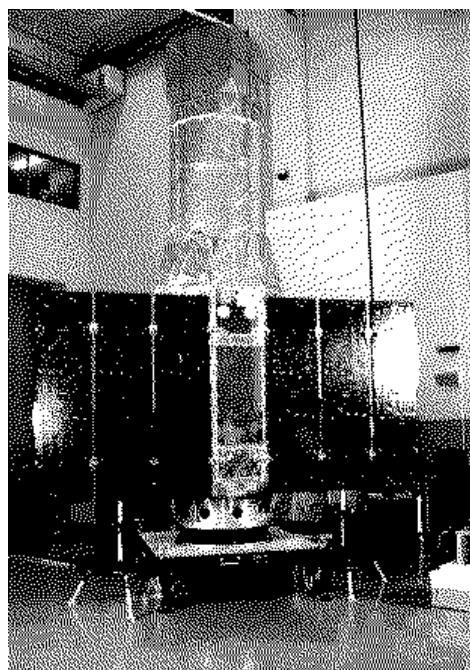


はじめての表街道 2000

～ASCA データ解析の“いろは”～

第 7.00 版



園部 敬, 青木貴史, 藤本龍一、渡辺 学

2000 年 8 月 1 日

初版 へのことば

“裏街道”を突っ走っているみなさん、そろそろ、“表街道”に乗り移る頃ではないでしょうか?。FRFREAD や XSELECT など、存在は知っていてもメモリーをやたら食うとか、毎週のように新しいFTOOLS の parameter がリリースされていたりと確かによい印象はないでしょう。著者もそうでしたが、4月頃(1993年)とは違って、今ではだいぶ良くなってきたように思えます。

この manual は、著者がメモ代わりに書いたものです。よって、不備な点が多いと思いますし、もっと便利なコマンドが存在するかも知れません。しかし、はじめて“表街道”を使ってみる user には役立つものと思っております。何かありましたら著者までメールをください。

また、この manual は著者が参考文献その他を参考に使ってみた結果を示したものであり、ソフトウェア関係者とは何の関係もありませんのでご注意下さい。

第 4.00 版 へのことば

“はじめての表街道”が第 1.00 版がリリースされたのは PV フェーズ中の 6 月頃でした。当時は裏街道全盛で表街道を使っていた人は極小数であったと記憶しています。しかし、GO フェーズに入った現在、多くの方が表街道を使っている現実を聞き嬉しく思います。その際、この“はじめての表街道”が端末の横に各個人の解析の“座右の銘”として利用されていることからも、これをかいとて良かったと著者一同感じております。

さて、今回のバージョンでは、基本的なことはかわっておりませんが、著者が受けた質問などをとり入れ、一層充実したものになったと思います。

第 5.00 版 へのことば

今回の改訂では、SIS のゲインが各センサー・チップ間で合わせられることになったことから、スペクトルの扱いについて、かなり、詳しくかきました。その分、ページ数が増えたことをお詫びします。

表街道もかなり、改良されてきたと最近感じます。結局、解析は、表がいいとか、裏がいいとかでなく、使い安く、信頼できるものを User が選んで、使うべきなのでしょう。

第 5.20 版 へのことば

このたびこの“はじめての表街道”が製本されることになりました。これも、“あすか”チームみなさまのおかげだと思っております。製本にあたっては、宇宙研の長瀬教授、石田助手に大変お世話になりました。また、石田助手にはお忙しいなか校正をしていただきました。

“あすか”にかかるみなさまに感謝いたします。

1994/12/1

著者代表: 菊部 敬

第 7.00 版 へのことば

菊部さん、藤本さんのご厚意により、第 7 版への改訂のお許しをいただきました。早く、安く(?)、うまくをモットーに、必要最小限の改定にしましたが、不備等がありましたら、連絡いただければ幸いです(mwatana@tana.plain.isas.ac.jp)。なお、XRONOS はコマンド群に分解されてしまったようなので、今回のマニュアルからは外しました。改訂にあたり、いろいろな頼みごとに答えてくれた、宇宙研の藤本さん、校正をしていただいた宇宙研の藤本さん、山下さん、伊予本さん、名古屋の岡島君、近藤君、幅君、田中君、忙しい中、どうもありがとうございました。

2000/08/01

改訂者代表: 渡辺 学

このマニュアルが“ASCA データ解析入門”として活用されることを願います。
なお、各章の執筆者は以下のとおりです。

XRONOS - 青木 貴史, 菊部 敬

環境設定 - 藤本 龍一,

上記以外 - 菊部 敬,

以下で示されているディレクトリ等の構造は、ISASでの例が中心になっています。他の institute では、そこでの設定に合うように適当に変更して下さい。また、UNIX 等の基本的なコマンドなどは知っていることを想定しています。特に、はじめて UNIX をさわる方にとっては、設定編は理解しがたいものがあると思いますが、その時は近くにいる UNIX エキスパートに質問してください。

f-tools などは頻繁に Version Up をしており、そのためこのマニュアルにとは違うメッセージ等を出すことがあります。また、他の XSELECT 等のソフトも随時 Version が新しくなっていますので、マニュアルで対応しきれないところがあると思います。御了承ください。

目 次

第 1 章 X 線天文衛星 “あすか”	1
1.1 “あすか”	1
1.2 XRT	1
1.3 SIS	2
1.4 GIS	3
1.5 光軸 (Optical Axis)	4
第 2 章 前準備	5
2.1 解析の流れ	5
2.2 必要なプログラム、ファイル	6
2.3 環境設定	6
第 3 章 イベントファイルを手に入れる	9
3.1 FRF file、又は photon event file の入手	9
3.1.1 Anonymous ftp で得る	9
3.1.2 宇宙科学企画情報解析センターの、DARTS SYSTEM を使って得る	10
3.2 FRF のできるまで	10
第 4 章 FRFREAD	11
4.1 FRFREAD の実行	11
4.2 生成されるファイル	12
第 5 章 GIS gain history と mkfilter2	13
5.1 temp2gain	13
5.2 mkfilter2	13
第 6 章 ASCALIN	15
6.1 Faint モードのデータの取り扱い	15
6.1.1 f2b	15
6.1.2 f2b2	15
6.2 correctrdd	16
6.3 ASCALIN	16
6.3.1 使い方	16
6.3.2 ascalin.par について	17
第 7 章 XSELECT	19
7.1 XSELECT とは?	19
7.2 初期設定	20
7.3 GIS データの扱い	21
7.3.1 データの読み込み	21
7.3.2 RTI によるバックグラウンドの除去	24
7.3.3 ライトカーブを描く	25
7.3.4 Filter file をつかう	27
7.3.5 イメージを見てみよう	28
7.3.6 スペクトルを見よう	30

7.3.7 events file をつくろう	31
7.3.8 events file を読み込む	31
7.4 SIS データの扱い	31
7.4.1 データの読み込み	31
7.4.2 Bright mode のデータの扱い	32
7.4.3 Chip & Grade を指定する	34
7.4.4 Faint mode のデータの扱い	34
7.5 Faint モードと Bright モードのデータを同時に扱う	34
7.6 終了の方法	35
7.7 BGD イベントファイルについて	35
7.8 ASCASCREEN について	36
第 8 章 XSPEC とレスポンス	37
8.1 RBNPHA と GRPPHA	37
8.1.1 rbnpha を使う	37
8.1.2 grppha を使って binnig をする	37
8.2 スペクトルをたしてみよう	38
8.3 レスponsスをつくる	40
8.3.1 sisrmg	40
8.3.2 ascaarf	40
8.3.3 rmf と arf を一つにする	42
8.3.4 レスponsスを重みをつけて足す	42
8.4 XSPEC の立ちあげ	43
8.5 データ・レスponsスの読み込み	43
8.6 Background をひく	45
8.7 モデルフィッティング	45
8.7.1 モデルのいろいろ	45
8.7.2 初期値とフィッティング	46
8.7.3 モデルの追加と削除	48
8.7.4 パラメタのリンク	48
8.8 複数のデータを扱う時	49
8.8.1 とりあえず同時に扱う	49
8.8.2 パラメタを別にして同時に扱う	49
8.9 終了	50
8.10 知っていると便利かもしない	50
8.11 スペクトルをプリントする	51
第 9 章 XIMAGE	53
9.1 立ちあげ	53
9.2 データの読み込みと表示	53
9.2.1 GIS のデータの場合	53
9.2.2 SIS のデータの場合	54
9.3 表示のいろいろ	54
9.4 XIMAGE の機能	54
9.5 イメージを重ねる	55
9.6 イメージを ファイルに出力する	56
9.7 終了	56

第 10 章 IRAF	57
10.1 立ち上げ	57
10.2 読み込み	57
10.3 表示させてみる	58
10.3.1 表示させる	58
10.3.2 パラメタを変える	58
10.4 PROS	59
10.5 終了方法	61
第 11 章 IDL	63
11.1 設定	63
11.2 立ち上げ	63
11.3 表示させる	64
11.3.1 FITS 形式のイメージを読み込む	64
11.3.2 いろいろな表示	64
11.3.3 PostScript にする	64
11.3.4 FITS 形式のファイルに書き込む	65
11.4 Deconvolution を行なう	65
11.4.1 前準備	65
11.4.2 やってみよう	66
第 12 章 便利な FTOOLS	67
12.1 FTOOLS の使い方	67
12.1.1 fhelp	67
12.1.2 fstruct	67
12.1.3 fdump	67
12.1.4 fplot	68
12.1.5 sec2time	68
12.1.6 time2sec	69
12.1.7 fimgdmp	69
12.2 ヘッダをエディットしてみる	69
12.2.1 fmmodhead	69
12.2.2 fparkey	70
12.3 パラメタ関係	70

第1章 X線天文衛星“あすか”

これから“あすか”的データを解析する者にとって、“あすか”的性能、データの取得の方法を知ることは解析の第一歩である。

1.1 “あすか”

X線天文衛星“あすか”(Astro-D)は、わが国4番目のX線天文衛星¹である。1993年2月20日²午前11時(JST)に鹿児島宇宙空間観測所(KSC)より、M-3SII型ロケット7号機により打ち上げられ、近地点高度が約520km、遠地点高度が約620kmの略円軌道に投入された。衛星重量は約420kg、軌道上でオプティカルベンチを伸展したときの長さは約4.7mです³。

“あすか”的特徴は、約0.5-10keVの広いエネルギー範囲で大きな有効面積をもつX線反射望遠鏡を搭載し、今までにないエネルギー分解能で分光をし、同時に撮像を行なうことができることにあります。

軌道上での“あすか”的概観は図(1.1)のようになります。

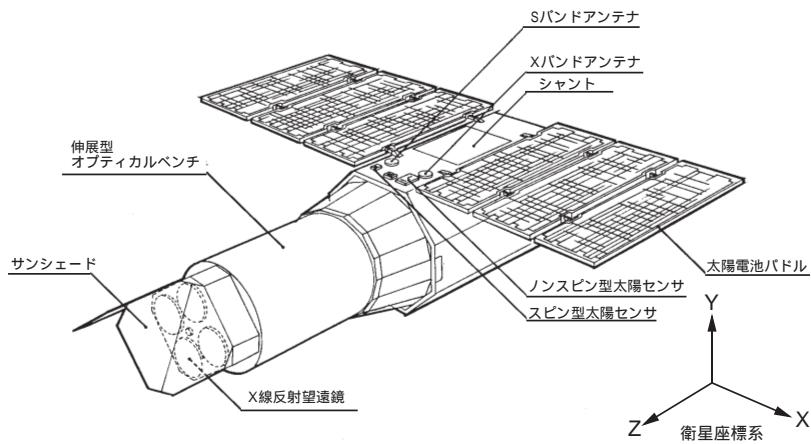


図 1.1: “あすか”的概観

1.2 XRT

X線領域での金属の屈折率は1より僅かに小さいため、ある臨界角よりも小さい角度でX線が入射すると高い反射率で反射する。数keVのX線が充分な反射率を得られるためには、入射角が1.0度以下でなければならない。

¹ 宇宙研の第15号科学衛星である

² 当初の予定は2/12であったが自然にやさしいロケットの都合により8日延期された

³ 打ち上げ時は約2.8mである

“あすか”の XRT に使われている光学系は多層薄膜型斜入射光学系とよばれるものである。このタイプの望遠鏡は鏡面基板を極限まで薄くすることで反射鏡の積層数を増やして開口効率と有効面積を高めている。4台の XRT が搭載されており、それぞれの焦点面(焦点距離:3500mm)に SIS、GIS が 2 台づつ置かれている。

高い反射効率を極めて軽い重量で実現するため、ある程度の結像性能の低下を余儀なくされている。結像性能は ~3 分角 (HPD⁴) である。

このような XRT の特性として、点源を観測すると蝶々のような十字が現れたり、また、視野外に明るいソースがいると、stray light (迷光) がみられます。

1.3 SIS

SIS⁵ は、世界で初めての X 線を光子計測する CCD カメラである。その特徴は、厚い空乏層、低い読み出しノイズ、高い耐放射線構造である。

二つの SIS が XRT の焦点面に搭載されており、一つのセンサーは 11 mm 角のチップ 4 枚で構成されている。また、チップ間には大小の溝がある。SIS0 の chip 1 (s0c1) と、SIS1 の chip3 (s1c3) をノミナルチップ (nominal chip) と呼ぶ。

SIS に関する視野の概略図を図 (1.2) に載せる。

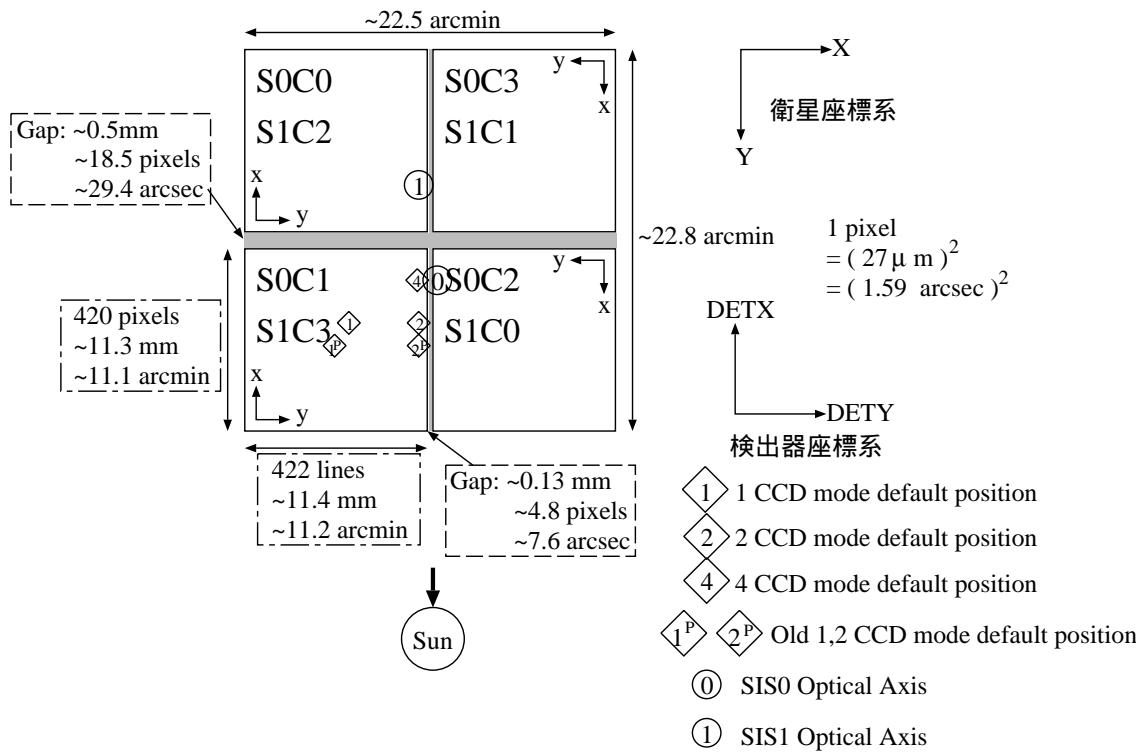


図 1.2: SIS の視野、および座標の定義

SIS は入射してきた X 線光子のエネルギーに応じて、電子雲を空乏層につくる。Si の平均電離エネルギーが ~3.65 eV とガス (~30 eV) とくらべて小さいこと、ファノファクターが小さいこと (~0.1)、ノイズが低いことから、エネルギー分解能 2.2% (@5.9 keV) を達成している⁶。この電子雲はひとつのピクセルにとどまることがあれば、二つ以上のピクセルにスプリットしてしまうこともある。そこで、SIS では、中心の波高値が最大であるような、3x3 のピクセルに注目して、スプリットの仕方で 8 つのグレードに分けている。通常の解析では、グレード 0,2,3,4 や 0 のみが一般に使われる。

⁴ 半分の X 線が集められる円の直径

⁵ Solidstate Imaging Spectrometer

⁶ 打ちあげ当初の性能であり、2000 年現在では 5% くらい。

表 1.1: SIS 観測モードのまとめ

	観測モード		
	Faint mode	Bright mode	Fast mode
時間分解能	4/8/16 秒 1CCD/2CCD/4CCD モード	4/8/16 秒 1CCD モードのみ)	16 ミリ秒 (1CCD モードのみ)
イベント転送率 (events/秒/S0+S1)	128/16/4	512/64/16 bit rate High/Med/Low	1024/128/32
パルス高ビット数 (チャンネル数)	12 (4096)	11 (2048)	11 (2048)
位置ビット数	9 + 9	9 + 9	1 (時間ビット 3)
Grade 判定	なし	8 通り	2 通り

表 1.2: GIS PH モードでの観測可能な最大強度および時間分解能

ビットレート	(GIS2,3 合計) [カウント/秒]	時間分解能	
		タイミングビット数	
		0 ビット	10 ビット
High	256	62.5ms	61μs
Med	32	500ms	488μs
Low	8	2s	1.95ms

SIS の動作モードは大別して二種類あり、観測モードと診断モードである。通常観測は観測モードである。観測モードのまとめを表 (1.1) に載せる。

SIS 特有の問題として、ホットピクセル、エコー現象、ダークフレームエラー、パイルアップ、CTE⁷ の劣化、暗電流の増加等がある。これらについては、ここでは省略するが理解しておくことが望ましい⁸。

1.4 GIS

GIS⁹ は、大きな視野 (直径 ~ 50 分角)、良い時間分解能、高エネルギー領域での高い量子効率をもっており、SIS と相補的な関係にある検出器である。エネルギー分解能は ~ 8% (@5.9keV) である。二台の GIS が XRT の焦点面に配置されている。

GIS には観測モードとメモリチェックモードがある。観測モードには、PH¹⁰ モード、PH PCAL¹¹ モード、MPC¹² モードがあり、通常の観測では PH モードが使われる。PH モードでの観測可能な最大強度と時間分解能を表 (1.2) に示す。

2 台の GIS にはそれぞれキャリブレーションソースとして、⁵⁵Fe (5.895 keV) が載せてあり、これが 500 ch になるようにゲインが補正される。ガスセルの Be 窓はメッシュと井桁で支えられており、比較的あかるいソースをみたときは、イメージ上に井桁をはっきりと見ることができる。

⁷ Charge Transfer Efficiency: 電荷転送率

⁸ これらのこととは、小谷修論 “ASTRO-D 搭載 SIS の性能評価” 1993 東京大学、山下修論 “あすか” 搭載 X 線 CCD カメラの軌道上で較正” 1995 東京大学 にくわしい

⁹ Gas Imaging Spectrometer; 撮像型蛍光比例計数管

¹⁰ Pulse Height

¹¹ Position Calibration

¹² Multi-channel Pulse Count

1.5 光軸 (Optical Axis)

光軸は、各センサーの中心に一致していない。光軸やその他のアライメントの情報はファイルに書かれている。図(1.3)に s0_teldef_070294.fits, s1_teldef_070294.fits, gis2_on_flf_200494.fits, gis3_phnew_tbl_flf_200494.fits に書かれている光軸を図示する。通常の解析では、光軸を知らない構わないが、知っておいて損はないであろう。

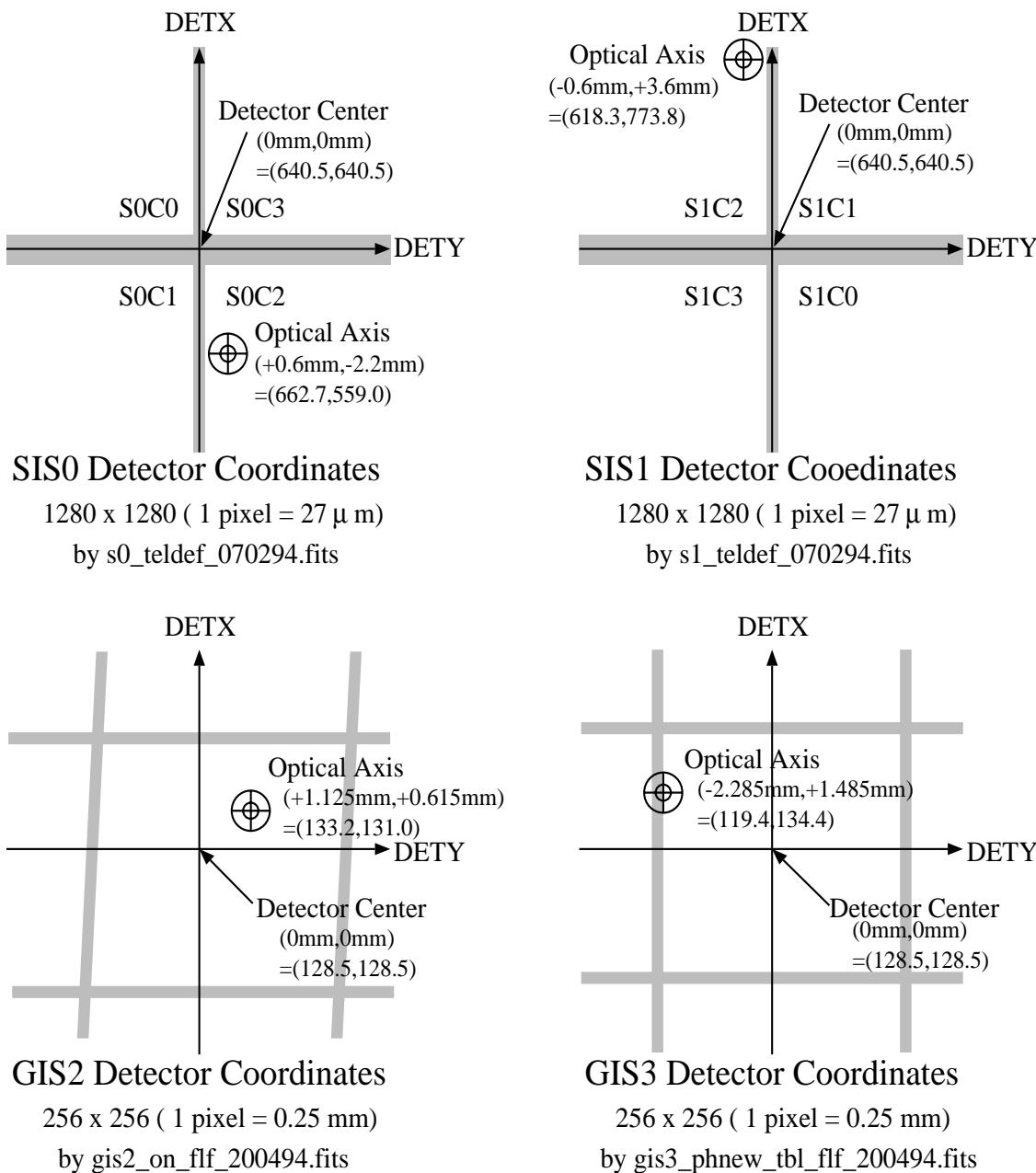


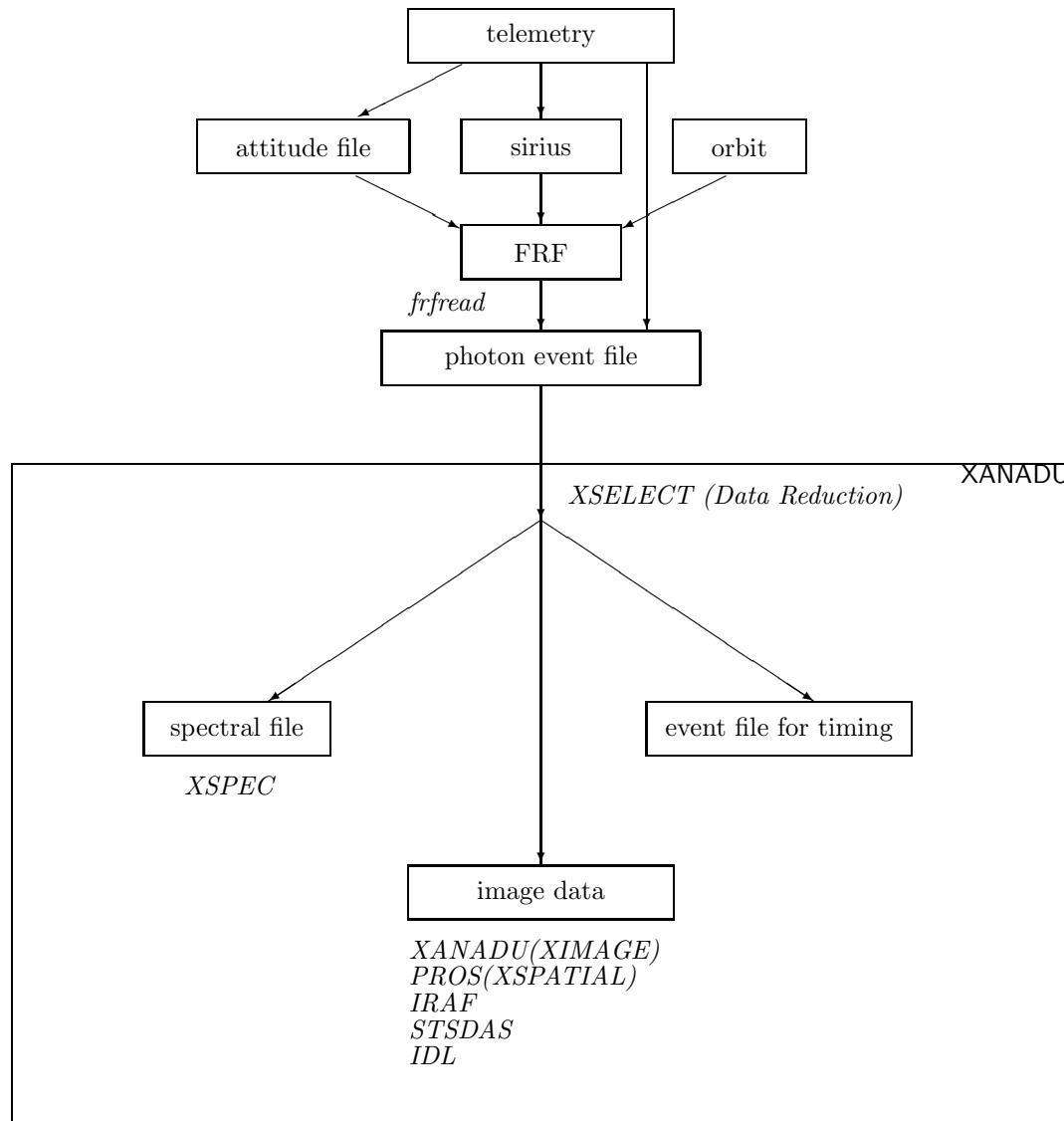
図 1.3: 各センサーにおける光軸の位置。(検出器座標)

第2章 前準備

2.1 解析の流れ

まず、自分の解析したい source がいつ、どのように観測されたかを知りましょう。そして、そのファイル¹がどこにあるのかを確認しましょう。見つけ方は、次の章で説明します。通常は、photon event file から行なえば十分です。きわどい解析を行ないたい方は FRF file から始めてください。データ取得後、FRF file から始める方は 4 章から、photon event file から始める方は 7 章から読みはじめて下さい。

データの流れは以下のようになります。



¹ FRF file、または photon event file

2.2 必要なプログラム、ファイル

FRF file からデータ解析を行ないたい方は、frfread²、mkfilter2、temp2gain、(f2b、f2b2)³、が必要です。また、photon event file 以降の解析を行なう標準的な tool として、HEAsoft(または ftools+xanadu)、caldb というパッケージ⁴ 内にある BGD やレスポンスが必要となります。これらのソフトは、以下の場所からとつくることが可能です。

```
http://www.astro.isas.ac.jp/software/lheasoft/
HEAsoft、ftools、xanadu
```

ftp://ftp.astro.isas.ac.jp/asca/	
frfread	software/frfread.html (ソフトの場所、ヘルプ)
mkfilter	software/gsfc/mkfilter2
temp2gain	software/isas
temp2gain calfile	calibration/gis/data/gis_temp2gain.fits
f2b/f2b2	software/ftp/ftools-4
	又は /lheasoft-5

ftp://legacy.gsfc.nasa.gov/caldb/data/asca/	
gis response file	gis/cpf/95mar06/gis[2,3]v4_0.rmf
gis BGD file	gis/bcf/bgd/94may/*
sis BGD file	sis/bcf/bgd/94nov/*
gis teldef file	gis/bcf/gis2_ano_on_flf_180295.fits gis/bcf/gis2_ano_on_pow2_200494.fits gis/bcf/gis3_phnew_tbl_flf_200494.fits gis/bcf/gis3_ano_on_pow2_200494.fits
sis teldef file	sis/bcf/s[0,1]_teldef_070294.fits
sis temporal file	sis/bcf/sisph2pi_110397.fits

caldb で、基本的な解析で使う最低限のファイルは、上に書いたようなファイルですが、asca の directory にあるデータは、全て持ってきておいた方がいいかもしれません。ただ、他の衛星のデータ (ROSAT など...) も含めた全てのファイルを持ってくるには、かなりの disk 容量が必要となります⁵⁶。

2.3 環境設定

FRFREAD

FRFREAD、mkfilter、temp2gain、f2b、f2b2 の実行形式が入っているパスを、.cshrc の path 変数に加えます。

```
set path=($path /usr/local/asca/bin)
```

HEAsoft

あすかのデータの、標準的な解析 tool は、FTOOLS+XANADU です。最近、この 2 つが合体し、HEAsoft なるものができました。管理者の方にインストールさえしていただければ、.cshrc に以下の 2 行を書き加えるだけで OK です⁷。

```
setenv LHEASOFT /usr/local/lheasoft/5.0/OSF1_4.0_alpha
( lhea-init.csh のある directory )
```

² 現在は、ちょっとした理由により、宇宙研からしか取ってこれません。

³ f2b、f2b2 は、ゴダードの向井さん製の shell script で、2~3 の ftools を自動的に実行してくれます。このプログラムがなくても、ftools さえあれば、解析は行なえますが、あると便利です。

⁴ このパッケージには、あすか以外の衛星のレスポンス等も含まれています。

⁵ directory ごと ftp でファイルを持ってくるには、ftp>get asca.tar などと打つと、tar でまとめられた directory を得ることができます。ただし、ftp のバージョンによっては、できないものもあります。

⁶ HEAsoft5.0 以降、GSFC の caldb をリモートで参照できるようになりましたが、DEC/Alpha では、まだ使えない? ようです。

⁷ 宇宙研では、アカウントをもらった時点で、自分の.cshrc の中に、source /usr/local/template/CSHRC という行があり、これらの解析ソフトの初期設定が自動的に行なわれます。

```
source ${LHEASOFT}/OSF1_4.0_alpha/lhea-init.csh
```

FTOOLS

つい最近まで ftools4.2 が使われてました。さまざまな事情により、ftools4.2 が使いたい場合は、.cshrc に以下の 2 行を書き加えてください。変数の設定の都合により、バージョンを変えた場合には、ログインし直すことをお勧めします。

```
setenv FTOOLS /usr/local/ftools/ftools_42/OSF1_4.0_alpha  
    (finit.cshのある directory)  
source $FTOOLS/finit.csh
```

XANADU

ftools4.2 か、それ以前のバージョンを使う場合には、同時に XANADU のインストールと初期設定も必要です。

```
setenv XANADU /usr/local/ftools/xanadu-10.00  
    (finit.cshのある directory)  
source $XANADU/tools/initu.csh
```

IRAF

IRAF を使いたい方は、IRAF の設定をしましょう。Alpha の場合は.cshrc のなかに

```
setenv iraf /iraf/iraf  
setenv IRAFARCH alpha  
setenv UPARM $HOME/iraf/uparm  
source $iraf/unix/hlib/irafuser.csh
```

を書き加えます。そして、ホームディレクトリの下に iraf というディレクトリを作り

```
cd ~/iraf  
mkiraf
```

として下さい。

```
-- creating a new uparm directory  
Terminal types: xterm,gterm,vt640,vt100,etc.  
Enter terminal type:
```

と聞かれるので、

```
Enter terminal type: xterm
```

と答えます。これで iraf の設定は終了です。

第3章 イベントファイルを手に入れる

3.1 FRF file、又は photon event file の入手

3.1.1 Anonymous ftp で得る

宇宙科学企画情報解析センター (PLAIN センター)、または NASA ゴダードから Anonymous ftp でデータを得ることができます。たどり着くまでの directory 名が少し違いますが、両者は基本的に同じものです¹。

データを得るためにには、まず観測ごとに割り振られた、sequence number を知る必要があります。

<http://www.astro.isas.ac.jp/asca/operation/index-j.html>

に、アーカイブデータ一覧があるので、それより sequence number を調べます。

次に anonymous ftp で、データ入手します。FRF からはじめる方は、fa*****_****.****、ft*****_****.****、frf.orbit というファイルが必要となります。以下で、() 内は、ゴダードから持ってくる場合です²。

```
>ftp ftp.darts.isas.ac.jp
(>ftp legacy.gsfc.nasa.gov)
      Name (ftp.darts.isas.ac.jp:mwatana): anonymous
      Password: [自分のメールアドレスを打つ]
      ftp>bin
      ftp>cd pub/asca2_link
      (ftp>cd asca/data/rev2 )
      ftp>cd [sequence number]
      ftp>cd aux
      ftp>get fa*****_****.****
      ftp>get frf.orbit.gz
      ftp>cd ..../telem
      ftp>get ft*****_****.****
      ftp>bye
```

pub/asca(GSFC では rev1) という directory にもデータが存在しますが、これは古い基準でデータ処理されたものです。必ず rev2 の方の directory から、データを取ってきましょう。pub/asca2_link/[sequence number] には、以下の directory があります。

```
aux
calib
images
lcurves
screened
spectra
telem
unscreened
```

photon event file 以後から始めたい人が、必要なファイルは、

- イベントファイルに、filter のかかっていないファイルからはじめる。

¹ PLAIN センターのデータは、NASA ゴダードから Anonymous ftp で持ってきてているので、リリースは少し遅れます。

² ここでも、directory ごと ftp でファイルを持ってくるには、ftp>get aux.tar などと打つと aux という directory ごと、持つすることができます。ftp>get aux.tar.gz も可能ですが、すでに中のデータは圧縮されているので、あまりメリットはありません。

- unscreened に入っている、イベントファイル
- filter をかける時に使うファイル (aux/ft*****_****_****.mkf.gz)
- イベントファイルに、デフォルトの filter がかかっているファイルからはじめる。
 - screened に入っている、イベントファイル
- ちょっとライトカーブ、イメージ、スペクトルを見てみたい。
 - lcubes、images、spectra にはいっているファイル。spectra には、レスポンスファイルやarf ファイルも含まれている。

また、”aux/ad*****_***.joblog.html” には、イベントファイルを filter で処理した時のログが書き込んであるので、持ってきておくと何かと便利です。

3.1.2 宇宙科学企画情報解析センターの、DARTS SYSTEM を使って得る

適当なブラウザーを使って、DARTS の web page に入ります。

<http://www.darts.isas.ac.jp/indexj.html>

“宇宙物理関係のデータベース(asca)” をクリックします。

”Satellite & Instrument” から ”ASCA” を選択(左のチェックボックスをオンに)し、“Object Name or Coordinate” の所に目的の天体名または座標を入力します。J2000 年分点以外の座標を入力したい場合は、適当な座標系をその下より選びます。場合によっては、指定した天体の位置からの天空上の検索範囲も、その下にある選択肢から適当なものを選び下さい。

入力した天体名で直接データを検索したい場合は、天体名を入力した所のすぐ下にある “direct search by the name” のチェックボックスをオンにしておきます。また、公開されていないが、プロポーサルが受理されている観測の情報を得たい場合は、“only available data” のチェックボックスをオフにしておきます。

そして、下にある “SEARCH” を選択すると、検索が始まります。

選択画面の下の方にある ”FURTHER SEARCH” を選択するとさらに詳細な検索が可能となります。座標の分点と検索範囲は任意で指定でき、さらに、観測日、主観測者(PI)、観測対象のカテゴリー(AGN 等)、そして、観測期間カテゴリーで選択することが出来ます。検索が終ると、入力された検索内容とその検索結果が表示されます。

検索条件を満たした観測が、視野中心の座標や観測時刻等の情報とともに表示されます。観測を選択し、利用するファイルを画面下より選びます。FRF から始めたい方は、Telemetry Files の中のファイルを、photon event file から始めたい方は、Screened events ファイル、または unscreend event ファイルと filter Files を選択して下さい。”DOWNLOAD” ボタンで、さらに検出器ごとのファイルリストが現れます。必要なファイルを選んで、”Download now” ボタンを押すと、ダウンロードが始まります。

“DARTS の使い方” が、トップページにありますので、こちらも参考にして下さい。

3.2 FRF のできるまで

一般教養として FRF のできるまでを知っておきましょう。

telemetry sirius temporary FRF telemetry FRF (target oriented)	attitude FRF (target oriented)
軌道情報 (NASDA)	orbit FRF

通常一つの FRF が出来るのに三週間以上かかります。姿勢ファイルはさらに遅れています。

第4章 FRFREAD

FRF file から始める方は、データ入手後、まず FRFREAD をはしらせます。photon event file から始める方は、7 章から読み始めて下さい。

なお FRFREAD は、2000 年問題に対応した version4 以降を使用して下さい。version4 以降からは、GUI 形式はなくなり、対話形式でパラメーターをいれていくことになりました。

4.1 FRFREAD の実行

まず、起動させます。

```
sonobe@uzuki 45 > frfread4
```

あとは、各質問に答えていきます。

```
sonobe@uzuki 45 > frfread4
\Input telemetry file[ ] ft980212_0006.2151      (1)
    FITS ORIGIN keyword[ ] ISAS                  (2)
    FITS OBJECT keyword[ ] Abell1496_2          (3)
    FITS OBSERVER keyword[PROFESSOR X] Watanabe   (4)
    FITS RA_NOM keyword (0.:360.) [0.0] 68.60557556 (5)
    FITS DEC_NOM keyword (-90.:90.) [0.0] -13.12956047
```

(1) では、FRF ファイルの名前を入力します。

(2) では、所属機関の名前を入力します。

(3) では、解析する天体の名前を入力します。

(4) では、解析者の名前を入力します。

(5) では、平均の赤経、赤緯の値を入力します。

平均的な視野方向を知る方法の一つとして “attitude” という FTOOLS があります。これは、姿勢ファイルを利用して、平均的な 、 を示します。

以下のようにして使います。

```
sonobe@izayoi 74 > attitude
ATTITUDE_V0.9d
Input ASCA attitude filename[ ] fa930516_1851.1112
Path to attitude file or DEFAULT[default]
Output file name or NONE[none]
Pointing from: ATT file mean or USER input[ATT]
```

```
reading attitude file:/nagatsuki/f4/attitude/fa930516_1851.1112
```

```
AVERAGE ASPECT AND OFFSET FOR THIS ATTITUDE FILE:
```

```
:  
:
```

```
Number of ASPECT records processed =      55422
```

Aspecting to RA/DEC : 322.35208130 -15.55053806
 closing attitude file...

ここで入力された文字や値は、その後につくられるさまざまな fits file のヘッダーに書かれます。
 FRFREAD は終了までに数十分ほどかかります¹。

4.2 生成されるファイル

全部で 100-200 メガバイト分のファイルが生成されます。先ほどの例では次のようなファイルができました(一部)。

```
ft930507_0300_1621G200170M.fits ft930507_0300_1621S001001H.fits
ft930507_0300_1621G200299.fits ft930507_0300_1621S001102M.fits
ft930507_0300_1621G200370H.fits ft930507_0300_1621S001302M.fits
ft930507_0300_1621G200470M.fits ft930507_0300_1621S001401H.fits
ft930507_0300_1621G200570H.fits ft930507_0300_1621S001502M.fits
ft930507_0300_1621G200670M.fits ft930507_0300_1621S001702M.fits
ft930507_0300_1621G200799.fits ft930507_0300_1621S001902M.fits
ft930507_0300_1621G2HK.fits ft930507_0300_1621S0HK.fits
ft930507_0300_1621G300170H.fits ft930507_0300_1621S100902M.fits
ft930507_0300_1621G300270M.fits ft930507_0300_1621S101001H.fits
ft930507_0300_1621G300399.fits ft930507_0300_1621S101102M.fits
ft930507_0300_1621G300470M.fits ft930507_0300_1621S101302M.fits
ft930507_0300_1621G300670M.fits ft930507_0300_1621S101401H.fits
ft930507_0300_1621G300870H.fits ft930507_0300_1621S101502M.fits
ft930507_0300_1621G301370M.fits ft930507_0300_1621S101702M.fits
ft930507_0300_1621G3HK.fits ft930507_0300_1621S1HK.fits
```

例えば ft930507_0300_1621G301670H.fits は 93 年 5 月 7 日の 03:00 から 16:21 までの FRF のファイルで、“G3”は GIS3 を意味し、続く三つの数字は sequential number を、そのあとの二つの数字は mode を表し、“70”は PH モード、“71”は MPC モード、“72”は PCAL モード、“73”はメモリチェック、“01”は FAINT モード、“02”は BRIGHT モード、“03”は FAST モード、“04”は FRAME モード、“05”は DARK FRAME モード、“06”は HISTOGRAM モード、“07”は INTEGRATION モードを意味します。“99”は ACS モードです。“H”“M”“L”は bit rate を、“HK”は HK file であることを意味します。HK ファイルは、mkfilter2 で必要となります。bit rate のあと、.fits となっているものが science file です。

¹ 状況により異なります

第5章 GIS gain history と mkfilter2

ascalin で使用する GIS の gain history file を作ります。

また、mkfilter2 は XSELECT でデータをいろいろな条件でセレクションするための情報の入ったファイルをつくります

5.1 temp2gain

検出器の温度と gain に相関があり、その温度をもとに gain を計算します。使い方は以下の通りです。

```
sonobe@izayoi 68 > temp2gain
temp2gain V4.4
FRF file name[ ] /mugen/data0/frf/frf9305/ft930516_1851.1112
Input long term gain parameter file[gis_temp2gain.fits] (1)
Output FITS file name[ ] ft930516_1851.1112.ghf
Output text file name[ ] ft930516_1851.1112.tbl
GIS2 LDHIT output text file name[ ] ft930516_1851.1112.g2h
GIS3 LDHIT output text file name[ ] ft930516_1851.1112.g3h
Method(0:Auto, 1:Linear Interpolation, 2:Analytic function)[0]
Time interval(sec)[1800]
opening /mugen/data0/frf/frf9305/ft930516_1851.1112
:
Data End Time is 11790731.28( 930517 111209)
Gain History is written in ft930516_1851.1112.ghf
```

(1) のファイルは、宇宙研から取ってくるファイルです（2.2 節参照）。数カ月に 1 度、更新されるので、できれば最新のものを使いましょう¹。

5.2 mkfilter2

コマンドラインから “mkfilter2” と打ちます。

```
sonobe@uzuki 224 > mkfilter2
```

すると次のようなメッセージがでます。以降、質問に答えていけば OK です。

```
Path and name of SIS0 HK file[] ./ft930615_0125_0925SOHK.fits
Path and name of SIS1 HK file[] ./ft930615_0125_0925S1HK.fits
Path and name of GIS2 HK file[] ./ft930615_0125_0925G2HK.fits
Path and name of GIS3 HK file[] ./ft930615_0125_0925G3HK.fits
Path and name of rigidity data file[] /usr/local/lheasoft/5.0/src/atFunctions/data/rigidity.data
Path and name of orbit file[] ./frf.orbit
Path and name of FITS leap second data file[] /usr/local/lheasoft/5.0/refdata/leapsec.fits
Path and name of attitude file (optional)[]./fa930615_0125.0925
Enter Euler angles[] 194.962887    62.281647    149.372713
Bin width, in seconds[32]32
```

¹ 解析するデータの観測された日より古い gis_temp2gain.fits を使うと、ゲインが正しく補正されません。

```
Name of output file[] ft930615_0125_0925.mkf
```

```
...
```

Euler angles は、attitude という FTOOLS のコマンドを用いて、fa*****_****.**** ファイルより計算することができます。

しばらくすると “ft930615_0125_0925.mkf” というファイルがカレントディレクトリに出来ます。このとき “ft930615_0125.0925” というファイルネームが “ft930615_0125_0925.mkf” と、“.” が “_” になります²。

mkfilter2 でつくられるファイルは science file のあるディレクトリと同じところにおいた方が（ XSELECT で扱う時に）いいと思います。このファイルは XSELECT でデータセレクションをする時に使用します。XSELECT 内では **.mkf がいくつかのファイルに分かれても読んでくれます。

あとは、XSELECT の章を参照して下さい。

² VAX/VMS では、*** を拡張子と解釈してしまうため

第6章 ASCALIN

6.1 Faint モードのデータの取り扱い

Faint モードのデータは XSELECT ではそのまま扱うことができないので、Bright か Bright2 モードに変換します。それを XSELECT の外で行なうためのツールとして “f2b”, “f2b2” を紹介します。これらは、FTOOLS をうごかす shell script です。使用する前に、プログラム内の faintdfe.tbl のありかを指定してある部分を、各サイトにあったものに書き換えておく必要があります。

```
pset faintdfe.par tblfile="${LHEASOFT}/refdata/faintdfe.tbl"
```

6.1.1 f2b

Faint から Bright に変換する時に使います。使い方は science file のあるディレクトリでコマンドラインから “f2b” とするだけです。

```
sonobe@izayoi 62 > f2b  
SPLIT0 is 40, and SPLIT1 is 40
```

これを走らせると science file のなかの bright mode のファイルから Split Threshold を読みとって¹ 同じ値で faint mode の science file から bright mode の science file を新しくつくります。このとき以下のように ft*S*01H.fits という faint mode のファイルから ft*S*02H.fits というファイルを新しくつくります²。

```
ft930507_0300_1621S001201H.fits      ft930507_0300_1621S001202H.fits
```

faint mode のファイルを消去することはありません。

“f2b” はテレメの bright と同じようにしますので、dfe 補正や echo 補正はできません。

6.1.2 f2b2

Faint から Bright2 に変換する時に使います。“f2b2” では、自動的に dfe のファイルを作り、それを参照して dfe の補正を行ないます。また、echo の補正も行ないます³。使い方は簡単で science file のあるディレクトリでコマンドラインから “f2b2” とするだけです。

```
sonobe@izayoi 64 > f2b2  
nrecords=163992  
nrecords=42830  
:
```

こうすると、ft*S*01H.fits というファイルから ft*S*01H.dfe と ft*S*12H.fits を作ります。*dfe は dfe の変化が書かれていて qdp で見ることができます。ft*S*12H.fits が bright2 モードに変換された science file です。

```
ft930801_1340_2309S000501H.fits      ft930801_1340_2309S000512H.fits
```

となります。

f2b2 では、echo の値を変えることはできません。しかし、script をちょっと変えるだけで可能になります。f2b2 を自分のディレクトリにコピーしてから、script の最後のあたりを次のようにします。

¹ bright mode のファイルがない場合は 40 の値がつかわれます
² 古いバージョンでは ft*S*11H.fits というファイルを作っていました。
³ ascatime から計算して、補正される

```

        :
fi
pset faint.par dfefile="${CURRENT_FITS%fits}dfe"
pset faint.par split=40
pset faint.par bright=no
pset faint.par sis0echo=0.016          ( )
pset faint.par sis1echo=0.0011         ( )
faint
rm -f ${LOCPFILES}/faint.par
done
:

```

()と()の2行をつくってください。今の場合 sis0 は 0.016、sis1 は 0.0011 で補正されます。echo の history は “\$LHEASOFT/refdata/sisechos.fits” にあります⁴。このファイルを “fplot”⁵を使って見て下さい。

6.2 correctrdd

f2b2 は、自動的に ftools の fainddfe と faint というコマンドを自動的に行なうプログラムです。しかし、データに RDD 補正を加えたい場合は、fainddfe correctrdd faint という順番で、コマンドを実行します（したがって、f2b2 は使えません）。詳しくは、

```

http://heasarc.gsfc.nasa.gov/docs/asca/rddrecipe.html
http://www.astro.isas.ac.jp/~dotani/rdd.html

```

などを参照して下さい。

6.3 ASCALIN

次のステップに移る前に必ず ascalin をとおしましょう⁶。“fdump”⁷で science file をみるとヘッダに ascalin をとおしたかどうかが書かれています。

ASCALIN は frfread⁸によって作られた science file に正しい座標を書き込みます⁹。また、GIS のゲインの補正も行ないます¹⁰。ASCALIN は FTOOLS です。

SISPI は SIS のサイエンスファイルの PI¹¹ コラムを、PHA コラムと、gain/CTI ファイルをもとに書き込みます。以前は独立したコマンドでしたが、最近は ASCALIN の中に同時に処理されています。

6.3.1 使い方

とりあえず “ft940823_1115_2245G200170M.fits” という science file に “ascalin” をかけるには次のようにします。

```

sonobe@izayoi 60 > ascalin
ASCALIN_V0.9v
Input ASCA science file filename[ ] ft940823_1115_2245G200170M.fits
Input ASCA telescope definition filename[default]
Input ASCA temporal calibration filename[default]

```

⁴ '00/06/22 現在

⁵ “便利な FTOOLS” の章参照

⁶ ascalin がとおしてなかつことからくるエラーがよくあります

⁷ “便利な FTOOLS” の章参照

⁸ y2k 問題にも対応している、frfread4.00 以上を使うこと

⁹ telemetry から出てくる science file には生座標 (RAWX, RAWY) がついています。それをもとに検出器座標 (DETX, DETY) と sky 座標 (X, Y) を書き込みます

¹⁰ telemetry から出てくる PHA の情報とゲインヒストリーをもとにゲイン補正された PI コラムを書きだします

¹¹ Pulse Invariant

```
Input ASCA attitude filename[default]
Use pointing from: ATT attitude, KEY keyword, or USER[ ] att
:
:
```

“telescope definition filename” とはアライメントなどのファイルであり、“temporal calibration filename” は GIS では gain history file¹² です。“attitude filename” は姿勢ファイルです。通常は default で自動的にしかるべきファイルを読みにいきます¹³。最後の “Use pointing from:” は基準となる視野の方向をどうするかということです。“ATT” にしたときは読み込んだ science file での平均の方向が視野の方向となります¹⁴。“KEY” にしたときは、science file 中の RA_NOM, DEC_NOM というキーワードに書かれている値を視野方向とします¹⁵。“USER” にしたときは、ascalin が “” を聞いてきますので直接指定します。“” の平均を求める方法は、4.1 を参照して下さい。

同じディレクトリにあるすべての science file に ascalin をかける簡単な shell script の例を載せておきます。以下を例えれば mascalin というようなファイルに作ったあと、

```
sonobe@uzuki 87 > chmod +x mascalin
```

としてから

```
sonobe@uzuki 88 > mascalin 120.0 30.0
```

で動きます。120.0, 30.0 は USER の時指定する “” です。

```
*****
#!/bin/csh -f
# ascalin script

foreach file ( ft*[HML].fits )
echo INFILE=$file
ascalin $file default default USER $1 $2
end
*****
```

6.3.2 ascalin.par について

ascalin すべて “default” で動くようにするにはあらかじめ “ascalin.par” を edit¹⁶ しておく必要がある場合がほとんどです。

以下に適宜変更すべき ascalin.par を示します。

```
*****
:
:
defSISfile,s,h,"sisph2pi_110397.fits","","Default ASCA SIS temporal filename"
defGISfile,s,h,"./ft940823_1115.2245.ghf","","Default ASCA GIS temporal filename"
defS0file,s,h,"s0_teldef_070294.fits","","Default ASCA SISO telescope def filename"
defS1file,s,h,"s1_teldef_070294.fits","","Default ASCA SIS1 telescope def filename"
defS2Ffile,s,h,"gis2_ano_on_flf_180295.fits","","Default ASCA GIS2 FLF tele def filename"
defS3FFfile,s,h,"gis3_ano_on_flf_180295.fits","","Default ASCA GIS3 FLF tele def filename"
defS2Pfile,s,h,"gis2_ano_on_pow2_200494.fits","","Default ASCA GIS2 POW2 tele def filename"
defS3PPfile,s,h,"gis3_ano_on_pow2_200494.fits","","Default ASCA GIS3 POW2 tele def filename"
defATTpath,s,h,"/nagatsuki/f4/attitude","","Default ASCA ATTITUDE file path"
mode,s,h,"ql",,
*****
```

¹² temp2gain でつくったファイルです

¹³ パラメタファイルを変更する必要がある場合もあります。次節参照

¹⁴ いくつもの science file に対して ATT を使うと各ファイルごとに姿勢がゆらいでいるために、わずかに視野方向がかわることがありますので KEY または USER の方がいいと思います

¹⁵ このキーワードの値は frfread or frfreadng のパラメタファイル中の “ranom” と “decnom” に指定しておけばよい

¹⁶ edit するには、直接パラメタファイルをエディタに読み込むか、もしくは、pset (便利な FTOOLS の章参照) というコマンドを使う

“defSISfile”はこのようにしておいてください。

“defGISfile”は各自で作った gain history file¹⁷ を指定しておきます。

それ以下はアライメント等の calibration file です

“defATTpath”は姿勢ファイルのあるディレクトリを指定します¹⁸。

以上をきちんと指定しておくと、いちいちファイルを指定することなく “default” でよくなります。

同様に、attitude.par も “defATTpath” というところを姿勢ファイルのあるディレクトリを指定しておきましょう。

¹⁷ 前章参照

¹⁸ ascalin はこのディレクトリをきちんと指定しておくと、読み込んだ science file に対応する姿勢ファイルを読みにいきます

第7章 XSELECT

7.1 XSELECT とは?

XSELECT は、かんたんなコマンドの入力によって FTOOLS¹ をうごかし、必要な task を行なうソフトです。photon event file から解析を行ないたい方は、ここからが始まりとなります。7.3.8 に書いてある方法でイベントファイルを読み込み、7.3.2 以後の手順に従って下さい。さらに、screened のイベントファイルからはじめている人は、filter をかけるコマンド (gisclean、select mkf など) を実行する必要はありません。

FRFREAD で生成された FITS ファイルを、XSELECT に通してイメージ、ライトカーブ、スペクトル等を得たり、FITS ファイルの構造を知らなくても、いろいろな条件でのデータセレクションを行なうことができます。各々の過程で生成された、スペクトルファイルやイメージファイルは、FITS 形式になっており、次の章で述べる XSPEC や XIMAGE で読み込むことができます。

また、XSELECT には “help file” が完備されており、

```
XSELECT > help
```

でヘルプを見ることが出来ます。このマニュアルでは、“とりあえず” 動かそうということで書いていますので細かなことはプロに聞いて下さい。

XSELECT は、その中で一時的な work file をつくりますので、ディスクスペースがあることを確認してください。work file は XSELECT 終了と同時に消去されます。

なお、このマニュアルは XSELECT Ver. 1.0h をもとに、一部、Ver. 2.0 用に改定しています。

バグ等を発見したら次のところに e-mail を送ると良いでしょう。

xanprob@athena.gsfc.nasa.gov

おまたせしました。XSELECT に進みましょう。コマンドラインから

```
sonobe@izayoi 112 > xselect
```

としてください。次のような表示になります。

```
** XSELECT V2.0 **
```

```
> Enter session name >[xsel]
```

“Enter session name >[xsel]” には、今から行なう解析の名称等を入力します。例えば、“CasA_g2” をその名前にしようとするなら、

```
> Enter session name >[xsel] CasA_g2
```

```
Notes: XSELECT set up for      ASCA
Keywords for time and pha are TIME      PHA
Units of time are            SECONDS
Keywords for images are     DETX      DETY
Keywords for the WMAP are    DETX      DETY
```

```
Setting plot device to /xw
```

```
CasA_g2:ASCA >
```

とします。[] の中はデフォルトです。このようにしておくと XSELECT から出力されるファイルの先頭に “CasA_g2” と書かれるので、後で見る時に分かりやすくなります。また、session を途中でセーブするのに便利です。

¹ FITS ファイルを扱う utility プログラム。基本的に FITS ファイルを入力し、何らかの処理をして FITS ファイルに出力する。

7.2 初期設定

とりあえず、これから扱おうとする観測機器を設定しましょう。GIS2 であれば、

```
CasA_g2:ASCA > set inst gis2
```

```
Setting: IMAGE binning      =      1
          WMAP binning      =      1
          Energy Column      =  PI
          Energy rebinning   =      1
```

```
CasA_g2:ASCA-GIS2 >
```

とします。他の観測機器であれば sis0, sis1, gis3 とします。観測機器を設定すると同時に初期設定もされ、表示されます。

パラメタの初期設定を変更するには “set” コマンドを使います。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2 > set
BINSIZE           --> set the binsize for light curves
DATA*DIR          --> set the data directory
DATAMODE          --> setup Xselect for particular data modes
DEVICE            --> set the plot device
DUMPCAT          --> set make obscat to display or not
IMAGE             --> set the coordinates for the image to sky or det.
INSTRUMENT        --> set the instrument name
MISSION           --> set the mission name
MKFDIR            --> set the directory for the MKF file
OBSDIR            --> set the observation catalogue directory (default is cwd)
PHAREBIN          --> set the pha bin size
PAGEWIDTH         --> set the pagewidth for show commands
PHANAME           --> set the column name for PHA
QUIT              --> quit set
WMAPNAME          --> set the column for the WMAP
WMAPBINSIZE       --> set the bin size for the weighted map
XYBINSIZE         --> set the bin size for the image
XYNAME            --> sets the column for images

>Set what? >[ ] binsize
> Give bin size in seconds >[16.00000] 4.0
CasA_g2:ASCA-GIS2 >
```

“Set what?” でメニューにある項目のどれかを入力します。[] のなかはデフォルト値ですので良ければそのままリターン、変更したい時は値を入力します。また、これは一行で次のように書けます。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2 > set binsize 4.0
```

“DEVICE” は /xw, “INSTRUMENT” は最初に設定した観測機器です。“MISSION” は ASCA です。“PHAREBIN” はスペクトルファイルを作る時のビンまとめの数でデフォルトでいいと思います。“PHANAME” は、PI にします。“XYNAME” は Detector coordinate を使う場合は DETX, DETY に、sky coordinate を使う場合は X, Y にします。スペクトルファイルを作る時には、DETX, DETY に²、イメージを作る時には X, Y にすると便利です。

“IMAGE” は “XYNAME” と同じ機能をもっています。sky coordinate にするには、“set image sky”, detector coordinate にするには “set image dete” とします。

² 後に ascaarf などで、スペクトルファイルに書き込まれているイメージを用いてレスポンスを作る場合、イメージは検出器座標でないとい、まずい?

セッションのたびに決まった初期設定をするのなら例えば、次のような script を書いておくといいでしょう。ファイル名を仮に “saisho_gis2.xco”³ とします。

```
set INSTRUMENT gis2
set BINSIZE 16.0
set PHAREBIN 1
set XYNAME X Y
set DEVICE /xw
```

これを次のように使います。

```
CasA_g2:ASCA > @saisho_gis2
!CasA_g2:ASCA > set INSTRUMENT gis2

Setting: IMAGE binning      =      1
          WMAP binning     =      4
          Energy Column     =    PI
          Energy rebinning =      1

!CasA_g2:ASCA-GIS2 > set BINSIZE 16.0
!CasA_g2:ASCA-GIS2 > set PHAREBIN 1
status =          0
status =          0
!CasA_g2:ASCA-GIS2 > set XYNAME X Y
!CasA_g2:ASCA-GIS2 > set DEVICE /xw
Plotting device chosen: /XW
```

これで初期設定が終わりました。

7.3 GIS データの扱い

GIS のデータの扱いは SIS よりも簡単であり、また、SIS もある過程を行なってしまえば、GIS のデータと同じように扱えるので、まず GIS の方から説明します。

ここでは、GIS の標準的な観測モード、“PH” モード⁴ のみを扱います。

7.3.1 データの読み込み

まず Observation Catalogue を作ります。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2 > make obscat
> Enter the Event file dir >[ ] ../frf
> Default filter for the catalogue (NONE for none, DEF for default) >[DEF]
Using default selection expression: ONTIME>100&&NEVENTS>0&&HV_RED=='OFF'
&&HVH_LVL==3&&HVL_LVL==4

***** Observation Catalogue *****

Data Directory is: /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/
HK Directory is: /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/
```

³ .xco を必ずつけて下さい

⁴ MPC モードもサポートされていますがここでは特にこの扱いについては述べません

OBJECT	DATAMODE	BIT_RATE	DATE-OBS	TIME-OBS	ONTIME	NEVENTS	PHA_BINS
1 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	13:50:53	.272E+03	196	1024
2 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	13:55:31	.316E+04	162710	1024
3 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	14:48:45	.304E+03	4864	1024
4 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	15:31:09	.432E+03	6697	1024
5 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	15:38:27	.672E+03	35768	1024
6 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	15:52:13	.239E+04	124755	1024
7 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	17:09:35	.130E+04	68990	1024
8 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	17:33:33	.210E+04	107963	1024
9 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	18:09:49	.320E+03	1445	1024
10 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	18:47:43	.330E+04	172338	1024
11 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	19:45:49	.672E+03	1897	1024
12 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	20:25:51	.320E+04	166390	1024
13 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	21:21:49	.102E+04	2102	1024
14 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	22:05:03	.234E+04	125024	1024
15 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	22:47:09	.656E+03	8715	1024
16 Cas A	PH	LOW	01/08/93	22:58:05	.128E+03	370	1024
17 Cas A	PH	LOW	01/08/93	23:00:13	.576E+03	1378	1024

CasA_g2:ASCA-GIS2 >

のようになります。

Enter the Event file dir >[]

の[]の中は default のディレクトリで、それでよければそのままリターンをします。違うときだけ正しいディレクトリを指定します⁵。

Default filter for the catalogue (NONE for none, DEF for default) >[DEF]

“DEF”では一つの science file について、ONTIME(exposure)が 100 秒以上、イベント数が 1 以上、HV_RED が off, HVH の値が 3, HVL の値が 4 のファイルだけ選びます。

“LOW” bit rate のデータがない場合は、

(“LOW” bit rate のデータは、データがサチっているので、使うことはほとんどありません。取り除いておきましょう)

CasA_g2:ASCA-GIS2 > select obscat

> Enter catalogue filter >[] BIT_RATE.ne.'LOW'

CasA_g2:ASCA-GIS2 > show obscat

***** Observation Catalogue *****

Data Directory is: /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/

HK Directory is: /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/

OBJECT	DATAMODE	BIT_RATE	DATE-OBS	TIME-OBS	ONTIME	NEVENTS	PHA_BINS
1 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	13:50:53	.272E+03	196	1024
2 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	13:55:31	.316E+04	162710	1024
3 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	14:48:45	.304E+03	4864	1024
4 Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93	15:31:09	.432E+03	6697	1024
5 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	15:38:27	.672E+03	35768	1024
6 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	15:52:13	.239E+04	124755	1024
7 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	17:09:35	.130E+04	68990	1024
8 Cas A	PH	HIGH	01/08/93	17:33:33	.210E+04	107963	1024

⁵ 相対パスでも絶対パスでもよい

表 7.1: XSELECT で有効な演算記号

	Fortran type	C type		Fortran type	C type
equal	.eq.	==	not equal	.ne.	!=
less than	.lt.	<	less than or equal	.le.	<= ==<
greater than	.gt.	>	greater than or equal	.ge.	>= ==>
or	.or.		and	.and.	&&
negation	.not.	!			

9	Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93 18:09:49	.320E+03	1445	1024
10	Cas A	PH	HIGH	01/08/93 18:47:43	.330E+04	172338	1024
11	Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93 19:45:49	.672E+03	1897	1024
12	Cas A	PH	HIGH	01/08/93 20:25:51	.320E+04	166390	1024
13	Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93 21:21:49	.102E+04	2102	1024
14	Cas A	PH	HIGH	01/08/93 22:05:03	.234E+04	125024	1024
15	Cas A	PH	MEDIUM	01/08/93 22:47:09	.656E+03	8715	1024

このようにして Observation Catalogue にフィルターをかけます。

xselect ではいろいろな条件でセレクションをするのにブール代数の表記を使います。Fortran 型と C 型の両方が使えます。表 (7.1) にその一覧を示します。

この中から、必要なデータを選びます。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2 > choose 2,5-9
```

すると、選ばれたファイルが表示されます。なお、連続した番号であつたら 5-9 のように記述できます。すべてを選んだかったら

```
CasA_g2:ASCA-GIS2 > choose 1-**
```

```
Setting datamode to PH
```

```
Got the minimum time resolution of the chosen data: 0.50000E+00,
```

```
Getting Min and Max for Energy Column...
```

```
Got min and max for PI: 0 1023
```

```
Number of files read in: 15
```

```
Files currently in use:
```

```
1 ft930801_1340_2309G200370M.fits
2 ft930801_1340_2309G200770H.fits
3 ft930801_1340_2309G200970M.fits
4 ft930801_1340_2309G201370M.fits
5 ft930801_1340_2309G201770H.fits
6 ft930801_1340_2309G202570H.fits
7 ft930801_1340_2309G203570H.fits
8 ft930801_1340_2309G203770H.fits
9 ft930801_1340_2309G203970M.fits
10 ft930801_1340_2309G204870H.fits
11 ft930801_1340_2309G205070M.fits
```

```

12  ft930801_1340_2309G205970H.fits
13  ft930801_1340_2309G206170M.fits
14  ft930801_1340_2309G207070H.fits
15  ft930801_1340_2309G207270M.fits

```

CasA_g2:ASCA-GIS2-PH >

とします。choose をすると、データのモード、時間分解能、PHA や PI のコラム数も表示します。そして、プロンプトにデータモードを表示します。

“make obscat”を実行するまえに、“set datamode PH”を実行しておくと、“make obscat”をしたときに、PH モードのデータのみ選ばれます。

一連の作業の中で Observation Catalogue が見たくなったら、

CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > show obscat

現在選び出されているファイルを知りたかったら、

CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > show data

現在どのようなフィルターがかけられ、セレクションが行なわれているかをみるには

CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > show filter

XSELECT 全体のステータスを見るには

CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > show status

で見ることができます。

7.3.2 RTI によるバックグラウンドの除去

バックグラウンドを押えるために RTI⁶ コラムをつかってフィルターをかけます。RTI のコラムは ascalin をかけたときに書かれます。“gisclean”と打つだけです。

```

CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > gisclean
Using table:/tmp_mnt/hazuki/b1/adprocess/ftools3.0/refdata/rti_gis_1024_040693.fits
Now processing /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/ft930801_1340_2309G205970H.fits
Infile # of rows      Outfile # of rows      # filtered
-----      -----      -----
166390          165011          1379
Now processing /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/ft930801_1340_2309G207070H.fits
Infile # of rows      Outfile # of rows      # filtered
-----      -----      -----
125024          123961          1063
:

```

もし、science file の RTI コラムが埋まっていない(すなわち 0 の値がはいっている)と Outfile # of rows のところが 0 となって、良いイベントがないことになってしまいます。もし、コラムが埋まっていないのなら、もう一度 ascalin をかけ直すか、gisrti という FTOOLS をつかって RTI コラムを埋めましょう。

なお、GIS のレスポンスはこのフィルターをとおしたものとして作られていますので可能であるならばとおしましょう⁷。

⁶ Rise Time Invariant

⁷ 運用初期のデータには、かけられないデータもある。また、これで削られるイベントは数% です

7.3.3 ライトカーブを描く

データがいいかどうかを見るためにライトカーブを描いてみましょう。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract curve
```

“extract”⁸ をしたときに、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract curve
Extractor 1.0p
XPI 2.1s
Doing file: /uzuki/d2/sonobe/frf/ft930801_1340_2309G200770H.fits
WARNING: Keyword name DET_XSIZ not found or 0, try SET XYNAME
Keyword name DET_YSIZE not found or 0, try SET XYNAME
Failure for extractor
Error in extractor.
```

のような警告がでたら、これは、ascalin がきちんとつかっていないことが原因であると思われます。science file を fdump でみて、かかっていなかったらもう一度 ascalin をかけ直してください。

しばらくすると XSELECT のプロンプトが返ってきます。今の場合、default では binsize=16.0 になっています。binsize を 64.0 秒に設定したい場合は、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > set binsize 64.0
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract curve
```

で変更できます。また、次回から binsize は 64.0 になります。binsize があまりに小さい⁹ と qdp で data が大き過ぎるという警告がでますが、ライトカーブは見ることができます¹⁰。

データを bin まとめする時、データの端の部分で中途半端な時間のデータが現れます。この中途半端な時間の bin を除きたい時は、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract curve exposure=1.0
```

と打ちます。”exposure” というパラメターを 0 にすると（デフォルト）とにかく 1 秒でも bin にデータが入っていれば、その bin は、以後のデータ処理で使われます¹¹。

ライトカーブを見るには次のようにします。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > p cur
```

タイムリージョンを切りたい場合には、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > filter time
CURSOR          --> Enter timing filter with the mouse      (1)
FILE            --> Enter file containing timing filters
MJD             --> Enter timing filter in MJD
QUIT            --> Quit filter time
SCC              --> Enter timing filter in SpaceCraft time
UT               --> Enter timing filter in UT
> How do you want to enter your timing filter? >[quit] CURSOR
```

(1) は、マウスを使ってタイムリージョンを決めます。

```
PLT> exit
```

⁸ “bin” でも同じことが実行できますが、“extract” の方が正式なコマンドのようです。

⁹ 0.5 などでもよい

¹⁰ 正しくないものが表示される時がある

¹¹ 0 から 1 の間の値を指定することもできます。0.5 であれば、50 %以上データが存在すれば、その bin は含まれることになります。

を実行する¹² とタイムリージョンを設定できる状態になります¹³。その状態で start time にしたいところにポインターをもっていきマウスの左ボタンをクリックします。すると、ライトカーブの上方に緑色の小さな十字がでできます。次に、end time にしたいところでクリックすると start-end time の間に直線が引かれます。さらに、その間でいらない時間があったら、その時間の間にポインターをもっていき “e” を押すと、その時間は削除されます。

PLT> のプロンプトに戻したい時は “p” を押し、XSELECT のプロンプトにしたかったら “x” を押します。

タイムリージョンは “CasA_g2_cursor_time001.xsl” というファイル¹⁴ に ASCA タイム¹⁵ で FITS 形式でかれます。この後、extract というコマンドを打てば、自動的に今指定したタイムリージョンが読まれます¹⁶。XSELECT 終了時に save[no] とすると “CasA_g2_cursor_time001.xsl” は消されてしまうのでタイムリージョンは自分のわかりやすいファイルネームにしておくとよいでしょう。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > save time cursor time
```

time.curs-gti という FITS 形式のタイムリージョンファイルが生成されます。また、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > save goodtime good.time
```

とすると、GTI¹⁷ 等が ASCII でかれます。

すでにセーブされているタイムリージョンファイルや、自分で作ったタイムリージョンファイルを読み込むには次のようにします。仮にファイル名を time_region.dat¹⁸ とします。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > filter time file time_region.dat
```

逆に、タイムリージョンを clear したい場合は、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > clear CURSOR
```

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > clear FILE
```

です。

もう一度 “extract curve” をすると今度は今までに指定したタイムリージョンでライトカーブがかれます。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract curve
```

```
:
```

```
:
```

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > plot curve
```

```
PLT> exit
```

ライトカーブをセーブするにはそれぞれの時点で

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > save curve g2_curve.fits
```

```
Wrote FITS light curve to file g2_curve.fits
```

のようにすれば、“g2_curve.fits” というファイルネームで FITS 形式でセーブされます。このファイルは fplot で見ることができます。

qdp のままライトカーブを保存したいときは、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > p cur
```

```
PLT> wdata g2_qdp_curve
```

```
PLT> whead g2_qdp_curve
```

のように、PLT> のところで上記のようにデータとコマンドのファイルをつくります。wdata とすると、“g2_qdp_curve.qdp” というデータファイルをつくります。whead とすると、“g2_qdp_curve.pco” という qdp のコマンドファイルをつくります。あとは、普通に、UNIX のコマンドラインから、

```
sonobe@izayoi 74 > qdp g2_qdp_curve.qdp
```

とすれば、ライトカーブを見ることができます。

¹² quit でも q でも同じ

¹³ PGPLOT Window 上でのポインターが太陽型から十字にかわる

¹⁴ 最初の CasA_g2 は session 名

¹⁵ 1993/01/01 を 00:00:00 として計算する時間

¹⁶ show status を実行すると “*** FILTERS ***” のところにタイムリージョンのファイルが読まれていることがわかります

¹⁷ Good Time Interval

¹⁸ FITS 形式でも ASCII でも構いません

7.3.4 Filter file をつかう

前に “mkfilter2” をつかって衛星の環境パラメタを収めたファイルをつくりました¹⁹。そのファイル名を仮に “ft930801_1340_2309.mkf” としましょう。“fdump” コマンドで ft930801_1340_2309.mkf を見ると “keyword” がわかります。その “keyword” は filter の中でつかえます。例えば elevation が 5 度以上で SAA 中でないデータがほしい時はつぎのようにします²⁰。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > select mkf
> Boolean expression for filter file selection >[ ] ELV_MIN>5.0 && SAA==0
> Enter the filter file directory >[ ] .
```

セレクションの条件はブール代数で表現します。いくつか条件を並べるときは.and.(または &&) で並べます(表(7.1))。“Enter the filter file directory” で mkf のある directory を指定します。XSELECT はこのとき ft*.mkf というファイルを探して読み込みます^{21 22}。このあと実行される “extract curve” etc. にはこの条件が満たされているもののみ使われます。セレクションをクリアしたい時はつぎのようにします。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > clear m kfsel
```

ゴダードから screened のイベントファイル (rev2) を持ってきた場合、すでに以下の filter がかけられています。

GIS

```
ACS==0 &&ANG_DIST>0 &&ANG_DIST<0.01&&ELV>5 &&
SAA==0&&COR>4 &&G2_H0+G2_H2+G3_H0+G3_H2<45 &&
G2_H0+G2_H2+G3_H0+G3_H2<0.45*COR**2-13*COR+125 &&RBM_CONT<100 &&
G[2,3]_L1>0
```

SIS

```
SAA==0 &&BR_EARTH>20 &&ELV>10 &&COR>6 &&ACS==0 &&ANG_DIST>0 &&
((T_SAA <0)|| (T_SAA >*)) && ANG_DIST<0.01 &&FOV==0 &&
((T_DY_NT<0)|| (T_DY_NT>*)) &&
((S[0,1]_PIXL[0,1,2,3]>*) && (S[0,1]_PIXL[0,1,2,3]<*)) &&
((S[0,1]_SATF[0,1,2,3]<1)|| (S[0,1]_SATF[0,1,2,3]>1))
```

SIS の * と書かれた部分は、S0、S1、又は 4CCD モードか 1CCD モードかなどにより、値が異なっています。詳しくは、データを取ってきた directory の “aux/ad*****-***.joblog.html.” というファイルに、イベントファイルを処理した時のログが残っているので、これで確認してみて下さい²³。

S[0,1]_SATF[0,1,2,3] は²⁴、saturation flag で、mkfilter の古いバージョンで作った mkf ファイルには、このキーワードは含まれていないようです。

mkf ファイル中の役に立ちそうな項目と標準的なセレクション示しておきます。詳細は、英語版マニュアル “ASCA ABC Guide” を参照して下さい。

KEYWORD	DESCRIPTION	STANDARD SETTING (and Units)
<hr/>		
SAA	Passage through South Atlantic Anomaly	0 (for no)
T_SAA	Time after SAA passage	> 16 (for 1CCD mode) > 64 (for 4CCD mode) (4 readout cycles)
FOV	Field of View	0 (for Sky)
COR_MIN	Minimum value of Cut Off Rigidity	>4 for GIS, 6 for SIS (GeV/c)
ELV_MIN	Miminum elevation angle from Earth	>5-10 (deg)

¹⁹ または、ftp を用いて、取ってきたファイル (3.1 参照)

²⁰ このコマンドを実行したあと show status をすると “*** FILTERS ***” のところに選ばれた条件がかかる

²¹ 複数読み込むことが出来る

²² show status の “*** SELECTION ***” に状況が現れている

²³ かなり大きなテキストファイルです。

²⁴ [0,1,2,3] はチップの番号を表します

BR_EARTH	Elevation angle from bright Earth	>15-40 for SISO 4CCD (deg) >15-20 for SIS1 4CCD (deg) >10-15 for SIS[0,1] [1,2]CCD (deg)
NSAS	Sun angle	>0 means satellite day
G2_L1	GIS2 events within discriminators	>0 means good data
G3_L1	GIS3 events within discriminators	>0 means good data <0 means satellite night
T_DY_NT	Time after day/night transition	> 16 (for 1CCD mode) > 64 (for 4CCD mode) (4 readout cycles) 'OFF' (exclude fluctuating values) (exclude fluctuating values)
HV_RED	GIS high voltage reduction	0123 (for 4-CCD mode) 0123 (for 4-CCD mode)
Z_ALPHA	RA of satellite z-axis	>0 always
Z_DEC	dec of satellite z-axis	<400 in 1-CCD mode <600 in 2-CCD mode <800 in 4-CCD mode
S0_ID	List of active chips for SISO	
S1_ID	List of active chips for SIS1	
Sn_PIXLm	Number of SIS Events above threshold (n = sensor number, m = chip number)	
Sn_EVNTm	SIS_n chip_m HK Event number	
Sn_TELMm	SIS_n chip_m telemely event number	
Gn_LDHT	GIS_n Lower Discri Hit counting rate	
SIS_RBMF	Radiation belt monitor 0:good/1:bad	0 (for good)

7.3.5 イメージを見てみよう

前節の方法でタイムリージョンを決めることができました。最終的に我々はスペクトルを得たいわけ²⁵ですが、その際イメージ上でどのような領域を選ぶかが重要になります²⁶。この節ではイメージを描き、さらにイメージリージョンを決める学びます。

とりあえず、次のようにコマンドを打ってみましょう。タイムリージョンはもう設定されているのでそれは自動的に使われます²⁷。また、filter を設定してある場合はそれも使われます²⁸。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract image
:
100% completed
      Total      Good     Bad: Region      Time      Phase      PHA
      125024    125024          0          0          0          0
=====
      Grand Total      Good     Bad: Region      Time      Phase      PHA
      963938    953905          0      10033          0          0
Total Counts for image :      953905
Total Time for image :      17965.93529979140
Total Counts/Time for image :      53.09520401150927
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > saoimage
```

saoimage にイメージが描かれていると思います。saoimage の使い方については省略します。DETX,DETY を使うか X, Y を使うかでイメージの(回転が)変わってくるので注意して下さい。DETX,DETY を使うと検出器から空を見あげたイメージになります。X,Y を用いてイメージを描と x 方向が 、y 方向が になります。その時はイメージが回転をしたりします。見やすいように Scale, Pan などで調節したらイメージリージョンを

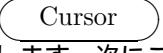
²⁵ そうでない人もいるらしい.....

²⁶ source からのスペクトルなのかバックグラウンドなのかということ

²⁷ clear してしまった場合は別である

²⁸ show status の “*** FILTERS ***” に設定されている条件全部

決めましょう。例として circle region を設定してみましょう。

 Cursor

をクリックします。次にこれをクリックします。

 緑色の円がでます。マウスの左ボタンを押しながらマウスを動かすと円が移動します。まん中のボタンを押しながらマウスを動かすと円の大きさが変わります。リージョンが決まつたらキーボード上で “s” を押すと黄色に変わり、円内のリージョンが選択されたことになります。“e”²⁹ を押すと赤色に変わり、円外のリージョンが選択されたことになります。この二つを組み合わせればリング状にリージョンがとれます³⁰。そうしたら、次の二つをクリックします。

 Region

 write

ここでリージョンのファイル名が “saoimage.reg” で良ければそのままリターン、変えたければ別のファイル名を入力してリターンします。saoimage を終了するには、

 QUIT

をクリックします。ちなみに、ゴードから screened の GIS イベントファイル (rev2) を持ってきた場合、検出器の周辺の BGD イベントと、calibration ソースを除くために、検出器座標で以下のリージョンファイルがかけられています。

GIS2

```
CIRCLE(128.50,128.50,88.00)
-ELLIPSE(167.50,220.00,24.66,28.95,245.298)
```

GIS3

```
CIRCLE(128.50,128.50,88.00)
-ELLIPSE(217.95,21.56,25.92,169.216)
```

指定したリージョンのイメージを得るには次のようにします。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > filter region saoimage.reg
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract image
:
:
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > saoimage
```

きちんと指定したリージョンになっているかどうか確かめましょう。イメージを表示するには “saoimage” ではなく、“plot image” としても同じです。

いくつもの region filter を使って、複雑な領域を取ると、BACKSCAL というパラメーターが正しく記述されず、バックグラウンドをうまく引いてくれない場合があります。詳しくは、8.2 節を参照して下さい。

指定したリージョンをクリアするには次のようにします。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > clear region
```

次に、エネルギーでスライスしたイメージを見てみましょう。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > filter pha_cutoff 534 551
```

こうすると、GIS の PI で 534ch から 551ch でのイメージができます³¹。なお、534ch は 6.3 keV, 551ch は 6.5keV に対応します。エネルギー指定をクリアしたいときは、

²⁹ exclude の意味

³⁰ saoimage.reg の中身はリング状であったら次のようになる

```
# image.xls
# Sun Jun 27 16:39:06 1993
# shape x, y, [x dimension, y dimension], [angle]
CIRCLE(122,129,30.92)
-CIRCLE(122,129,19.91)
```

³¹ dmprmf という FTOOLS のコマンドで、レスポンスファイルから、channel とエネルギーの対応する値を知ることができます。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > clear pha_cutoff
```

です。

各々の過程でのイメージをセーブするには、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > save image CasA_g2_image_sky.fits
Wrote image to file CasA_g2_image_sky.fits
```

のようにします。これは FITS 形式でセーブされ、後に、XIMAGE 等で見ることができます。

7.3.6 スペクトルを見よう

タイムリージョンとイメージリージョンができたら、いよいよスペクトルです。次のようにコマンドを打つてみましょう。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract spectrum
```

:

:

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > plot spectrum
```

```
PLT> exit
```

こうして簡単にスペクトルを見ることはできますが、XSELECT ではここまでです。細かな解析は XSPEC を用いて行ないます。そのためにも、スペクトルをセーブしておかなければなりません。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > save spectrum CasA_gis2.pi
The data will be grouped using the following command:
```

```
GROUP 0 1023 4&show group&exit
```

```
> Group ( or rebin ) the spectra before outputting? >[yes] ( )
```

() で yes と答えると grppha という FTOOLS が働いて、“GROUP 0 1023 4&show group&exit” いうコマンドが実行されて、0 から 1023 ch までが 4 bin まとめされてセーブされます。後で、xselect を抜けた後、かけることもできるので³²、この場合は no としてください。GIS では多くの場合 no でいいと思います。

便利なコマンド

ここまで、ライトカーブ、イメージ、スペクトルと個々に実行しましたが、これを一気に実行してしまう方法があります。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract all
```

:

:

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > plot curve
```

:

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > saoimage
```

:

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > plot spectrum
```

:

ただし、ライトカーブ、イメージ、スペクトルともに同じフィルターの条件³³ で描かれます。

³² XSPEC の章でくわしく述べます

³³ show filter で見ることができます

7.3.7 events file をつくろう

これまでの作業でタイムリージョンなど filter のかかったものが出来ました。filter のかかった events file (science file) をつくるとファイルへのアクセス時間が短くなったり、もとの science file もいらなくいなるなど、結構便利です。はじめに、event file をつくることをお薦めします。

以下のようにして events file をつくります。

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > extract events
:
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > save events CasA_gis2_events.fits
> Continue to use the filtered events list? >[yes] (1)
```

(1) で “yes” と答えると今後 “CasA_gis2_events.fits” という events file にアクセスします。

7.3.8 events file を読み込む

新たなセッションで、7.3.7でつくった events file を読み込むには次のようにします³⁴

```
CasA_g2_new:ASCA-GIS2-PH > read events
> Enter the Event file dir >[ ] ./
> Enter Event file list >[ ] CasA_gis2_events.fits
Number of files read in: 1
```

“show data”をしてみると events file が読まれていることがわかります。“read”を繰り返すことにより複数の event file を読むことができます。そのとき、二回目以降は “> Enter the Event file dir” を聞いてきません。最初の directory を覚えています。別なところに二つめ以降の event file があるときは、

```
CasA_g2:ASCA-GIS2-PH > set datadir /uzuki/d2/sonobe/frf2
```

のように data directory を変更してから read をします。

読み込んだ後は今までと同じように “extract ***” が使えます。

7.4 SIS データの扱い

GIS で一通りのことは出来ました。SIS でもほとんど同じ要領ですので、SIS に特有なものだけ説明します。

7.4.1 データの読み込み

仮にセッションネームを CasA_s0 として SIS0 のデータを扱うとします。

```
CasA_s0:ASCA > set instr sis0
```

```
Setting: IMAGE binning = 4
        WMAP binning = 8
        Energy Column = PHA
        Energy rebinning = 1
```

```
CasA_s0:ASCA-SIS0 >
```

ご存知のとおり SIS には “Faint” “Bright” “Fast” の観測モードがあります。“Faint” と “Bright” モードのデータは別々に扱わなければなりません³⁵。なお、ここでは “Fast” モードのデータの扱いは述べません³⁶。まずは、Bright mode のデータの扱いについて、説明します。

³⁴ あらかじめ INSTRUMENT の設定をしておいたほうがよい。していない場合や違っている場合は聞かれるので適当に答える

³⁵ フォーマットを変換して一緒に扱う方法も存在する

³⁶ 一言いっておくと、fasttime とかいう FTOOLS をとおす必要があります。これによって、時刻付けがされます。ほとんど bright モードと同じように扱えますが、当然ながらイメージをみることはできません

7.4.2 Bright mode のデータの扱い

photon event file からはじめの方で、unscreend のイベントファイルを使っている場合、以下の make obscat と choose を、また screend のイベントファイルを使っている場合は、さらに sisclean というコマンドまで実行する必要はありません。

以下のようにして “bright” モードの file のみを選びます³⁷。さらに、今の場合は HIGH bit rate のみを選んでいます。

```
CasA_s0:ASCA-SISO > make obscat
> Enter the Event file dir >[ ] ../frf
> Default filter for the catalogue (NONE for none, DEF for default) >[DEF]
:
CasA_s0:ASCA-SISO > select obscat "DATAMODE=='BRIGHT'&& BIT_RATE=='HIGH'"
CasA_s0:ASCA-SISO > show obscat
```

***** Observation Catalogue *****

```
Data Directory is: /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/
HK Directory is: /tmp_mnt/uzuki/d2/sonobe/frf/
```

OBJECT	DATAMODE	BIT_RATE	DATE-OBS	TIME-OBS	ONTIME	NEVENTS	SOCCDPOW
1 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	13:55:19	.316E+04	152782	0100
2 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	15:38:15	.676E+03	40193	0100
3 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	15:50:51	.247E+04	143852	0100
4 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	17:06:35	.147E+04	83547	0100
5 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	17:33:27	.209E+04	119642	0100
6 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	18:44:11	.349E+04	200812	0100
7 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	20:22:35	.338E+04	193444	0100
8 Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93	21:59:23	.267E+04	154151	0100

```
CasA_s0:ASCA-SISO > choose 1--*
```

最初に、ホットピクセルを取り除きましょう。これには “sisclean” を使います。これは、ある一定の閾値³⁸ を越えたものをホットピクセルとして取り除きます。

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > sisclean
> Which method (1=sisclean, 2=cleansis)? >[1] 2      (¥)
> Clean cell size for local background estimation (odd integer > 1)>[5]
> Enter the log poission prob for clean threshold (must be < 0) >[-5.24]
> Zero background threshold >[3]
> Lower cutoff for hot pixel search >[0]
> Upper cutoff for hot pixel search >[4095]
```

Making EVENTS list for cleansis

:

CLEANSIS_V1.3

allocating image arrays...

PROGRAM TO MAKE AN SIS SCIENCE FILE CLEANED OF ANOMALOUS PIXELS.

³⁷ あらかじめ set datamode BRIGHT としておいてから make obscat を実行すると bright モードのデータのみが選ばれる

³⁸ Heat factor という

* Anomalous pixels may consist of at least two populations.

1. Persistent HOT pixels are removed by comparing to the chip mean.
2. Flickering WARM pixels are removed by comparing to the cell mean.
3. In faint areas (zero bgd), flickering pixels are removed with a cutoff threshold.

Hints:

Choose cell size and thresholds based on the expected background and the PSF.

Use the DIRTYISIS option to examine the anomalous pixel spectra.

Try a multiple pass clean:

Choose a PHA cut to optimize the S/N of the flickering pixels,
then a broad band clean.

Be suspicious of extended source cleans.

For very bright sources you may need to turn off the iteration option.

See the help page for further info (fhelp cleansis)

:

:

updating NEVENTS keywords...

closing data file...

closing clean file...

CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT >

(¥)で“2”を選びます。以下のパラメタは多くの場合デフォルトでいいと思います。ホットピクセルについての説明もでます。良く読んで下さい。この方法でホットピクセルを取り除いた events file を自動的に“CasA_s0_in_event.xlsx”という名前で作り、以後これにアクセスします。

ここまで来たらあとは GIS の時と同じようにできます。すなわち、

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > extract image
:
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > saoimage
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > save image s0.image.fits
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > extract curve
:
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > plot curve
:
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > save curve s0.curve.fits
:
etc.
```

なお、SIS ではデフォルトではイメージは 4x4 が一つのピクセルになって表示³⁹ されます。それを最小単位のピクセル⁴⁰ にするには

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > set xybinsize 1
```

とします。

スペクトルをセーブするときには、

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > save spec CasA_sis0.pi
```

³⁹ 320x320 の大きさイメージ

⁴⁰ 1280x1280 の大きさのイメージ

The data will be rebinned up to 512 with the BRIGHT2LINEAR binning.
The resultant spectrum will have the low 13 channels flagged as bad.

```
> Group ( or rebin ) the spectra before outputting? >[yes] ( )
:
Wrote spectrum to CasA_sis0.pi
```

となります。()で no と答えると 2048 チャンネル変則 binnig でセーブされます。yes とこたえると RBNPHA⁴¹ という FTOOLS が働いて linear な 512 チャンネルのスペクトルがセーブされます。

7.4.3 Chip & Grade を指定する

ある chip だけのイメージがほしいなど 4CCD, 2CCD モードのデータの chip を指定したいときがあります。
そのときは次のようにします。

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > select events "CCDID.eq.3"
```

こうすると chip 3 だけのデータが選ばれます。chip 2 と 3 が欲しいときは “CCDID.eq.2 .or. CCDID.eq.3”
⁴² とすればいいでしょう。

スペクトルを描くにはどのグレードのデータを使ったのかが重要になるでしょう。グレードの指定は次のようにします。

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > select events "grade==0 || grade==2 || grade==3 || grade==4"
```

こうするとグレード 0, 2, 3, 4 のデータを使うことになります。(標準的に、このグレードのデータのみ扱います。) SIS も GIS 同様に適当なフィルターをあてて event file にしておきましょう。

7.4.4 Faint mode のデータの扱い

“Faint” モードのデータは “Bright”⁴³ モードまたは “Bright2”⁴⁴ モードに変換してからいろいろな作業を行ないます (6.1.1 節, 6.1.2 節参照)。前者はテレメトリの “Bright” モードと同じフォーマットです。

もし、6.1.2 節でのようにあらかじめ Faint から Bright2 に変換してあるのならば、make obscat で DATA-MODE が BRIGHT2 であるものを choose すればいいです。

XSELECT 内で “bright2” に変換できますが、現在は、f2b2 ascalin xselect がおすすめコースになっています。

あとは Bright モードのときのようにホットピクセルの削除を行なって下さい。

ここまで来たらあとは GIS と同じです。

7.5 Faint モードと Bright モードのデータを同時に扱う

Faint と Bright の両方のモードを同時に解析したいときは 6.1.1 のように、あらかじめ Faint モードのデータを Bright モードのデータのフォーマットにしておく必要があります。f2b が XSELECT のそとすでに実行されている時は以下のようにします。

XSELECT を立ち上げて “make obscat” をすると次のようにになります。

OBJECT	DATAMODE	BIT_RATE	DATE-OBS	TIME-OBS	ONTIME	NEVENTS	SOCCDPOW
1 Cas A	BRIGHT	LOW	01/08/93	13:43:15	.505E+03	277	0100
2 Cas A	FAINT	HIGH	01/08/93	13:55:19	.316E+04	163992	0100

⁴¹ XSPEC の章でくわしく述べます

⁴² 次のように書いても同じ。“CCDID==2 || CCDID==3”

⁴³ PHA のチャンネルが 2048

⁴⁴ PHA のチャンネルが 4096。これはテレメトリの Bright モードとはフォーマットが違います。よって、Faint モードから XSELECT で Bright2 モードに変換したものとともに Bright モードのデータを一緒に扱うことはできません

3	Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93 13:55:19	.316E+04	152782	0100
4	Cas A	BRIGHT	MEDIUM	01/08/93 14:48:07	.342E+03	10624	0100
5	Cas A	BRIGHT	LOW	01/08/93 14:53:39	.505E+03	1309	0100
6	Cas A	BRIGHT	MEDIUM	01/08/93 15:30:59	.422E+03	12652	0100
7	Cas A	FAINT	HIGH	01/08/93 15:38:15	.676E+03	42830	0100
8	Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93 15:38:15	.676E+03	40193	0100
9	Cas A	FAINT	HIGH	01/08/93 15:50:51	.247E+04	154610	0100
10	Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93 15:50:51	.247E+04	143852	0100
:							

2番目、3番目のように DATAMODE が違うのに、BIT_RATE や TIME-OBS が同じものがあります。つまり 2番目の faint mode のデータを “f2b” で bright mode にしたもののが 3番目のデータであることがわかります。

ここで DATAMODE が BRIGHT であるものだけを選べば faint mode と bright mode のデータを bright mode として一緒にあつかうことができます。

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > select obscat "datamode.eq.'BRIGHT'"
```

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > show obscat
```

```
:
```

OBJECT	DATAMODE	BIT_RATE	DATE-OBS	TIME-OBS	ONTIME	NEVENTS	SOCCDPOW
1	Cas A	BRIGHT	LOW	01/08/93 13:43:15	.505E+03	277	0100
2	Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93 13:55:19	.316E+04	152782	0100
3	Cas A	BRIGHT	MEDIUM	01/08/93 14:48:07	.342E+03	10624	0100
4	Cas A	BRIGHT	LOW	01/08/93 14:53:39	.505E+03	1309	0100
5	Cas A	BRIGHT	MEDIUM	01/08/93 15:30:59	.422E+03	12652	0100
6	Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93 15:38:15	.676E+03	40193	0100
7	Cas A	BRIGHT	HIGH	01/08/93 15:50:51	.247E+04	143852	0100

あとは bright mode と同じように扱えます。

7.6 終了の方法

XSELECT を終了するには以下のようにします。

```
CasA_s0:ASCA-SISO-BRIGHT > exit
> Save this session? >[no] y
```

のところで “n” とすると今までの過程で一時的に生成されたファイルは消去されます⁴⁵。XSELECT を途中で終わらせたいときや結果を保存しておきたい時は “y” とします。次回以降 XSELECT を走らせる時に、前と同じ session name を入力すると、その session を終わらせたときの状態になります。

```
** XSELECT V2.0 **
```

```
> Enter session name >[xsel] CasA_s0
> Use saved session? >[yes]
```

“Use saved session? >[yes]” で “yes” とすれば、前回の終状態になります。“no” とすれば、新しいセッションとなります。

7.7 BGD イベントファイルについて

BGD ファイルは、cut-off rigidityごとに分かれたイベントファイルで存在します。sis の場合は、s0bgd_06i.evt は、cut-off rigidity が 6 以上の BGD イベントファイルです。一方、gis は、blanksky_g2_6cor8_v2.evt は、cut-off

⁴⁵もちろん、save したファイルは消去されません。

rigidity が 6 以上 8 以下のイベントであるため、6 以上の BGD イベントファイルを作るためには、xselect でイベントファイルを足してやる必要があります。複数のイベントファイルの読み込みについては、7.3.8 節を参照して下さい。また、データの方で gisclean を実行した場合、BGD の方でも忘れずに gisclean をかけて下さい。

また、打ちあげ直後のデータ⁴⁶ には、Spread Discriminator がかかるかもしれません。caldb 中の、gis/bcf/bgd/sp_off の directory にある BGD ファイルを用いて下さい。

BGD ファイルの中身の詳細については、BGD ファイルの存在する directory 内の、README ファイルを読んで下さい⁴⁷。

7.8 ASCASCREENについて

ascascreen を用いて、*.xco ファイルを作成し、XSELECT で自動的にイベントファイルに filter をかけることができます。perl で書かれたプログラムなので、使うためには perl がインストールされている必要があります。以下のコマンドを打ち、

```
>ascascreen
>ascascreen -q    (*.xco file のみを作りたい場合)
```

設問に答えていくと、標準的な filter(一部は自分で入力)をかけたファイルを作ることができます。詳しくは英語マニュアル”ASCA ABC Guide”に紹介されています⁴⁸。

⁴⁶ 1993 年 5 月 28 日の Hydra A まで、ただし、sequence number で 40007000、60038000、20000000 のデータは除く。

⁴⁷ Spread Discriminator が off の場合も、、、

⁴⁸ または、”fhelp ascascreen”

第8章 XSPEC とレスポンス

スペクトル解析には、XSPEC というソフトを用います。しかしその前に、レスポンスファイルを作成したり、スペクトルデータの bin の数を、レスポンスファイルに合うように変えたり、統計的な理由のため、そしてデータを見やすくするために、bin まとめを行なう必要があります。

8.1 RBNPHA と GRPPHA

rbnpha, grppha どちらも FTOOLS です。

8.1.1 rbnpha を使う

XSPEC で読むスペクトルと、レスポンスは channel 数が合っていなければなりません。rbnpha は、物理的に channel 数を合わせます。多くの場合 SIS のスペクトルファイルで使うと思います。SIS の Bright モードのデータは Faint の 4096 channel と比較して、0~1023 までは同じ、1024~1535 は Faint の 1024~2047 の 2 channel まとめ、1536~2047 は Faint の 2048~4095 の 4 channel まとめと変則的になっています。これを linear なデータにしたいときは次のようにします。

```
sonobe@izayoi 232 > rbnpha
Please enter PHA filename[ ] Bright_s0_2048.pi
Please enter Resultant number of Channels[ ] 512
Please enter Compression mode[ ] BRIGHT2LINEAR
Please enter output filename[ ] Bright_s0_512_linear.pi
** rbnpha 2.1.2
** rbnpha 2.1.2 completed successfully
```

512 channel のレスポンスにあわせるには Resultant number of Channels で 512 とします。Compression mode は “BRIGHT2LINEAR”¹ のほかに、“LINEAR”, “FAINT2BRIGHT” があります。

8.1.2 grppha を使って binnig をする

XSPEC でスペクトル解析を行なった場合、 χ^2 統計が用いられます。この統計を用いる場合、モデルとデータを比較する時の 1 つ 1 つの bin の中のイベントの数は、20 以上必要となります²。また、fitting した時、図を見やすくするためにも、スペクトルデータを bin まとめする必要があります。

XSPEC で “setplot rebin” を使うと見かけ上 binning されて見やすくなりますが、その binning で fitting はしてくれません。grppha は binning をします。rbnpha と違うところは、rbnpha が物理的に binning をしてしまうのに対して、grppha は binning 情報を スペクトルファイルに書き込むだけなので³、あとで、その binning を解除することもできます。物理的に 512 channel のスペクトルを grppha を使って binning した場合、XSPEC で読ませるレスポンスは 512 channnel 用のもので大丈夫です。

全 channel を 4 bin まとめしたいときは、

```
sonobe@izayoi 236 > grppha
Please enter PHA filename[ ] Bright_s0_512_linear.pi
Please enter output filename[ ] Bright_s0_512_linear_rbn4.pi
```

¹ 小文字でもよい

² 詳しくは、統計の本を参照して下さい。

³ 新しい column を作り、1 と -1 のフラグを立てています。

```
GRPPHA[] group 1 512 4
GRPPHA[] exit
Exiting, Changes written to file : Bright_s0_512_linear_rbn4.pi
```

とします。変則的にもできます。

```
GRPPHA[] group 1 256 2 257 512 4
GRPPHA[] show group
```

GROUPING

Channel Grouping (Channel-Channel) :

```
1 - 256 are grouped by a factor 2
257 - 512 are grouped by a factor 4
```

```
GRPPHA[] exit
```

“show group”で binnig がどうなっているかを見るることができます。1 bin に例えば最低 10 カウントあるように binnig をする。ということもできます。

```
GRPPHA[] group min 10
```

なお、grppha を終る時には、”exit” コマンドを使用下さい。”quit” で終ると、bin まとめした新しいファイルを作成してくれないようです。

XSPEC では data というコマンドでスペクトルファイルを読んだあと、back, resp, arf とファイルを読ませなければなりませんが、grppha を使って、スペクトルファイルに読ませるべきファイルを指定しておくことができます。例えば、spec.pi に bgd_spec.pi, resp.fits, arf.fits を書き込んで、spec_include.pi とするには、

```
sonobe@izayoi 256 > grppha
Please enter PHA filename[ ] spec.pi
Please enter output filename[ ] spec_include.pi
:
:
GRPPHA[] chkey BACKFILE bgd_spec.pi
GRPPHA[] chkey RESPFILE resp.fits
GRPPHA[] chkey ANCRFILE arf.fits
GRPPHA[] exit
```

とします。これで、XSPEC で data として、spec_include.pi をよむと、back, resp, arf も自動的に読されます。

8.2 スペクトルをたしてみよう

スペクトルをたすには、mathpha という FTOOLS をつかいます。たすスペクトルどうしは、ゲイン、channel 数が同じであることを前提とします。spec1.pi と spec2.pi を足すことを考えます。

```
sonobe@izayoi 301 > mathpha
** MATHPHA 4.0.1
Expression to be evaluated[] spec1.pi + spec2.pi          (1)
Units algebraic expression to be performed in (C,R,F or Help)[C] C
O/p PHA filename[] sum_spec.pi                            (2)
Exposure time flag/value[] CALC                          (3)
```

```

3.2. スペクトルをたしますのよう
Areascal flag/value ({value},{file},NULL or Help)[%] NULL
Number of comment strings to be added (up to 4)[1] (4)
Comment 1[] I am Sonobe (5)
..... processing file: spec1.pi
..... processing file: spec2.pi
... performing algebra in units of COUNTS
** FILOP 2.0.0  WARNING:
... Poissonian errors with N<20 assumed for:
..... channels 1.- 17.
..... channels 673.- 675.
..... channels 678.- 678.
..... channels 682.- 683.
..... channels 688.- 689.
..... channels 691.- 691.
..... channels 694.- 694.
..... channels 698.- 705.
..... channels 707.- 711.
..... channels 713.- 716.
..... channels 718.- 719.
..... channels 721.- 728.
..... channels 730.- 1024.
... written the PHA data Extension
** MATHPHA 3.0.2 Finished

```

(1) では、spec1.pi と spec2.pi をたしますよ、という式をいれます⁴。(2) では、出力ファイルネームを指定します。(3) では、CALC⁵ とすると、(1) の演算にしたがって exposure を計算し出力ファイルに書き込みます。(4) では、出力ファイルにコメントを書きたい場合に 1~4 (行) を指定⁶ します。(5) では、コメントに書く文字を書きます。以上で sum_spec.pi ができます⁷。

mathpha を使って作ったスペクトルを XSPEC で background スペクトルとして使用する場合は注意が必要です。そのまま使うと、ERROR で落ちるか、back として引いたはずなのに引かれていないことがあります。これは、BACKSCAL というパラメーターが正しく書き込まれなかつたためです。

```
BACKSCAL= 1.000000 / background file scaling factor
```

BACKSCAL は、検出器面上での面積に相当する factor で、バックグラウンドの引き算の時に使われます⁸。 XSPEC では、BACKSCAL を使い、バックグラウンドを次のようにして、引いています。

$$C(I) = \frac{D(I)}{t_D} - \frac{b_D}{b_B} \frac{B(I)}{t_B}$$

ここで、D(I)、B(I) はあるエネルギー bin、I での、データ、バックグラウンドのカウント数、 t_D 、 t_B は観測時間、 b_D 、 b_B は BACKSCAL です。

ですから、仮に、同じイメージ領域をとっているのに data で読んだスペクトルのこの factor が 1.0 で background のスペクトルのこの factor が 0.1 だと、XSPEC で background を引いたときは、background のカウントレートが 10 倍されて引かれてしまいます⁹。ですから、mathpha で作ったスペクトルは、このキーワードを適当な値に変えなければなりません。たとえば、つぎのようになります。

```
sonobe@izayoi 308 > fparkey 1.0 sum_spec.pi BACKSCAL
```

こうすると、“BACKSCAL” の値が 1.0 になります。ちなみに、fparkey は FTOOLS です。

⁴ この表現の仕方からわかるように、足し算ばかりでなく、スペクトルの四則演算ができる。ただし、割算のときは、integer では問題があるので、% mathpha units=R とした方がよい

⁵ NULL とすると 1sec となり、任意に数字 (40000.0 など、4e5 はだめ) を書くとその時間となります

⁶ コメントがいらない場合は 0 とする

⁷ mathpha を使ってたしても、正しくたされないということが昔ありました (たまに、1+0=0 などとなってました)。正しく足されているかどうかを、確認した方がいいです。“fstatistic sum_spec.pi COUNTS -” で、total カウントを調べることができます。

⁸ 例えば GIS で 20x20pixel の領域を切った時、20x20/256x256=0.0061 に近い値が書き込まれるようです。

⁹ 著者はこのような苦情を何度も聞きました

8.3 レスponsをつくる

レスポンスは“観測機器 (SIS or GIS)”の部分と“望遠鏡 (XRT)”の部分に分けられ、この二つを組み合わせてつかいます。

SIS のレスポンスをつくり出すツールは “sisrmg” もしくは “sis_bldrsp2” であり、XRT のレスポンスをつくり出すツールは “ascaarf” もしくは “jbldarf” です¹⁰。GIS のレスポンスは各人がつくる必要はなく、すでに出ているそれをつかいます¹¹。SIS のレスポンスの場合、2keV の構造の取り込みの関係で、sisrmg +ascaarf or jbldarf(kobu 有り) か、 sis_bldrsp2 + jbldarf(kobu なし) の組合せにしてください。

sis_bldrsp2 を使いたい方は、初めての表街道 ver5.20 を参照して下さい¹²。また、jbldarf の使い方については、「jbldarf-2.10 徹底ガイド (第1.2版)」という日本語マニュアルがついているので、そちらを参照して下さい。ただし、jbldarf で arf を作る時、xrt_ea_V2.0.fits、xrt_psf_V2.0.fits ファイルを使用した場合は、arffilter をかける必要があります¹³。

8.3.1 sisrmg

sisrmg は GSFC 側で供給している SIS のレスポンスマトリックスをつくる FTOOLS です。

```
sonobe@izayoi 184 > fhelp sisrmg
```

とすれば、細かい説明を見ることができます。

```
sonobe@hazuki 125 > sisrmg
Sisrmg Version 1.1, Configured 04/97
```

```
This version resolves *all* known keyword incompatibilities with
other FTOOLS tasks. If you have previously fudged *any* keywords
in the PHA file to compensate, incorrect results will follow.
```

```
Name of PHA input file[] sis0b.pi (1)
Name of ARF input file[NONE] NONE (2)
Name of RM output file[] sis0b.rmf
Setting 1st PHA channel to 0
Making v1.1 1180x512 SOC1 Bright PI RMF
Calibration data files:
 ecd = /usr/local/adsoft/ftools/ftools_42/refdata/sisdata/sis0c1p40_290296.fits
  cti = /usr/local/lheasoft/5.0/refdata/sisdata/sisph2pi_110397.fits
  echo = /usr/local/lheasoft/5.0/refdata/sisdata/sisechos_290296.fits
  rdd = /usr/local/lheasoft/5.0/refdata/sisdata/sisrddis_290296.fits
Please stand by...
...Done.
```

(1) で、入力するスペクトルファイルは、xselect で作られたもであれば、fits file のヘッダーから必要な情報を自動的に見つけてくれます。

(2) で、NONE と打つと、エネルギーの幅は、パラメーターファイルに書かれたデフォルト値になります。arf ファイル名を入れると、その arf ファイルと同じエネルギー幅になります。

8.3.2 ascaarf

ascaarf は GSFC 側で供給している XRT のレスポンスをつくる FTOOLS です。

¹⁰ sisrmg, ascaarf は FTOOLS であり、純粹な表街道です

¹¹ 2.2 節で、とってきたファイル。宇宙研では、/usr/local/asca/caldb/data/asca/gis/cpf/95mar06/gis[2,3]v4_0.rmf

¹² sis_bldrsp2 は、RDD の扱い等、response の経年変化に対応し切れていない面があるため、SIS チームとしては、一般ユーザーには sisrmg を使って欲しいとのことでした。

¹³ ascaarf の場合、少なくとも ftools4.2 以降では、default で arffilter がかかっているようです。

表 8.1:

スペクトル	積分時間	カウント数	ARF file
SPEC1	T1	N1	ARF1
SPEC2	T2	N2	ARF2

```
sonobe@izayoi 185 > fhelpascaarf
```

とすれば、細かな説明があります。ここでは、簡単な使い方のみを説明します。
以下のようにします。

```
sonobe@hazuki 101 >ascaarf
ASCAARF vers 2.30 28 June 1994.
Name of input PHA file[ ] pointspec_s0c1.pha      (1)
Name of input RMF file[ ] s0c1.rmf                (2)
Name of output ARF file[ ] pointspec_s0c1.arf      (3)
Point source ?[yes] yes                            (4)
Source at center of the region ?[yes] yes          (5)
:
```

(1) は、スペクトルファイルを指定します (2) では、レスポンスを指定します¹⁴。(3) は、出力 ARF のファイル名です。

(4) では、ターゲットが point source もしくは、point source とみなせる場合は “yes” にします。広がっている場合は “no” とします。“no” としたときは、スペクトルファイルの中に存在するイメージ¹⁵を利用して、場所の重みづけをした arf を作っているようです。

(5) は、(4) で “yes” としたとき聞いてきます。“yes” とすると、スペクトルを得るのに使ったリージョンの中心をターゲットの位置とします。“no” とすると、ターゲットの位置を detector coordinate で聞いてきます。SIS であれば detector 中心は (640.5,640.5) で、GIS では detector 中心は (128.5,128.5) です。pixel 単位で指定するようす¹⁶。

これで arf ができます。

ARF の足し合わせ

addirf を用いて arf の足し合わせをします。表 (8.1) のような関係があるとします。二つの方法があります。仮に、足した ARF を SUM_ARF とします。

```
sonobe@izayoi 188 >addirf 'gis2.arf gis3.arf' '0.5 0.5' gis23.arf
```

または、

```
gis2.arf 0.5
gis3.arf 0.5
```

というファイルを作つておき

```
sonobe@izayoi 188 >addirf
** addarf 1.2.1
List of i/p ARFs to be added or ascii filename containing them[] @list
Summing ...
5.000E-01 * gis2.arf
5.000E-01 * gis3.arf
Name of output ARF to be created[gis23.arf] gis23_list.arf
```

¹⁴ SIS は、さきほどの sisrmg で作ったファイル、GIS は gis[2,3]v4_0.rmf。

¹⁵ 積分領域等の情報を得るために、実際、スペクトルファイルの primary extension は WMAP(weighted map) のイメージになっており、saoimage、ximage 等で見ることができます

¹⁶ 間違っていたらゴメンなさい

とします。¹⁷

8.3.3 rmf と arf を一つにする

“marfrm” という FTOOLS を使うと rmf と arf を一つにすることができます¹⁸。XSPEC で resp , arf で読み込むのと同じですが、SIS の場合、例えば s0c1 と s1c3 のスペクトルを足したものがあり、それ用のレスポンスがほしいときは、s0c1.rmf と s0c1.arf を一つにしたもの（仮に s0c1.rsp）と、s1c3.rmf と s1c3.arf を一つにしたもの（仮に s1c3.rsp）とを足す必要があります¹⁹。s0c1.rsp と s1c3.rsp を足すには、addrmf(8.3.4 節参照) を使います。

以下のようにして一つにします。

```
sonobe@hazuki 117 > marfrm
** MARFRMF 2.1.0
I/p RMF filename[ ] s0c1.rmf
I/p ARF filename[ ] s0c1.arf
O/p RMF filename[ ] s0c1.rsp
```

もしくは、

```
sonobe@hazuki 118 > marfrm s0c1.rmf s0c1.arf s0c1.rsp
```

とします。

8.3.4 レスponsを重みをつけて足す

レスポンスを足すには、まず、リストファイルをつくってから、“addrmf”²⁰ を使います。仮に、リスト名を listfile.dat とします。例えば、listfile.dat の中身は次のようになります。重みの和は 1 になっていなければなりません。

```
sonobe@izayoi 156 > cat listfile.dat
s0c1.resp 0.53
s1c3.resp 0.47
```

レスポンスのファイル名と重みを書いておきます²¹。こうしておいて、

```
sonobe@izayoi 179 > addrmf
ADDRMF vers 1.00 13 June 1994.
Name of file listing input RMFs[ ] @listfile.dat
Name of output RMF file[ ] s0c1_s1c3_resp.fits
RMF # 1 : s0c1.resp 0.53
        ASCA     SIS0    NONE    NONE
RMF # 2 : s1c3.resp 0.47
        ASCA     SIS1    NONE    NONE
```

すると、“s0c1_s1c3_resp.fits” という足されたレスポンスファイルができます。

$$f1(arf1) \times (rmf1) + f2(arf2) \times (rmf2) \\ (f1 + f2 = 1)$$

というような計算をするには、まず marfrm で、arf と response を足した後、addrmf で、さらに足し合わせることになります。また、jbldarf をインストールされている場合は、addarfrm というコマンドで、一度に行なうことができます。

¹⁷ addarf は以前は表街道ではなかったですが、今は HEAsoft(または FTOOLS) に組み込まれているようです。

¹⁸ 一つにしたものは XSPEC で resp コマンドでよめます

¹⁹ s0c1.rmf と s1c3.rmf のゲインは当然あっていなければならない。

²⁰ FTOOLS です

²¹ 重みの factor は自分で normalize しておく必要があります

8.4 XSPEC の立ちあげ

XSPEC はスペクトル解析ソフトです。ここで紹介する以外にも、豊富なコマンドがあります。“help” 等をみてためしてください。なお、XSELECT、XSPEC は、共に大量のメモリーを使うので、XSELECT を終了させてから XSPEC の使用をおすすめします。

なお、このマニュアルは XSPEC 8.50 をもとに、一部、11.00 用に改定しています。

先ず、コマンドラインから “xspec”²² とします。

```
sonobe@izayoi 58 > xspec
```

```
Xspec 11.00 13:49:11 29-Jun-2000
```

```
Current plot device /xw
```

```
Type "help" or "?" for further information
XSPEC>
```

現在のプロットデバイスは “xwindow” であるので、“xterm” にしたいときは、

```
XSPEC> cpd /xt
```

とします²³。ps やカラーの ps、gif にしたい時には、それぞれ /ps、/cps、/gif とします。

```
XSPEC> cpd ?
```

で、出力できるファイルの形式、またはデバイスを調べることができます。

なお、XSPEC のコマンドは、ある程度、省略することができますが、tcl のコマンドが使えるようになった影響で、少なくともコマンドの頭から 2 文字以上（例えば model mo）コマンドによってはさらに多くの文字数（例えば setplot setp）を打たなければ、認識してもらえない²⁴。

8.5 データ・レスポンスの読み込み

先ほどの “XSELECT” で作ったスペクトルファイルを読み込みます。

```
XSPEC> data CasA_gis2.pi
Net count rate (cts/cm^2/s) for file 1 45.29 +/- 5.0208E-02
```

間違ったファイルを指定するとエラーが出ます。

次に、レスポンス²⁵ を読み込みます。RMF 名を仮に response.rmf、ARF を eff.arf とします。

```
XSPEC> resp response.rmf
XSPEC> arf eff.arf
```

XSELECT によって生成される GIS のスペクトルファイルは通常 1024channels²⁶ ですので、レスポンスもこれに対応したものでなければなりません。

読み込んだデータの内容を確認するには “show” を使います。

```
XSPEC> show all
00:04:48 25-Sep-94
Fit statistic in use is Chi-Squared
Minimization technique is Lev-Marq
Convergence criterion = 1.000000000000000E-02
```

²² 小文字で入力

²³ “cpd” は、“setplot device” でも OK です。

²⁴ 以前は、“set” という省略ができたのですが、最近は “setp” まで打たないとだめになりました。

²⁵ レスponsについて “レスポンスを作る” の節参照

²⁶ タイミングに bit をとった場合などは 256channels

```
Querying enabled
Prefit-renorming enabled
```

```
Information for file 1
belonging to plot group 1, data group 1, det id = ASCA GIS2
Current data file: CasA_gis2.pi
No current background
No current correction
Response (RMF) file : gis2v3_1.rmf
Auxiliary (ARF) file : CasA_gis2.arf
Noticed channels 1 to 256
File observed count rate 45.29 +/-5.02082E-02 cts/cm^2/s
45.29 +/-5.02082E-02 cts/s
After correction of 0.0000E+00; Model predicted rate: 0.0000E+00
```

とりあえず、読み込んだスペクトルを見たいのならば、

```
XSPEC> plot または XSPEC> iplot
```

とします。“plot”では、ただプロットするだけですが、“iplot”では、PLT>のプロンプトがあらわれ、qdpのコマンドが使えます。これだと横軸が channel になっています。横軸をエネルギーにしたい時は、

```
XSPEC> setplot energy
```

とします。channel に戻したいときは、“setplot channel”です。

実は“plot”コマンドにはいくつもの種類があります。以下のようなものです。

```
XSPEC> plot ?
Choose from the following 'plot' sub-commands:
data      counts     ldata      residuals chisq      delchi      ratio
summary   model      emodel    eemodel    contour    efficien  ufspec
eufspec  eeufspec  dem       insensitv sensitvty genetic  foldmodel
Insert selection: (data)
```

例えば、縦軸を log スケールにしたいときは、

```
XSPEC> plot ldata
```

とします。一度、“plot ***”を実行すると、次回以降“plot”とするだけで、“plot ***”と同じことになります。このままだとエネルギーのかなり低いところまで表示されていると思います。いらないデータ点（bin という）を無視するために以下のようにします。

```
XSPEC> ignore 1-50 881-**
```

1ch から 50ch と 881ch 以上を除外したことになります。いったん ignore した bin をもとに戻すには、

```
XSPEC> notice 40-50
A total of 11 channels will be noticed
Net count rate (cts/cm^2/s) for file 1 44.88 +/- 4.9982E-02
XSPEC> plot
```

とすれば、40 から 50 bin が再び表示されます。また、エネルギーで指定したい時には、実数で指定します。例えば、1keV 以下のエネルギーを無視するには、

```
XSPEC> ignore **-1.0
```

と打ちます²⁷。

²⁷ 端を**で指定すると、hung up することができます。こういう場合は、XSPEC> ignore 1-0.7 とか、10.0-256 のように、端を channel で指定すると、hung up を避けることができるようです。

8.6 Background をひく

バックグラウンドのスペクトルを引くには、あらかじめバックグラウンドのスペクトルファイルを作つておかなければなりません。仮にそれを background.pi とすると、次のようにして読み込みます。

```
XSPEC> back background.pi
```

“show”をしてみれば読まれているか否かがわかります。なお、background 用に arf は入れられません。

データが正しく読み始めたなら、フィッティングに進みましょう。

8.7 モデルフィッティング

8.7.1 モデルのいろいろ

XSPEC にどのようなモデルがあるかは、

```
XSPEC> mo ?
```

Possible additive models are :

apec	bbody	bbodyrad	bexrav	bexriv	bknpower	bmc	brems
c6mekl	c6pmekl	c6pvmkl	c6vmekl	cemekl	cevmkl	cflow	compbb
compLS	compST	compTT	cutoffpl	disk	diskbb	diskline	diskm
disko	diskpn	equil	gaussian	gnei	grad	grbm	laor
lorentz	meka	mekal	mkcflow	nei	npshock	nteea	pegpwrlw
pexrav	pexriv	plcabs	powerlaw	posm	pshock	raymond	redge
refsch	sedov	srcut	sresc	step	vapc	vbrems	vequil
vgnei	vmeka	vmekal	vmcflow	vnei	vnpshock	vpshock	vraymond
vsedov	zbbody	zbremss	zgauss	zpowerlw	atable		

Possible multiplicative models are :

absori	constant	cabs	cyclabs	dust	edge	expabs	expfac
highecut	hrefl	notch	pcfabs	phabs	plabs	redden	smedge
spline	SSS_ice	uvred	varabs	vphabs	wabs	wndabs	zedge
zhighect	zpcfabs	zphabs	zvarabs	zvfeabs	zvphabs	zwabs	zwndabs
mtable	etable						

Possible mixing models are :

```
ascac
```

Possible convolution models are :

```
gsmooth
```

で調べられます。ここで、“mo”は“model”的省略形です。これで分かる通り、モデルには、1) 加算型と 2) 乗算型があります。

基本的にはモデルを並べます。例えば、

```
XSPEC> mo bbody wabs
```

とすると、blackbody に吸收をいれたモデルになります。また、最近では、

```
XSPEC> mo wabs( raymond + zwabs(zpow+zgauss))
```

というような指定もできるようになりました。

各モデルについての詳しいことは

```
XSPEC> help model
```

とすると、いろいろ書いてあります。

8.7.2 初期値とフィッティング

さて、前おきはこの位にして、実際に fitting をしてみましょう。

```
MODPRS : Model in the old style syntax was converted to the new syntax:
mo = (bre)wabs.

Model: ( bremss[1] )wabs[2]
Input parameter value, delta, min, bot, top, and max values for ...
Current:      7      0.05    0.0001    0.0001     100     200
bremss:kT> 2      ( )
Current:      1      0.01        0        0     1E+24     1E+24
bremss:norm>
Current:      1      0.001       0        0     1E+05     1E+06
wabs:nH>

-----
Model: ( bremss[1] )wabs[2]
Model Fit Model Component Parameter Unit      Value
par   par comp
  1    1    1    bremss      kT      keV      7.000      +/- 0.0000E+00
  2    2    1    bremss      norm            1.000      +/- 0.0000E+00
  3    3    2    wabs       nH      10^22      1.000      +/- 0.0000E+00

-----
Chi-Squared =      1.1303045E+08 using    225 PHA bins.
Reduced chi-squared =      509146.2      for    222 degrees of freedom
Null hypothesis probability = 0.000E+00
```

初期パラメータはデフォルトで良ければリターンでいいです。 kT が 7keV でなく、2keV がいい場合は()のようにします。下のほうに、Reduced chi-square が表示されるので目安になるでしょう。また、次のようにしても変えられます。

```
XSPEC> newpar 1 2.0
      3 variable fit parameters
Chi-Squared =      1.3647E+05 using    841 PHA bins.
Reduced chi-squared =      162.9
```

“newpar” のあと “1” は model の par number、“2.0” はそのパラメタの値です。
パラメータの固定またはその解除は “freeze” コマンド及び “thaw” コマンドを使います。

```
XSPEC> freeze 3
Number of variable fit parameters =      2
XSPEC> thaw 3
Number of variable fit parameters =      3
```

コマンド名のあと “3” は model の par number です。
準備ができれば、

```
XSPEC> fit
Chi-Squared  Lvl  Fit param # 1      2      3
  78485.      -3      1.583      1.159      0.4698
  71092.      -4      1.385      1.623      0.7424
  66303.      -5      1.294      2.088      0.8660
  65193.      -6      1.268      2.293      0.8973
  65170.      -7      1.260      2.346      0.9066
```

```

65169.    -8      1.257      2.363      0.9098
65168.    -9      1.256      2.368      0.9109
65168.   -10     1.255      2.370      0.9113
65168.   -11     1.255      2.371      0.9114
-----
mo = wabs[2] (bremss[1])
Model Fit Model Component      Parameter      Value
par    par comp
 1      1      1      bremss      kT(keV)      1.25502      +/- 0.36251E-02
 2      2      1      bremss      norm        2.37124      +/- 0.18965E-01
 3      3      2      wabs       nH 10^22    0.911444     +/- 0.41267E-02
-----
Chi-Squared =      6.5168E+04 using    841 PHA bins.
Reduced chi-squared =      77.77

```

とやれば結果が出てきます²⁸。

フィッティング結果および残差を表示させるには、

```
XSPEC> plot ldata delchi
```

のようにします²⁹。“plot”のあとのが“ldata”は上のwindowの表示、“delchi”は下のwindowの表示です。下の表示に使えるのは、residuals, chisq, delchi, ratioです。

ここに出てているerror estimationはいい加減なので、正確な値が欲しい時は

```
XSPEC> err 1 2
```

とすると、パラメーター1と2の90%errorを計算してくれます。

また、1エラーを求めたい時には、

```
XSPEC> err 1 2 1.0
```

と打ちます。

また、2つの相關するパラメーター(例えば2番めと8番目のパラメーター)についての、confidence contourを見たい時には、

```
XSPEC> steppar 2 5 10 5 8 1e-5 5e-5 10
(      steppar (パラメーター番号) (はじめの値)(終りの値)(ステップ) ... )
```

と打ちます。2番目のパラメーターについては、5から10まで5分割、8番目のパラメーターは1e-5から5e-5まで10分割して、それぞれ^{^2}を計算してくれます。

```
XSPEC> plot contour
```

で、^{^2}が2.3、4.61、9.21³⁰になるcontourを表示します。

fittingの方法はデフォルトは“leven”という方法です。これを変えたいときは、例えば、simplexにするには、

```
XSPEC> method simplex
MINUIT RELEASE 94.09  INITIALIZED.  DIMENSIONS 100/ 50  EPSMAC=  0.89E-15
*****
** 1 **SET EPS STMETH: THI  0.1000E-09
*****
FLOATING-POINT NUMBERS ASSUMED ACCURATE TO  0.100E-09
*****
** 2 **SET ERRORDEFSET  2.706
*****
```

とします。leven, migrad, simplex, monte, minim, annealという方法が使えます。くわしくは“help comm method”としてください。

²⁸ local minimumになっていないか確認するために、何回かfitを行なってみる、又はerrorコマンドでパラメーターをふってみることをおすすめします。

²⁹ 残差を見たい場合には、XSPEC> plot ldata residualと打ちます。

³⁰ 自由度が2の場合の、68%、90%、99%confidence levelに相当しているようです。

8.7.3 モデルの追加と削除

モデルを追加したいときは、

```
XSPEC> add 3 gau
Input parameter value, delta, min, bot, top, and max values for ...
Mod parameter 4 of component 3 gaussian LineE
  6.500      5.0000E-02  0.0000E+00  0.0000E+00  100.0      100.0
  6.7
Mod parameter 5 of component 3 gaussian Sigma
  0.1000     5.0000E-02  0.0000E+00  0.0000E+00   10.00      20.00
  0.0 -1  ( )
Mod parameter 6 of component 3 gaussian norm
  1.000     1.0000E-03  0.0000E+00  0.0000E+00  1.0000E+05  1.0000E+06
  1e-2
-----
mo = wabs[2] (bremss[1]) + gaussian[3]
Model Fit Model Component Parameter Value
par  par comp
  1    1    1      bremss      kT(keV)    1.25502    +/- 0.36251E-02
  2    2    1      bremss      norm       2.37124    +/- 0.18965E-01
  3    3    2      wabs       nH 10^22  0.911444   +/- 0.41267E-02
  4    4    3      gaussian   LineE      6.70000    +/- 0.00000E+00
  5    5    3      gaussian   Sigma      0.000000E+00 frozen
  6    6    3      gaussian   norm      1.000000E-02 +/- 0.00000E+00
-----
```

のように “add” を使い、その後に、モデル番号、モデル名を並べます。今の場合は gauss を add しました。
 () のように、gauss の sigma を 0.0 にすると、検出器限界の巾になり、さらに -1 と書くことにより、freeze させることもできます。

モデルを削除するときは、

```
XSPEC> delcomp 3
mo = wabs[2] (bremss[1])
と “delcomp” コマンドを使います。
```

8.7.4 パラメタのリンク

上記の例に対して、さらに gauss を追加して、その gauss の sigma を二つの gauss でリンクさせようとします。その時は、次のようにします。

```
XSPEC> add 4 gau
:
XSPEC> newpar 8 = 5
  8 variable fit parameters
:
XSPEC> show
:
-----
mo = wabs[2] (bremss[1]) + gaussian[3] + gaussian[4]
Model Fit Model Component Parameter Value
par  par comp
  1    1    1      bremss      kT(keV)    1.24931    +/- 0.36134E-02
```

2	2	1	brems	norm	2.40554	+/- 0.19361E-01
3	3	2	wabs	nH 10^22	0.922350	+/- 0.41785E-02
4	4	3	gaussian	LineE	6.70000	+/- 0.00000E+00
5	5	3	gaussian	Sigma	0.000000E+00	frozen
6	6	3	gaussian	norm	1.000000E-02	+/- 0.00000E+00
7	7	4	gaussian	LineE	6.50000	+/- 0.00000E+00
8	5	4	gaussian	Sigma	0.000000E+00	= par 5
9	8	4	gaussian	norm	1.00000	+/- 0.00000E+00

8番目のパラメタが“= par 5”となって、5番目のパラメタとリンクされたことを意味します。

8番目のパラメタを、5番目のパラメーターの2倍の値にfixしたい時には、

```
XSPEC> newpar 8 = 5 * 2.0
```

と打ちます。ここで2.0と打たずに、整数で2とすると、5番目のパラメーターと2番目のパラメーターの積になってしまうので、注意して下さい。

8.8 複数のデータを扱う時

8.8.1 とりあえず同時に扱う

あすかの場合、一度に複数のデータを同時に fitting したい、ということがよくあります。そこでその場合の取り扱いを簡単に説明します。

いまあるデータに追加したいときは、

```
XSPEC> data 2 tsuika.pi
```

とするとデータ2にtsuika.piが読み込まれます。もちろん、

```
XSPEC> data 1ban 2ban 3ban ....
```

と書いても構いません。その場合は、データ1に1ban.pha....という具合です。

responseがpha fileに正しく書かれていないとときは、

```
XSPEC> resp 2 tsuika_response_file
```

などと、番号を指定して、response fileを読み込みます。

```
XSPEC> ignore **:1
```

```
XSPEC> ignore **:60-64
```

とすると、全てのデータの同じbinを無視します(**の所に番号を指定してもよい)。

あとは、先の例と同じです。

8.8.2 パラメタを別にして同時に扱う

上記の例では、モデルフィットした時のパラメタはすべて共有されています。データごとにパラメタを独立させたいときは以下のようにして読み込みます。

```
XSPEC> data 1:1 spec_1.pi
Net count rate (cts/cm^2/s) for file 1 45.29 +/- 5.0210E-02
XSPEC> data 2:2 spec_2.pi
Net count rate (cts/cm^2/s) for file 2 4.529 +/- 5.0210E-03
XSPEC> resp 1:1 resp_1.rmf
XSPEC> resp 2:2 resp_2.rmf
XSPEC> arf 1:1 arf_1.arf
XSPEC> arf 2:2 arf_2.arf
```

こうしてから、モデルを決める。

XSPEC> mo bre wab

:

mo = wabs[2] (bremss[1])			Model	Fit	Model	Component	Parameter	Value	Data	group
par	par	comp								
1	1	1	bremss		kT(keV)		7.00000	+/- 0.00000E+00	1	
2	2	1	bremss		norm		1.00000	+/- 0.00000E+00	1	
3	3	2	wabs		nH 10^22		1.00000	+/- 0.00000E+00	1	
4	1	3	bremss		kT(keV)		7.00000	= par 1	2	
5	2	3	bremss		norm		1.00000	= par 2	2	
6	3	4	wabs		nH 10^22		1.00000	= par 3	2	

デフォルトでは、data 1 と data 2 ではパラメタがリンクされています。data 2 の bremss の normalization をリンクからはずして独立させたい時は、

XSPEC> new 5 0.1

:

XSPEC> show

:

mo = wabs[2] (bremss[1])			Model	Fit	Model	Component	Parameter	Value	Data	group
par	par	comp								
1	1	1	bremss		kT(keV)		7.00000	+/- 0.00000E+00	1	
2	2	1	bremss		norm		1.00000	+/- 0.00000E+00	1	
3	3	2	wabs		nH 10^22		1.00000	+/- 0.00000E+00	1	
4	1	3	bremss		kT(keV)		7.00000	= par 1	2	
5	4	3	bremss		norm		0.100000	+/- 0.00000E+00	2	
6	3	4	wabs		nH 10^22		1.00000	= par 3	2	

のようにします。あとは、fit とするだけです。

8.9 終了

“exit” または “quit” で終了します³¹。

8.10 知っていると便利かもしれない

- LOG コマンド

xspec の記録を残したい時は、

XSPEC> log

とやると、xspec.log というログファイルがつくられます。

- (表示上の) ピンまとめ

ピンが細か過ぎて見にくい時は、

³¹ “q” だけでは、終了しなくなりました。

```
XSPEC> setplot rebin 10 5
```

とかすると、マシになります。

- xspec 上で unix コマンドを使う時は、

```
XSPEC> ls
```

などとします³²。

- モデルの、個々の成分についてのプロットを見たいとき。

```
XSPEC> setplot add
```

もとに戻したいときは、

```
XSPEC> setplot noadd
```

とします。

- データやモデルを保存しておく便利なコマンドがあります。

```
XSPEC> save all script.xcm
```

こうすると、XSPEC 用の script.xcm³³ というファイルがつくられ、次回以降、以下のようにすると、データ、resp、arf を読み込み、save したときの状態までいきます。

```
XSPEC> @script
```

もしくは、XSPEC を立ち上げる時に、

```
sonobe@izayoi 70 > xspec @script
```

でも同じです。

- 質問の抑制

fitting などの途中で、しばしば”continue to fitting?” などと、聞いてくることがあります。sh などの script を使って自動的に XSPEC を動かしている場合など、この質問が不必要な場合には、fit コマンドを打つ前に、

```
XSPEC> query yes
```

としておきます。こうすれば、質問の内容に全て yes と答えて、fitting の計算を（絶えることなく）実行してくれます。no とした場合は、質問の答えに全て no と答えることになります。また、on で、はじめの質問をしてくれるモードに戻ります。

8.11 スペクトルをプリントする

うまく fitting ができたらきれいに整形してプリントまたは、Postscript にしておきましょう。以下のようにすると、マシにみえます³⁴。

³² xspec ver9.00 以前では、”\$ls” と打ちます。

³³ .xcm という拡張子をつけてください

³⁴ くわしくは qdp のマニュアルを御覧ください

```
XSPEC> iplot ldata delchi
PLT> rescale x 1 10
PLT> rescale y1 1e-3 10
PLT> rescale y2 -5 5
PLT> font roman
PLT> win 1
PLT> label ot Cas A Spectrum
PLT> label t 1993/08/01 Exposure = 18 ksec
PLT> time off
PLT> plot
PLT> @hard
:
```

qdp のなかで “@hard” とするとカレントディレクトリに “pgplot.ps” という Postscript ファイルをつくり、それをプリンタに出力します。Postscript ファイルのみをつくるのならば、

```
PLT> hard CasA_spec.ps/ps
のようにすれば、“CasA_spec.ps” という Postscript ファイルができます。また、単に、
PLT> hard /ps
とすれば、“pgplot.ps” というファイル名になります。また、
```

```
XSPEC>log test.log
XSPEC>show
...
XSPEC>log none
```

と打つと、スペクトル fitting した結果などを、全て test.log というファイルに落してくれます。

第9章 XIMAGE

XIMAGE は X-ray イメージ表示及び解析ソフトです。EXOSAT LE, Einstein HRI・IPC, ROSAT PSPC・HRI などもサポートしています。

9.1 立ちあげ

コマンドラインから “ximage”¹ だけ入力します。

```
sonobe@izayoi 49 > ximage
*****
*           Welcome to XIMAGE
*****
Type "help" for help
```

VERSION 2.50b 23:10:32 2-Oct-94

```
No of detectors read in: 17
[1]XIMAGE>
```

“help” とすればヘルプを見ることができます。“?” とするとコマンドの一覧ができます。また、“recall” とすると今までのコマンドのヒストリーを見ることができます。プロットデバイスは次のようにして設定、変更をします²

```
[1]XIMAGE> cpd /xw
```

9.2 データの読み込みと表示

“XSELECT” で作ったイメージファイルを読み込みます。GIS と SIS ではピクセル数が違うのでそれぞれ次のようにします。

9.2.1 GIS のデータの場合

次のようにして読み込みます。

```
[1]XIMAGE> READ/FITS test_g2.image.fits
```

コマンドは大文字でも小文字でも結構です。イメージのサイズが 256x256 がデフォルトであり、GIS は通常このサイズになっています。モニターに表示させるには

```
[2]XIMAGE> display
```

とします。“disp” と省略形も可能です。これで、XSELECT でみたイメージと同じものが見ることができます。

¹ 小文字で入力

² PostScript にしたい場合は cpd /ps とする

9.2.2 SIS のデータの場合

XSELECT でイメージをつくるときの binning によってサイズが異なるので注意して下さい。4CCD の sky coordinate のときは次のようにします。sis1.image.fits を XSELECT でつくったときの binning が 1 であった³ とします。

```
[1]XIMAGE> read/fits/size=640/rebin=2 sis1.image.fits
```

なにも考えずに XSELECT でイメージを作ったばあいは binning が 4 ですので、

```
[1]XIMAGE> read/fits/size=320 sis1.image.fits
```

とします。XIMAGE は最大 size が 1024 まであり、sis1.image.fits の size は 1280 ですので読む込むときに /rebin=2 をして size を小さくします。もし、sis1.image.fits の size が 640 であったならば /rebin=2 は不要です。

1CCD モードのときは例えば次のようにします。

```
[1]XIMAGE> read/fits/size=640/xpix=660/ypix=660 sis1.image.fits
```

/xpix=660,/ypix=660 はそこを中心にしてイメージを描くということです。1CCD や 2CCD モードの時は中心ピクセルを指定する必要があります。

表示をするには同じく “display” とします。

9.3 表示のいろいろ

“display” にはいろいろオプションがあります。例えば、表示のレベルを log スケールにしたいのなら、

```
[10]XIMAGE> disp/log
```

とします。イメージの枠に表示されている “X Pixels”, “Y Pixels” を取り除きたい、かつ、log 表示をしたい時は、

```
[10]XIMAGE> disp/log/noframe
```

とします。また、左右に二つのイメージを表示させたいときは、

```
[21]XIMAGE> read/fits first_image.fits
[22]XIMAGE> disp/left
[23]XIMAGE> read/fits second_image.fits
[24]XIMAGE> disp/right/overlay
```

とすればできます。“/overlay” がミソです。

その他、ヘルプを見てみてください。

```
[26]XIMAGE> help display
```

で見ることができます。

9.4 XIMAGE の機能

数多くの機能のうちいくつかを紹介します。
イメージのピクセルをまとめるのは “rebin” です。

```
[2]XIMAGE> rebin 3
```

³ XSELECT のデフォルトでは SIS の binning は 4 になっています。GIS は 1 です

“3”は 3×3 のピクセルをまとめることを意味します。ポイントソースであったら3, 広がったソースであったら4から6ぐらいがいいでしょう⁴。

スムージングをするには“smooth”を使います。

```
[6] XIMAGE> smooth/sigma=2
```

“sigma”はガウシアンの幅で、デフォルトは1.5ピクセルです。

contour⁵を描くには

```
[3] XIMAGE> contour/no_of_cont_levels=10/first_contour_drawn=5
```

“no_of_cont_levels=10”はレベルを10にします。“first_contour_drawn=5”はレベル5以下を表示しません。なお、この値はデフォルトであるので“contour”とするだけで良いです。

```
[19] XIMAGE> CONTOUR/OVERLAY
```

とすると、前のイメージにcontourを重ねることができます。

いくつか便利なコマンドを挙げておきます。各自研究して下さい⁶。

- title “W49B sis0 image” - タイトルをイメージの枠の上に表示します。
- slice/x - X軸方向のスライスイメージを見る。マウスで位置を指定する。
- slice/y - Y軸方向のスライスイメージを見る。マウスで位置を指定する。
- grid - sky coordinates を描きます⁷。
- grid/gal - Galactic coordinates を描きます
- saoimage - XIMAGE のなかから SAOIMAGE を立ち上げることができます。
- pixel_to_r/cur - カーソルが十字になり、マウスをクリックすると座標がわかります。
- cey 1950 - 1950年分点に変更します⁸。
- scale - カラーレベルを表示します。
- info - Information を表示します。
- cct - 表示のカラーテーブルを変えます。cct/loop/no とするとおもしろいですよ。

9.5 イメージを重ねる

XIMAGE上でイメージを重ねるには次のようにします。イメージのファイル名がimage0.fits, image1.fits, image2.fitsとし、それぞれsizeが256であるとします。

```
[1] XIMAGE> read/fits image0.fits
[2] XIMAGE> save_image
[3] XIMAGE> read/fits image1.fits
[4] XIMAGE> sum
[5] XIMAGE> save_image
[6] XIMAGE> read/fits image2.fits
```

⁴ Mushotzky 談

⁵ smoothをしてからの方がよい

⁶ ここに挙げた以外にもたくさんある

⁷ イメージのFITSファイルのヘッダに正しく書かれていなければなりません

⁸ デフォルトでは2000年分点です

```
[7]XIMAGE> sum
[8]XIMAGE> save_image
[9]XIMAGE> display
```

これで重なったイメージができます。

9.6 イメージを ファイルに出力する

イメージが出来ると人に見せたくなります。XIMAGE でも、XSPEC の時と同様に、cpd コマンドのオプションで、/ps、/cps、/gifなどを選ぶことにより、出力先を選べます。

また、ある window の中身を、hard copy して pict にしたい場合、以下のようなコマンドを、XIMAGE を立ちあげている window 以外で実行します⁹。

```
sonobe@uzuki 191 > xwd | xwdtopnm | ppmtopict > image.pict
```

これを実行するとカーソルが十字になるのでそれを PICT にしたい window にもっていきクリックします。この場合は image.pict というファイルができます。

あとは Mac にもっていき PIXELPAINT や Canvas 等でエディットできます。

9.7 終了

終了する前にイメージを保存しておきましょう。

```
[3]XIMAGE> write/fits test.image.fits
```

これで FITS 形式でファイルになります。あとで SAOIMAGE 等で見ることができます¹⁰。

```
[16]XIMAGE> exit
```

で終了します。

ホームディレクトリに “ximage.htr” というヒストリーファイルを生成します。

⁹ ただし、pbmplus などのソフトがインストールされている必要があります。

¹⁰ 枠などはセーブされません

第10章 IRAF

IRAF¹ はアメリカの NOAO² で開発された天文用の画像データ解析ソフトです。

ここでは簡単な使い方しか説明しませんので御了承ください。他の IRAF 初心者マニュアルとして、

<http://bandai.mtk.nao.ac.jp/jaipa/beginner/>

がありますが、X 線用のパッケージ、PROS についての説明はありません。

なお、IRAF を使うにはあらかじめ設定が必要なので、それをしていない場合は“設定”の章を参考に設定してください。

10.1 立ち上げ

自分の iraf のディレクトリで“cl³”とします。

```
sonobe@uzuki 41 > cd ~/iraf
sonobe@uzuki 42 > cl
NOAO Ultrix/IRAF Revision 2.10EXPORT Mon Aug  3 21:57:20 MST 1992
This is the EXPORT version of Sun/IRAF V2.10.1 for Decstation Ultrix V4.2
:
:
dataio.    images.    noao.    proto.    system.    xray.
dbms.      language.  obsolete.  softools.  tables.
ftools.    lists.     plot.     stsdas.   utilities.

cl>
```

“dataio”や“images”などをパッケージと呼びそれぞれ、その名前に関係したタスクから成ります。なお、“xray”が PROS⁴ です。

10.2 読み込み

まず、FITS 形式になっているイメージを IRAF の読めるフォーマットにしましょう。それには“dataio”的パッケージをつかいます。以下のようにして“dataio”的パッケージに入ります。

```
cl> dataio
      bintxt      rcardimage   rfits       t2d       wcardimage   wtextimage
      mtexamine   reblock      rteximage   txtbin    wfits
da>
```

“dataio”的中にはいくつかのタスクがあります。また、プロンプトが“cl>”から“da>”に変わったことに気がつくと思います。

FITS を読むには“rfits”をつかいます。以下のようにして IRAF 用のファイルをつくります。

```
da> rfits
FITS data source ( ): /uzuki/d4/sonobe/n132d/image/sis0/sis0_image.fits
```

¹ Image Reduction and Analysis Facility

² National Optical Astronomy Observatories

³ 立ち上げる前に login.cl というファイルの “set home” と “set imdir” をエディットしてください

⁴ The Post-Reduction Off-line Software

```
IRAF filename ( ): sis0_image.iraf
File: sis0_image.iraf   N132D           Size = 256 x 256
```

これで sis0_image.iraf というファイルができました⁵。

10.3 表示させてみる

では何らかのイメージを表示させてみましょう。

10.3.1 表示させる

まず、最初にもどります⁶

```
da> bye
      dataio.    images.    noao.    proto.    system.    xray.
      dbms.     language.  obsolete.  softools.  tables.
      ftools.    lists.     plot.     stsdas.    utilities.
cl>
```

“bye” とすると一つ上にもどります。では、contour や鳥瞰図を描いてみましょう。まず、“plot” のパッケージに入ります。

```
cl> plot
      calcomp   gkdir      imdkern    phistogram  sgidecode  surface
      contour    gkientract  implot     pradprof    sgikern    velvect
      crtpict    gkimosaic  nsppkern   prow        showcap
      gdevices   graph       pcol       prows       stdgraph
      gkidecode  hafton     pcols      pvector    stdplot
pl>
```

contour をみるにはそのまま “contour” とすればよい。あとは聞かれるままに答える。

```
pl> contour
image or image section to be plotted ( ): sis0_image.iraf
Image will be block averaged by 4 in x and 4 in y
```

同様に鳥瞰図がみたかったら

```
pl> surface
image or image section to be plotted ( ): sis0_image.iraf
Image will be block averaged by 4 in x and 4 in y
```

これらは xterm に表示されます。“help” とすればどのようなタスクなのかわかります。

10.3.2 パラメタを変える

たぶん多くの方はこの表示に満足しないでしょう。もう少し contour level を大きくしたいとか、表示の回転角を変えたいとか思うでしょう。これらの微細な調節のほとんどは隠しパラメタになっています。

これをエディットするにはいくつか方法がありますが、“eparm⁷” を使う方法を説明します。contour のパラメタをエディットしてみましょう。

⁵ 実際には sis0_image.iraf.imh と sis0_image.iraf.pix の二つができる

⁶ 別に戻る必要はなく da> plot としてもよい

⁷ Edit PArAmeter

```

PACKAGE = plot
  TASK = contour

image      =      sis0_image.iraf  image or image section to be plotted
(floor   =           INDEF) minimum value to be contoured (INDEF for min)
(ceiling=           INDEF) maximum value to be contoured (INDEF for max)
(zero    =           0.) greyscale value of zero contour
(ncontou=           0) number of contours to be drawn (0 for default)
(interva=           0.) contour interval (0 for default)
(nhi     =           -1) hi/low marking option: -1=omit, 0=mark h/l, 1=ma
(dashpat=           528) bit pattern for generating dashed lines
(device  =      stdgraph) output device
(title   =      imtitle) optional title
(preserv=           yes) preserve aspect ratio of image?
(label   =           yes) label major contours with their values?
(fill    =           no) fill viewport regardless of device aspect ratio?
(xres   =           64) resolution in x
(yres   =           64) resolution in y
(perimet=           yes) draw labelled perimeter around plot?
(vx1    =           0.) NDC viewport x1
(vx2    =           0.) NDC viewport x2
(vy1    =           0.) NDC viewport y1
(vy2    =           0.) NDC viewport y2
(subsamp=           no) Subsample (vs blockaverage) to decrease resoluti
(append  =           no) append to an old plot
(mode    =           q1)

```

ESC-? for HELP

画面がかわったと思います。このなかで () に囲まれていない 1 つが位置パラメタ (positional parameter) と呼ばれるもので、必ずタスクを起動する際に与えなければなりません。一方 () で囲まれているのが隠しパラメタ (hidden parameter) と呼ばれるものです。

変更の仕方は、変更したいパラメタのところにカーソルキーか return キーでカーソルを移動した後、その値を入力します。yes か no と入れるところは y または n と省略できます。一つのパラメタ変更が終わったら return キーを押します。変更がすべて終了したら、:go (return) と入力すれば、変更されたパラメタでタスクが実行されます。:q (return) と入力すれば、パラメタ変更をおこなって、eparm を終了します。他にもコマンドがありますので :? (return) と入力してでてくる一覧表を見て下さい。eparm で変更されたパラメタの値は次回以降のデフォルトとなります。

10.4 PROS

PROS は IRAF のパッケージの一つで X-ray 天文学用に開発されたものです。

まず “xray” のパッケージに入ります。

```

cl> xray
[]-----[]
[]          PROS Version 2.2.1        []
[]          July 2, 1993            []
[]                                     []

```

[] Before using this version rerun mkiraf []
[] For problems mail rsdc@cfa.harvard.edu []
[]-----[]

The following general information is available via the "help" command:
help topic: description:

***** pros ***** description of all help options available in pros

coords description of IRAF coordinates used in PROS
exposure description of support for exposure corrections in PROS
extensions description of conventions for PROS file extensions
filter description of filtering options in PROS
qpoe description of the QPOE data file and user interface
regions description of PROS region masks
missions list of telescopes and instruments support by PROS
release_xray release notes for this build
revisions revisions for the patch

xapropos xdemo xinstall xobsolete. xproto. xspectral.
xdataio. ximages. xlocal. xplot. xspatial. xtiming.

xr>

この中にもいくつかのパッケージがあります。イメージをスムージングするタスクは“xspatial”に入っています。

xr> xspatial

[]-----[]
[] Welcome to the World of X-ray Spatial Analysis []
[] (July 1993 Version 2.2.1) []
[]-----[]
:
:
detect. imdisp imsmooth rosprf vigmodel
fixsaoreg immodel isoreg skypix wcscoords
imcnts improj makevig vigdata

xs>

先ほどの“sis0_image.iraf”をスムージングしてみましょう。

xs> imsmooth
name of input image (): sis0_image.iraf
root name for output file [root_smo.imh]: ()

resultant output image dimensions: 256 x 256
internal image dimensions for fft: 256 x 256

type of convolving function (gauss|boxcar|expo|king|power|tophat|file|hipass|lop
ass|kfile|mymod|mykmod) (gauss):
function radius, sigma or width (x) in pixels (2.): 1.5 ()
Using the Gauss function with 1.50 = sigma.

()で“root_smo.imh”としておくと今の場合“sis0_image_smo”というファイルができます。また、()でガウシアンの sigma を指定できます。

では、次にスムージングしたイメージを見てみましょう。それには“xplot”のパッケージをつかいます。

```
xs> xplot
[]-----[]
[]  Welcome to the World of X-ray Plot Analysis []
[]          (July 1993 Version 2.2.1) []
[]-----[]

( Type help <topic> for info on the following: )

help      using_xplot

imcontour    tabplot      tvlabel      xdisplay      ximtool
pspc_hrcolor  tvimcontour  tvproj       xexamine

xp>
```

なお表示をさせるために“SAOIMAGE”を立ち上げておく必要があります。

```
xp> !saoimage &
```

単に表示をさせるには“xdisplay”をつかいます。

```
xp> xdisplay
image to be displayed ( ): sis0_image_smo
```

contour は“tvimcontour”をつかいます。

```
xp> tvimcontour
IRAF image filename ( ): sis0_image_smo
Grid type (sky|pixel) (sky):      (‡)
Contour Units (pixel|peak|sigma) (peak):
Contour Levels (log 5 100 5):
```

(‡)で“sky”にすると sky coordinate も表示されます⁸。

その他のパッケージ・タスクも試してみてください。

10.5 終了方法

IRAF を終了するには“logout”とします⁹。

```
xp> logout
```

⁸ イメージファイルに座標がきちんと書かれている場合に限る

⁹ Ctrl-C などでは終了することはできない

第11章 IDL

IDL¹ は RSI² が開発したパッケージで特に画像解析に優れています。陽光 (YOHKOH) チームではすでに使用しています。配列の扱いが簡単なのが特徴です。IDL の能力をすべてこのマニュアルに載せるのは不可能です³ 簡単な使い方のみを説明し、最後に Lucy 法による image deconvolution の方法を説明します⁴。

11.1 設定

.cshrc または .login に以下の設定を書いてください。

```
setenv IDL_DIR /usr/local/newidl  
setenv IDL_PATH +/usr/local/newidl/lib  
setenv IDL_STARTUP /usr/local/newidl/lib/com/startup.pro
```

もし、自分で IDL 用のライブラリを作って使いたいのなら、例えばホームディレクトリの下に idl/lib というディレクトリをつくって上記の setenv IDL_PATH のところを以下のように書いておきます。

```
setenv IDL_PATH +$HOME/idl/lib:+/usr/local/newidl/lib
```

準備は以上で OK です。

11.2 立ち上げ

```
sonobe@uzuki 75 > x astd2
```

IDL を立ち上げるのは簡単です。コマンドラインから idl と打つだけです。すると、次のようになります。

```
sonobe@astd2 45 > idl  
IDL. Version 3.0.0 (ultrix mipsel).  
Copyright 1989-1992, Research Systems, Inc.  
All rights reserved. Unauthorized reproduction prohibited.  
Site: 2674.  
Licensed for use by: NASA Lab for High Energy Astrophysics  
  
:  
:  
IDL>
```

このような表示がでれば OK です。

```
% Machine not licensed for IDL. Entering 7 minute Demo mode.
```

このような表示がでたときは、7 分間しか使えません。日頃の行ないが悪いからでしょう。これがでないことを祈ります。

IDL> は IDL のプロンプトです。

¹ Interactive Data Language

² Research Systems, Inc

³ 筆者はすべてをしりません

⁴ 宇宙研では IDL は 2000/07/26 現在、使える状態にはなっていないようです。

11.3 表示させる

ここでは、簡単な表示のさせ方のみを示します。

11.3.1 FITS 形式のイメージを読み込む

image.fits というイメージファイルを読ませてみましょう。

```
IDL> im = readfits('image.fits')
```

:

im という変数は、宣言をしなくても 2 次元配列になります。もし、FITS のヘッダも

```
IDL> im = readfits('W49B_Fe_image256_deco30_Lucy.fits',hdr)
```

とすれば、hdr は文字列の変数になります。

```
IDL> print,hdr
```

:

とすると、hdr の内容をみることができます。

11.3.2 いろいろな表示

では、表示をさせてみましょう。

```
IDL> tvscl,im
```

とすると、IDL0 とタイトルの付いた window が現れ、イメージを表示します。

```
IDL> contour,im
```

とすると、コントアを表示します。

```
IDL> contour,im,levels=[0.01,0.05,0.1,0.5,1]
```

というようなこともできます。contour,im,nlevel=10 とすると、10 分割して表示します。

鳥瞰図をみたいときは、

```
IDL> surface,im
```

とすると、グリッドで示し、

```
IDL> shade_surf,im
```

とすると、滑らかなペイントで表示します。

11.3.3 PostScript にする

コントアなどを PostScript ファイルにしておくと便利です。ps, eps どちらでも可能です。

```
IDL> set_plot,'ps'
```

```
IDL> device,filename='contour.ps',/land,/inches,xsize=7
```

```
IDL> contour,im,nlevel=8
```

```
IDL> device,/close & set_plot,'x'
```

とすると、contour.ps という PostScript ファイルができます。

L^AT_EX に取り込むには、eps の方が便利ですので、

```
IDL> set_plot,'ps'
```

```
IDL> device,filename='contour.eps',/port,/enc,/inches,xsize=7,ysize=7
```

```
IDL> contour,im,nlevel=8
```

```
IDL> device,/close & set_plot,'x'
```

とするといいでしょう。

11.3.4 FITS 形式のファイルに書き込む

いくつかのイメージを読み込んだとします。それを im1, im2, im3 としましょう。IDL では配列の演算が非常に簡単です。たとえば、この三つのイメージをあし合わせるのは、

```
IDL> im_sum = im1+im2+im3
```

とするだけです。このたしたいたしたイメージを FITS のイメージにするには、

```
IDL> writefits,'sum_image.fits',im_sum
```

とします。sum_image.fits というファイルができます。ヘッダも先ほどのものを付けたいばあいは、

```
IDL> writefits,'sum_image.fits',im_sum,hdr
```

とするだけです。

11.4 Deconvolution を行なう

ここでは、IDL を用いた Lucy 法による Deconvolution の方法のみをしめします。Deconvolution の原理、その有意性は各自で考えてください。

11.4.1 前準備

まず用意するものを挙げます。

- “あすか” の生イメージ (256x256 が望ましい⁵)
- “あすか” の point spread function のイメージ⁶
- Deconvolution を IDL で行なうための Script

以下に、Deconvolution を IDL で行なうための Script の例を示します。適当なファイルに書いてください。

```
p=readfits(psffile)
im=readfits(infile,imhdr)
help, p
help, im
s=size(im)
sp=size(p)
i=(s(1)-sp(1))/2
j=(s(2)-sp(2))/2
img=im(i:sp(1)-1+i,j:sp(2)-1+j)
help, img
psf=p/total(p)
cdpix = sxpath(imhdr, 'CRPIX*')
sxaddpar, imhdr, 'NAXIS1', sp(1)
sxaddpar, imhdr, 'NAXIS2', sp(2)
sxaddpar, imhdr, 'CRPIX1', cdpix(0)-i
sxaddpar, imhdr, 'CRPIX2', cdpix(1)-i
print, imhdr
maxlike2,img,psf,r,/init,niter=niter, header=imhdr,$
outfile=outfile, chimin=0.0, stall=0.0, display='tv scl,iter'
```

仮に、このファイルを deconvolve.idl としておきます。

⁵ FFT を用いているから

⁶ この Deconvolution では現在のところ PSF の位置依存性およびエネルギー依存性は取り込めません。

11.4.2 やってみよう

準備が整ったら IDL 内で以下のようなします。

```
IDL> infile = 'ascaimage.fits'  
IDL> outfile = 'ascaimage_deco.fits'  
IDL> psffile = 'psf.fits'  
IDL> niter = 30  
IDL> @deconvolve.idl  
:
```

見てわかるように、それぞれのファイルを指定します。“niter” は iteration の回数です。この値はいくつがいいかはだれも分かりません。いろいろためしてみてください。出力は FITS 形式のイメージです。

第12章 便利なFTOOLS

すでに、いたるところで FTOOLS がでてきました。この章ではいろいろある FTOOLS のうち、まだ紹介されていないいくつかについて使用例を挙げて説明いたします¹。

12.1 FTOOLSの使い方

ここでは、FTOOLS が聞いてくることに答える形で示してありますが、一行に書くことも可能です。

12.1.1 fhelp

文字どおり FTOOLS の “help” です。次のように使います。

```
sonobe@uzuki 44 > fhelp
Name of FTOOLS task[fstruct] fdump
FDUMP (Jan92)           ftools.futils           FDUMP (Jan92)
```

NAME

fdump -- Convert the contents of a FITS table to ASCII format.

:

:

また、次のようにすると FTOOLS の LIST がでてきます。

```
sonobe@uzuki 52 > fhelp ftools
```

12.1.2 fstruct

FITS ファイルの構成がどのようにになっているかがわかります。

```
sonobe@uzuki 56 > fstruct
Name of FITS file and [ext#][] ft930507_0300_1621S104103H.fits
No. Type    EXTNAME    BITPIX Dimensions(columns)    PCOUNT   GCOUNT
0  PRIMARY      32        0                      0        1
1  BINTABLE EVENTS    8        24(10) 70          0        1
2  BINTABLE STDGTI    8        18(3) 1            0        1
3  BINTABLE ALLGTI    8        18(3) 1            0        1
```

サイエンスファイルは拡張版 FITS になっており、この例では 3 つの extension を持っていることがわかります。

12.1.3 fdump

FITS ファイルの中身 (header,data) を見るのに使います。

¹ このマニュアル中ですべての FTOOLS の紹介はしてありません

```
sonobe@uzuki 58 > fdump
Name of FITS file and [ext#] [] ft930507_0300_1621S104103H.fits
Name of optional output file[STDOUT]
Names of columns[-]
Lists of rows[-]
XTENSION= 'BINTABLE'          / binary table extension
BITPIX   =                      8 / 8-bit bytes
NAXIS    =                      2 / 2-dimensional binary table
NAXIS1   =                      24 / width of table in bytes
:
:
NAXLEN   =                      2 / Number of QPOE axes
END
```

X	Y	RAWX	RAWY	TIME	PHA	DETX	
pixels	pixels	pixels	pixels	seconds	pha	pixels	
1	0	0	0	0	1.093865219499215E+07	106	0
2	0	5	0	5	1.093865219499215E+07	106	0
:							
DET Y	GRADE	CCDID					
pixels	NONE	NONE					
1	0	0	3				
2	5	0	3				
:							

Name of FITS file で ft930507_0300_1621S104103H.fits[1] のように extension を指定するとそこを dump します。

Names of columns[-] のところでコラム名を指定するとそのコラムのデータだけが出力されます。Lists of rows[-] で “1-2” のようにすると 1 から 2 行だけのデータを出力します。

12.1.4 fplot

FITS 形式のファイルをよんで二次元プロットをします。例えば次のようにすると MKFILTER のデータから GIS の LD-HIT がわかります。

```
sonobe@uzuki 63 > fplot
Name of FITS file and [ext#] [] ft931103_0503_1649.mkf
Name of X Axis Parameter[error] [CHANNEL] TIME
Name of Y Axis Parameter[error] up to 8 allowed[COUNTS] G2_LD HIT G3_LD HIT
Lists of rows[-] 1-5000
Device: /XTerm,/TEk4010,/GTerm,/PS,etc[/XW]
Any legal PLT command[LA T Plot of Spectrum for SISO] la t GIS LD HIT
PLT>
```

あとは QDP のコマンドがつかえます。

12.1.5 sec2time

ASCA タイムを UT に変換します。

```
sonobe@uzuki 197 > sec2time
Offset time in seconds[5.324326790694524E+07] 1.0e7
```

```

Location of leapsecond file (FTOOLS, CALDB, or filename) [FTOOLS]
Offset of 1.000000000000000E+07 from 1/1/93      0:0:0
is date and time (including leapseconds) = 26/4/93    17:46:40.00000
Modified Julian Day      = 49103.740740740746000

```

12.1.6 time2sec

UT を ASCA タイムに変換します。

```

sonobe@uzuki 198 > time2sec
Date (dd/mm/yy) [] 26/04/93
Time (hh:mm:ss.sss) [] 17:46:40
Location of leapsecond file (FTOOLS, CALDB, or filename) [] FTOOLS
offset in seconds (including leapseconds) from 1/1/93      0:0:0      is
1.000000000000000E+07

```

12.1.7 fimgdmp

イメージファイルの中身を、アスキー形式で出力してくれます。スペクトルファイルの中身は、fdump で見ることができます。イメージファイルの中身を見るには、このコマンドを使います。

```

sonobe@uzuki 199 >> fimgdmp
Name of input FITS file and [ext#] [gis2.img]
Name of OUTPUT file[STDOUT]
Lower limit of X_Axis[] 100
Upper limit of X_Axis[] 105
Lower limit of Y_Axis[] 100
Upper limit of Y_Axis[] 105

```

	100	101	102	103	104	105
100	2	1	2	8	1	2
101	4	1	3	0	4	3
102	3	3	3	6	1	2
103	1	2	2	6	2	1
104	2	7	3	4	2	6
105	2	0	1	4	3	4

12.2 ヘッダをエディットしてみる

“fdump”で fits ファイルのヘッダおよびデータをみることができます。ヘッダをエディットしてみましょう。例えば、スペクトルファイルの 1st extension の “OBJECT” というキーワードには以下のように書かれているとします。

```
OBJECT = 'Cas A' / Name of observed object
```

これを、“CasA SIS”としてみましょう。

fmodhead, fparkey どちらでも同じことができます。

12.2.1 fmodhead

あらかじめテンプレートのファイルを作っておきます。それを tmp.file とすると、その中には、以下のように書いておきます。

```
sonobe@hazuki 85 > more tmp.file
OBJECT = 'CasA SIS'           / Name of observed object
```

そうしておいて、以下のように fmmodhead を実行します。

```
sonobe@hazuki 87 > fmmodhead
Name of FITS file and [ext#] [] CasA_sis0_spec.pi[1]
Name of TEMPLATE file[] tmp.file
```

file 名の [1] は extension を表しますが、省略しても [1] と同じ意味です。テンプレートのファイルにいくつかのキーワードをならべておくと、同時にたくさんのキーワードを変更することができます。キーワードを消去するときは、テンプレートのファイルに

- OBJECT

のように “-” をキーワードの先頭につけておきます。

12.2.2 fparkey

fparkey は次のようにします。

```
sonobe@hazuki 94 > fparkey 'CasA SIS' CasA_sis0.pi OBJECT
```

extension を指定する場合は、CasA_sis0.pi+0 のようにします。

12.3 パラメタ関係

FTOOLS はパラメタを必要とします。そのパラメタに関するコマンドがあります。

パラメタの情報を得るには次のようにします。例として、“fdump” のパラメタをみてみます。

```
sonobe@izayoi 68 > plist fdump
    infile = image.fits      Name of FITS file and [ext#]
    outfile = STDOUT         Name of optional output file
    columns = -               Names of columns
    rows = -                 Lists of rows
    (pagewidth = 80)          Page width
    (prhead = yes)            Print header keywords?
    (prdata = yes)            Print data?
    (showcol = yes)           Print column names?
    (showunit = yes)          Print column units?
    (showrow = yes)           Print row numbers?
    (showscaled = yes)        Show scaled values?
    (align = yes)              Align columns with names?
    (skip = 1)                 Print every nth row
    (tdisp = no)               Use TDISPn keywords?
    (wrap = no)                 Display entire row at once?
    (page = yes)                Page through output to terminal
    more = yes                  More?
    (mode = ql)
```

()で囲まれているキーワードは隠しパラメタです。例えば、prhead を no にしたいときは、

```
sonobe@izayoi 72 > pset fdump prhead=no
```

とします。もう一度 plist をすると、

```
sonobe@izayoi 72 > pset fdump pagewidth=100
:
(prhead = no)          Print header keywords?
:
```

のようにエディットされています。

関連図書

- [1] 宇宙科学研究所, 1993/01, “科学衛星 ASTRO-D 計画書”
- [2] Keith Arnaud, 1993/06/09, “An ABC of ASCA data analysis Ver. 0.3”
- [3] Keith Arnaud, 1993/07/10, “An ABC of ASCA data analysis Ver. 0.5b”
- [4] Koji Mukai, 1993/08/11, “An ABC of ASCA data analysis Ver. 0.93”
- [5] NASA GSFC, 1994/05/06, “The ABC Guide to ASCA Data Reduction Second Version”
- [6] Koji Mukai, private communication
- [7] Nick White, Memo of 93/06/24 (at ASCA working group)
- [8] Nick White, private communication
- [9] Alan P. Smale, 1993/04/02, “XSELECT - An FTOOLS Command Interface Ver. 0.70”
- [10] Jim Ingham, 1994/08/06, “The Xselect User’s Guide” Ver. 1.0
- [11] Ken Ebisawa, 1993/04/12, “正しい ASTRO-D データ解析の方法”
- [12] Ken Ebisawa, private communication
- [13] Jackie Butcher, 1993/04/29, “A brief walk through the ODB menu system”
- [14] Hisamitsu Awaki, “拡張版 FITS について Ver. 1.0”
- [15] GSFC, 1993/03/18 “XSPEC ~ An X-Ray Spectral Fitting Package ~ User’s Guide for v8.0”
- [16] Manabu ISHIDA, Masaharu HIRAYAMA, 1993/12/15, “Instruction for the GIS/SIS ARF builder”
- [17] 石崎 欣尚, 平山 昌治, 1994/02/22, “jbldarf-0.5 を正しく使うために”
- [18] P.Giommi, L.Angelini, et al, “The XIMAGE User’s Guide Ver. 2”
- [19] GSFC, 1992/11 “XRONOS ~ A Timing Analysis Software Package ~ User’s Guide Version 3”
- [20] 能丸淳一, 西原英治, “たのしい IRAF -IRAF Beginners’ Guidebook- 鎌倉幕府成立 800 周年猛虎襲来バージョン”
- [21] Research Systems, Inc., “IDL Basics” Ver. 3.0

“はじめての表街道”

発行所： 宇宙科学研究所 宇宙圏研究系
高エネルギー天体物理学研究室

発行日： 1994 年 12 月 1 日
第 5.20 版 第 1 刷発行
： 2000 年 8 月 1 日
第 7.00 版 第 1 刷発行

©ASCA Team, 1993, 1994, 1995, 2000