

流星スペクトル組成の 解析方法の比較 — GEMを例に —

データは
速報値です
今後変わります

NMS / SonotaCo Net
前田 幸治

流星スペクトル観測の目標

- 流星群間のスペクトルの相違は？
- 流星群内のスペクトルの分布は？
- 流星形態との関連？
- 輝線ライトカーブの特異な変化？
- 散在流星の軌道との関係

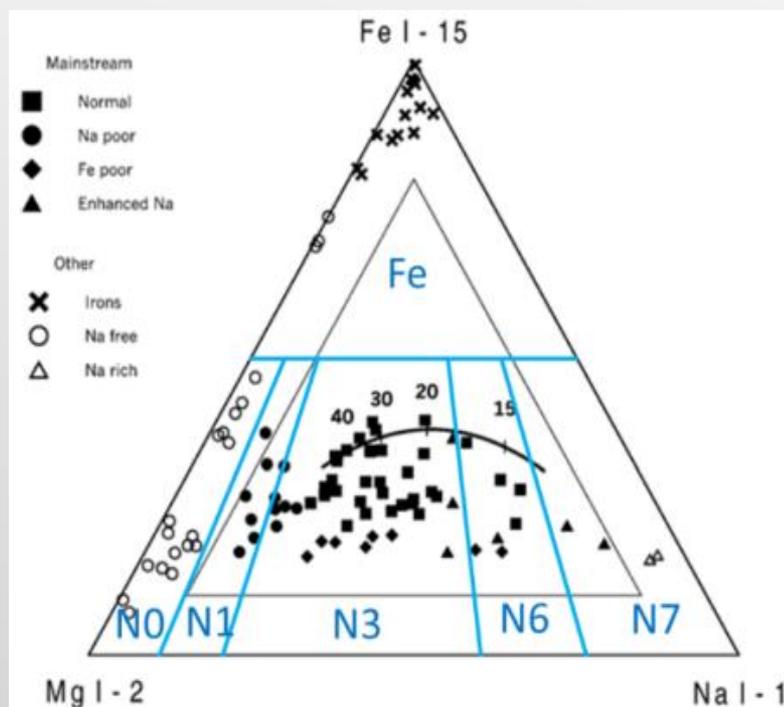
スペクトルの分類の必要 → 数が重要：たくさん集めて、比較

分類法 定性的 画像から目視でもできる → 処理が早い
 定量的 グラフ化できる → 精度向上、個人差減

スペクトルの分類法

Borovicka (*1) のMg-Na-Fe三角強度比のグラフ

私は、これまでは、N0~N7に目視で分類(*2)



ピーク位置

Mg (518.2 nm)

Na (589.2 nm)

Fe (526.9 nm band)

散在：速度により変化

*1 J. Borovička et al., Icarus **174**, 15 (2005) .

*2 2016年IMC、2017年流星会議で発表

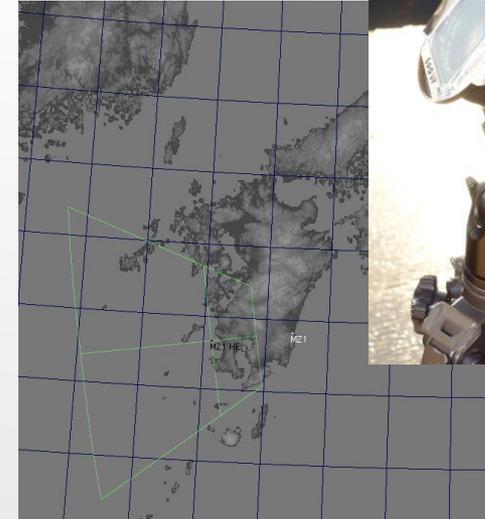
観測システム

Table of observational conditions

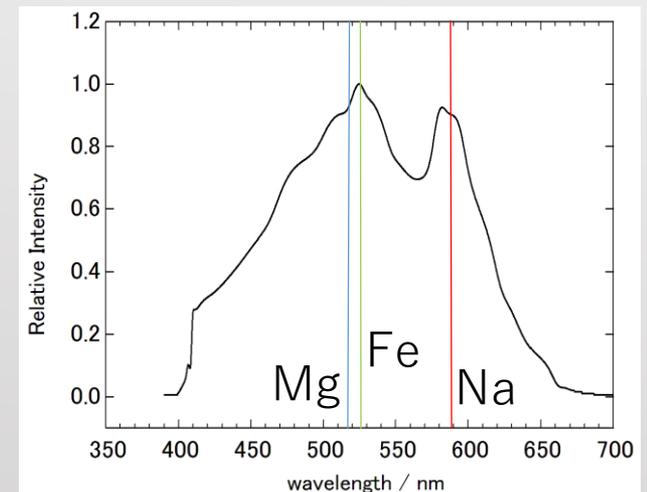
station	Miyazaki (MZ1) 131.42 E, 31.83 N, 13 m
Camera	SONY alpha 7s (normal)
Video mode	4K (3840 x 2160), 30p
Lens	Canon FD24mmF1.4L (Sigma 35mmF1.4)
Grating	600 grooves / mm, UV (VIS), Edmund opt.
Software	UFOCaptureHD2 V4.10 UFOAnalyzer V2.42
wavelength	400 - 660 nm
observation type	Single station

スペクトル解析BASS : Basic Astronomical Spectroscopy Software,

<https://uk.groups.yahoo.com/neo/groups/astrobodger/info>



感度比 1 : 1.07 : 0.99



観測システム感度分布

解析法

目標

たくさんのスペクトルを効率よく分類したい
Mg, Na, Feのピーク強度比だけが求まればよい

使用データ

静止画（動画の比較明合成画像）

UFOCaptureHDによる *P.bmp ファイル

カメラのゲインは固定（ISO32000）

飽和していない画像を選択

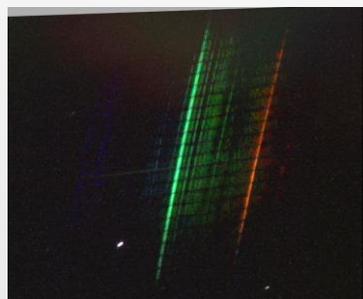
（飽和した画像は、非飽和の発光点側を使用）

−1.7 から −1等の12流星

解析手順①

1. BASSでスペクトルの傾き、スラント補正
2. 流星の写っていない部分からのskyの減算
3. 経路方向に積算 → グラフ化
4. 波長校正 (Mg, Na, Fe基準)
5. *.csv 出力 (波長vs.強度), 0.2 nm step
6. エクセルで、ベースラインの傾き補正後、ベースの削除
7. 波長範囲を固定して積算 (面積強度)

解析した12流星画像



E0307 飽和



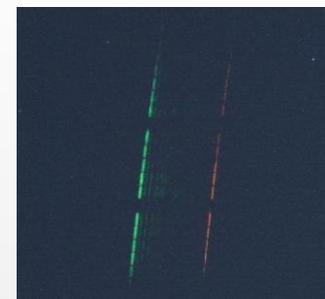
E0844



E0847



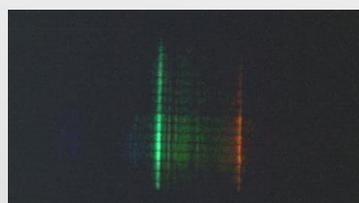
E0872



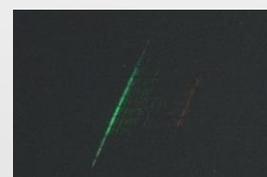
E0909



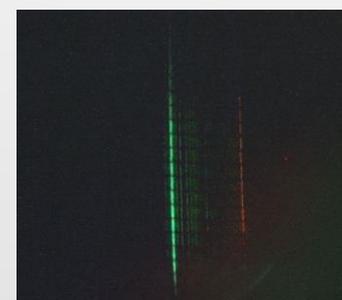
E0927



E1402



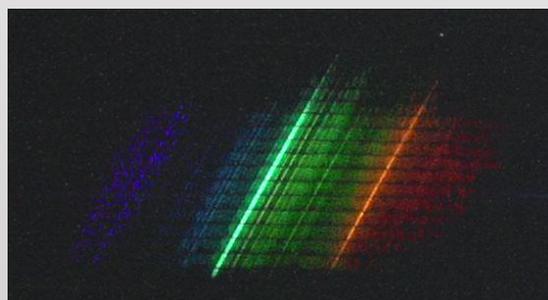
E1409



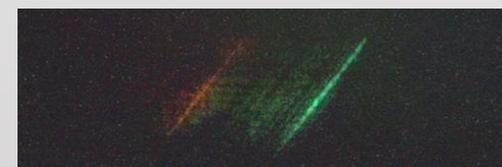
E1454



E1480



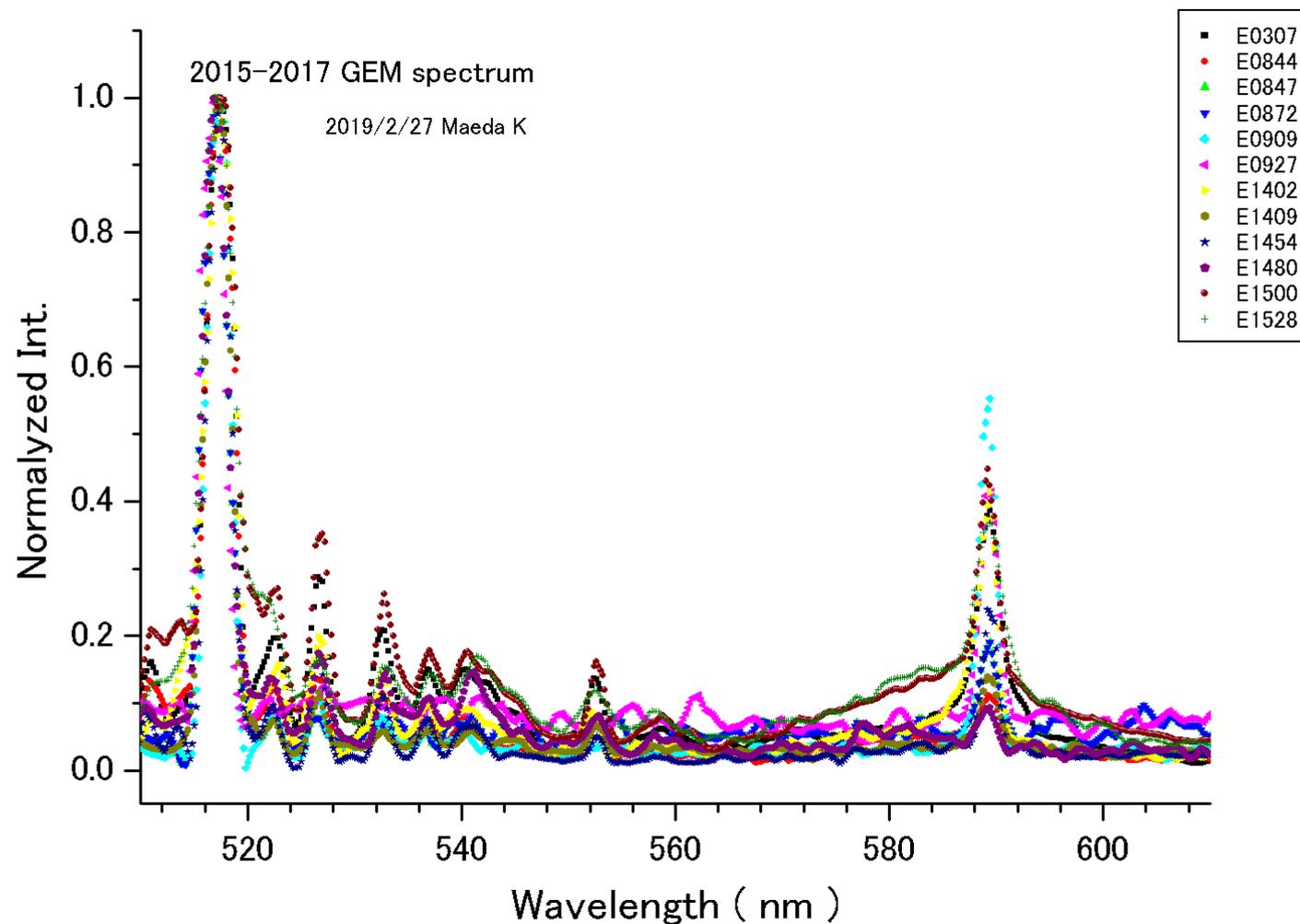
E1500 飽和



E1528

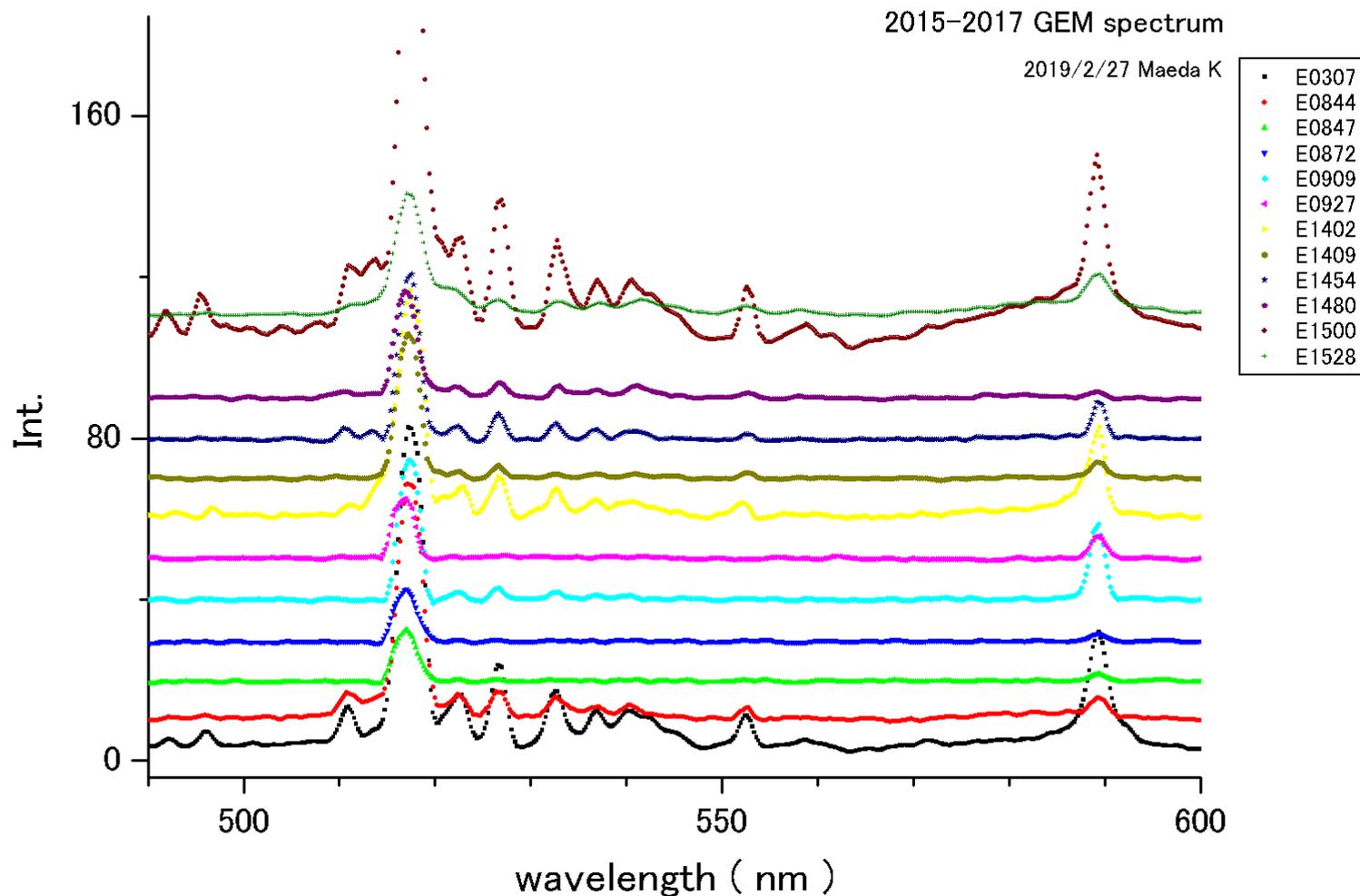
解析した12流星スペクトルチャート1

強度規格化



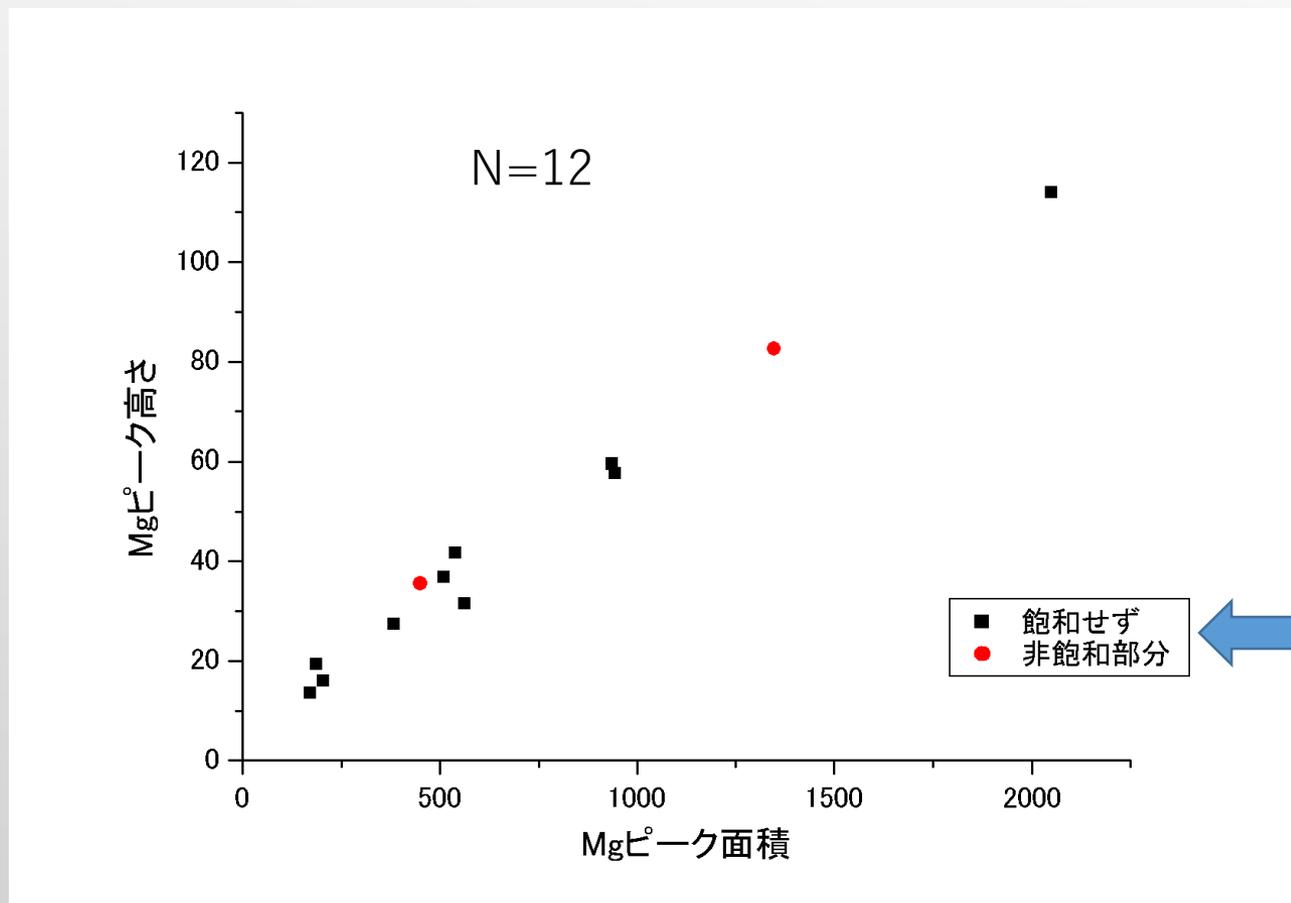
解析した12流星スペクトルチャート 2

強度シフト



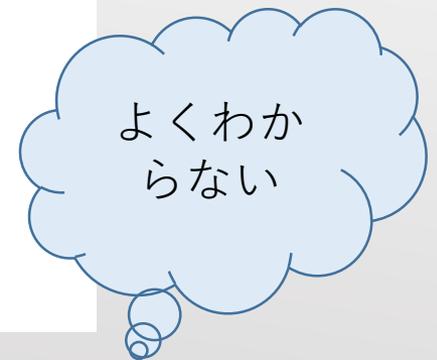
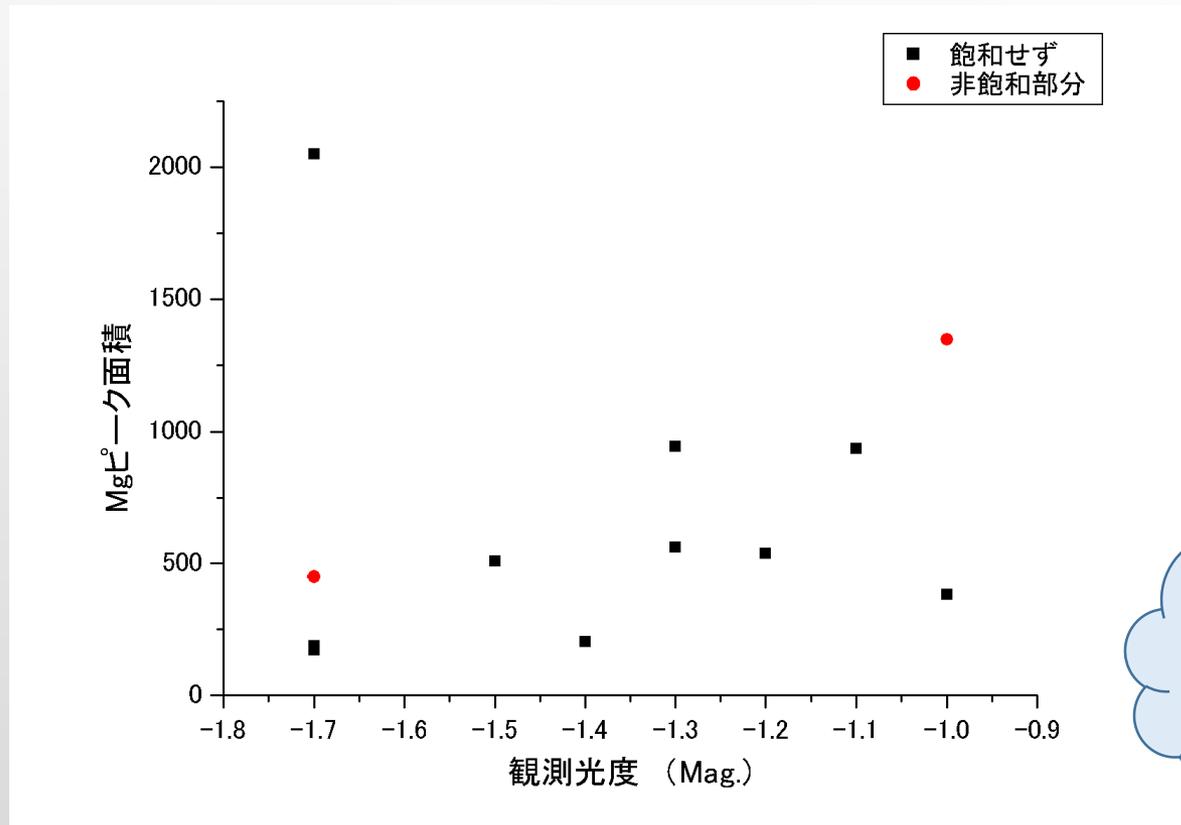
結果

Mgのピーク高さとピーク面積の関係 → 比例



今回のすべてのグラフでは、
1点データが入れ替わっていて
正しく表示されていないので、
とりあえず、無視

観測光度との関連



ピーク面積と流星の光度は相関少ない

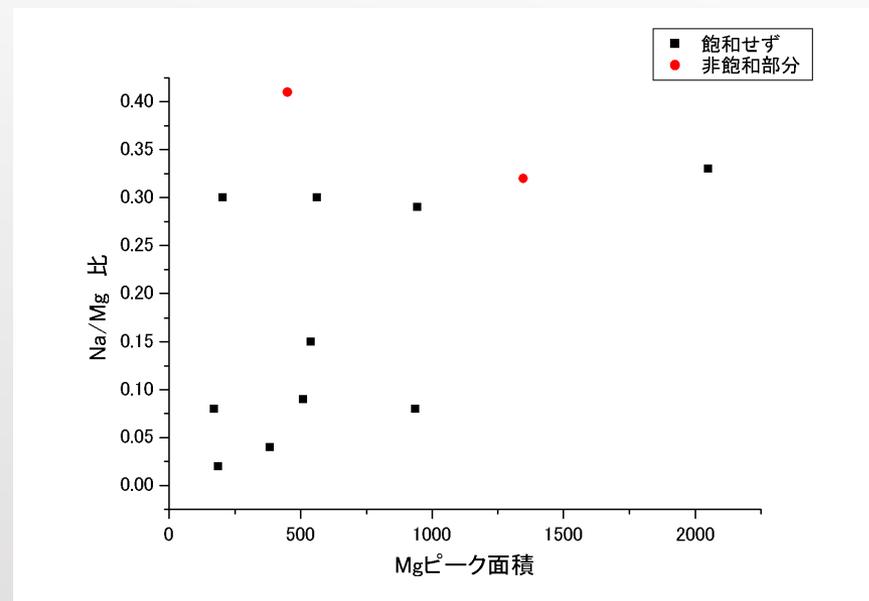
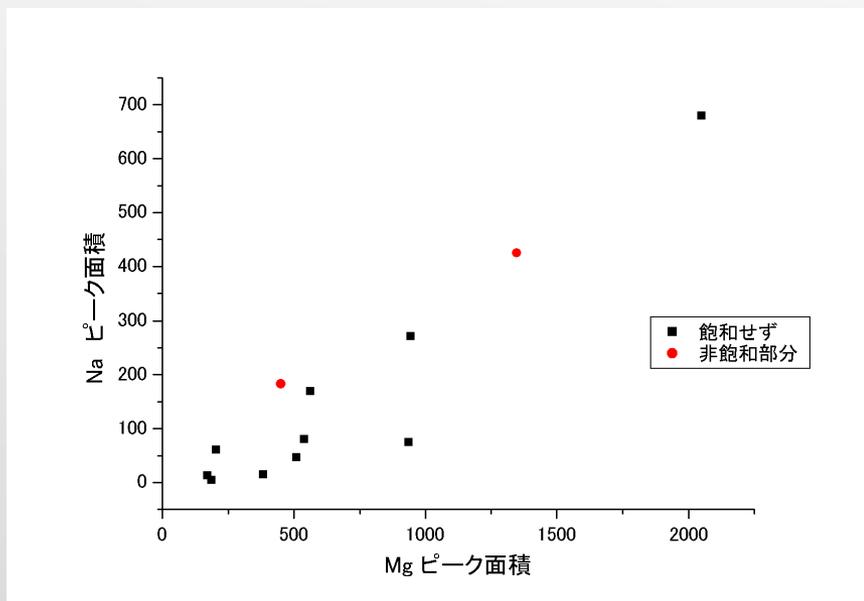


空の明るさが明るいといとノイズも大きくなって、輝線ピークがうずもれるからか?? (比較明画像の効果)

光度範囲が狭いからか?
観測光度自体も要検討

MgとNaのピーク面積比較

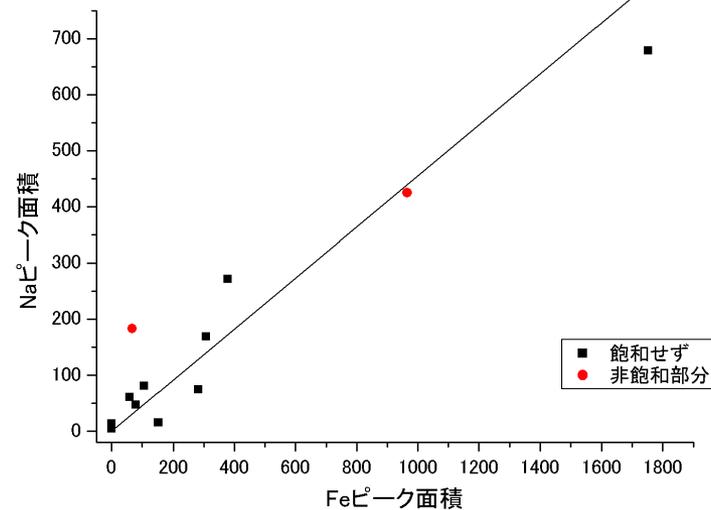
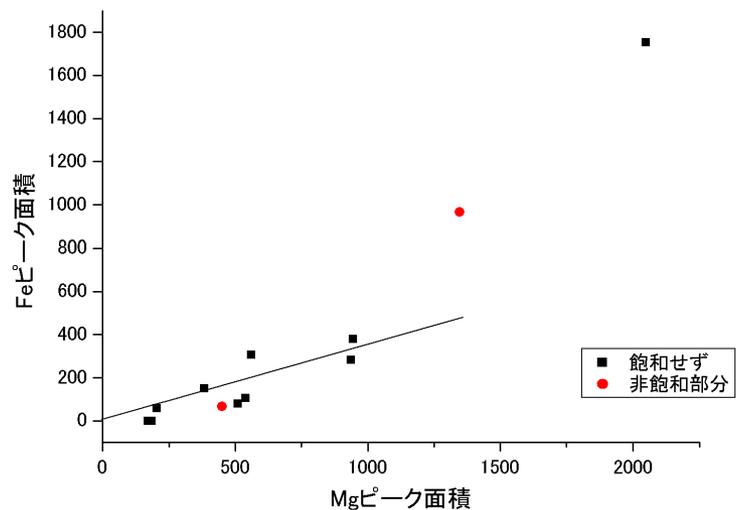
まずは、単純なピークのNaとの比較



暗い流星 (Mg面積が小さい) とNa
と相関が悪くなっている
→ ノイズのせい

Na/ Mgは、0.3ぐらいで一定か？
暗い流星は、Naが少ない か
ノイズのためにNaが少なく見える

各ピーク強度の関係



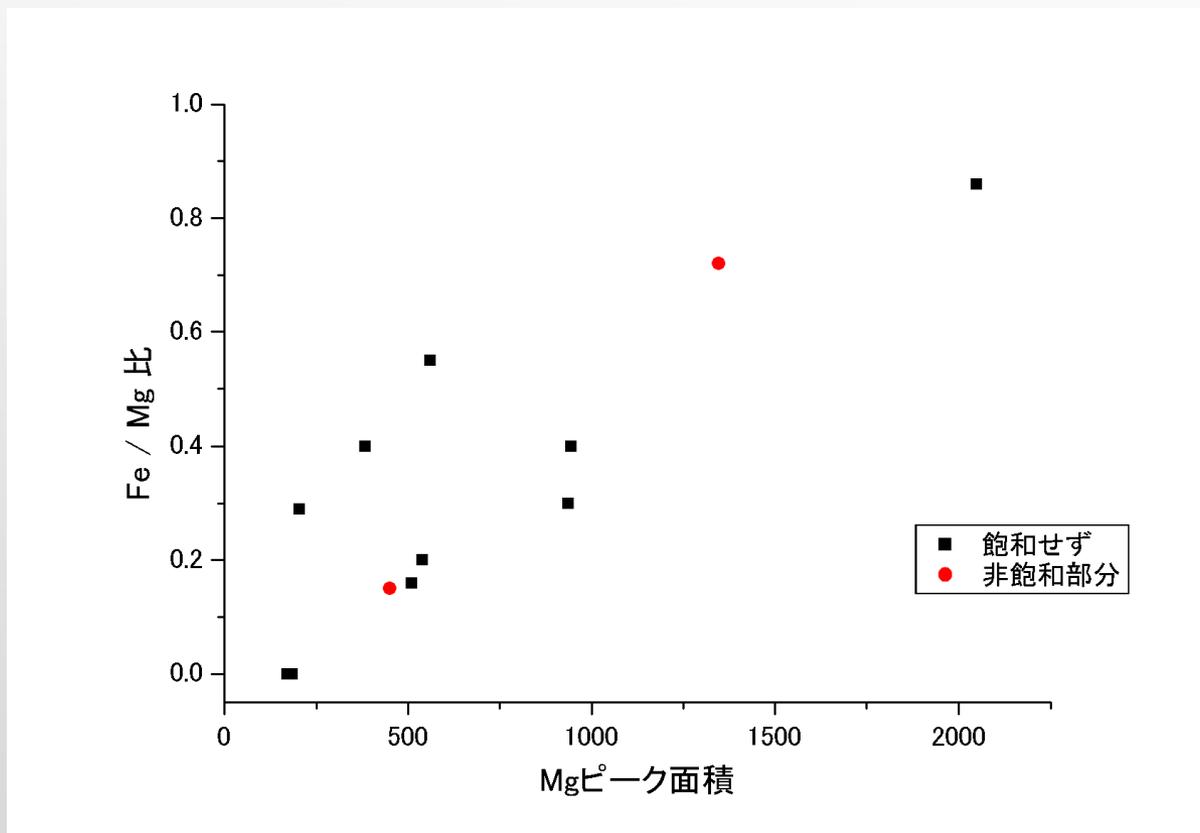
Mg強度が小さい（暗い流星）では、比例
しかし、明るくなるとFeの割合が増加



本質かもしれないが、
Mgが実は飽和している可能性が無くはない

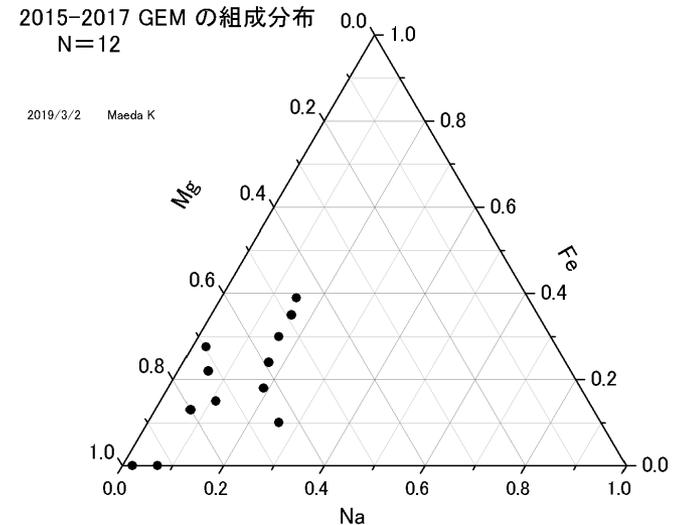
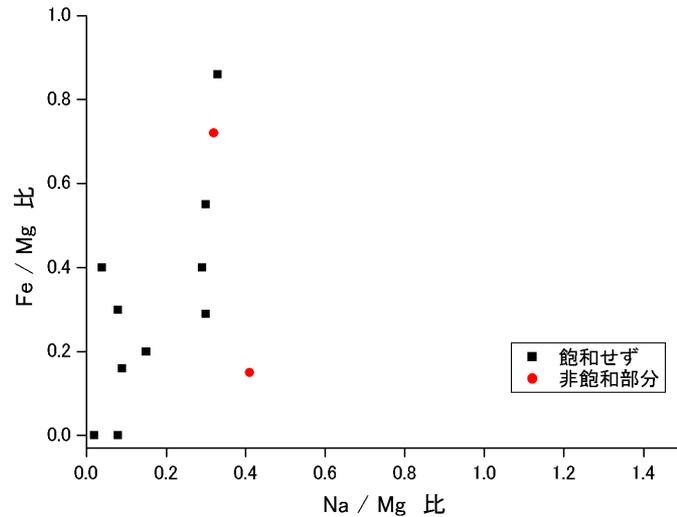
FeとNaは、ほぼ比例
しかし、暗いとやや荒れる

MgとFeのピーク面積比



Mgの面積が大きいほどFeの割合が増加するように見える
Mgの面積が小さいとFeは0に

3成分比で比較



この2つのグラフは、同じことを表している (分母が違うだけ)

どちらも割と広く分布しているように見える

Na/Mg=0.3 右図では、 $\text{Na}/(\text{Mg}+\text{Na}+\text{Fe})=0.17$ は、多分偶然??

解析手順①

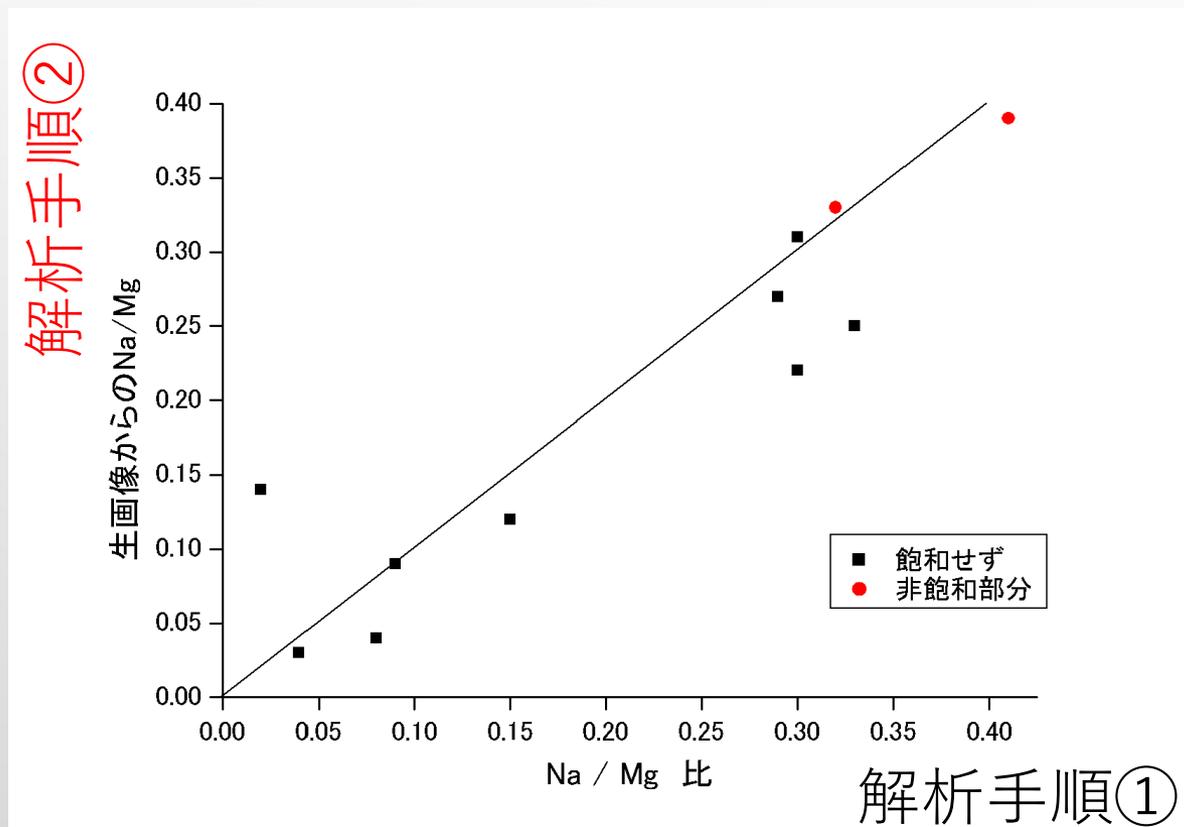
解析手順②(簡略化)

1. BASSでスペクトルの傾き、スラント補正
2. 流星の写っていない部分からのskyの減算
3. 経路方向に積算 → グラフ化
- ~~4. 波長校正 (Mg, Na, Fe基準)~~
5. *.csv 出力 (波長vs.強度), 0.2 nm step
- ~~6. エクセルで、ベースラインの傾き補正後、ベースの削除~~
6. ImageJで、ピクセル範囲とベースラインを指定して面積計算
- ~~7. 波長範囲を固定して積算 (面積強度)~~

ピークの同定は慣れてくると波長目盛りがなくともわかるので、直接面積計算する

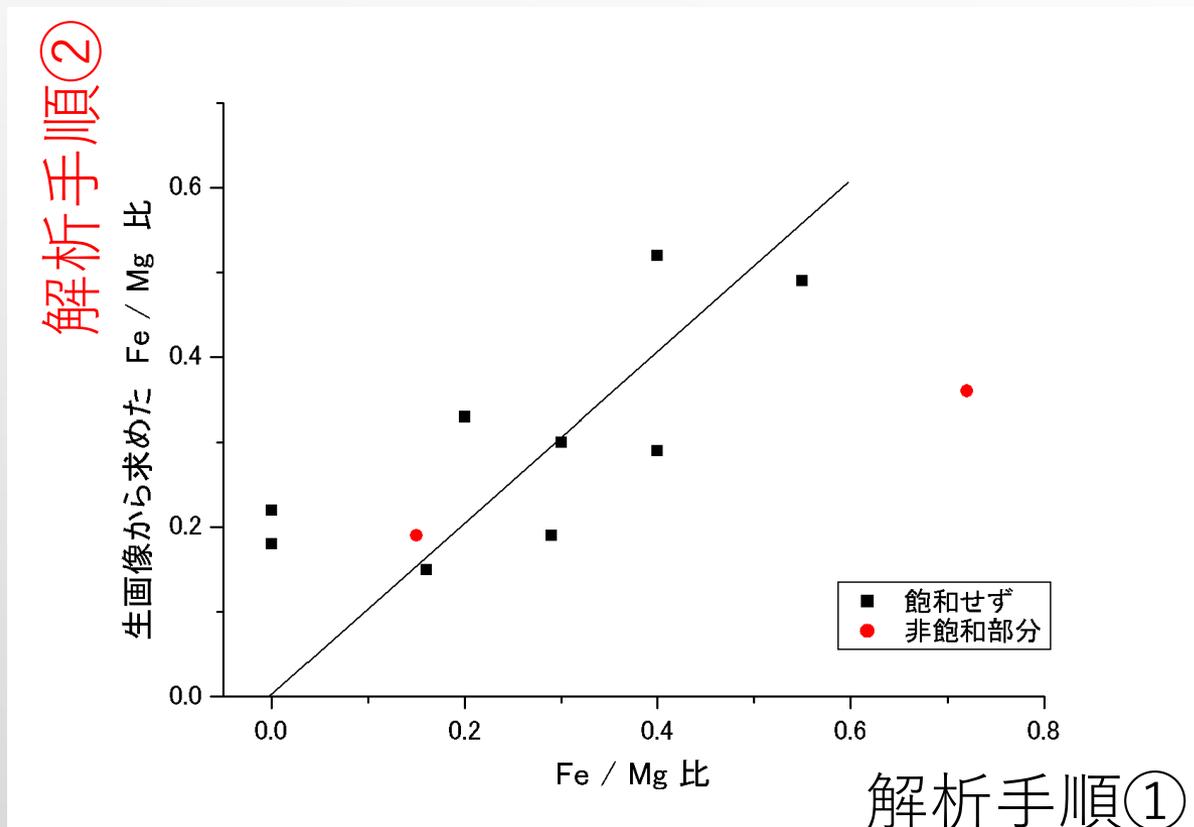
2工程減ると、だいぶ時間短縮できる

Na/Mg 比の解析手順による差



解析手順①と②は、相関が強く、②でもほぼ問題ないと思われる

Fe/Mg 比の解析手順による差



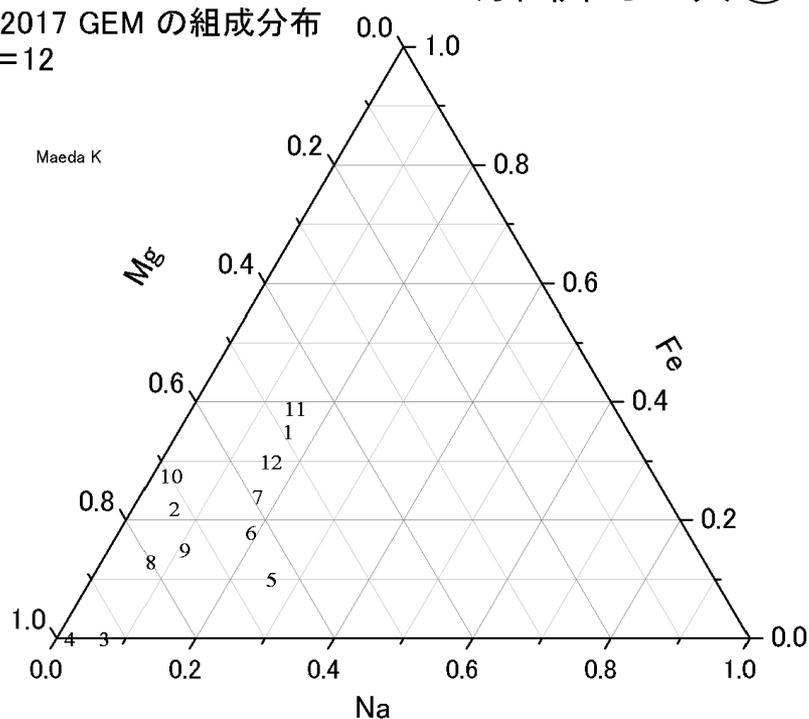
ばらつきはNaより大きくなったが、解析手順①と②は、
相関が強く、②でもほぼ問題ないと思われる

三角組成図の解析手順による違い

解析手順①

15-2017 GEM の組成分布
N=12

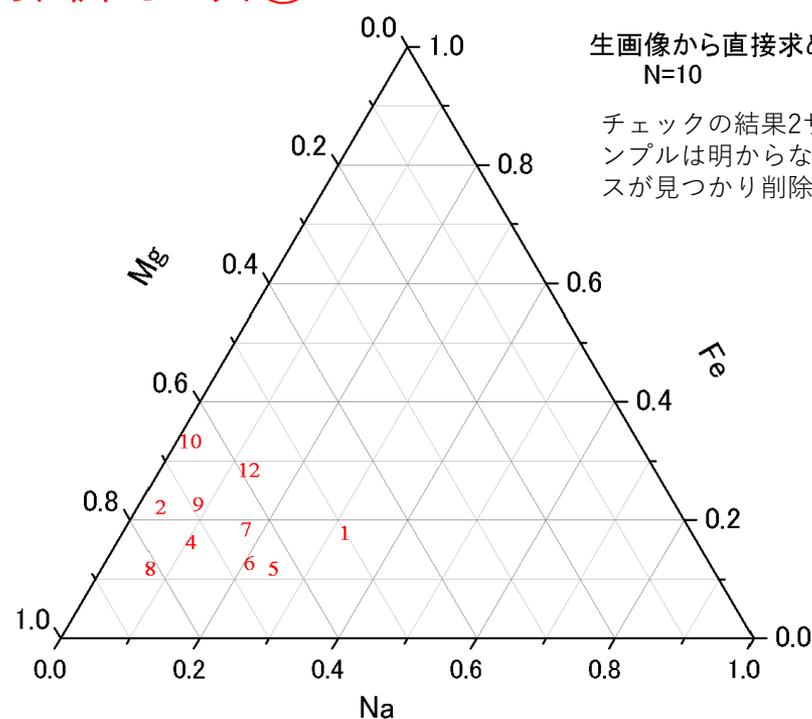
19/3/2 Maeda K



解析手順②

生画像から直接求めた組成
N=10

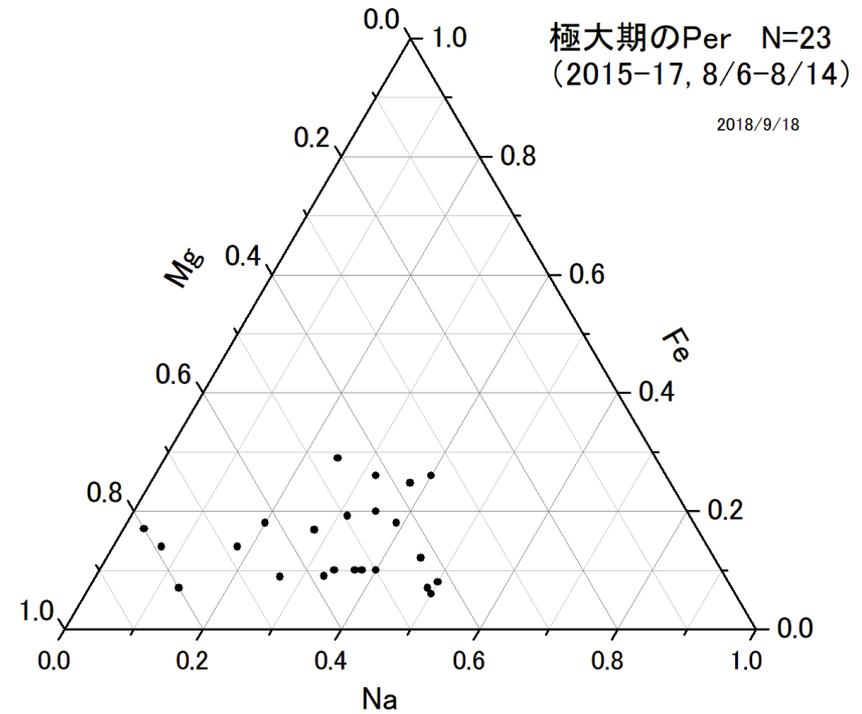
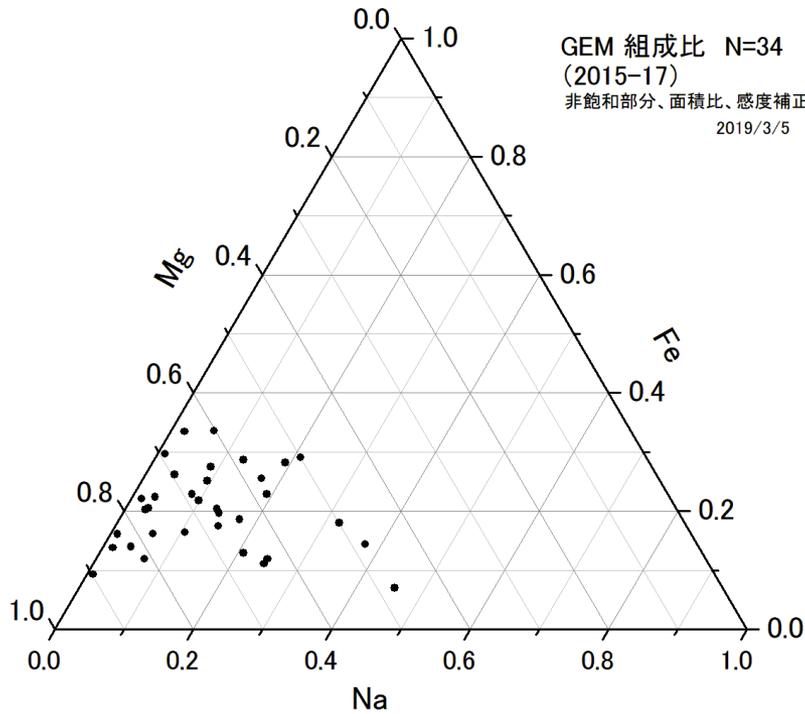
チェックの結果2サンプルは明らかなミスが見つかり削除



個々の点を見るとかなり動いているものが数個あるが、全体の分布を見ると大きな違いは無いように見える

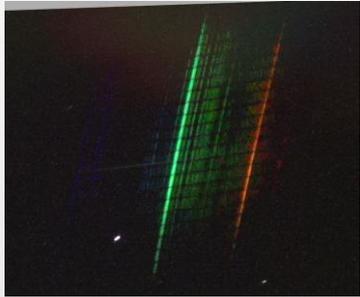
PERとGEMの組成比の比較

解析手順②による三角組成比

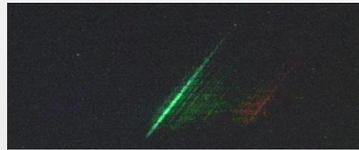


明らかな差があり、GEMはMgが少ない、Feはやや多いか

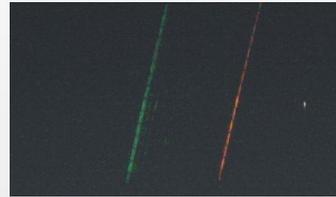
終わり



E0307 飽和



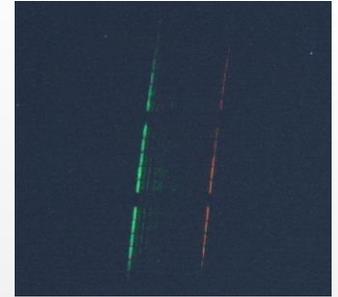
E0844



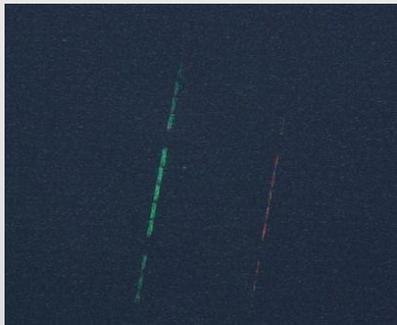
E0847



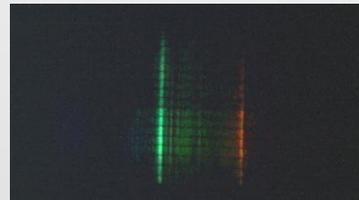
E0872



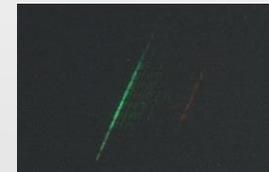
E0909



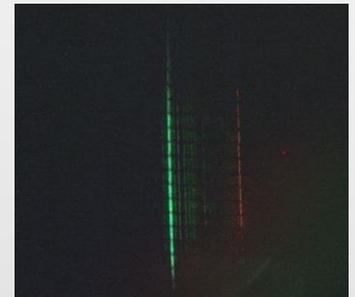
E0927



E1402



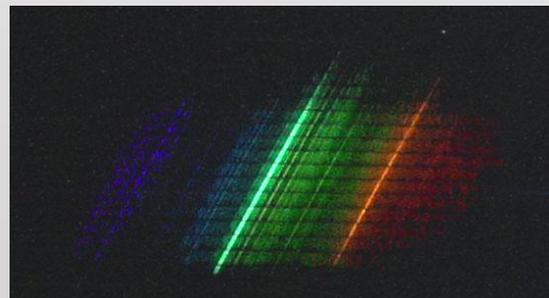
E1409



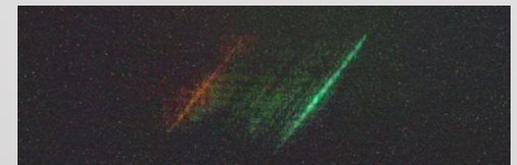
E1454



E1480

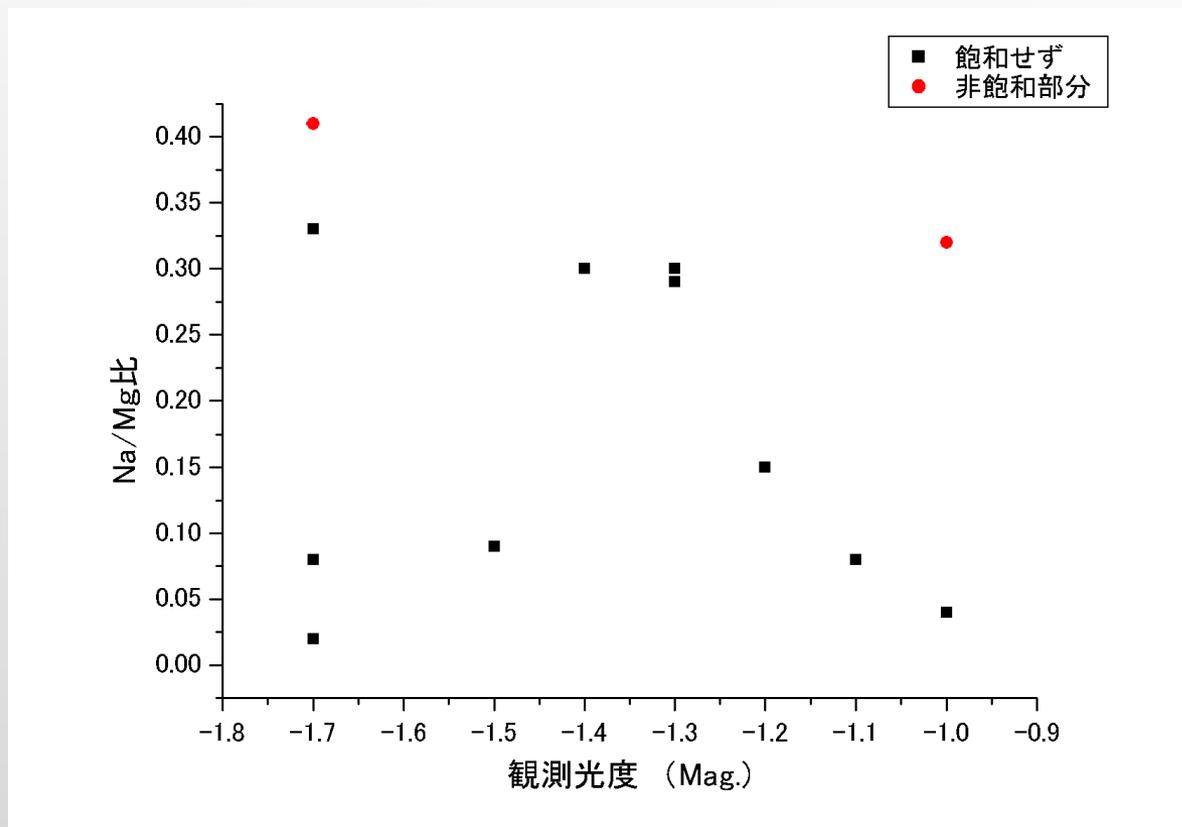


E1500 飽和

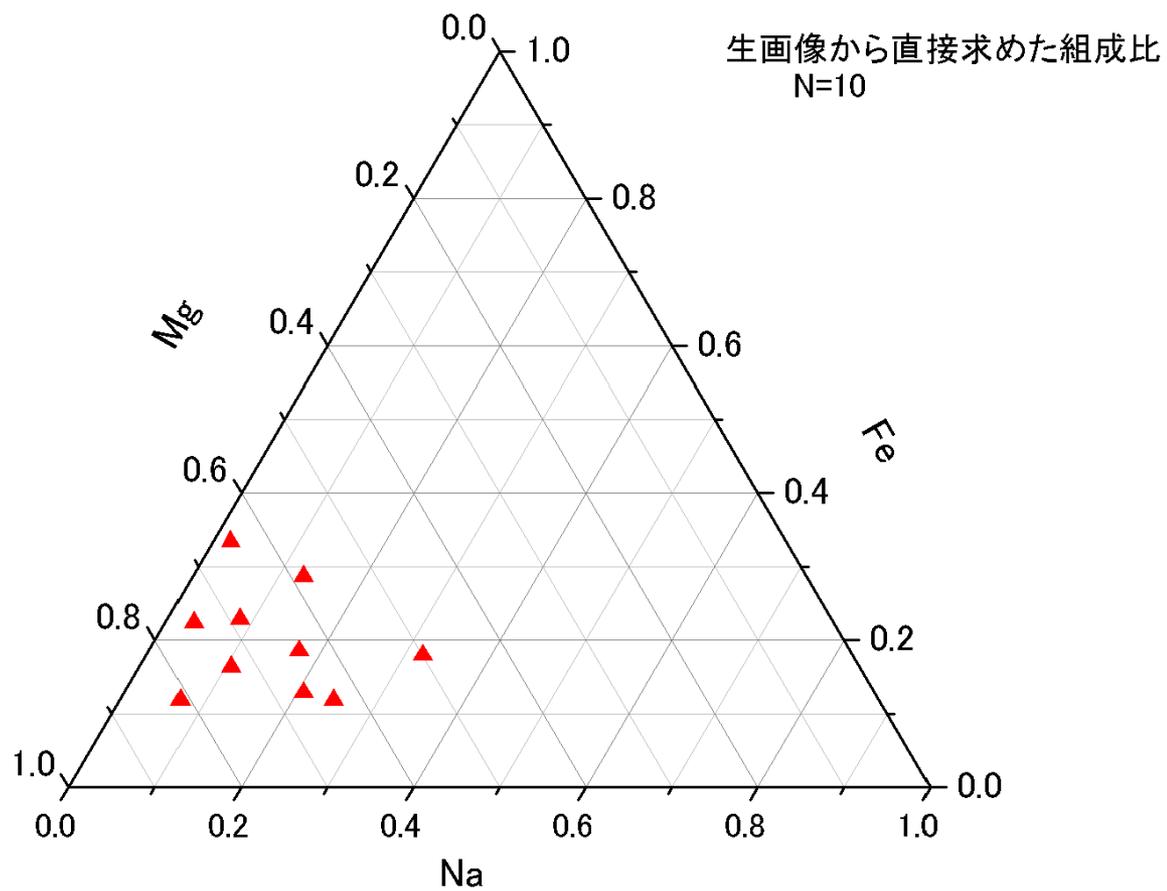


E1528

観測光度とNa/Mg比の関連



明るい流星はバラバラだが、暗いとNaは少ない



2015-2017 GEM の組成分布
N=12

2019/3/2 Maeda K

