

# スペクトルヘリオグラムの計画について

時政典孝（兵庫県立西はりま天文台）

## 1. はじめに

西はりま天文台では、1990年12月に完成した太陽望遠鏡により、昼間の天体観察として映像を展示するとともにいくつかの現象を捉えることに成功している。しかし、H $\alpha$ フィルターグラムによる観測には限りがある。50cmヘリオスタット式の望遠鏡でできる観測にはまだまだ拡張性があるので、不十分であった太陽イメージの改善を含め、太陽望遠鏡に分光器を導入する計画をたて、1995年に導入するに至った。

去年は調整にあたり、ようやく分光像を得ることができるようになった。この分光器による観測は、主に太陽彩層上に浮かぶフィラメントの比較的遅い動きを捉えることを目的としており、フィラメントにどのようにガスが供給され噴出されるのか、さまざまな彩層の条件のもとでいかに太陽の活動が振る舞うのか追求したいと考えている。

## 2. 分光器の設計

フィラメントの中でも比較的静穏なダークフィラメントは、太陽面上を横切る大きな構造を持つものが多い。穏やかだとは言え、ここまで大きな構造を持つものならば必ず太陽という恒星全体を何らかの形でコントロールしているに違いない。

ダークフィラメントは、磁場を見たとき磁気の中性線上に位置し、長さ数十万km高さは数万kmにも及ぶ。しかしその厚みは1万km程しかない。このダークフィラメントは細くくびれた足と呼んでいるところで彩層と接している。注目したいのは、この足にあたる部分や彩層上部で、静かなフィラメントとは言え、この辺りでは随時数km/secから数10km/secでガスが流れている。このガスの流れを捉えたい。或いは、温度や磁力といった他の物理条件を捉えたい。このため、5000Åにおいて1km/secまで測れれば良いことになる。

### 【求められる分光器のスペック】

波長  $\lambda = 5000\text{Å}$  で  $1\text{km/sec}$  の動きを捉える。

$$\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \frac{v}{c} \quad v = 1\text{km/sec} \quad c = 3 \times 10^5 \text{km/sec} \quad \lambda = 5000\text{Å}$$
$$\frac{\Delta\lambda}{5000} = \frac{1}{3 \times 10^5}$$
$$\Delta\lambda = 0.017\text{Å}$$

0.017Åまで分解できなければならない。

1ピクセル10 $\mu\text{m}$ のCCDチップを用いると、

$$0.017 : 10\mu\text{m} = x : 1\text{mm} \quad x = 1.7\text{Å/mm}$$

1.7Å/mmの分散(linear dispersion)が必要。

よって

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = \frac{5000}{0.017} \doteq 2.9 \times 10^5$$

$2.9 \times 10^5$ の波長分解能が必要。

グレーティングは、溝数  $n=1200$  本/mm のものを用い、 $m=2$  次のスペクトルで観測するとして、

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = m \cdot n \cdot W \quad W = 122.5$$

$$1.47 \times 10^5 = 2 \cdot 1200 \cdot W$$

122.5mm の幅が必要。

【ブレイズ波長 5000Å における必要なスペック】

CCDピクセル: 10  $\mu$ m

グレーティング: 1200 grooves/mm, 2 次のスペクトル

観測速度	1km/sec	2km/sec
分解	0.017Å	0.034Å
分散	1.7Å/mm	3.4Å/mm
分解能	$2.9 \times 10^5$	$1.47 \times 10^5$
ルーリング幅	122.5mm	61.27mm

分光器を設置するスペースの関係で、分光器の焦点距離は 3000mm が限界なので、これを基準に設計する。

グレーティング: 溝数  $n=1200$  grooves/mm, ルーリング幅  $W=100$ mm

観測するスペクトルの次数,  $m=2$

ブレイズ角  $\beta=17.45^\circ$

分散

$$\frac{\Delta l}{\Delta\lambda} = \frac{2f \tan\beta}{\lambda} = \frac{2 \cdot 3000 \cdot \tan 17.45}{5000} = 0.377 \text{ mm}/\text{Å}$$

$$\frac{\Delta\lambda}{\Delta l} = 2.65 \text{ Å}/\text{mm}$$

分散 2.65Å/mm

分解能

$$\frac{\lambda}{\Delta\lambda} = m \cdot n \cdot W = 2.4 \times 10^5$$

分解能  $2.4 \times 10^5$

分解 ( $\lambda=5000\text{Å}$ )

$$\Delta\lambda = \frac{\lambda}{2.4 \times 10^5} = 0.021 \text{ Å}$$

分解 0.021Å

最適スリット幅

$$\begin{aligned} x &= f \cdot 1.22 \cdot \frac{\lambda}{\phi} \quad \phi: \text{ルーリング幅} \\ &= 3000 \cdot 1.22 \cdot \frac{5000 \times 10^{-7}}{100} \\ &= 0.0183 \end{aligned}$$

最適スリット幅 0.0183mm

### 3. 西はりま天文台太陽分光器の仕様

分光形式：ツェルニーターナー、可変波長式

スリット：ミラースリットモニター型

反射角： 30°

スリット径： 50mm

スリット高さ： 30mm

スリット幅： 100  $\mu$ m

コリメーター：反射鏡式

口径： 200mm

焦点距離： 3000mm

反射教材：ゼロデュアガラス

SiOアルミ蒸着メッキ仕上げ

焦点部に光軸調整付き

グレーティング：ミルトンロイ社製N035-33-15-280

溝数： 1200本/mm

ブレード波長： 5000Å

ブレード角度： 17.45°

寸法：ルーリング幅102mm×102mm

リモート可変角式架台

カメラ鏡：反射鏡式

口径： 200mm

焦点距離： 3000mm

反射教材：ゼロデュアガラス

SiOアルミ蒸着メッキ仕上げ

焦点部に光軸調整付き

焦点部：CCD撮影式

焦点リモートコントロール式

モニター部：CCDモニター式

リオフィルターによるH $\alpha$ 像

望遠鏡部：50cmヘリオスタット式望遠鏡

主集光光学器：20cmアポクロマートレンズ

焦点距離：2400mmをバローレンズにて6000mmに拡大

### 4. 観測とイメージング

望遠鏡を動かして太陽像をスリット上で移動させ、空間的に分解可能な範囲で、ステップを刻み2次元のスペクトル像を撮影観測する。

観測した複数のスペクトルイメージに処理を施す。ドップラーグラムならば、ラインのシフト量を測りイメージ化する。ヘリオグラムならば、ラインのドップラーシフト量を考慮して、ラインの深さを測りイメージ化する。

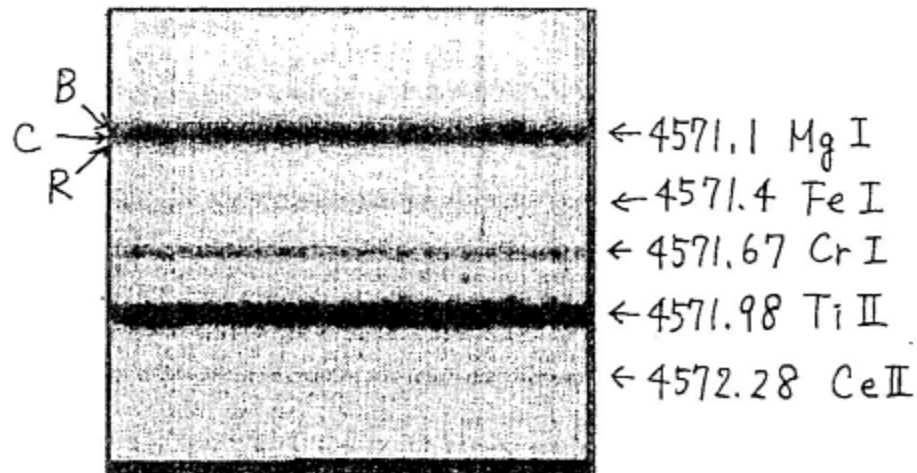
## 5. 観測例

1995年に行なった飛騨天文台での観測例を示す。観測波長は4571.1ÅのMgIラインである。このラインで見るイメージは彩層低部 ( $\tau=1$ より1000km上空) にあたり、温度に敏感なラインとして知られている。ラインセンターでみるイメージには、黒点の周囲に明るい領域がみられ、温度の上昇がみられる。この領域はプラージュの領域とも異なることから、加熱のプロセスが不明なため、今後も更に観測を重ね、究明したいと考えている。

Date = 1995-10-13, Time = 02:42:27

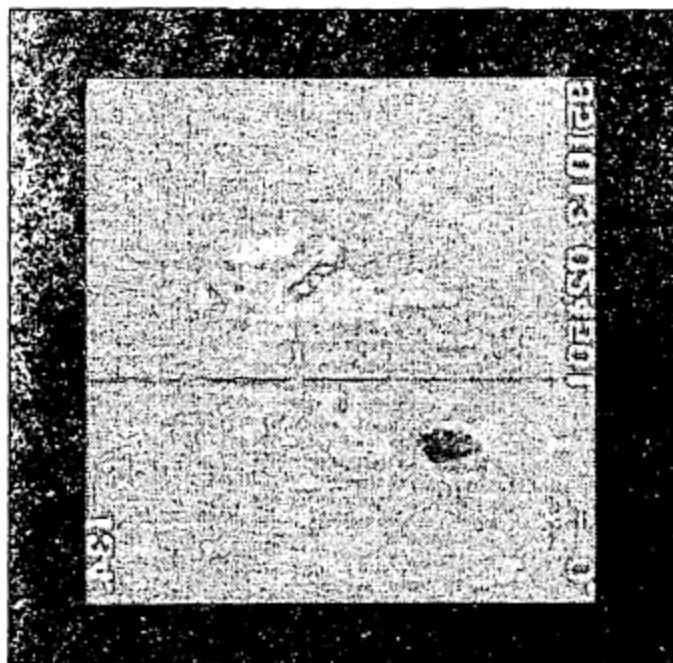
IMAGE2 : b4571sp5  
4571 spectrum

B: Blue Wing  
C: Center  
R: Red Wing



1995-10-13 02:43:36

H-Alpha Image

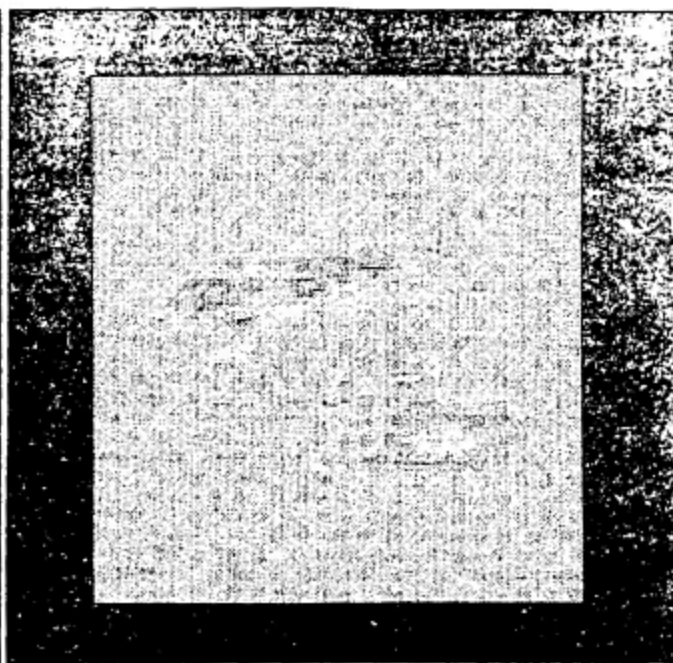


4571A Blue-Wing

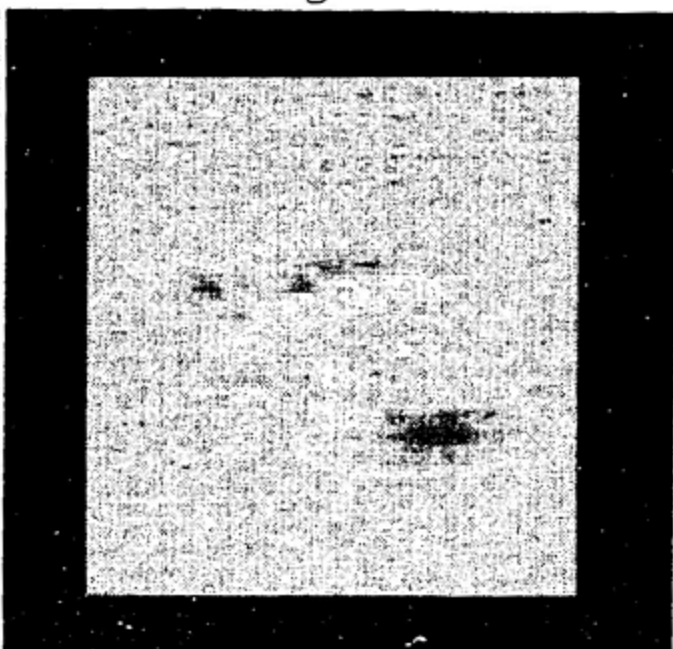


02:05:19

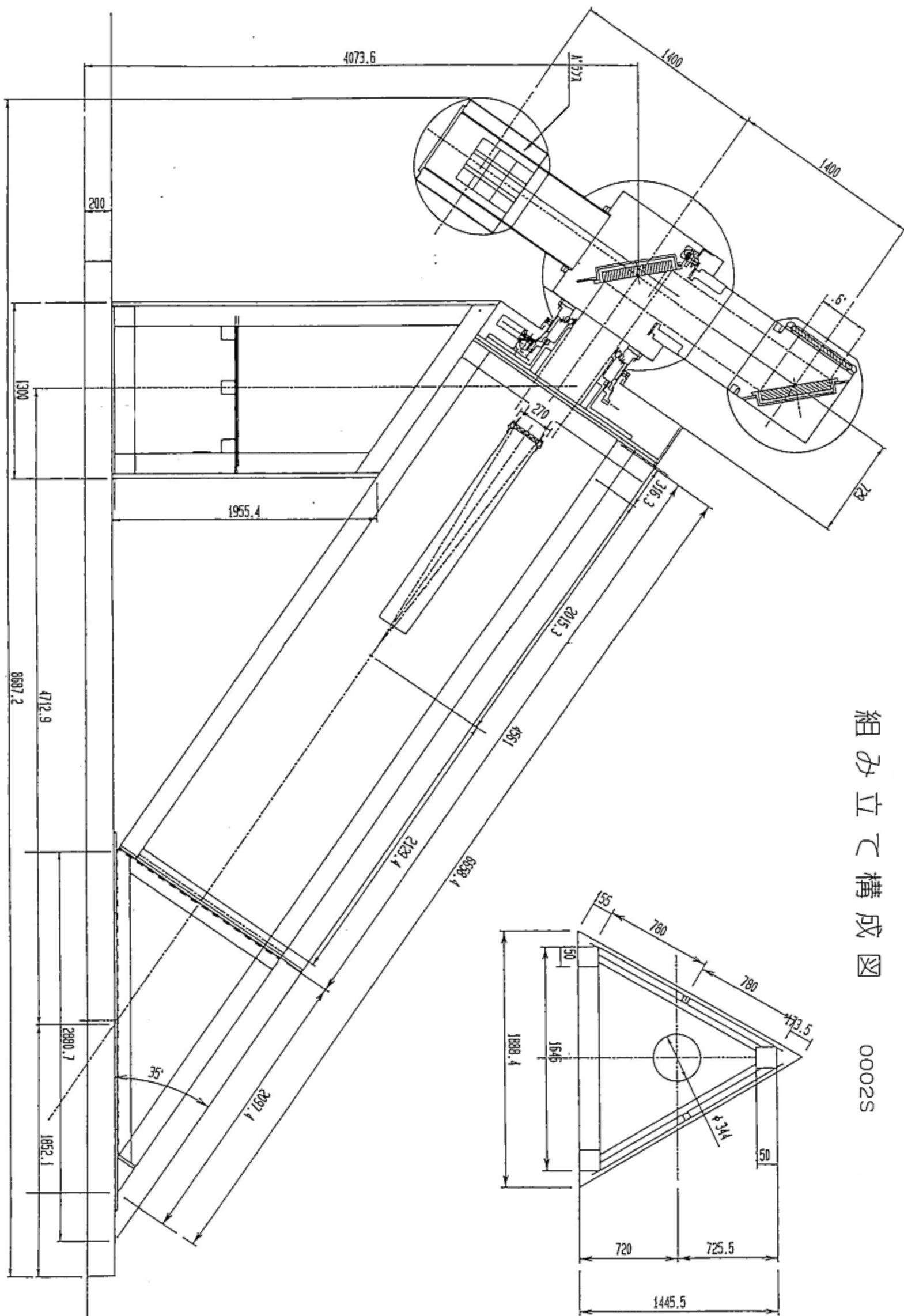
4571A Center



4571A Red-Wing



組み立て構成図 0002S



品名:	組立機	数量:	1	単位:	台
図番:	0002S	製図:		承認:	
縮尺:	1/20	製図:		承認:	
製図:		製図:		承認:	
製図:		製図:		承認:	



