

太陽5分振動の検出

大島 修・川端善仁（岡山県立鴨方高等学校）
大西高司（元鴨方高校情報教育アドバイザー）
鴨方高等学校科学部

鴨方高校科学部の生徒たち

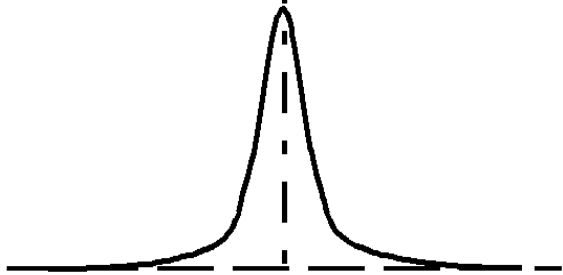


なぜ「太陽の5分振動」をテーマに

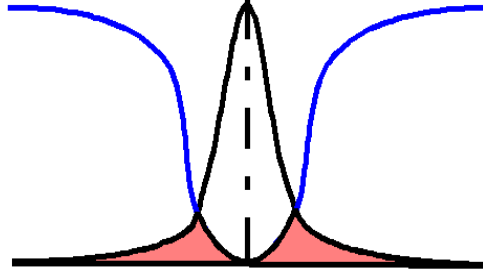
- ・ジュニアセッション発表依頼があった
- ・整備した備品を活用
シーロスタット、8cm屈折望遠鏡、 $H\alpha$ フィルター、
冷却CCDカメラ
- ・RZ Casの非動径振動の研究
- ・学生時代の太陽ゼミの印象（テキストはギブソンの“Quite Sun”）
レイトンが1960年代に高分散分光器＋写真技術
を駆使して検出
→今ならCCDがある。高校生でも出来るに違
いない

5分振動の検出の原理

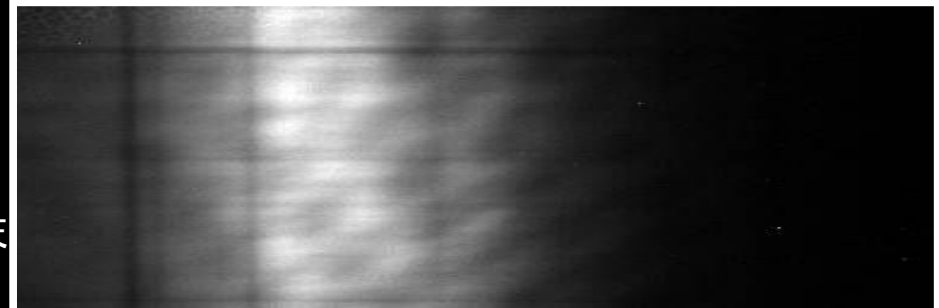
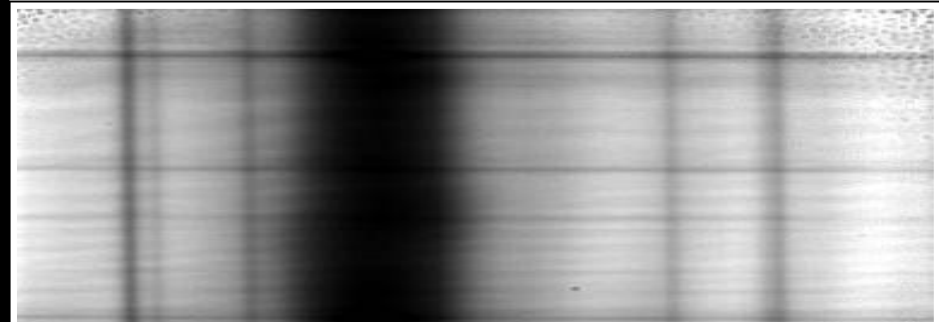
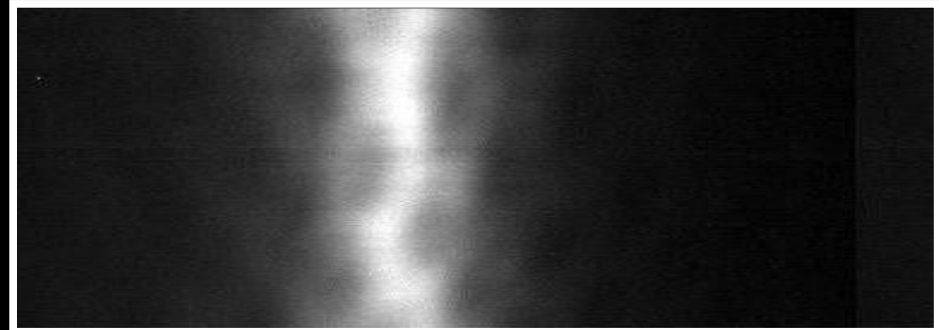
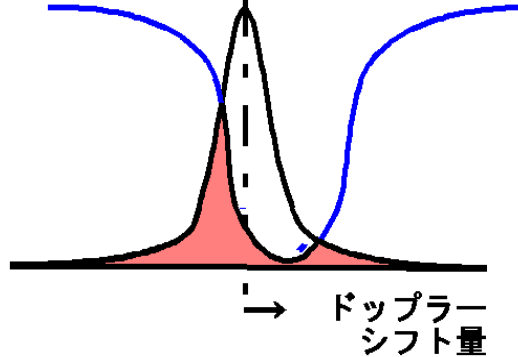
(a) $H\alpha$ フィルターの
透過曲線

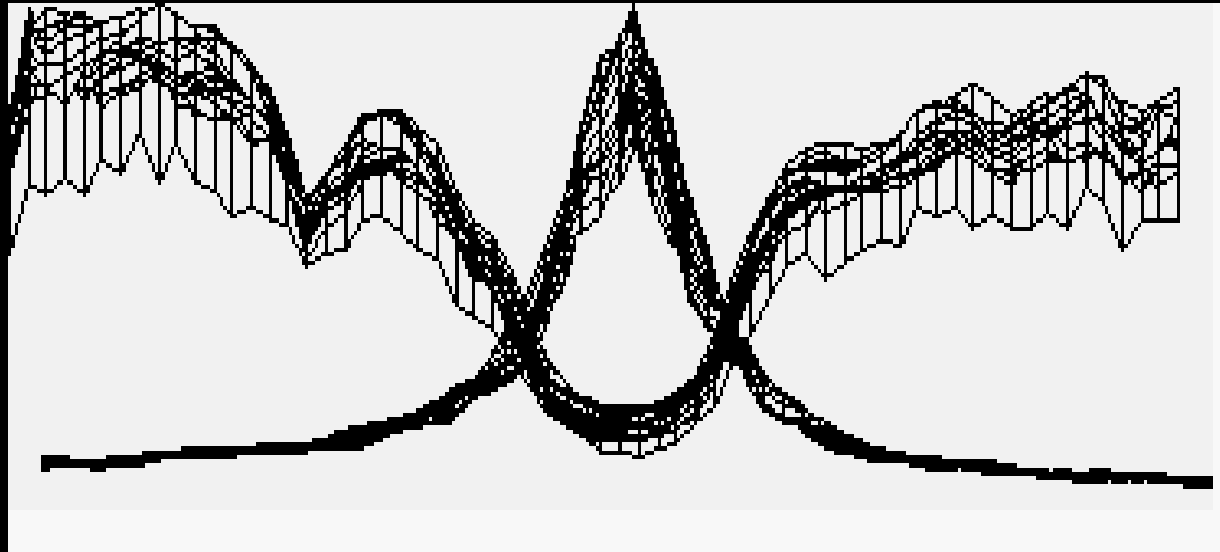


(b) 静止した太陽光 ($H\alpha$ 吸収線)



(c) 運動している太陽面からの光





予 測: 振動の視線速度 400 m/s として

ドップラーシフトは $0.009 \text{ \AA}$

→ 非常にわずかな光量変化

問題点: $\text{H}\alpha$ は光球より上層の彩層で吸収されているのではないかと
← 5分振動は光球での現象

光球線スペクトルのドップラーシフトで確認する必要がある。

この原理による $\text{H}\alpha$ 線による5分振動の検出は、これまでに誰も試みたことはない?!

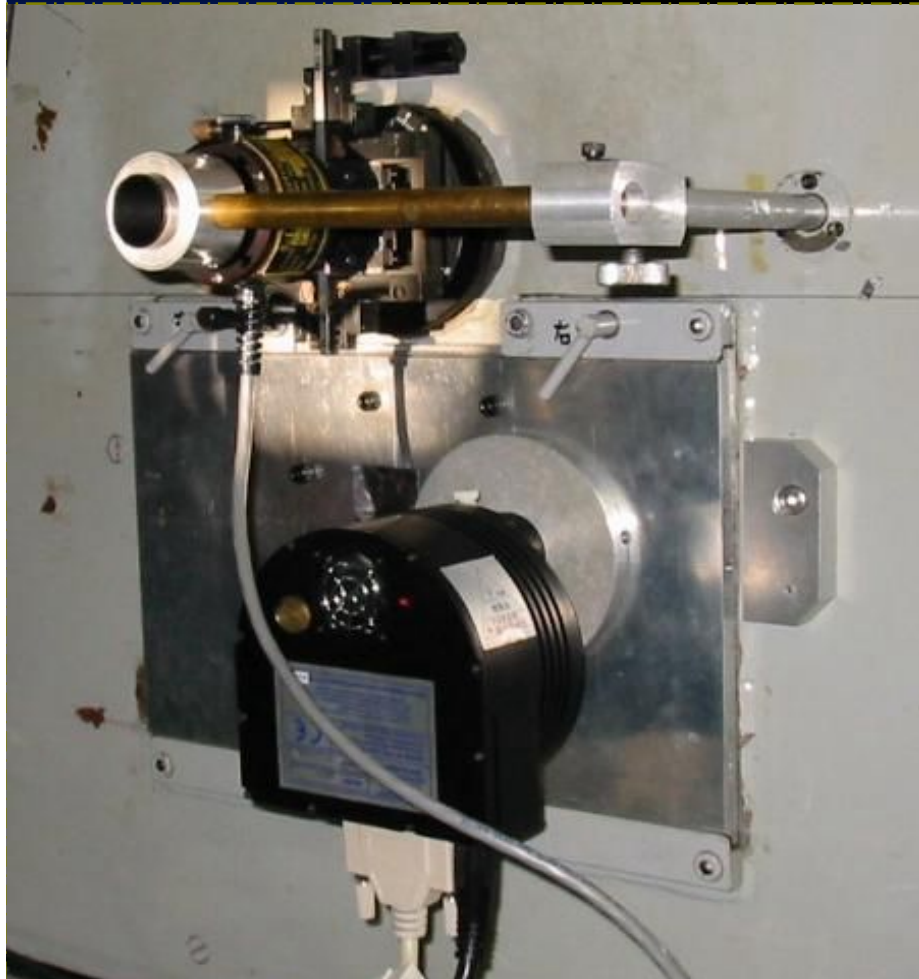
岡山天体物理観測所 65cm太陽 クーデ望遠鏡による観測



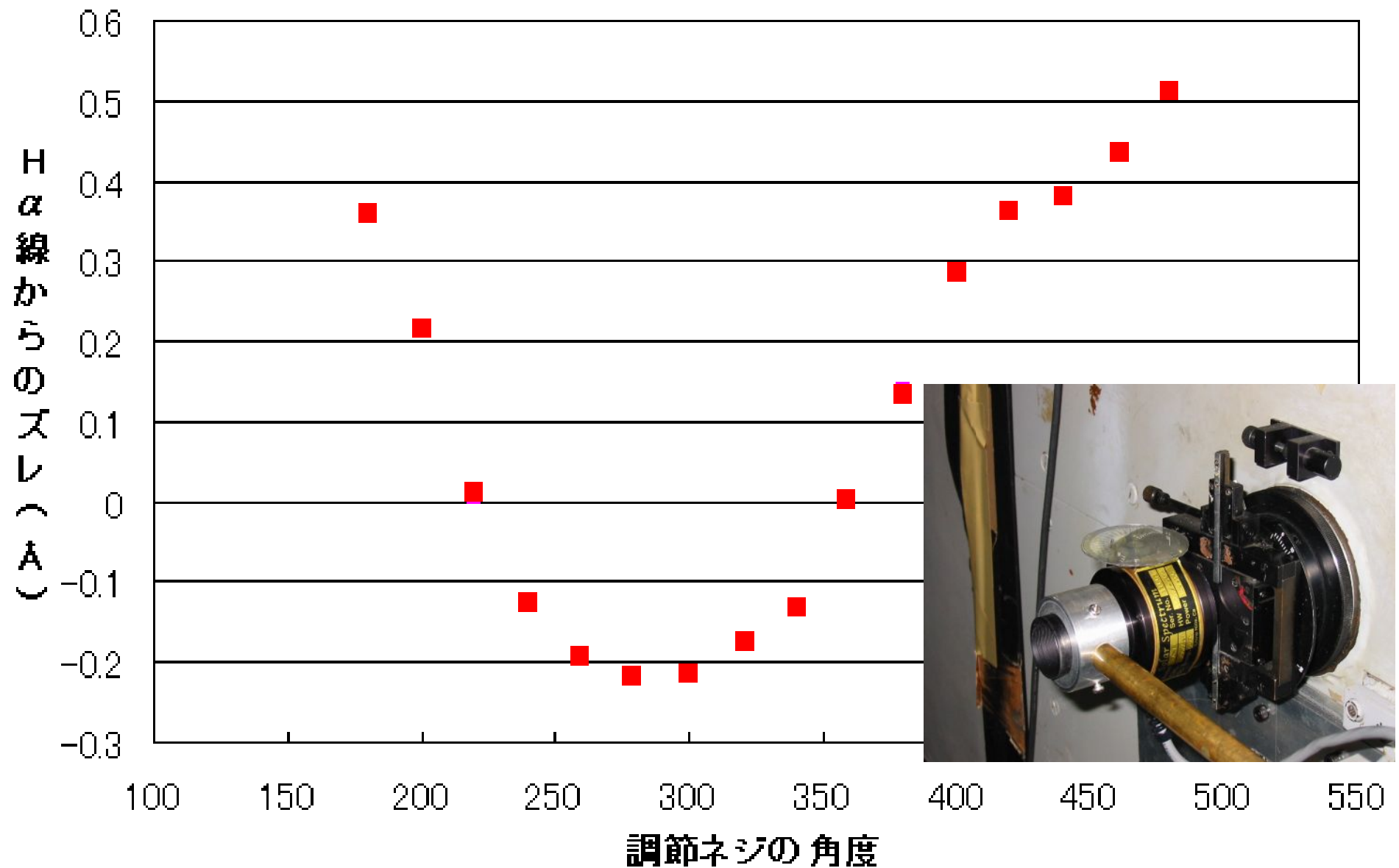
2002/2/23

太陽クーデ望遠鏡による観測(分光)

右下の写真は、 $H\alpha$ フィルターの透過特性を調べる
ためにスリットの前に $H\alpha$ フィルターを置いたもの



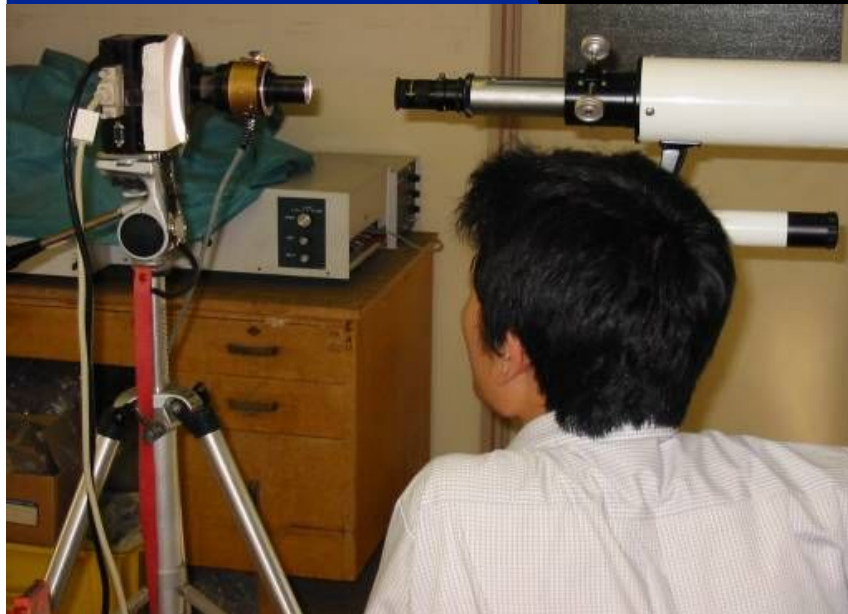
H α フィルターの調節ネジ角と中心波長の関係



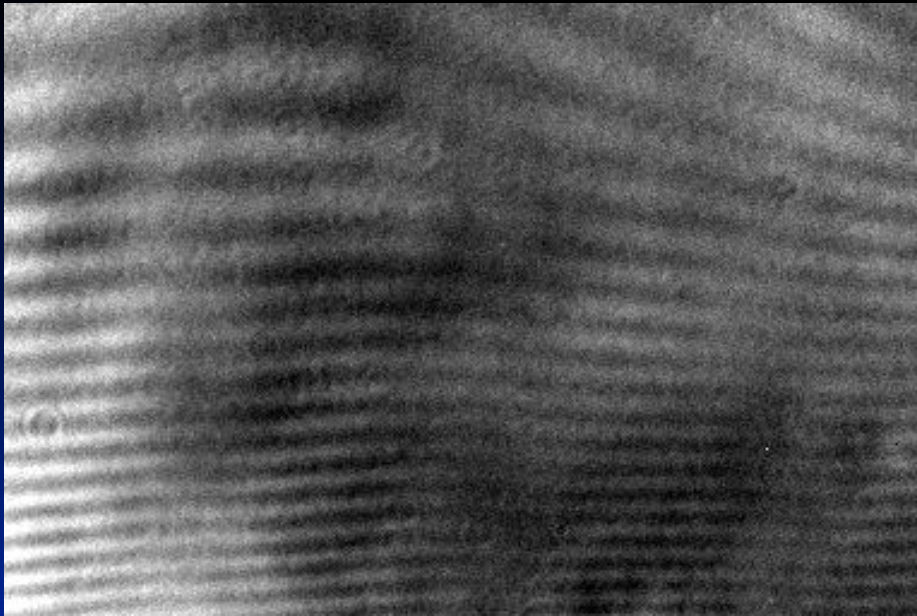
8cm望遠鏡による撮像観測



- ・11.5cmシーロスタート
- ・8cm f/12 屈折望遠鏡
- ・H α フィルター(ソーラースペクトラム社製 オルビス扱い)
半値幅0.65 Å
- ・冷却CCDカメラ ST-7
太陽円盤中心部 露出0.3秒
20秒間隔で連続50~100枚



撮像観測の整約方法



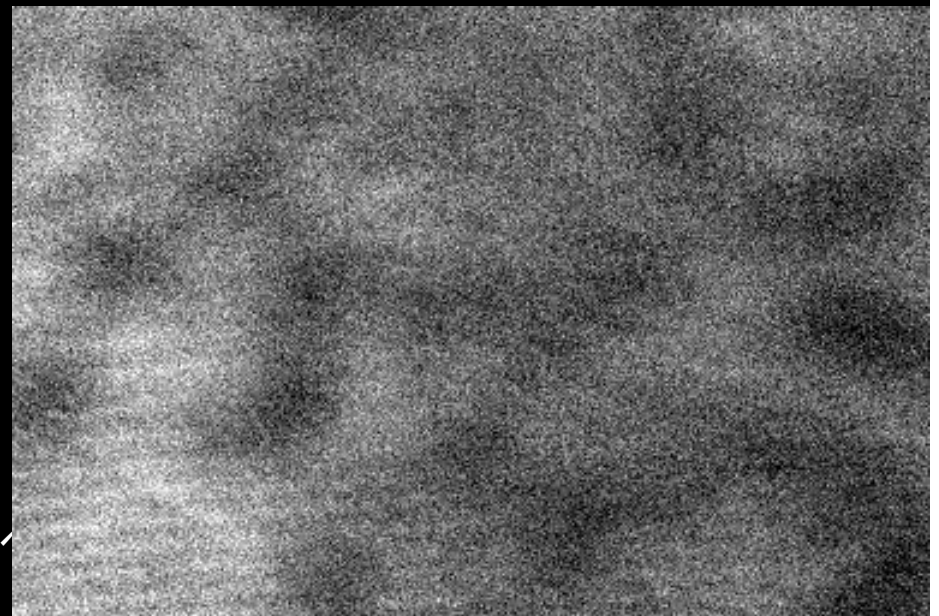
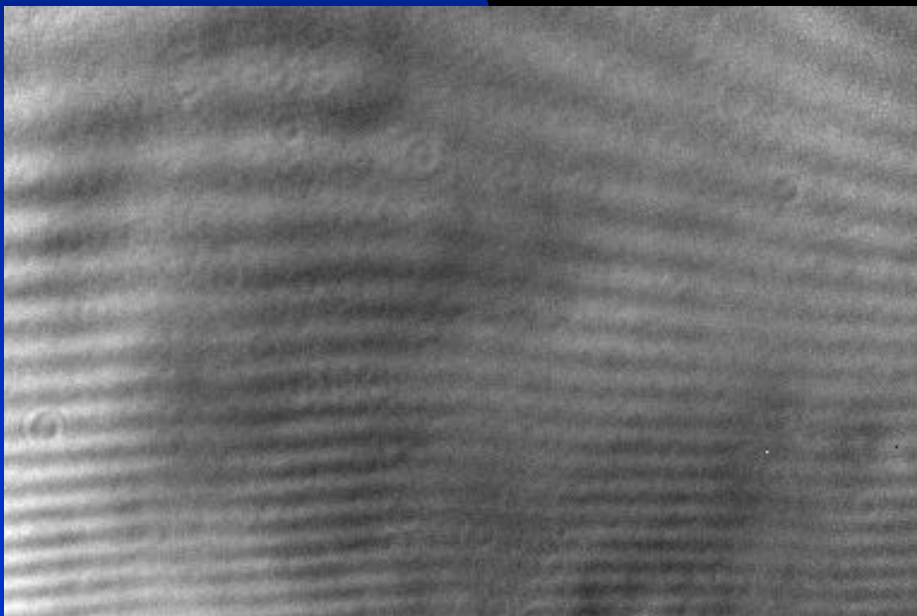
(8cm望遠鏡による観測例)

左上:ダークフラット補正済の
一枚画像(A)

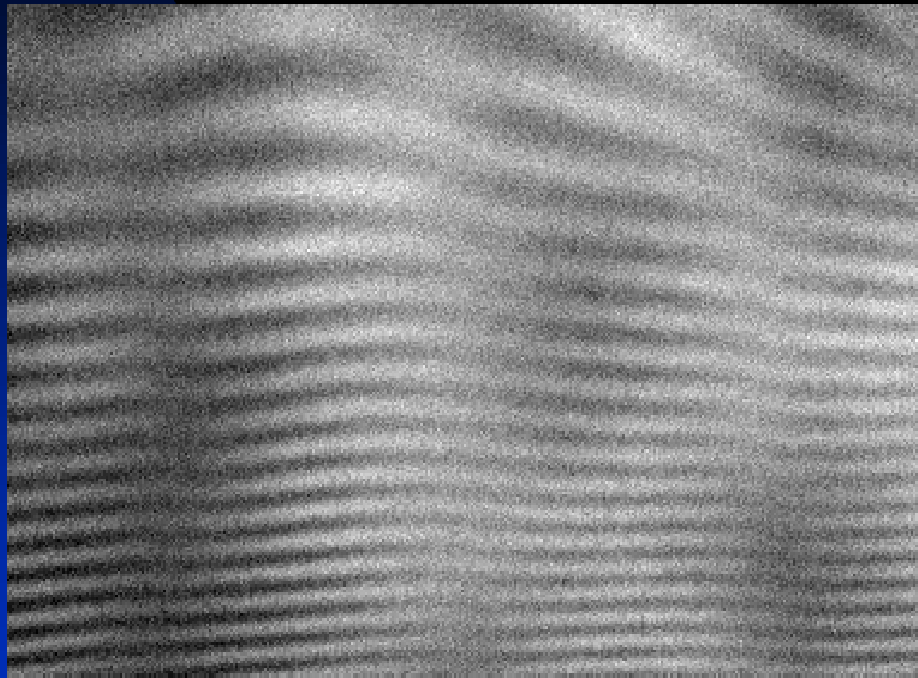
左下:50枚平均の画像(B)

右下:ドップラーグラム

(A) - (B)



8cm望遠鏡によるアニメーション



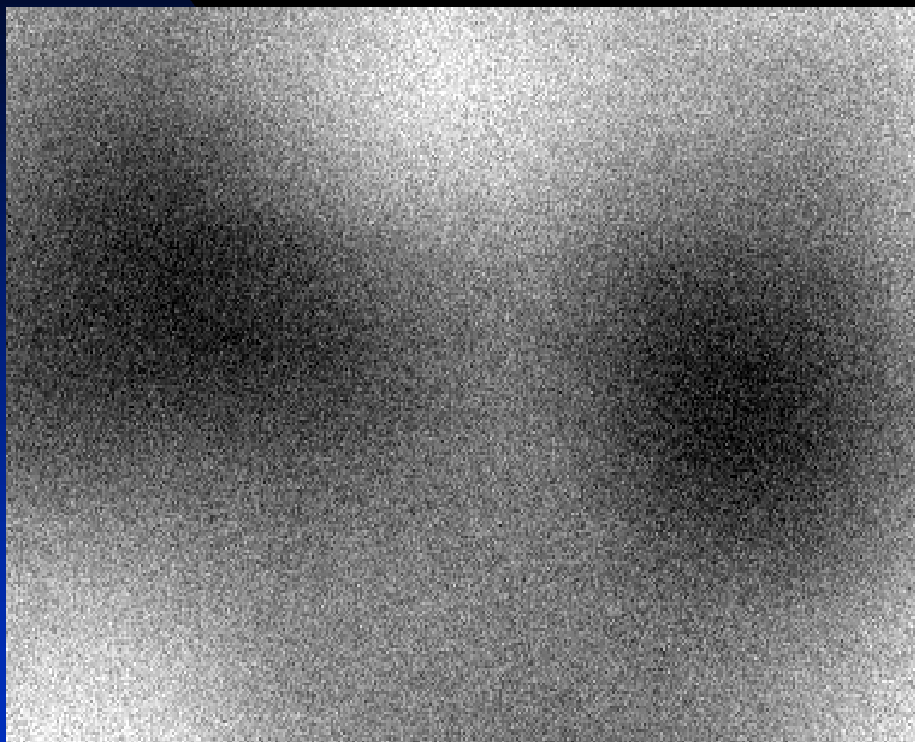
視野: 102×68 秒角

上方向が西

手動で追尾したために
追尾は不完全

干渉縞が取れ切れて
いないフレームがあ
る

65cm望遠鏡による アニメーション

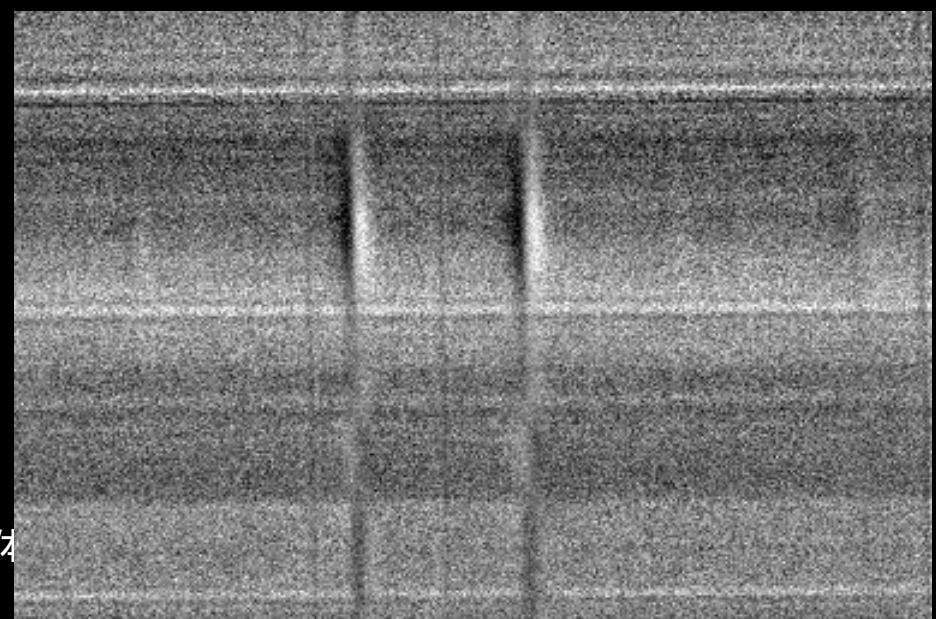
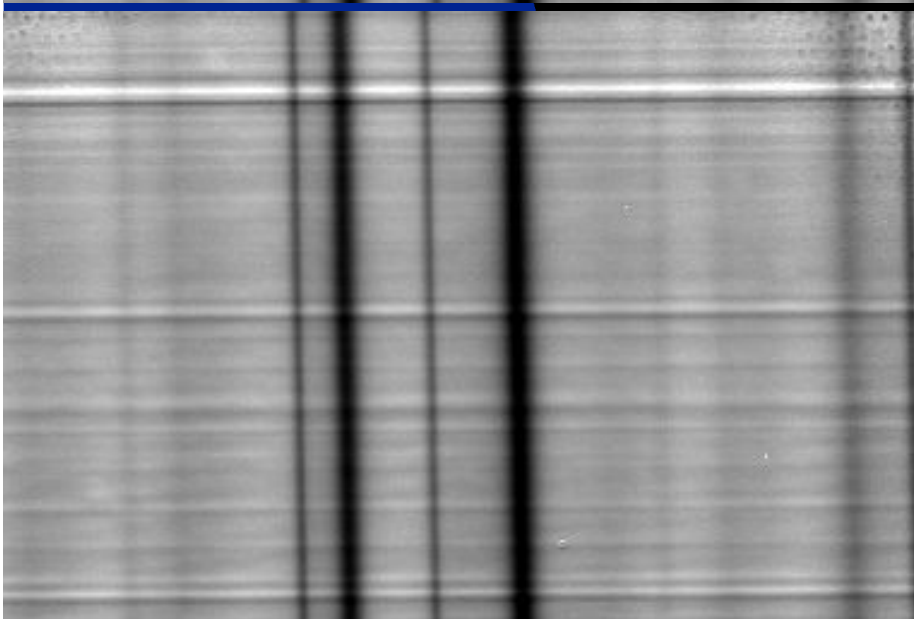
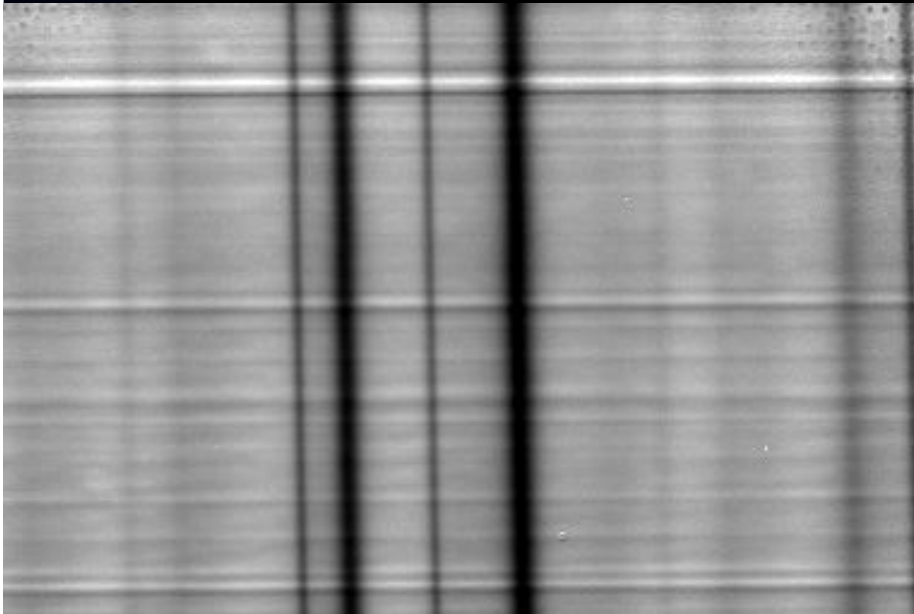


太陽円盤の中心部
視野 39×26 秒角
露出の間隔20秒

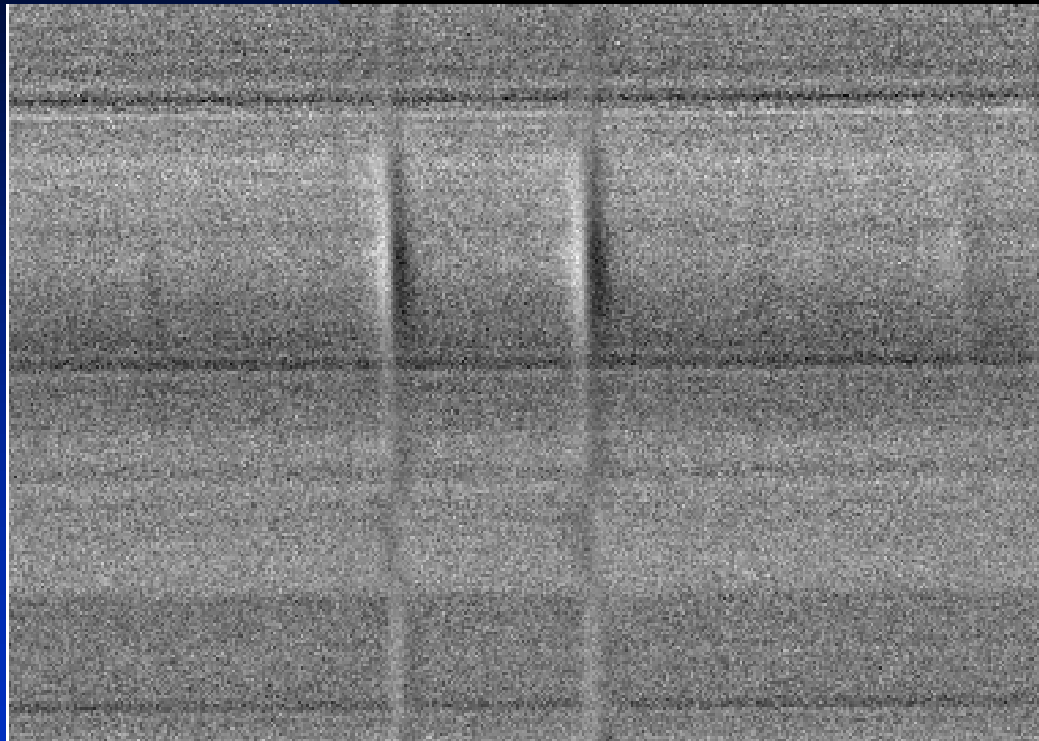
分光観測の整約

- 6302 Å 付近の2本のFe I線
- 左上:一枚目のスペクトルを仮の基準画像とした
- 左下: i 枚目のスペクトル
- 右下:スペクトルの変動成分

地球大気吸収線で位置合わせした
慣れると0.01ピクセル単位で合わせられる



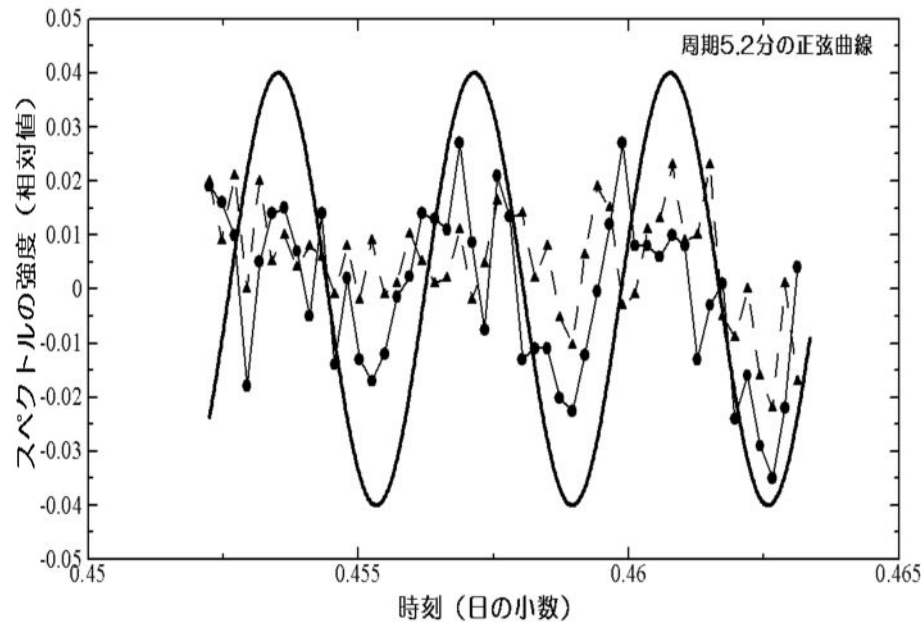
スペクトル線の時間変化 アニメーション



- 20秒間隔で連続43枚撮像し、1枚目のスペクトルからの差をアニメーションにした。
- スペクトル線の左側が白いと1枚目と比べて近づいていることを示す。黒いと遠ざかっている事を示す。
- 6302 Å 付近のFe I
- 左側が長波長側。
分散: 0.014 Å/ピクセル

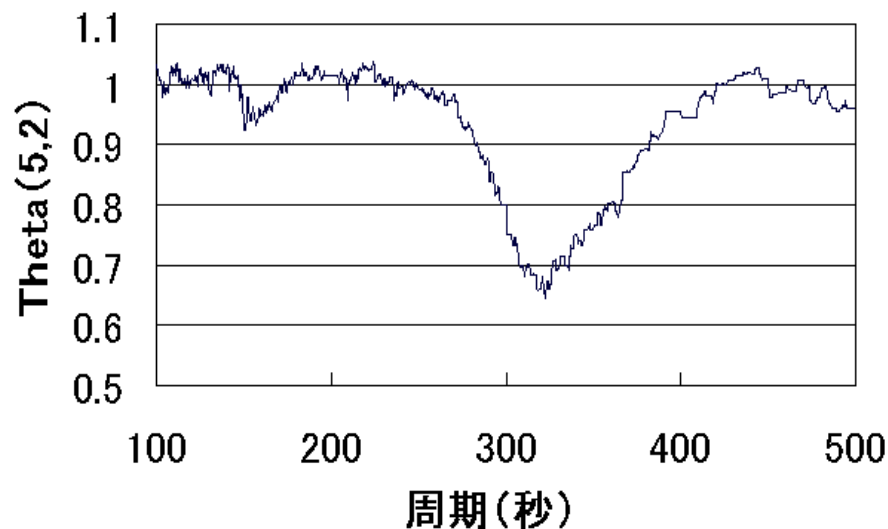
結 果

- (1) 8cm望遠鏡と65cm望遠鏡によるドップラークラムで、共に20秒角程度の変動模様を検出した。
(望遠鏡の追尾精度が良くないので同一場所の輝度変化を調べられなかった)
- (2) 分光観測でも同程度の空間サイズの視線速度変化が約5分周期である。(PDM法による周期解析)
- (3) (2)の結果からH α 線撮像で検出した模様の変動は5分振動の腹を見ていると思われる。
と、一旦は結論したが、、、



同一波長におけるスペクトル線の強度変化
Fe I 6301.508Åを測定

スペクトル線の強度の周期解析



考 察

(1) 一個の振動セルのサイズが20秒角程度であることから、太陽を一周する定常波の節の数は約300個で、一波長が $2.9 \times 10^7 \text{m}$ である。

(2) 5分振動の定常波は音波だそうなので、波の式($v = n \cdot \lambda$)から音速を求めると、 $1.0 \times 10^5 \text{m/s}$ になる。この値はweb(柴橋・高田のページ)で調べた太陽表面の音速とほぼ等しい。

「私たちは5分振動の検出に成功した!!」とジュニアセッションでは発表した、、、、が

追尾精度が悪く、撮像データからは同一振動セルの変動周期を測定していないのであった。

むしろ、彩層における未発見(?)の振動現象を検出してしまったのか？

大山真満さん(滋賀大教育)は「彩層では5分振動が検出されたという話は聞かない」

ADS検索でも引っかからなかった→**請う助言**

謝 辞

65cm太陽クーデ望遠鏡を使わせて
いただいた国立天文台岡山天体物
理観測所の吉田所長をはじめスタッ
フの皆様と、
特に毎回お世話をしてくださった
小矢野さんに感謝いたします。

参考文献

ギブソン、E. G. (1978)「現代の太陽像—太陽物理学序説—」、桜井邦朋訳、講談社

ケネス・R. ラング (1997)「太陽—その素顔と地球環境との関わり」シュプリンガー・フェアラーウ東京

尾崎洋二 (1999)「日震学」 in 柴田 一成 他編 (1999)「活動する宇宙—天体活動現象の物理」裳華房

柴橋博資・高田将郎 (1999) <http://www.astron.s.u-tokyo.ac.jp/group/shibahashi/helios/helios.html>