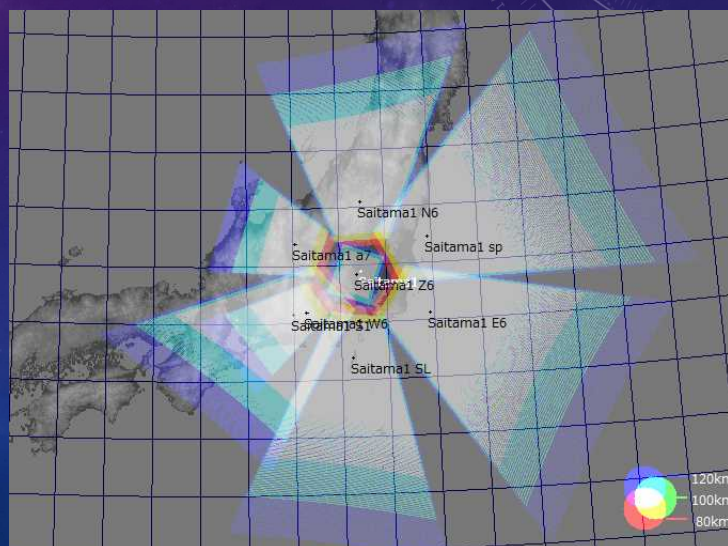
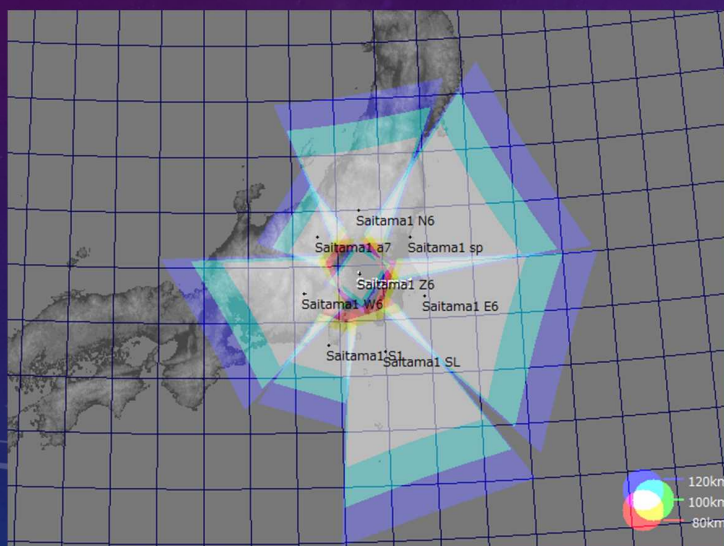


自動観測によるスペクトル観測と結果



- 目的
- 1 流星スペクトルをたくさん撮影する
 - 2 流星スペクトルを測定する
 - 3 流星スペクトルを分類し解析する



1 流星スペクトルをたくさん撮影できるようにする

- ・観測方法 カメラを8台に。カラー 1台 白黒 7台 観測視野①と②
- ・装置 ビデオカメラ(Watec Neptune 100+CBCレンズ6mm(4台)と12mm(1台)FO. 8)
Watec 902H2U+CBCレンズ6mmと8mm FO. 8+分光器(グリズム ①と②)
SONYα7s 50mm F1.4(28mm F1.8) 透過型回折格子フィルム 500本/mm ①

10月12日から 透過型回折格子フィルムで1台(カラー)

12月18日から 透過型回折格子フィルムで8台へ

27日から 透過型ブレード格子を2台に変更

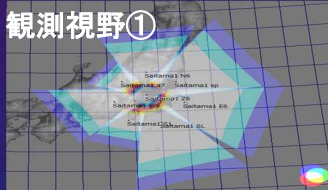
1月 透過型ブレード格子を2台から3台へ。現在2台へ

- ・ソフト UFOCaptureV2 UFOAnalyzerV2 UFOOrbitV2

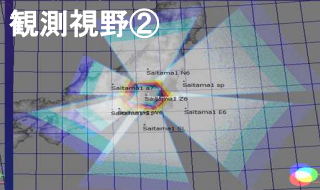
①透過型回折格子フィルム

②透過型ブレード格子(600本/mmと200本

観測視野①



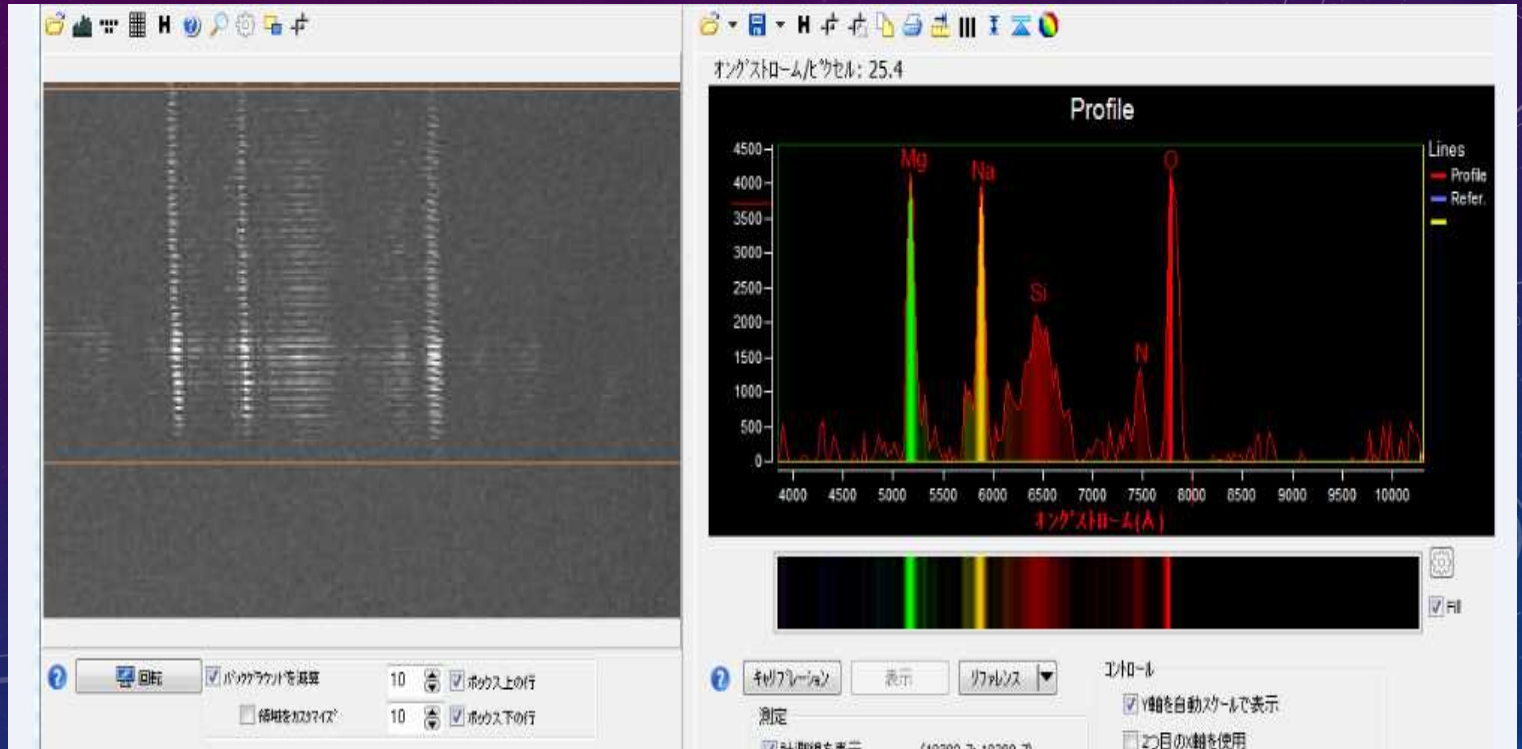
観測視野②



カメラ毎のスペクトル撮影数等 8月22日現在

方向	N6	S12	W6	Z6	E6	NW50	NE6	SE8	スペクトル
レンズmm	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						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	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
合計	45	29	258	186	44	145	58	65	1039
解析済	24	20	180	117	36	134	34	44	589

2 解析ソフト(Rspecの日本語版)

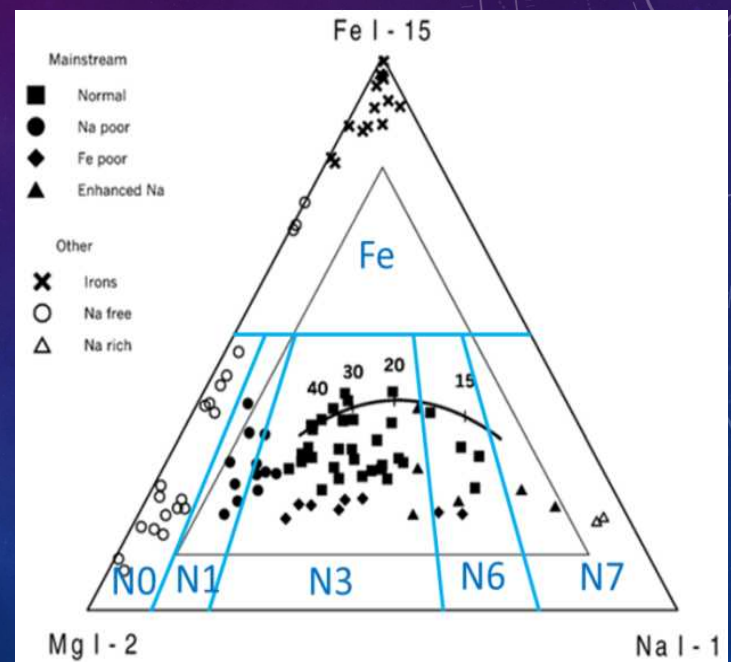
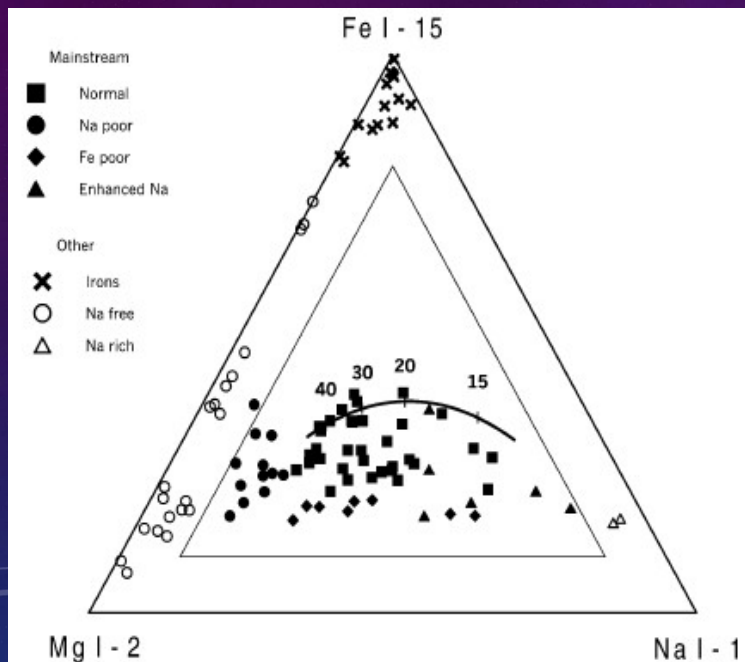


3 流星スペクトルを分類する

・ Mg-Na-Feの3種の元素のスペクトルの強度比によって、流星を分類

J. Borovička, et al Icarus **174**, 15 (2005) の論文より

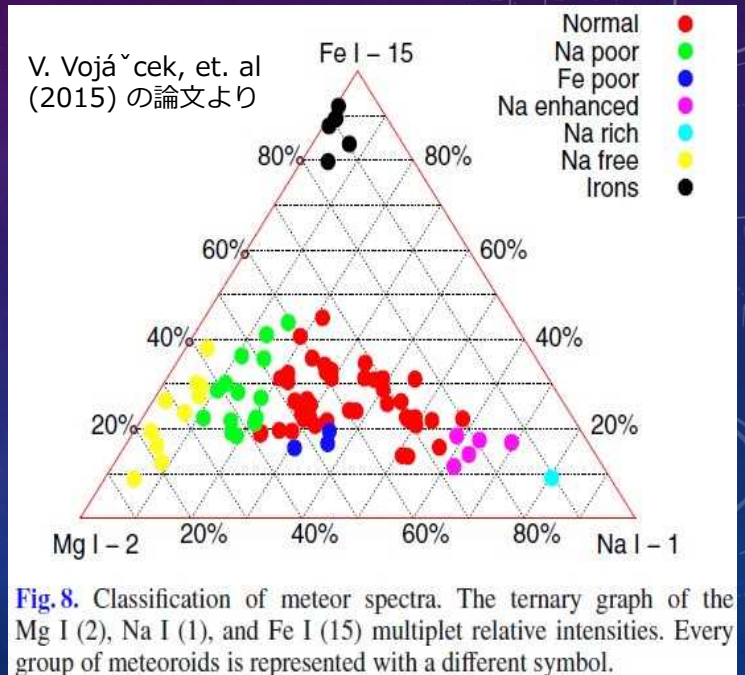
2017年8月26-27日 流星会議 前田氏



3 流星スペクトルを分類する

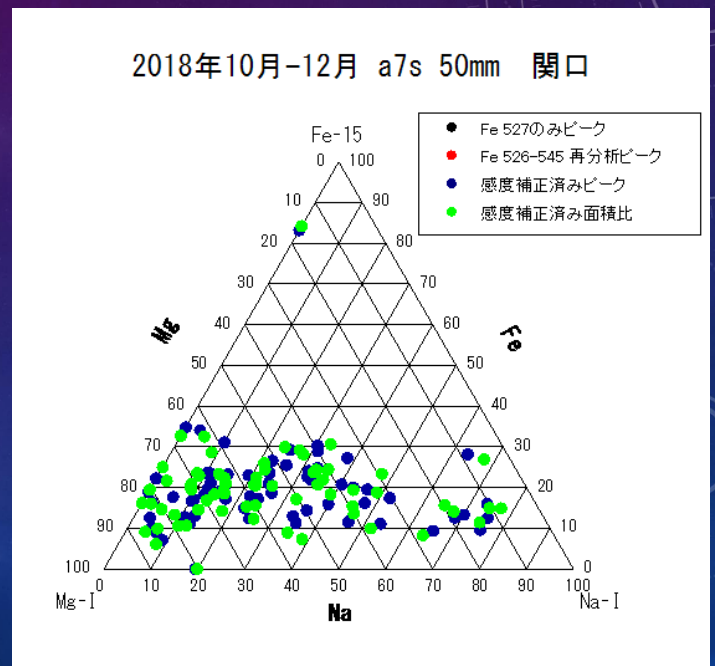
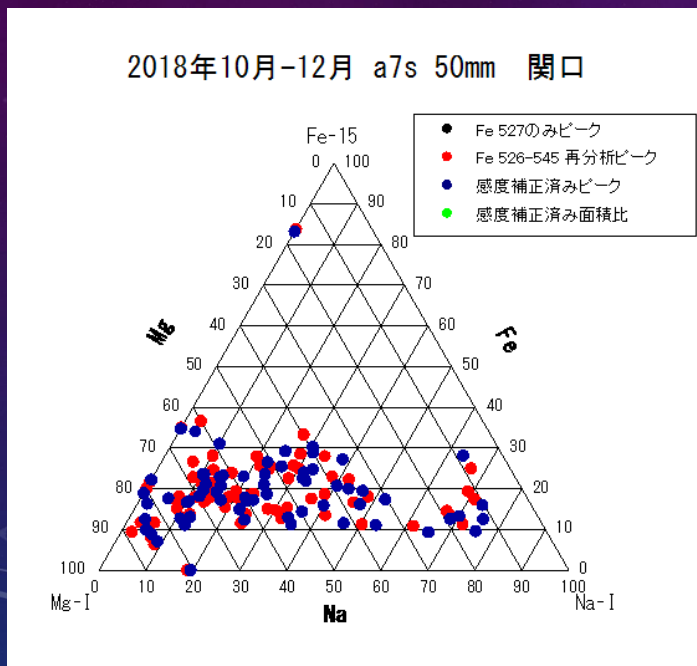
2017年8月26-27日 流星会議資料 前田氏

		Na/(Mg+Na)
Fe	irons	-
N0	Na free	<10
N1	Na poor	10-20
N3	Normal	20-60
N6	Na enhanced	60-75
N7	Na rich	75>
Fp	Fe poor	-



流星スペクトルの分類測定の方法での比較(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。ここは、再分析から面積比までの比較。



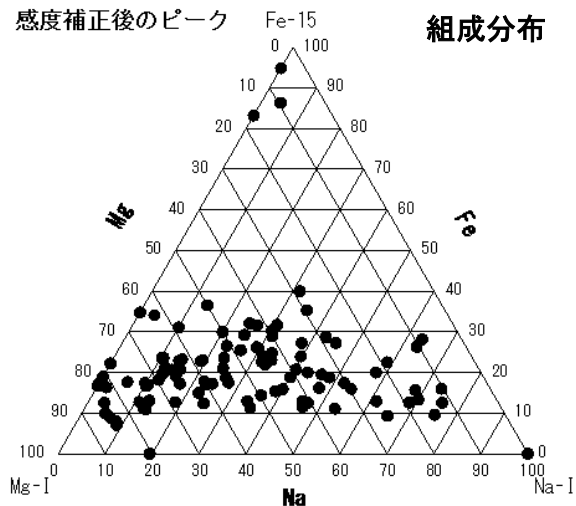
流星スペクトルの分類結果(a7sのみの102個)

・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

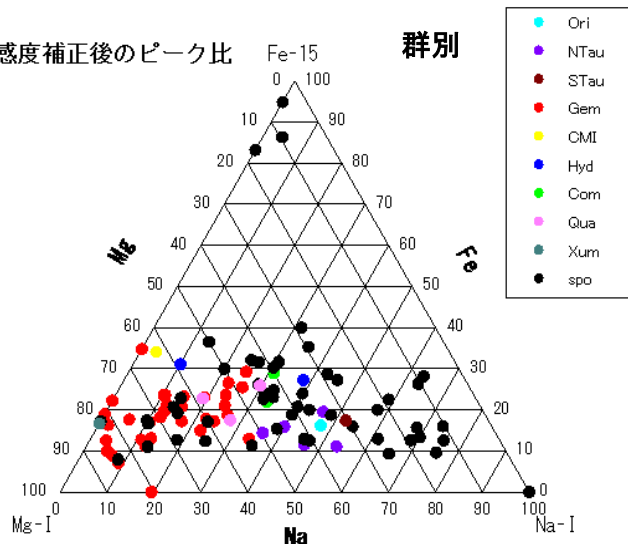
2018年10月-2019年2月 a7s 50mm 102個 関口

感度補正後のピーク 組成分布



2018年10月から2019年2月 a7s 50mm 102個 関口

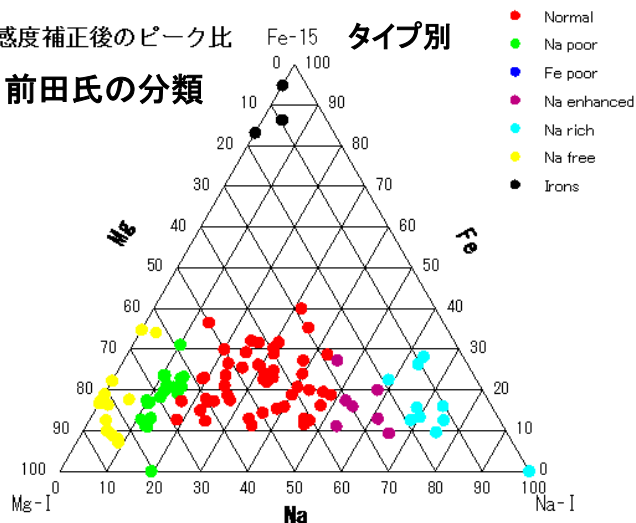
感度補正後のピーク比 群別



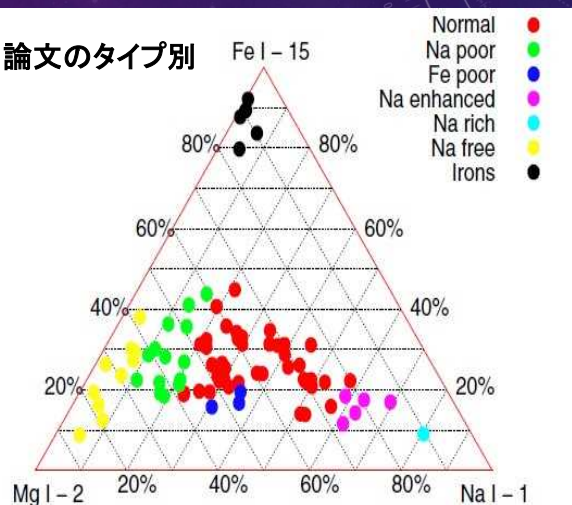
流星スペクトルの分類結果の比較

2018年10月-2019年2月 a7s 50mm 102個 関口

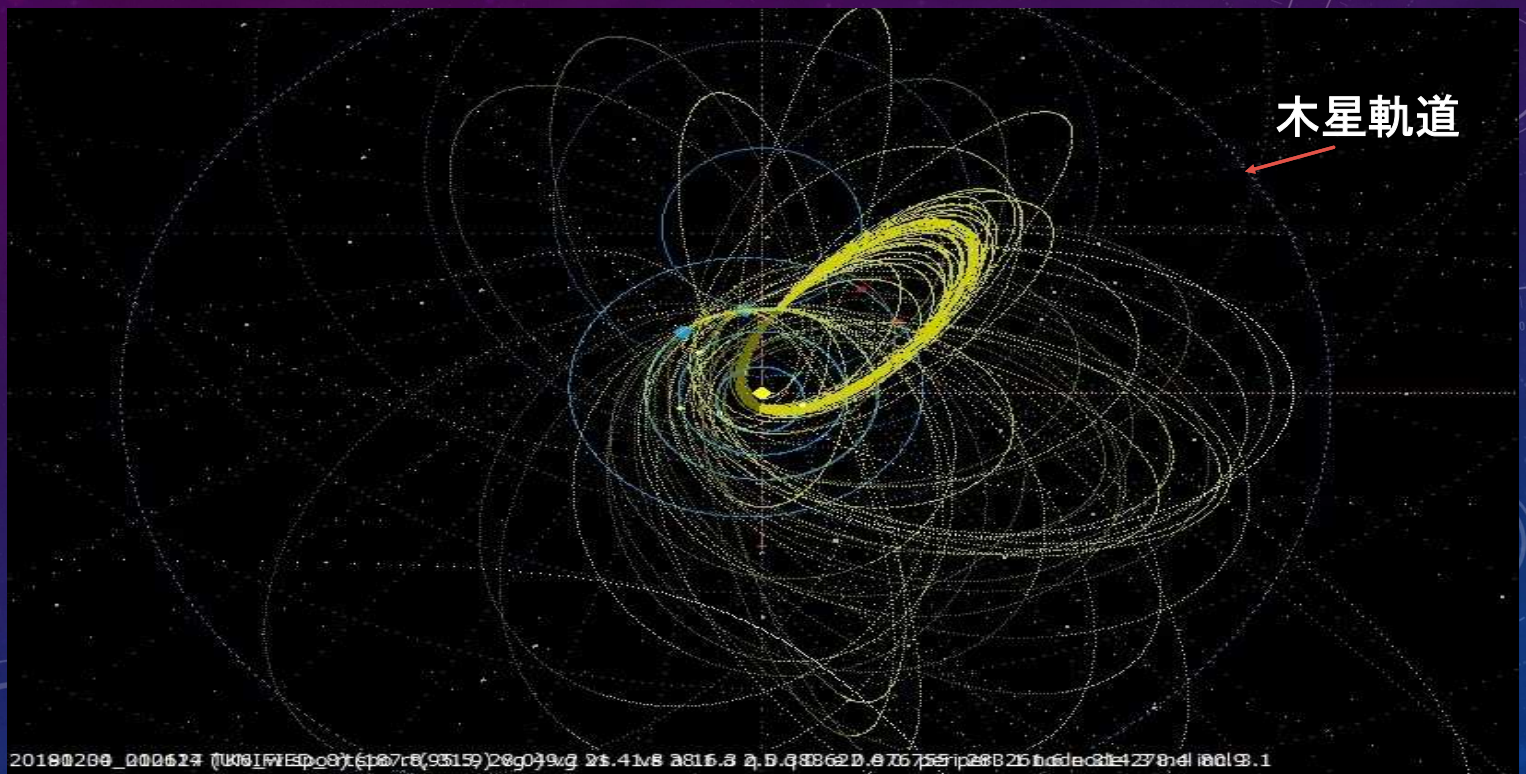
感度補正後のピーク比 タイプ別
前田氏の分類



論文のタイプ別



流星スペクトルの得られた流星の軌道(カラーのみ)



スペクトル画像の分類

N0 Na Free

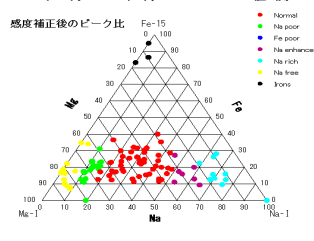
Fe iron

N7 Na rich

N1 Na poor

N6 Enhanced Na

2018年10月~2019年2月 a7s 50mm 102個 関口



N3 Normal

ふたご群

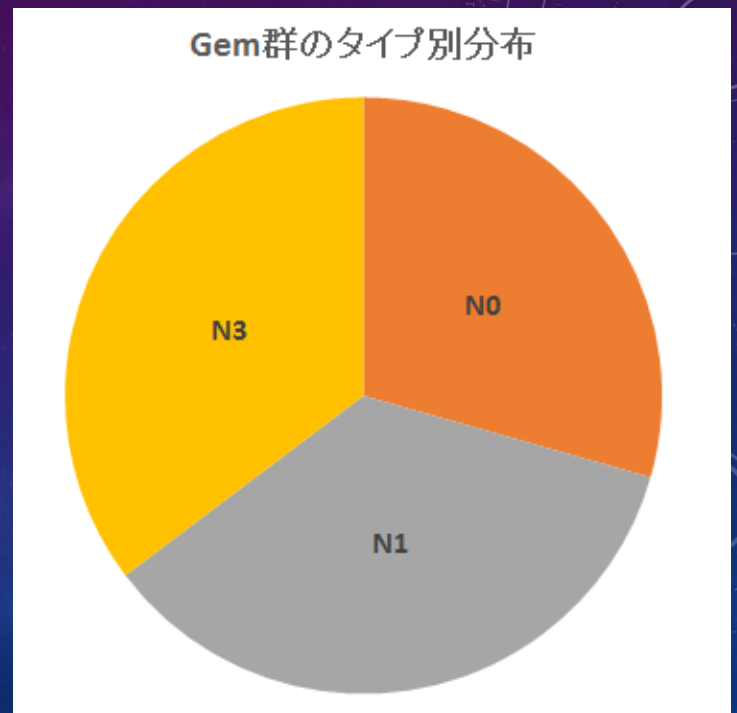
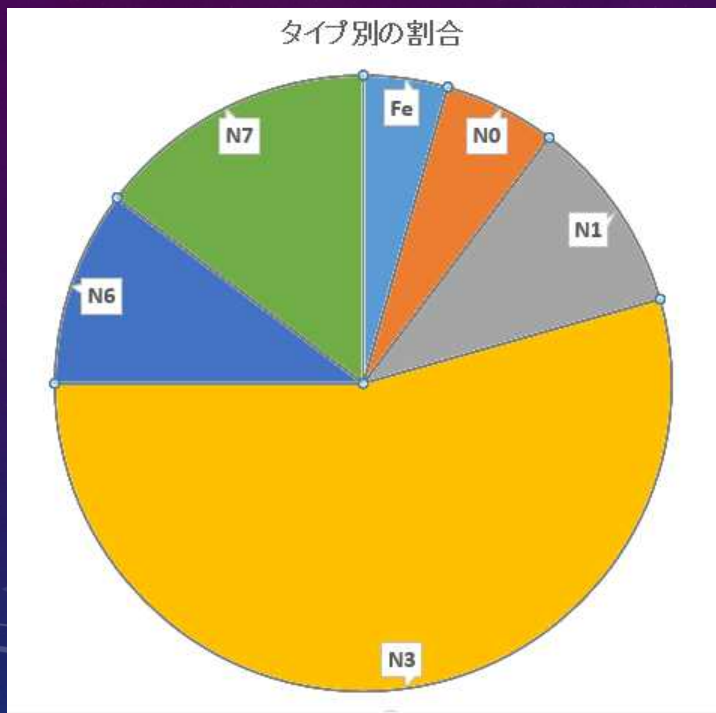
散在

おうし群

オリオン群

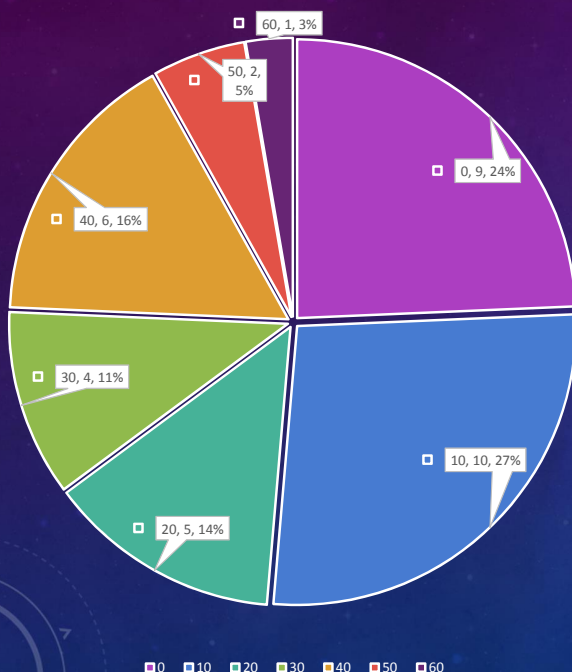
こいぬ群

流星スペクトルのタイプ別の割合(a7sのみの102個)

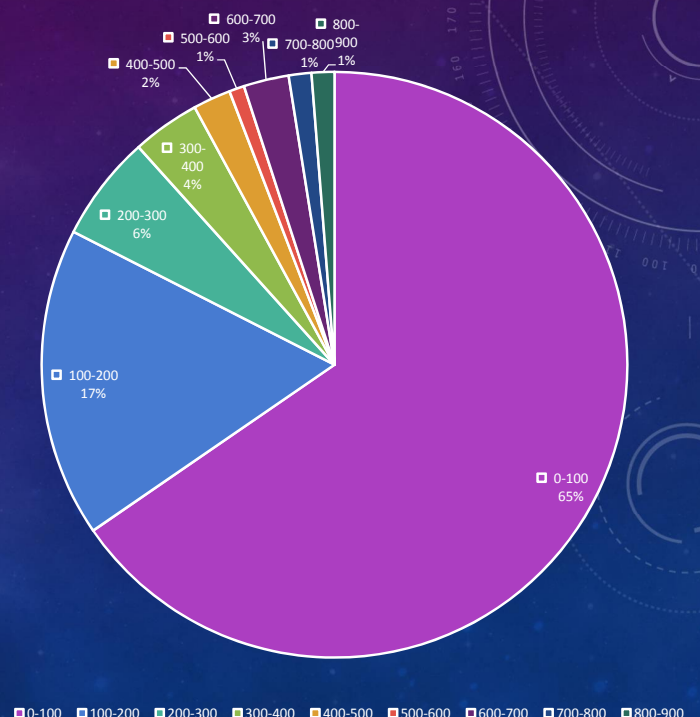


流星スペクトルのNa/Mgの割合の分布

ふたご群の37個



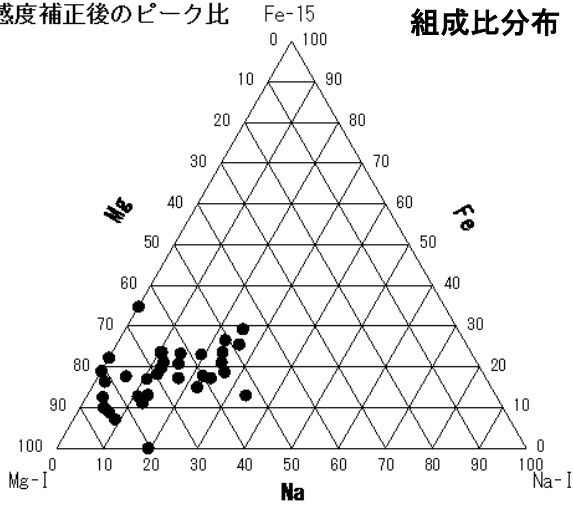
全流星238個の100刻み



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

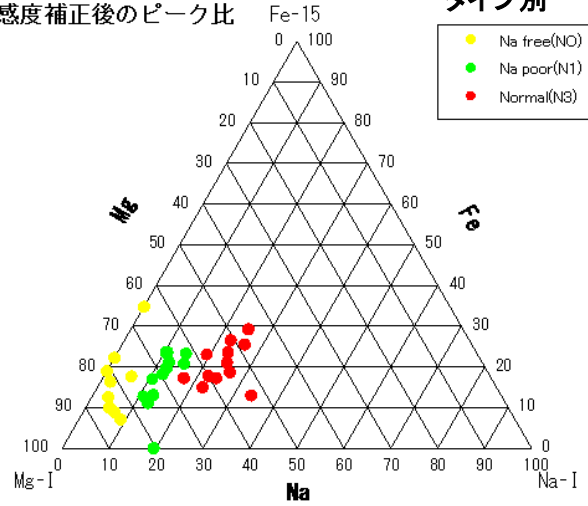
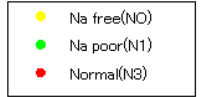
感度補正後のピーク比 組成比分布



2018年12月 Gem群(34個) a7s 50mm 関口

感度補正後のピーク比

タイプ別

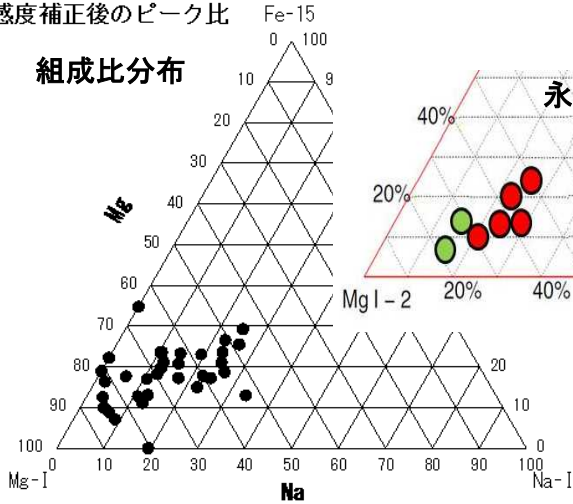


流星スペクトルの分類結果の比較(Gem群のみ)

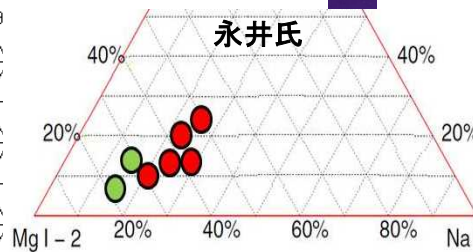
2018年12月 Gem群(34個) a7s 50mm 関口

感度補正後のピーク比

組成比分布

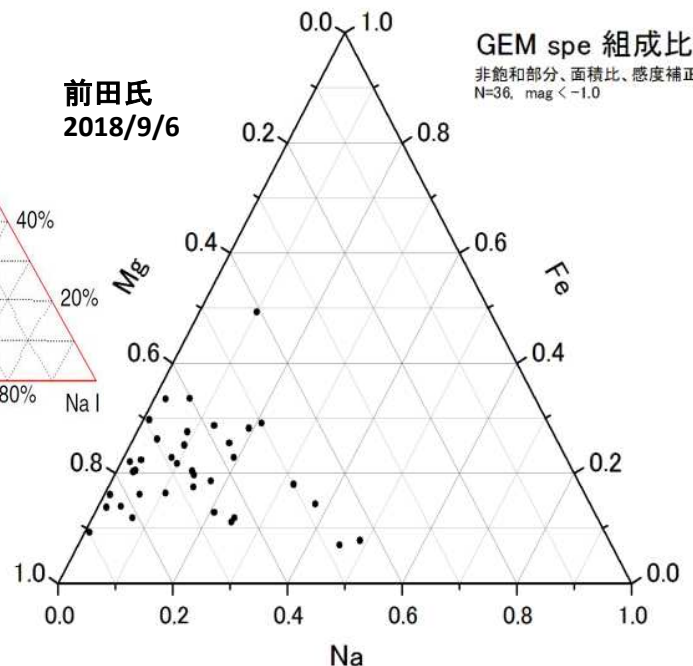


永井氏

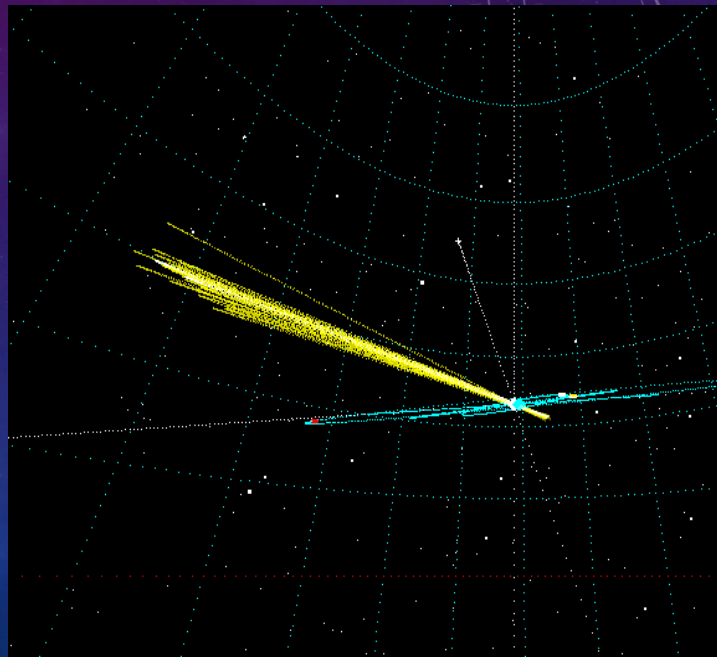
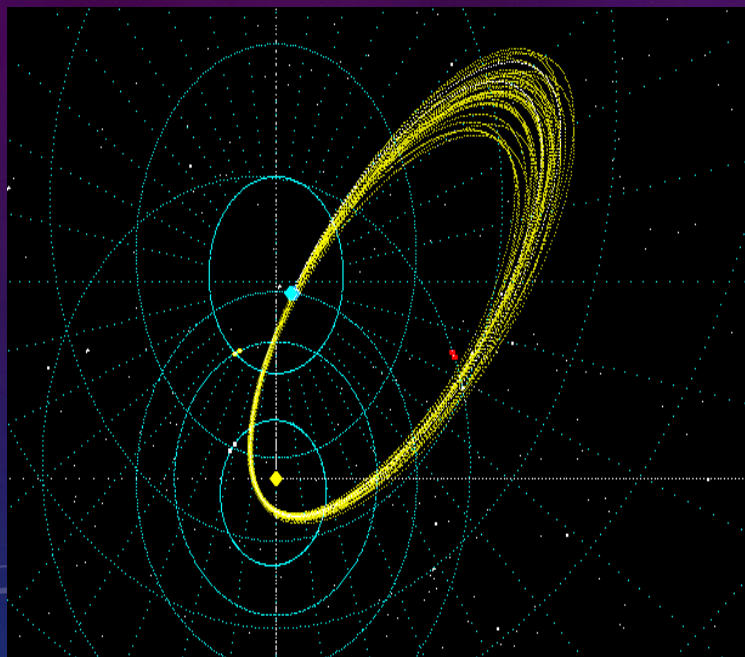


前田氏
2018/9/6

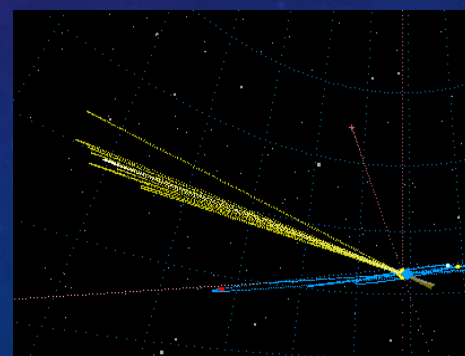
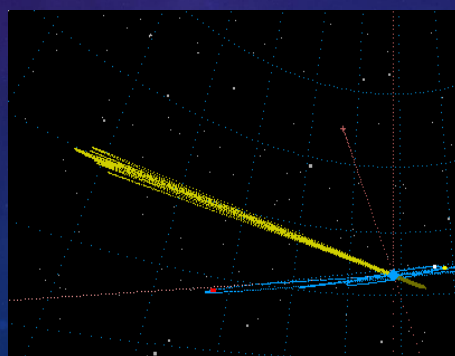
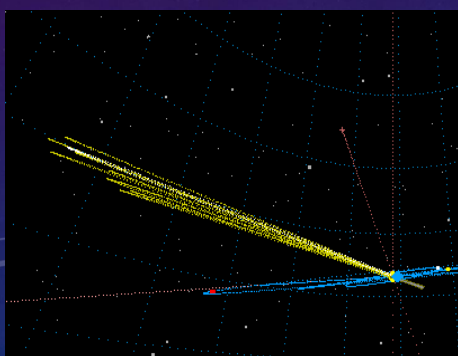
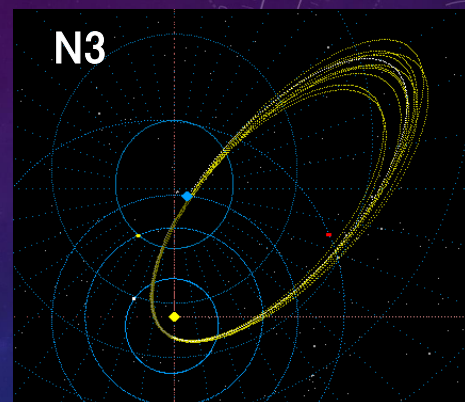
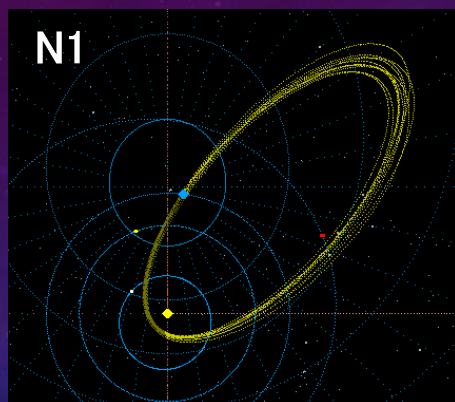
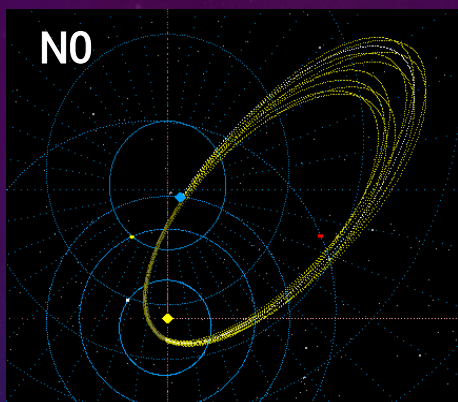
GEM spe 組成比
非飽和部分、面積比、感度補正未
N=36, mag < -1.0



流星スペクトルの得られた軌道(Gem群のみ)



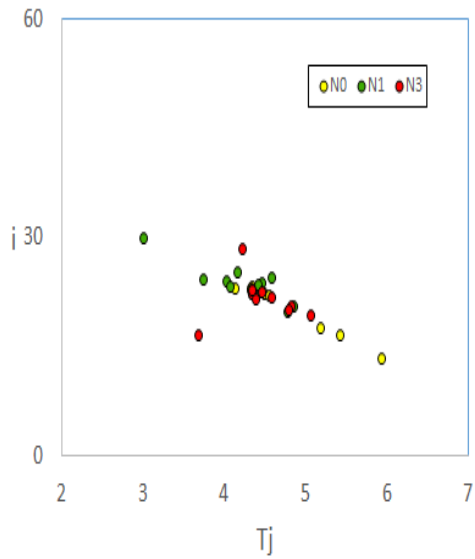
流星スペクトルのタイプ別と軌道の比較(Gem群のみ)



流星スペクトルのタイプ別と軌道の比較(Gem群のみ)

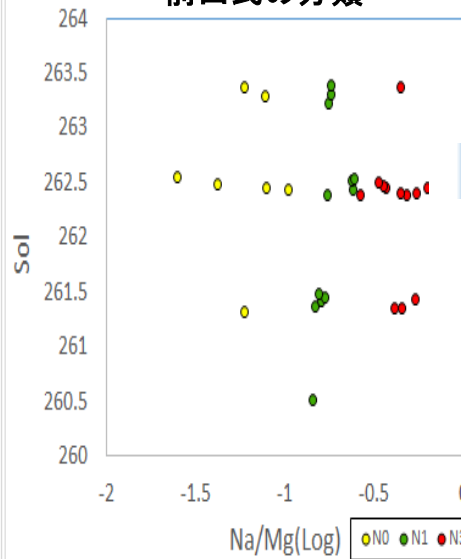
T_Jとiの関係(Gem)

$$T_J = (a_J/a) + 2\sqrt{(a/a_J)(1-e^2)}\cos i \quad a_J = 5.2 \text{ AU}$$

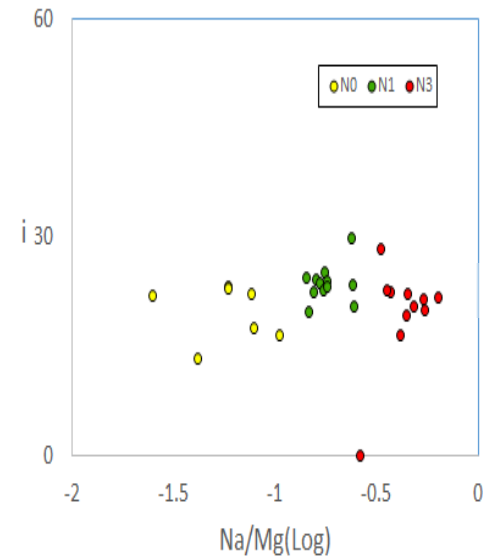


Na/Mg(Log)とSolの関係(Gem)

前田氏の分類



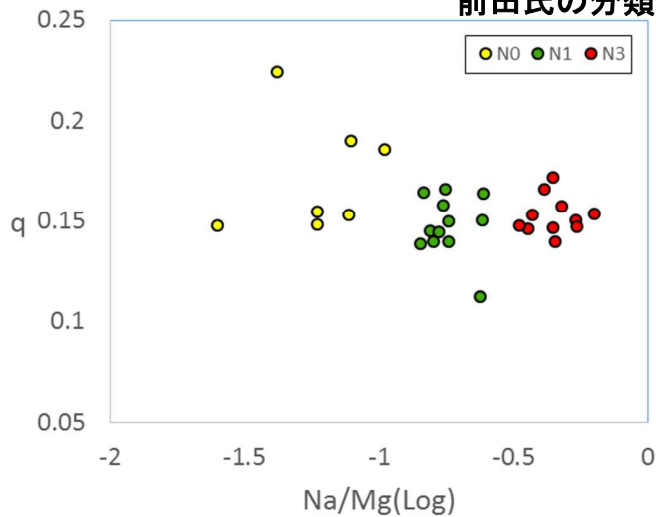
Na/Mg(Log)とiの関係(Gem)



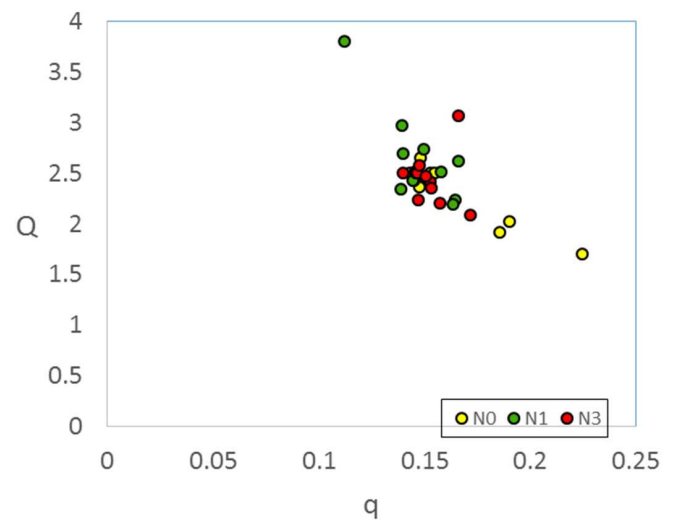
流星スペクトルのタイプ別と軌道の比較(Gem群のみ)

Na/Mg(Log)とqの関係(Gem)

前田氏の分類

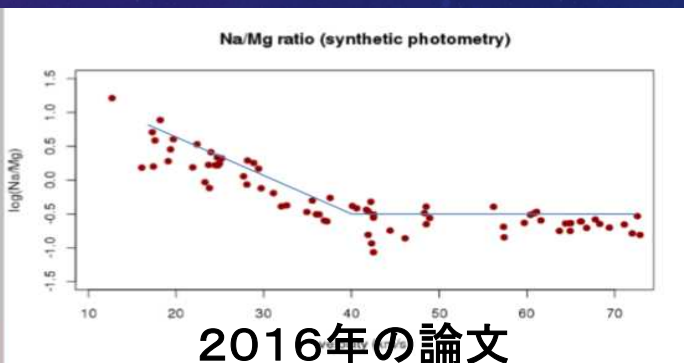
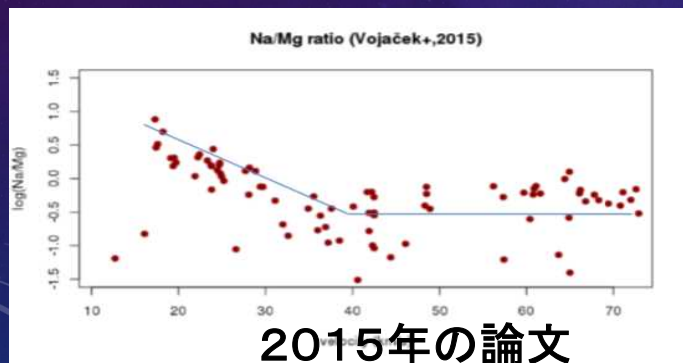
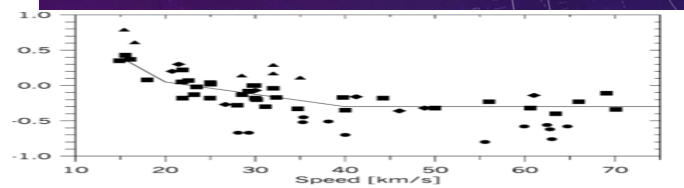
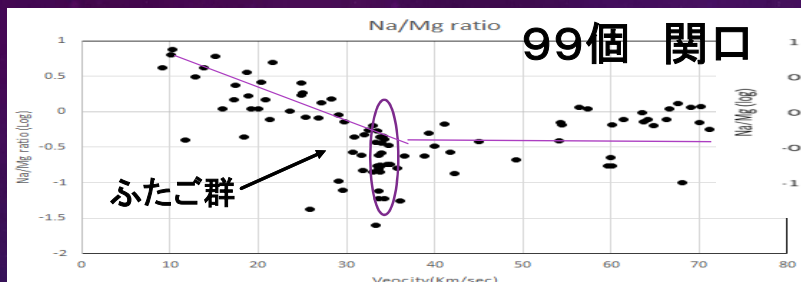


qとQの関係(Gem)

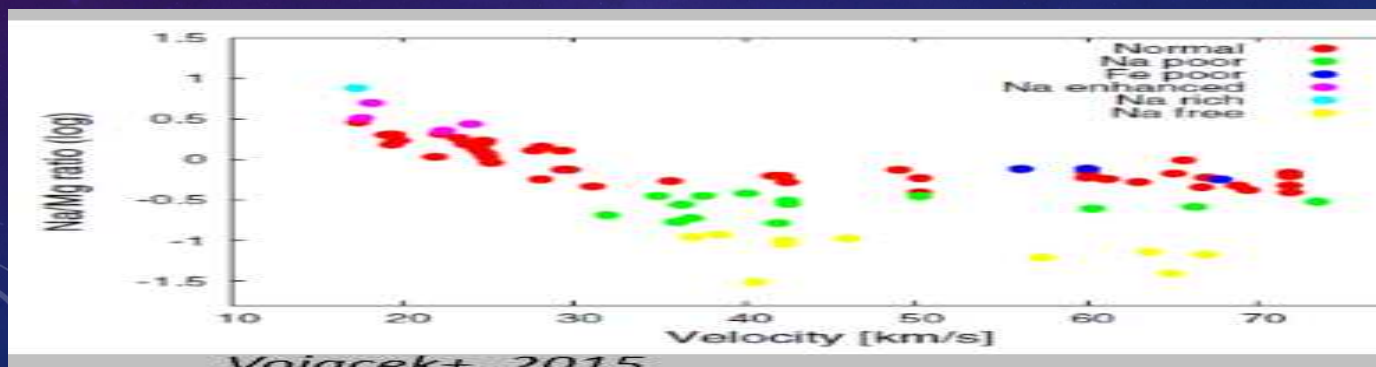
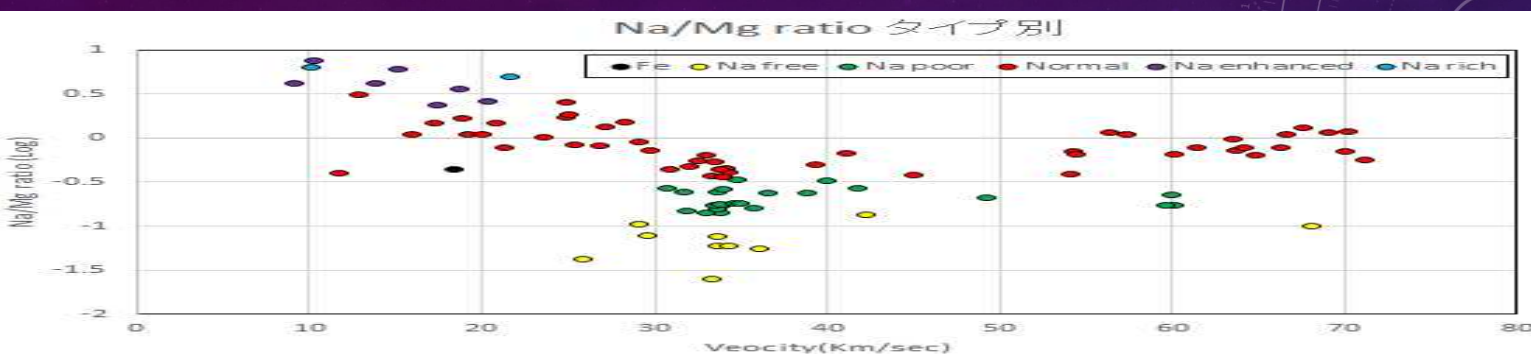


流星スペクトルの解析結果 (Na/Mg ratio) 論文との比較

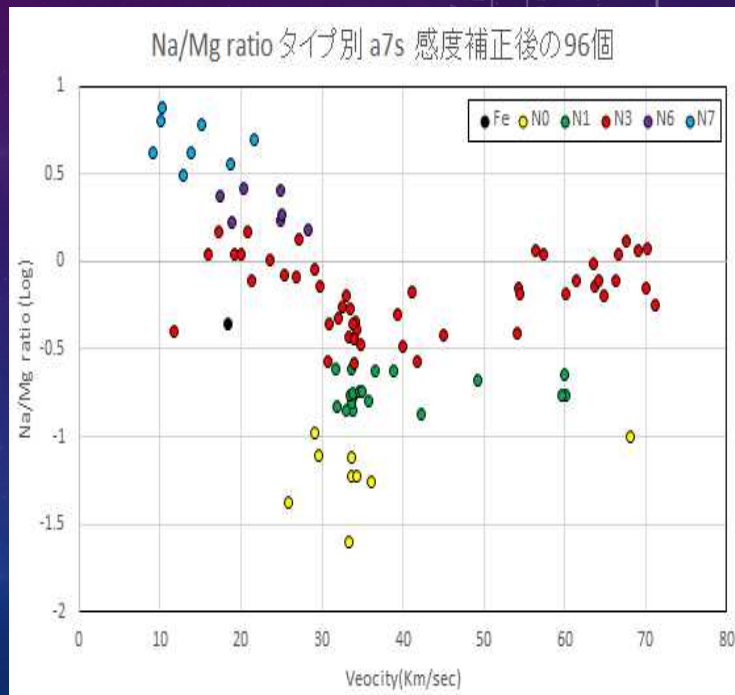
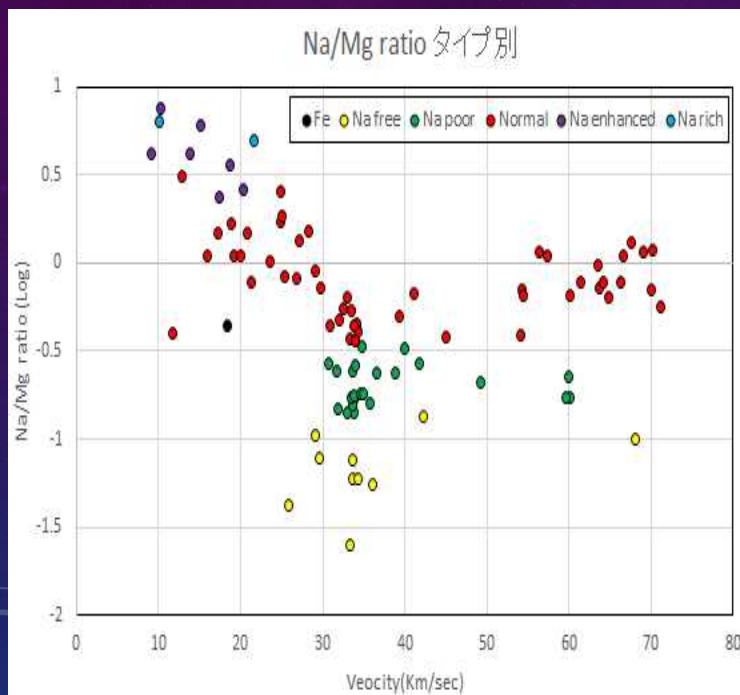
2005年の論文



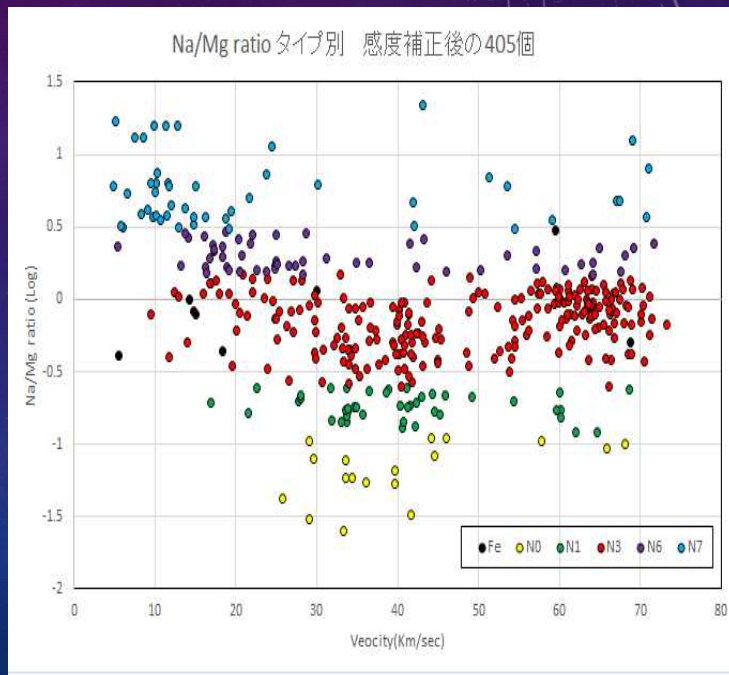
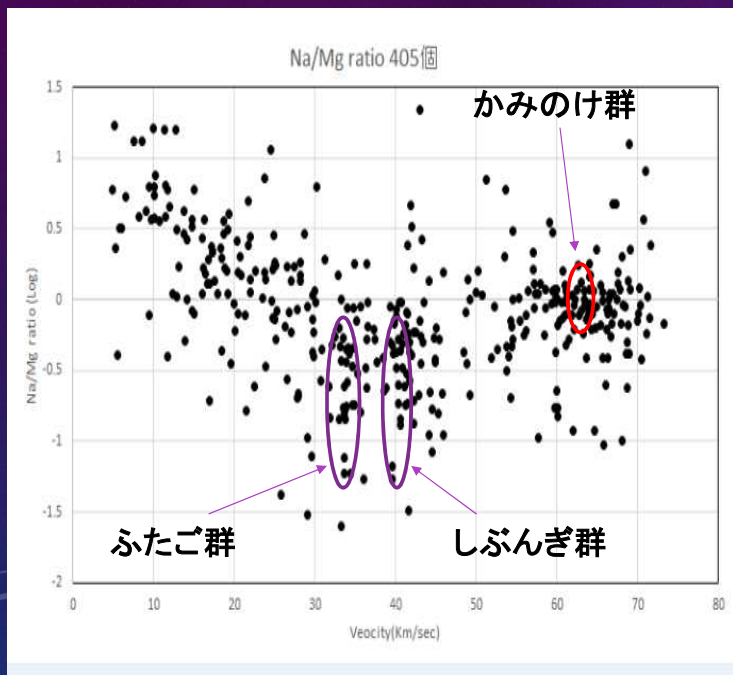
流星スペクトルの解析結果 Na/Mg ratio タイプ別



流星スペクトルの解析結果 Na/Mg ratio タイプ別 96個 2005年の論文での分類 前田氏での分類



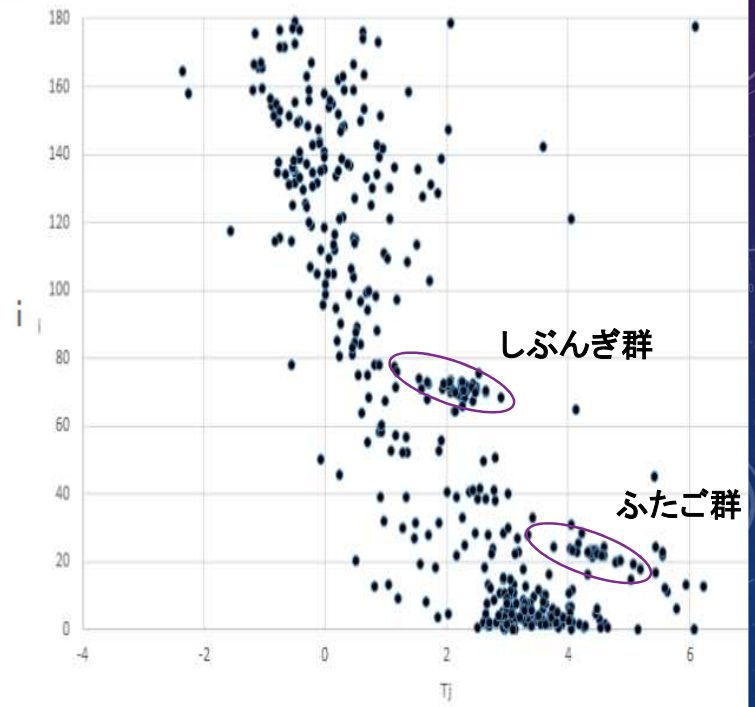
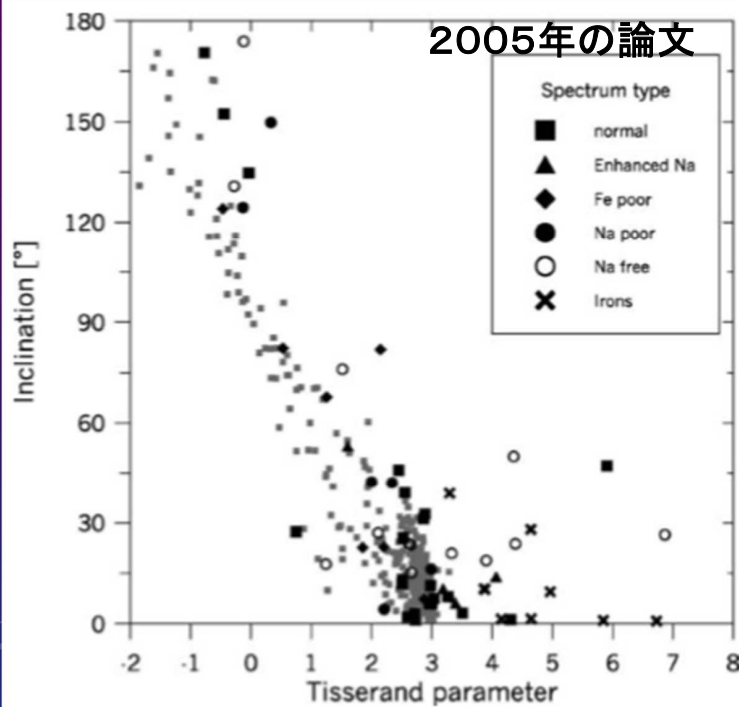
流星スペクトルの解析結果 Na/Mg ratio タイプ別 405個 2018年10月から2019年3月までの分類 ↓前田氏での分類



流星スペクトルの軌道の比較Tjとi (424個)

$$T_J = (a_J/a) + 2\sqrt{(a/a_J)(1 - e^2)} \cos i \quad a_J = 5.2 \text{ AU}$$

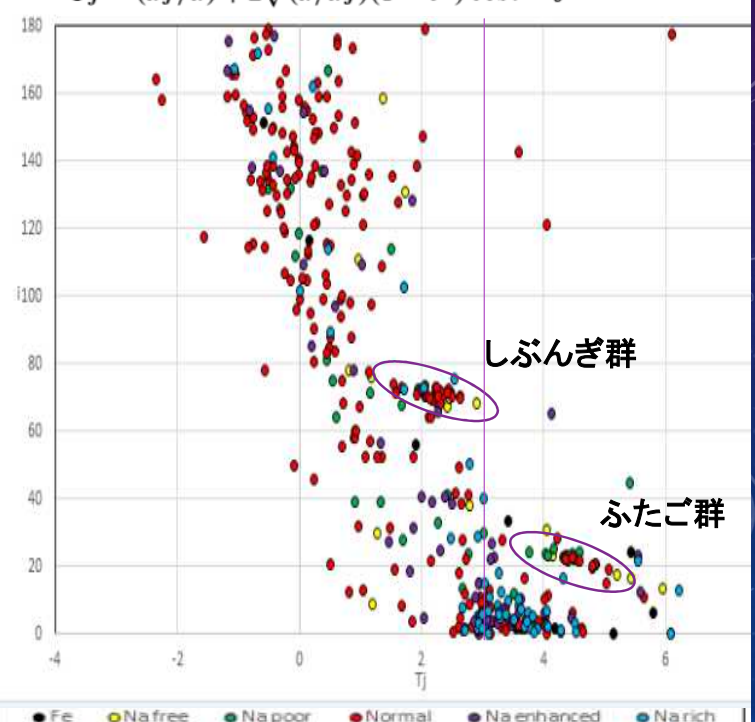
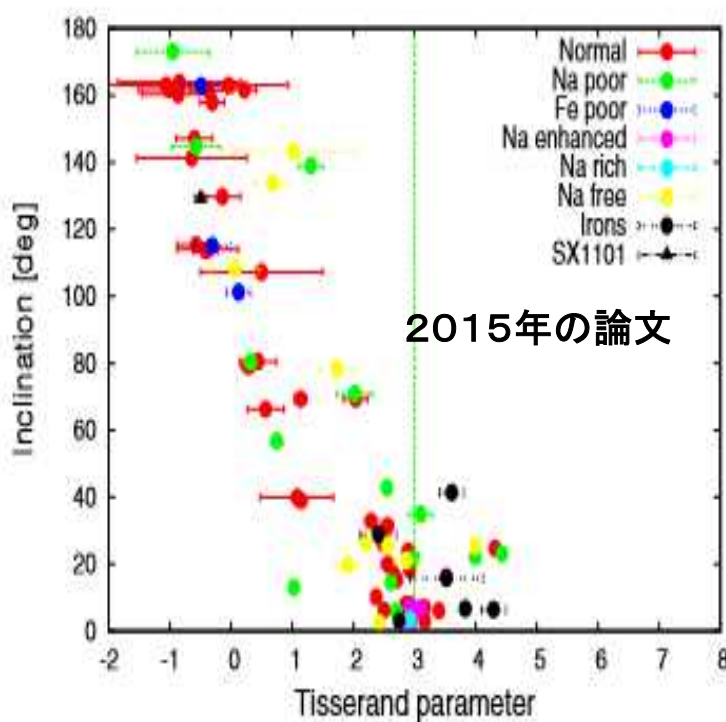
2005年の論文



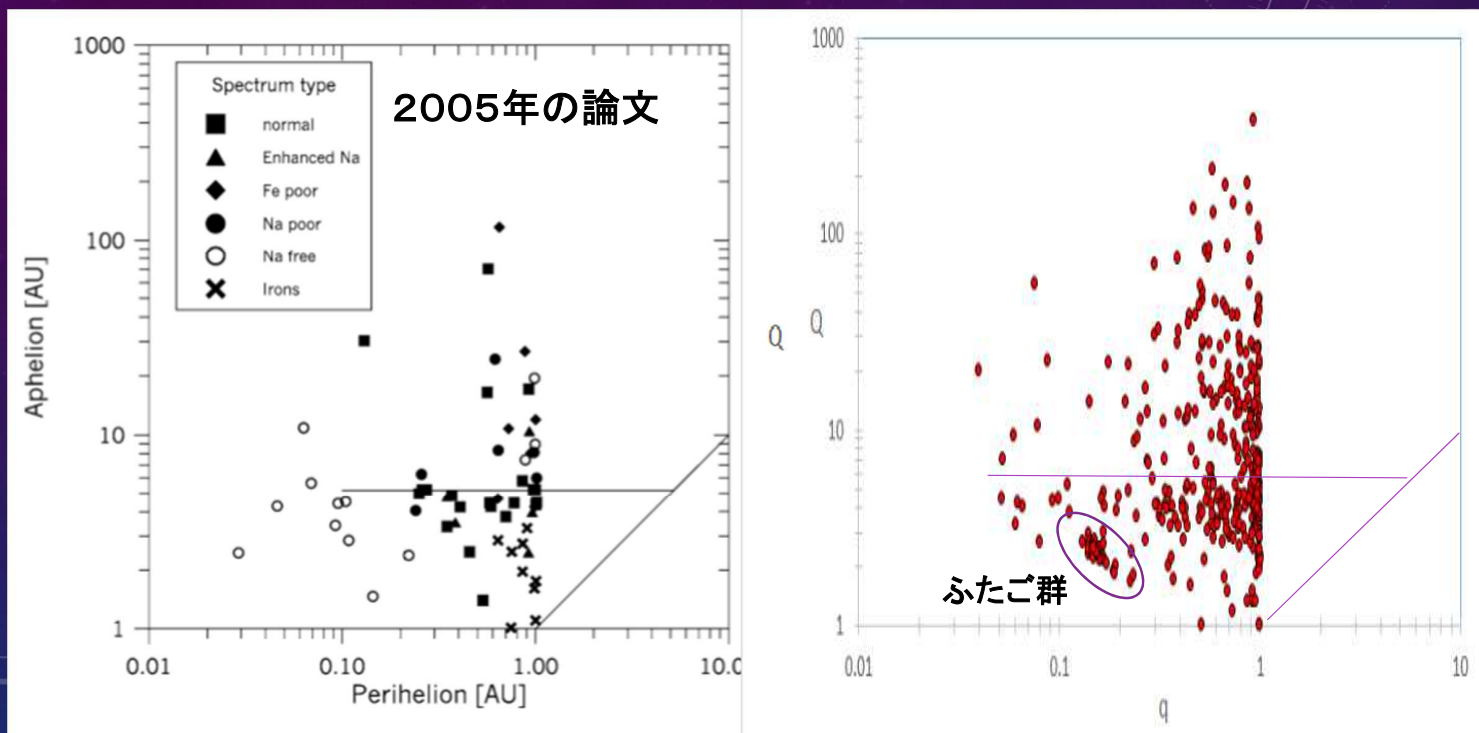
流星スペクトルの軌道の比較 Tjとi タイプ別(424個)

$$T_J = (a_J/a) + 2\sqrt{(a/a_J)(1 - e^2)} \cos i \quad a_J = 5.2 \text{ AU}$$

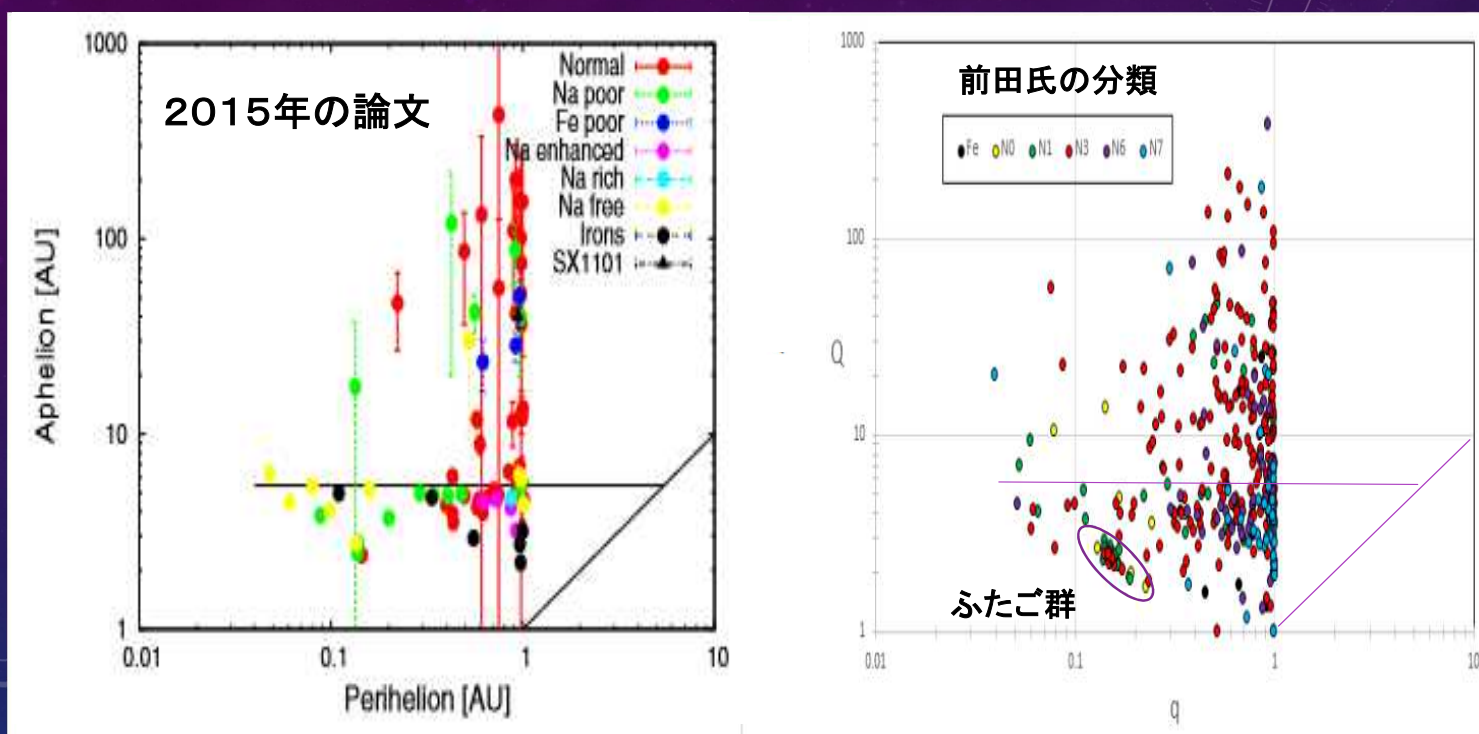
2015年の論文



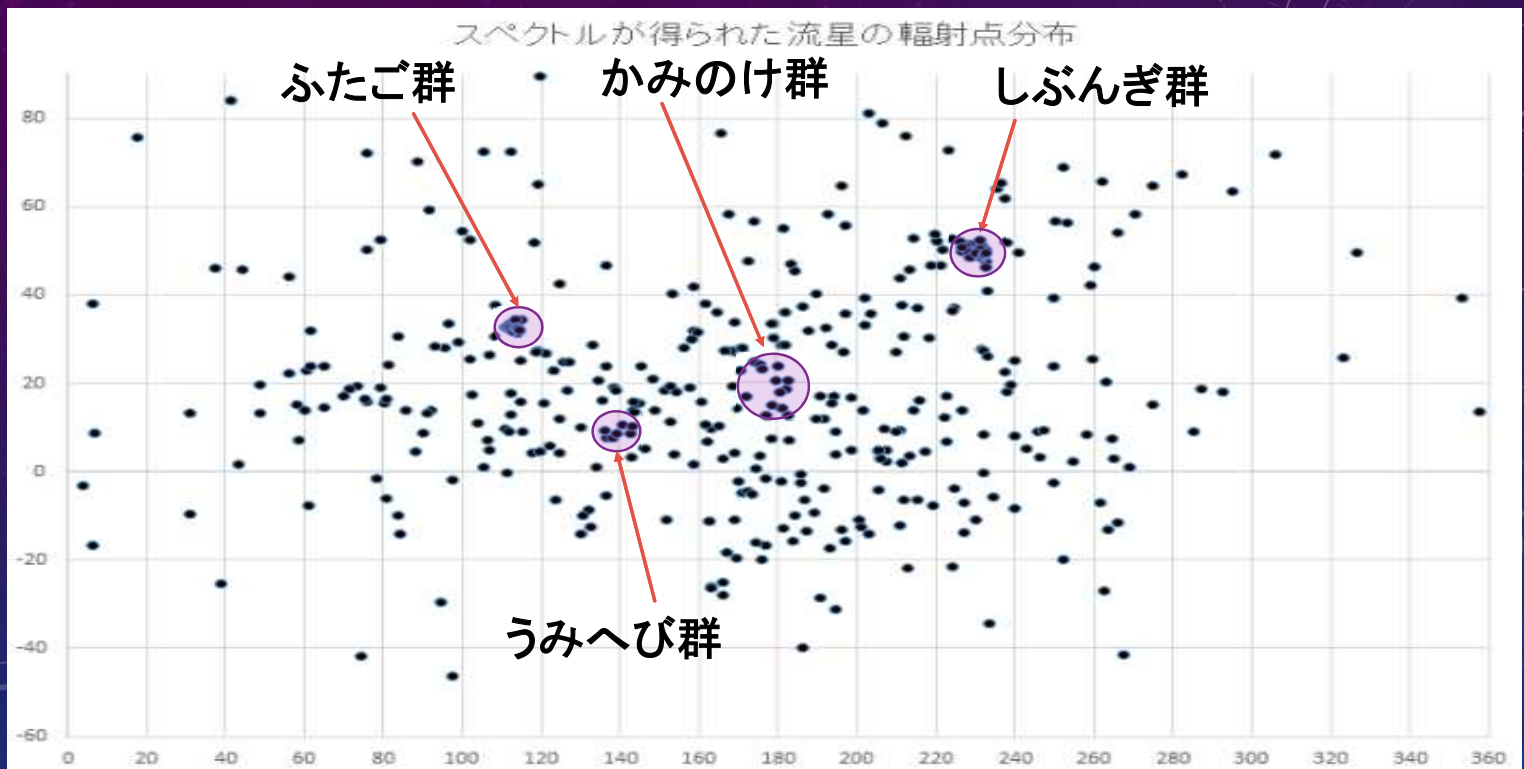
流星スペクトルの軌道の比較 Q-q (424個)



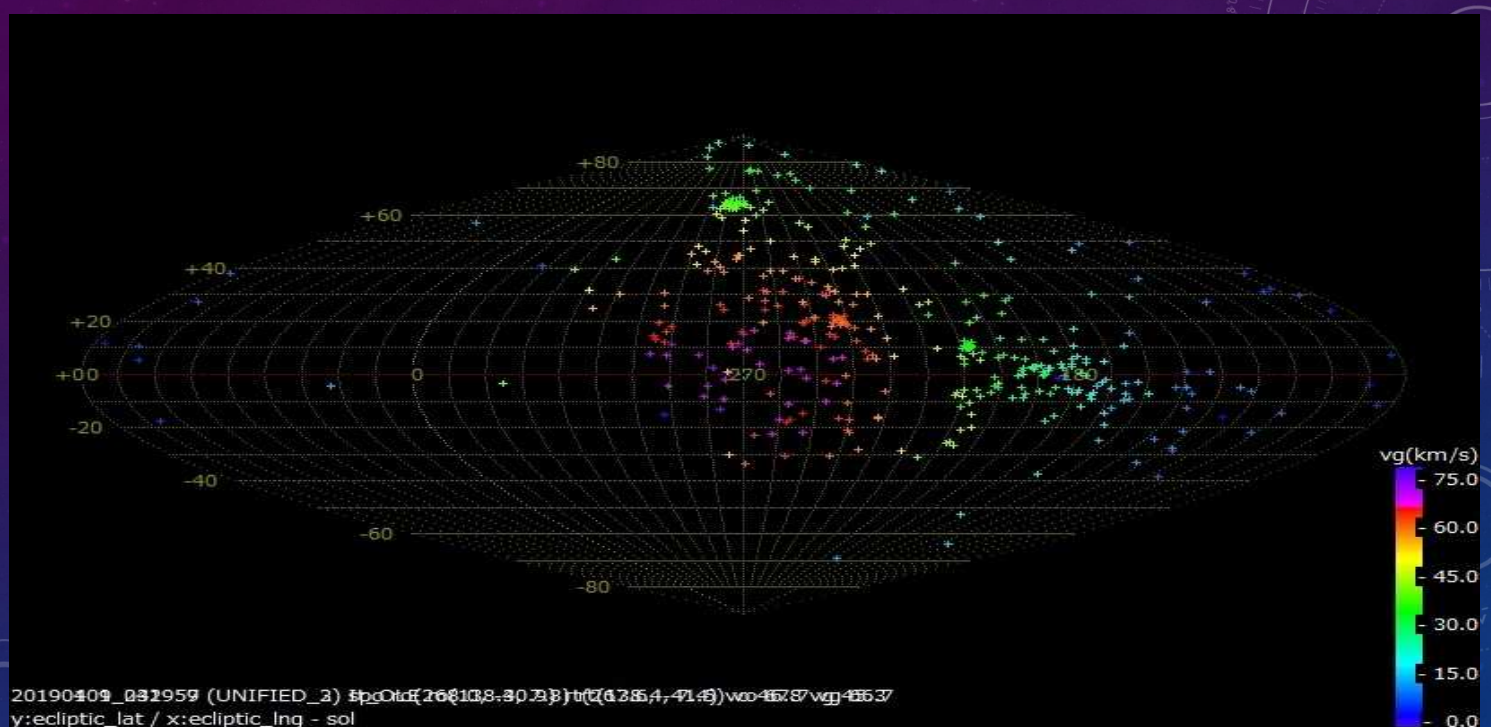
流星スペクトルの軌道の比較 Q-q (424個)



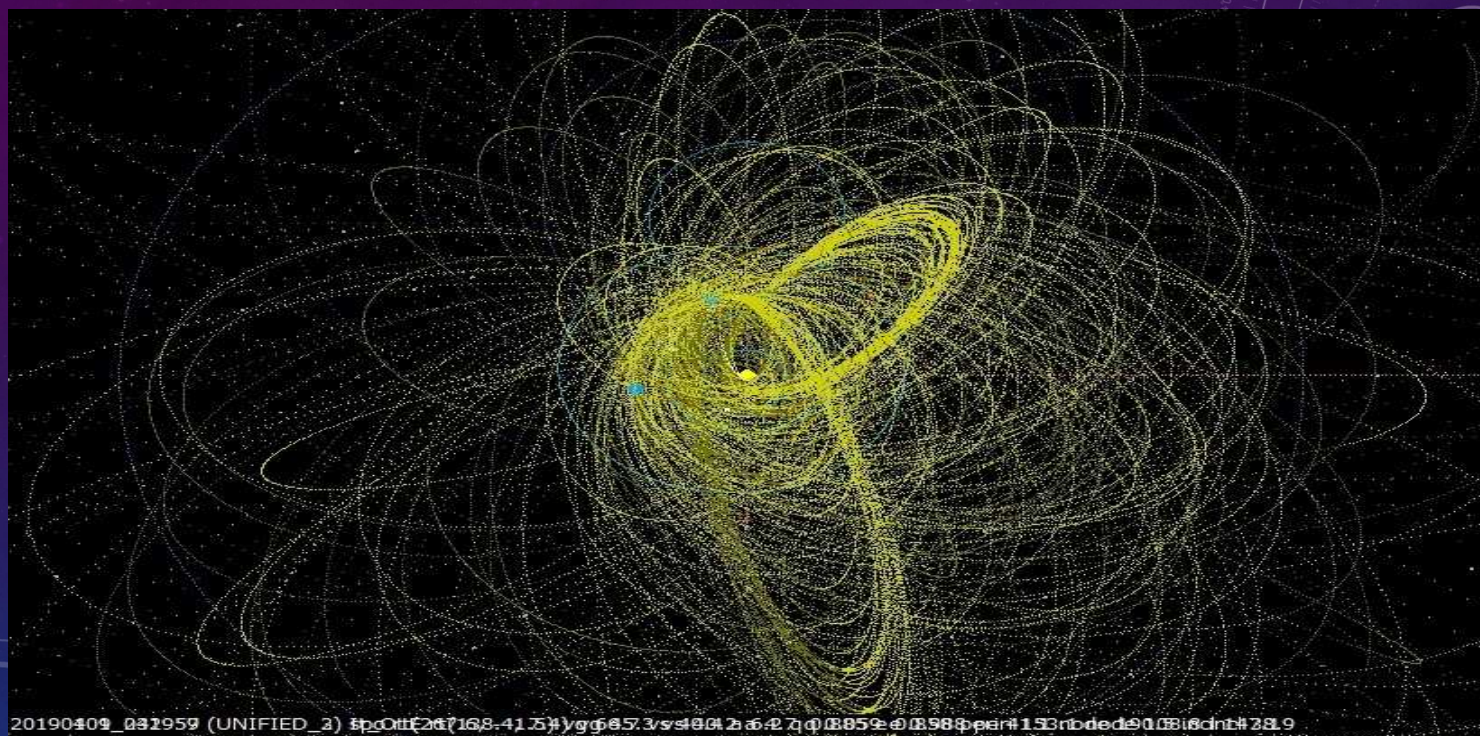
流星スペクトルの得られた流星の輻射点分布(424個)



流星スペクトルの得られた流星の輻射点分布 黄道座標

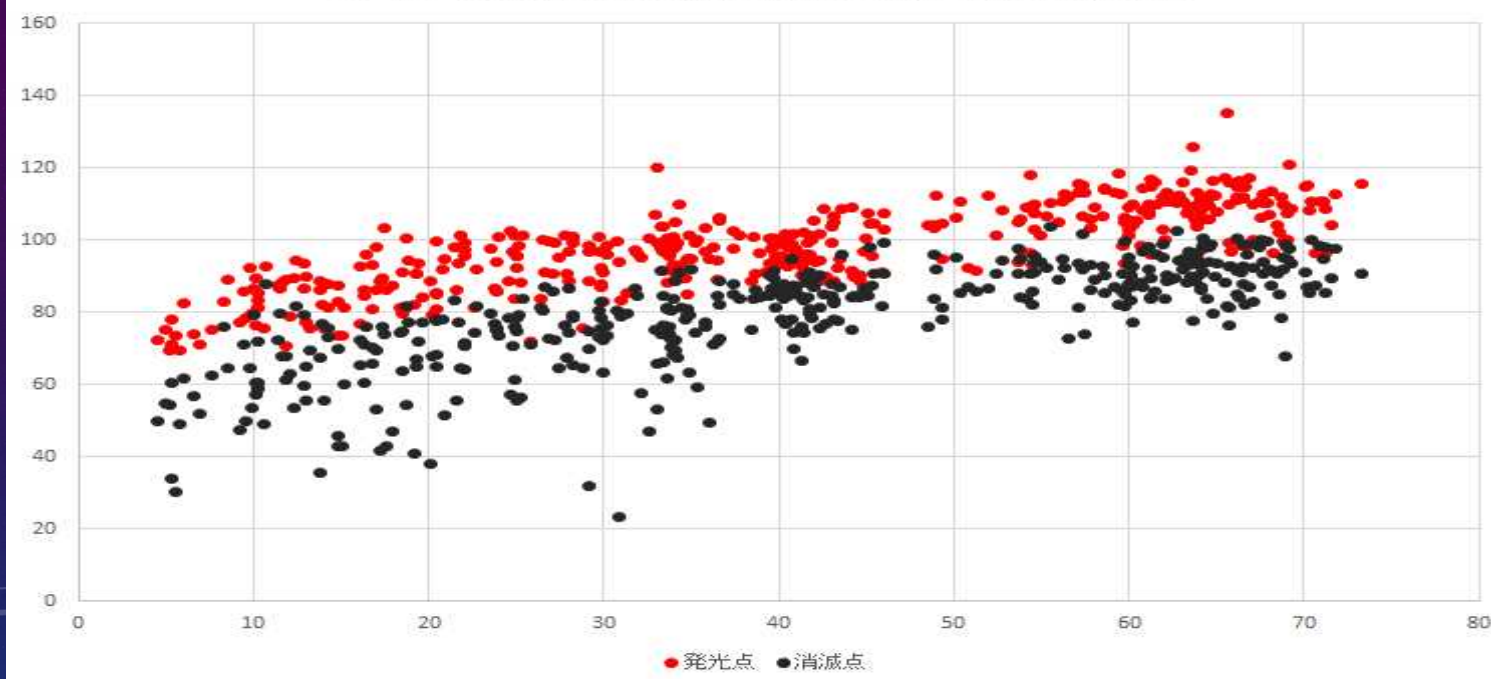


流星スペクトルの得られた流星の軌道分布



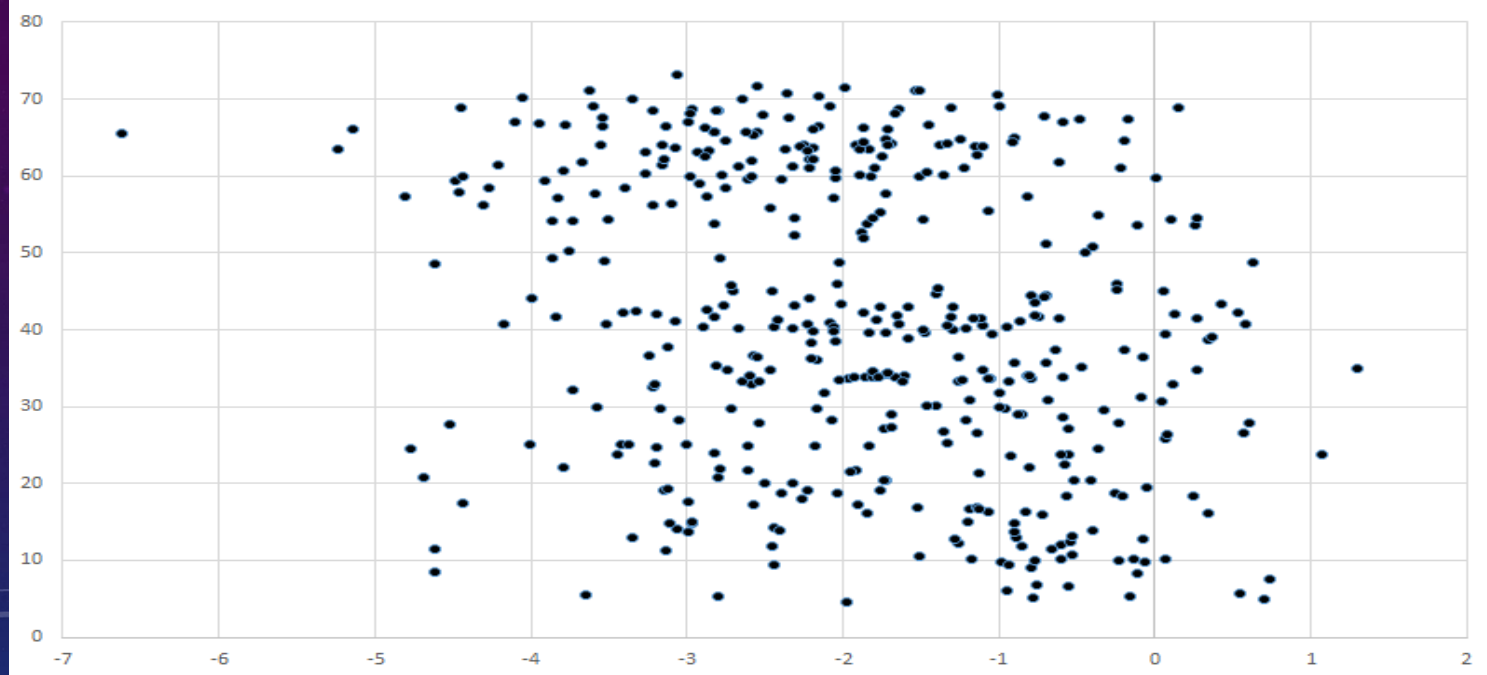
流星スペクトルの得られた流星の地心速度と発光高度と消滅点

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



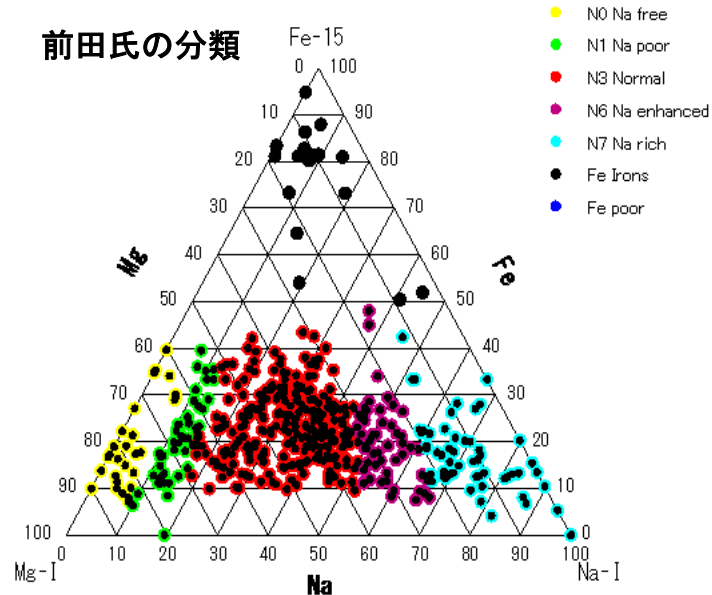
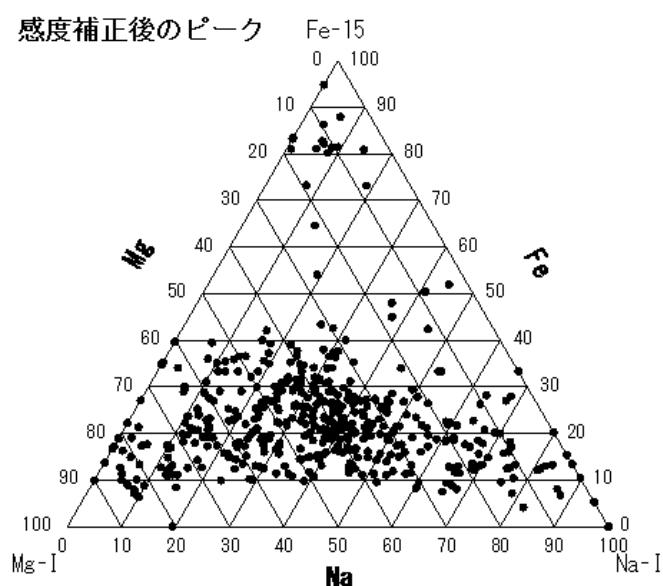
流星スペクトルの得られた流星の三角比 459個

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

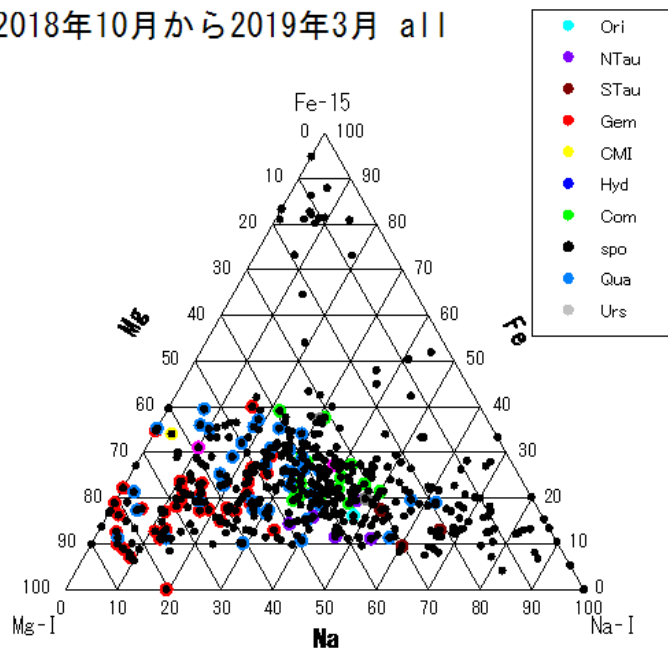
感度補正後のピーク

前田氏の分類

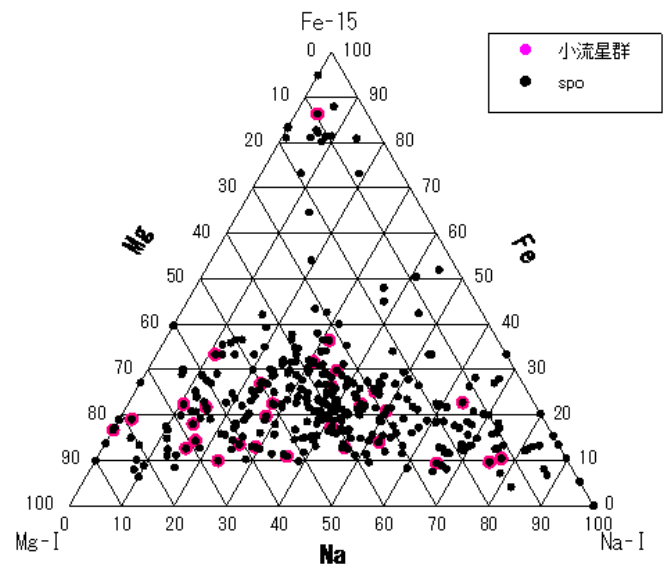


流星スペクトルの得られた流星の三角比 459個

2018年10月から2019年3月 all

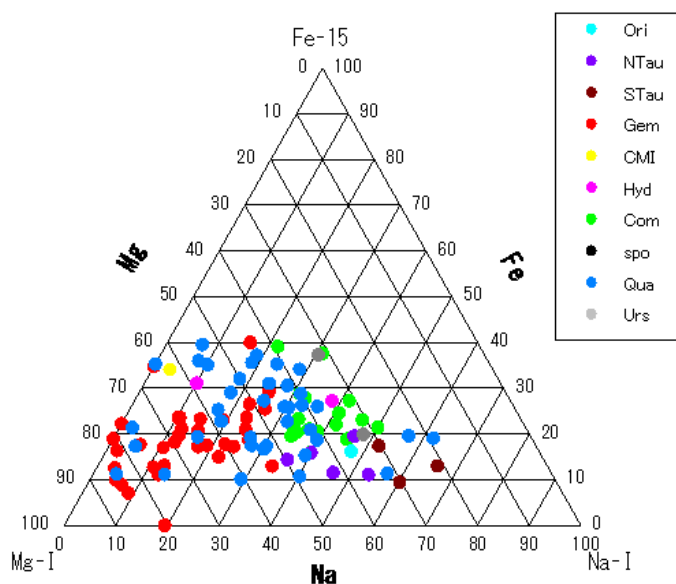


2018年10月から2019年3月 小流星群と散在

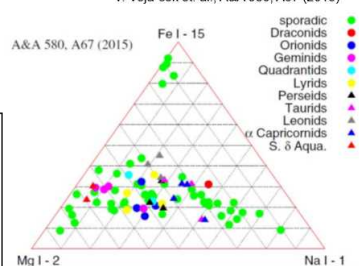


流星スペクトルの得られた流星の三角比 459個

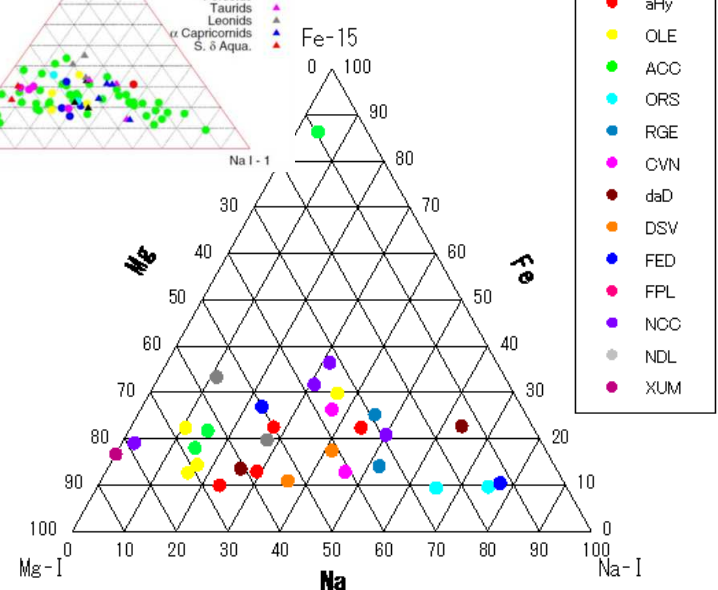
2018年10月から2019年3月 主要流星群



Catalogue of representative meteor spectra
V. Vojáček et. al., A&A 580, A67 (2015)



19年3月 小流星群



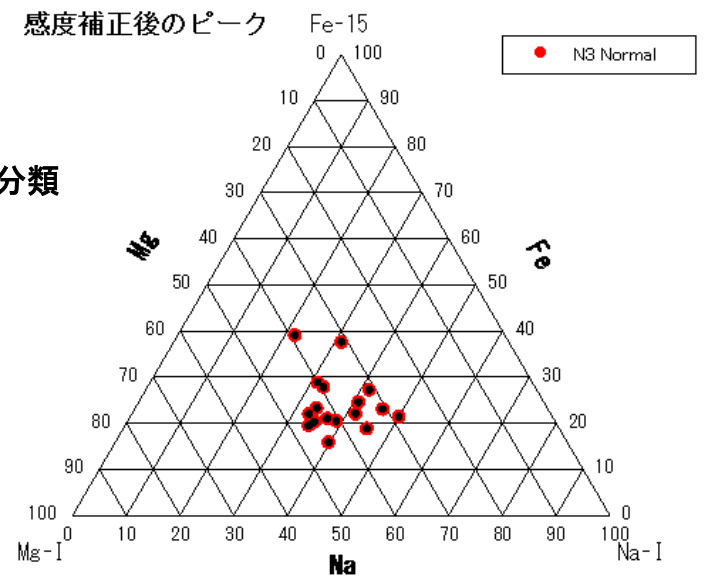
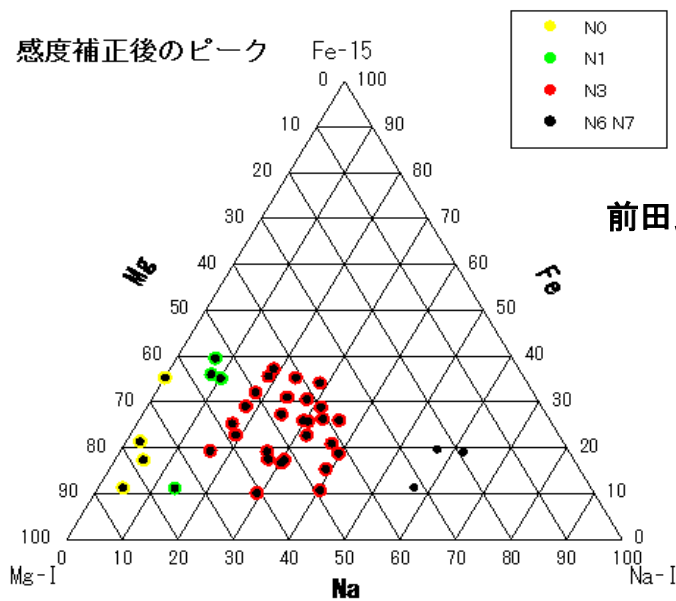
流星スペクトルの得られた流星の三角比 各群

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

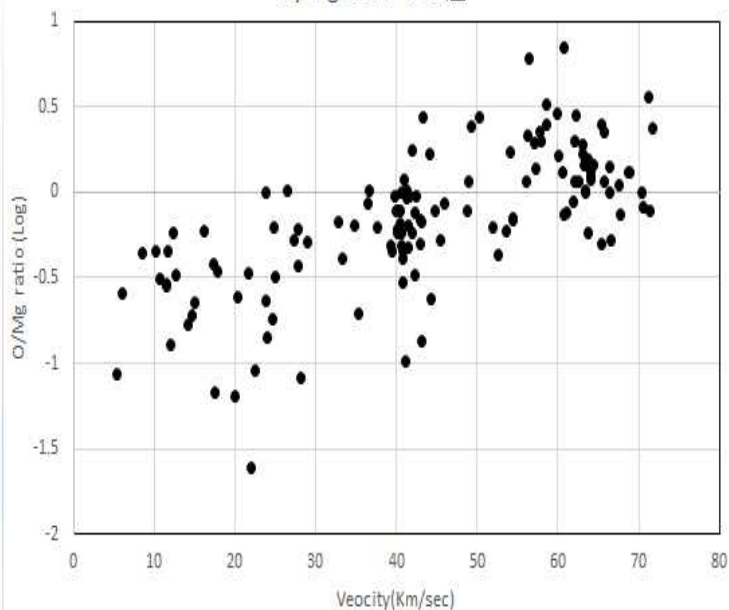
感度補正後のピーク

感度補正後のピーク

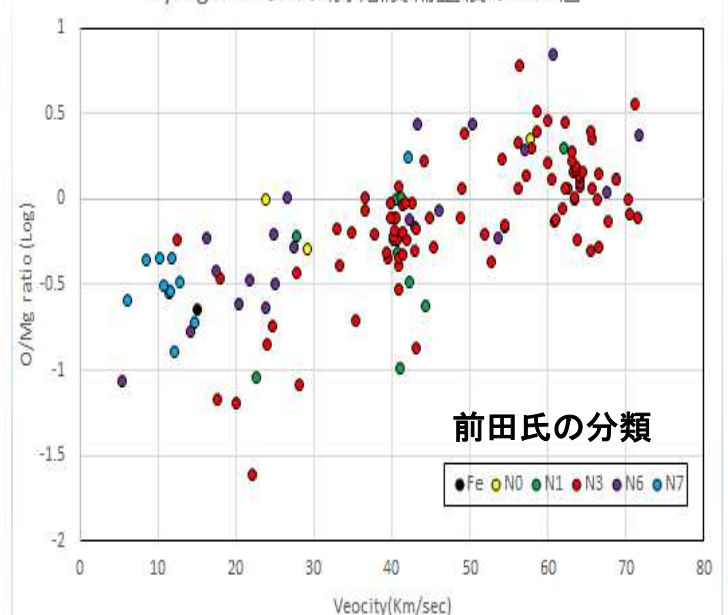


流星スペクトルの得られた流星の O/Mg ratio タイプ別

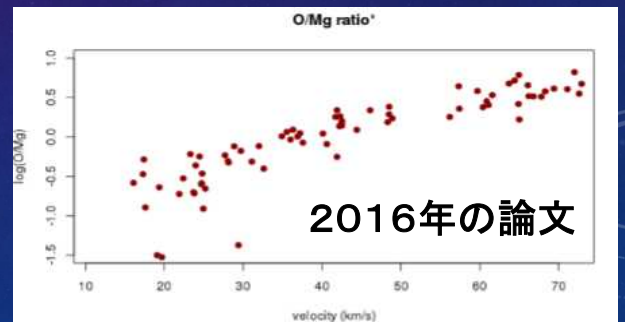
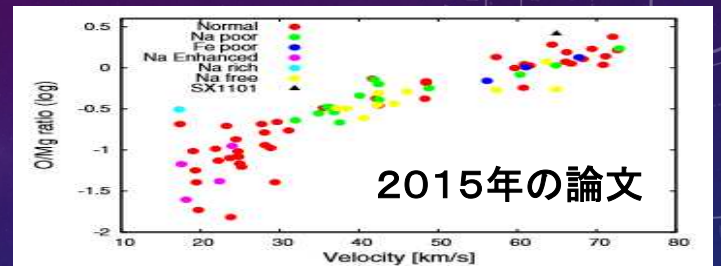
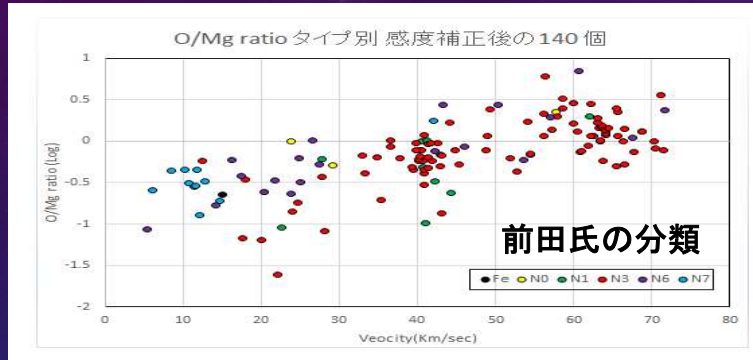
O/Mg ratio 140個



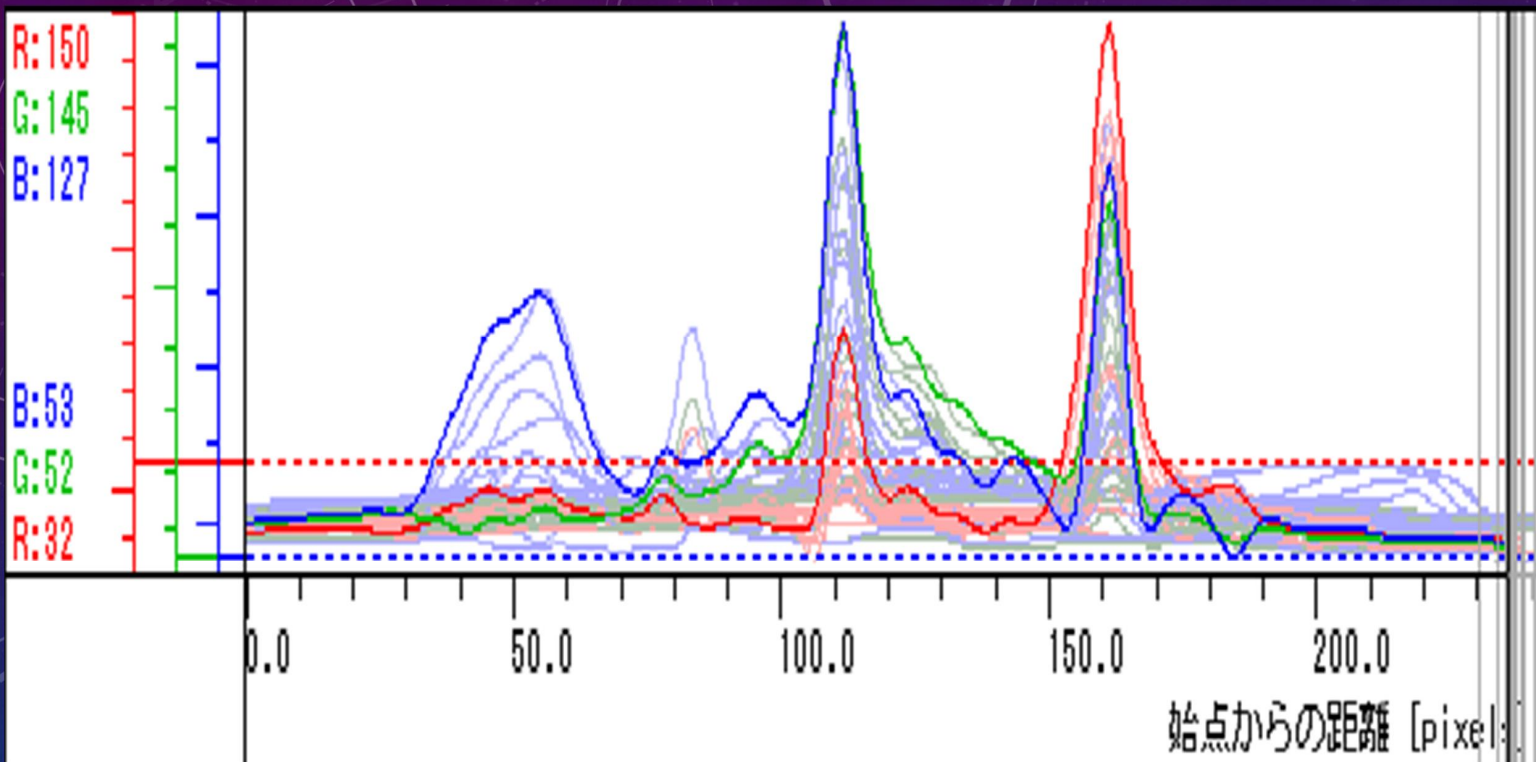
O/Mg ratioタイプ別 感度補正後の140個



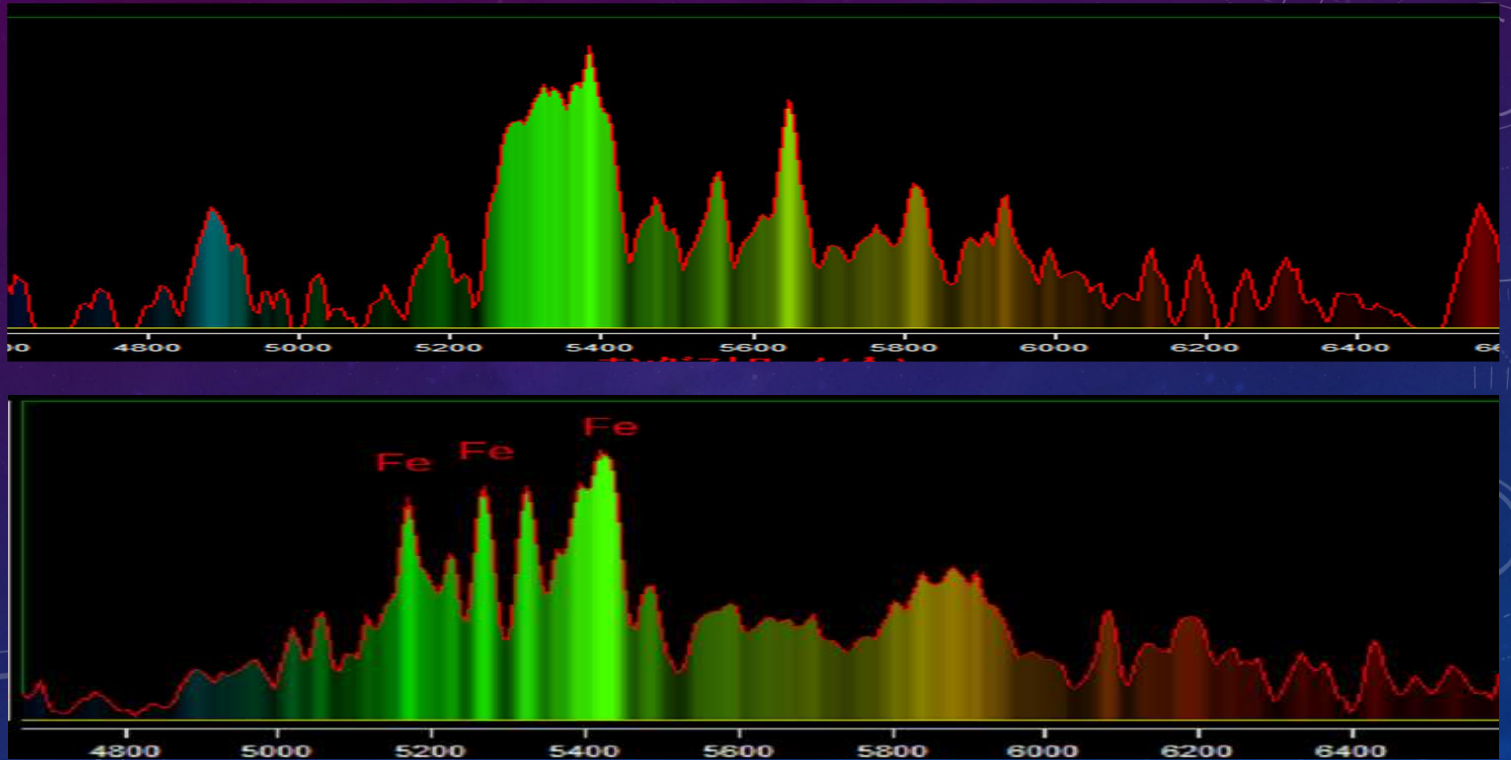
流星スペクトルの得られた流星の O/Ma ratioの比較



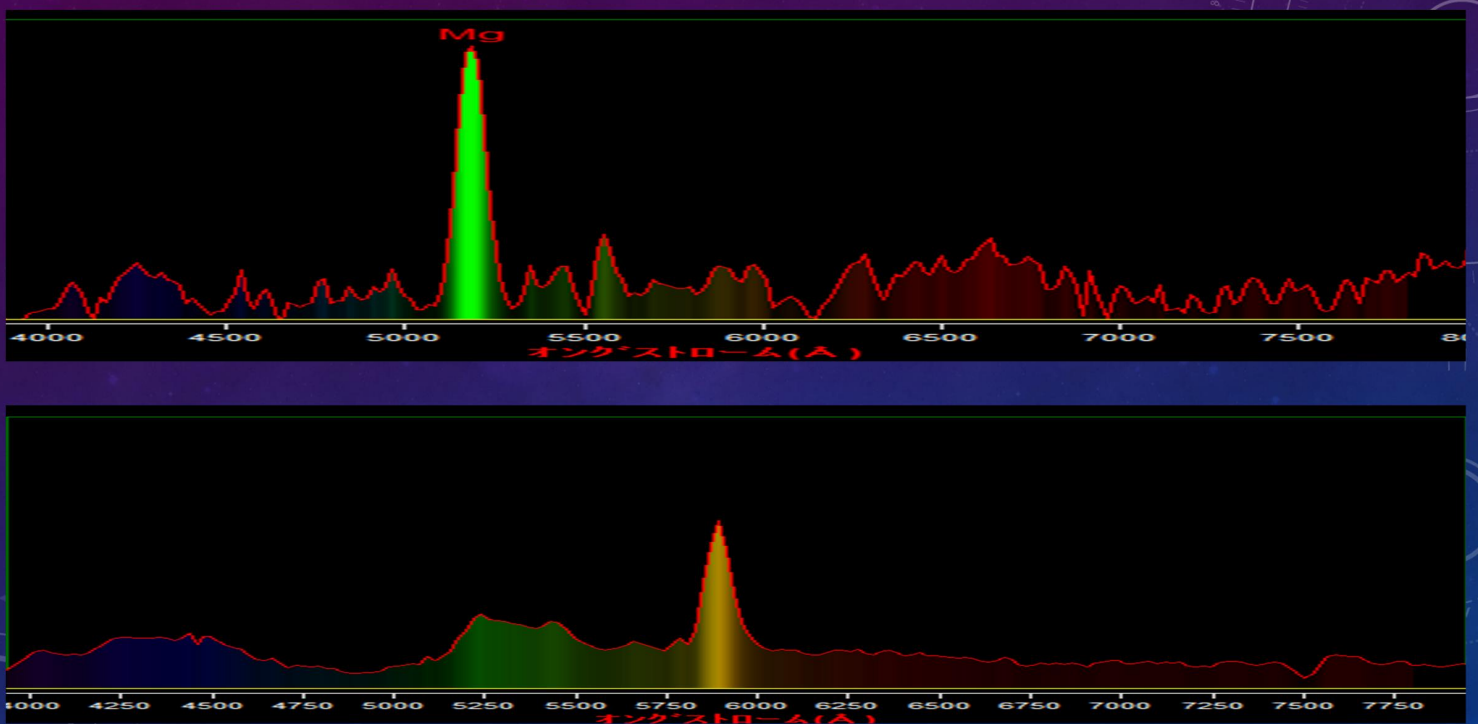
流星スペクトルの時間的変化



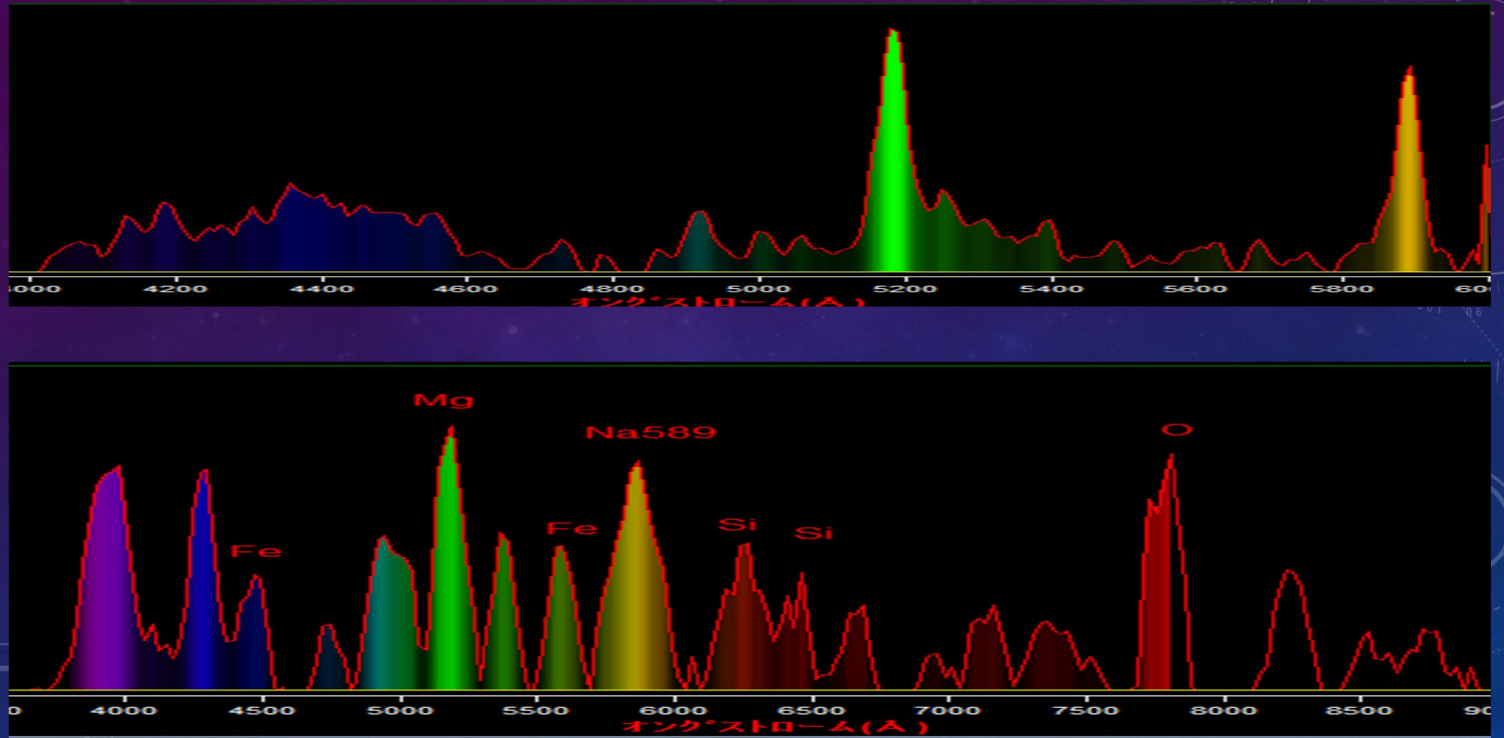
流星スペクトルのグラフ(鉄流星)



流星スペクトルのグラフ



流星スペクトルのグラフ



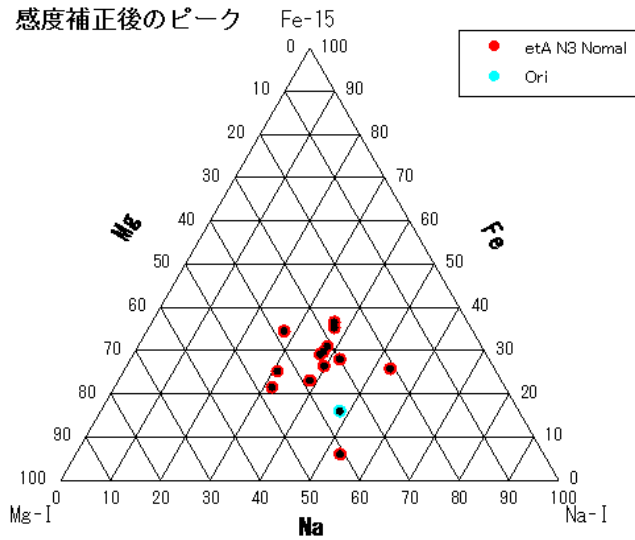
流星スペクトルの観測と解析のまとめと課題

- 8台のカメラの観測で、10か月で830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、速度が遅く暗くあまりない。
- 今回は、鉄をバンドとして判定し感度補正までの結果で、面積比も求めているが三角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。速度とO/Mg ratio等も、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。
- カメラの精度がよくないと輝線がはっきりしないので高感度にしたい。

流星スペクトルの観測と解析のおまけ

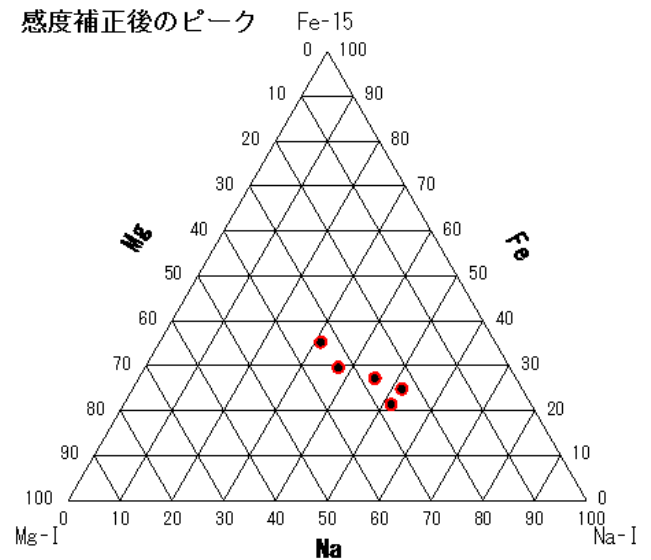
2019年5月 みずがめ群 13個 関口

感度補正後のピーク



2019年7月 やぎ群 関口

感度補正後のピーク



流星スペクトルの画像

しぶんぎ群



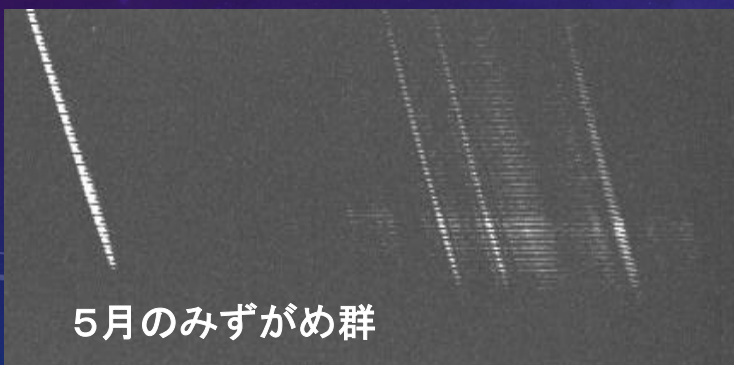
かみのけ群



散在



5月のみずがめ群

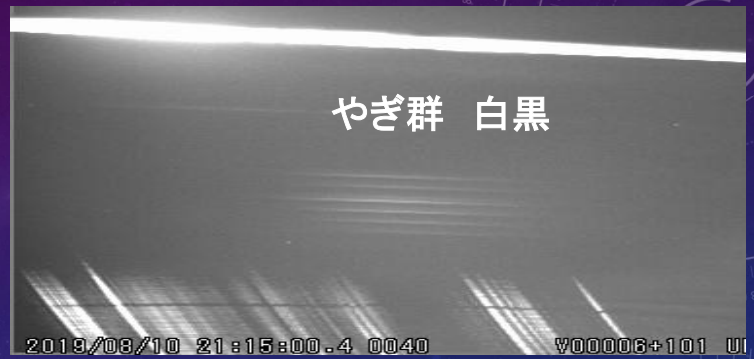


流星スペクトルのグラフ

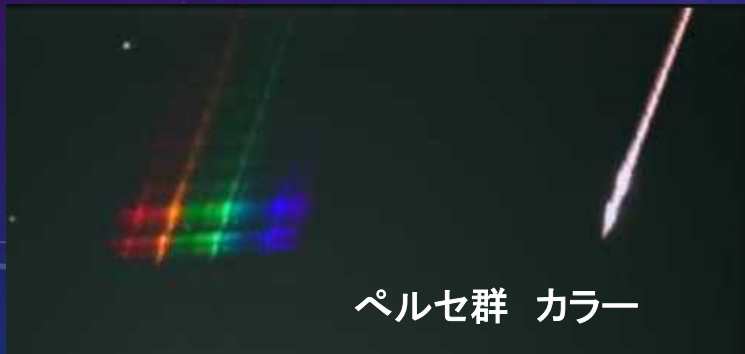
やぎ群 カラー



やぎ群 白黒



ペルセ群 カラー



ペルセ群 白黒

