

B e 型星プレオネにおけるガス殻活動期の吸収線等価幅の変化

片平順一（堺市科学教育センター）

1. スペクトル変化の履歴と光度変化

プレオネはプレアデス星団の明るい一つの星です。スペクトル型はB 8で典型的なB e型星です。明るいため100年も前から、観測データが蓄積されています。

簡単に星の特徴を述べてみます。自転速度は320km/sで太陽の2km/sと比べるとイメージが湧くと思います。もしもプレオネに黒点らしき物が見えたなら、1時間も経てば、大きく移動したことが分かる程です。太陽より表面重力が小さく、進化がある程度進んだ星では、このような高速度回転のために下で述べるような活発な現象を引き起こすようです。

図1にはプレオネが観測され始めてからのスペクトル変化が、まとめてあります。、小暮・平田(1977)の図1に論文出版時以降の変化を書き込んだものです。「吸収線」と書かれているのは星の光球のものを表し、本稿で扱う吸収線はガス殻(シェル)で形成されるもので、「shell」と記入された時期のみに現れます。以下では、初めに観測された活動期を第1シェル期、2番目を第2シェル期と呼ぶことにします。ちなみに、第3シェル期は2005年と予想されます(Hirata 1995)。

図2は長年の光度変化です。Goraya & Tur(1988)の図1を部分的にコピーしています。シェル期の光度変化は、急激な減少とその後のゆっくりした回復という特徴的なものです。この変化をHirata(1995)は、星本体の赤道部分からの高速回転部分の「せり出し」形成とその消滅で解釈しています。私たちの考えているシェル期のイメージは、図3のようなものです。プレオネは少なくとも3重連星ですが、B e現象を起こしている星は「単独星」として扱えると判断しています(Katahira et al. 1996)。

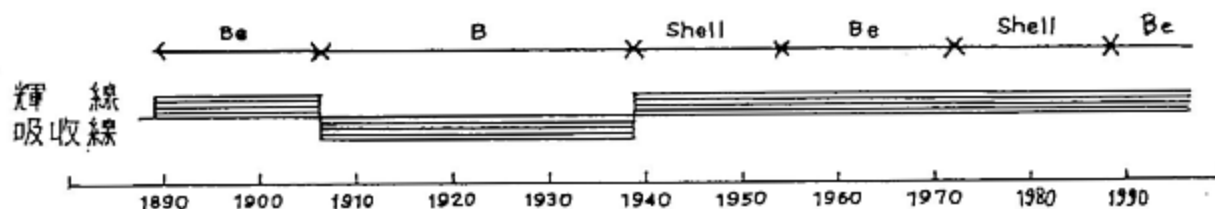


図1 プレオネのスペクトル変化の概観

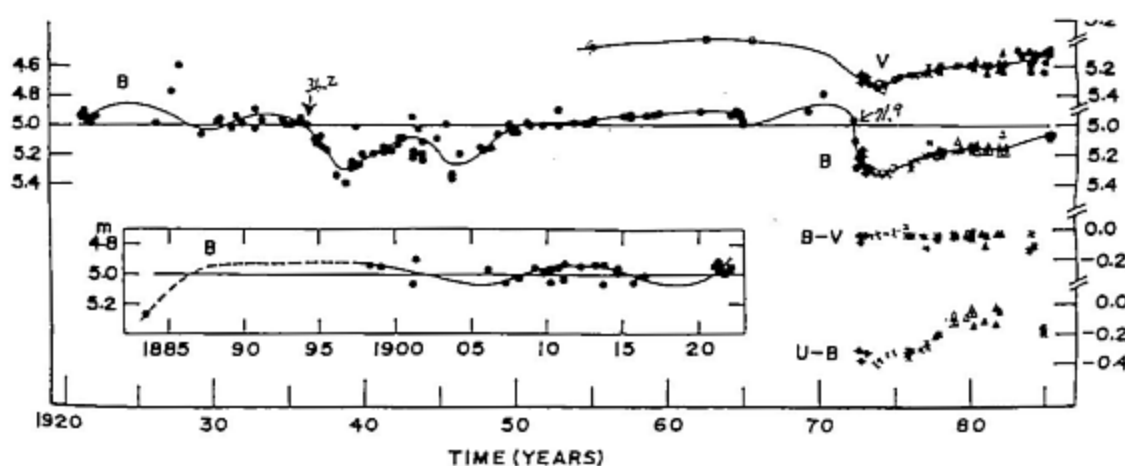


図2 光度変化

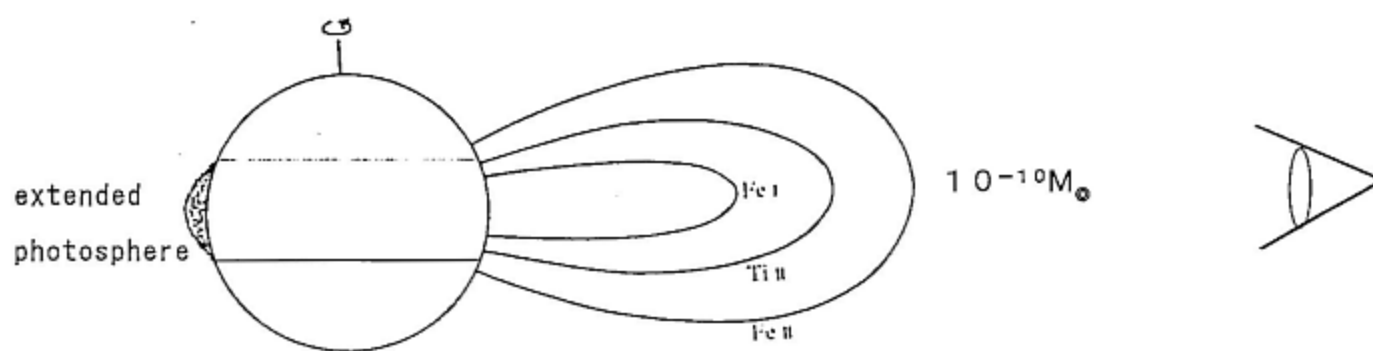


図3 現在私たちの採用しているシェル期のイメージ

2. シェル活動期における吸収線等価幅強度変化の類似性

図4には、2回のシェル活動期開始の時間が、前後の光度変化とともに示してあります(小暮・平田1977)。光度が急激に減少した後にシェル活動期が始まるのですが、始まるまでの時間は各シェル期で違いがあることに、まず注意してください。

そのようにして始まるそれぞれのシェル期の等価幅強度変化が、図5と図6です。図5の等価幅は、図6のFeIIの吸収線(6本)とほぼ同じ線で計算されています。なお、図5はGulliver(1977)の図3から等価幅の変動のみを取り出し、時間を見やすくするため縦線を書き込みました。図6はHigurashi & Hirata(1978)、Katahira & Hirata(1984)と今回の測定から作成しています。

図5と図6の等価幅強度変化を、強度が強くなった時を手がかりにして重ね合わせたものが図7です。上で述べたシェル期の始まりまでの時間の違いにも関わらず、変化の傾向は不思議と同じです。このことは、吸収線形成のメカニズムが第1、第2のシェル期で変わらないことを示す、と考えられます。

上の議論はFeIIについてのことですが、恐らく他の金属イオンについてもあてはまる筈です。図7でもFeIIと同じような変化が読み取れますから。(残念ながら第1シェル期の等価幅測定値は公表されていません。)

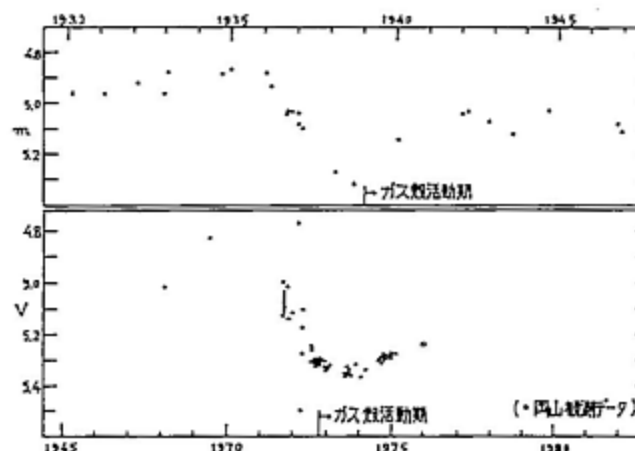


図4 プレオネの活動期開始前後の光度変化

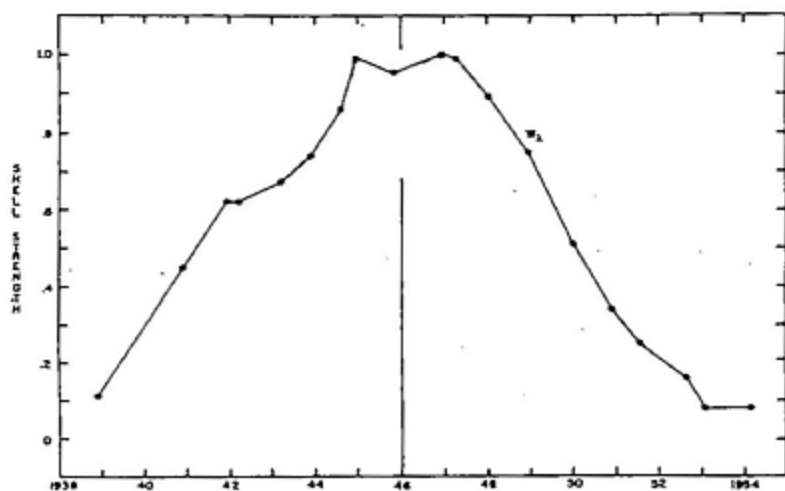


図5 第1シェル期の等価幅強度の相対変化

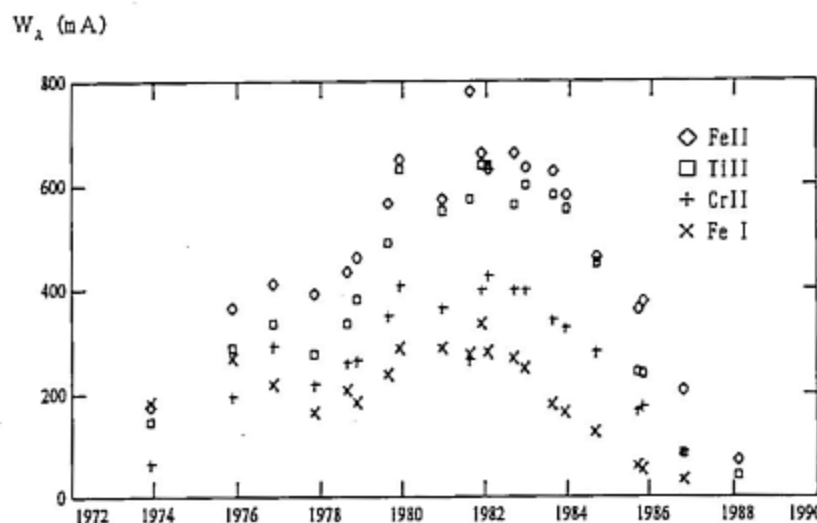


図6 第2シェル期の等価幅強度変化

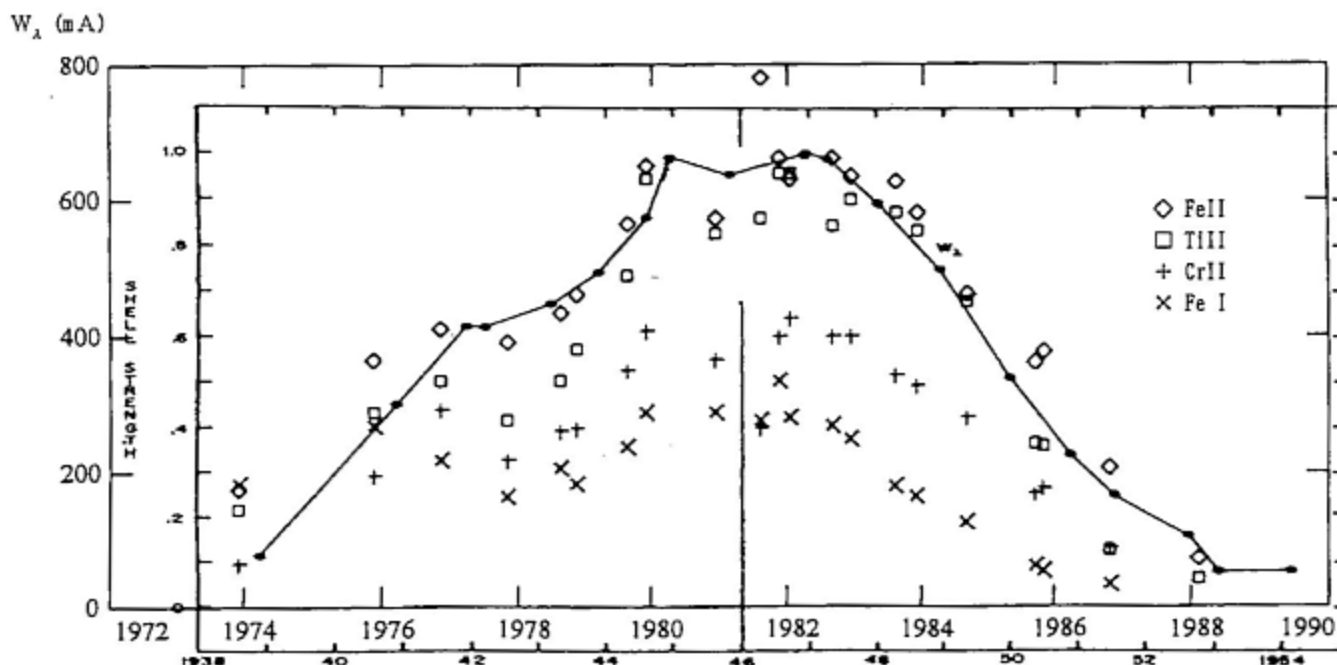


図7 2回のシェル期における等価幅強度変化の類似性

3. 吸収線から見た変動のタイムスケール

2つのシェル期における等価幅強度の変動パターンが、最大強度時期を基準にして重なるという現象は、吸収線形成のメカニズムが同じというだけでなく、強度最大時期がシェル活動全体の特定の時刻に設定されているのでは、という思いを抱かせます。それで図7からその時間間隔を読み取ってみると、 35.3 ± 0.2 年となります。

現在までに解析を終えている吸収線のもう一つのデータとして、視線速度 V_r があります。その各シェル期のデータが図8です(Katahira et al. 1996)。この図には2つのシェル期でまったく同様に、視線速度が徐々に減少していく長期変動が現れています。等価幅強度の場合と同じ発想で、この変動が起こり始める時の時間間隔を求めると、 35.6 ± 0.5 年が得られます。

以上2つの時間間隔は、誤差の範囲内で一致しています。この不思議な一致の理由は今のところ説明できませんが、偶然ではないだろうと思います。今後、2つのシェル期の吸収線プロファイルの比較によって、何か手がかりを得たいと考えています。

なお、視線速度の長期変動の開始は、等価幅強度が最大値のレベルに達する直前の時期に当たります。図8に書き込んだ年数で図7を見てください。

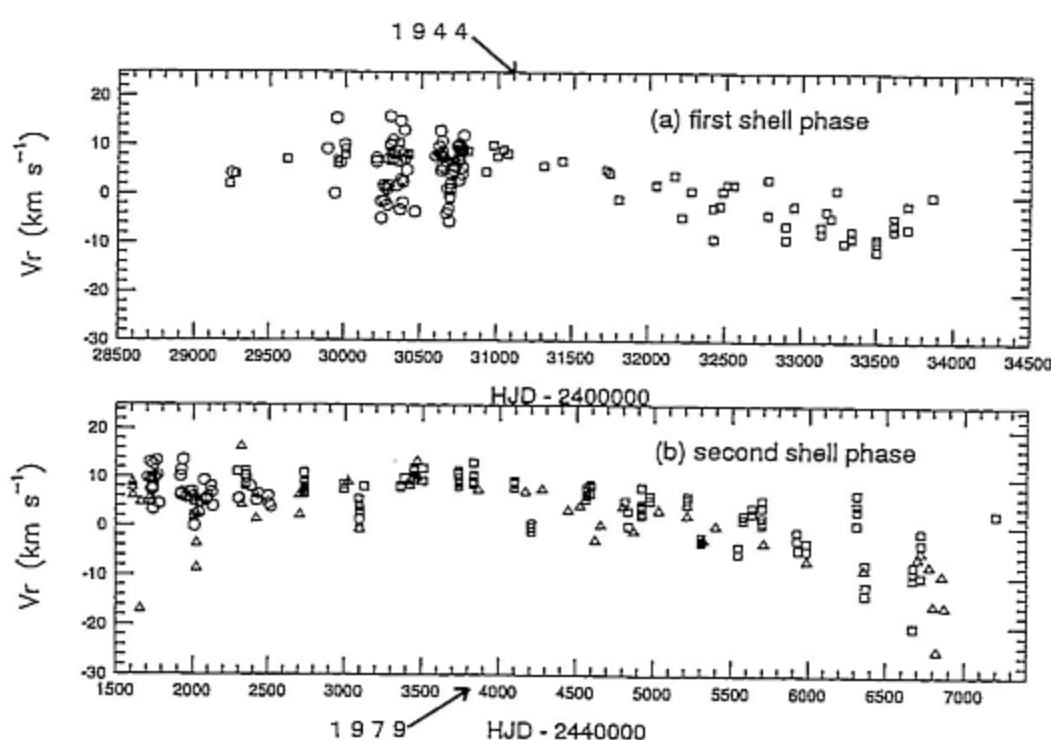


図8 2つのシェル期の吸収線視線速度変化

Table 2. Time scales of activity.

B e 星における活動現象の時間間隔、即ちタイムスケールの議論は多くの人々によってなされています。プレオネの変動のイメージをつかんでいただくために、Hirata (1995) の見積もりを右の表に紹介します。表に書き込んだ (1) は図1、(2) は図4、(3) は「(1) - (2)」の計算、(4) は図4と図7から大体読み取れるでしょう。

吸収線の等価幅強度と視線速度から得られたタイムスケールは、当然ながら「(1) Activity cycle」に近い数値となっています。

	κ Dra B6 III $V_e \sin i$ (km s ⁻¹) 200	88 Her B6 V 300	28 Tau B8 V 320
(Time scales in years)			
(1) Activity cycle	23	10	34
(2) Formation of extended photosphere	<4	1.5	4
(3) Recovery	>19	8.5	30
(4) Shell maximum after onset	3.5	1-5	10.5
(Epoch of events)			
(5) Past	1979	1976 1986	1936 1971
Next	2002	1996?	2005

↑
プレオネ

4. いっしょに作業を進めませんか

シェル活動期の様子を詳しく調べようとする、整理されたスペクトルのデータが欠かせません。第2シェル期に、岡山天体物理観測所で撮影された分光写真乾板は、約150枚に上ります。この乾板の大部分が高精度のPDS濃度計でデジタル化され、パソコンの上で扱えるようになっていました。現在までに下図に示したようなスペクトルを得てはいますが、仕上がっていません。当面の作業は、シェル期のスペクトル変化を示すアトラスを完成させることです。

5年ほどでスペクトルアトラスがCD-ROM化できたら、多くの人に眺めて楽しむ材料を提供するだけでなく、将来の研究資料としても役立つと思われます。アトラスづくりが終わってからしばらくして、2005年に第3シェル期が始まると予測されています。その時は、「すばる」望遠鏡でスペクトルが得られる状況にありますから、アトラスをもとにシェル活動の様子が予想できる、知的興奮の時が来るでしょう。

作業は少なくとも5人以上の集団です。天文以外の職種に就いている者には、年間50日の研究時間が上限でしょうから、カバーしあえる共同作業を考えます。現在、2名の参加予約があります。関心のある方のご参加を訴えます。ただし、「ボランティア」としての活動になります。悪しからず。

文献

小暮智一, 平田龍幸, 1977, 天文月報 70, 331

Goraya P. S., Tur N. S. 1988, A&A 205, 164

Gulliver A. F. 1977, ApJS 35, 441

Higurashi T., Hirata R. 1978, PASJ 30, 615

Hirata R. 1995, PASJ 47, 195

Katahira J., Hirata R. 1984, PASJ 36, 577

Katahira J., Hirata R., Ito M., Katoh M., Ballereau D., Chauville J. 1996, PASJ 48, 317

図はHirata (1995) より

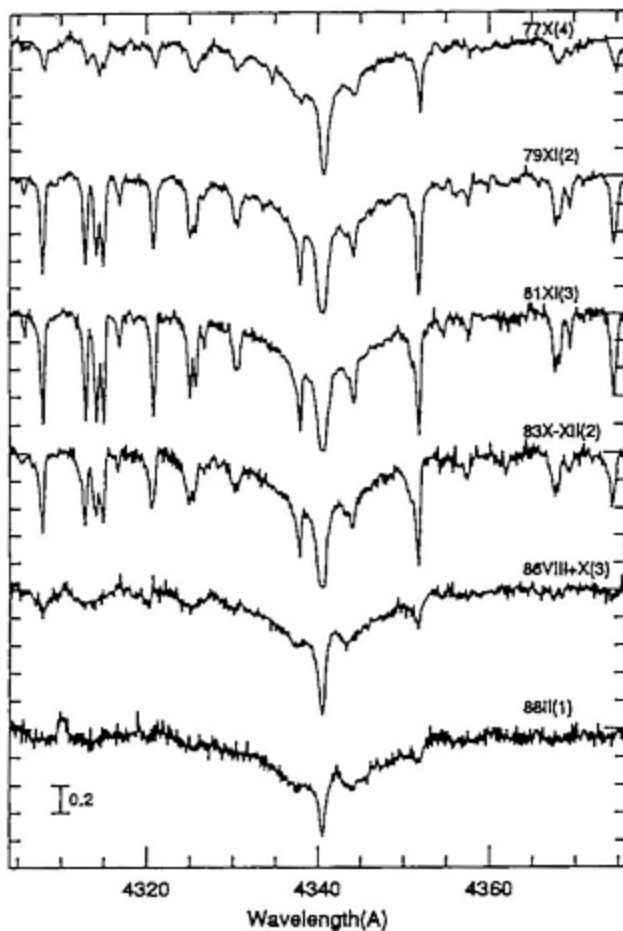


Fig. 3. H γ -line profiles of Pleione in 1977-1988. The number in parentheses after the epoch means the total number of plates used.

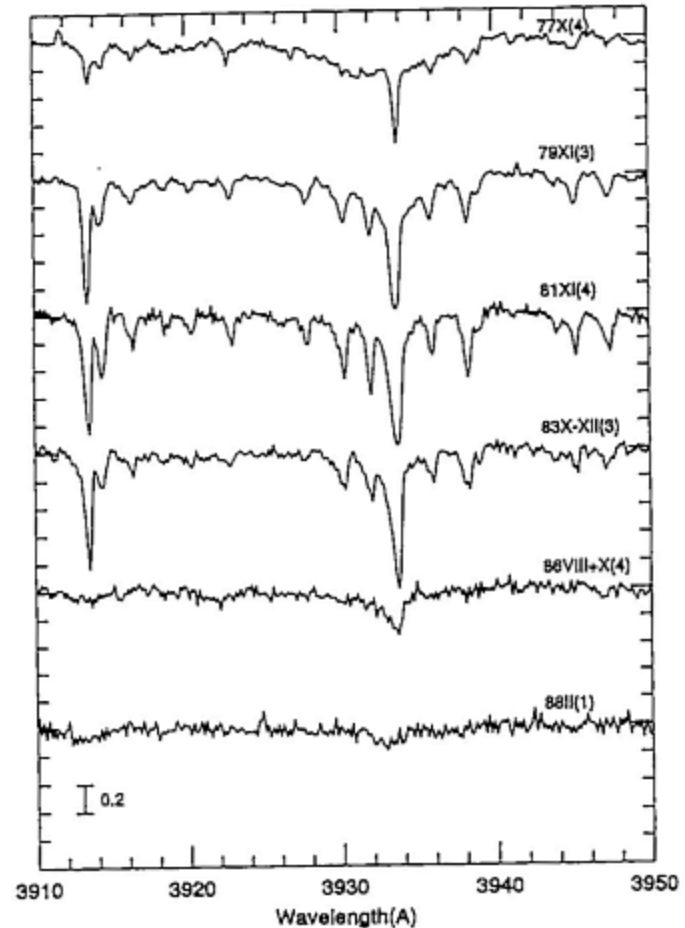
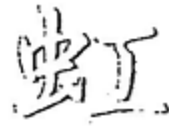


Fig. 4. Variation of the Ca II K-line profiles of Pleione in 1977-1988. The number in parentheses after the epoch means the total number of plates used.

ご紹介

スペクトル研究を広げるためのツールとして、以下のソフトを約5年前に開発してもらいました。当時のパソコン状況で、高速・高画質・便利なマウス操作・詳細なプリンター出力を追求したものです。現在の高速になったCPUのもとでは、さらに快適な作業ができます。



¥9,800

「虹星」について

蓮井 隆 (京都天体物理研究所)

「虹星」は恒星のスペクトルデータをグラフィック表示し、解析するプログラムです。解析はマウスの操作のみで、画面を見ながら簡単に且つスピーディーに行えます。また、グラフィックの高精度なプリントアウト出力も行えます。

このプログラムは、原則的に教育目的で作られていますので、現在のところ、解析はラインの等価幅を測定することのみに限られています。

扱えるデータフォーマットは、「虹星」独自のもの、及び標準のFITSフォーマットのデータですが、等価幅を測定できるのは、「虹星」フォーマットだけです。

プログラムの概要

第一画面

スペクトルデータの全体がこの画面に表示されます。

この画面では、ファイルの読み込み、ヘッダーの表示・書き換え、部分拡大範囲の指定、二つのファイルの重ね合わせ、およびその波長位置の設定などができます。

拡大画面

初期画面で指定された範囲が拡大表示されます。

この画面上では、マウスカーソル位置の波長及び強度が数値表示されます。

また、ファイルへの書き込み、プリントアウトなどができます。

作業画面

この画面上で、様々な作業を行います。

ただし、表示されているファイルにより、その内容が異なります。

重ね合わせ表示の場合は、重ね合わせ位置の細かな設定を行うことができます。

標準のFITSデータファイルの場合は、ファイルデータの整形と、コンティニウムラインの設定及びノーマライズを行うことができます。

「虹星」FITSデータファイルの場合は、ラインのプロファイルを直線またはガウス曲線で近似し、その面積の測定ができます。近似曲線は最大16本まで描くことができ、その中の任意の曲線を合成することができます。測定結果はメモと共にファイル出力ができます。

また、それぞれの場合において、表示されているラインをプリントアウトできます。

□「虹星」のデータフォーマットについて

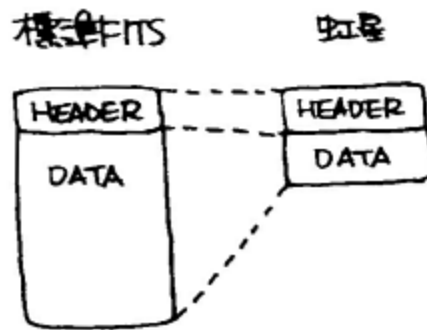
パソコンでは、メモリに大きな制約があるので、データフォーマットは「虹星」独自のものとしましたが、標準のFITSフォーマットのデータも「虹星」で処理することで、「虹星」のデータフォーマットに変換し利用することができます。

□動作環境 NEC PC-9800シリーズ (Uを除く) 16色対応機種 EPSON PC-286シリーズ
メモリ640Kb以上・マウスインタフェイス・MS-DOS ver.2.11以上が必要

京都天体物理研究所

〒612 京都市伏見区深草石橋町ヴィラ墨染205 TEL/FAX 075 (642) 0024

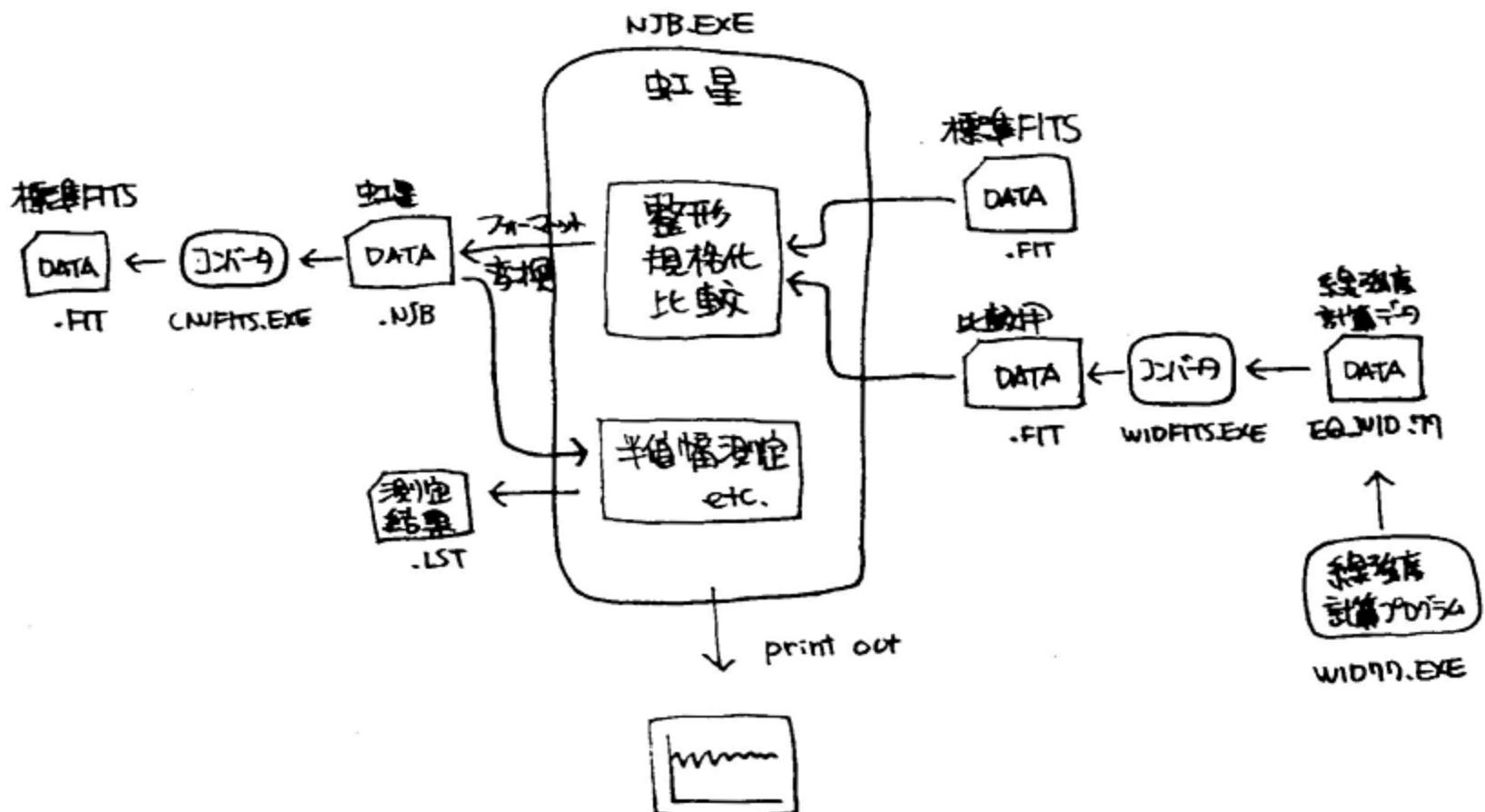
データ
 範囲 間隔 → 30万 point → 1.2 M byte
 3000A 0.01A
 4 byte/point
 long
 → 300kbyte
 1 byte/point
 char



$D_0, D_1, D_2, \dots, D_n, \dots$

差分

$0, (D_1 - D_0), (D_2 - D_1), \dots, (D_n - D_{(n-1)}), \dots$



(出典: 1994年恒星スペクトル研究会集録、大阪市立科学館、p. 9)