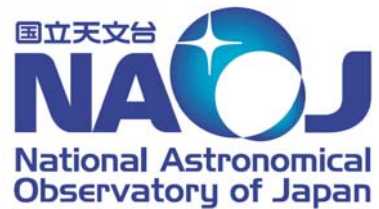
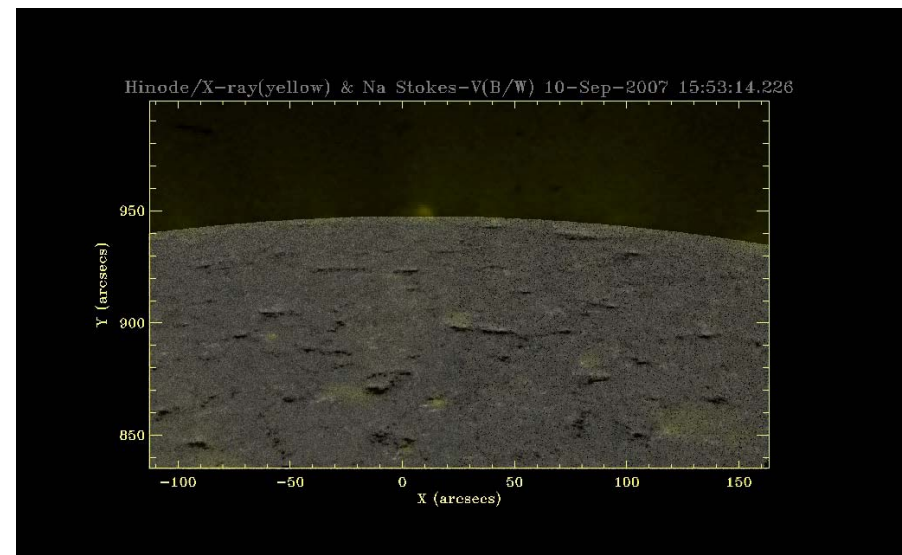


次期太陽観測衛星(Solar-C)ミッション提案に向けた国内検討会議
2010年1月19~20日@JAXA/ISAS



Solar-Cで目指すサイエンス 極域活動

国立天文台・野辺山太陽電波観測所
下条 圭美



目次

- はじめに
 - 太陽物理学における極域観測の重要性
 - 太陽での磁場サイクル(ダイナモ)における極域の特異性
 - 高速太陽風の吹き出し口としての極域
- ひので衛星による極域観測の結果
 - 極域における活動なコロナ活動
 - 極域磁場の高精度測定
 - EISによる極域上空の速度成分・波動の検出
- ブレークスルーを起こすこれからの極域観測
- Solar-C/A Bで何をすべきか。

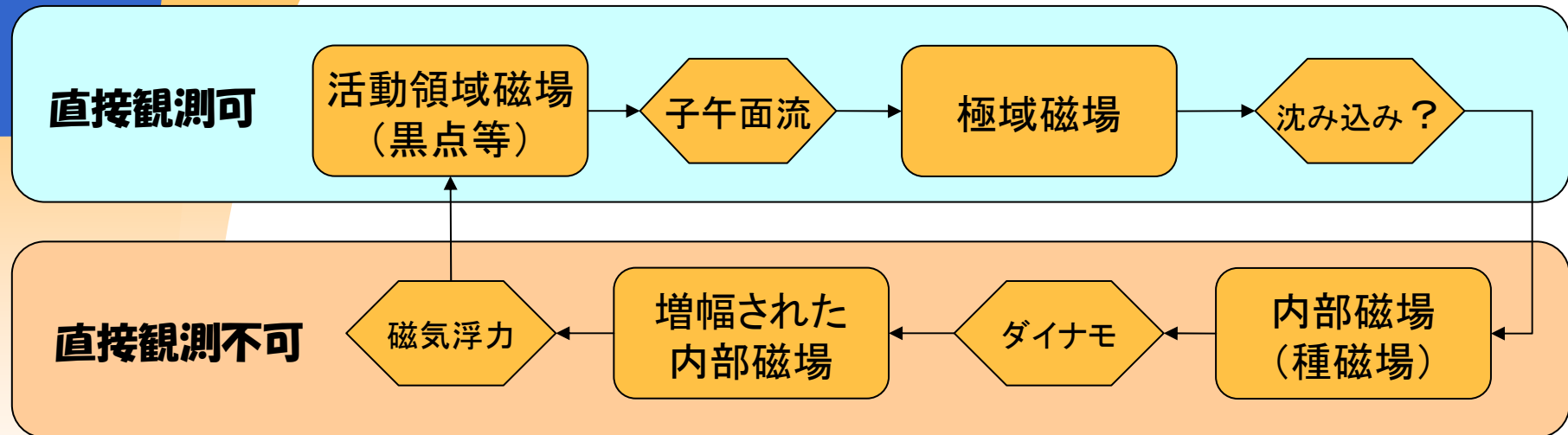
はじめに

太陽物理学における極域観測の重要性

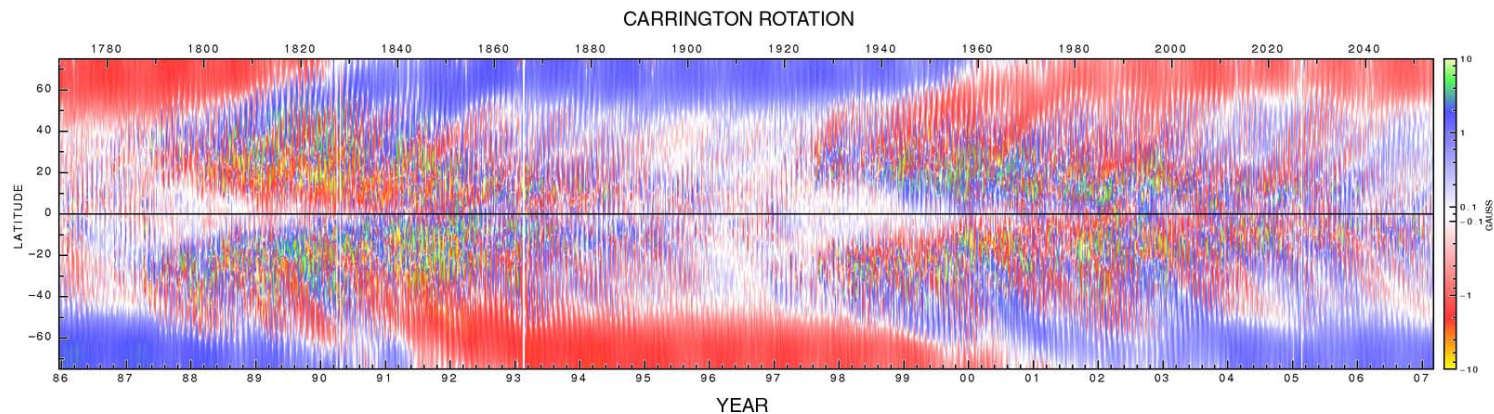
- 磁場サイクル(ダイナモ)における極域
- 高速太陽風の吹き出し口としての極域

磁場サイクルにおける極域

- 太陽磁場の大循環 (Global ynamo)

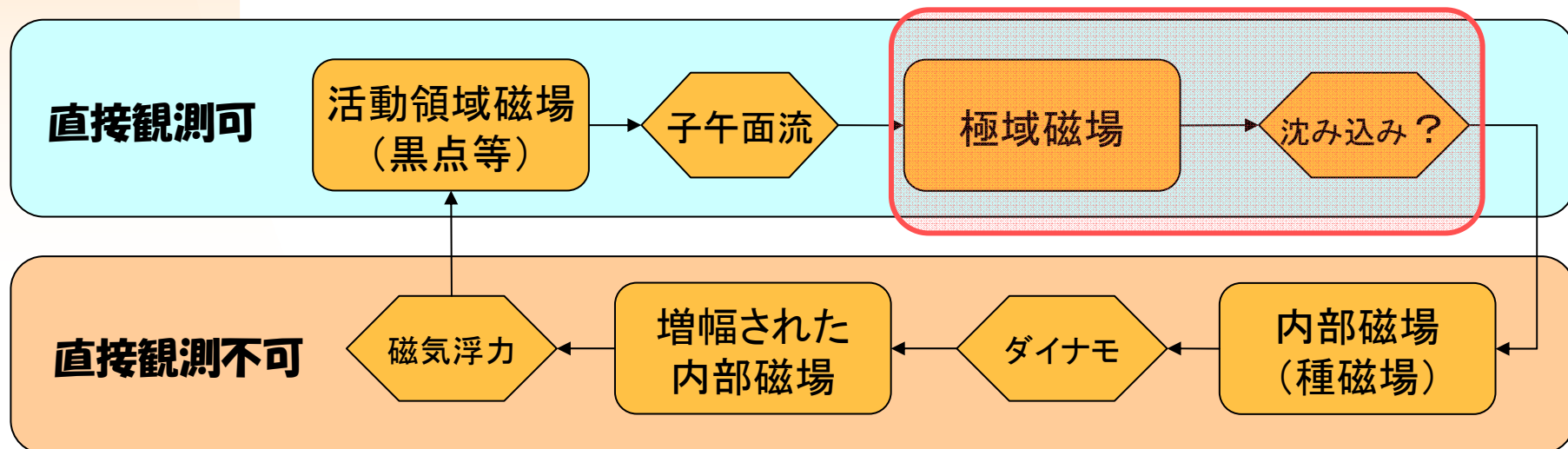


PHOTOSPHERIC MAGNETIC FIELDS - plus or minus 10 gauss



磁場サイクルにおける極域

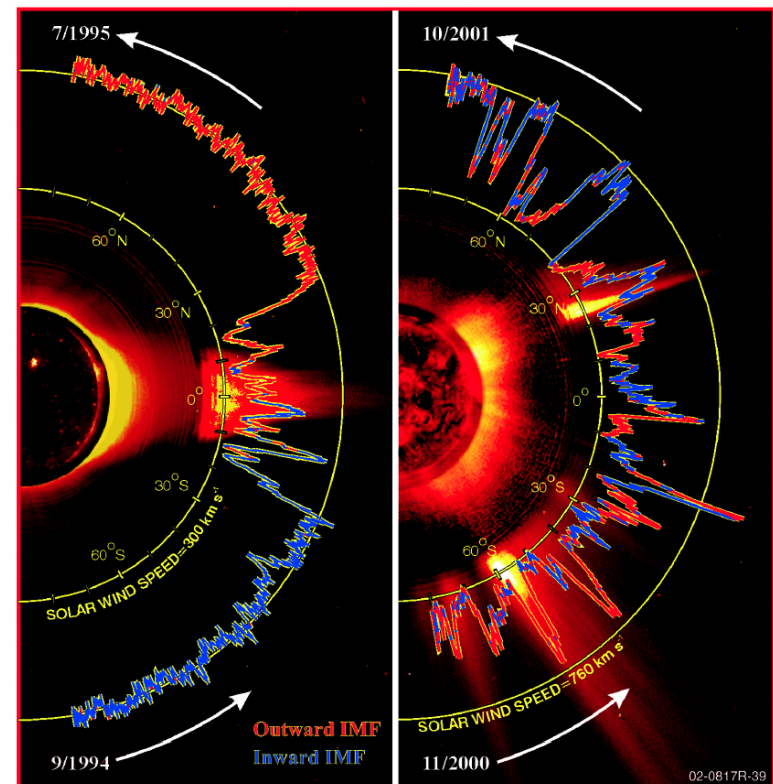
- 極域観測でダイナモ問題に対し答えるべき項目
 - 次(次々?)のサイクルの種磁場を見ている。
 - ⇒ 極域磁場の正確な量は?
 - ⇒ 極域磁場と他の静穏領域との差は?
 - 極域磁場がどのように太陽内部へ沈み込む?
 - ⇒ 磁極反転はどのように起こるのか?



高速太陽風の吹き出し口としての極域

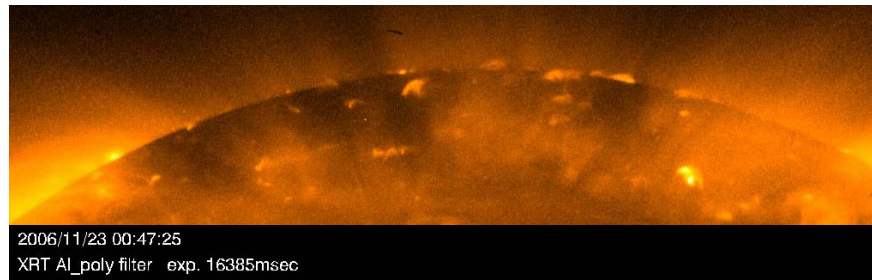
- 極域コロナホールは、
高速(>500km/s)太陽風の吹き出し口。
 - ただし、太陽大気での活動度は低い場所(と思っていた)。

- 疑問
 - 高速太陽風はどここの磁場に沿ってるの？
 - 加速に使うエネルギーはどこから？
 - 加速メカニズム？
 - 磁場のエネルギーの変換・伝搬・加速

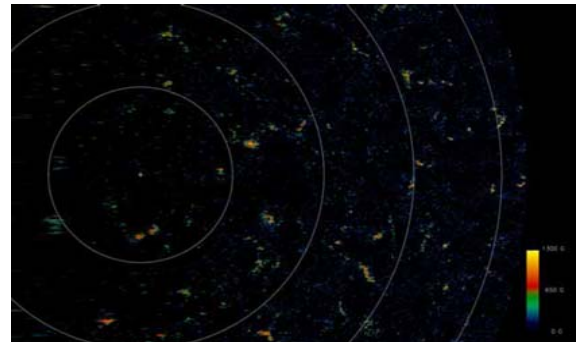


ひのちによる極域観測結果

- 極域における活発なコロナ活動の発見



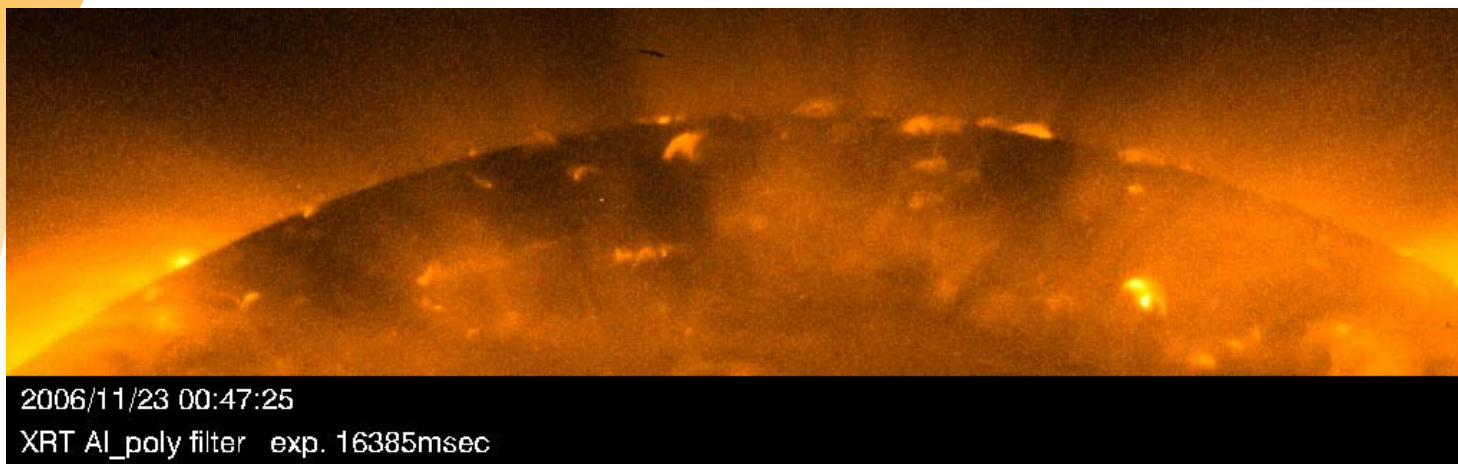
- 極域磁場の高精度測定



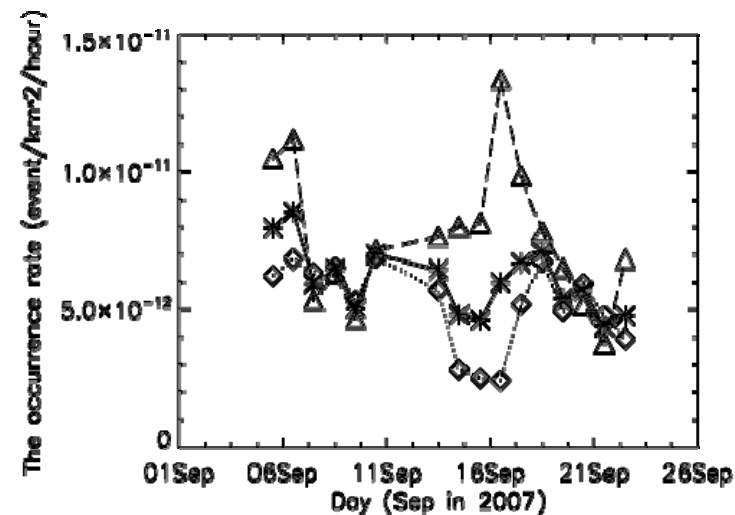
- EISでの極域上空での速度成分・波動の検出

極域での活発なコロナ活動

■ 頻発するX線ジェット

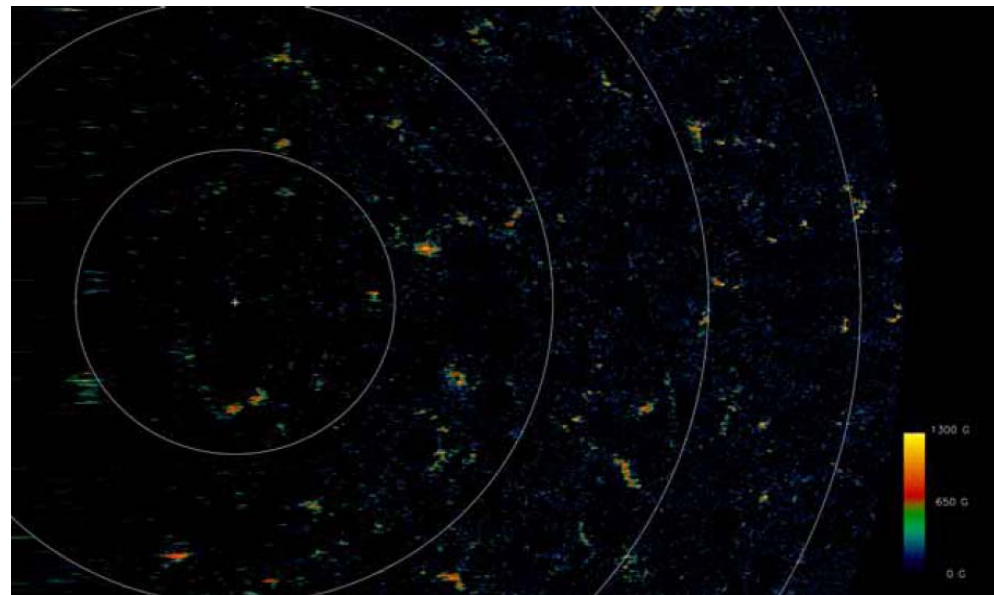


- 極域コロナホールでの発生頻度 60 jets/day (Savcheva et al. 2007)
- 極域コロナホールの方が静穏領域より発生頻度が若干小さい？ (Sako & Shimojo in prep.)



極域磁場の高精度測定: 1

- 極域における1kGを越す磁極の発見(Tsuneta et al, 2008)



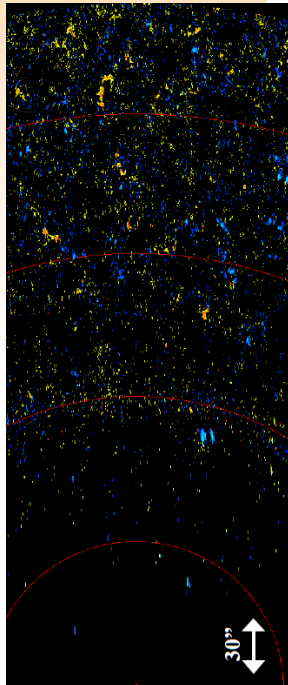
- 極域は、大局磁場と同じ極性の1kGを越す磁極(kG-patch)が散らばっている。
- 中・低緯度帯と同じように、弱い水平磁場(THFM)も存在する。
- 極域に存在するkG-patchの総磁束量は、Ulyssesとの磁場測定を説明できる。⇒kG-patchは高速太陽風のガイド磁場

極域磁場の高精度測定: 2

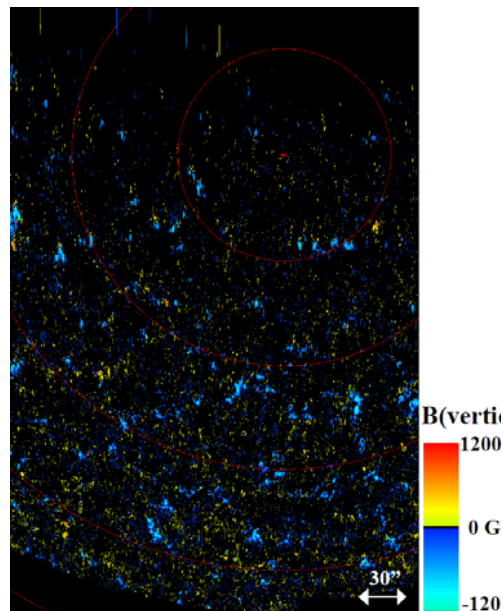
■ 極域磁場分布の詳細解析と赤道域との比較

(Ito et al. 2010 submitted)

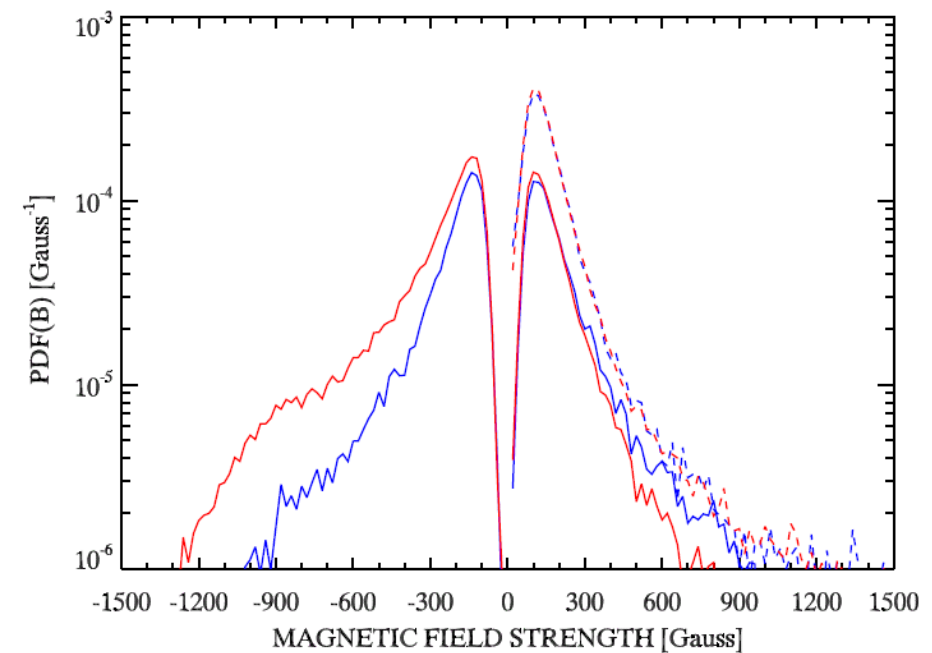
- 垂直磁場の極性毎の磁極は赤道域ではバランスしているが、極域では特に強磁場でアンバランスがある。
- にもかかわらず、水平磁場(THFM)に赤道域と極の差はない。



赤道域リム付近

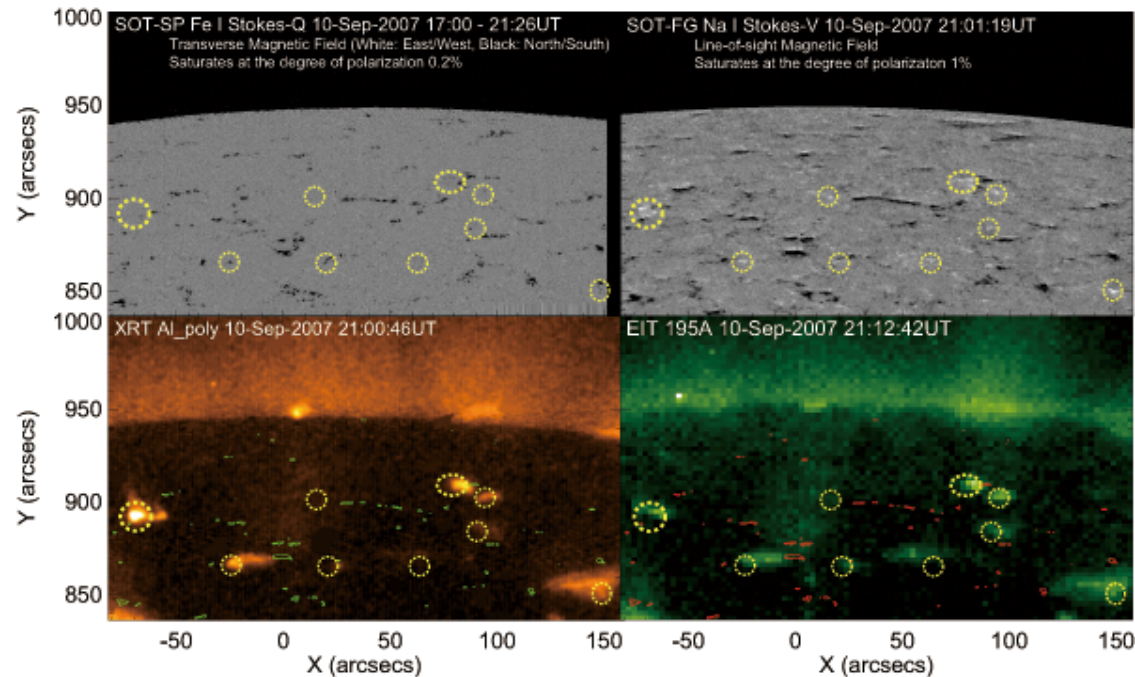


極域



極域磁場とコロナ構造の関係：1

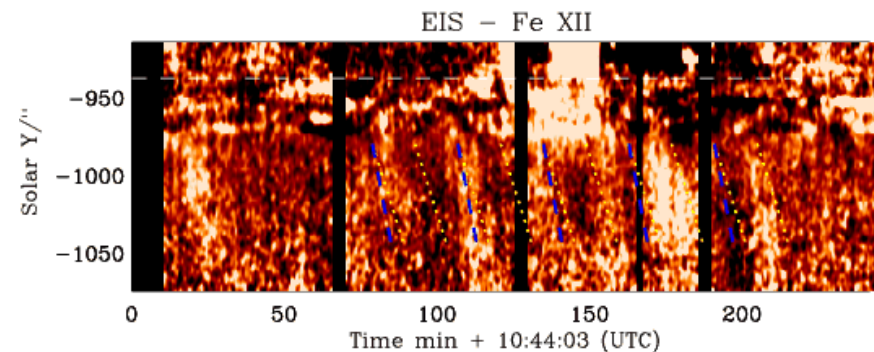
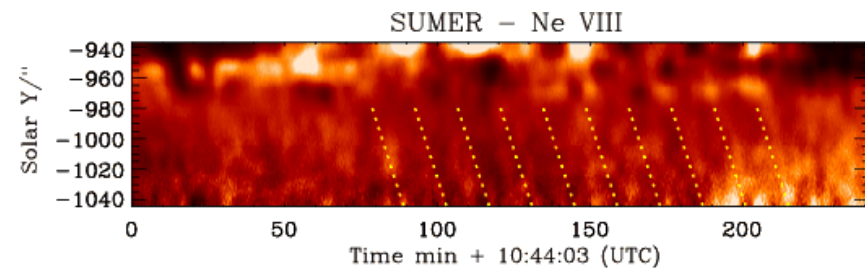
- kG-patch + small EFRのみコロナ構造(ジェット)がある。
(Shimojo & Tsuneta, 2009)



- ただし、kG-patch+small EFRのペアは多くは無く、殆どのkG-patchにはコロナ構造は付随しない。
- コロナ構造を持つ大局磁場と逆極性を向く磁場は、EFRとなって極域に出現する。

EISによる極域上空の速度・波動

- Kamio et al. 2007, 2009
 - 極域X線ジェットの数値シミュレーションと観測の関係
- 極域上空での波動
 - Banerjee et al. 2009
 - 強度変動のみ(速度変動はなし)
 - 伝搬速度: Fe XII(EIS) 125km/s, Ne VIII(SUMMER) 75km/s
 - 周期 10~30min
- 極域上空の温度構造
 - Kano et al. 2008
 - XRT



ひので極域観測による考察

- 極域における強磁場磁極の発見

⇒ダイナモの種磁場として十分な磁場の供給

- kG-patchは高速太陽風のガイド磁場 +
そのほとんどはコロナ構造を持たない。 +
一方THFM(水平磁場)は、赤道域と同じ分布

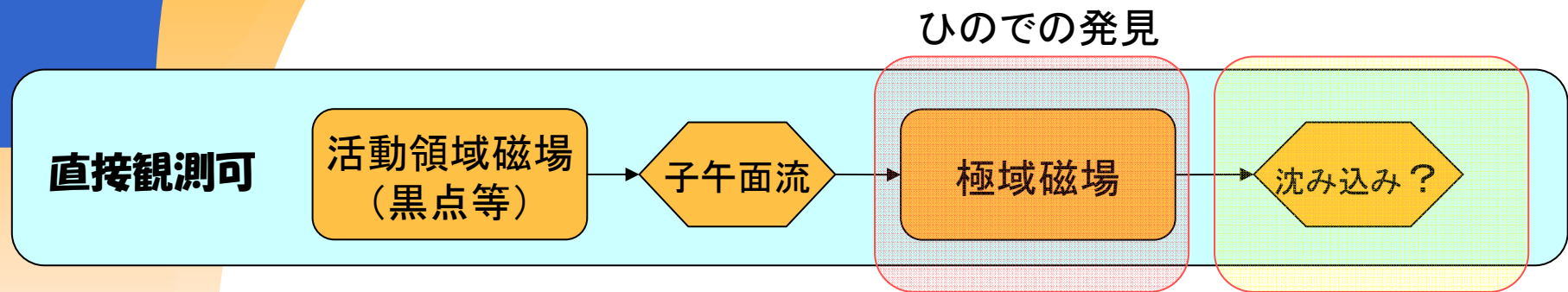
⇒高速太陽風を加速するための磁気エネルギー
は、コロナではなく、彩層以下で開放されている？

光球・彩層での磁気エネルギー解放⇒ 波動(伝搬) ⇒ 加速

(X線ジェットは、太陽風の擾乱源で加速源ではない？)

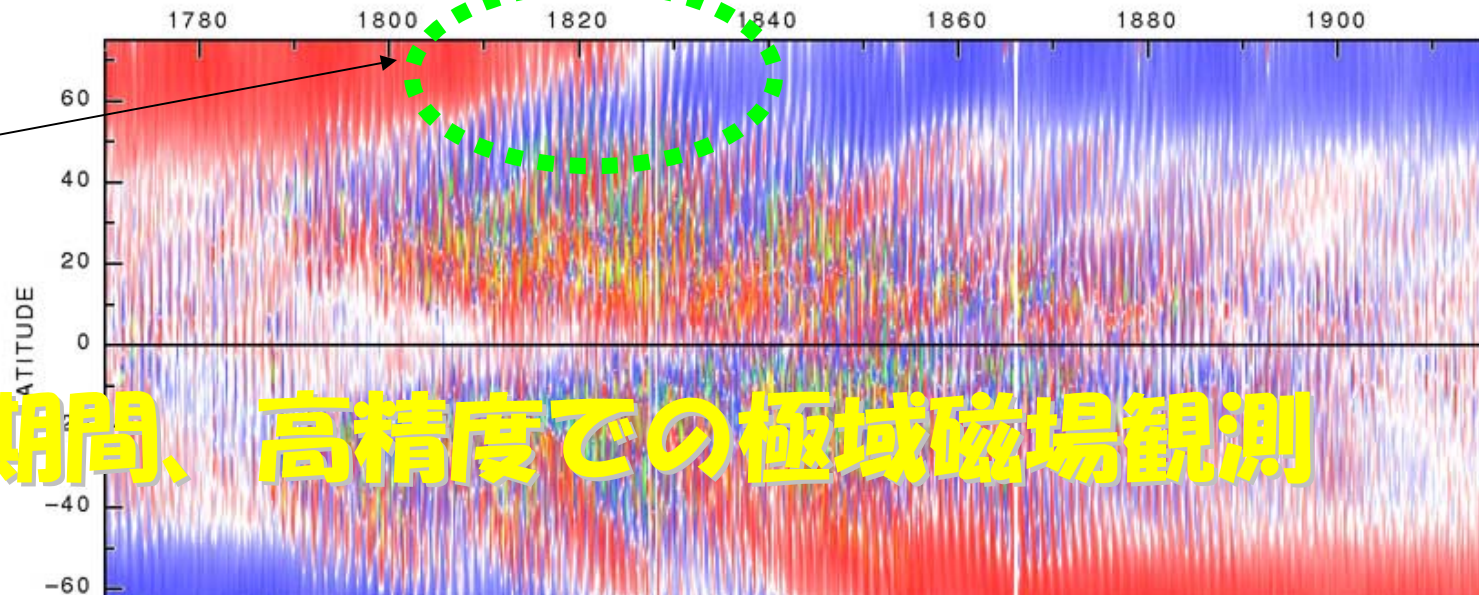
ブレークスルーを起こすこれからの極域観測：1

■ 磁場サイクルにおける極域



ここが分からない

ここを観測する
必要がある。



長期間、高精度での極域磁場観測

ブレークスルーを起こすこれからの極域観測：2

- 高速太陽風の吹き出し口としての極域
 - ひのでの結果から
高速太陽風を加速するための磁気エネルギーは、コロナではなく、彩層以下で解放されている？

光球・彩層での磁気エネルギー解放 ⇒ 波動(伝搬) ⇒ 加速

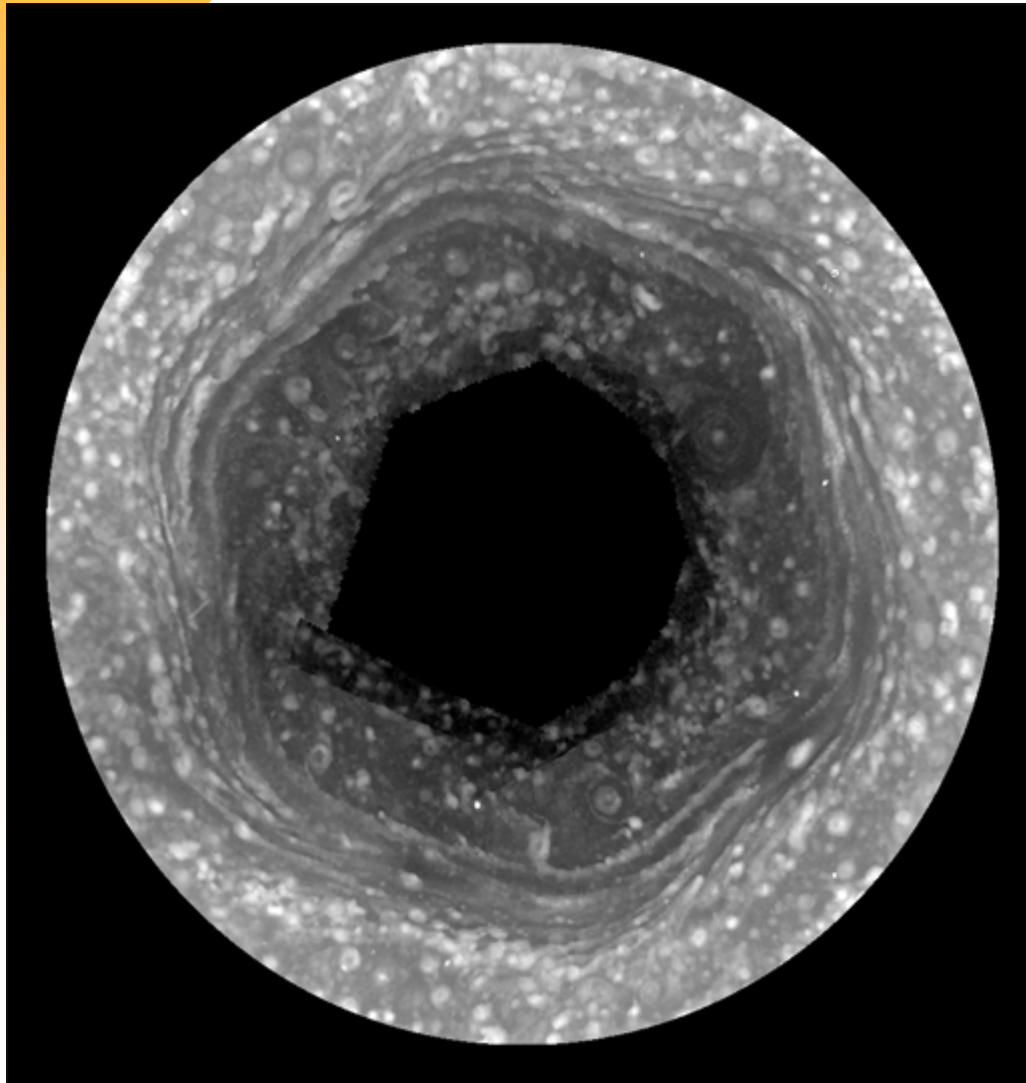
このプロセスを、観測的に明らかにする必要がある。

**UV/EUVの高空間・高時間分解能の観測
特に温度スケールでの連続性が重要。**

Solar-Cでどういう極域観測するべきか？

- 磁場サイクルにおける極域
 - 極反転をトレースすることができる事
⇒5年以上の観測継続が必須。
 - A・B(極論いえばひので/SOTでも)どちらでもOK
 - Aの方が磁場分布のパターンは捉えやすいので有利。
- 高速太陽風の吹き出し口としての極域
 - UV/EUVの高空間・高時間分解能の観測
 - A案のUV/EUV分光撮像装置は有用である。
 - B案は、彩層磁場も測定できるので、波動の追跡という面ではB案の方が有利。

土星北極域で見つかった六角形



Cassini mission/NASA
Press release 2009/12/9

Solar-Cに対する、極域観測からの要求

- 磁場サイクルにおける極域
 - 極反転をトレースすることができる事
⇒5年以上の観測継続が必須。
 - A・B(極論いえばひので/SOTでも)どちらでもOK
 - Aの方が磁場分布のパターンは捉えやすいので有利。
- 高速太陽風の吹き出し口としての極域
 - UV/EUVの高空間・高時間分解能の観測
 - A案のUV/EUV分光撮像装置で高速太陽風の吹き出し口を観測。
 - B案は、彩層磁場も測定できoff-limb観測によるスペクトル解析ができるので、波動の追跡という面ではB案の方が有利。
- A案でPlumeがどのように見えるのかは？

