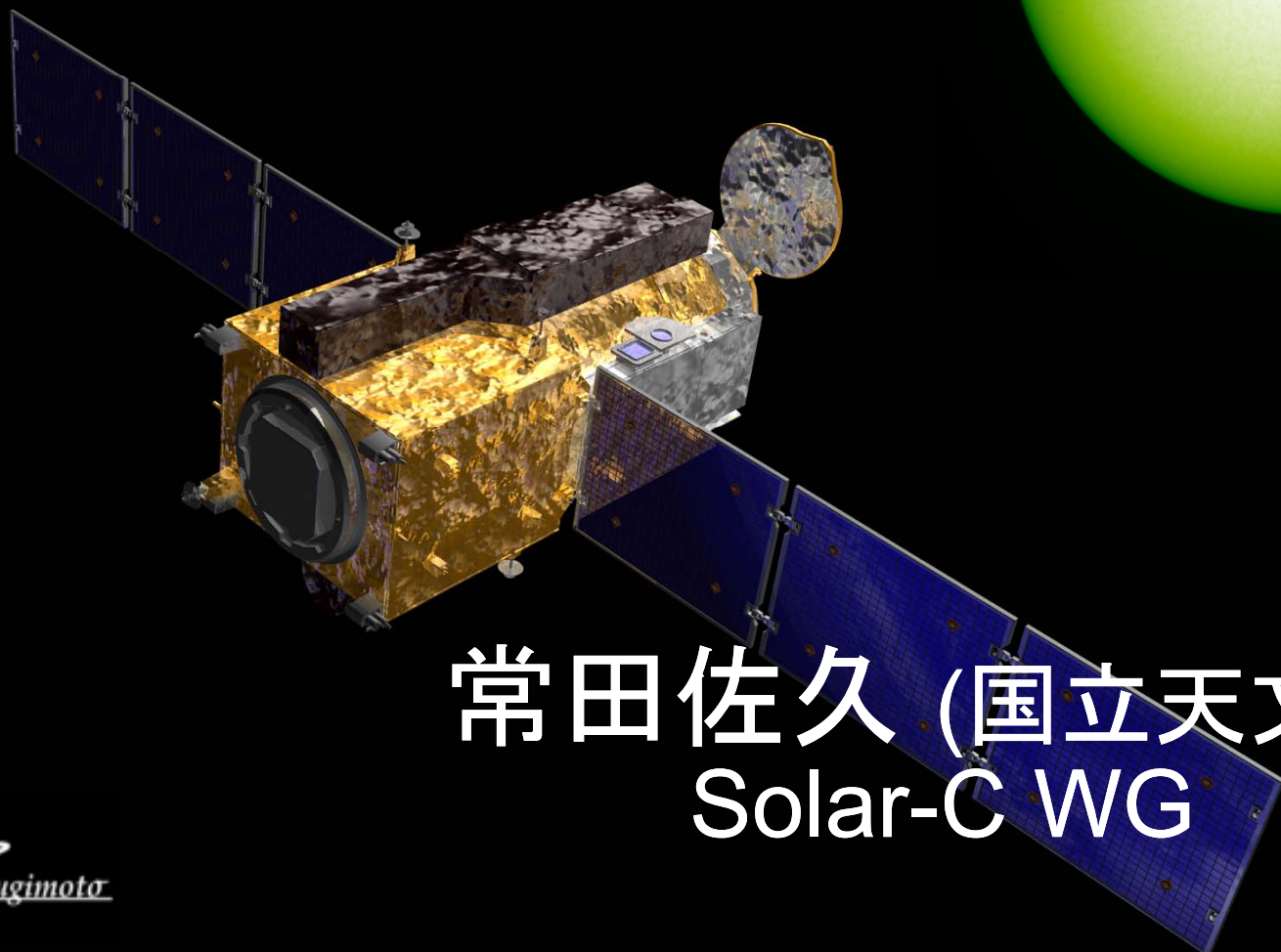


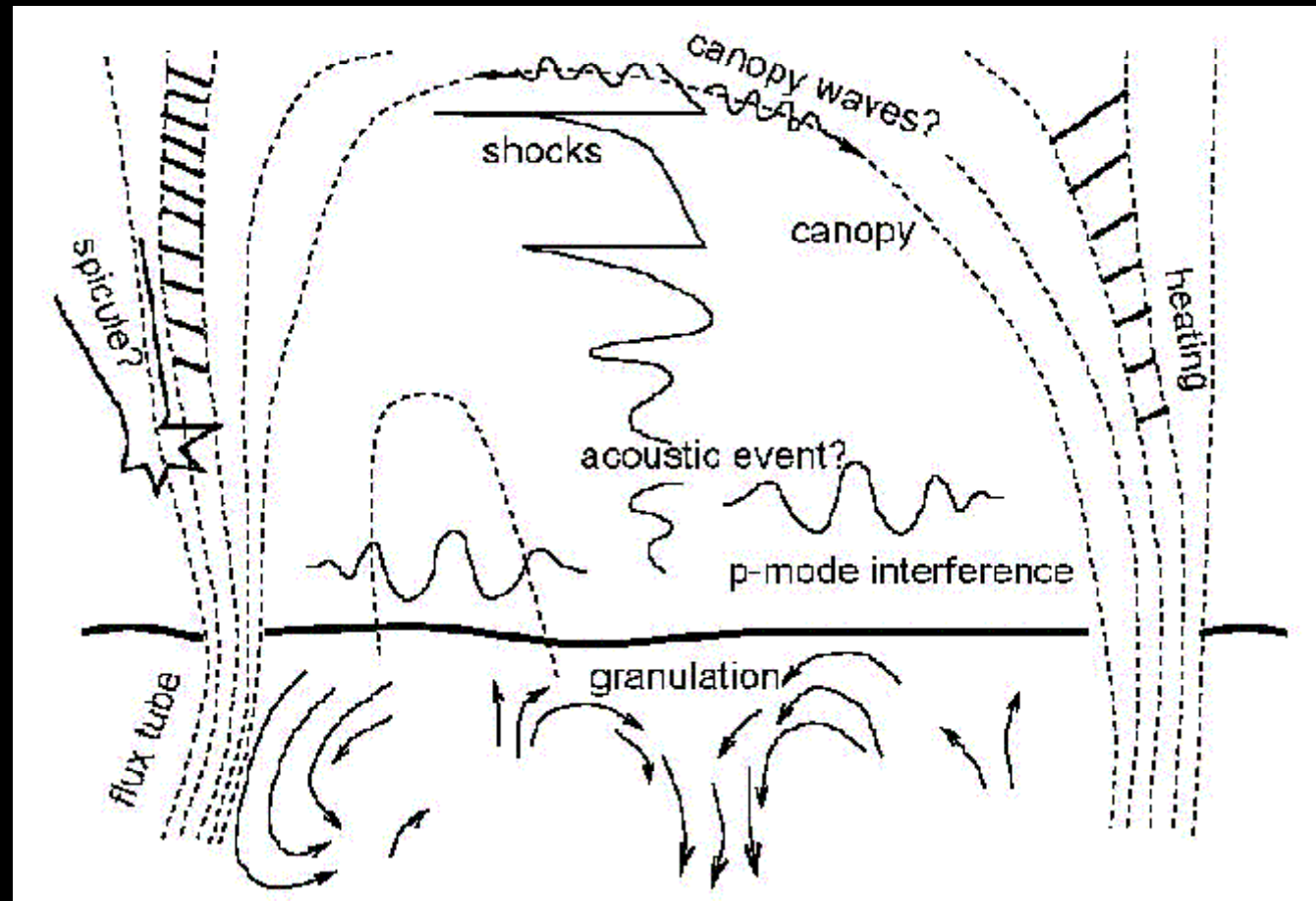
「ひので」からSolar-Cへ  
今、太陽がおもしろい！



常田佐久 (国立天文台)  
Solar-C WG

  
Maki Sugimoto

# 太陽:「ひので」前



Rutten, R., ASP-CS, 184, 181, 1999

極の超粒状班アライメント

# 太陽：ひので後

## ダイナモ、乱流、波動、リコネクション

タイプII  
スピキュール

彩層ジェットと  
磁気リコネクション

スピキュールを  
伝わるMHD波動

半暗部 マイクロ  
ジェット

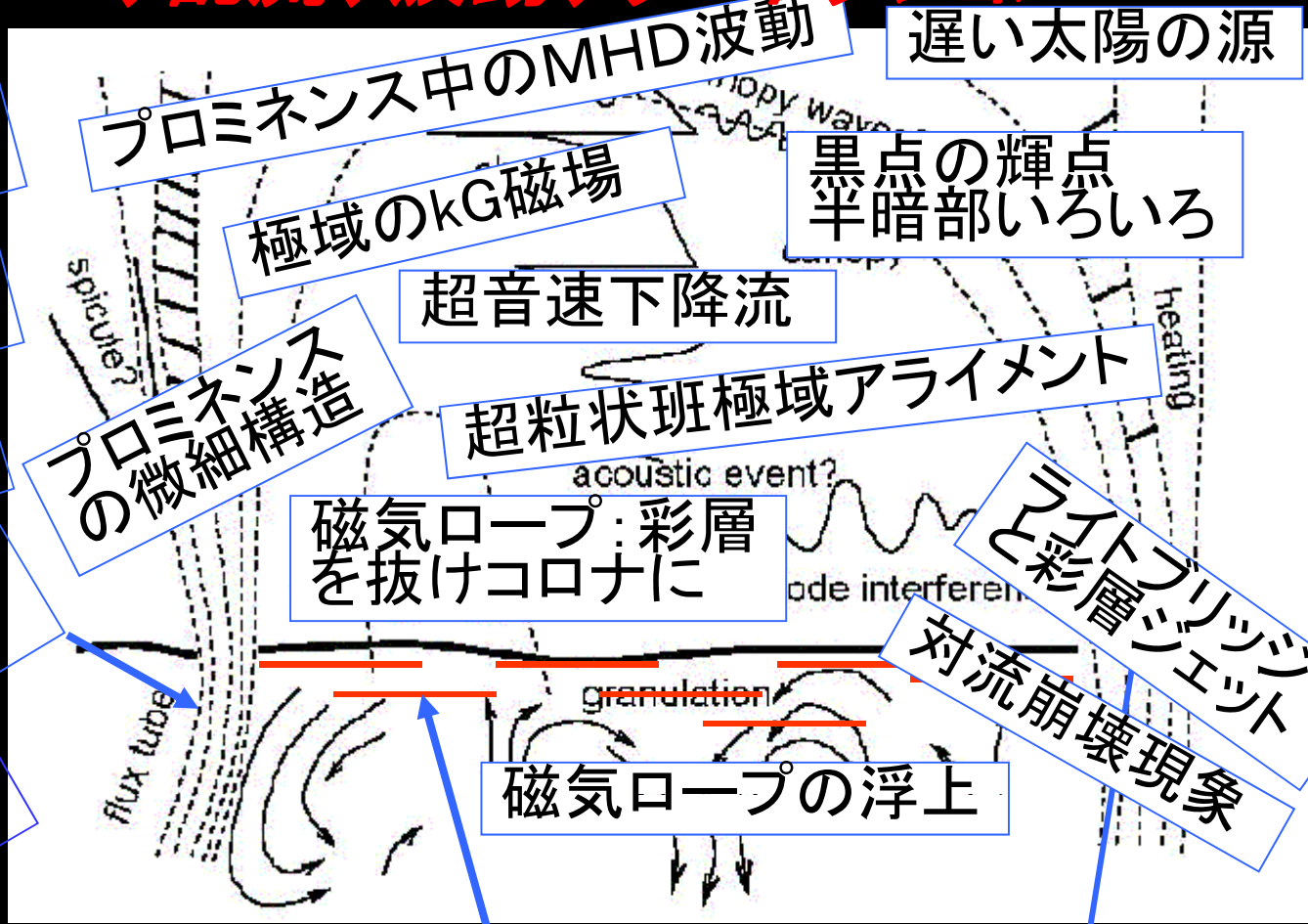
光球での定在キック  
波・ソーゼーシブ

マングラニユール  
の不思議

水平と垂直の  
関係解明される

ユビキタスな  
短寿命水平磁場

コロナの輝線  
の膨らみ



プロミネンス中のMHD波動

遅い太陽の源

極域のkG磁場

黒点の輝点  
半暗部いろいろ

超音速下降流

プロミネンス  
の微細構造

超粒状班極域アライメント

磁気ロープ：彩層  
を抜けコロナに

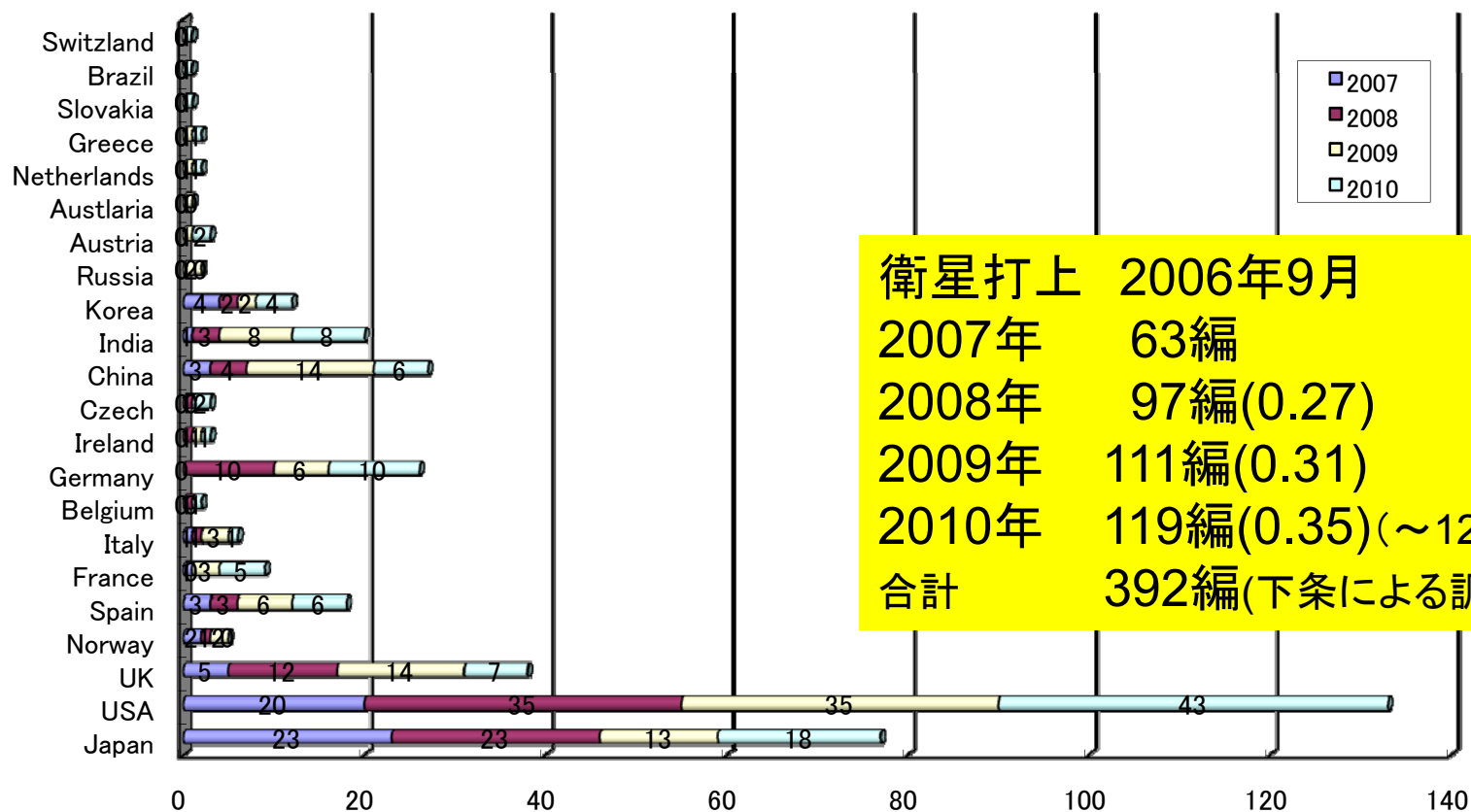
ライトブリッジ  
と彩層ジェット

対流崩壊現象

磁気ロープの浮上

# ひので査読付き論文392編 (2007/11~2010/12/2)

第一著者所属研究機関国籍分布(絶対数)



衛星打上 2006年9月  
 2007年 63編  
 2008年 97編(0.27)  
 2009年 111編(0.31)  
 2010年 119編(0.35)(~12月2日)  
 合計 392編(下条による調査)

回転するガス球にすぎない太陽が強い磁場を持っている！

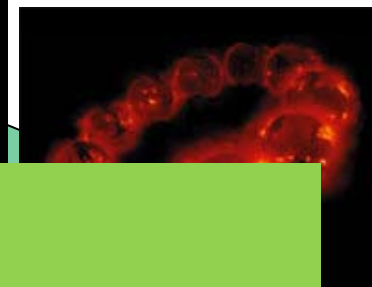
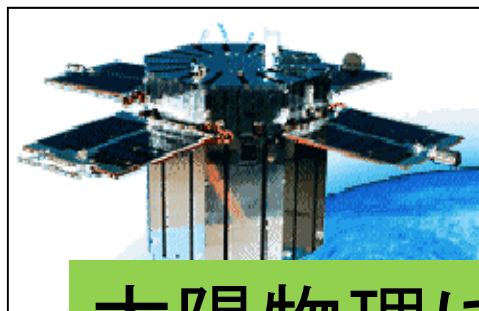
回転  
対流

⇒差動回転⇒ダイナモ⇒磁場  
⇒彩層・コロナ加熱、太陽風加速



# 宇宙からの太陽観測は 1981年よりISASが主導し続けている

ようこう/SOLAR-A (1991-



## 太陽物理における未解決問題

- 太陽の内部構造と磁場の起源(ダイナモ)
- 彩層とコロナの加熱とダイナミズム

## SOLAR-C 2案の同時検討

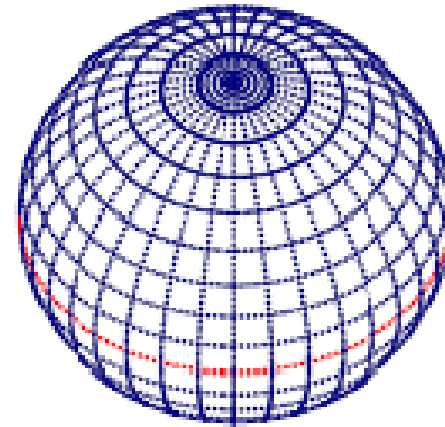
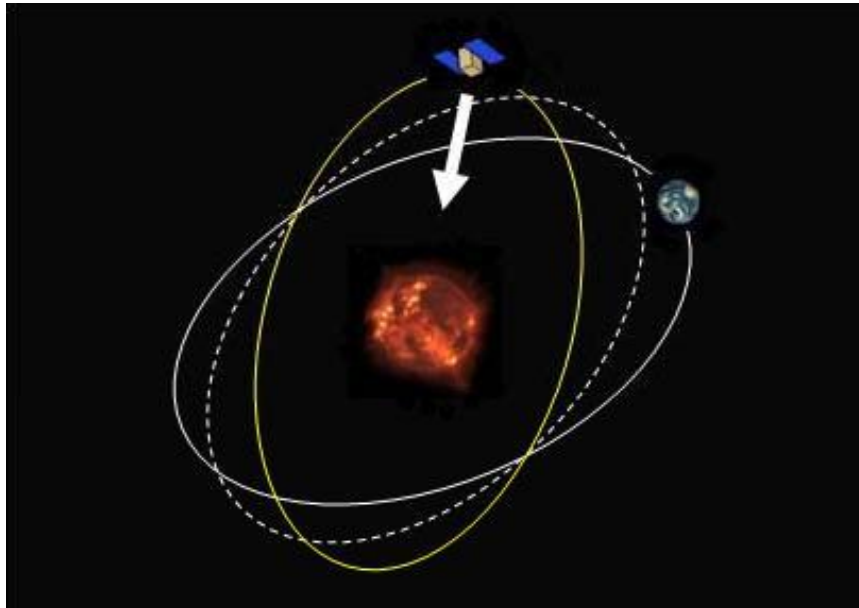
- A案(太陽極域探査ミッション)
- B案(高分解能偏光分光観測ミッション)

打ち上げ希望

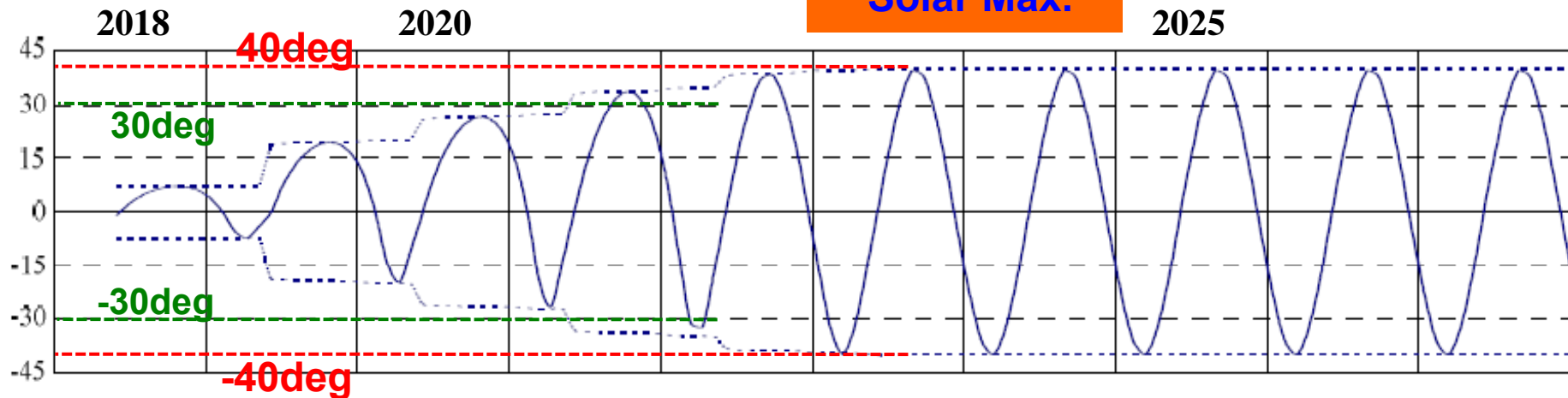


光球、彩層、遷移層、コロナ、フレア  
可視光、極紫外線、X線

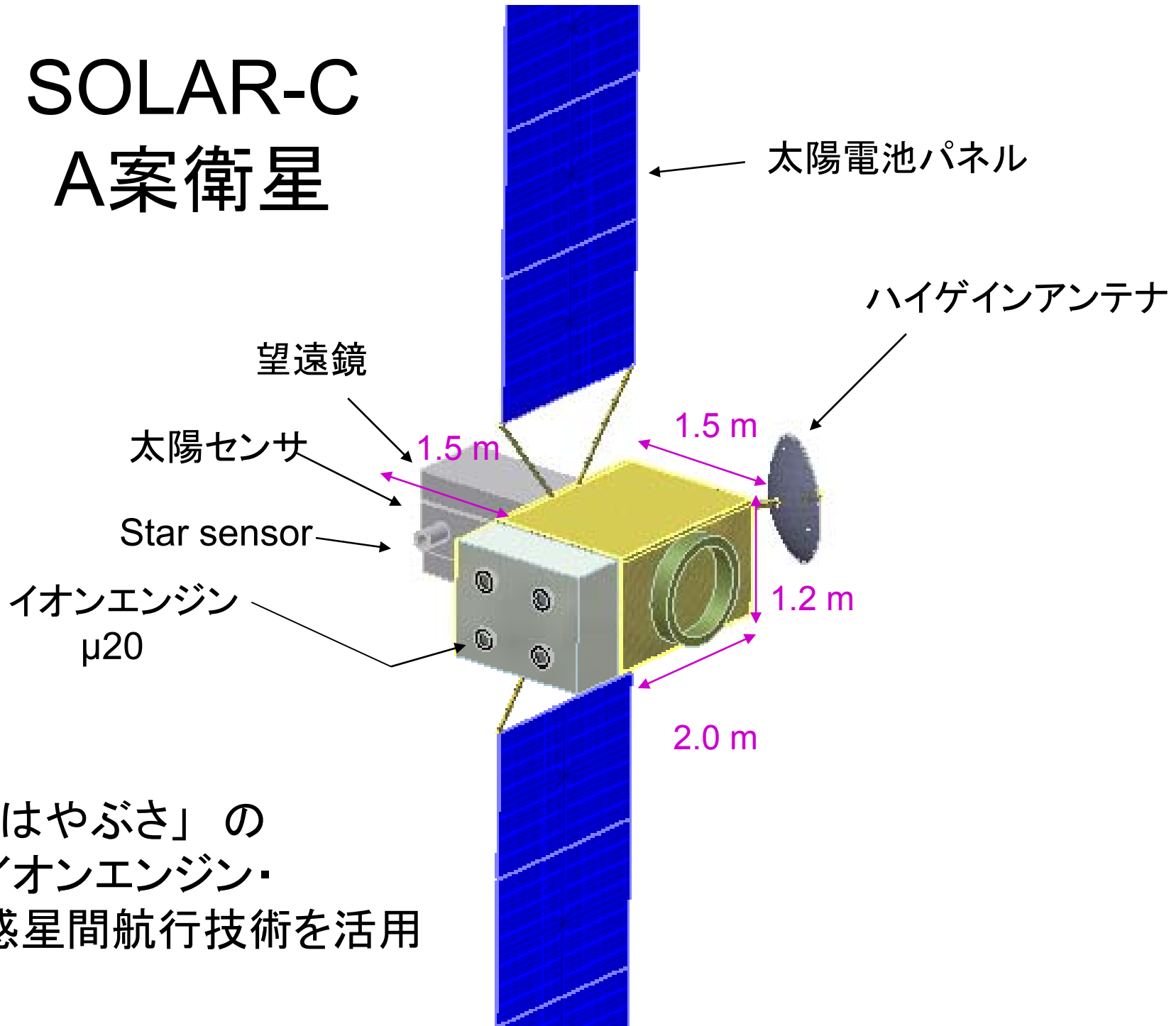
太陽極域：ダイナモに重要なポロイダル磁場が見える、子午面還流の沈み込み場所、高速太陽風の源



Solar Max.



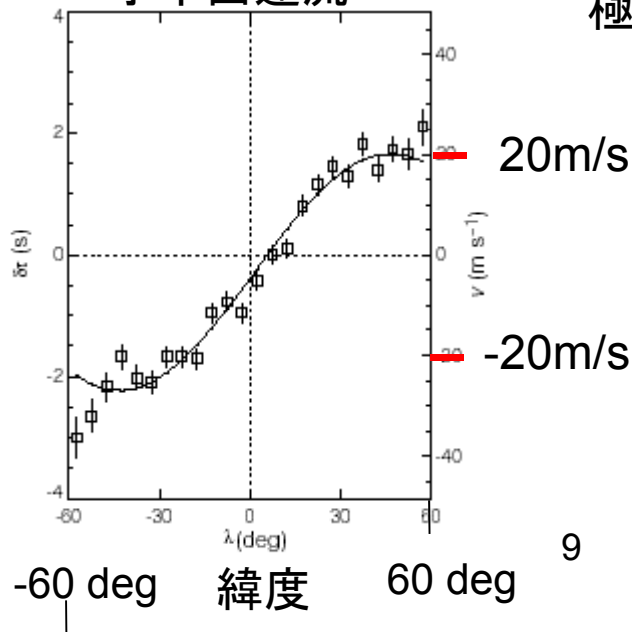
# SOLAR-C A案衛星



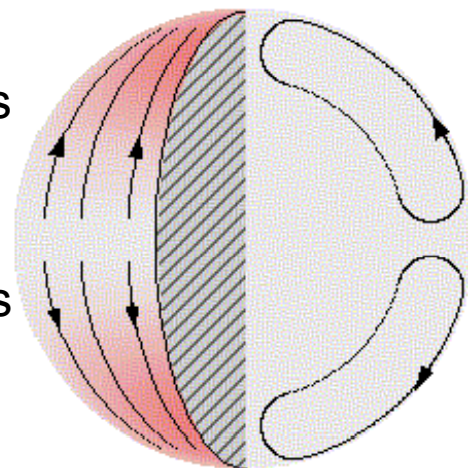


# 太陽内部の流れ場 とシア: ダイナモの 理解に重要な情報

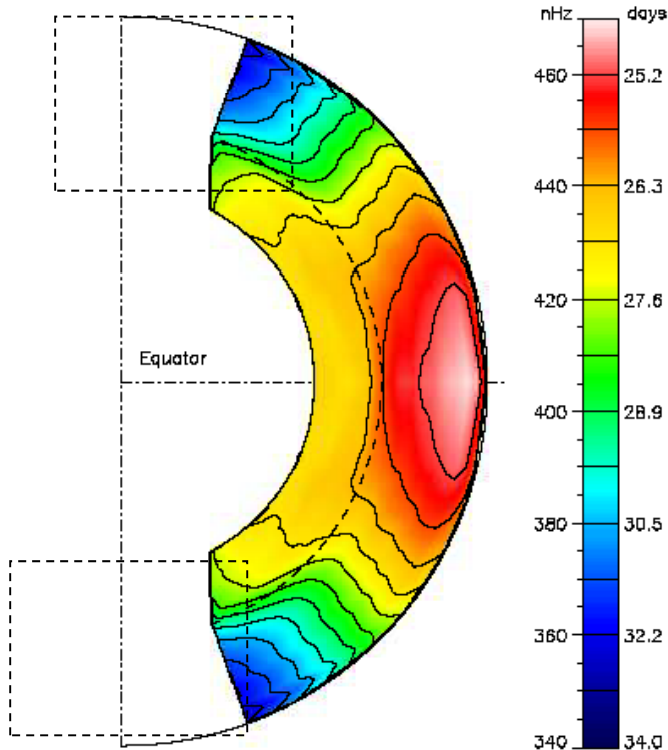
子午面還流



極域の子午面還流(想像図)

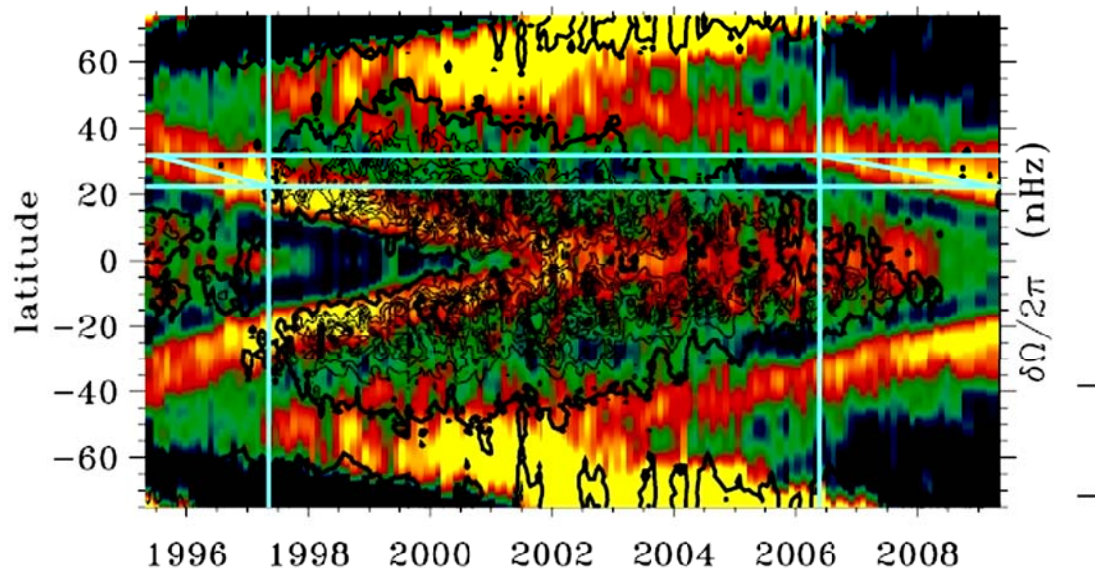


North Pole



South Pole

太陽内部の角速度分布

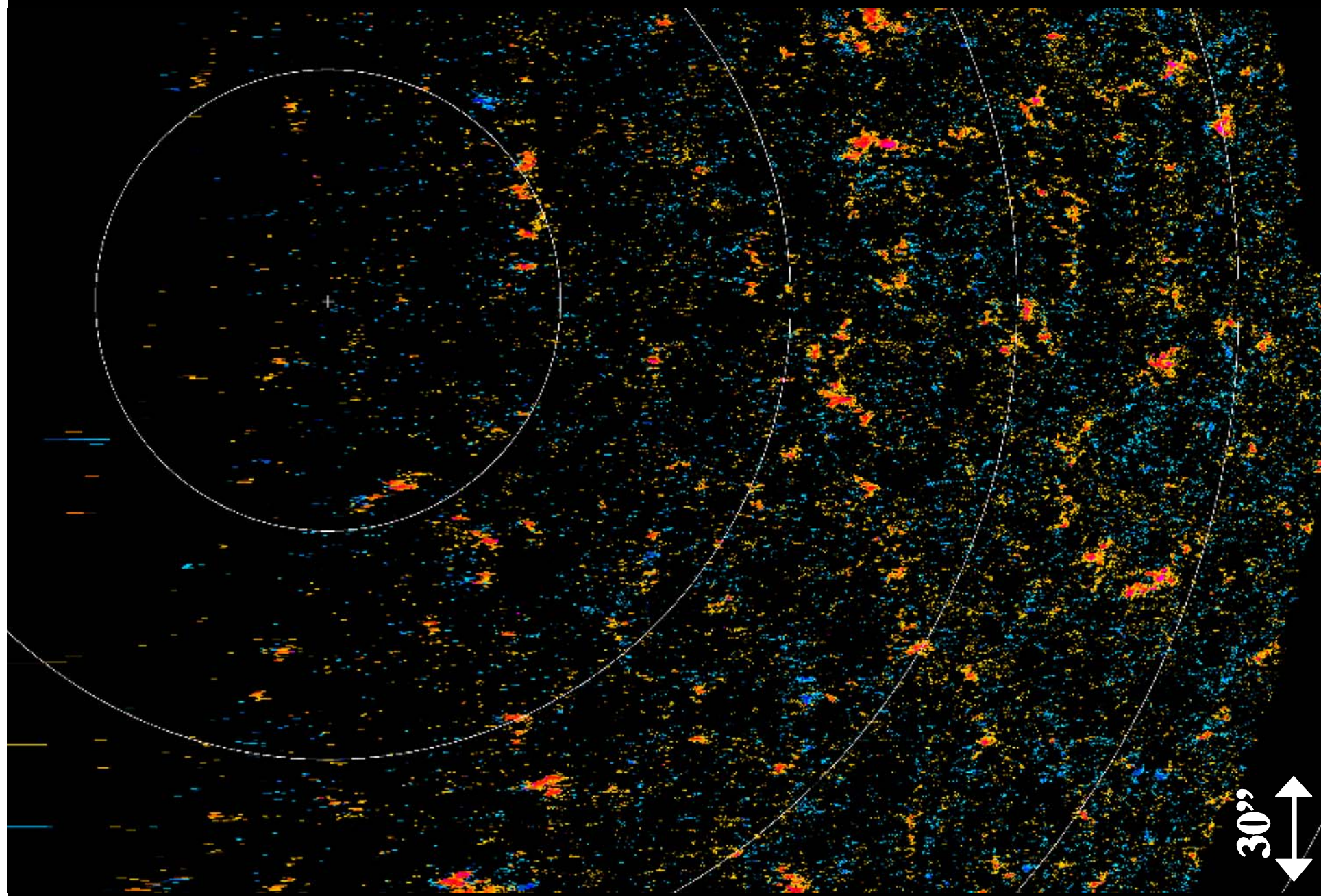


差動回転の捩れ振動

極域磁場:「ひので」で片鱗、部分的にしか見えない

1.2kG

-1.2kG

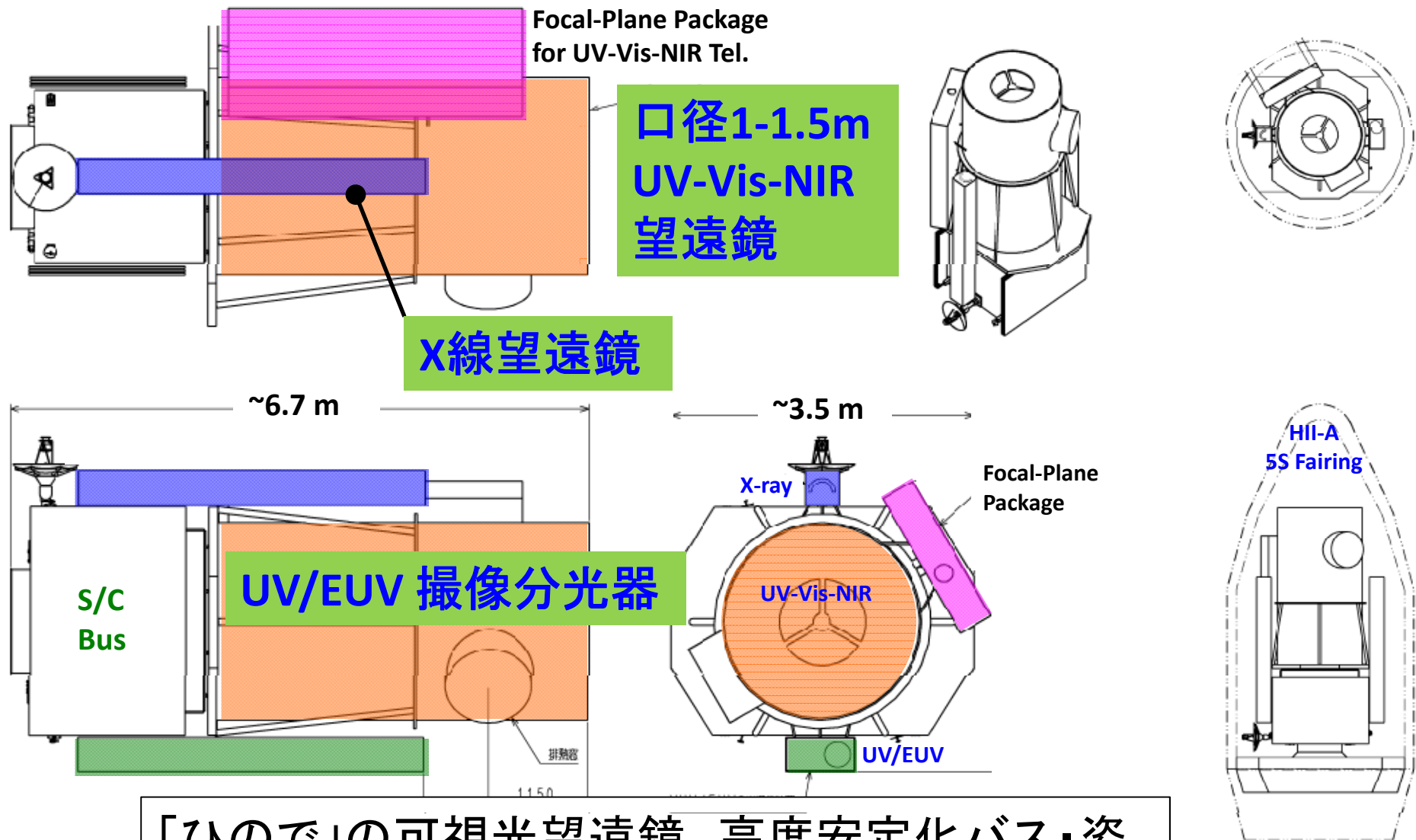


30''

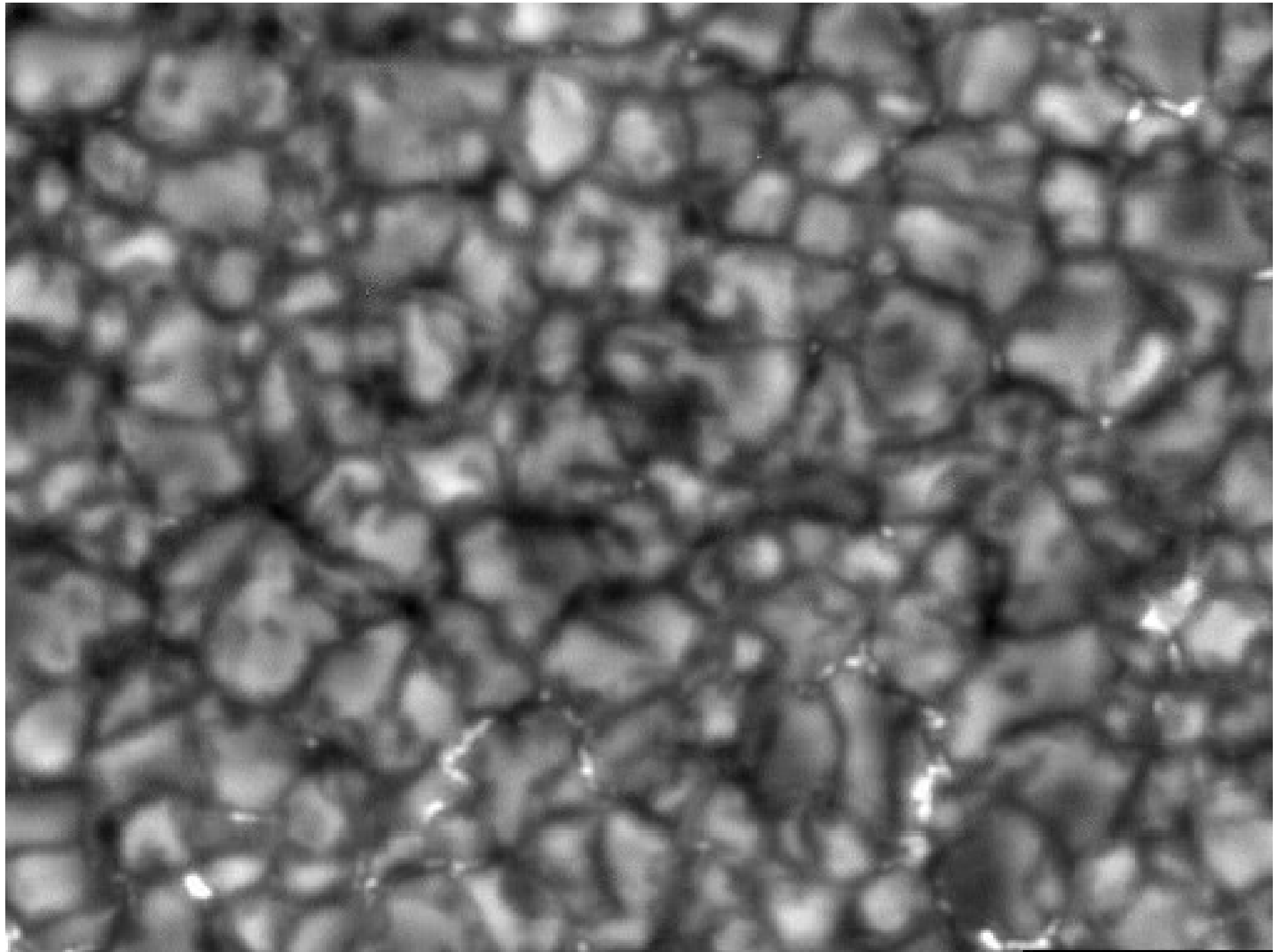
# A案：未踏の太陽極域俯瞰観測

- 黄道面を離脱し(目標40度)、地球からは観測できない太陽極域を俯瞰的に観測する
- 主観測機器のドップライメジャーの他にコロナ・ヘリオスフィア観測機器を搭載
  - 軌道設計/搭載機器の最適化により、ESA Solar orbiter, NASA Solar Probe+と差別化
- 極地方の対流層全域の角速度分布マップを完成
- 時間変動する子午面還流はどこで沈み込むか？
- 差動回転の捩れ振動は極域でどう見えるか？
- 太陽ダイナモ機構解明のための基礎的観測

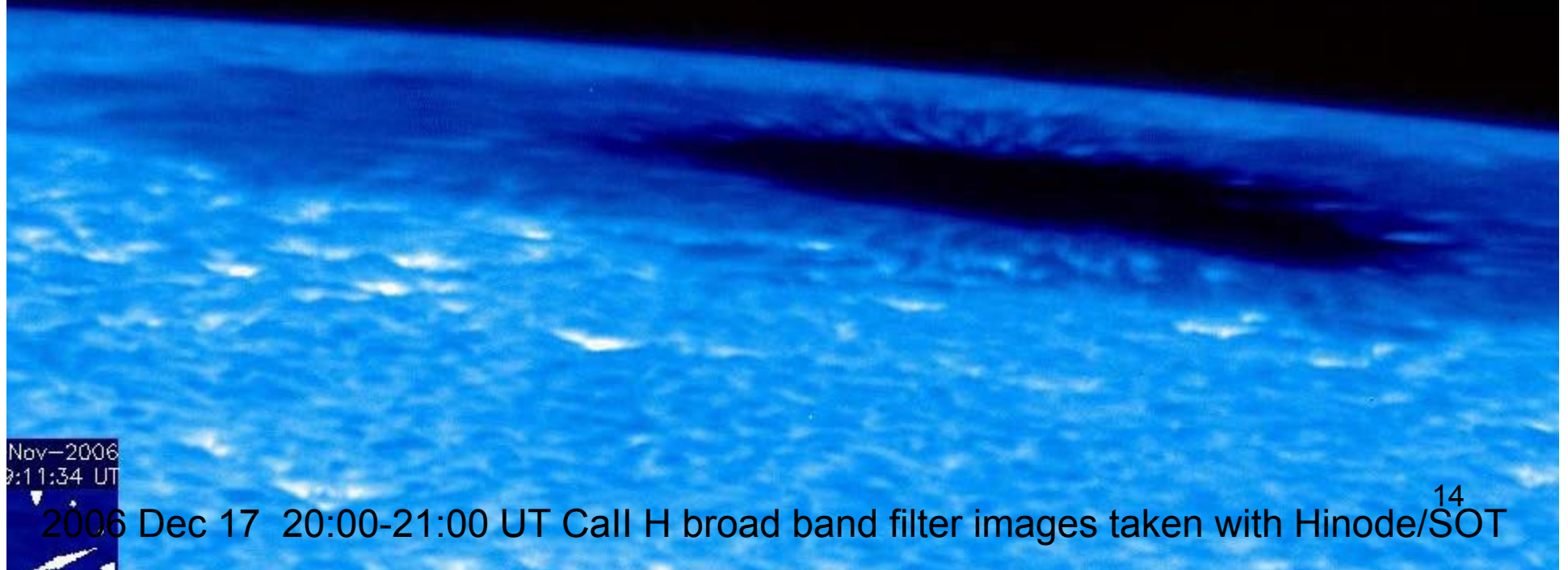
# Solar-C B案 可視からEUVまでの分光衛星



「ひので」の可視光望遠鏡、高度安定化バス・姿勢制御技術を最大限活用



# ひので最大の発見：彩層のダイナミズム (作成：勝川行雄さん)



Nov-2006  
09:11:34 UT

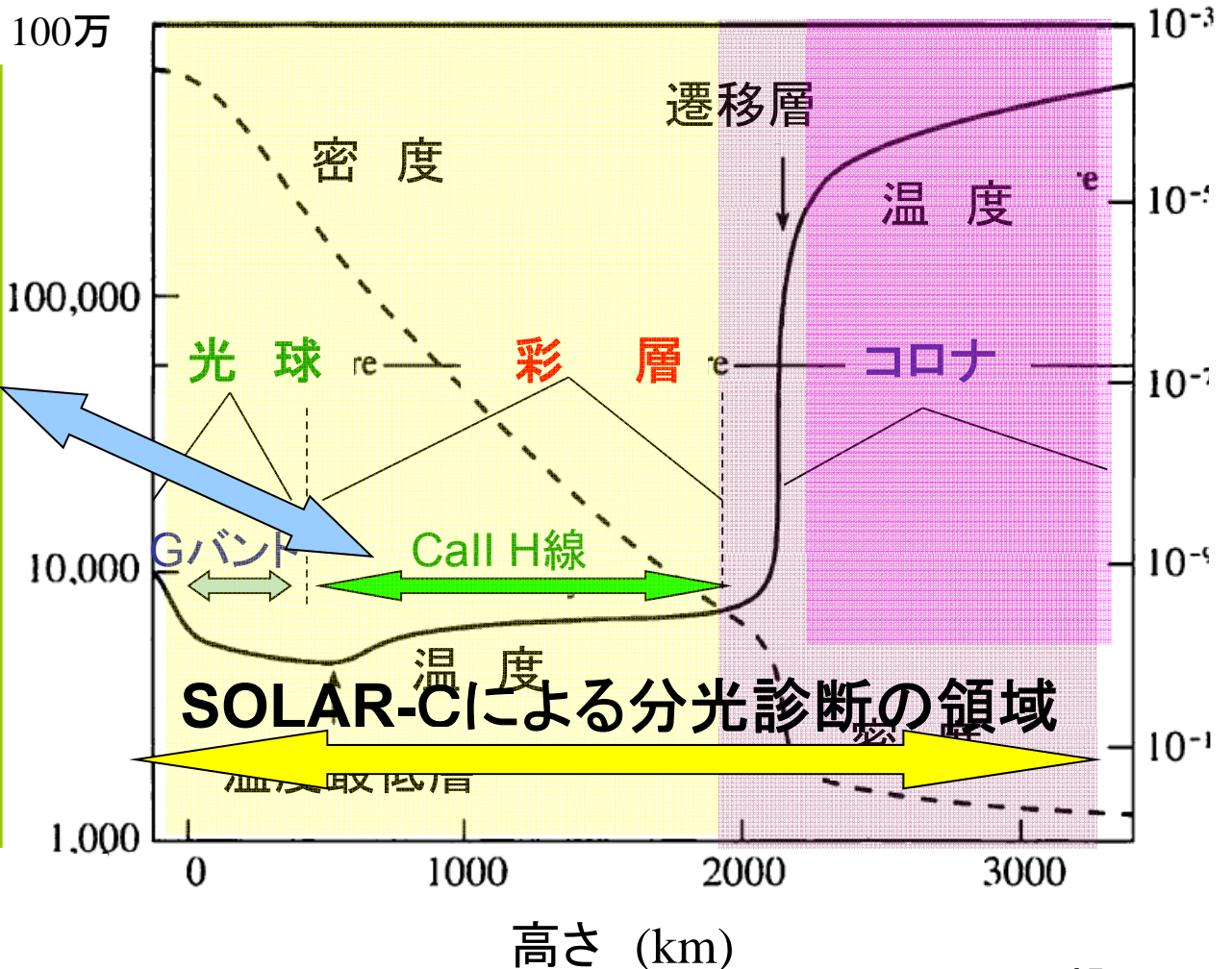
2006 Dec 17 20:00-21:00 UT Call H broad band filter images taken with Hinode/SOT

# B案: Solar-Cによる太陽大気全域の 高分解能・分光観測

ひのでは撮像ミッション

**大注目領域:** 彩層で何が起きているのか？

- ・コロナの10倍の加熱により維持されている
- ・「ひので」による多様な動的現象の発見
- ・コロナ加熱の理解には、コロナ光球のインターフェースである彩層・遷移層の理解が本質であるとの認識が急速に台頭。

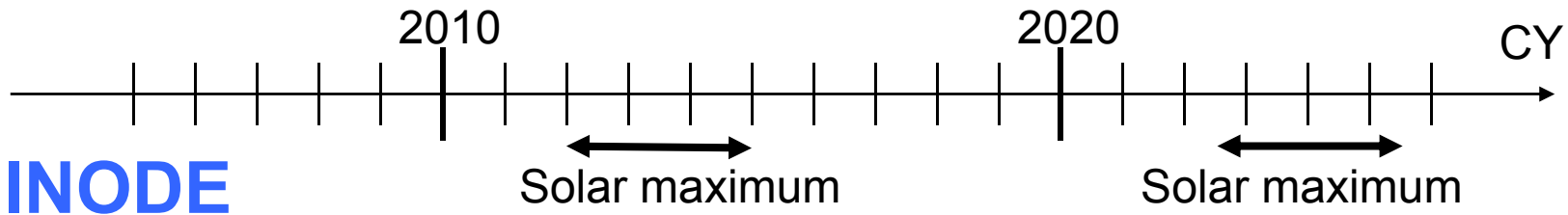


## B案：撮像から本格分光へ 「ひので」は高分解能＋分光の威力を見せつけた

- 彩層・コロナの加熱・加速、太陽風の加速機構の鍵を握るのは、微細スケールの磁場とプラズマの相互作用にある
  - 微細構造にある物理が太陽全体とヘリオスフェアに至る大局的現象を決める
- エネルギー源の光球から、散逸場所の彩層・コロナの全域を隙間なく(「ひので」はすきまだらけ)磁場と速度場の高分解能(空間・時間)、高S/N観測を実施。必要な解像度は、filling factorの観測から、0.1-0.5秒角にあり、ひのでの成果をもとに技術的に到達可能
  - 特に彩層の時間変化は早く磁場も弱いため、その観測はほとんどされていない



# ロードマップ2010-2030



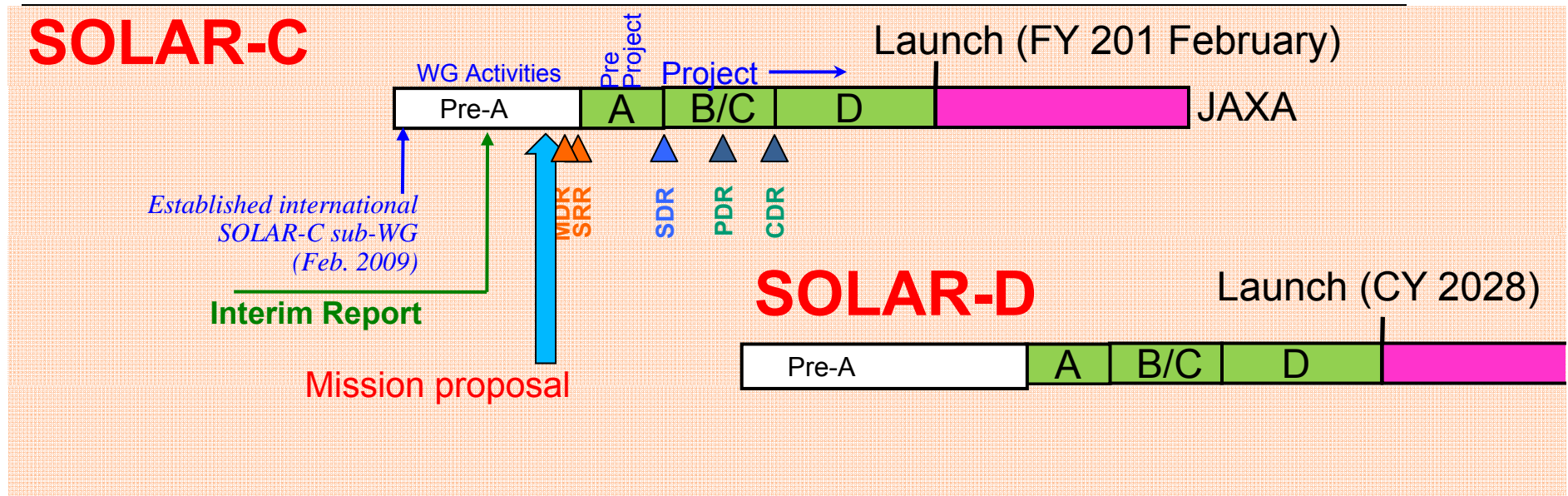
**HINODE**

2006 Sep. 23

**Phase 1** Initial analysis and discovery

**Phase 2** New development from solar max. observations

**Phase 3** New view with cycle-long observations



**Sounding Rocket Experiment with NASA**

Kickoff (Nov. 2008)

**CLASP**

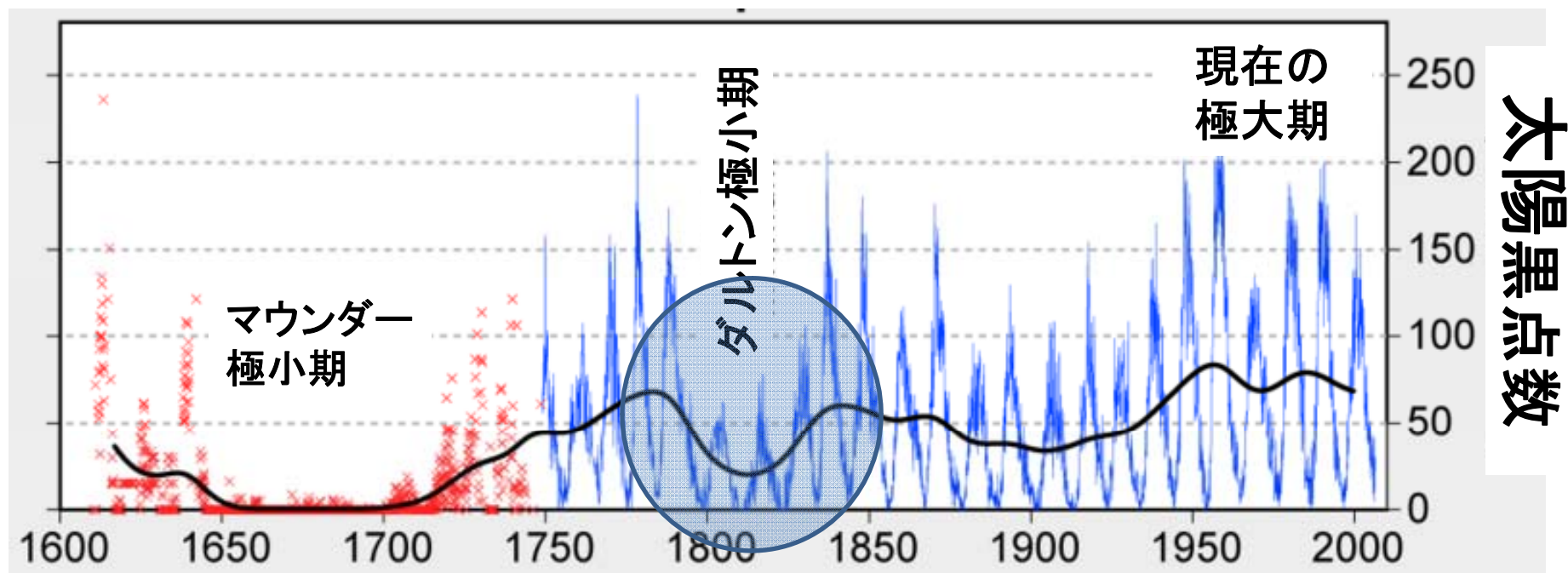
Launch (summer 2014)

Pre-A: Pre-Phase-A (WG activities)  
 A: Phase-A (R&D)  
 B/C: Phase-B/C (PM phase)  
 D: Phase-D (FM phase)



# 太陽は活動の停滞期に入ろうとしている 千載一遇の観測チャンス

次の極大2013年後半、黒点数75以下か？



1800年頃のダルトン極小期あたりは、小氷期として、  
20世紀後期に比べて約0.6度寒冷化していた。

# 国際的状況

- NASA本部はSOLAR-Cに極めて好意的
  - NASAと共同作業部会(JSSAC)を設置
  - 米国decadal surveyに対応中
- ESA Cosmic vision-IIに応募
- 英文中間報告書取りまとめ年度内発行
- A案・B案とも米国・欧州では実施しにくい
  - A案:イオンエンジン技術
  - B案:高空間分解能大型望遠鏡技術・画像安定化技術
  - Solar orbiter, Solar probe+と言った違う路線をNASA,ESAが取っており今後10年近く軌道修正できない

# A案・B案の決定について

- 評価の軸
  - サイエンス(明快なdiscovery spaceの提示)
  - コスト
  - 主要観測機器1台の国内開発による技術的蓄積
  - リスク
  - NASA, ESAとの国際的分担の整合性
  - これまでの日本のミッションとの継続性と新規性
  - 日本人の主著者の主要論文が多数でるか？
- 2011年度にISASより衛星公募のある場合、2011年度初頭に2案にプライオリティーを付ける予定