

# FITS の実際

金光 理@日本 FITS 委員会・福岡教育大学

## 1 FITS フォーマットとは？

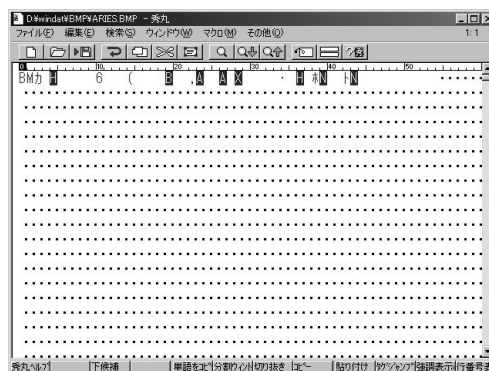
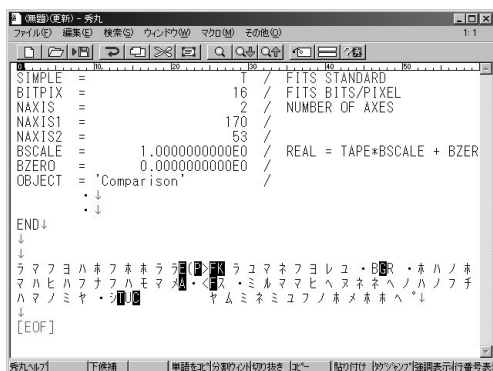
FITS フォーマットは、元々は天文分野で画像の交換用フォーマットとして開発された。これは、FITS = Flexible Image Transport System であることにも表れている。最初に提案されたのが 1979 年ということで成り立ちは早い。現在では、Flexible の名前のとおり、画像に限らずデータの交換にも使えるフォーマットとなっている。現状では圧縮は規格に含まれていない。

## 2 一般の画像データ形式との比較

一般の天体写真などの「2次元」画像データは、決まったフォーマットでファイルとして格納される（多くは格納時に圧縮するので圧縮方式も含む）。必ずしも元のデータを保存しているとは限らない。

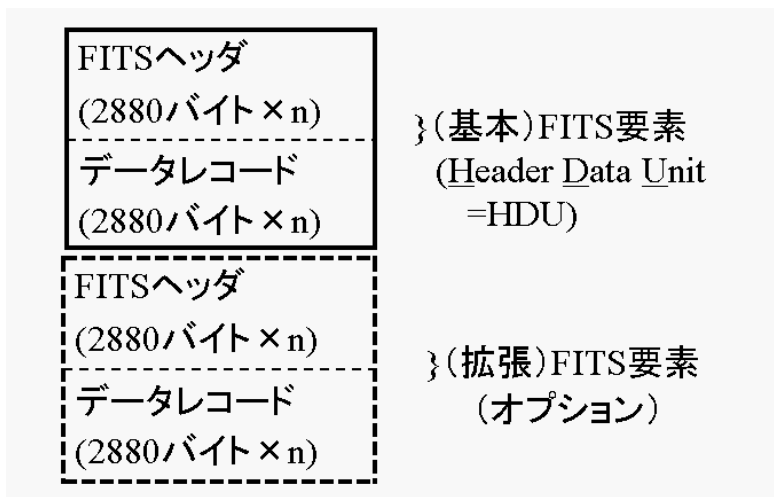
画像形式	策定年	主用途	ビット数/画素
jpeg	1987~	写真画像など	24bits
bmp	1990~	Windows 標準	24bits
gif	1987~	画像データの交換 (gif アニメなどの拡張も)	8bits
png	1996~	ライセンスフリー (mng などの関連形式も)	48bits

例えば、FITS ファイル (下左) と bmp ファイル (下右) をエディタで開いてみると次のようになる。



## 3 FITS ファイルの中身

FITS ファイルの一般的な構成は次のようになっている。



以下、同様の拡張 FITS 要素 (optional FITS structure) が続いても良い。

ヘッダには、FITS ファイル中のデータに関する情報がテキストで記述されている。各情報は 80 バイトのカードイメージであり、ヘッダはそうしたカードの集まりである。(カードの数はいくらかでも良いが、36 行 = 2880 バイト<sup>1</sup>ごとに 1 レコードとする。) 各カードの中身は次のような形式で記述する。

キーワード = 値 / コメント

ヘッダの各キーワードに記述する値は、論理値、整数値、実数値、文字列などの種別ごとに書き方が決まっている。/ 以下のコメントには何を書いてもかまわないが通常はキーワードや値の説明を書く。簡単なヘッダの例をあげる。

```

SIMPLE = T / ファイルが標準 FITS かどうか
BITPIX = 16 / 各ピクセル値を何ビットで表現するか
NAXIS = 2 / ピクセルの座標軸の本数
NAXIS1 = 512 / 1 番目の軸に沿ったピクセル数
NAXIS2 = 512 / 2 番目の軸に沿ったピクセル数
DATE = '2007-12-28T10:14:36.1' / ファイル作成時
OBJECT = 'M51 B 600S' / 観測天体名など
BSCALE = 1.00000000E0 / ピクセル値を物理値に変換するスケール
BZERO = 0.00000000E0 / ピクセル値を物理値に変換するゼロ点
END

```

ヘッダに続くデータレコードにはヘッダの記述に従ったバイナリデータが入っている。

現在の FITS は観測データなどの多様化に対応し、様々なデータを格納できるように規格の拡張を EXTENSION という形で続けてきた。現在標準化されている EXTENSION は、

【ASCII テーブル】 カタログなどの表データの収納

【イメージ EXTENSION】 イメージデータの収納

【バイナリテーブル】 表形式のバイナリの収納

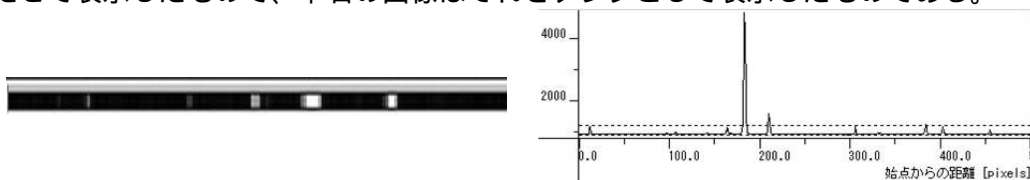
などがあり、さらに天球座標などの座標変換の記述用の WCS(World Coordinate System) のキーワードも策定されている。

<sup>1</sup>2880 バイトは 70 年代当時のコンピュータで使われていたビット数 (6,8,12,16,18,24,32,36,48,60,64) の公倍数である

## 4 FITS ファイルのあれこれ

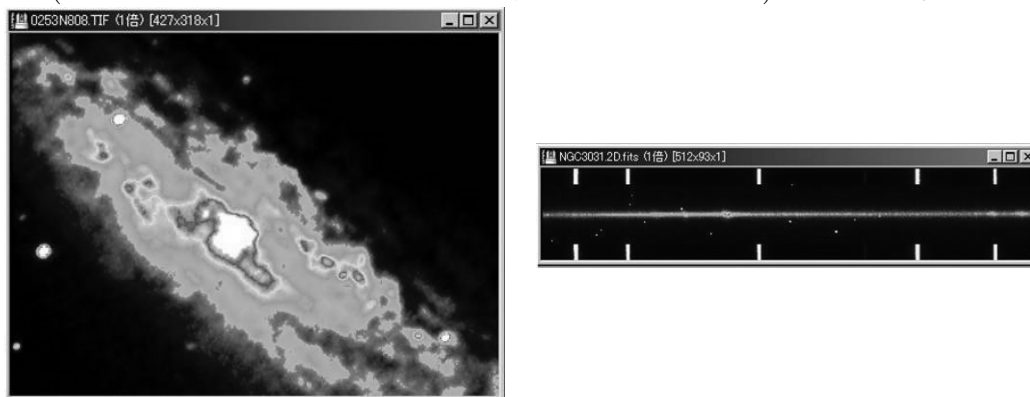
### 4.1 1次元 FITS ファイル

1次元の FITS ファイル (ヘッダの  $NAXIS = 1$ ) の代表例はスペクトルである。例えば下左の画像は、こうしたスペクトルデータを格納した 1次元 FITS ファイルをわざと幅を持たせて表示したもので、下右の画像はそれをグラフとして表示したものである。



### 4.2 2次元 FITS ファイル

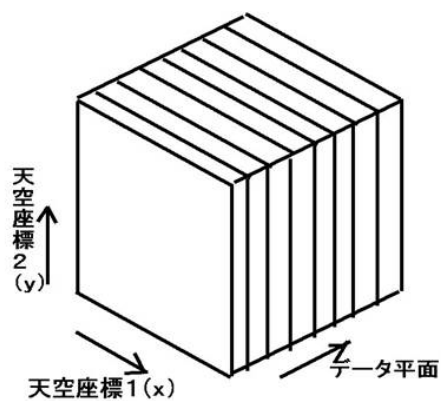
2次元の FITS ファイル (ヘッダの  $NAXIS = 2$ ) の代表例は 2次元の画像であり、最もよく目にするタイプでもある。例えば、下左は銀河の撮像データであり、下右は分光観測データ (縦は分光器のスリット方向で空間軸、横は波長軸を表す) の例である。



### 4.3 その他の FITS ファイル

ここまでで挙げた代表的な FITS ファイル以外の FITS ファイルの例としては次のようなものがある。

1.  $NAXIS = 3$  のデータ例: 2次元の画像データを集めた 3次元のデータキューブ (右図)。
2.  $NAXIS = 4$  の例: 電波のデータ (RA, DEC, Freq., Stokes)
3.  $NAXIS = 0$  の例: イメージを含まないカタログ等の ASCII テーブル
4.  $NAXIS = 2$  であっても単なる画像でない例: X線衛星データをバイナリテーブルに格納したもの (村上氏講演参照)

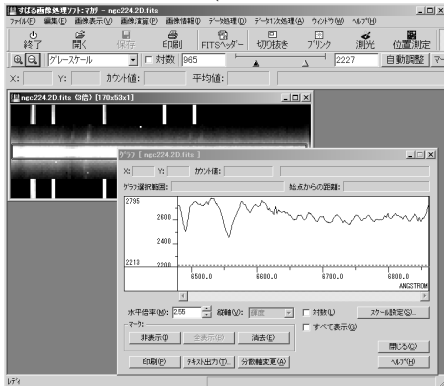


## 5 FITS ファイルを扱うには？

FITS ファイルを扱うには対応したソフトを使う必要がある。代表的な例をあげる。

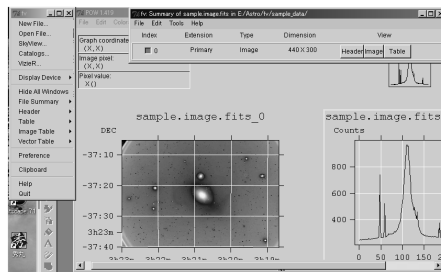
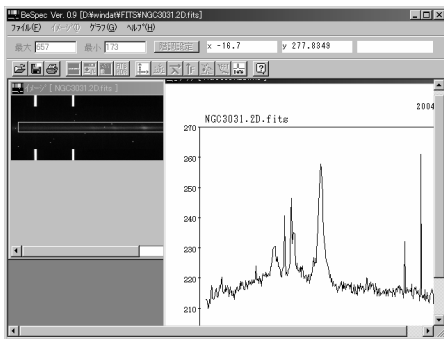
【Makali'i】教育用に開発された。解析も可 (下左)

【Qfits】JAHOU(Japanese Hands On Universe) 用に開発された (下右)



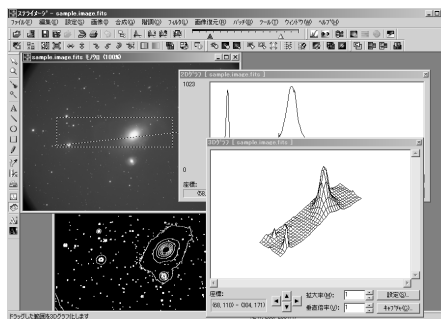
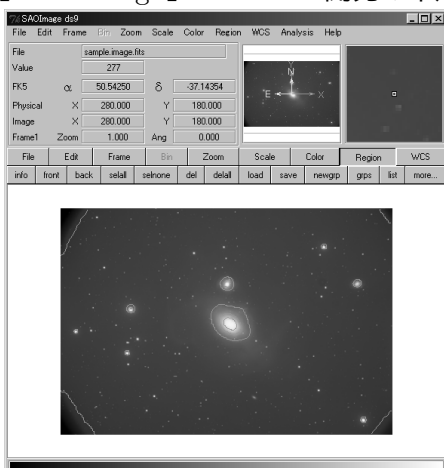
【BeSpec】スペクトル解析用 (下左)

【fv】FITS 解析ツール ftools 付属のソフト (独立で使用可、下右)



【ds9】元は専門の解析ソフト IRAF 用のブラウザ (独立で使用可、下左)

【StellaImage】AstroArts 開発の市販ソフト (日本の天文分野ではよく使われる、下右)



他にも汎用画像ソフト (gimp, ImageMagick など) でも読める場合があるし、本格的な解析には専門のソフト (IRAF, AIPS など) を使う (詳しくは後述の「FITS の手引き」等を参照)。

## 6 FITS フォーマットの今後は?

### FITS のこれまで

- 1979 年最初の版
- 1982 年 IAU 総会で公認
- 1988 年 IAU に FITS Working Group 作成
- 1994 年 FITS の公式文書として NOST Standard が認定  
(この間 Basic FITS に関する拡張がいくつか認定)
- 現在 NOST Standard の新版の作業中

### FITS の改訂手順

- 新しい extension の提案を天文コミュニティで議論  
(主に sci.astro.fits や ML にて)
- 公開コメント期間を設け、意見の募集
- IAU FWG 内でレビュー
- 4 地域委員会でのレビューと投票
- IAU FWG での投票で正式決定

## 7 日本の FITS コミュニティ

日本 FITS 委員会は4つの地域委員会の1つとして FITS フォーマットの管理に1つの役割を果たしている。現在の委員会は光赤外・電波・Xなどの分野や観測所から以下のような委員で構成されている。

委員長 金光 理 (福岡教育大学 )

副委員長 吉田重臣 (千葉科学大学)

副委員長 満田和久 (JAXA, X線分野)

委員 馬場肇 (茨城大学, 赤外線分野)

委員 清水敏文 (JAXA, 太陽分野)

委員 村田泰宏 (JAXA, VSOP 関係)

委員 寺田宏 (国立天文台, ハワイ観測書)

委員 森田耕一郎 (国立天文台野辺山宇宙電波観測所)

委員 花岡庸一郎 (国立天文台野辺山太陽電波)

委員 柳澤顕史 (国立天文台岡山天体物理観測所)

委員 宮田隆志 (東大木曾観測所)

## 8 Makali'i によるスペクトルデータ解析の例

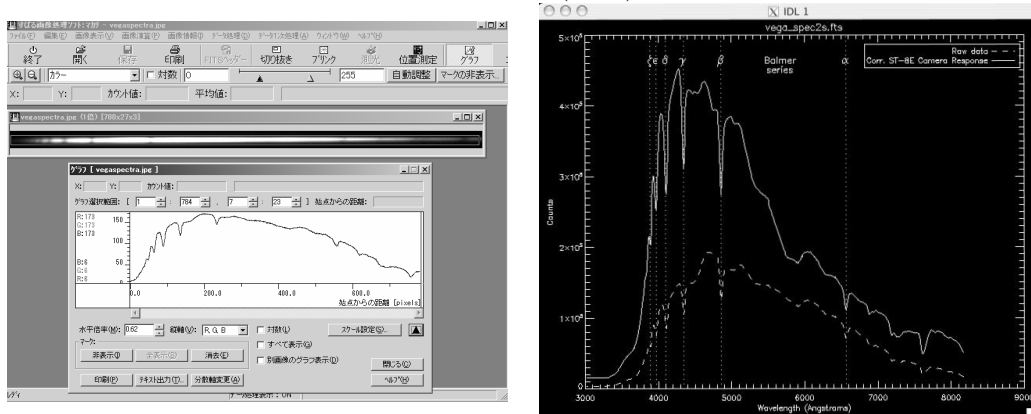
実際の FITS データの処理の例として、HOU(Hands On Universe) で公表されているヴェガのスペクトル解析の例を上げる。

### 8.1 ヴェガのスペクトルデータ読み込み

makali'i の開くメニューでデータを読み込みレベル調整機能でコントラストを調整する。

### 8.2 グラフ化と水素線による波長同定

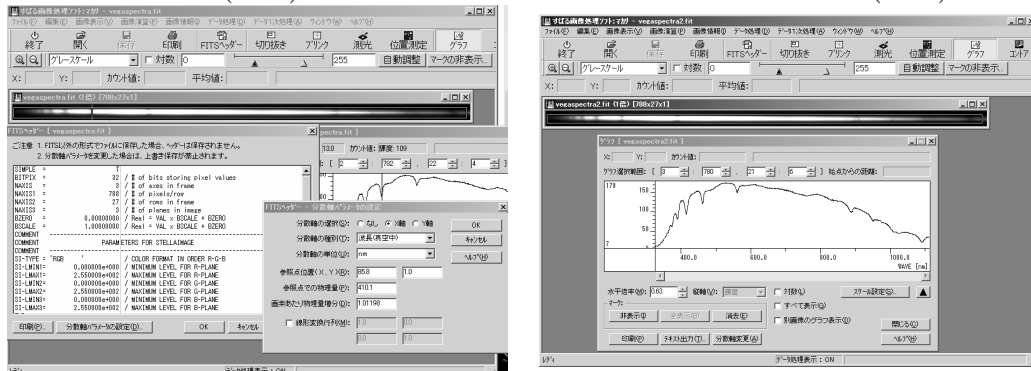
グラフボタンを押し、Shift+ドラッグで範囲指定してスペクトルをグラフに (下左)。比較用スペクトルと比べて水素バルマー線の同定 (下右)。



バルマー線は HI 410.1、HI 434.0、HI 486.1、HI 656.3 nm で、この例では、HI の X 座標が 160.9、HI の X 座標が 85.8 なので、X 座標差=160.9-85.8=75.1 ピクセル、波長差=486.1-410.1=76.0nm となり、ピクセルあたりの波長増分は 76.0/75.1=1.01198nm/ピクセルとわかる。

### 8.3 FITS ヘッダーへの書き込み

FITS ヘッダーボタンでヘッダー表示し分散軸パラメータの設定ダイアログで計算結果を入力して保存する (下左)。すると横軸が nm で表示されるようになる (下右)。

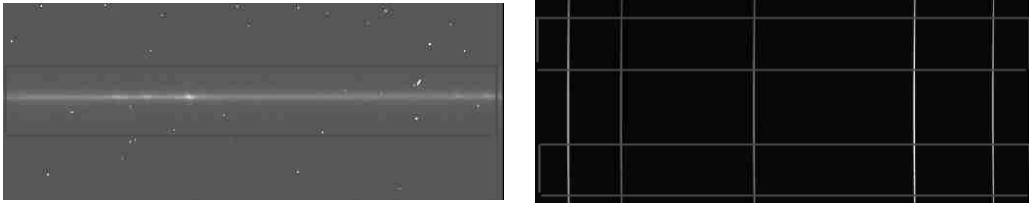


## 9 paofits 教材用の FITS データ作成例

もうひとつ FITS データの処理の例として paofits WG で作成した教材データの準備の 1 例であるハッブル則教材の素材作成例をあげる。

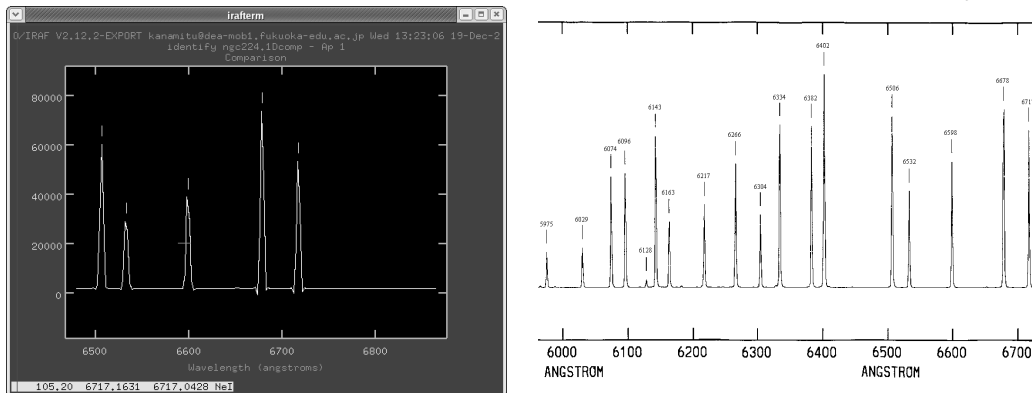
### 9.1 銀河のスペクトル観測データの準備

岡山の SNG データから銀河のスペクトルデータを入力する (オブジェクトのデータ例 (下左) とコンパリゾンのデータ例 (下右))。



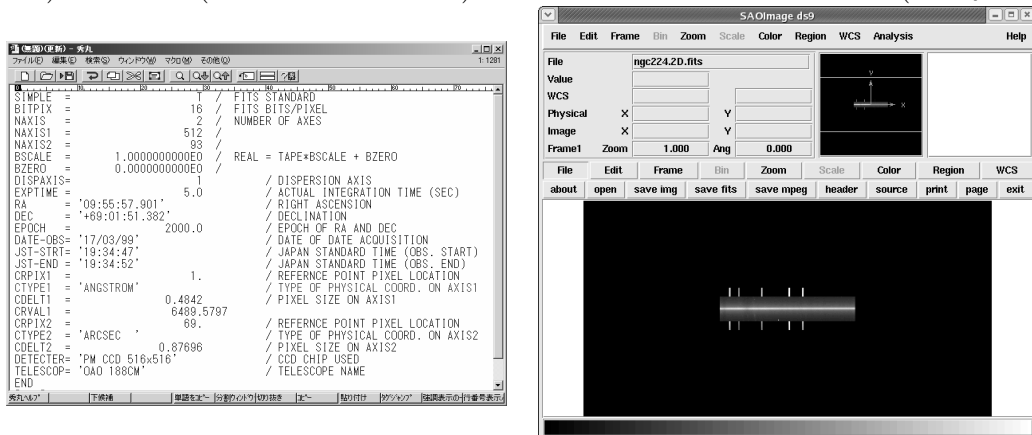
### 9.2 コンパリゾンデータによる波長同定

IRAF によりコンパリゾンデータを 1 次元データにし (下左)、Fe-Ne の波長グラフ (下右) と照らし合わせて同定し 1 次元化したスペクトルの fits ファイルを作成する。



### 9.3 スペクトル画像の FITS ヘッダの修正

元データから 1 次処理して切り出したスペクトル画像の FITS ヘッダに波長同定結果を挿入 (下左)。必要なキーワードは CRPIX1 (スペクトル軸参照点)、CDELTA1 (スペクトル軸増分)、CRVAL1 (参照点の物理座標値)。ブラウザソフトで表示して確認 (下右)。



## 10 参考情報

ここで紹介した FITS を扱うソフトの入手先や、その他の関連情報については次のような情報源を参照していただきたい。

paofits WG のサイト

(<http://paofits.dc.nao.ac.jp/>)

日本 FITS 委員会ホームページ 下左

(<http://www.fukuoka-edu.ac.jp/~kanamitu/fits/>)

FITS の手引き

PDF ファイルなどは上記から、オンライン版は以下より

(<http://www.fukuoka-edu.ac.jp/~kanamitu/fits/tebiki/>)

今回紹介したソフトの入手先なども書いてある

HOU(Hands On Universe) での makali'i を使った処理例

(<http://sunra.lbl.gov/~vhoette/Explorations/spectra/makalii050803.html>)

FITS support office (本家アメリカの英語のサイト、下右)

(<http://fits.gsfc.nasa.gov/>)

