

鉄流星のライトカーブ について

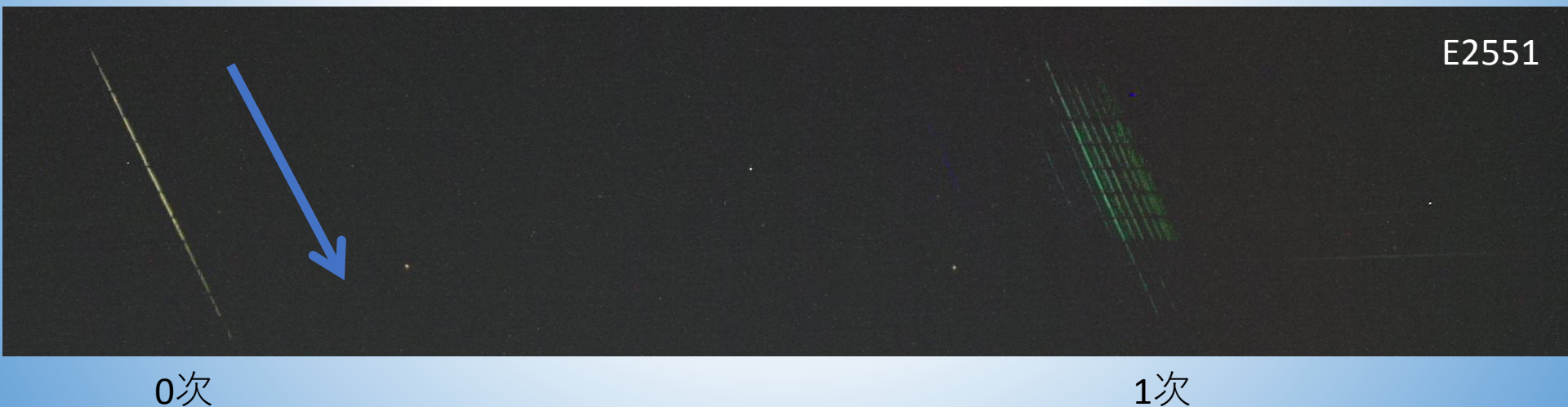
NMS, Sonota Co Net

前田 幸治

鉄流星とは

- 2005年にBrovičkaら^{*1}による流星スペクトルの分類によって発見された。
- ほとんどのスペクトル輝線が鉄に由来

特徴^{*1} 速度20km/sが多く、遅い
小惑星由来の軌道が多い
発光光度が低く、短経路
光度の急激な上昇
暗い流星のかなりの割合が鉄流星 (3-6等の 6%)^{*2}



^{*1} Borovička, J. *et al.* 2005, *Icarus*, 174, 15.

^{*2} Campbell-Brown, M. 2015, *Planet. Space Sci.*, 118, 8.

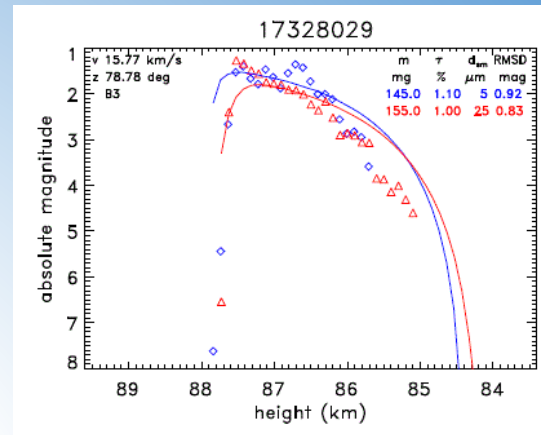
目的

背景

- 2019年にČadekら*が鉄流星の光度変化を説明するモデルを提案
- スペクトルが撮れない暗い流星から鉄流星を推定

目的

実際の鉄流星のライトカーブの形状の分布を調べる



チャペックらのライトカーブの一例

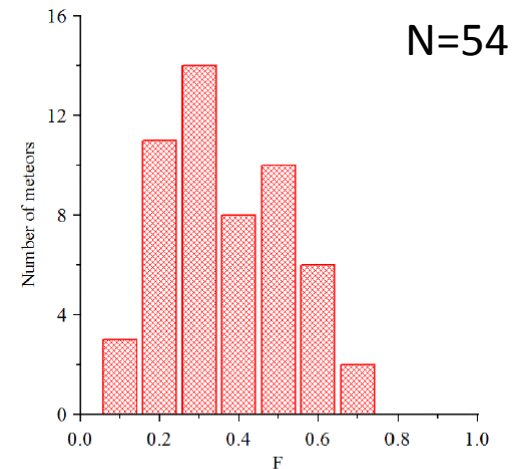


Fig. 4. Distribution of the F parameter for Fe candidates and meteors with iron spectra.

チャペックらの予想した鉄流星（45個）と観測した鉄流星（9個）のF値の分布

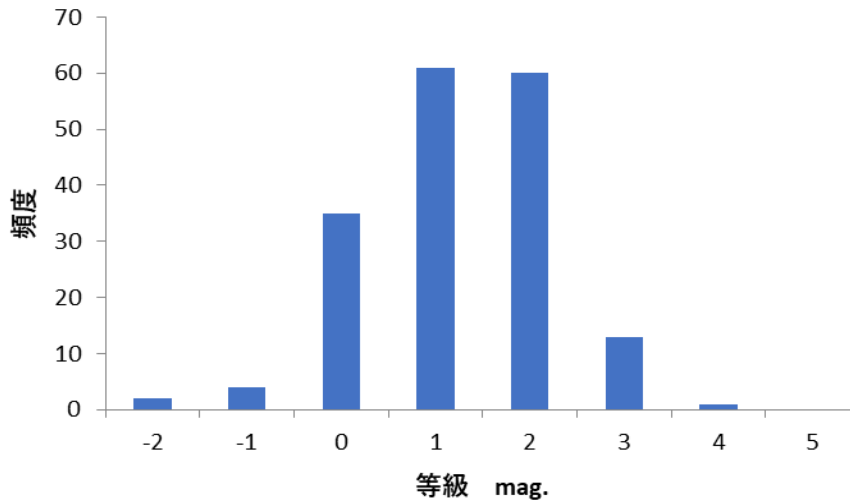
観測条件

- 撮影機材：SONY α7s, 4K, 30p, 600本グレーディング
UFOCaptureHDV2
宮崎市、仰角30－45度
光度測定：UFOAnalyzerV2.4
- 2018-2021年撮影の35と50mmレンズ
スペクトルが鉄タイプ（216個）
0次が写っていて、全経路が視野の中（176個）

対照としてスペクトルが、ノーマルタイプの
散在流星も使用（39個）

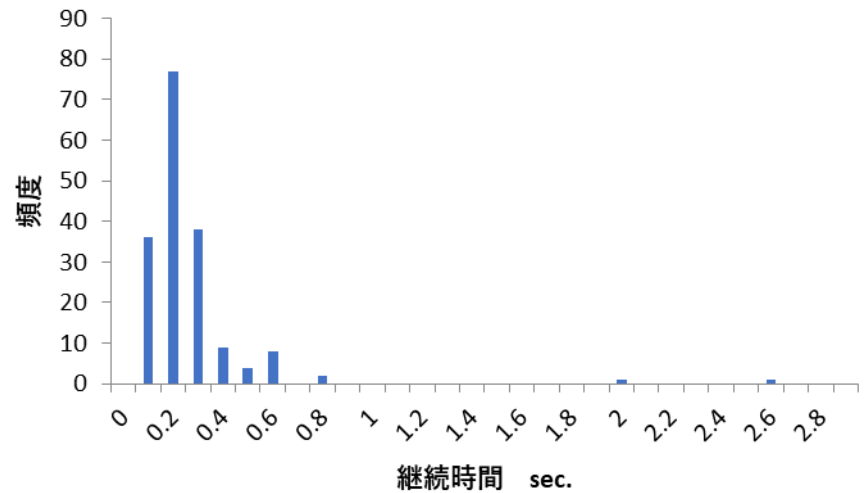
鉄流星の光度、継続時間分布

光度分布 N=176



平均0.79等

継続時間分布 N=176



平均0.23秒 (7フレーム)

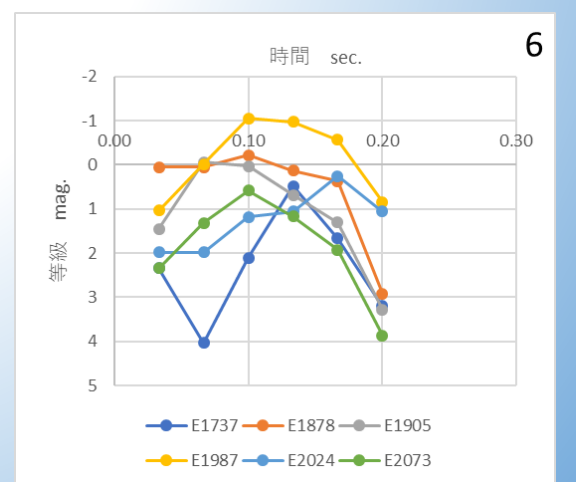
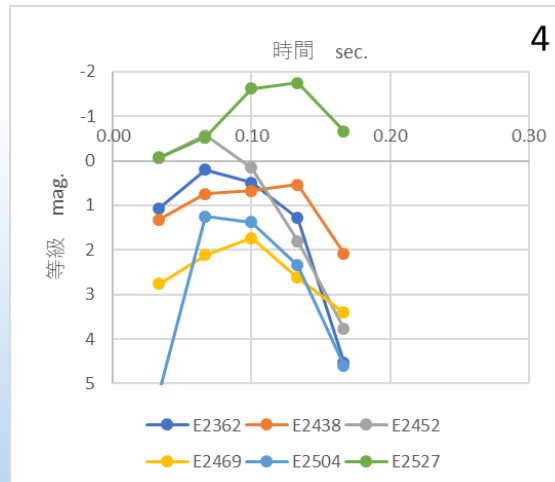
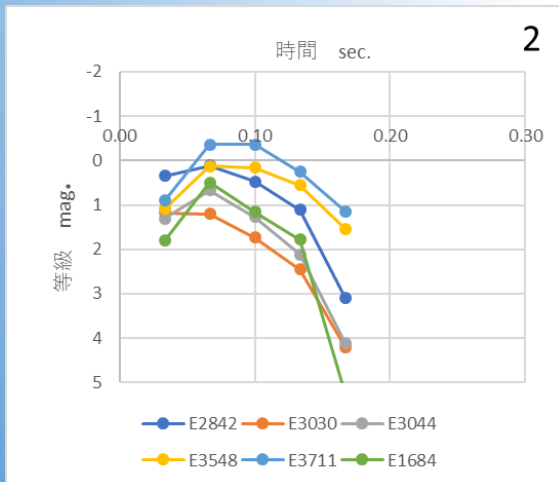
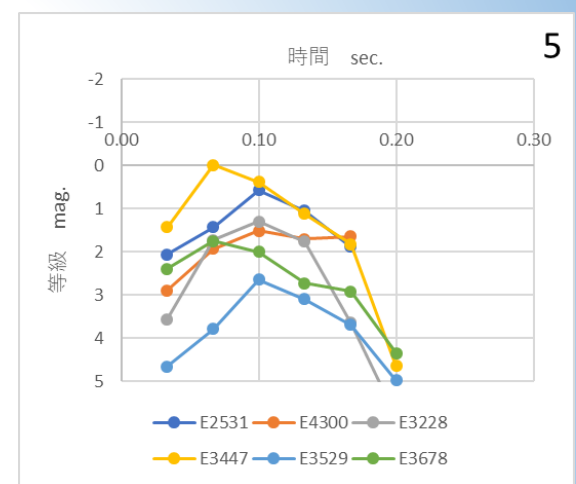
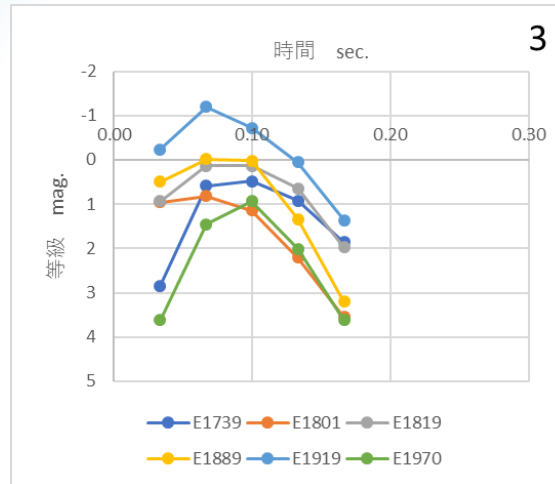
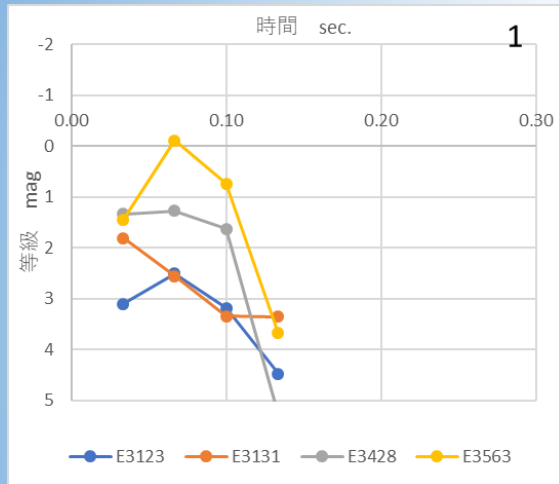
鉄流星ライトカーブ

1/5

0.2秒以下

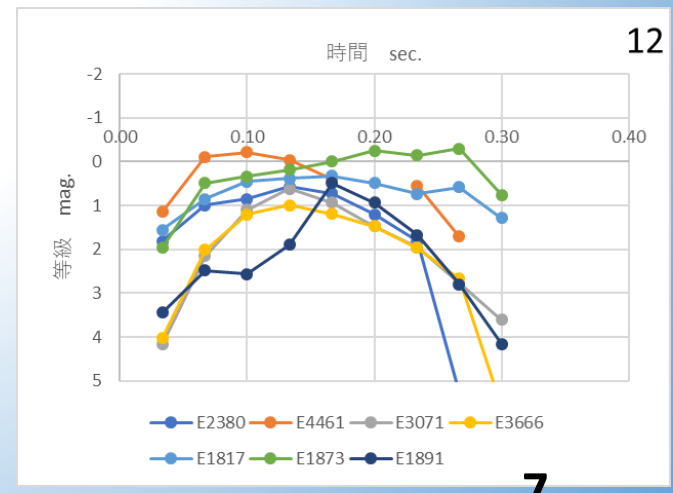
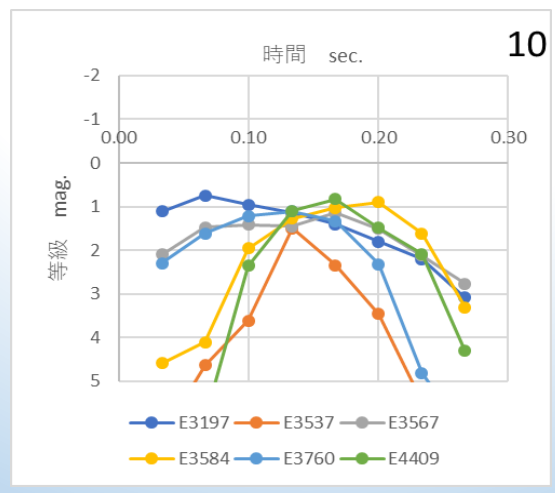
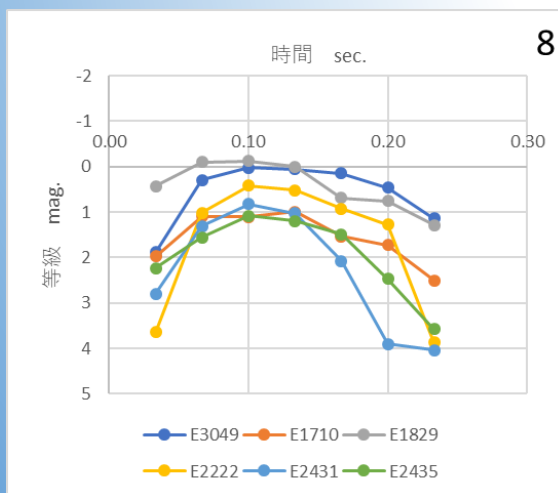
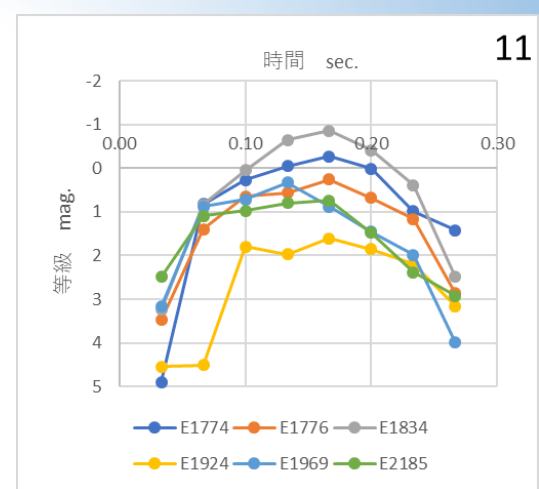
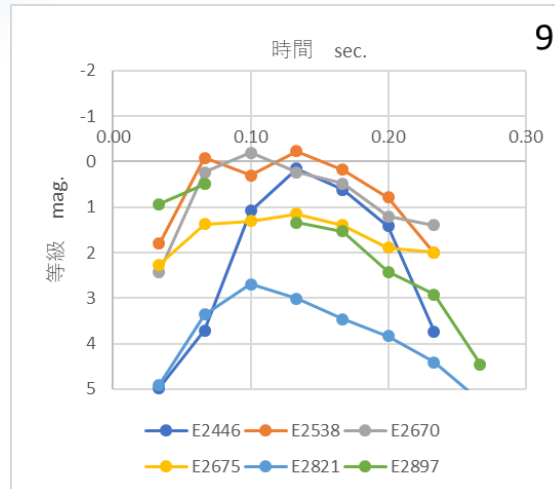
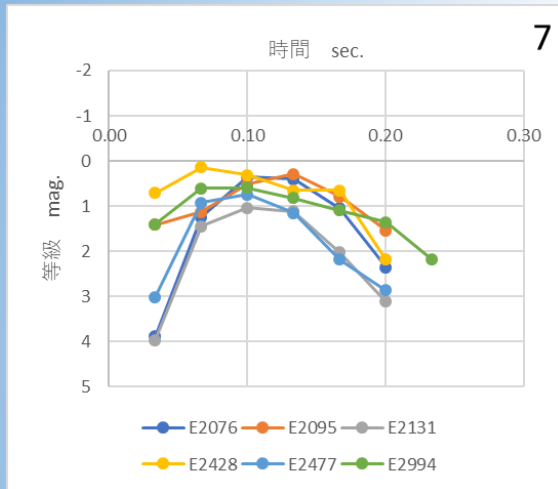
前半にピークがある

N=112



鉄流星LC 2/5 0.2-0.3秒

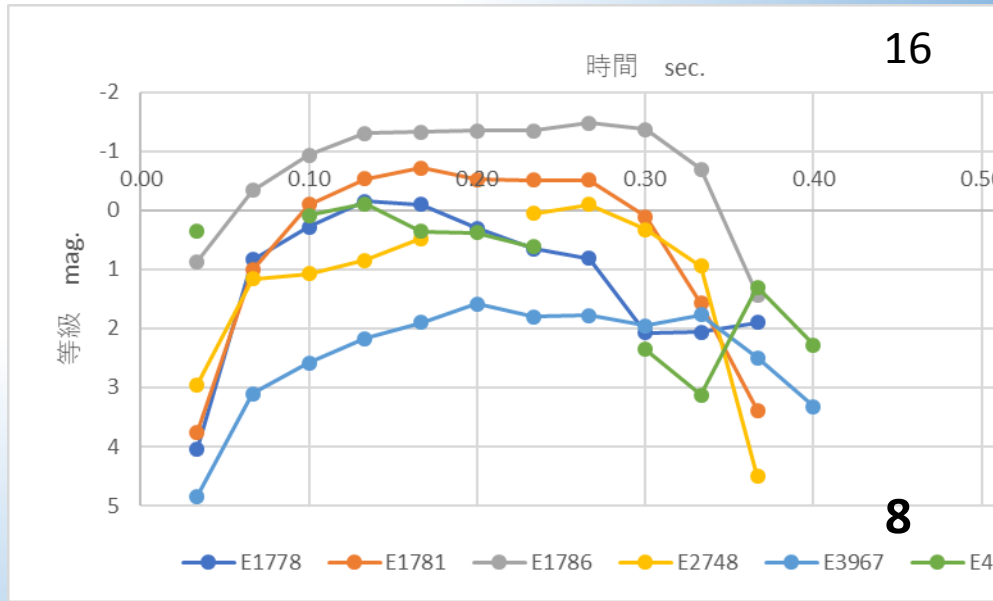
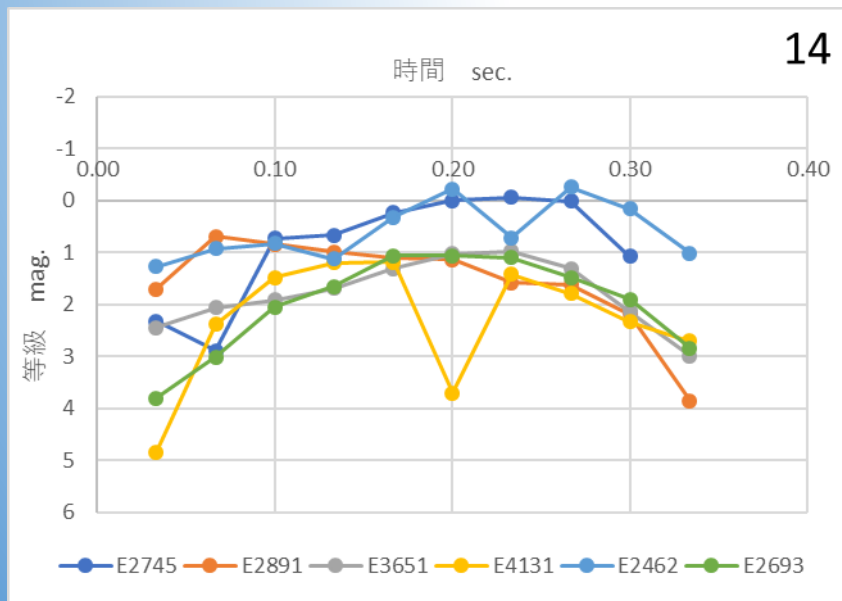
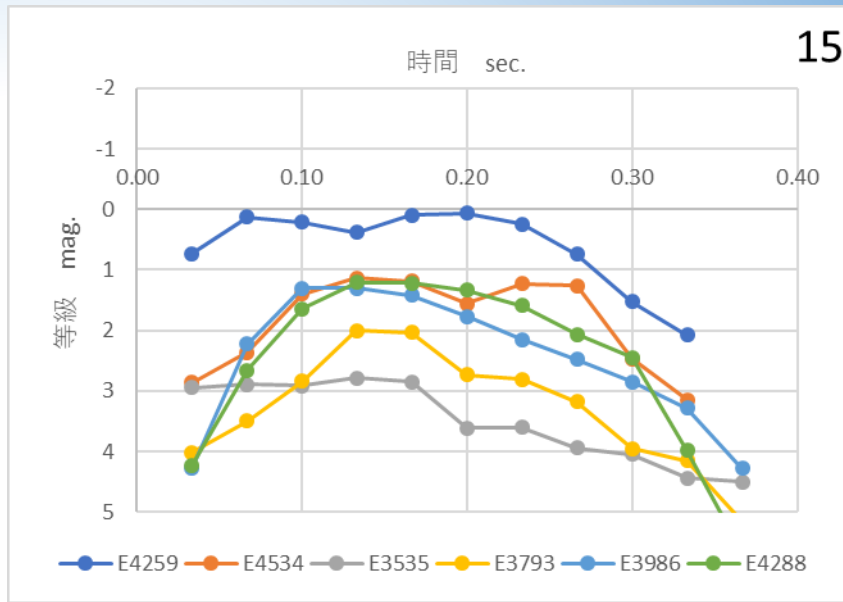
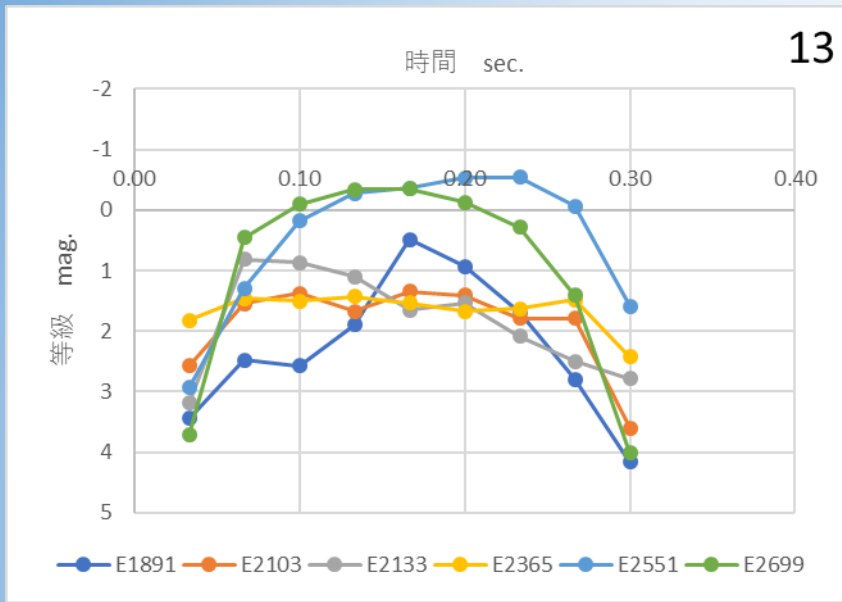
前半にピークがあるが、中央に近い
後半にピークのものもある



鉄流星LC 3/5

0.3-0.4秒

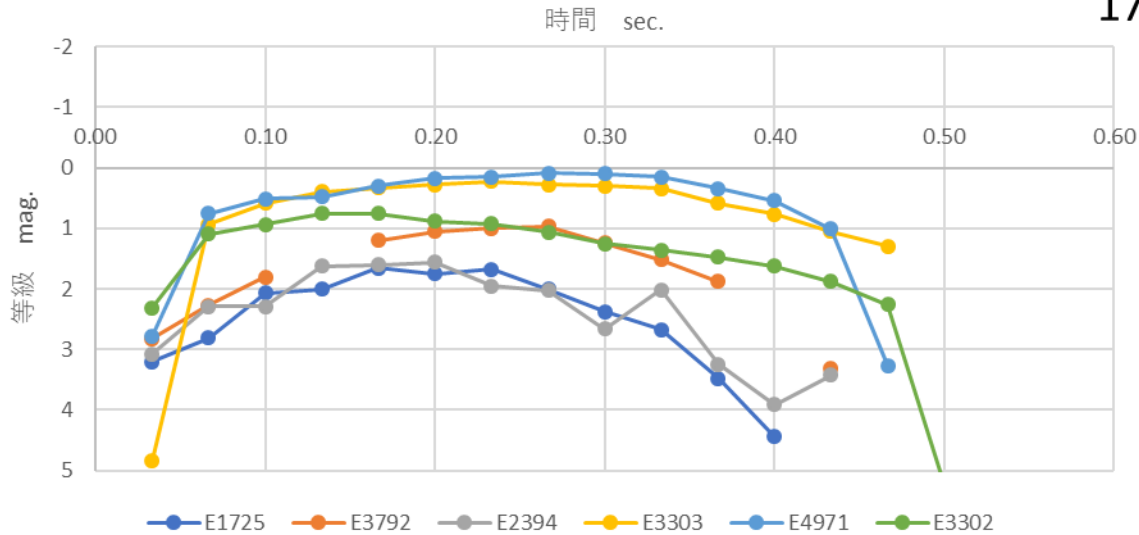
全体の7割程度平坦な光度変化



鉄流星LC 4/5

0.4 - 0.6秒

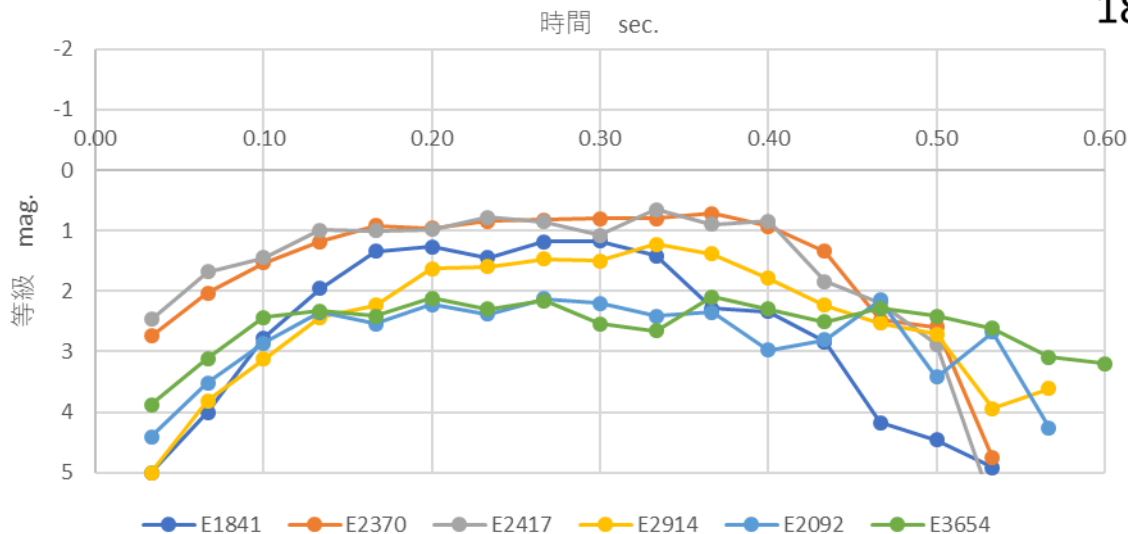
17



全体の7,8割が平坦な光度変化で、ピークは中央付近でわかりにくい

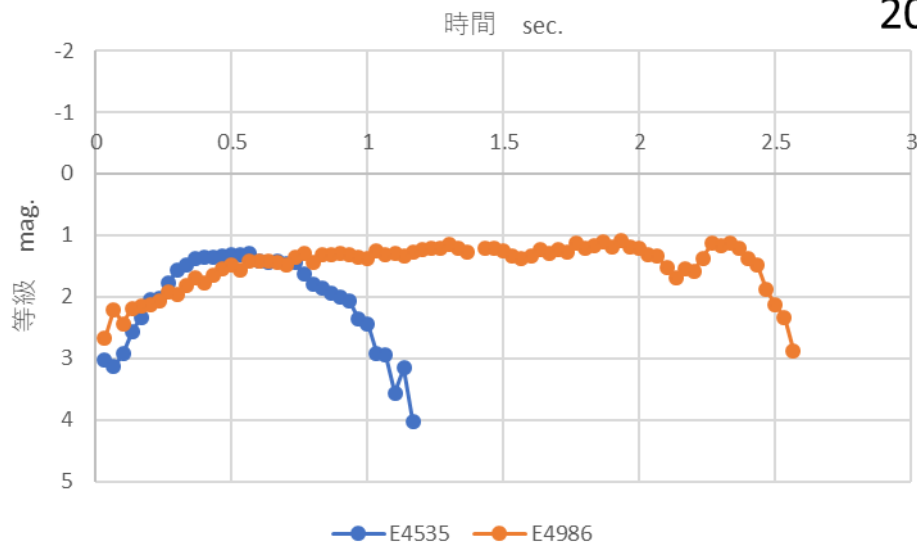
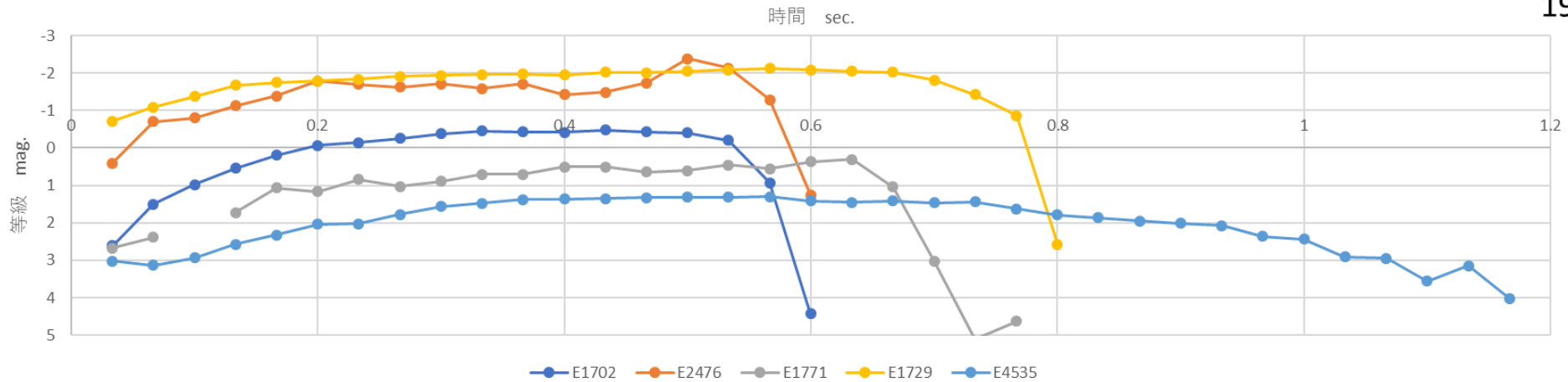
後半の光度の減少が緩やかな物がある。

18



鉄流星LC 5/5

0.6 - 2.5秒



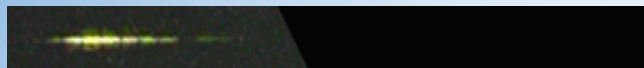
光度変化がほとんどなくピークが
わかりにくい

鉄流星

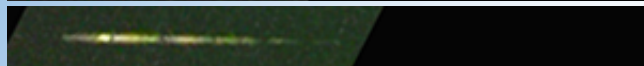
0.12-0.24s

50mmレンズ

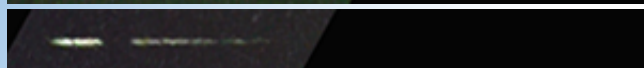
E2821



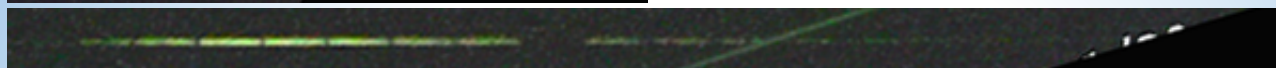
E2842



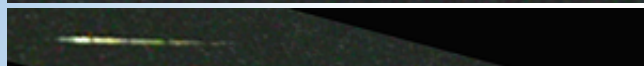
E2897



E2994



E3030



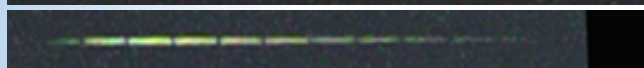
E3044



E3049



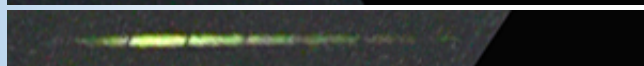
E3197



E3228



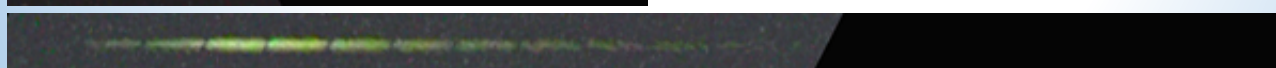
E3447



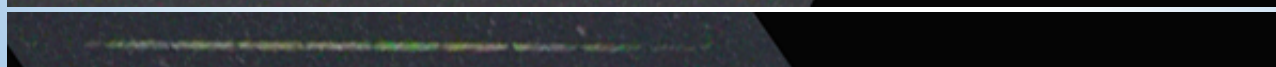
E3529



E3548



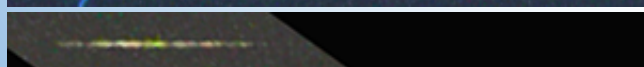
E3567



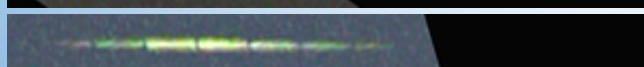
E3584



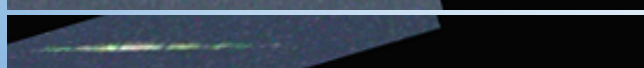
E3678



E3711



E4409



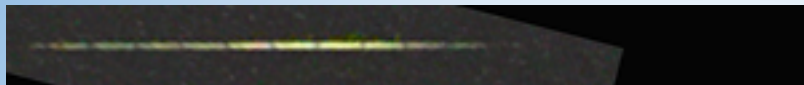
移動方向

鉄流星

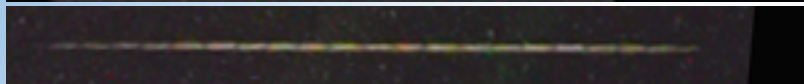
0.25s以上

50mmレンズ

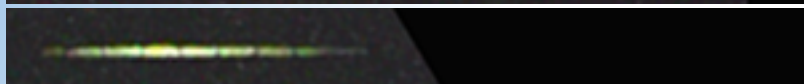
E3651



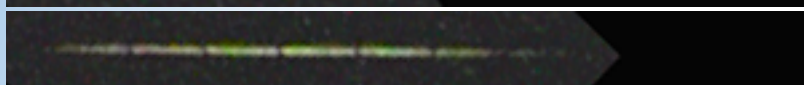
E3654



E3666



E3760



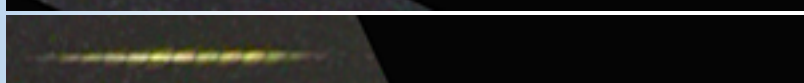
E3792



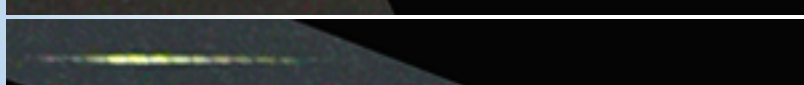
E3793



E3967



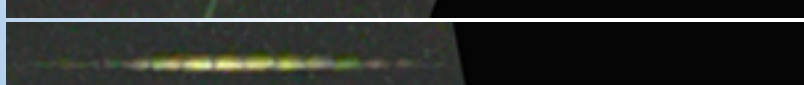
E3986



E4131



E4288



E4343



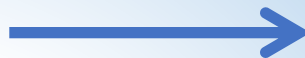
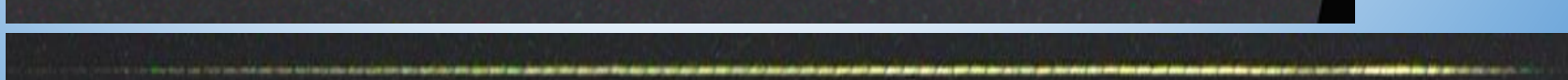
E4535



E4971



E4986



移動方向

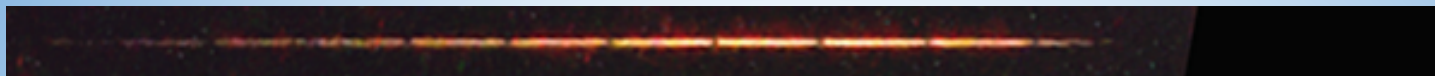
フラグメンテーションによる
突発的な増光がみられず、
滑らかな変化

ノーマル流星

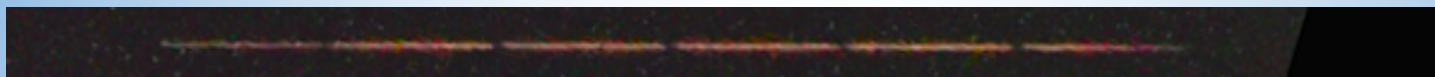
0.12-0.24s

50mmレンズ

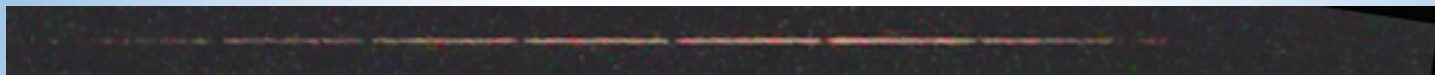
E2796



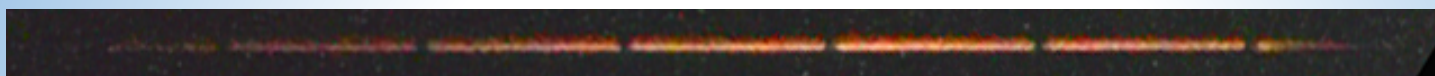
E2820



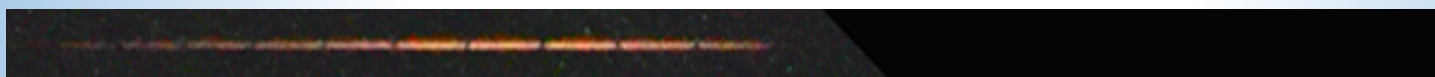
E2859



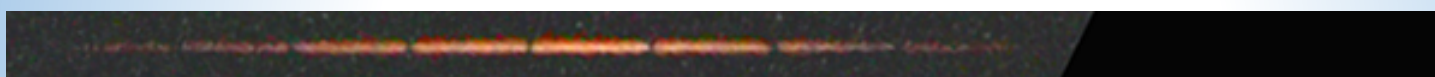
E2960



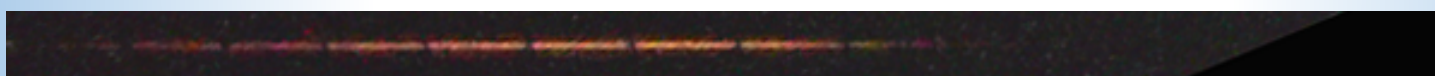
E3058



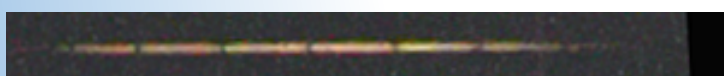
E3082



E3090



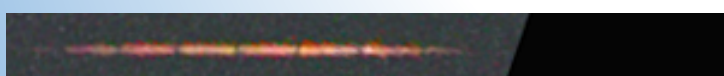
E3130



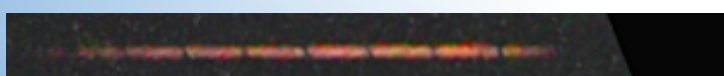
E3209



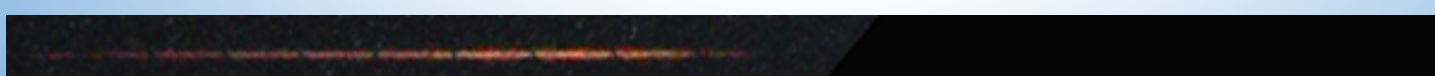
E3237



E3253



E3337



E3502



移動方向

ノーマル流星

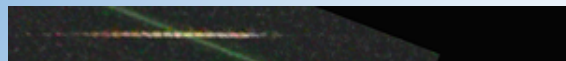
0.25s以上

50mmレンズ

E2878



E3003



E3066



E3249



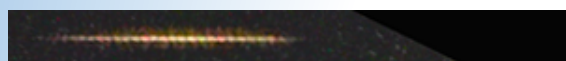
E3284



E3307



E3346



E3520



E3582



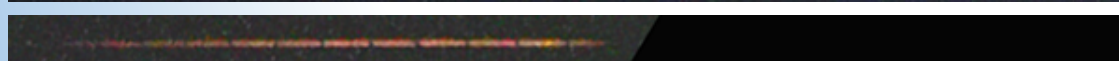
E3590



E3594



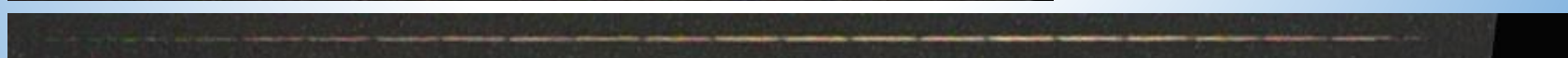
E3639



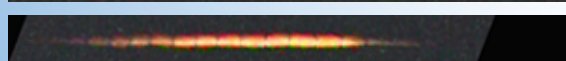
E3647



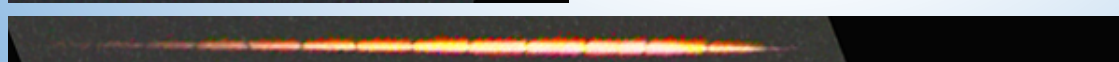
E3658



E3744



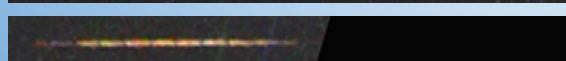
E3750



E3755



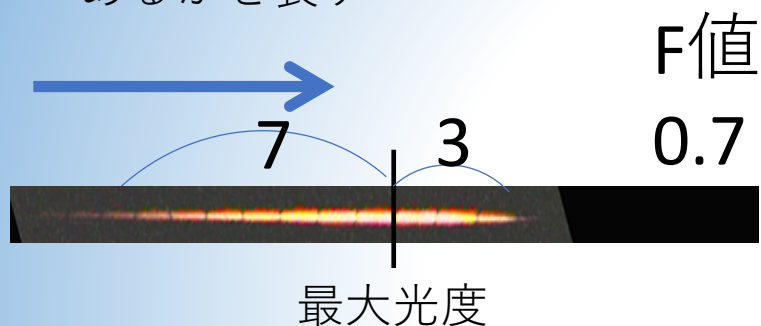
E3783



移動方向

F値の分布

流星経路の発光点側から
どれだけの位置に最大光度が
あるかを表す



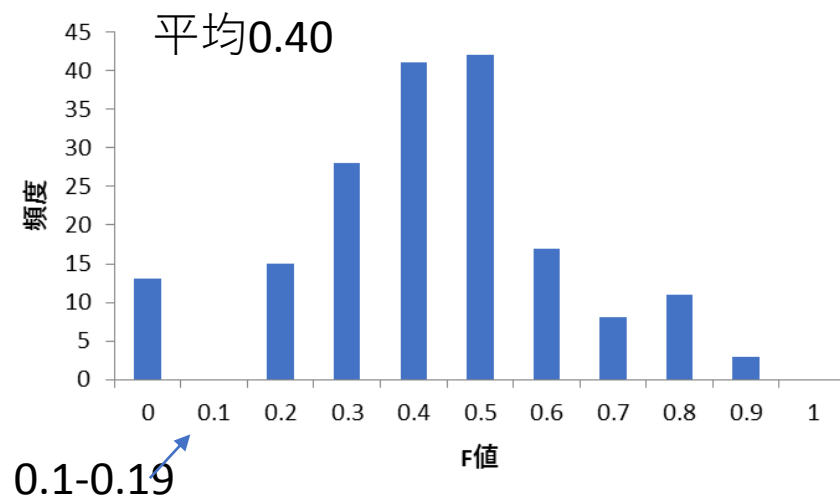
- ・ ノーマル流星と比べると明らかに前半にピークがある鉄流星が多い

- ・ しかし、約半分の流星は後半にピークがある

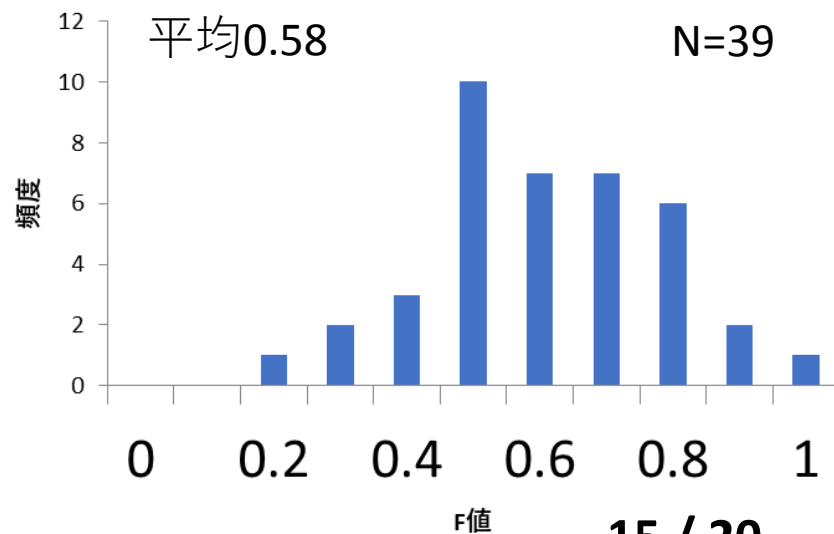


継続時間の長い鉄流星に多い

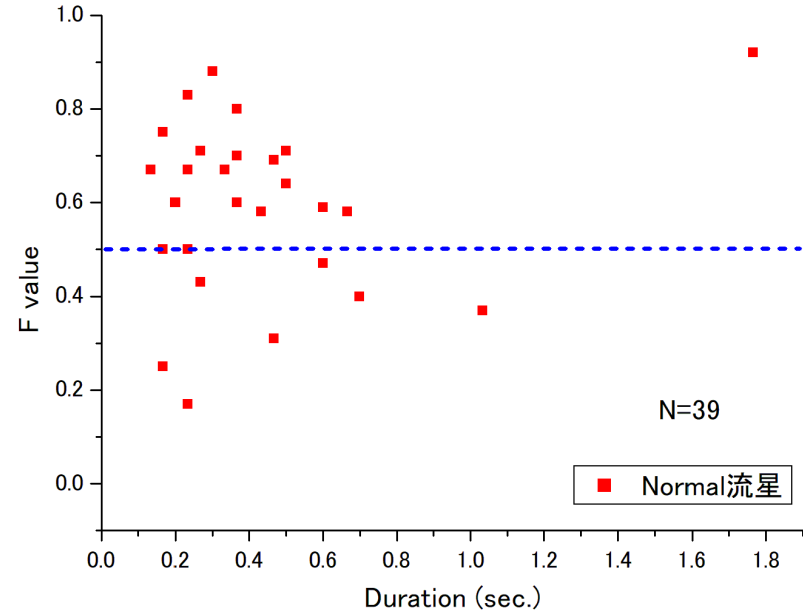
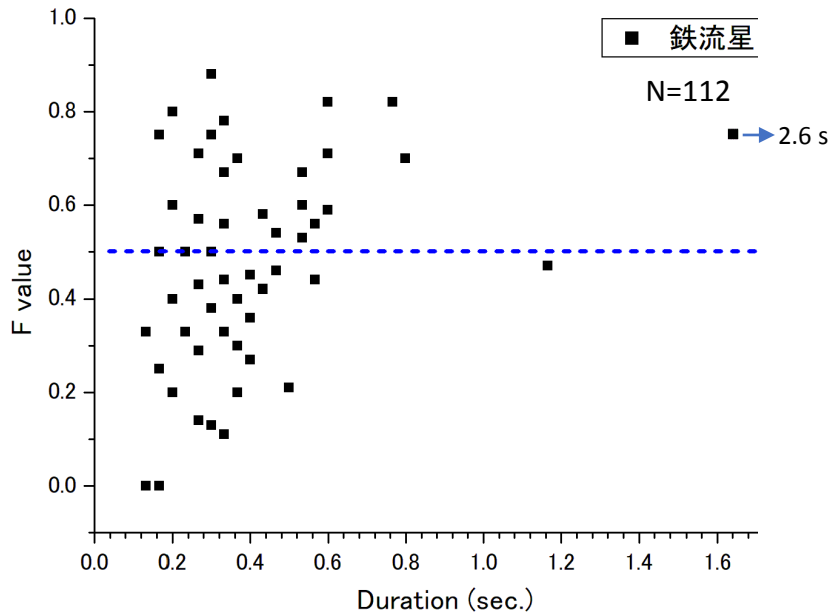
F値の分布 N=178



F値の分布(ノーマル流星)



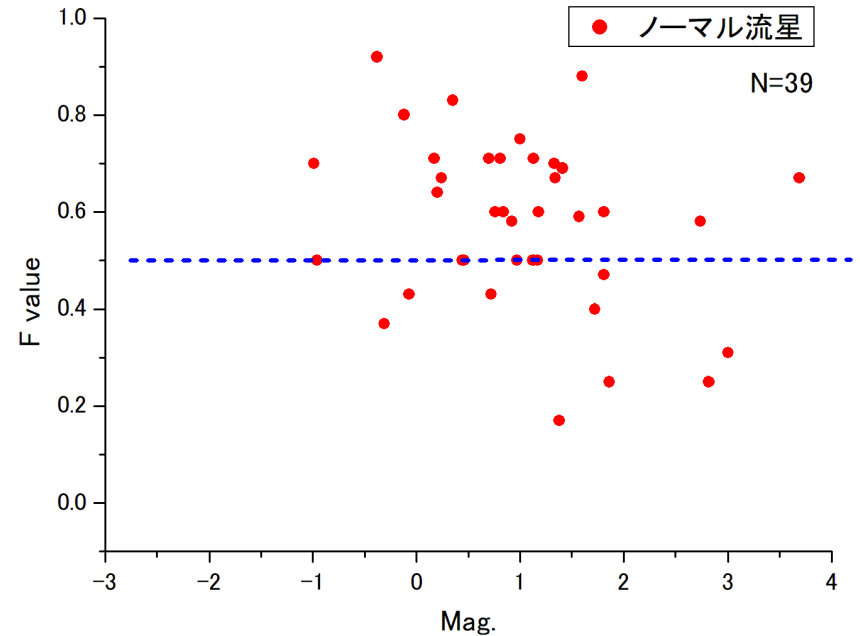
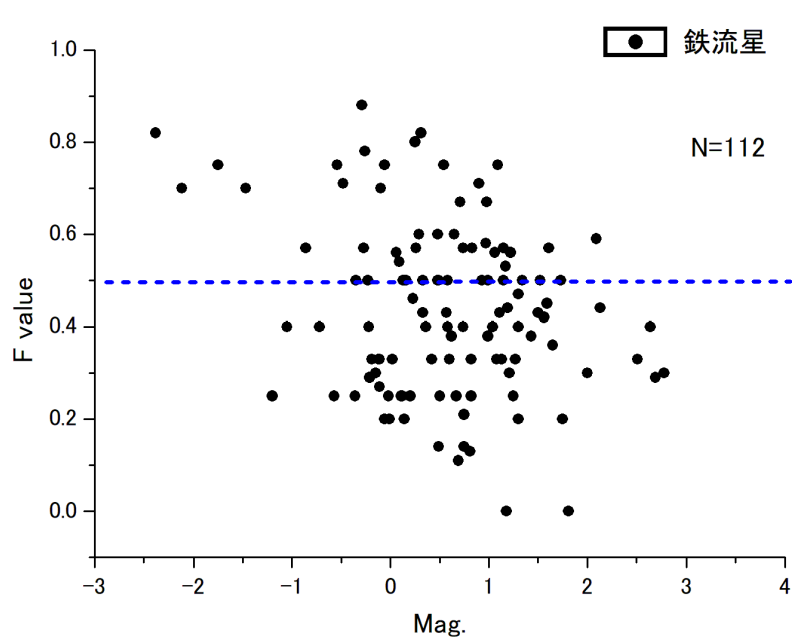
F値と継続時間(Dur)の関係



鉄流星は、Durが0.6秒以下ではF値は、均一に分布、
0.6秒以上ではF値は0.5を超えて後半ピークが多くなる

ノーマル流星は、継続時間によらずF値が0.5以上が多い

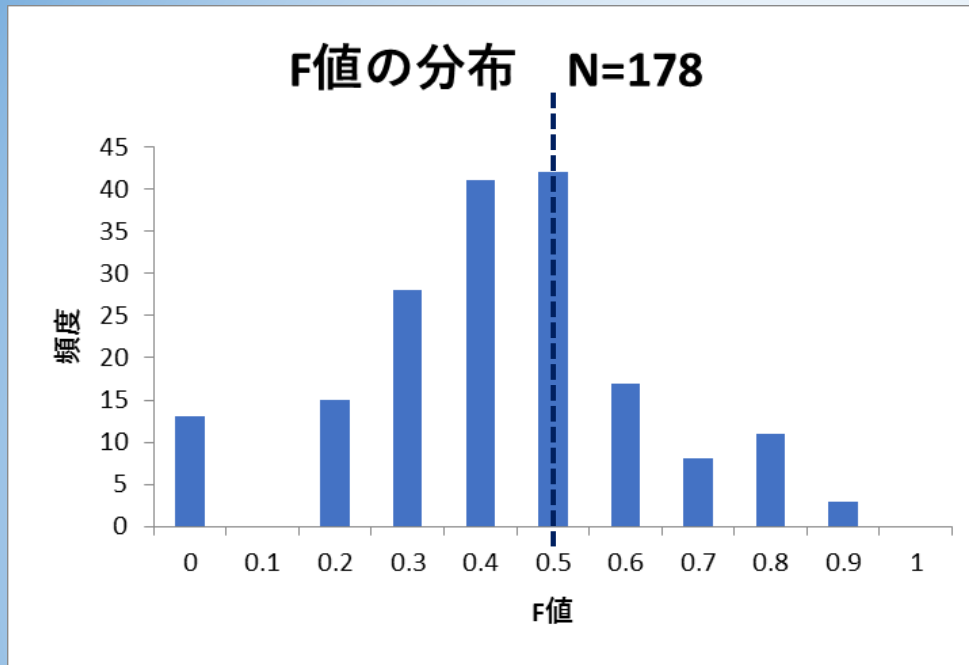
F値と光度の関係



鉄流星は、 -1 等以下のかなり明るい流星でF値が大きい
 1.5 等以上の暗い流星でF値が小さい傾向

ノーマル流星は、等級による差は、数が少なくまだよくわからない

考察



C̆apek, D. *et al.*, 2019

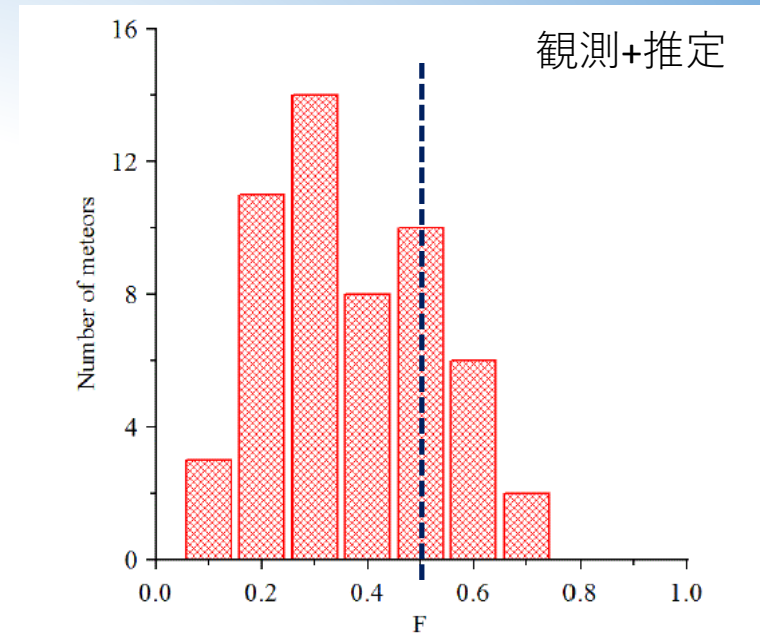


Fig. 4. Distribution of the F parameter for Fe candidates and meteors with iron spectra.

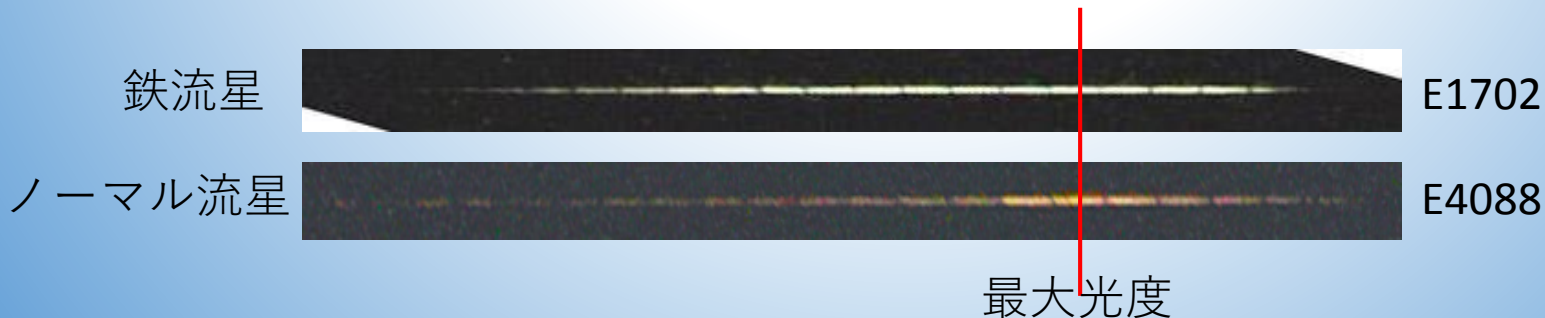
チャップクの鉄流星のF値の分布は、鉄流星の特徴を明らかに示す流星を選んでいるので、F値が0.5以上の鉄流星が、過剰に除かれている可能性あり

まとめ

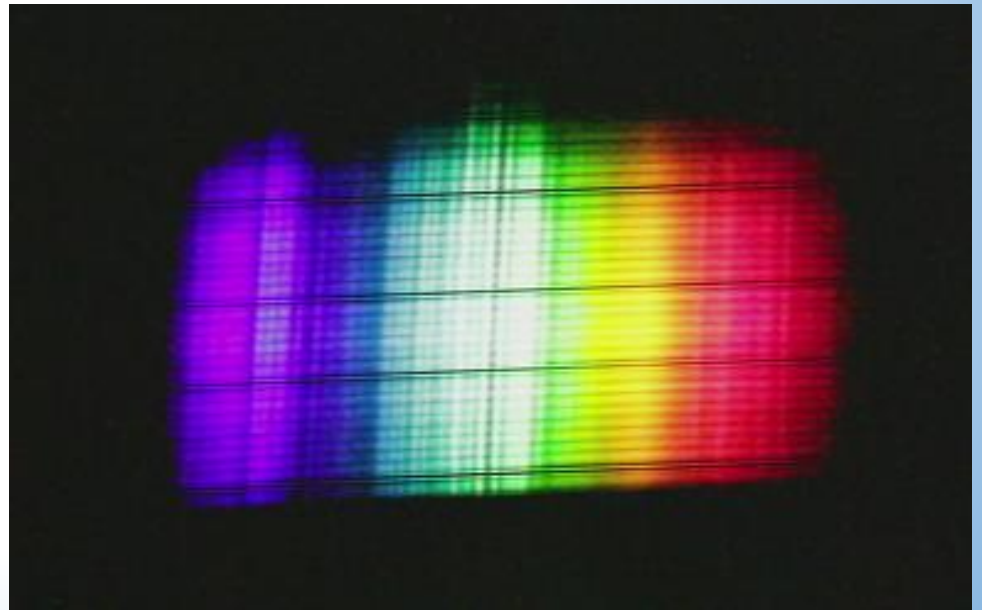
鉄流星の光度変化はとてもなめらかで、継続時間が長いと平坦部が長くなる

F値について

- ・ 鉄流星のF値の分布は0.4-0.5にピーク
- ・ 暗い鉄流星にF値の小さな流星が多い
- ・ 明るい鉄流星は、後半に明るくなる流星が多いが、F値は同じでもノーマルとはかなり異なる光度変化



今後 ・ 未解析の24mm、85mmレンズのF値の分布



鉄流星火球のスペクトル

ご清聴ありがとうございました。