
太陽彩層高度の極 赤道差の検出の試み

国立米子工業高等専門学校 科学部 天文班

平田佐保子, 原明亜矢子, 森次奈津子 (高専3)

阿部勝世, 高見直道 (高専1)

竹内彰継, 田中立造 (助教授)

1. はじめに

太陽の彩層の厚み(光球から彩層上部までの高度)は、太陽面上で一様ではなく、赤道部分より極部分の方が厚いといわれています。例えば Johannesson と Zirin(1996) は、ビッグベア観測所の 65cm 太陽望遠鏡を使い、彩層高度は極の方が赤道より約 2 (1600~1700km)高い事を観測しています。もしその観測が正しければ小口径望遠鏡でも彩層高度の極と赤道での高度差の検出の可能性はあると考えられます。そこで、本校の望遠鏡でその検出を行いました、その結果について報告します。

2. 観測

本校の望遠鏡は、タカハシ製作所の FS-128(口径 128mm,焦点距離 1040mm,F8.1 のフローライト屈折望遠鏡)です。これにコロナド社の H フィルタ AS1-90(半値幅 0.6 ,図 1)とビットラン社の冷却 CCD カメラ BJ-41L(図 2)をとりつけて観測しました。このとき、接眼鏡(タカハシ製作所 LE-18mm)で画像を拡大し、望遠鏡の合成焦点距離を約 2000mm としました。ところで、この H フィルタはレンズの口径を 90mm に絞るため、拡大後の合成 F 値は 22 になりました。また、CCD カメラのピクセルサイズは太陽面上で約 480km(約 0.7)に相当しました。なお、CCD カメラのピクセル数は 1360×1024 なので、画像のサイズは約 15 ×11 になります。したがって、太陽のリム(太陽と空の境界)を一周するの



図1 私たちの望遠鏡と H フィルタ



図2 冷却 CCD カメラ

は最低 6 回の撮像が必要です。なお、観測では同じ場所をさらに 6 回撮像し、一番シーイングの良かった画像のみを保存しました。また、リム一周後に画面中央に黒点を入れ、赤道儀の駆動装置を止めて撮像し、東西方向がわかるようにもしました。観測では露光時間は 1/250 秒で固定しました。観測は 2002 年の 9 月から 10 月にかけて行いました。この研究では最もシーイングの良かった 9 月 4 日データを解析しました。

3. 解析

観測画像は FITS ファイルとして保存しました。また、解析は画像処理言語 IDL を使いました。なお、解析に使ったコンピュータは Sony VAIO PCG-GRX71 です。

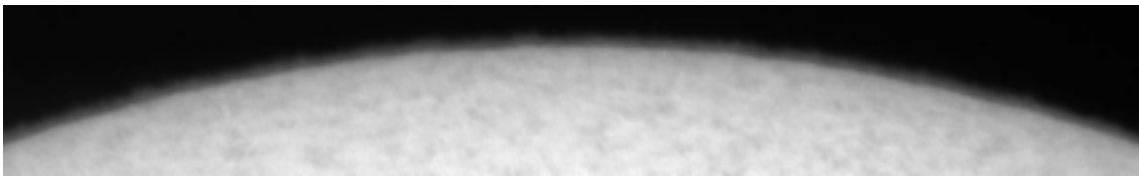


図 3 リム付近の H 画像。リムが 2 重になっている。

まず、画像ごとに散乱光レベルを引き算しました。図 3 は散乱光引き算後の画像で、リムが 2 重構造になっているのがわかります。外側のリムは彩層の最上部(正確には、太陽面に無数に存在する微小ジェット「スピキュール」の先端)です。しかし、内側のリムは H フィルタのサイドバンドからの光球の光の侵入により生じているもので、光球リムそのものです(Johannesson & Zirin, 1996)。すなわち、この内部リムから外部リムまでの距離が彩層高度です。そこで、この光球リムに円をフィッティングし、彩層高度測定の基準として利用しました。すなわち、方位角(太陽の北を基準に反時計回りに測った角度)を固定して、光球リムを中心として、動径に沿って $\pm 24000\text{km}$ 分の光の強度の分布を抜き出しました。この操作を方位角 0.1° きざみに行い、6 枚の画像を合成して、リム 1 周をカバーしました。なお、方位角は方向の観測値と天文年鑑の数値表(天球の北方向と太陽の北方向のなす角)から求めました。

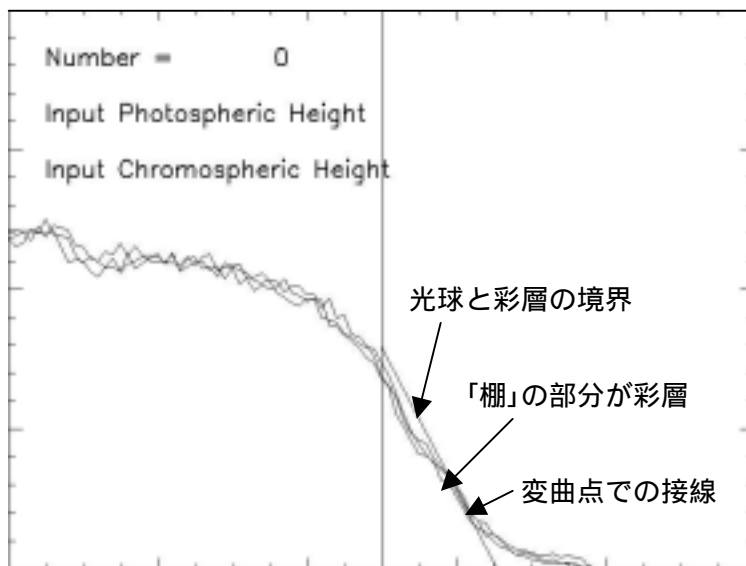
図 4 は、ある方位角での光の強度分布です。図中の「柵」のような部分が彩層です。そこで、柵の最も内側の部分を光球と彩層の境界としました。続いて、柵の変曲点での接線が横軸と交わる点を彩層の最上部とし、両者間距離を彩層高度としました。なお、彩層の柵は全データの 90% で認識できました。

しかし、この測定法ではプロミネンスやジェットがある場所で異常に高い彩層高度を与えてしまいます。そこで、そのような場所ではフィッティングした円を光球と彩層の境界とし、そこでの接線が横軸と交わる点を彩層の最上部としました。なお、この測定法は彩層の柵が認識できない場合にも用いました。

この測定法では、光球と彩層の境界などをマウスで入力するので、目測誤差が生じます。

そこで、目測誤差を避けるため部員 5 人それぞれ独立に測定を行いました。

図 4
ある方位角での光の強度分布。



4. 結果と考察

図 5 は測定された彩層高度を方位角の関数として表したものです。図中の点は測定値を 6 ° 間隔ごとに平均した値です。また、望遠鏡の分解能より細かいものは見えないので、エラーバーは望遠鏡の分解能としました。このとき、分解能は回折理論値（現代天文学,(1)式)で求めました。

$$1.22 \lambda / D \text{ (rad)} = 1.22(\lambda / D)(180/) \times 60 \times 60 () = 1.83 \quad (1)$$

なお、 λ は波長で 6563 、D は望遠鏡の口径(今回は H フィルタで絞られている)で 90 mm です。

図 5 より、彩層の平均高度は約 5600km、その散らばりの標準偏差は約 1000km で Johannesson と Zirin(1996)の結果とほぼ一致しています。したがって、測定は正確におこなわれたと考えられます。しかし、極(方位角 0 °、180 ° 付近)と赤道(90 °、270 ° 付近)の彩層高度に有意な差があるようには見えません。

Johannesson と Zirin(1996)が報告した彩層高度の極と赤道での高度差はかろうじて分解能以上なのに今回の測定では検出できませんでした。以下その理由について考察してみます。

彩層高度の極と赤道での高度差は黒点極大期には見えず、極小期に見えるという報告があります。われわれが観測した時期は黒点の極大期を過ぎてからまだあまり時間がたっていなかったため検出できなかったのではないのでしょうか。現在太陽活動は極小期に向かって減少しつつあります。そこで、今後 10 年間の太陽サイクルを追跡して、彩層高度の極と赤道での高度差の検出に挑戦していきたいと思えます。

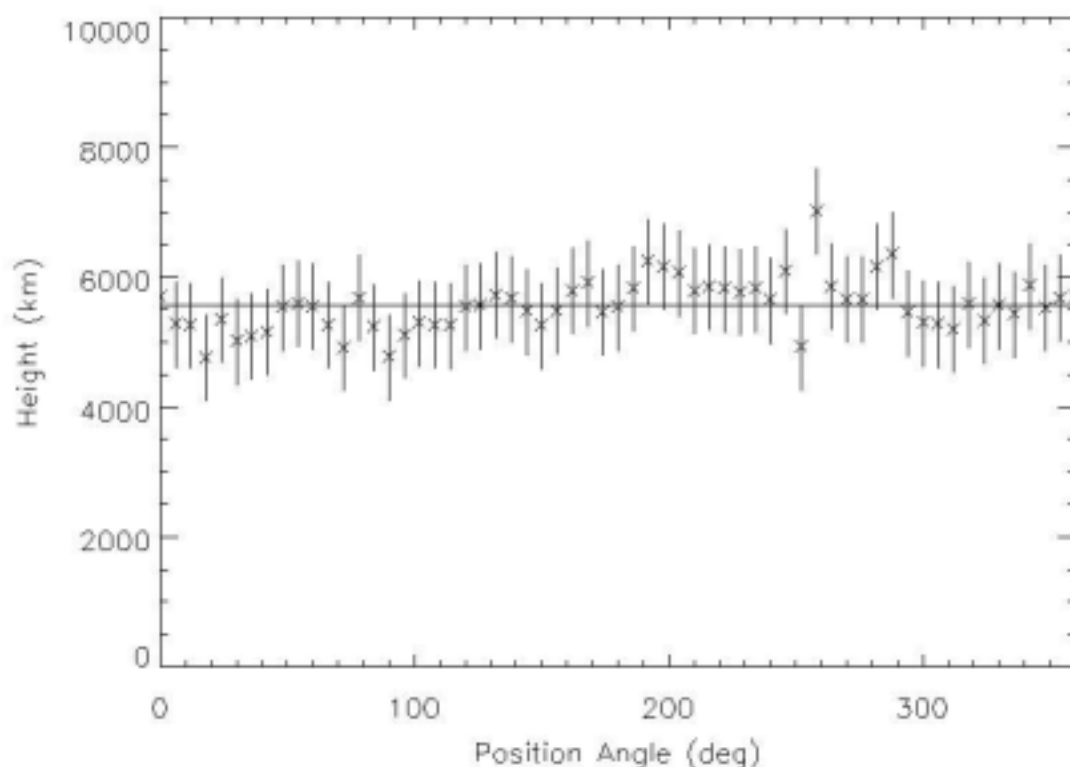


図5 彩層高度を方位角の関数として表したものの。横線は平均値。

5.まとめ

大望遠鏡を用いた観測から太陽の彩層高度には極と赤道で差があると報告されています。その差が小口径望遠鏡の分解能より大きかったので、本校の望遠鏡でその極と赤道での差の検出に挑戦してみました。

我々の測定から彩層の平均高度は約 5800km、その散らばりの標準偏差は約 500km という Johannesson と Zirin(1996)とほぼ一致した結果が得られました。

今回の測定では彩層高度の極と赤道での差は検出できませんでした。しかし、極と赤道差は黒点極大期には見えず、極小期に見えるという報告があるので、今回検出できなかったのはそれが原因かもしれません。

参考文献

天文年鑑 2002 年版 誠文堂新光社

現代天文学 ウンゼルト著 小平桂一訳 岩波書店

Johannesson,A., & Zirin,H. 1996, ApJ, 471, 510

要 旨

太陽の彩層高度には極と赤道で差があると報告されていますが、その差が小口径望遠鏡の分解能より大きかったため、本校の望遠鏡でその検出に挑戦してみました。

私たちの測定から彩層の平均高度は約 5600km、その散らばりの標準偏差は約 1000km という従来の観測とほぼ一致した結果が得られましたが、今回の測定では彩層高度の極と赤道での差は検出できませんでした。しかし、極と赤道での差は黒点極大期には見えず、極小期に見えるとされているので、今回検出できなかったのはそのためかもしれません。