

Catalogue of representative meteor spectra

4.2. Classification of spectra

2020/5/4 ▪ Zoom conference

第二回 流星スペクトル研究集会

日本変光星研究会・日本流星研究会 永井和男

4.2. Classification of spectra

この章では流星スペクトルの分類を行っています。
分類は流星スペクトルに見られる特徴的な三つの輝線(Na I, Mg I, Fe I)の強度を使っています。

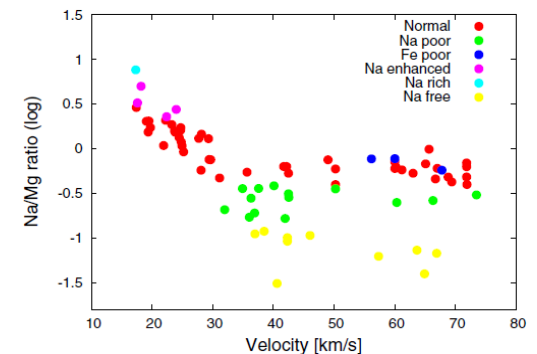
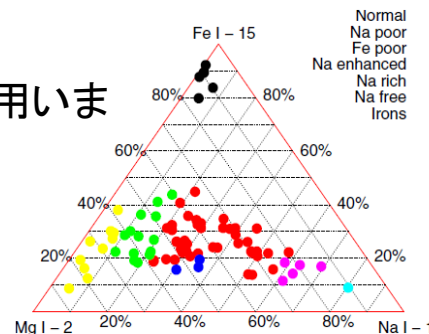
測定する輝線の波長は下記です。

- Mg I-2 5182 Å
- Na I-1 5892 Å
- Fe I-15 5269, 5328, 5371, 5404, 5431, 5449 Å

強度測定は流星の全経路を合計した総強度を測ります。
これの強度比を求めます。



結果を視覚化のために
三角ダイアグラムと速度とNa/Mg比の図を用います。



三角ダイアグラムとスペクトル分類

図8は流星スペクトルの分類です。

Mg, Na, Fe輝線の強度の合計が1になる強度比を三角形のグラフにプロットします。

スペクトルはグループに分けられます。

このグループ分けをスペクトル分類としています。

これはBorovicka et al. (2005)によって提案された流星スペクトル分類を使用しています。

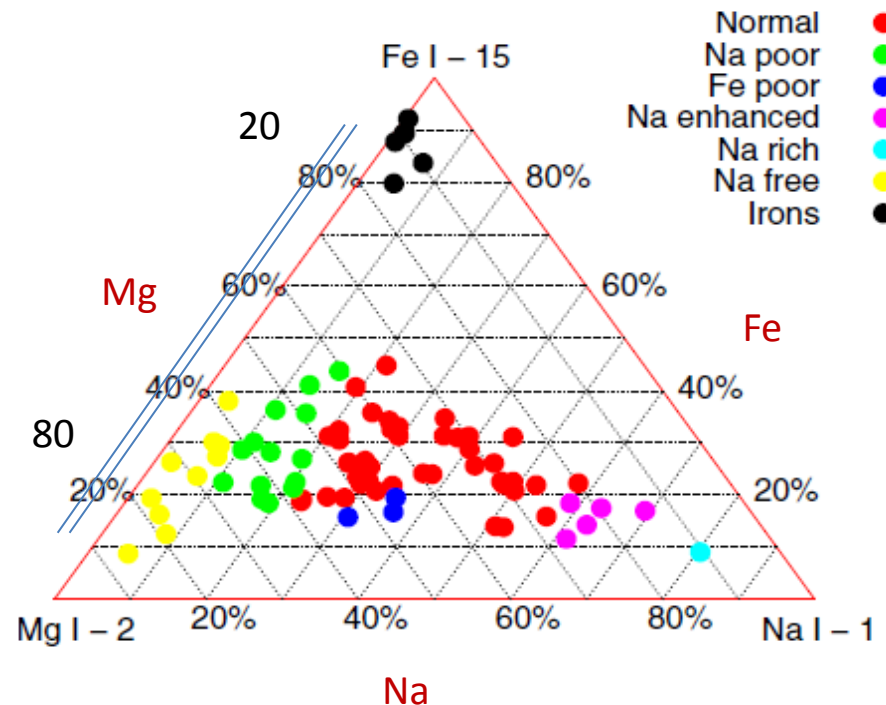


図8

流星スペクトル分類

Iron meteoroids 鉄流星	鉄流星スペクトルには鋭い輝線がありません。2つのバンドのFeの多重線（4200-4500Åと5100-5500Å）があります。第2バンドのFe輝線は5180ÅのMg輝線と帯域が同じですので影響してしましますが、Mgは通常の流星スペクトルよりもはるかに弱いです。Na輝線もありません。
Na-free meteoroids ナトリウム無し流星	Na輝線はありませんが鉄流星には分類されません。Fe/Mgの比は大きく異なります。
Na-rich meteoroids ナトリウムの多い流星	Na輝線が支配的です。Mg、Feの輝線はありますがNaより弱く微かです。
Mainstream meteoroids 通常の流星	主な流星群の大半がこの分類です。これはコンドライトから予想されるスペクトルに近いです。しかし、Na輝線強度には変化があります。この分類にはNa-freeもNa-richも含まれて多くの流星スペクトルを広範囲にカバーされます。

Mainstream meteoroids スペクトルのサブクラス

Normal meteoroids 通常	通常に分類されるものは三角ダイアグラム中でコンドライトの予想位置付近にあります。又は鉄輝線強度が若干低いものと定義されています。
Na-poor meteoroids ナトリウム欠乏	Na輝線が速度から予想される強度よりも弱い ^が 、Na-freeとは違ってNa輝線は確実に見えます。
Na-enhanced meteoroids ナトリウム過多	Na輝線が速度から予想される強度よりも強い ^が 、Na-richよりは強くない。
Fe-poor meteoroids 鉄欠乏	Normalに分類されるNa / Mg比がありますが、Normalとしては鉄輝線が弱い ^{です} 。

Na-free → Na-poor → normal → Na-enhanced → Na-rich

群毎のスペクトル分類

図9.は群毎にMg, Na, Fe輝線の強度比を測定して三角形のグラフにプロットしたものです。

主な流星群のほとんどがnormalに分類されます。

唯一の例外は、ふたご座流星群とみずがめ座 δ 南流星群です。

みずがめ座 δ 南流星群はNa-freeでした。

ふたご座流星群には、Na-free, Na-poor, normalに分かれます。

両流星群のNa枯渇の原因は、近日点距離が小さくて太陽熱によるものと考えられています (Capek & Borovicka 2009)。

ふたご座流星群の方が近日点距離はやや大きく、Na枯渇の程度はおそらく流星体のサイズおよび構造、特に気孔率 (Borovicka 2010) によるものです。

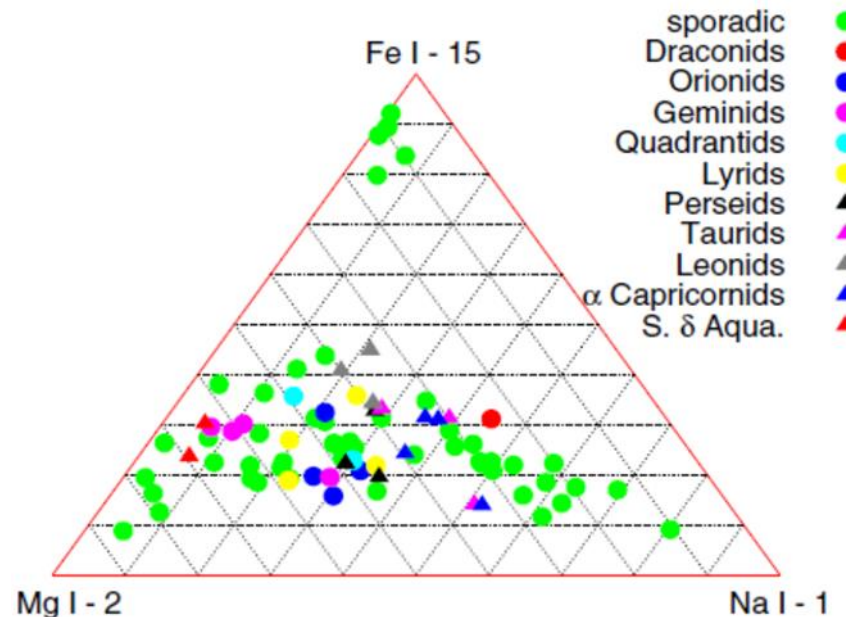


図9

速度とNa/Mg比

図10は流星速度とスペクトル中のNa/Mgの輝線の強度比です。

スペクトル分類毎に色分けしてプロットされています。

図10によると35km/s未満では速度に従ってNa/Mg比が大きくなります。

35km/sよりも高速の場合は比率は速度と無関係です。

鉄流星はNaとMgの線が無いか弱いのでNa/Mg比を用いることは不可能です。よって鉄流星は除いています。

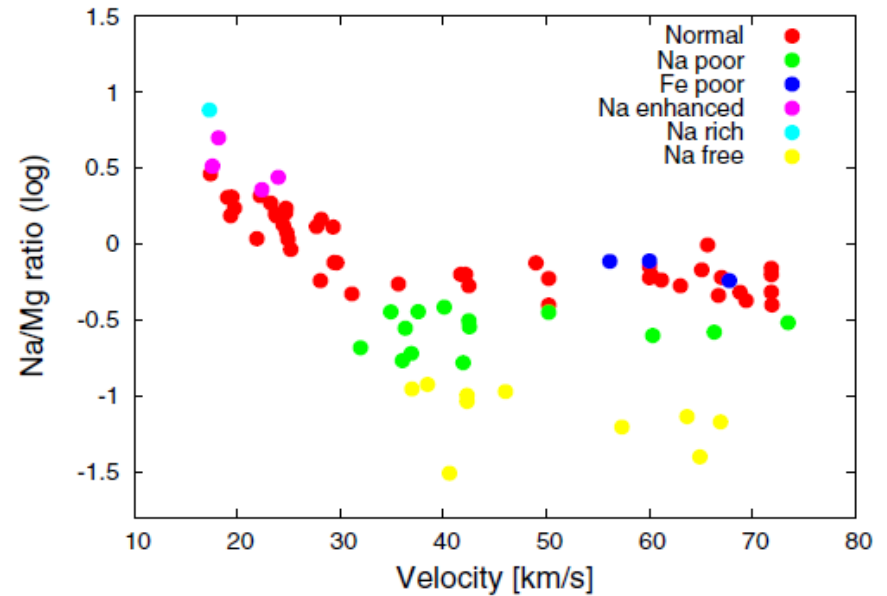


図10

速度とO/Mg比

図11に速度の関数としてのO/Mg比を示します。

O線とMg線の強度の比は、速度とともに増加しています。

このように速い流星は大気の線が特徴的です。

30km/s以下の速度では、O線が弱くなるのでバラツキが大きいです。

ここでも鉄流星は除いています。

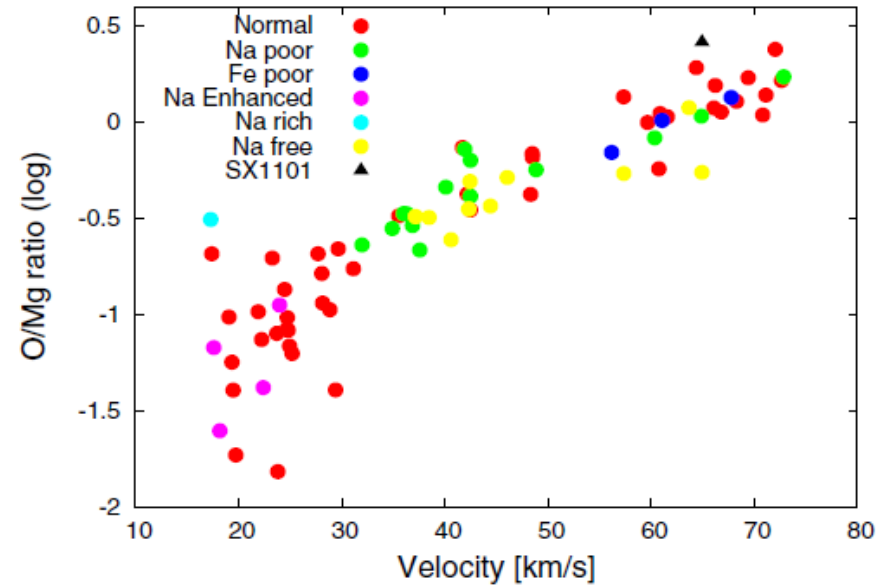


図11

本研究は84個の散在流星と大小流星群の観測を基にしています。

これは2005年 (Borovicka 2005) の97個の散在流星と小流星群の結果と同様です。

大気発光が支配的な例

図12は大気発光が支配的な例です。

流星の特征的輝線が見えず、大気発光が見えています。

このような例は流星のNa, Mg, Fe輝線が弱いのでスペクトル分析が出来ないです。

その結果、スペクトル分類から除外しました。

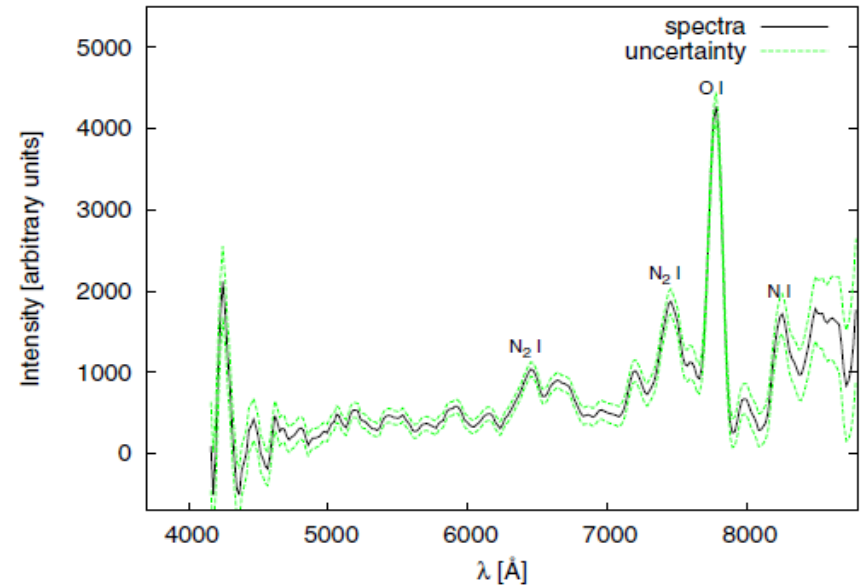


図12

速度と発光点高度

図13は速度と流星の始点(発光点)高度の関係です。

ミリメートルサイズの流星体の強度カテゴリが異なると、流星の始点高度が異なることはよく知られています(Ceplecha 1988)。

ある速度に対して、強い材料で構成された流星体は、弱い材料で形成された流星体よりも始点の高さが低くなります。

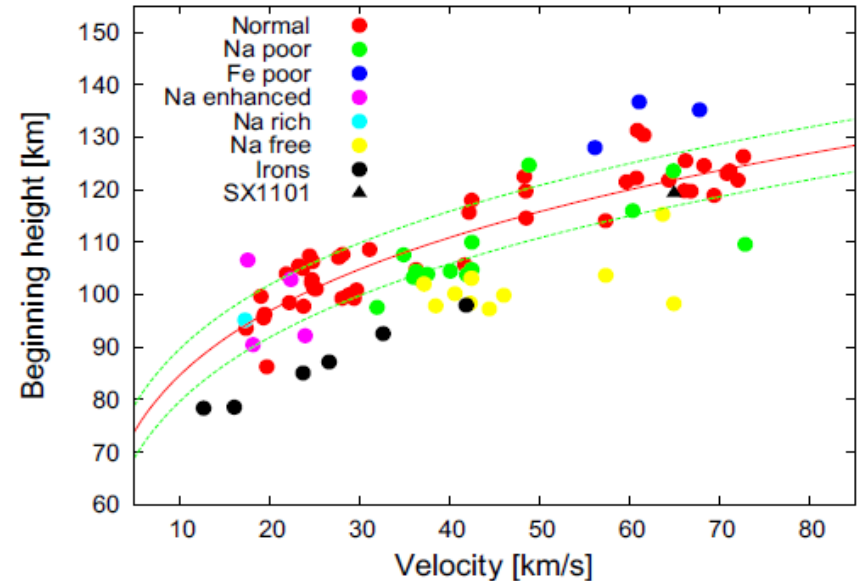


図13

図13を見ると、鉄流星とNa-freeは、ほとんどの流星よりも低い高度でアブレーションします。一方、Fe-poorは高い高度でアブレートが始まります。

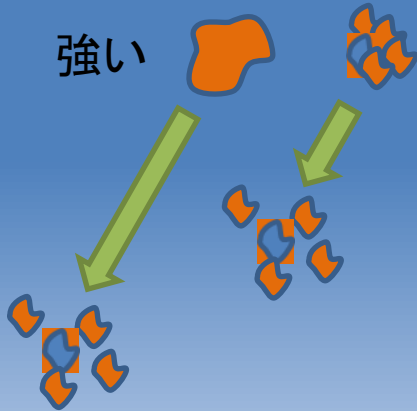
Koten et al. (2003, 2004) は、彗星起源流星の発光点高度が流星の質量に依存することを見出しました。速度に対する発光点高度の依存性は、私たちの目的については十分であり、私たちは流星の異なるスペクトル分類の材料強度の差異を区別することができました。

アブレーション開始高度

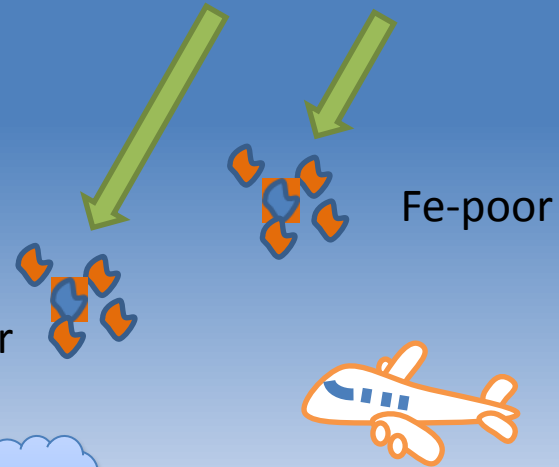
同じ速度 strength categories

強い

弱い



Fe
Na-poor



Fe-poor



スペクトル分類のまとめ

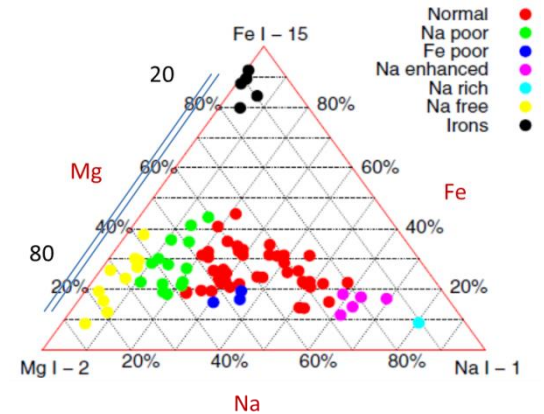


Iron meteoroids

Na-free meteoroids

Na-rich meteoroids

Mainstream meteoroids



Normal meteoroids

Na-poor meteoroids

Na-enhanced meteoroids

Fe-poor meteoroids

Ref.

• V. Vojáček, J. Borovička, P. Koten, P. Spurný and R. Štork
"Catalogue of representative meteor spectra" A&A 580, A67 (2015)