

SOTによるコロナ加熱と光球磁場の観測

勝川行雄(国立天文台)





Importance of corona-photosphere connectivity



光球はエネルギー生成の現場 光球で何が起こるとコロナが加熱されるのか 「原因(光球)」と「結果(コロナ)」の同時観測が必須



特に、可視光望遠鏡による光球、彩層の観測を中心に

- コロナと光球磁場の対応関係
- 光球における磁気要素の運動観測

Magnetic field structure at the footpoints of TRACE loops

- Steady coronal loops radially extending from the sunspot
- The temperature of the loops is ~ 1MK
- Life time is a few hours



Katsukawa et al. (2005)



Observatoru of Japan

Footpoint positions of the TRACE loops



2005/10/31

国ウチマ

National Astronomical Observatory of Japan



Magnetic structure in the U-P boundary



 Along the U–P boundary, there is spatial fluctuation of the continuum intensity. Field strength and inclination also fluctuate simultaneously.

Interlaced magnetic structure with the spatial scale of 3000 - 4000km .

Footpoint positions and magnetic structure onal Astronomical Astronomi



 The footpoints of coronal loops are located where the spatial variability of continuum intensity is large.

Interlaced magnetic structure in the photosphere is important in the heating of the coronal loops



Observatoru of Japan

Obs. of sunspot magnetic fields



- Ti Iで黒点内部の磁場を観測
- Mg Ibで彩層の磁場を観測

FG



FOV: 1K x 1K BFI 100"x100" with 2x2 summing NFI 160"x160" with 2x2 summing

19 images /2.5 minutes

4bits/pix with JPEG compression \rightarrow 4 Mbit per 1 image

Data rate: 0.51Mbps



ただし、それほど単純にはいかない

- TRACEでも空間分解能は1 arcsec、見えているループ構造の太さ2arcsec
 以上
- それに対して光球の構造は<1arcsec
- しかも、光球とコロナの間には3000kmの高さの差が。。。。。



高温ループとTRACE moss構造







高温なSXTループと低温なTRACE ループは足元の位置も異なる

SXTループの足元にはTRACEでスポ ンジ状の構造(moss)





Moss構造と光球、彩層構造の相関(1)





orcsec



Moss構造と光球、彩層構造の相関(2)



de Pontieu et al. (2003)

見えている高温ループはある磁 気要素からそのまま上に伸びて いるわけではない

光球から彩層にかけて複雑な構 造をしている?

光球の構造とmoss構造の関係は 未解明

EUV emissions at the footpoints of TRACE loops



Katsukawa et al. (2005)



2005/10/31



DEM distribution along the 1MK loop





2005/10/31

14



- 多波長観測により、光球から彩層の3次元的な構造を観測
- その代わりに時間分解能を犠牲



FOV: 2K x 2K BFIで100"x100", NFIで160"x160"

8 images /4 minutes

4bits/pix with JPEG compression \rightarrow 16 Mbit per 1 image

Data rate: 0.53Mbps

2005/10/31



Asymmetric V profiles at the footpoints (Nagata, Bellot Rubio, and Katsukawa 2005)





Solar-B国内会議

17





コロナへのエネルギー入力に直接効くのは水平な運動

 $F = \frac{1}{4\pi} B_n B_t v_t$

■ 従来

- 1 arcse以上の大きな構造に対するLCTから速度を導出

- Solar-Bでは
 - 微細磁気要素の運動を直接追跡



G-band

Magnetogram



Heating by braiding of magnetic field lines



Gudiksen and Nordlund (2005)



- MDIの磁場分布+MHD数値simulationでTRACEループの加熱を再現
- ただし、光球の運動は手で入れている

Horizontal velocities at lower boundary



Voronoi分割を使って、granuleの空間構造、運動をsimulate Solar-Bでは実測データを使うことができる?



GBPの抽出、追跡

Berger et al. (1998)



van Ballegooijen et al. (1998)



コロナの磁場構造、運動の 伝播をモデル化

Extraction of magnetic field elements



National Astronomical Observatory of Japan





(a)

6

2

<2minがほとんど

23



磁気要素運動のtracking



- GBPが十分追跡できる時間分解能 < 1min
- G-bandと6302 magnetogramのみ、小画像(狭視野 or summing)



FOV: 1K x 1K no summing: BFIで 50"x 50", NFIで80"x80" 2x2 summing: BFIで100"x100", NFIで160"x160"

4images /30 sec

4bits/pix with JPEG compression \rightarrow 4 Mbit per 1 image

Data rate: 0.53Mbps



Shutterless撮像を使う

視野を狭めることで、高速でベクトル磁場を得ることが出来る

NFI FeI 6302 FG shutterless I and V





15" in 2x2 summing

Spectro-polarimeterの併用



光球からコロナへのエネルギー入力を定量的に求めるには、磁場強度とfilling factorの分離が必要



低 filling factor領域ではエネルギーフラックスを過小評価してしまう