

彩層偏光分光観測の現状と展望

3-1班

永田伸一、勝川行雄、久保雅仁、
石川遼子、阿南徹、一本潔、
大辻賢一、花岡庸一郎

セッション3-1のねらい

- 磁場計測が鍵となる彩層活動現象と、その計測要求精度と達成見通し
- ここでの問題設定の後に、後続の
 - SUVIT彩層観測ライン最適化(勝川行雄)
 - SUIVT彩層磁場測定精度とサイエンス(阿南徹)
 - 宇宙からの次世代彩層磁場観測(石川遼子)
 - SUVITと地上望遠鏡の協調・競合(一本 潔)
- 現象の物理を理解することが大事であり、理論では、観測では、と住み分けている場合ではないことを、肝に銘じつつ。。

SUVITの科学課題と彩層磁場

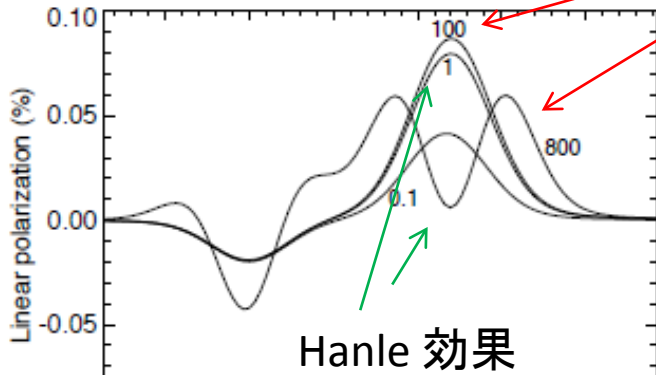
1. Three dimensional magnetic structures from the photosphere to the chromosphere (光球彩層の3次元磁場構造)
2. Magnetohydrodynamic (MHD) Waves and Their Roles in the Dynamic Atmosphere (Alfven波の伝搬と散逸)
3. Magnetic Reconnection and its Roles in Heating and Dynamics (彩層での磁気リコネクション)
4. Impacts to the Space Weather and Climate (宇宙天気・宇宙気候) → 他セッションで議論

Solar-C 会議@ISAS 2012年1月 における
勝川さんの資料より

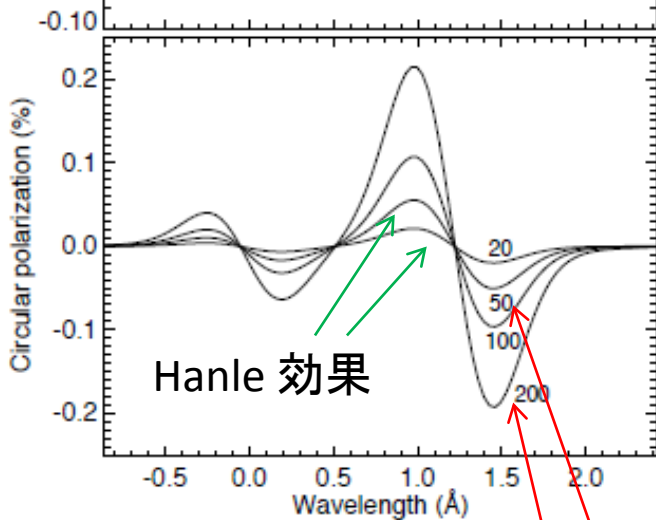
具体的に、「彩層」偏光分光観測の主要な対象とされているHe I 10830Åのスペクトル例(スラブ大気モデル)

Hanle effect in He I 10830 Å

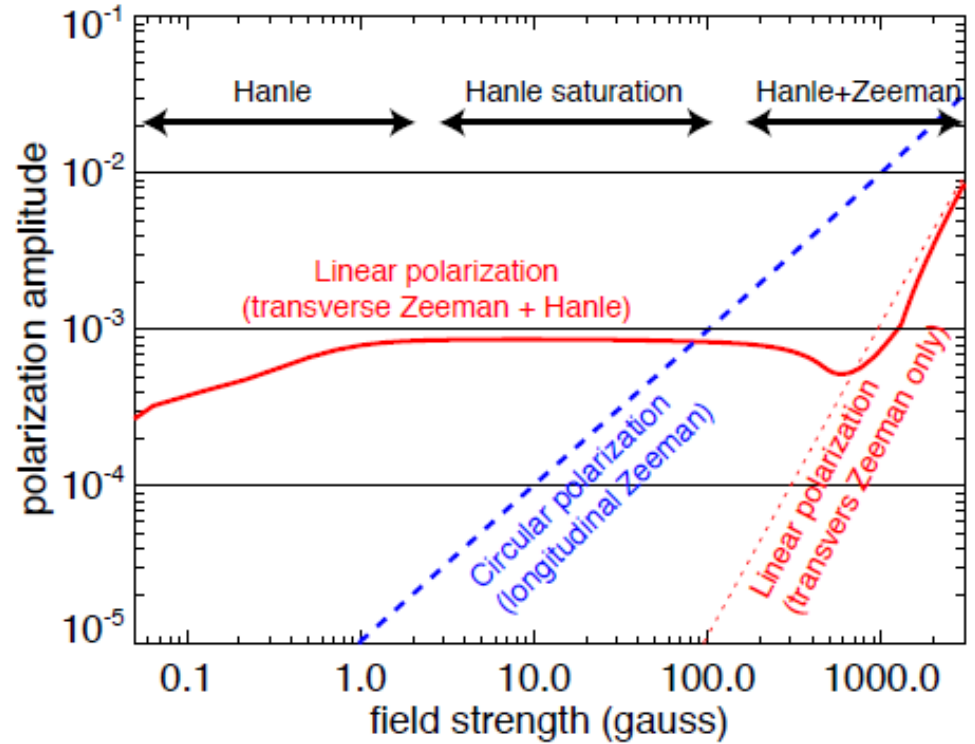
直線偏光



円偏光



Zeeman効果

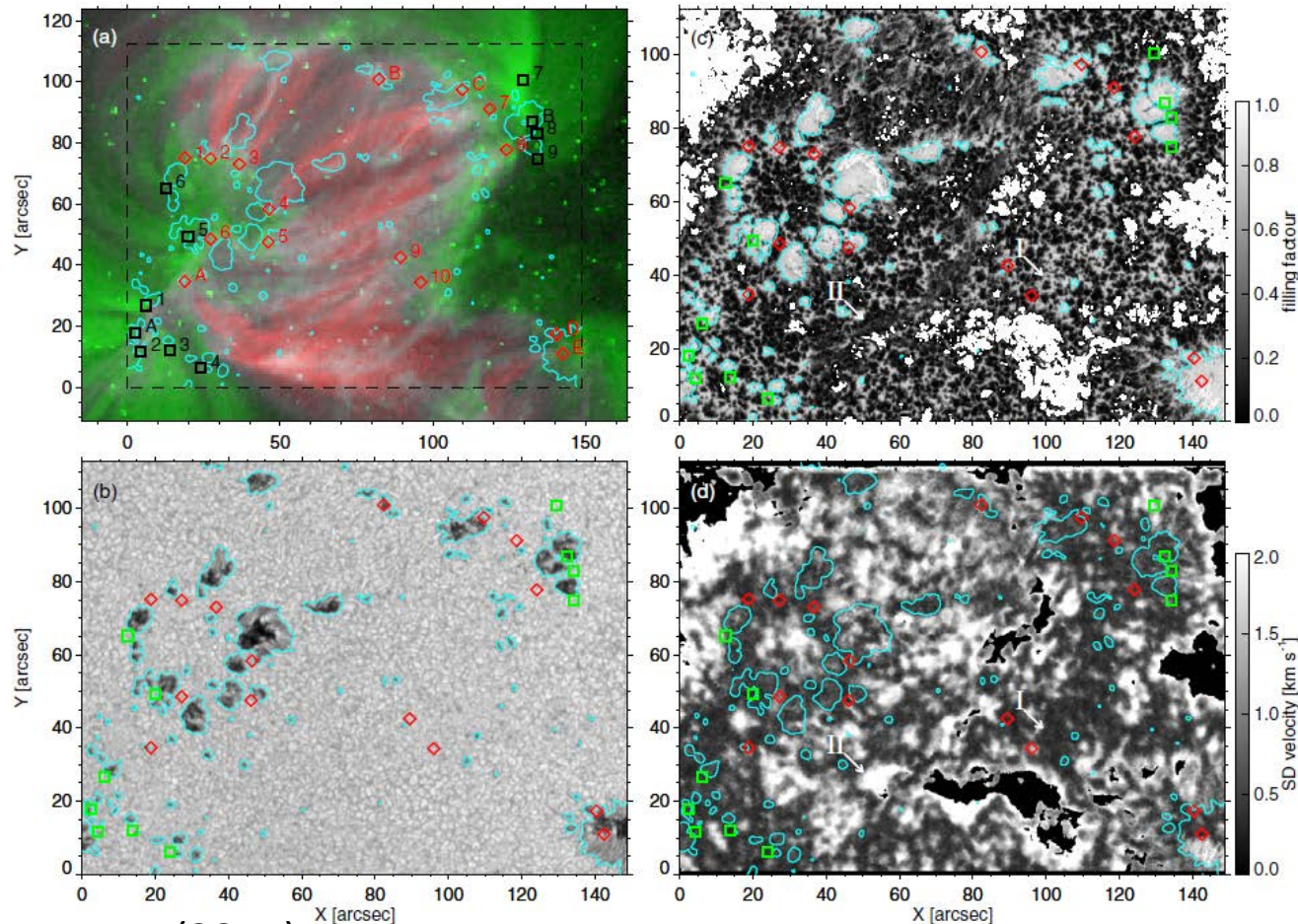


10⁻⁴程度にしかならない偏光度を精密に計測することで彩層ガス中の数ガウスの磁場を計測することが可能になる。

光球・彩層の微細磁束管

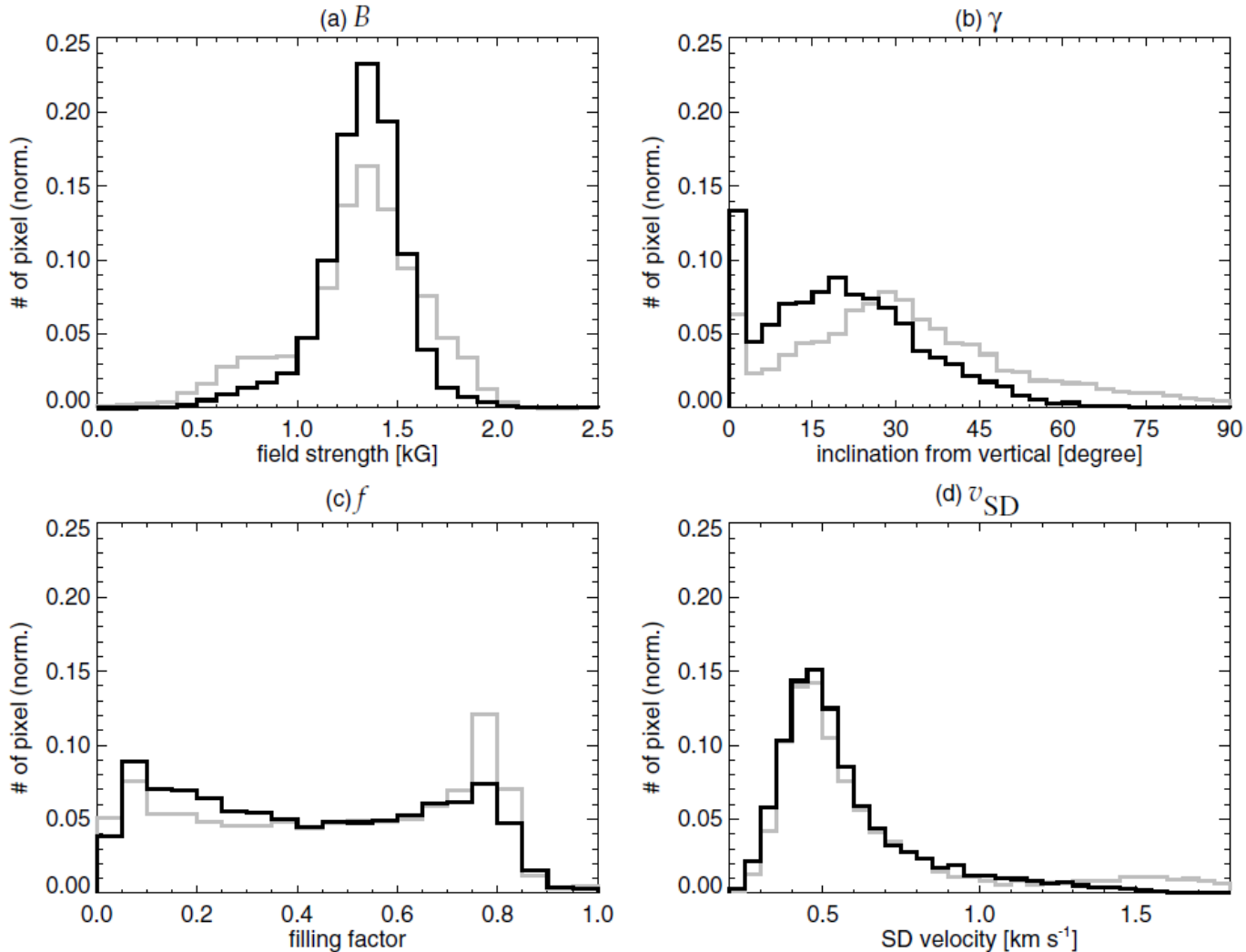
Coronal Loopの加熱機構:

Poytning flux (光球においてMaxwell応力に対してなされる仕事を計測)



光球・彩層の微細磁束管

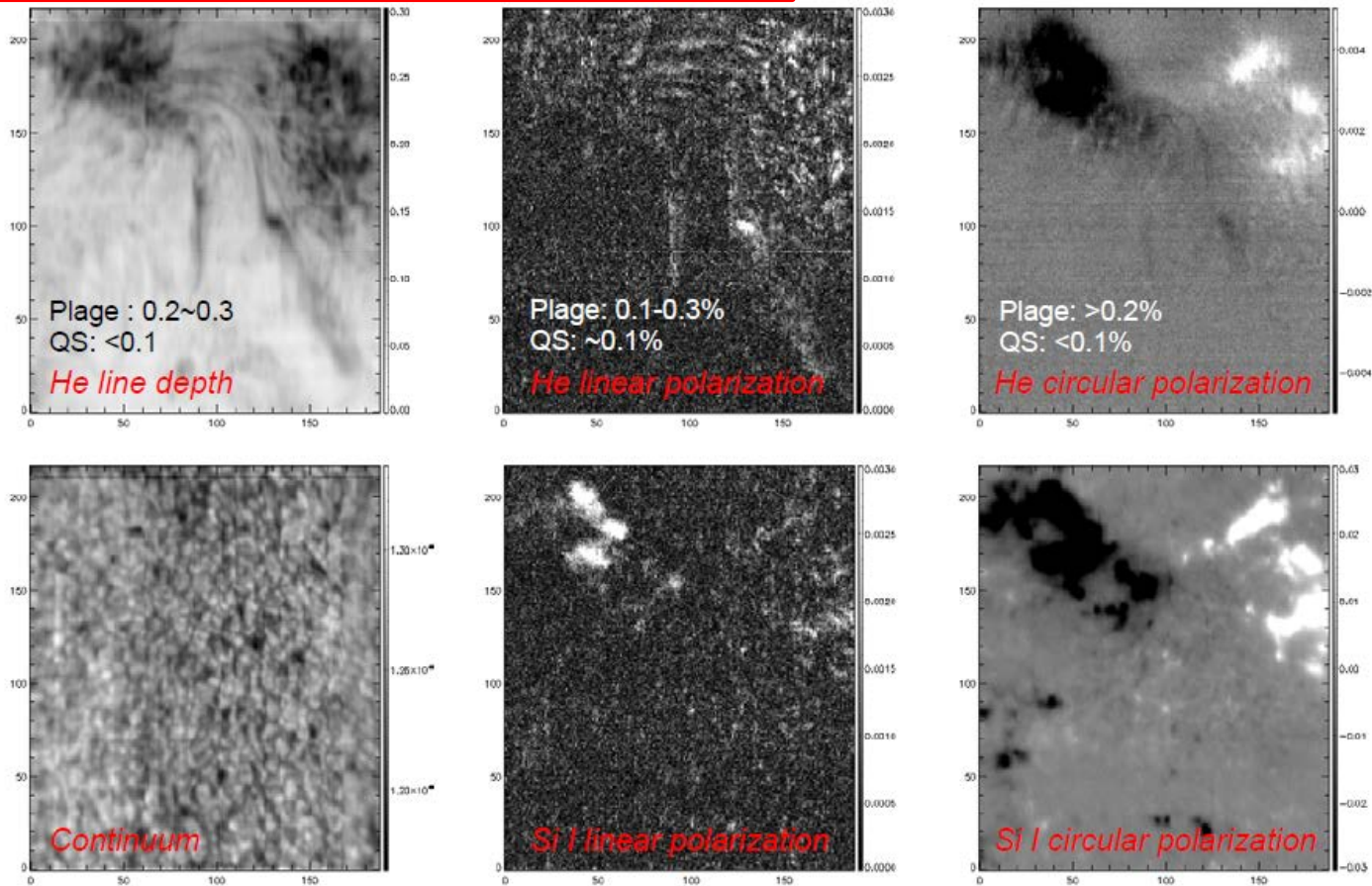
光球磁束管に顕著な差が見られないのであれば、上空での振る舞いに差があるのか？



光球・彩層の微細磁束管

Solar-C 会議@NAOJ 2011年11月 における
Katsukawa 資料より

望遠鏡:
空間分解能、時間分解能、スキャン



ここから、「磁場マップ」を導き出す

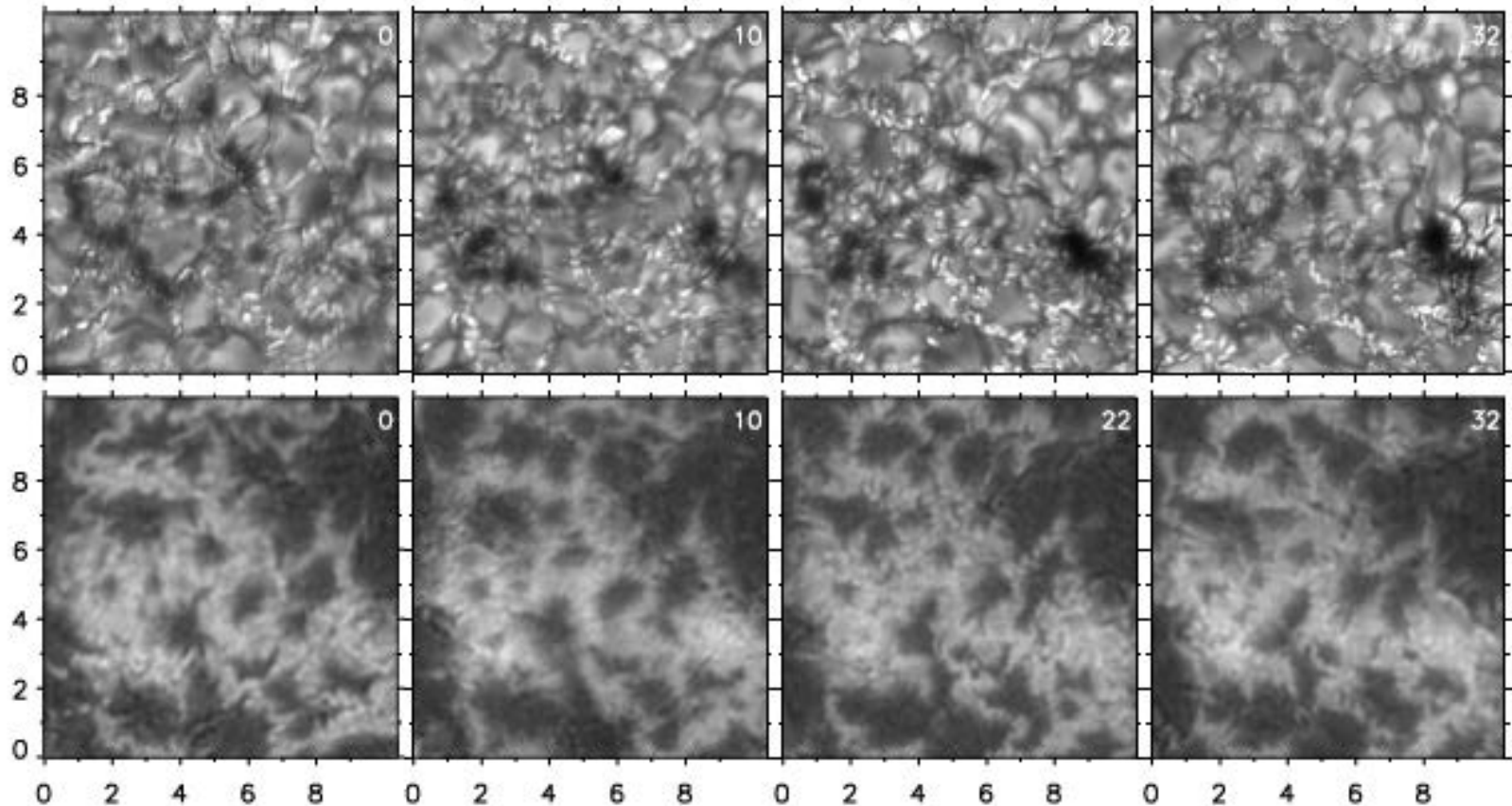
(Courtesy of R. Ishikawa) 15

光球・彩層の微細磁束管

Van der Voort et al. (2005)

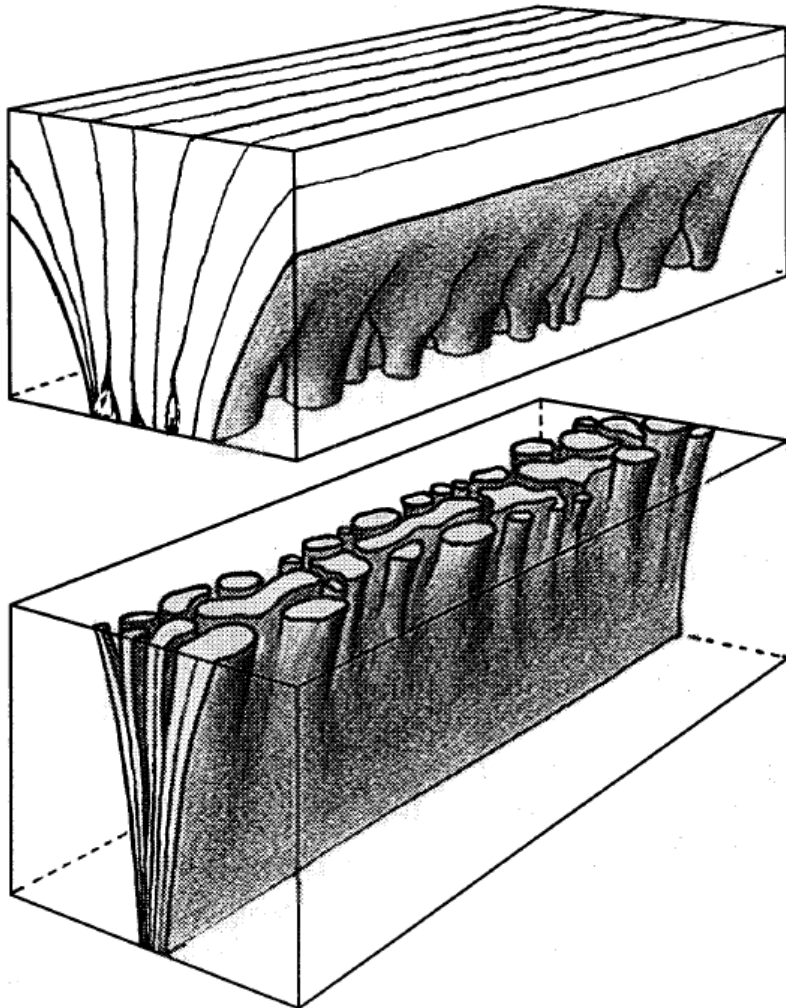
光球面での「磁気要素」の形態と変化

L.H.M. Roupe van der Voort et al.: Solar magnetic elements at 0.1 resolution. II.



光球・彩層の微細磁束管

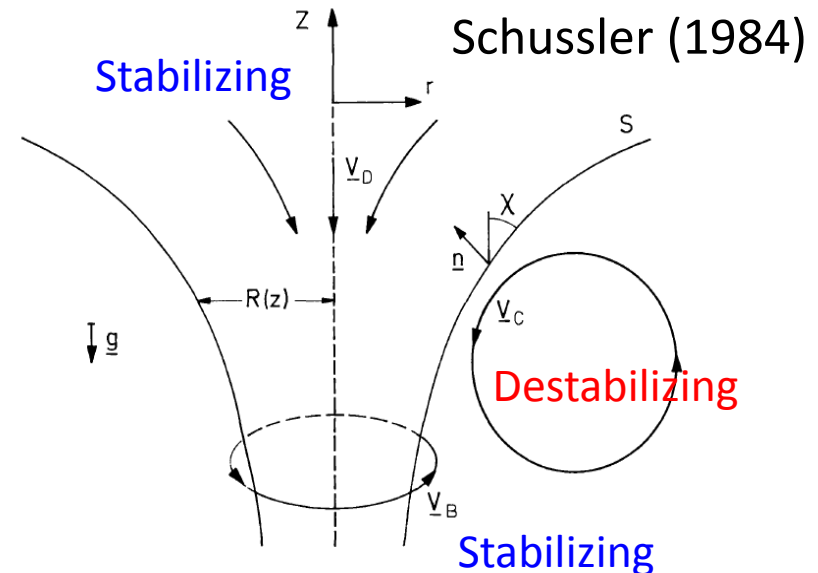
Bunte (1993)



「磁気要素」の変形

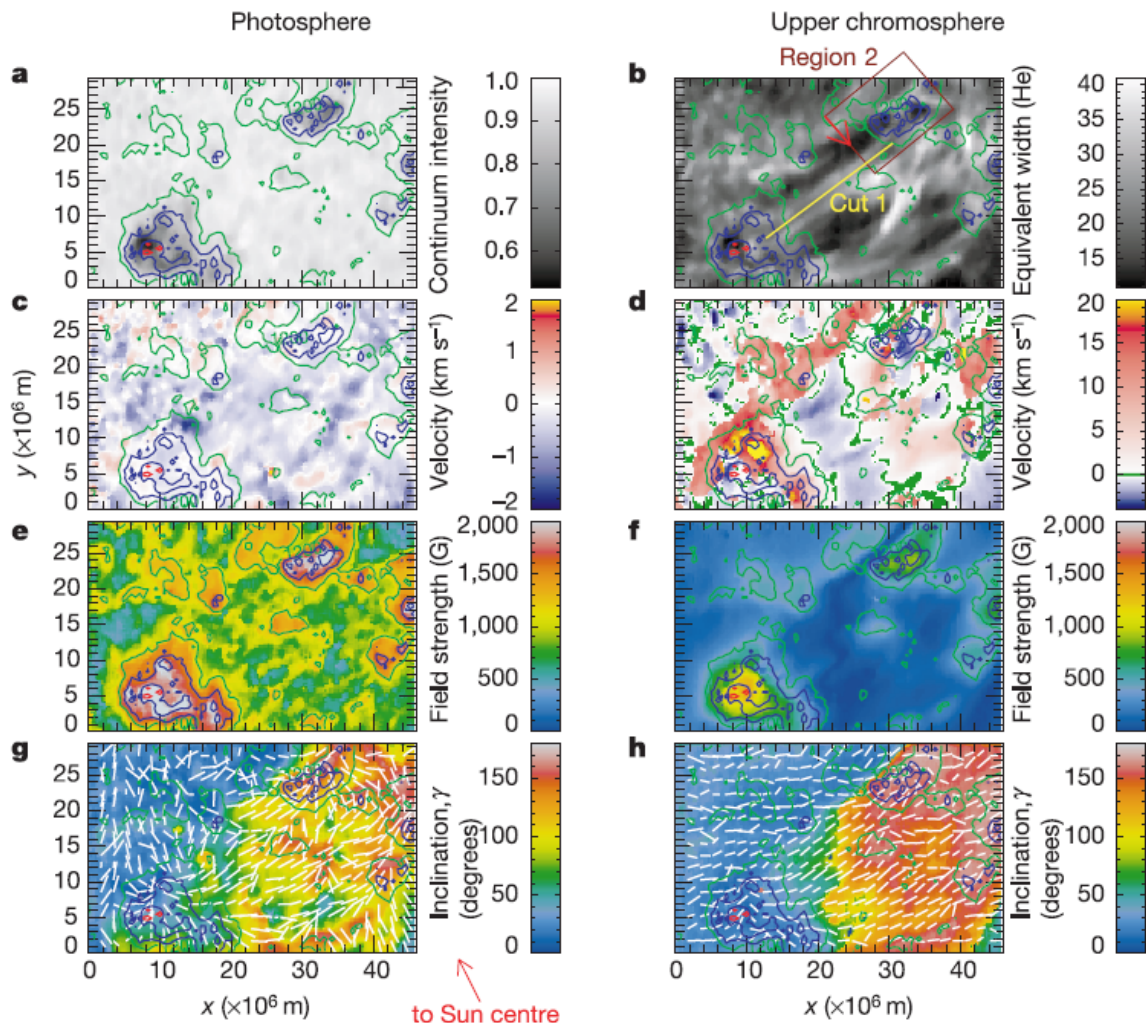
光球から上空に達する課程で、磁束管表面のInter change instabilityによる微細構造が発現

「彩層」微細構造の発現が、光球-コロナ構造の1:1対応の見えにくさをもたらす?



浮上磁場領域の3次元構造

Solanki et al. (2003) VTT TIPを用いた浮上磁場領域の3次元磁場構造の解析



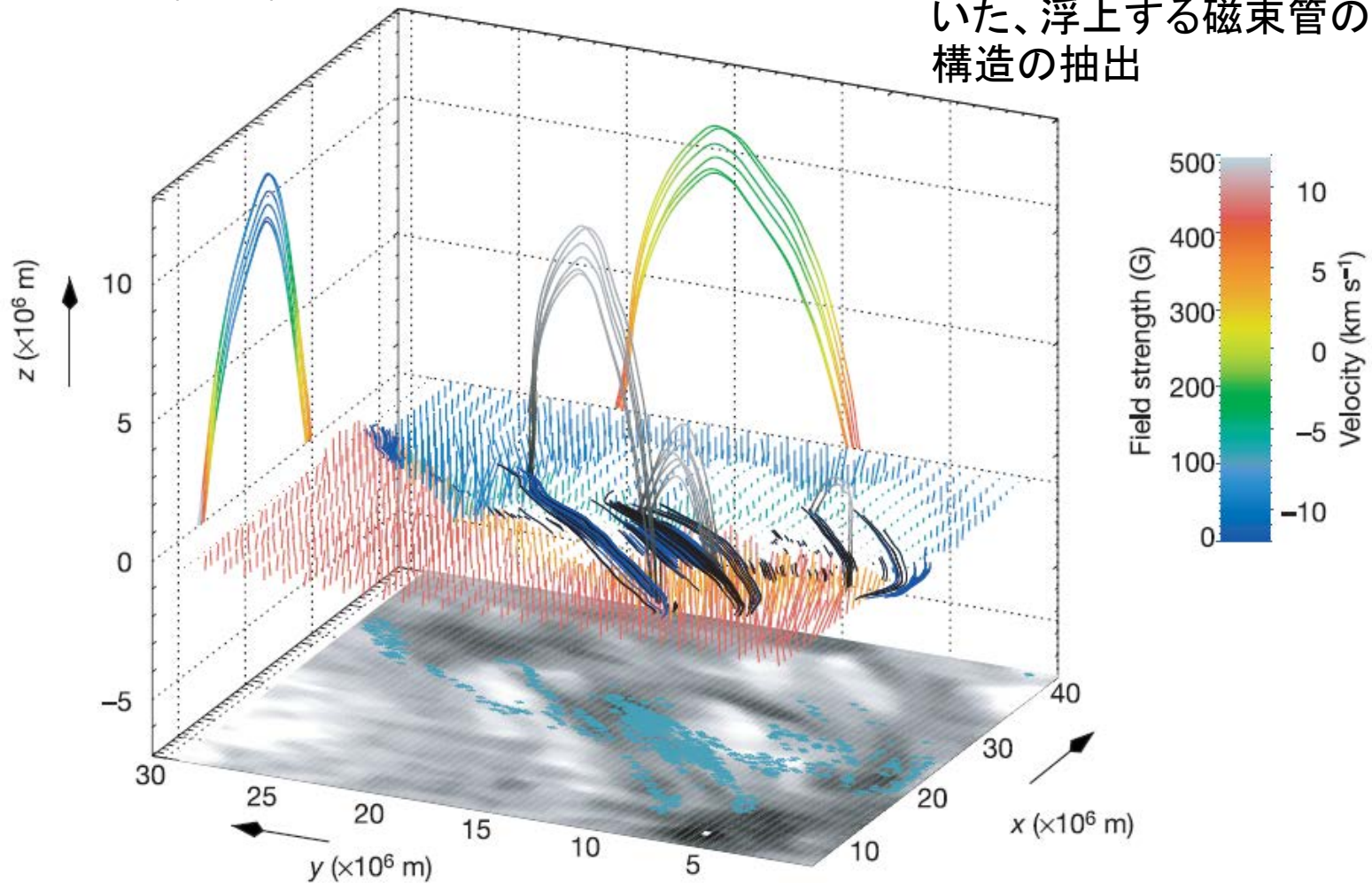
He I 10830 A \rightarrow 彩層
(Zeeman効果の評価)
Si I 10827 A \rightarrow 光球

の同時偏光分光観測

浮上磁場領域の3次元構造

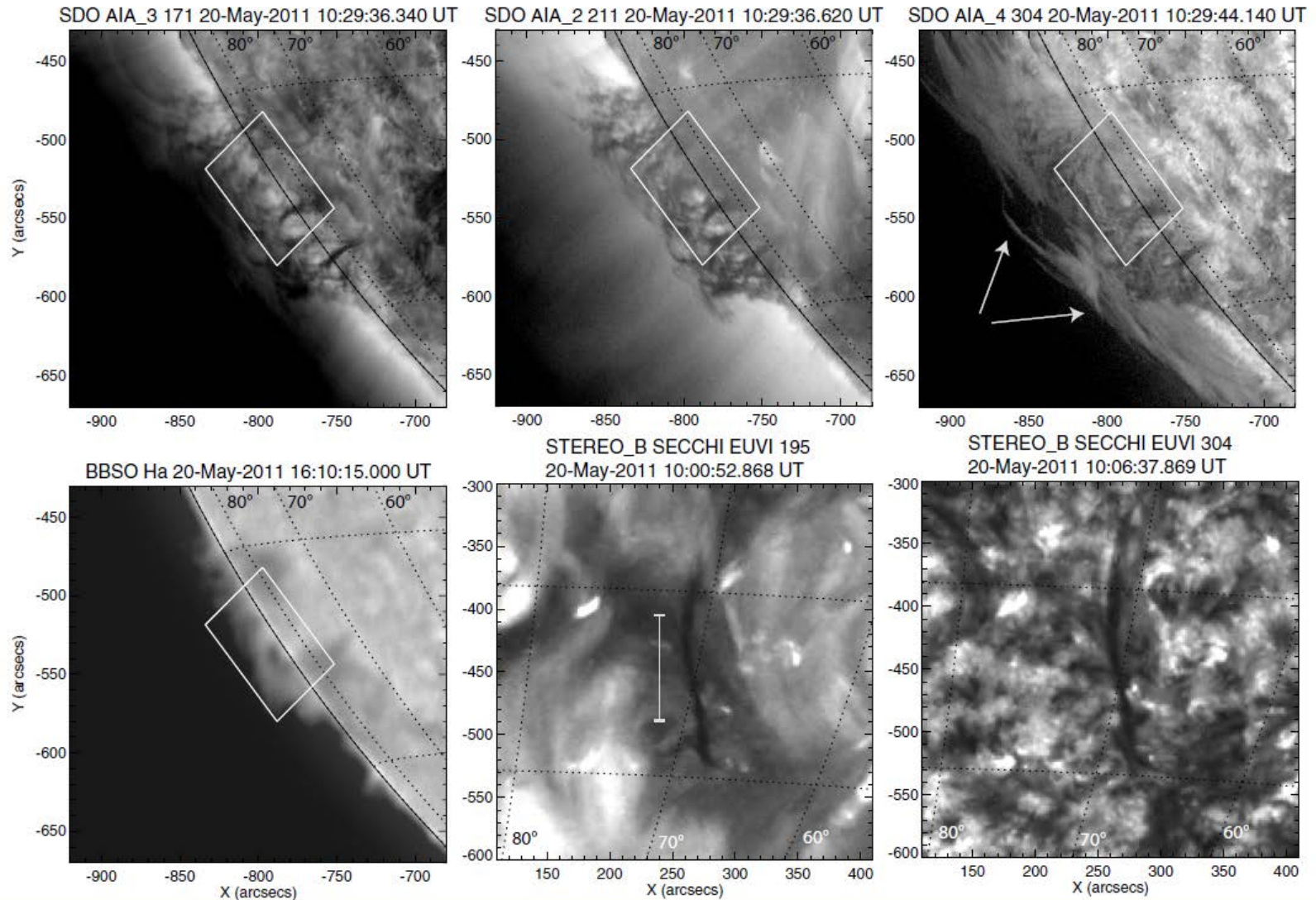
Solanki et al. (2003)

2層のベクトル磁場データを用いた、浮上する磁束管の3次元構造の抽出



プロミネンス磁場

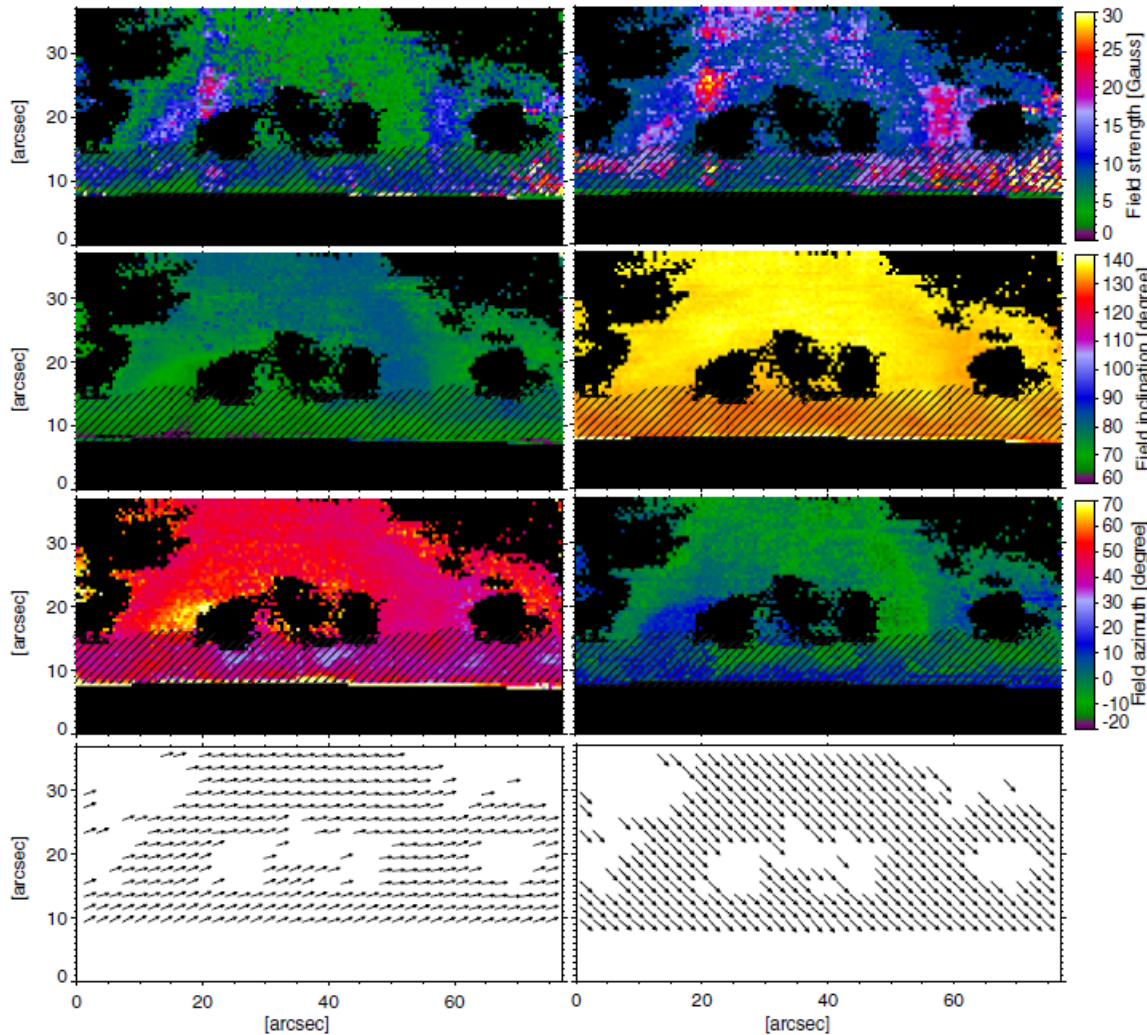
Orozco Suarez et al. (2014): VTT TIP II による He I 10830 A の偏光分光



プロミネンス磁場構造

Orozco Suarez et al. (2014)

D. Orozco Suárez et al.: The magnetic field vector configuration of a solar prominence



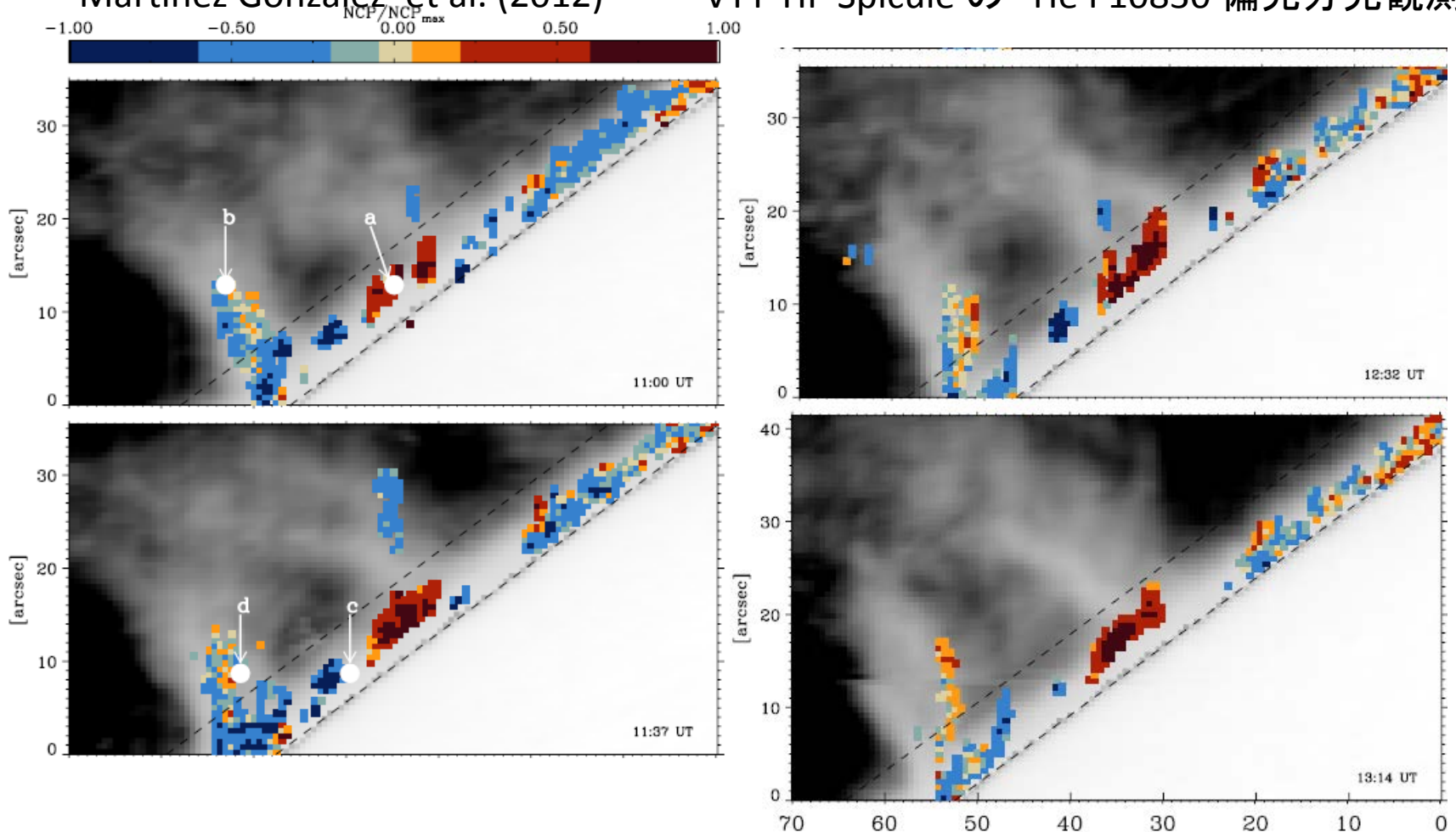
Quiescent prominence

スリットスキャン 1.5hの現
状では、prominence内部の
動的な振動・波動現象、不
安定性の成長過程の議論
は困難

Spiculeの磁場構造

Martinez Gonzalez, et al. (2012)

VTT TIP Spicule の He I 10830 偏光分光観測



現状の地上観測では、空間・時間分解能の制限は大きいですが、分解能以下の微細構造の兆候をプロファイルの計上から考察

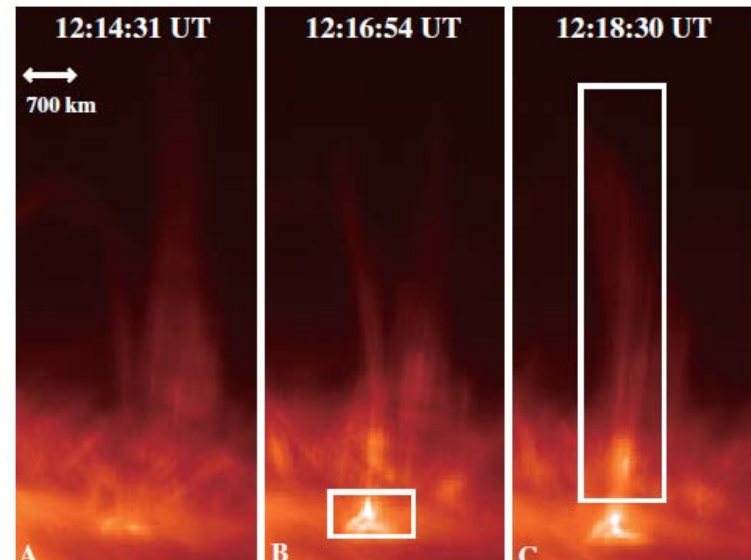
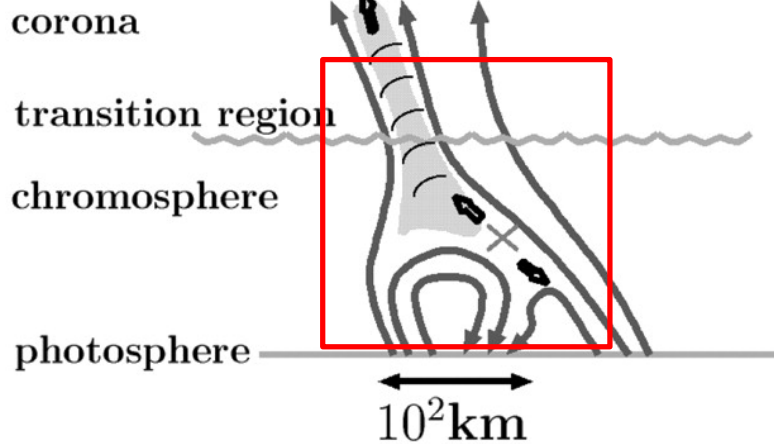
彩層での磁気リコネクション

浮上磁場と既存磁場の間での磁気リコネクション

Shibata et al. (2007), Katsukawa et al. (2007)は彩層ジェットは、Transient Horizontal Magnetic Field(Ishikawa et al. 2008)のFlux Emergenceが誘発するか

Singh et al. (2014)

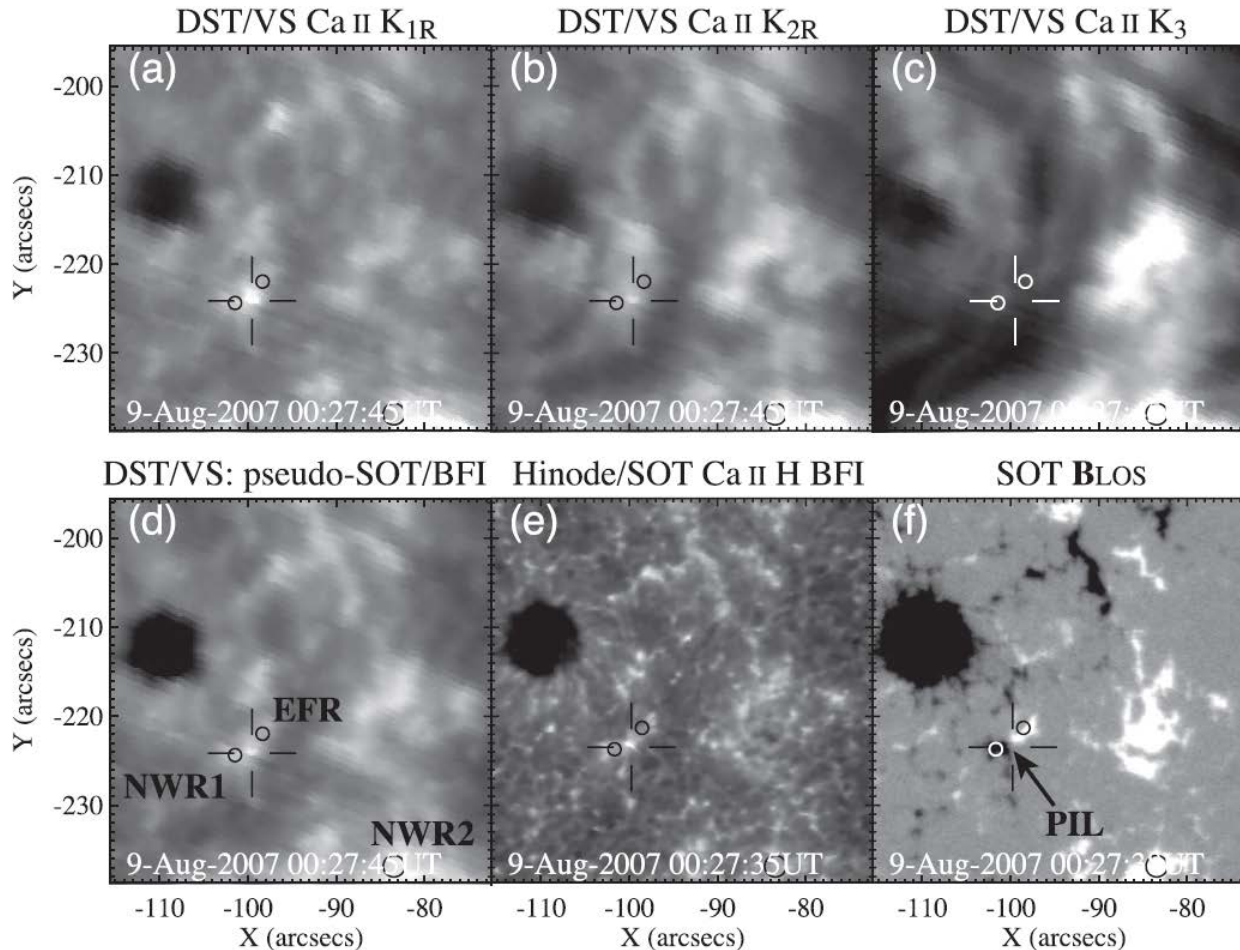
C Spicules Jets/Photospheric nanoflares (what?)



視線垂直面内に磁気ループがあるような観測で、浮上磁場と既存磁場を捉えるような観測が必要となるが、現存装置の分解のでは実現できない。

彩層での磁気リコネクション

Domeless Solar Telescopeを用いたCa II H/Kの分光観測



Ca II K: K3ではジェットは観測されておらず、磁気リコネクションの観点からは「彩層底部」の磁場観測が求められる。

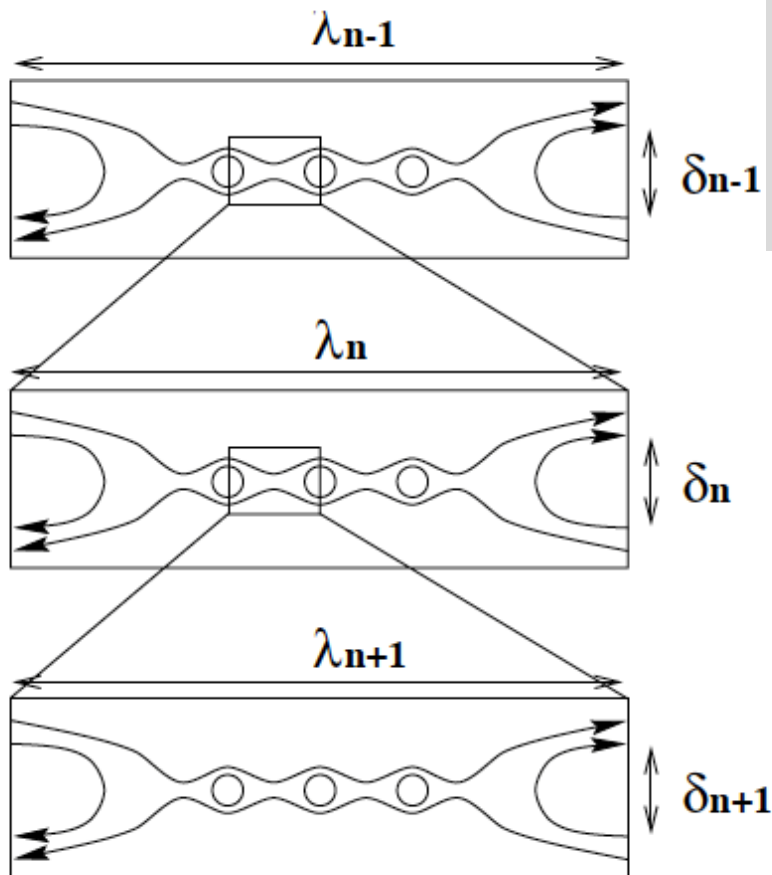
形成層の異なる吸収線の同時偏光分光観測を実現する工夫が必要

Morita et al. (2008)

彩層での磁気リコネクション

部分電離プラズマにおける高速磁気リコネクションの解明

Shibata & Tanuma (2001)



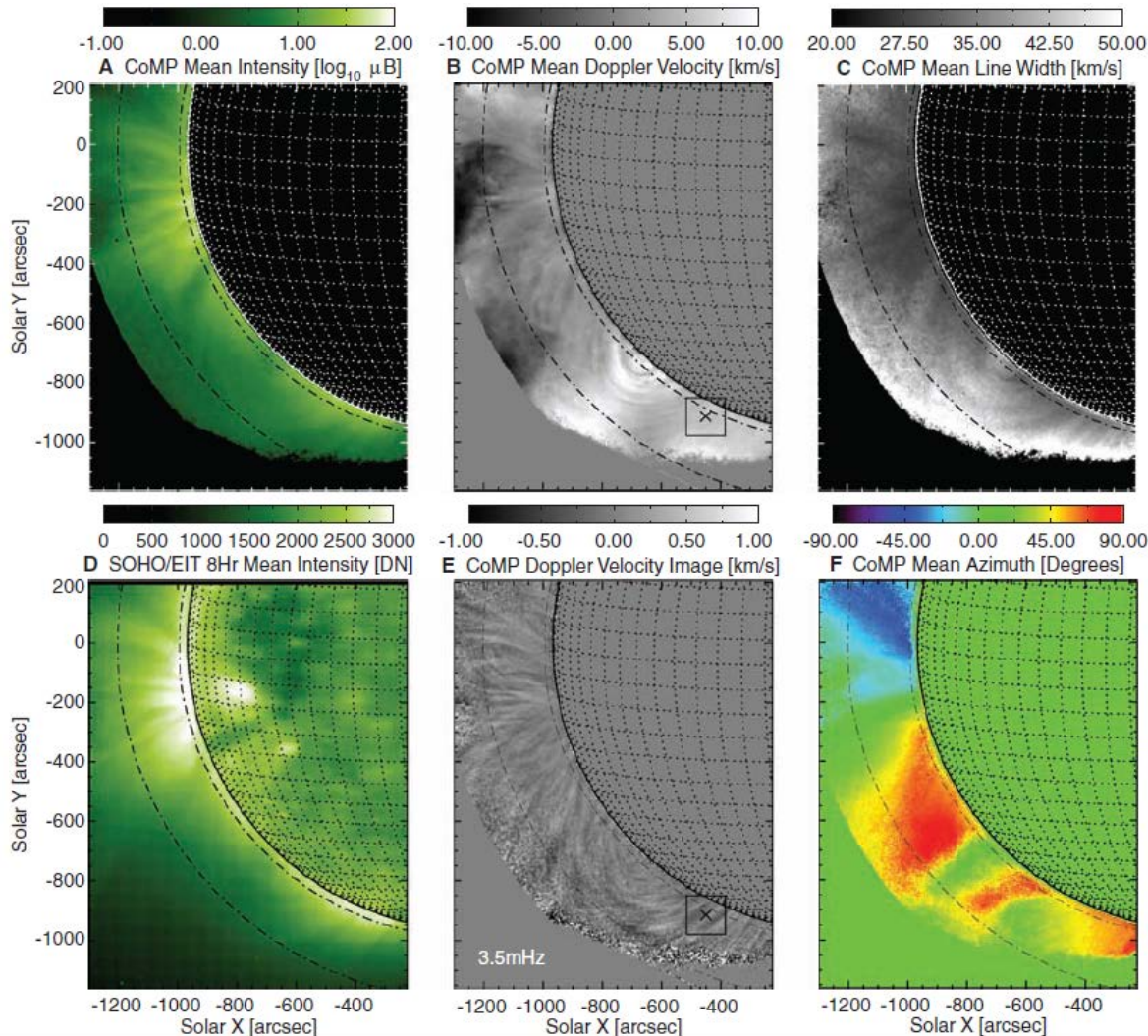
1. Ambipolar diffusionによる薄い電流シート形成
2. 電流密度上昇による抵抗性散逸の促進
3. tearing mode不安定性の発現により高速磁気リコネクションへと至る。

誘導方程式から電流シートの大きさを見積もると、1-10 km
Alfven時間スケールは
0.1-1 sec

特徴スケールのない乱流構造となると、
データ解析の切り口はどうか？

Alfven波の伝搬と散逸

Tomczyk et al. (2007)



CoMP:

Fe XIII 10747Aコロナグラフ

Alfven波の伝搬は確認できるが、エネルギー密度はコロナ加熱には2桁不足するのは、分解能不足か？

コロナ波動と、Okamoto & De Pontieu (2011)の Spiculeを伝搬するAlfven波の関係は？

Alfven波の伝搬と散逸

Matsumoto & Suzuki (2012):

内部構造の発現は、光球で与える揺動のサイズに依存するならば、「磁束管」内部構造の観測と、コロナの「要素」の対応、SUVITとEUVST/XITの連携の具体的検討

