

SUVIT彩層磁場測定精度とサイエンス

スペース太陽物理学の将来展望

2014月21日 JAXA宇宙科学研究所

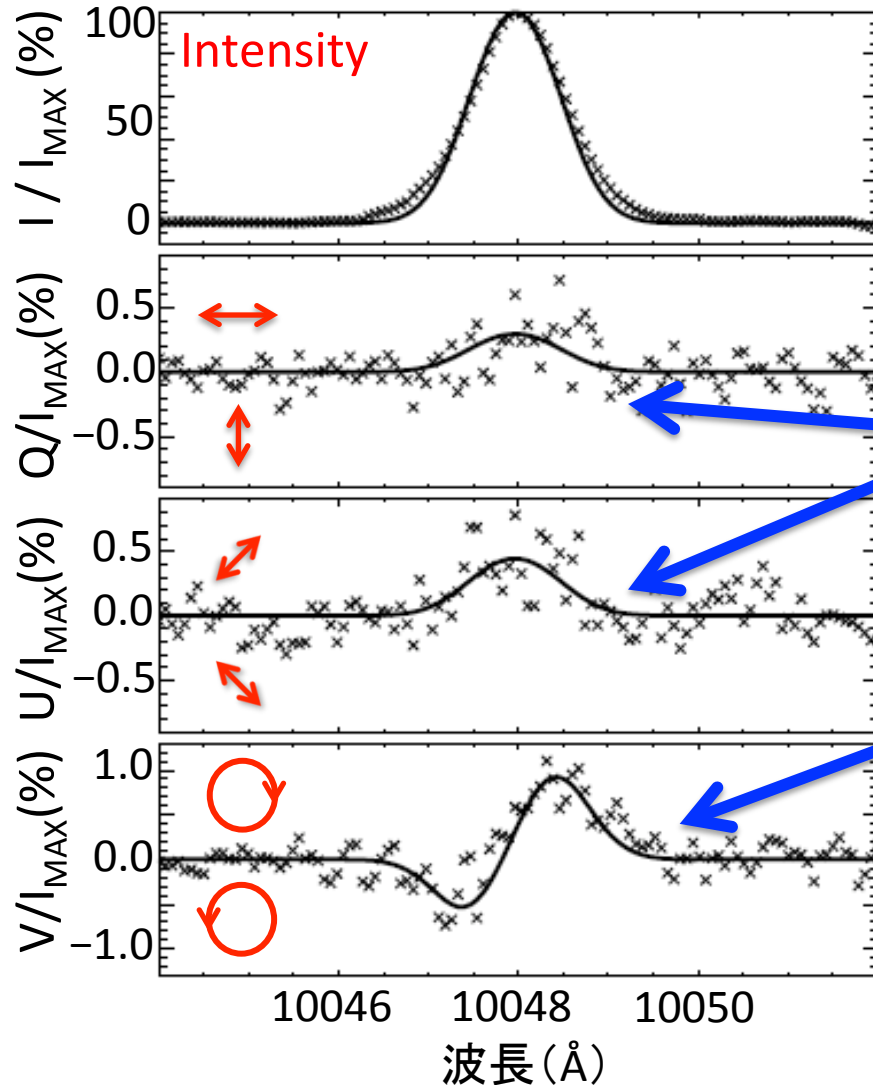
阿南徹¹、永田伸一¹、勝川行雄²、石川遼子²、
久保雅仁²、一本潔¹、花岡庸一郎²

1: 京都大学 2: 国立天文台

目的

- 「既存のインバージョン手法で、Solar-C/SUVITは、どのくらいの精度で、**彩層の磁場**を測定できるのか」を提示する
- 代表的なサイエンスタargetについてどのような磁場測定が可能か紹介する
- SUVITを使ったサイエンスの検討に利用してもらう

彩層磁場の測定



偏光スペクトルから磁場などの物理量を導出(インバージョン)

散乱偏光 : 輻射場
ハンレ効果 : 磁場
ゼーマン効果 : 視線垂直磁場

ゼーマン効果 : 視線方向磁場

偏光測定誤差 (N/S) $\sim 2 \times 10^{-3}$

* SUVITの観測するスペクトル線と違います

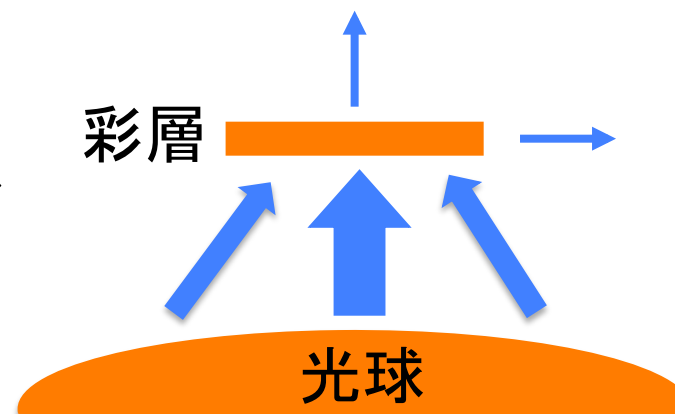
SUVITが観測するスペクトル線を用いた 彩層磁場測定手法

手法	スペクトル線	大気モデル
HAZEL (Asensio Ramos et al. 2008)	He I 10830Å	スラブ
López Ariste & Casini 2002	任意	スラブ
NICOLE (Socas-Navarro et al. 2014) * ハンレ効果は無し	Ca II 8542Å	3次元大気

} ほぼ同じ誤差

スラブ大気モデル

- 視線方向に物理量の変化無し
- 太陽面からの高さ
と光学的厚さがパラメータ



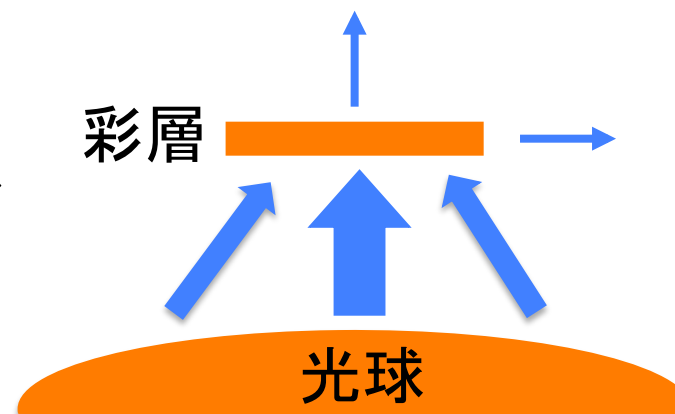
SUVITが観測するスペクトル線を用いた 彩層磁場測定手法

手法	スペクトル線	大気モデル
HAZEL (Asensio Ramos et al. 2008)	He I 10830Å	スラブ
López Ariste & Casini 2002	任意	スラブ
NICOLE (Socas-Navarro et al. 2014) * ハンレ効果は無し	Ca II 8542Å	3次元大気

} ほぼ同じ誤差

スラブ大気モデル

- 視線方向に物理量の変化無し
- 太陽面からの高さ
と光学的厚さがパラメータ



スラブ大気モデル

- 理想は物理量分布のある3次元大気モデルだが、、
- He I 10830Å
 - 「彩層上層にあるスラブ」モデルでOK
 - <= コロナからのUV放射による励起が必要
中性でいられる温度
- Ca II 8542Å
 - リムの現象ならスラブモデルOK
 - プロミネンス、リムスピキュールなど視線方向の重なりが無く
光学的に薄い現象
 - それ以外は理想的な大気モデル

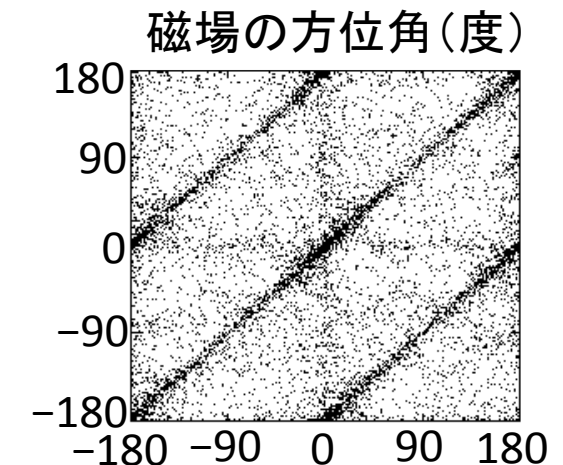
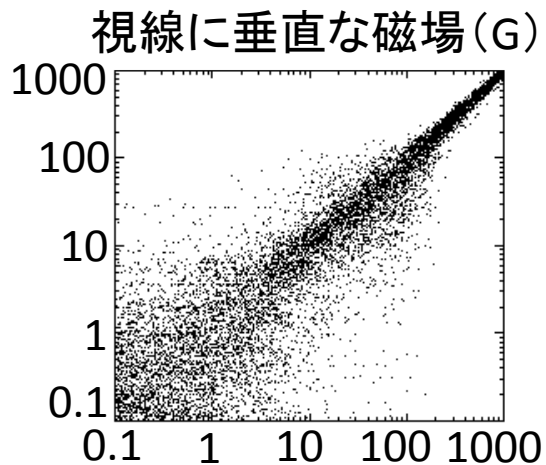
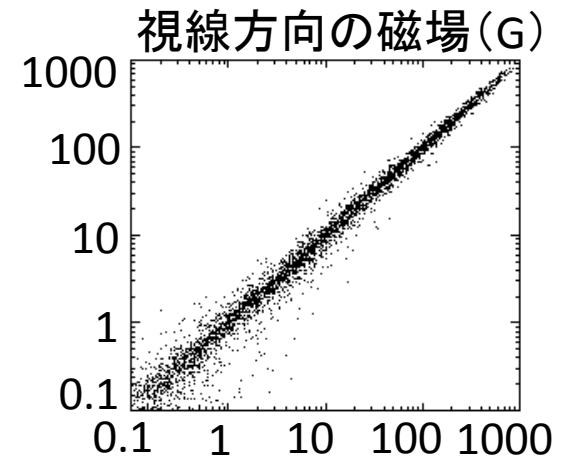
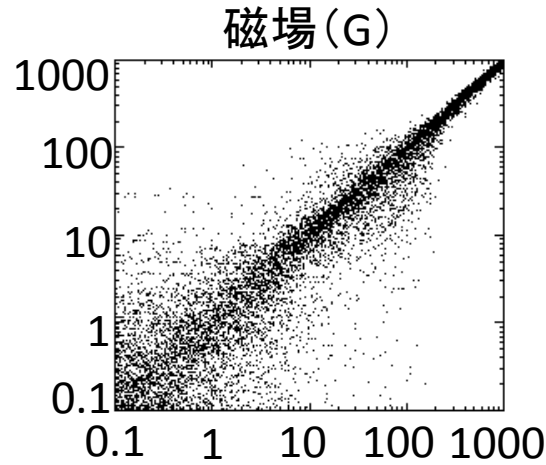
スラブモデルを適用できる条件で
インバージョン誤差を導出

磁場測定誤差

López Ariste & Casini 2002

Ca II 8542Å
リム
スラブ大気
偏光測定精度

$$N/S = 10^{-4}$$



横軸: 答え 縦軸: インバージョン結果

磁場測定誤差

López Ariste & Casini 2002

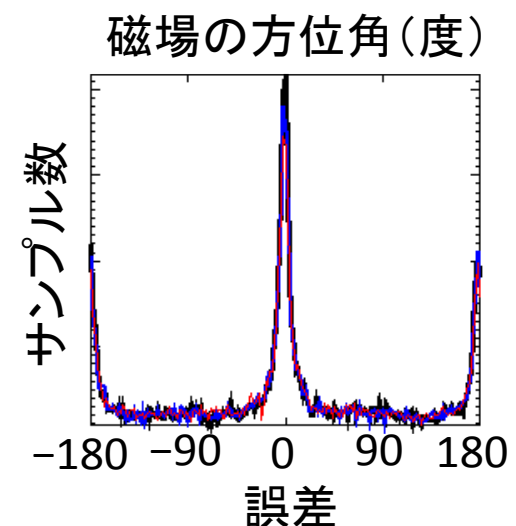
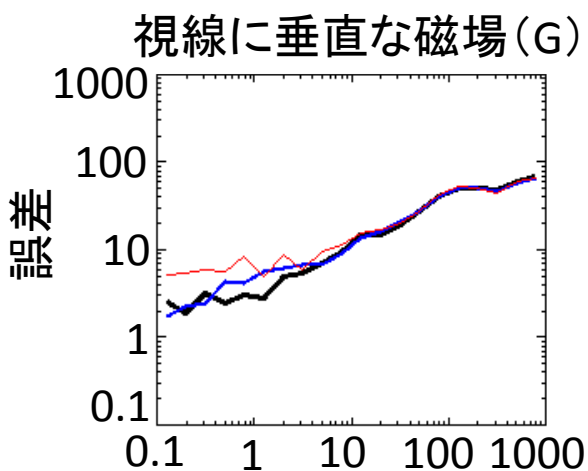
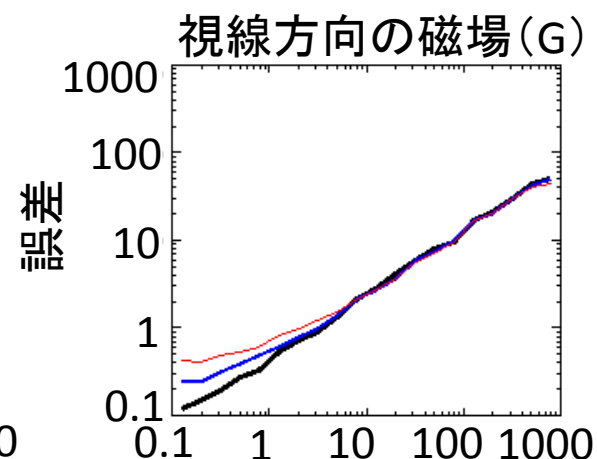
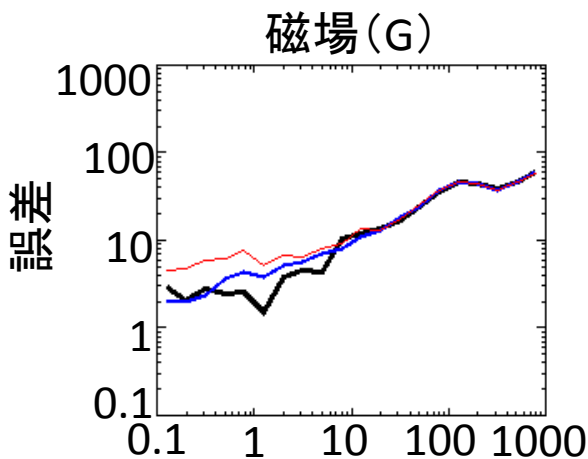
Ca II 8542Å
リム
スラブ大気

偏光測定精度

$$1 \times 10^{-3}$$

$$5 \times 10^{-4}$$

$$1 \times 10^{-4}$$



左上下、右上の横軸: 答え

磁場測定誤差

López Ariste & Casini 2002

He I 10830Å

リム

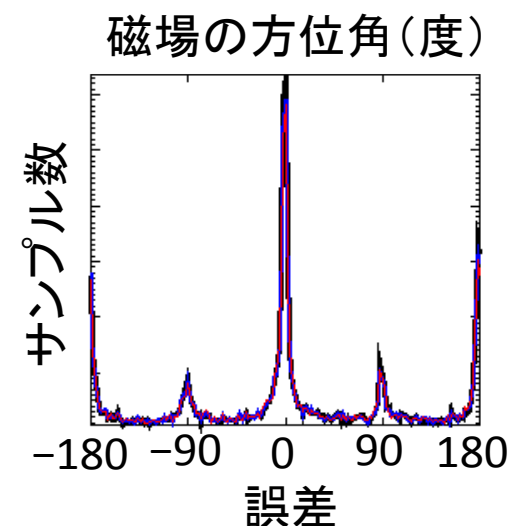
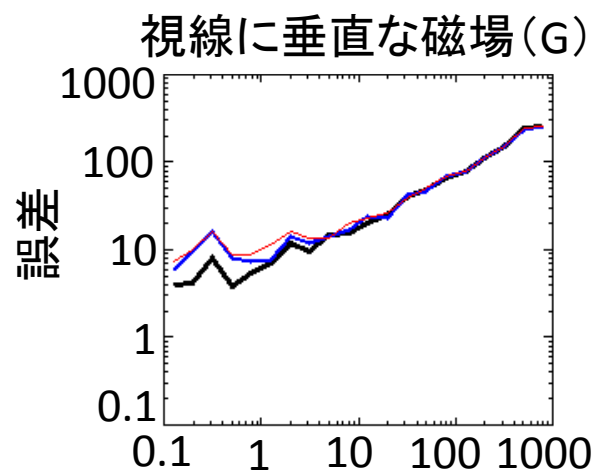
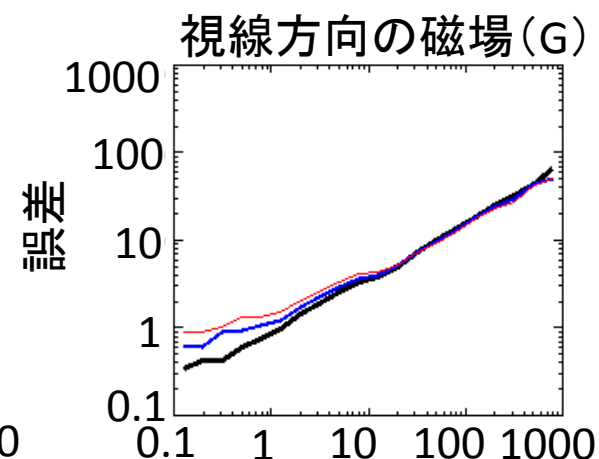
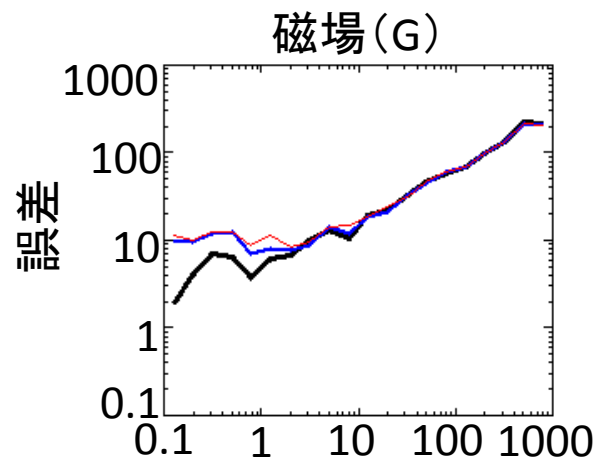
スラブ大気

偏光測定精度

$$1 \times 10^{-3}$$

$$5 \times 10^{-4}$$

$$1 \times 10^{-4}$$



左上下、右上の横軸: 答え

磁場測定誤差

López Ariste & Casini 2002

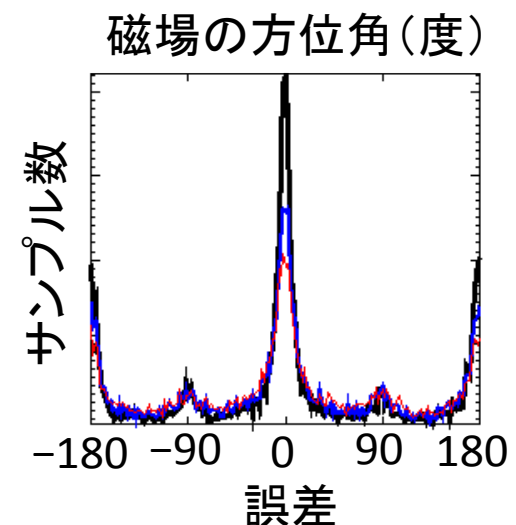
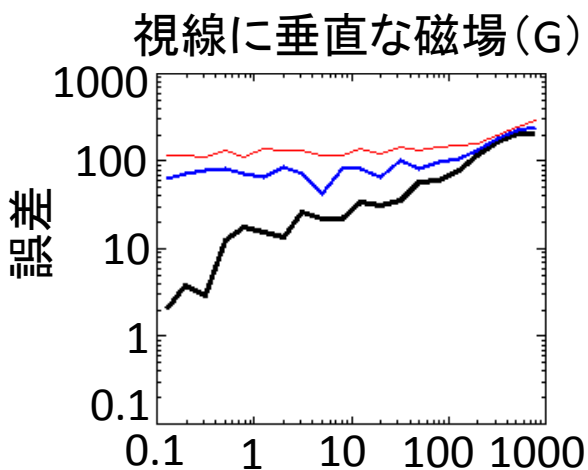
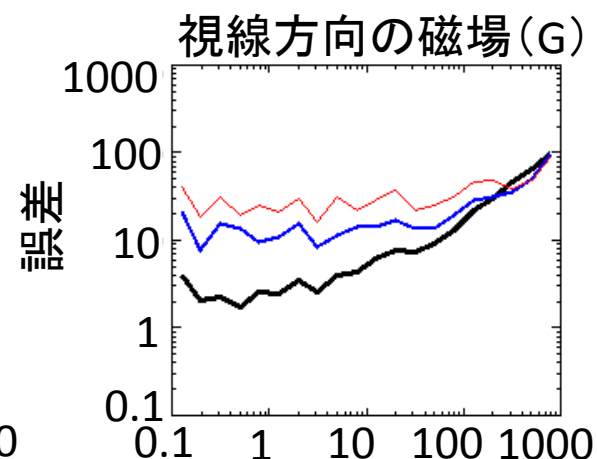
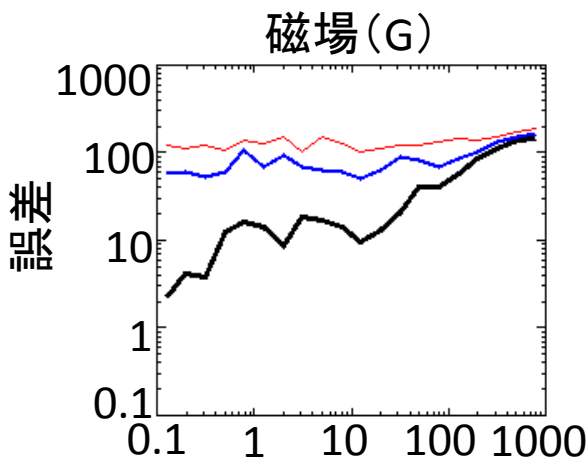
He I 10830Å
太陽面中心
スラブ大気

偏光測定精度

$$1 \times 10^{-3}$$

$$5 \times 10^{-4}$$

$$1 \times 10^{-4}$$



左上下、右上の横軸: 答え

サイエンスと彩層磁場測定

活動領域 ベクトル磁場マップ時間変化

空間分解能: 0.1秒角

スキャン時間 ~ 60分

He I 10830Å

太陽面中心

=> 偏光測定精度: 3×10^{-3}

López Ariste & Casini 2002

磁場強度 ~ 500G

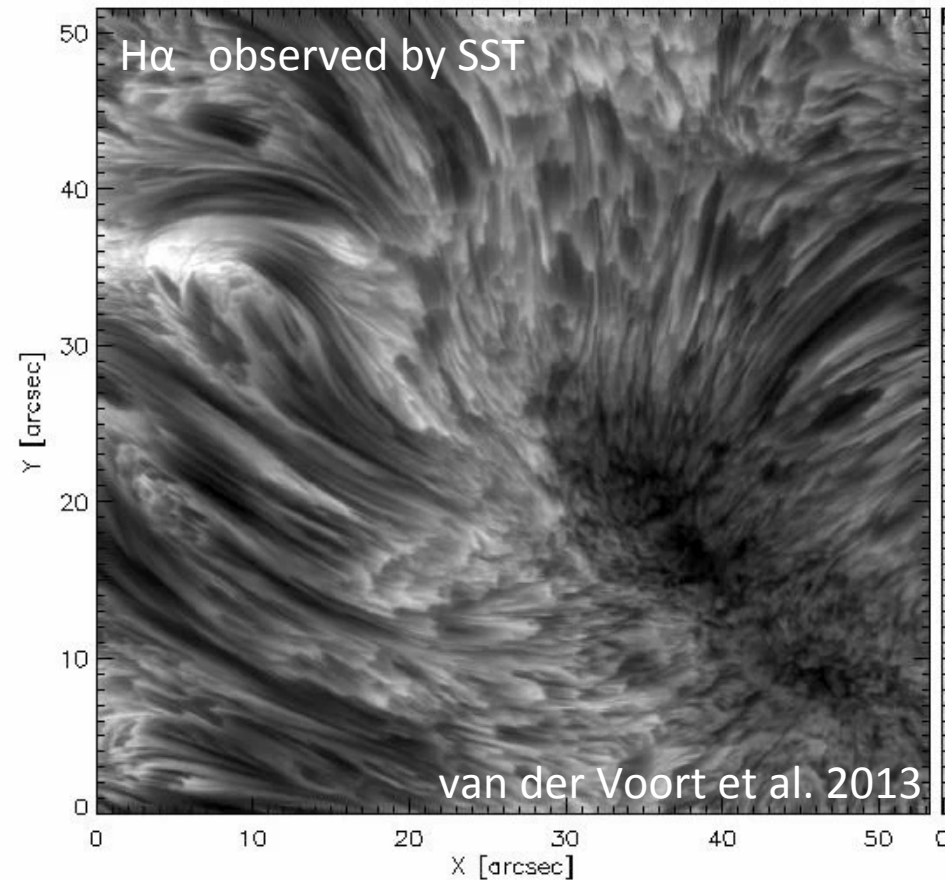
垂直磁場の誤差 ~ 50G

水平磁場の誤差 ~ 100G

磁場方位角の誤差 ~ 25°

(* 180°、90°不定性あり)

* インバージョン手法にも依存する



このようなムービーはとれません

サイエンスと彩層磁場測定

静穏領域 ベクトル磁場マップ時間変化

空間分解能: 0.1秒角

スキャン時間~60分

He I 10830Å

太陽面中心

=> 偏光測定精度: 1×10^{-4}

López Ariste & Casini 2002

磁場強度~50G

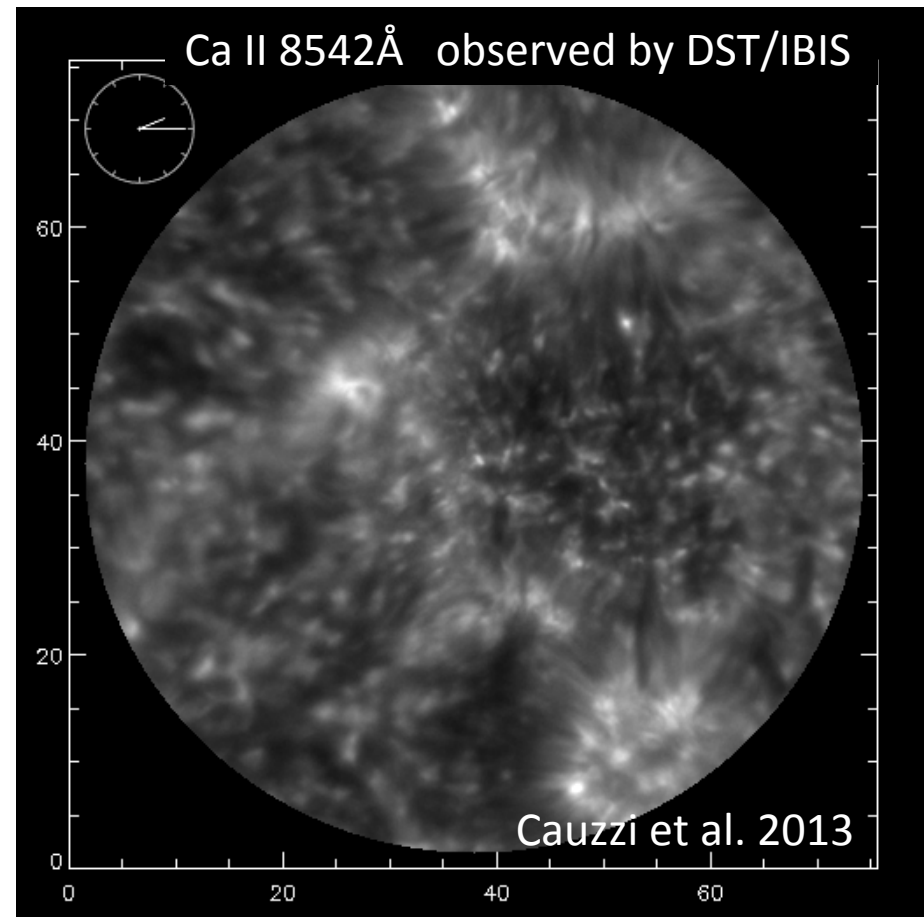
垂直磁場の誤差~7 G

水平磁場の誤差~30 G

磁場方位角の誤差~25°

(* 180°、90°不定性あり)

* インバージョン手法にも依存する



このようなムービーはとれません

面分光
固定観測

サイエンスと彩層磁場測定 スピキュールの磁場測定

スローモード

磁場強度の変化として測定
磁場強度の誤差 $\sim 7^\circ$

ねじれアルフベン波

太陽面を観測
磁場方位角の変化として観測
磁場方位角の誤差 $\sim 25^\circ$

反平行リコネクション

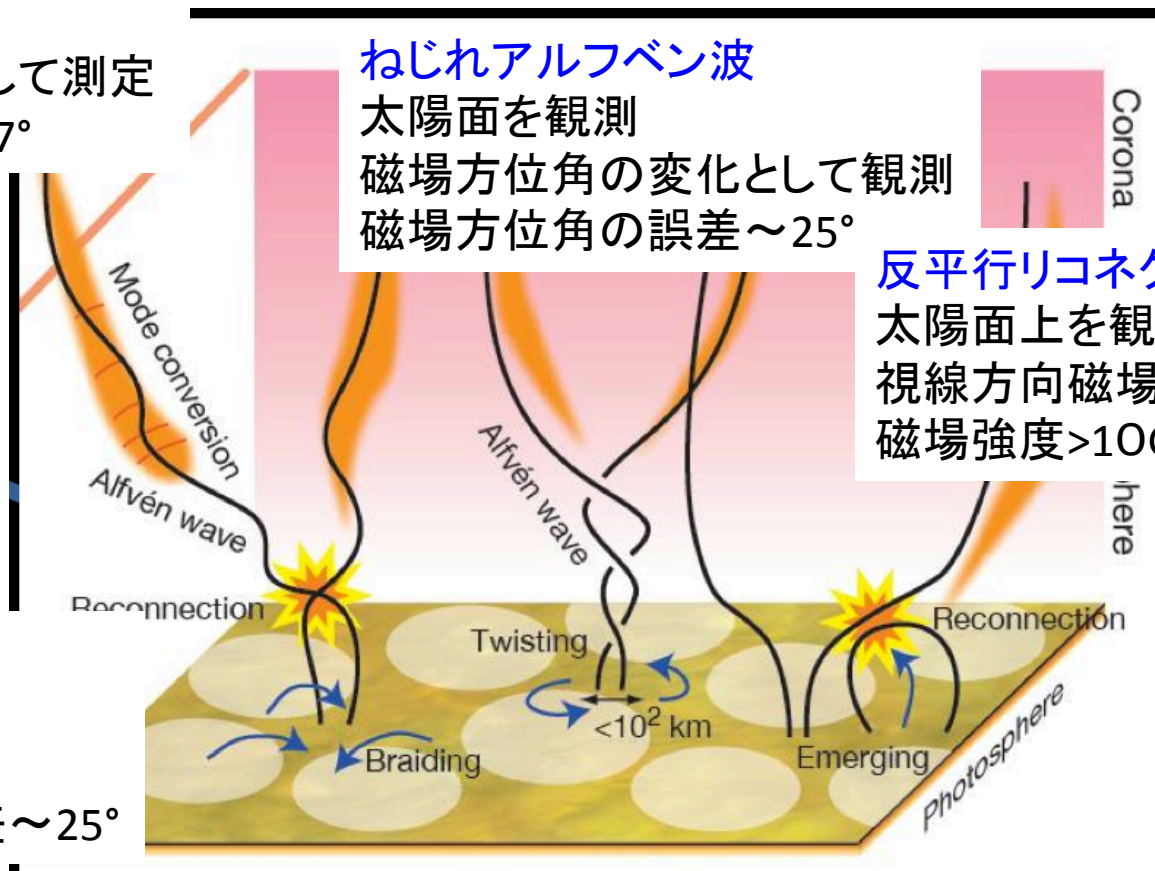
太陽面上を観測
視線方向磁場の符号で判定
磁場強度 $> 10\text{G}$ あればOK

部分リコネクション

アルフベン波

リムを観測

磁場方位角の誤差 $\sim 25^\circ$



- 要求空間分解能: 0.1 秒角 \leq スピキュールの幅 (数 100km)
 - 要求時間分解能: 10 秒 \leq スピキュールの寿命 (50 秒 - 10 分)
- => 偏光測定精度: 10^4 (He I 10830\AA 、太陽面)、 3×10^3 (Ca II 8542\AA 、リム)

スリット
固定観測

サイエンスと彩層磁場測定 波

空間分解能: 0.1秒角

時間分解能: 10 秒

太陽面で観測し、水平磁場強度
の変化 ($\pm 10\text{G}$) として計測

He I 10830Å、太陽面中心

=> 偏光測定精度: 1×10^{-4}

=> 水平磁場の誤差 $\sim 20\text{G}$

リムを観測し、磁場の方位角の
変化 ($\pm 6^\circ$)、水平磁場強度の
変化 ($\pm 10\text{G}$) として計測

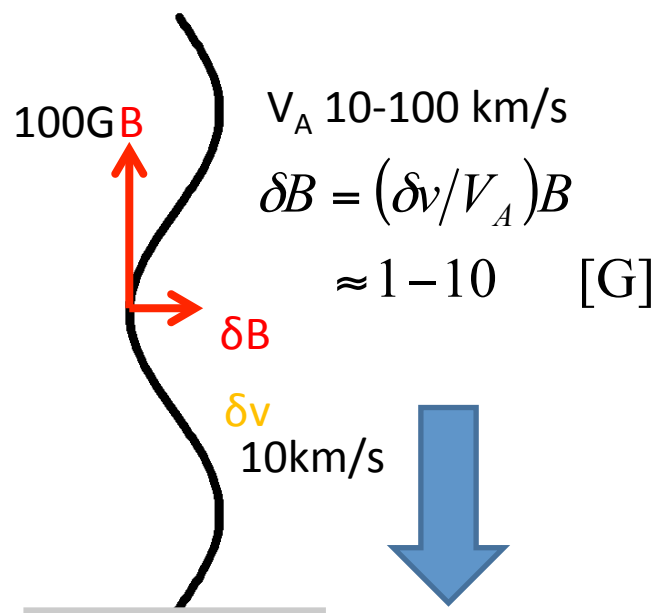
Ca II 8542Å、リム

=> 偏光測定精度: 3×10^{-3}

=> 磁場方位角の誤差 $\sim 25^\circ$

=> 水平磁場の誤差 $\sim 10\text{G}$

磁束管に沿った、磁場、速度の
ベクトルの計測

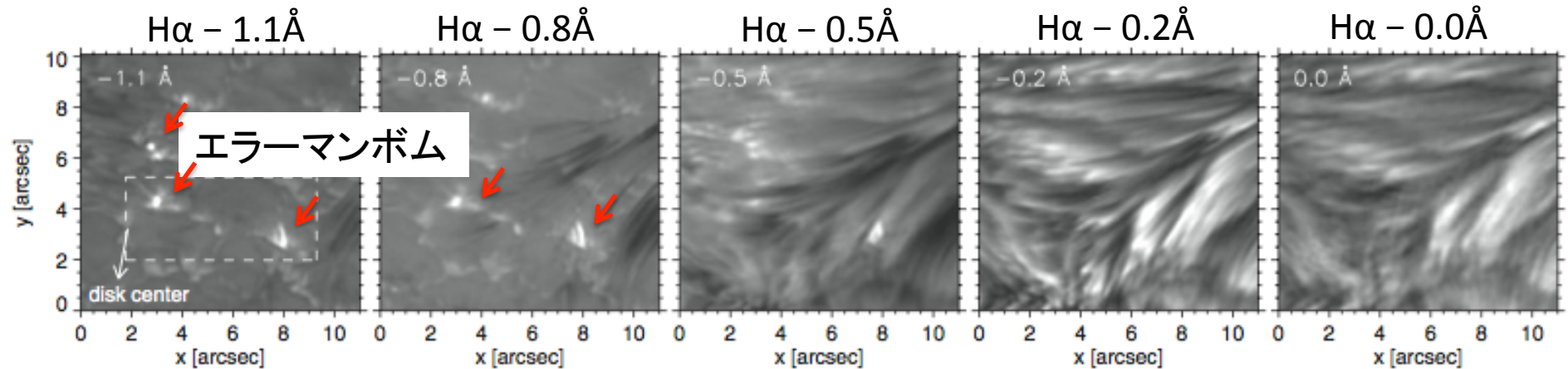


継続時間200-300sを分解して計測

ぎりぎり

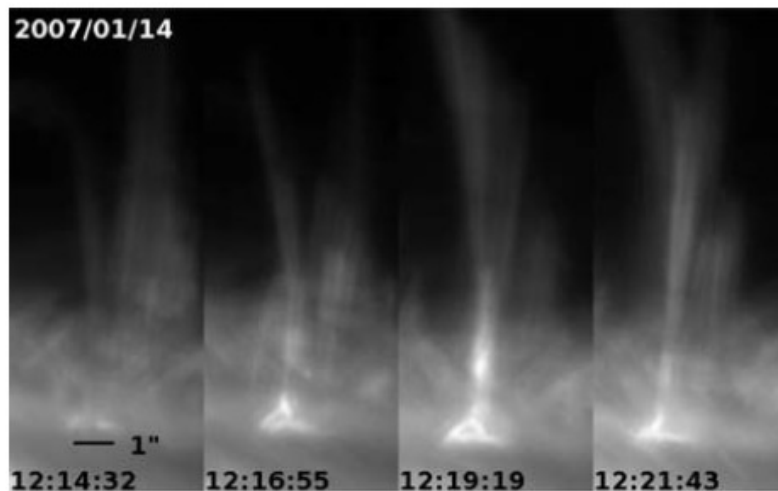
彩層ジェットのリコネクションポイント

(阿南の意見)



Watanabe et al. 2011

Hinode/SOT 広帯域フィルター Ca II H



彩層アネモネジェット(Shibata et al. 2007)

- エラーマンボムはH α の端で観測できる
- 彩層ジェットのリコネクションはCa II Hの端で観測される (Morita et al. 2008)

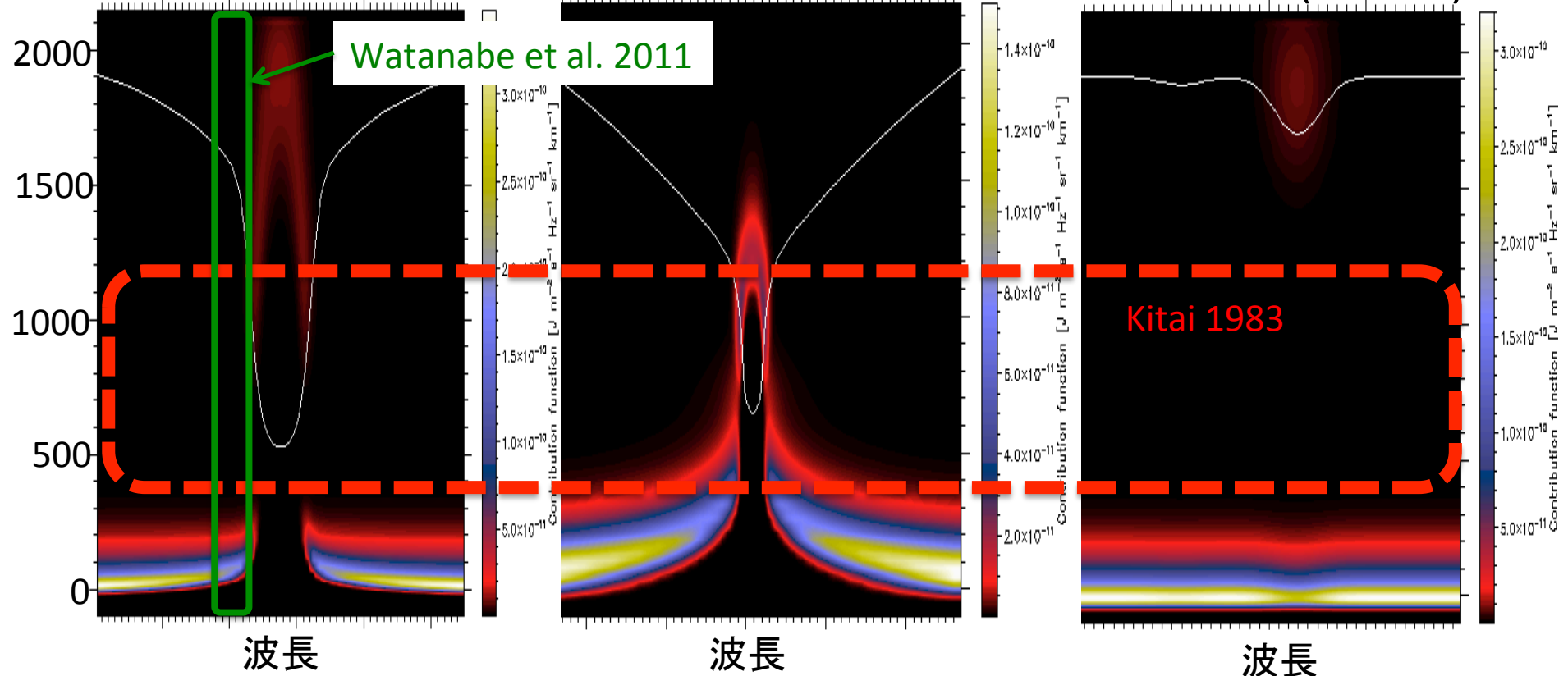
スペクトル線形成層の比較

光球からの
高さ(km)

H α 6563Å

CaII 8542Å (Solar-C)

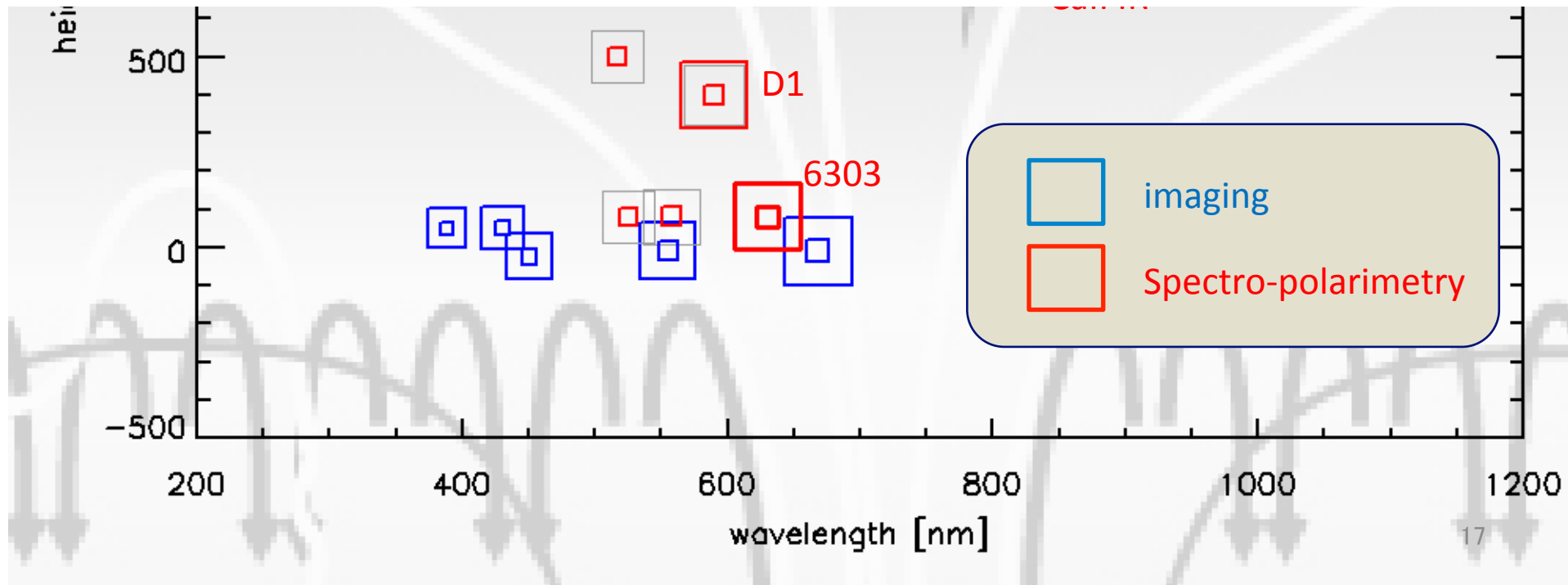
HeI 10830Å (Solar-C)



- 彩層底部、温度最低層の磁場を精度よく測る必要があるのではないか？



彩層リコネクションの磁場構造を測定
 するためには、Na I D線フィルター観測
 の仕様の検討とその磁場測定能力が重要



まとめ

- HAZELとLópez Ariste & Casini 2002のインバージョン手法で、SOLAR-C/SUVITは、どのくらいの精度で、**彩層の磁場**を測定できるのか、示した (注)スラブ大気モデル
- **SUVITを使ったサイエンスの検討に利用してもらいたい!**
 - **彩層磁場測定を使った面白いサイエンス**の検討
 - 空間・時間分解能、視野を教えてください、磁場測定誤差をお知らせします。
- NICOLE (Socas-Navarro et al. 2014) など3次元の複雑な大気構造に対応できるインバージョン手法も開発されつつある(未検討)
- 課題
 - 散乱偏光を決める輻射場の非等方性
 - 彩層大気的活動によるスペクトル線形成層の変動
 - 3次元大気

ご清聴ありがとうございました