

太陽まもる

国立天文台 複

長い周期磁

「太陽」は、約11年周期で活動が盛衰を繰り返す。その活動は、地球の気候や気象に大きな影響を及ぼしている。最近、太陽の活動が低調な状態にあり、地球の気候もそれに影響を受けている。国立天文台の研究者は、太陽の活動と地球の気候との関係について、最新の観測データに基づいて研究を進めている。

太陽の黒点が消えている

太陽活動と地球環境への影響

常田 佐久(国立天文台)
平成24年9月29日

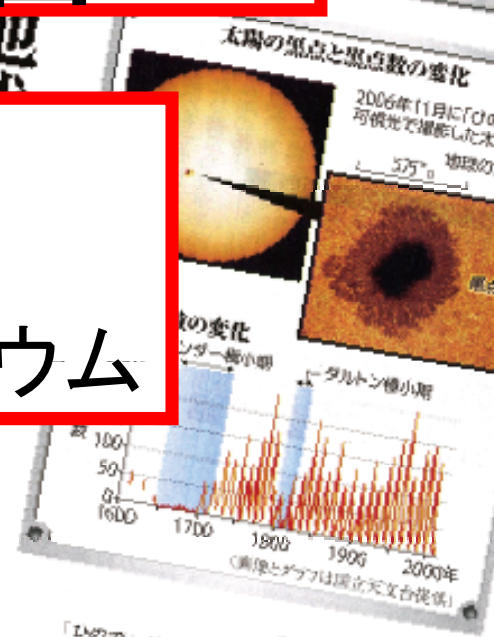
第13回自然科学研究機構シンポジウム



Sun goes low producing...

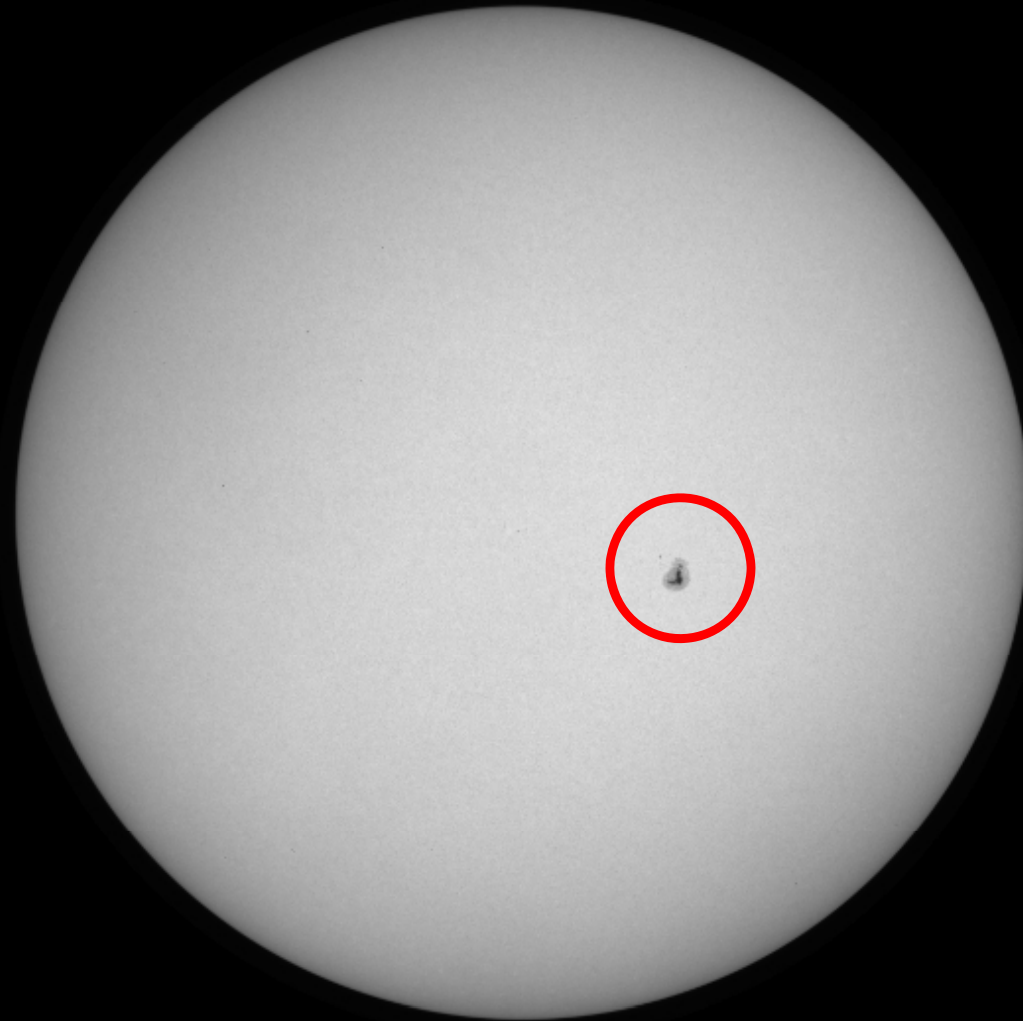
June 09, 2008 -- By Evelyn Boswell, MSU News Serv
BOZEMAN -- The sun has been laying low for the past couple of years, break to satellites.

That's good news for people who scramble when space weather inte
... of discussion for the scientists who attended an international solar con...
... America, Africa and North America



近いかも

太陽と黒点



「ひので」衛星 日本の独創技術と国際協力

可視光・磁場望遠鏡 (SOT)

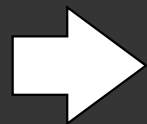
0.2-0.3秒角という超高空間分解能で、太陽表面の磁場ベクトルを精密計測

極端紫外線撮像分光装置 (EIS)

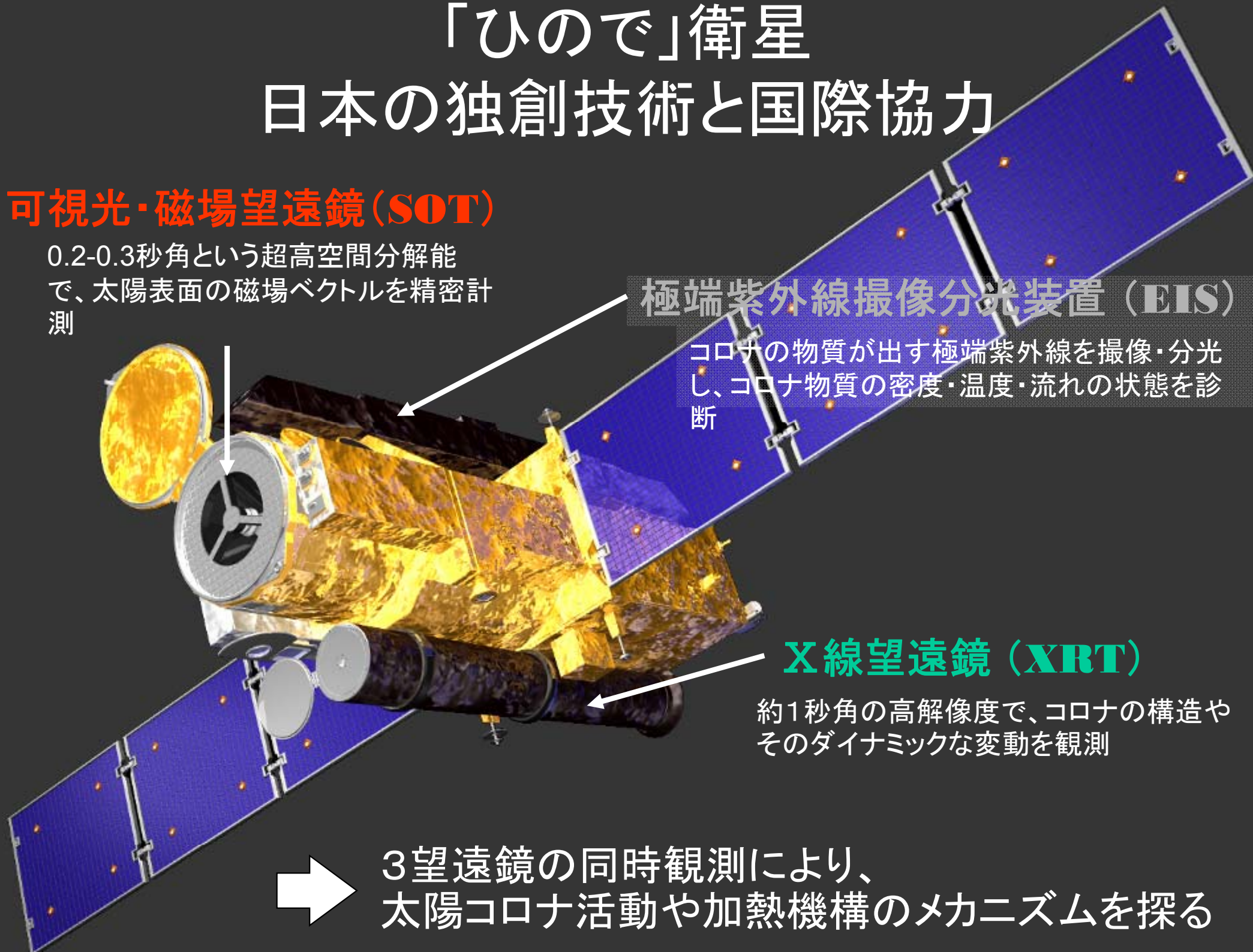
コロナの物質が出す極端紫外線を撮像・分光し、コロナ物質の密度・温度・流れの状態を診断

X線望遠鏡 (XRT)

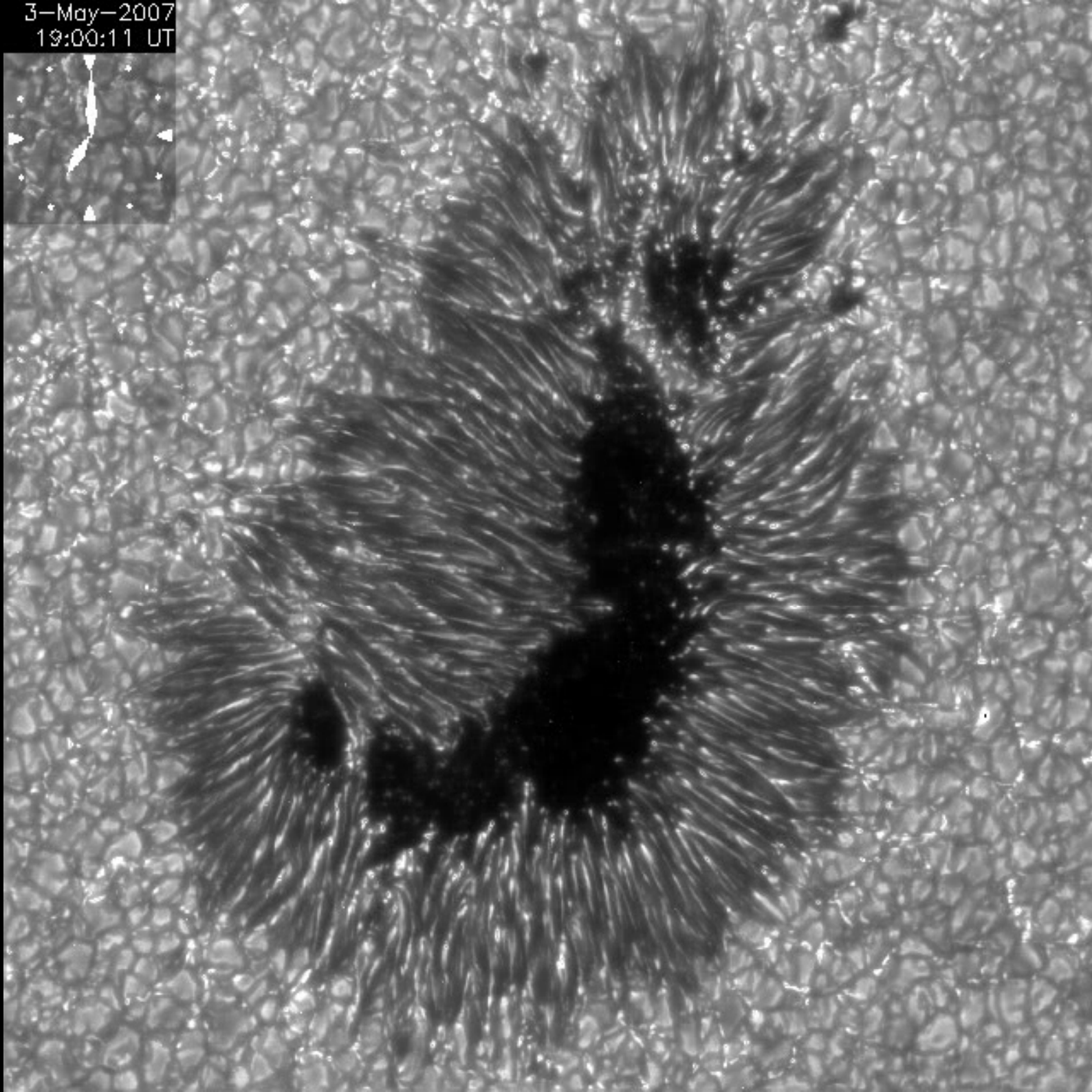
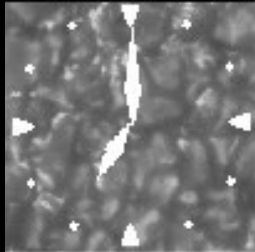
約1秒角の高解像度で、コロナの構造やそのダイナミックな変動を観測

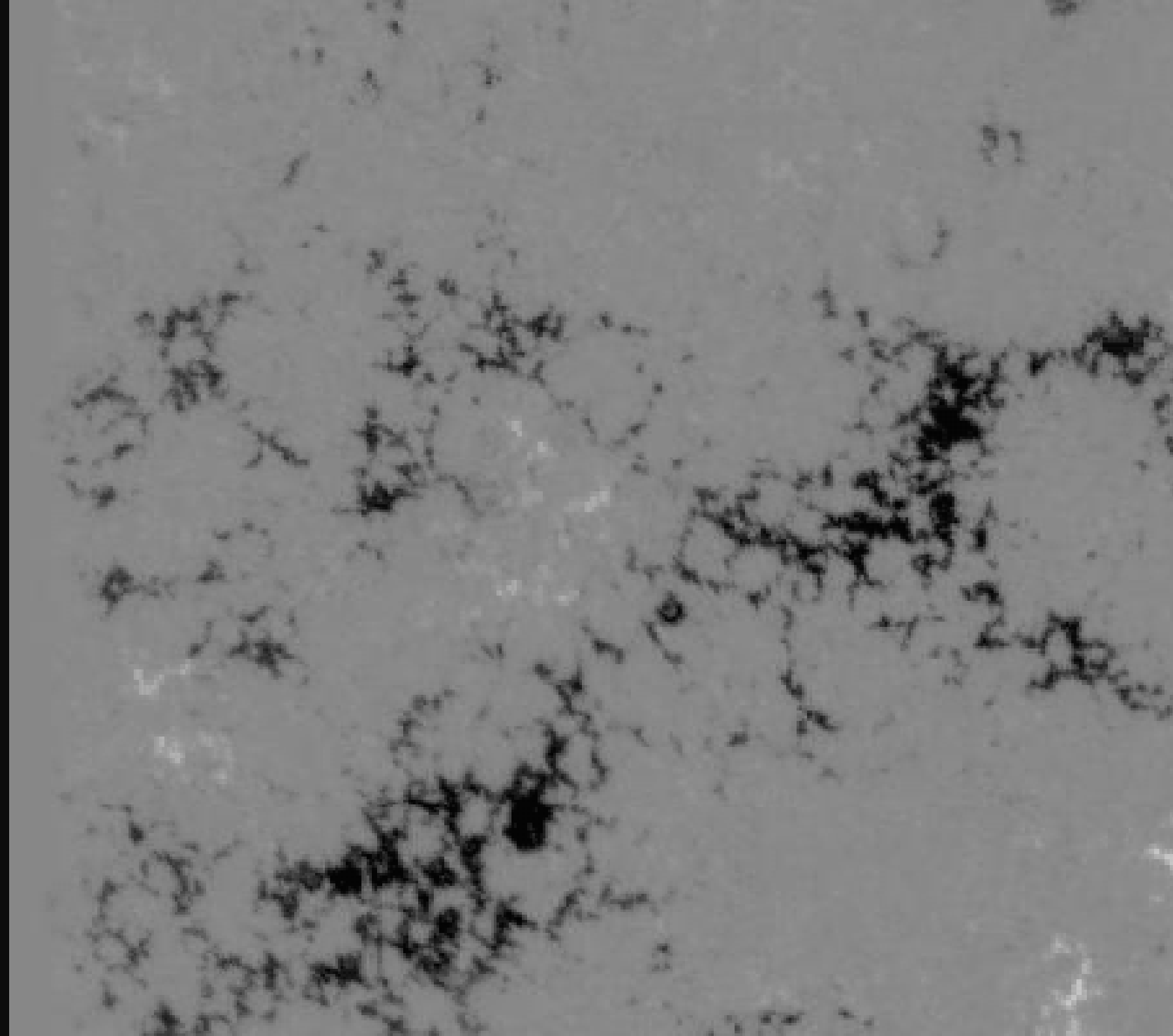


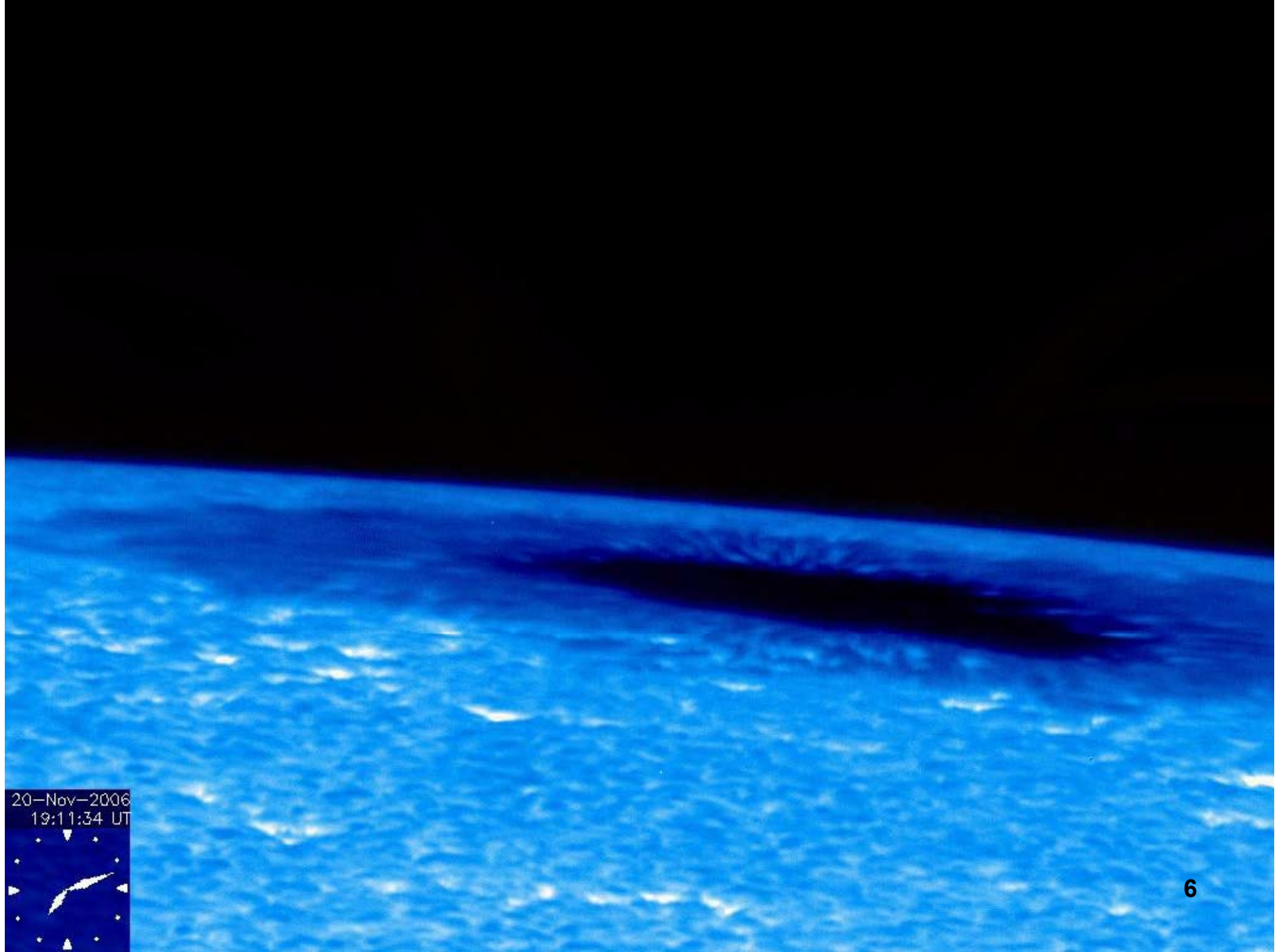
3望遠鏡の同時観測により、
太陽コロナ活動や加熱機構のメカニズムを探る



3-May-2007
19:00:11 UT

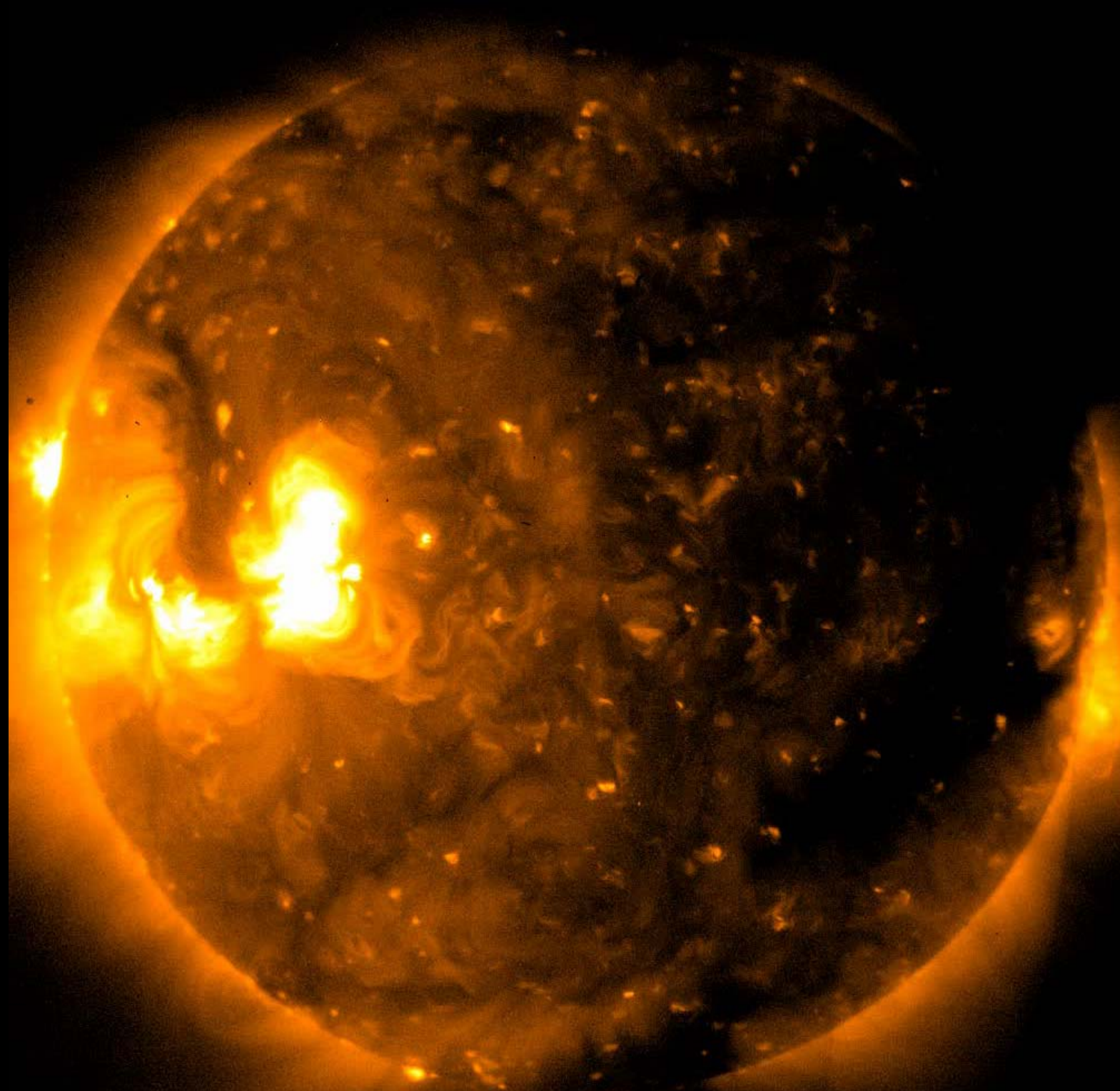






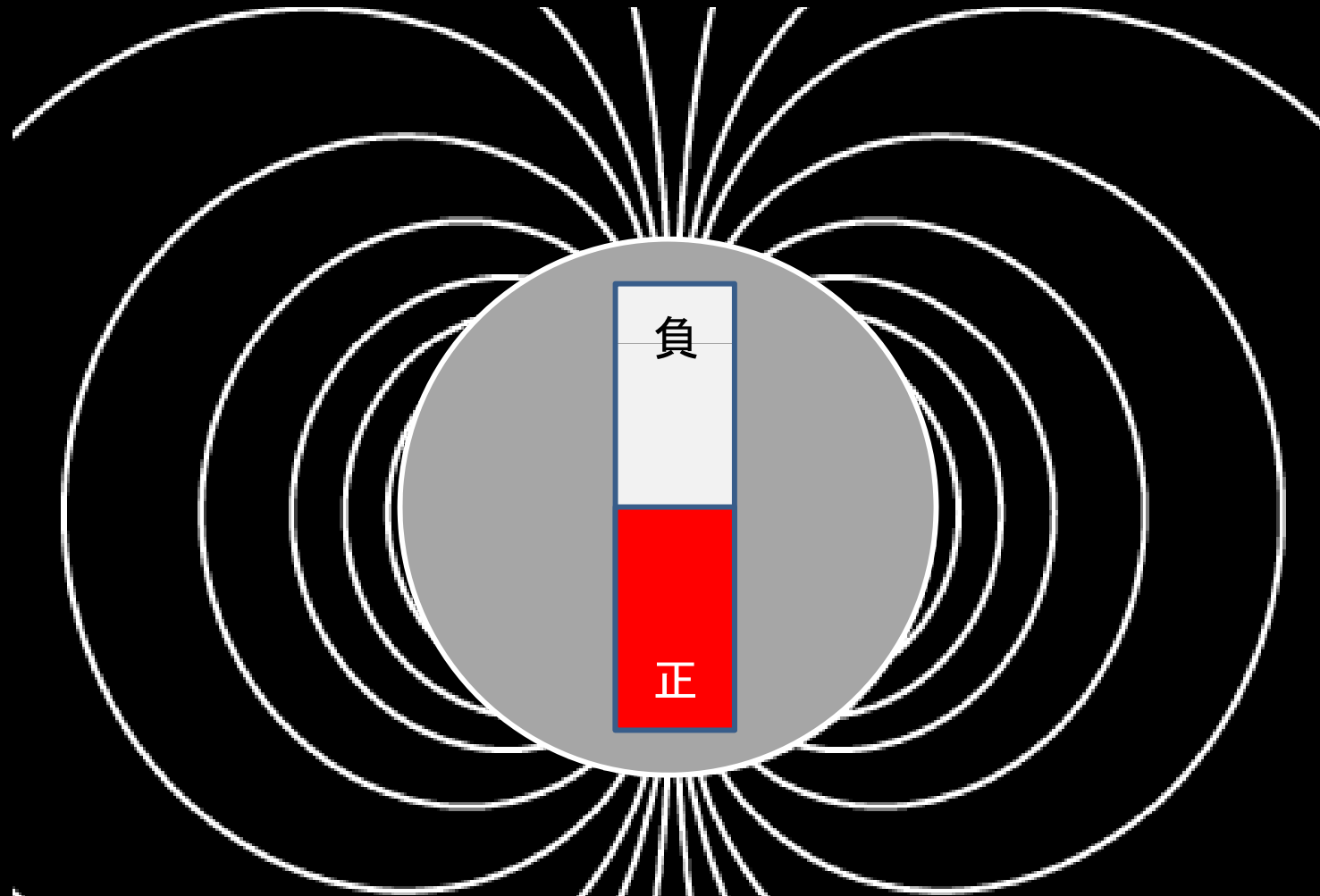
20-Nov-2006
19:11:34 UT





Hinode/XRT: 2007-01-03 16:19:03UT

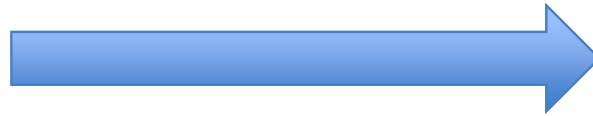
太陽は大きな磁石



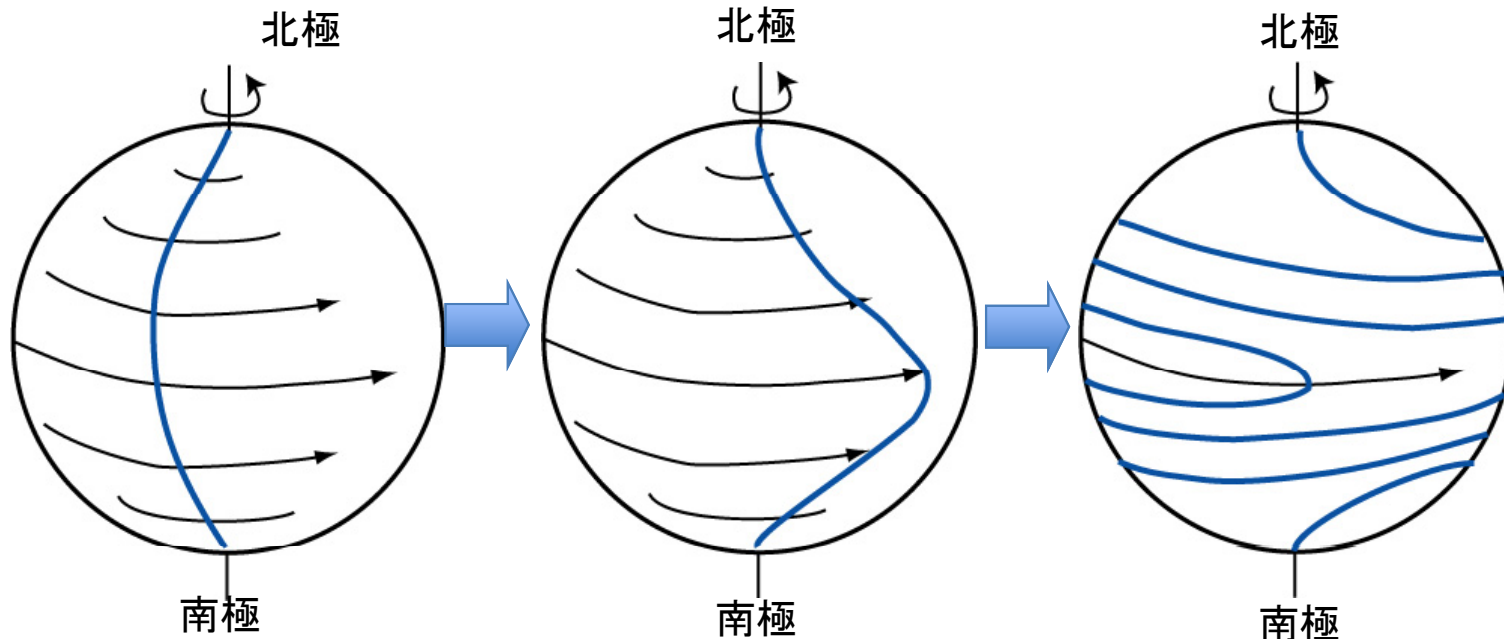
最も卓越する構造は双極子[2重極]磁場

極の磁場が次の極大期の の大きさを決める

原因
極域の磁場
が弱いと

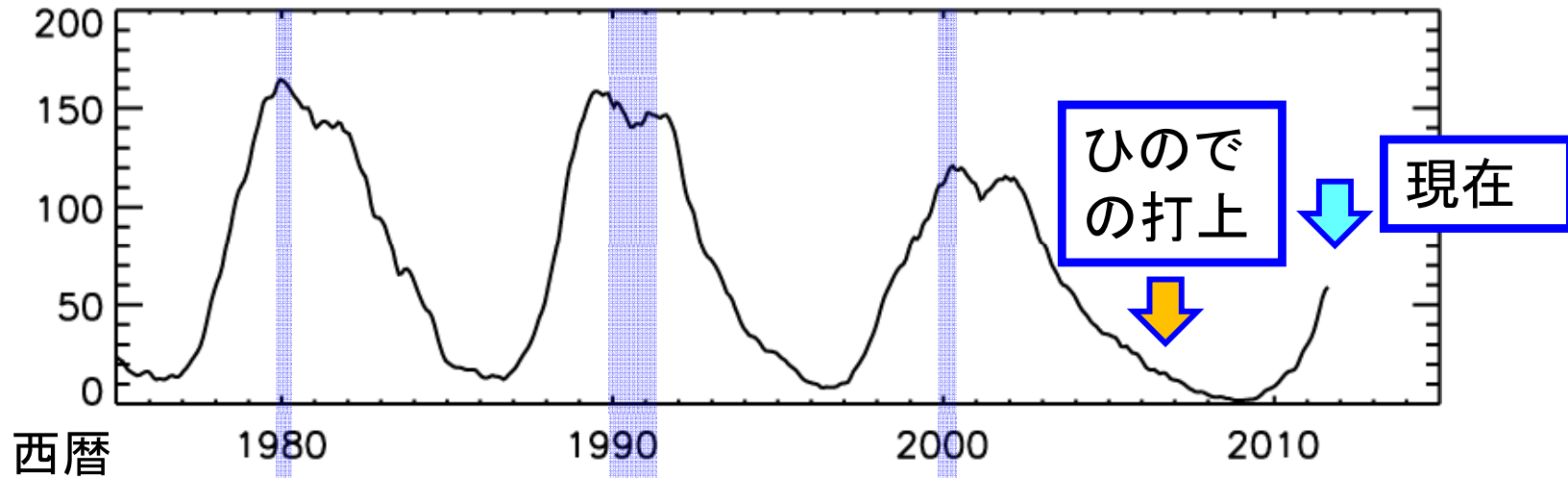


結果
黒点が
できない！

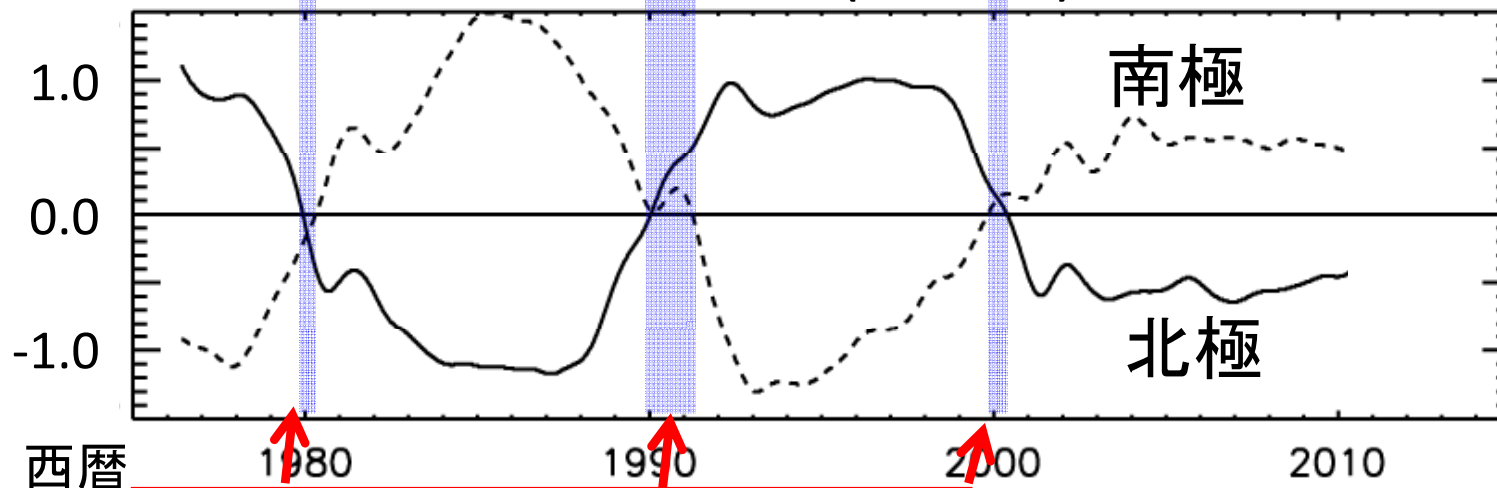


極域磁場がここ数十年だんだん弱くなっている

太陽黒点数 ベルギー王立天文台



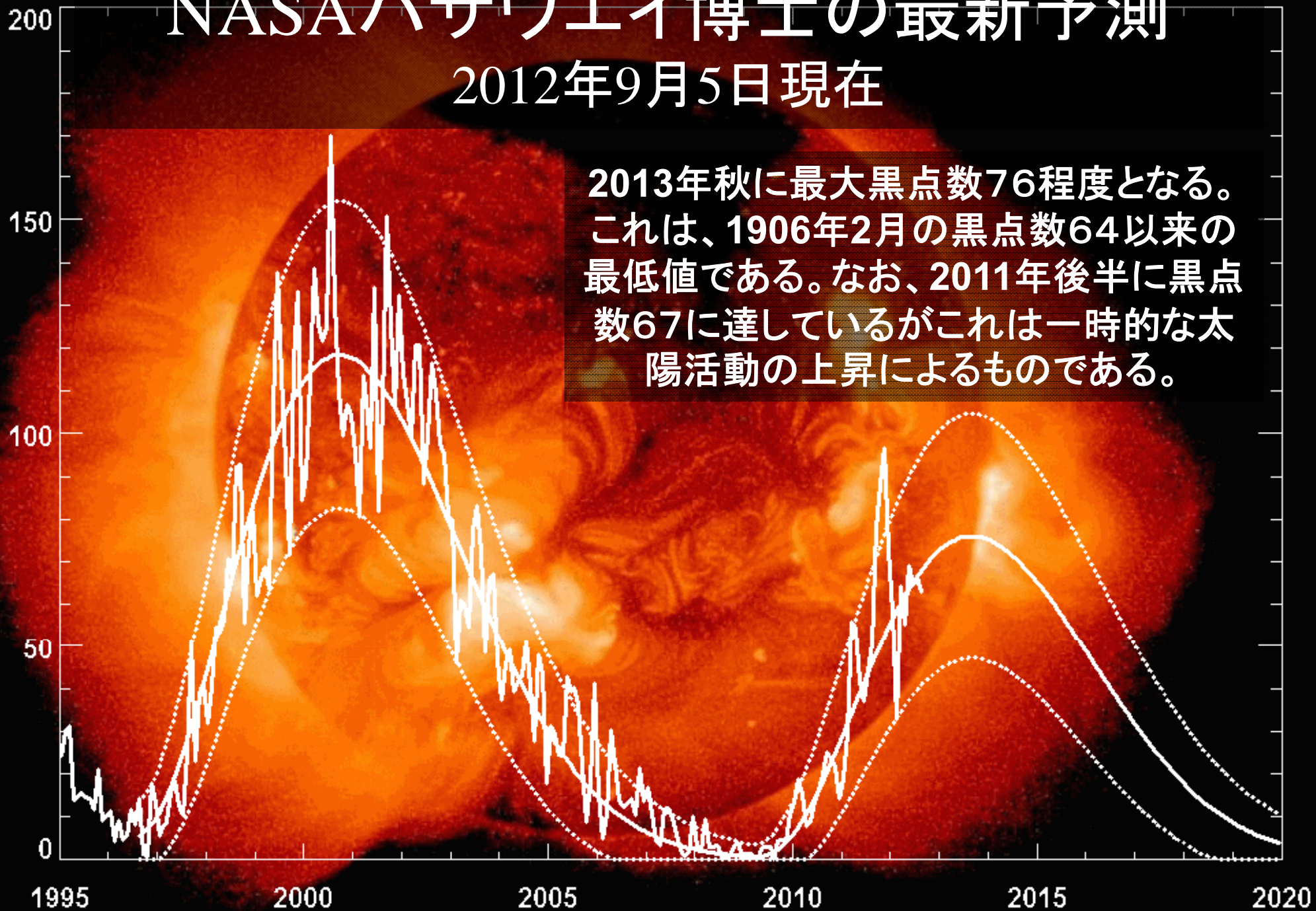
太陽極域平均磁場 (ガウス) Wilcox 太陽天文台



太陽活動が極大になる時期に、
南北両極磁場の極性が反転

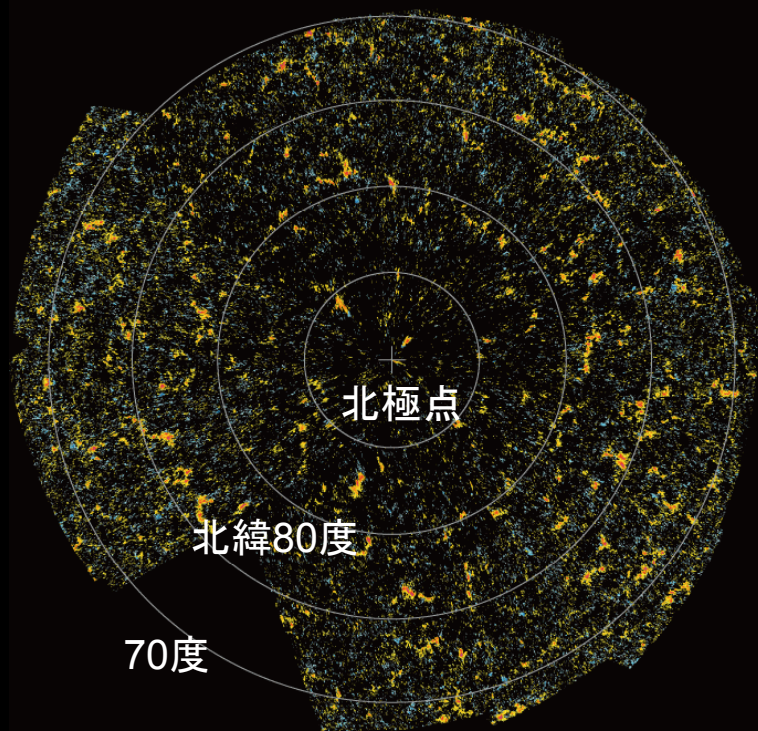
NASAハサウェイ博士の最新予測

2012年9月5日現在

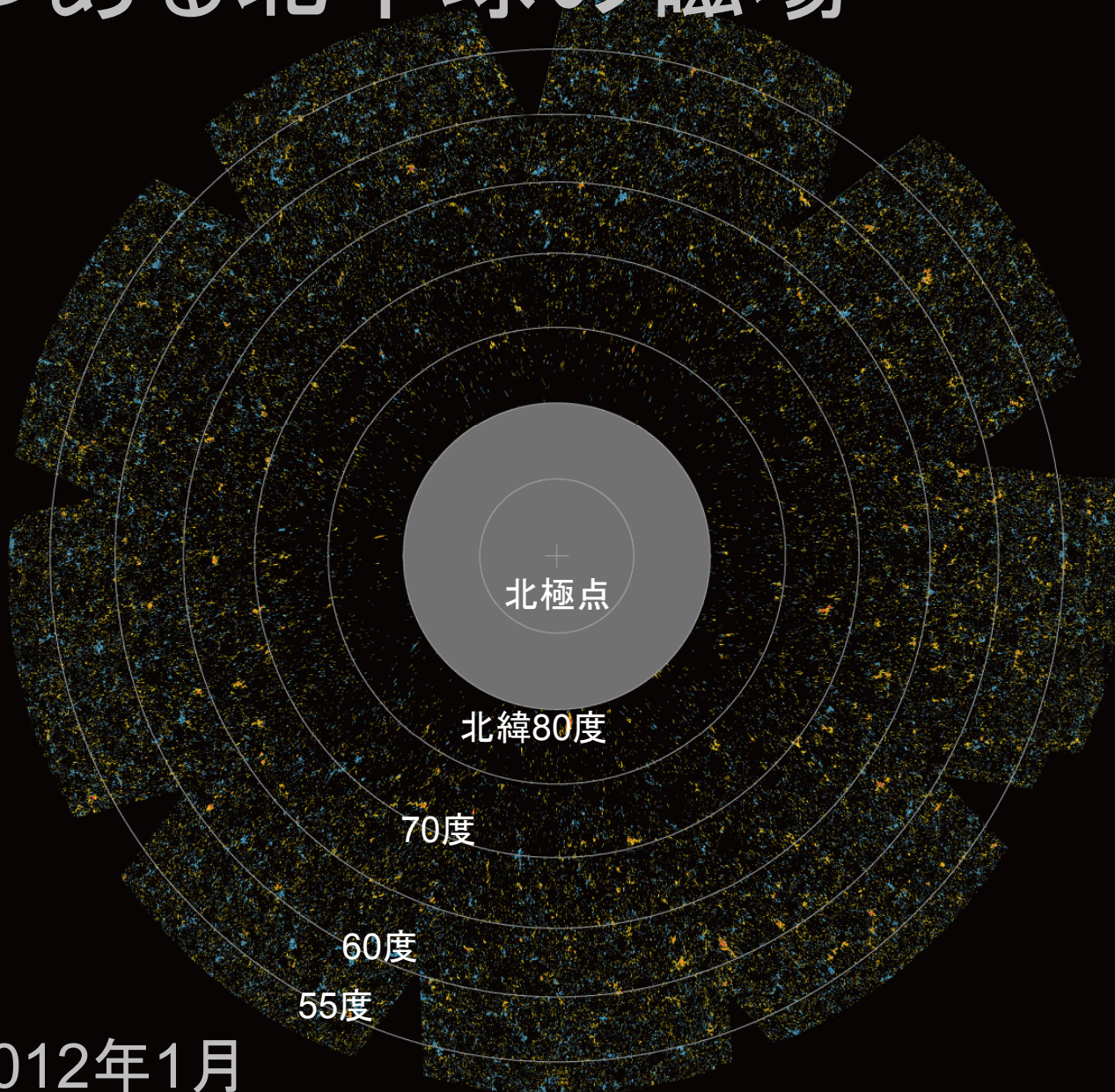


「ひので」の観測結果 反転しつつある北半球の磁場

負極←磁場→正極



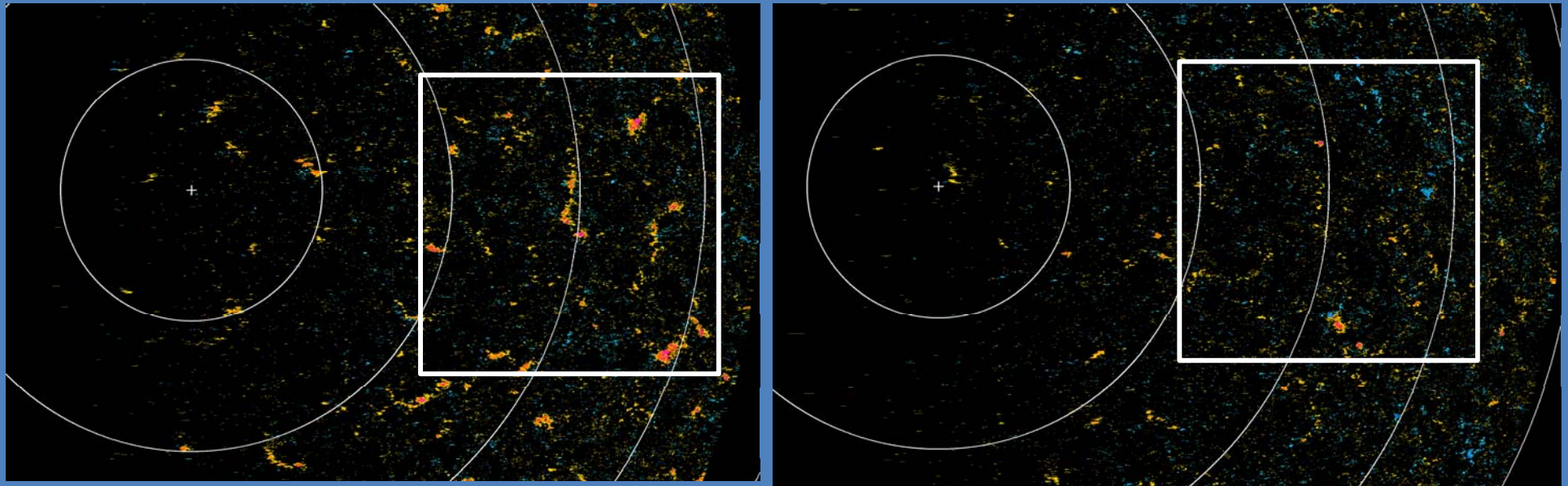
2007年9月



2012年1月

反転しつつある北極

北極



2008年

2011年

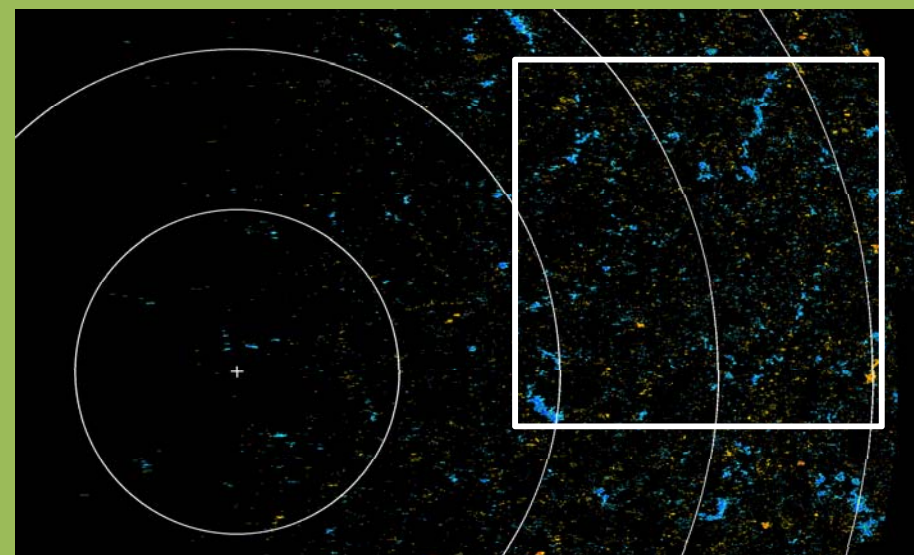
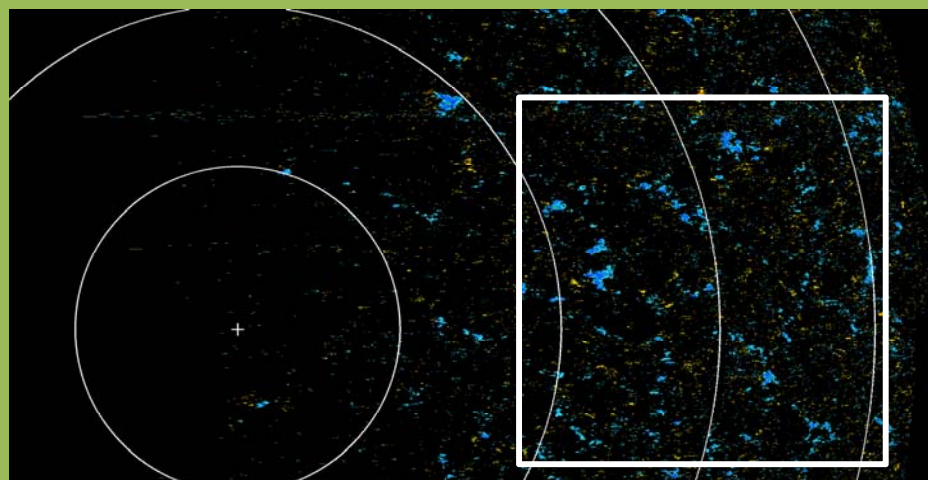
- 負極性の強磁場の斑点の数が減少し、大きな強磁場斑点が現れなくなる。
- 正極性の強磁場斑点が低緯度に現れる。

依然として正極性の南極

負極 ← 磁場 → 正極



南極



2009年

2012年

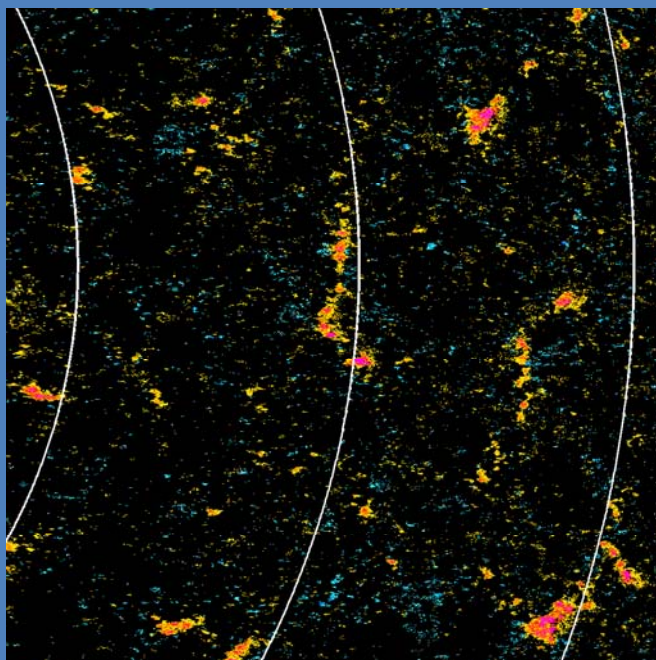
- 大きな正極性の強磁場斑点の量はほとんど変わっていない。
- 負極性の強磁場斑点はほとんど見られない。

非対称な反転

負極 ← 磁場 → 正極

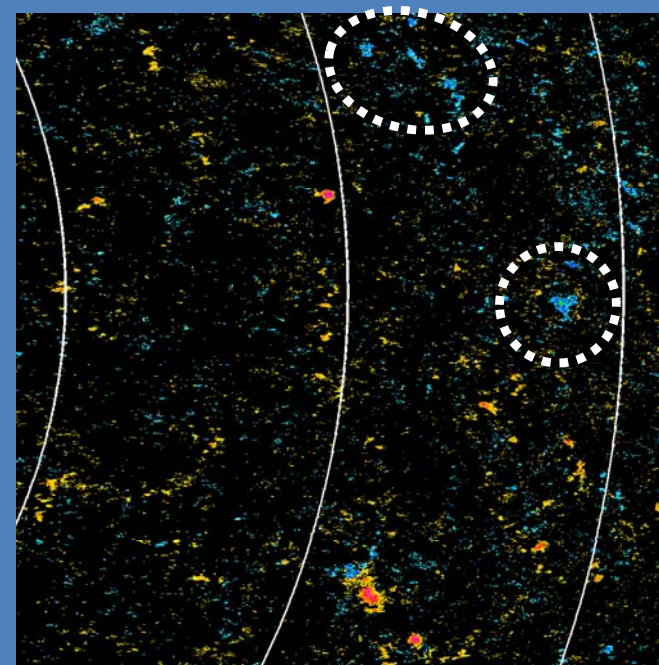


北極

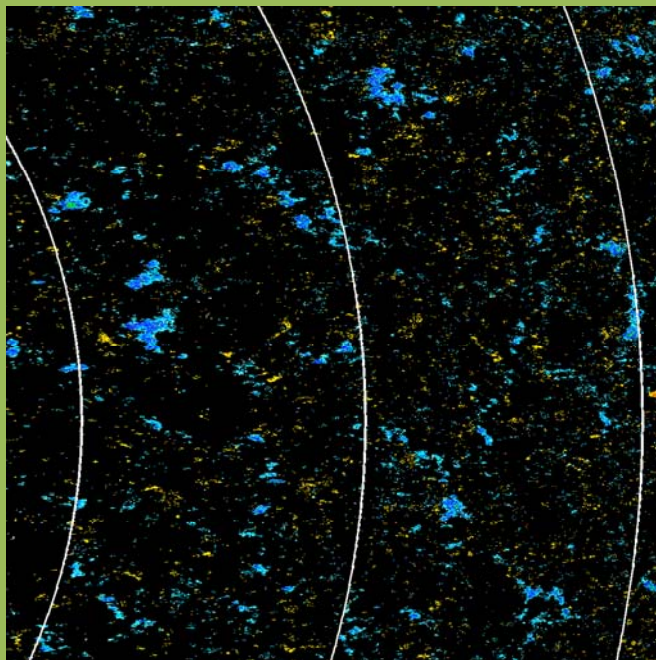


2008年

2011年

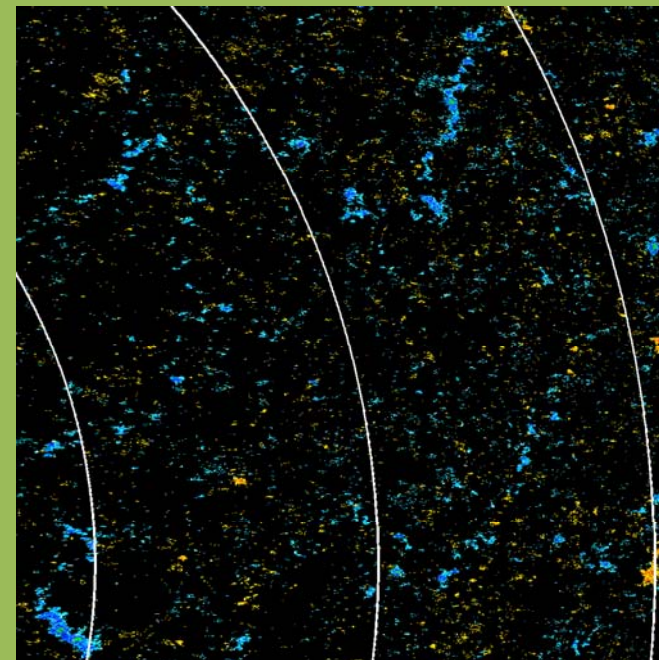


南極



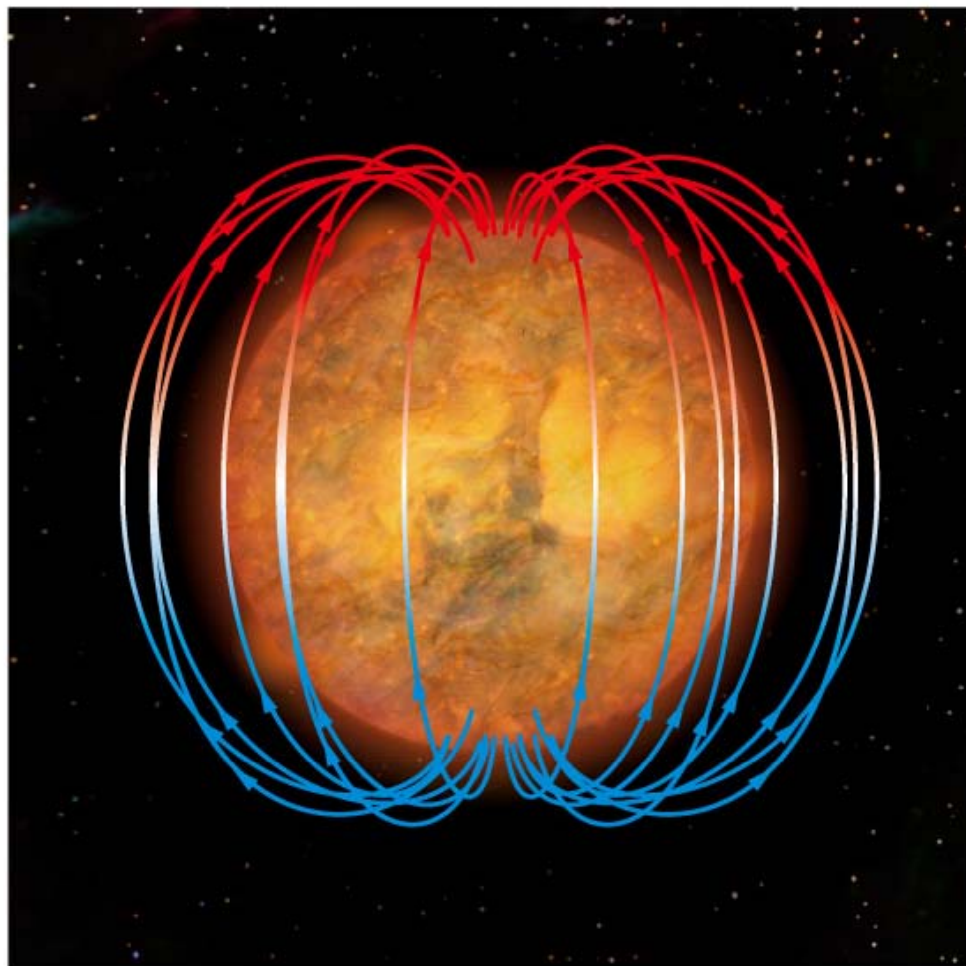
2009年

2012年



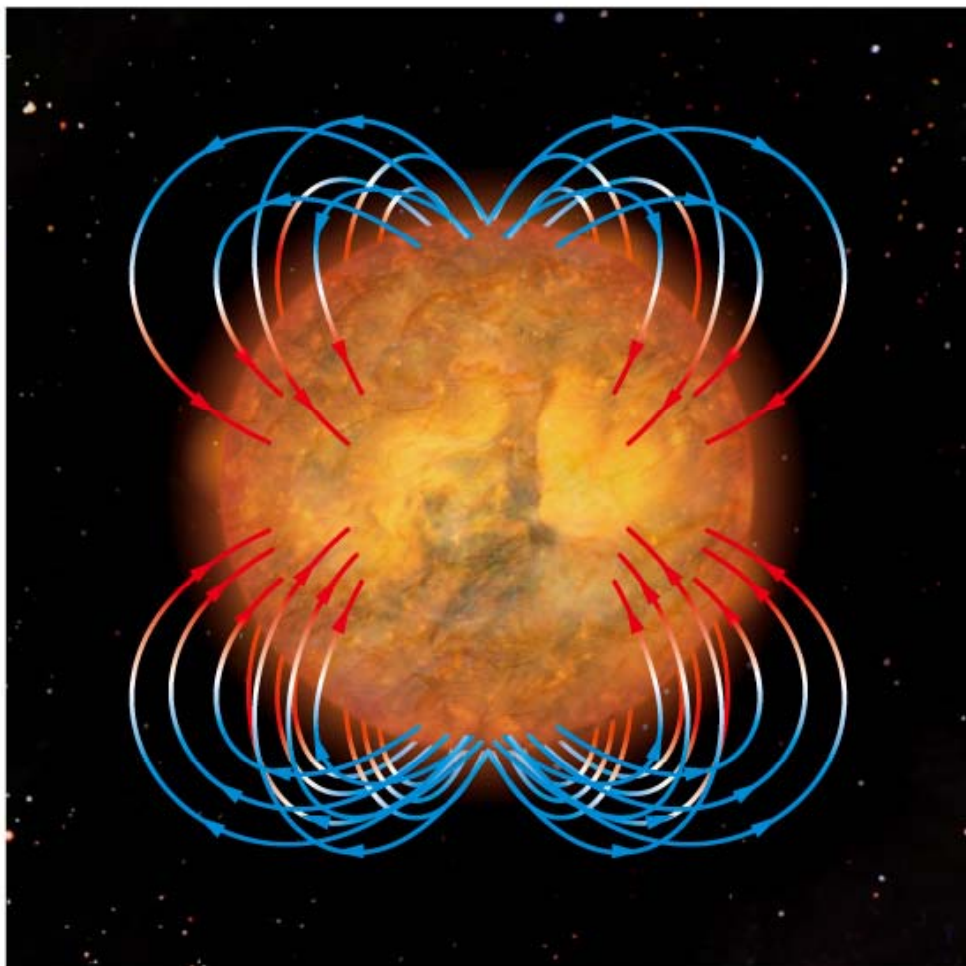
太陽がこれまでにない4重極構造に 遷移しつつあることを発見

2008年



2重極構造

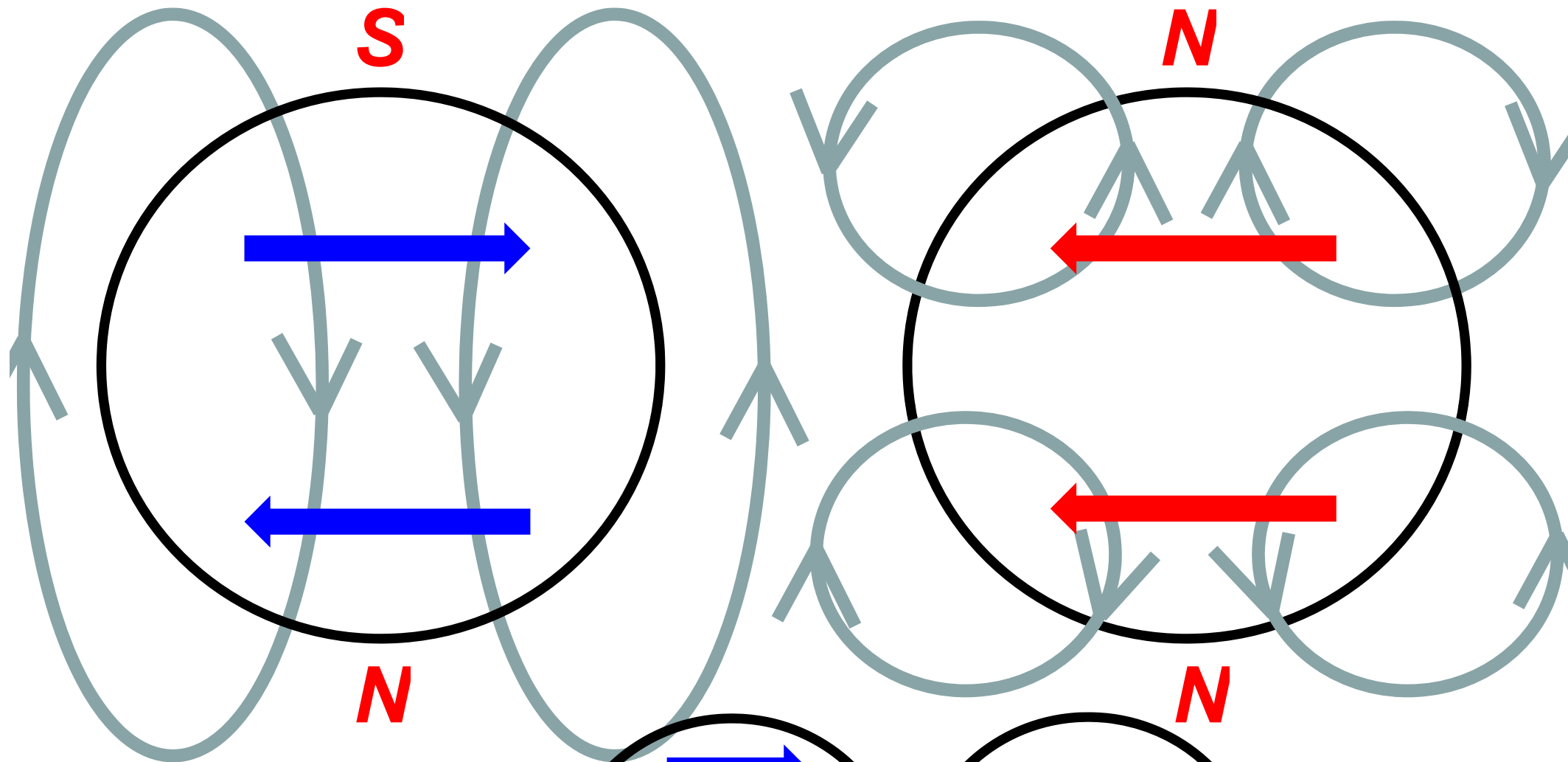
2012年



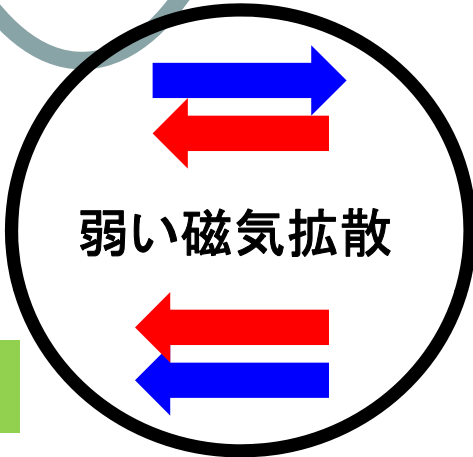
4重極構造

2重極

4重極

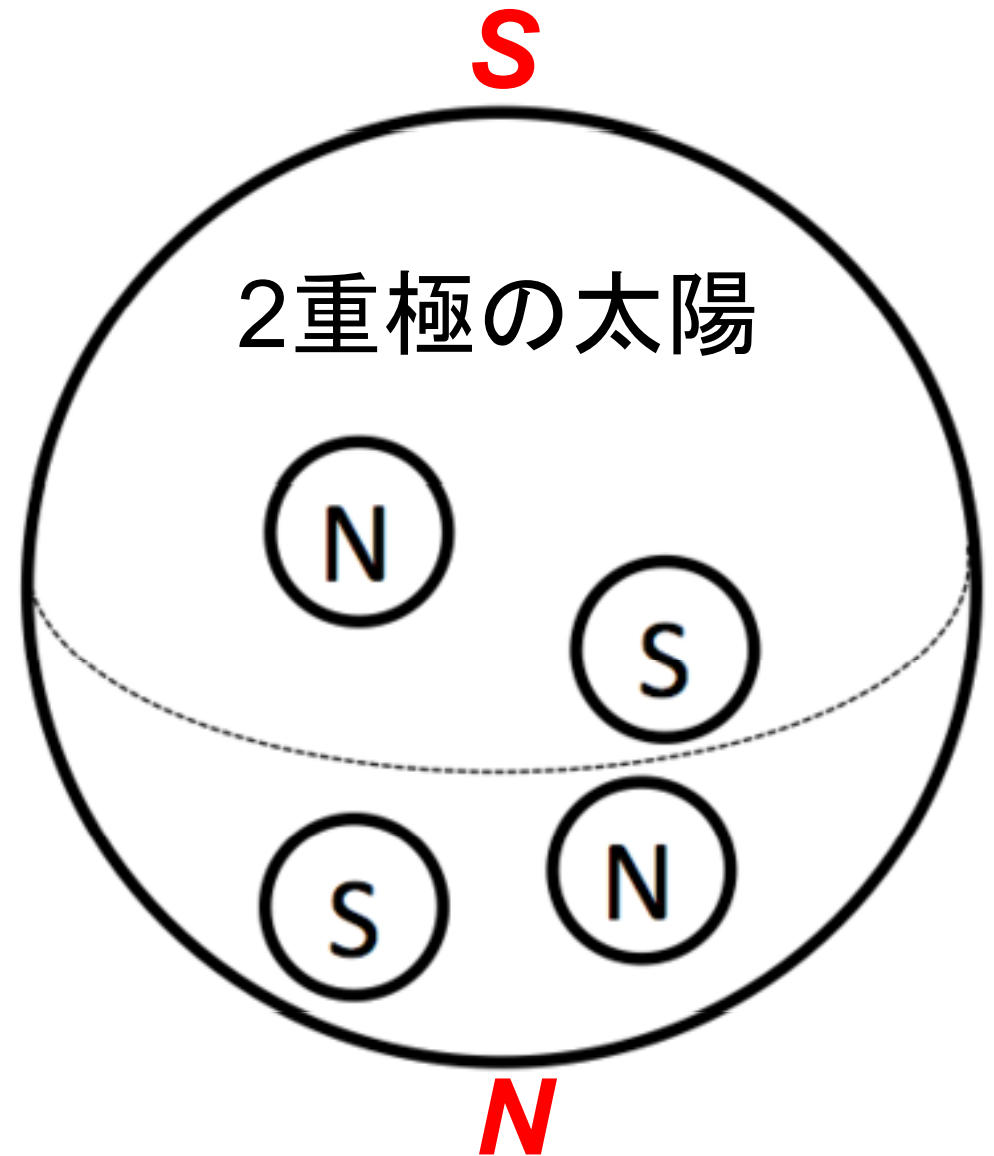
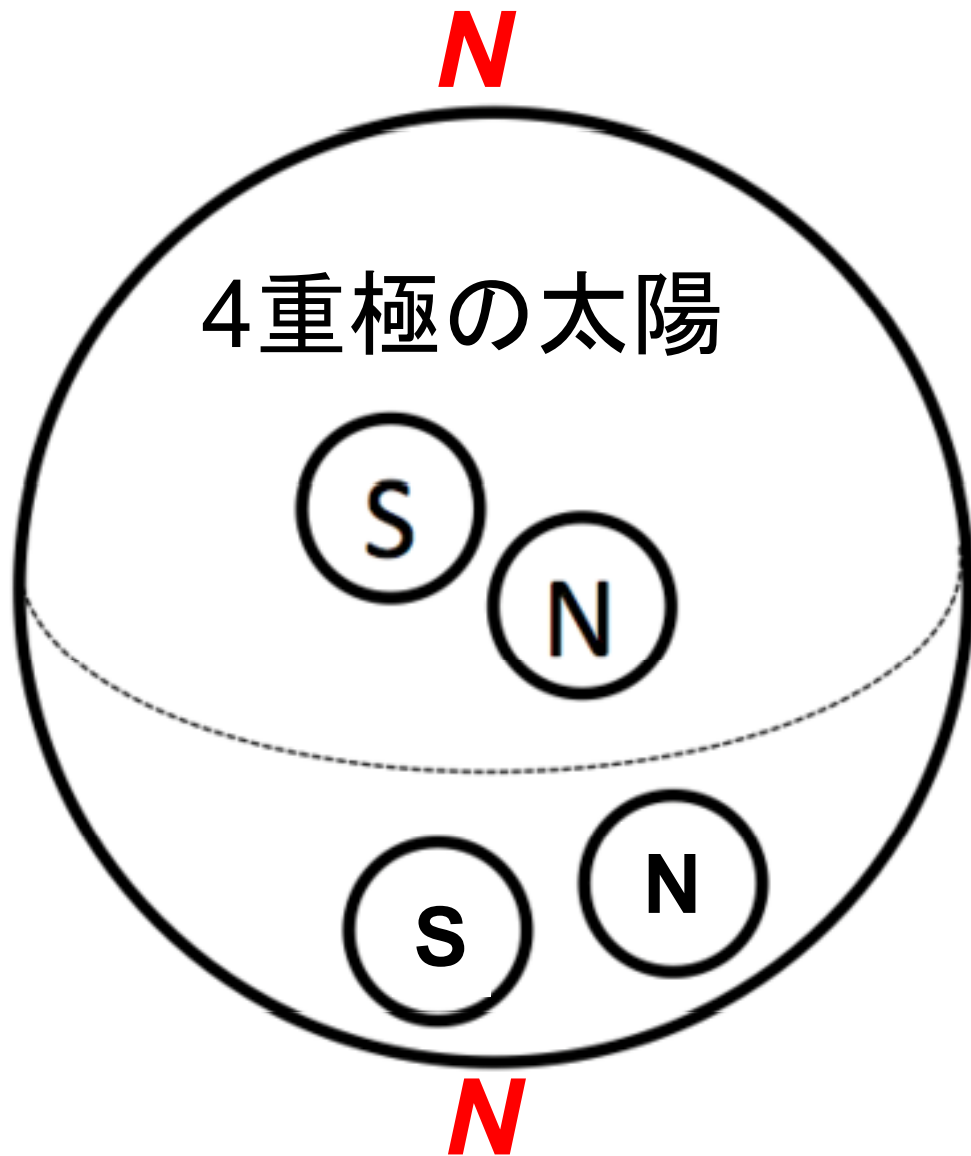


Sokoloff and Nesme-Ribes 1994

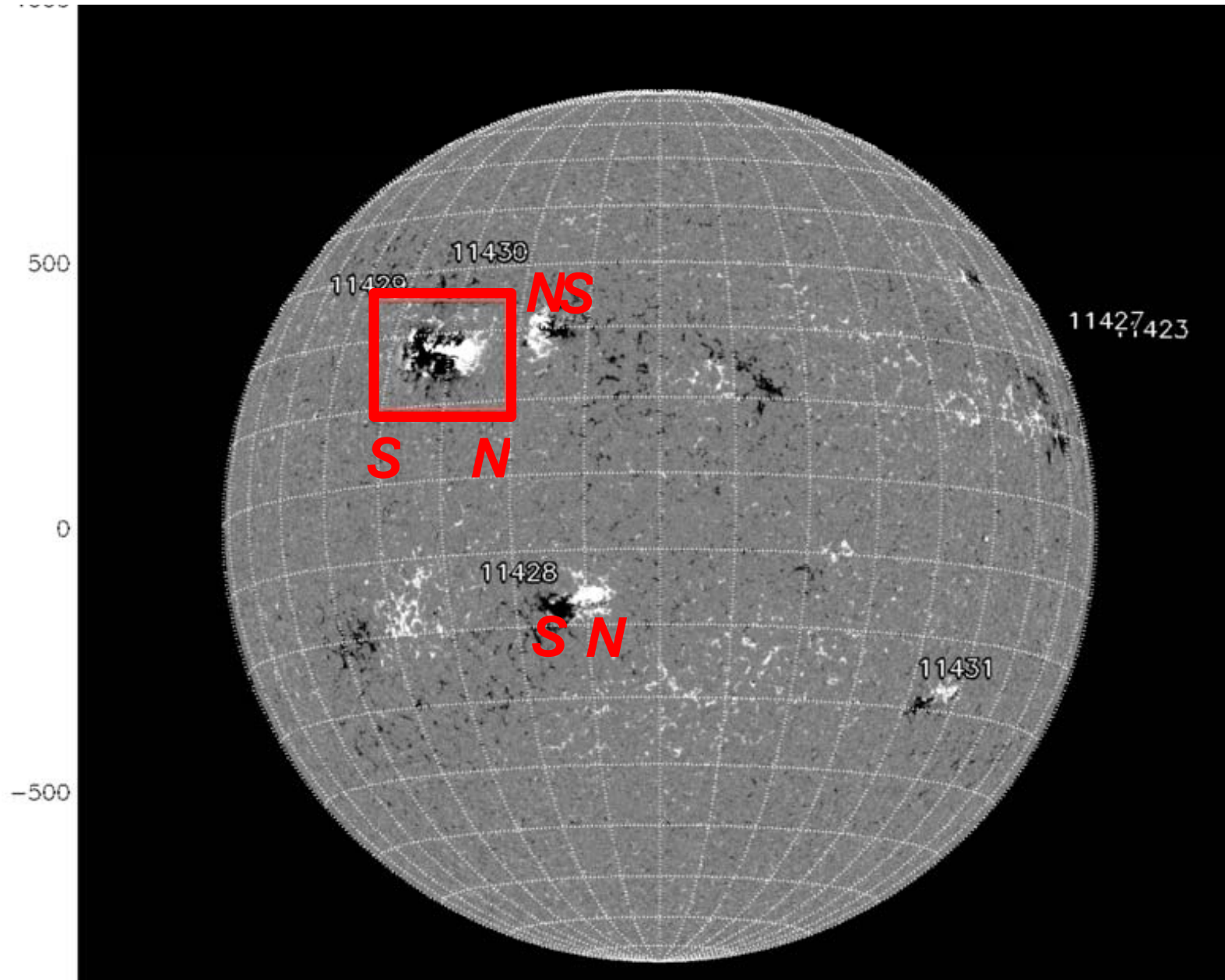


2重極と4重極の重ね合わせ

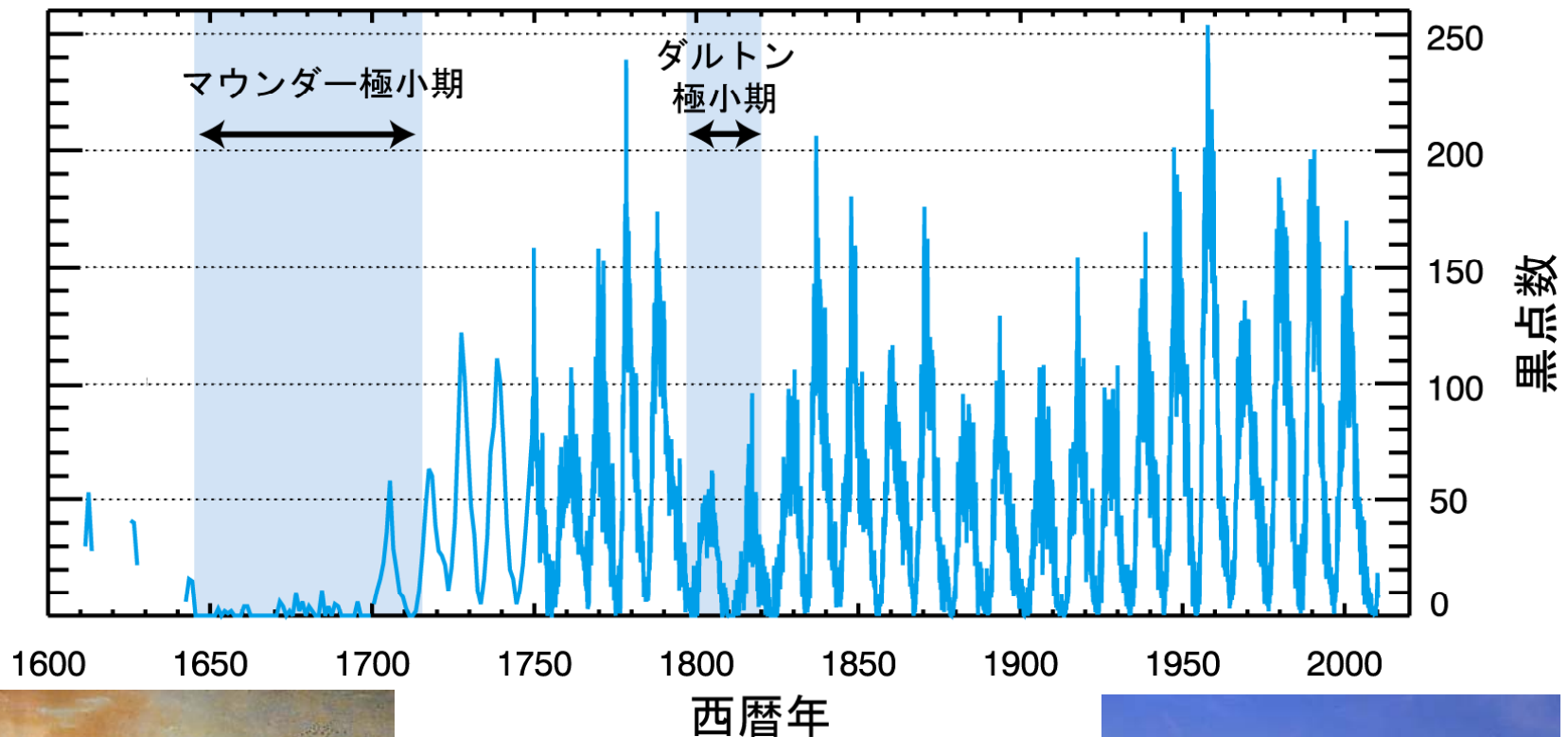
4重極では「ジョイの法則」に従わない黒点が出現する



2012年4月掟破りの黒点出現！ 活動領域#1142



1650～1700年黒点がなくなる 太陽のダイナモが停止？

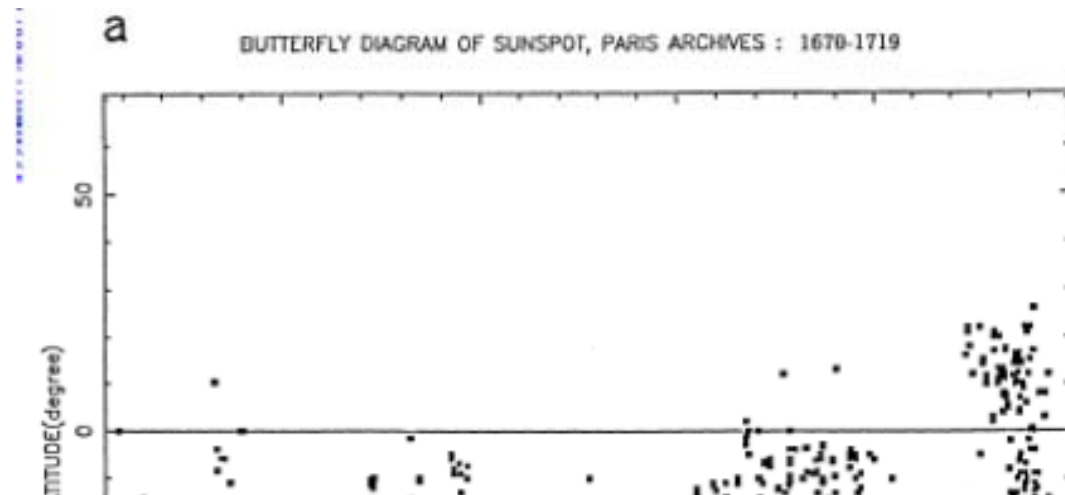


凍結したテムズ川



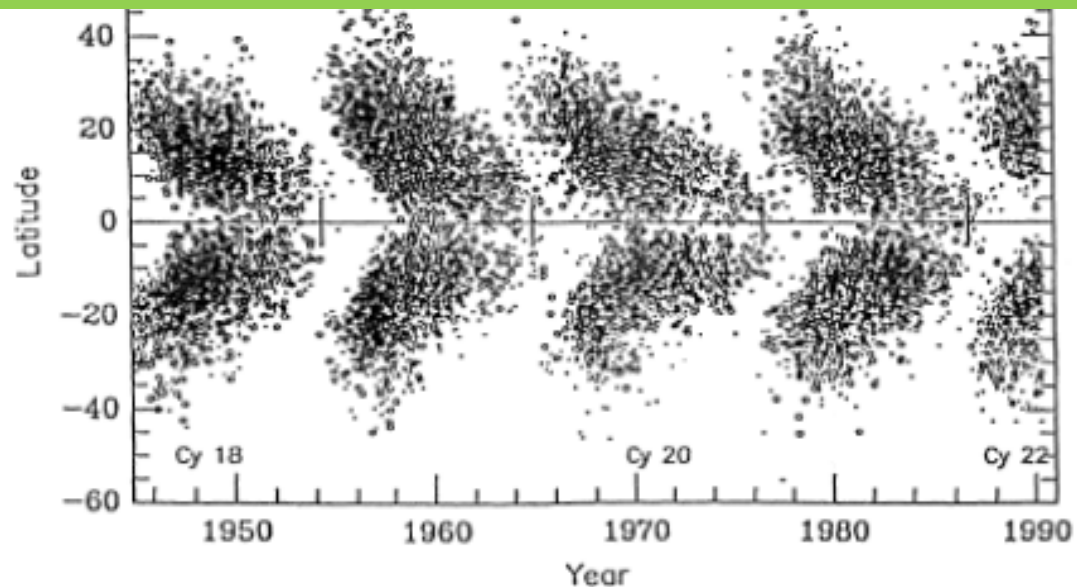
1670-1710年

黒点がほとんどなくしかも南半球に極在



マウンダー極小期では、
理論的考察により、太陽は
4重極状態にあった可能性がある

黒点発生位置は
ほぼ対称

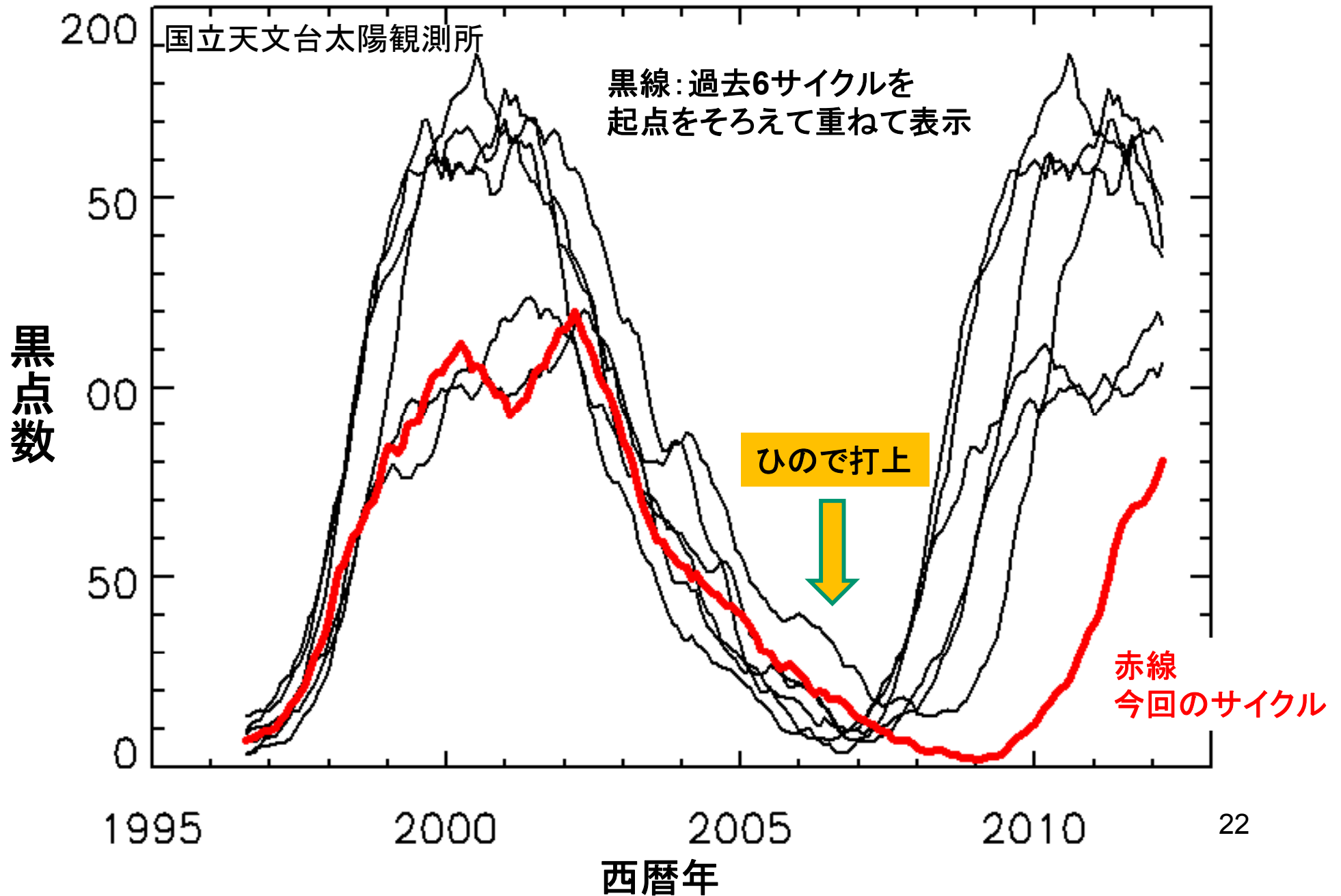


21

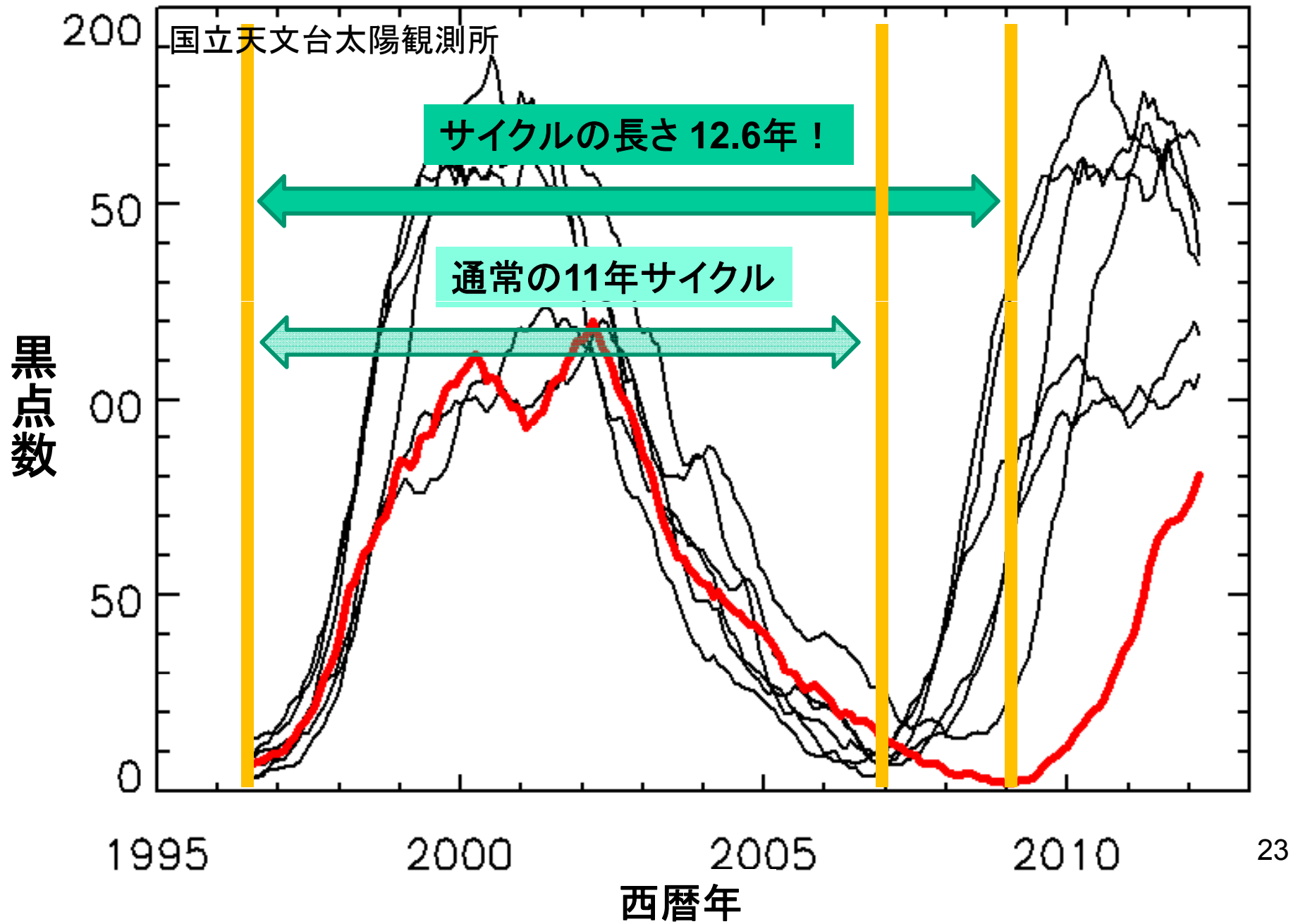
遅れに遅れた太陽活動の上昇

過去7サイクルの黒点数推移を重ねて表示

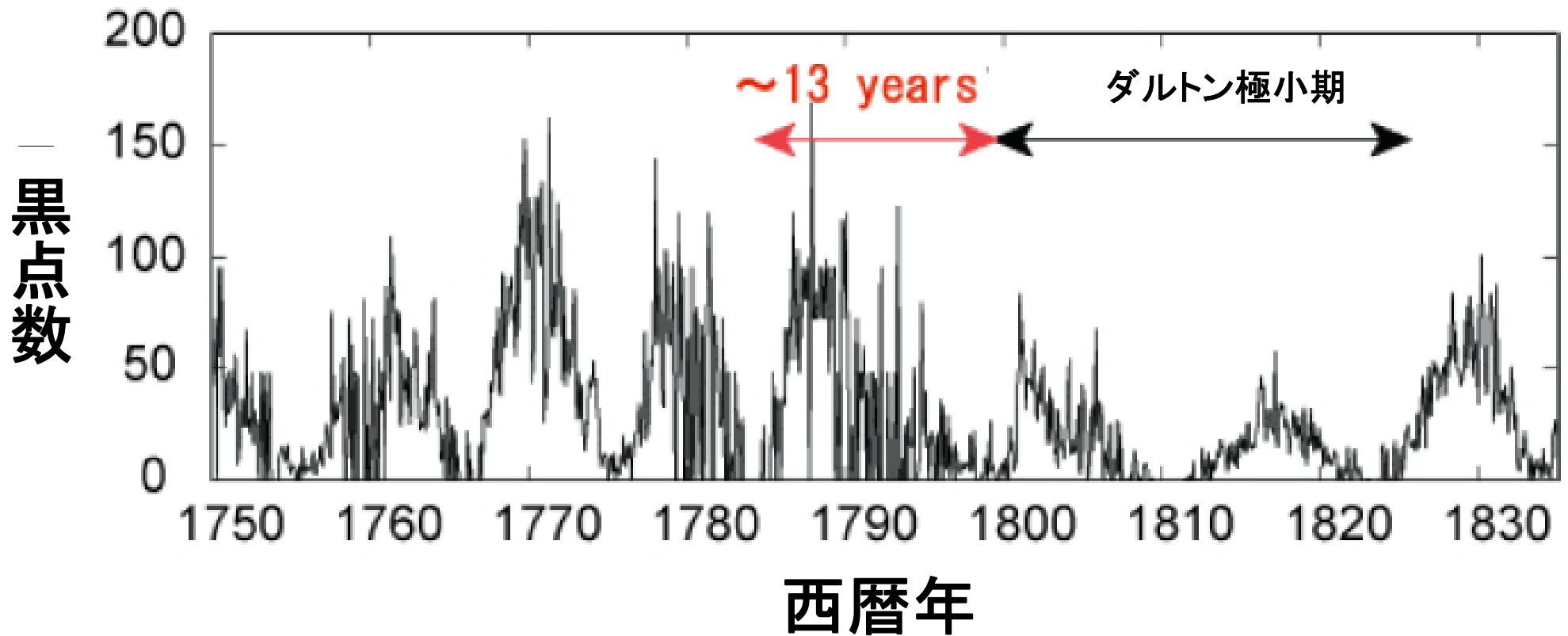
今サイクルだけ太陽周期が異常に長くなっている



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

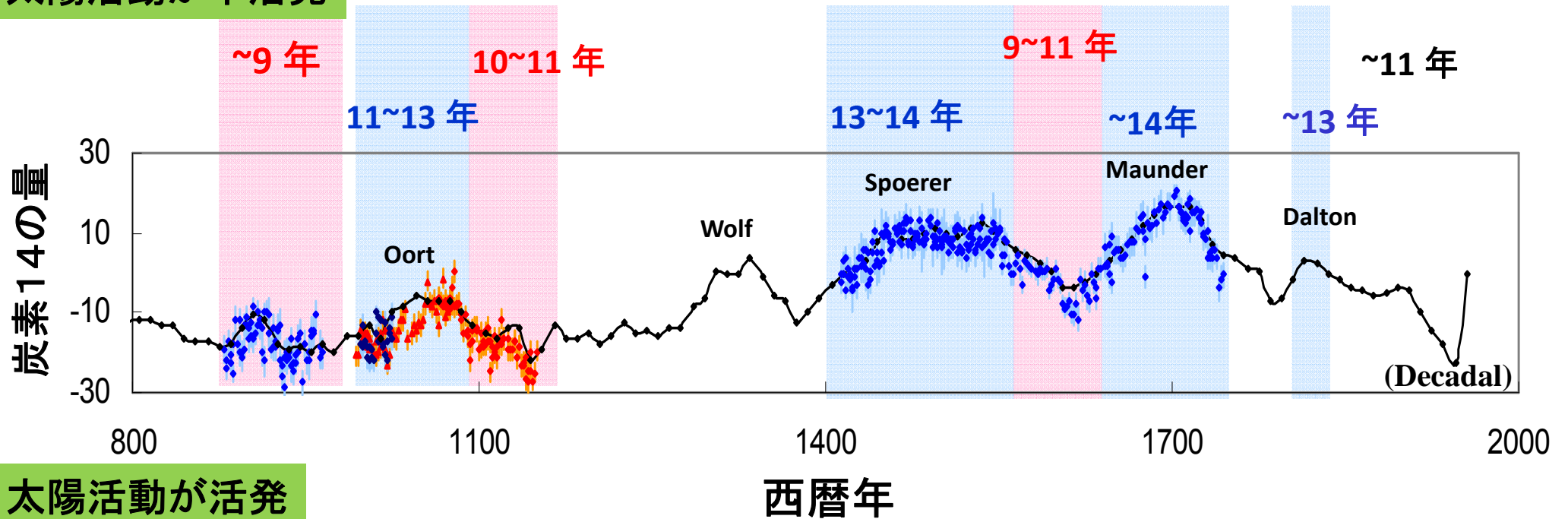


過去に同じくらい黒点周期が長かったのはいつ頃か？



過去2千年のデータから太陽活動が低いと周期が13-14年に伸びる

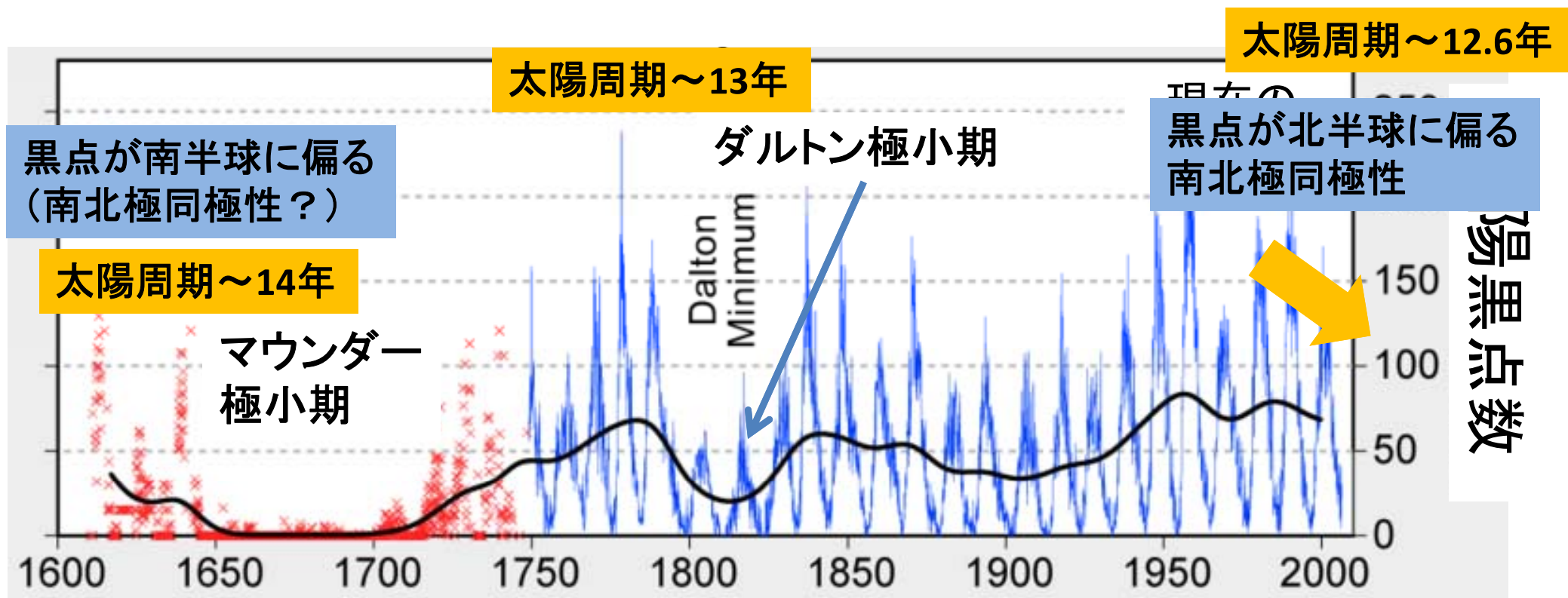
太陽活動が不活発



太陽活動が活発

Blue dots: Miyahara et al., 2004, 2006, 2007, 2008
Red dots: Damon, 2003
Black curve (decadal): Stuiver et al., 1998

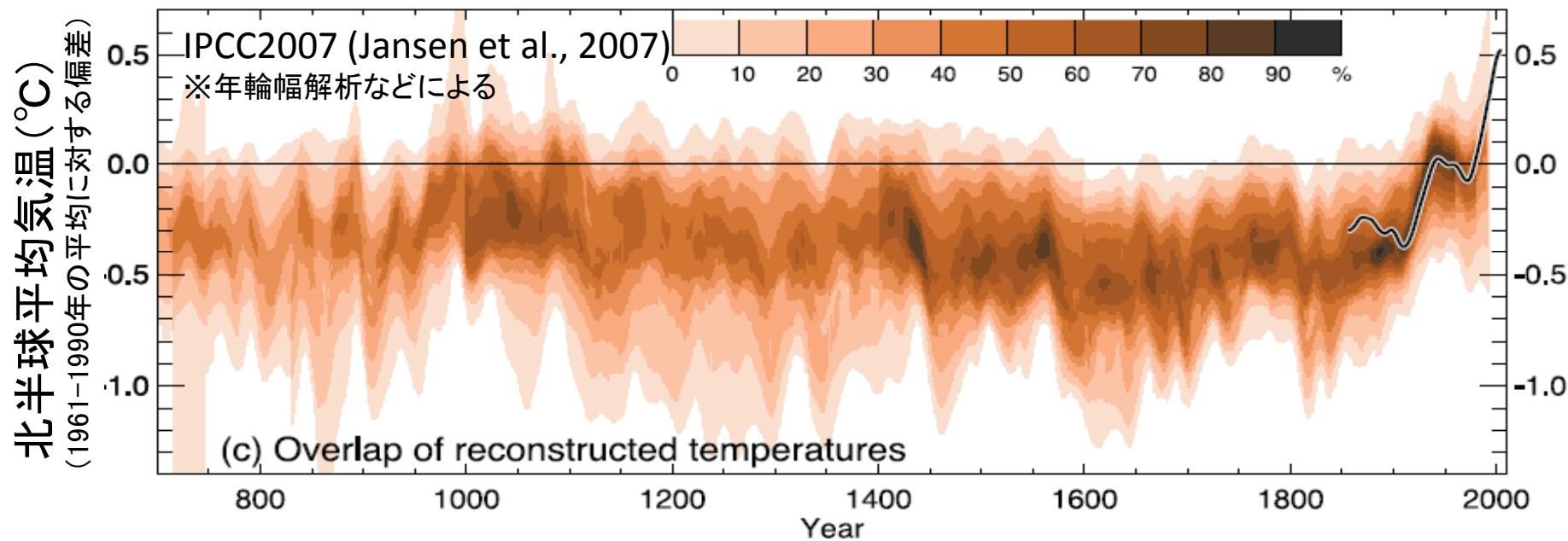
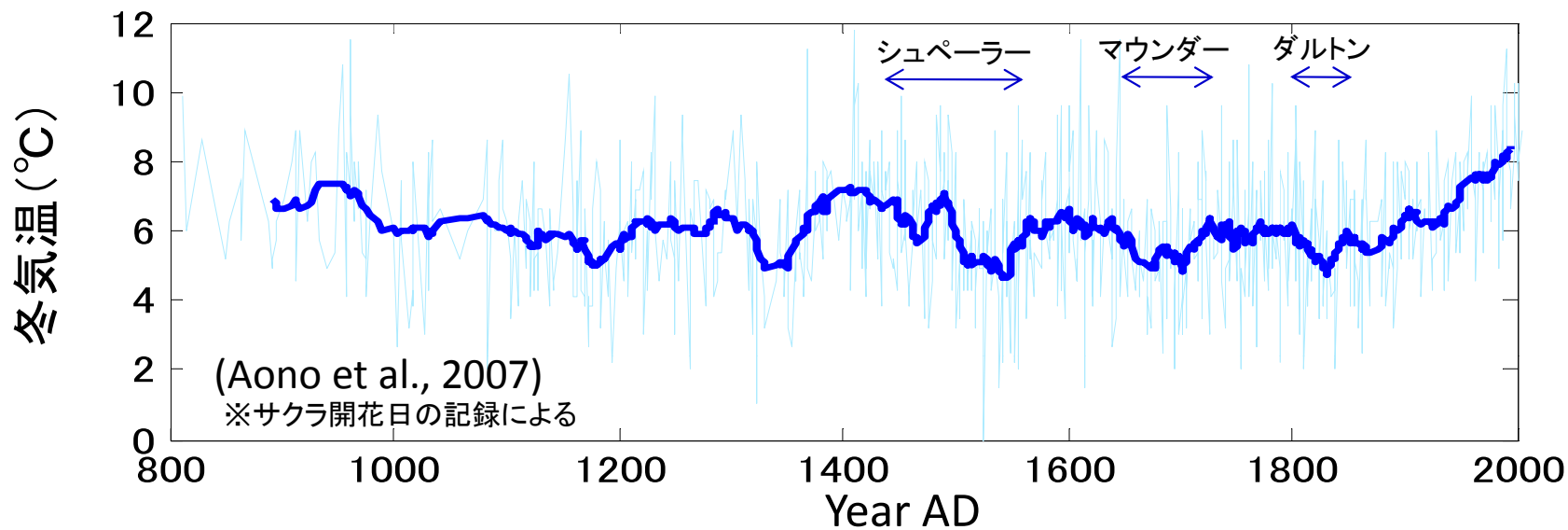
周期の伸び・南北の非対称性発生 により太陽は活動の停滞期に入ろうと しているのか？



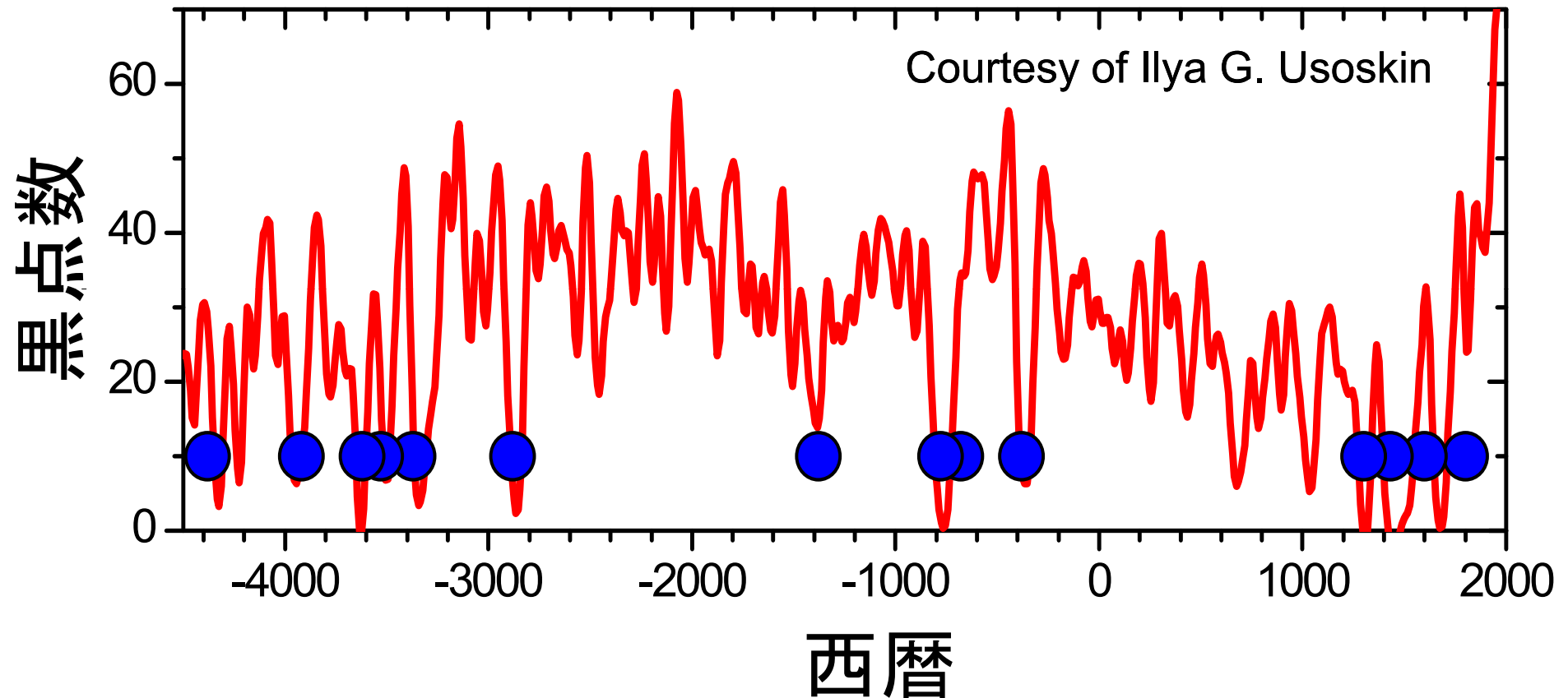
太陽は活動の停滞期に入ろうとしているのか？ 地球環境への影響？



北半球平均気温: ダルトン極小期: -0.5°C , マウンダー極小期: -0.6°C
 日本(京都)冬気温: // : -2.5°C , // : -2.5°C

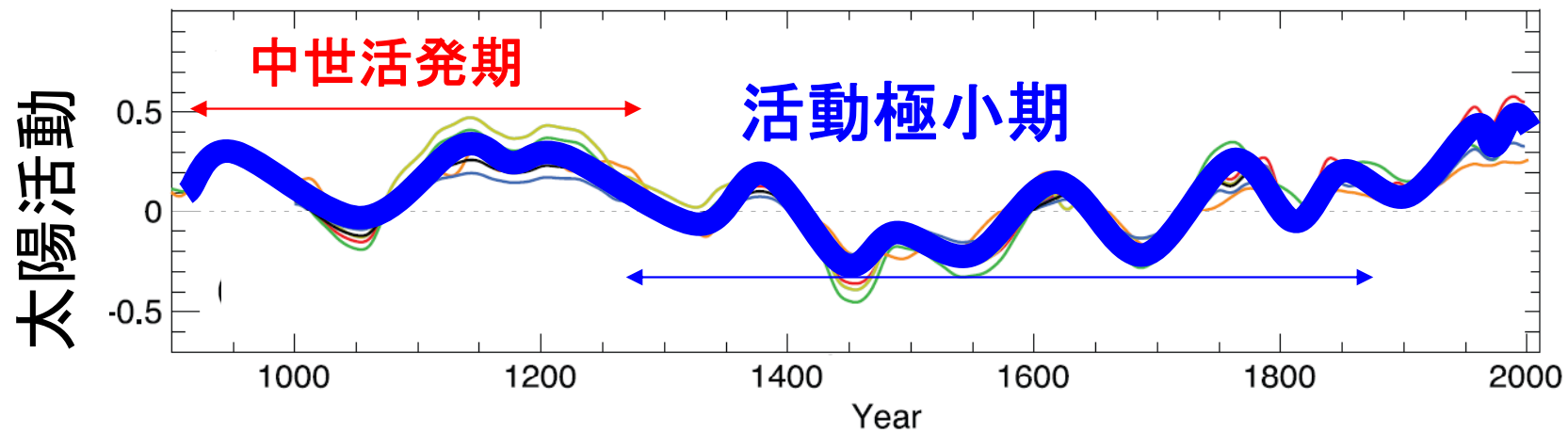
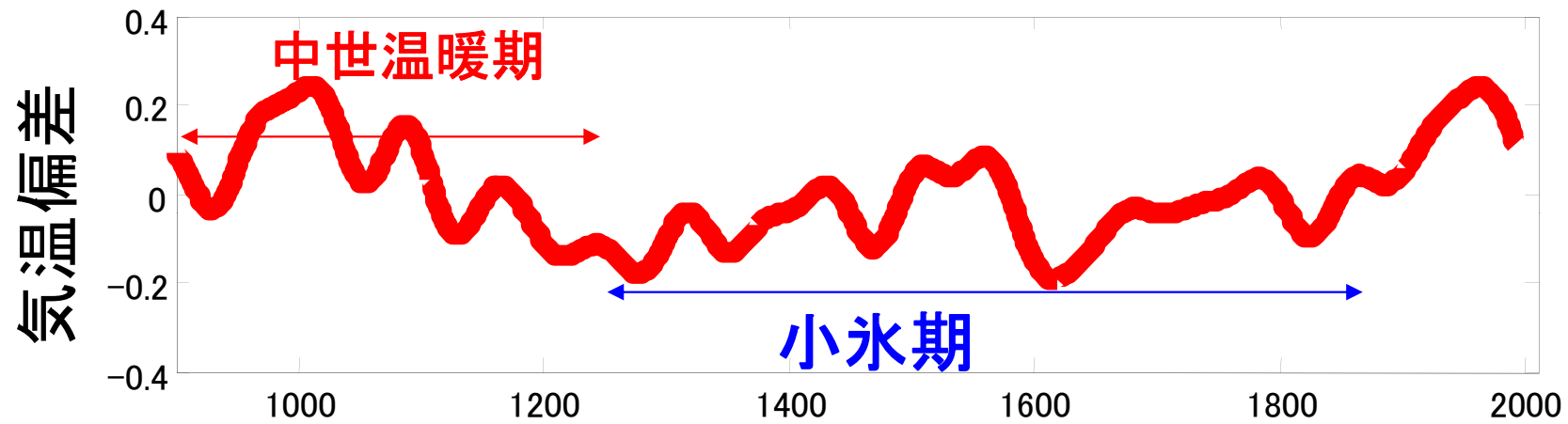


黒点数と地球の寒かった時期

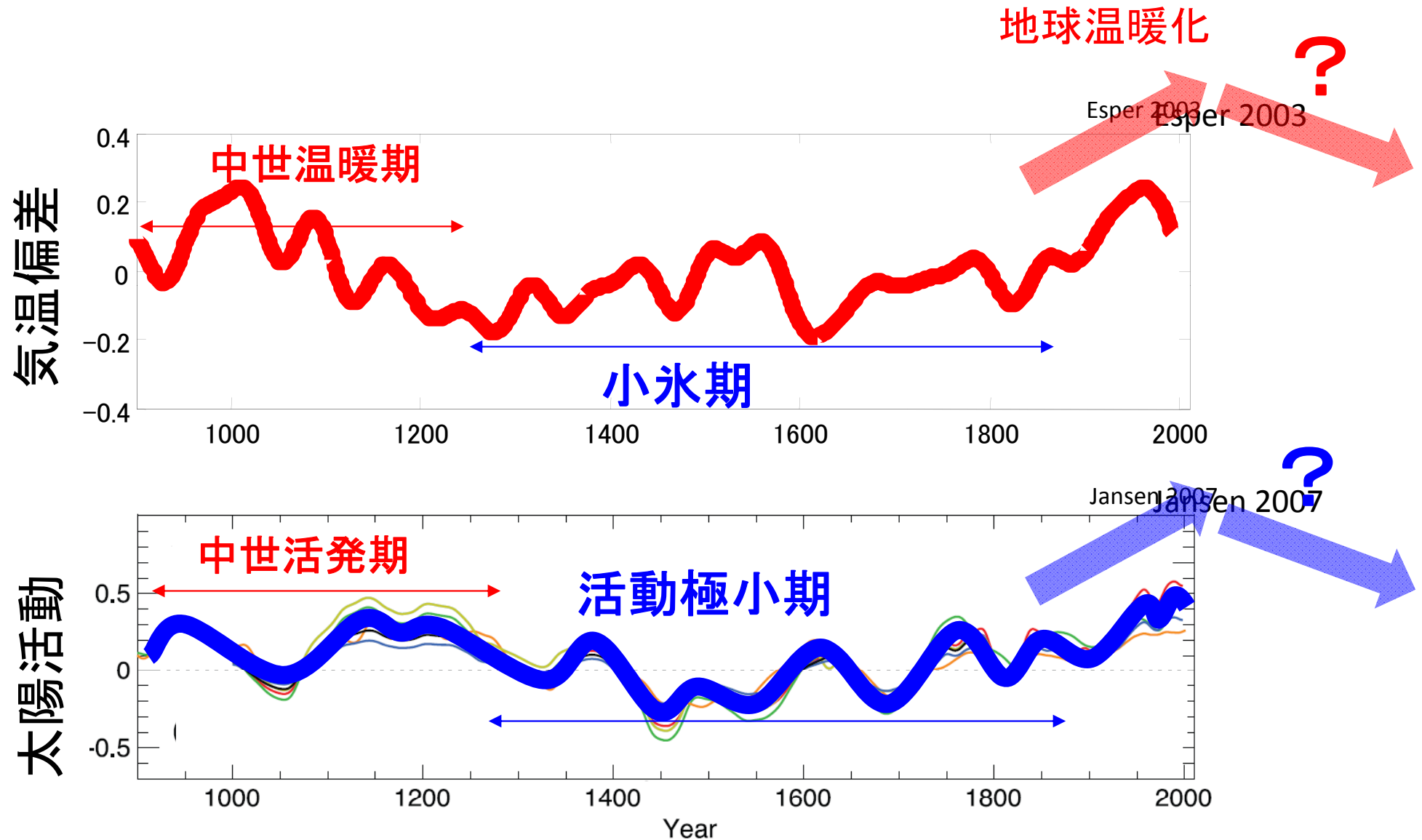


過去6500年で、黒点数の極端に小さい15回のうち、12回がヨーロッパで気温が低かった時期に一致している。

太陽活動と気温

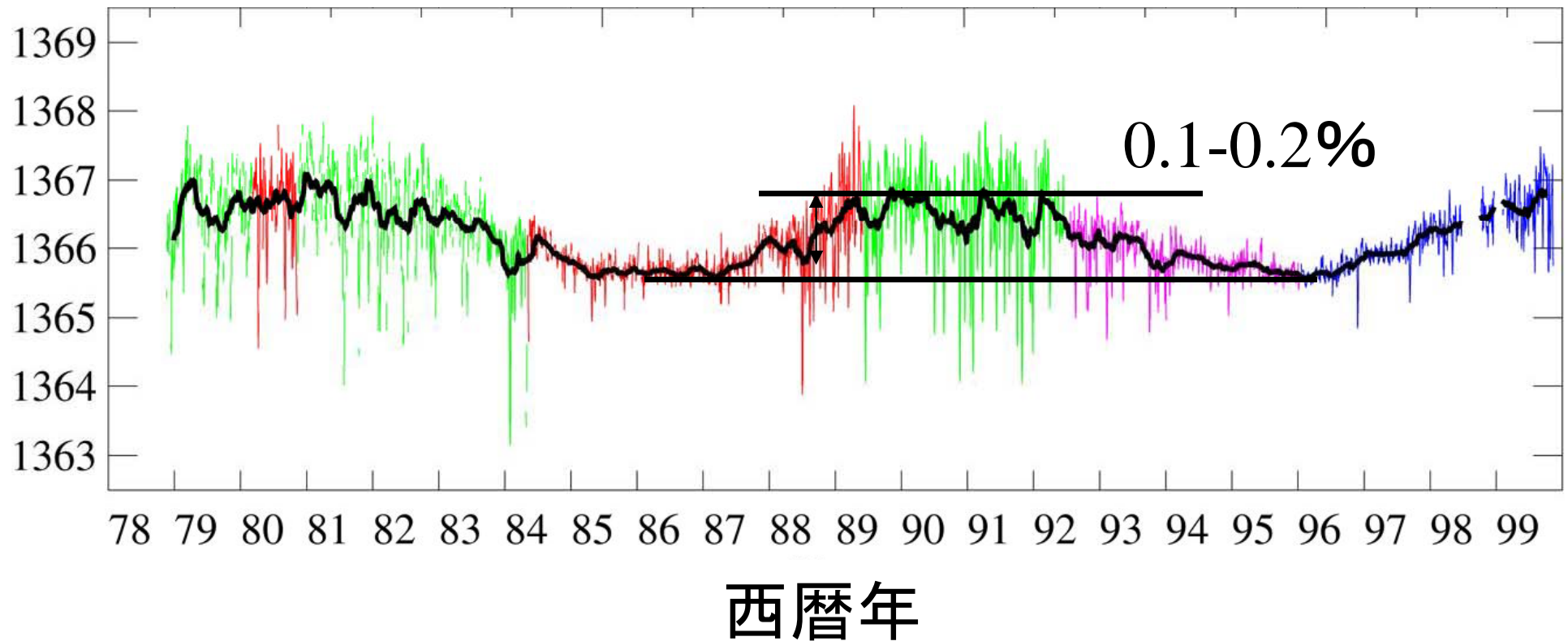


これからは寒冷化？



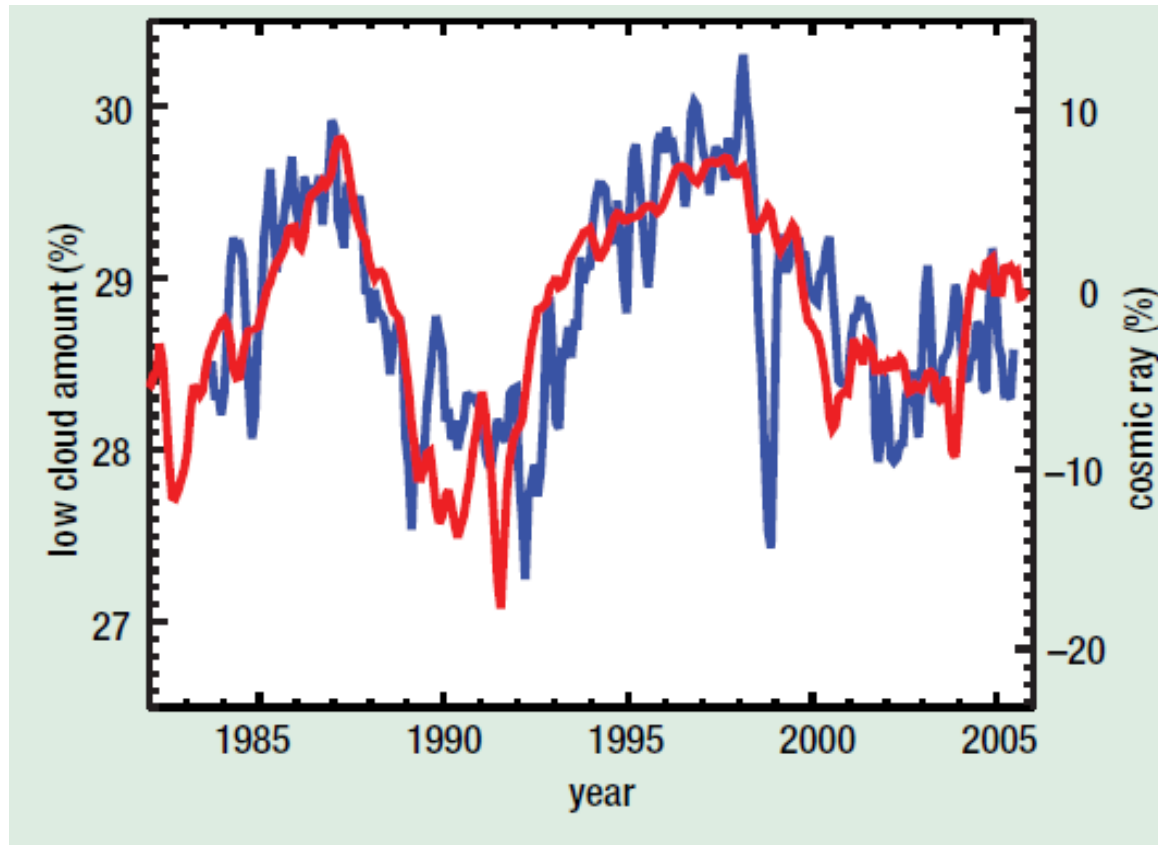
太陽定数の変動(0.1-0.2%)

太陽の放射エネルギー



宇宙線と雲の関係

宇宙線 & 低層雲のカバーする面積



Svensmark 2008

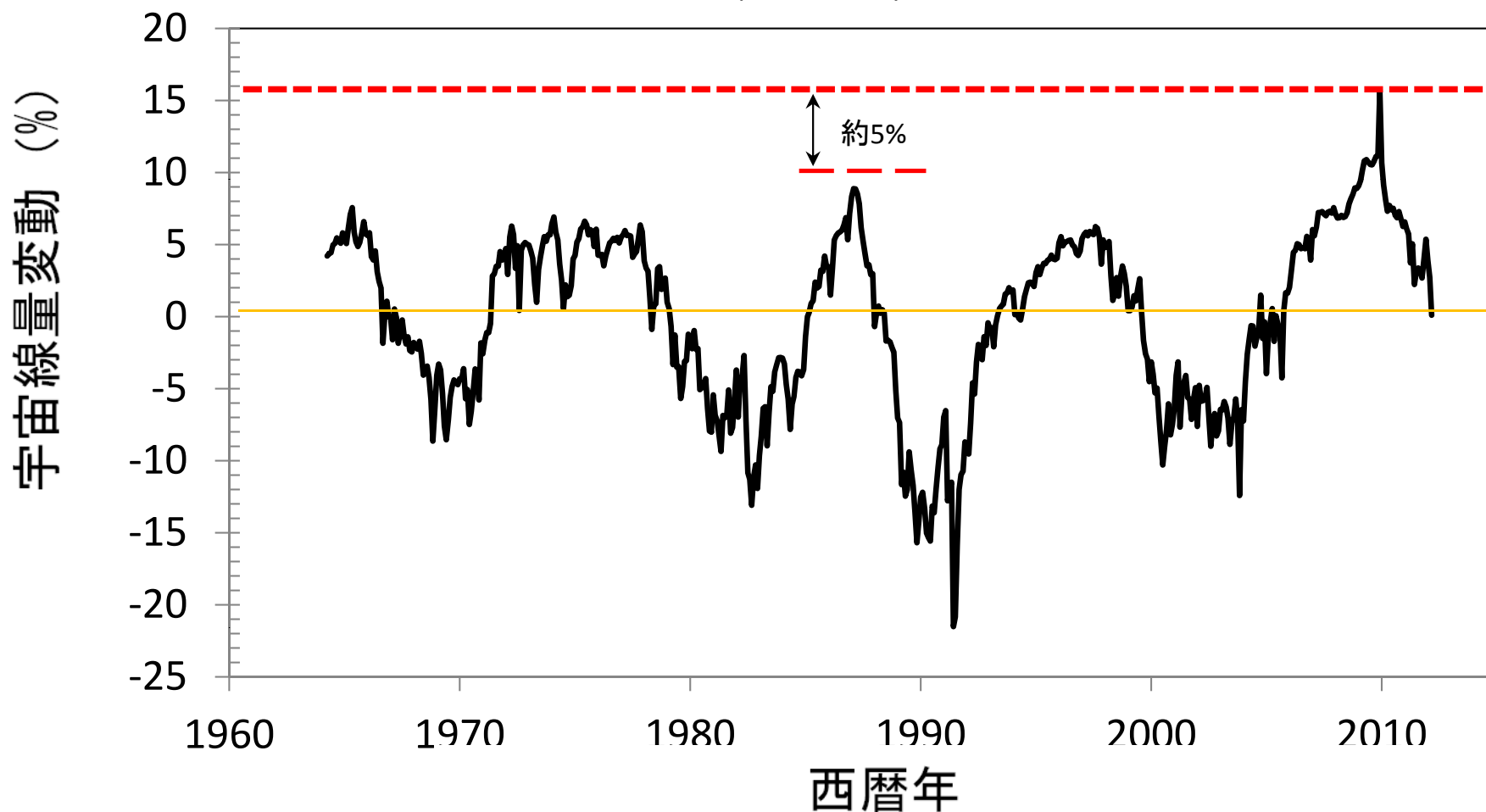
Svensmark, Friis-Christensen 1997

Marsh, Svensmark 2000

Marsh, Svensmark 2003 (updated 2005)

過去45年間の観測史上最多 の宇宙放射線量

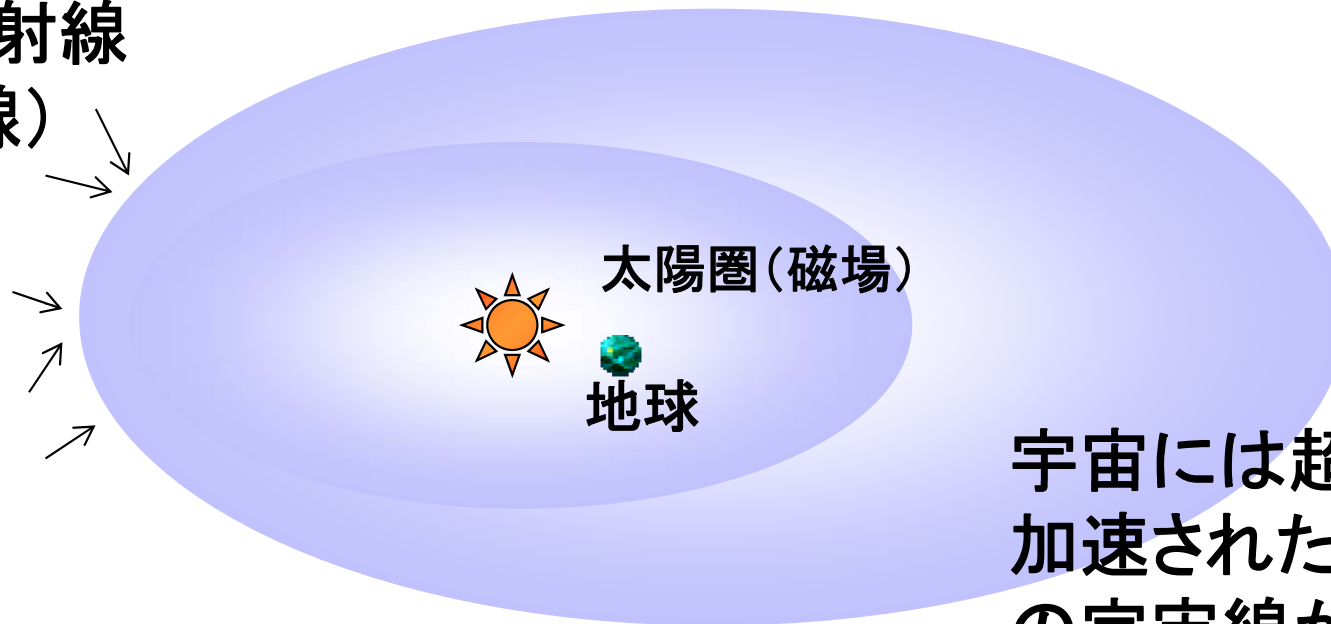
オウル大学の中性子モニターによる過去45年間の宇宙線量の変化
<http://cosmicrays oulu.fi/>



1987年: 前回の負極性時の極小

太陽圏(太陽の磁場とプラズマの広がり)が宇宙放射線を遮蔽

宇宙放射線
(宇宙線)



宇宙には超新星残骸で加速された高エネルギーの宇宙線がとびかっている

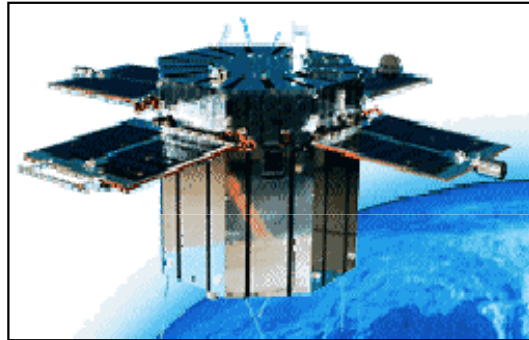
太陽活動が活発化

- ⇒ 太陽風の強度が増加, 太陽風磁場の乱れが増加
- ⇒ 太陽圏の磁場が、より多くの宇宙線を遮蔽
- ⇒ 地球に飛んでくる**宇宙線(陽子)量が減少**

最近の太陽活動についてのまとめ

- 太陽周期が10.6年から12.6年に2年伸びている。
- 太陽活動は上昇しているが、黒点の数は以前のサイクルより少なく、また北半球に偏って発生しているようだ。
- 北極の負極磁場が大幅に減少し、現在正極に反転中。予想された反転の時期より約1年早い。
- 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反転の兆候はない。
- 以上から、太陽の基本的対称性が崩れていると考えられる。
- 同様の事象は、マウンダー極小期、ダルトン極小期の開始前後に発生していたと推定され、太陽が従来と異なる状態になっていると推測される。

衛星による太陽観測で世界の最先端³⁷を行く日本 太陽活動の変動を解明するSOLAR-C衛星



ひのとり/ASTRO-A (1981-1982)

フレア観測

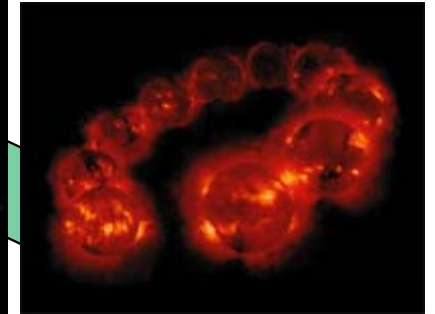
X線、 γ 線 ($E > 10$ keV)



ようこう/SOLAR-A (1991-

フレア、コロナ観測

X線、 γ 線 ($E > 0.1$ keV)



ひので/SOLAR-B (2006-)



光球、彩層、遷移層、コロナ、フレア
可視光、極紫外線、X線

次期太陽ミッション
SOLAR-C
2010年代の打上げ
目的: 太陽の磁気活動
の解明と予報アルゴリ
ズムの構築