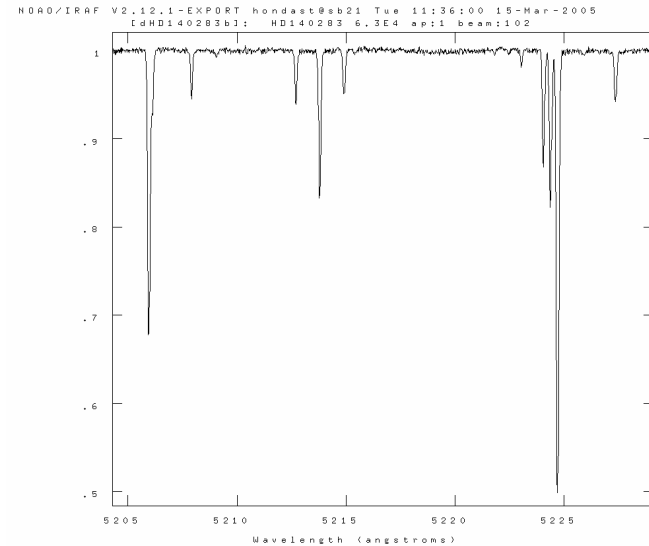
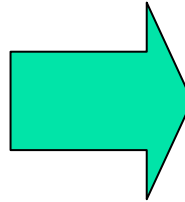
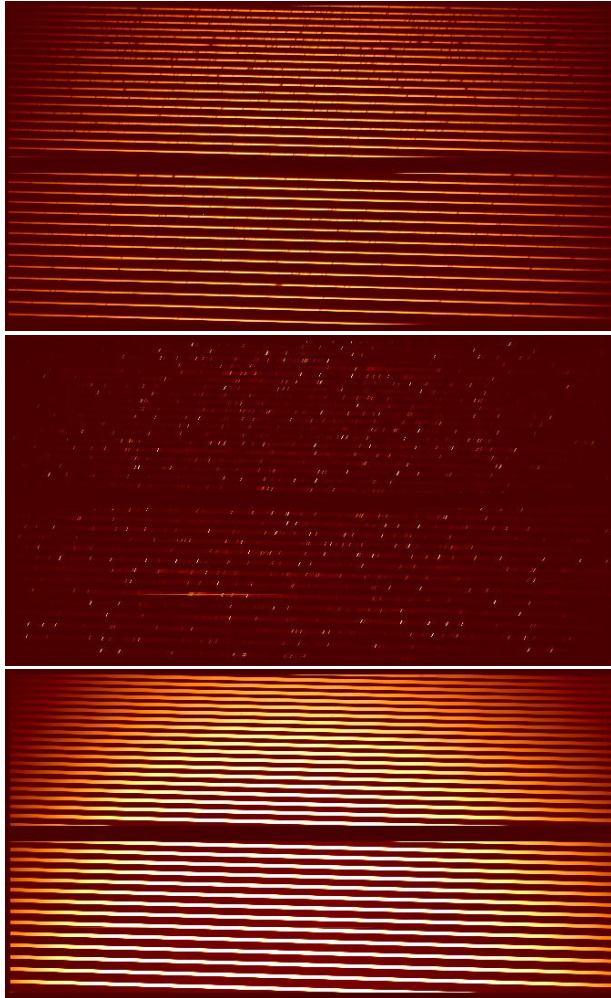


GAOESデータ処理について

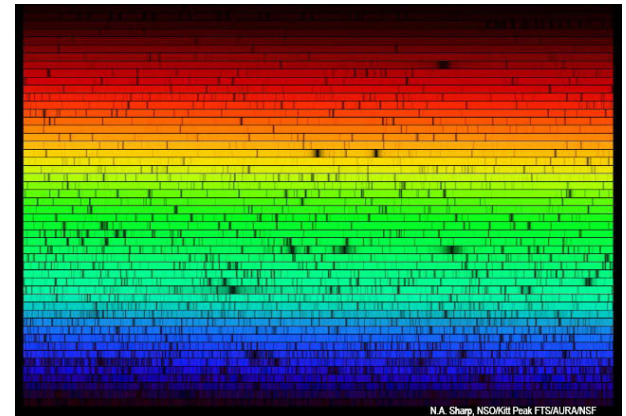
Ver.1.2



2009.2.1
天文学校

エシェル分光器

- 岡山観測所188cm望遠鏡
 - HIDES
- すばる望遠鏡
 - HDS
- 基本的に解析方法は同じ



GAOESデータの1次処理

2次元画像から1次元のスペクトルを抽出して、波長較正まで

- CCDの処理
 - Bias引き、flat割り
- 分光(エシエル)データの処理
 - スペクトル抽出、波長較正、
- GAOES固有の処理
 - オーバースキャンの処理、傾いたスリットの対応

解析で使うデータ

- Object
 - 星など天体のスペクトル画像。
- Bias
 - 0秒露出して得られる画像。
- Flat
 - 各ピクセルの個性を補正するため、2次元的に一様な明るさ分布をしたものを撮ったデータ。
- Comparison (HCT)
 - 波長較正用に使うTh-Arのライン
- (Dark)
 - GAOESの場合ほとんど不要

FITSファイル

```
kterm
/ Blaze Angle (degree) H_EEFSRA= 6.00 / Offset Angle of the Incident
t Beam (degree) H_EGAMMA= 0.00 / (degree) H_EROTAN=
0.39933 / Echelle Rotation Angle (degree) COMMENT /CROSS DISPERSER GRATING
/ Cross Disperser (BLUR, RED, MIRROR, N
IR) H_CDONST= 250.000 / Ruling pitch (grooves/mm) H_CELAZE=
5.000 / Blaze Angle (degree) H_EEFSRA= 0.00 / Offset Angle at B
Blaze Wavelengths (degree) H_CGAMMA= 45.00 / (degree)
H_EROTAN= 4.36960 / Cross Disperser Rotation Angle (degree) COMMENT /CAMERA
H_CMRFL = 770.85 / Camera focal length (mm)
COMMENT /Detector Focusing Unit H_FOCUS =
0.70000 / Focusing unit position (mm) H_PITCH = -0.00000 / Focusing
s unit pitching angle (degree) H_YAWING= -0.05000 / Focusing unit yawing angle (degree)
H_DETROT= -0.99986 / Rotation angle of the detector unit (degree) COMMENT /I2Cell and
/NOUSE) H_DETROT= -0.99986 / Rotation angle of the detector unit (degree) / I2 Cell Mode (USE
/NOUSE) H_LIM = 'NOUSE' , H_I2CELL= 'NOUSE'
H_I2TEMP= 0.0 H_I2POS = 'UNKNOWN' H_LIMINTG= 0.0
H_LIMPOS = 'UNKNOWN' H_ETMP1 =
7.5 / Nasmyth Temperature 1 (Kelvin) H_ETMP2 = 7.5 / Nasmyth
Temperature 2 (Kelvin) H_SUPER = 'NONE' / Super Resolution Mode (POS1, POS2, NO
NE) COMMENT /Auto Guider (offset guider) H_AG-OBJ= , / RA of the guide o
bject H_AG-ODE= , / Dec of the guide object
H_AG-RA = , / RA of the tracked pos. on the slit guide pos. H_AG-DEC= ,
/ Dec of the tracked pos. on the slit guide pos. H_GAIN1 = 1.762 / Readout gain of left (small
er X) side of CCD H_GAIN2 = 1.695 / Readout gain of right (larger X) side of CCD H_OSMINI=
1025 / Start of overscan region for AXIS1 H_OSMAX1= 1124 / End of
overscan region for AXIS1 H_OSMINI2= 1 / Start of overscan region for AXIS2
H_OSMAX2= 4100 / End of overscan region for AXIS2 HISTORY File modif
ied by user 'hdsuser' with fv on 2000-07-11T04:42:41 WCSIDM = 2
CD2_2 = 1. CD1_1 = 1. WCSIDM = 1. LIM1_1 = 1.
WAT0_001= 'system=multispec' LIM2_2 = 1. WAT1_001=
'wtype=multispec label=Wavelength units=Angstroms' WAT2_001= 'wtype=multispec spec1 = "1 10
2 0 5394.1945703125 0.016205243908974 3" APCATIE= 'Scattered Light subtracted'
RANDI11= 'spectrui - background none, weights none, clean n' WAT2_002= '500 0.55
.95 62.61" spec2= "2 103 0 5945.5556640625 0.0160616481941" WAT2_003= "27 3500 0.129.31 135.97" spec3= "3 10
4 0 5237.79296875 0.015920285" WAT2_004= "260074 3500 0.201.37 208.03" spec4= "4 106 0 5250.8745117188 0.015"
WAT2_005= "781015668017 3500 0.272.20 278.85" spec5= "5 106 0 5204.7783203125" WAT2_006= "0.01564397836753
3500 0.341.82 348.48" spec6= "6 107 0 5159.4833" WAT2_007= "984375 0.015509174496235 3500 0.410.25 416.91" s
pec7= "7 108 0 511" WAT2_008= "4.9692328212 0.0155764563587811 3500 0.477.55 494.21" spec8= "8 109" WAT2_009=
"0 5071.216793875 0.0152498843075 0.0152498843075 3500 0.545.71 550.35" spec9= "9 110 0 5038.205426887 0.015
117600664447 3500 0.608.81 615.46" spe WAT2_011= "c10 = "10 111 0 4985.919921875 0.014991448449567 3500 0.67
2.92 679. WAT2_012= "58" spec11= "11 112 0 4944.3395654687 0.014867250017862 3500 0.735" WAT2_013= "82 742.4
8" spec12= "12 113 0 4903.4457779437 0.014745144818162 3500" WAT2_014= "0 0.797.82 804.48" spec13= "13 114 0
4963.2260742187 0.01462485375" WAT2_015= "2858 3500 0.858.83 865.48" spec14= "14 115 0 4823.65015625 0.01450"
WAT2_016= "5616570749 3500 0.918.86 925.61" spec15= "15 116 0 4784.7329101562" WAT2_017= "0.01439027220634
3500 0.977.95 994.61" spec16= "16 117 0 4745.42" WAT2_018= "91392198 0.01427870256613 3500 0.1036.16 1042.8
1" spec17= "17 118" WAT2_019= "0 4703.7338867187 0.014162947225993 3500 0.1093.45 1100.11" spec18= "18 119 0 4671.6323242188 0.014061728832666 3500 0.1149.86 1156." WAT2_021= "51" spec19= "19 120 0 4635.1
93375 0.013942320573735 3500 0.1205.42" WAT2_022= "1212.08" spec20= "20 121 0 4599.15234375 0.01389417025400
1 3500 0.1260.16 1266.82" spec21= "21 122 0 4563.7485820912 0.0137275649710" WAT2_024= "63 3500 0
1314.07 1320.73" spec22= "22 123 0 4528.8793945312 0.013" WAT2_025= "622350176122 3500 0.1367.22 1373.88" s
pec23= "23 124 0 4494.537697" WAT2_026= "5552 0.01361823171573 3500 0.1419.58 1425.24" spec24= "24 125 0 4
WAT2_027= "460.7094960937 0.01341552385503 3500 0.1471.18 1477.83" spec25= "2" WAT2_028= "5 126 0 4427.373882
8125 0.01331365323128 3500 0.1522.04 1528.69" sp WAT2_029= "ec26= "26 127 0 4394.5400390625 0.01321275944912
3 3500 0.1572.17" WAT2_030= "578.83" spec27= "27 128 0 4362.1762895312 0.013112982057374 3500 0.1621.60 1628.25" spec28= "28 129 0 4330.2783203125 0.0130136233120" WAT2_032= "18 3500 0.1670.20 1676.86" s
pec29= "29 130 0 4298.533894375 0.0128" WAT2_033= "1510185946 3500 0.1713.46 1726.11" spec30= "30 131 0 4267
83261963" WAT2_034= "12 0.0128173880201 3500 0.1765.66 1772.31" spec31= "31 132 0 4235.172" WAT2_035= "7 1283719
75 0.012719454442341 3500 0.1812.35 1819.01" spec32= "32" WAT2_036= "133 0 4207.1162109375 0.012622328477779
- 30334 - (33)
```

- FITS (Flexible Image Transport System)
- 天文データ汎用のフォーマット
- ヘッダ部とデータ部(バイナリ)からなる

解析にはIRAFのechelle パッケージを使う

- IRAFはNOAOで開発された画像解析用のソフト、可視のデータ処理では良く使われている。
- さまざまなタスクがパッケージにまとめられている
 - *noao* → *imred* → *echelle*
- *mkiraf* : 初期設定
- *cl* : 起動
- *epar task名* : パラメータのエディット":go"で実行
- *!* : UNIXのコマンドを使うとき(rmなど)
- *display* : 画像表示

splot のコマンド

- *w + k, j, t, b* 表示領域の変更
- *:q* 抜けるとき

人によっても手法が違ったりしますが今回は
すばる/HDSマニュアルに沿って行います

データ取得 (object, Th-Ar, Flat, bias)



← overscanの処理

~~cosmic ray 除去~~, bias 差引 : OBJ, TH-AR, FLAT



normalized FLAT 作成 apflatten

flat-fielding (感度ムラ補正)



background (scattered light, sky) 除去 apscatter



OBJ 一次元化 apall

TH-AR 一次元化 apall



波長較正 ecidentify, refspectra, dispcor



continuum 規格化 continuum or ~~flux calibration~~



一本化 scomb



reduced spectrum !!

CCD画像の処理

← 傾いたスリットの対応

分光データの処理

Irafの起動

```
[honda@neri ~/gakkou08]$ mkiraf
```

使うターミナルを聞かれるので適当なものを選ぶ

```
-- creating a new uparm directory
```

```
Terminal types:
```

```
xgterm,xterm,gterm,vt640,vt100,etc.
```

```
Enter terminal type: xgterm
```

A new LOGIN.CL file has been created in the current directory.

You may wish to review and edit this file to change the defaults.

```
[honda@neri ~/gakkou08]$
```

login.clの変更

viはファイルの編集などを行うエディタ

書き込むときには「i」で、カーソルを移動するときは、「Esc」で切り替える。

編集したファイルを保存して終了するときは「:wq」、保存しないで終了するときは「!q」

```
[honda@neri ~/gakkou08]$ vi login.cl
```

```
# LOGIN.CL -- User login file for the IRAF command language.
```

```
# Identify login.cl version (checked in images.cl).
```

```
if (defpar ("logver"))
```

```
    logver = "IRAF V2.12.2 January 2004"
```

```
set    home      = "/asama/user/honda/gakkou08/"
```

```
set    imdir     = "/iraf/imdirs/honda/"
```

```
set    uparm     = "home$uparm/"
```

```
set    userid    = "honda"
```

```
# Set the terminal type.
```

```
if (envget("TERM") == "xterm") {
```

```
    if (!access (".hushiraf"))
```

```
        print "setting terminal type to xgterm..."
```

```
    stty xgterm
```

```
} else {
```

```

# Set the terminal type.
if (envget("TERM") == "xterm") {
  if (!access (".hushiraf"))
    print "setting terminal type to xgterm..."
  stty xgterm
} else {
  if (!access (".hushiraf"))
    print "setting terminal type to xgterm..."
  stty xgterm
}

# Uncomment and edit to change the defaults.
#set editor = vi
#set printer = lp
#set pspage = "letter"
#set stdimage = imt800 <- imt4096
#set stdimcur = stdimage
#set stdplot = lw
#set clobber = no
#set filewait = yes
#set cmbuflen = 512000
#set min_lenuserarea = 64000
#set imtype = "imh" <- "fits"
#set imextn = "oif:imh fxf:fits,fit plf:pl qpf:qp stf:hhh,??h"

```

変更したら

:wq

[honda@neri ~/gakkou08]\$

```
[honda@neri ~/gakkou08]$ xgterm &
```

指定したターミナルウィンドウを使う。
xgterm上で

Irafの起動

```
[honda@neri ~/gakkou08]$ cl
```

setting terminal type to xgterm...

NOAO PC-IRAF Revision 2.12.2-EXPORT Sun Jan 25 16:09:03 MST 2004
This is the EXPORT version of PC-IRAF V2.12 supporting most PC systems.

Welcome to IRAF. To list the available commands, type ? or ??. To get detailed information about a command, type `help command'. To run a command or load a package, type its name. Type `bye' to exit a package, or `logout' to get out of the CL. Type `news' to find out what is new in the version of the system you are using. The following commands or packages are currently defined:

ace.	dbms.	graspo.	mxtools.	softools.	vol.
adccdrom.	dimsum.	guiapps.	nlocal.	spectime.	xccdred.
arcon.	etools.	ice.	nmisc.	spptools.	xdimsum.
ared.	finder.	ifocas.	noao.	sqiid.	xdwred.
aspec.	fitsutil.	images.	nso.	steward.	xray.
ccdacq.	ftools.	language.	obsolete.	stsdas.	
color.	gemini.	lists.	plot.	system.	
ctio.	gmisc.	mscred.	proto.	tables.	
dataio.	grasp.	mtools.	rgo.	utilities.	

```
cl>
```

echelleパッケージを呼び出す

cl> **noao**

artdata.	digiphot.	nobsolete.	onedspec.
astcat.	focas.	nproto.	rv.
astrometry.	imred.	observatory	surfphot.
astutil.	mtlocal.	obsutil.	twodspec.

no> **imred**

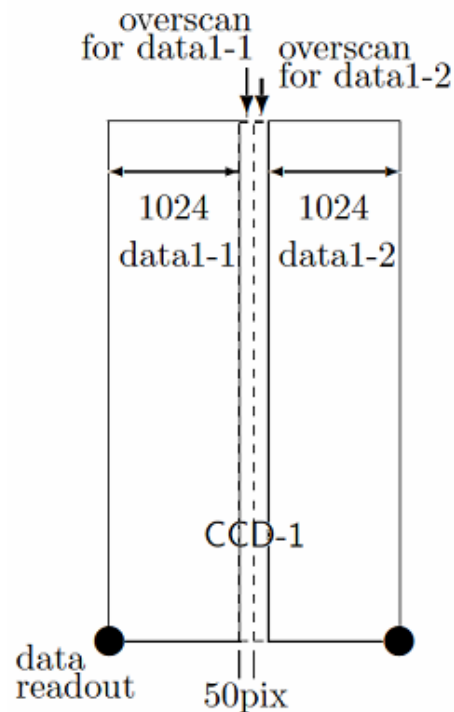
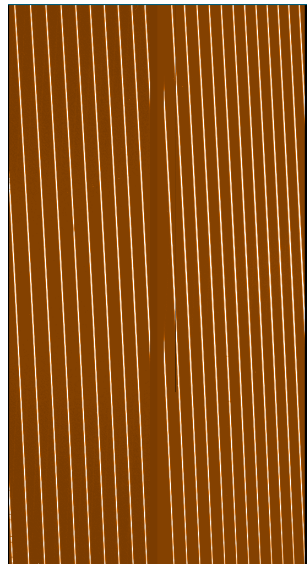
argus.	crutil.	echelle.	iids.	kpnocoude.	specred.
bias.	ctioslit.	generic.	irred.	kpnoslit.	vtel.
ccdred.	dto.	hydra.	irs.	quadred.	

im> **echelle**

apall	aprecenter	demos	overscan_gao	setjd
apdefault@	apresize	deredden	refspectra	sflip
apedit	apscatter	dispcor	sapertures	slist
apfind	apsum	doecslit	sarith	specplot
apfit	aptrace	dofoe	scombine	specshift
apflatten	bplot	dopcor	scopy	splot
apmask	calibrate	ecidentify	sensfunc	standard
apnormalize	continuum	ecreidentify	setairmass	

ec>

オーバースキャン領域の処理



- 読み出しのノイズ処理
- スクリプトを使って処理できる (overscan_gao.cl)
 - オーバースキャン領域の平均を取る
 - 平均値を引く
 - ゲインをかける
 - CCDを1つにつなげる
 - `task overscan_gao = /path/overscan_gao.cl`
- 少し時間がかかる。

オーバースキャンスクリプトの設定

```
ec> pwd  
/home/honda/gakkou08  
ec> ls overscan_gao.cl  
overscan_gao.cl  
ec> task overscan_gao = /home/honda/gakkou08/overscan_gao.cl  
  
ec>
```



この部分はファイルを置いてあるディレクトリを指定する。

スクリプトのファイルをWindowsのブラウザでダウンロードして保存するときには注意

リストファイルの作成

```
[honda@neri ~/gakkou08]$ ls
20090126.log      20090126_001.fits
20090126_002.fits 20090126_003.fits
20090126_004.fits 20090126_005.fits
[honda@neri ~/gakkou08]$ ls *.fits > in
[honda@neri ~/gakkou08]$ more in
20090126_001.fits
20090126_002.fits
20090126_003.fits
20090126_004.fits
20090126_005.fits
```

- いくつかのファイルをまとめて処理するときには、リストファイルを使うと便利です。

同じ処理内容を、多数のファイルに対して実行するとき、処理したいデータ(ファイル名)をリストにしておき、リストのファイル名に@マークをつけてタスクを実行すると、一括処理を行うことができます。

リストファイルの作成

入力ファイルの作成

```
ec> ls *.fits > in  
ec> !more in  
20090126_001.fits  
20090126_002.fits  
20090126_003.fits  
20090126_004.fits  
20090126_005.fits  
....
```

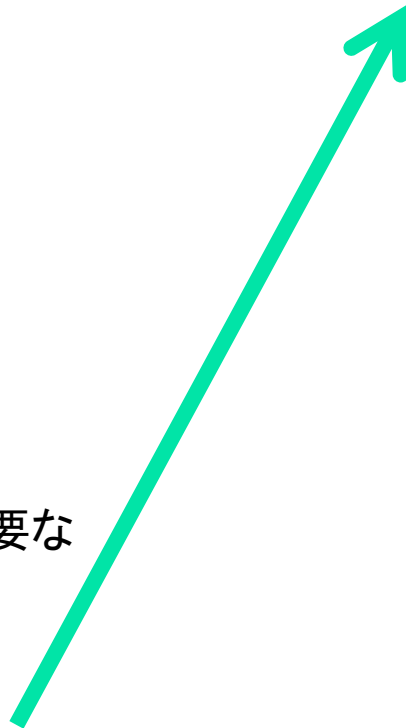
viでinファイルを編集し、必要な
ファイルだけを残す

```
ec> vi in
```

出力ファイルを作っておく

```
ec> cp in out  
outファイルを編集する
```

```
ec> vi out  
os001.fits  
os002.fits  
os003.fits  
os004.fits  
os005.fits  
....
```



オーバースキャンの処理

```
ec> overscan_gao @in @out
```

でオーバースキャンの処理が行われる。

```
Overscan mean / stddev of 20090126_001.fits = 474.5103 / 1.709048
```

```
468.117 / 1.61
```

```
5987
```

```
parameter os001.fits,GAIN already exists
```

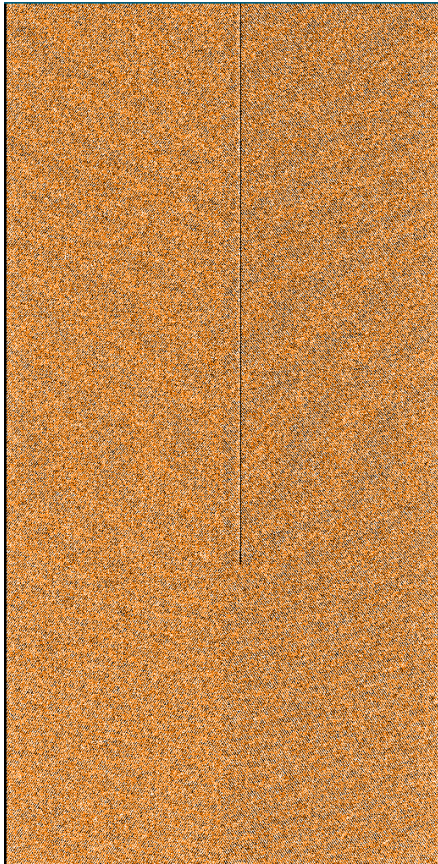
```
Overscan mean / stddev of 20090126_002.fits = 474.6925 / 1.71385
```

```
468.1141 / 1.60
```

```
9061
```

```
....
```

Biasの補正



- 0秒の露出でも0とならない分の補正
- 複数枚をmedianで合成してbiasフレームの作成
 - *imcombine @input bias.fits*
- すべてのフレームからbiasを引く
 - *imarith @input - bias @output*

biasのリストファイル

```
ec> ls os*.fits > input
ec> vi bias
os001.fits
os002.fits
...
```

画像の合成には「imcombine」を使う
タスクのパラメータを変えるときは「epar」を使う。

```
ec> epar imcombine
```

I R A F

Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = immatch

TASK = imcombine

```
input =      @input List of images to combine
output =     bias List of output images
(headers=    ) List of header files (optional)
(bpmasks=   ) List of bad pixel masks (optional)
(rejmask=    ) List of rejection masks (optional)
(nrejmas=    ) List of number rejected masks (optional)
(expmask=    ) List of exposure masks (optional)
(sigmas =    ) List of sigma images (optional)
(logfile=    STDOUT) Log file
```

```
(combine=    median) Type of combine operation
(reject =    none) Type of rejection
(project=    no) Project highest dimension of input images?
(outtype=    real) Output image pixel datatype
(outlimi=    ) Output limits (x1 x2 y1 y2 ...)
(offsets=    none) Input image offsets
(mode =      ql)
```

:go

実行するときには「:go」実行しないで抜けるときには「:q」

Biasの作成

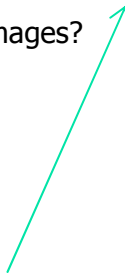
Jan 31 19:42: IMCOMBINE

combine = median, scale = none, zero = none, weight = none
blank = 0.

Images

os001.fits
os002.fits
os003.fits
os004.fits
os005.fits
os006.fits
os007.fits
os008.fits
os009.fits
os010.fits

Output image = bias, ncombine = 10
ec>



使う画像からbiasイメージを引く。
画像の演算には「imarith」を使う。

画像の演算

ec> **epar imarith**

I R A F

Image Reduction and Analysis Facility

PACKAGE = imutil

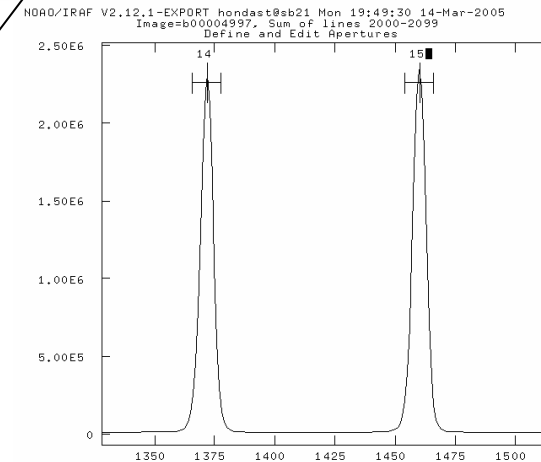
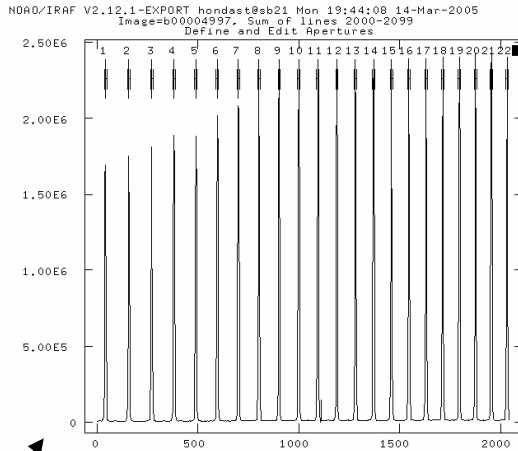
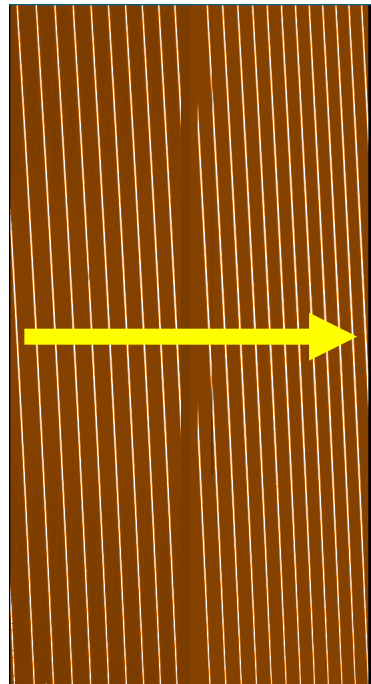
TASK = imarith

operand1=	@in	Operand image or numerical constant
op =	-	Operator
operand2=	bias	Operand image or numerical constant
result =	@out	Resultant image
(title =	)	Title for resultant image
(divzero=	0.)	Replacement value for division by zero
(hparams=	)	List of header parameters
(pixtype=	)	Pixel type for resultant image
(calctyp=	)	Calculation data type
(verbose=	no)	Print operations?
(noact =	no)	Print operations without performing them?
(mode =	ql)	

:q

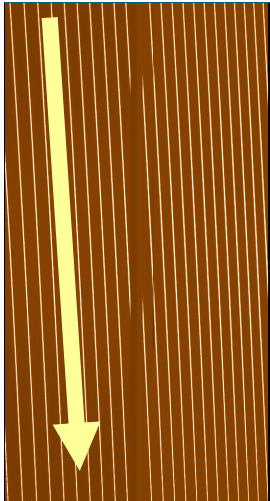
ec> **imarith @in - bias @out**

天体のスペクトルの抽出 (チェックとトレース用)

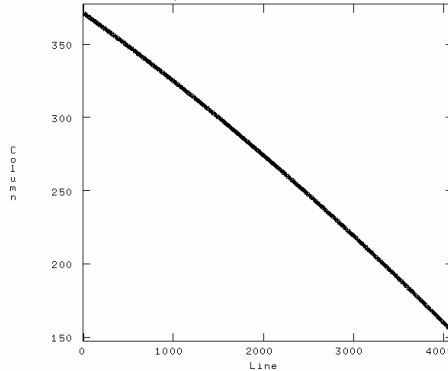


- *apall* を使う
- スペクトルの写っている位置を探す
 - *apfind*
 - 本数を指定する
 - 数えて入力
- 中心を決める
 - *aprecenter*
- 切り出す幅を決める
 - *apresize*
 - *apedit*

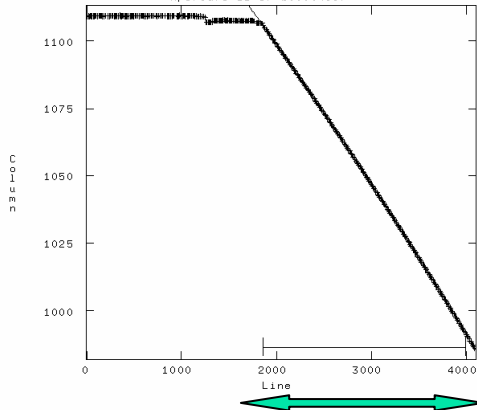
天体のスペクトルの抽出 (チェックとトレース用)



N0A0/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Mon 19:53:34 14-Mar-2005
unc=legendre, order=3, low_rej=3, high_rej=3, niterate=0, grow=
total=410, sample=410, rejected=0, deleted=0, RMS=0.02117
Aperture 3 of b00004997



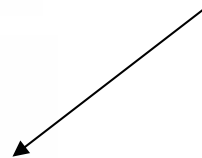
N0A0/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Mon 20:01:49 14-Mar-2005
unc=legendre, order=3, low_rej=3, high_rej=3, niterate=0, grow=
total=391, sample=214, rejected=0, deleted=0, RMS=0.02101
Aperture 11 of b00004997



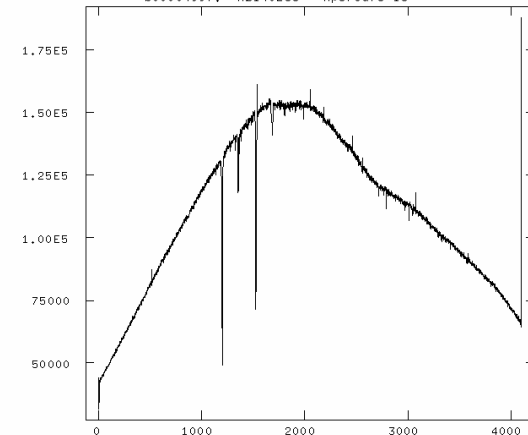
■ トレースを行う

■ *aptrace*

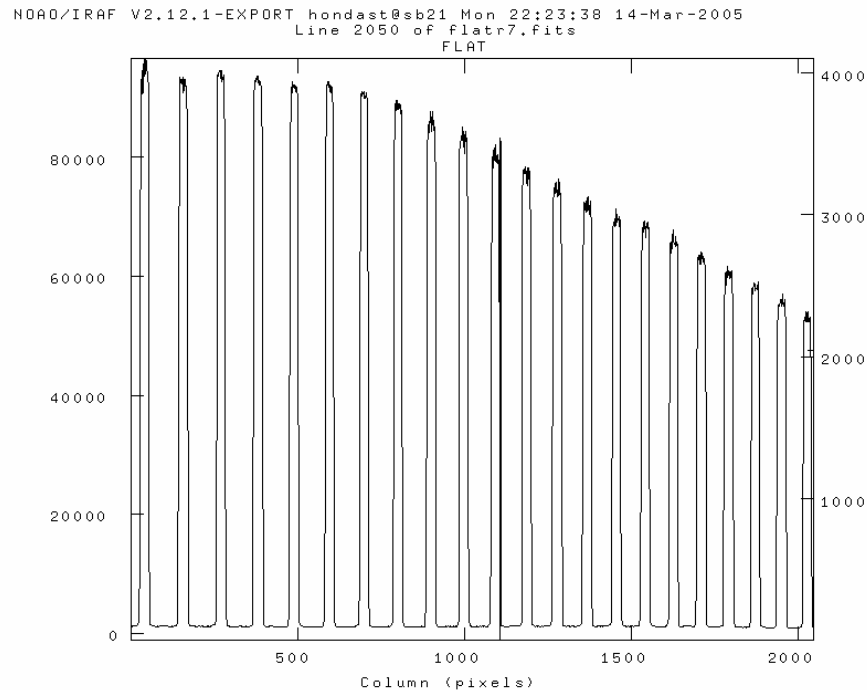
■ フィットが良くない場合は 範囲を指定する



N0A0/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Mon 20:04:34 14-Mar-2005
b00004997: HD140283 - Aperture 15

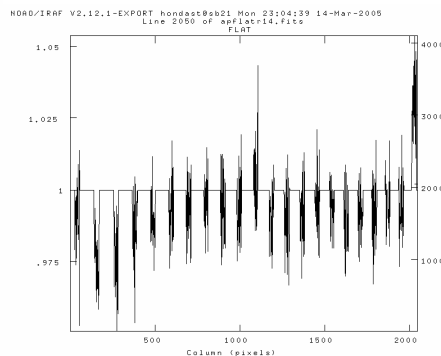
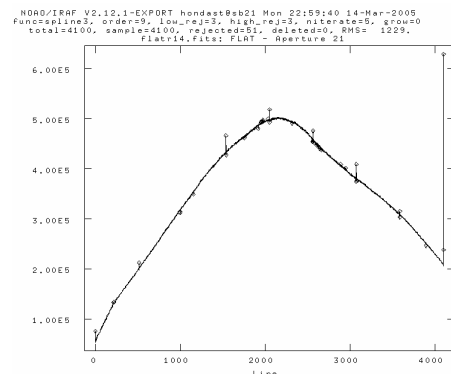
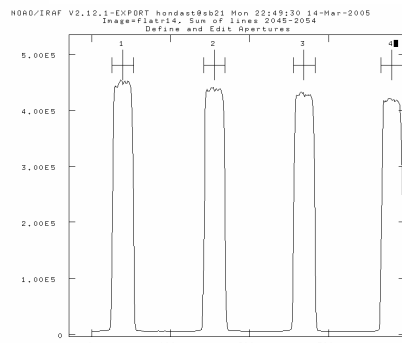
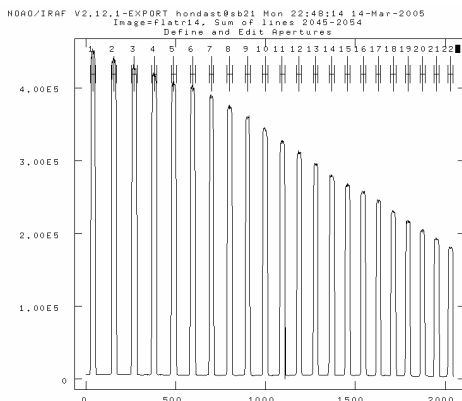


フラットフレームの作成



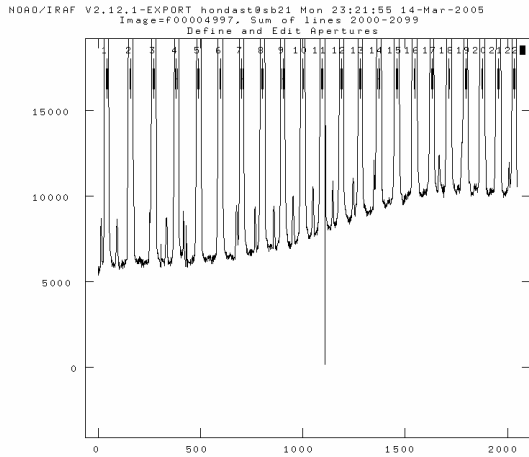
- CCDの感度はピクセルごとに違うので、それを補正する。
- 複数枚をmedianで合成する。(bias作成と同じ)
 - *imcombine*

フラットフィールドディンク



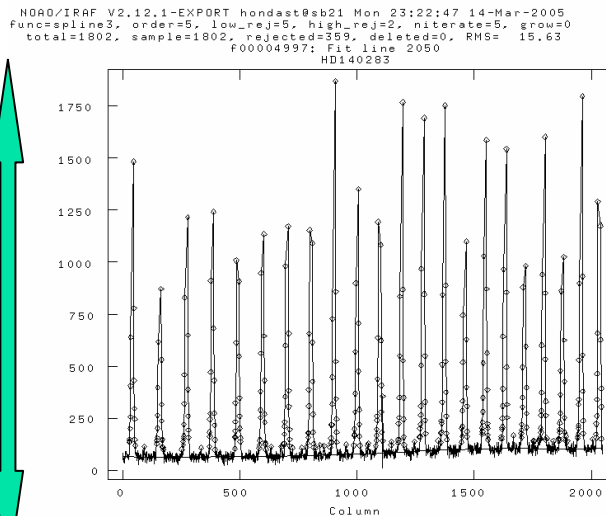
- 全体の平均が1になるように規格化する。
- *apflatten* (または*apnormalize*)
 - (波長方向に関数をフィットするため、flatのスペクトルを抽出する(一部*apall*と同じ作業)).
 - トレースに使ったデータを参照する
 - *apresize* のパラメータを変更
 - 得られたflatのスペクトルを関数でフィットする
 - フィットしないときは次数を変えたり、範囲を変えたりする。
- flatで天体画像を割る
 - *imarith*

背景光の除去



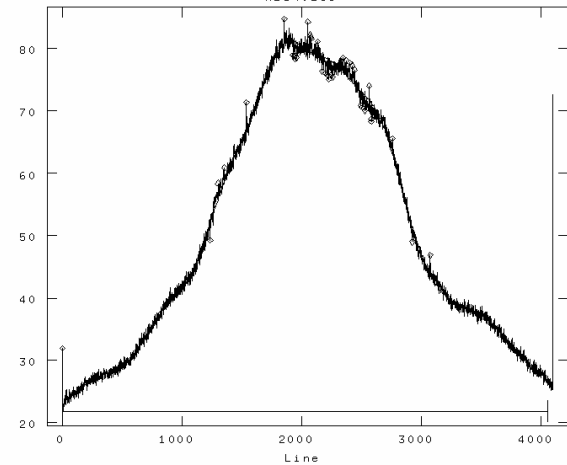
- 散乱光などの背景光を関数でフィットして差し引く。
- 光の当たってる部分にマスクをかける。
- *apscatter*
- 数分かかる

スペクトルの間が0になっていない



スリット長方向のフィットの様子

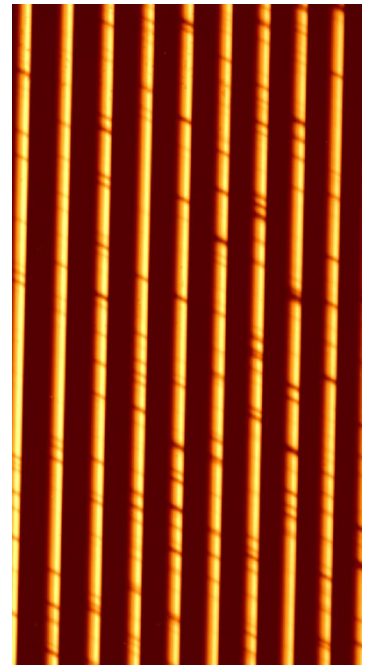
NOAO/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Mon 23:23:59 14-Mar-2005
unc=spline3, order=20, low_rej=3, high_rej=3, niterate=10, grow=
total=4100, sample=4061, rejected=37, deleted=0, RMS= 0.7255
s00004997: Fit column 1024
HD140283



波長分散方向のフィット

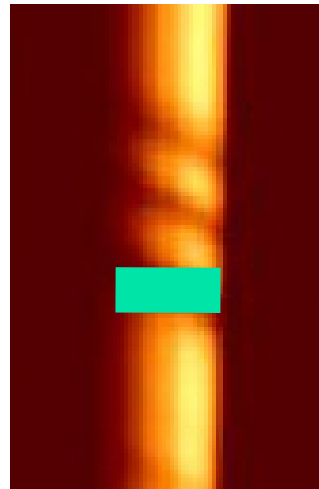
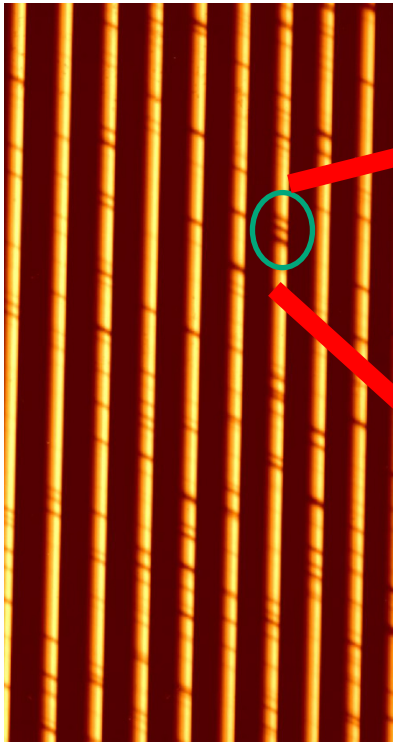
スペクトル抽出

- 最初に行った作業と同じ *apall*
- トレースに使ったデータを参照する
- サブアパーチャに分けて一本のアパーチャに対して複数のスペクトルを得る

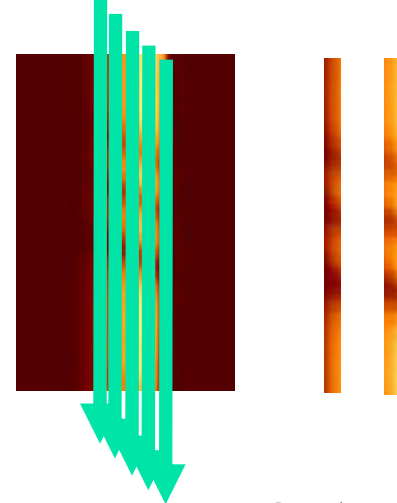


傾いたスリットの対応

そのまま足し合わせると
波長分解能が落ちる。



細く切り分けて数本の
スペクトルを得る。
(sub aperture)



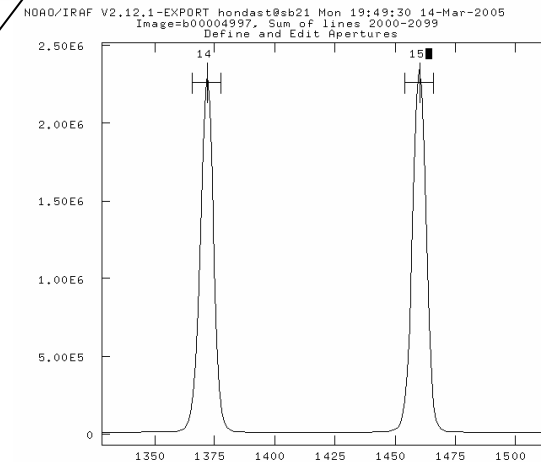
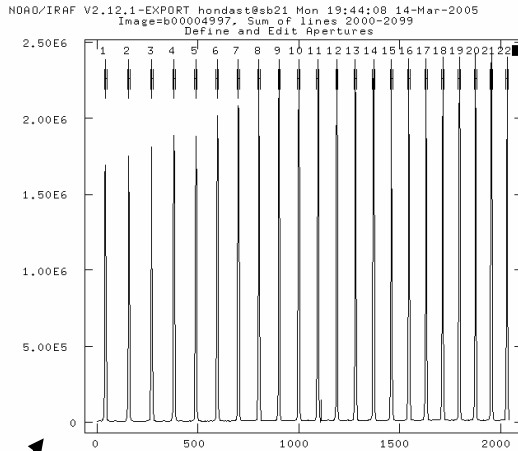
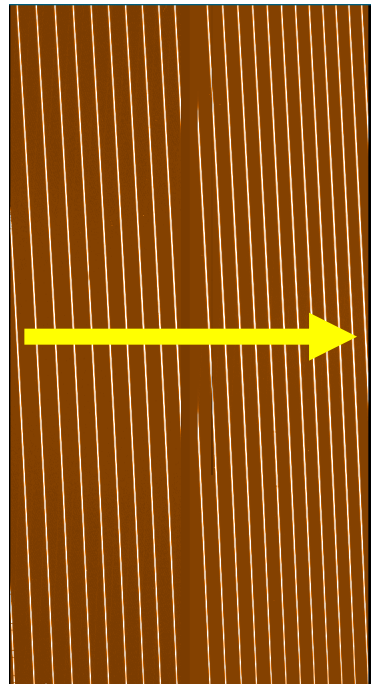
何本に分けるかは、広がり(シーイング、ガイド)によって変える必要がある。

apallで星像に対してアパーチャサイズを決める際に、複数のアパーチャ(サブアパーチャ)をとるように指定します。

(nsubaps= 5) Number of subapertures per aperture

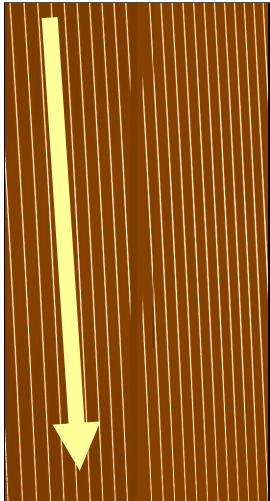
この場合、5つのサブアパーチャに分割していて、得られるスペクトルは5本になり、サブアパーチャごとに番号(この場合1-5)がつけられ、個別にファイルができます。

天体のスペクトルの抽出

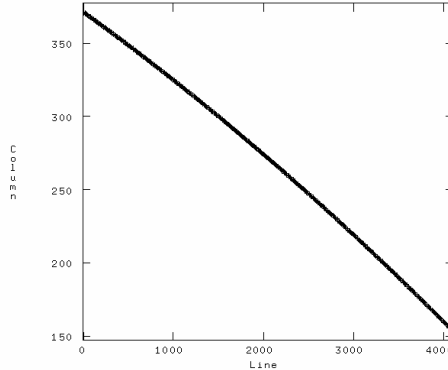


- *apall* を使う
- スペクトルの写っている位置を探す
 - *apfind*
 - 本数を指定する
- 中心を決める
 - *aprecenter*
- 切り出す幅を決める
 - *apresize*
 - *apedit*

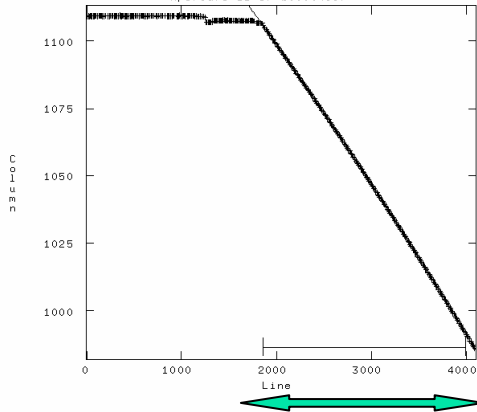
天体のスペクトルの抽出



NOAO/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Mon 19:53:34 14-Mar-2005
unc=legendre, order=3, low_rej=3, high_rej=3, niterate=0, grow=
total=410, sample=410, rejected=0, deleted=0, RMS=0.02117
Aperture 3 of b00004997



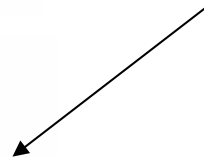
NOAO/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Mon 20:01:49 14-Mar-2005
unc=legendre, order=3, low_rej=3, high_rej=3, niterate=0, grow=
total=391, sample=214, rejected=0, deleted=0, RMS=0.02101
Aperture 11 of b00004997



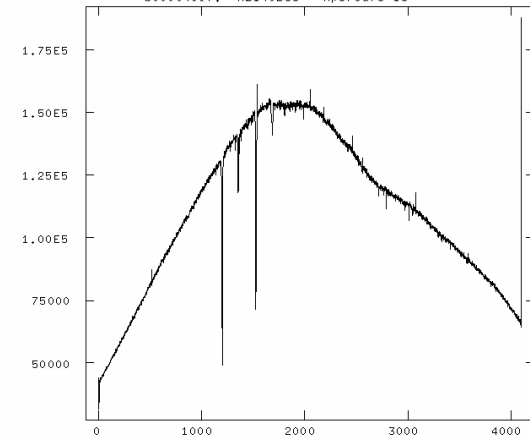
■ トレースを行う

■ *aptrace*

■ フィットが良くない場合は 範囲を指定する



NOAO/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Mon 20:04:34 14-Mar-2005
b00004997: HD140283 - Aperture 15

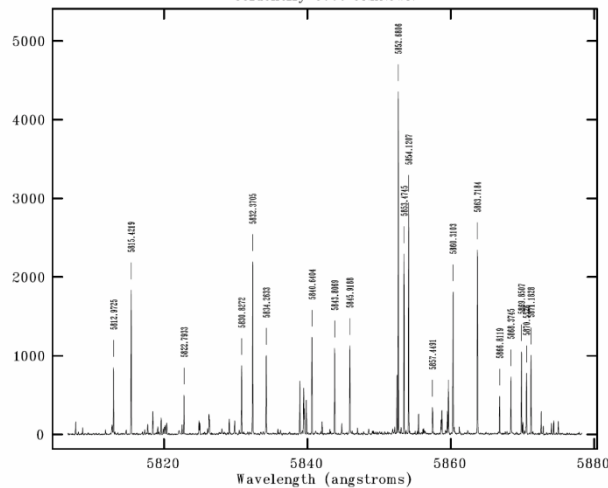


横軸はCCDのピクセル数

波長較正

- 天体データ取得と同じ設定で撮った比較光源を使って、CCDのピクセル数と波長との関係式を導く。
- Th輝線の同定
 - comparisonデータを1次元にして使う
 - *apall*（参照データを使って抽出のみ行う）
 - sub apertureは対応する天体と同じにする
- 天体データの波長較正

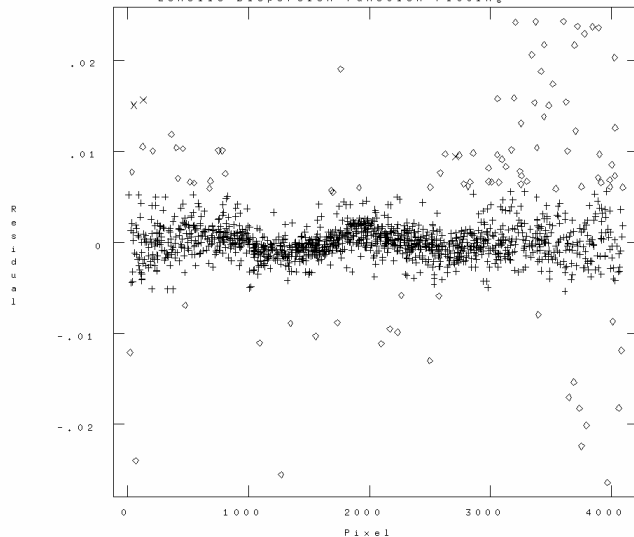
NOAO/IRAF V2.11.3EXPORT honda@hds Wed 23:08:43 13-Sep-2000
Aperture 7, Image line 7, Order 102
ecidentify 077: UNKNOWN



Th-Ar輝線の同定

- Th-Arのアトラスを使って一つ一つの輝線に波長を与えていく。
- *ecidentify*

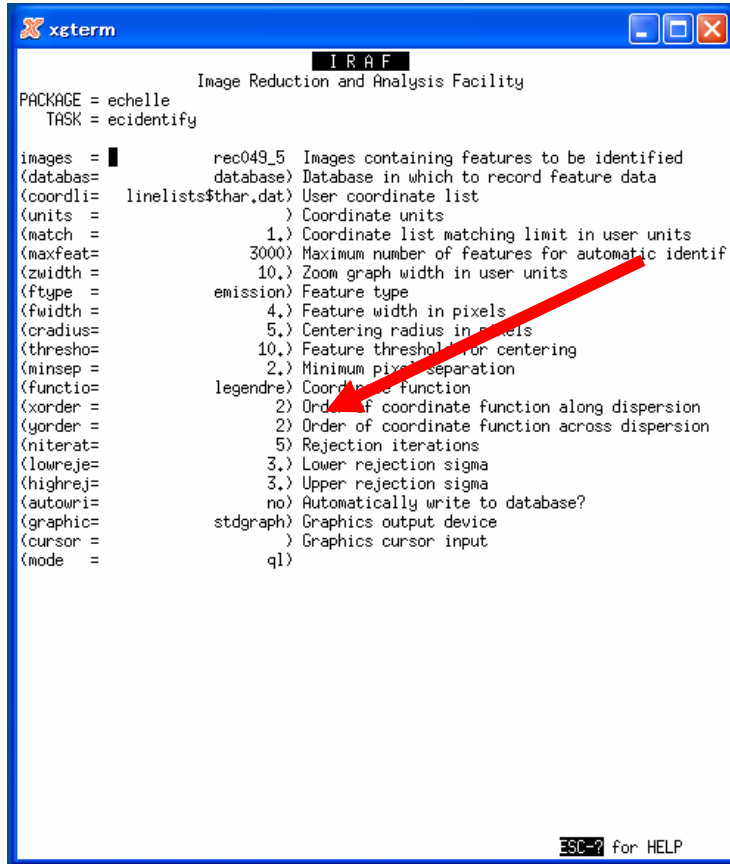
NOAO/IRAF V2.12.1-EXPORT hondast@sb21 Tue 01:07:14 15-Mar-2005
tation=chebyshev, xorder=5, yorder=5, slope=1, offset=101, rms=0.
Echelle Dispersion Function Fitting



関数フィットを行った結果の残差

- 面倒な作業で失敗しやすいので疲れてるときはやらないほうが良い。
- すべてのラインを使う必要はないが、1オーダー3本以上はやったほうがいい

ecidentify



```
xterm
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = echelle
TASK = ecidentify

images = ■ rec049_5 Images containing features to be identified
(database= database) Database in which to record feature data
(coordli= linelists$thar.dat) User coordinate list
(units = ) Coordinate units
(match = 1.) Coordinate list matching limit in user units
(maxfeat= 3000) Maximum number of features for automatic identif
(zwidth = 10.) Zoom graph width in user units
(ftype = emission) Feature type
(fwidth = 4.) Feature width in pixels
(cradius= 5.) Centering radius in pixels
(thresho= 10.) Feature threshold for centering
(minsep = 2.) Minimum pixel separation
(function= legendre) Coordinate function
(xorder = 2) Order of coordinate function along dispersion
(yorder = 2) Order of coordinate function across dispersion
(niterat= 5) Rejection iterations
(lowreje= 3.) Lower rejection sigma
(highrej= 3.) Upper rejection sigma
(autowri= no) Automatically write to database?
(graphic= stdgraph) Graphics output device
(cursor = ) Graphics cursor input
(mode = ql)

ESC-Q for HELP
```

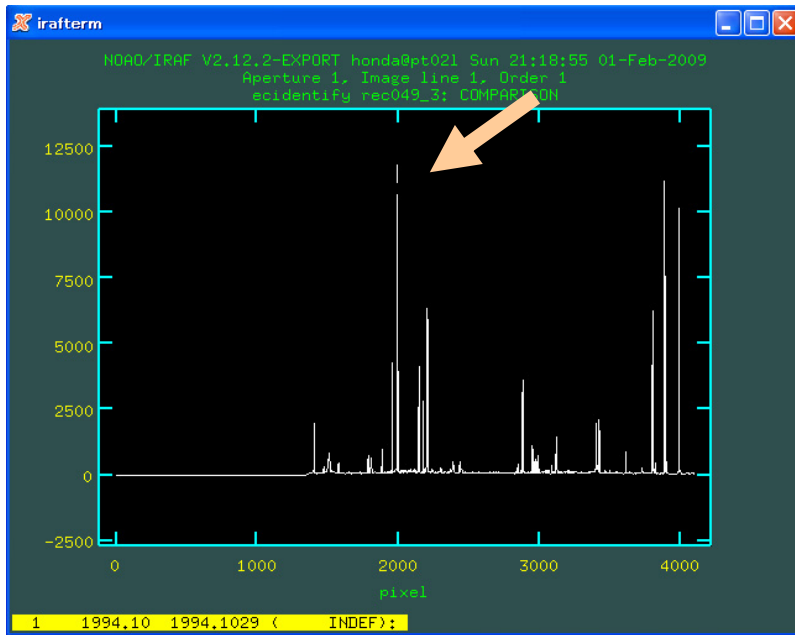
ec> epar ecidenti
でパラメータの

(xorder = 2) Order of coordinate...
(yorder = 2) Order of coordinate...

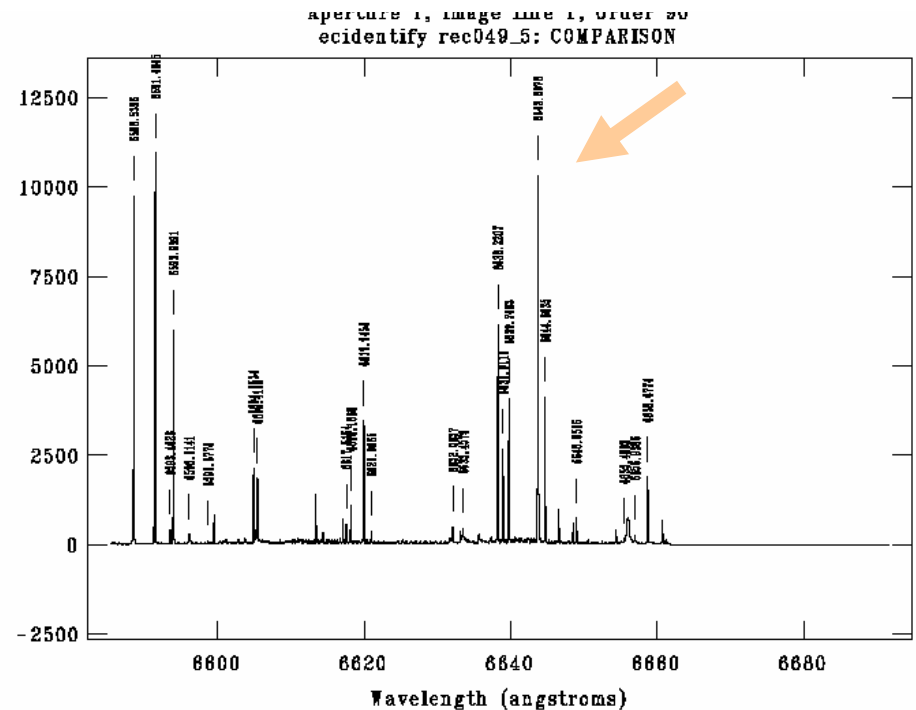
の部分を4か5程度にしておく。

波長の同定に使うComparisonファイルは
apallでnsubapを5などにして、1つのファイル
に対して5本のスペクトルが得られている
場合は、その中の、3番目など、1つ適当に
選ぶ。

ecidenti



ecidentiを実行すると、輝線のスペクトルが表示される。Th-Arアトラスを見ながら輝線の上で「m」を押すと左のような画面になる。



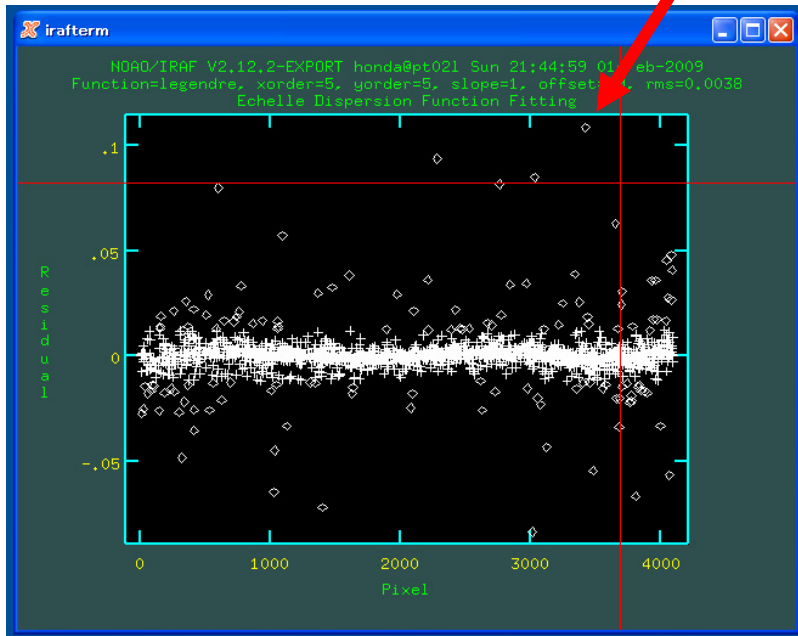
↑のINDEF):の後に波長を打ち込む。
これを各オーダーに対して3本程度以上
決めてやる。

1つのオーダーで3本程度波長を入力したら
「k」で次のオーダーに移る。戻るときは「j」。

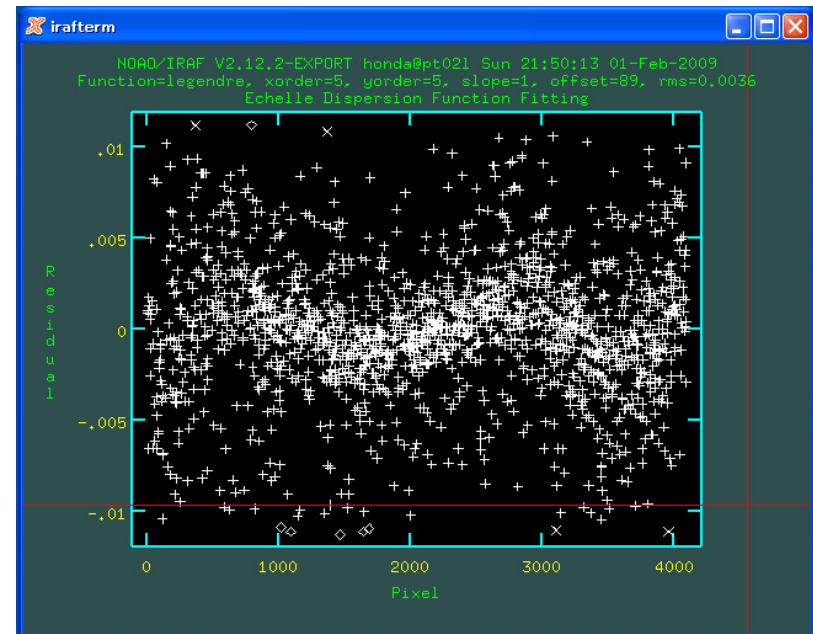
ecidenti

全オーダーに対して、波長を設定したら「f」を押してfitを行う。

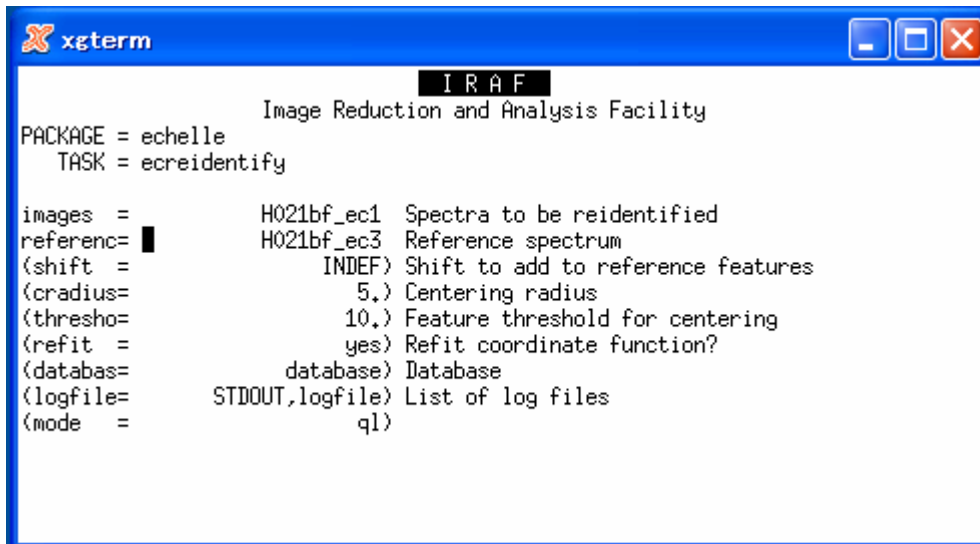
外れた点は、カーソルを合わせて「d」を押すと消してくれるので、大きく外れた点を消した後にもう一度「f」でfitすると下のようになる。



だいたい ± 0.01 程度の範囲に収まっていればOK、「q」で終了する。



他のcomparisonも同様に波長の同定を行う。ecreidenti

The image shows a terminal window titled 'xterm' with a blue title bar. Inside the window, the IRAF (Image Reduction and Analysis Facility) prompt is visible. The user has entered the task 'ecreidentify'. The configuration for the task is displayed, showing parameters like 'images', 'reference', 'shift', 'radius', 'threshold', 'refit', 'database', 'logfile', and 'mode' with their respective values and descriptions. The 'reference' parameter is set to 'H021bf_ec3', which is the reference spectrum file.

```
xterm
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = echelle
TASK = ecreidentify

images = H021bf_ec1 Spectra to be reidentified
reference= H021bf_ec3 Reference spectrum
(shift = INDEF) Shift to add to reference features
(radius= 5.) Centering radius
(thresho= 10.) Feature threshold for centering
(refit = yes) Refit coordinate function?
(database= database) Database
(logfile= STDOUT,logfile) List of log files
(mode = ql)
```

ec> epar ecreidentify

apallでnsubapsを5などにした場合にはcomparisonのスペクトルが5本あるのでそれぞれに対して波長較正を行う必要がある。

5本すべてのファイルに、もう一度ecidentiをやらなくても、ecreidentiを使えば、最初のファイルを元にして、波長の同定をしてくれる。

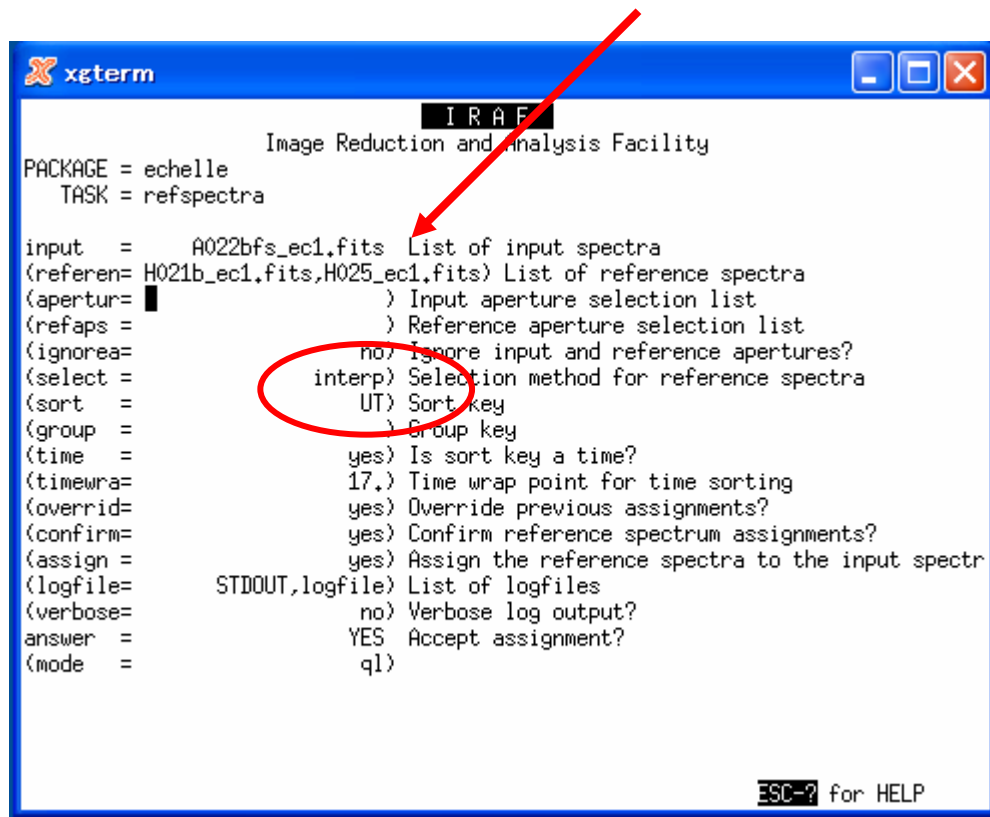
最初にecidentifyを行ったファイルがH021bf_ec3だった場合にはそれをreferenceに指定する。

天体データの波長較正

- 参照するcomparisonを指定する
 - *refspectra*
 - sortとgroupを書き換える
- 天体の波長較正
 - *dispcor*
- 波長較正したスペクトルは足し合わせる
 - *scombine (group=apertures)*

refspectra

波長の同定を行ったcomparison
を天体に適用する。



```
xterm
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = echelle
TASK = refspectra

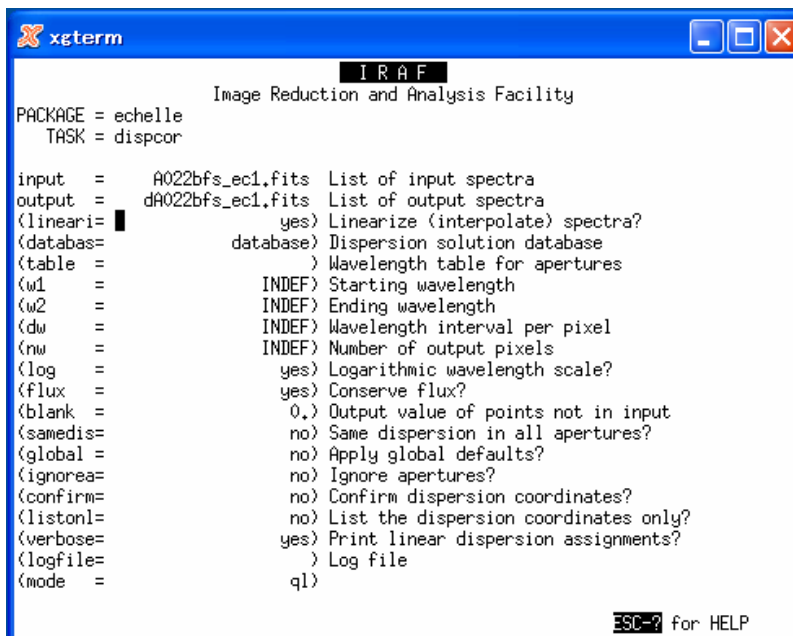
input = A022bfs_ec1.fits List of input spectra
(referen= H021b_ec1.fits,H025_ec1.fits) List of reference spectra
(apertur= ) Input aperture selection list
(refaps = ) Reference aperture selection list
(ignorea= no) Ignore input and reference apertures?
(select = interp) Selection method for reference spectra
(sort = UT) Sort key
(group = ) Group key
(time = yes) Is sort key a time?
(timewra= 17.) Time wrap point for time sorting
(overrid= yes) Override previous assignments?
(confirm= yes) Confirm reference spectrum assignments?
(assign = yes) Assign the reference spectra to the input spectra
(logfile= STDOUT,logfile) List of logfiles
(verbose= no) Verbose log output?
answer = YES Accept assignment?
(mode = ql)
```

ESC-? for HELP

天体を挟んでcomparisonを撮って
あるので、
(referen = HCT1ec1、HCT2ec2)
というように、サブアパーチャの
同じ番号のものをリファレンスにする。

sortは「UT」
groupは空欄にする

dispcor



The screenshot shows an xterm window titled "xterm" with a blue title bar. Inside the window, the IRAF logo is at the top, followed by "Image Reduction and Analysis Facility". Below this, it says "PACKAGE = echelle" and "TASK = dispcor". The main part of the window displays a list of command-line options for the dispcor task, each with a description. At the bottom right, there is a prompt "ESC-? for HELP".

```
IRAF
Image Reduction and Analysis Facility
PACKAGE = echelle
TASK = dispcor

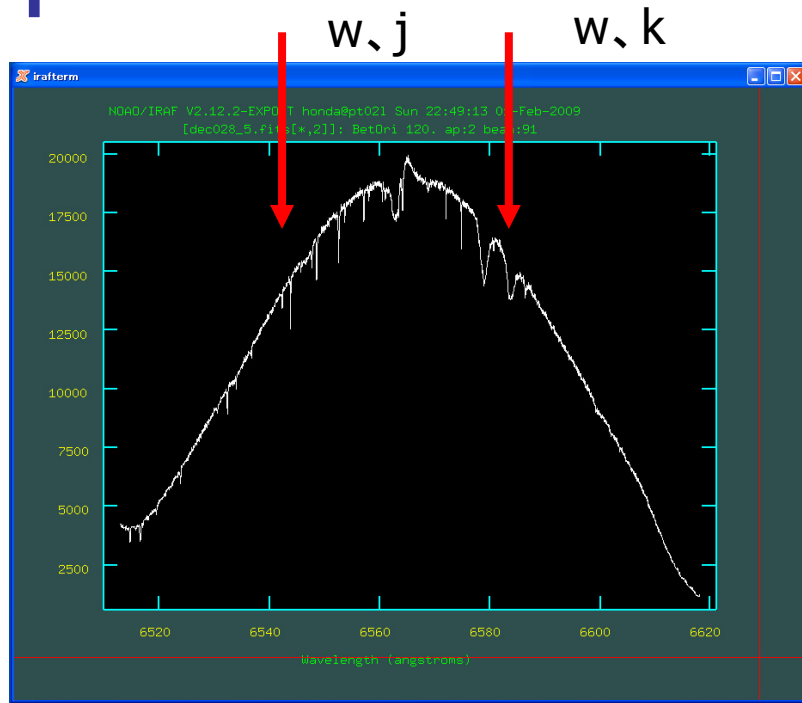
input   = A022bfs_ec1.fits  List of input spectra
output  = dA022bfs_ec1.fits List of output spectra
<linear= yes> Linearize <interpolate> spectra?
<database= database> Dispersion solution database
<table = > Wavelength table for apertures
<w1 = INDEF> Starting wavelength
<w2 = INDEF> Ending wavelength
<dw = INDEF> Wavelength interval per pixel
<nw = INDEF> Number of output pixels
<log = yes> Logarithmic wavelength scale?
<flux = yes> Conserve flux?
<blank = 0,> Output value of points not in input
<samedis= no> Same dispersion in all apertures?
<global = no> Apply global defaults?
<ignorea= no> Ignore apertures?
<confirm= no> Confirm dispersion coordinates?
<listonl= no> List the dispersion coordinates only?
<verbose= yes> Print linear dispersion assignments?
<logfile= > Log file
<mode = q1>

ESC-? for HELP
```

dispcorを使って実際に天体
スペクトルの波長較正を行う。

これで一応波長較正のされた
スペクトルが得られるので、出来た
ファイルをsplotなどで確認する。

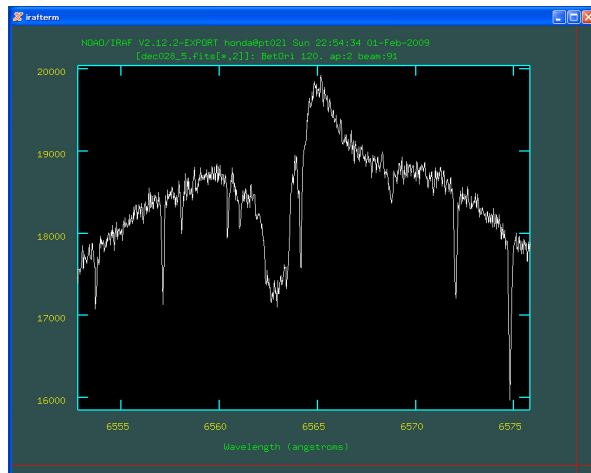
splot



splotでスペクトルを表示できる。
ec> splot dA021bfs_ec3.fits

表示されるのは1オーダーずつなので
となりのオーダーに移るには
shift+) で進み、shift+(で戻る。

w押してからj、またはw押してからkで
表示範囲を変える。



← リゲルのH α 付近。
(この形は何を意味するのか?)

鋭い吸収は地球大気。波長が少しずれて
いるのは、地球の運動成分と星の視線速度
成分によるもの。

コンティニュームの決定

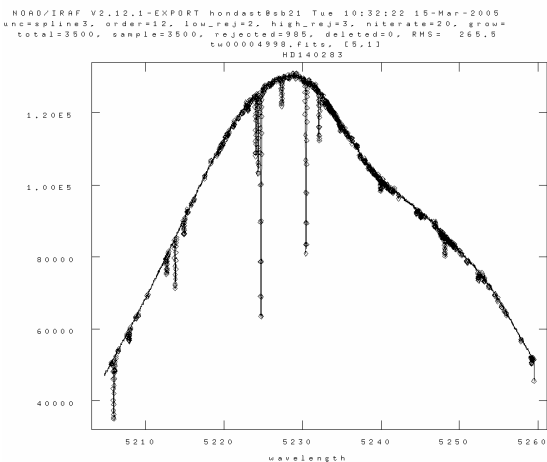
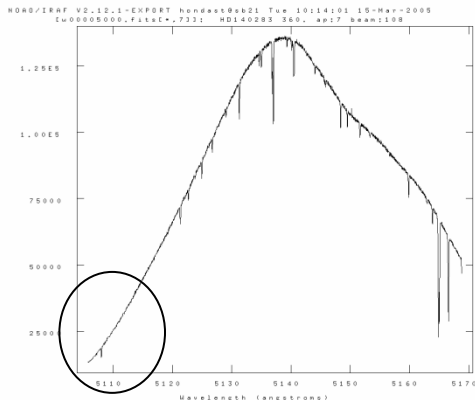
- 端の極端にカウントの低い部分を切り落としておく

- `imcopy ???fits[601:4100,*]`
`t???fits`

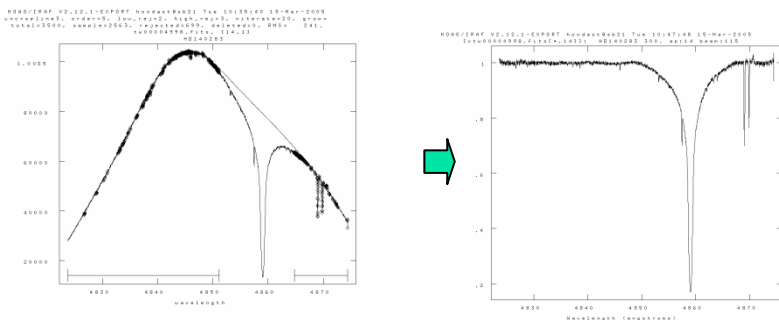
- 吸収線の測定を行うために連続光成分で規格化する

- *continuum*

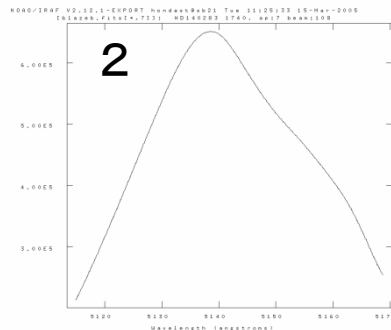
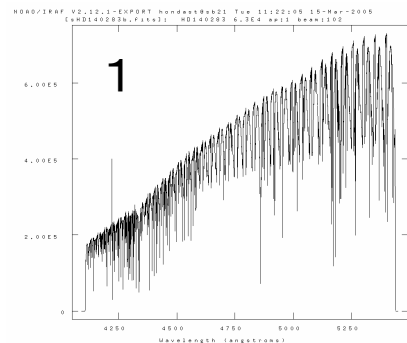
- フラックスを扱う場合は別



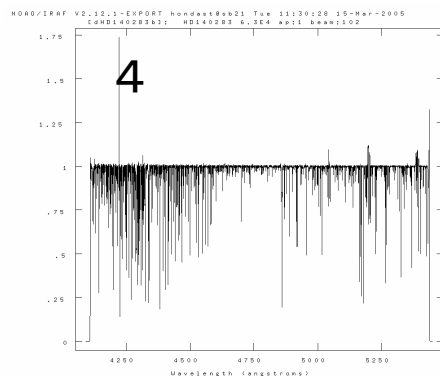
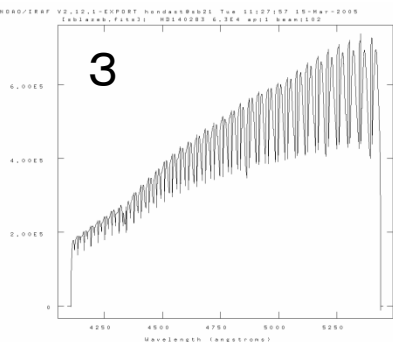
吸収線の部分は使わない



スペクトルの一本化



÷



- 各オーダーをつなぐ
 - カウント値を考慮する
 - *scombine*

1. 波長較正したスペクトルの全オーダーをつなぐ
2. 規格化したスペクトルで波長較正したスペクトルを割ってコンティニュームのスペクトルを得る
3. コンティニュームスペクトルの全オーダーをつなぐ
4. 元のスペクトルをコンティニュームで割る

1次処理完了！
お疲れ様でした。

注意事項

- IRAFの起動はlogin.clのあるディレクトリで行う。
- スペクトルなどを表示する画面(irafterm)を、ウィンドウの機能を用いて消さない。
- 処理が進むと、ファイルの数が多くなっていくので、どの処理を行ったかわかるように、ファイルの名前の付け方には注意する。
- apallやecidentを行った結果、そのようにアパーチャを決めたか、どのように波長較正を行ったかという情報は、databaseというディレクトリにap???, ec???というような名前で書き込まれるので、作業をやり直すときには、これらのファイルを消さなければならない場合がある。