

2. Observations and equipment 観測と観測機材

観測期間 2006年から2012年

主要群の活動期に観測を実施

(しぶんぎ、こと、みずがめ η 、ペルセウス、しし、ふたご)

主たる観測地

Ondrejov --- Kunzak 2点間の距離: 92.5 km

遠征観測

- ①タジキスタン 2009年11月 (しし座流星群) 流星数: 3
- ②イタリア 2011年10月 (10月りゅう座流星群) 流星数: 1

表1 参照

Table 1 観測地の緯度、経度、標高

Station coordinates.

Station	Latitude	Longitude	Altitude (m)
<i>Spectral</i> Ondřejov	N49°54'36.8"	E14°46'48.75"	524
<i>Second station</i> Kunžak	N49°06'27.2"	E15°12'2.755"	652
<i>Spectral</i> Kurgan Tube	N37°21'12.5"	E68°46'18.3"	425
<i>Second station</i> Gissar	N38°29'23.3"	E68°40'53.0"	722
<i>Spectral</i> Brenna	N45°44'01.3"	E09°11'16.5"	333
<i>Second station</i> Barengo	N45°33'57.8"	E08°30'18,2"	238

タジキスタン
2009年

イタリア
2011年

Spectral: 直接像 + スペクトルカメラ

Second station: 直接像のみ

観測機材

イメージ・インテンシファイアー(Image Intensifier : I. I.)を使用
Mullard XX1332 第2世代 入力窓 ϕ 50mm、出力窓 ϕ 40mm
直接像とスペクトル撮影の両方で使用

スペクトル観測

50mm F1.4(Arsat) グレーティング:600本/mm 視野:約50度

2011年のりゅう座流星群観測時のみ85mm F2.0(視野:30度)

感度: 3800 Å から 9000 Å 図 1 参照(撮像システム全体での感度を表示)
1ピクセルあたりの分解能 30 Å (50mmレンズ) 15 Å (85mmレンズ)

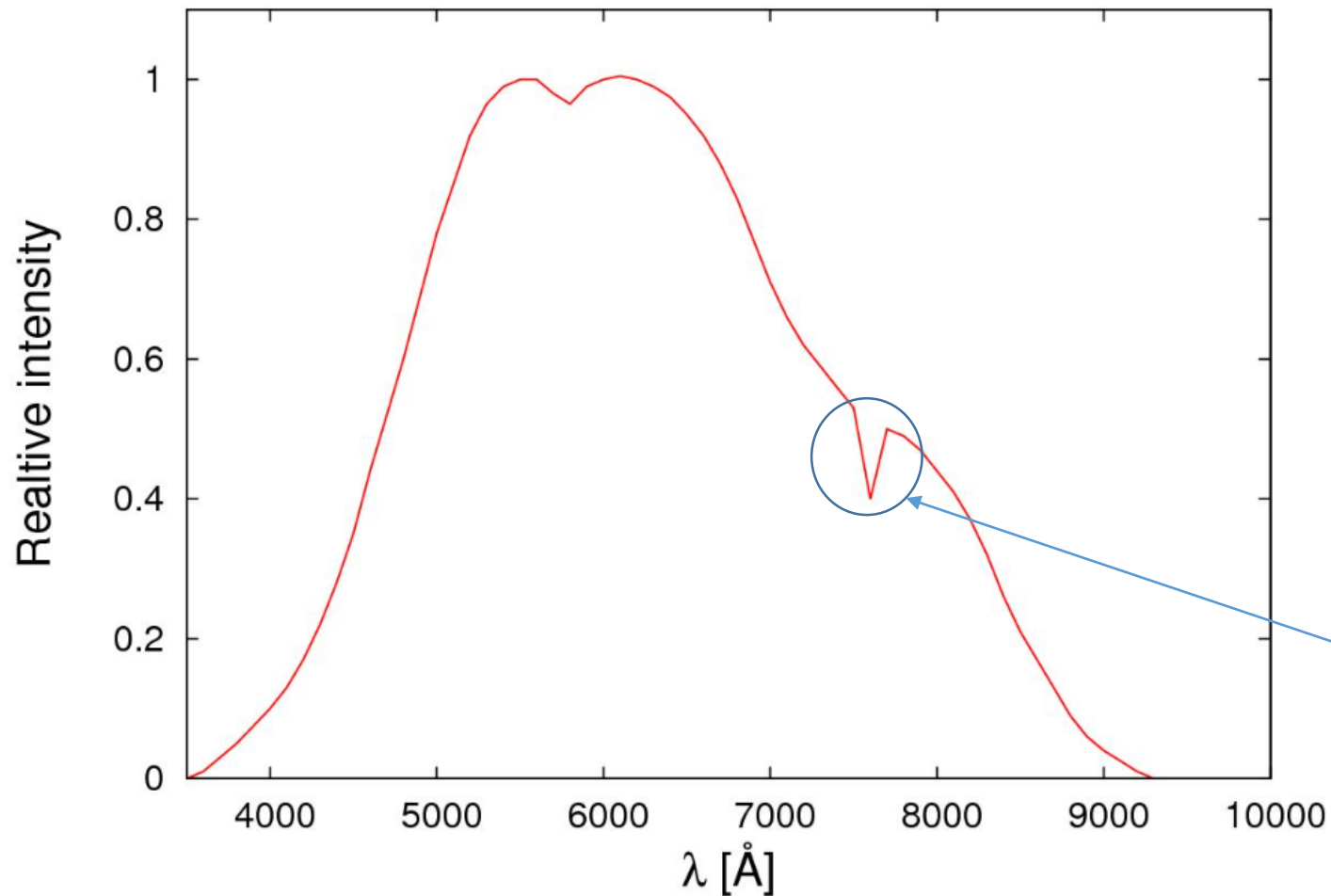
直接像 50mm F1.4と85mm F2.0を使用

ビデオカメラ

S-VHS-Cビデオカメラ SVHSで録画 2009年以降は直接PCのHDD
DVカセットに記録(遠征観測時)

システム (I.I. + S-VHS-C + レンズ) の感度特性

Fig. 1



恒星のスペクトルを
測定して得た

I.I.の分光特性が支
配的

酸素分子(O₂) 大気
吸収 7600 Å

波長5500 Åで標準化されている

流星の検出

ビデオからの自動検出ソフトMetRec(Molau 1999)使用

流星が検出された部分は非圧縮AVIファイルで保存・測定

768 x 576 pixels x 8 bit

フレームレート 1秒間に25イメージ (時間分解能0.04秒)

解析に用いた流星の選択基準

両方の地点で記録

「良質」なスペクトル “good” spectraを得る

流星全体がカメラの視野内

非常に長径路の場合は少なくとも最も重要な部分が
視野内

波長 5000 Å から
8000 Å



主要群については、すべてが良質のスペクトルを含んではいないが、代表的なものが含まれている

3. Data reduction

データ整約

観測流星の日付
YYMDDXXX

番号で符号化されている

YY：年の最後の2桁

M：月 1から9は1月から9月、A:10月 B:11月 C:12月

DD：観測日(その夜の観測を始めた日)

観測開始時刻 $T > 12$ 時(UT)

観測開始時刻 $T < 12$ 時(UT)

観測日(その夜の観測を始めた日)

観測日(その夜の観測を始めた日) + 1

XXX：流星の番号 当該観測夜の最初の流星からの連番

(例) 流星 06C13137 2006年12月13日 当夜の137番目の流星

唯一の例外：DRA06 イタリアに遠征観測したとき(2011年10月8日)のりゅう座流星群流星

流星のリスト

表4 対地経路

地心輻射点、視輻射点の天頂角、発光点高度、消滅点高度、最大光度、測光質量、突入速度、スペクトルのタイプ

流星スペクトルの名称

接頭語SXに番号 番号は時系列で連続

流星スペクトル数

小流星群(minor shower)に属する流星があるかも 関連は不確実

群流星：30

散在流星：54

合計：84

流星の明るさと位置の測定

特製のソフト(Borovicka et al. 2005)で手動(manually)でビデオフレームごとに測定

流星の対地・日心軌道の決定

平面交差法(Ceplecha 1987)

2点の直接撮像データから軌道計算 最小二乗法(least-squares method)(Borovicka 1990)で計算

群流星判定

D判定(D-criterion) (Southworth & Hawkins 1963) Dの閾値:0.2 0.15より大きい値なし

流星スペクトルが写っているビデオファイルの処理

標準手法(Borovicka et al. 2005)で処理

位置と光度の校正は、視野内の恒星の0次像を利用

スペクトルが写っている各ビデオフレームをスキャンしたときに

流星スペクトルの周知の原子の輝線を用いて波長を精密化する

システムの感度特性によりスペクトルを校正

図2：未校正

図3：システムの分光感度特性で構成済み

両者ともSX336

波長4000 Å 以下と9000 Å 以上



校正後にノイズの影響を強く受けうる

観測システムの感度が低い

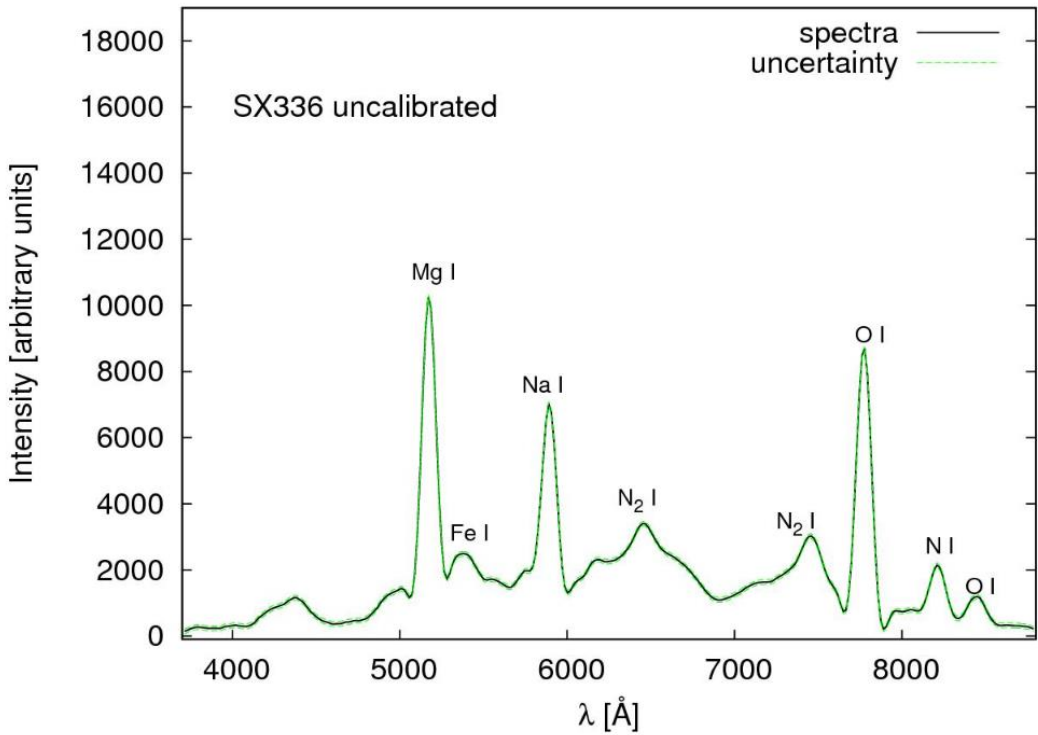
ビデオフレーム内のノイズの統計的解析

観測システムのガウス雑音の標準偏差の平均値 $\sigma = 14$ (装置による任意の単位)

この値で「不正確さ(uncertainty)」を算出

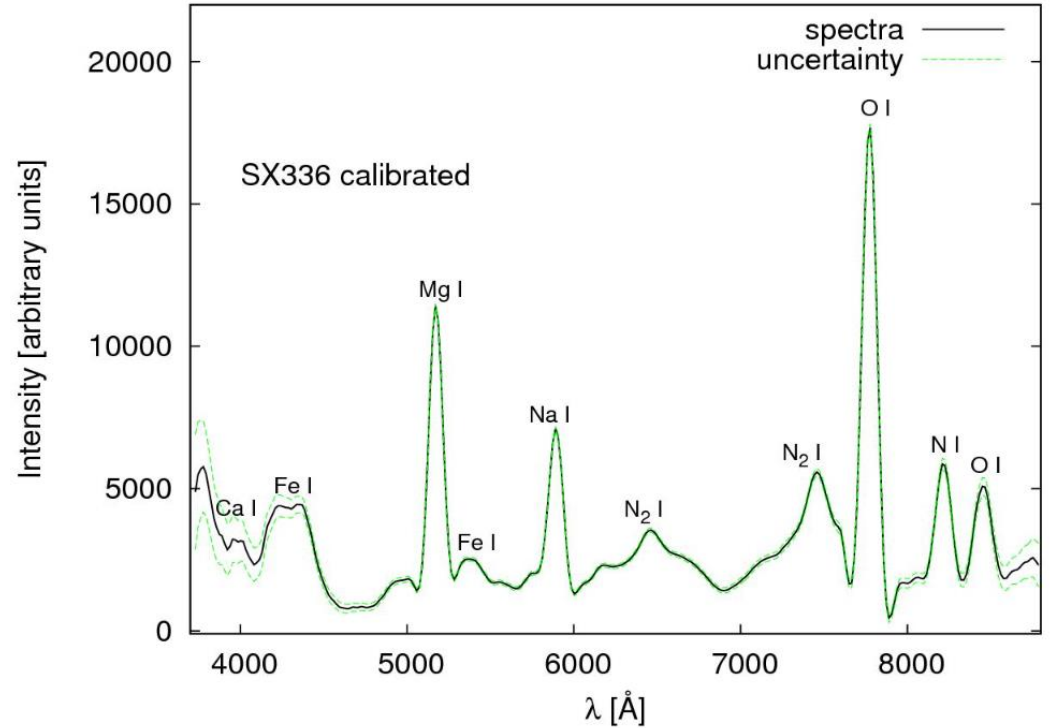
このカタログ中のスペクトルは個々のフレームを合計したものであるため、標準偏差とフレーム数の平方根とを掛け合わせた値で「不正確さ」を決定した。

Fig. 2



観測システムの分光感度特性で校正されていない SX336

Fig. 3



観測システムの分光感度特性で校正済 SX336

スペクトル線強度の測定

挑戦的(challenging)

目的の輝線の強度

+

連続光、窒素バンド、他の輝線等の寄与分

↓
寄与分の強度を推定

スペクトル成分の強度、プランク放射の温度、
窒素バンドの振動及び回転の温度

↓
これらのフィッティングパラメーターをソフト操作者が可能な限り
スペクトルにフィットするように手動で変更した

この手順は、各フレームで実施
プランク温度と窒素バンドは除く(一つの温度で全フレームに適用可)

↓
各フレームでのスペクトル線の強度を取得

個々の要素の強度は、対応する多重線の合計強度を出すために合計した

スペクトル線強度を測定した目的：**スペクトルを図にして示すこと**
現時点の研究では、スペクトル線の強度とその比率の不確かさを決定できない