

太陽画像データの解析に基づく 超高層大気への太陽紫外線の 影響の研究

浅井 歩

(京都大学宇宙ユニット)

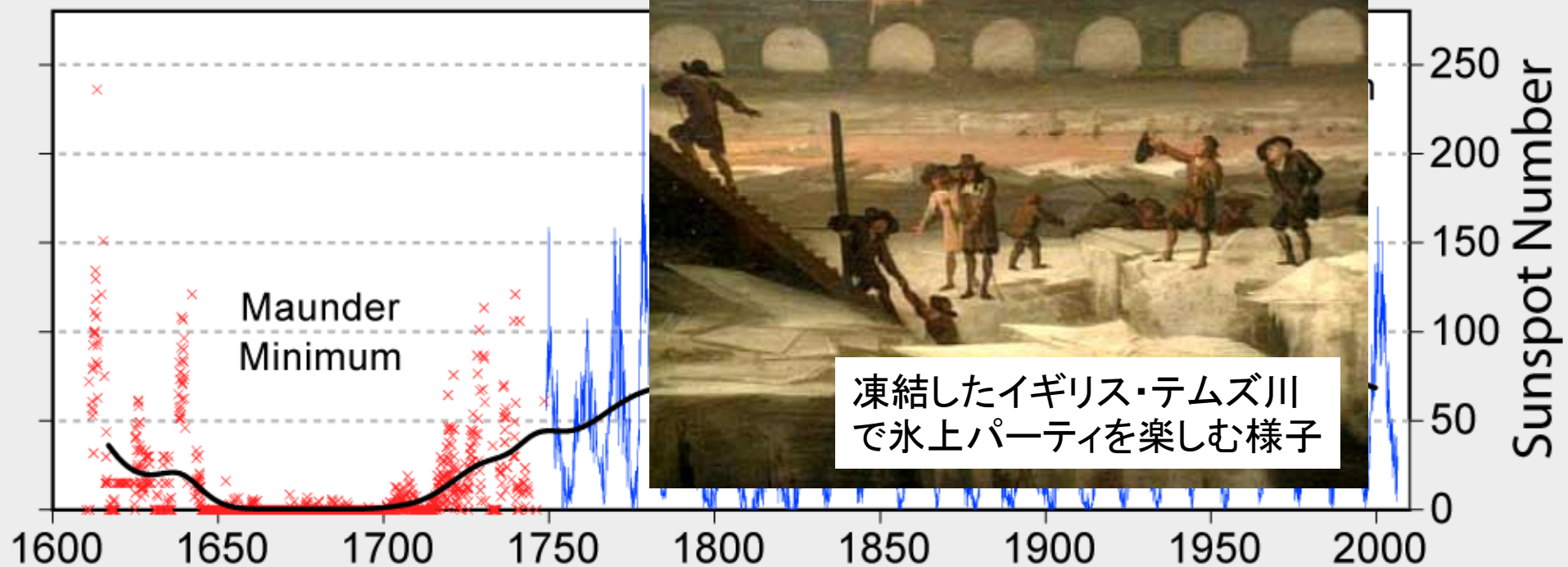
(共同研究者)

上野悟、北井礼三郎、磯部洋明、林寛生、新堀淳樹、羽田裕子、
横山正樹、塩田大幸

名大STE研研究集会「地球科学メタ情報データベースの現状とその活用」
2012年2月23日@名古屋大学

太陽活動変動

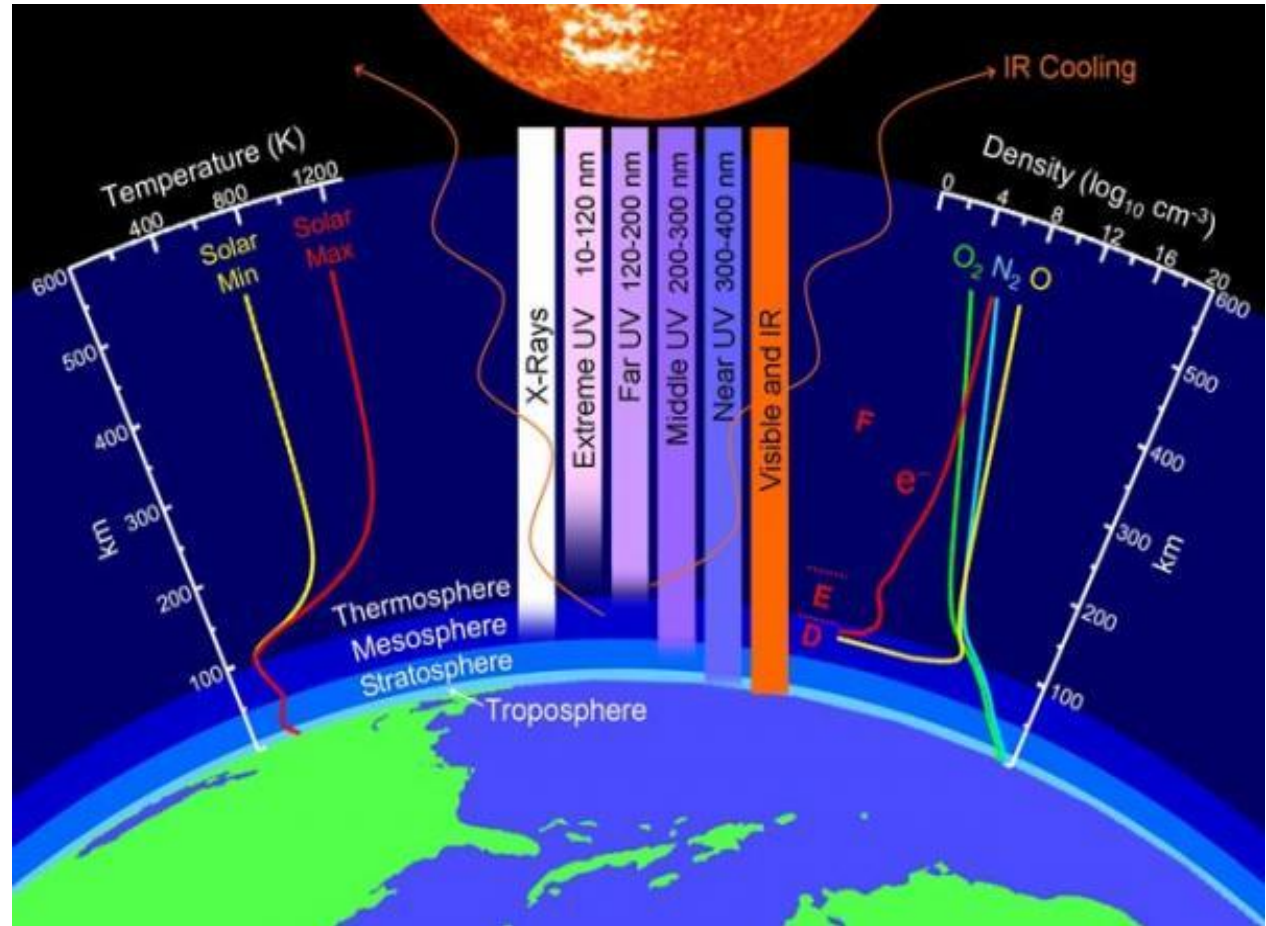
400 Years of Sunspot Observations



- 「太陽黒点数」の記録は400年前からある
 - 11年の活動周期、マウンダー極小期などが発見されている
- 地球気候との関連も広く議論されてきた

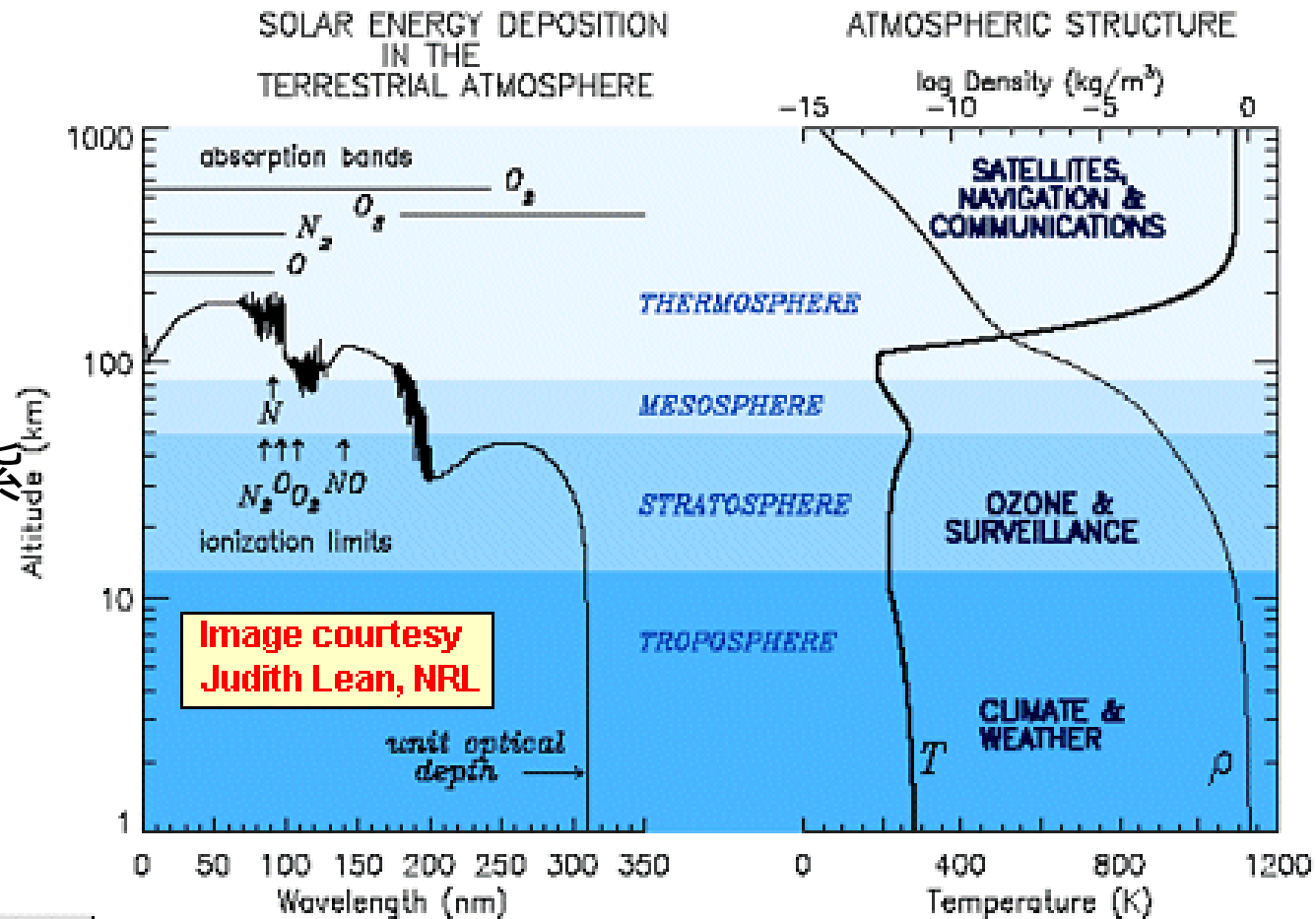
太陽放射と地球大気

- 太陽活動と地球気候変動についてこれまで広く議論されてきた
- 紫外線/極端紫外線の超高層大気への影響を介して地球大気にも影響を及ぼす?



太陽放射と地球大気

- 太陽活動と地球気候変動についてこれまで広く議論されてきた
- 紫外線/極端紫外線の超高層大気への影響を介して地球大気にも影響を及ぼす?

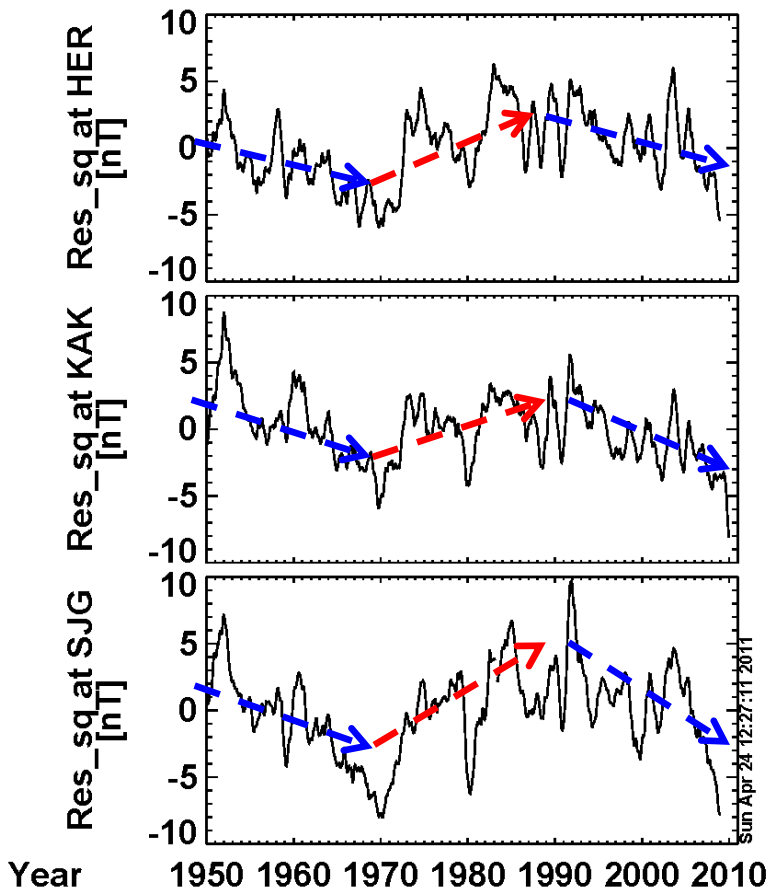


太陽紫外線の大気中への侵入高度。吸収に関わる主要な大気成分と紫外線強度が $1/e$ になる高さが波長の関数として示してある。

研究体制

- IUGONETのデータベースを利用して、太陽活動の地球超高層大気への変動を研究し始める
- 平成22年度、京都大学生存圏・萌芽研究「太陽物理学との連携による超高層大気変動現象」(代表: 上野)に採択
 - メンバー: 上野、林、新堀、磯部、浅井、横山
- 平成23年度、名古屋大学STE研・地上ネットワーク観測大型共同研究「太陽画像データ解析に基づく、超高層大気への太陽紫外線の影響」(代表: 浅井)に採択
 - メンバー: 浅井、上野、磯部、羽田、林、新堀、塩田、横山、草野、徳丸、藤木、北井

地球側の研究成果



上段: HER (34.43S, 19.23E)

中段: KAK (36.23N, 140.19E)

下段: SJG (18.11N, 293.85E)

- 地磁気静穏日変動(Sq場)の振幅の太陽活動依存性に着目して研究が進められた(新堀さん)
- 「太陽活動成分」を除いたSq場振幅にも変動が見られる
- F10.7放射量変動が、実際は超高層大気に直接的に影響を与えている紫外線波長域(50~150nm)の放射量変動を的確には反映していない?

太陽黒点数とF10.7電波フラックスとの関係

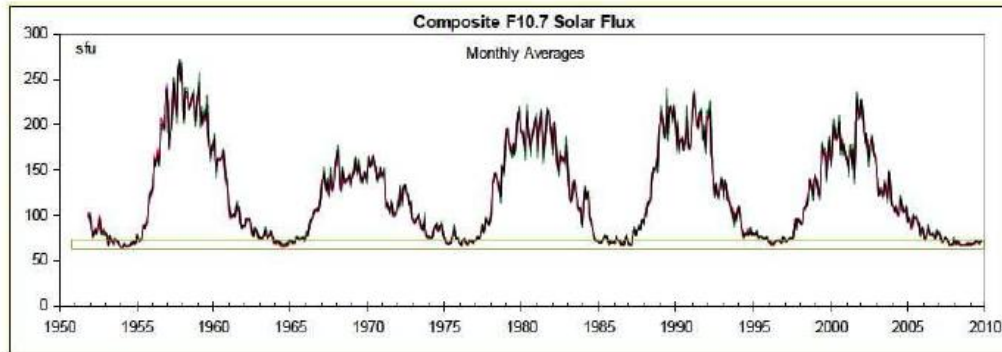


Figure 1. The full length of the timeseries data for the microwave indices. We have scaled the four Nobeyama fixed frequencies to F10.7 and overplotted them as monthly averages. Note the stability of the minima (box).

F10.7指数の時系列プロット

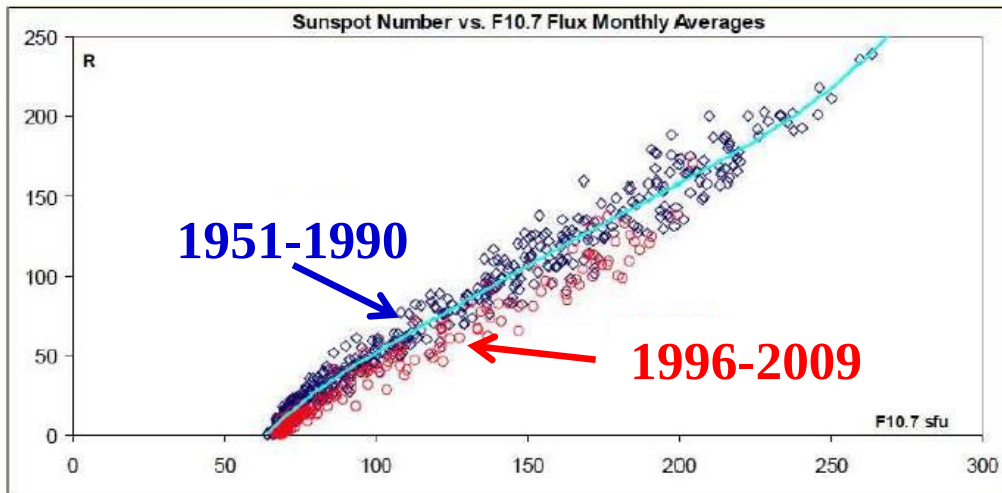


Figure 2. Correlation of F10.7 monthly averages with sunspot number R for two epochs: 1951-1988, and 1996-2009, with empirical fits. The correlation for cycle 23 systematically differs from the earlier pattern.

太陽黒点数とF10.7指数との 相関関係

単純な1次の回帰直線の関係に無い

太陽活動22サイクル(96-09)
のF10.7指数の値が小さい

Svalgaard and Hudson

太陽サイドの課題

1. 注目すべき紫外線放射量は、太陽面上のどのような構造・場所からの放射の影響を反映しているか?特に前極小期(~1996年)以降の太陽紫外線画像から、前極小期と直近の極小期の放射量の違いはないか?

→極端紫外線画像を用いた太陽面の調査

2. F10.7の他に、超高層大気変動と高い相関性を持った長期的な紫外線指標として太陽画像は使えないか?

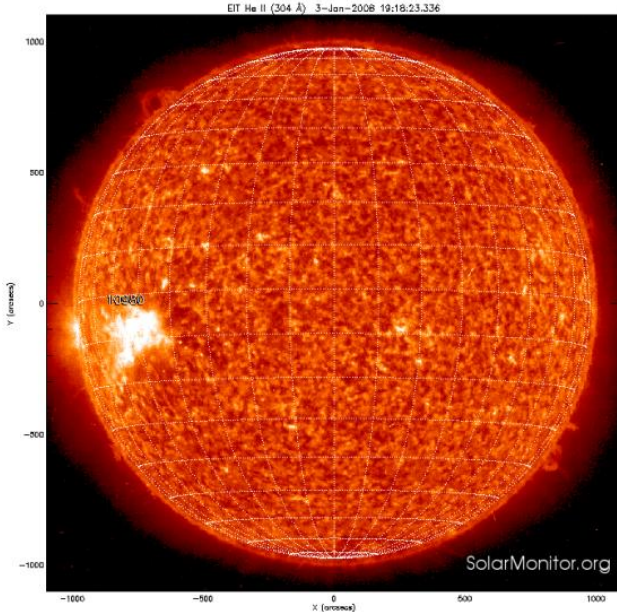
←衛星による紫外線分光データが利用可能だが、装置・衛星毎の絶対値の誤差が大きい。さらに過去に遡って長期変動を調べる際には、より古くから存在する観測データから指標を取り出せるようにしたい。

→彩層画像を用いた紫外線放射量の推定(北井)

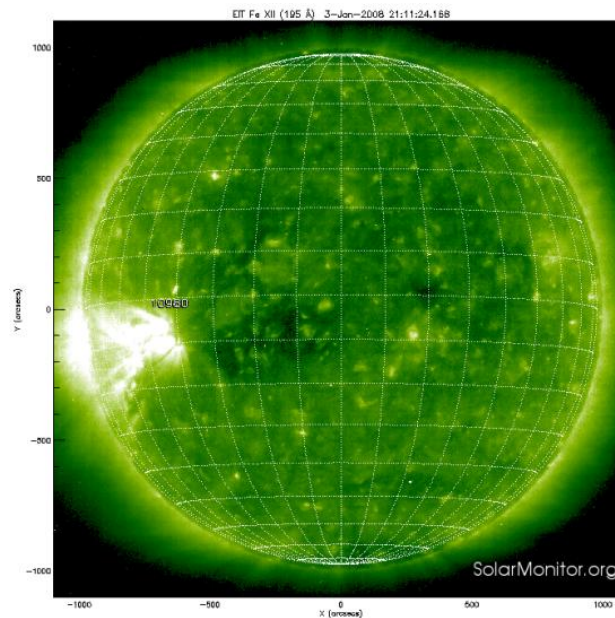
EUVの長期変動

- SOHO/EITによりEUVでの2次元全面画像が1996年-2010年にわたり、得られている
- EIT 195A, 284A, 304Aでの違い

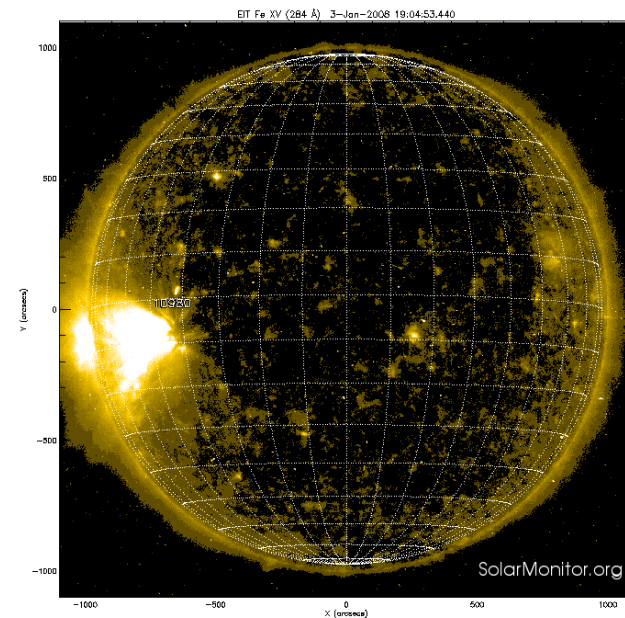
2008.01.03 304A



195A

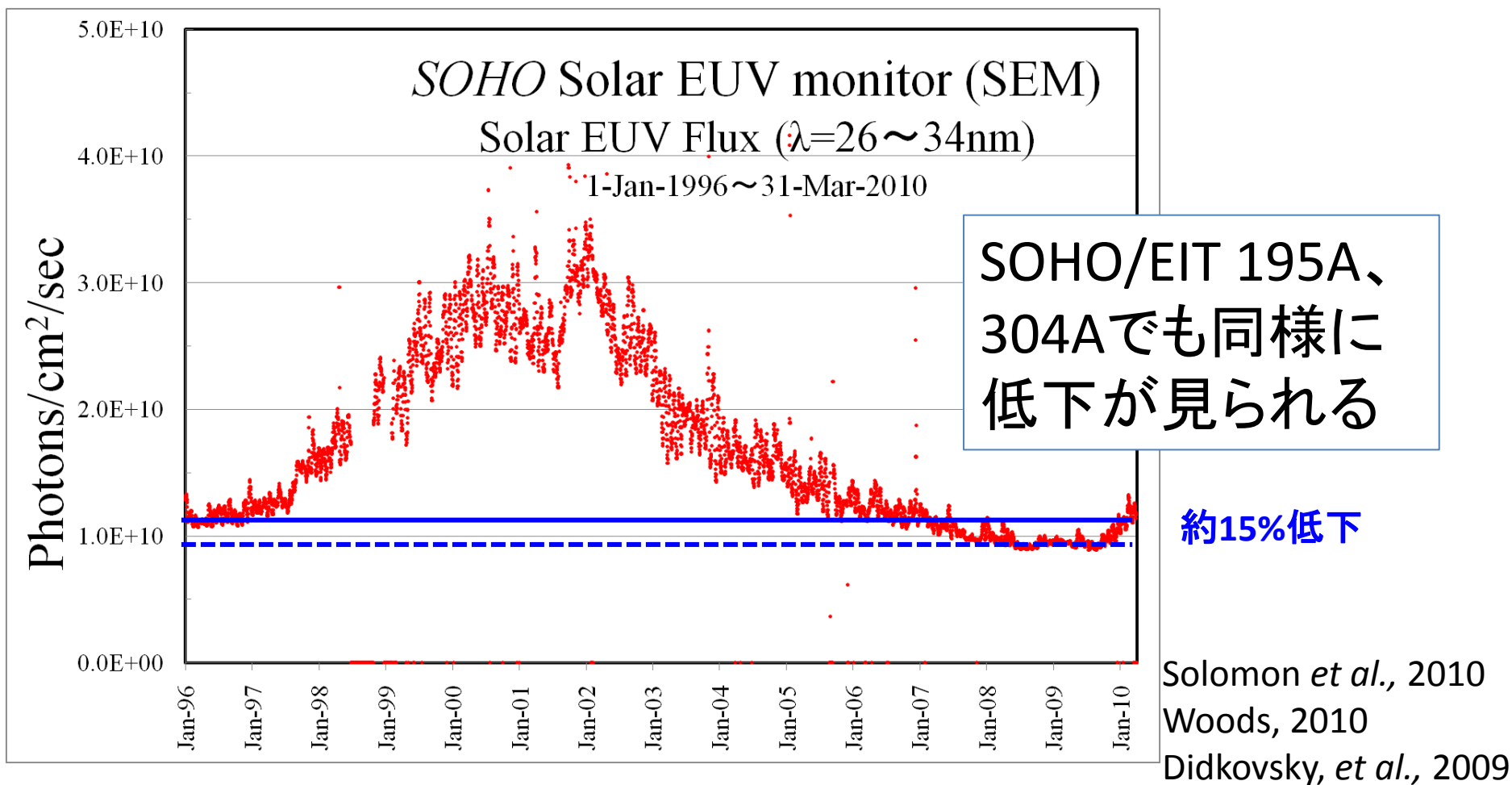


284A



太陽極端紫外線放射の特徴と要因

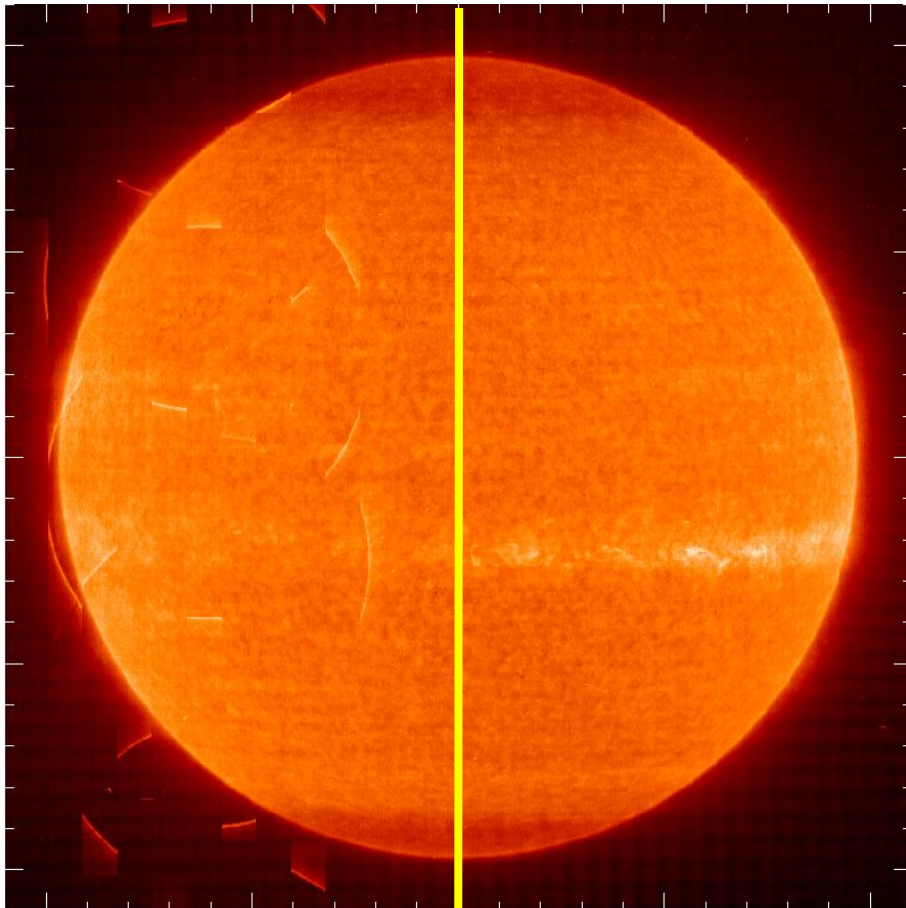
- SOHO/SEMで計測された太陽極端紫外線強度の長期変動
- 今極小期は、前極小期よりも15%程度EUV放射量が低い？



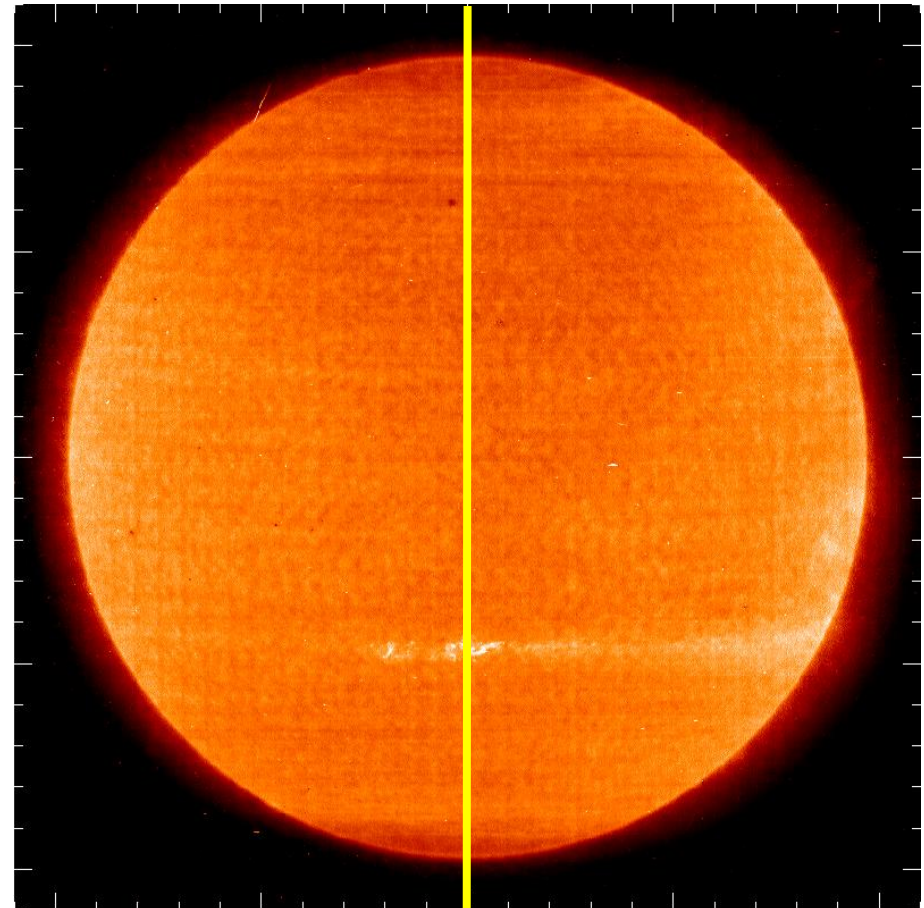
EUVの明るさの比較

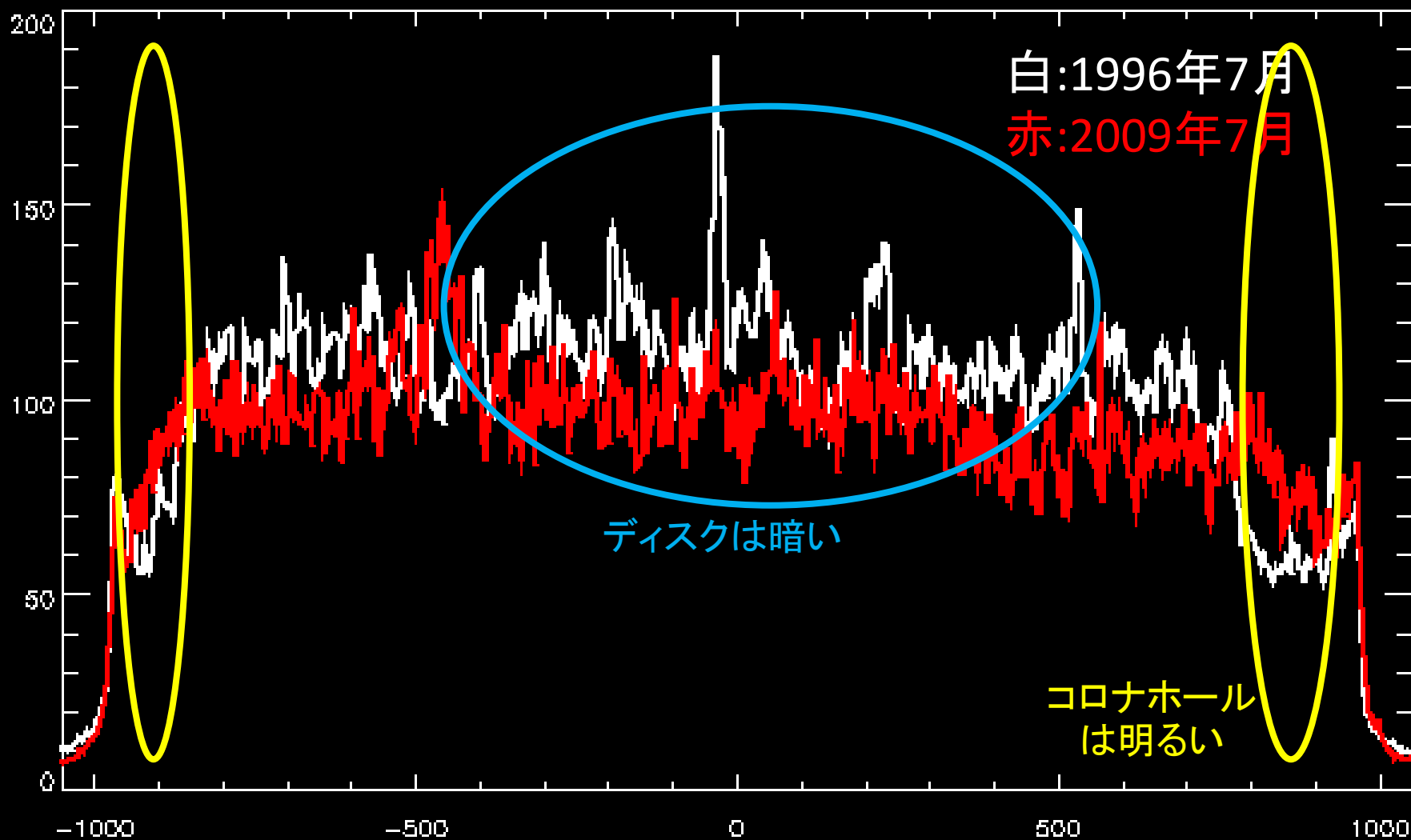
- 1カ月分の画像を足し合わせたもの(EIT304A)

前極小期(1996年7月)



今極小期(2009年7月)



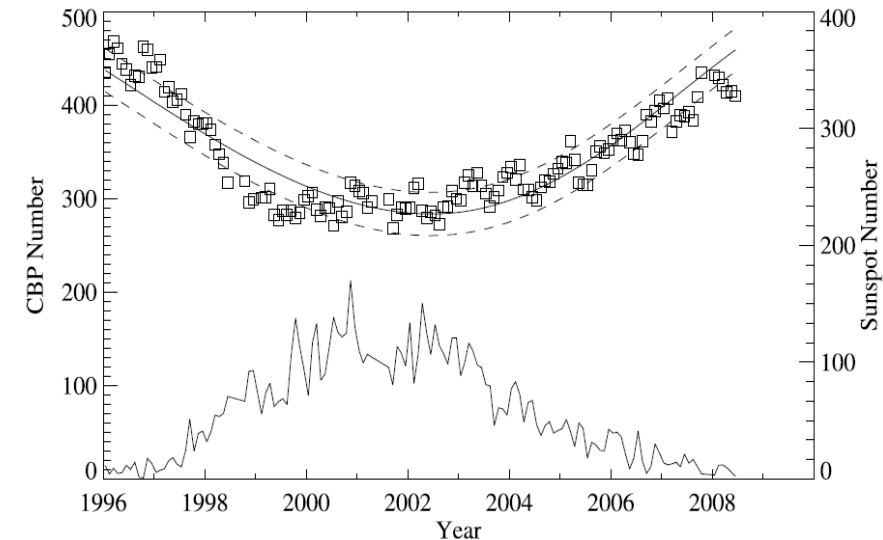
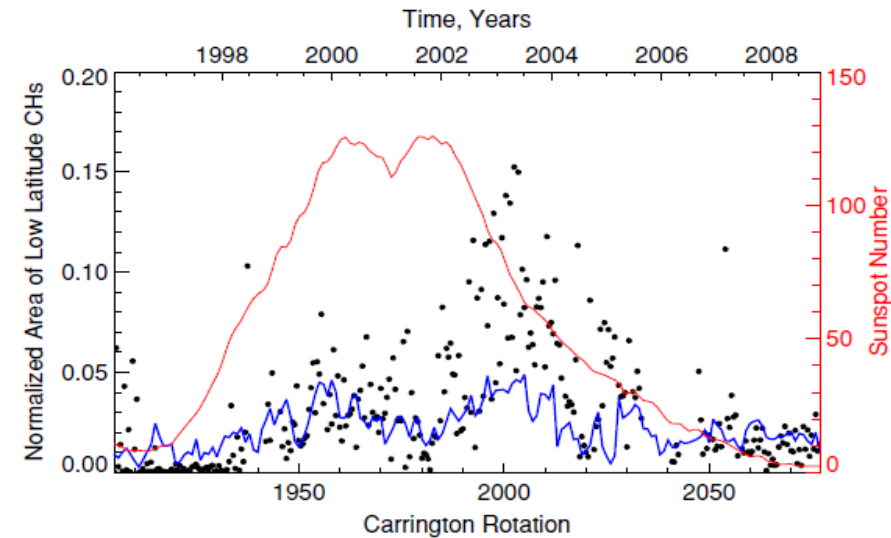


南

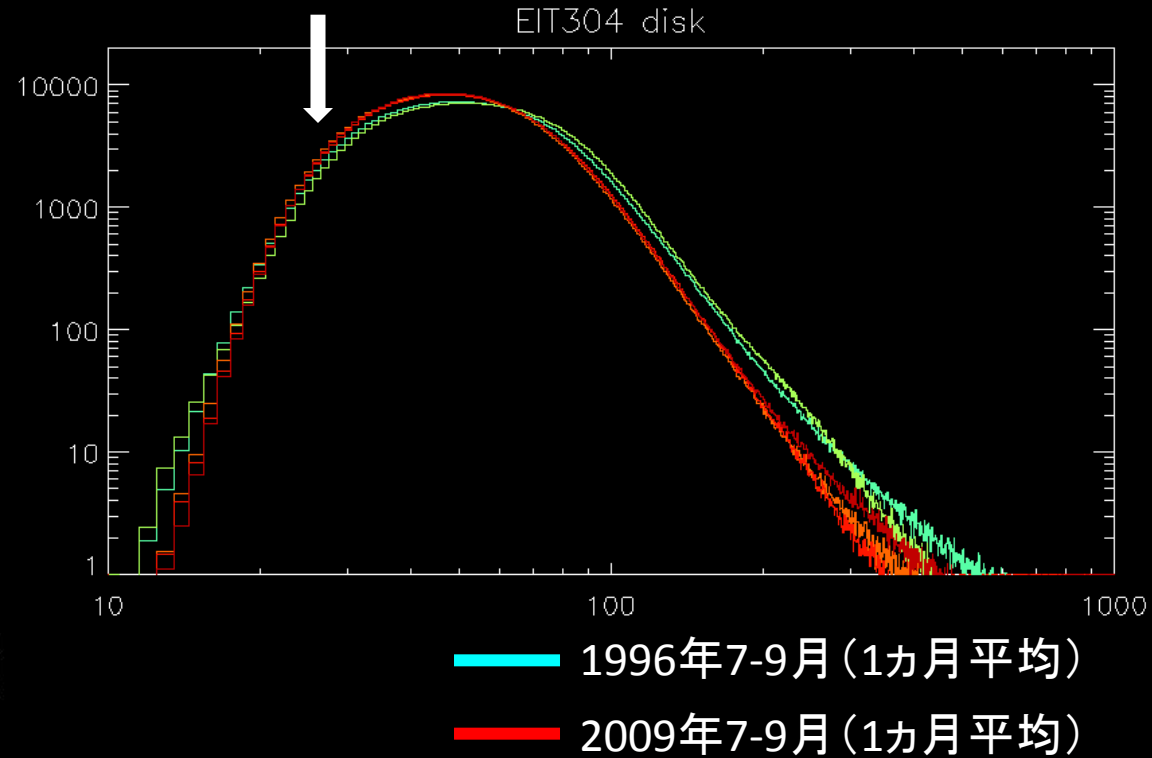
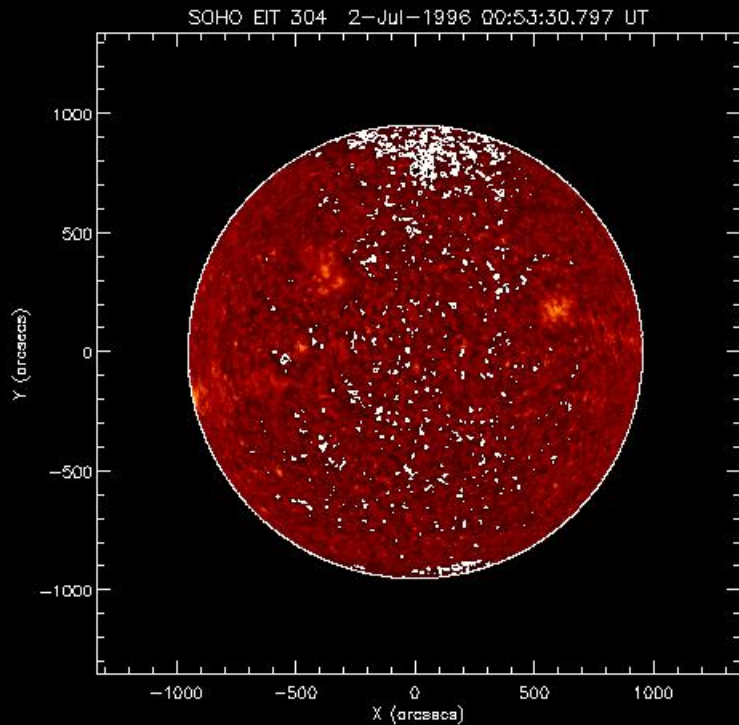
北

EUVでのディスク面減光の要因

- 低緯度コロナホールの変動
 - 前極小期に比べ今極小期では低緯度コロナホールが多い(Abramenko+ 2010)
- コロナ輝点の変動
 - 前極小期に比べ今極小期ではコロナ輝点の数が少ない(Sattarov+ 2010)



EIT304のヒストグラム (Intensity=26)

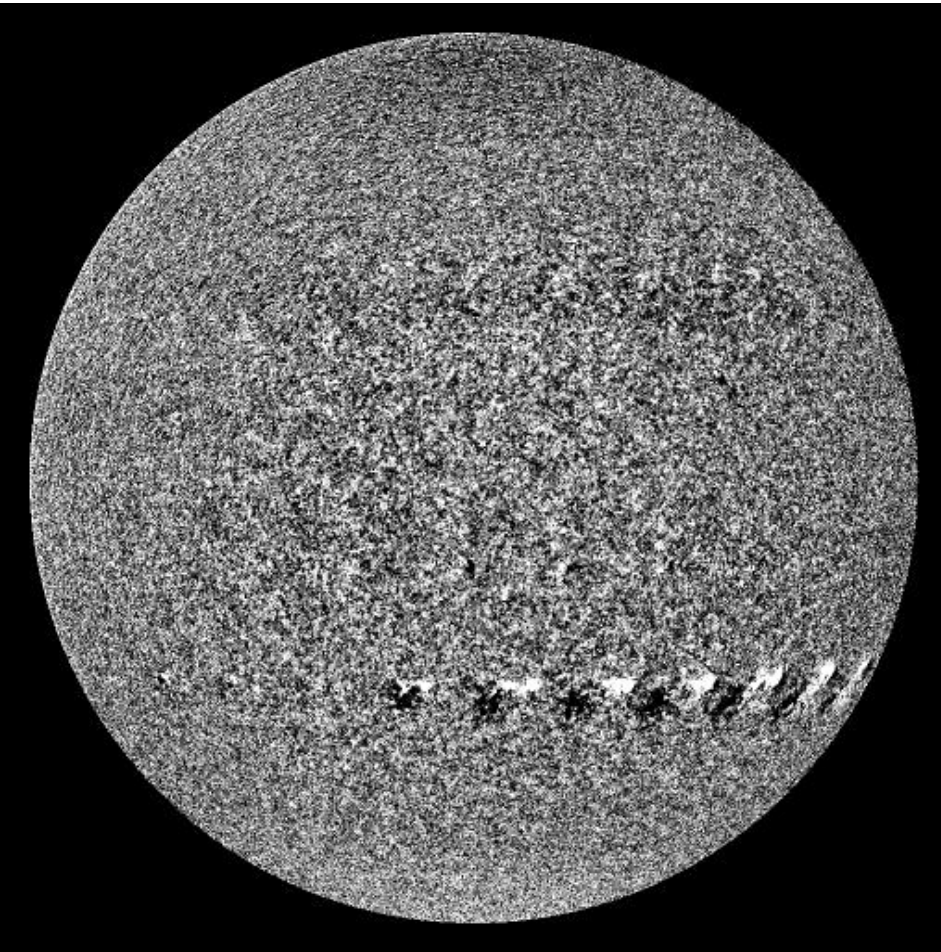
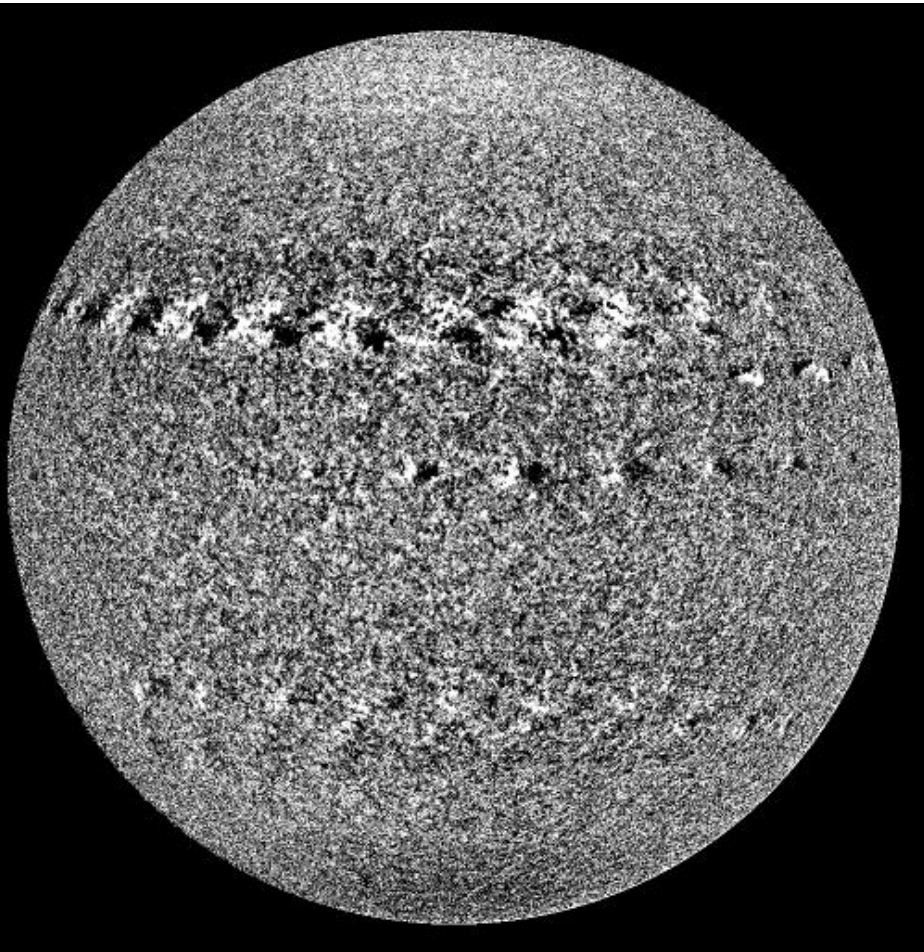


SOHO/MDIによる磁場強度の比較

- 1カ月分の画像を足し合わせたもの(MDI)

前極小期(1996年7月)

今極小期(2009年7月)

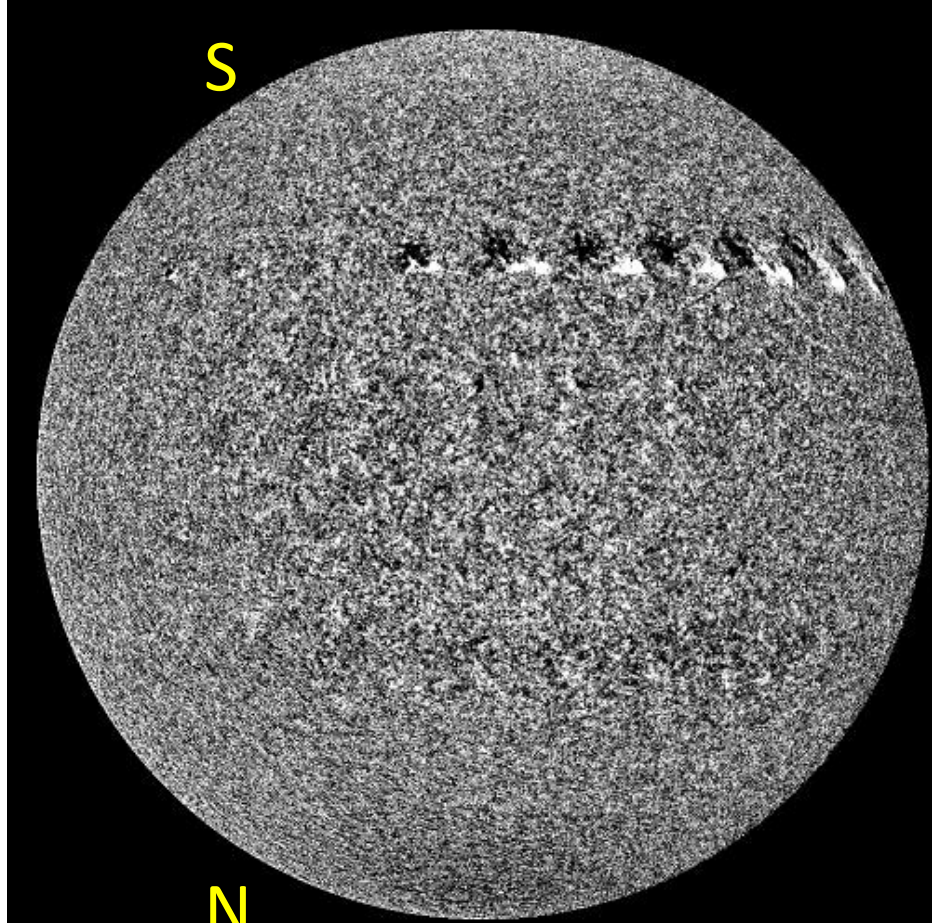
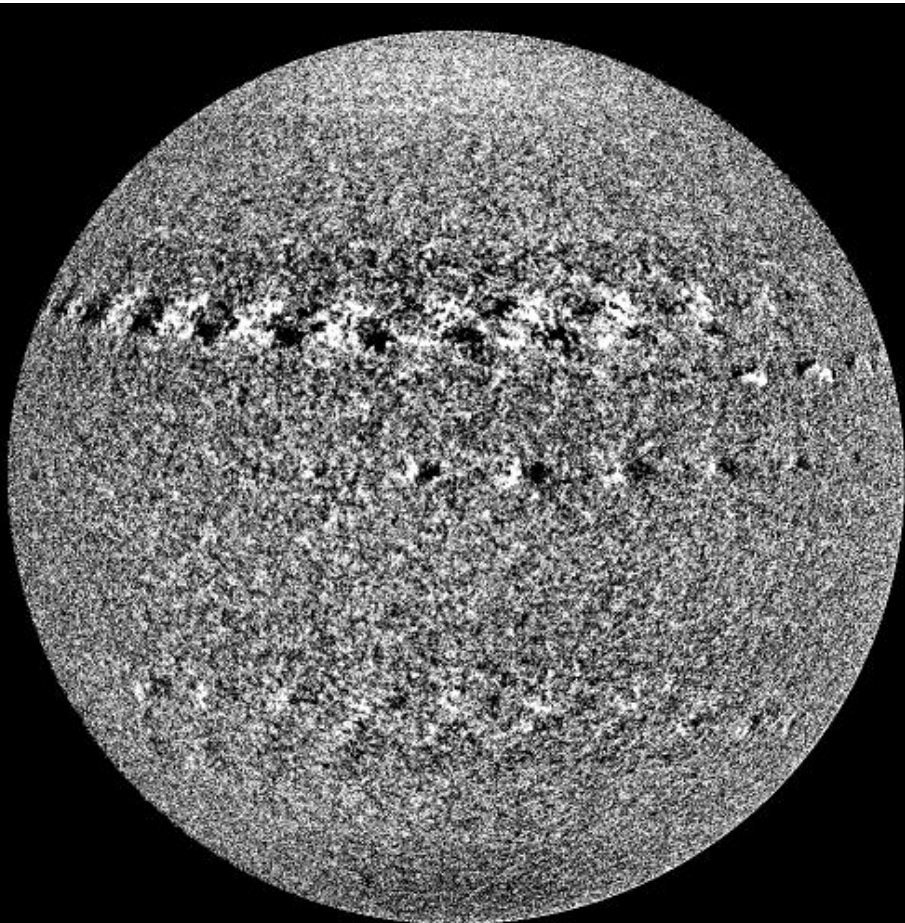


SOHO/MDIによる磁場強度の比較

- 1カ月分の画像を足し合わせたもの(MDI)

前極小期(1996年7月)

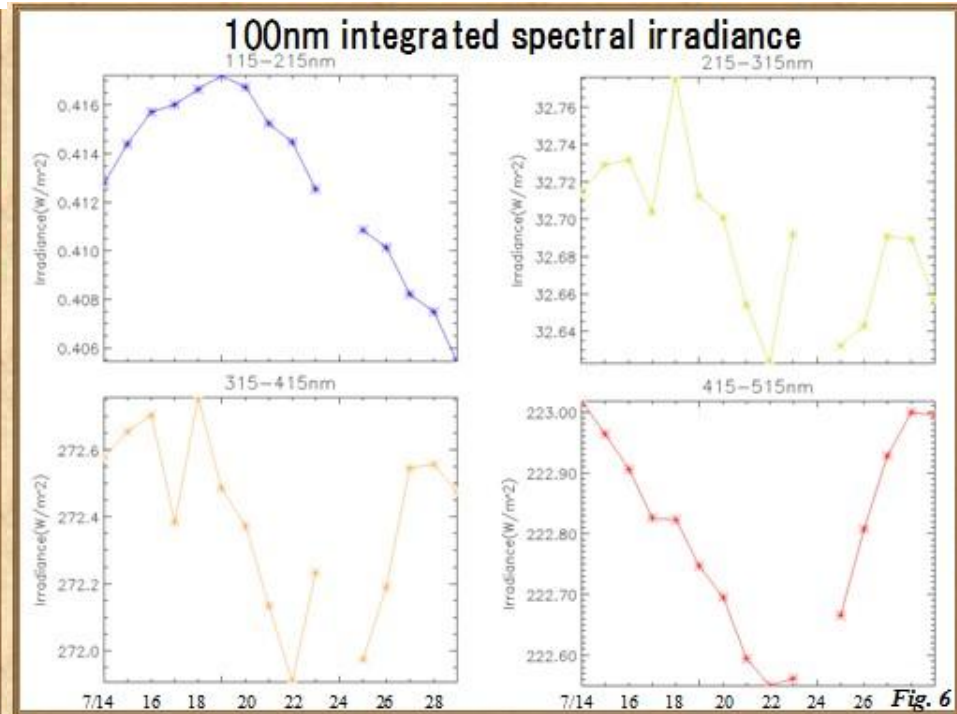
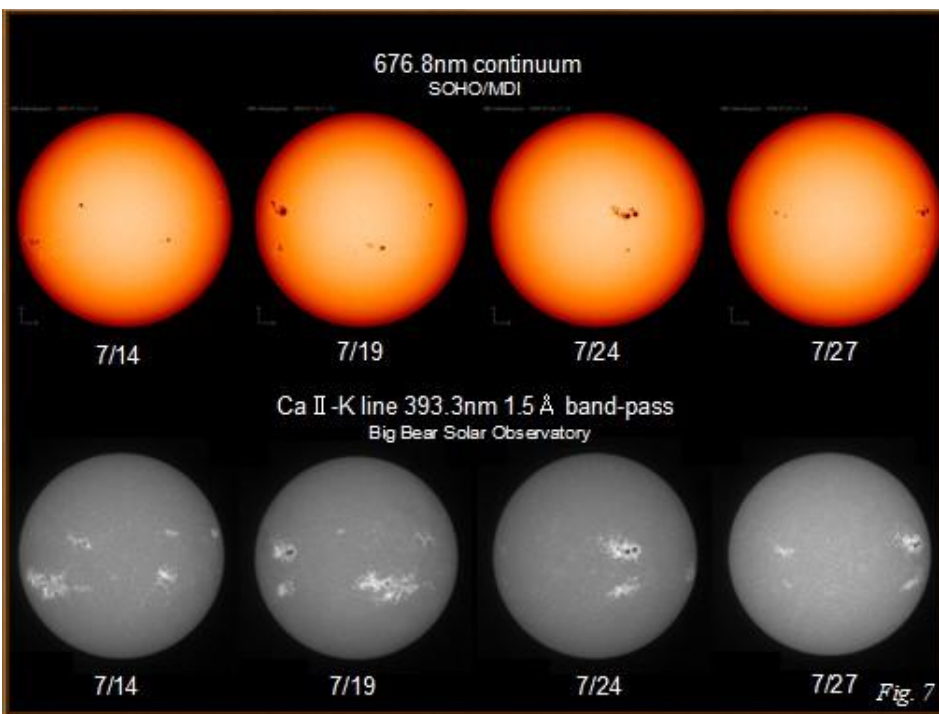
今極小期(2009年7月)



彩層画像を用いた紫外線放射量の推定

太陽全面彩層情報と紫外線量との関係

(横山正樹、増田智、佐藤淳 2005年)



(top panel) : Sunspots observed with SOHO/MDI in the solar disc on 14, 19, 24 and 27 July 2004 respectively. (bottom panel) : Faculae area observed by Big Bear Solar Observatory in the solar disc on 14, 19, 24 and July 2004 respectively.

Integrated spectral irradiance variations at 1 AU from 14 July 2004 to 29 July 2004. The top-left panel demonstrates 115-215 nm integrated spectral irradiance variations and the bottom-right panel demonstrates 415-515 nm integrated spectral irradiance variations.

SDO 160 nm

2010.12.21 00:18:41

SMART H-alpha Center

2010.12.21 00:18:41

Up: Solar North
Right: West

彩層全面観測

- 彩層全面観測@飛騨天文台(1991年~現在)

FMT



SMART



- 太陽彩層画像から紫外線放射量を推定

まとめ

- 太陽紫外線・極端紫外線変動が超高層大気変動に与える影響について、鋭意研究中
- 極端紫外線画像を用いた太陽面の調査(コロナホール、コロナ輝点、磁場強度…)
- 特に、前極小期(~1996年ごろ)と今極小期(2008年ごろ)の比較
→ 太陽風の長期変動、磁場構造とも比較