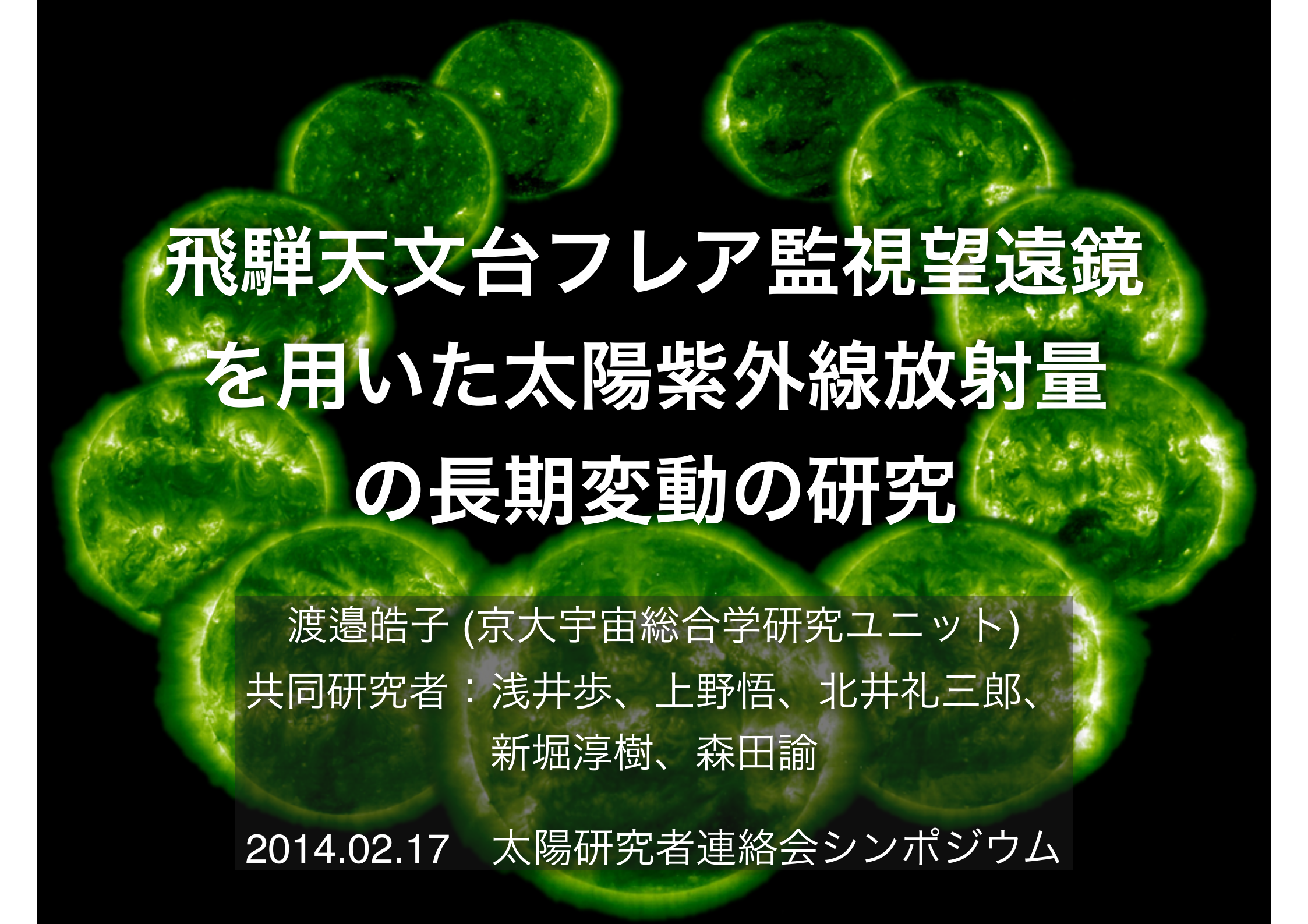




飛騨天文台フレア監視望遠鏡 を用いた太陽紫外線放射量 の長期変動の研究

渡邊皓子 (京大宇宙総合学研究ユニット)

共同研究者：浅井歩、上野悟、北井礼三郎、
新堀淳樹、森田諭

2014.02.17 太陽研究者連絡会シンポジウム

はじめに 1 オフィシャルな面

本研究は名古屋大学STE研地上ネットワーク
観測大型共同研究の一つです

- 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) 3年目



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)

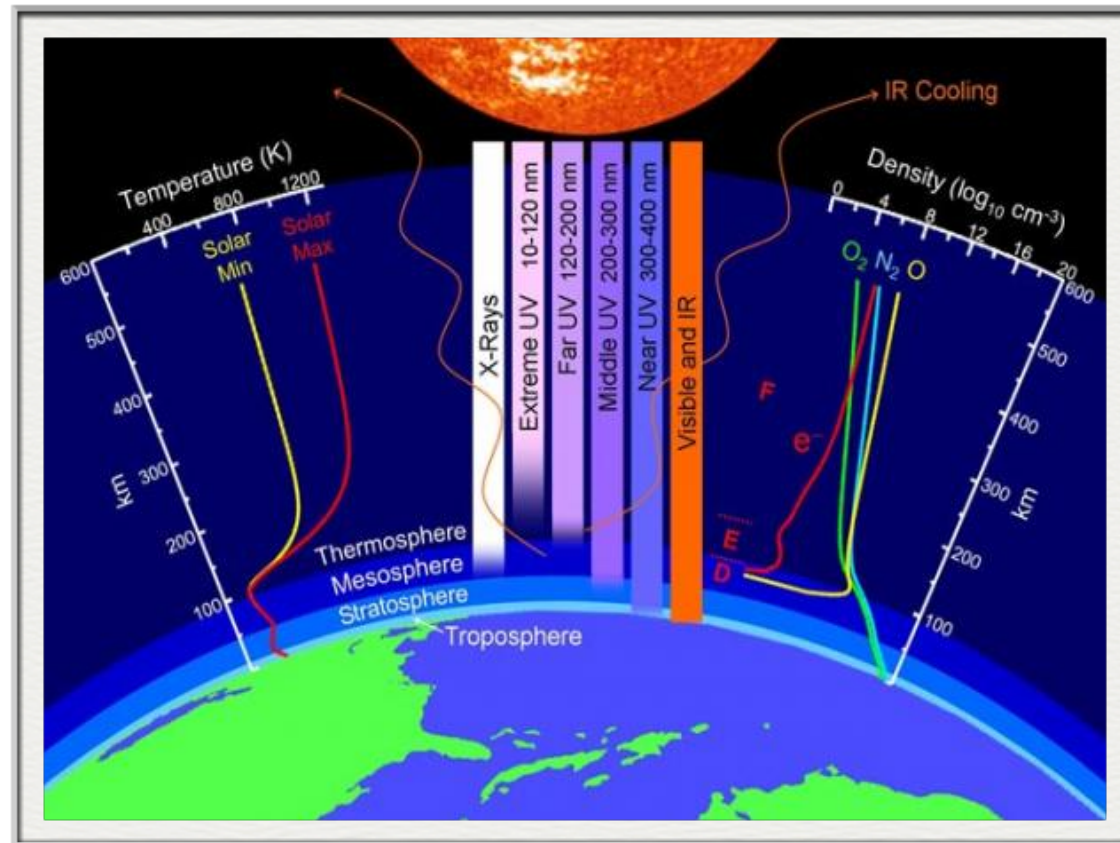
塩田 大幸(名古屋大学・太陽地球環境研究所)

横山 正樹(和歌山大学・宇宙教育研究所)

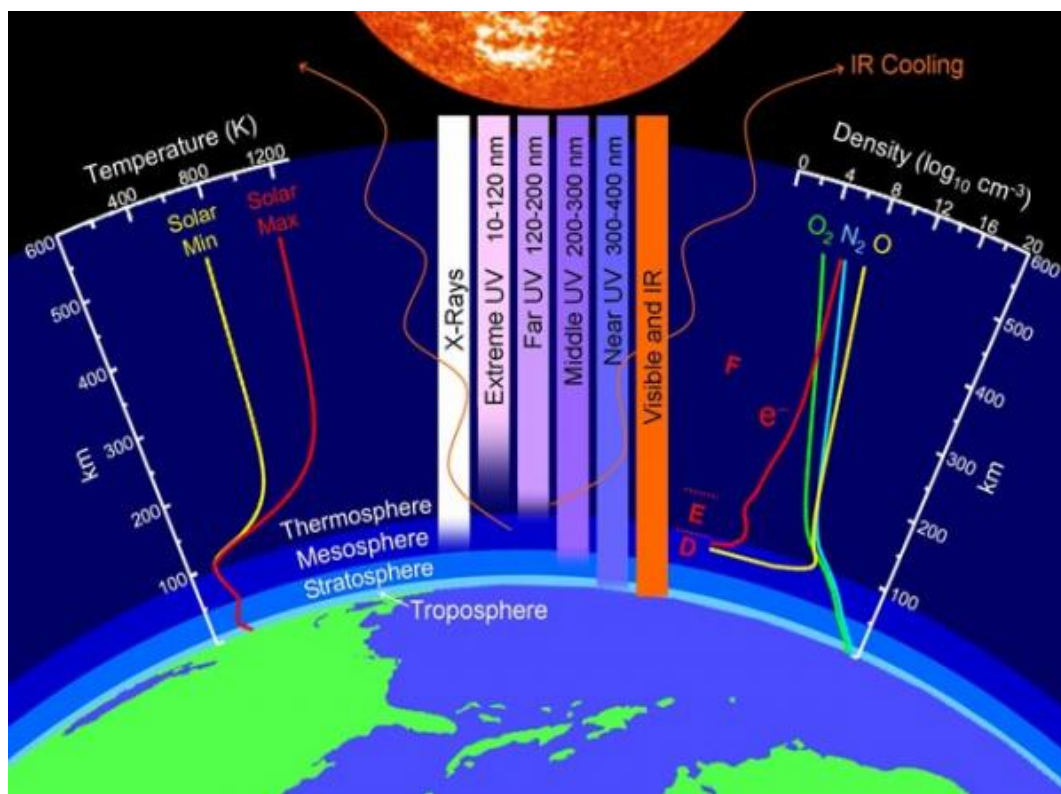
はじめに 2 パーソナルな面

- 普段は太陽黒点の話しばかりしている私ですが、ついに初めて**宇宙天気**に手をつけました
- 今まで使った事がなかった**飛騨天文台フレア監視望遠鏡**に初めて手をつけました

あまり目立った活躍の
少ないフレア監視望遠鏡
ですが、“こんな役に
立つ研究に使えるんだ”
と思ってもらえると
幸い！！！！

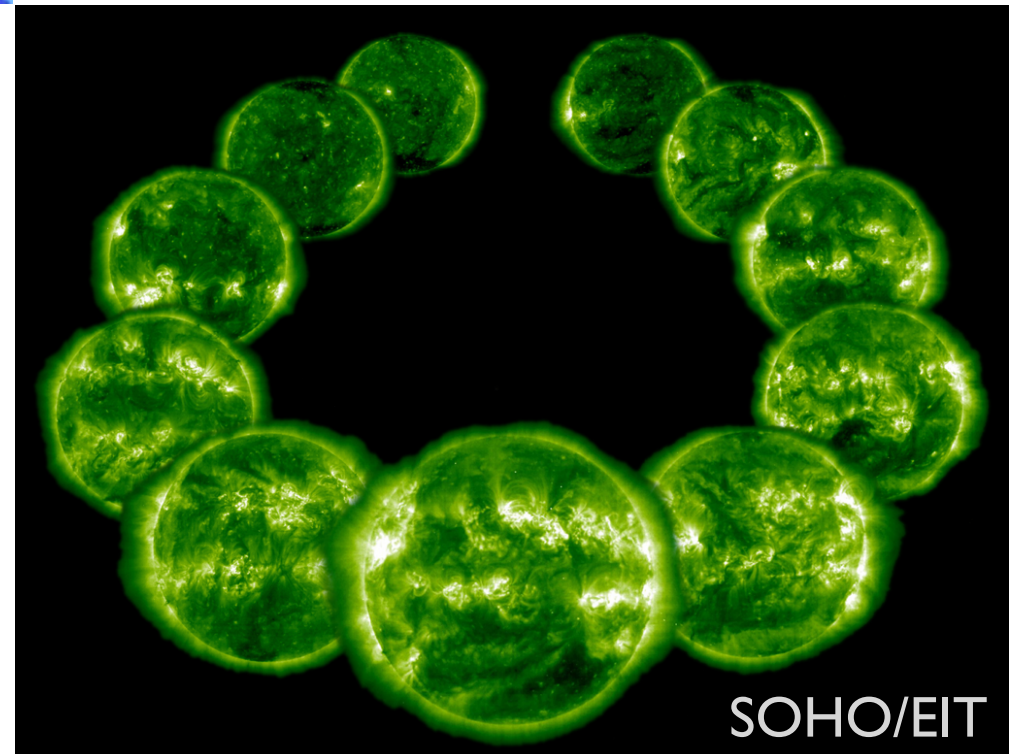


研究の背景



- 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、地球の高層大気の熱構造や組成分布を大きく変える**

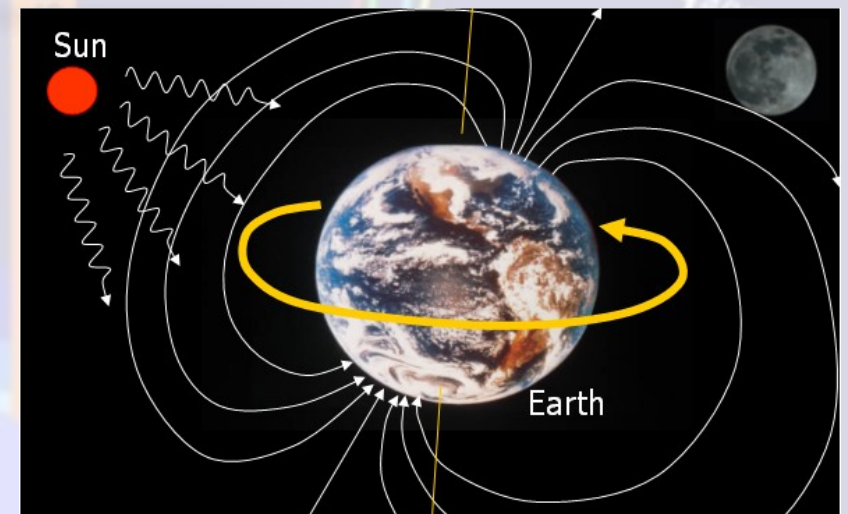
- 2009年付近のサイクル23/24極小期では、太陽表面でも地球磁気圏でも様々な異常性が報告されている (e.g., 長期無黒点期、電離圏電流が低いなど)



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 ←**妥当なのか？**
- 太陽活動の指標(F10.7)が間違っていたら、**磁気圏や高層大気の長期変動の結果も間違いになる！**

例えば、地磁気日変化Sq指数は23/24極小期で22/23極小期より15%減少 (京大生存圏新堀さん)



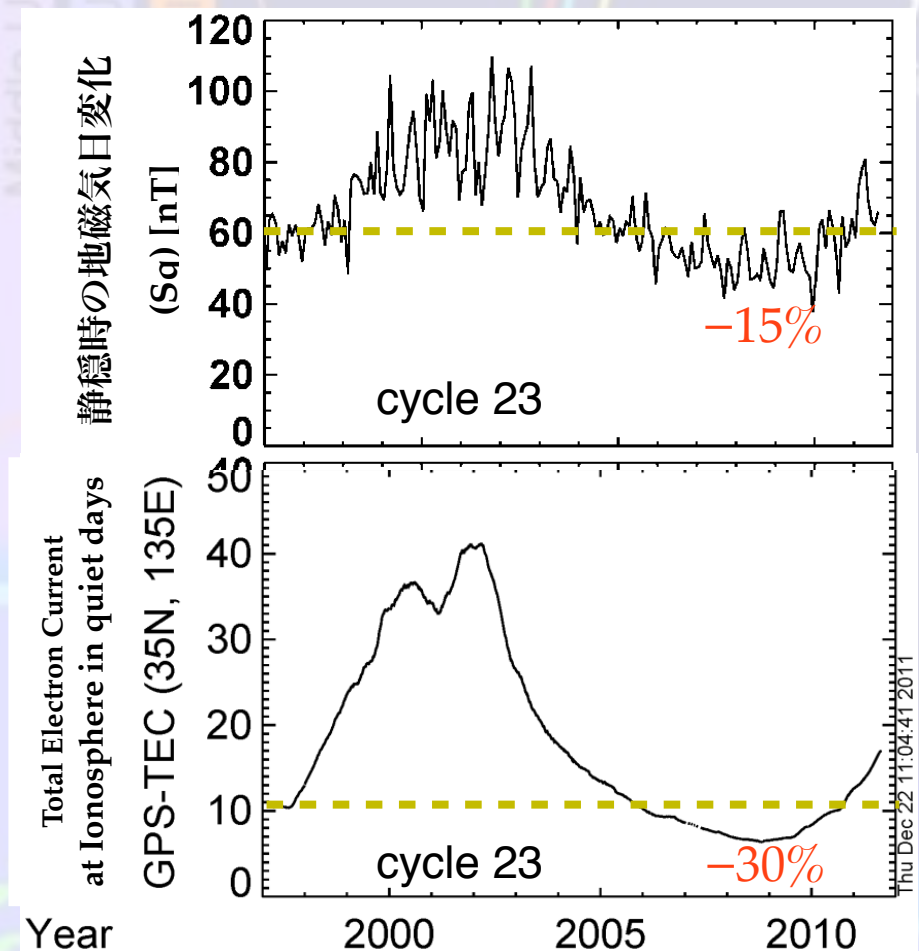
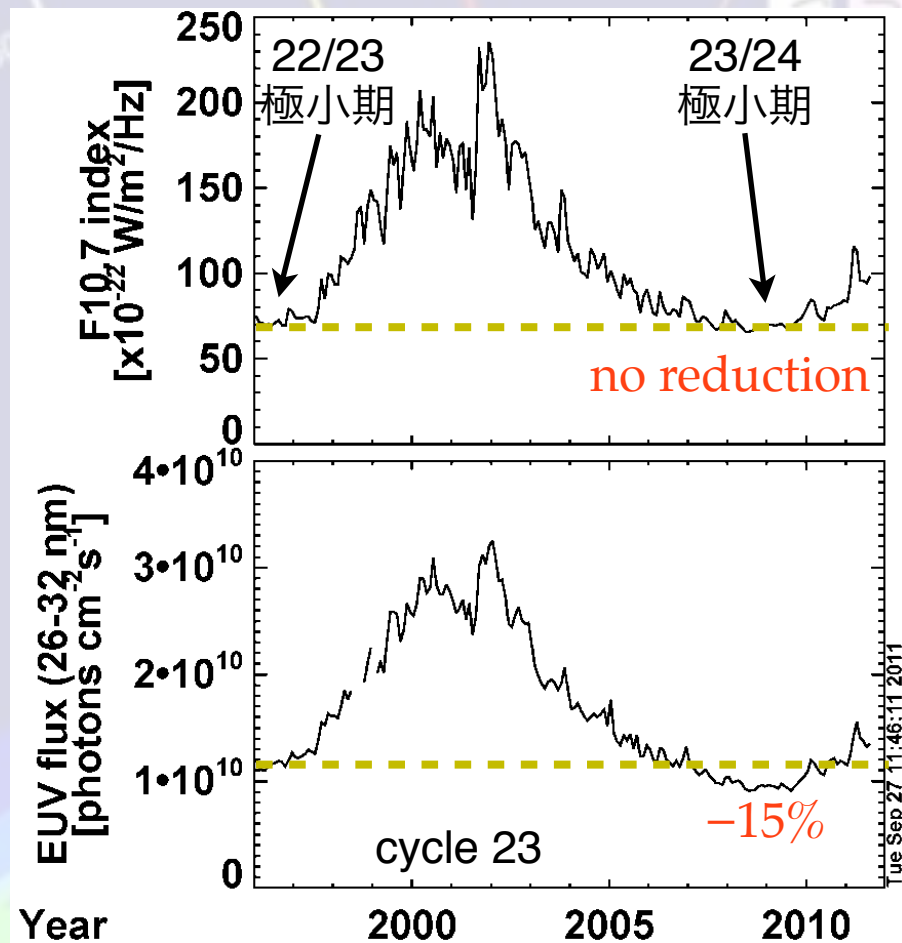
太陽活動に依存する成分を除去

Sq振幅に依存する成分 = ~~太陽活動(F10.7)~~

+ 地磁気永年変化 + 地球大気の変化(温暖化など)

最近2極小期の比較

- EUV (Extreme Ultraviolet) fluxの観測がある1996年以降のサイクルでの物理量変動プロット

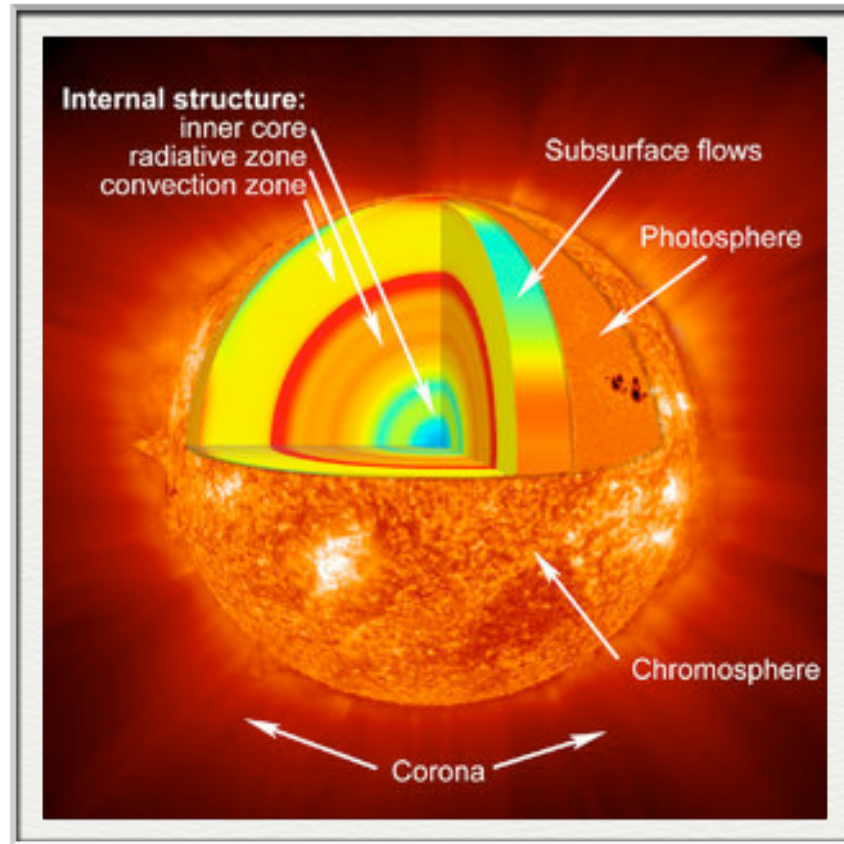


研究のモチベーション

- 太陽紫外線放射量の指標として、F10.7より適切な観測量を導く
- なぜ太陽紫外線量が23/24極小期で減少しているのか、その原因を探る

**地球惑星と太陽物理の
分野横断的研究**



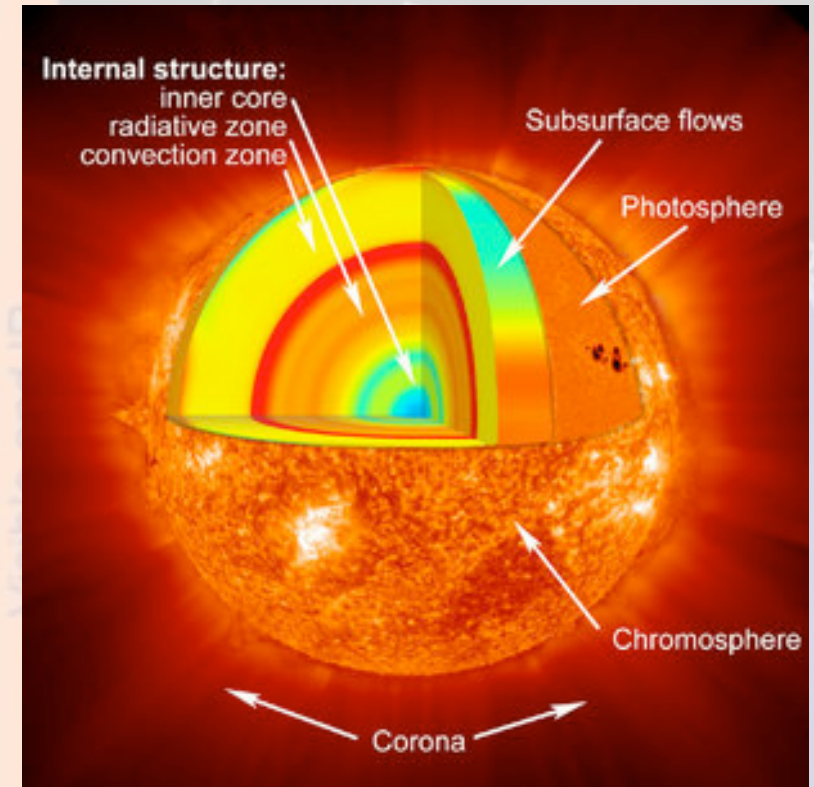


太陽の紫外線放射 基礎知識

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

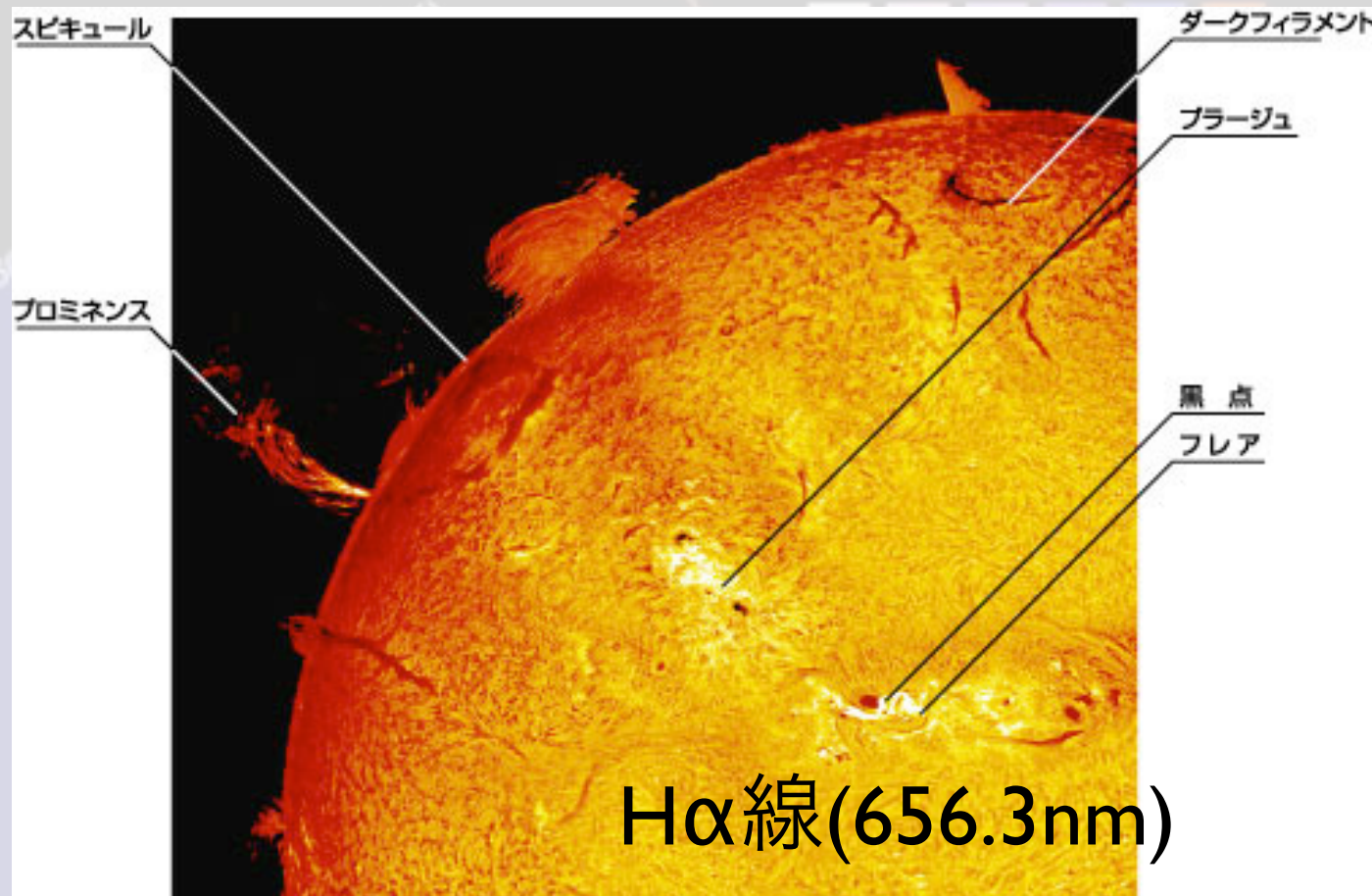


太陽彩層の変化を見る



太陽紫外線放射量の変動を見積もる

太陽彩層

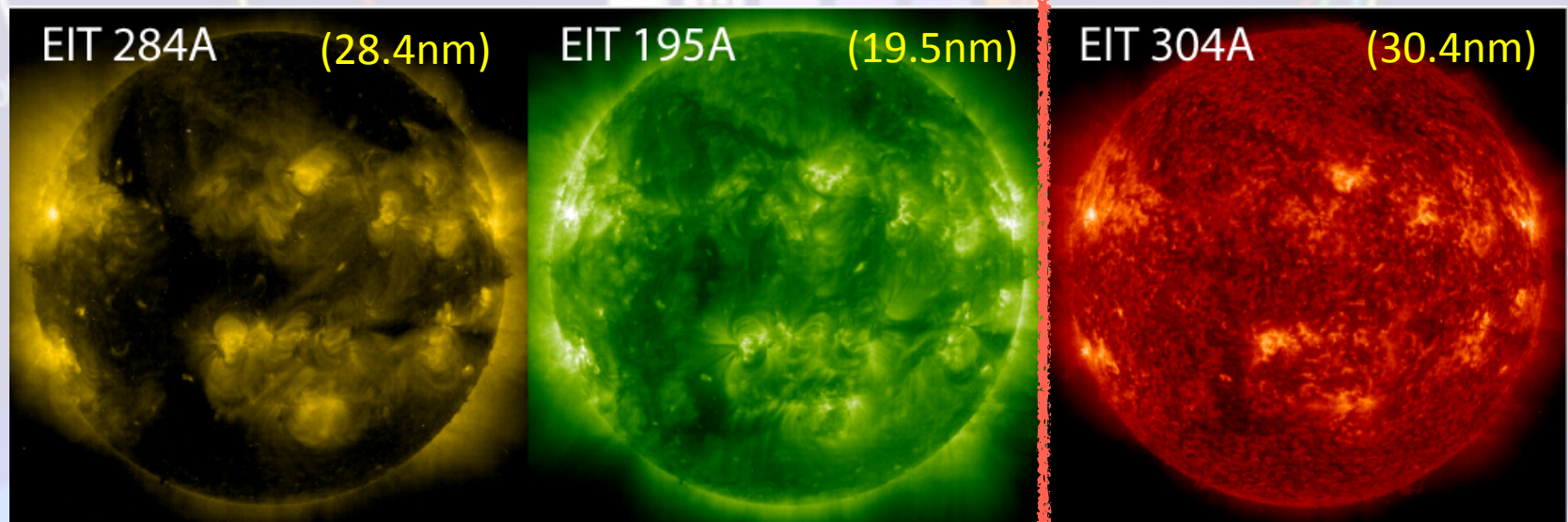


- 太陽彩層から来る吸収線で最も強いのがH α 線(656.3nm)
- 次に有名なのがCa II K

- H α 線で(静穏時に)光っている所=Plage(ブラージュ)
- Plageの面積が紫外線放射量と相関が良い (Foukal et al. 1998, Bertello et al. 2010)

紫外線を探る機器は他にも...

- SOHO/SEM ... 太陽全面から来るabsolute photon fluxを17~70nmの波長域で測定
- SOHO/EIT ... SOHO衛星に搭載された極端紫外線撮像機



コロナに近い
ライン

(Asai et al. in preparation)

彩層に近い
ライン

データカバレッジ

- 太陽電波F10.7フラックス

➡ 1947年- (Dominion Radio Astrophysical Observatory)

- 太陽紫外線EUVフラックス

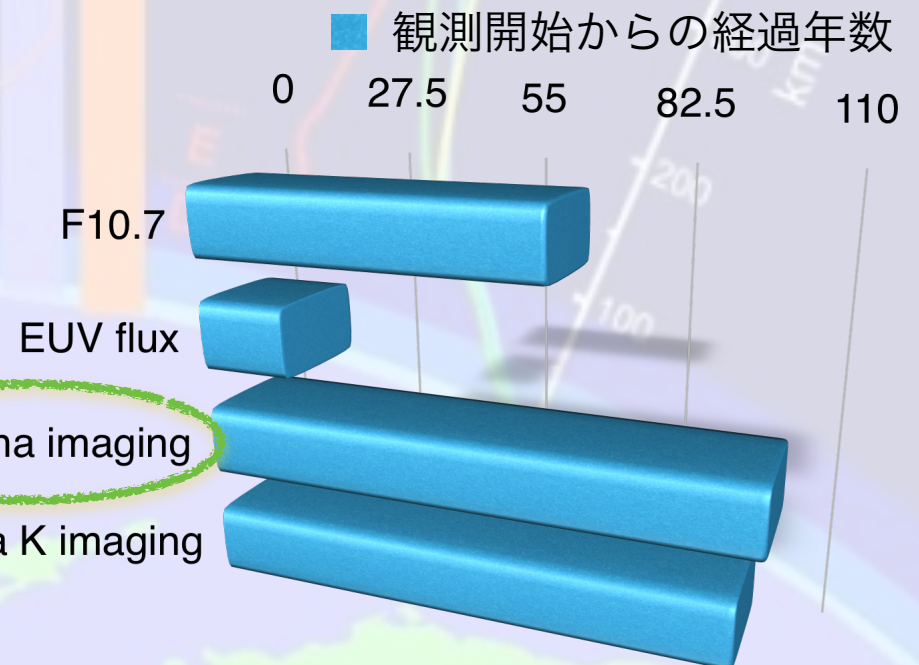
➡ 1996年- (SOHO衛星/SEM)

- H α 太陽全面画像

➡ 1911年- (Kodaikanal Observatory)

- Ca II K太陽全面画像

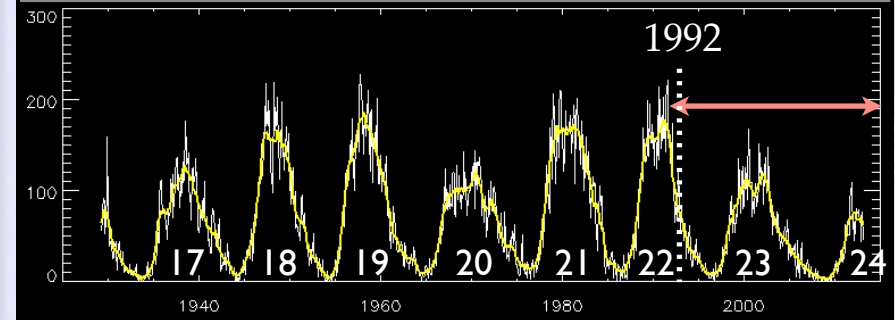
➡ 1915年-
(Mt. Wilson Observatory)



フレア監視望遠鏡のデータ活用

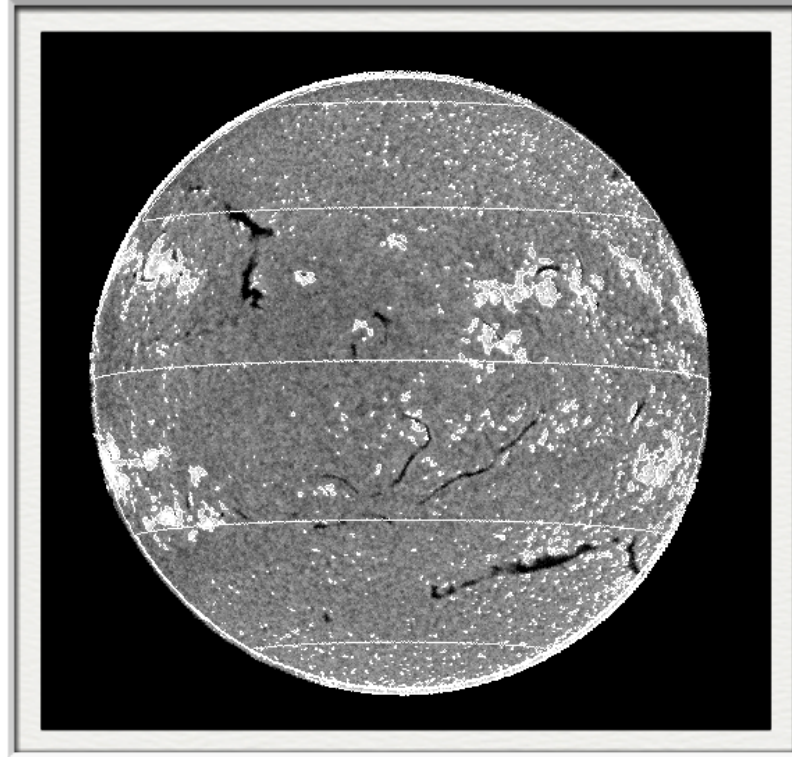
- フレア監視望遠鏡(FMT)
 - 1992年5月~現在 **21年間**
 - (2010年3月からはペルーに移管)
- H α 全面像のデジタル化
 - IUGONETデータベース(<http://www.iugonet.org>)で公開
- FMTによる主な科学成果
 - フレアに伴う彩層衝撃波(モートン波)の検出 (Narukage et al. 2002)
 - フィラメント噴出の3次元速度決定法の確立 (Morimoto&Kurokawa 2003)

黒点相対数 (国立天文台)

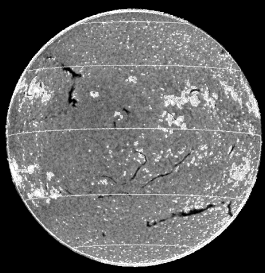


H α center画像だけでなくH α $\pm 0.8\text{\AA}$ の画像も取得していることが特色

今回の解析ではH α center画像のみを使用



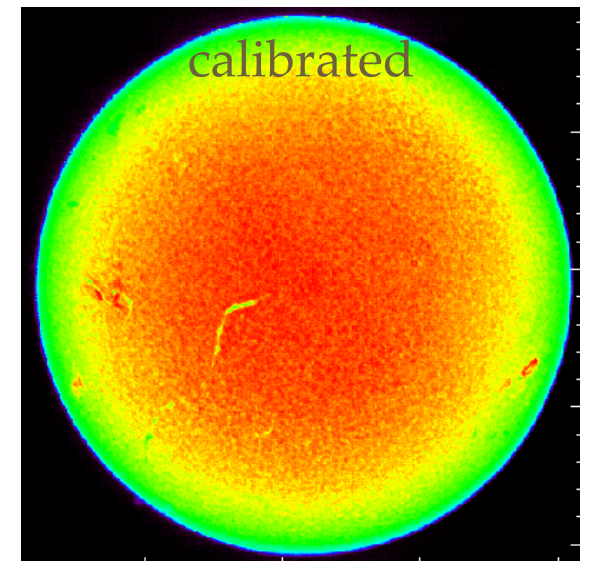
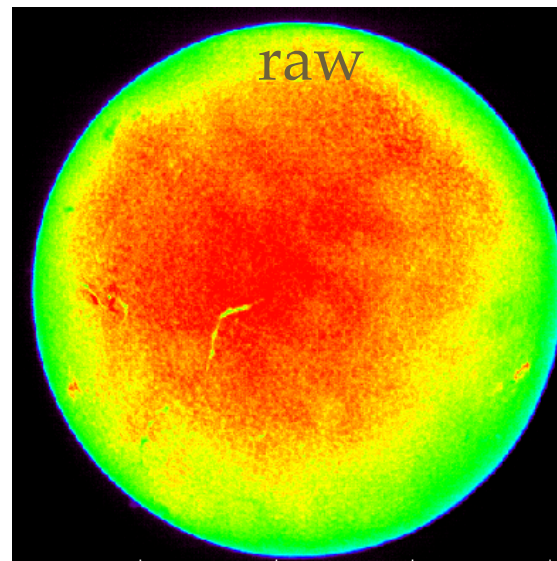
フレア監視望遠鏡 H α 線全面像を用いた H α Plage Index の導出

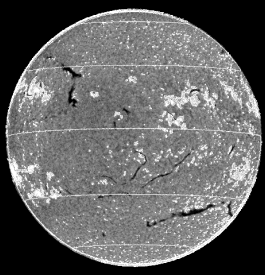


解析データ

- フレア監視望遠鏡 H α 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

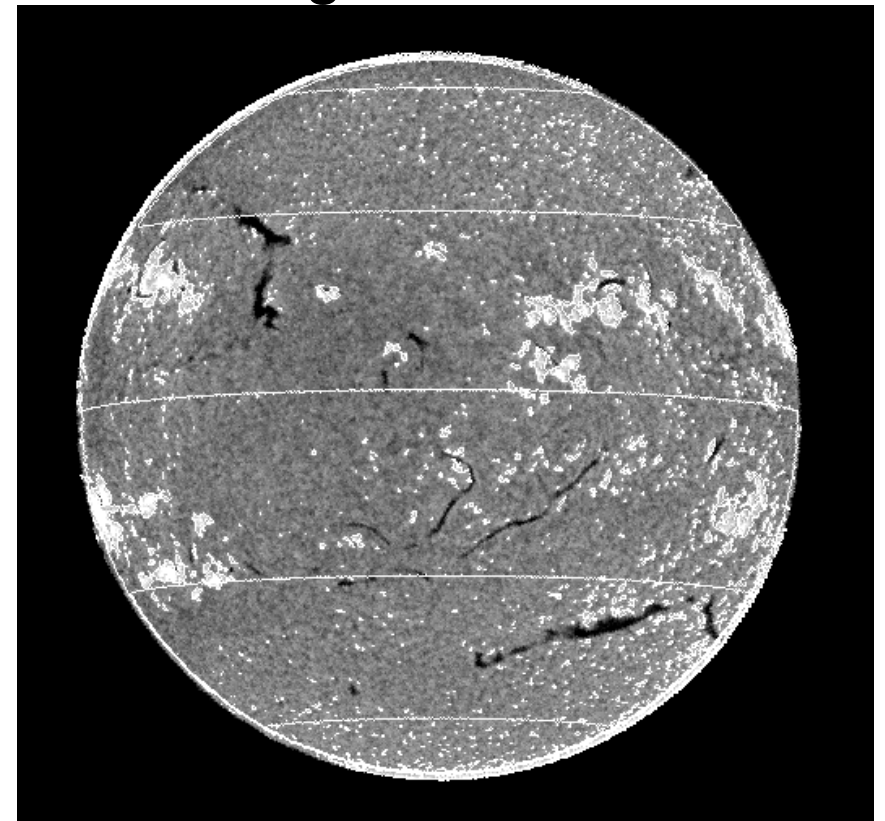
- Plage Index : 太陽表面中でPlageとactive networkが占める面積の割合

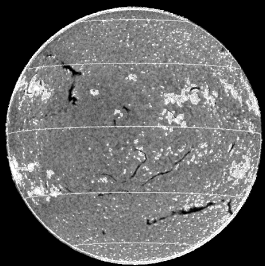
★ 太陽紫外線放射とPlage + active networkの面積は良い相関

- limb darkeningを取り除いた後の画像で、明るさが**平均+2 σ** 以上の領域をplage or active networkとし、太陽表面の何%を占めるか調べる

2002年6月

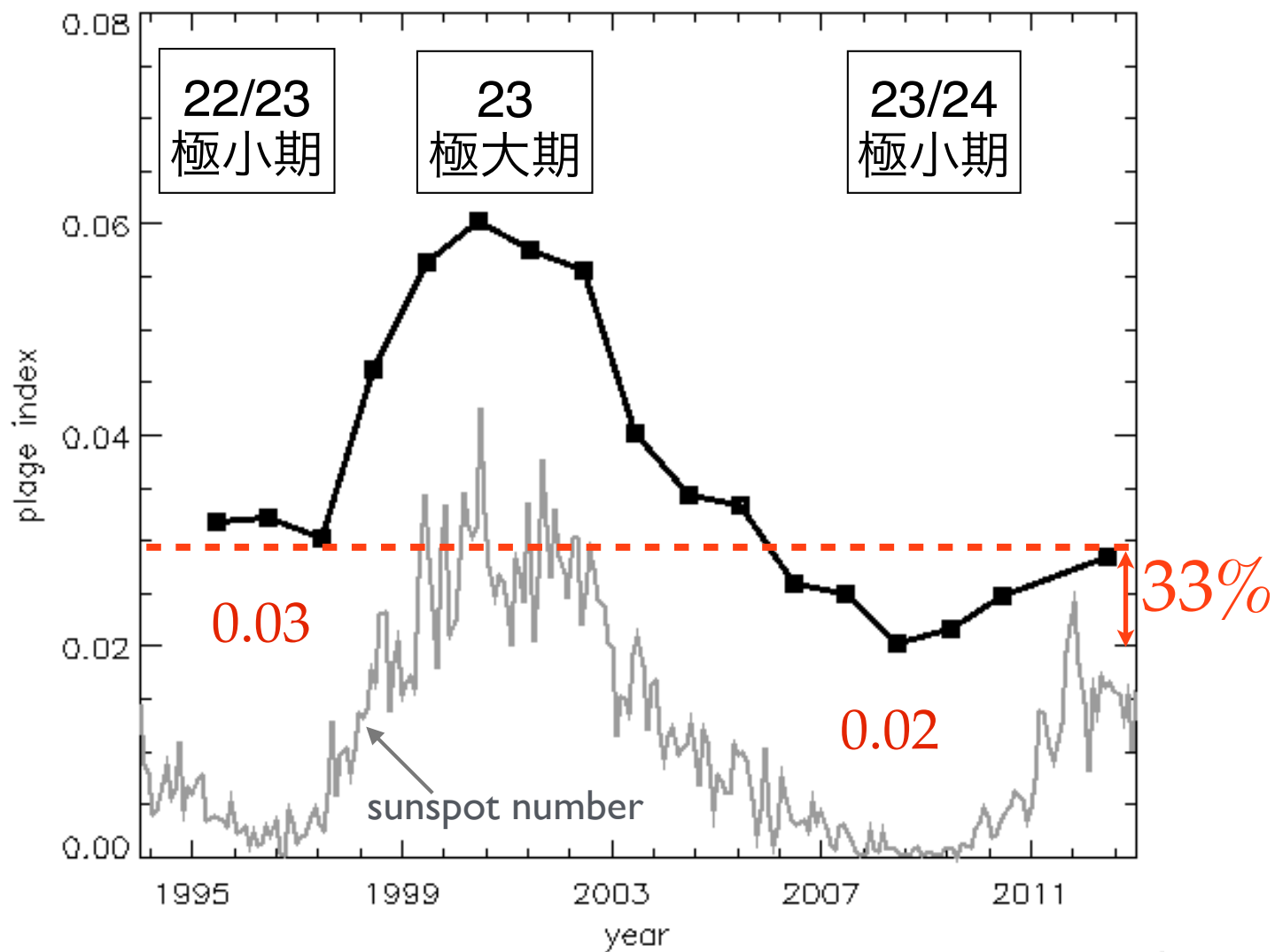
↓ Plage index = 6%



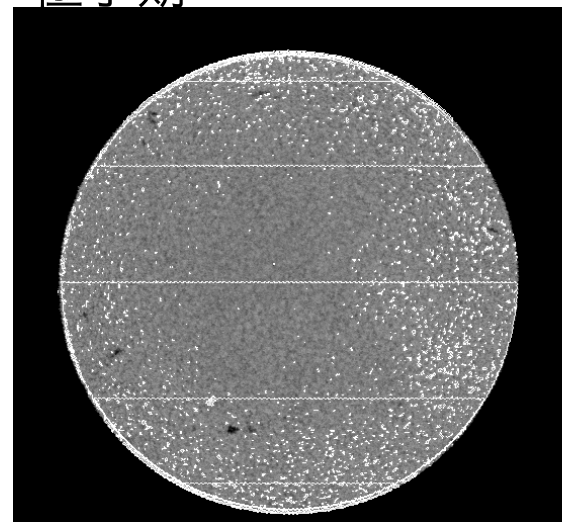


結果

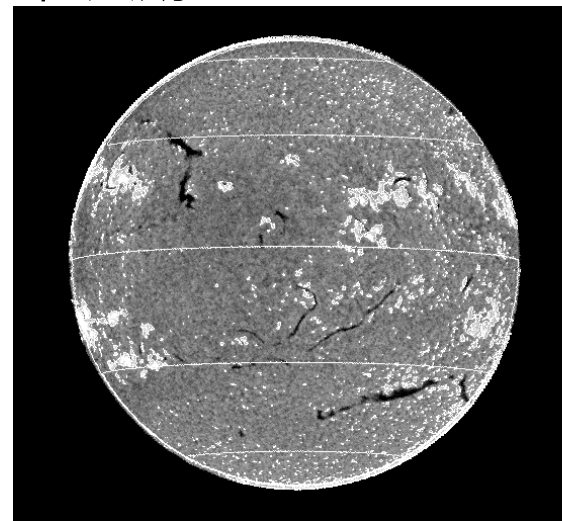
1ヶ月分を平均したH α Plage Index

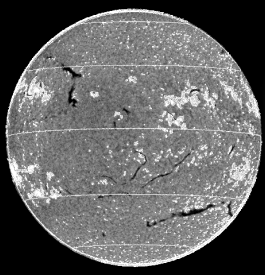


極小期



極大期

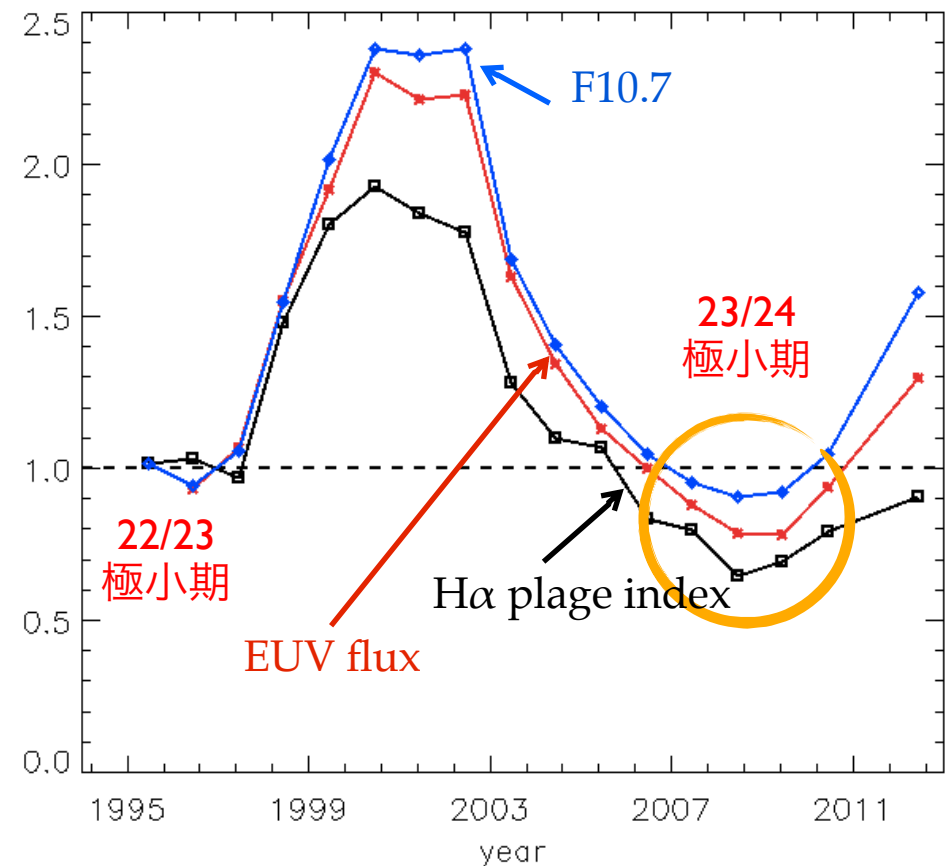




H α Plage Indexと紫外線量の相関

- 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

まとめ

- 20年以上に渡るフレアモニタ監視望遠鏡の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

