

太陽の差動回転検出の試み（２）

古市まどか、小島丈嗣、永下山朋生、山田みゆき
久保弘樹、前田聖人、田村由衣【京都府立洛東高等学校 ２年】

１．はじめに

昨年私達は花山天文台にて太陽の観測を行い、差動回転の検出に挑戦し発表をしました。ですが、グラフにばらつきも多く、いろいろな改善する余地もあり、また今年も太陽表面に黒点がないという昨年と同じ環境でもあったので、差動回転の検出をテーマに再挑戦しました。

改善した点 観測数を増やした。視線速度測定の時、昨年は吸収線の一番深いところの波長を利用したが今回は吸収線の半分の深さのところの線幅中央波長を利用した。

２．太陽の差動回転について

太陽は、約 27 日の周期で自転しています。ところが、緯度によって自転の速度が違い、赤道の方が自転速度は速く、緯度が高くなるにつれ速度は遅くなっています。この現象を『差動回転』と言い、太陽がガスで形成された物体だから起こる現象です。この差動回転が原因で黒点が出来ると考えられているので重要な研究テーマだと思いました。

３．観測装置

花山天文台の 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 μm ，焦点距離 20m、分解能 50 万）を利用しました。

４．観測

昨年と同様に Fe 6301、6302 線を利用して、以下の観測を行いました（図 1）。スリットの上で太陽像の移動方向から天球上の東西方向を決め、次に OHP 用紙に印刷した太陽面経緯度図を用いて太陽周縁の緯度を合わせ、スペクトルを撮影しました。

緯度 0° から 60° の間 15° きざみでスペクトルを 2 セットずつ以上撮影することにしました。観測時刻は、2008 年 8 月 20 日～ 21 日の 10 時 20 分～ 16 時まででした。

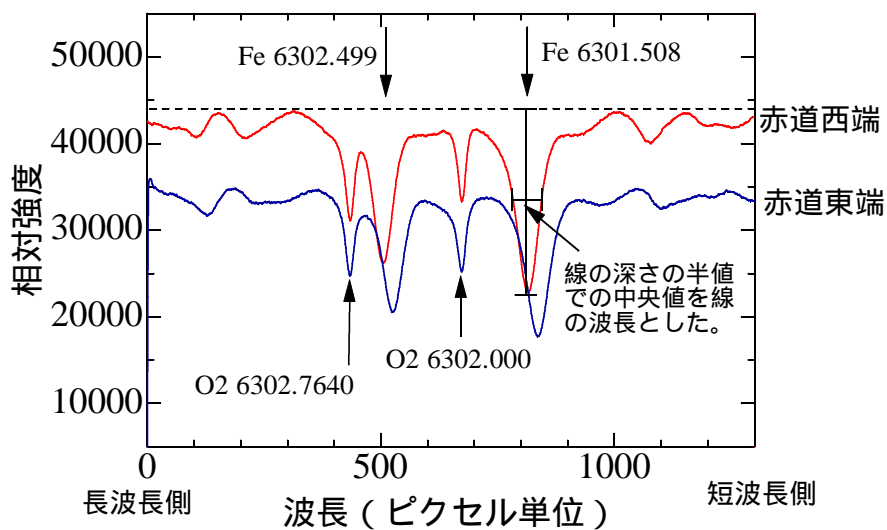


図 1 観測されたスペクトル

5. 原理

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酸素の吸収線の波長との比較から求めました。太陽面の西端から来る光は、地球に近づくので短波長側にずれます。同様に、東端から来る光は、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(視線速度)を v 、光速を c とすると $\Delta\lambda/\lambda_0 = v/c$ 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(図1)。実際にはマカリを利用して画像をスペクトルに直して、波長を測定しました。地球大気酸素分子線6302.000 と6302.764 を基準にして、それぞれ太陽光球の中性鉄(FeI) 6301.508 と6302.499 のずれからドップラー変位量を求めました。吸収線の波長測定は吸収線の深さの1/2の所の線幅の中央値としました。線の深さを求めるために利用したコンティニウムの高さはスペクトルで一番明るいところを結んで見つけました(図1参照)。その後、地球の自転によるドップラー変位量を差し引きまし

6. 結果

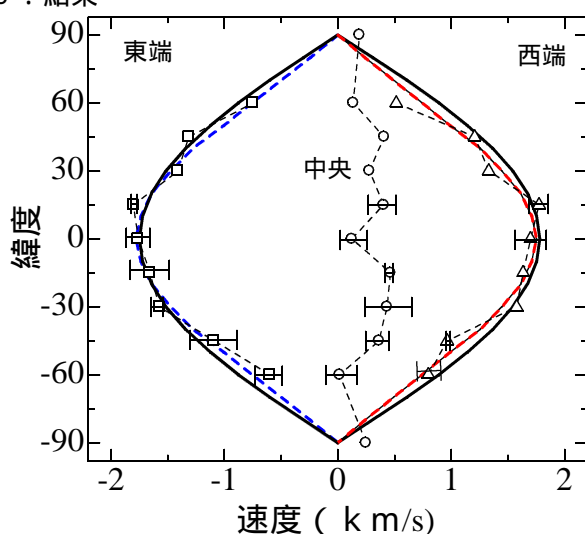


図2

の自転速度を表します。それぞれ、緯度0°の視線速度を基準にしています。実線の剛体回転の曲線と比べ、エラーバーより小さな差ですからなかなか差動回転の検出は難しいといえます。

誤差の原因には

- ある緯度のところで、太陽のリムの内側を測定している可能性があります。
- 太陽面の緯度をきっちり決められていなかった可能性があります。
- 太陽面でのガスの動きの存在などが考えられます。

8. 感想

観測者総員、昨年に引き続き、楽しんで観測、解析を行うことができました。

9. 謝辞

京都大学花山天文台スタッフの皆様及び、今回の観測に協力をしてくださった皆様には、大変お世話になりました。またこの研究は平成20年度洛東高校SPP講座「太陽活動初期における、太陽活動の高分散分光観測」で行いました。感謝を申し上げます。

図2は、緯度ごとの自転速度をプロットしたものです。○は太陽のリムの東端、□は太陽面中央、△は西端での視線速度を表しています。地球の自転によるドップラー効果の補正をしました。エラーバーは観測数が3個以上の場合の標準偏差です。

7. 考察

いくつかの緯度でずれが大きいのと思われる。3個以上の観測があったものは標準偏差をエクセルを利用して求めました。目盛の読取誤差0.15km/sよりも大きいものがあります。恒星を基準にしたキャリントンの公式

$$v = 14^\circ.38 - 2^\circ.7 \sin^2 \theta$$

を当てはめると図2の破線ようになります。実線は、剛体回転を仮定したと