

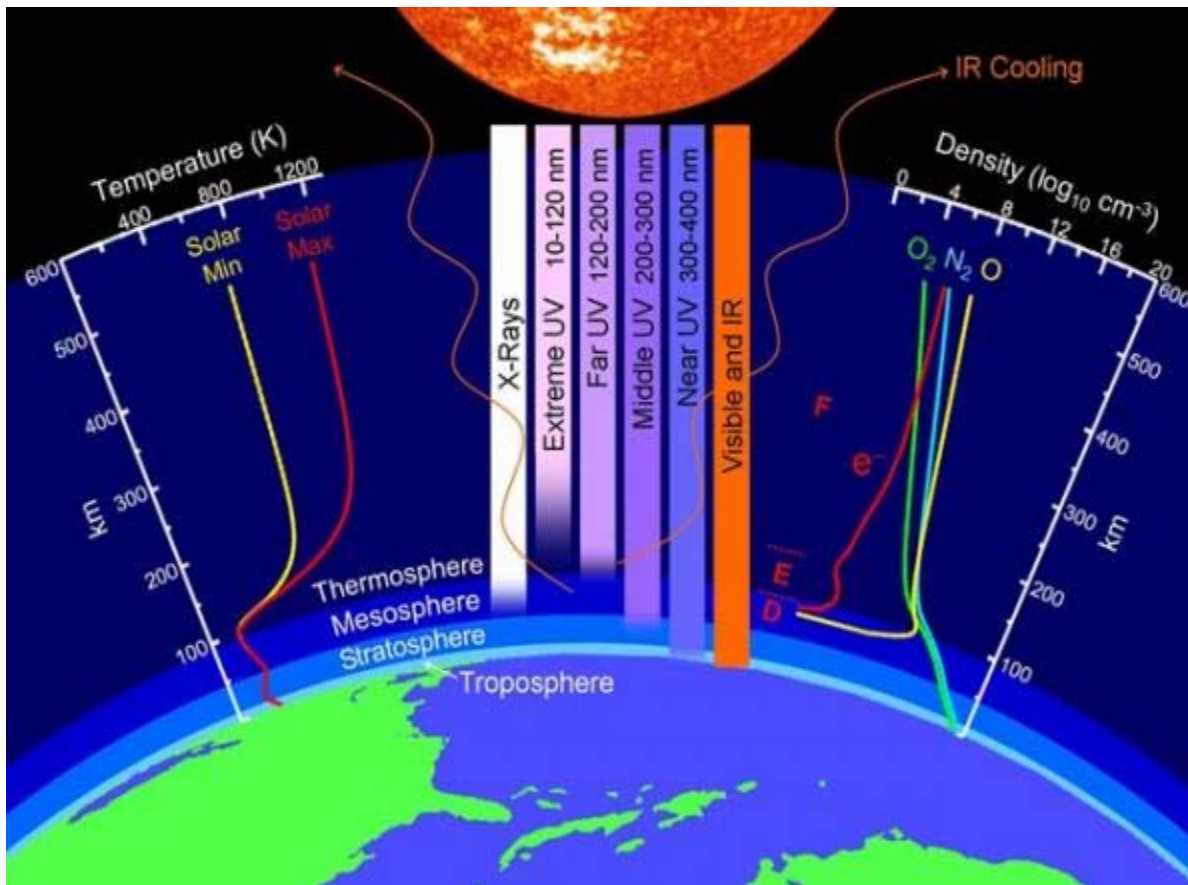
太陽全面彩層画像データを用いた 太陽活動長期変動調査

— データアーカイブ整備と 紫外線長期変動再現の試み —

上野悟、渡邊皓子(京都大学)、北井礼三郎(仏教大学)
浅井歩、磯部洋明(京大宇宙ユニット)、
新堀淳樹(京大生存研)、
野津翔太、野津湧太、萩野正興、坂上峻仁、河瀬哲弥(京都大学)
塩田大幸、柴山拓也(名大STE研)、
森田諭(国立天文台)

Solar UV Radiation and ionospheric variation

Solar radiation is one of very important element for understanding the change of space weather. Especially solar UV around **from 50 to 140 nm** has strong influence for the ionosphere of the earth.



Element	Ionization	
	Vp(eV)	λ (nm)
N ₂	15.58	79.6
O ₂	12.08	102.6
O	13.61	91.1
N	14.54	85.3
NO	9.25	134
H	13.59	91.2
He	24.58	50.4

成層圏への影響

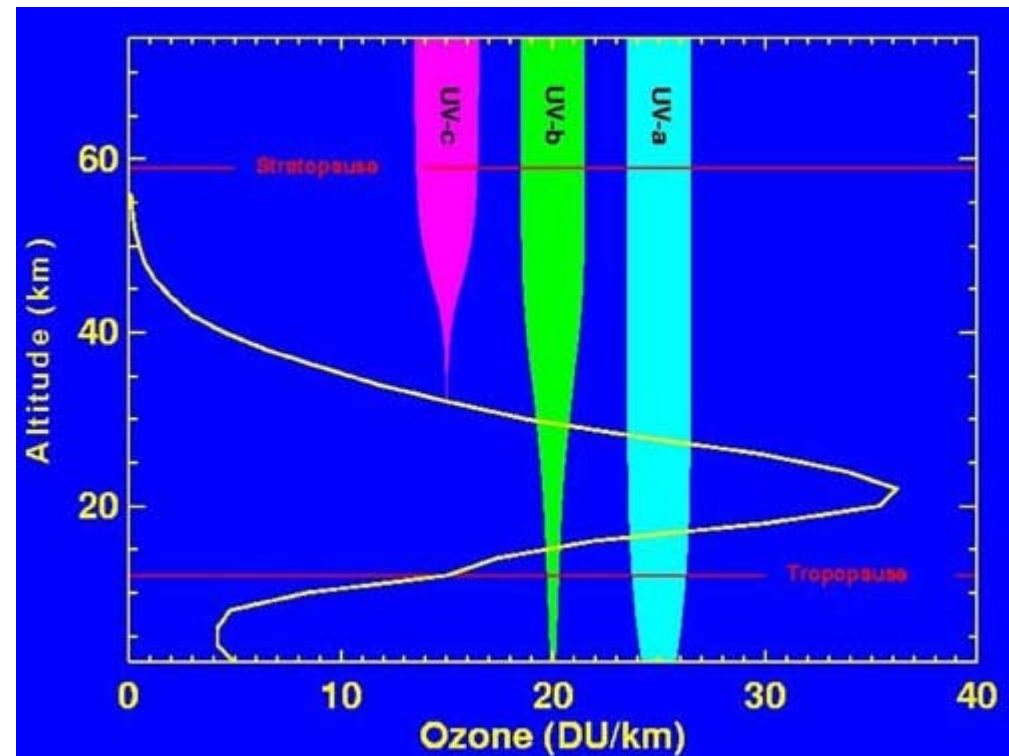
成層圏ではオゾン分子や酸素分子が紫外線を吸収する光化学反応によって大気が熱され、それと大気自身が放出する赤外放射とが釣り合うことで気温が決まって近年、成層圏では上空に放射される赤外放射の増加により対流圏とは逆に気温の報告されている。

オゾン層生成に寄与する紫外線 < 242 nm
オゾン層を直接分解する紫外線 < 320 nm

UV-A (400–315 nm)、
UV-B (315–280 nm)、
UV-C (280 nm未満)

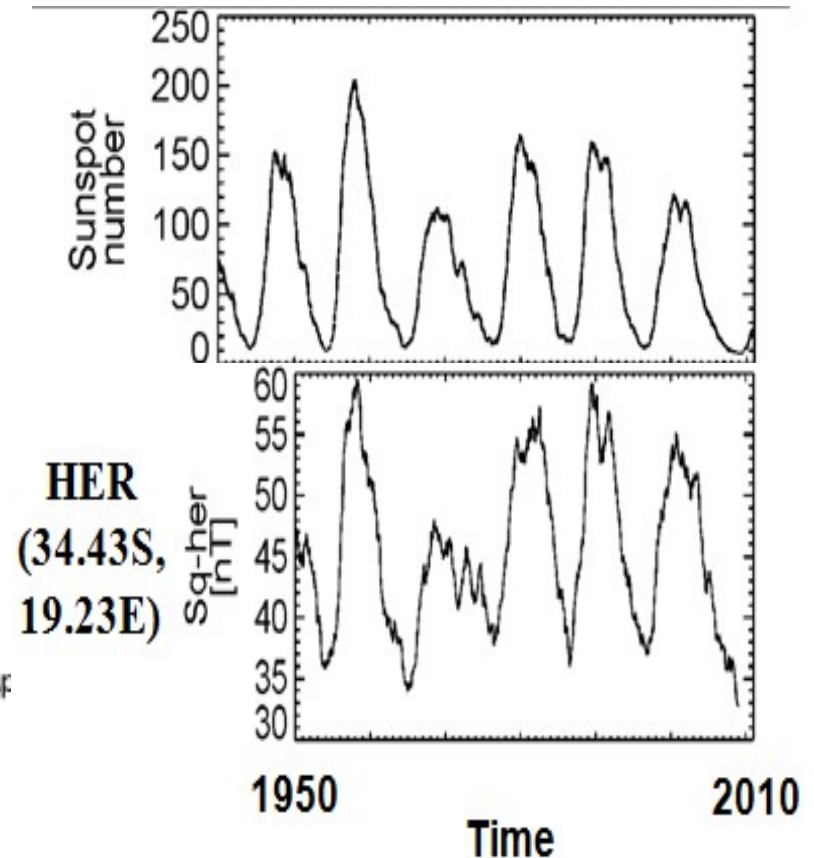
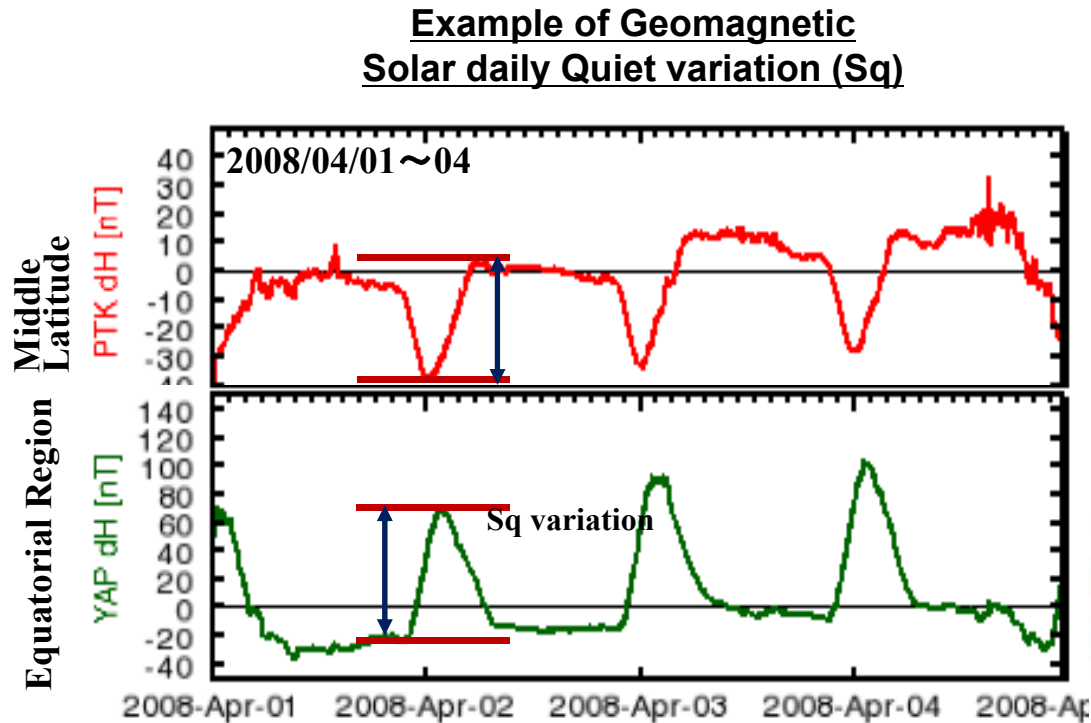
オゾン層破壊に影響するNO_x を分解する紫外線 < 190 nm

宇宙空間	
外気圏 (800 - 約10,000)	
熱圏 (80 - 800)	電離層 (50 - 500)
中間圏 (50 - 80)	
成層圏 (11 - 50)	オゾン層 (10 - 50)
対流圏 (0 - 11)	
自由大気 (1 - 11)	
境界層 (0 - 1)	



One of good index of the change of ionosphere is the “Geomagnetic Solar daily Quiet variation (Sq)”.

By A. Shinbori



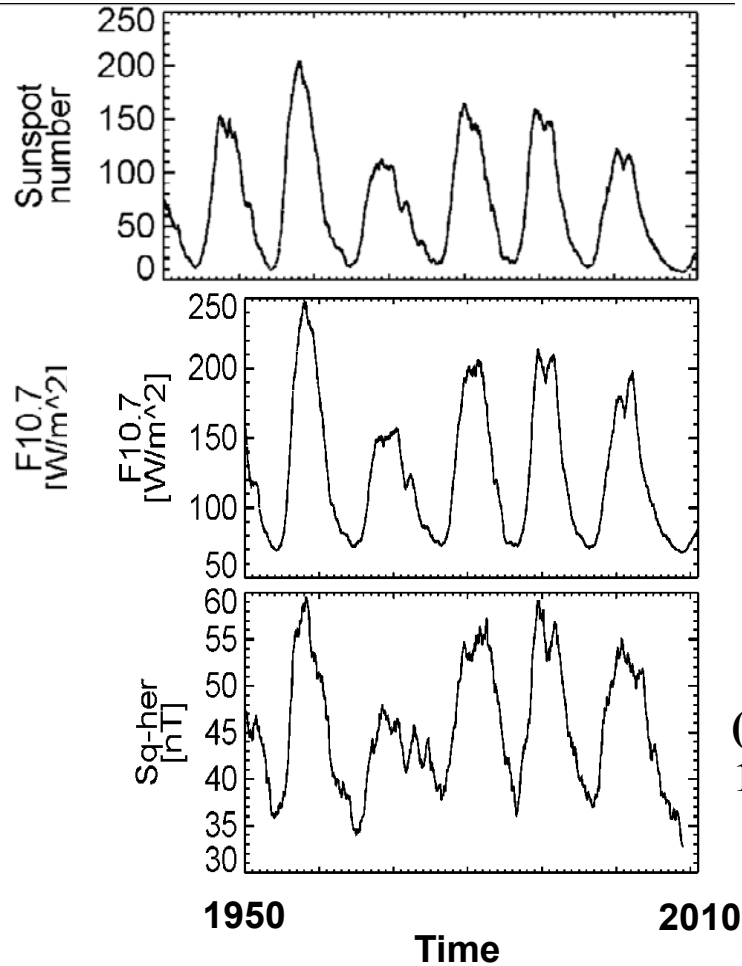
It basically changes obeying the solar activity due to the variation of solar UV radiation.

太陽活動に依存する成分を除去

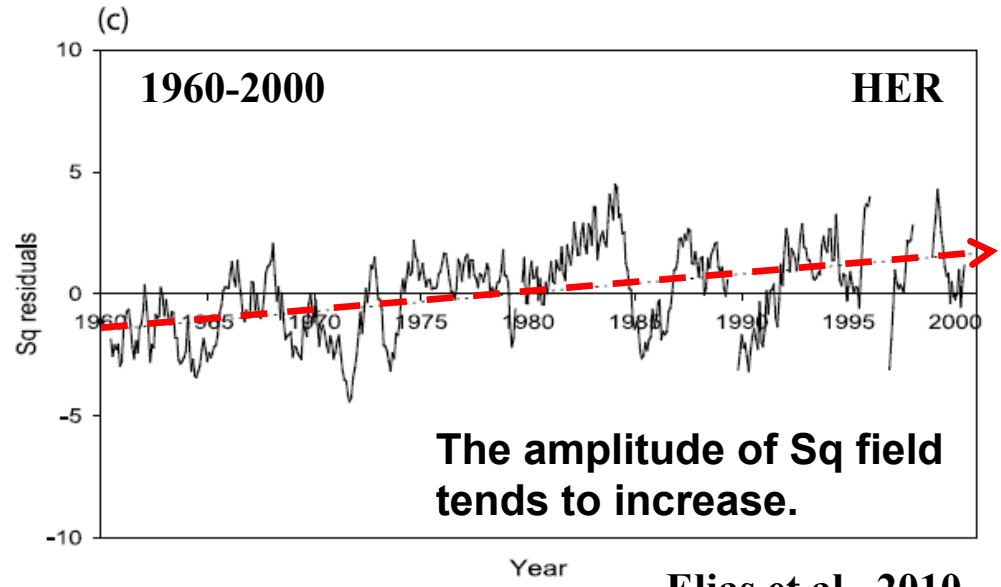
Sq振幅に依存する成分 = ~~太陽活動(F10.7)~~

+ 地磁気永年変化 + 地球大気の変化(温暖化など)

Elias et al. (2010) reported that the amplitude of Sq (without solar component) tends to increase in recent 40 years, and they suggested that the reason is increasing of CO₂ and global warming in the atmosphere.



**HER
(34.43S,
19.23E)**



The amplitude of Sq field tends to increase.

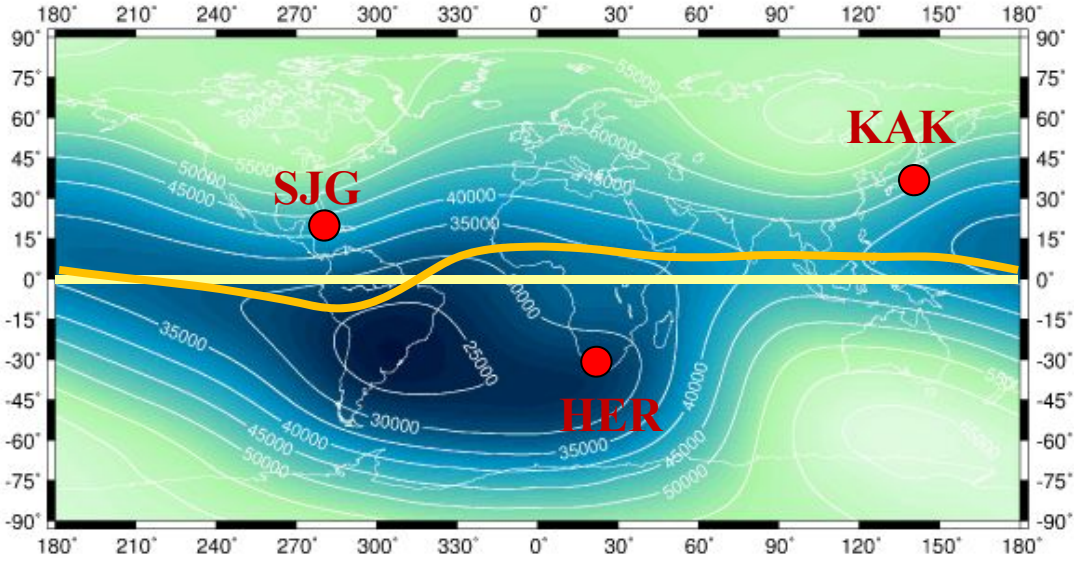
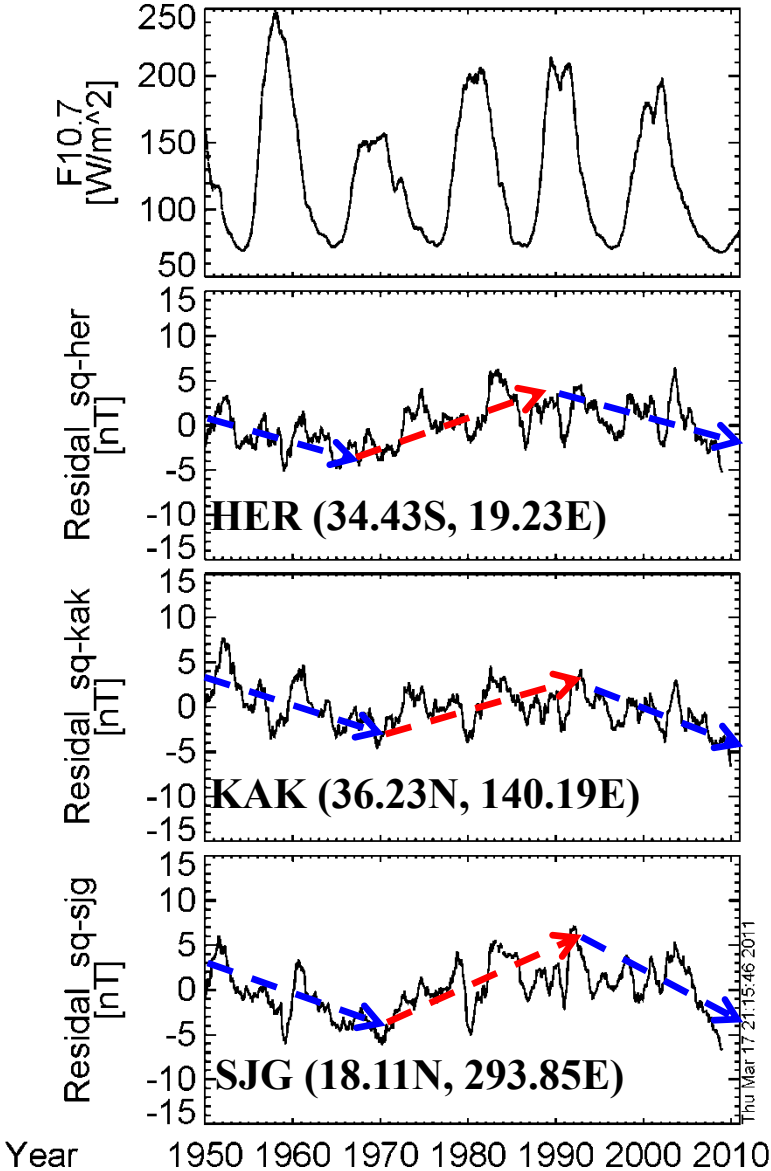
Elias et al., 2010

They used the geomagnetic data obtained only from 1960 to 2000, and only at three stations.

Result of long-term & multi-point analysis of Sq

By Shinbori et al.

Three examples among 178 stations

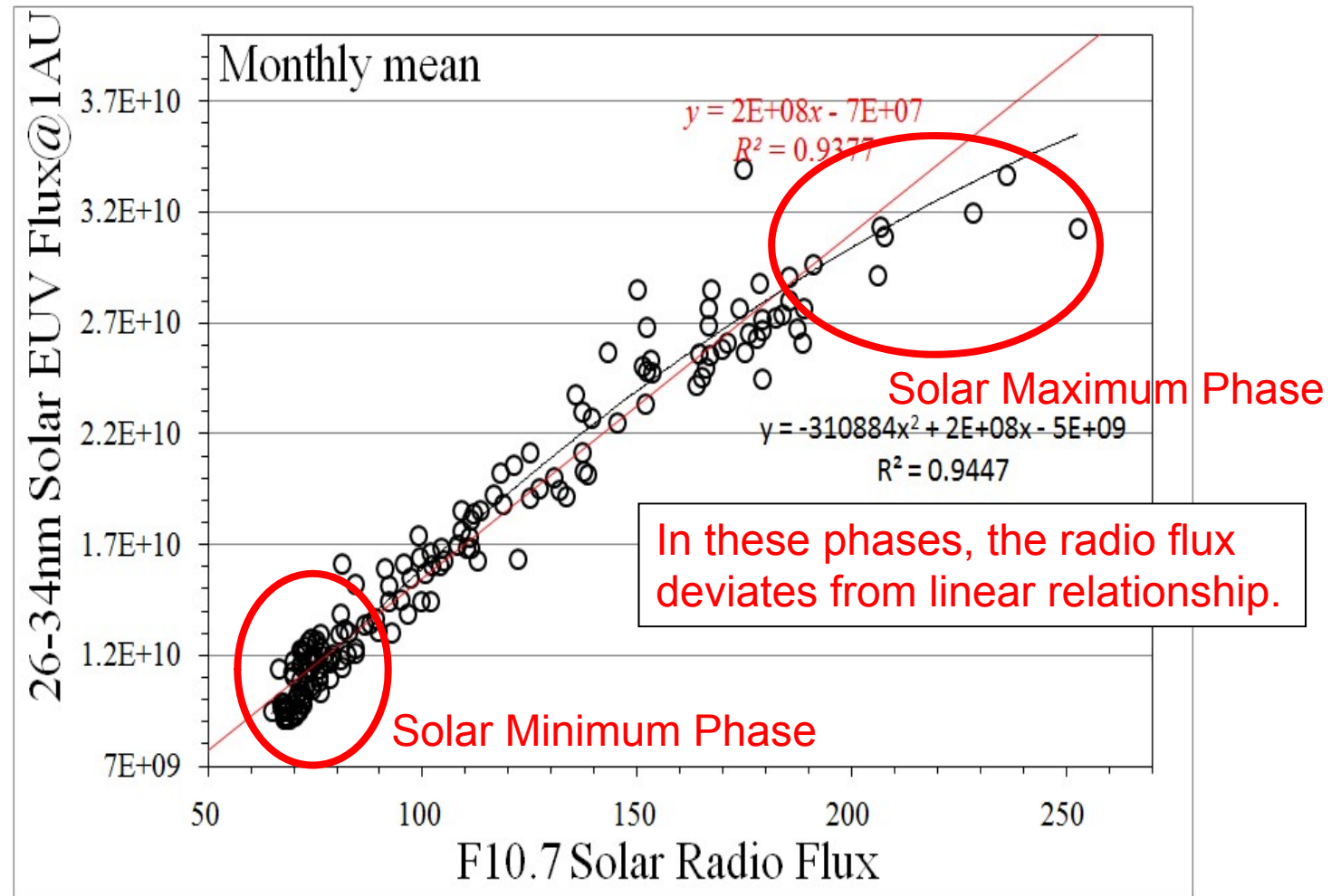


Station map

After subtraction of solar activity's variation from 60 years variation of Sq observed at many station, we can find global long-term variation in the residual Sq.

Note: In this analysis, **F10.7 flux** was used as the index of solar activity.

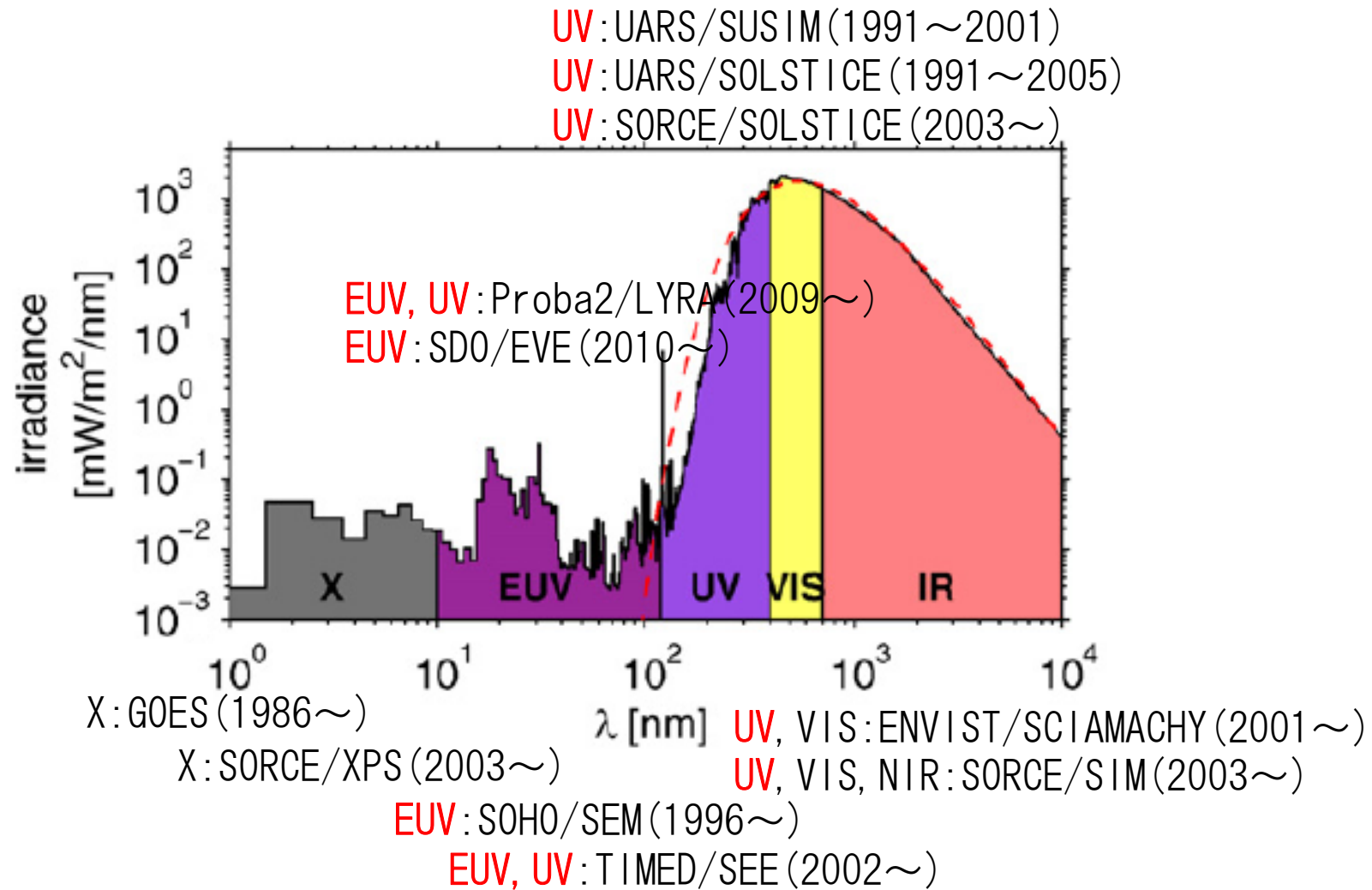
Actually, we cannot neglect difference between the variation of F10.7 flux and variation of UV flux especially at solar maximum phase and at minimum phase.



So, we have to know the long-term variation of UV radiation more accurately.

UV/EUV観測衛星と観測波長

色々な衛星がIrradianceを計測している

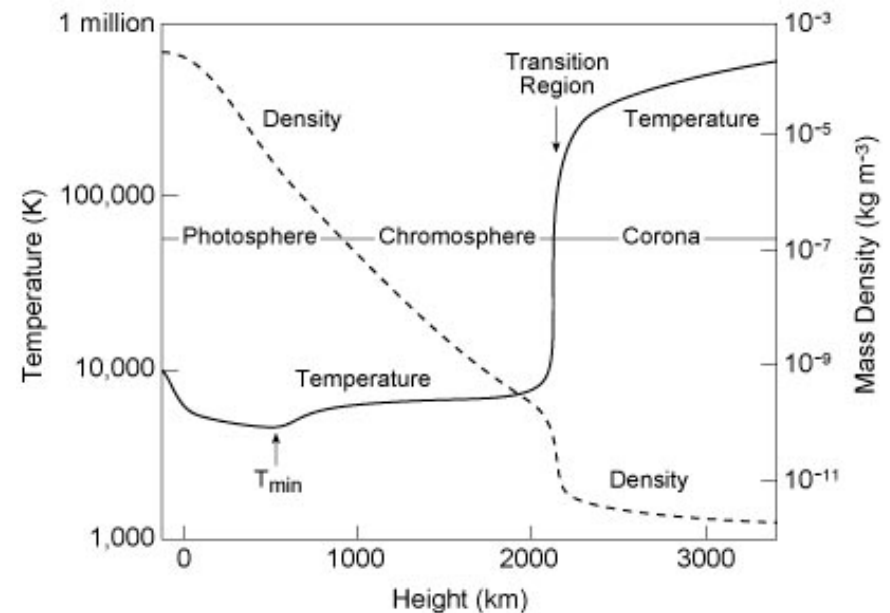
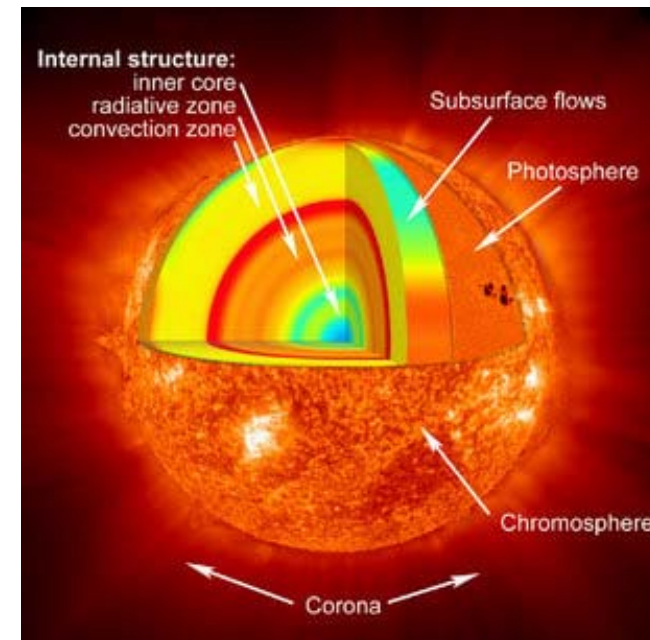


UV radiation from the Sun

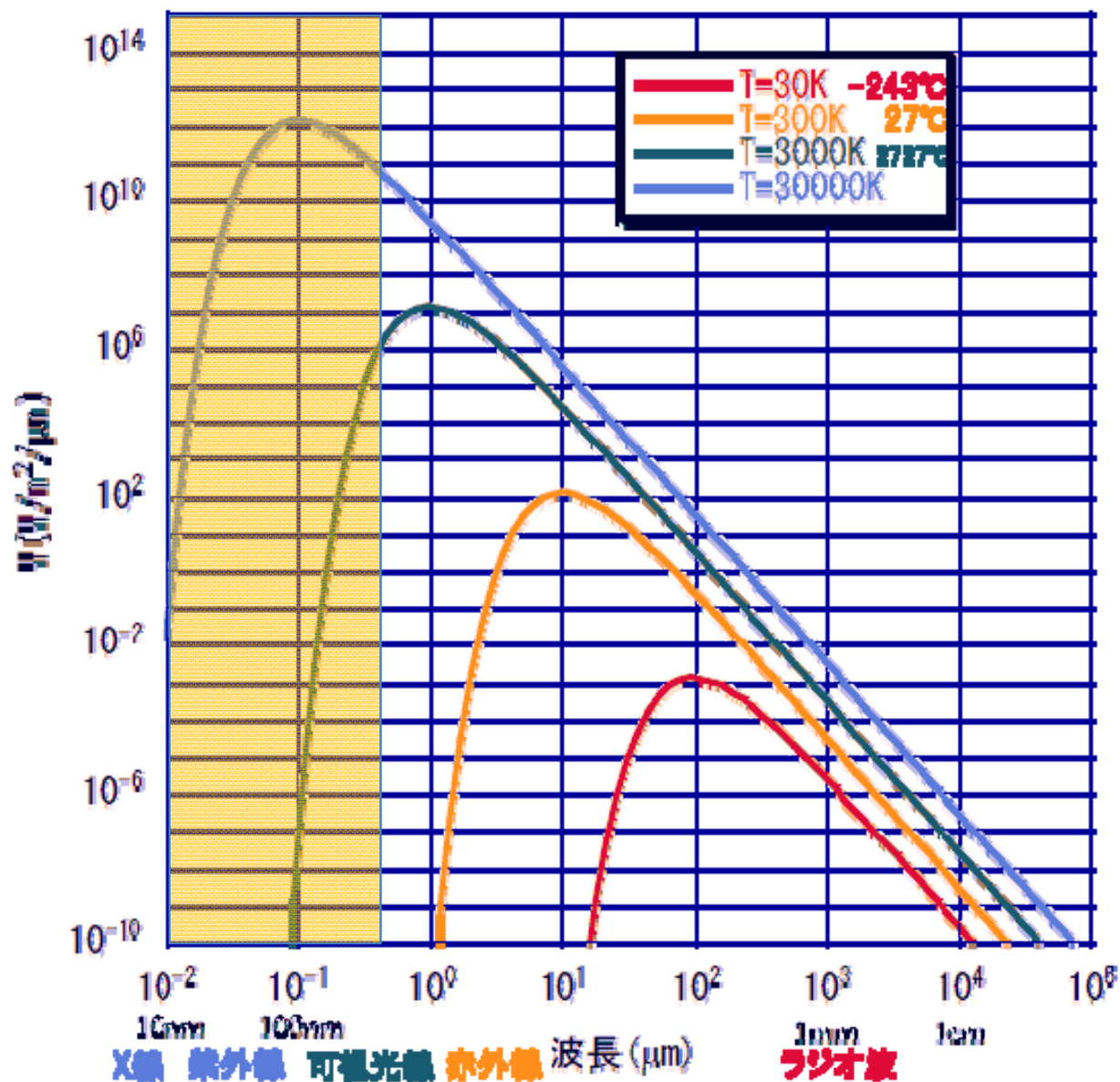
- 光球 ... $\sim 6000\text{K}$
→ visible light

- 彩層 ... $\sim 1\text{万} \sim \text{数万K}$
→ EUV - UV

- コロナ ... $> 100\text{万 K}$
→ X-rays - EUV



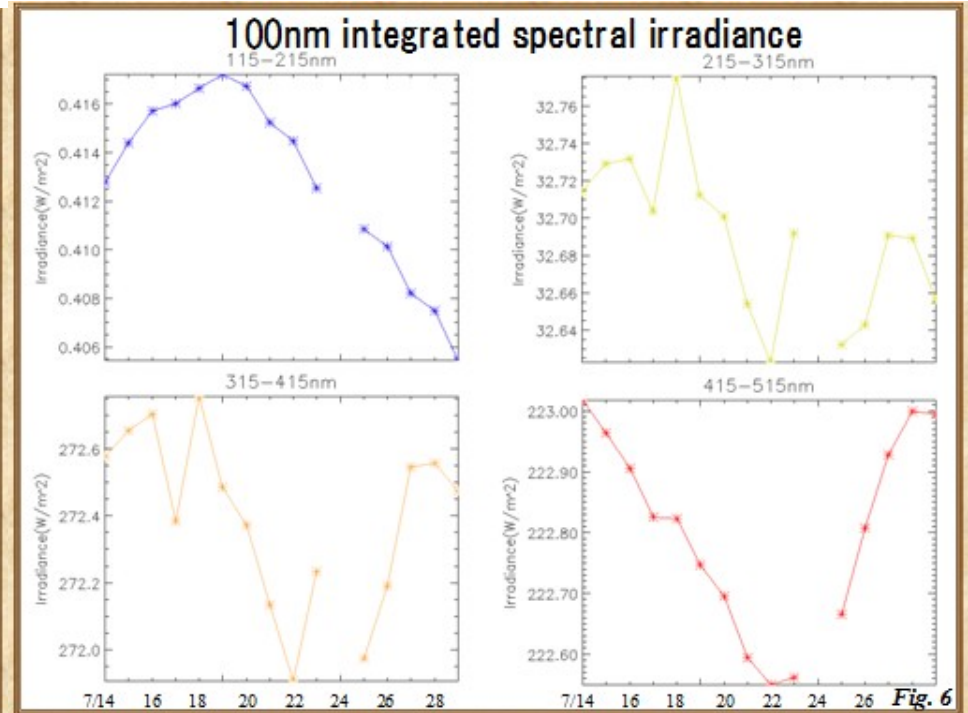
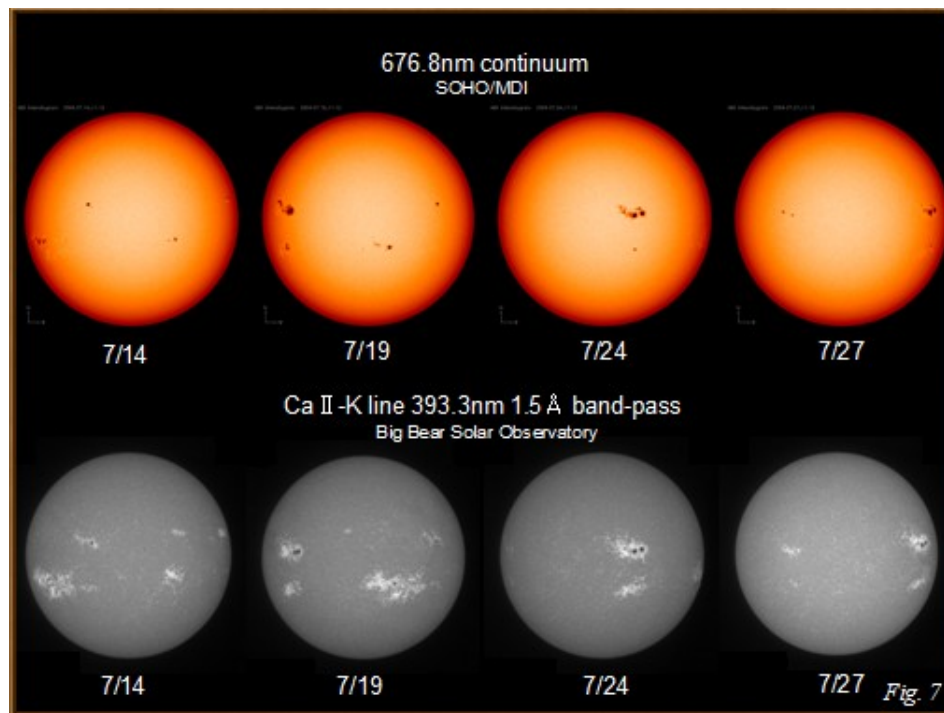
黒体放射のスペクトル



+ 制動放射

太陽全面紫外線放射スペクトル変動との比較による、 彩層画像からの紫外線変動再現の取組み

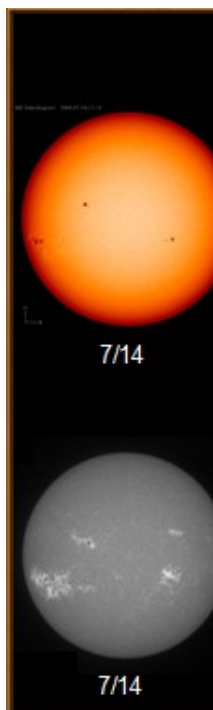
太陽全面彩層情報と紫外線量との関係 (横山正樹、増田智、佐藤淳 2005年)



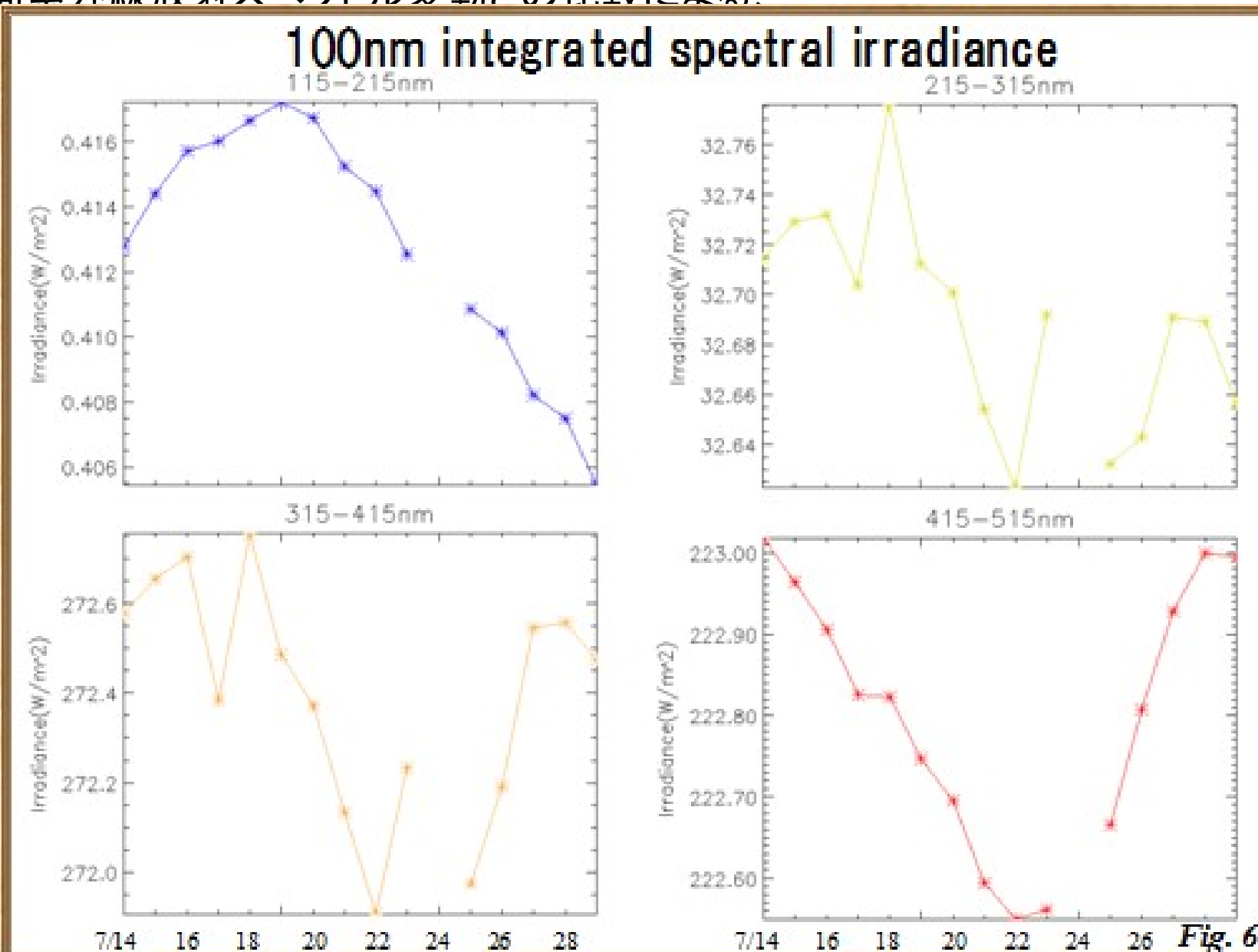
(top panel) : Sunspots observed with SOHO/MDI in the solar disc on 14, 19, 24 and 27 July 2004 respectively. (bottom panel) : Faculae area observed by Big Bear Solar Observatory in the solar disc on 14, 19, 24 and July 2004 respectively.

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.

太陽全面紫外線放射スペクトル変動との比較による
 彩層画像



(top panel) :
 disc on 14, 1
 panel) : Facul
 in the solar di



Integrated spectral irradiance variations at 1 AU from 14

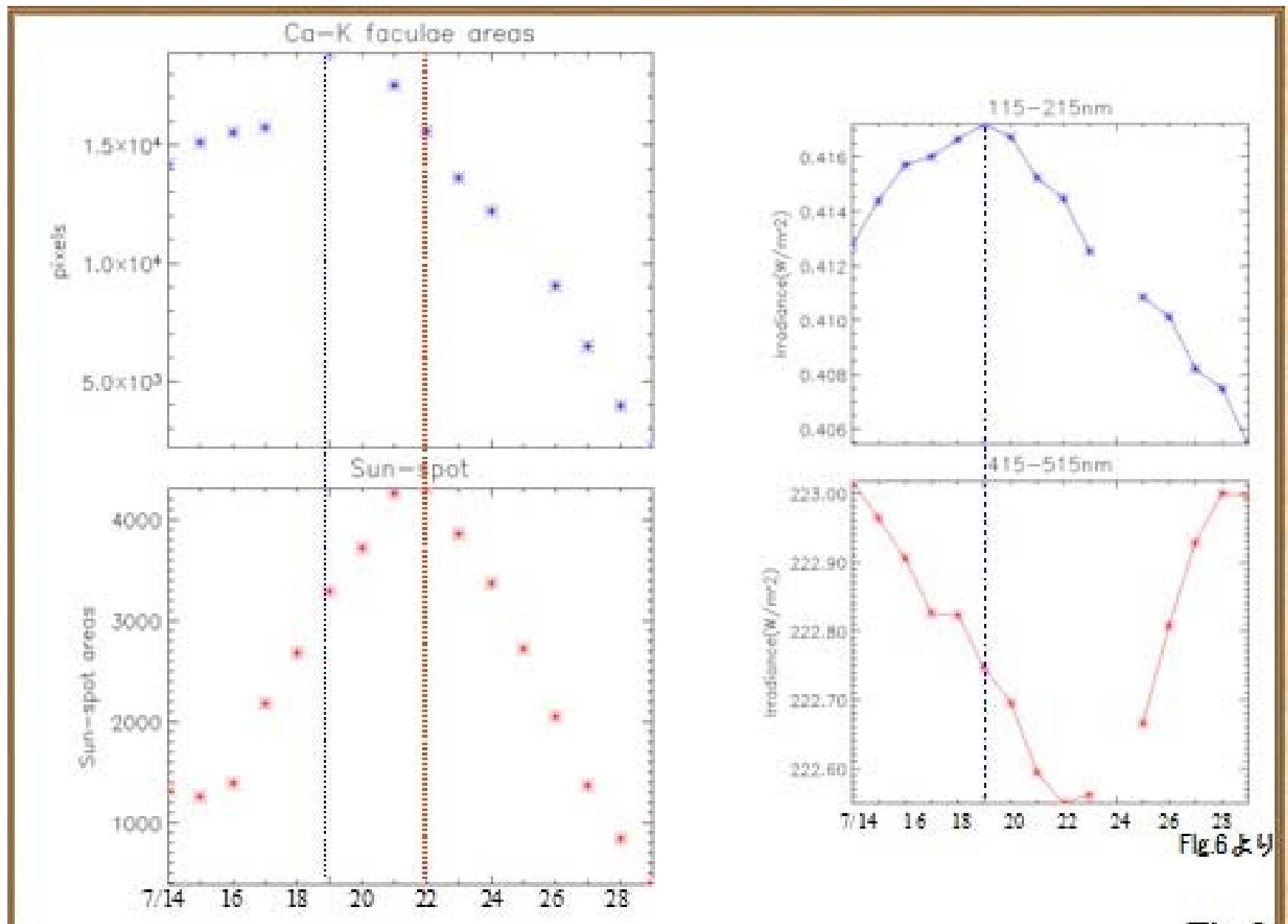


Fig.6より

地球に届く紫外線の指標として、太陽彩層全面画像を有効に利用する。
 特に人工衛星による紫外線情報の無い期間に対して協力的な情報となり得る。

京都大学 大学院理学研究科 附属天文台が提供するデータセット

太陽磁気活動望遠鏡(SMART):

- ・SMART H α 太陽**全面**多波長画像
- ・SMART H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・SMART**イベントカタログ**
- ・SMARTイベントムービー
- ・SMART太陽光球磁場データ



フレア監視望遠鏡(FMT):

- ・FMT太陽**全面**多波長画像
- ・FMT**イベントリスト**
- ・FMTイベントムービー

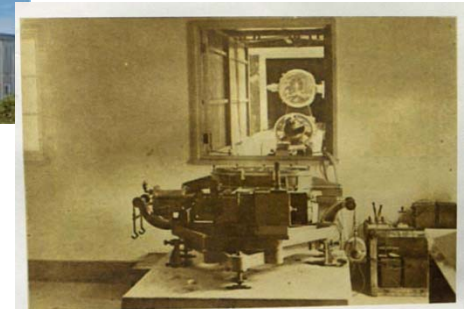


ドームレス太陽望遠鏡(DST):

- ・DST H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・DST 太陽分光観測クイックルック画像
- ・DST 太陽分光観測データ



太陽**全面**カルシウム線ヘリオグラム



京都大学 大学院理学研究科 附属天文台が提供するデータセット

太陽磁気活動望遠鏡(SMART):

- ・SMART H α 太陽**全面**多波長画像
- ・SMART H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・SMART**イベントカタログ**
- ・SMARTイベントムービー
- ・SMART太陽光球磁場データ



フレア監視望遠鏡(FMT):

- ・FMT太陽**全面**多波長画像
- ・FMT**イベントリスト**
- ・FMTイベントムービー

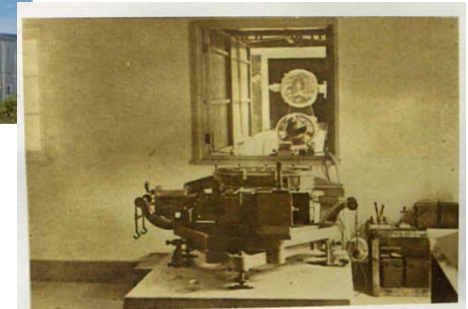


ドームレス太陽望遠鏡(DST):

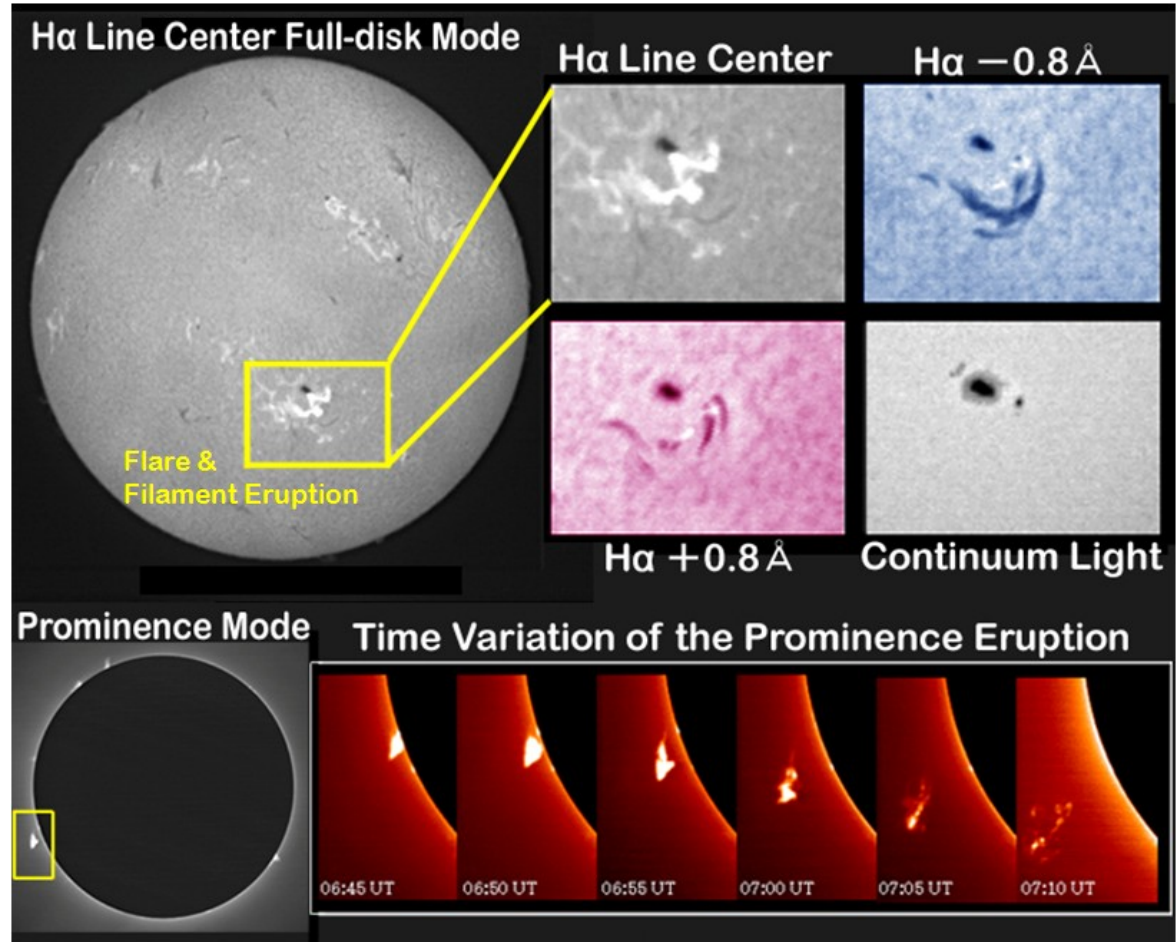
- ・DST H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・DST 太陽分光観測クイックルック画像
- ・DST 太陽分光観測データ



太陽**全面**カルシウム線ヘリオグラム

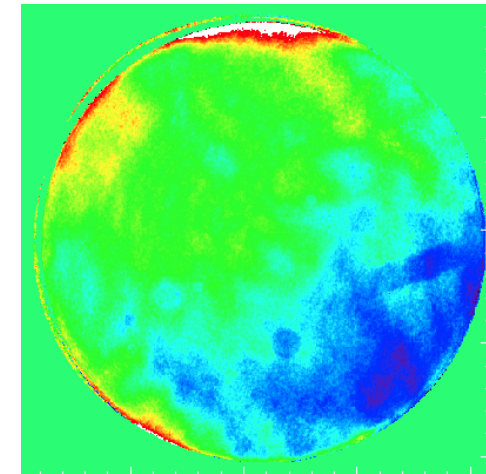


H α images with the FMT

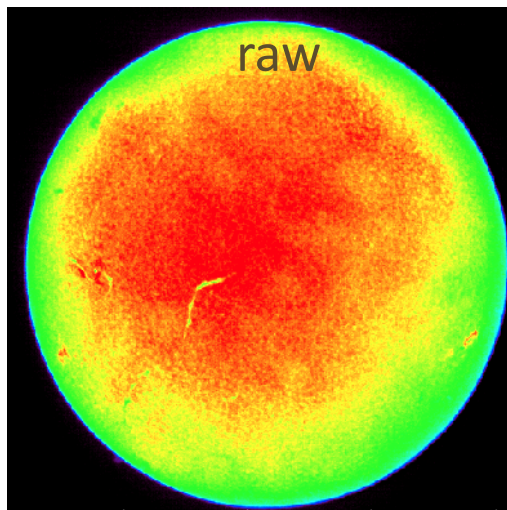


Data calibration

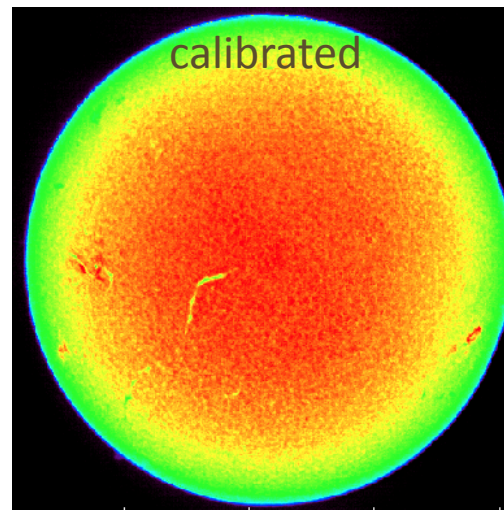
- No flat observation before 2009 \Rightarrow Make pseudo-flat by averaging 2-month's images
- Remaining fringe pattern (daily variation) is reduced by additional treatment



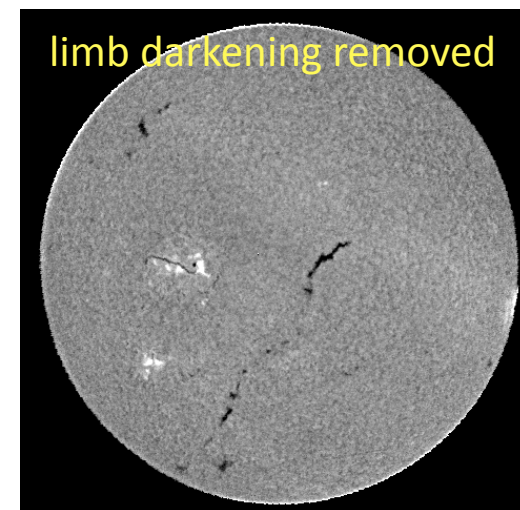
pseudo-flat
(shown $\pm 10\%$)



raw



calibrated



limb darkening removed

Attempt to calculate “H α Plage Index”

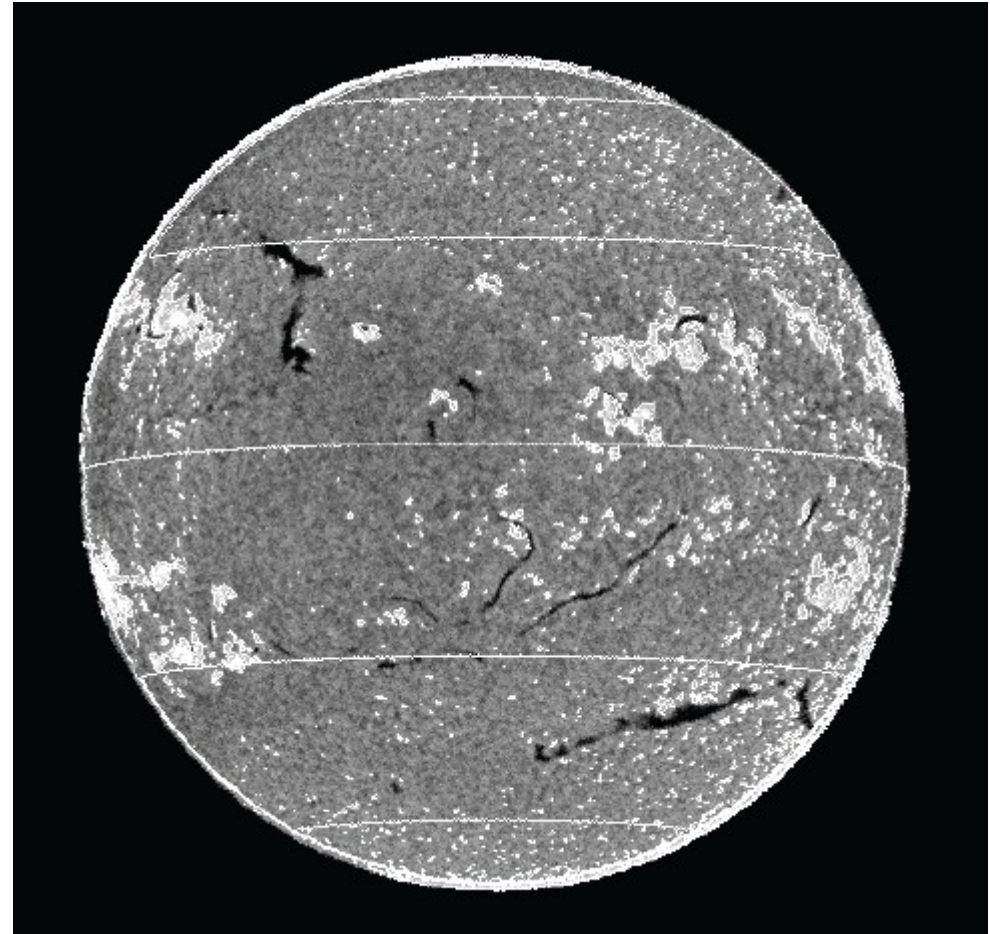
By H.Watanabe et al.

We defined “H α Plage Index” as the percentage of the area covered by plages & active network in the solar disk obtained at H α line center.

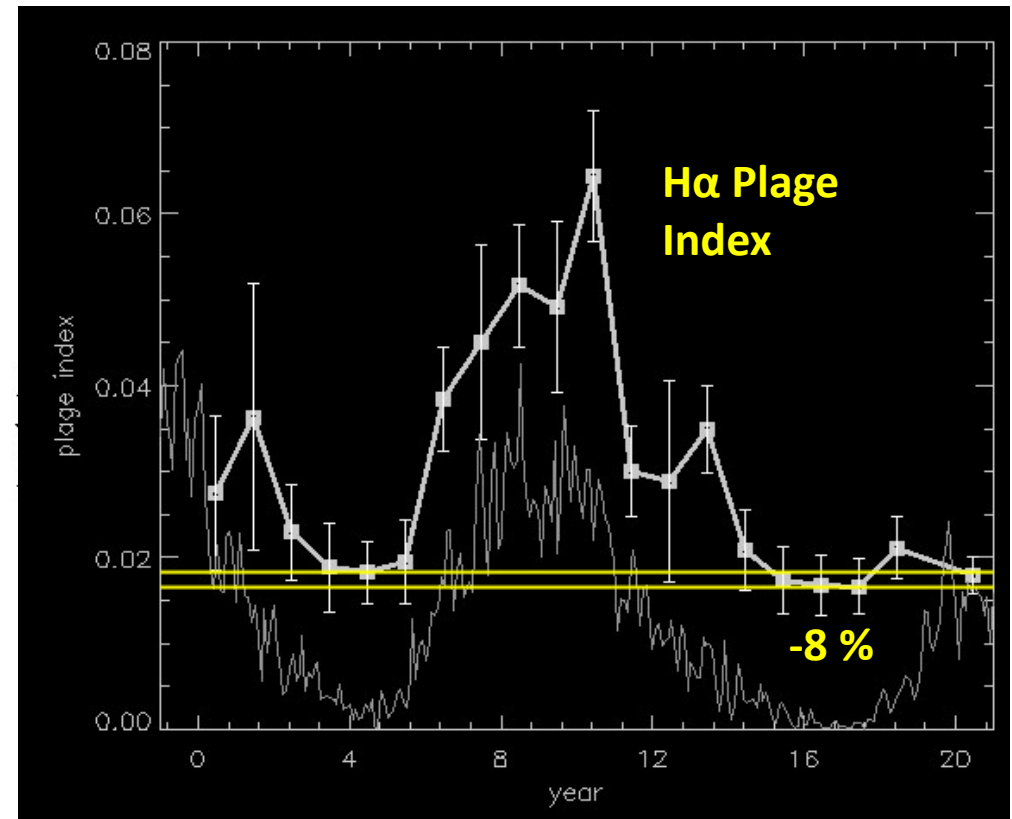
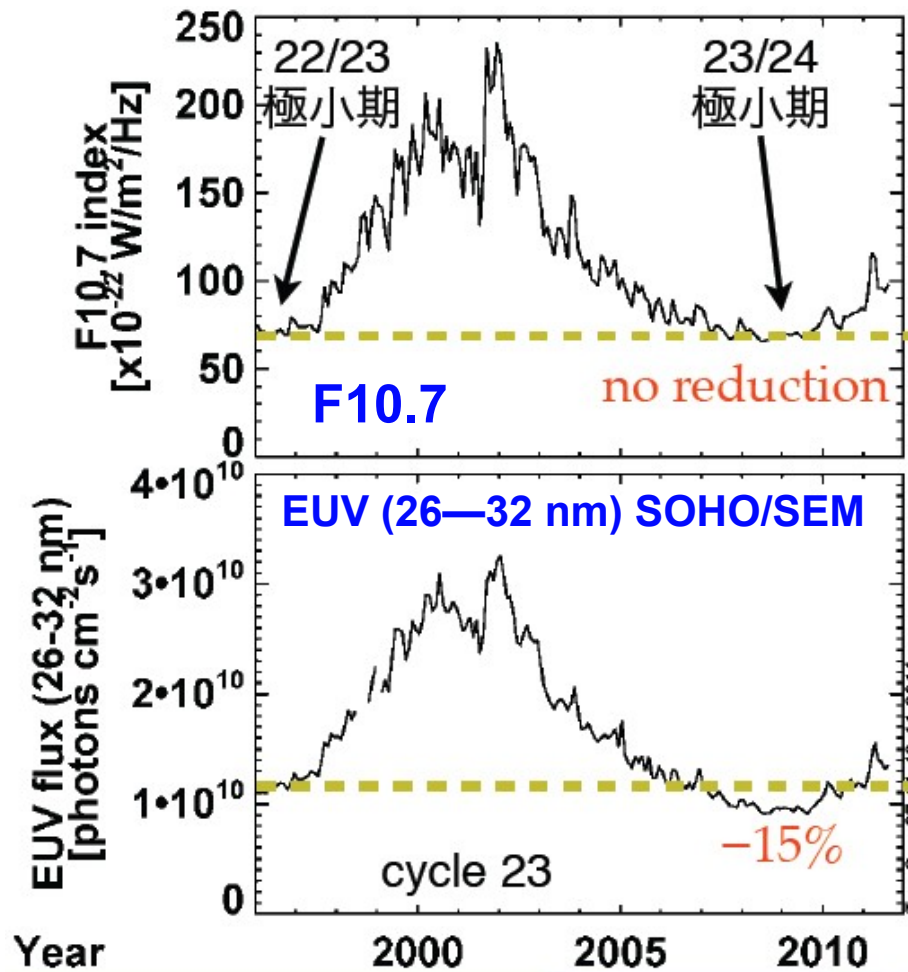
If

$$I(x,y) > (\text{averaged intensity}) + 2\sigma_{(\text{standard deviation})}$$

then, (x,y) is the plage or active network.

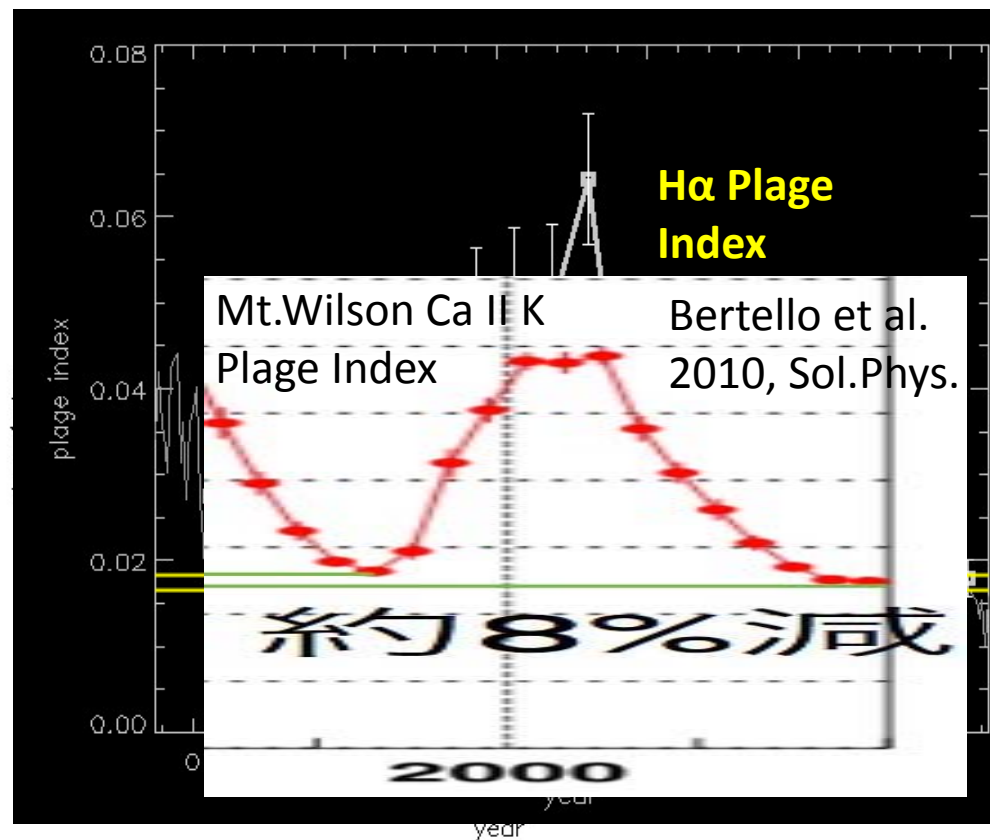
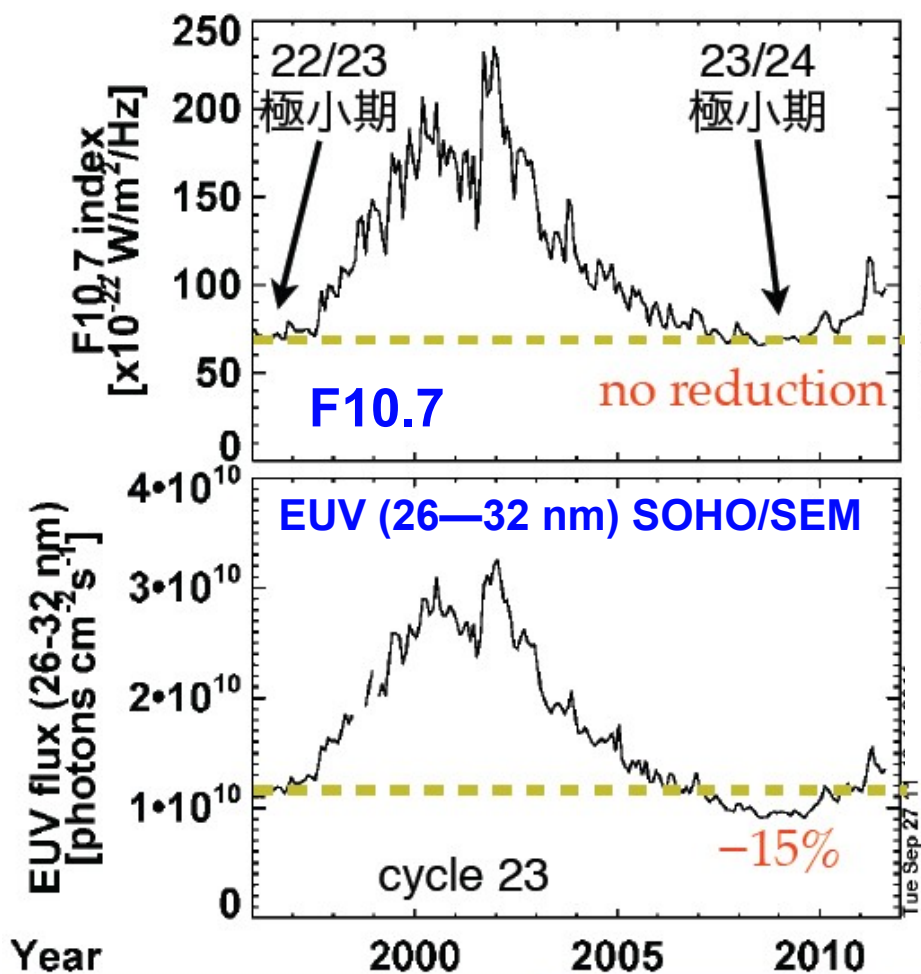


Result



- * 当然ではあるが、太陽活動周期と正相関した11年周期の増減はクリアに検出された。
- * サイクル22/23間極小期よりも23/24間極小期の方がEUVが有意に減少している傾向を、この指標でも確認することができた。
- * ただし、定量的には、その減少率はEUVのそれよりもまだ小さい。原因の確認が求められる。

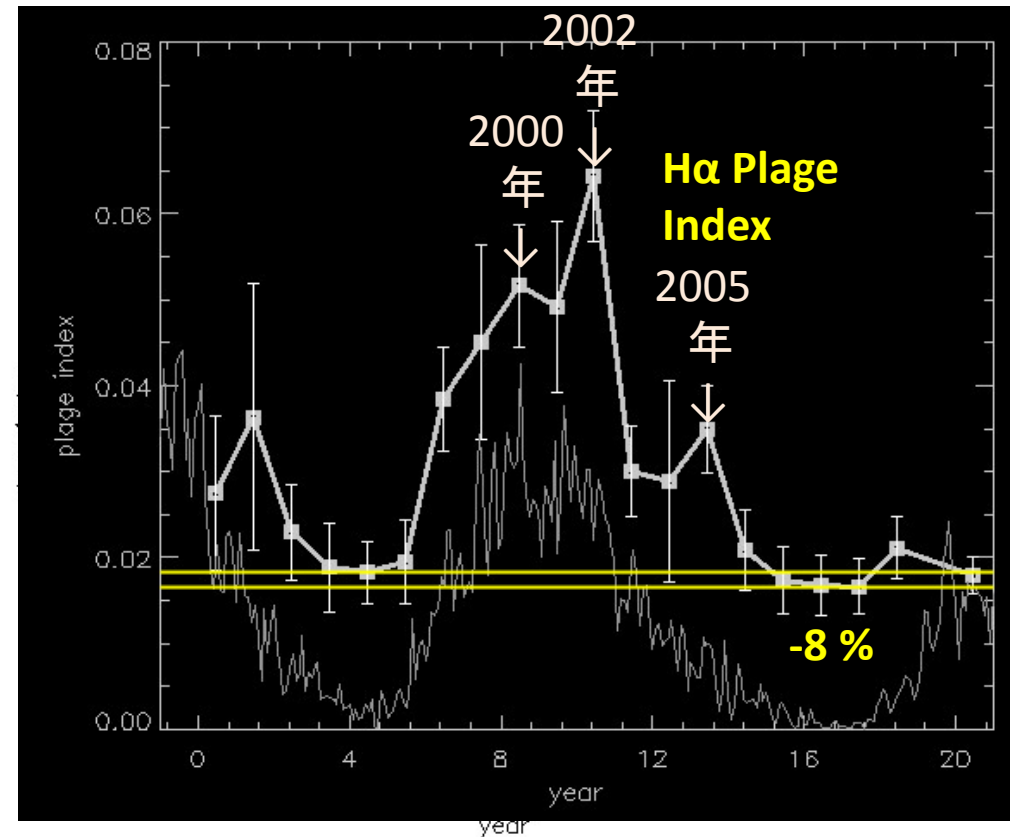
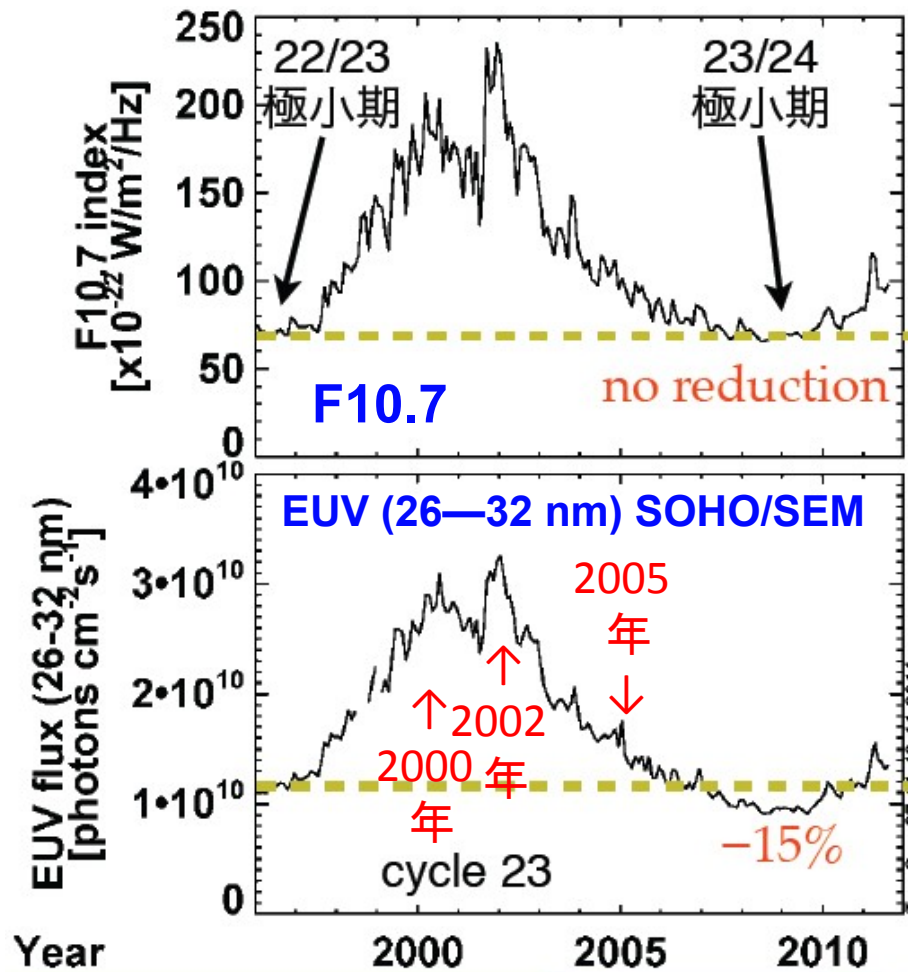
Result



* Ca II K 全面画像から Plage Indexを求めた先行研究の結果と比較すると、22/23極小期と 23/24極小期での減少率については、ほぼ同じ結果であることが分かった。

* 一方、活動領域が出現している期間については、変動曲線の形状に違いが見られる。H α Plage index の方が、コントラストの高い形状が得られる？ この相違の原因も要確認。

Result

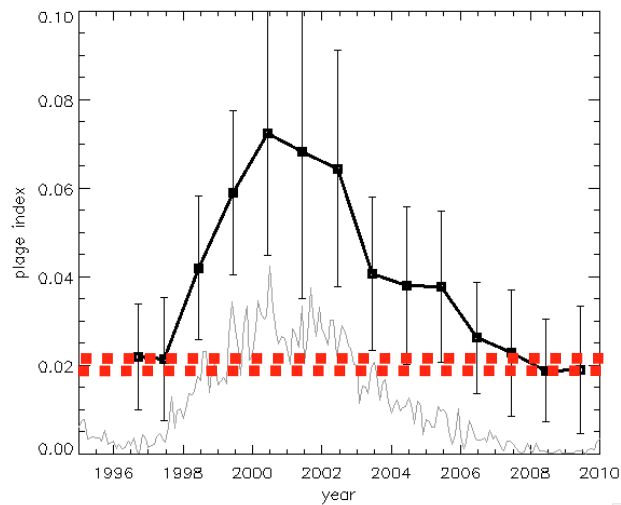


* Ca II K 全面画像から Plage Indexを求めた先行研究の結果と比較すると、22/23極小期と 23/24極小期での減少率については、ほぼ同じ結果であることが分かった。

* 一方、活動領域が出現している期間については、変動曲線の形状に違いが見られる。Hα Plage index の方が、コントラストの高い形状が得られる？ この相違の原因も要確認。

Dependency on Latitude 1996 – 2009 (preliminary)

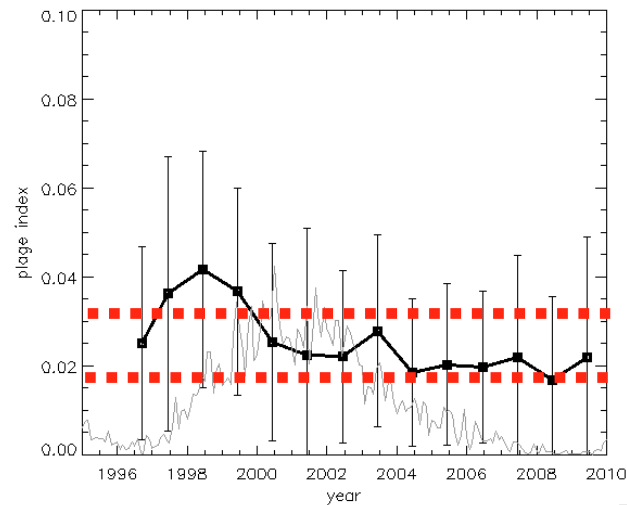
lat. $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$
(Active region belt)



0.021

0.019

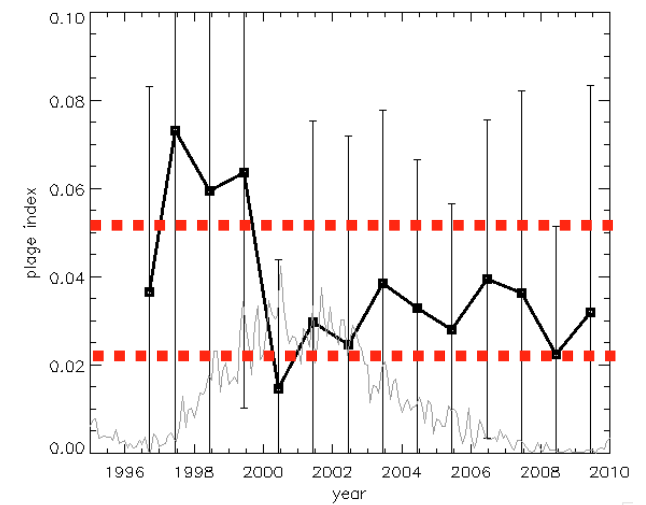
lat. $30^{\circ} \sim 60^{\circ}$



0.03

0.02

lat. $>60^{\circ}$ (Polar)



0.05

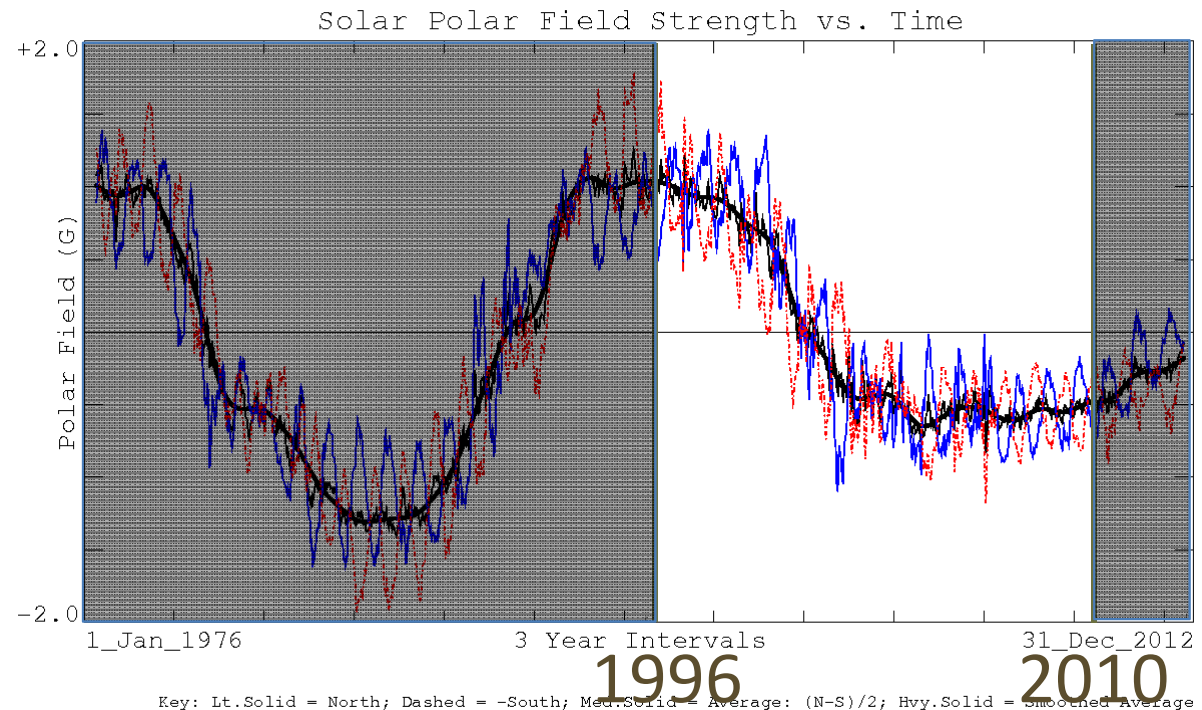
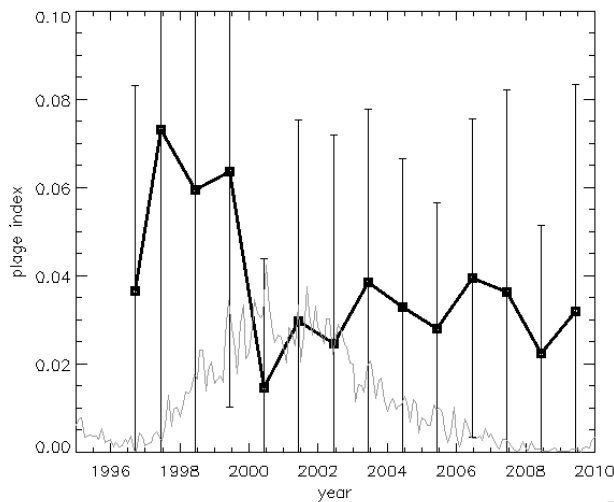
0.03

高緯度になればなるほど、22/23 => 23/24 の Plage Index の減少率が顕著になるようだ。

Compare with polar magnetic field observation

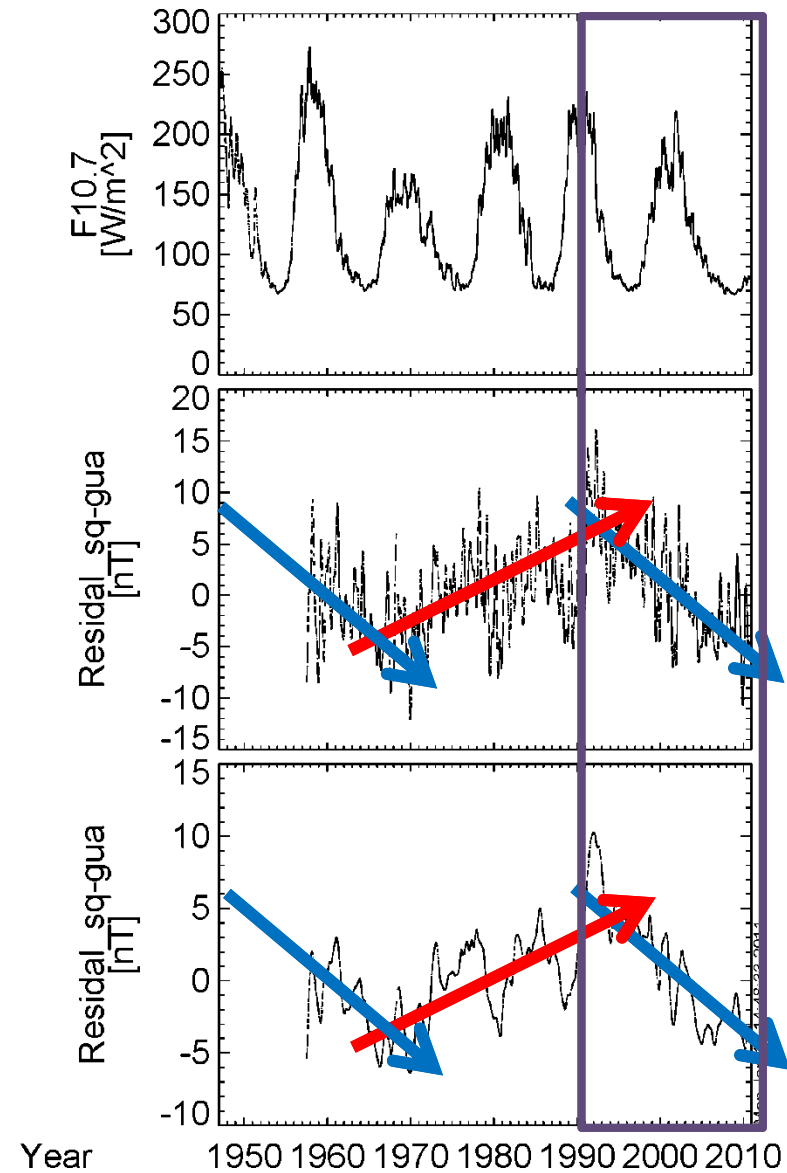
lat.
>60° (Polar)

● Wilcox Solar Observatory



サイクル22/23間極小期と23/24極小期でのEUV放射量の違いは、極域磁場の減少による、極域紫外線放射量の低下に依るものか？

さて、しかしながら、今回のデータセットでは、カバーしている観測期間は以下の範囲内だけである。より長期に渡る紫外線変動を推定するためには、さらに過去に蓄積されたデータの利用が必要。



京都大学 大学院理学研究科 附属天文台が提供するデータセット

太陽磁気活動望遠鏡(SMART):

- ・SMART H α 太陽**全面**多波長画像
- ・SMART H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・SMART**イベントカタログ**
- ・SMARTイベントムービー
- ・SMART太陽光球磁場データ



フレア監視望遠鏡(FMT):

- ・FMT太陽**全面**多波長画像
- ・FMT**イベントリスト**
- ・FMTイベントムービー

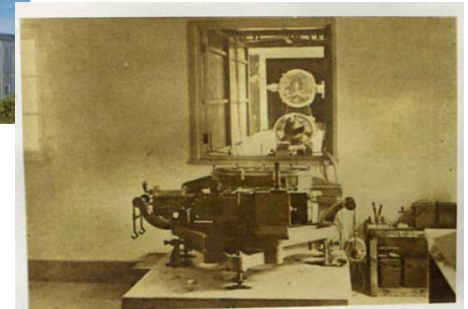


ドームレス太陽望遠鏡(DST):

- ・DST H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・DST 太陽分光観測クイックルック画像
- ・DST 太陽分光観測データ



太陽**全面**カルシウム線ヘリオグラム



京都大学 大学院理学研究科 附属天文台が提供するデータセット

太陽磁気活動望遠鏡(SMART):

- ・SMART H α 太陽**全面**多波長画像
- ・SMART H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・SMART**イベントカタログ**
- ・SMARTイベントムービー
- ・SMART太陽光球磁場データ



フレア監視望遠鏡(FMT):

- ・FMT太陽**全面**多波長画像
- ・FMT**イベントリスト**
- ・FMTイベントムービー

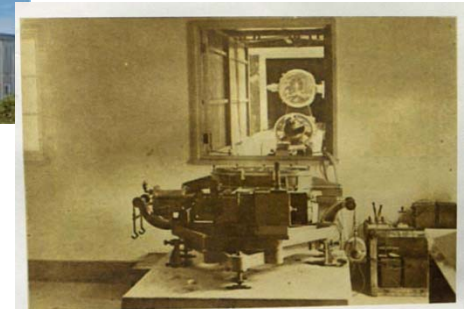


ドームレス太陽望遠鏡(DST):

- ・DST H α 太陽部分拡大多波長画像
- ・DST 太陽分光観測クイックルック画像
- ・DST 太陽分光観測データ

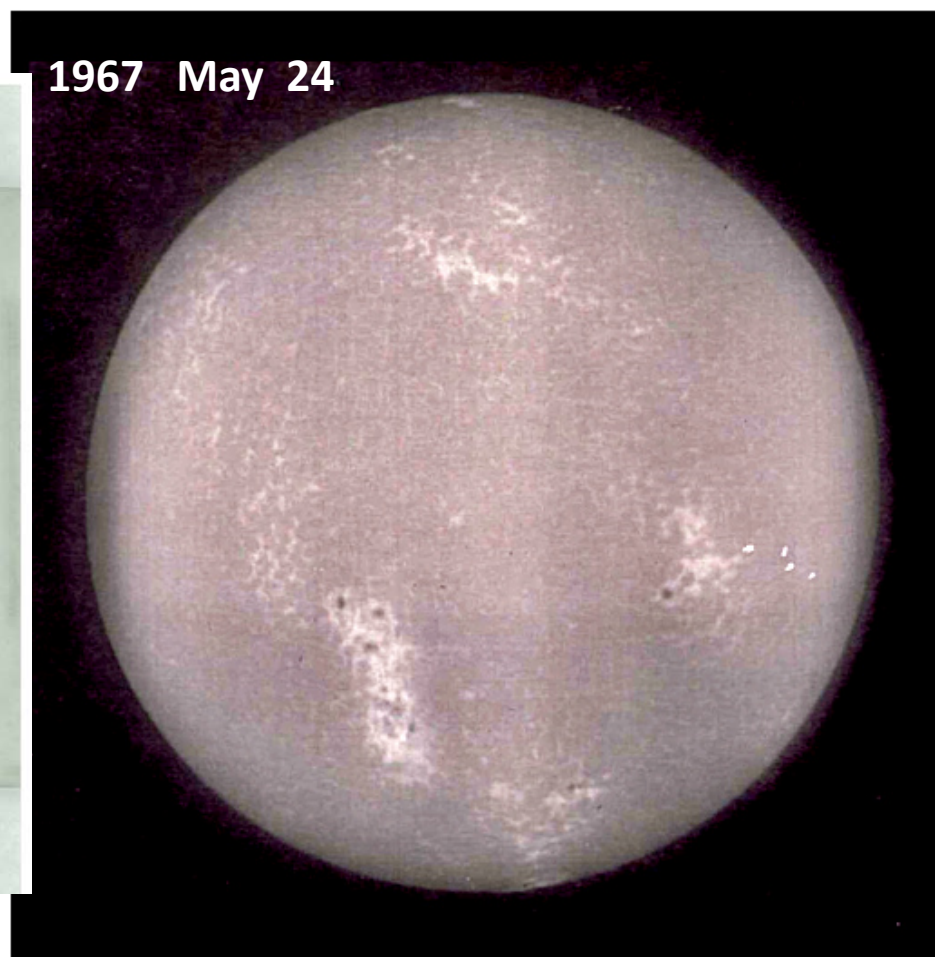
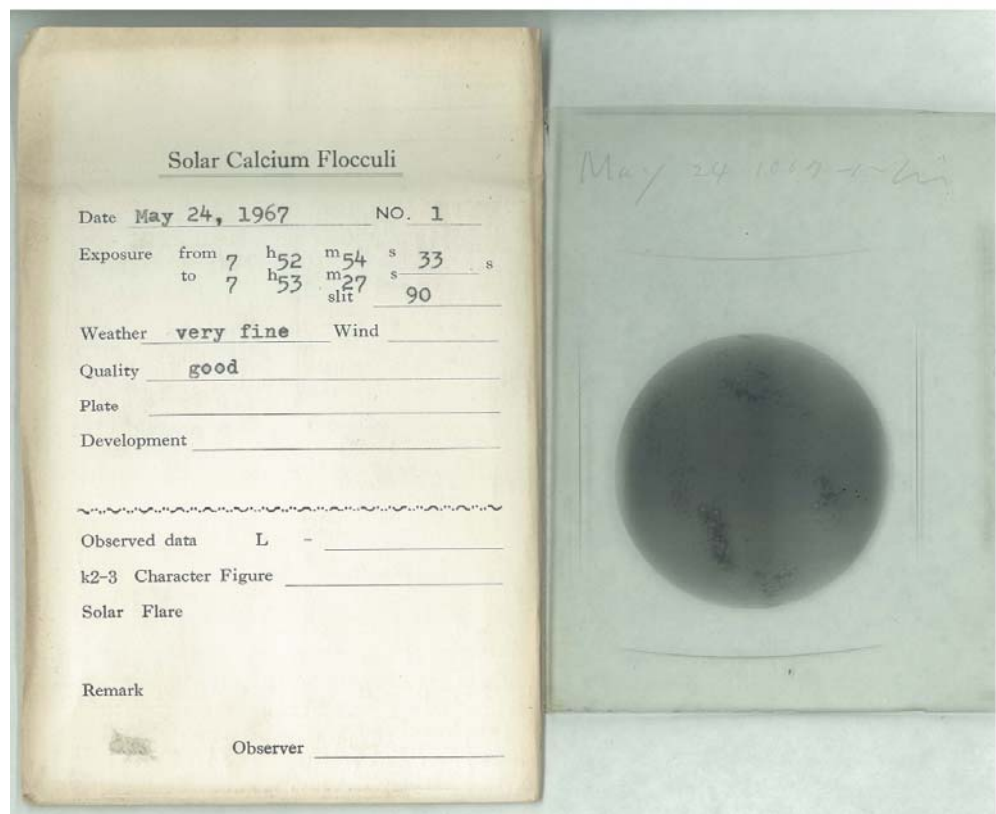


太陽全面カルシウム線ヘリオグラム



2014年度科研費(成果公開／データベース)

京大生駒山太陽観測所(1941～72年)等で観測されていた、**40年間(1929～1969年)に渡るCaK II線での太陽全面像の**写真乾板データのデジタル化・データベース整備作業を推進中。



アーカイブデータの階層

Level 0 : 元データ(乾板をスキャンしたデジタルデータ)

- **TIFF** : メタデータのみIUGONETで公開済み。

実データはリクエストに応じて個々公開

Level 1 : 太陽像を切り出して直径と中心を揃え、太陽の北と画像の上を合わせたもの

- **JPEG** : メタデータはIUGONETで公開済み。

実データも、京大webサーバ上で公開中。

Level 2 : フラット補正や明るさの正規化をしたもの

- **FITS** : 共に、メタデータのIUGONETでの公開と
- **JPEG** : 実データの京大webサーバ上での公開を予定。

アーカイブデータの階層

Level 0 : 元データ(乾板をスキャンしたデジタルデータ)

- **TIFF** : メタデータのみIUGONETで公開済み。

実データはリクエストに応じて個々公開

Level 1 : 太陽像を切り出して直径と中心を揃え、太陽の北と画像の上を合わせたもの

- **JPEG** : メタデータはIUGONETで公開済み。

実データも、京大webサーバ上で公開中。

Level 2 : フラット補正や明るさの正規化をしたもの

- **FITS** : 共に、メタデータのIUGONETでの公開と
- **JPEG** : 実データの京大webサーバ上での公開を予定。

データベース整備作業内容

1)

2) Median フィルタによるノイズ除去&縮小

Sobel フィルタによるエッジ検出

細線化

以上を Canny 法と呼ぶらしい(ちょっと違うかも)

しきい値を決め二値化

Hough変換による円の検出

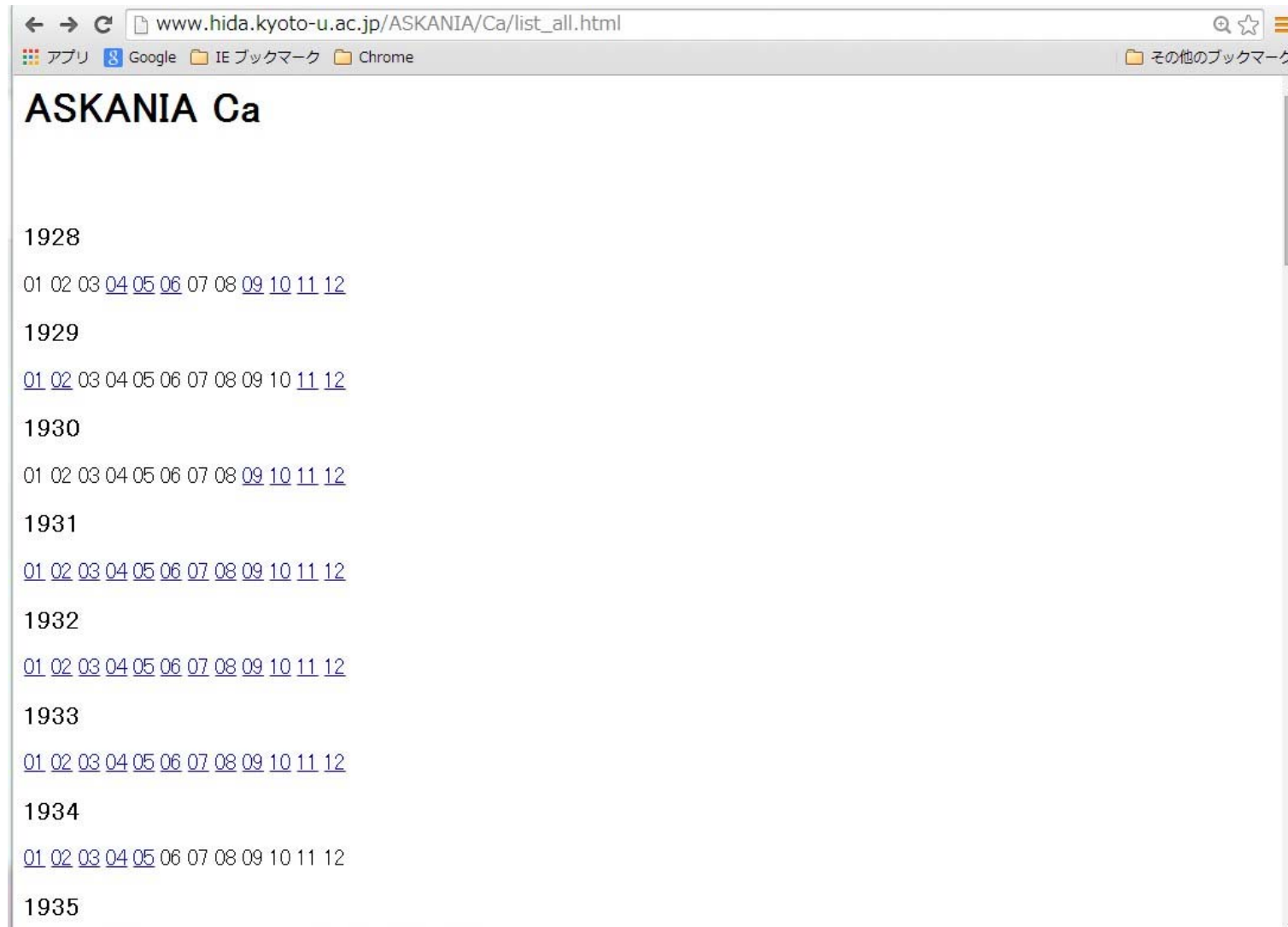
出力

3)

京都大学大学院理学研究科・附属天文台の独自 webサイトでの検索

(1) 京都大学太陽全面シノプティック観測画像データベースの、Ca II K線単色画像のサイトにアクセス。

URL http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/list_all.html



← → ↻ 🔍 ☆ ☰

アプリ Google IE ブックマーク Chrome その他のブックマーク

ASKANIA Ca

1928
[01](#) [02](#) [03](#) [04](#) [05](#) [06](#) [07](#) [08](#) [09](#) [10](#) [11](#) [12](#)

1929
[01](#) [02](#) [03](#) [04](#) [05](#) [06](#) [07](#) [08](#) [09](#) [10](#) [11](#) [12](#)

1930
[01](#) [02](#) [03](#) [04](#) [05](#) [06](#) [07](#) [08](#) [09](#) [10](#) [11](#) [12](#)

1931
[01](#) [02](#) [03](#) [04](#) [05](#) [06](#) [07](#) [08](#) [09](#) [10](#) [11](#) [12](#)

1932
[01](#) [02](#) [03](#) [04](#) [05](#) [06](#) [07](#) [08](#) [09](#) [10](#) [11](#) [12](#)

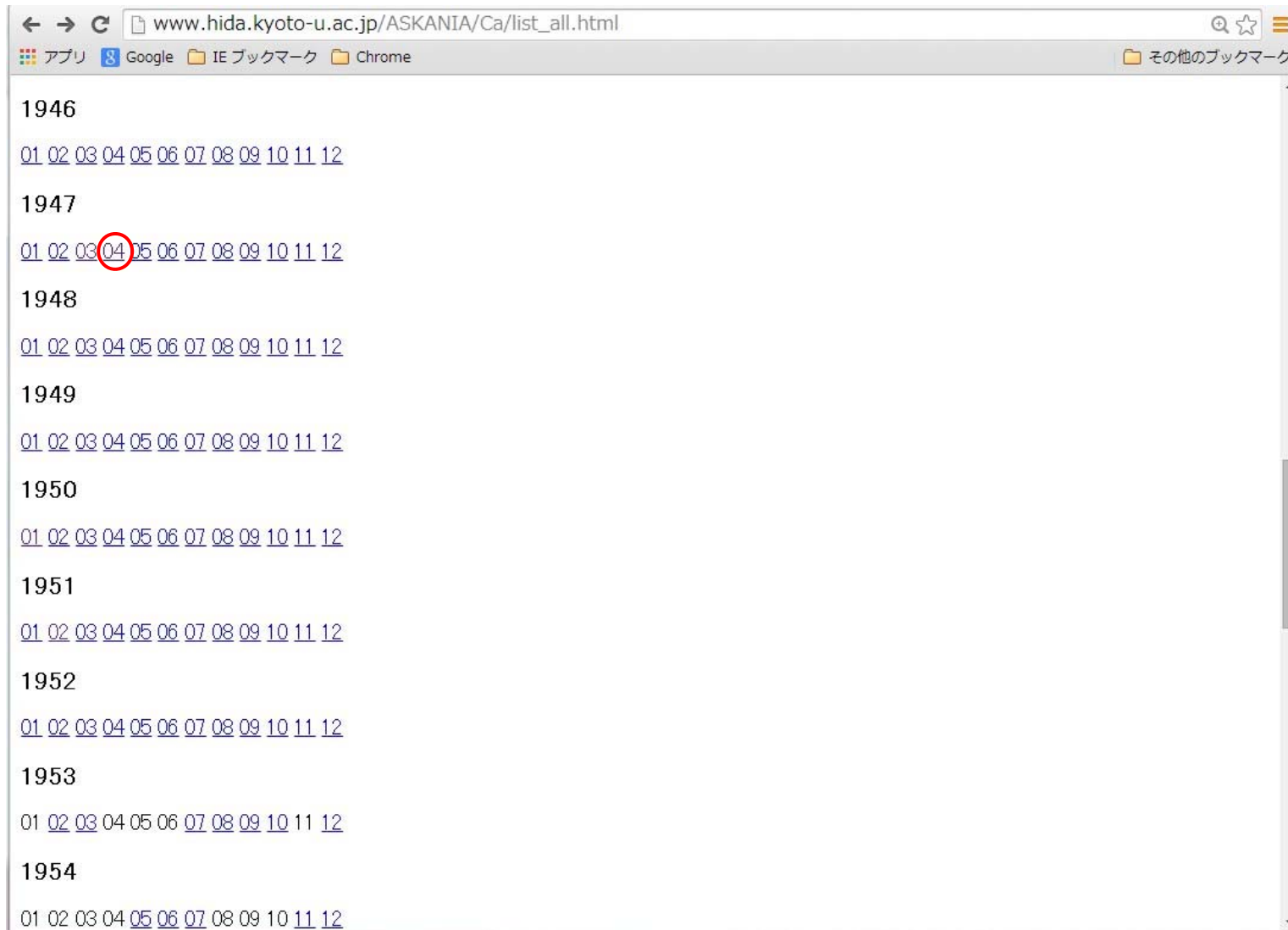
1933
[01](#) [02](#) [03](#) [04](#) [05](#) [06](#) [07](#) [08](#) [09](#) [10](#) [11](#) [12](#)

1934
[01](#) [02](#) [03](#) [04](#) [05](#) [06](#) [07](#) [08](#) [09](#) [10](#) [11](#) [12](#)

1935

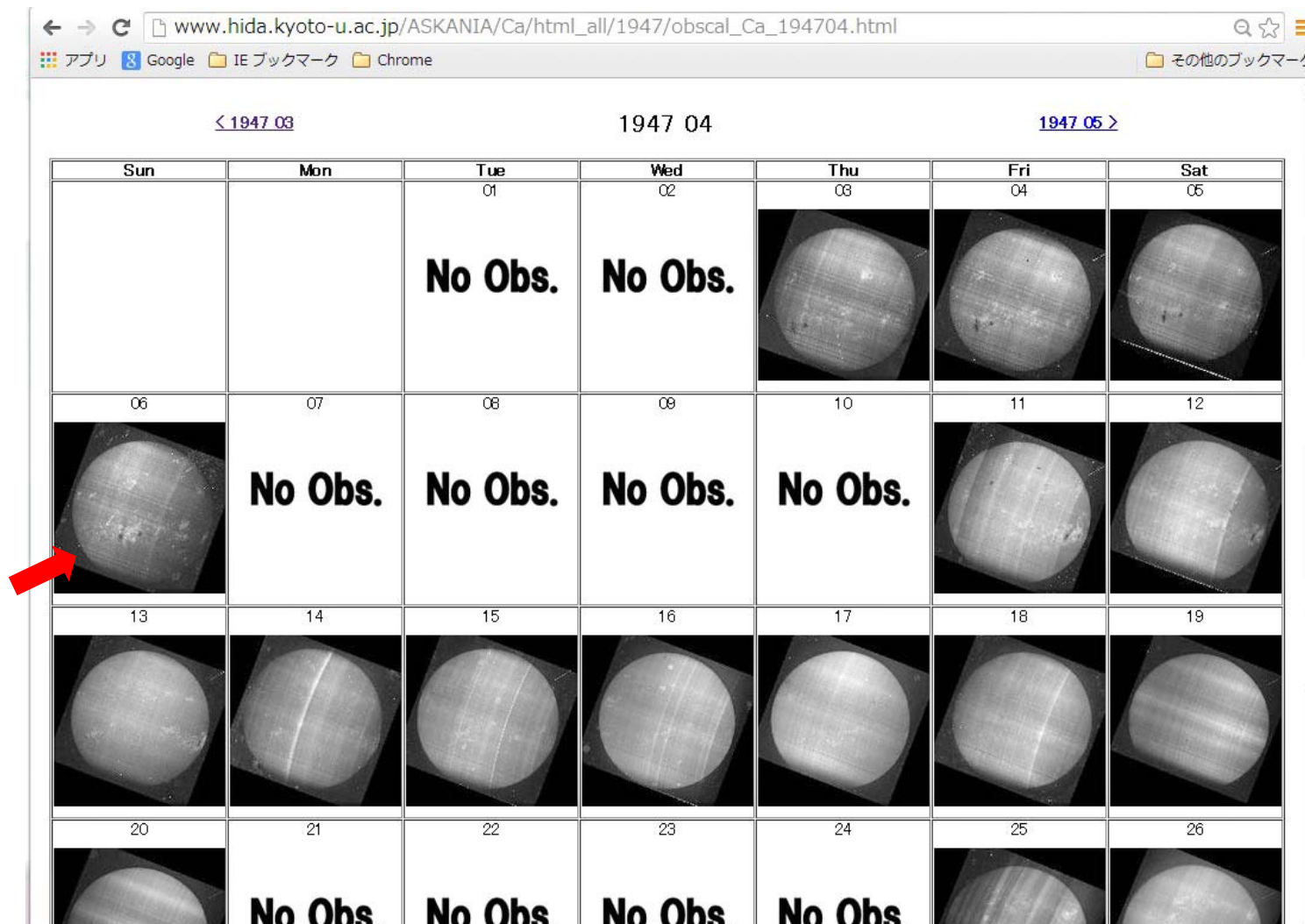
京都大学大学院理学研究科・附属天文台の独自 webサイトでの検索

(2) 探したいデータの年の行まで下がり、該当月をクリックする。



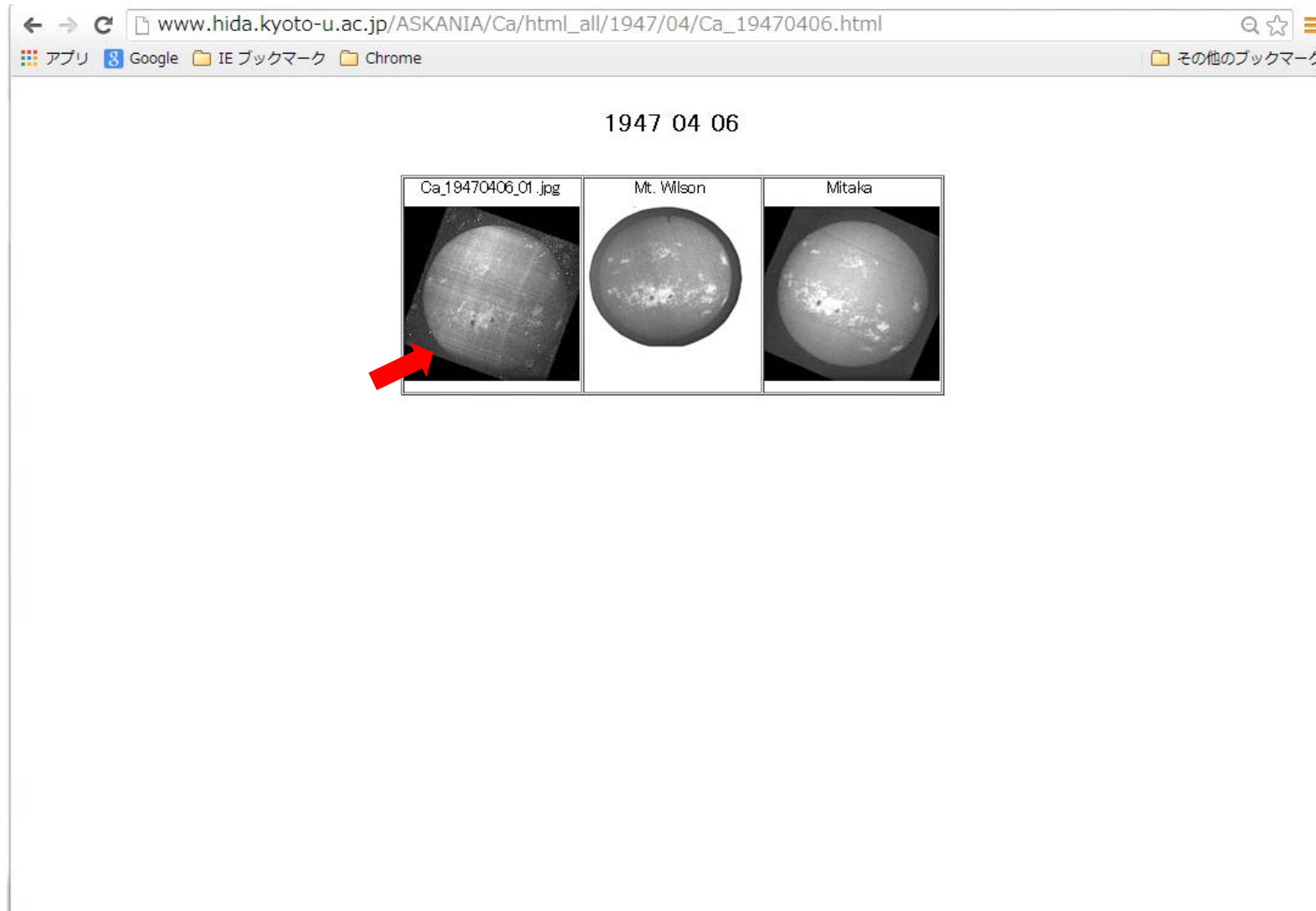
京都大学大学院理学研究科・附属天文台の独自 webサイトでの検索

- (3) 下図の様な当該月のカレンダーが表示される。(各日の欄には、その日に観測データが複数ある場合、一番最初の観測データの縮小画像が表示されている。)
必要としている日の画像をクリックする。



京都大学大学院理学研究科・附属天文台の独自 webサイトでの検索

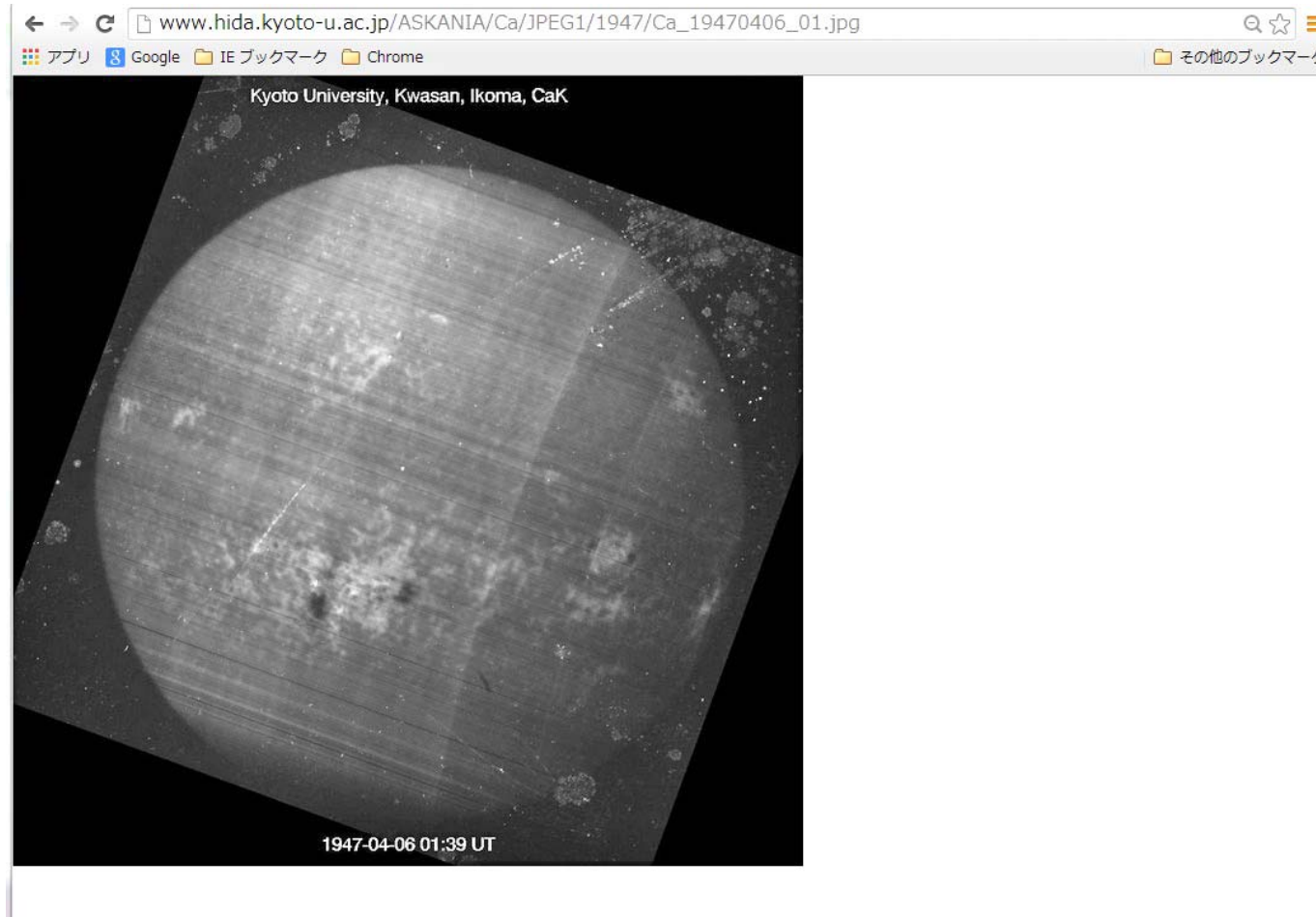
(4) 当該日に観測された全データと、参考資料として他の観測所で観測された画像が一覧表示されるので、当天文台の観測画像をクリックする。



The screenshot shows a web browser window with the address bar containing the URL: www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/html_all/1947/04/Ca_19470406.html. The browser's address bar also shows search, star, and menu icons. Below the address bar, there are tabs for 'アプリ', 'Google', 'IE ブックマーク', and 'Chrome', and a 'その他のブックマーク' button. The main content area displays the date '1947 04 06' and three side-by-side images of the Moon. The first image is labeled 'Ca_19470406_01.jpg' and has a red arrow pointing to its bottom-left corner. The second image is labeled 'Mt. Wilson' and the third is labeled 'Mitaka'. All three images show the Moon's surface with various craters and features.

京都大学大学院理学研究科・附属天文台の独自 webサイトでの検索

- (5) 下図のように、太陽のサイズを揃え、東西南北方向を補正した状態のCa II K線 太陽全面データのクイックルック画像(JPEG)(DisplayData)を閲覧することができる。
Webブラウザの保存機能を用いてダウンロード可。



大学間連携事業IUGONETメタデータ検索サイトでの検索

(1) IUGONET検索システムのwebサイトにアクセス。

URL <http://search.iugonet.org/iugonet/>

The screenshot shows a web browser window displaying the IUGONET Metadata DB search interface. The browser's address bar shows the URL search.iugonet.org/iugonet/. The page features a navigation menu on the left with links for Home, IUGONET MDB, Search Help, Browse Data (Entire Data / Resource, Registration List to IUGONET MDB, Resource Type), and Browse Service. The main content area includes the IUGONET logo and a search form with the following fields: Keyword (with a placeholder and examples like ionosphere, troposphere, magnetosphere, heliosphere), Time (with 'from' and 'to' date-time inputs and a UTC checkbox), and Data Types (with checkboxes for Numerical, Plot / Movie, Data File / Plot, Instrument, and Observatory). A 'Search' button is located below the form. On the right side, there are RSS Feeds for 1.0 and 2.0, a 'Latest Update' section showing the date and time (Oct 31 21:23:01 JST 2014), and a W3C XHTML 1.0 logo. The footer contains copyright information: Copyright © 2009-2012 IUGONET - Feedback, Customized by IUGONET, and Powered by DSpace Software.

大学間連携事業IUGONETメタデータ検索サイトでの検索

- (2) ASKANIAヘリオグラフで撮影したCa線データのクイックルック画像(JPEG)を検索するということで、Keyword欄には「**ASKANIA Ca jpg**」と記入。
例えば1947年4月前半の期間を検索する場合、Time欄には
from「**1947-04-01T00:00:00**」to「**1947-04-15T23:59:59**」と入力。
さらに、個々の画像データファイルを検索するため、Data Types は **Data File/Plot** に
チェックをした上で、Searchボタンをクリック。

The screenshot shows the IUGONET Metadata DB search interface. The search form is filled with the following information:

- Keyword:** ASKANIA Ca jpg
- Time:** from 1947-04-01T00:00:00 to 1947-04-15T23:59:59 [UTC]
- Data Types:** Data Set (Numerical Plot / Movie Data File / Plot Instrument Observatory)

A red arrow points to the Search button.

Copyright © 2009-2012 IUGONET - Feedback

大学間連携事業IUGONETメタデータ検索サイトでの検索

(3) 上記条件の下では、下図の様に9件のJPEG画像が検索された。
検索されたクイックルック画像を閲覧するには、
各々のデータファイルに付記されているURLをクリックする。

The screenshot shows a web browser window displaying the search results for 'ASKANIA Ca.jpg' on the IUGONET search site. The search criteria include 'Time from: 1947-04-01T00:00:00 to 1947-04-15T23:59:59 [UTC]' and 'Data Set: Data File / Plot'. The results show 9 items, with the first four visible. Each item entry includes a 'Data File/Plot' link, start and stop dates, source type, and a parent resource link. Red arrows point to the 'http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470414_01.jpg' links for the first, second, and third items, and the 'http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470405_01.jpg' link for the fourth item.

Search Results

ASKANIA Ca.jpg

Time from: 1947-04-01T00:00:00 to 1947-04-15T23:59:59 [UTC]

Data Set (Numerical Plot / Movie Data File / Plot Instrument Observatory)

Search

Results 1-9 of 9.

Results/Page 10 | Sort items by Relevance | In order Descending | Sort!

Item hits:

Resource Name
Resource Type
Description
Association

spase://IUGONET/Granule/KwasanHidaObs/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470414_01.jpg
Data File/Plot
Start Date: 1947-04-14T01:37:30
Stop Date: 1947-04-14T01:37:30
Source Type: Browse
http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470414_01.jpg ←
Parent resource: spase://IUGONET/DisplayData/KwasanHidaObs/Ca_heliogram_1.q1

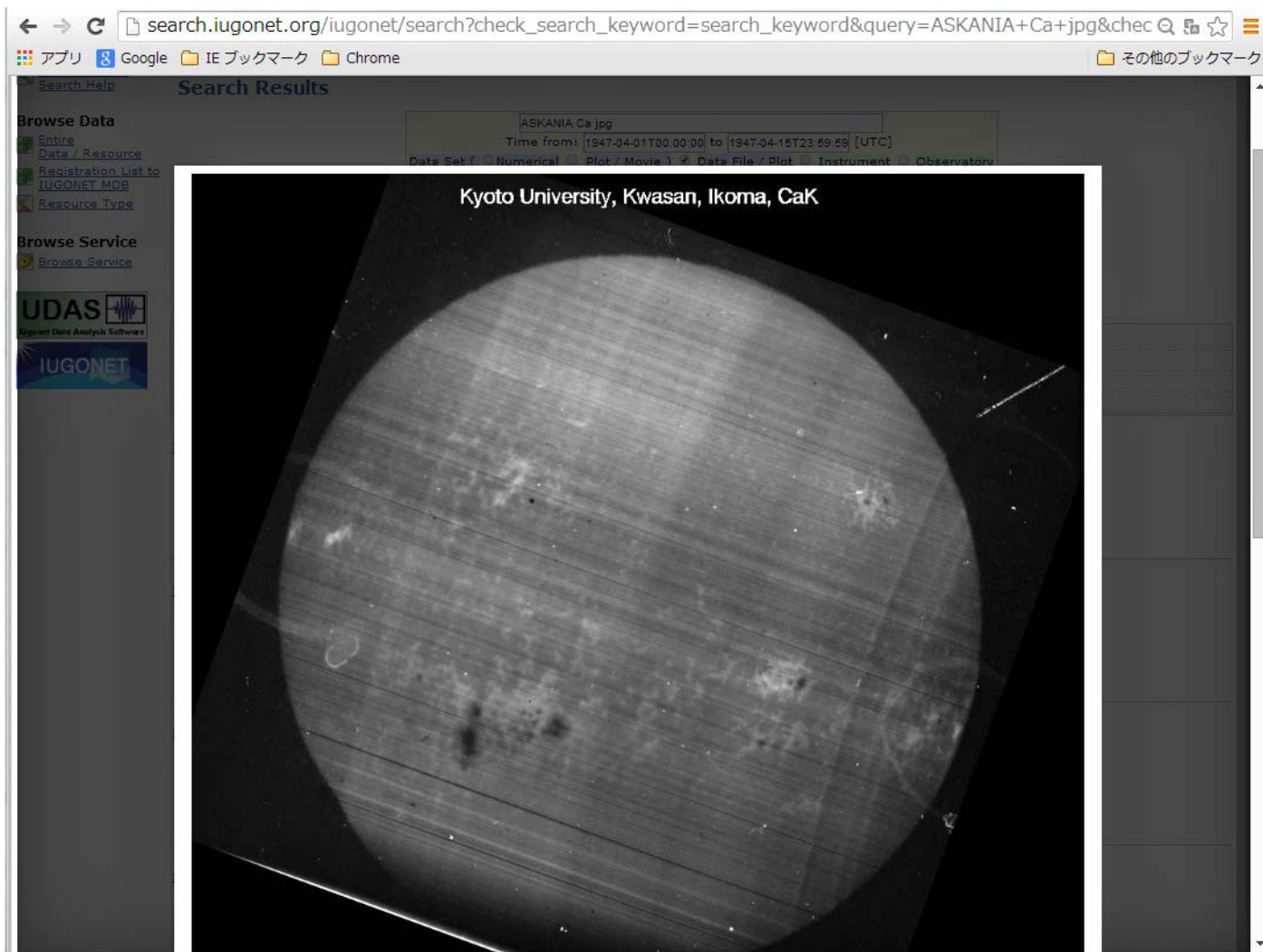
spase://IUGONET/Granule/KwasanHidaObs/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470413_01.jpg
Data File/Plot
Start Date: 1947-04-13T01:32:15
Stop Date: 1947-04-13T01:32:15
Source Type: Browse
http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470413_01.jpg ←
Parent resource: spase://IUGONET/DisplayData/KwasanHidaObs/Ca_heliogram_1.q1

spase://IUGONET/Granule/KwasanHidaObs/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470415_01.jpg
Data File/Plot
Start Date: 1947-04-15T01:41:30
Stop Date: 1947-04-15T01:41:30
Source Type: Browse
http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470415_01.jpg ←
Parent resource: spase://IUGONET/DisplayData/KwasanHidaObs/Ca_heliogram_1.q1

spase://IUGONET/Granule/KwasanHidaObs/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470405_01.jpg
Data File/Plot
Start Date: 1947-04-05T05:19:08
Stop Date: 1947-04-05T05:19:08
Source Type: Browse
http://www.hida.kyoto-u.ac.jp/ASKANIA/Ca/JPEG1/1947/Ca_19470405_01.jpg ←

大学間連携事業IUGONETメタデータ検索サイトでの検索

- (4) 例えば、“Ca_19470405_01.jpg” のURLをクリックした場合、
下図の様にクイックルック画像が表示される。
ブラウザ上でURLを右クリックし、「名前を付けて保存」を選べば、
ダウンロード可。



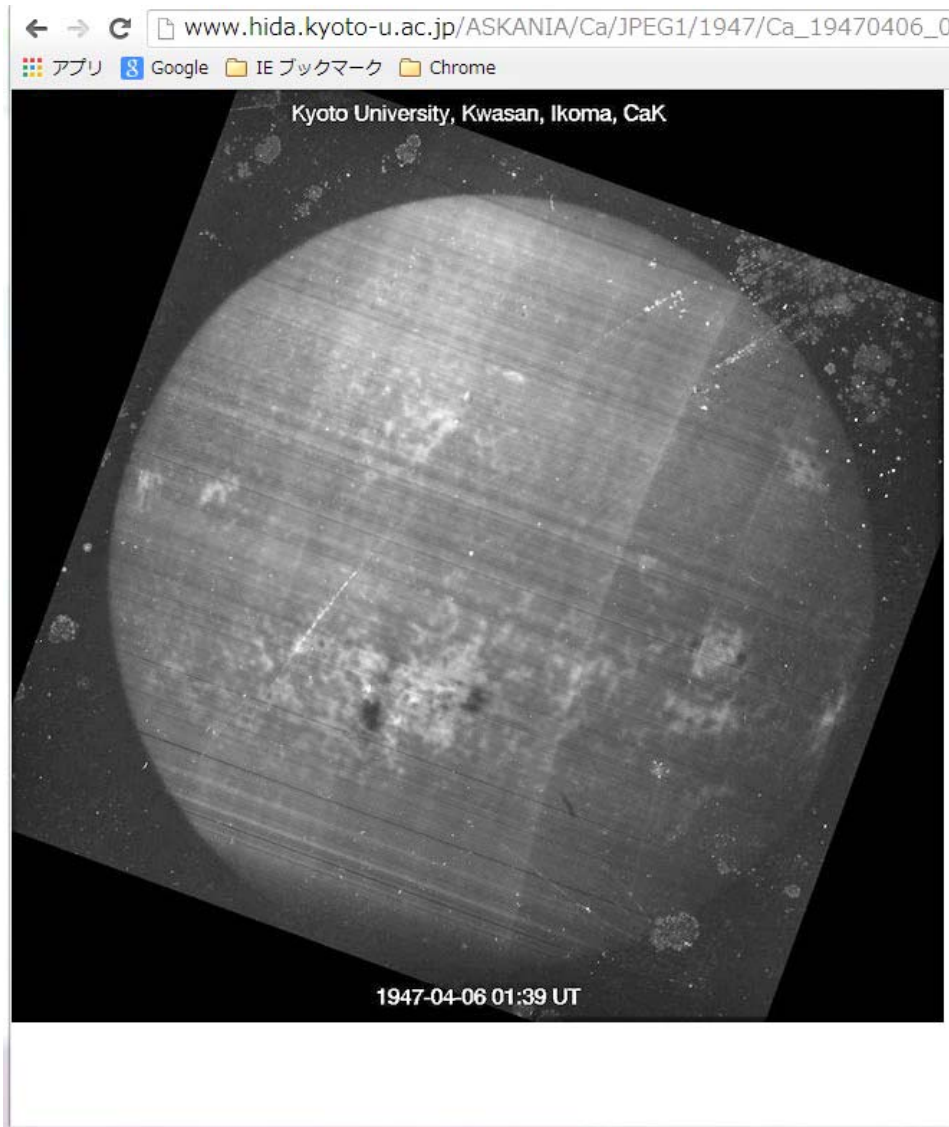
来年度以降の課題

左図のように、スリット幅の不均一性などによる縞状の模様や、天候の変化などによる縞模様ができたりしているケースが多々ある。

これらのパターンを除去して、科学的・定量的な解析にそのまま使用できるような状態にし、FITSに変換する。

それらの実データの公開と、メタデータのIUGONETへの登録作業を進める。

その後、これらのデータに対しても、Plage index の導出を試みる。



終わり