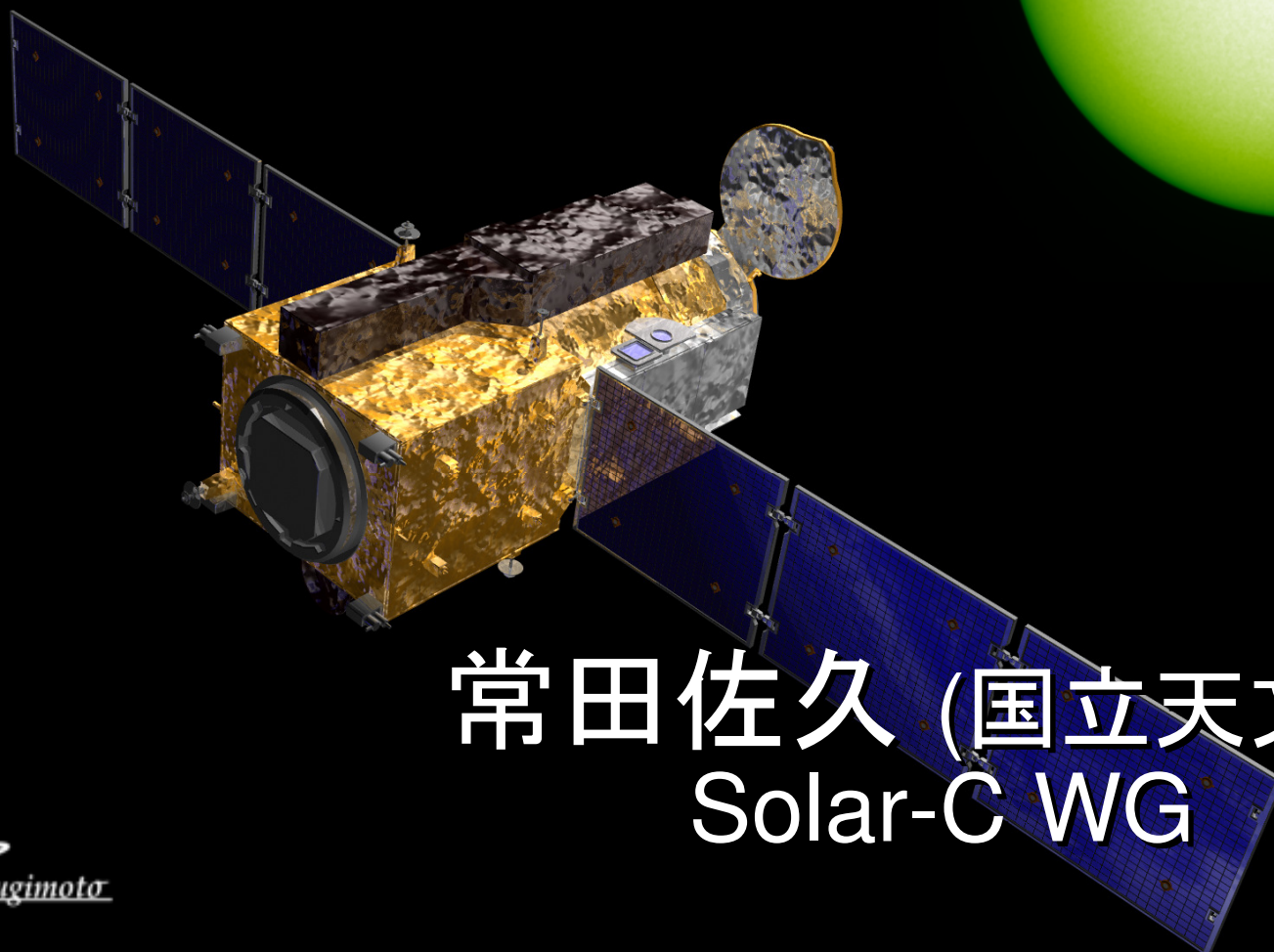
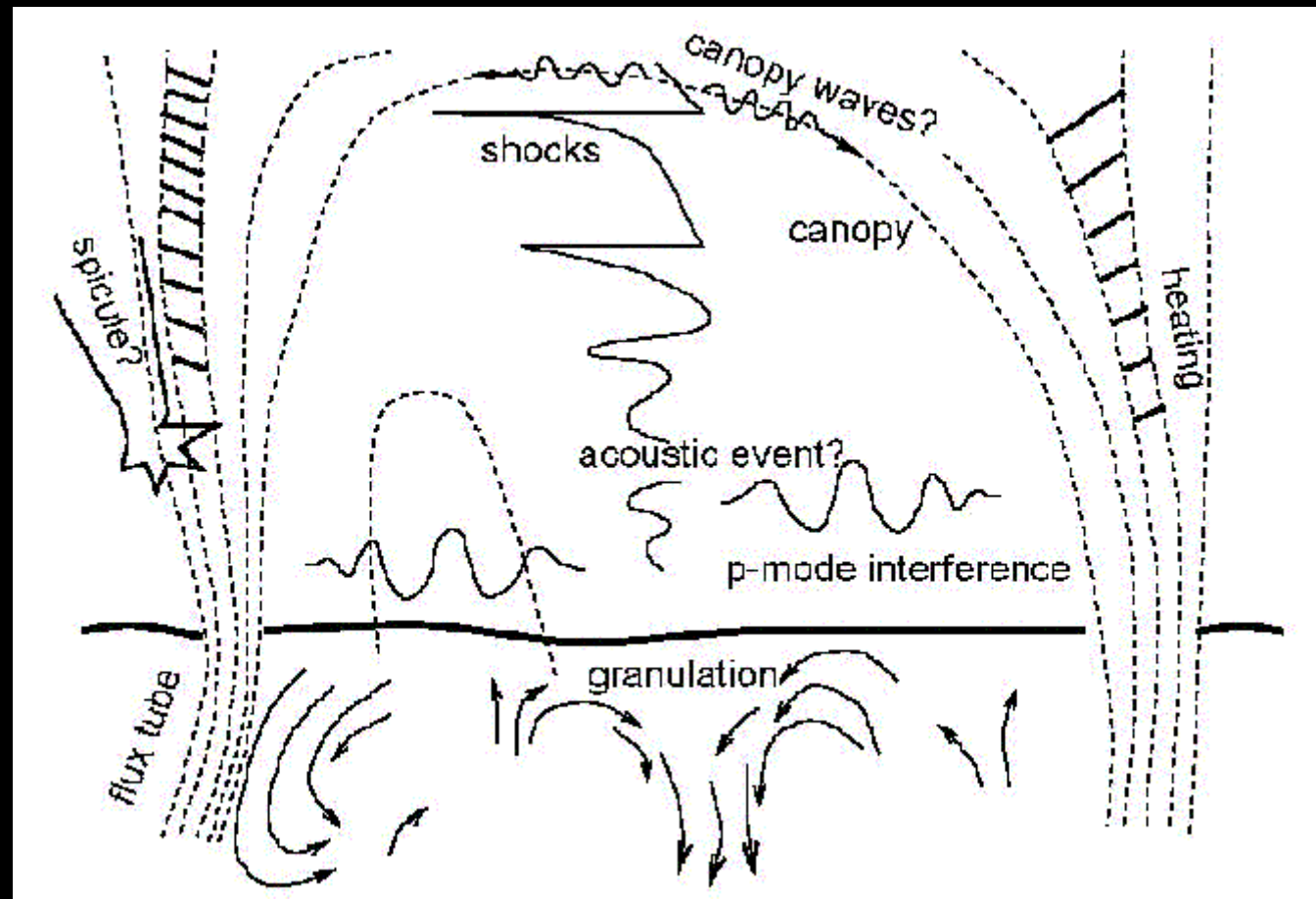


「ひので」からSolar-Cへ
今、太陽がおもしろい！



常田佐久 (国立天文台)
Solar-C WG

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

遅い太陽の源

黒点の輝点
半暗部いろいろ

超音速下降流

超粒状班極域アライメント

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

コロナの輝線
の膨らみ

ユビキタスな
短寿命水平磁場

水平と垂直の
関係解明される

プロミネンス
の微細構造

磁気ロープ・彩層
を抜けコロナに

極域のkG磁場

プロミネンス中のMHD波動

タイプIとII
スピキュール

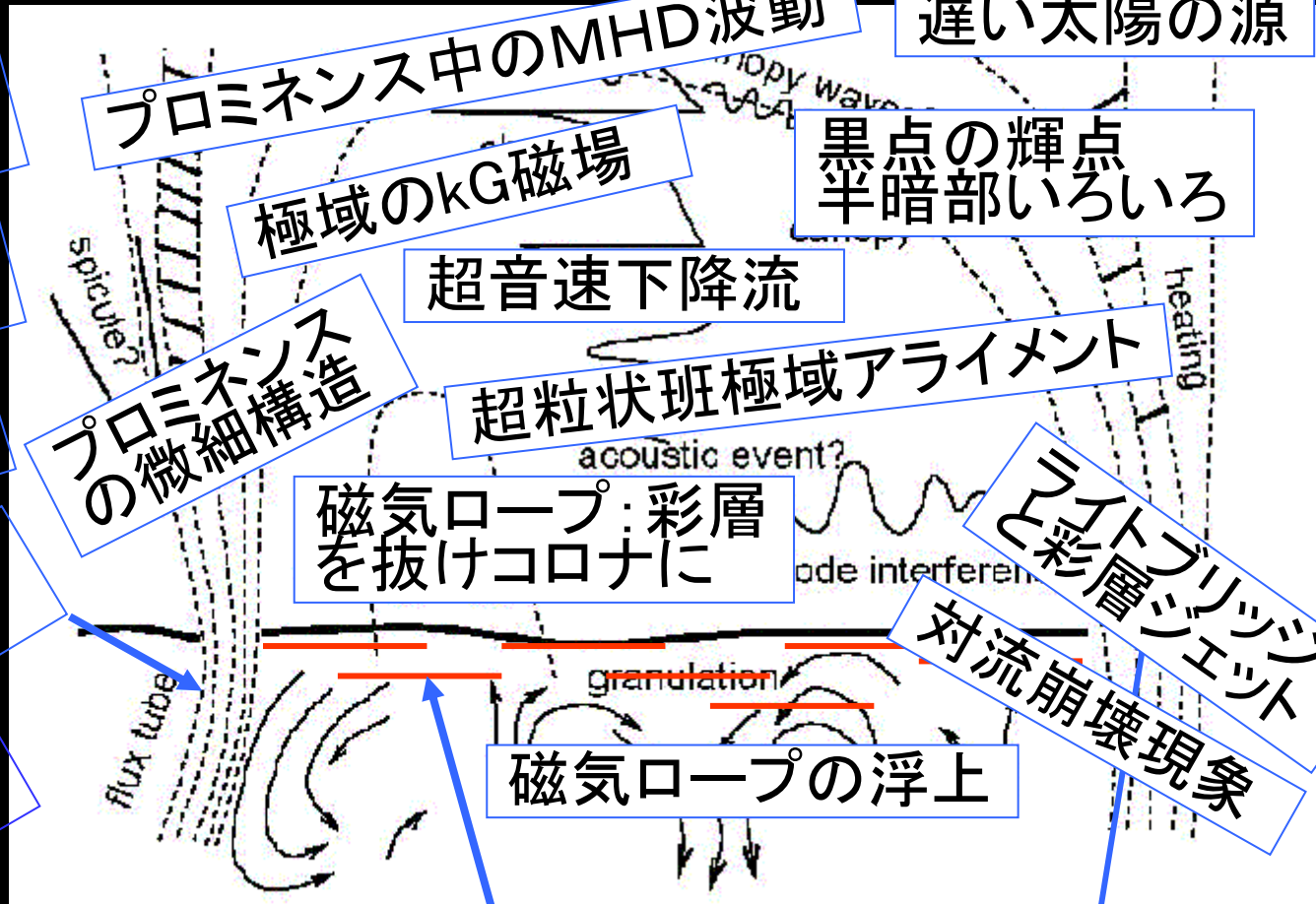
彩層ジェットと
磁気リコネクション

スピキュールを
伝わるMHD波動

半暗部 マイクロ
ジェット

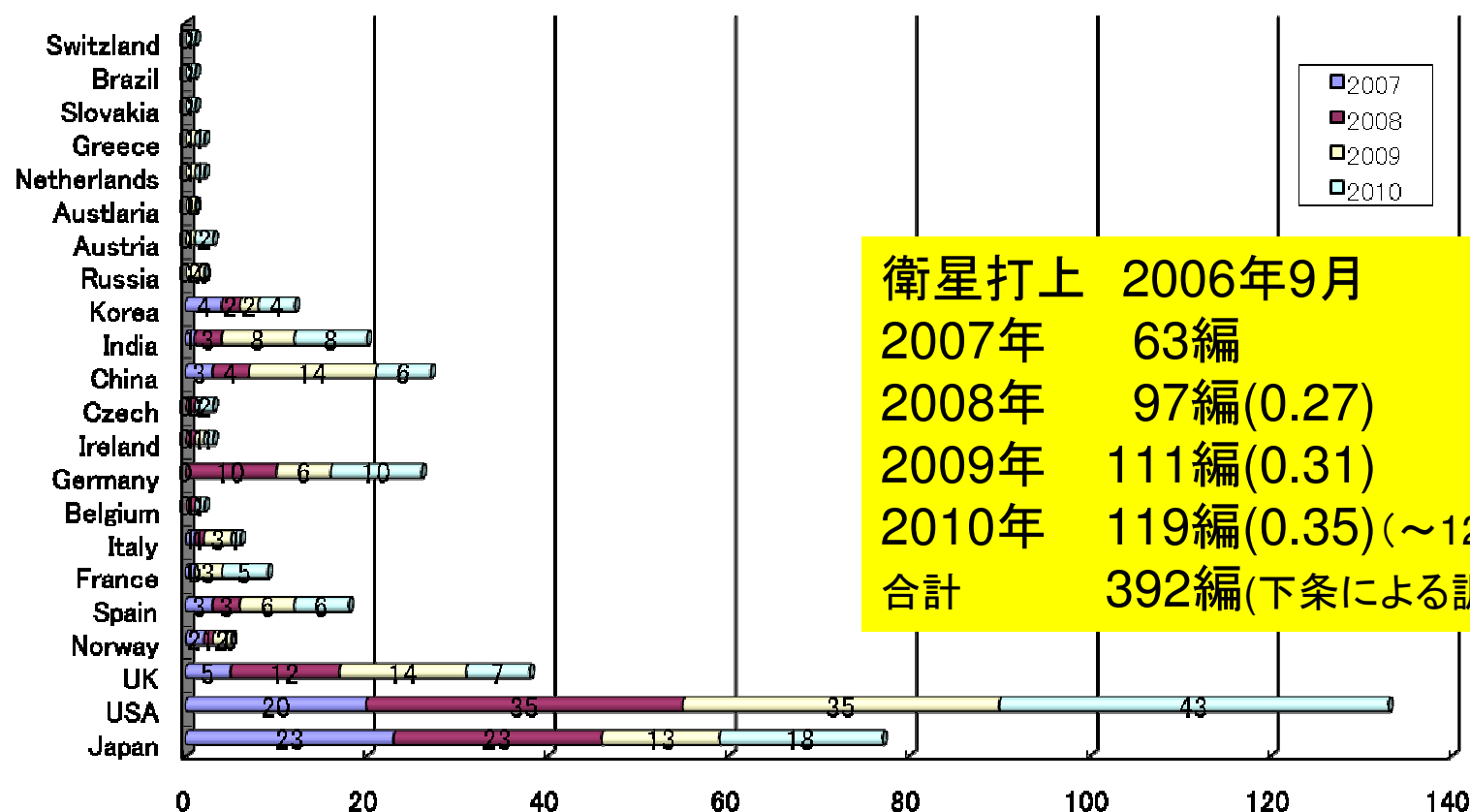
光球での定在キック
波・ソーゼーシ波

メソグラニユール
の不思議



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！

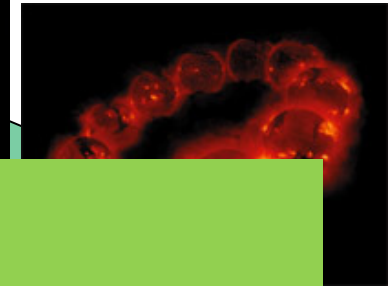
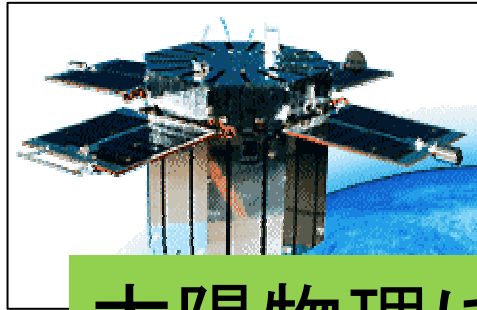
回転
対流

⇒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 (1991-2001)



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

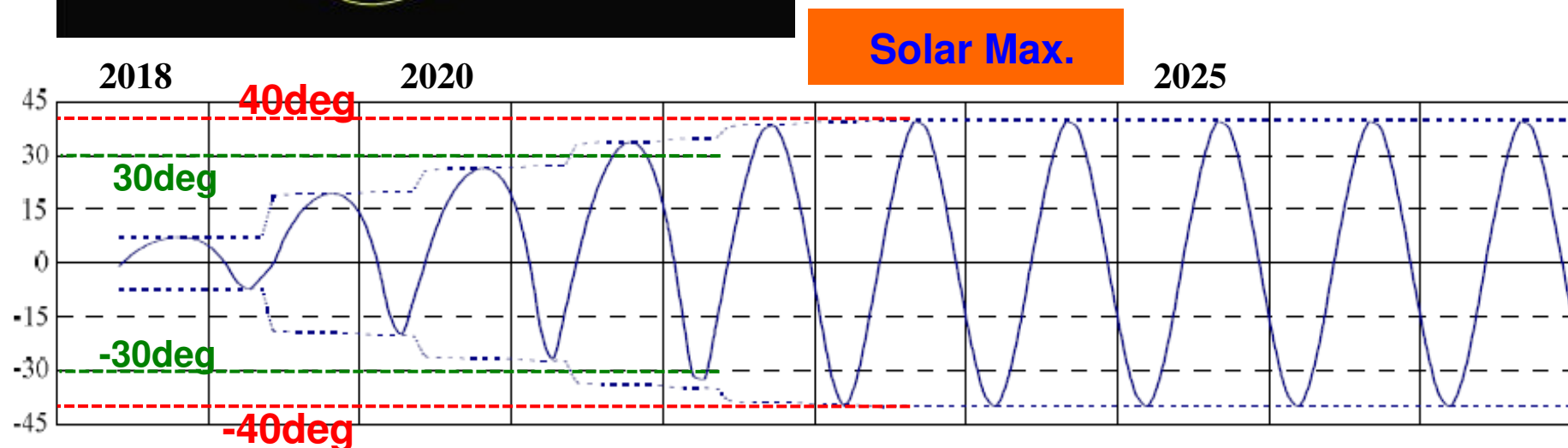
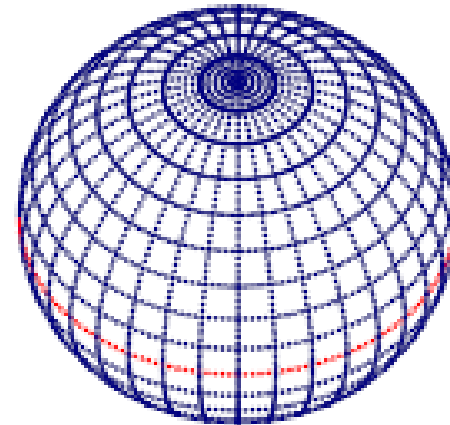
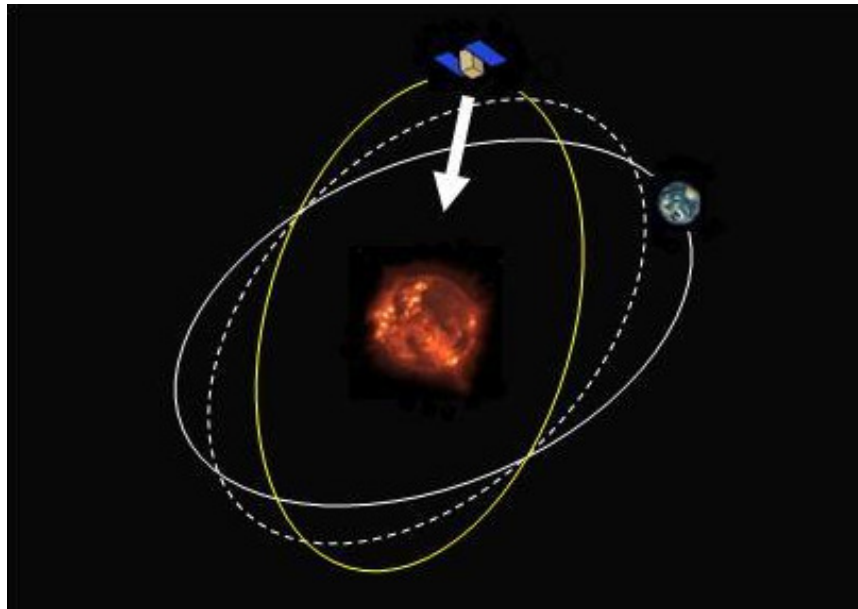
- A案(太陽極域探査ミッション)
- B案(高分解能偏光分光観測ミッション)

打ち上げ希望

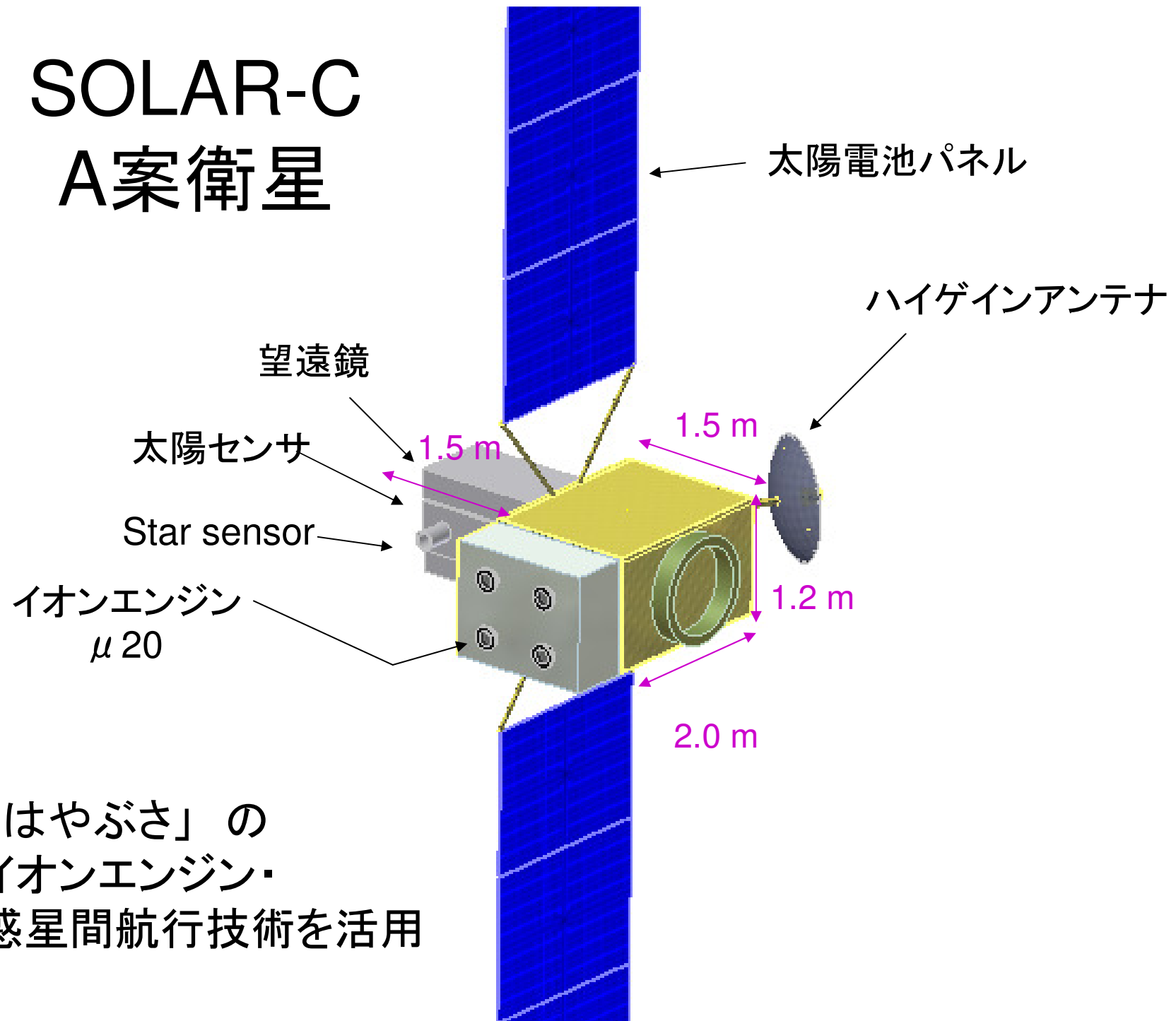


光球、彩層、遷移層、コロナ、フレア
可視光、極紫外線、X線

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

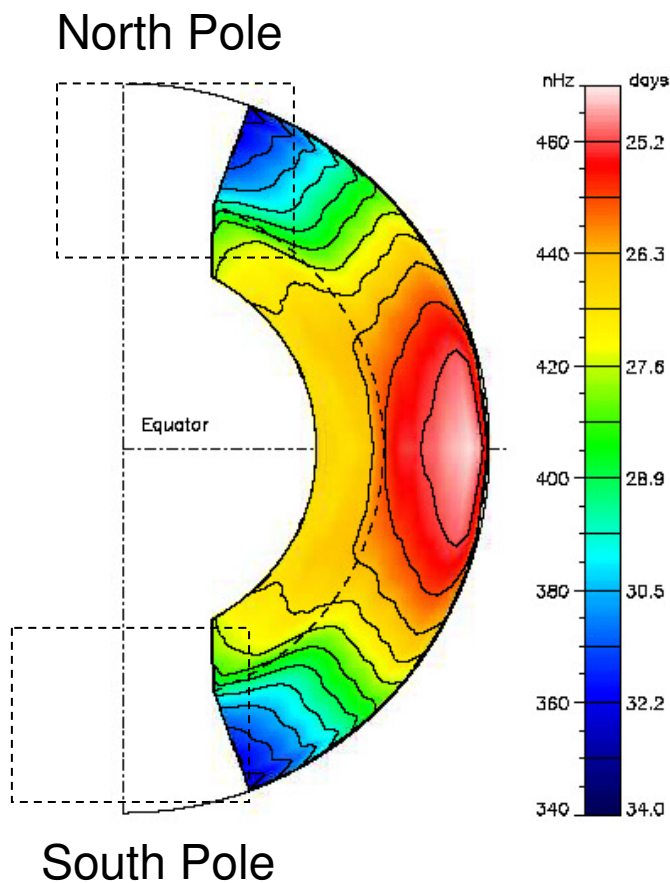


SOLAR-C A案衛星

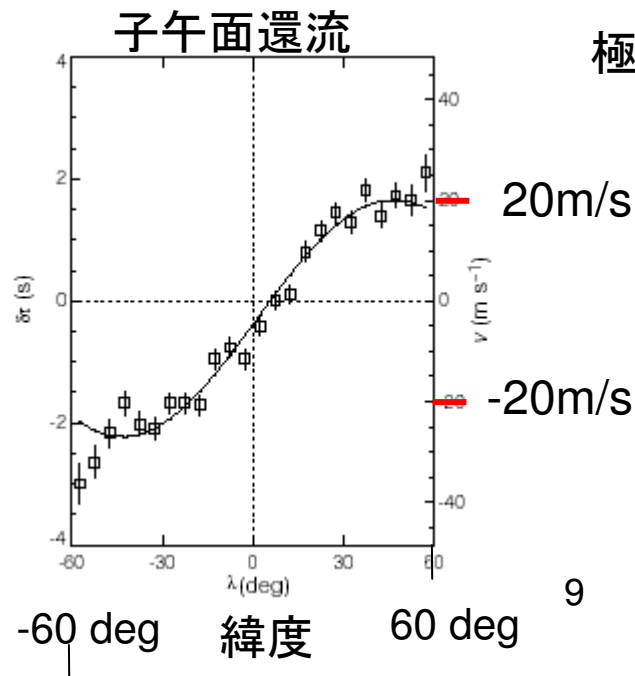


「はやぶさ」の
イオンエンジン・
惑星間航行技術を活用

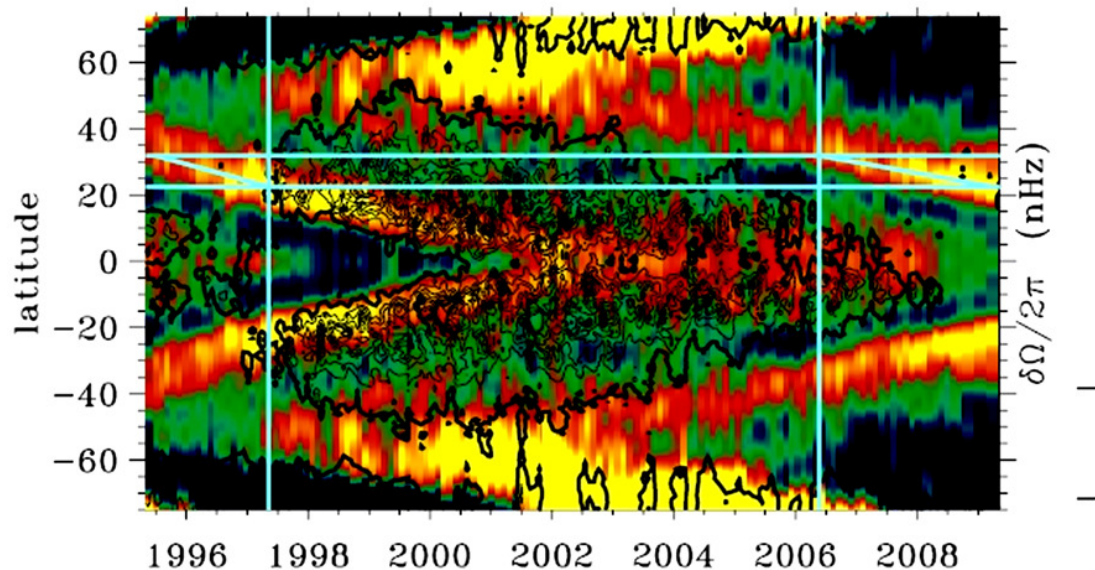
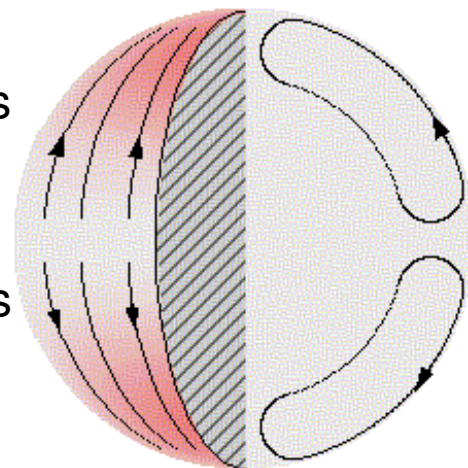
太陽内部の流れ場 とシア: ダイナモの 理解に重要な情報



太陽内部の角速度分布



極域の子午面還流(想像図)

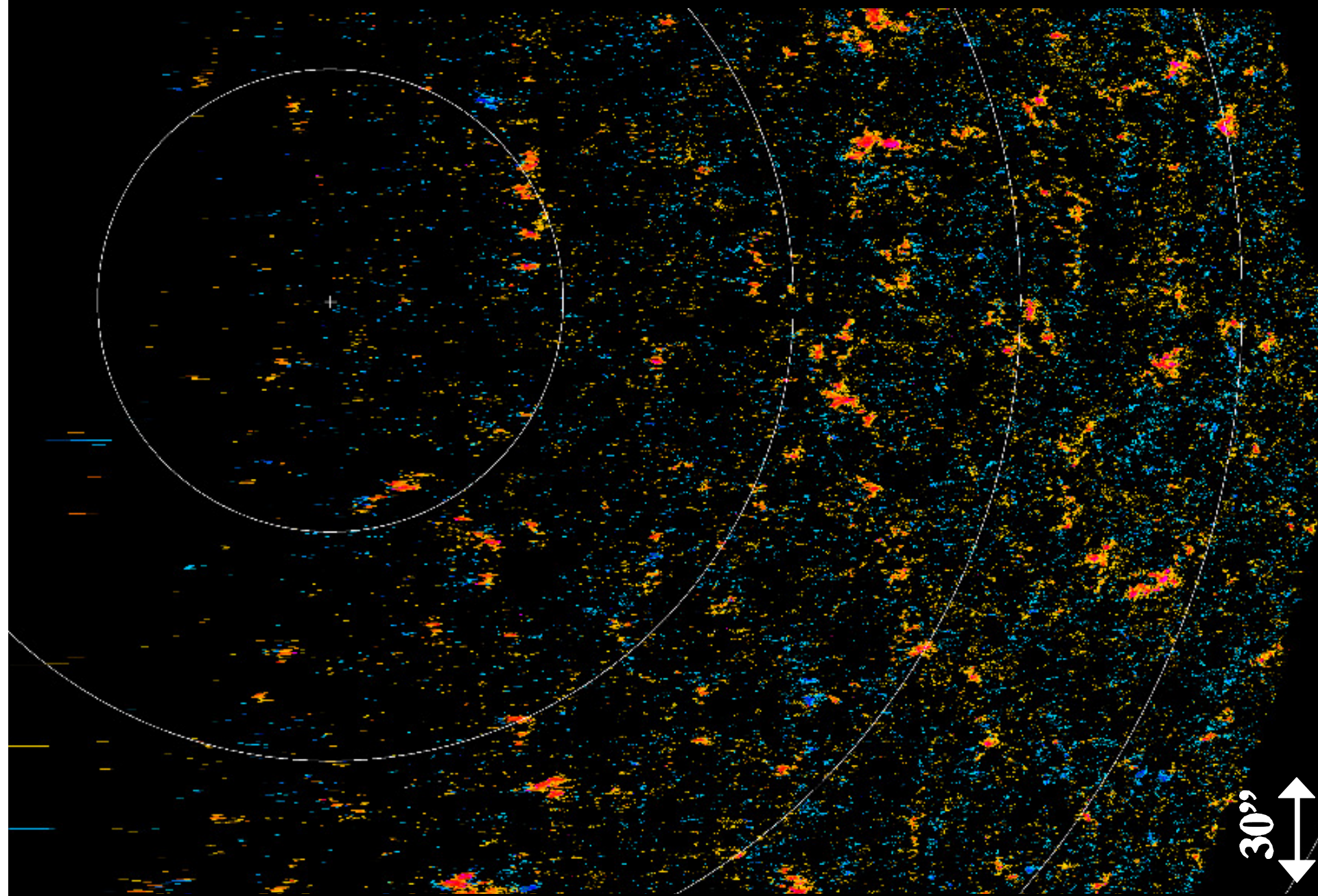


差動回転の振れ振動

極域磁場:「ひので」で片鱗、部分的にしか見えない

1.2kG

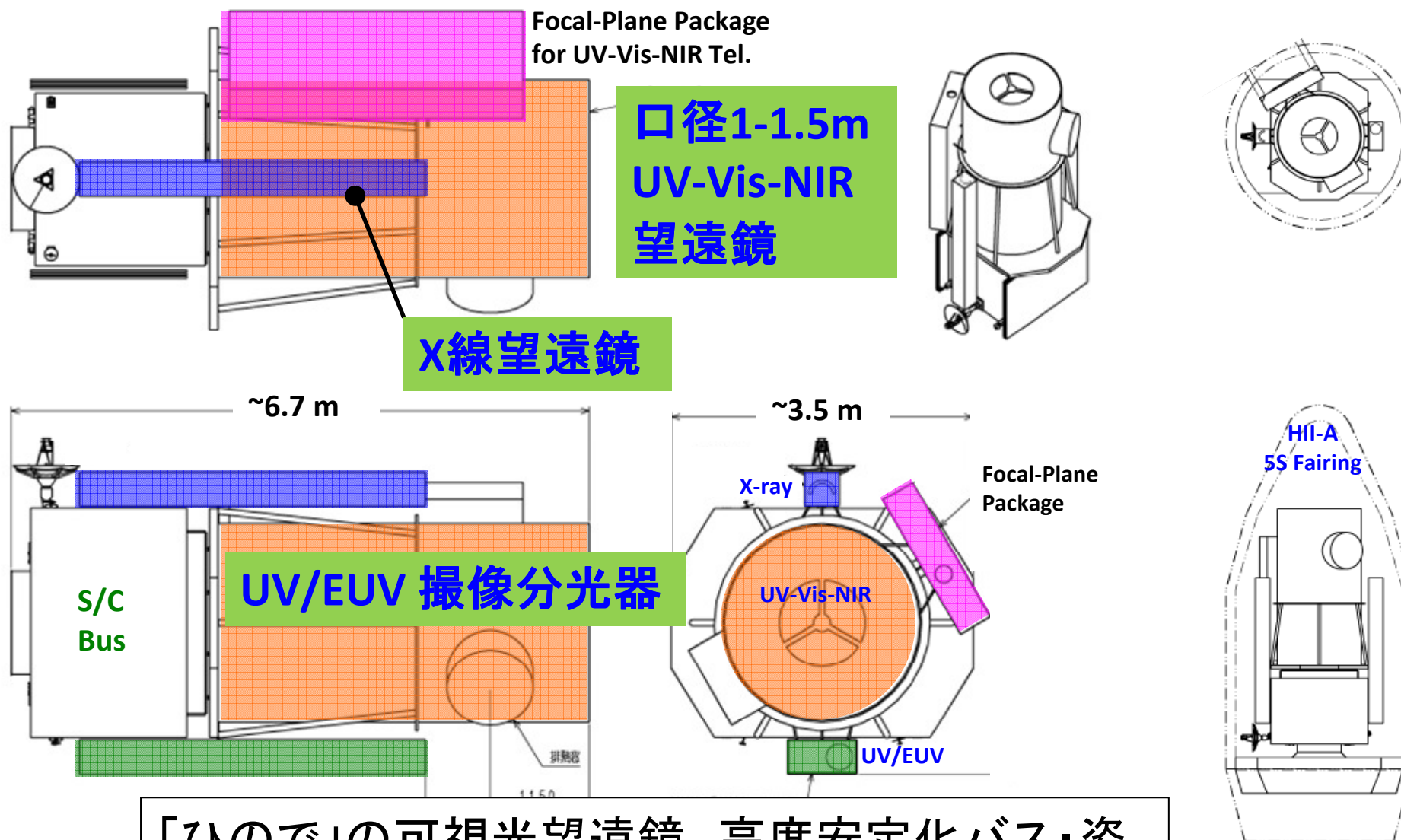
-1.2kG



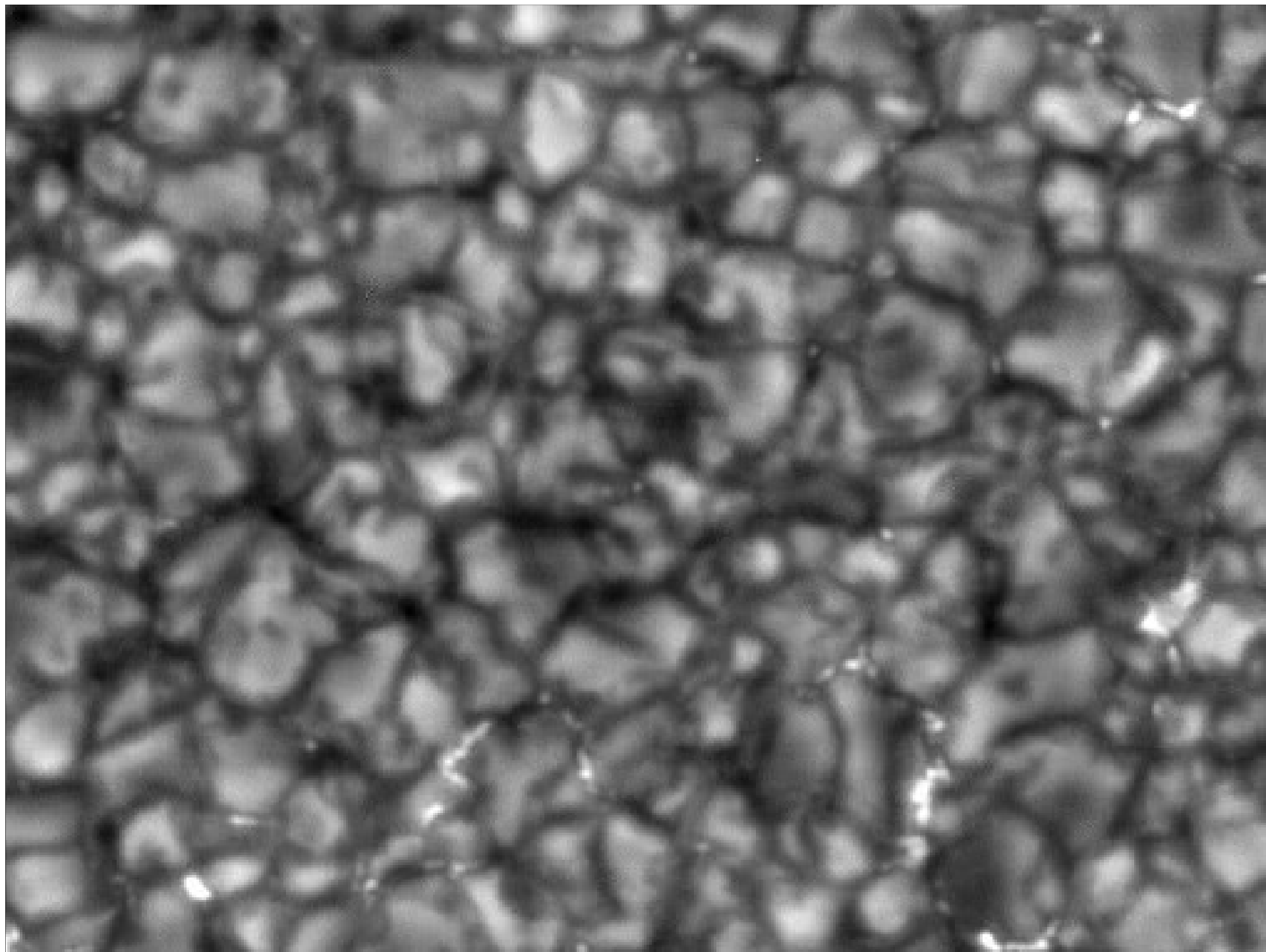
A案：未踏の太陽極域俯瞰観測

- 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
0:11:34 UT

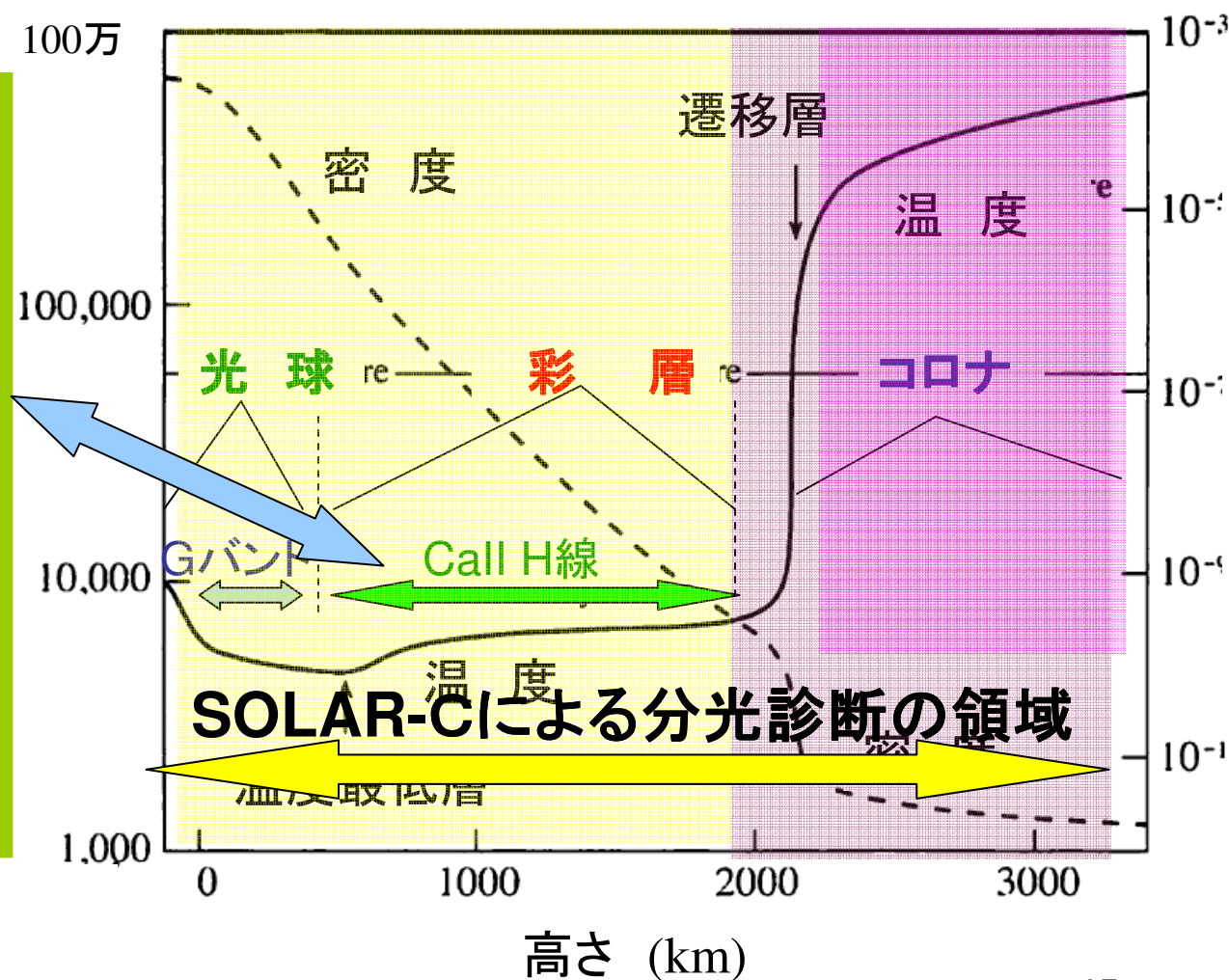
2006 Dec 17 20:00-21:00 UT Call H broad band filter images taken with Hinode/SOT¹⁴

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？

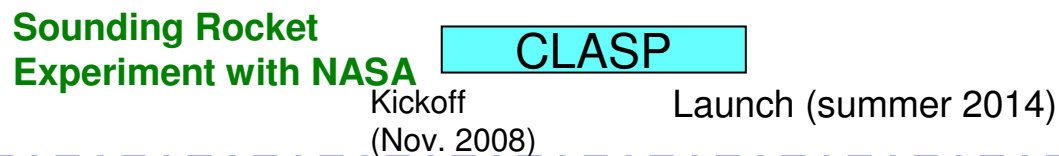
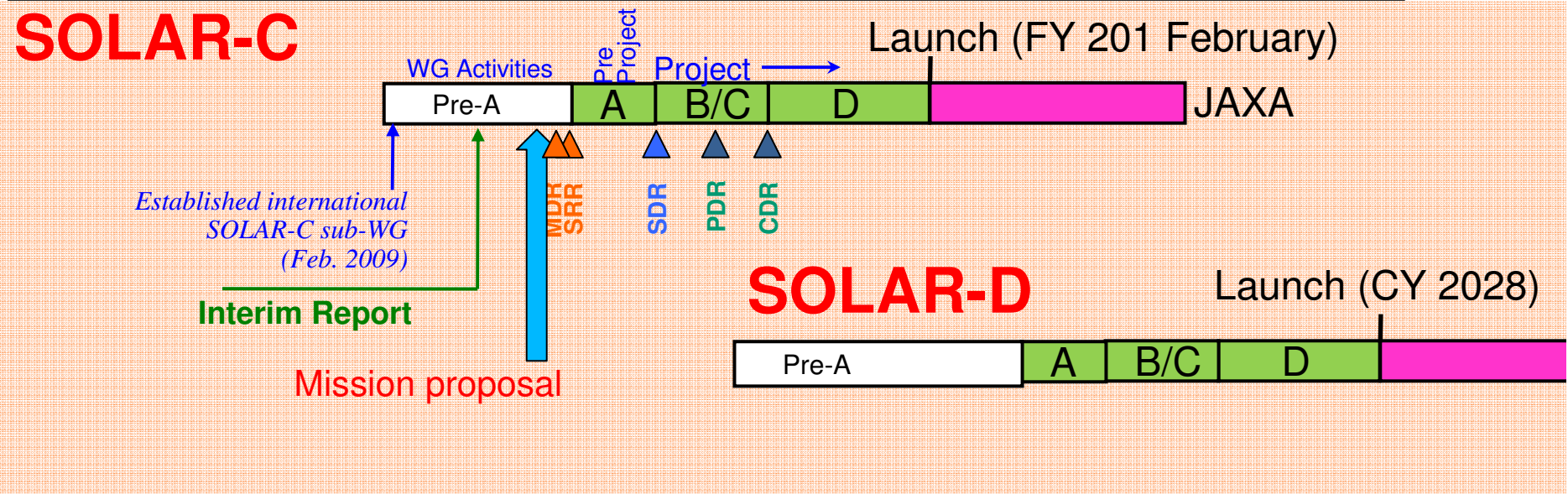
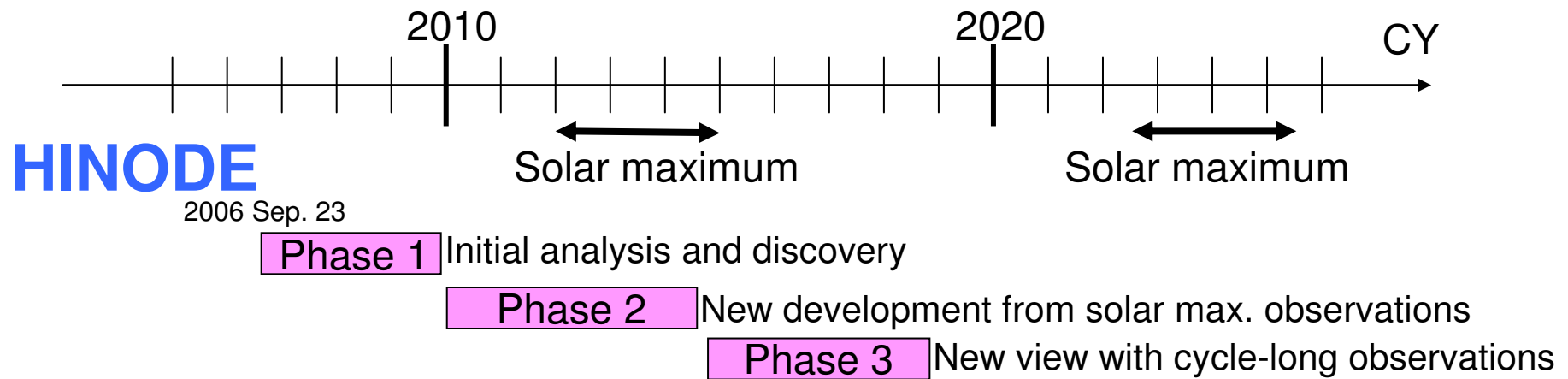
- ・コロナの10倍の加熱に
より維持されている
- ・「ひので」による多様な
動的現象の発見
- ・コロナ加熱の理解には、
コロナ光球のインター
フェースである彩層・遷
移層の理解が本質であ
るとの認識が急速に台
頭。



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^o2010-2030



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

太陽まもなく「冬眠」

国立天文台 複数の兆候を観測

太陽が「冬眠」準備に入ったらしい。国立天文台などの観測から、約11年で繰り返してきた太陽活動の周期が、前の特異期から、表面の磁場も観測史上最低レベルを記録し、ほぼ長くなり、表面の磁場が弱まる直前の特異期に近づいた。こうした現象は活動が弱まる直前の特異期にみられる。太陽は「数世紀、11年周期」で活動が弱まる。太陽の活動の増減を繰り返している。ただ、そのしなみ、地球の気候への影響などはよくわかっていない。

長い周期 磁場も最低

太陽の「冬眠」準備に入ったらしい。国立天文台などの観測から、約11年で繰り返してきた太陽活動の周期が、前の特異期から、表面の磁場も観測史上最低レベルを記録し、ほぼ長くなり、表面の磁場が弱まる直前の特異期に近づいた。こうした現象は活動が弱まる直前の特異期にみられる。太陽は「数世紀、11年周期」で活動が弱まる。太陽の活動の増減を繰り返している。ただ、そのしなみ、地球の気候への影響などはよくわかっていない。



Sun goes longer than normal producing sunspots

June 09, 2008 -- By Evelyn Boswell, MSU News Service
BOZEMAN -- The sun has been laying low for the past couple of years, break to satellites.

That's good news for people who scramble when space weather inter-



今週の
お題だつち

太陽異変

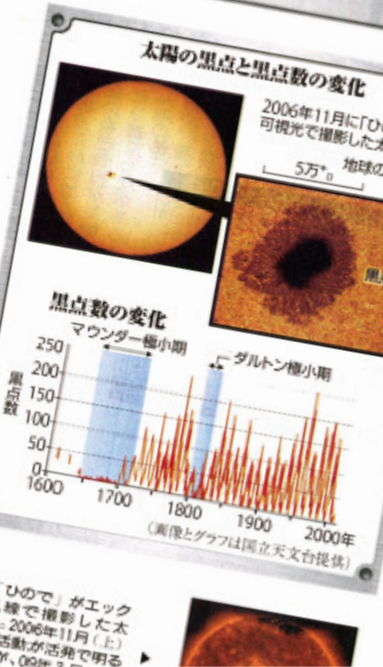
どうも妙だ。太陽はいま息を吹き返しつつあるのだが、それが弱々しい。こんなとき、過去には大変なことがおきた。

太陽の表面にしみじみと現れては消える「黒点」の不思議な現象は、ガリレオをはじめとする数多くの天文学者の目から数百年前、17世紀以降、多くの観測記録が残されている。黒点は、温度が低い。太陽の表面温度は6000度だが、黒点は4000度だ。しかし、黒点が多いのは太陽が不穏なことを意味している。逆である。黒点は、太陽表面で強力な磁場が現れる場所。太陽の活動が活発になり、黒点が増える。つまり、黒点が多いのは、太陽活動が盛んな証拠なのだ。

黒点周期延び 回復に遅れ

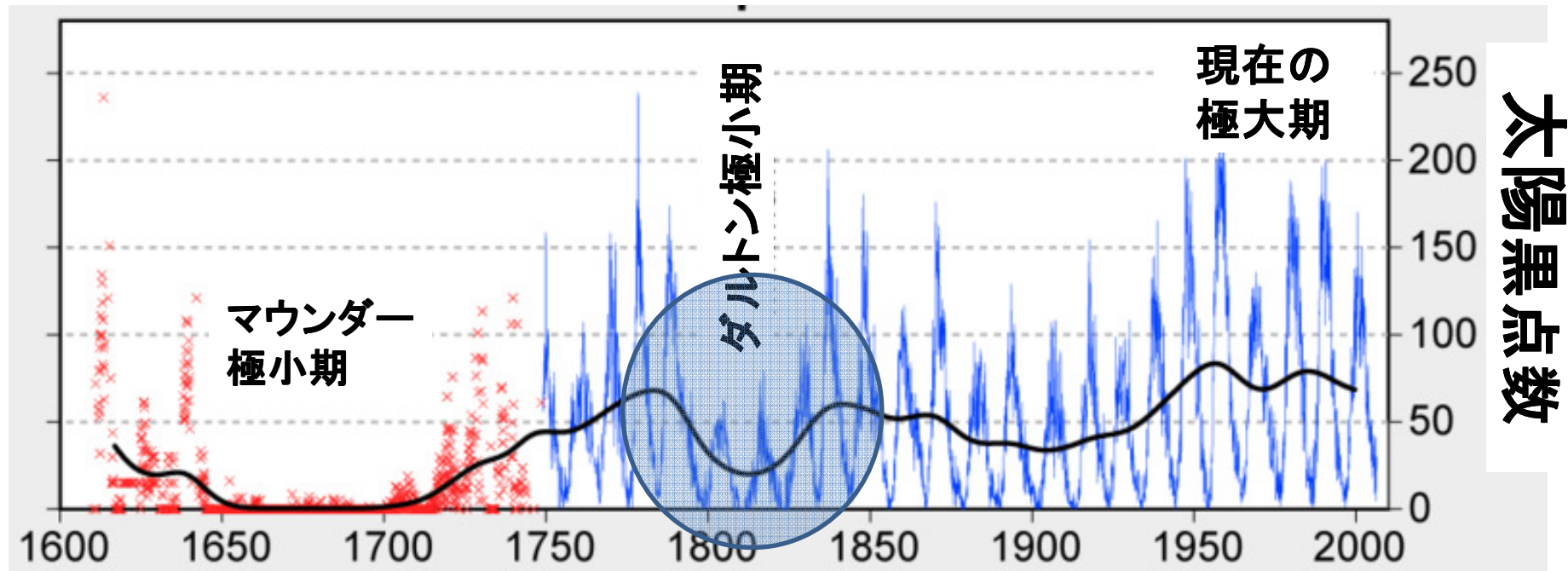
黒点周期が延びたことは、過去にもあった。黒点周期が14年に延びたことが、17世紀前半、黒点周期が11年に延びたことが、18世紀後半、黒点周期が11年に延びたことが、19世紀後半、黒点周期が11年に延びたことが、20世紀前半、黒点周期が11年に延びたことが、2006年11月に「ひの」で撮影された太陽の黒点の拡大画像。黒点の直径は約5万km。

地球寒冷期 近いかも



「ひの」がエキスポートで撮影した太陽。2006年11月(上)は活動が活発で明るい、09年(下)は活動が低調で暗い。

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