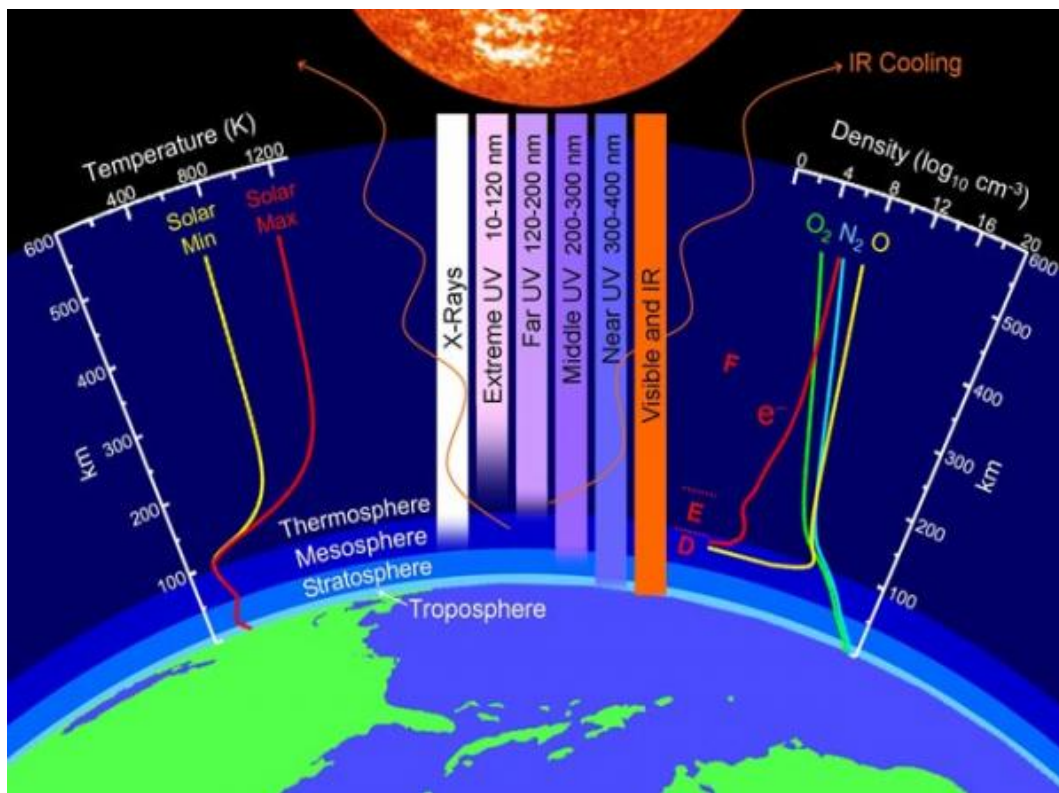


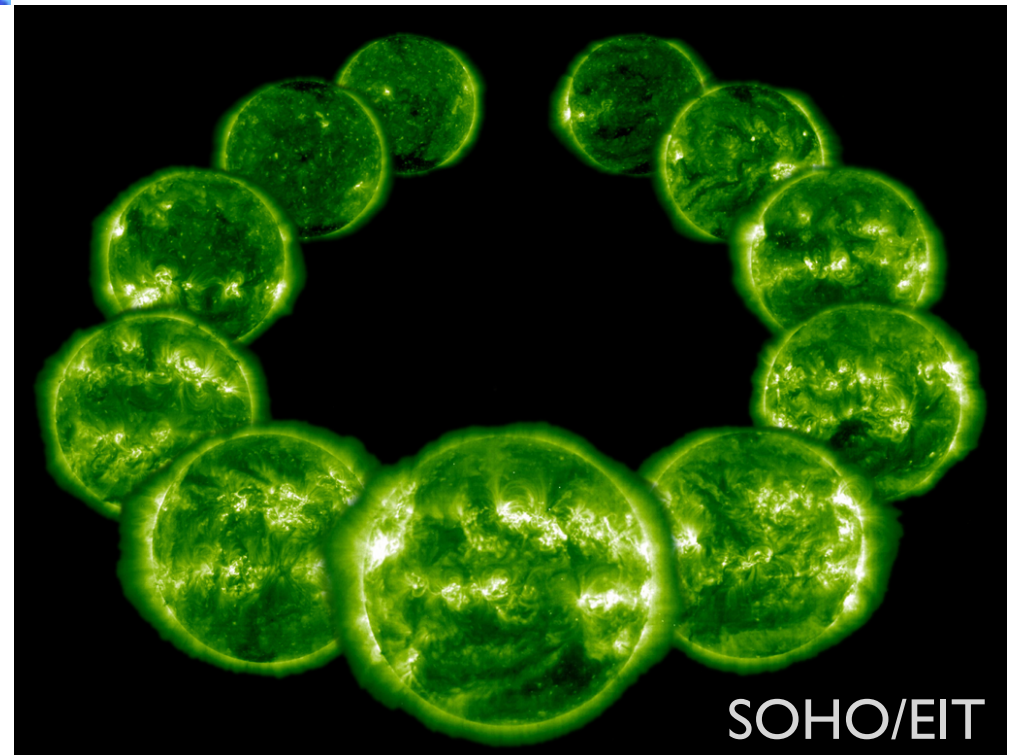
Ha線全面像を使用した太陽 紫外線放射量の長期変動の 見積もり

渡邊皓子、浅井歩(京大宇宙ユニット)、
上野悟、北井礼三郎(京大理天文台)、
新堀淳樹(京大RISH)、森田諭(国立天文台)



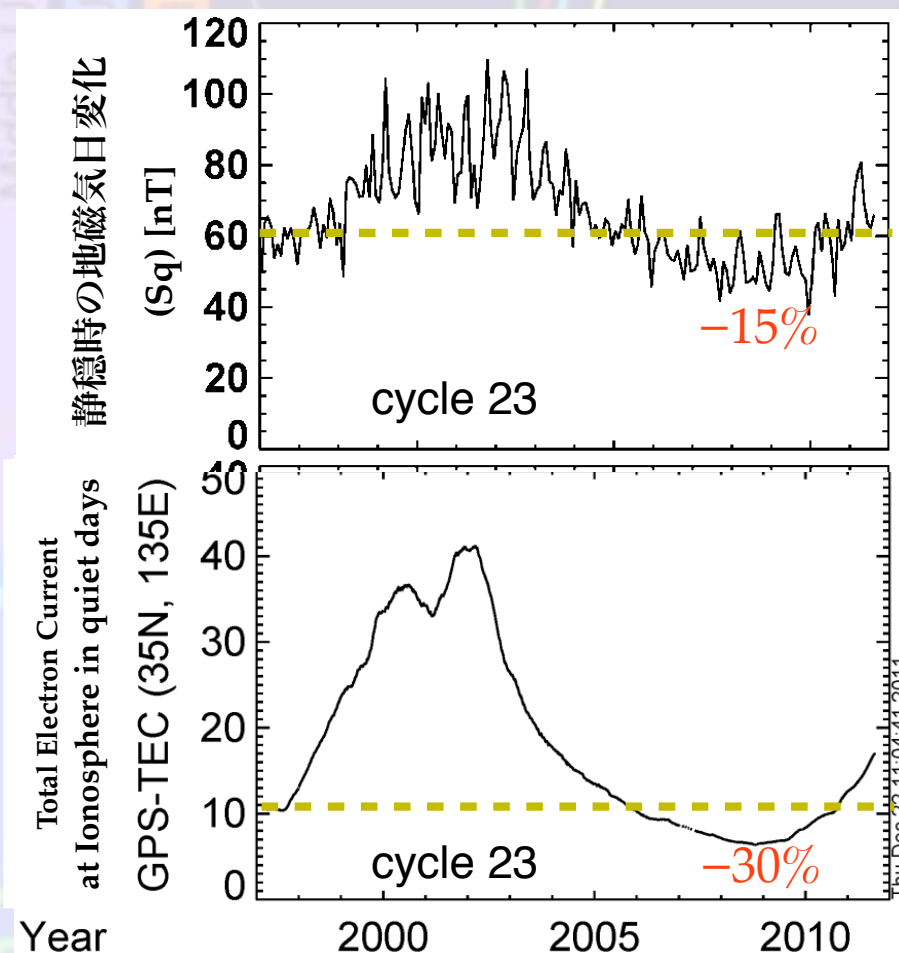
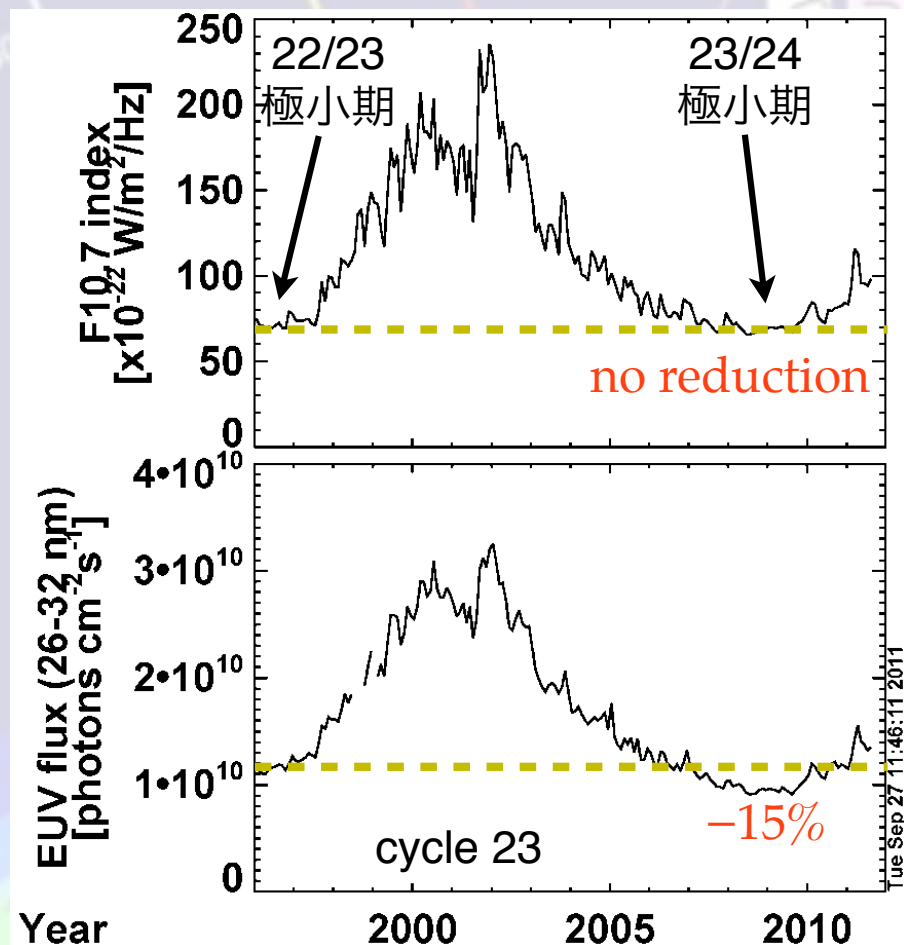
- 太陽からくる紫外線 (10-400nm) は地球大気で吸収される
- 紫外線は、地球の高層大気や磁気圏に影響

- 太陽には11年周期がある
- 磁場（黒点数）だけでなく、紫外線放射量も11年で変動する



なぜ紫外線放射量を調べるか

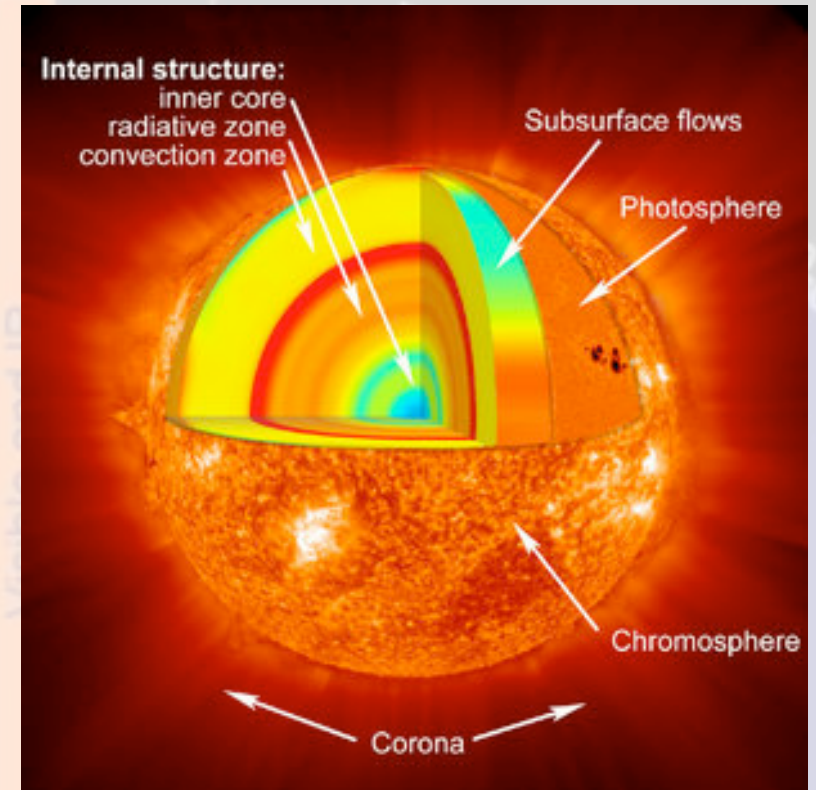
- 地球磁気圏、高層大気に対する紫外線の影響の見積もりには電波F10.7 indexが良く使用される ← 妥当？
- F10.7に代わる紫外線放射量の指標の模索



太陽のどこから紫外線が出るか

ざっくり言うと...

- 光球：6000K, 表面 → 可視光
- 彩層：1万K, 表面より1000km上 → 紫外線
- コロナ：100万K, 表面より3000km以上 → X線



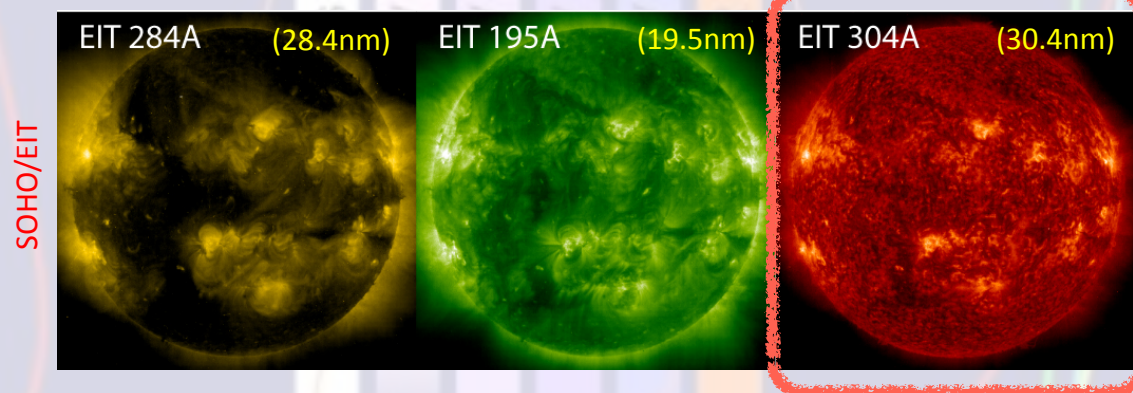
太陽彩層の変化を見る



太陽紫外線放射量の変動を見積もる

彩層の様子を見る～極端紫外線

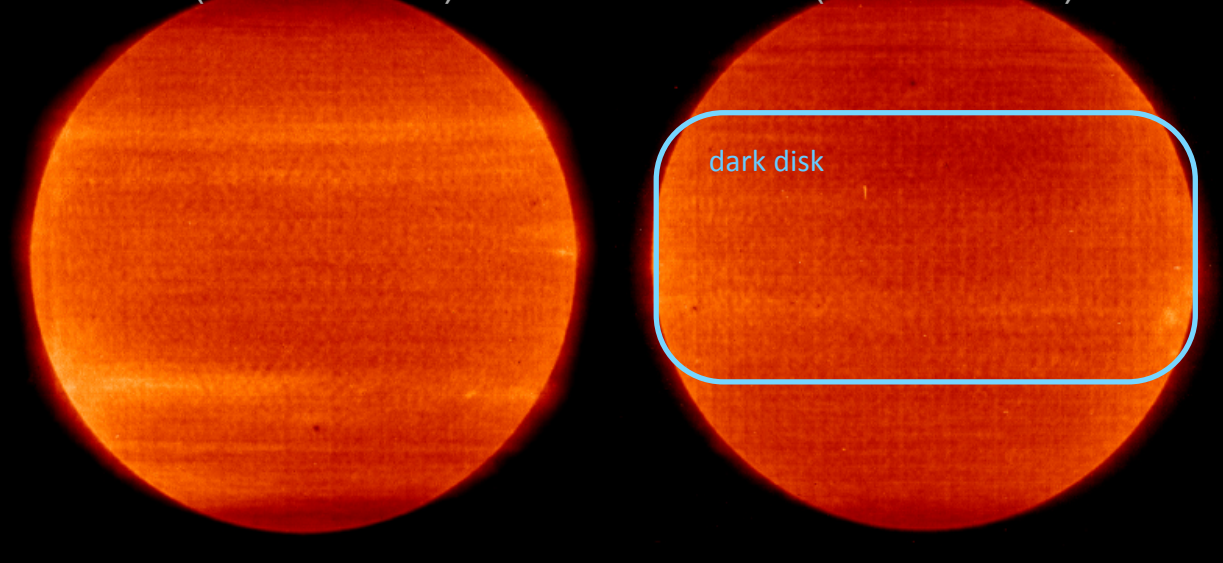
- 極端紫外線 ... 彩層～コロナから放射
- SOHO/EIT ... SOHO衛星に搭載された極端紫外線撮像機



EIT 30.4nm
彩層に近い
ライン

Jun-1997 (22/23極小期)

Jun-2008 (23/24極小期)



← 1ヶ月平均のEIT 30.4nm画像
1997年(22/23極小期)に
比べ、2008年(23/24極
小期)は15%程度暗い

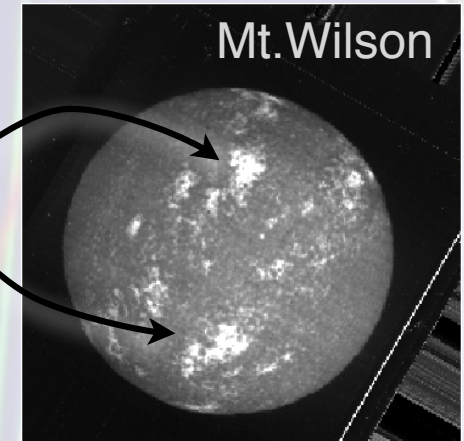
提供：京都大学 浅井

彩層の様子を見る～Ca II K線

- アメリカ Mt. Wilson Observatory で撮影された Ca II K線太陽全面像の乾板データのデジタル化

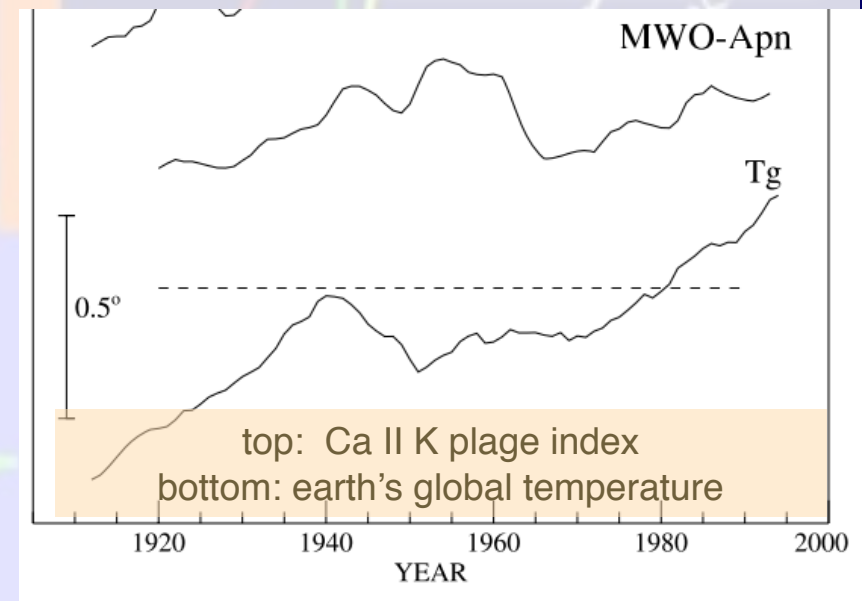
- 1915年～1985年

彩層で明るい所
Plage (プラージュ)



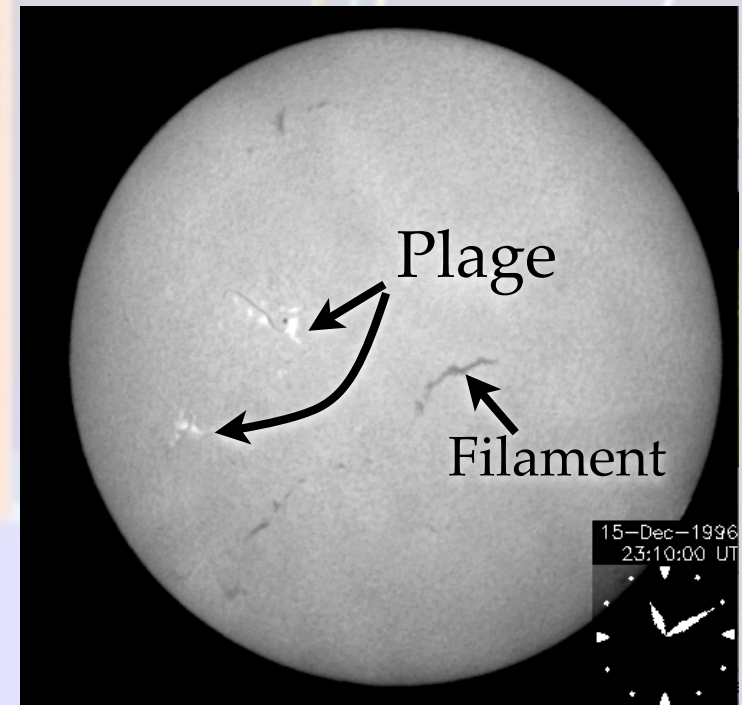
- 太陽表面で Plage が占める割合 = “Ca II K Plage Index”

- Ca II K Plage Indexの長期変動と紫外線量や地球の気温変動を比較する試み (Foukal et al. 2009など)



彩層の様子を見る～H α 全面像

- H α 線：水素原子から放射される656.3nmのライン
彩層から来るラインとしては最も明るい
- 彩層で見られる現象 ... Filament, Plage など
- 紫外線放射量とPlageの面積が
相関している ← Ca II K
plage indexの研究 (Bertello et al.
2010) から
- H α で同様の研究をしたものは
ない

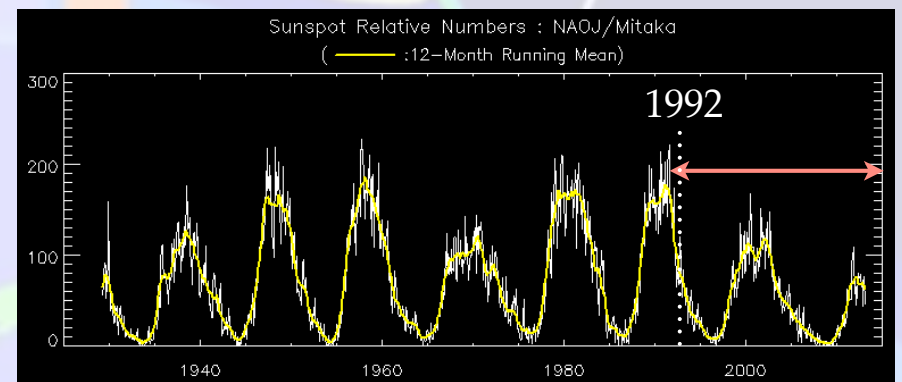


Flare monitoring telescope

H α 全面像のデータ蓄積と活用

- フレア監視望遠鏡
 - 1992年5月~2009年10月 飛騨
 - 2010年3月~現在 ペルー
- H α 全面像のデジタル化
 - 1992~1995年の一部と、1996年9月以降すべて
- H α 全面像の活用法
 - フレアに伴う彩層衝撃波の検出

+紫外線放射量の長期変動



共同研究グループ



超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究
Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETWORK

● 太陽撮像観測データによる太陽紫外線放射の長期変動調査および 超高層大気変動との比較 (平成25年度)

代表:

浅井 歩(京都大学・宇宙ユニット)

STE研担当教員:

草野 完也(名古屋大学・太陽地球環境研究所)

共同研究者:

渡邊 皓子(京都大学・宇宙ユニット)

磯部 洋明(京都大学・学際融合教育研究推進センター)

北井 礼三郎(京都大学・理・天文台)

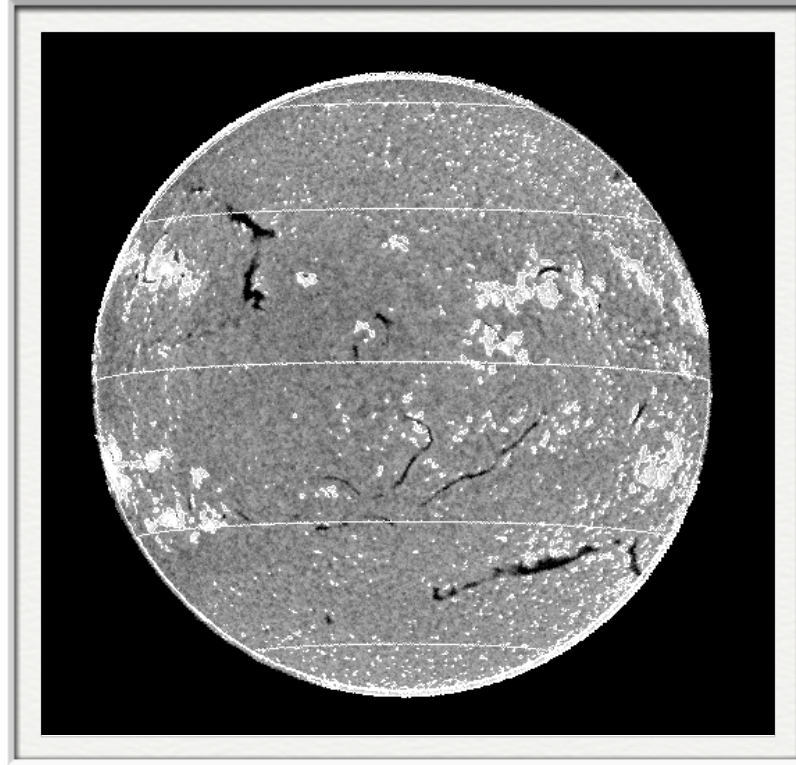
上野 悟(京都大学・理・天文台)

羽田 裕子(京都大学・理・天文台)

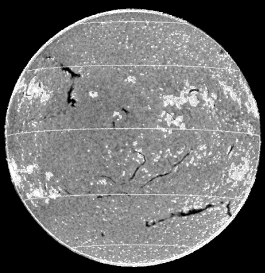
新堀 淳樹(京都大学・生存圏研究所)

塩田 大幸(名古屋大学・太陽地球環境研究所)

横山 正樹(和歌山大学・宇宙教育研究所)



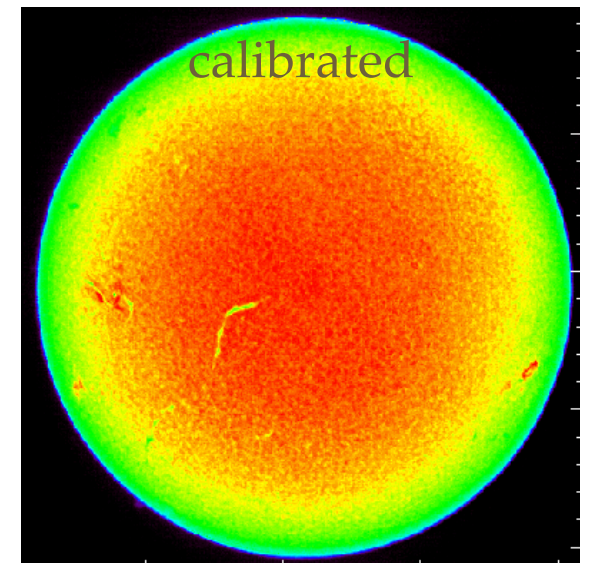
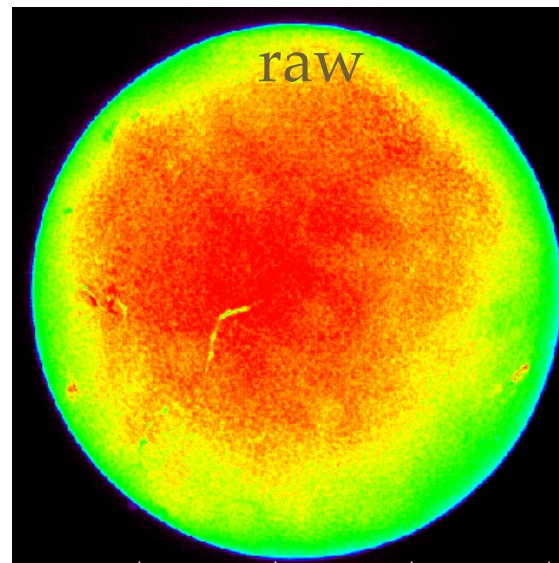
**フレア監視望遠鏡 H α 線全面像を用いた
H α Plage Index の導出**

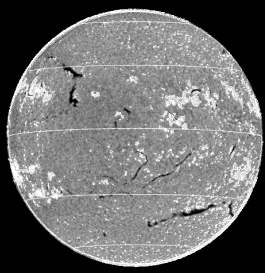


解析データ

- フレア監視望遠鏡 Haラインセンター全面像
- 1995年~2012年の間の6月に撮影されたデータ
(1000枚/月をランダムに選ぶ)
- カメラの感度ムラ(フラット)の測定がされていないなど、キャリブレーションデータの不足

→ 観測画像から
擬似フラットを
作成することで
解決

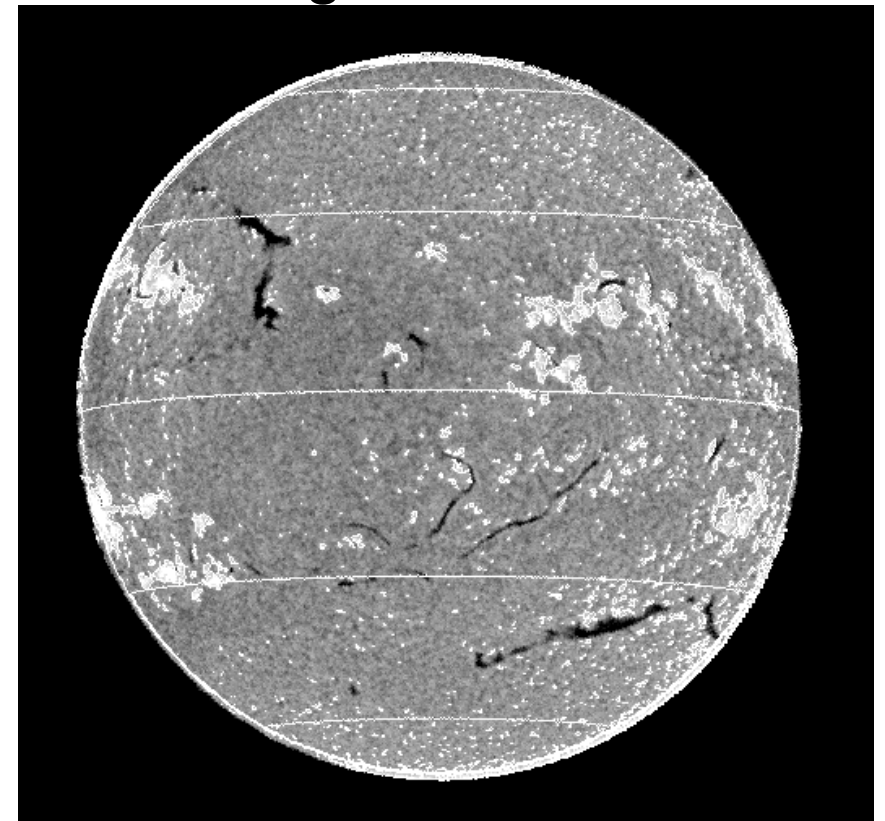


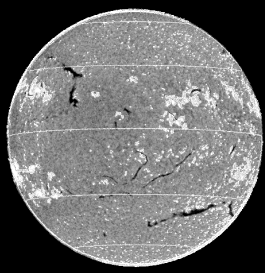


H α Plage Indexの定義

- Plage Index : 太陽表面中でPlageと active network が占める面積の割合
- リム・ダークニングを取り除いた後の画像で、明るさが(平均)+ 2σ (標準偏差)よりも明るい領域を plage or active network とする

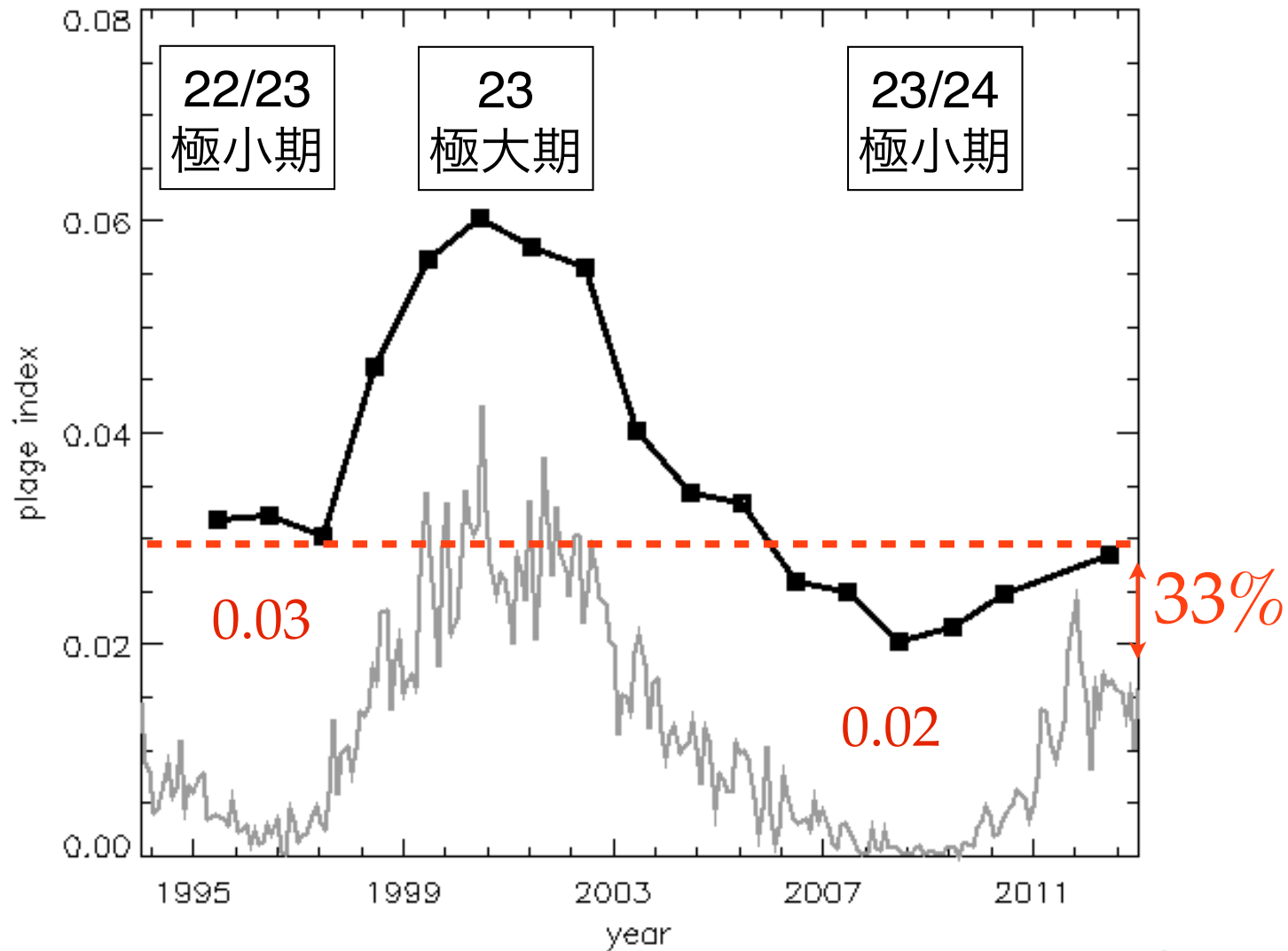
↓ Plage index = 6%



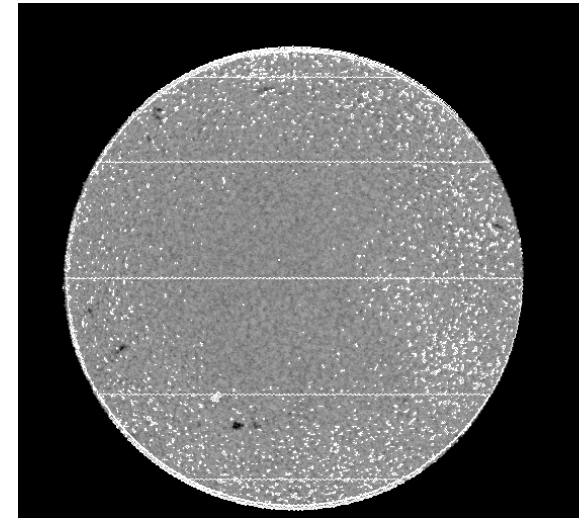


結果

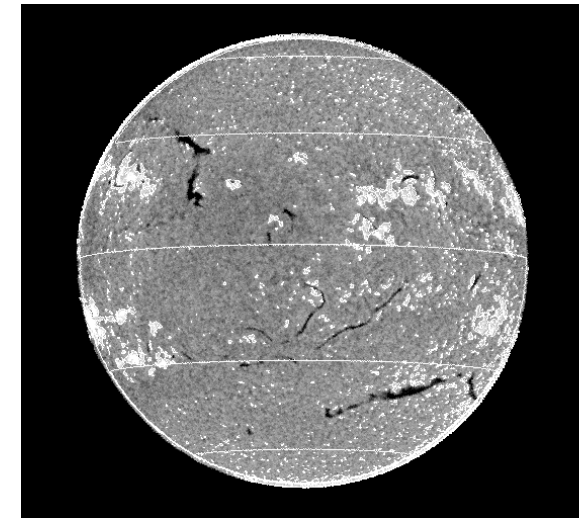
1ヶ月分を平均したH α Plage Index

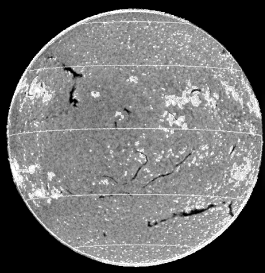


極小期



極大期

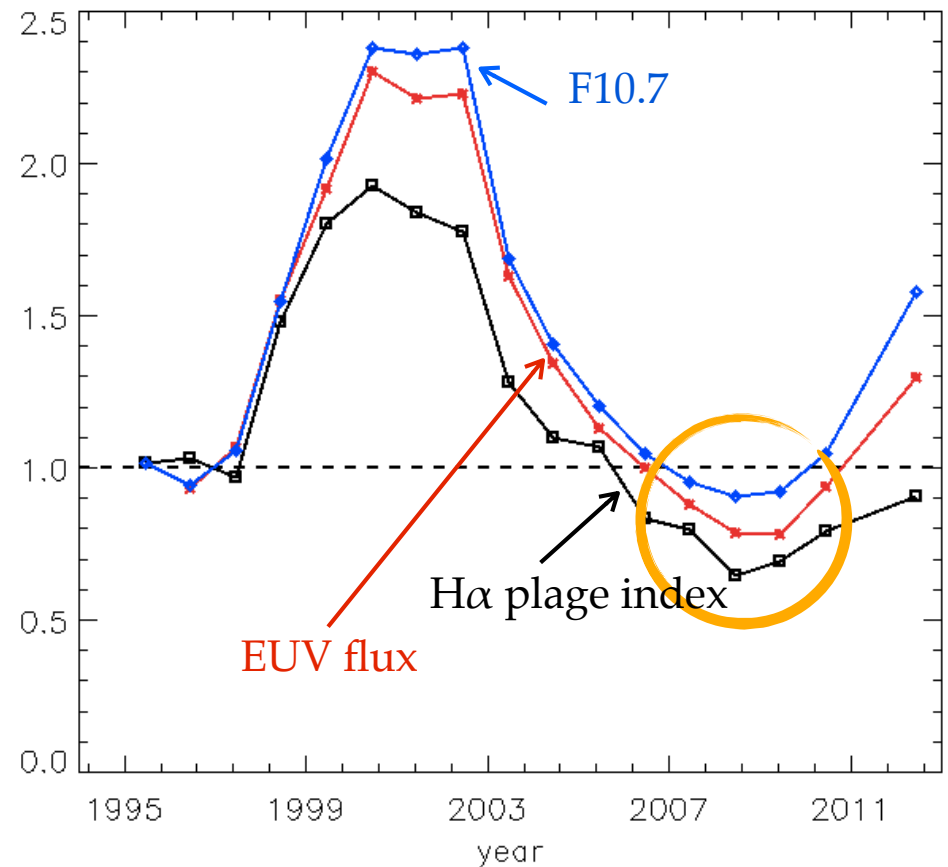




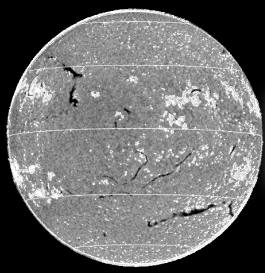
H α Plage Indexと紫外線量の相関

- EUV fluxは、SOHO/SEM衛星取得のスペクトルデータ(1996年~)
- 極大期のamplitudeは合わない
- 23/24極小期においてF10.7がoverestimate, H α plage indexがunderestimateの傾向

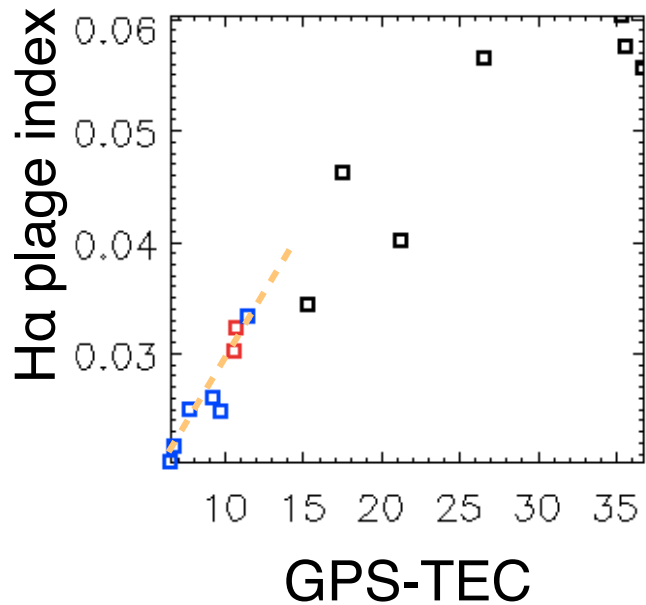
22/23極小期でnormalizeしたindexの時間変動



Black: H α plage index
Red: EUV flux (26-34nm)
Blue: F10.7 index



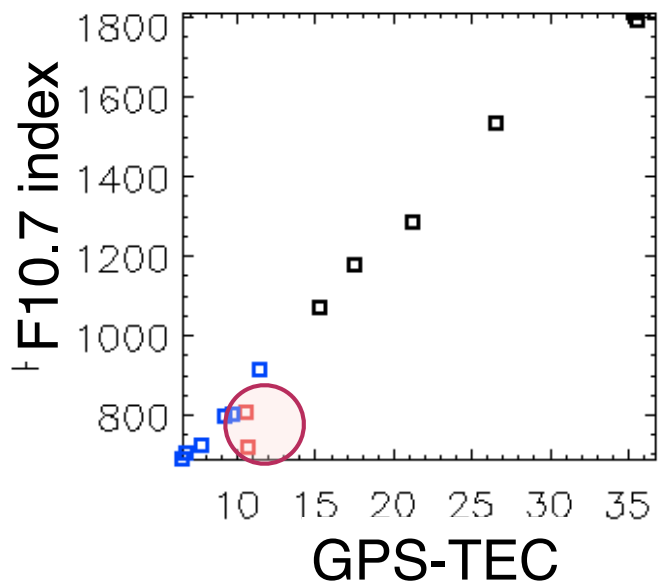
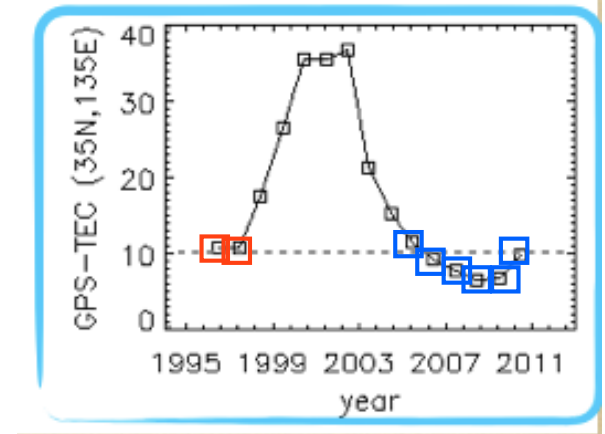
Preliminary result: TECとの相関



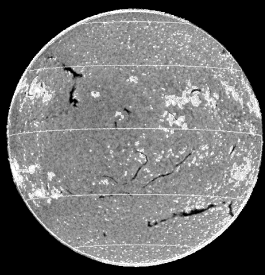
Red: 1996-1997
(22/23極小期)

Blue: 2005-2010
(23/24極小期)

※ 地磁気平穏日のみを抽出し月平均



- Ha plage indexとGPS-TECは極小期ではリニアな関係にある
- F10.7とGPS-TECのリニアリティは極小期に壊れる



今後の検討課題と方向性

- H α Plage indexの計算に緯度依存性を加えたり、F10.7 indexとPlage indexを組み合わせるなどして、太陽紫外線放射量のより正確なindexを作る
- 地磁気や高層大気の指標変動 (Sq, GPS-TECなど)との比較によって、変動の原因を探求する
- Plageから放射されている紫外線の波長は？
- Ca II K plage index と H α plage index の比較
- 23/24極小期は異常なのか？その原因は？

まとめ

- 20年以上に渡る太陽H α 線全面像観測データから導くサイエンスとして、紫外線放射量の長期変動を調査
 - 太陽物理学における意義：11年周期の異常性の原因
 - 地球惑星物理学における意義：地球高層大気の変動との比較による物理メカニズムの解明
- H α plage indexは23/24極小期における紫外線量の低下を正確に見積もれる可能性