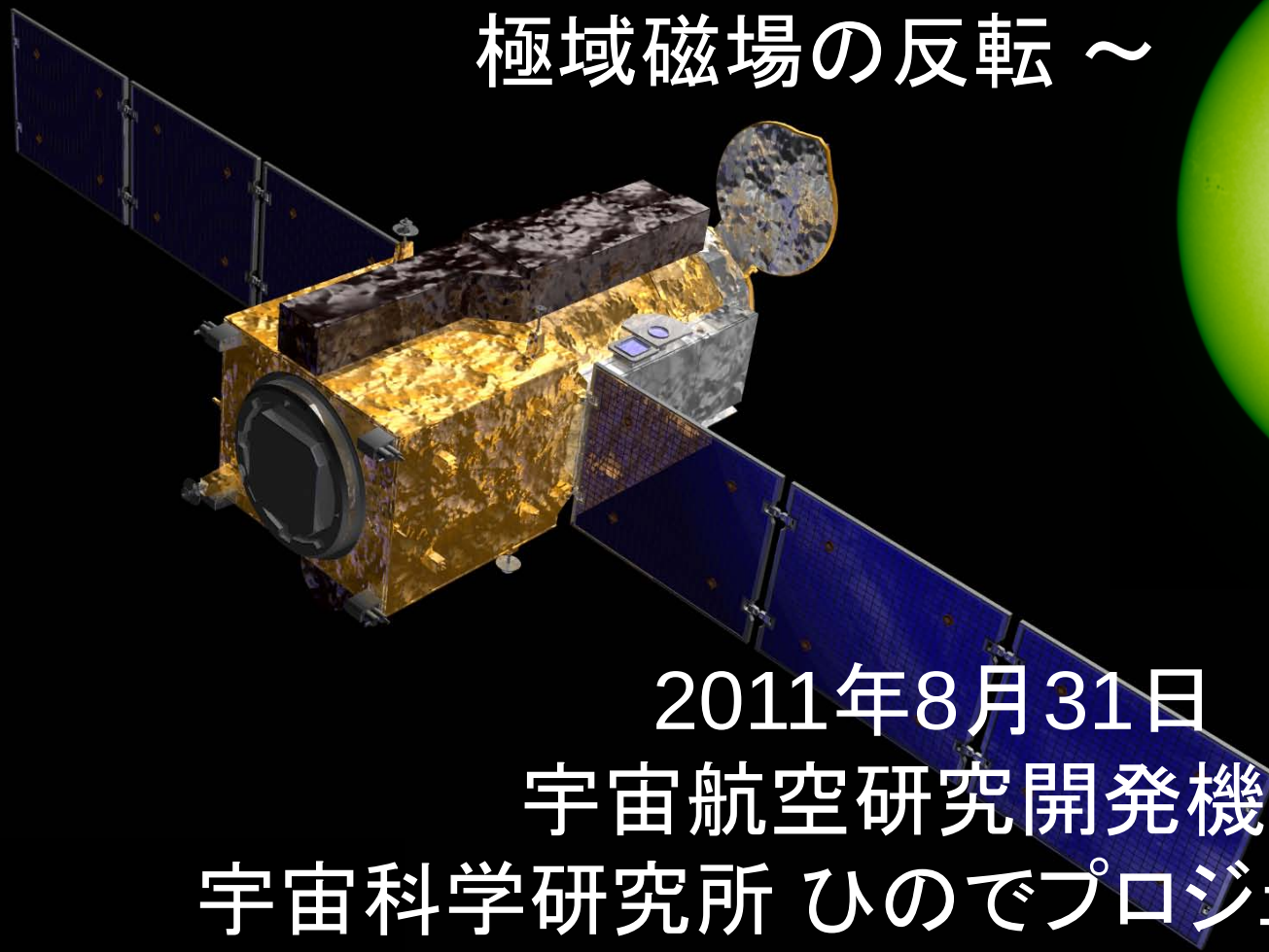




委25-1

「ひので」の観測成果 ～ 上昇し始めた太陽活動と 極域磁場の反転 ～



2011年8月31日

宇宙航空研究開発機構

宇宙科学研究所 ひのでプロジェクトチーム

常田佐久（国立天文台教授）

目次

1. 「ひので」の概要と成果
2. 太陽活動の上昇
3. 反転直前の極域磁場
4. まとめ

注記:

「ひので」搭載の3望遠鏡とも順調に成果を上げているが、今回は可視光・磁場望遠鏡(SOT)の観測成果について報告する。

「ひので」のこれまでの観測成果は、<http://hinode.nao.ac.jp/> を参照のこと。

「ひので」衛星 (2006年9月打上)

可視光・磁場望遠鏡 (SOT)

0.2-0.3秒角という超高空間分解能で、太陽表面の磁場ベクトルを精密計測

極端紫外線撮像分光装置 (EIS)

コロナの物質が出す極端紫外線を撮像・分光し、コロナ物質の密度・温度・流れの状態を診断

X線望遠鏡 (XRT)

約1秒角の高解像度で、コロナの構造やそのダイナミックな変動を観測

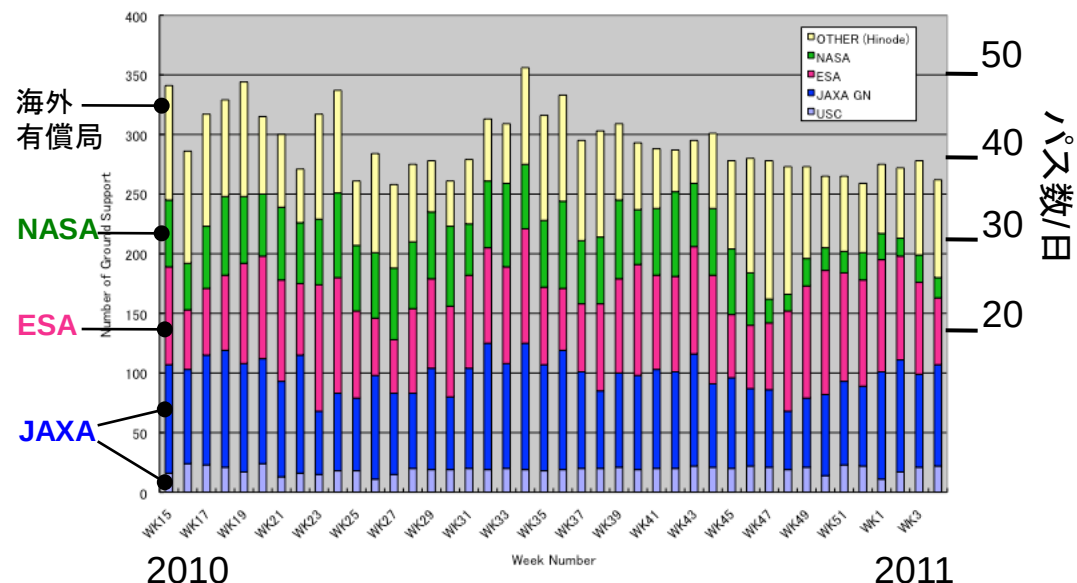
➡ 3望遠鏡の同時観測により、太陽磁場やコロナの活動現象の起源を探る



「ひので」衛星の運用状況

- 2007年12月末よりX帯受信が不安定となる事象が発生し、2008年9月よりS帯での科学データ受信に移行
- S帯での受信はX帯に比べてダウンリンクレートが大幅に減少する(約1/15)ため、観測内容の見直しや画像データの圧縮強化により科学的内容を極力失わない範囲で発生データ量を抑える一方、ESA・NASAの強力な支援を得て、S帯ダウンリンク局の確保を行なっている。

ESA・NASA・JAXA局および海外有償局(JAXA負担)を用いて、1日あたり35-50パスの受信を実現(3-4.5 Gbits/day)。これは、上記の工夫後の6 Gbits/dayの発生データ量の50-70%に相当し、観測に若干の制約が出ている。太陽活動の極大期を迎え、現在の地上局数を今後も維持する必要がある。

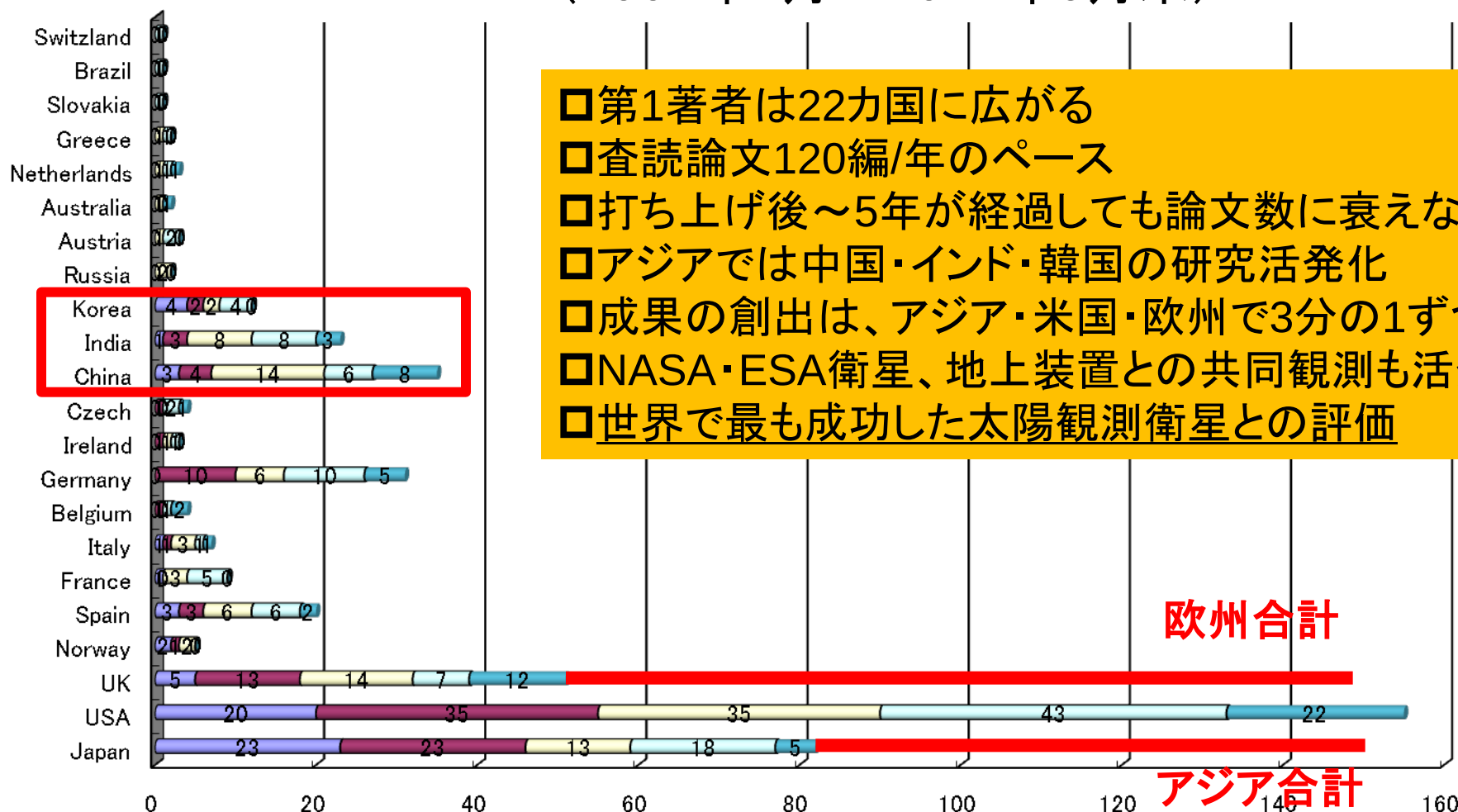


「ひので」S帯ダウンリンク局数の推移



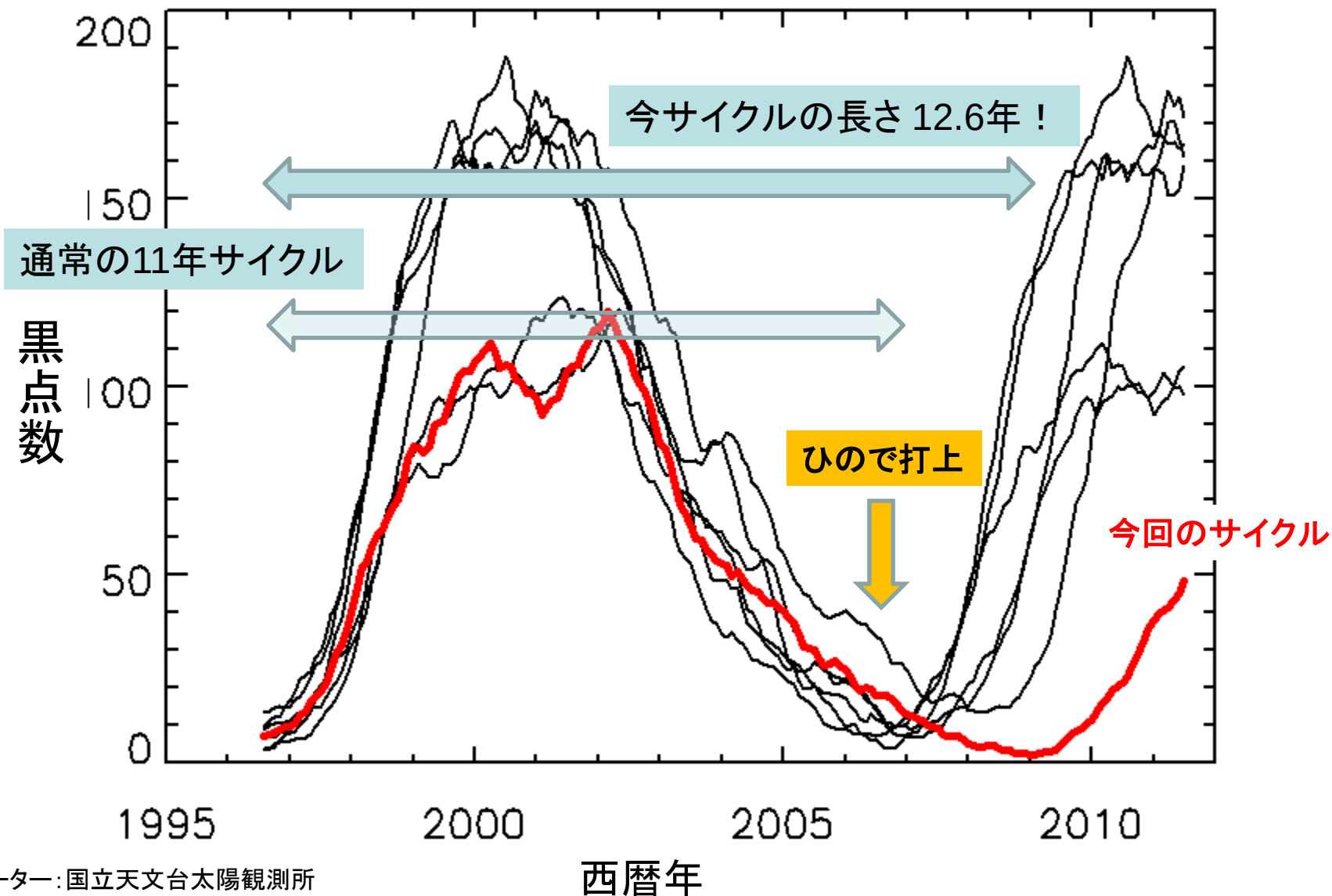
「ひので」の査読論文は今年中に500編へ

「ひので」査読論文第1著者の所属研究機関国別分布 (2007年1月～2011年6月末)





遅れに遅れた太陽活動の上昇 (過去7サイクルの黒点数推移を重ねて表示) 今サイクルだけ太陽周期が異常に長くなっている



「ひので」可視光 望遠鏡の観測

1. 「ひので」の概要と成果

極域

3. 反転直前の極域磁場

(11-16ページ)

太陽の極域の観測は、「ひので」の世界最高の解像度により初めて可能となった。極域には黒点の磁場の源があり太陽活動の予測に極めて重要

2. 太陽活動の上昇 (8-10ページ)

いつどこに発生するか分からない磁場の大規模な出現を発生前から黒点群の形成まで初めて捉えた。太陽深部からの磁場の出現はフレアなどの活動の原因と考えられている。

黒点の
ある領域

極域

SOHO

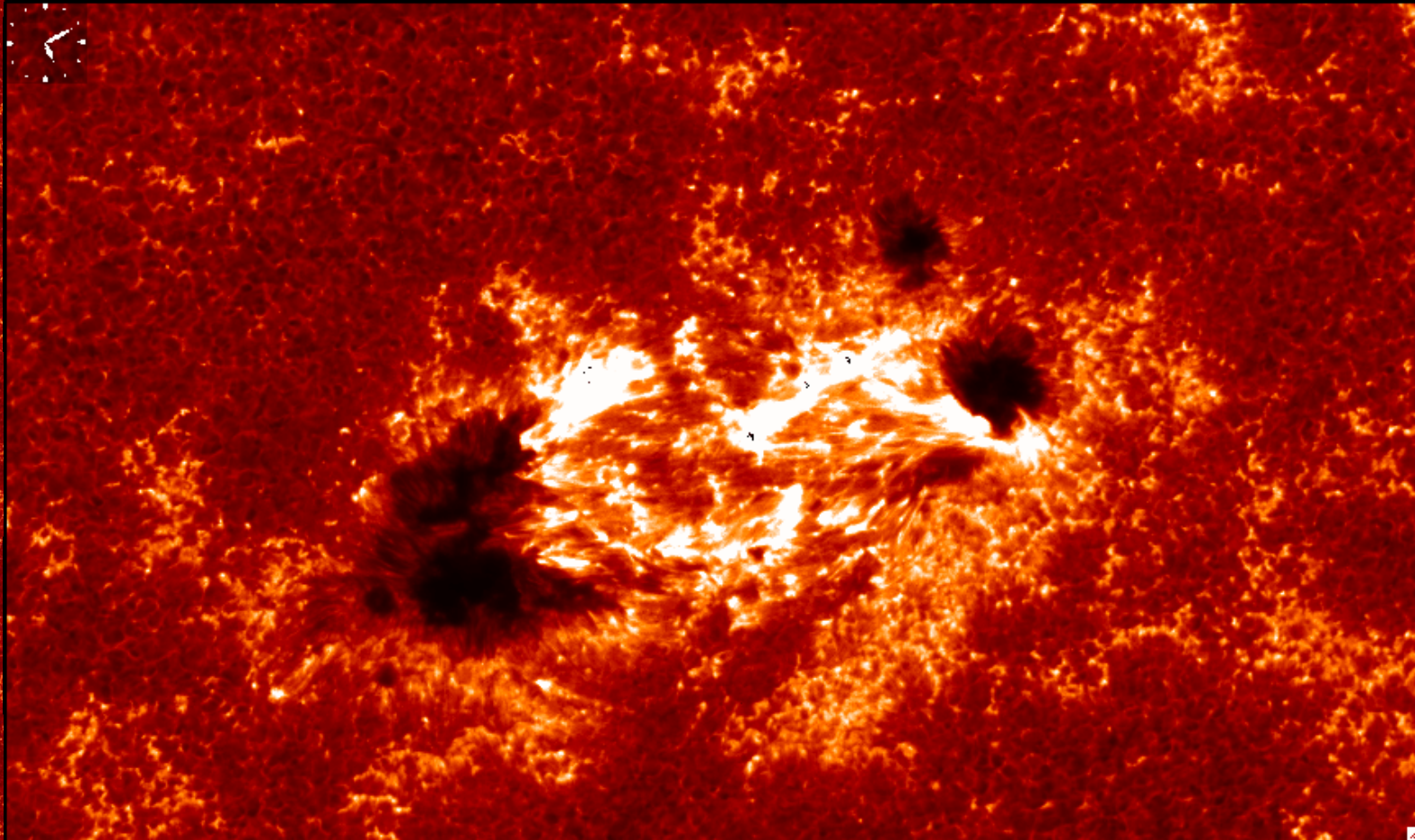


活動領域 NOAA 11039を4日間 「ひので」で連続観測（動画）

- 彩層を見ることのできるカルシウムの輝線で高解像度連続観測を実施。地上観測や他衛星ではこのような観測は不可能で、「ひので」のみ可能。
- これにより、太陽内部からの磁場の大規模な出現を、発生前から黒点群の形成まで世界で初めて捉えた。磁場の出現に伴い、たくさんの微小フレア（明るくパチパチと輝いている点）が発生し、磁場により彩層やコロナが加熱されている様子が分かる（画面中央部付近）。
- 黒点が分解・崩壊し消えていく様子も鮮明に捉えている（画面やや右側の小さい黒点）。
- X線や紫外線観測装置も同時に稼働しており、今後、総合的に解析を行う。

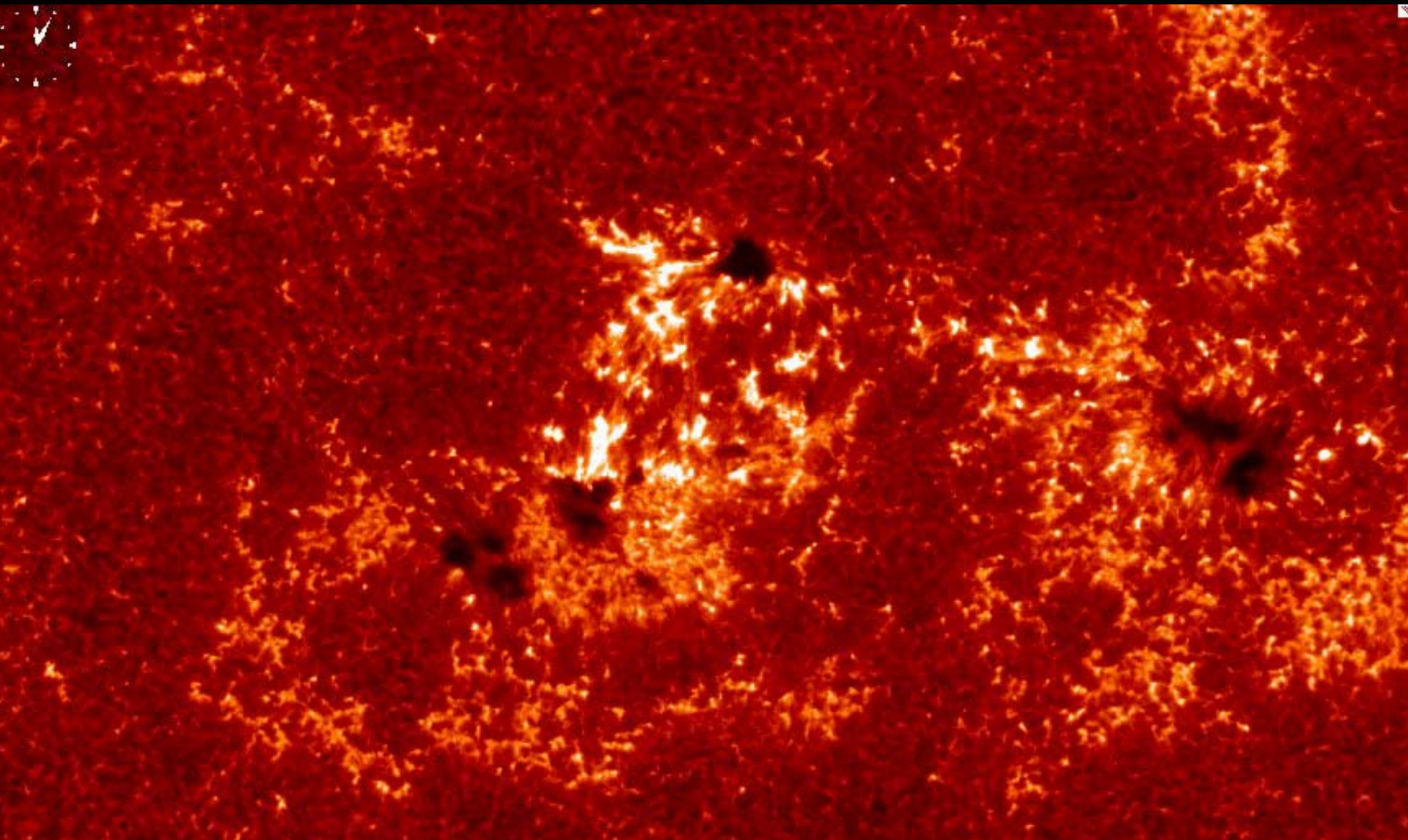
動画のポイント

太陽内部からの磁場の出現



磁場の出現に伴い、磁気エネルギーにより彩層が加熱されている様子(動画から例として抽出)

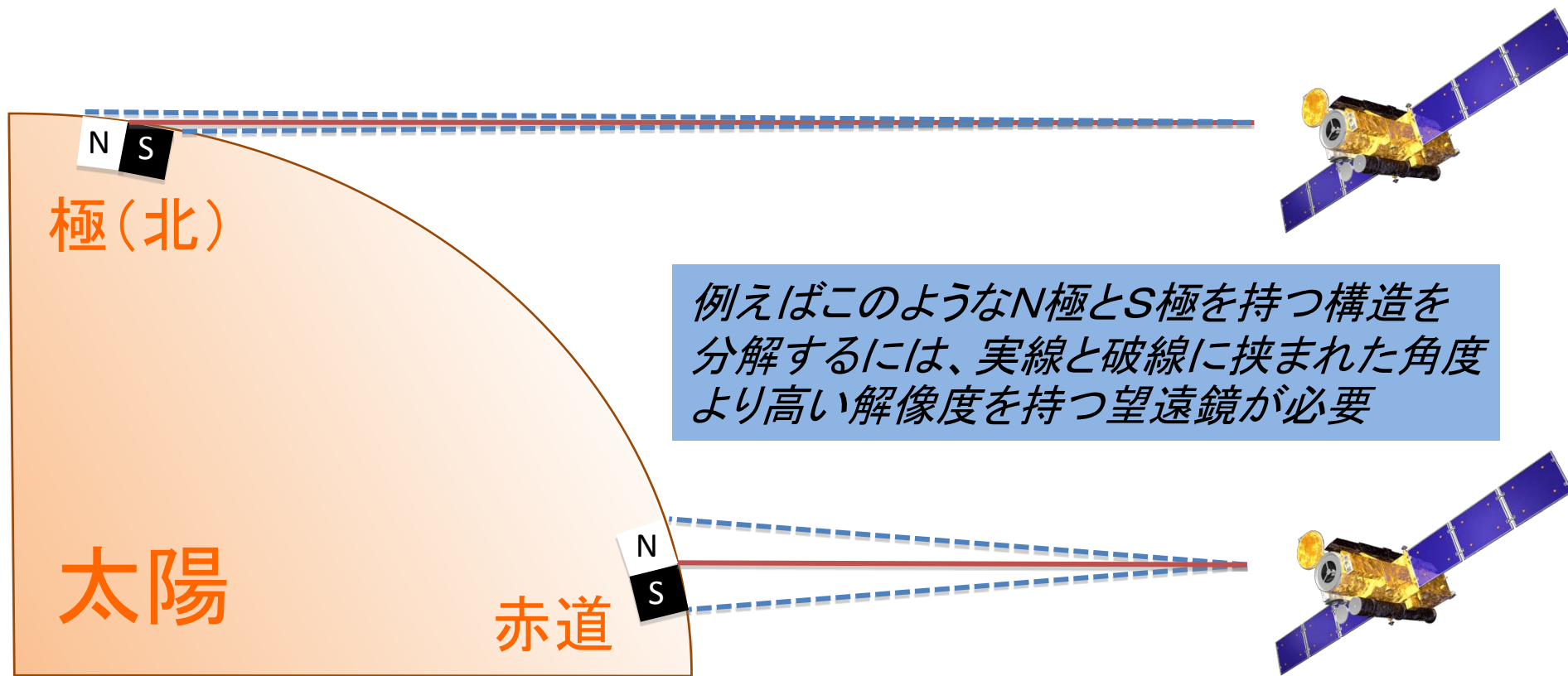
活動領域 NOAA 11039を4日間「ひので」で連続観測(動画)





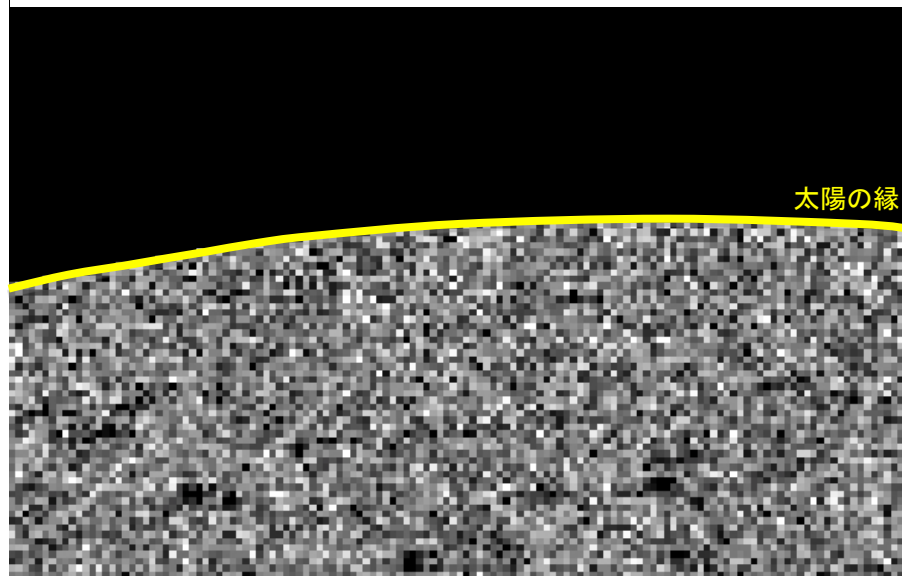
「ひので」により極域磁場の観測が初めて可能に

太陽極域には黒点の磁場の源があり磁場の起源の解明や次のサイクルの活動予測に極めて重要



「ひので」と従来の観測装置の比較

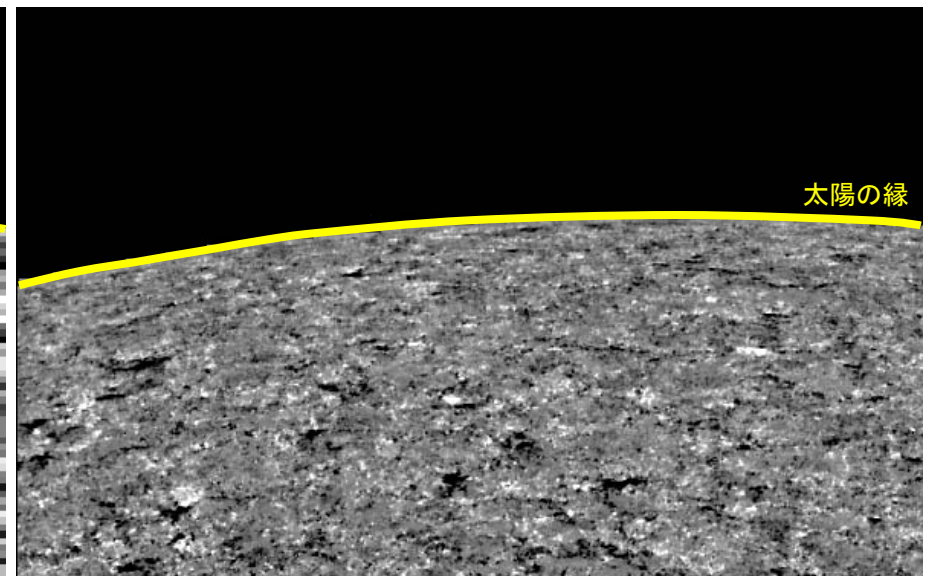
2007年9月7日 太陽の北極付近の磁場分布画像 白:N極 黒:S極



ESA SOHO衛星

空間分解能: 2秒角

ほとんど構造が見分けられない

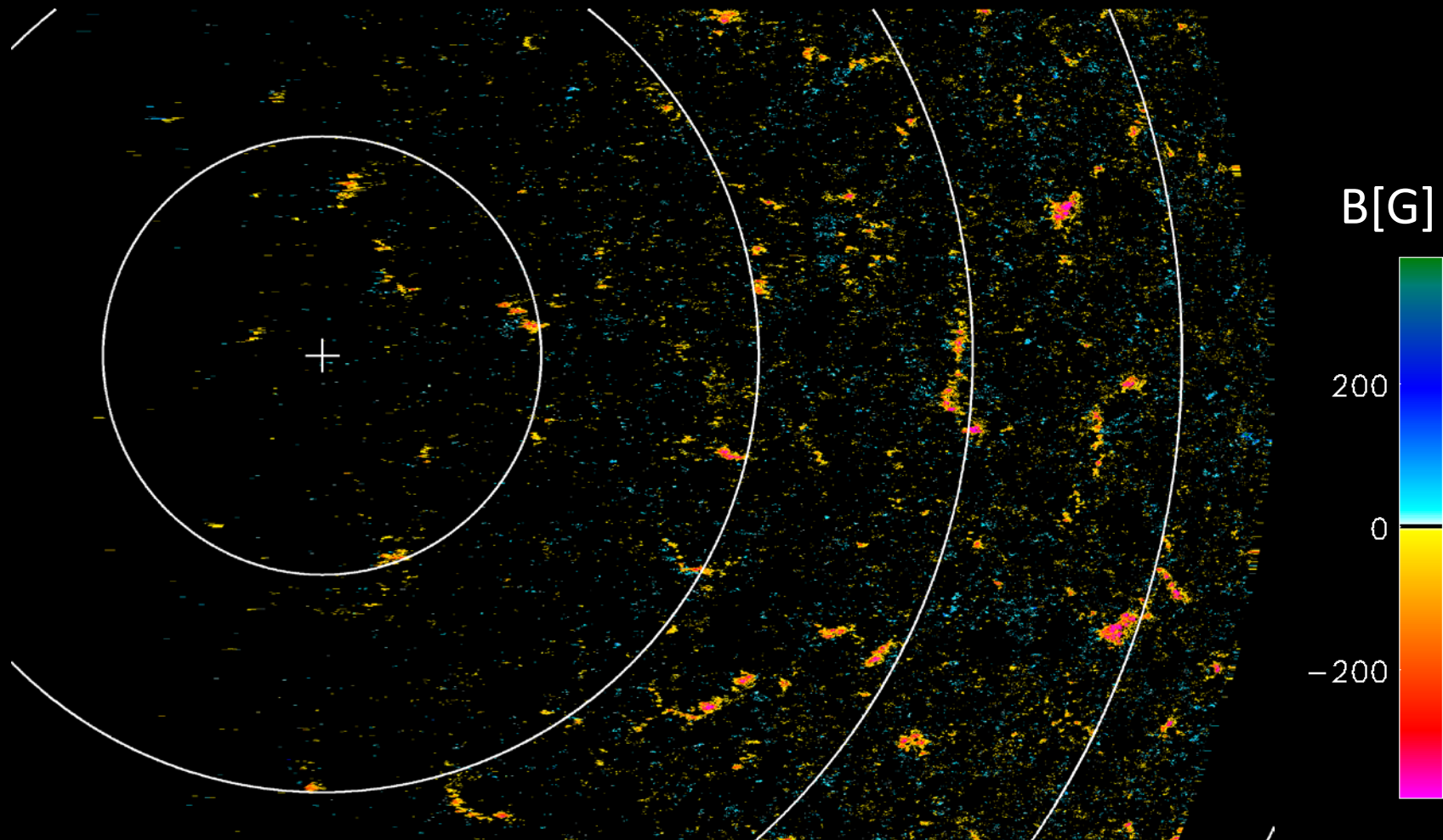


JAXA「ひので」可視光望遠鏡

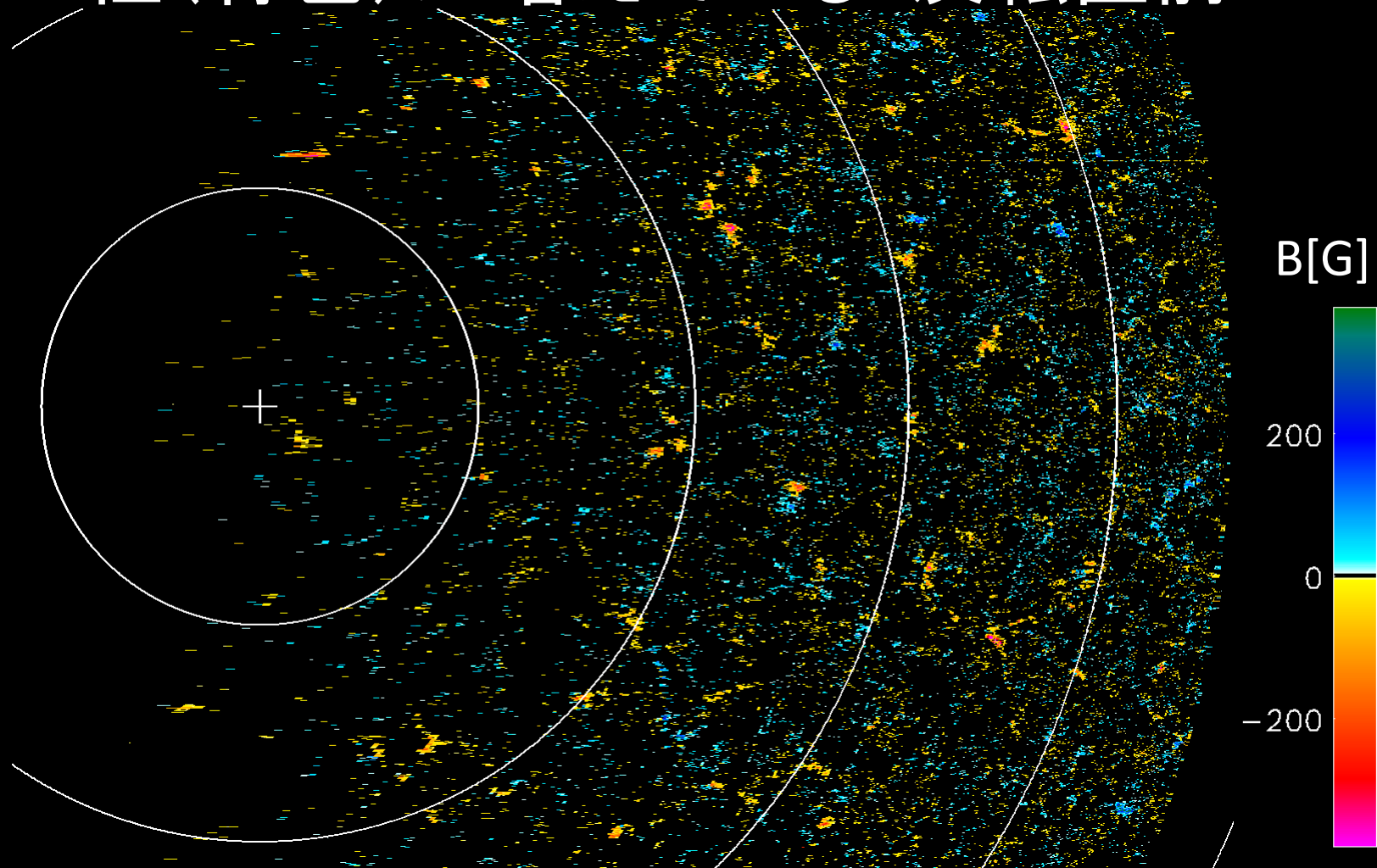
空間分解能: 0.2秒角

鮮明に構造を分解している

2008年9月の北極磁場 負極の磁場(オレンジ色)が強い



2011年7月の北極磁場 正極(青色)が増えている:反転直前



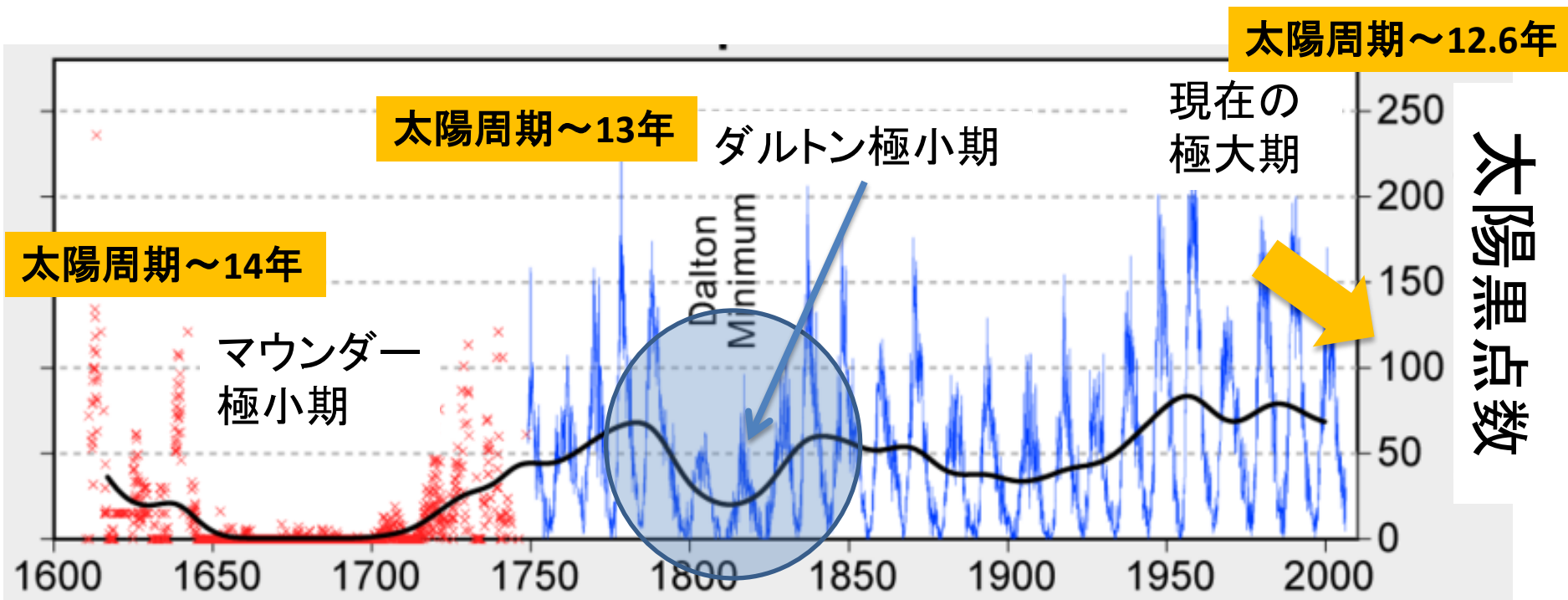


「ひので」の極域観測のまとめ

- 負極磁場が卓越していた北極の負極磁場が大幅に減少し、正極磁場が増えていることを発見。予想された反転の時期より2年早い。次の集中観測で反転が予想される。
- 一方、正極磁場が卓越していた南極は安定な状態を維持しており、太陽の基本的対称性が崩れていることを発見。これらは史上初めての観測成果。
- 「ひので」により通常の太陽サイクルでは見れない南北のサイクルのずれが明瞭に観測されたことから、太陽が従来と異なる状態になっていると推測される。
- 太陽極域磁場の反転の機構は分かっていない。「ひので」の画像の品質は極めて良く、膨大な情報が含まれており、今後反転メカニズムの解明を期待できる。



周期の伸び、南北の非対称性の発生、磁場の減少
により太陽は活動の停滞期に入ろうとしているのか？



1800年頃のダルトン極小期は、小氷期として、
20世紀後期に比べて約0.6度寒冷化

今期の太陽活動はようやく上昇に向かってきた(6ページ)が、その活動のレベルは必ずしも高くない。むしろ、長期的に見ると太陽活動は低下していく兆候がはっきりしてきた。「ひので」による太陽活動を反映する極域の精密観測により、太陽活動の長期変動の謎の解明を行う。

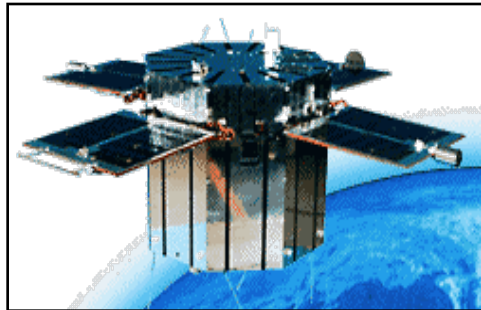


まとめ

- 「ひので」衛星により数々の新発見が行われている。査読論文数は5年で500篇に達し、世界で最も成功した太陽観測衛星との評価が確立。
- 太陽活動の上昇が始まり、活動領域やフレアの観測が可能になりつつある。「ひので」による発見の第2のピークが期待できる。
- 「ひので」の高分解能により、黒点の成因を知る上で重要な極域磁場の3次元的な観測が初めて可能となった。現在、反転直前の北極域を継続観測しており、大きな観測成果が期待できる。これらの観測は、太陽と地球環境の関係を解明する上でも重要。



地球環境にも影響を与える太陽活動 の変動を解明する**SOLAR-C**衛星



ひのとり/ASTRO-A(1981-1982)

フレアの観測

X線、 γ 線 ($E > 10 \text{ keV}$)

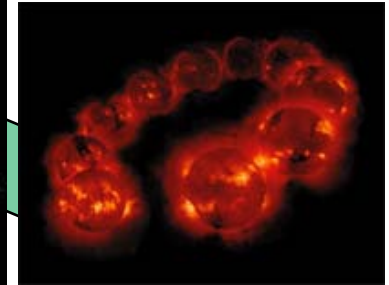


ようこう/SOLAR-A(1991-2001)



コロナとフレアの観測

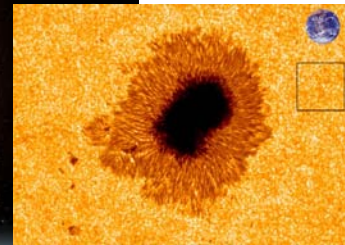
X線、 γ 線 ($E > 0.1 \text{ keV}$)



ひので/SOLAR-B(2006-)



光球磁場、コロナ、フレアの観測
可視光、極紫外線、X線



**次期太陽ミッション
SOLAR-Cを検討中**

**目的: 太陽活動現象
の総合的解明と予報
アルゴリズムの構築**