

H α wingで見た 太陽彩層の温度構造

上田 航平 (東京大学/国立天文台 M2)

第40回天文天体物理若手夏の学校

恒星15a

Aug. 4. 2010

太陽彩層

- 光球とコロナの間にある数千kmの層
- プロミネンス、スピキュールなどのダイナミックな活動が見られる
- 放射によるエネルギーロスを補って平衡状態を維持するエネルギー源は未解明(彩層加熱問題)
- 彩層の観測には、Caの吸収線 (Ca II H 396.8 nm, Ca II K 393.3 nm, Ca II IR triplet 854.2 nm) やH α 線(656.3 nm)がよく使われる
- しかし、これらの吸収線から温度情報を取り出すことは難しい
- 彩層の温度構造の観測手法は未確立

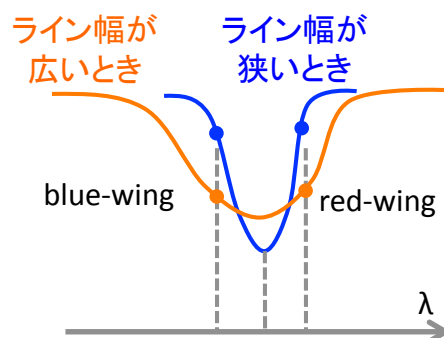
H α ライン幅が彩層の温度の指標となる

- H α のライン幅とCa II 854.2 nmのline core intensityには強い相関がある (Cauzzi et al. 2009, A & A)
- この2つが彩層の温度に敏感な物理量だから
- Ca IIのline coreは彩層でもsource function \sim Plank function
 - H原子は軽いので、thermal broadeningがnon-thermalよりも遥かに大きい
- H α のライン幅を使って彩層加熱がどのように起きているかを調べられる

2

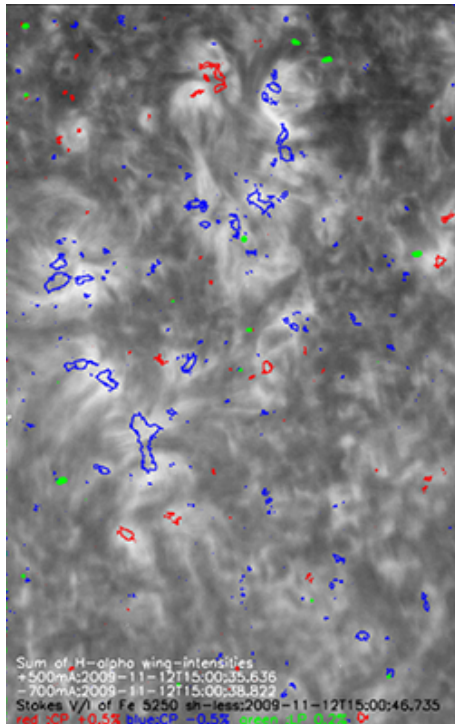
H α wingからライン幅のマップを作る

- ひのでSOTなら、seeingの影響がないので安定性の優れたムービーを撮ることができる
- 偏光観測によって、光球磁場も同時に観測できる
- ひのででは早い時間分解能でfull line profileを得ることができないが、red側とblue側それぞれのH α -wingのintensityの和(wing-sum)がライン幅のよい近似になる
 - 地上観測のfull line profileのデータで確認した(右下の図)
 - wing-sumの小さいところほどライン幅が広い



3

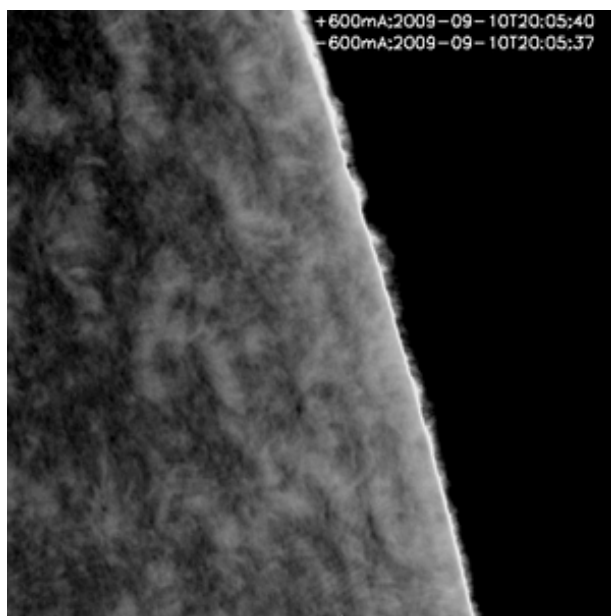
H α ライン幅マップ & 光球磁場



- 太陽面中心付近の静穏領域
 - Nov. 12 2009 15:00~16:00UT
 - H α -wing: line center \pm 600mÅ
 - Fe I 5250 shutter-less IQUV
 - FOV 51" \times 82" , 0.16" /pixel
 - 赤・青:円偏光度=垂直方向の磁場成分
 - 緑:直線偏光度=水平方向の磁場成分
- 白い所
 - =wing intensitiesの和が低い所
 - =ライン幅が広い所
 - =彩層の温度が高い所
- 垂直磁場から放射状orループ状に高温になっている
- 彩層で水平方向に広がった磁力線に沿って集中的な加熱が起きている
- 光球上で頻繁に現れる短寿命な水平磁場 (Ishikawa & Tsuneta 2009)との明瞭な関連はない
 - 観測に受からない程度の小さな水平磁場が頻繁に彩層の磁場にぶつかっている可能性はある

4

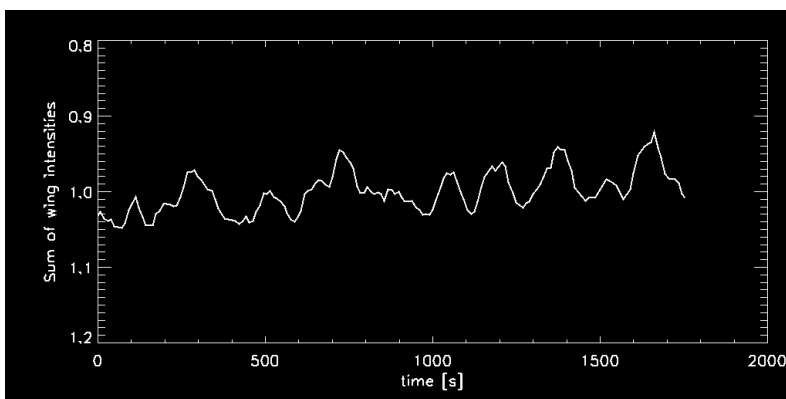
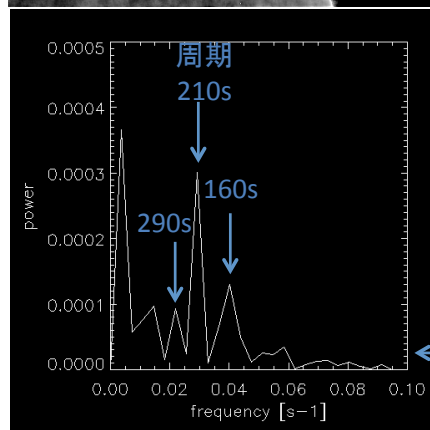
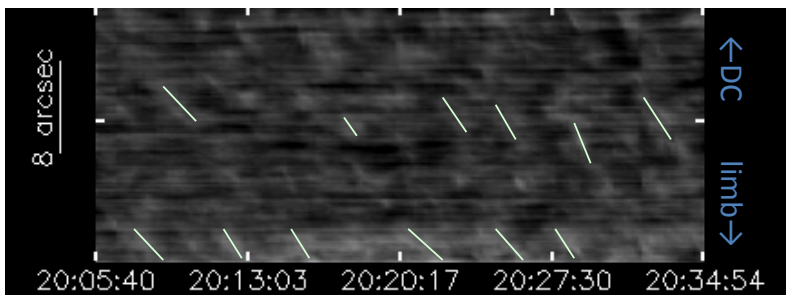
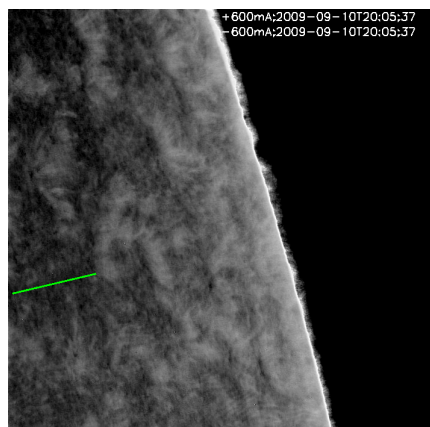
limbでのhigh-cadence観測



- limb付近の静穏領域
 - 10 Sep. 2009 23:00~24:40UT
 - H α -wing: line center \pm 600mÅ
 - FOV 113" \times 113" , 0.16" /pixel
 - cadence: ~10sec
- limbなので高さ方向の構造が見やすい

5

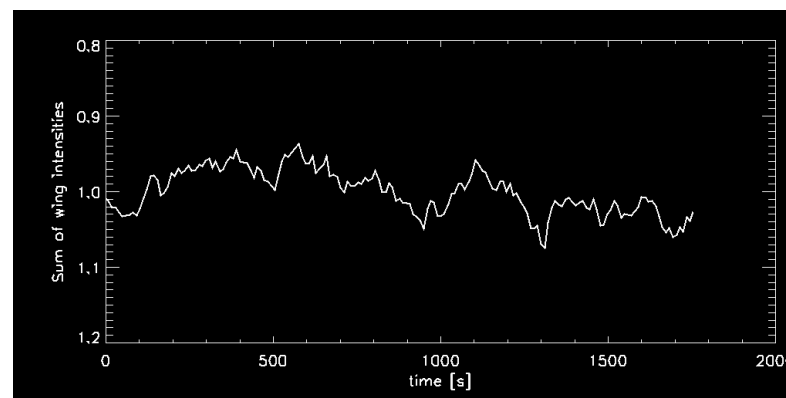
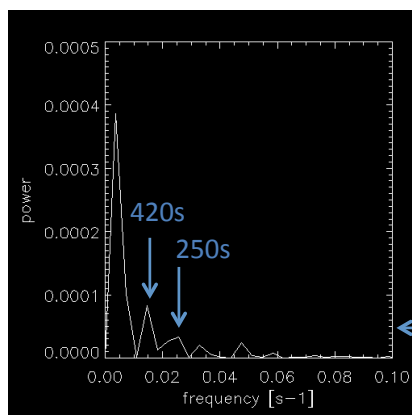
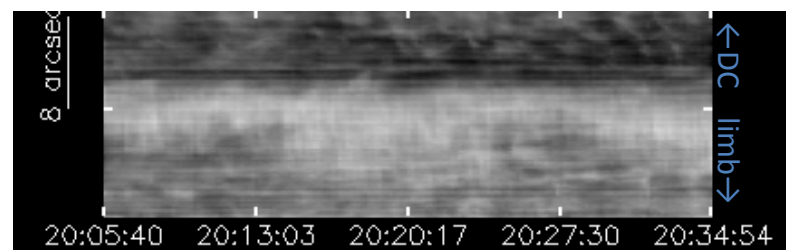
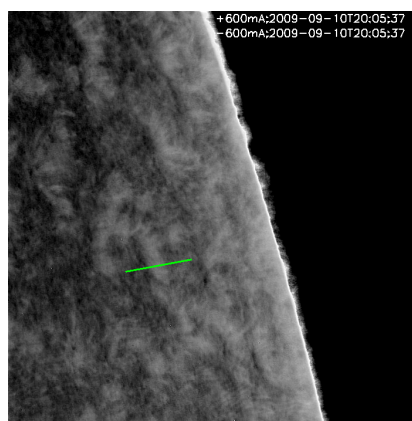
垂直磁場のない領域のx-tダイアグラム



power spectrum

6

垂直磁場がある領域のx-tダイアグラム



power spectrum

7

まとめ

- H原子は質量が小さく、熱的なbroadeningが支配的になるため、H α のライン幅は彩層の温度に感度がある (Cauzzi et al. 2009)
- ひのでSOT/NFIを用いて取得したH α wing intensityの和からライン幅マップを作り、彩層の温度マップに相当するムービーを得た
- 光球磁場とH α ライン幅の同時観測により、磁場パッチの周辺で集中的な彩層加熱が見られた
- 光球上に水平磁場が出現した場所で彩層の温度が上がるといった関連性は見られなかった

8

まとめ

- 垂直磁場のない領域でacoustic shockによる加熱が発生 (e.g. Cauzzi et al. 2009)
 - shock frontに伴う高温領域の上方向の移動が観測された
 - 周期~200secのoscillationが確認できた
 - ただし、彩層加熱を説明するにはエネルギー不足であることは指摘されている (e.g. Fossum & Carlsson 2006)
- ▶ 垂直磁場上では、垂直磁場がない領域のような明瞭なacoustic shockの兆候が見られない
 - 420secにpowerの小さなピークがあるものの、その強度は磁場パッチがない領域の200secのoscillationの3分の1だった

9

参考文献

- Cauzzi, G., Reardon, K., Rutten, R., J., Tritschler, A., & Uitenbroek, H., 2009, A&A, 503, 577
- Ishikawa, R. & Tsuneta, S., 2009, A&A, 495, 607