

高分散分光観測による
太陽5分振動検出
—高校生の観測実習から—

京都府立洛東高等学校
西村昌能

1. はじめに

- 著者が所属する洛東高校では、2002年以来、京都大学大学院理学研究科附属花山天文台のシーロスタット+高分散分光器を利用した太陽の物理観測実習を実施してきた。>今年度で13年。>参加者は公募(毎年10名程度参加)。
- いままで、AFSの速度場、サージの速度場、差動回転の検出、フレアの速度場、黒点磁場の測定などを実施。
- 2013年は、太陽の5分振動。

2. 太陽の5分振動とは

- 太陽の5分振動とは、太陽全体にわたるグローバルな振動で、太陽一面に速度成分のパターンが広がっている。速度として0.4km/sであり、太陽内部の様子を探る研究方法。
- その原因は、太陽内部の対流層での乱流的対流によって励起される固有振動。
- 1962年 Leightonらによる発見。
CaI, NaI, FeIの光球起源線のオフセットのスペクトロヘリオグラフによる。

これまでの研究

- 岡山グループ 大島さん、川端さん、大西さんと鴨方高校のみなさん
OA065cmクーデ望遠鏡を利用、H α 線撮像の試み
- 米子高専 竹内さんとそのお弟子さん(米子高専)
2012年 H α 線での黒点上空の3分間振動検出
2013年 CaII K線での彩層の3分振動検出
- 2012年 明星大学 スペクトルヘリオグラフでの研究

3. 観測について

- 京都大学大学院理学研究科附属花山天文台の太陽館にある口径70cmのシーロスタット望遠鏡に附属する高分散分光器(波長分解能50万・スリット幅100 μ ・スリット長が太陽面上で約5万km=約70秒角)を使用。
- 0.0032 Å/ピクセル、47km/ピクセル
- 使用した波長域は6301 Å ~ 6303 Å。
- 観測は2013年8月18日13時40分00秒(日本時間)から10秒間隔で260個のデータ取得。



- 最初の500秒は撮像位置に不安があったので、解析からはずした。また、データ取得に手間取って10秒ごとの撮影に間に合わなかったものも除外された。
- さらに太陽面が雲に隠れたこともあり、13時45分00秒から15時30分00秒の105分間10秒ごとに260個のスペクトル画像データが取得できた。

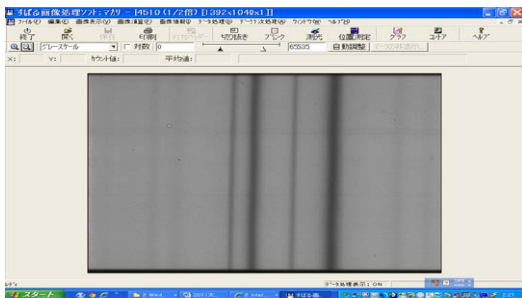
- 時刻の精度は、撮像のタイミングでほぼ決まり、0.2秒程度と判断される。
- 観測領域が、H α 画像モニターで太陽面の同じ場所になるように監視した。
- また、スリット面で太陽面の同じ位置の光を分光できるように太陽面の端3点にマグネットを印を付け、ずれないように太陽像を追尾した。
- ただし、位置精度は、目分量のため、高くないと判断される。

4. 解析

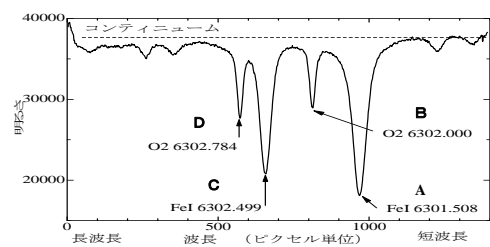
- 得られたスペクトル画像は国立天文台提供のマカリ[2]を利用して数値化しスペクトルトレースにした。
- 地球大気起源の吸収線を利用して分散方向の1ピクセルあたりの波長の測定を行ったところ、0.0032 Å/ピクセルの値を得た。

- 得られたスペクトルの太陽面でのスリット長が50000km=70秒角。
- スペクトル画像のスリット方向(y軸座標)でスリットやCCD上でゴミの少ない320ピクセルから420ピクセル間で切り取ったスペクトルトレースをマカリで作成した。この間は太陽面実長でおよそ5000km=7秒角になる。

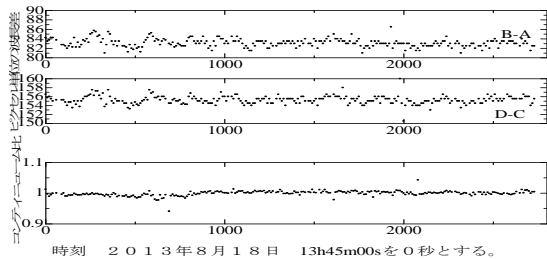
5. マカリで表示したスペクトル



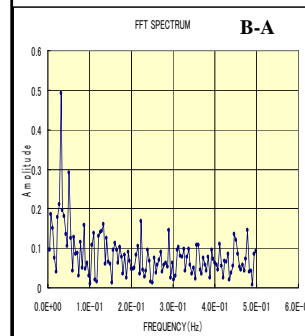
6. 吸収線の波長の決定方法



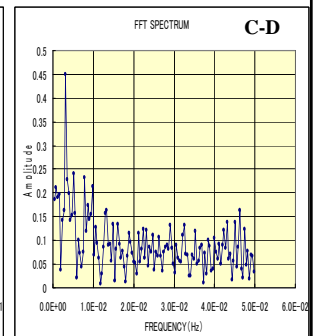
7. 結果



時刻 2013年8月18日 13h45m00sを0秒とする。



振動数0.003137



振動数0.003137

8. 考察

- 独立する2組の吸収線の波長差から、同じ周期318.8秒が得られた。一方、観測領域とスリット長全体の明るさの変動には、周期性が見られない。300秒程度の明るさの周期的変動は見られない。
- 5分振動の速度を求めると図の振幅が最大4ピクセル程度であることから

$$V = 2 \times 0.0034 \text{ \AA} \times 3 \times 105 \text{ km/s} \div 6300 \text{ \AA}$$

$$= 0.33 \text{ km/s}$$
 となり、一般的に言われている0.4km/sの値に近いといえる。

問題と課題

- 問題点
 - (1) 撮像位置の問題 > 追尾上の周期的変動はなかったか。
 - (2) 測定時刻の問題 > 観測は全て手作業今回
- スリット長の70秒角のうち、7秒角を解析した。
- のこり、9セットの解析ができる。 > 振動の腹・節のズレが見つかったと上記が解決。

9. 生徒の感想

- 太陽の5分振動の観測をしてきた中で、様々な機材に触れる機会があり、貴重な体験ができました。私たちは、この観測だけでなく、浮上磁場領域や黒点、太陽の自転周期など様々な観測を行いました。今回の観測では、忍耐力のいる作業でしたが、観測終了後は疲労感を忘れてしまうほどの達成感を味わいました。その後、学校の放課後を利用して、観測データをまとめる作業を行いました。この作業は大変でしたが、努力した甲斐あって研究の成果を出せたことを非常に嬉しく感じました。