

高分散スペクトルを利用した 太陽の自転速度と黒点磁場の測定

柳 真之、山崎史裕、林 貴子、松本悠佑、幾山幸治、後藤達也、澤田弘剛
(京都府立洛東高校 2年)

1, はじめに

私達は、物理の授業を受けていますが、学校の理科で募集された夏休みに行われた京都大学理学部附属花山天文台での太陽研究に参加することができました。

そのなかで私達は70cmシーロスタット望遠鏡から得られた分光データを元に3つのグループに分かれ観測を行いました。

ここでは、太陽の自転速度と黒点磁場の研究について発表します。

2, 観測装置

70cmシーロスタット望遠鏡と付属の高分散分光器(スリット幅50 μ m、焦点距離20m、分解能10万)を利用しました。

3, 観測 FeI 6301、6302 線を利用して以下の観測を行いました。

(1) 自転速度

A/分光観測(シーロスタット) FeI 6301、6302 線を利用

2002年8月21日 4:50(UT)

5:20(UT)

B/黒点のスケッチ

2002年8月19~22日:シーロスタットのスリット面で行った黒点のスケッチ

(2) 黒点磁場 FeI 6302 線を利用

分光観測(シーロスタット)

2002年8月19日 3:09(UT), 8月21日 4:50(UT)

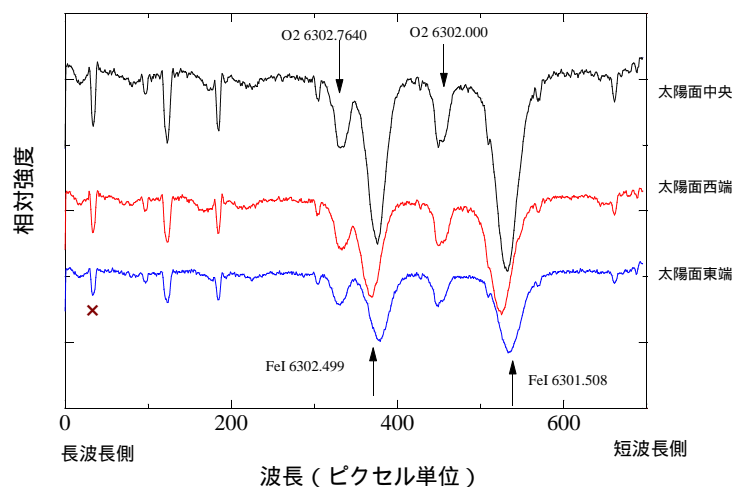


図1
太陽面の中央部、西端、東端でのFeIの吸収線のドップラー変位
地球大気起源のO₂線に比べて移動しているのがわかる。
縦軸は光の強さ、横軸は、CCDのピクセル単位での波長。

8月21日 4時50分頃(UT)

4, 原理

(1) 自転速度については、ドップラー効果によるスペクトル線の変位量を地球大気起源の吸収線との比較から求めました。太陽面の東端からくる光は、地球に近づくので短波長側にずれます。同様に、西側からくる光は、地球から遠ざかるので長波長側にずれます。ずれの量を $\Delta\lambda$ とし、静止状態でのスペクトル線の波長を λ_0 、太陽の自転速度を V 、光速を c とすると

$v = V/c$ の式で表すことができます。この式を利用し太陽の自転速度を求めました。また、黒点のスケッチ上での位置変化から見かけ上の自転周期をもとめ、それを会合周期の式を利用して実際の自転周期を求め、比較しました。

(2) 黒点磁場
 スペクトル線は強い磁場のなかでゼーマン効果を受けて線が分かれます。ゼーマン効果によってスペクトル線が分かれた波長差を $\Delta\lambda$ とし、 H を磁場強度 (ガウス単位) とすると

$$\Delta\lambda = g \frac{\lambda_0^2}{c} H$$

となります。

ここで、 g は有効ランデ因子 (FeI6302 の場合は 2.5)、 $\lambda_0 = 4.67 \times 10^{-13} / \nu \cdot g \times 10^2$ です。 λ_0 は対象の吸収線の波長です。

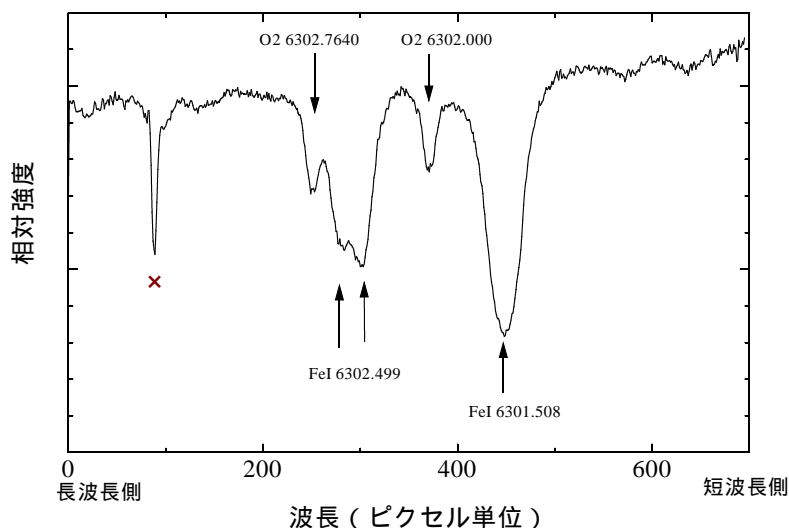


図2
 NOAA0069
 の中心黒点の
 半暗部で観測
 した FeI6302
 線。
 FeI6302
 線は磁場の影
 響を受けやす
 く、2本に分
 かれて見え
 ます。
 図1の6302
 線と比較する
 とよく分か
 る。

8月19日 3時09分頃 (UT)
 NOAA0069 黒点半暗部

5, 整約

CCD で得られた分光データを IDL で数値化しそれを sma4 でグラフ化しました。波長の分散について地球大気吸収線を利用し、1 ピクセルあたり 0.0064 Å であることがわかりました。

6, 結果

(1) 自転速度: a/分光 1.83 km/s \pm 0.28
 b/黒点のスケッチ (緯度 8.4 °) 1.84 km/s

(2) 黒点磁場: NOAA0069 の主黒点の半暗部でのゼーマン分岐量は 0.1216 Å となり、これから半暗部での磁場の強さは 2620 ガウスとなりました。

7, 考察

(1) スペクトル線のドップラー効果による自転速度とスケッチによる自転速度はほぼ一致しました。ドップラー効果によって求めた自転速度は正しく赤道上で測定できていない可能性もあると考えています。

(2) 黒点の半暗部での磁場の強さを 2.6kG と求めました。暗部ならば、もっと強くなると考えられます。次回は暗部でゼーマン分岐が測定できるよう、露出時間を検討したいと考えています。

8, 謝辞

京都大学花山天文台のスタッフのみなさんには、大変お世話になりました。記して感謝を申し上げます。