

# HISAKIデータ講習会

2015/2/15版

東北大学大学院理学研究科

(2015/2/19改訂)

# 準備

1. IDLのインストール
2. IDLサンプルプログラム/データのコピー
3. IDLライブラリの追加
  1. FITS I/O
  2. SPICE(ライブラリ及びkernel file)

## [2] サンプルプログラム/データのコピー

- 以下のURLより本ファイルのサンプルで使用するIDLプログラムとLevel2データを取得・解凍し、適当なフォルダに展開する
  - IDLサンプルコード  
[http://pparc.gp.tohoku.ac.jp/~tsuchiya/HISAKI/idl\\_sample.zip](http://pparc.gp.tohoku.ac.jp/~tsuchiya/HISAKI/idl_sample.zip)  
IDLサンプルコードを設置したディレクトリはIDLパスに設定する  
設定方法は「IDLライブラリの追加(2)」を参照
  - サンプルデータ  
[http://pparc.gp.tohoku.ac.jp/~tsuchiya/HISAKI/data\\_sample.zip](http://pparc.gp.tohoku.ac.jp/~tsuchiya/HISAKI/data_sample.zip)
- 本ファイルのサンプルでは、下記のディレクトリに保存している事を想定している。別の場所に保存した場合は適宜読み替える。
  - サンプルデータ C:\HISAKI\data\  
– SPICEカーネルファイル(次頁参照) C:\SPICE\kernel\

## [3]IDLライブラリの追加

- FITS I/O
  - 下記URLよりastron.zipをダウンロード  
<http://idlastro.gsfc.nasa.gov/ftp/astron.zip>
  - 適当なフォルダに展開し、フォルダをIDLパスに追加する
- Coyote(IDLグラフィックライブラリ)
  - 下記URLよりzipファイルをダウンロード  
[http://www.idlcoyote.com/programs/zip\\_files/coyoteprograms.zip](http://www.idlcoyote.com/programs/zip_files/coyoteprograms.zip)  
[http://www.idlcoyote.com/programs/zip\\_files/retiredcoyotelibrary.zip](http://www.idlcoyote.com/programs/zip_files/retiredcoyotelibrary.zip)
  - 適当なフォルダに展開し、フォルダをIDLパスに追加する
- IDLパス/ DLMパスの設定方法
  - IDLを起動し、「ウィンドウ」-「設定」を開く。
  - 「IDL」タブ中の「パス」を選択する。
  - 「選択パス」で「IDLパス」/「DLMパス」を選択。
  - 「挿入」ボタンを押し、パスを追加。チェックマークにチェックを入れる。

## [3]IDLライブラリの追加(補足)

- DLMパスが設定できないversionのIDLの場合は、次のコマンドを使用してパスを設定する

```
IDL>dml_register, '(path)\ icy.dlm'
```

(path):icy.dlmが存在する絶対path

例) IDL>dml\_register, 'C:\SPICE\icy\lib\icy.dlm'

- 本資料で使うサンプルコード(exc\_3dplot.pro)は、COYOTEのretiredcoyotelibrary.zip内にあるcolorbar.proを使用するが、IDLのversionによっては、IDL自身が同名のプロシージャを持つ(IDL8)ため、パスの設定の仕方によっては動作しない。IDLのパスの設定で、retiredcoyotelibraryをIDL\_DEFAULTより上位に設定する事。

# [3]SPICEライブラリの追加

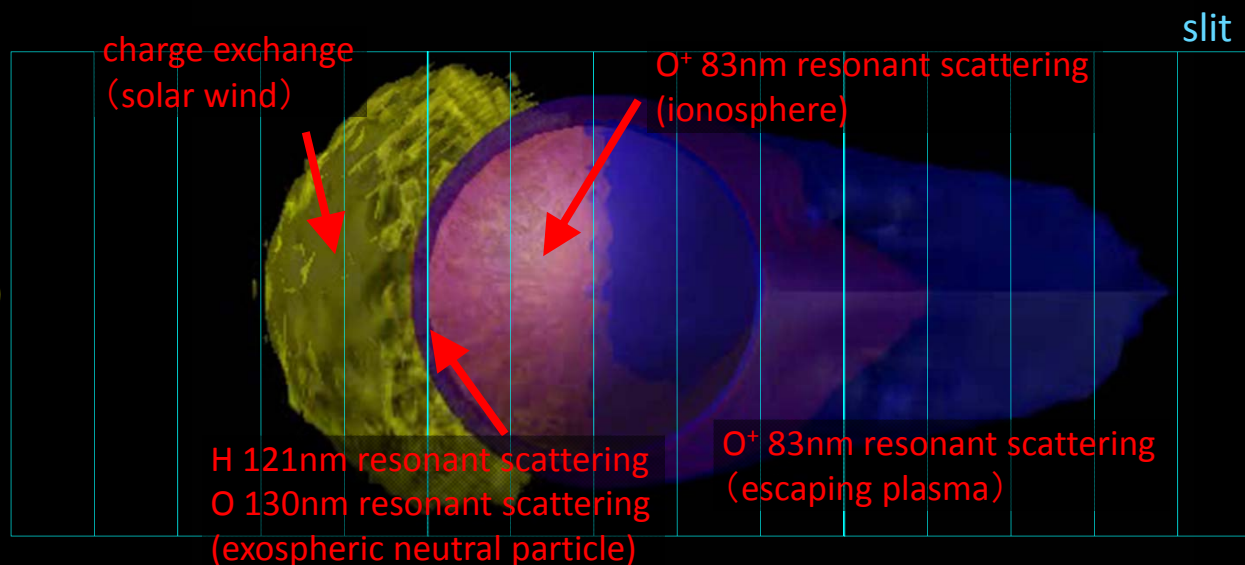
- SPICE
  - 解析環境(OS/IDL version)に合ったicy.zip(拡張子はOSにより異なる)を取得。  
[http://naif.jpl.nasa.gov/naif/toolkit\\_IDL.html](http://naif.jpl.nasa.gov/naif/toolkit_IDL.html)
  - 旧バージョンのIDLを使用する場合は、旧バージョンのToolkitを使用する  
<ftp://naif.jpl.nasa.gov/pub/naif/misc/>  
Version確認: toolkit\_N00XX/IDL/\*/packages/README内を確認
  - 取得したicy.zipを適当なフォルダに展開し、libフォルダをIDL\_DLMパスに追加  
例) C:\SPICE\icy\に展開した場合、C:\SPICE\icy\libをDLMパスに追加
- SPICE kernel
  - 下記URLよりSPICE kernelファイルを取得し、適当なディレクトリに保存  
<https://hisaki.darts.isas.jaxa.jp/kernel/>  
ディレクトリ構造は変更しない事を推奨
- SPICE動作確認
  - IDLを起動し、コマンドラインから次のコマンドを実行  
IDL>help, 'icy', /dlm
  - 以下のようなメッセージが表示されればOK  
\*\* ICY - IDL/CSPICE interface from JPL/NAIF (not loaded)  
Version: 1.6.0, Build Date: 03-MAY-2010, Source: ed.wright@jpl.nasa.gov  
Path: C:\SPICE\icy\lib\icy.dll

# 講習内容

- [1] Level2データの読み出し・表示
- [2] 惑星観測とSKY観測データを分けて積算  
明るさの単位を[Rayleigh/pixel]に変換  
スペクトルの表示
- [3] 波長・空間領域を指定し、指定領域内の  
カウントレートの時系列を取得・表示
- [4] SPICEを用いた惑星情報の計算  
イオ位相角、木星中央子午線経度(CML)

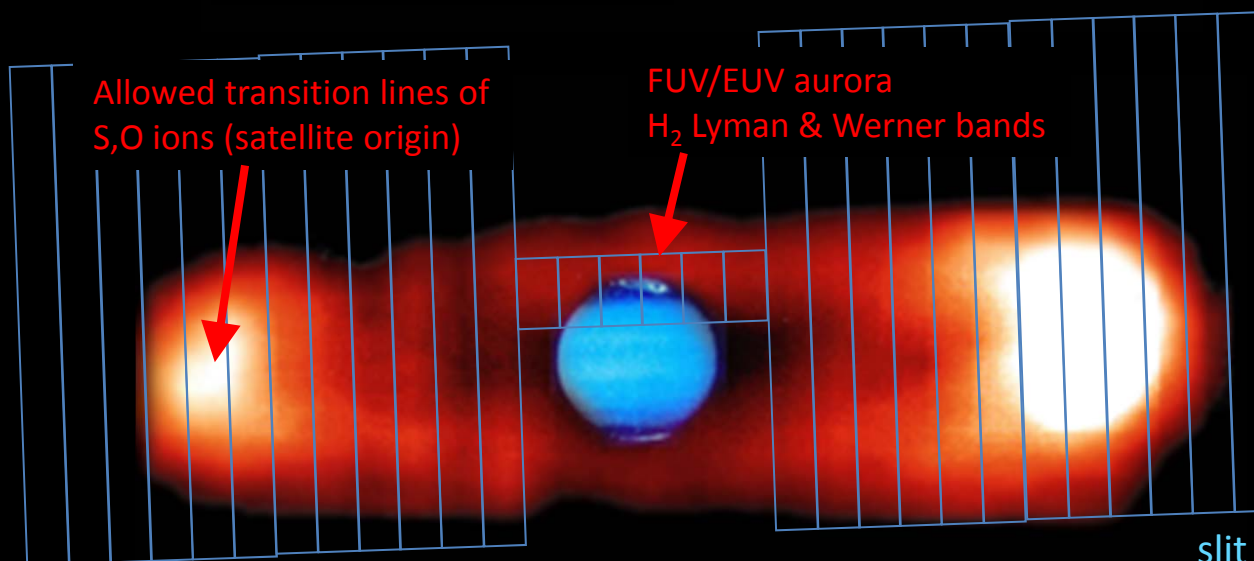
# Two main targets of EXCEED

Simultaneous observation of  
exosphere, ionosphere,  
and escaping plasma  
down the tail  
(Venus, Mars, and Mercury)



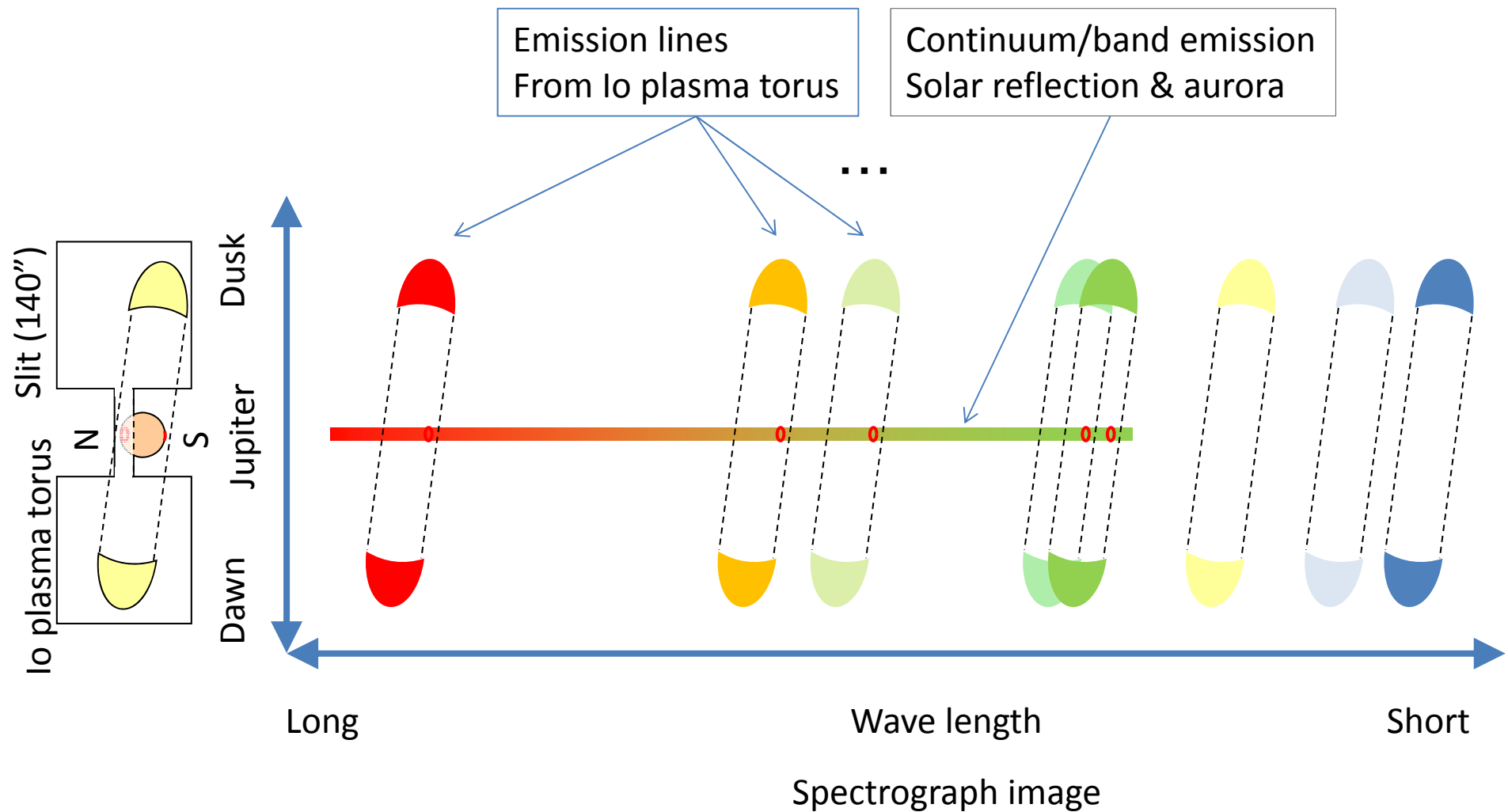
Aurora and gas torus  
(Jupiter and Saturn)

Mass and energy flows in  
the rotating  
magnetosphere



Io plasma torus : Cassini/UVIS  
Jupiter's UV aurora : HST/WFPC2

# Spectrograph image



# [1]Level2データの読み出し・表示

- 2014/1/1の木星観測のfitsファイルを開く

```
IDL> dir='C:\HISAKI\data\euV\l2\'
```

```
IDL> file='exeuv.jupiter.mod.03.20140101.lv.02.vr.00.fits'
```

```
IDL> fits_open, dir+file, fcb
```

- primaryヘッダ(exten\_no=0)を読み、extensionの総数を調べる

```
IDL> fits_read, fcb, data, header, exten_no=0
```

```
IDL> print, fxpar(header, 'NEXTEND')
```

- 1番目のextensionを読み、画像データをdata、ヘッダ情報をheaderに格納

```
IDL> fits_read, fcb, data, header, exten_no=1
```

- 画像データを表示

```
IDL> xarr=findgen(1024)
```

```
IDL> yarr=findgen(1024)
```

```
IDL> exc_3dplot, xarr, yarr, data, xtitle='x [pixel]', ytitle='y [pixel]', ztitle='[count/pixel]'
```

```
IDL> exc_3dplot, xarr, yarr, data, xtitle='x [pixel]', ytitle='y [pixel]',  
ztitle='[count/pixel]', yrange=[500,650], zrange=[0,100]
```



Result1

- fitsファイルを閉じる

```
IDL> fits_close, fcb
```

# 続き

- 校正データの読み込み  
(fits\_openを使わず、fits\_readにファイル名を指定することも可能)

```
IDL> cal='c:\HISAKI\data\euvs\calib_v1.0.fits'  
IDL> fits_read,cal,cal_x,header,exten_no=1  
IDL> fits_read,cal,cal_y,header,exten_no=2  
IDL> fits_read,cal,cal_z,header,exten_no=3
```

- 校正データの適用(空間、波長軸)

```
IDL> exc_3dplot,cal_x[*],cal_y[512,*], data, xtitle='[Angstrom]',  
      ytitle='[arcsec]', ztitle='[count/pixel]'  
IDL> exc_3dplot,cal_x[*],cal_y[512,*], data, xtitle='[Angstrom]',  
      ytitle='[arcsec]', ztitle='[count/pixel]',  
      yrange=[-200,200], xrange=[1350,1150], zrange=[0,100]
```



Result2

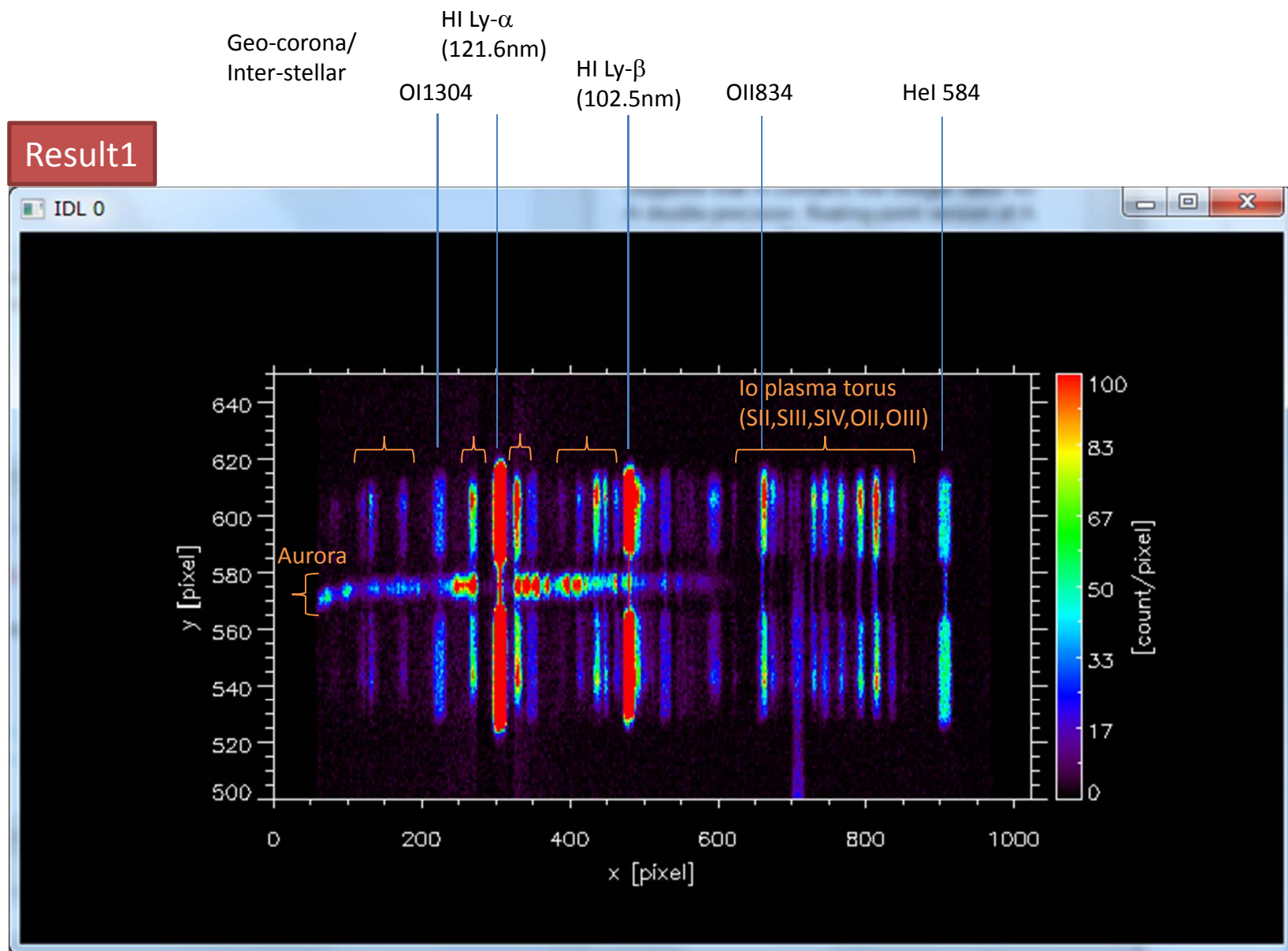
- データを金星に変更してみる

```
IDL> file='exeuv.venus.mod.02.20140310.lv.02.vr.00.fits'
```



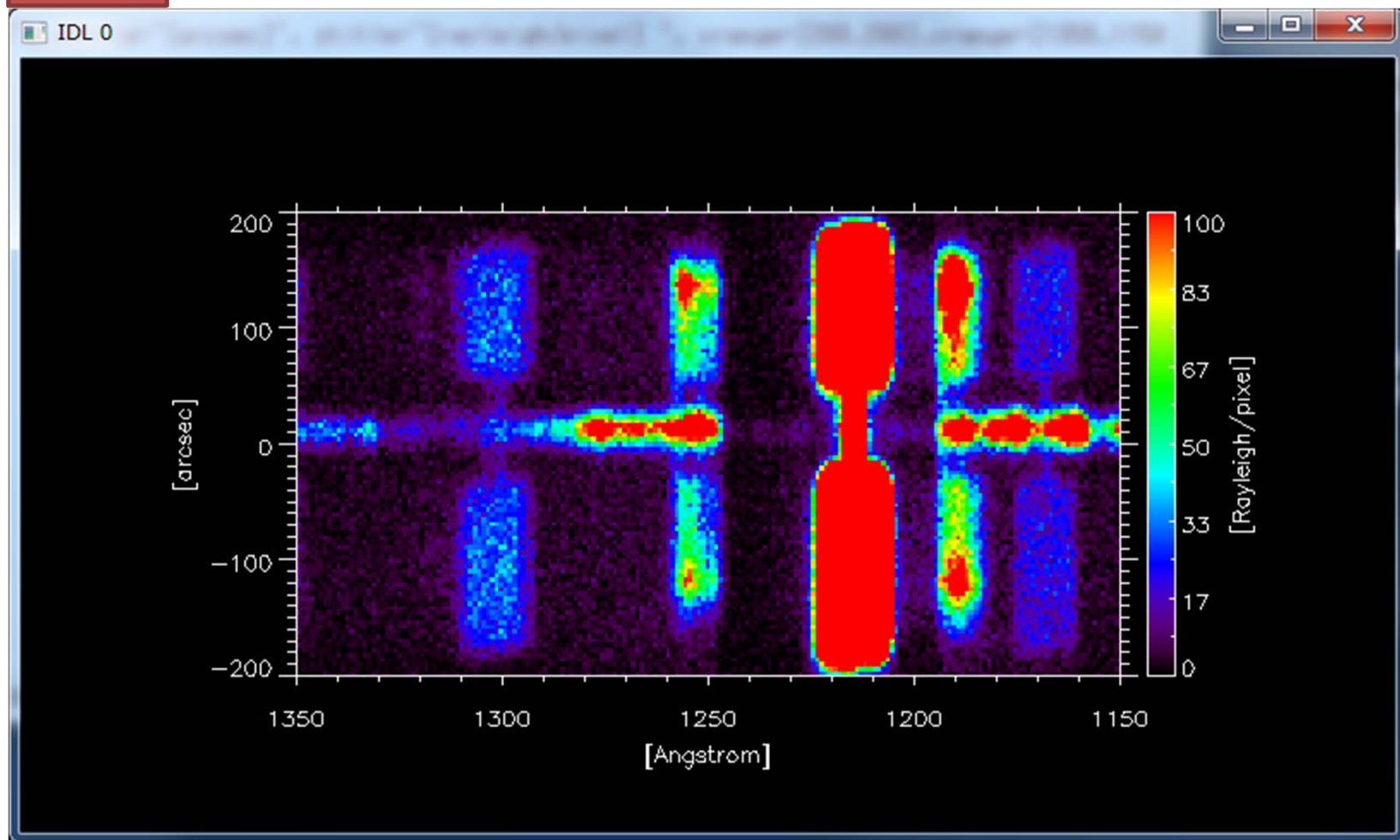
Result1'

Result1

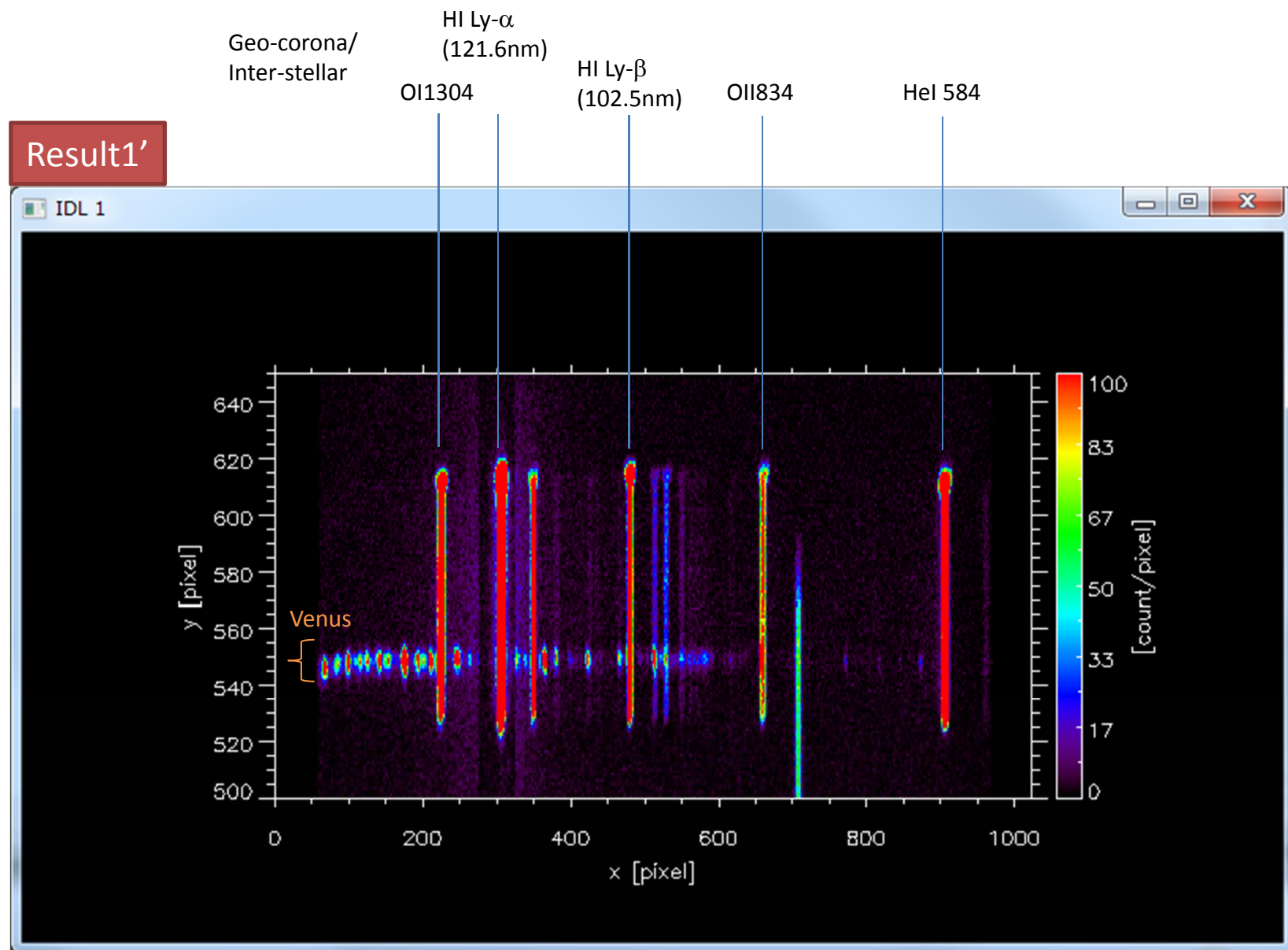


Jupiter/IO plasma torus

## Result2



Jupiter/Io plasma torus



Venus

## [2] exc\_sample1

- 惑星観測とSKY観測を別々に積算・平均後、校正テーブルを適用して明るさの単位を[Rayleigh/pixel]に変換

```
IDL> dir='C:\HISAKI\data\euV\I2\  
IDL> file='exeuv.jupiter.mod.03.20140101.lv.02.vr.00.fits'  
IDL> exc_sample1,file=dir+file,im_pla=im_pla,im_sky=im_sky  
IDL> cal='c:\HISAKI\data\euV\calib_v1.0.fits'  
IDL> fits_read,cal,cal_x,header,exten_no=1  
IDL> fits_read,cal,cal_y,header,exten_no=2  
IDL> fits_read,cal,cal_z,header,exten_no=3  
IDL> zarr=im_pla*cal_z  
IDL> zarr_sky=im_sky*cal_z  
IDL> exc_3dplot,cal_x[:,512],cal_y[512,:],zarr,  
      xtitle='[Angstrom]', ytitle='[arcsec]', ztitle='[R/pixel]',  
      xrange=[1450,550], yrange=[-200,200], zrange=[0,100]  
IDL> exc_3dplot,cal_x[:,512],cal_y[512:],zarr_sky,  
      xtitle='[Angstrom]', ytitle='[arcsec]', ztitle='[R/pixel]',  
      xrange=[1450,550], yrange=[-200,200], zrange=[0,100]
```



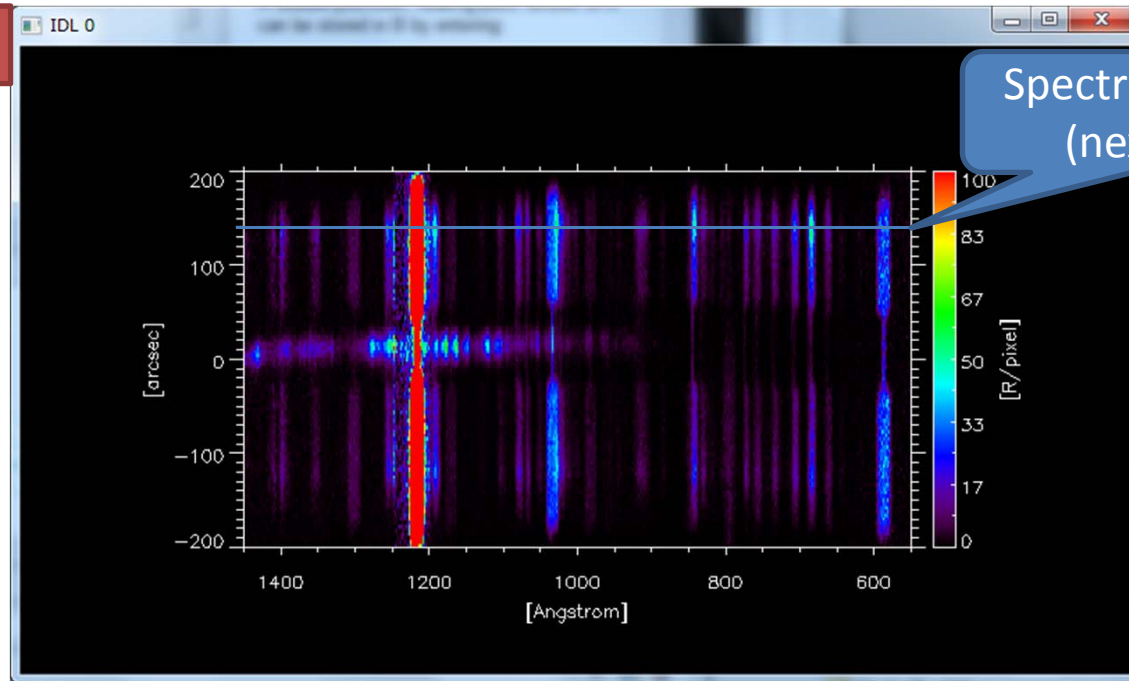
Result3



Result4

### Result3

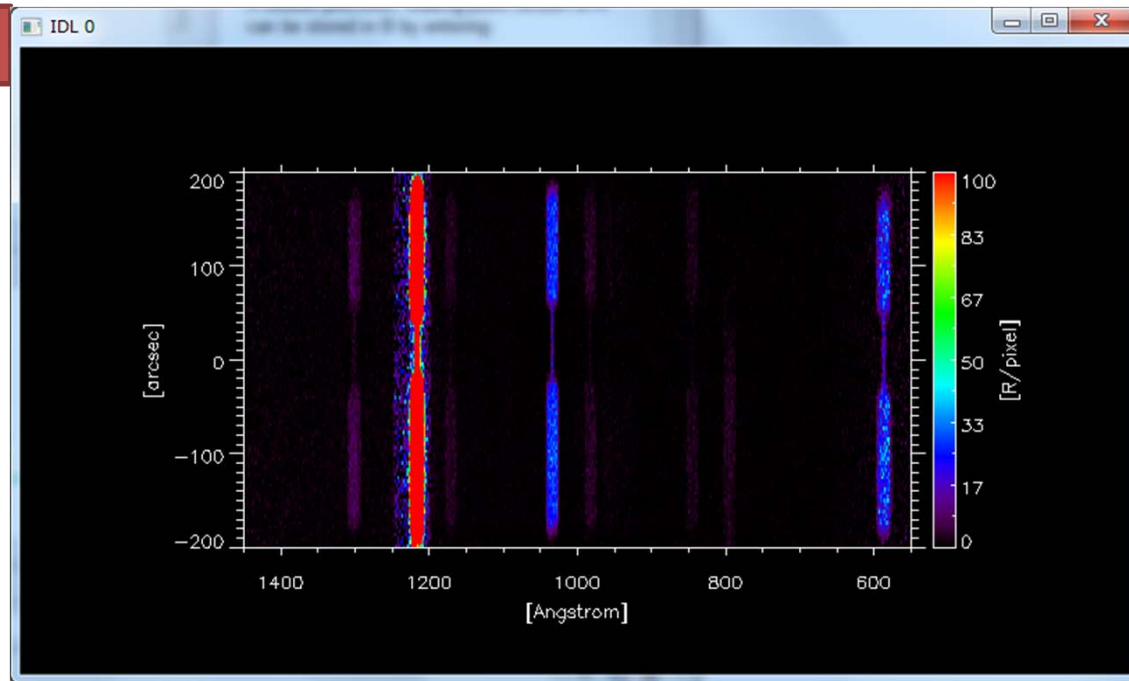
Jupiter  
(+Sky)



Spectrum profile  
(next slide)

### Result4

Off-Jupiter  
(Sky)



# 続き

- $y=140[\text{arcsec}]$ の位置のスペクトルを表示

```
IDL> exc_find_index, i_trg, 140.0, cal_y[512,*]
```

```
IDL> plot, cal_x[*], i_trg, zarr[*], i_trg]
```

```
IDL> plot, cal_x[*], i_trg, zarr[*], i_trg, yrange=[-5,100], xtitle='Wavelength[A]',  
      ytitle='[R/pixel]', xstyle=1, ystyle=1, /nodata
```

```
IDL> oplot, cal_x[*], i_trg, zarr[*], i_trg, color=cgcolor('red')
```

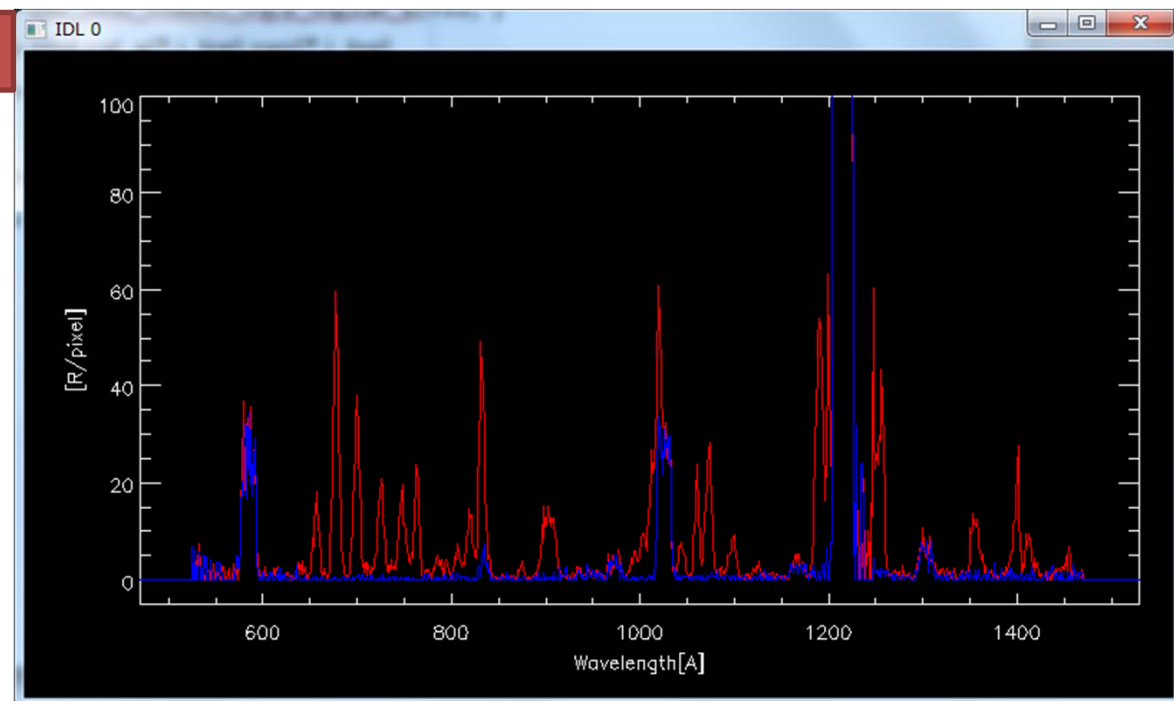
```
IDL> oplot, cal_x[*], i_trg, zarr_sky[*], i_trg, color=cgcolor('blue')
```

Result5

Result5

赤: 木星観測  
(Io plasma torus)  
青: SKY

Result 3-5を出力する  
サンプルプログラム  
x\_exc\_sample1.pro



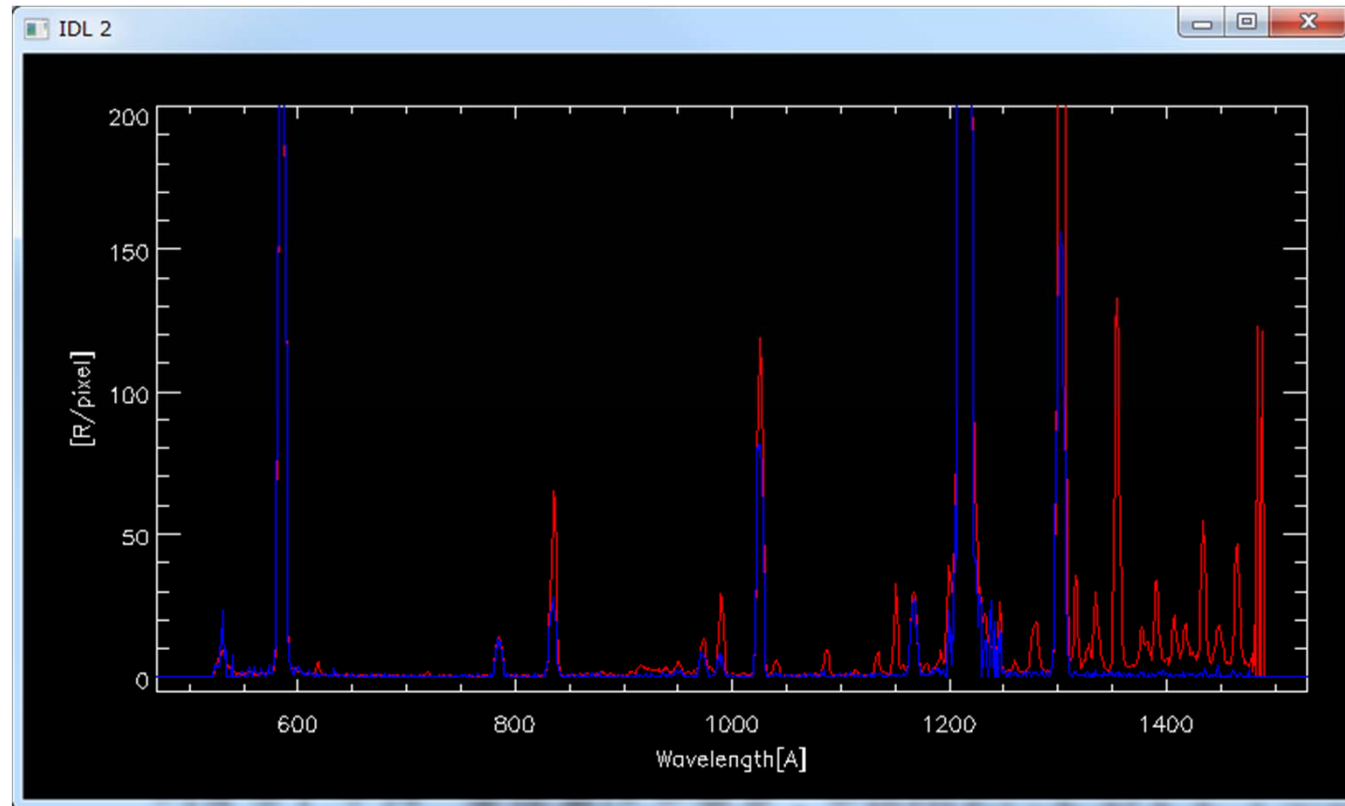
# 続き

- 金星(2014/3/10)の $y=-100$ [arcsec]の位置の平均スペクトルを表示

Result5'

赤: 金星観測

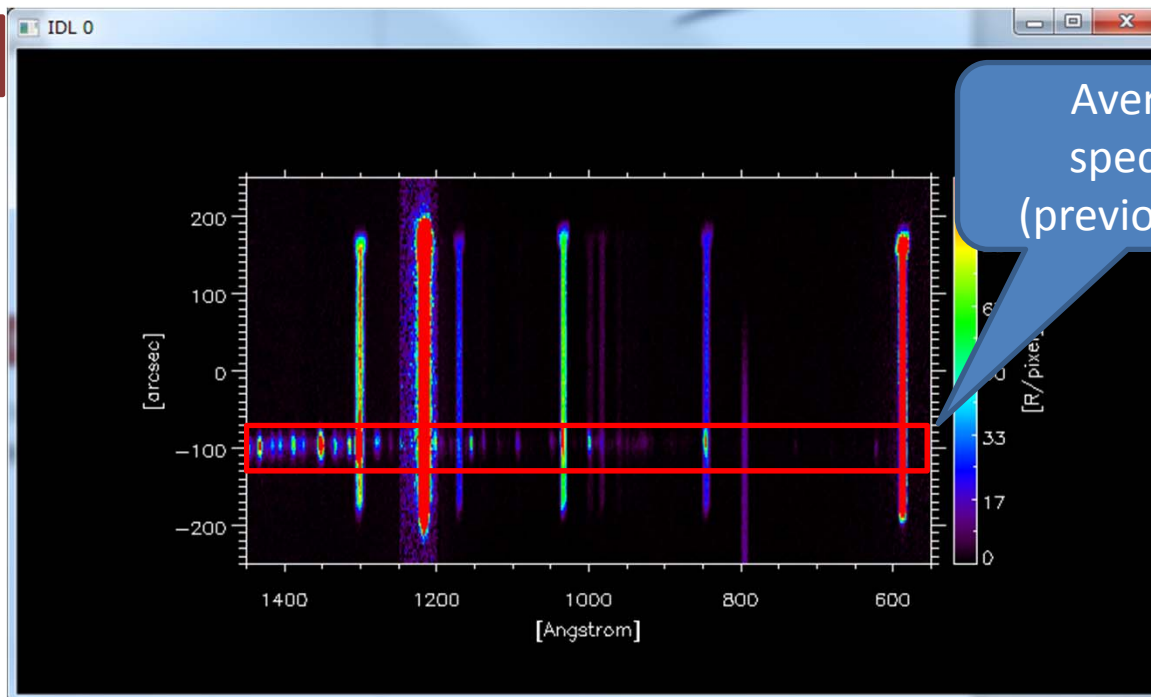
青: SKY



金星のデータを用いて  
Result 3'-5'を出力する  
サンプルプログラム  
x\_exc\_sample1\_v.pro

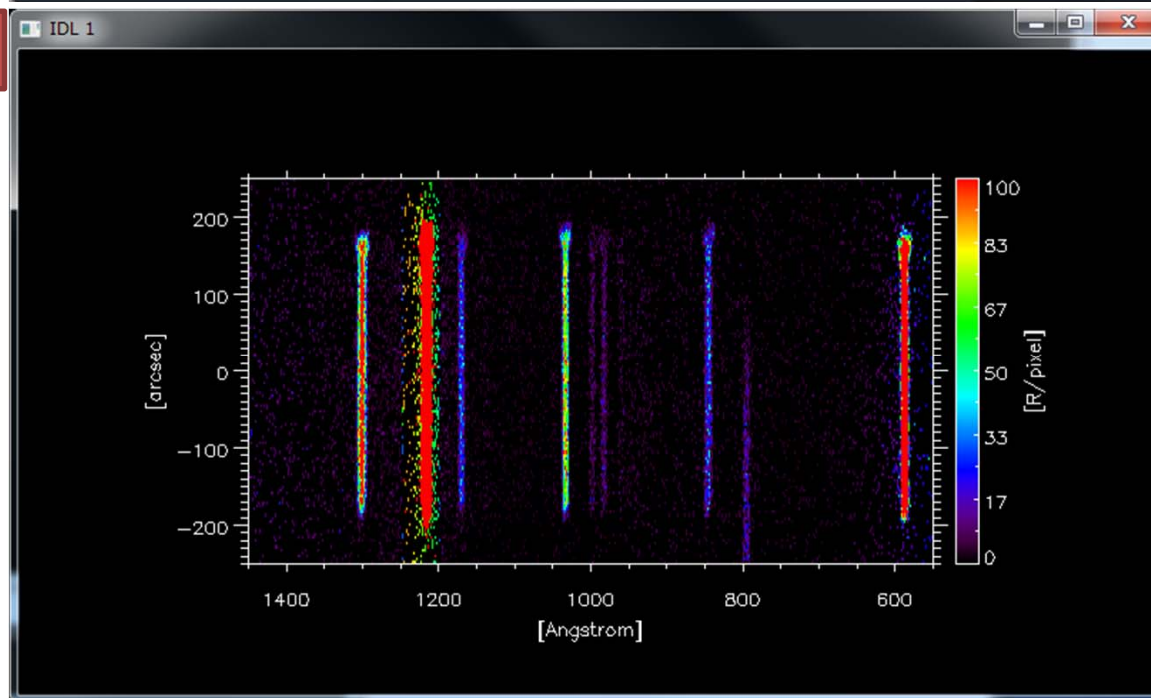
Result3'

Venus  
(+Sky)



Result4'

Off-Venus  
(Sky)



## [3] exc\_sample2

- Level2データの画像から波長・空間範囲(ROI: Region Of Interest)を指定し、その領域のカウントレートの時系列を調べる

```
IDL> dir='C:\HISAKI\data\euvs\'
```

```
IDL> file='l2\exeuv.jupiter.mod.03.20150101.lv.02.vr.00.fits'
```

```
IDL> cal='calib_v1.0.fits'
```

OI1304(ジオコロナ)用のROIを設定

```
IDL> roi=[1309.,1299., 100., 150.]
```

HI1216(ジオコロナ)用のROIを追加

```
IDL> roi= [roi, [1221.,1211., 100., 150.]]
```

- 時系列(+HISAKIのLocalTime)の取得

```
IDL> exc_sample2, l2_file=dir+file, cal_file=dir+cal, roi=roi,  
count=count, jd=jd, ltesc=ltesc
```

- 時系列のプロット

```
IDL> plot, jd,count[*],xtitle='Julius day', ytitle='IO1304', psym=1
```

```
IDL> plot, ltesc, count[*],xtitle='LT', ytitle='IO1304', psym=1
```

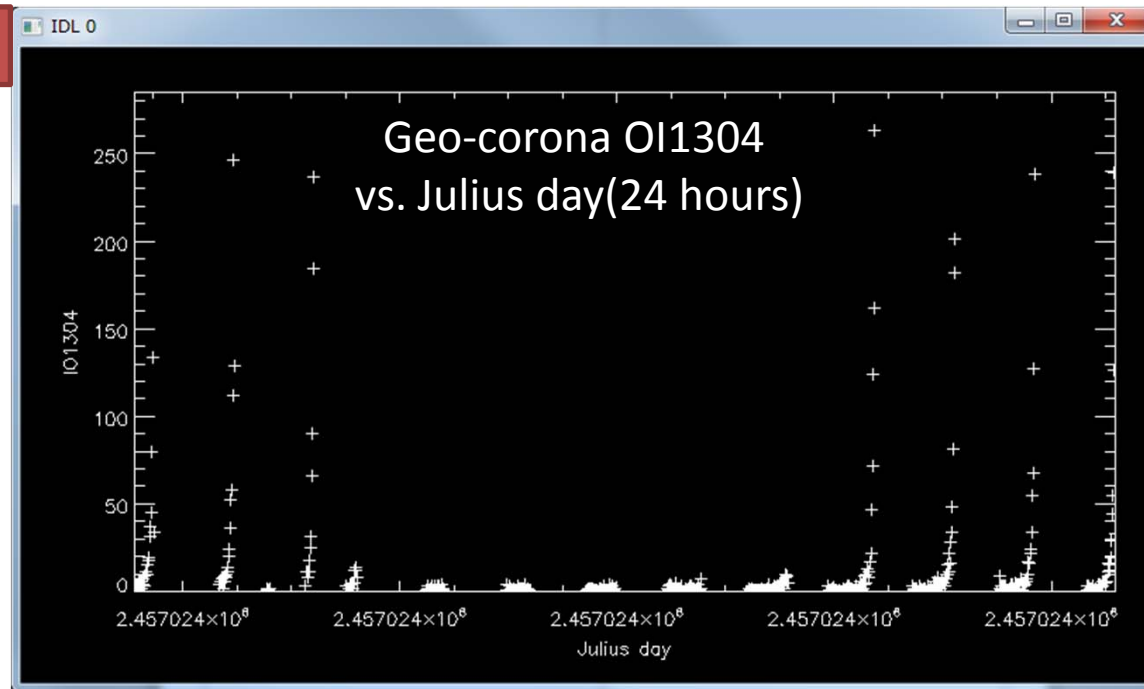


Result6

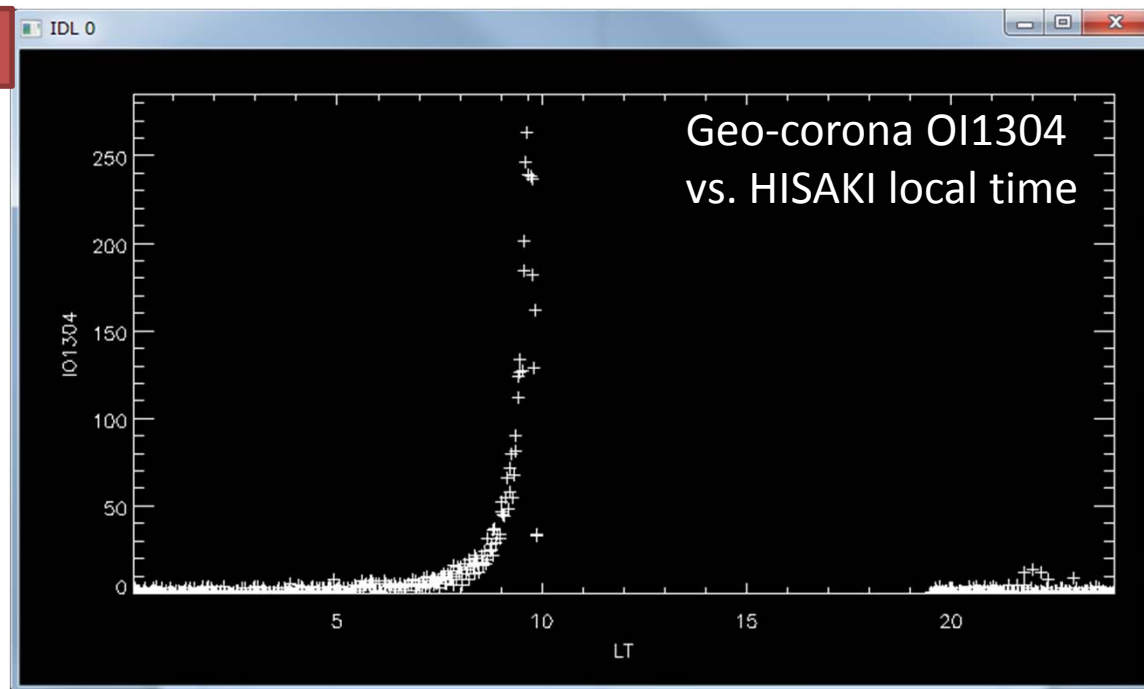


Result7

Result6



Result7



# exc\_sample2(続き)

- exc\_sample2 を使い、
  - 複数のジオコロナ(OI,HI,HeI)
  - 木星オーロラ(105-145nm)
  - イオプラズマトーラス(65-78nm, 105-115nm)
  - 放射線カウント(MCP上に光が入らない波長60-110nm, 300-500arcsecの領域)

のカウントレートの時系列を調べる

IDL>x\_exc\_sample2



Result8

- CALFLGがena(1), SUBMST(姿勢系のサブモードステータス)が2の時はSKY観測のため、イオプラズマトーラス、木星オーロラの領域のカウントレートは低くなる
- 放射線のカウントが強い時は、イオプラズマトーラス、木星オーロラの領域のカウントレートも高くなる→放射線のカウントに対し閾値を設け、閾値を超えたデータは使用するべきではない
- ジオコロナのカウントが高い時、オーロラのカウントも上昇する場合がある→オーロラ様に設定したROIを見直すか、必要に応じてジオコロナの成分を差し引くなどの処理を検討する

## Result8

Blue : IPT short wavelength

Red: IPT long wavelength

Jupiter UV aurora

Geocorona

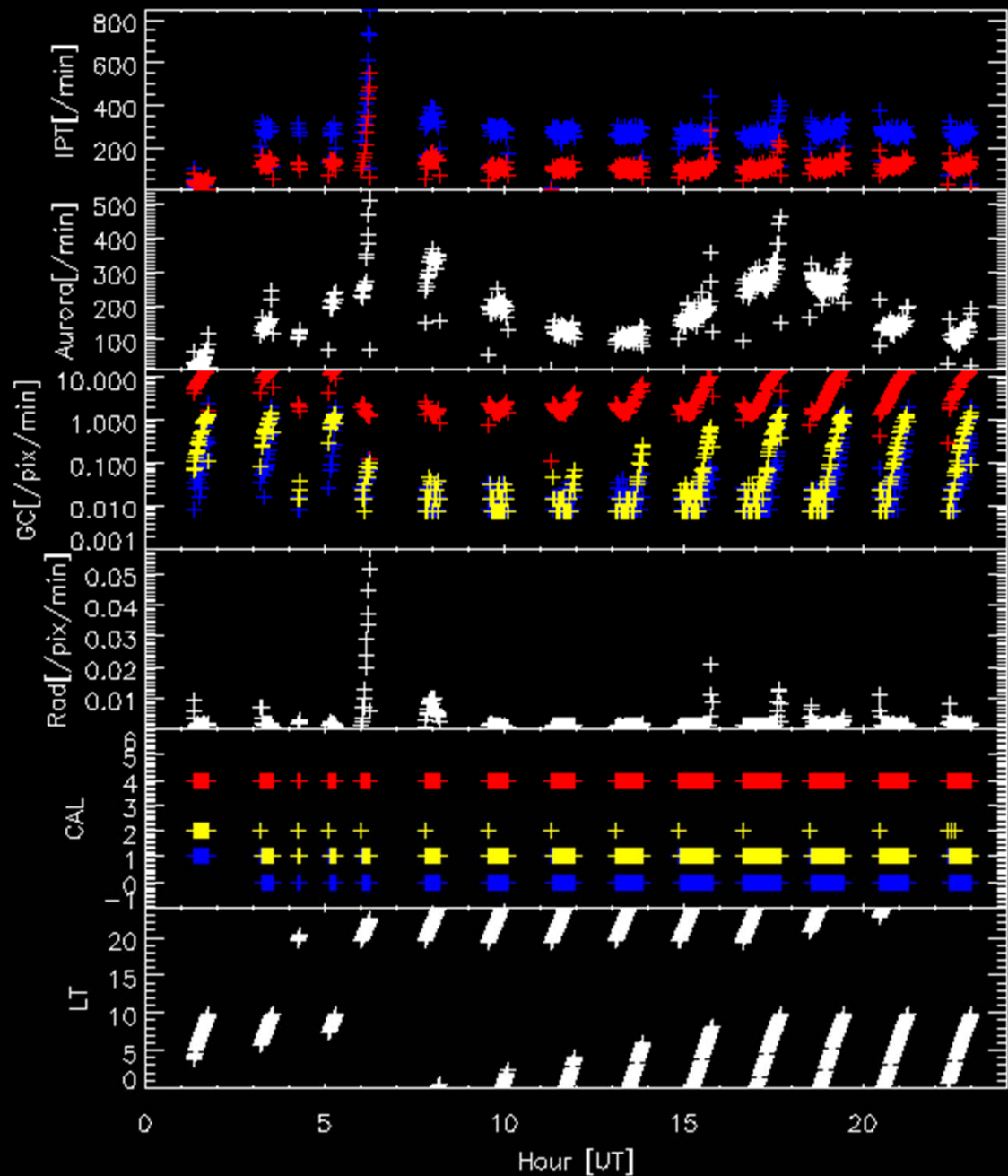
- Red: H11216
- Yellow: HeI584
- Blue: OI1304

Radiation monitor

Attitude flags

- Red: Sub mode
- Yellow: Sub mode status
- Blue: Cal flag

HISAKI Local time



## [4] exc\_sample3

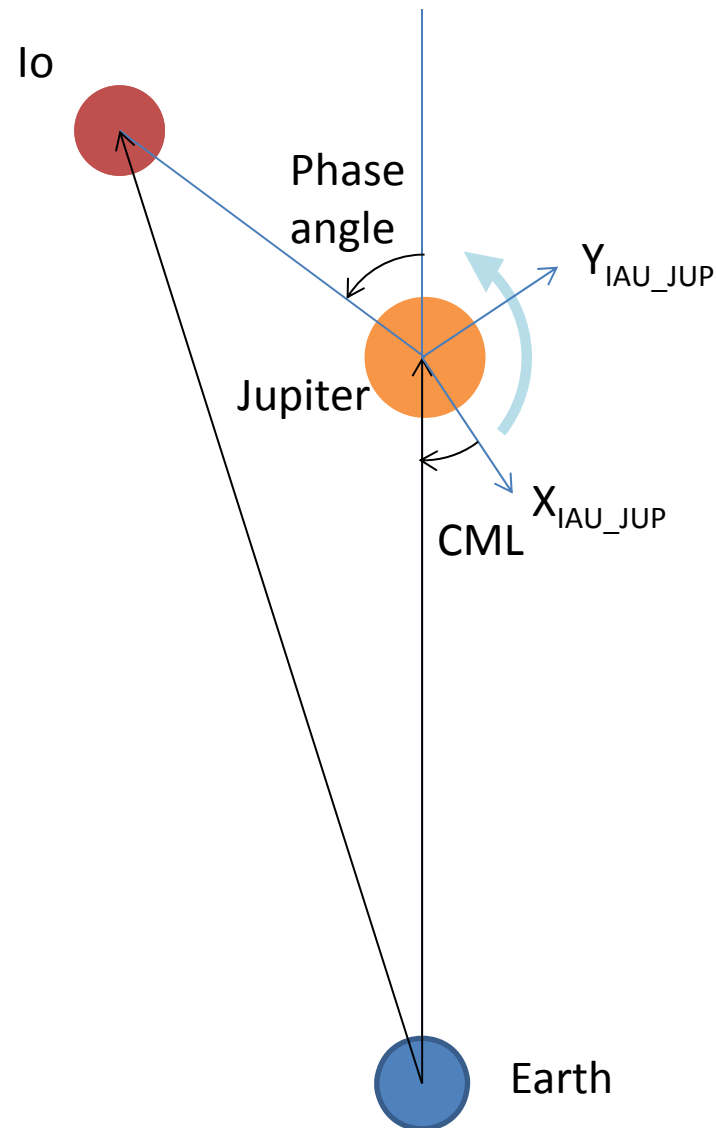
- 木星中央子午線経度(CML)とイオ位相角の計算
  - 座標系: IAU\_JUPITER (木星と共に回転)
  - 原点: 地球(観測者)
  - 対象: 木星及びイオ
  - 光行差・光速補正: あり

### CMLの計算

- IAU\_JUPITERの座標系でEarth-Jupiterベクトルを計算
- $-\tan^{-1}(-y/-x)$ で経度を求める

### イオ位相角の計算

- Earth-Jupiterベクトルの計算
- Earth-Ioベクトルの計算
- Jupiter-IoベクトルとEarth-Jupiterベクトルを木星自転赤道面に投影し、両者の角度を求める



# (続き)

- SPICEを用いてイオ位相角と木星子午線経度を計算する

- load LSK file

```
IDL>cspice_furnsh, 'c:\SPICE\kernel\lsk\naif0010.tls'
```

- load SPK files

```
IDL>cspice_furnsh, 'c:\SPICE\kernel\spk\de430.bsp'
```

```
IDL>cspice_furnsh, 'c:\SPICE\kernel\spk\jup309.bsp'
```

- Load text PCK file

```
IDL>cspice_furnsh, 'c:\SPICE\kernel\pck\pck00010.txt'
```

- 計算

```
IDL>exc_get_io_param, utc_str='2014-01-01T00:00:00',  
                      pa=pa, lon=lon, dist=dist, ar=ar
```

```
IDL>print, pa, lon, dist, ar
```

```
47.7766      62.5768  6.30204e+008      23.3992
```

pa: イオ位相角

lon: CML

dist: 地球－木星間距離(km)

ar: 木星視半径(arcsec)

答え合わせ:

# (続き)

- exc\_sample2とexc\_get\_io\_paramを用いてlo plasma torus発光強度のlo位相角依存性を調べるサンプルプログラム
  - 2015/1/1と2015/1/2のlo plasma torusのdawn側、dusk側の発光強度及び放射線カウンタの時系列を導出
  - SKY観測時、放射線カウントが高い時(0.003count/pixel/min以上)、観測開始直後と終了直前のデータを無効
  - グラフ作成

IDL> x\_exc\_sample3



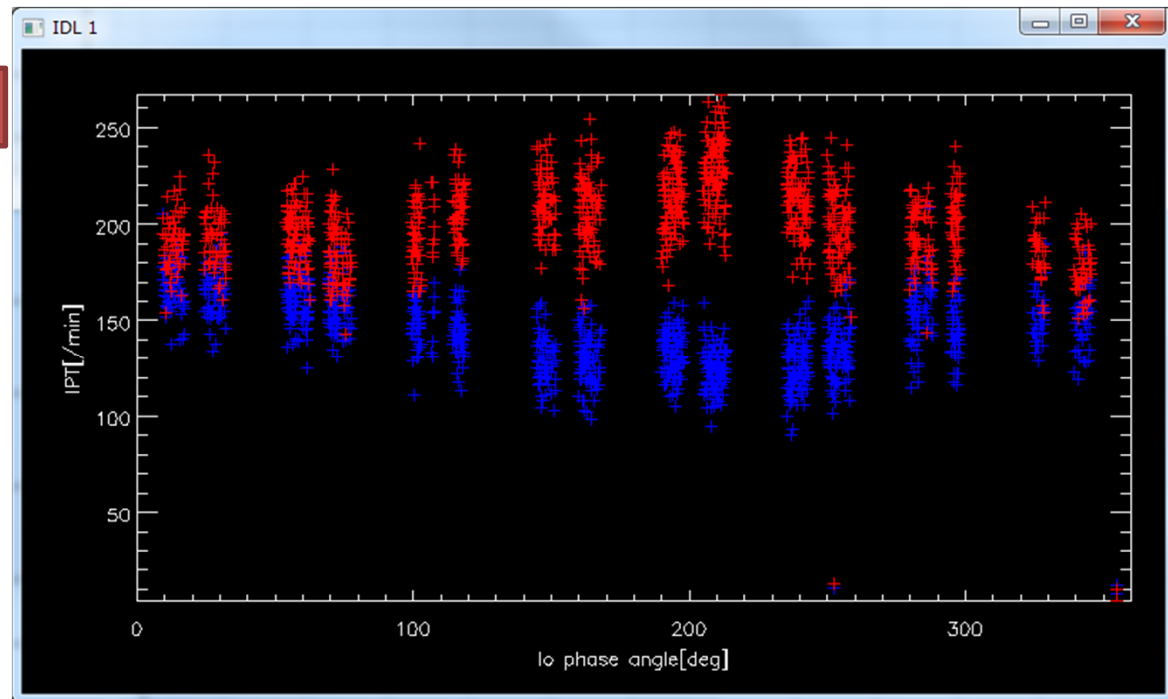
Result9

Result10

Result9

イオ位相角に対するlo plasma torusのdawn側(青),dusk側(赤)の明るさの変化。

イオの下流側の発光強度が高いことを示しており、衛星イオの下流で電子の加熱が定常的に生じている事を示唆する。



## Result10

Io plasma torusのdawn側(青),  
dusk側(赤)の明るさ(65-78nm)

イオ位相角  
(衛星イオ公転周期~42時間)

放射線カウントモニタ

CAL flag

