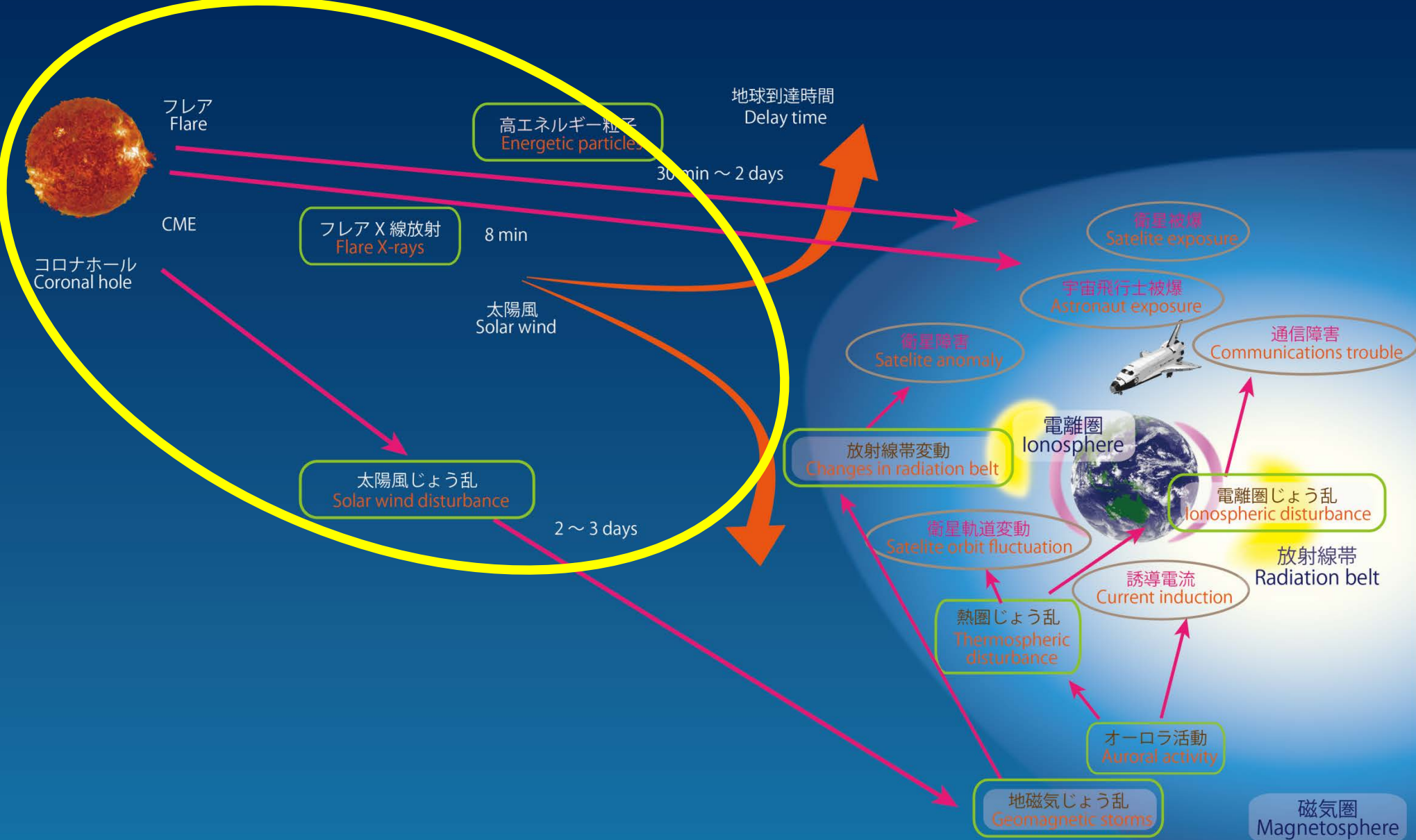


# 宇宙天気講座 太陽編

情報通信研究機構 電磁波計測研究所

宇宙環境インフォマティクス研究室

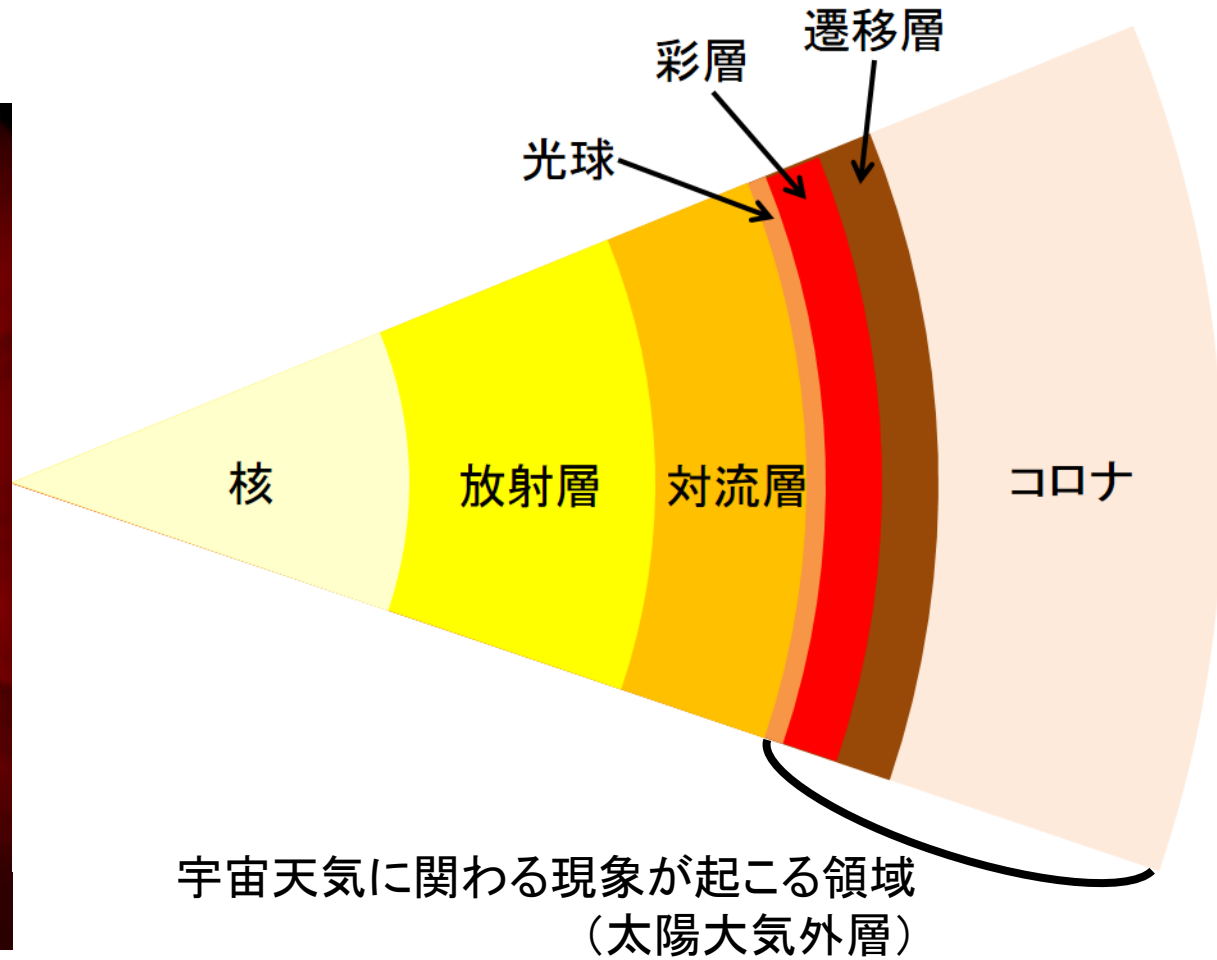
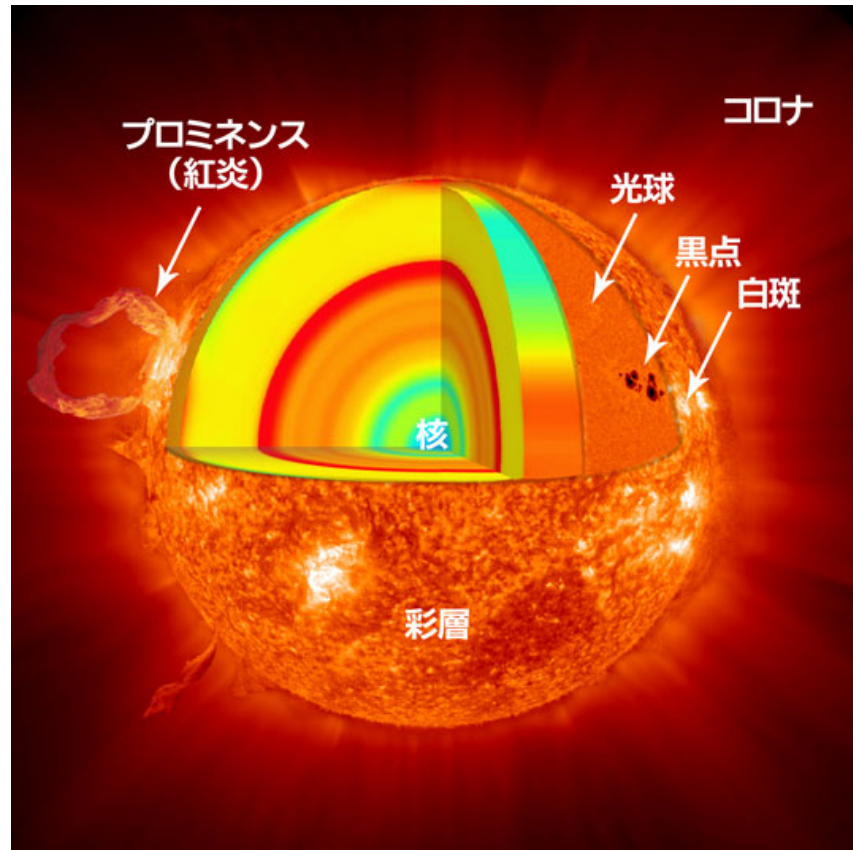
久保勇樹



Space weather : cause and effect  
 宇宙環境じょう乱の発生と障害

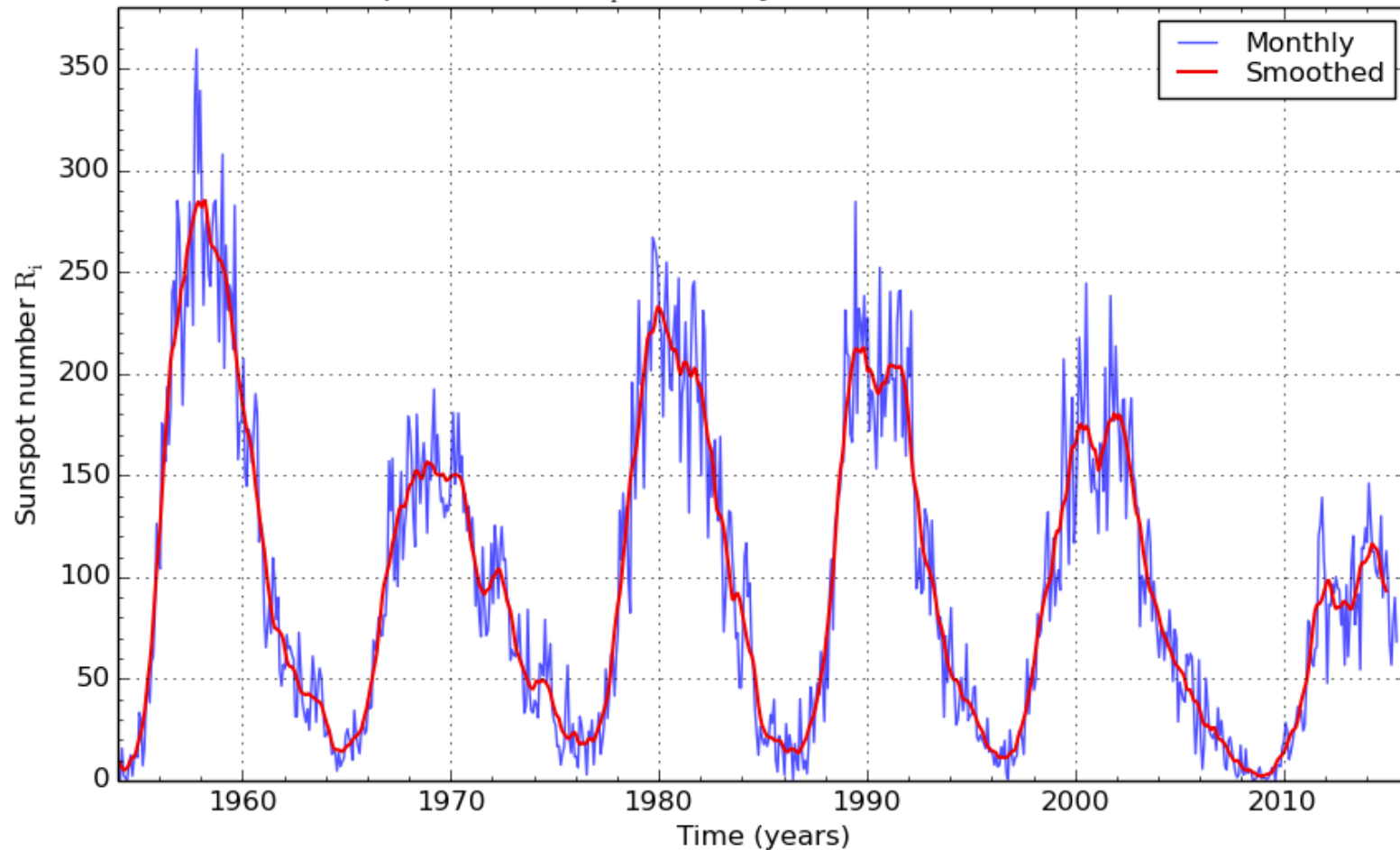
# 太陽の基礎知識

# 太陽の構造



# 黒点が多いと太陽活動が活発

International sunspot number  $R_i$ : monthly mean and 13-month smoothed number



SILSO graphics (<http://sidc.be/silso>) Royal Observatory of Belgium 2015 July 1

# なぜ黒点が多いと活動が活発？

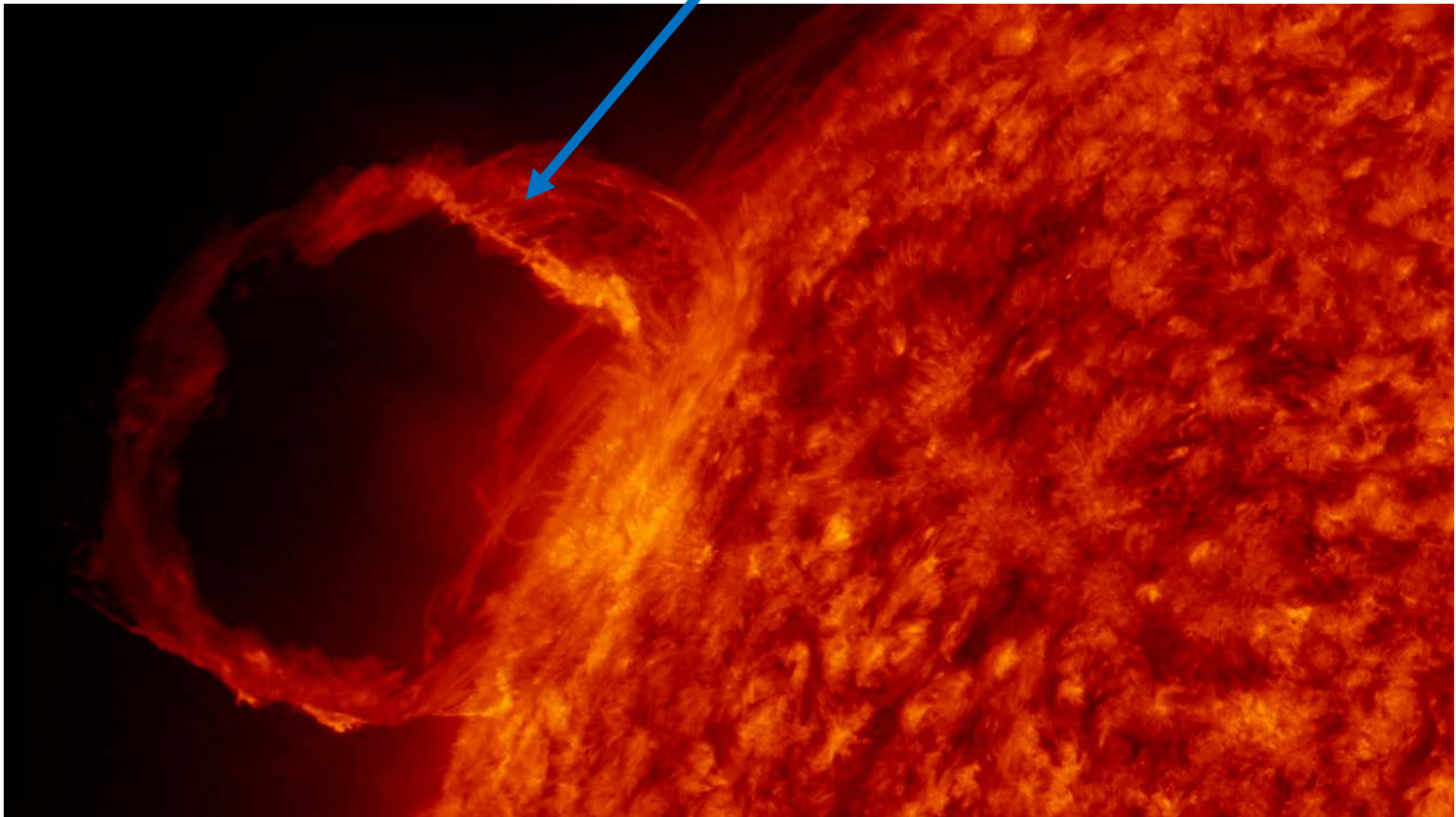
太陽フレアと呼ばれる太陽表面での爆発現象は、ほとんど黒点の周辺で起こる。





# 太陽フレア？

~~これが太陽フレア~~ これはプロミネンス（またはフィラメント）です

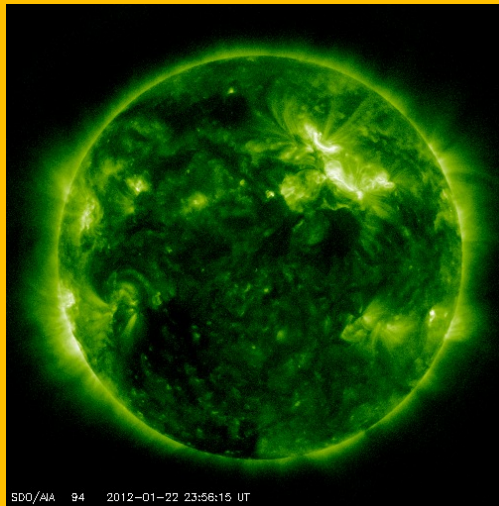
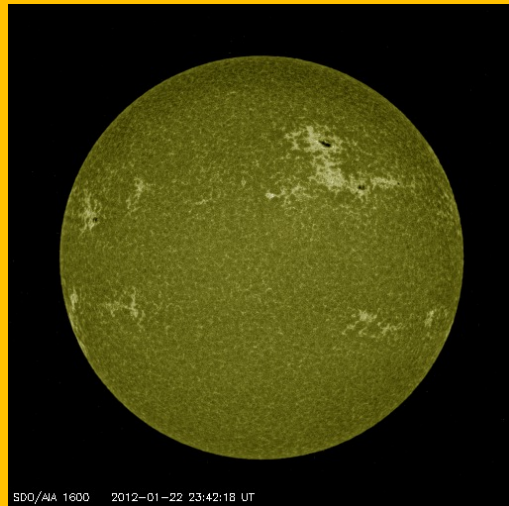
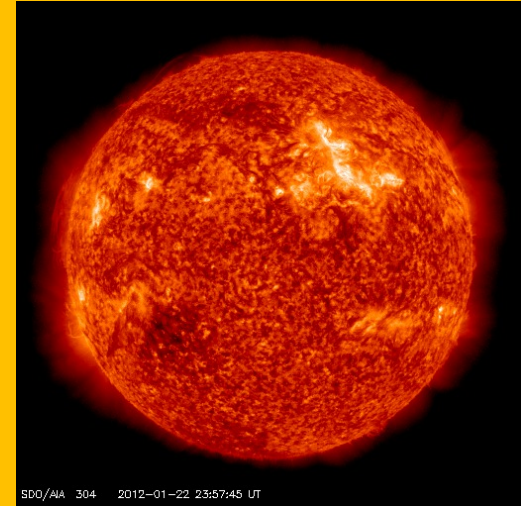
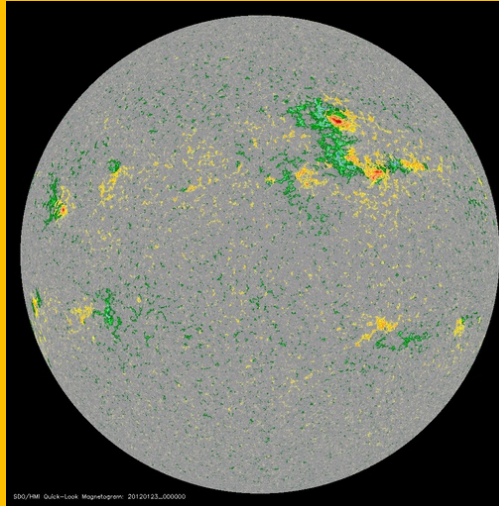
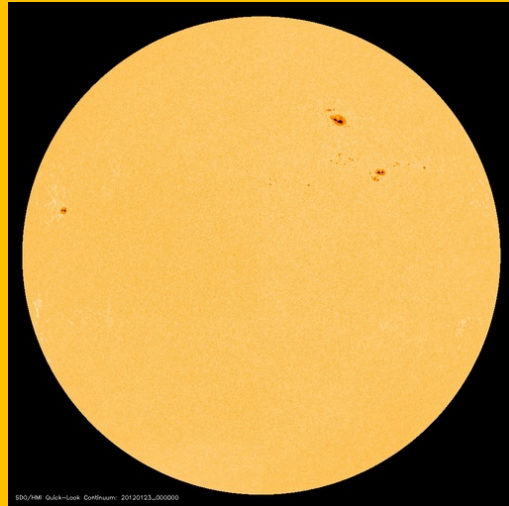


# 宇宙天気予報のための 太陽観測の基礎知識

2012年1月23日の現象を題材に...



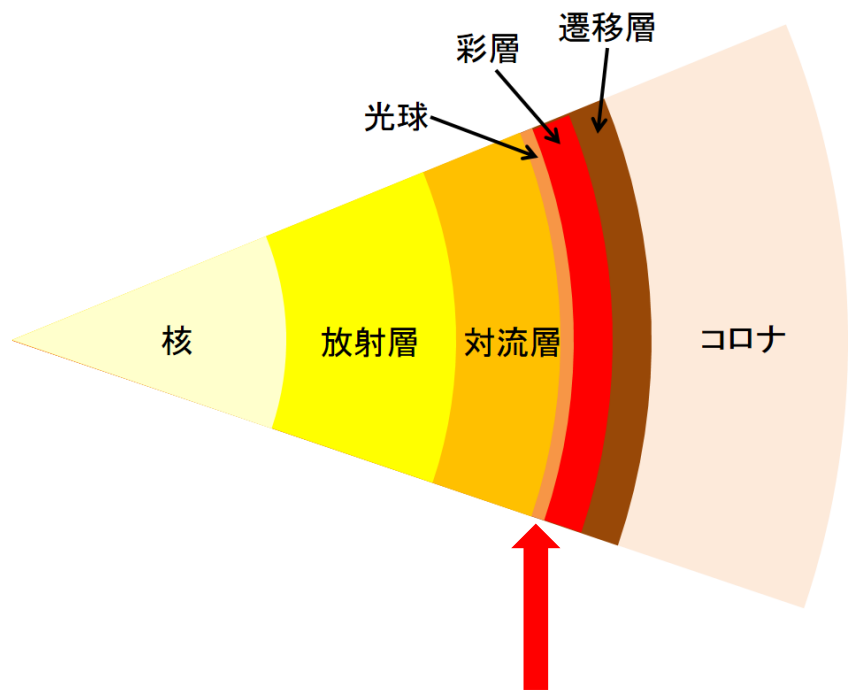
# 太陽そのものの観測



2012年1月23日 00:00UT頃の太陽

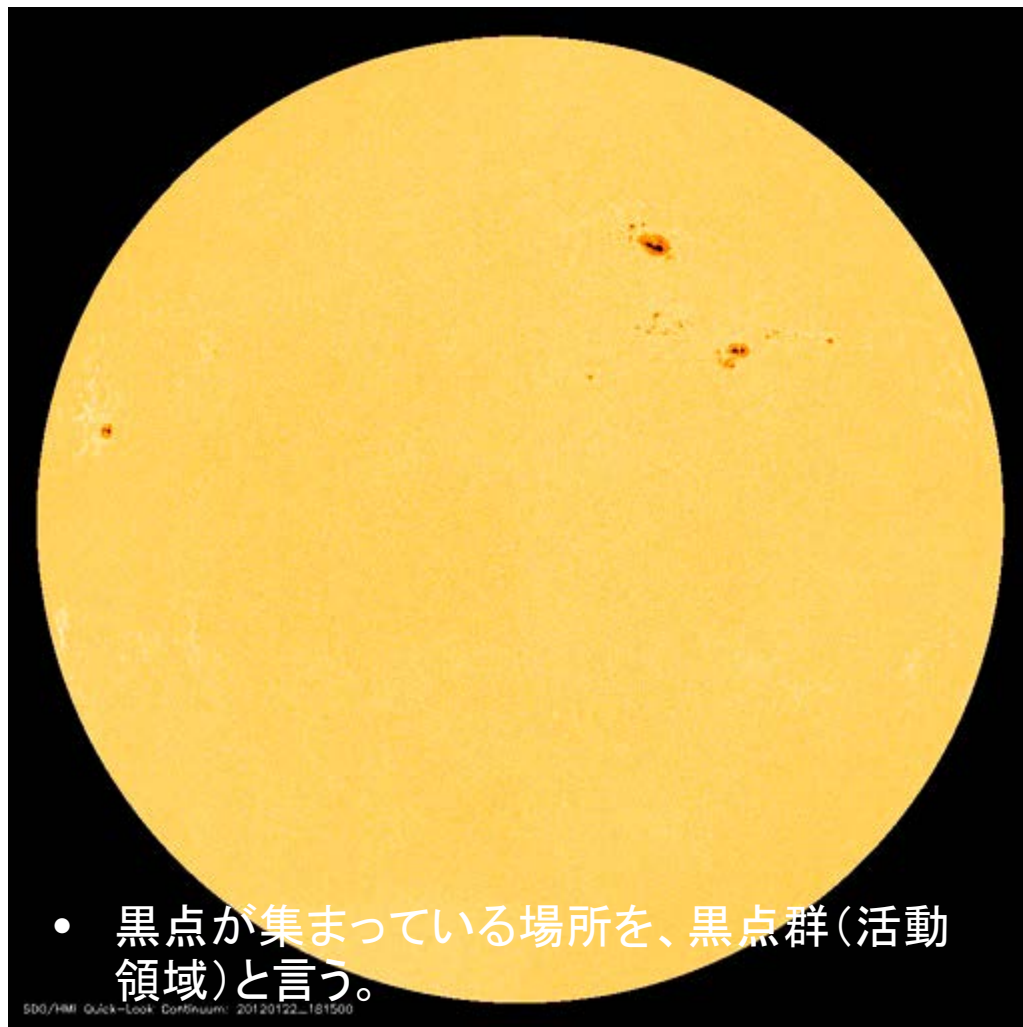
<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

# 可視光：白色光（光球）



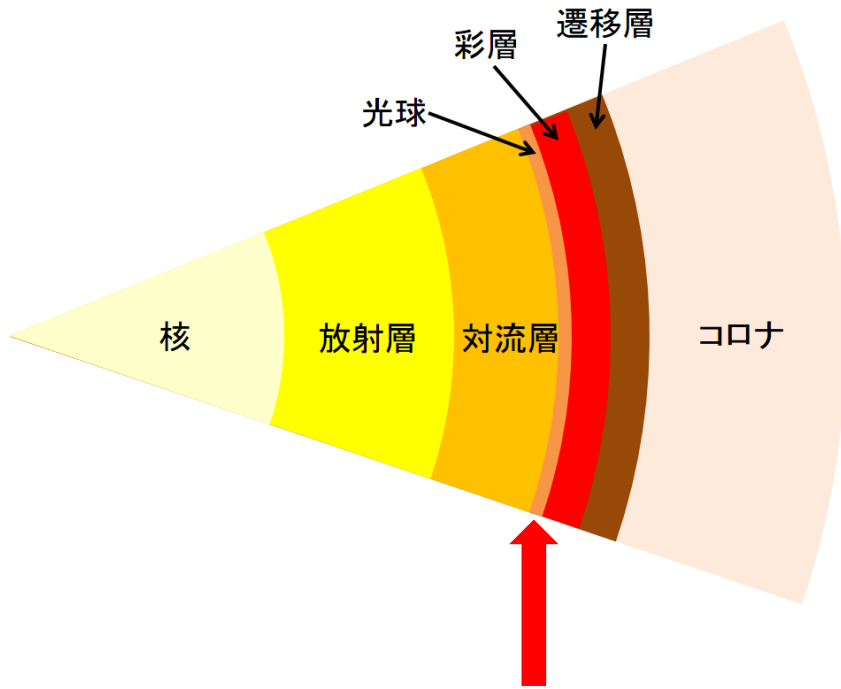
- 黒点の変化が良く見える。
- 黒点が多いとフレアが起こりやすい。

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>



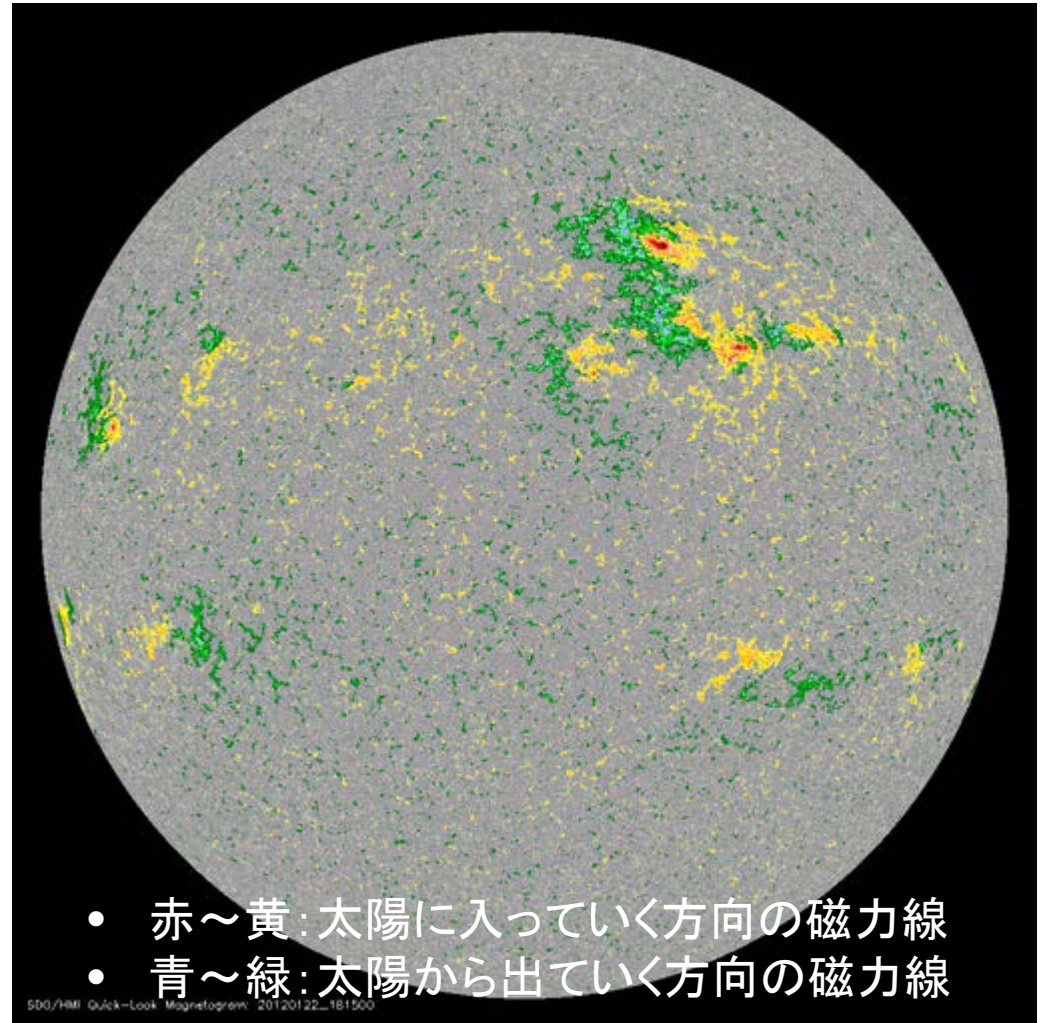
- 黒点が集まっている場所を、黒点群（活動領域）と言う。

# 可視光：波長6173 Å（光球）



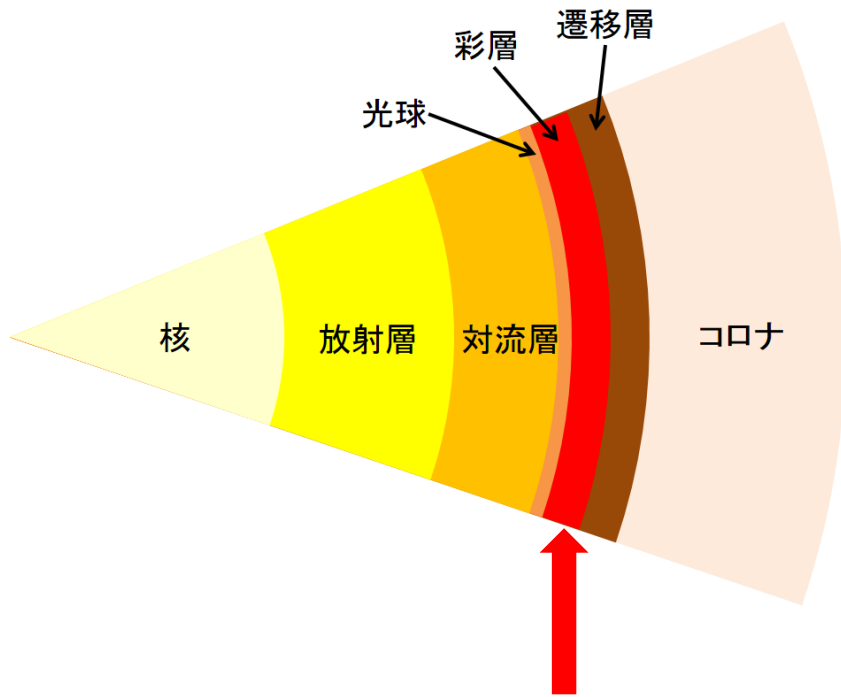
- 黒点の磁場の複雑さが良く見える。
- 複雑な磁場の所でフレアが起きやすい。

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>



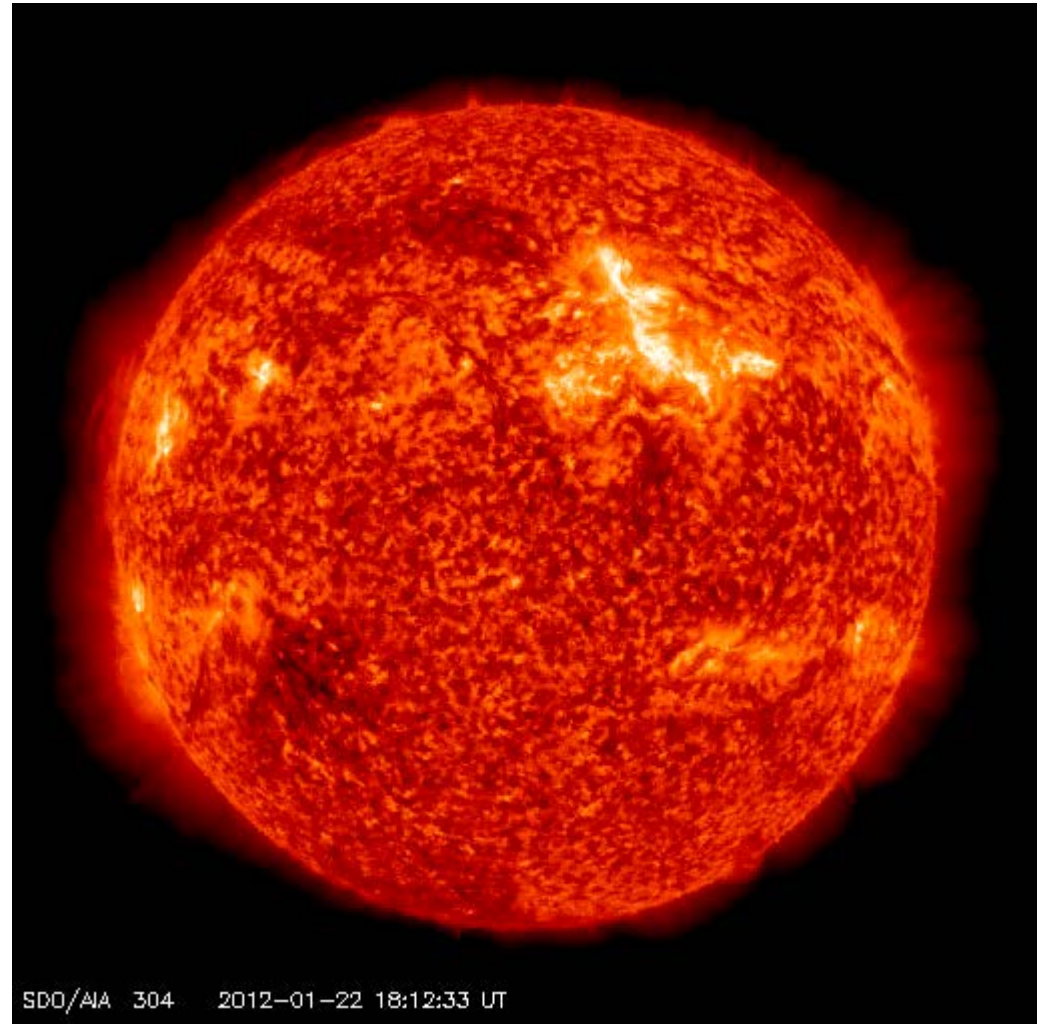


# 紫外線：波長304 Å（彩層）

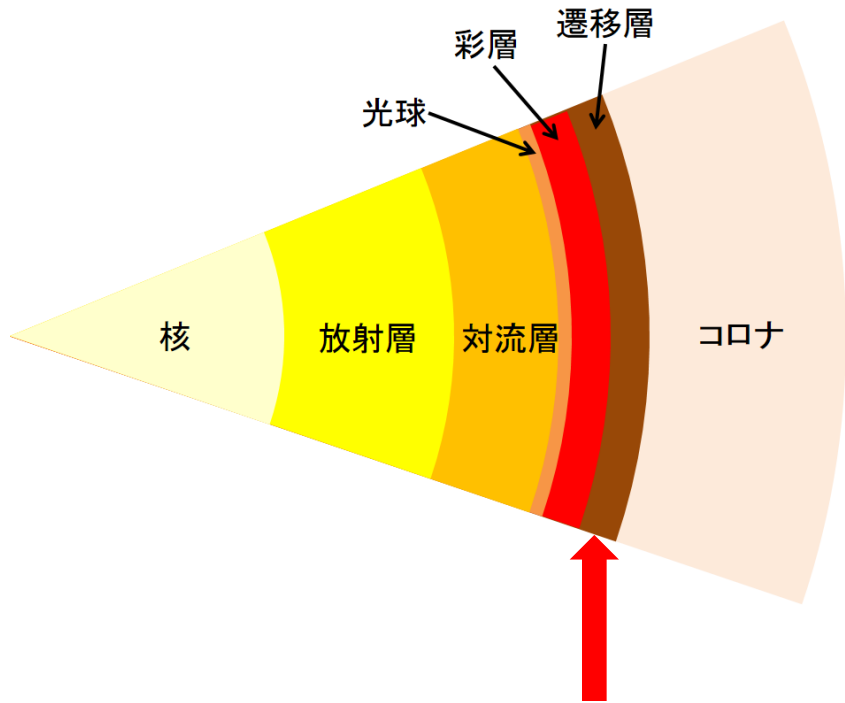


- フィラメント（プロミネンス）が良く見える。
- フィラメントが飛び出すと、フレアやコロナ質量放出（CME）が起こることが多い。

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

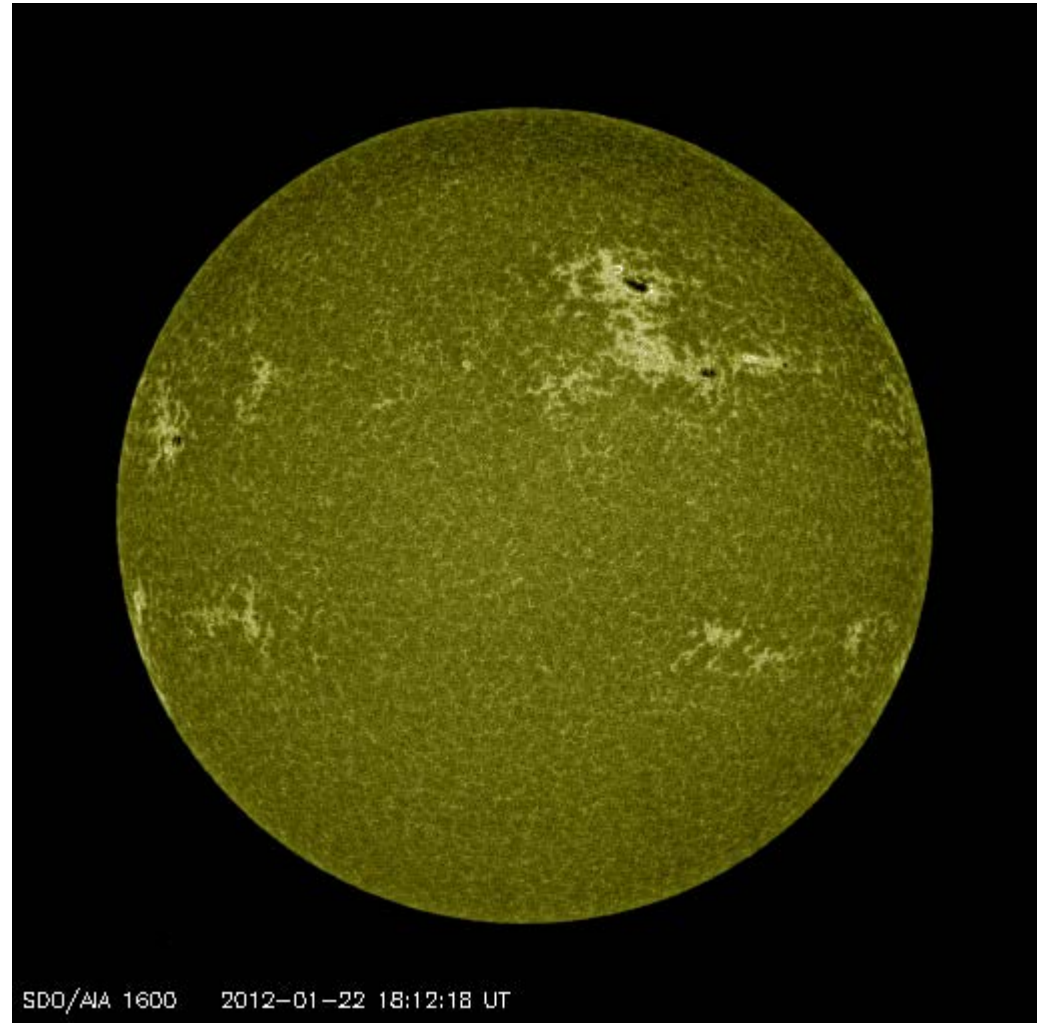


# 紫外線：波長1600 Å（遷移層）

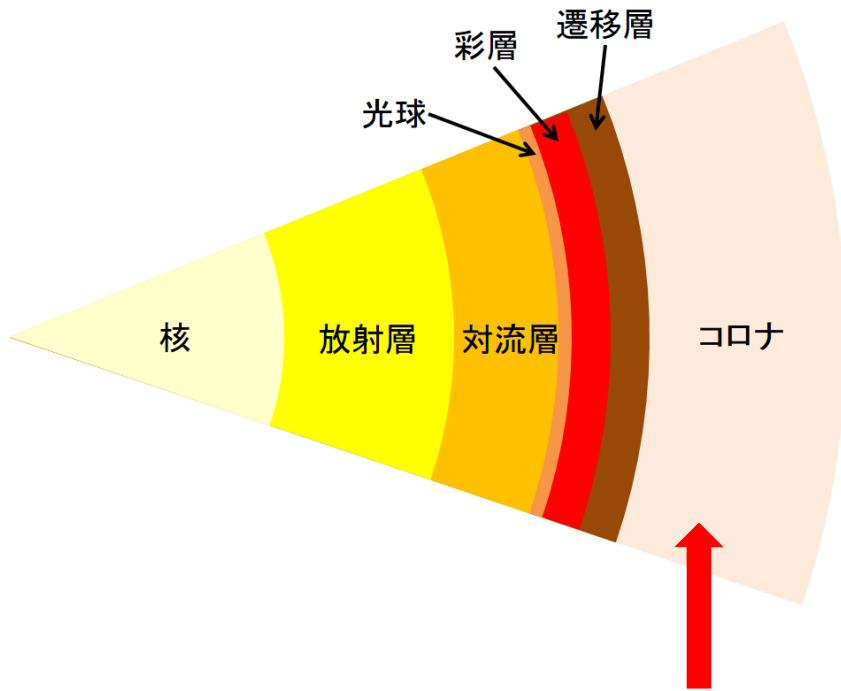


- 黒点群の活動具合がよくわかる。
- 活動が活発な黒点群は小さな発光現象が頻繁に見られる。

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>

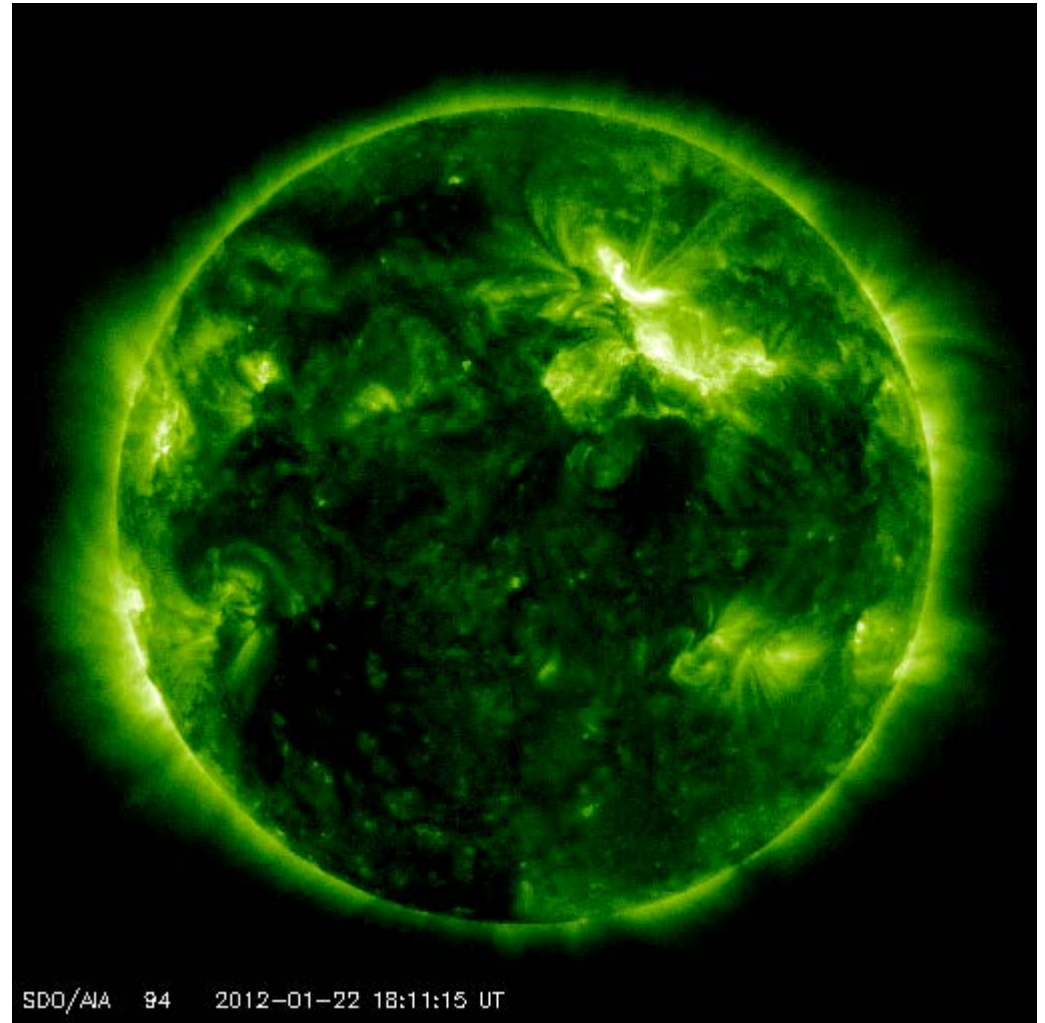


# 紫外線～X線：波長94 Å（コロナ）



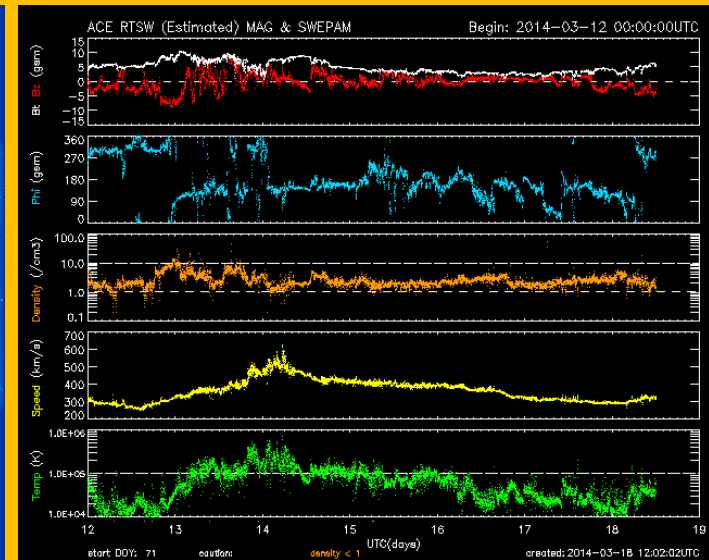
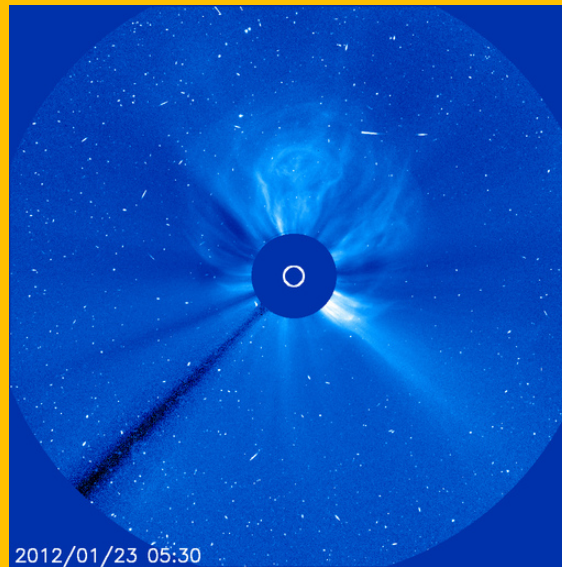
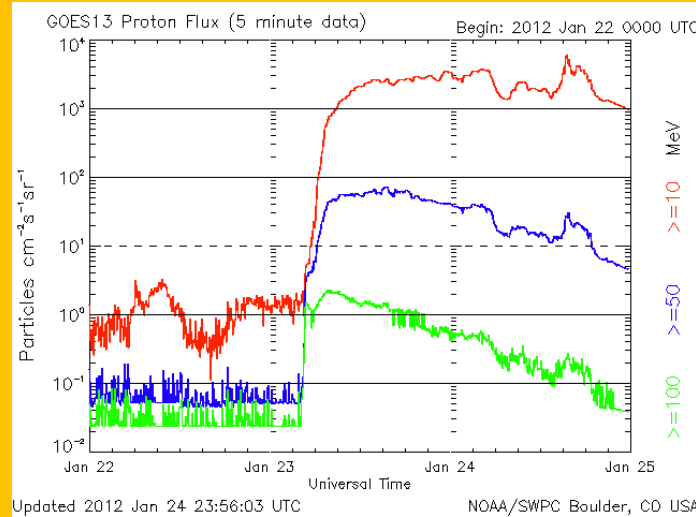
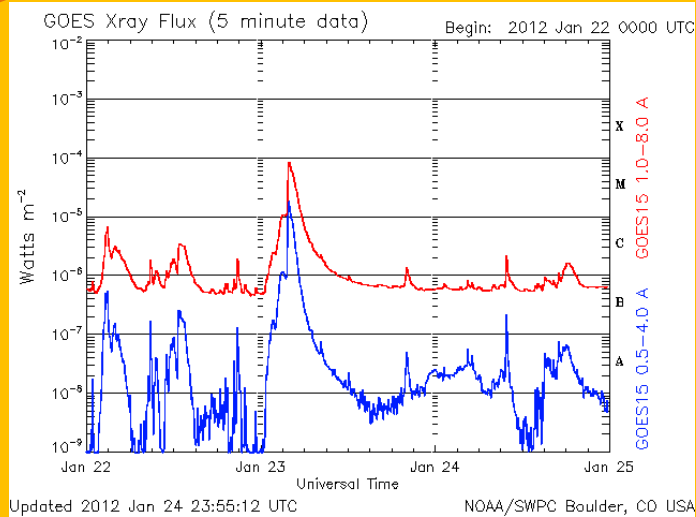
- フレアが起こり光っているのが良く見える。
- 実際に光って見えるので、いつどこでフレアが起こったかよくわかる。

<http://sdo.gsfc.nasa.gov/>





# 太陽からやってくるものの観測



<http://www.swpc.noaa.gov/>  
<http://www.swpc.noaa.gov/ace/>  
<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

# 太陽からやってくるX線（太陽X線）

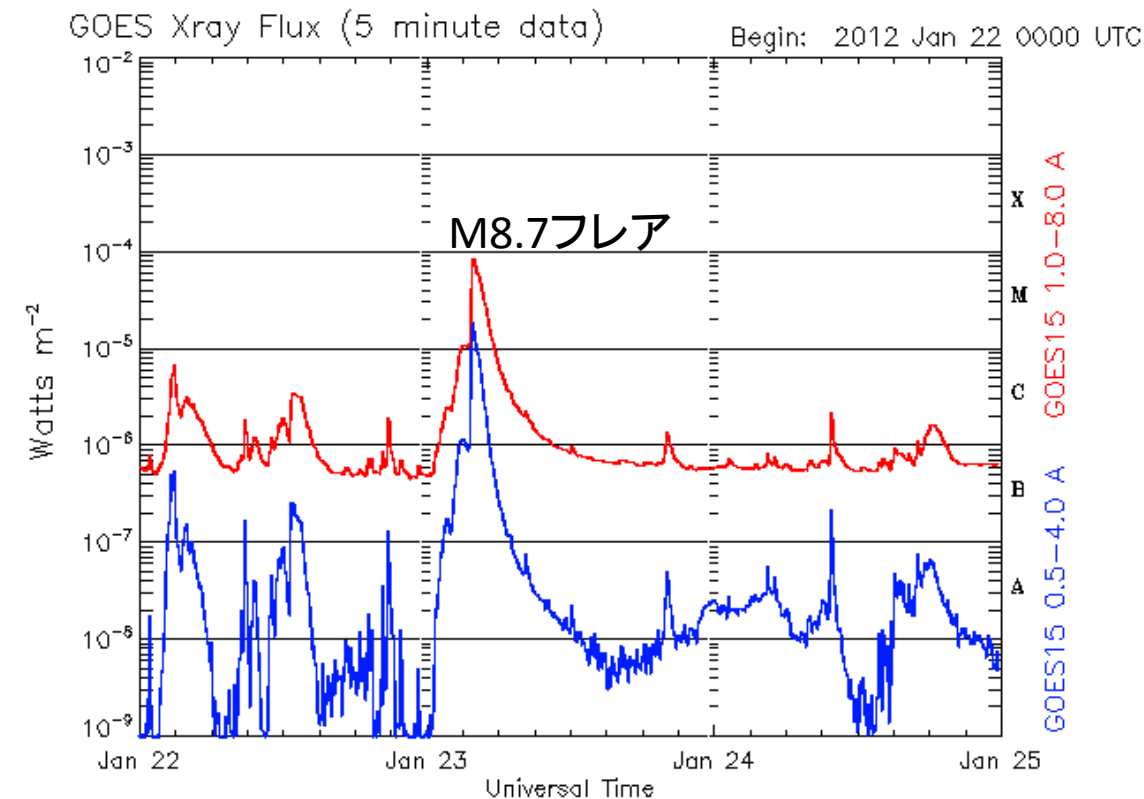
太陽X線とは...  
太陽コロナから放射される。

- 太陽フレアの規模はこの観測（赤い線）から決められている。

最大X線量 $F_x$ (Watts $m^{-2}$ )	太陽フレアの規模	太陽フレア予報
$10^{-8} \leq F_x < 10^{-7}$	A	静穏
$10^{-7} \leq F_x < 10^{-6}$	B	静穏
$10^{-6} \leq F_x < 10^{-5}$	C	やや活発
$10^{-5} \leq F_x < 10^{-4}$	M	活発
$10^{-4} \leq F_x$	X	非常に活発

- 大規模なフレアが起こると、通常の100～1,000倍のX線が地球に降り注ぐ。

➤ デリンジャー現象



Updated 2012 Jan 24 23:55:12 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

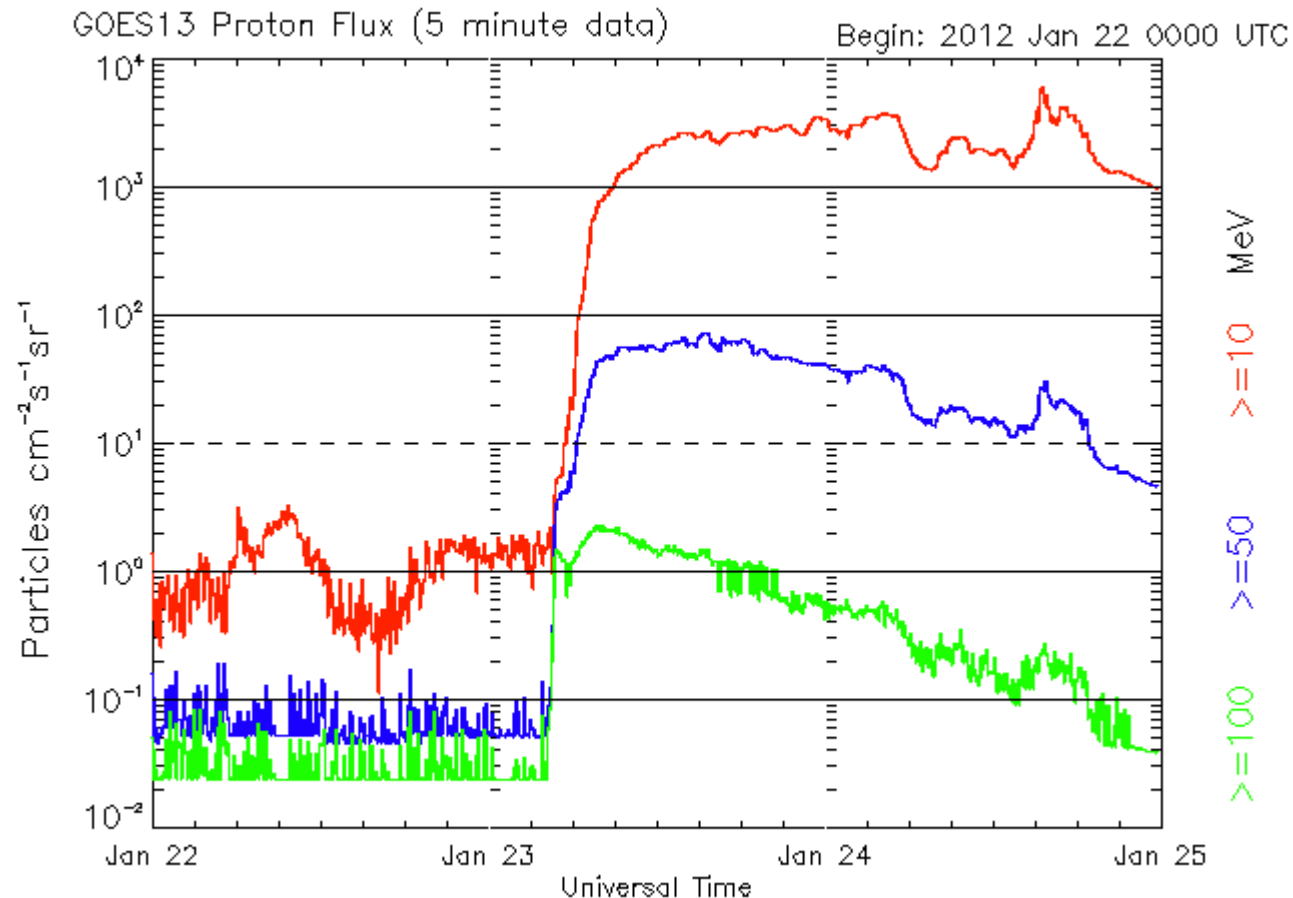
<http://www.swpc.noaa.gov/>

# 太陽からやってくる粒子(太陽プロトン)

太陽プロトンとは...

太陽フレアなどに伴って放出される  
高エネルギーの粒子

- 太陽からやってくる高エネルギー  
粒子の量が分かる。
  - 大規模なプロトン現象が起こると、  
通常の1,000~10,000倍の粒子  
が地球に降り注ぐ。
- 宇宙飛行士の被曝
  - 航空機搭乗員の健康影響
  - 人工衛星等の誤動作
  - 短波通信の途絶(極冠吸収)



Updated 2012 Jan 24 23:56:03 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

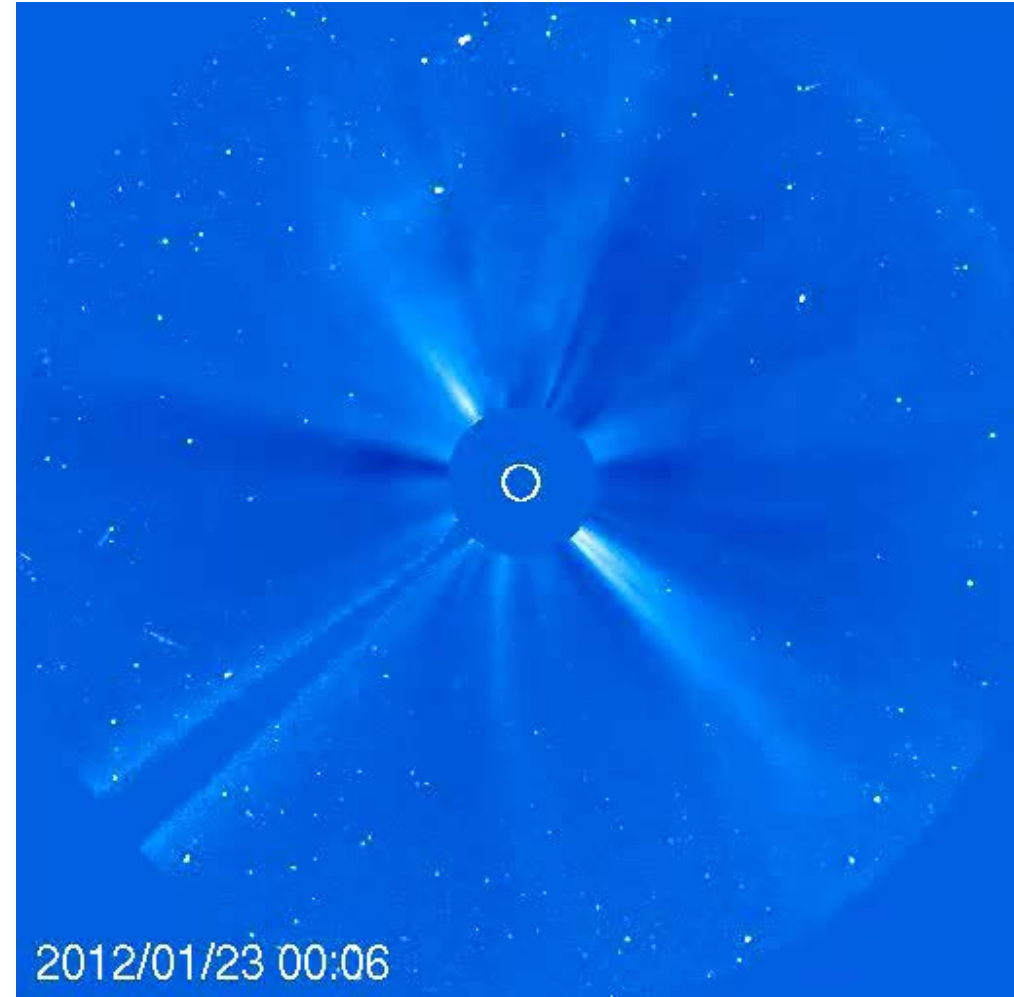
<http://www.swpc.noaa.gov/>

# 電気を帯びたガスの塊 (コロナ質量放出:CME)

CMEとは...

フレアに伴って太陽から噴出される電気を帯びたガスの塊。  
電波放射を伴っていることが多い。

- CMEが飛び出した方向、速さが分かる。
  - 飛び出したCMEが地球の方向に飛んできていると、1～3日後に地球に衝突する。
- 地磁気嵐  
➤ 電離圏嵐



<http://sohowww.nascom.nasa.gov/>

2012/01/23 00:06

# 希薄なガスの定常的な流れ(太陽風)

太陽風とは...

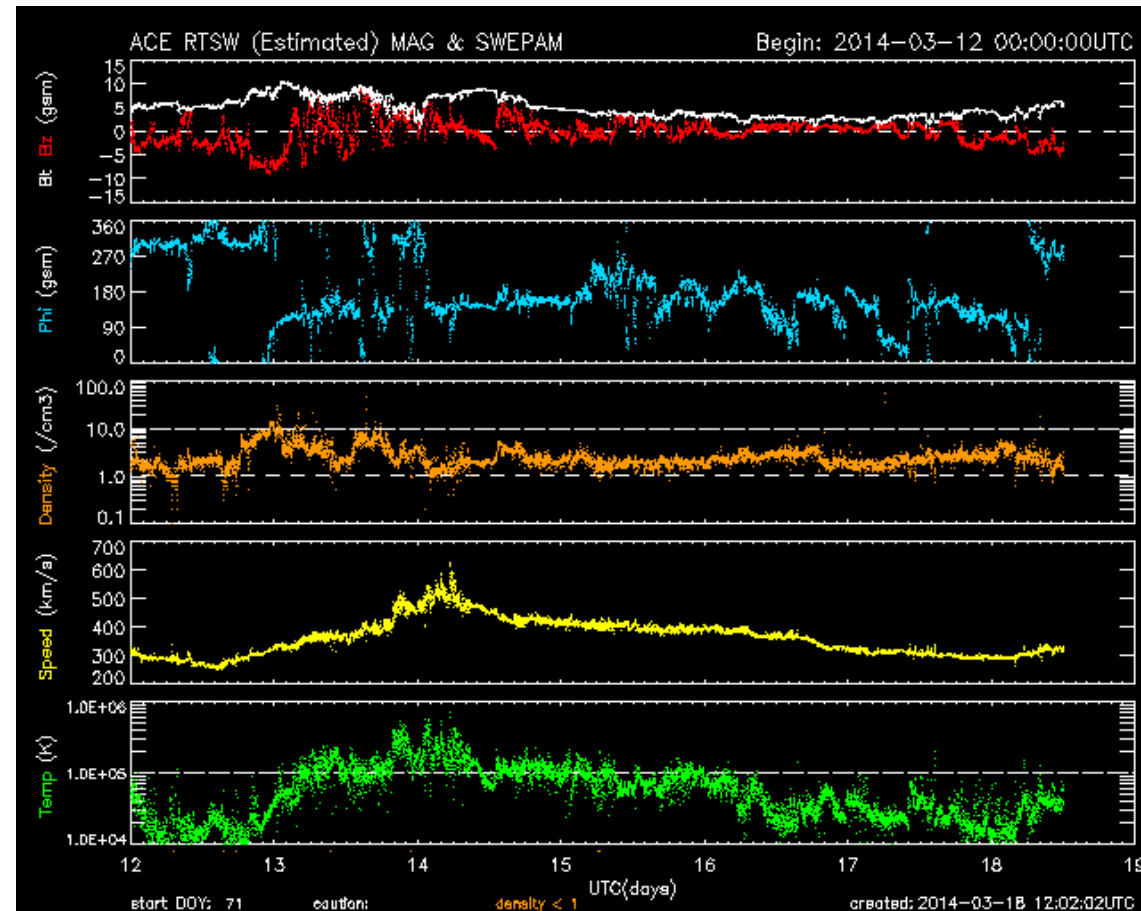
太陽から定常的に流れ出す電気を帯びた希薄なガスの流れ。

ACE衛星で観測されている。

- ACEの観測で太陽風の速度や密度、磁場の強さや方向などが分かる。
- 高速な太陽風が地球に吹きつけると、地磁気が乱される。

➤ 放射線帯電子の増加

<http://www.swpc.noaa.gov/ace/>



ACE衛星が観測した太陽風データ。NICTはこのデータをリアルタイムで受信している。

# NICTの宇宙天気情報

## 太陽編



# NICT宇宙天気情報センター

NICT 宇宙天気情報センター - Mozilla Firefox

swc.nict.go.jp/contents/index.php

swc宇宙天気情報センター  
Japan Space Weather Information Center

HOME 臨時情報 最新の宇宙天気データ 予報 宇宙天気ニュース お問い合わせ

DeskTopViewer (760 X 260)

ひので SOHO 黒点 フレア 無線通信

Hinode/XRT  
3/19 07:34 C4.7 0.76  
3/19 00:23 C4.7 0.76  
3/18 13:56 C3.4 0.47

太陽風(ACE)  
時刻 速度 南北磁場  
JST km/s nT  
12:41 336 -0.6  
-2 340 0.8  
-4 335 0.8  
-6 330 1.7

NOAA 黒点数 : 125  
観測値 F10.7 : 138

地磁気嵐 デリソジャー現象 スポラディックE層

衛星運用

地磁気嵐 高エネルギー電子 高エネルギー粒子

電力・磁気探査 GPS

地磁気嵐

航空機関係 宇宙天気予報

フレア予報 やや活発

地磁気擾乱の予報 静穏

プロトン現象の予報 静穏

Copyright NICT 2014/03/19 12:54 の最新データ

今日の宇宙天気情報

2014/03/18 15:00 更新 宇宙天気情報メール配信サービス 田中

活動領域2002、2010などでCクラスフレアが数回発生し、太陽活動はやや活発でした。  
引き続き今後1日間、太陽活動はやや活発な状態が予想されます。  
太陽風速度は低速な300km/s前後で推移し、地磁気活動は静穏でした。  
引き続き今後数日間、地磁気活動は静穏な状態が予想されます。

2014年2月25日0時39分UTCにX4.9フレア太陽面の東リムで発生

電波伝搬障害研究プロジェクト

宇宙天気豆知識

宇宙天気ニューストピックス

週刊宇宙天気ニュースアーカイブ

ひので SOHO 黒点 フレア 無線通信

Hinode/XRT  
3/19 07:34 C4.7 0.76  
3/19 00:23 C4.7 0.76  
3/18 13:56 C3.4 0.47

太陽風(ACE)  
時刻 速度 南北磁場  
JST km/s nT  
12:41 336 -0.6  
-2 340 0.8  
-4 335 0.8  
-6 330 1.7

NOAA 黒点数 : 125  
観測値 F10.7 : 138

無線通信  
● 稚内 ● 国分寺  
● 山川 ● 沖縄  
地磁気嵐 デリソジャー現象 スポラディックE層

衛星運用  
地磁気嵐 高エネルギー電子 高エネルギー粒子

電力・磁気探査 GPS  
地磁気嵐 地磁気嵐

航空機関係 宇宙天気予報

フレア予報 やや活発

地磁気擾乱の予報 静穏

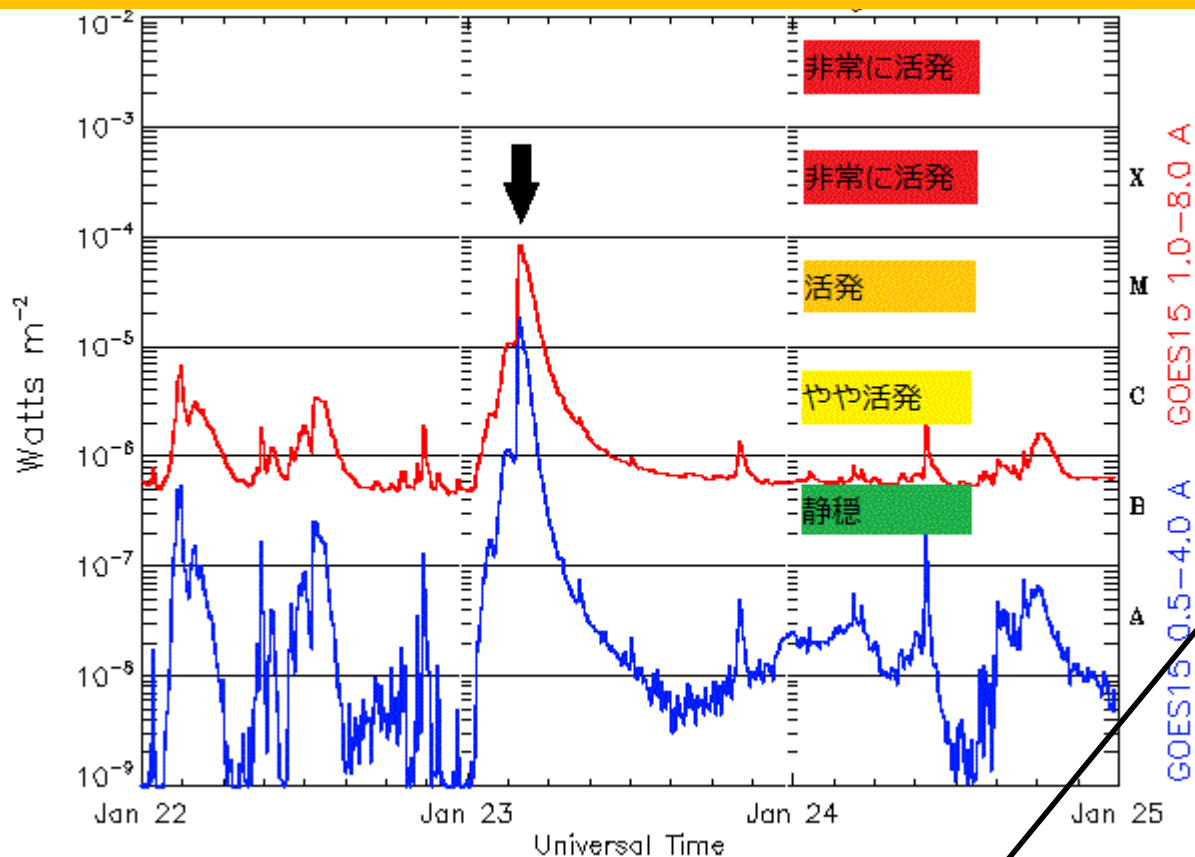
プロトン現象の予報 静穏

Copyright NICT 2014/03/19 12:54 の最新データ

<http://swc.nict.go.jp/contents/index.php>

# 太陽フレア予報

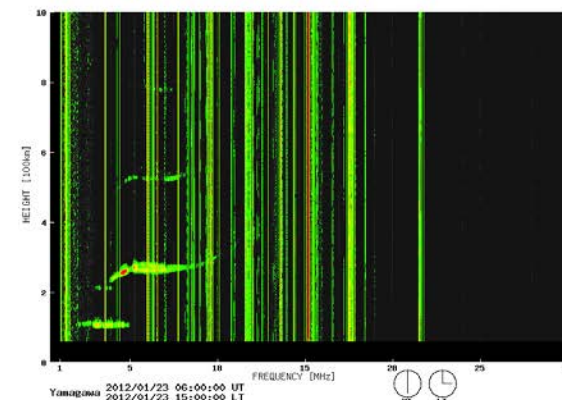
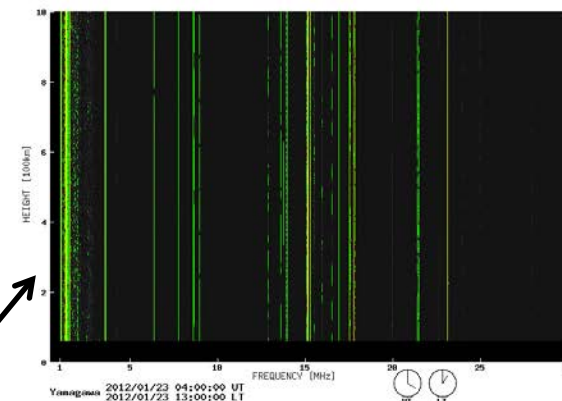
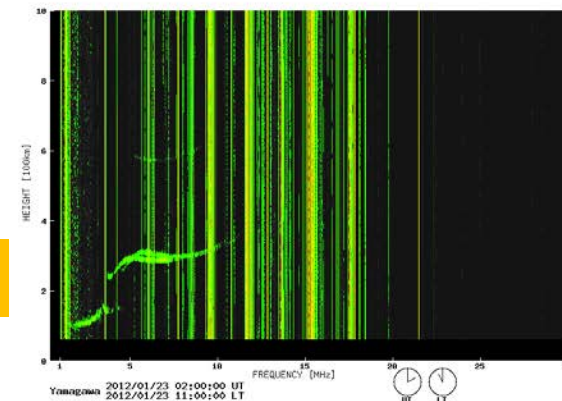
今後1日間に発生すると予想される最大の太陽フレアの規模の予報



Updated 2012 Jan 24 23:55:12 UTC

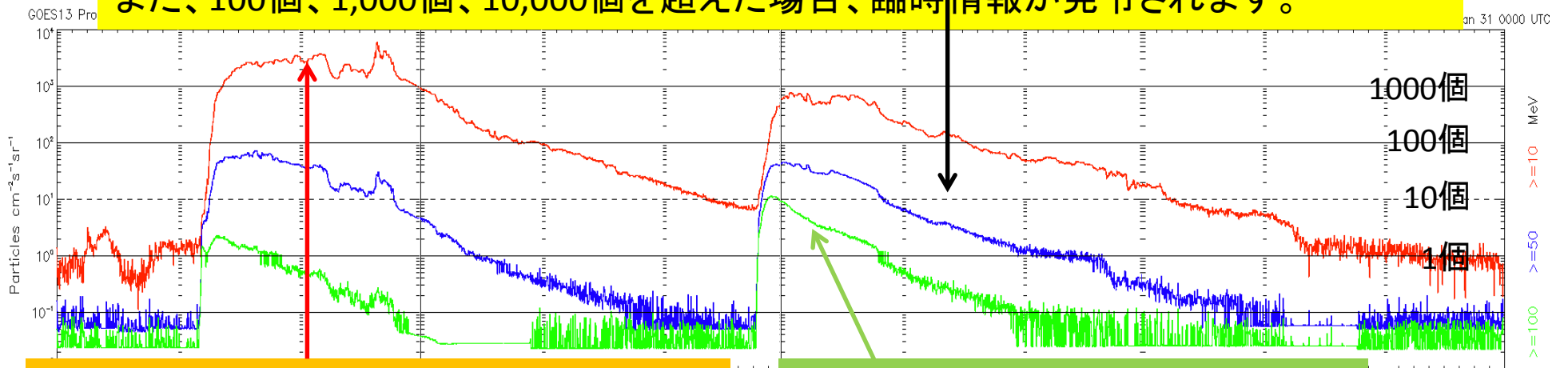
NOAA/SWPC Boulder, CO USA

太陽フレア予報が活発、非常に活発の場合  
→デリンジャー現象が起こる可能性が高いです。



# プロトン現象情報

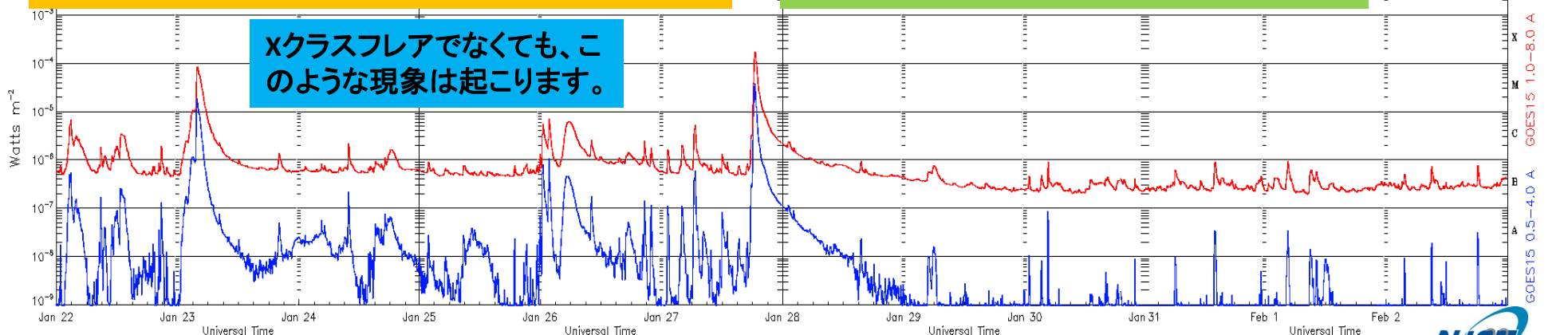
赤線(10MeV以上のエネルギーのプロトン)が点線(10個  $\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1} \text{sr}^{-1}$ )を超えた場合、プロトン現象発生のお知らせを出しています。  
また、100個、1,000個、10,000個を超えた場合、臨時情報が発令されます。



赤線が1000個を超える場合、通信障害(北・南極付近で通信電波が吸収される)が起こる可能性が高いです。

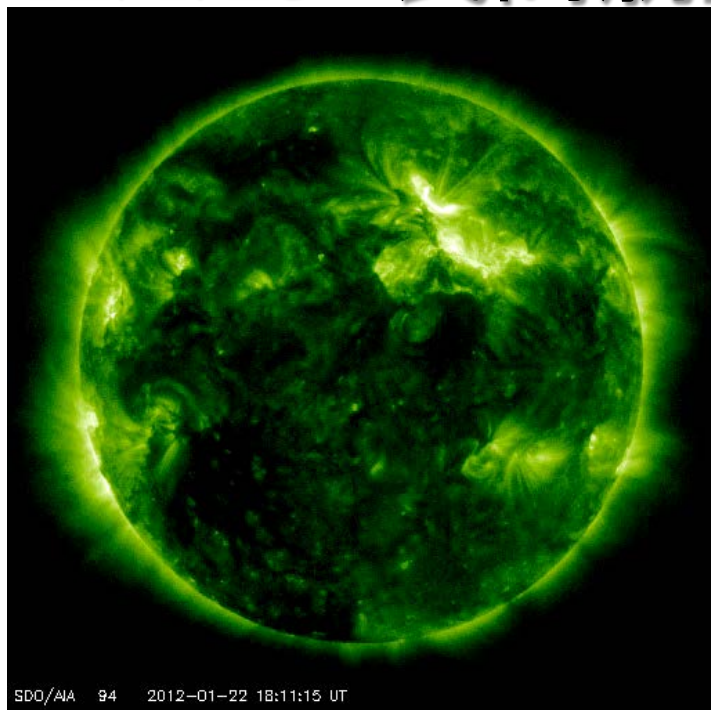
緑線が1個を超える場合、宇宙飛行士などの被曝線量が増える可能性があります。

Xクラスフレアでなくても、このような現象は起こります。





# 2012/1/23 民間航空機が飛行ルート変更



Delta diverts polar flights due to solar storm | Reuters - Mozilla Firefox

www.reuters.com/article/2012/01/24/us-delta-id...

**REUTERS** EDITION: U.S.

Business Markets World Politics Tech

WestlawNext  
Hear what Ed and others are saying

"IT MEANS PRODUCT"  
EDWARD DEU  
MCELROY, DEL

**UNITED POLAR ROUTES**

**Delta diverts polar flights due to solar storm**

21人がすすめています。Facebookにアカウント登録して、友達のおすす  
めを見てみましょう。

Tweet 96

Share 13

Share this

Email

Print

**Related News**

Sun hurls strong geomagnetic storm toward Earth  
Mon, Jan 23 2012

2011 was ninth-warmest year since 1880: NASA  
Thu, Jan 19 2012

US airlines seen profitable despite economic woes  
Wed, Jan 18 2012

US airlines boost domestic long-haul fares  
Fri, Jan 13 2012

**MORE REUTERS RESULTS FOR:**

...s airline polar route"

...ot aims for record-breaking polar flight  
2011

...Glass build-up found in NATO F-16 engine-US  
2010

...d-up found in NATO F-16 engine: US official  
2010

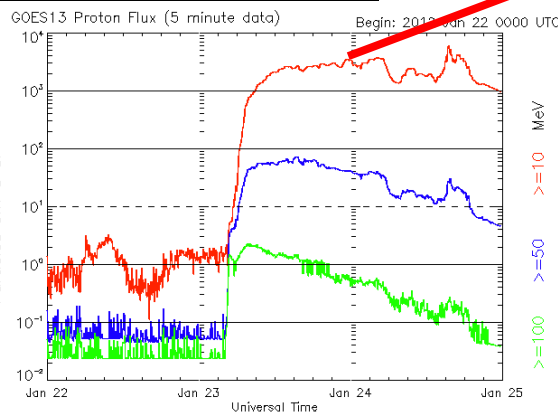
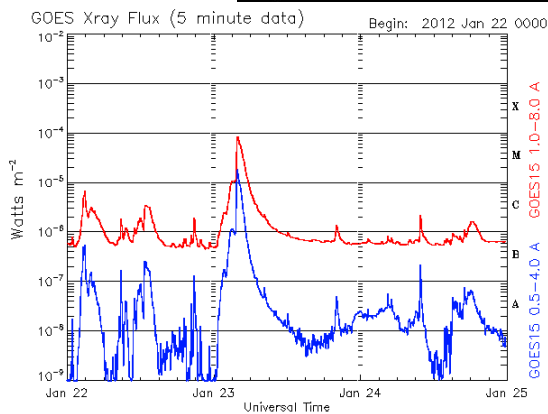
...y going green to shrink fuel costs  
2009

**Reuters**

Twitter RSS YouTube

Login or register

Latest from My Wire

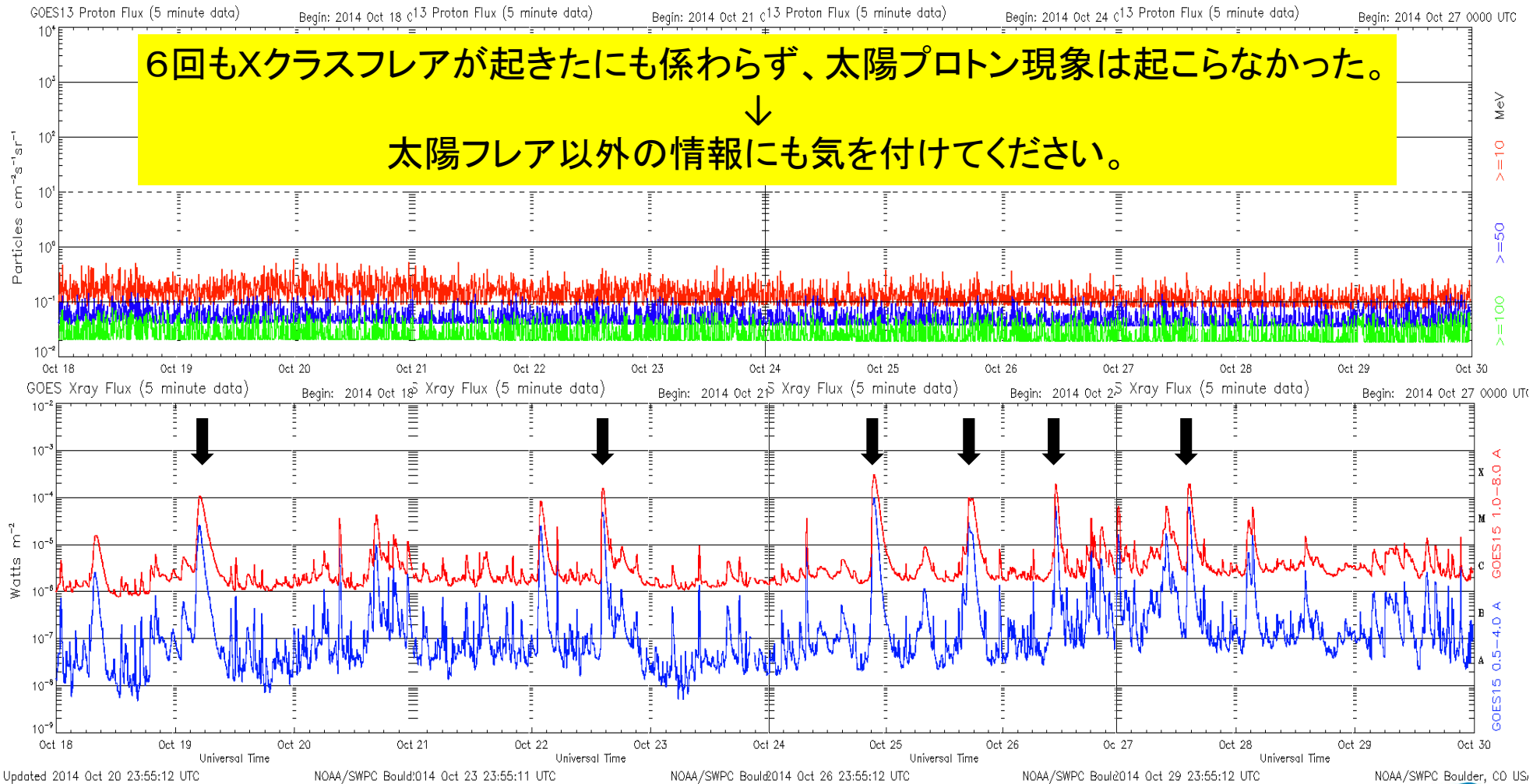


Updated 2012 Jan 24 23:55:12 UTC

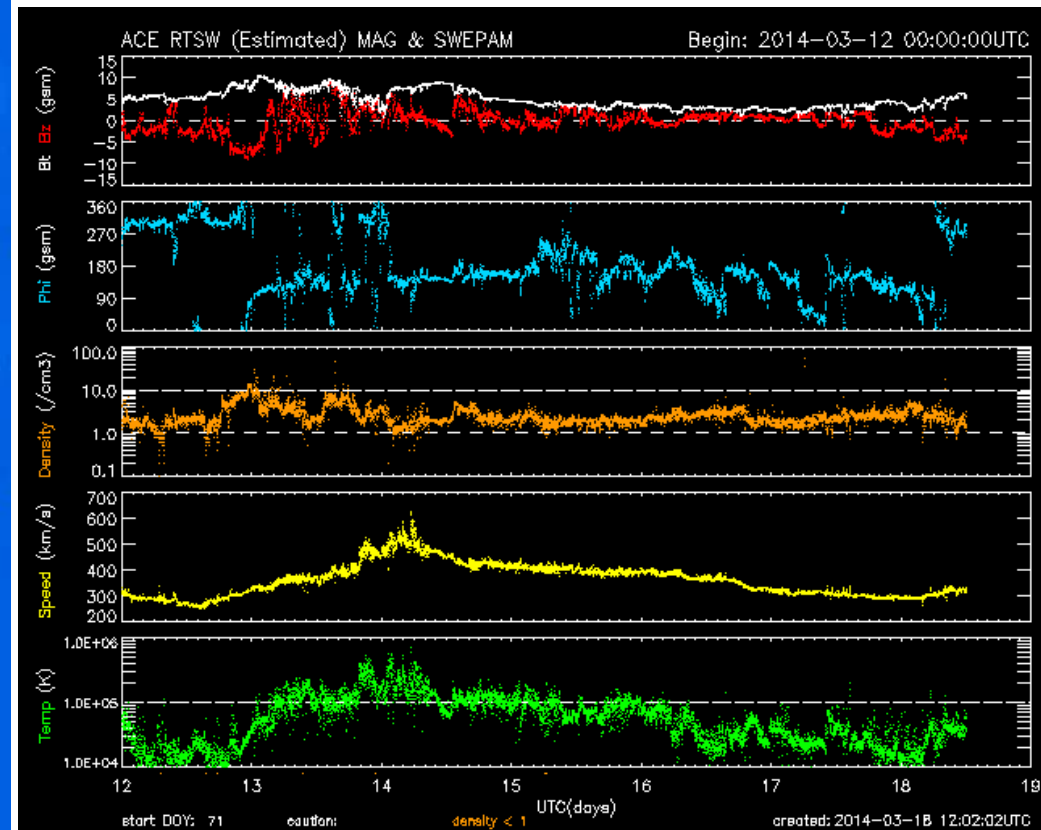
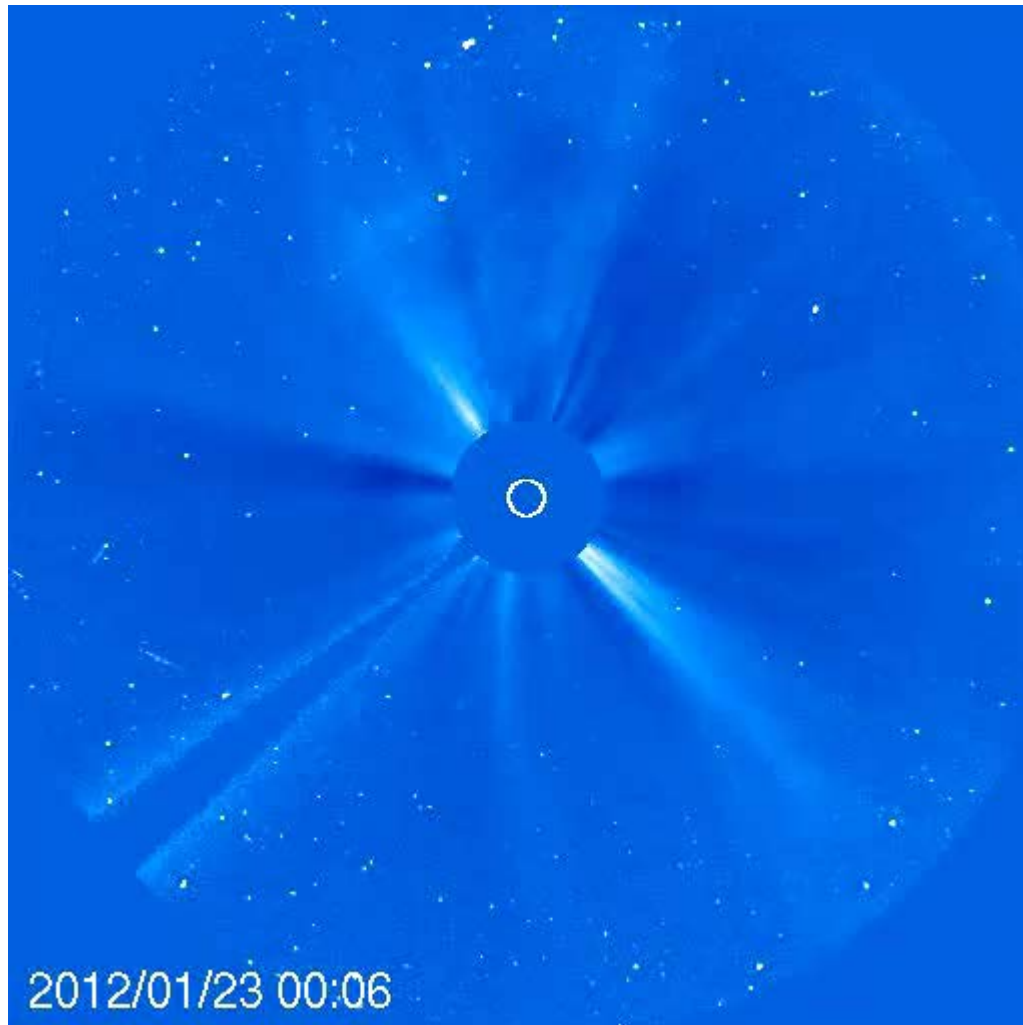
NOAA/SWPC Boulder, CO Updated 2012 Jan 24 23:56:03 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

# フレア以外の情報にも気を付けて！！



# 地磁気擾乱予報







磁気圏編へ...