

20：太陽の差動回転検出の試み

牧野滉平、古市まどか、小島丈嗣、永下山朋生、山田みゆき、
久保弘樹（1年）、板倉春佳、牧野未裕（3年）【京都府立洛東高等学校】

1、はじめに

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、一方、地球など1つの物体のすべての点が同じ周期で回転していることを『剛体回転』と言います。差動回転は太陽がガスで形成された物体だから起こる現象です。なお、この現象がおこる原因は分かっていません。

私達が観測した当時は、太陽に黒点が出現していない状態が続き、黒点の磁場が太陽表面に影響を与えないと考えられたので、きちんと、太陽の自転速度が求められると思い、観測テーマに選びました。

2、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。

3、観測

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10°きざみでスペクトルを撮影することにしました。さらに、プロミネンスの根元の光球部分のスペクトルも撮影しました。そのときプロミネンスの緯度を同時に調べました。観測日時は、2007年8月16日～19日10時～16時でした。

4、原理

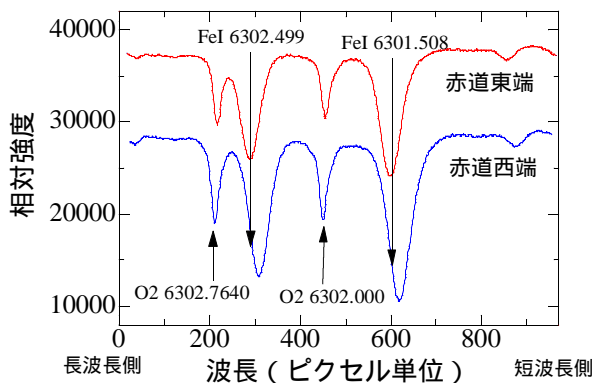


図1、観測されたスペクトル

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。この式を利用して太陽の自転速度を求めました。

地球大気の酸素分子線6302.000 と6302.764 を基準にして、それぞれ太陽光球の中性鉄 (Fe I) 6301.508 と6302.499 のずれからドップラー変位量を求めました。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た。

5、結果

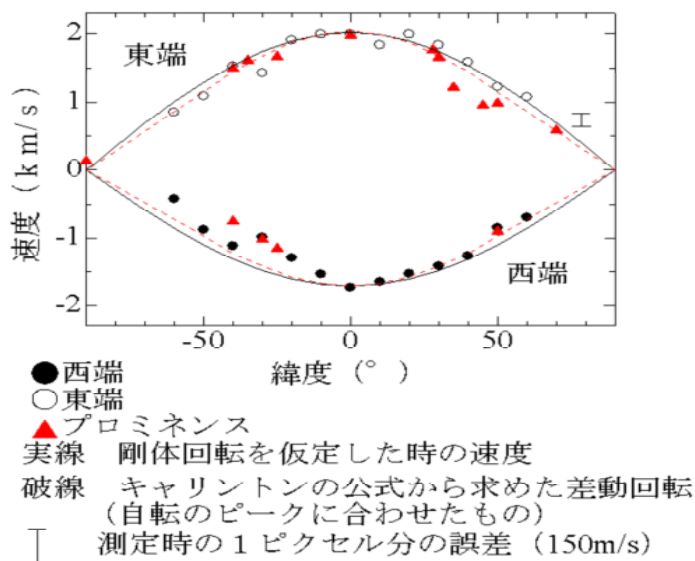


図2は、緯度ごとの自転速度をプロットしたものです。は太陽のリムの西端、は東端での視線速度、は太陽のリムに見えたプロミネンスの根元での視線速度(緯度が正確に求まると考えられる)を、表しています。地球の自転によるドップラー効果の補正をしました。実線は、剛体回転を仮定したときの自転速度を表します。緯度0°の視線速度を基準にしています。

図2、検出された差動回転

恒星を基準にしたキャリントンの公式 $\omega = 14^\circ .38 - 2^\circ .7 \sin^2 \theta$
これは黒点のスケッチ観測から求めた太陽の緯度()ごとの角速度 を表します。

6、考察

差動回転の値は、西端と東端ともキャリントンの公式曲線と比べると、150m/s程度のずれがあります。地球の公転によるドップラー効果かも知れません。

キャリントンの公式曲線を赤道の自転速度に一致させると、求めた視線速度が公式の曲線と一致した部分が多いので、太陽の差動回転が検出できたように思いますが、誤差が大きいので、もう少し観測例が欲しいと思いました。

誤差の原因

スペクトルでは1ピクセルあたりの読みとり誤差は、0.15km/sでした。

太陽のリムではなく、内側を測定したために自転速度が小さくなったと思われる場所が多いです。

地球の自転速度によるドップラー効果については、30分刻みでしか行いませんでした。

重力赤方変位については、リムでの観測と言うことで考慮しませんでした。

7、感想

今回の観測で、知らなかったことをたくさん知ることが出来ました。解析では、多少の誤差はあったものの、きれいな差動回転のグラフを得ることができ、よかったです。

すごく楽しかったので、機会があれば、また参加したいと思います。

8、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。

記して感謝を申し上げます。