

分光データの取得と整約の手順

GLOWSにおけるデータ解析

分光データ取得・整約の手順

(冷却CCDカメラ使用の場合)

1. スペクトルを記録する。 撮像と同じ手続きを踏む。
ただし、分光特有の画像も必要。

1) 通常の画像取得時と同様に記録するもの。

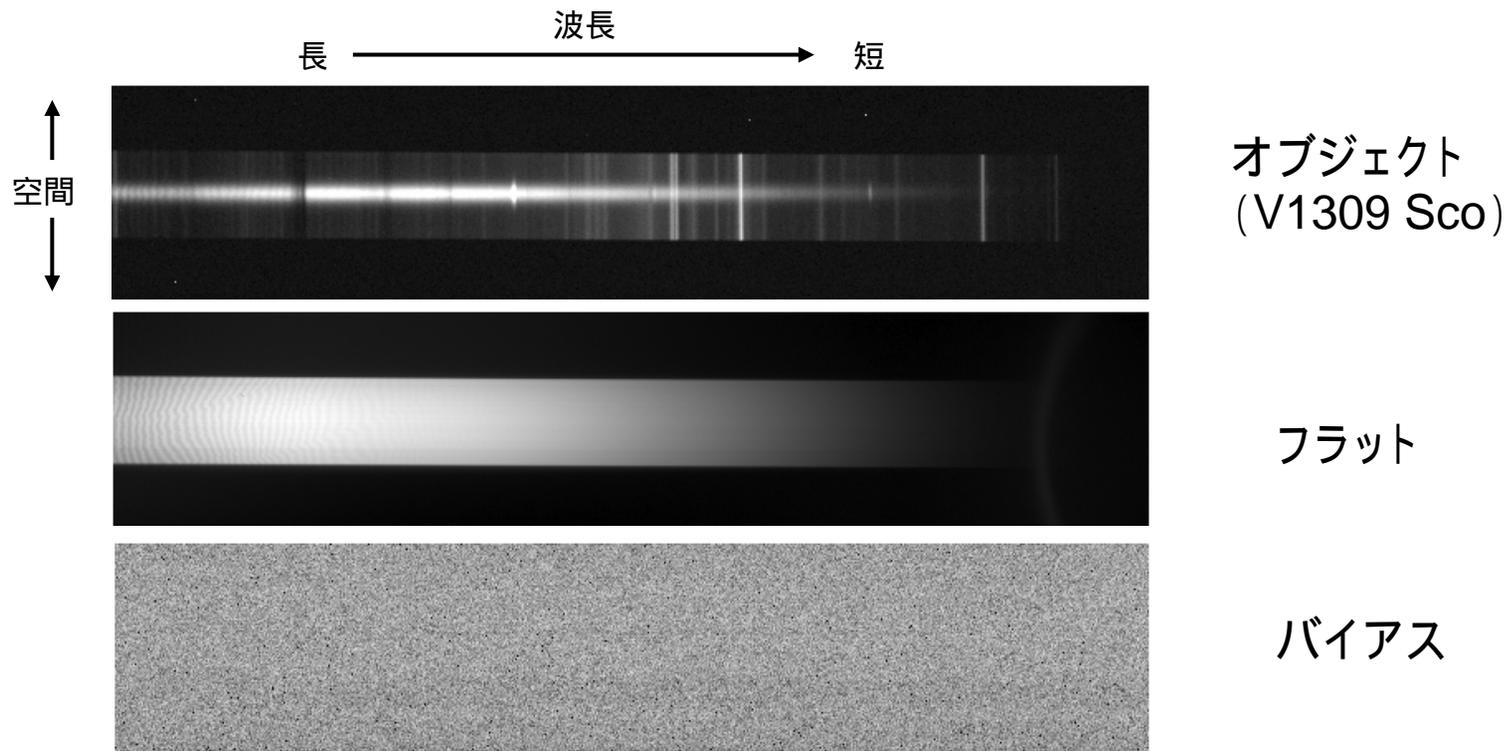
- a) オブジェクト・フレーム 目的天体 (3枚以上)
- ~~b) ダーク・フレーム 暗電流除去用 (3枚以上)~~
- c) フラット・フレーム ピクセル感度補正用 (5枚以上)
- ~~d) フラット用ダーク・フレーム (5枚以上)~~
- e) バイアス・フレーム バイアス除去用 (GLOWSではこれをつかいます。)

2) 分光特有の画像。

- a) 分光測光標準星 (STD) ・フレーム 波長感度補正用。 (各3枚以上)
オブジェクトと同じ高度が望ましいが、
ない場合は補間をするため複数とする。
- ~~b) STD用ダーク・フレーム (各3枚以上)~~
- c) コンパリソン・フレーム 波長同定用比較光源 (3枚以上)
- ~~d) コンパリソン用ダーク・フレーム (3枚以上)~~

分光データ取得・整約の手順

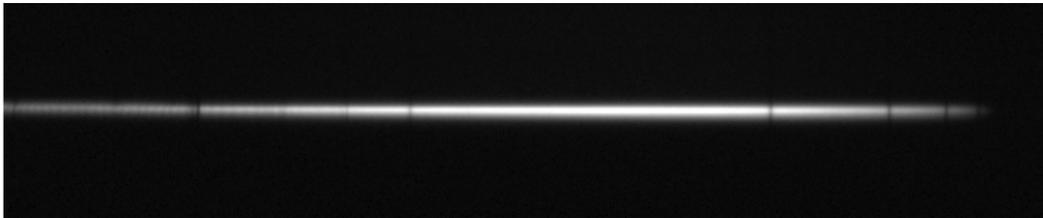
- 1) 通常の画像取得時と同様に記録するもの。
 - a) オブジェクト・フレーム 目的天体 (3枚以上)
 - ~~b) ダーク・フレーム 暗電流除去用 (3枚以上)~~
 - c) フラット・フレーム ピクセル感度補正用 (5枚以上)
 - ~~d) フラット用ダーク・フレーム (5枚以上)~~
 - e) バイアス・フレーム バイアス除去用 (GLOWSではこれをつかいます。)



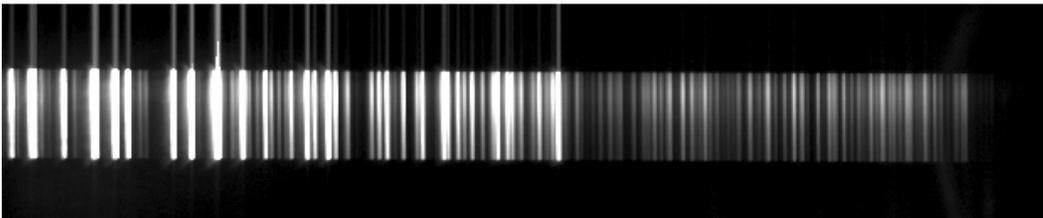
分光データ取得・整約の手順

2) 分光特有の画像。

- a) 分光測光標準星 (STD) ・フレーム 波長感度補正用。オブジェクトと同じ高度。
(各3枚以上)
- ~~b) STD用ダーク・フレーム (各3枚以上)~~
- c) コンパリソン・フレーム 波長同定用比較光源 (3枚以上)
- ~~d) コンパリソン用ダーク・フレーム (3枚以上)~~
- e) バイアス・フレーム バイアス除去用 (GLOWSではこれをつかいます。)



分光標準星
HR 7950



波長較正光源
(FeNeAr)

分光データ整約の手順

2. 画像の一次処理を行う。 撮像と同じ手続きを踏む。

1) バイアス引き等

- a) バイアス・フレームのメジアン(or sigmaclipを使った平均)をとった画像(bias)を作る。
- b) オブジェクト・フレームから”bias”を引いて暗電流を除去した画像(objb)を作る。
- c) それぞれのSTD・フレームから”bias”を引いて暗電流を除去した画像(stdb)を作る。
- d) フラット・フレームから”bias”を引いて暗電流を除去した画像(flatb...)を作る。
- e) バイアスを引いたフラット・フレームを“足し合わせた”画像(flat)を作る。
- j) コンパリソン・フレームを足し合わせた画像(comp)を作る。

```
a) imcomb @bias.list bias.fits comb=ave reject=sigclip
```

```
b) imarith @obj.list - bias.fits @objb.list
```

```
c) imarith @std.list - bias.fits @stdb.list
```

```
d) imarith @hflat.list - bias.fits @hflatb.list
```

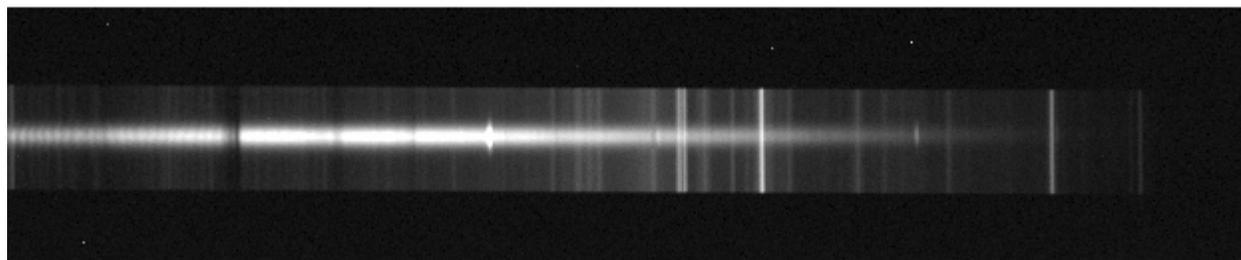
```
e) imcomb @hflatb.list hflat.fits comb=ave reject=sigclip
```

```
j) imcomb @compobj.list compobjav.fits comb=ave reject=sigclip
```

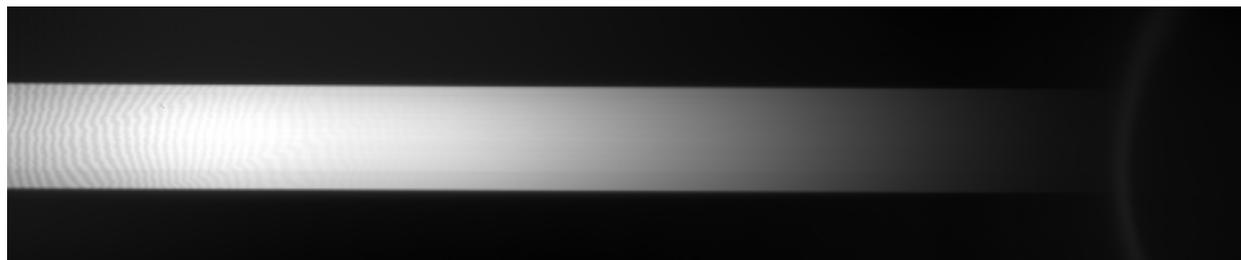
```
imcomb @compstd.list compstdav.fits comb=ave reject=sigclip
```

分光データ整約の手順

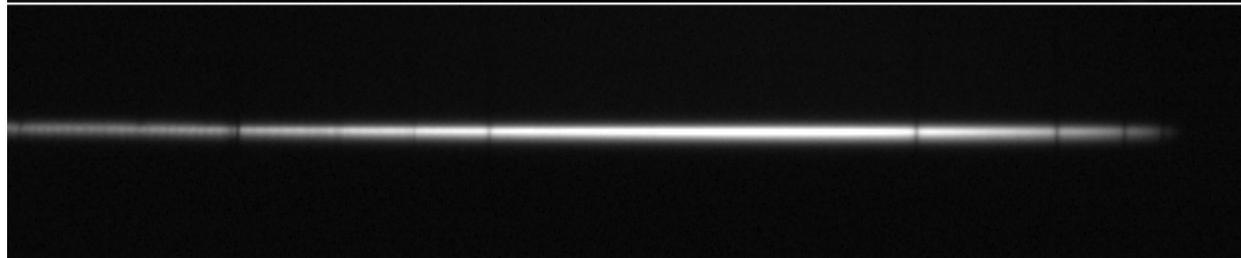
1) バイアス引き等 (ここまできた画像)



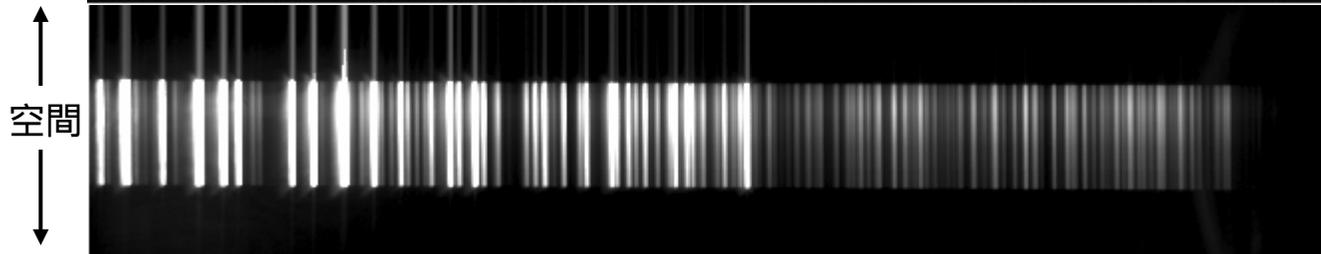
V1309 Sco
(objb)



フラット
(flat)



H R 7950
(stdb)



校正光源
(comp)

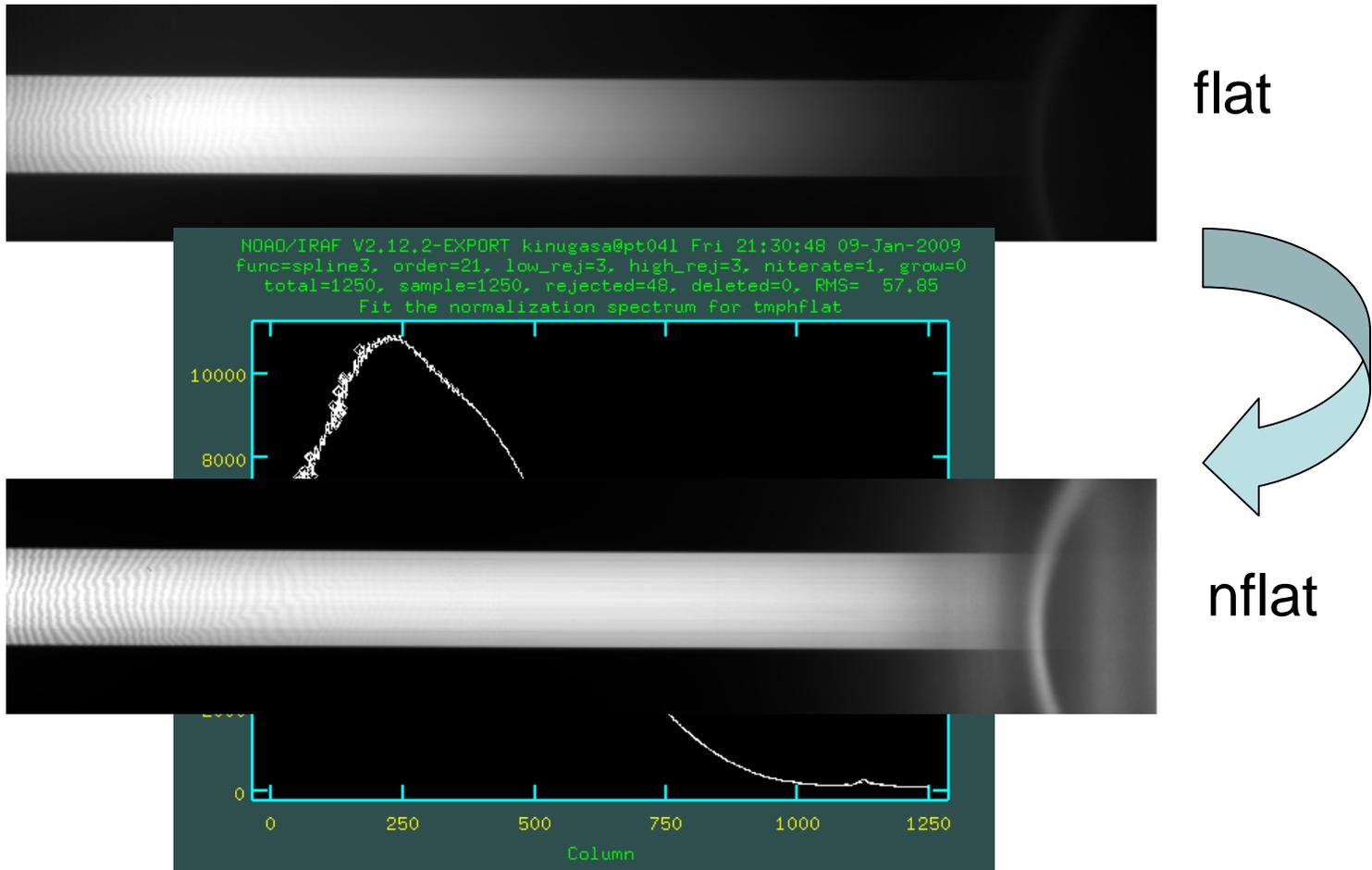
↑
空間
↓

長 ————— 波長 ————— 短

分光データ整約の手順

2) フラット処理

- "flat"は、CCDの波長感度と光源のスペクトルのため、波長方向についてカウントの強弱がある。この波長方向の強弱をフィットすることで、関数化する。
- その上で"flat"を規格化する。



noao

twod

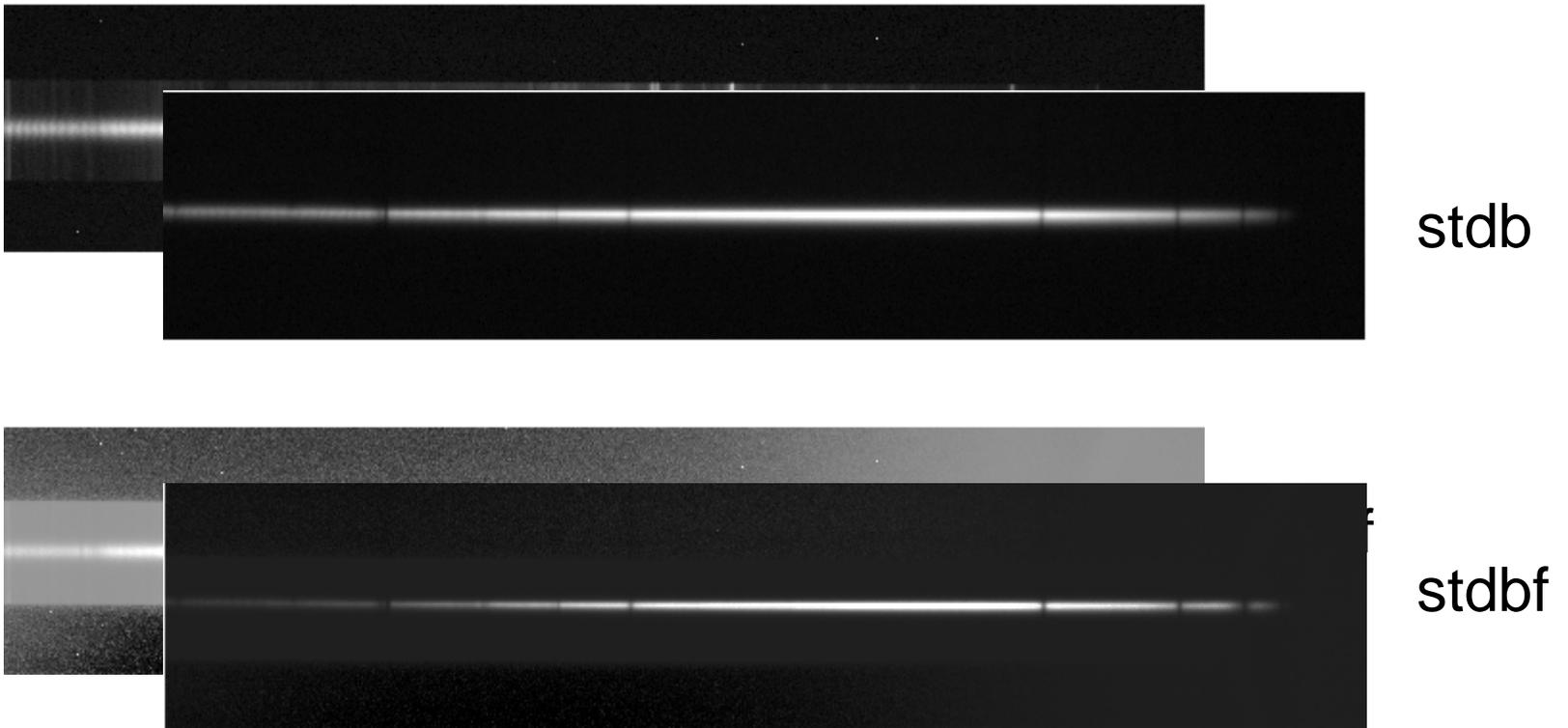
long

- `imcopy hflat.fits[*,* ,1] tmpflat.fits [3dim 2 dim]`
- `hedit tmpflat WCSDIM del+`
- `response tmpflat tmpflat nhflat (order=21)`
(波長方向にフィットして規格化したもの)
- `imarith @objb.list / nhflat @objbhf.list`
- `imarith @stdb.list / nhflat @stdbhf.list`

分光データ整約の手順

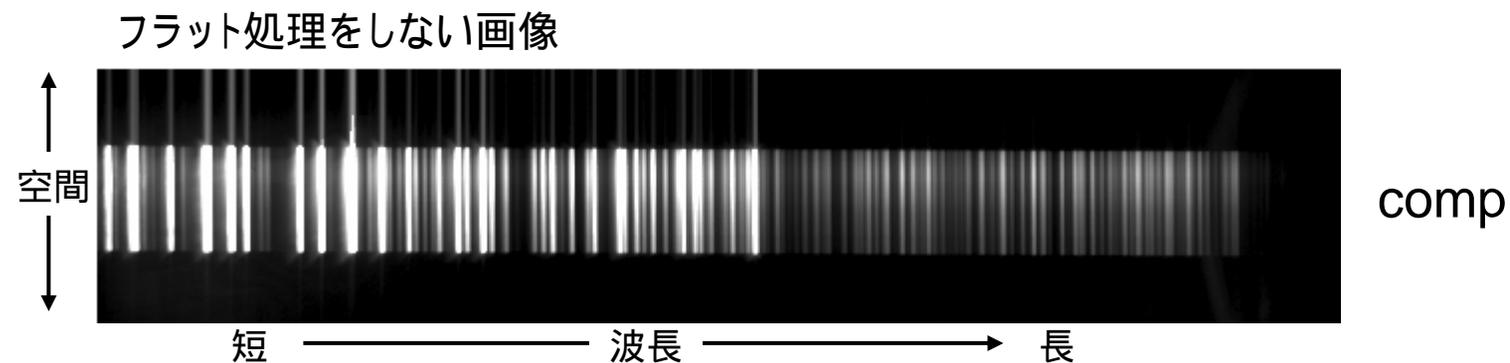
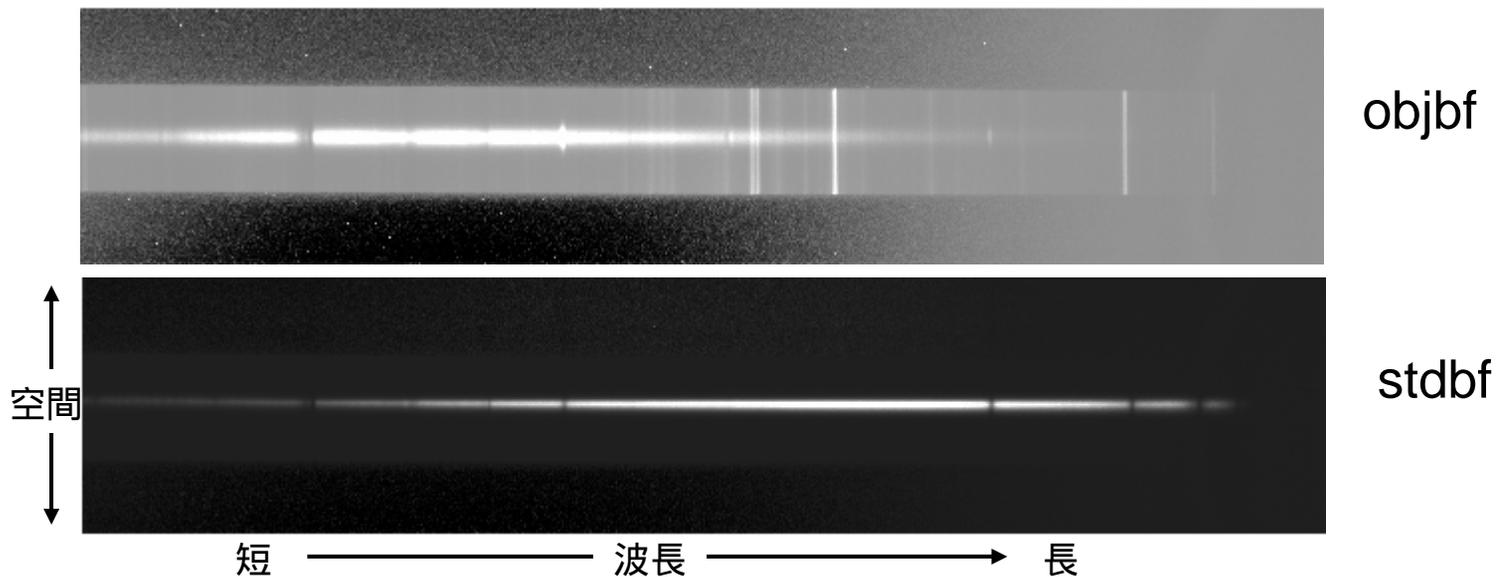
2) フラット処理 (例: STD・フレームの処理。他も同様。)

c) "objd, stdb..."を"nflat"で割り、(空間方向の)ピクセル感度補正済の画像 (objdf, stdbf...)を作る。



分光データ整約の手順

2) フラット処理 (ここまでできた画像)



オブジェクトやスタンダードのフレームを足し算する。

- `imcomb @objbhf.list objbhfav.fits comb=ave reject=avsigclip`
- `imcomb @stdbhf.list stdbhfav.fits comb=ave reject=none`

それぞれの天体の広がりなどをチェックする。

(次の一次元化のパラメータを決める。)

- `implot objbhfav.fits`
- `implot stdbhfav.fits`

分光データ整約の手順

3. スペクトルの(一次)処理を行う。

1) 一次元化

- a) "objbf", "std 1bf, std 2bf..."の天体が写っている部分を切出し、空間方向に加算して一次元化する。
- b) その際、天体の近くの"sky"を定義して切出し、空間方向に加算して一次元化し、天体のデータより引き算をする。

2) 波長同定

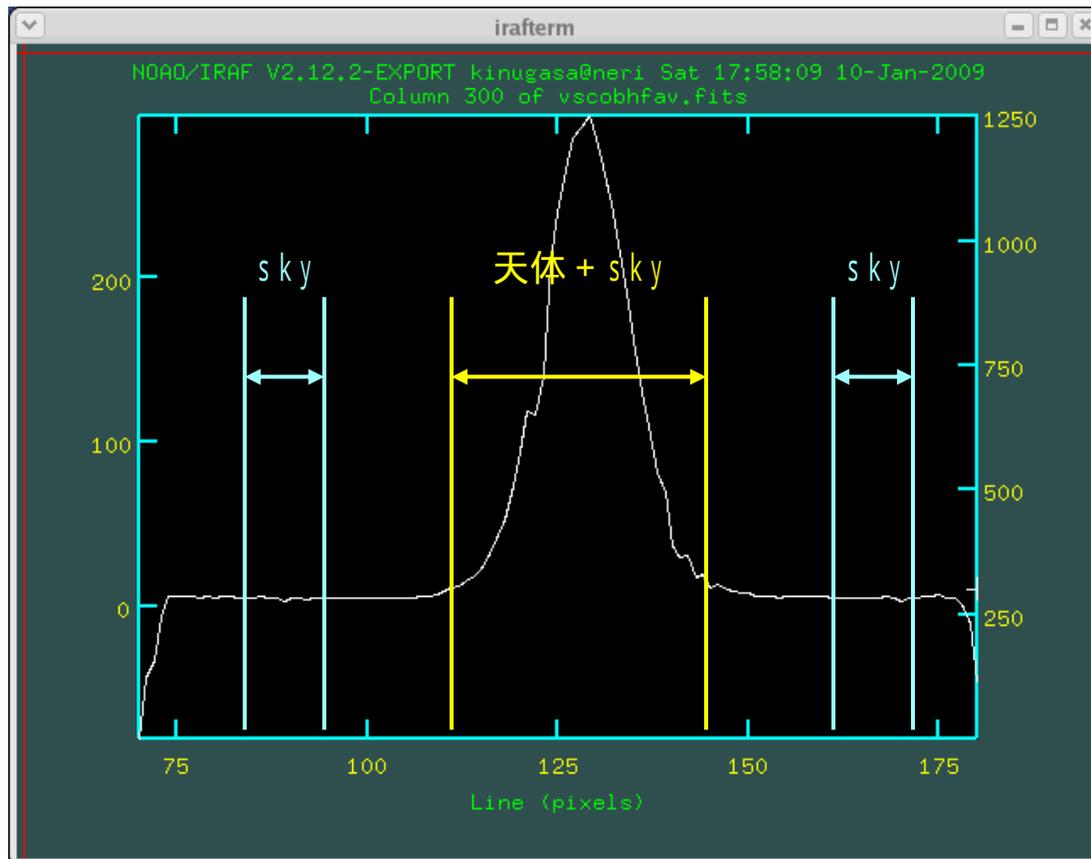
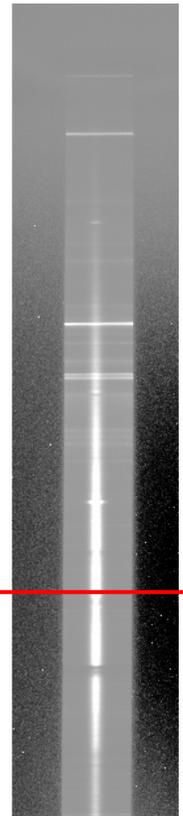
- a) "comp"から、各天体に対応する部分を切出す。
- b) 切り出したデータの較正輝線の位置を読み取り、(波長方向の)ピクセル座標と波長との対応づけを行い、"ピクセル座標 - 波長変換関数"を作る。
- c) b)で求めた関数を適用して、ピクセル座標を波長に読み替えて、各天体のスペクトルを作る。

分光データ整約の手順

1) 一次元化

- a) "objbf", "std 1bf, std 2bf..."の天体が写っている部分を切出し、空間方向に加算して一次元化する。
- b) その際、天体の近くの"sky"を定義して切出し、空間方向に加算して一次元化し、天体のデータより引き算をする。

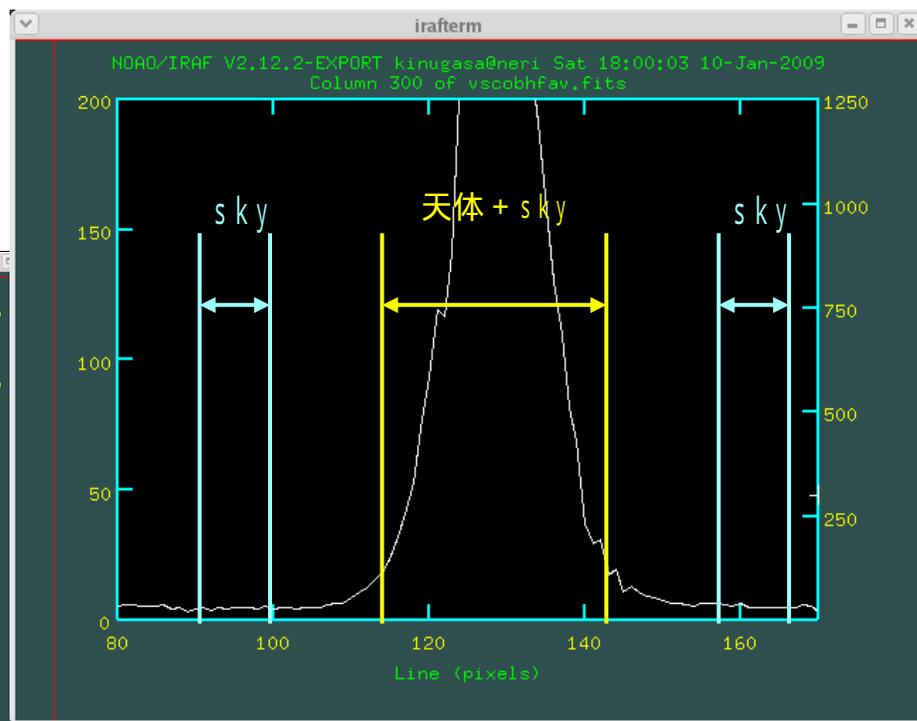
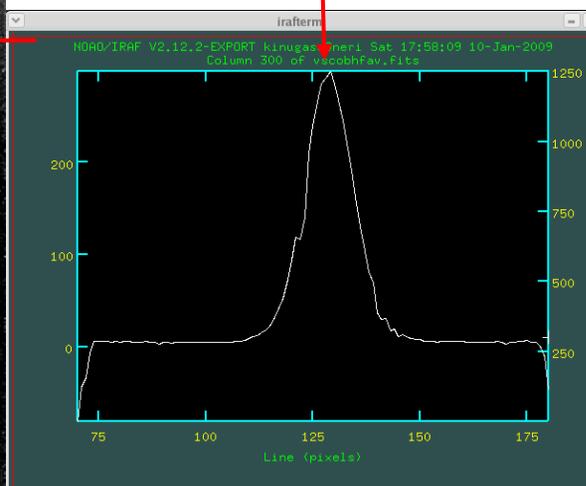
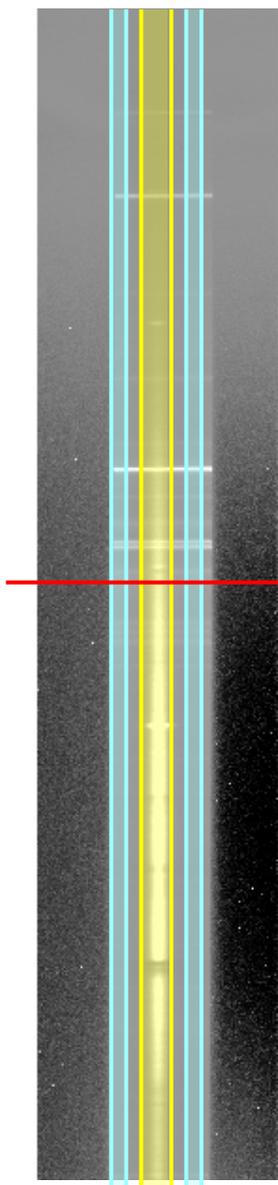
空間



ある波長での空間
方向のプロファイル
(光の強度分布)

分光データ整約の手順

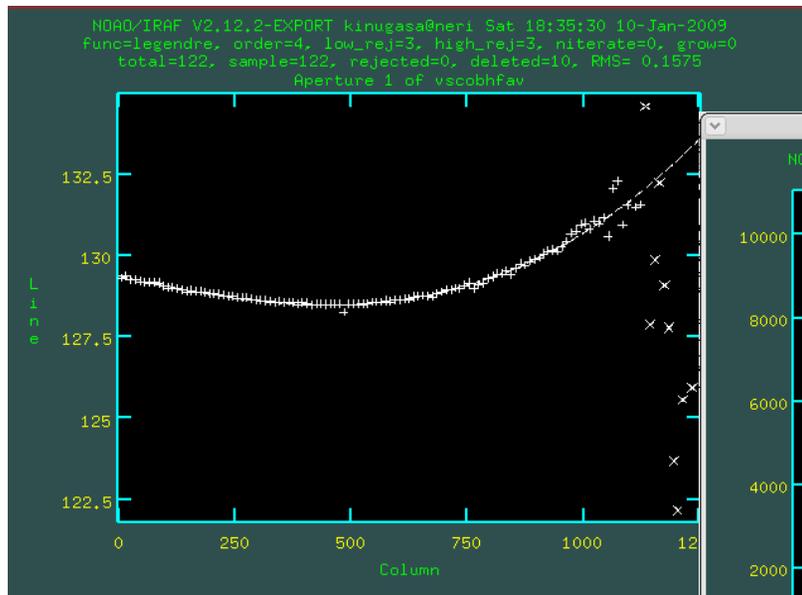
実際に切出す時は、天体光強度のピーク位置を基準に、指定した幅(たとえば、ピークから15ピクセル離れたところまでの計31ピクセル)で切出す。
skyも、天体光強度のピーク位置を基準に、切出し部位を指定する。



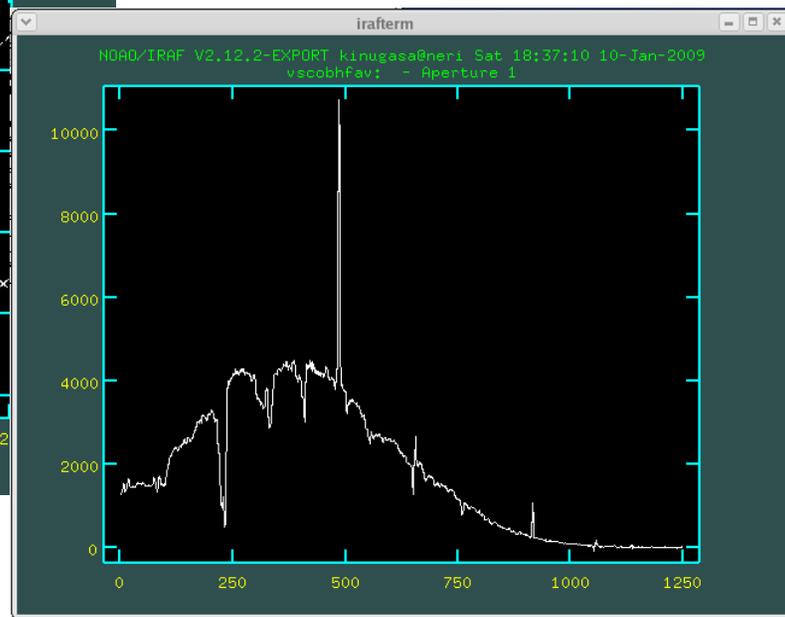
分光データ整約の手順

実際に切出すにあたって、正しく天体のスペクトル位置にくるように、自動的に強度のピーク位置をトレースしてから切り出す。このトレース結果から実際に切り出す位置を決定する。

切り出した天体のスペクトル。
横軸はピクセル位置。



ピーク位置のトレース結果から適当な関数をフィットして求める。



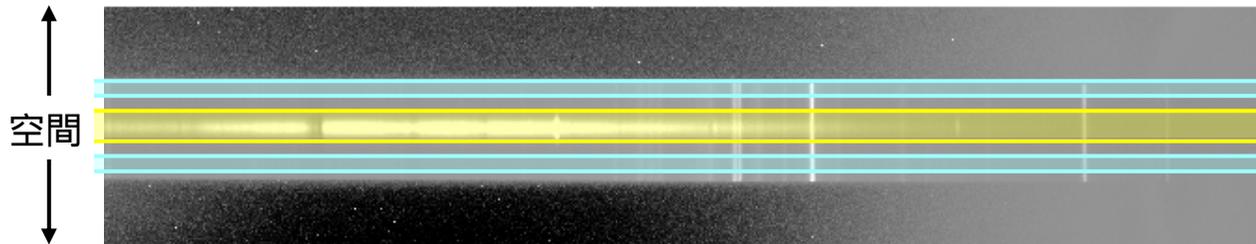
- twod
- apex

- apall objbhfav.fits
- apall stdbhfav.fits

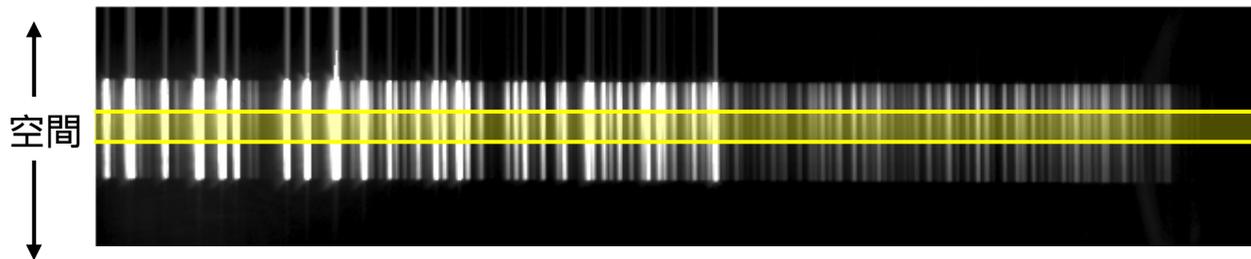
分光データ整約の手順

2) 波長同定

a) "comp" から、各天体に対応する部分を切出して一次元化する。



一次元化



ピクセル座標と波長との対応関係は、"空間的な位置"によって異なる。したがって、波長同定に使う較正光源も、天体スペクトルを一次元化するために切出した部分と同じ場所を切出す必要がある。

```
•apall compobjav.fits referen=objbhfav.fits inter- find-  
recent- edit- trace- fittrac- extras- back-
```

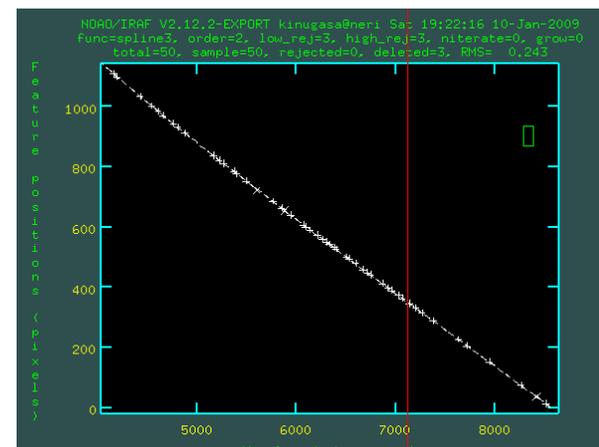
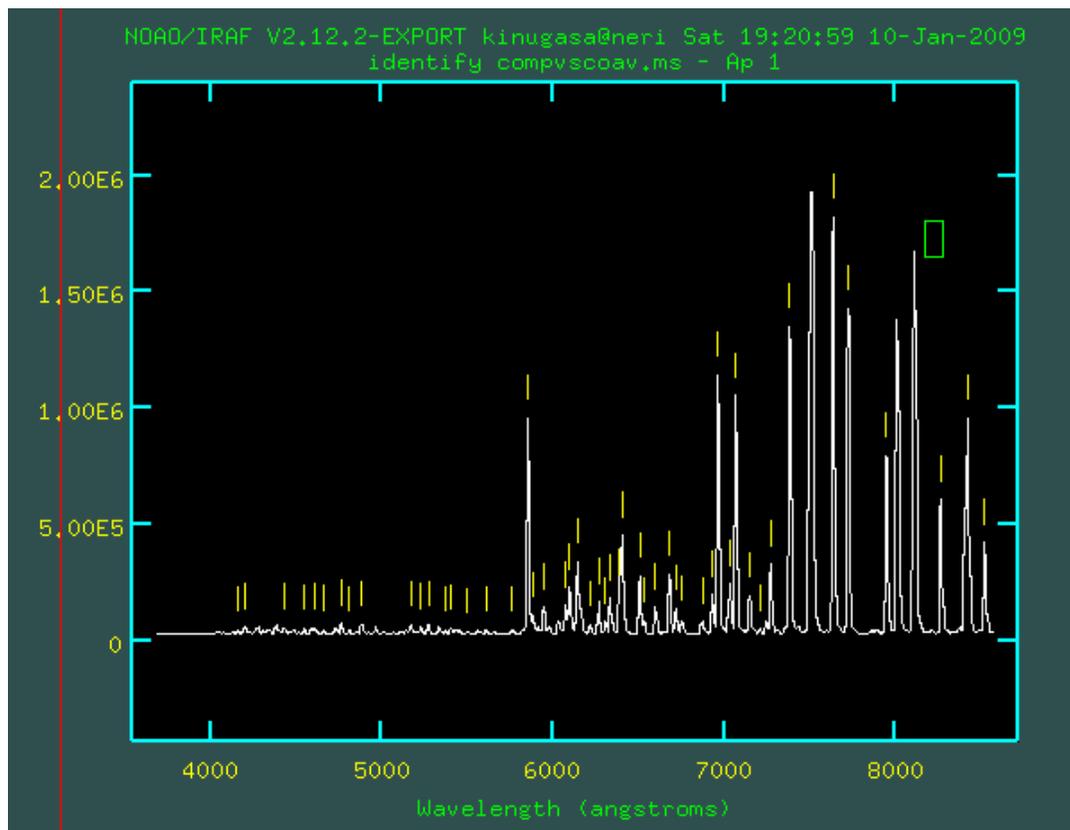
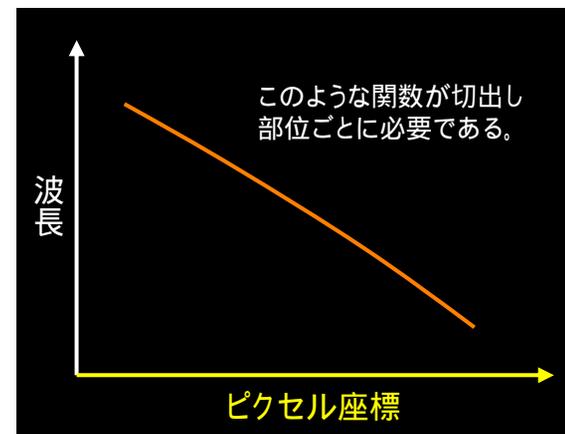
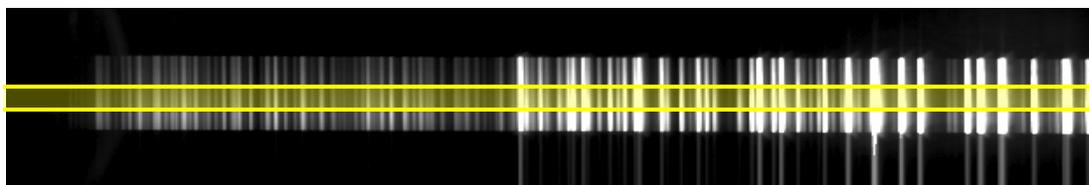
```
•apall compstdav.fits referen=stdbhfav.fits inter-  
find- recent- edit- trace- fittrac- extras- back-
```

分光データ整約の手順

2) 波長同定

b) 切り出したデータの較正輝線の位置を読み取り、(波長方向の)ピクセル座標と波長との対応づけを行い、”ピクセル座標 - 波長変換関数”を作る。

↑
空間
↓

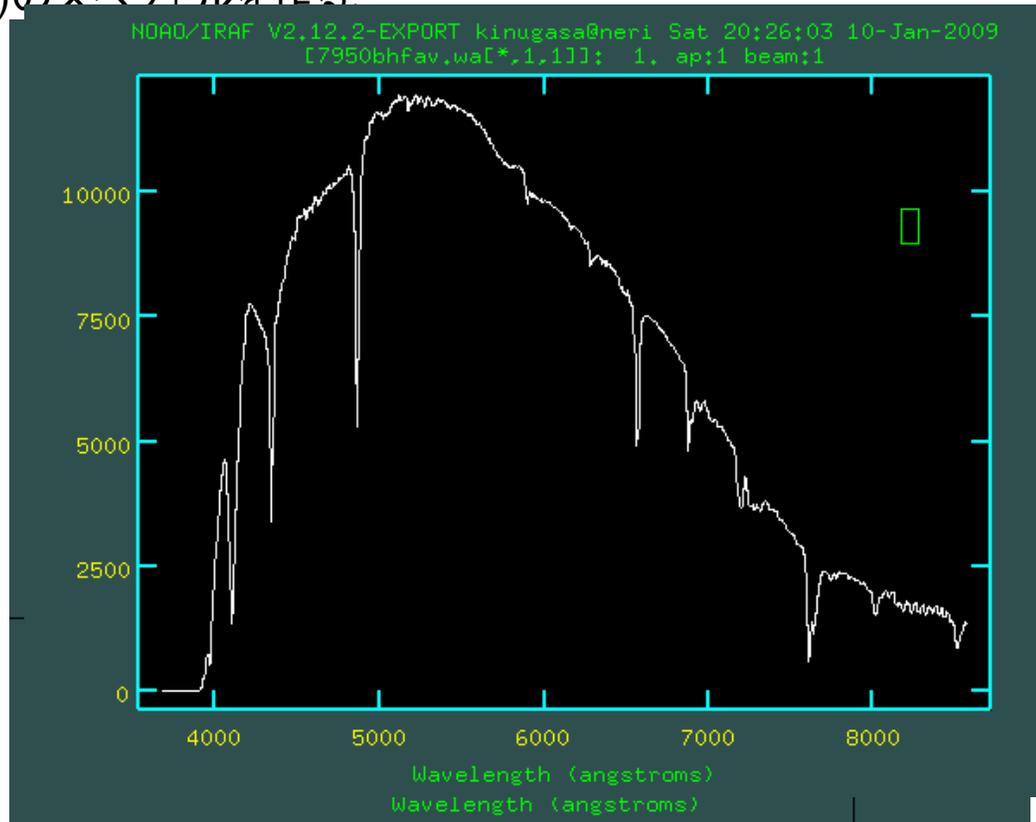


- oned
- ident compobjav.ms
(linelist = / fenear.dat)
数本のlineID を行う。
(4158.5905, 4198.3036, 5852.4879, 7383.9805,
7635.1060)
l : autolD
f : fit
h,j,k,l : display
- ident compstdav.ms
- refspect objbhfav.ms.fits refer=compobjav.ms.fits
- refspect stdbhfav.ms.fits refer=compstdav.ms.fits
- dispacor objbhfav.ms.fits objbhfav.wa.fits
- dispacor stdbhfav.ms.fits stdbhfav.wa.fits

分光データ整約の手順

2) 波長同定

- "comp"から、各天体に対応する部分を切出す。
- 切り出したデータの較正輝線の位置を読み取り、(波長方向の)ピクセル座標と波長との対応づけを行い、"ピクセル座標 - 波長変換関数"を作る。
- b)で求めた関数を適用して、ピクセル座標を波長に読み替えて、各天体("obj", "std" など)のスペクトルを作る



横軸がピクセル座標から波長になったもの。

縦軸はカウントのまま。

("objbf-wa")

("stdbf-wa")

分光データ整約の手順

3. スペクトルの(一次)処理を行う。

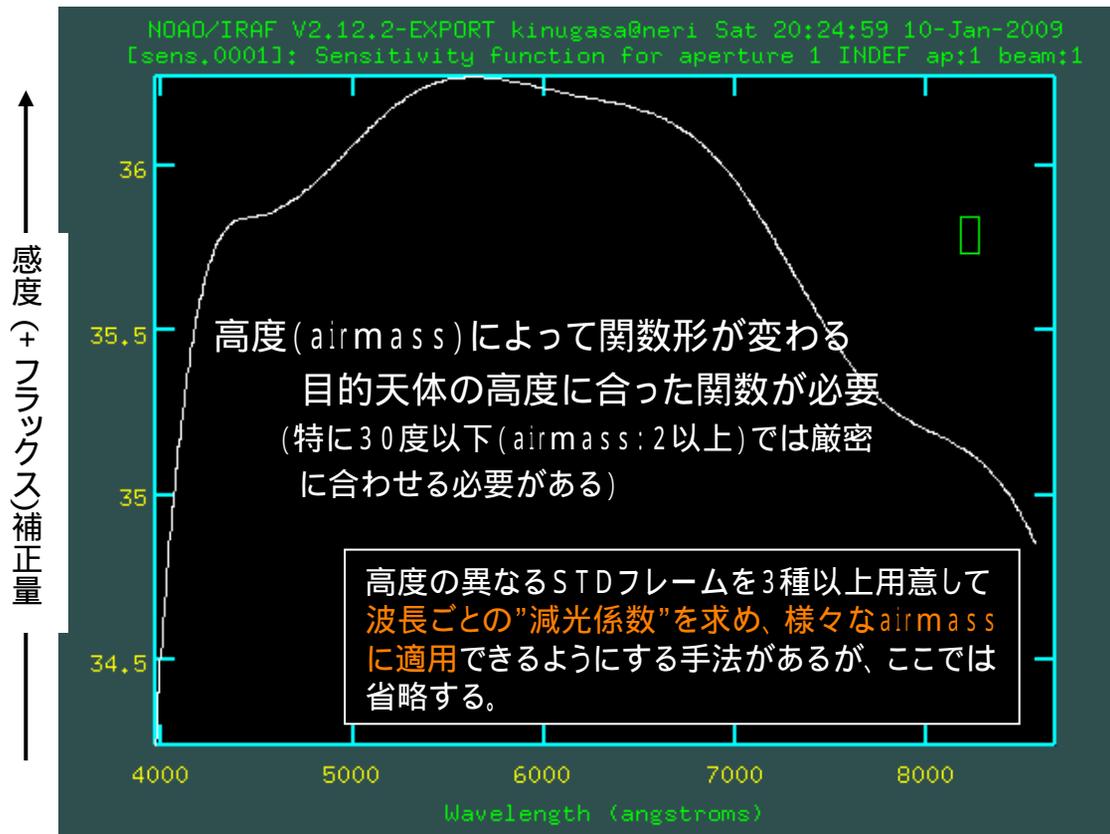
3) 波長感度補正

- a) "std 1 bf - wa , std 2 bf - wa..."を大気圏外でのSTDのスペクトルと比較し、観測機材や大気差によって生じる"波長による感度の違い"を補正する"波長感度補正関数"を作る。
スリットに完全に天体が"落ちて"いる場合には、"フラックス補正関数"にもなっている。
(STDは"分光測光標準星")
- b) "obj bf - wa"にa)で求めた関数を適用して、波長感度補正を行い、大気圏外で得られるはずのスペクトルを得る(obj - cal)。

分光データ整約の手順

3) 波長感度補正

- a) "std1bf-wa, std2bf-wa..."を大気圏外でのSTDのスペクトルと比較し、観測機材や大気差によって生じる"波長による感度の違い"を補正する"波長感度補正関数"を作る。



"天体のスペクトル"をこの関数で割って、
"真の(大気圏外の)天体のスペクトル"
を導出する。

撮像の一次処理で言えば、波長感度補正関数で割ることは、フラット処理を行うことに相当する。

すなわち、この処理は、"波長に関するフラット"処理に他ならない。

波長 →

まず、AIRMASS をFITSキーワードとしてファイルに書いておく。

- `hedit stdbhfav.wa AIRMASS 1.52`
- `hedit objbhfav.wa.fits 1.62`

IRAF標準星のスペクトルデータと実際のデータと対応をとる。

- `standard stdbhfav.wa std extinct="extinct.dat" (inter-)
star_nam=HR7950 airmass=1.52 exptime=1`

感度曲線を求める。

- `sensfunc std sens extinct="extinct.dat" newexti=""`

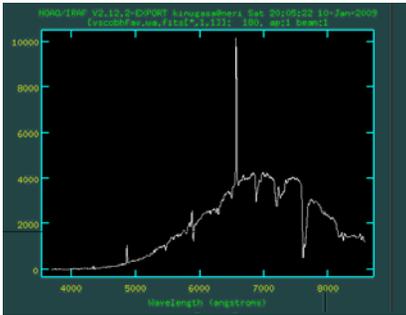
実際に割り算をして補正する。

- `calib objbhfav.wa objbhfav.cal 1.62 180`
- `calib stdbhfav.wa stdbhfav.cal 1.52 1`

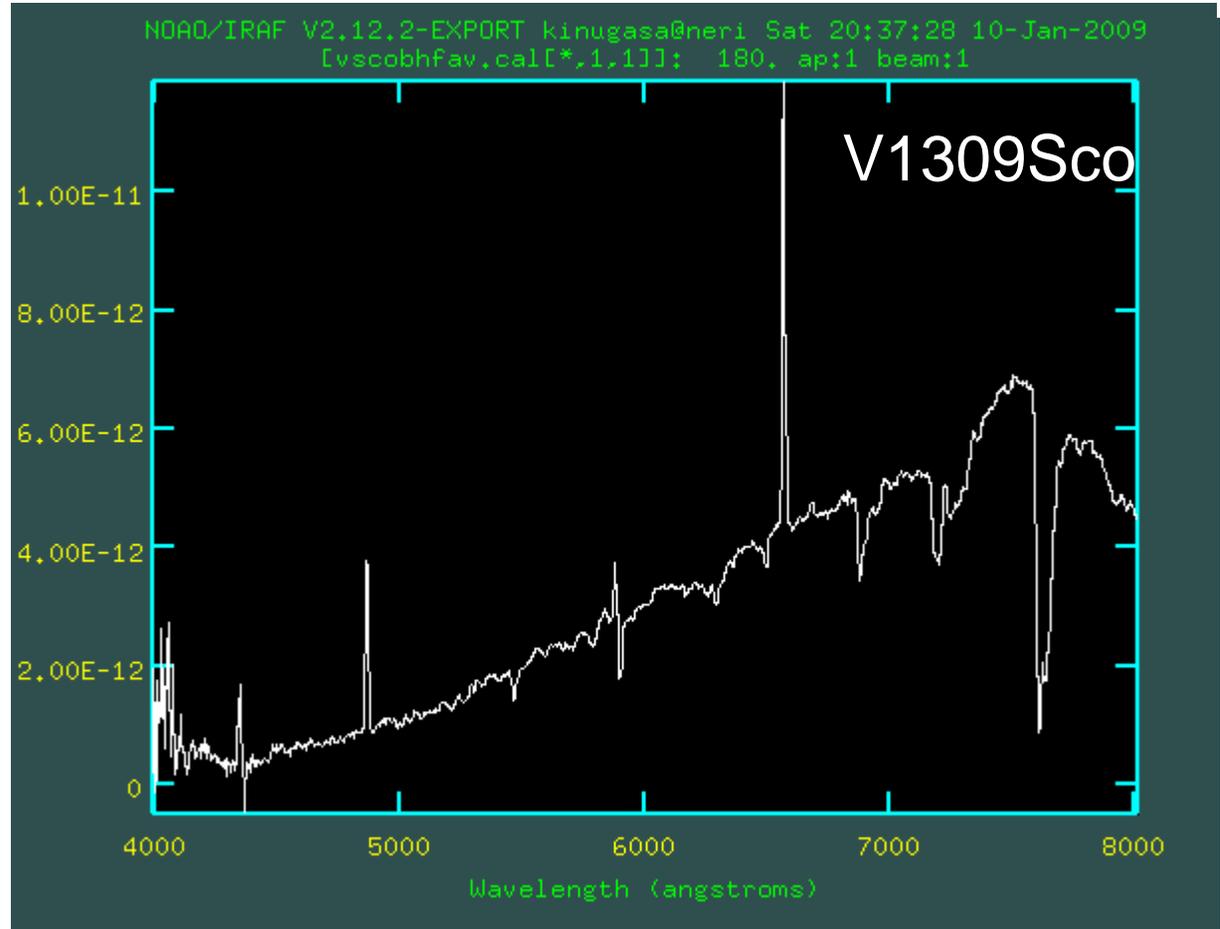
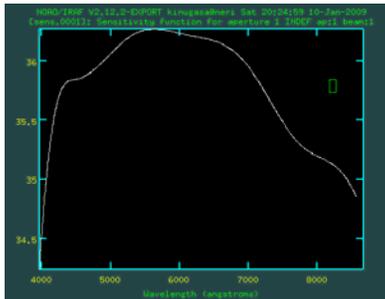
分光データ整約の手順

3) 波長感度補正

b) "obj - s"にa)で求めた関数を適用して、波長感度補正を行い、大気圏外で得られるはずのスペクトルを得る(obj - cal)。



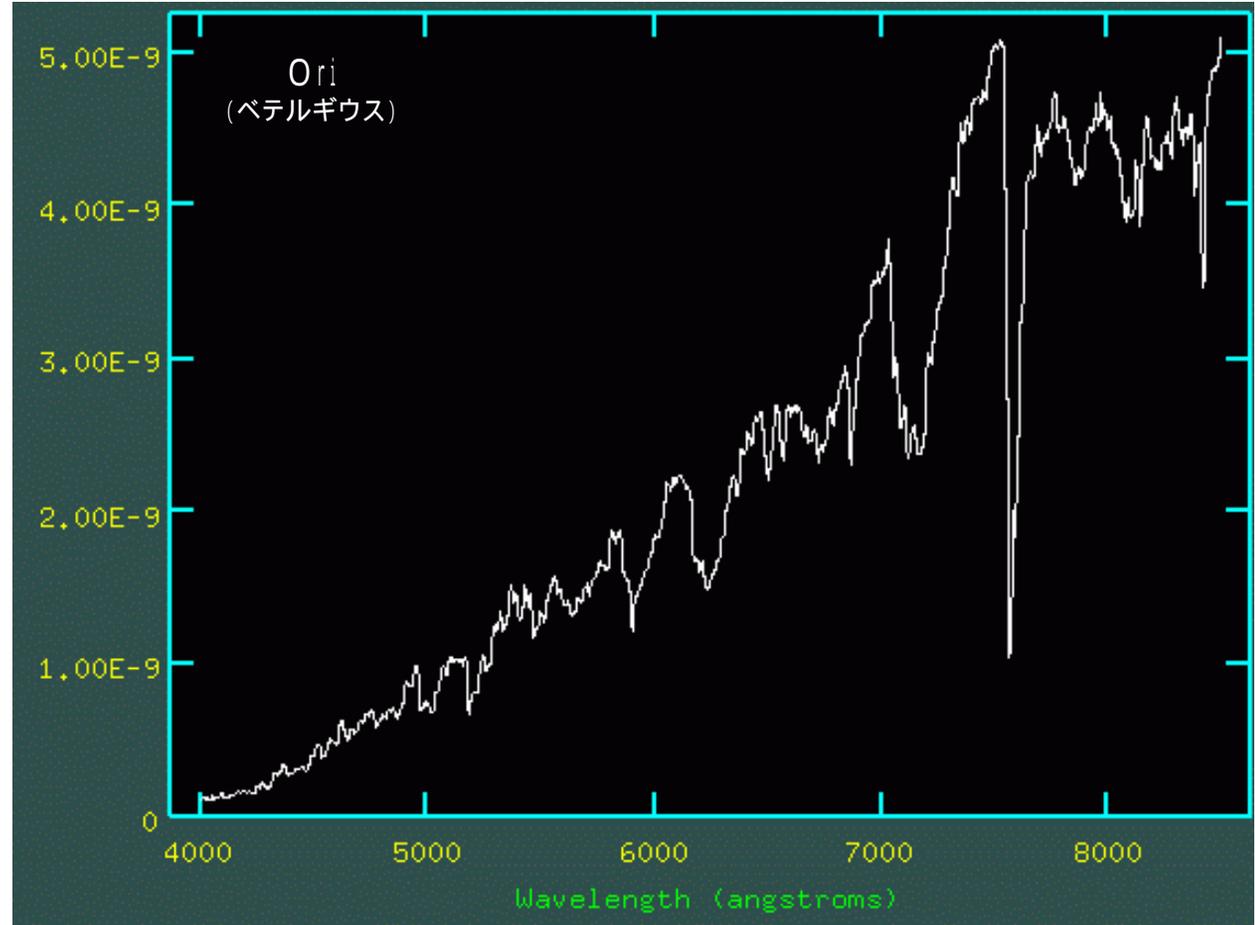
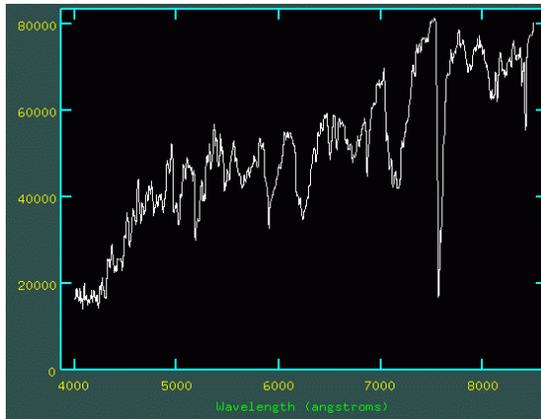
÷



分光データ整約の手順

3) 波長感度補正

b) "obj - s"にa)で求めた関数を適用して、波長感度補正を行い、大気圏外で得られるはずのスペクトルを得る(obj - cal)。



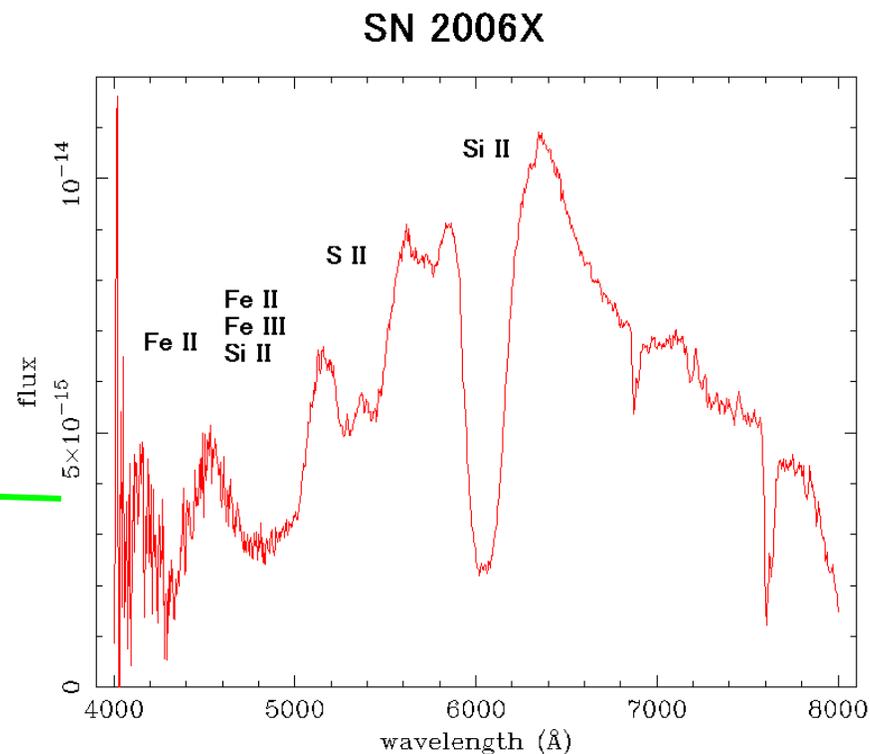
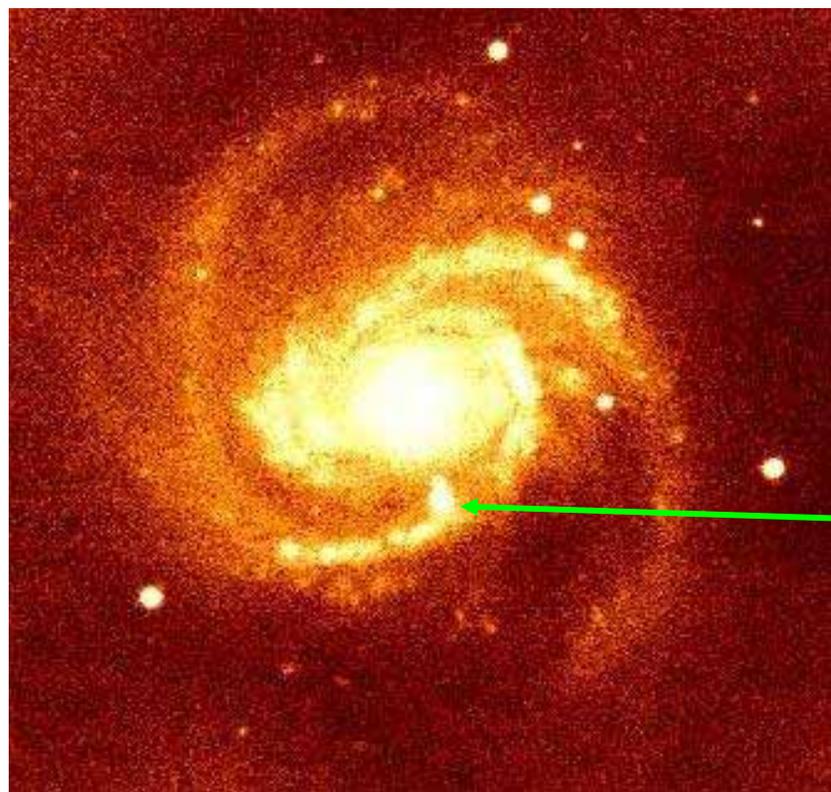
スペクトルを表示する。

- `splot objbhfav.cal.fits`

スペクトルをテキストファイルに書き出す。

- `wspectext objbhfav.cal.fits[* ,1,1] objbhfav.txt`

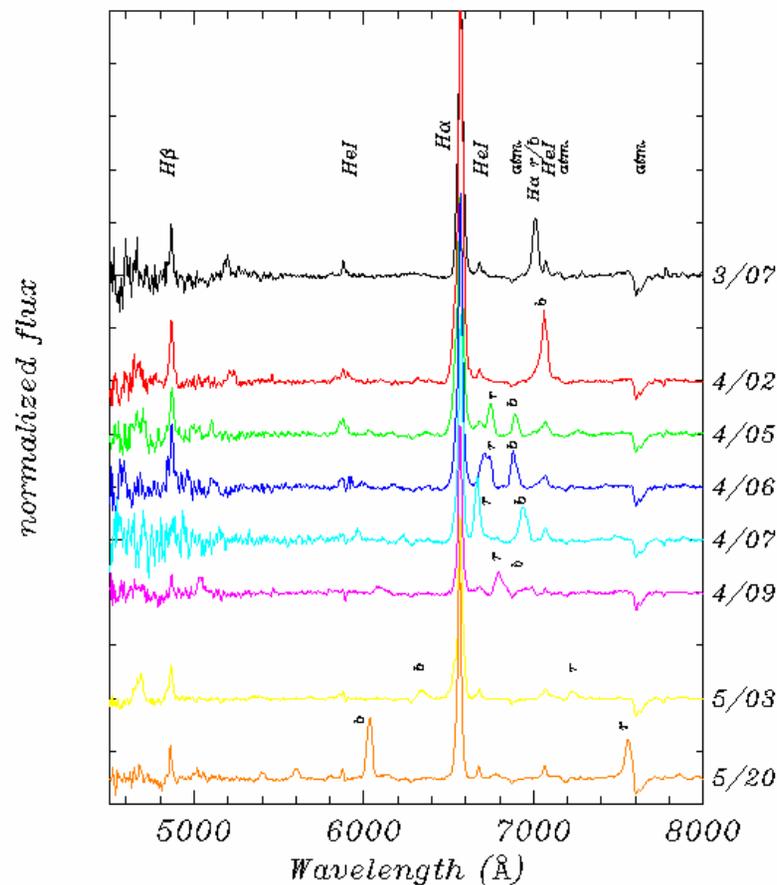
観測例 超新星2006X



M106に出現した超新星2006XのR-band画像(左)とスペクトル(右)。珪素と鉄などの吸収線が顕著なIa型超新星である。

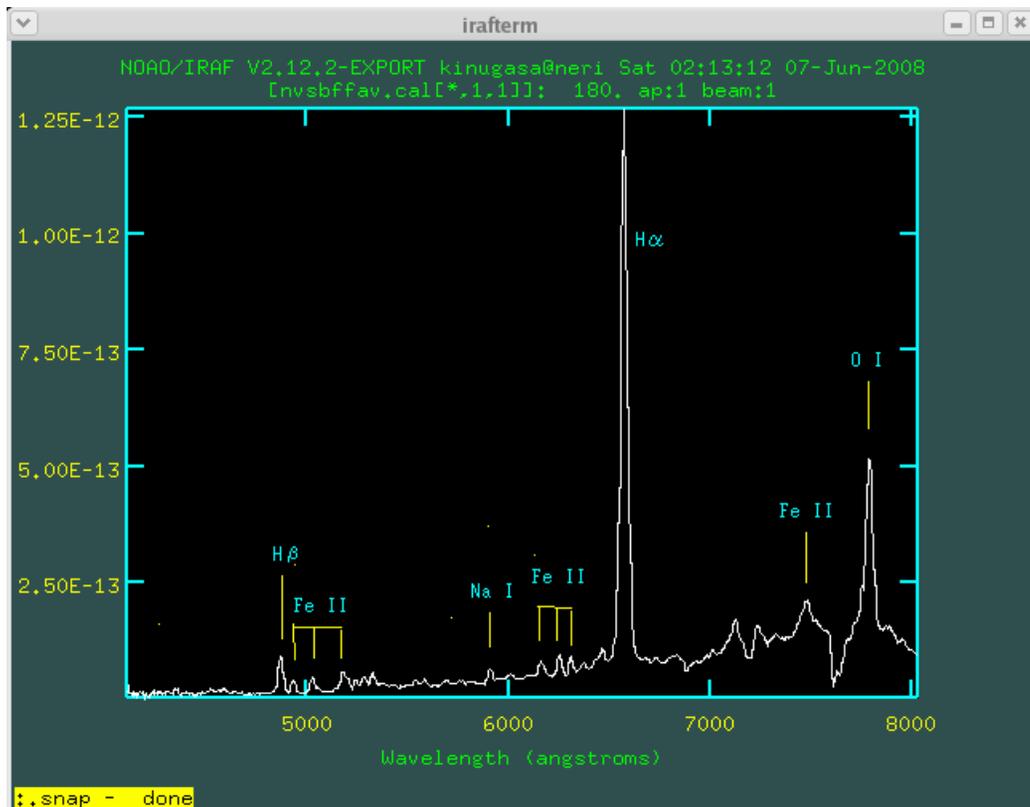
観測例 特異変光星SS433

SS433 spectrum variation



2006年3月～5月にかけて観測したSS433のスペクトルの変化を示しています。ブラックホール天体であると考えられているSS433は、2本のジェットをもっていると考えられています。図の“r”と“b”としるしをつけた輝線がそのジェットに対応しており、日ごとにその向きを変えているのがわかります。

観測例 へびつかい座V2671



九州在住の西山さんと
椋島さんが2008年5月
31日にへびつかい座
に約11等の新星らしき
天体を発見しました。
この天体を6月7日に
分光観測をして、新星
であることを確認しまし
た。このデータでは、水
素(H α), 酸素(OI)、鉄
(FeII)などの高温ガス
であることを示す輝線
が見られます。