

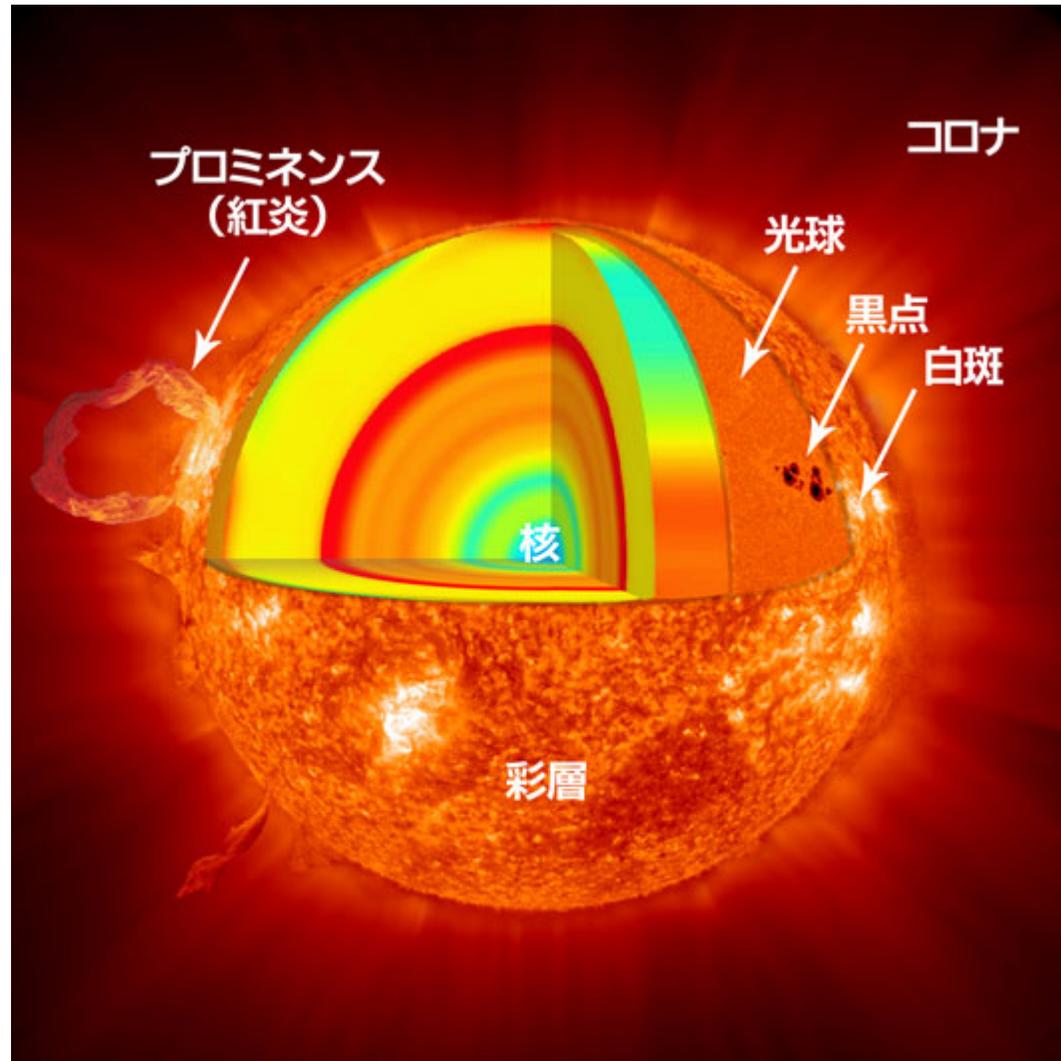
# 宇宙天気ミニ講座

太陽編

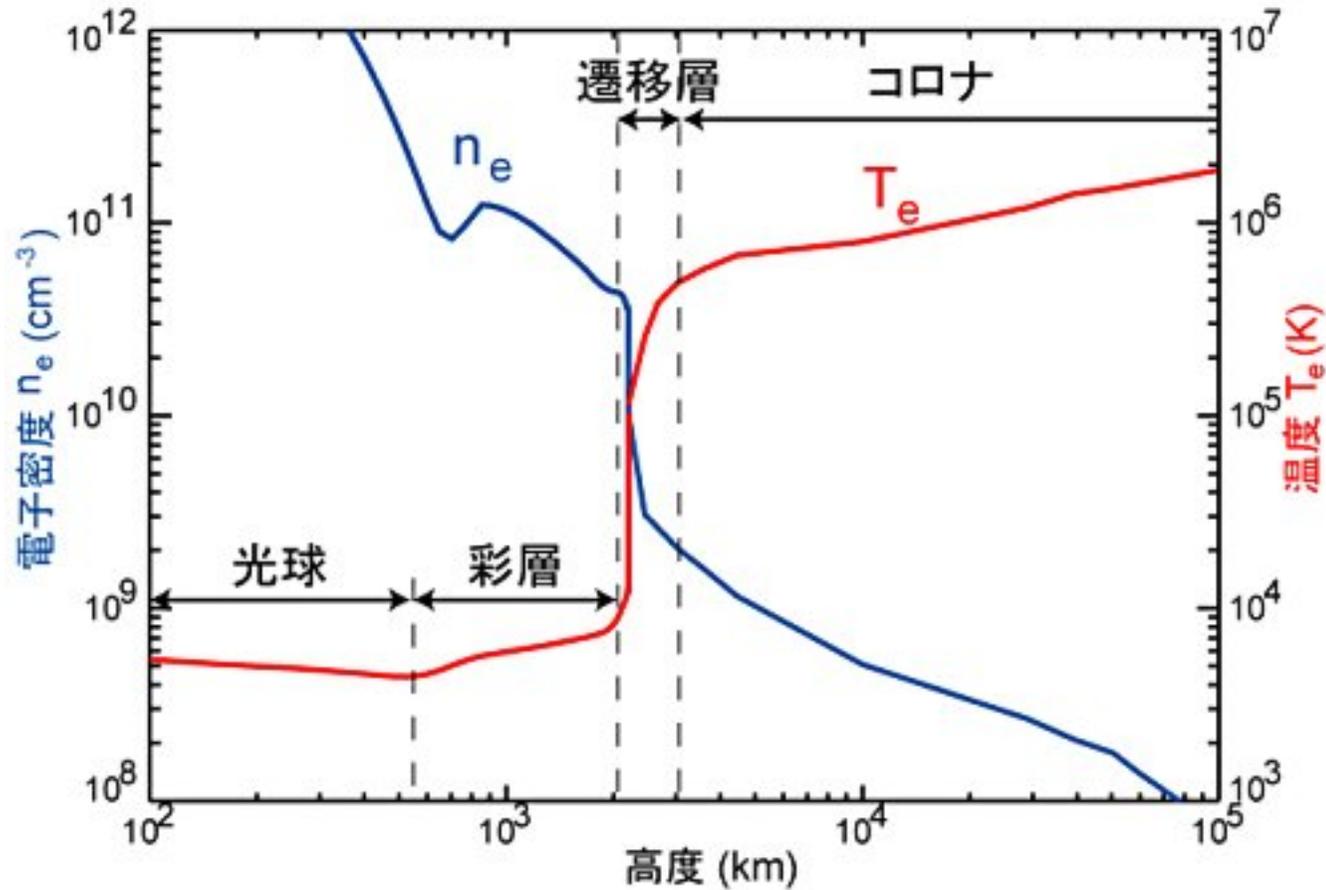
情報通信研究機構 電磁波計測研究所  
宇宙環境インフォマティクス研究室  
久保勇樹

# 太陽の基礎知識

# 太陽の構造

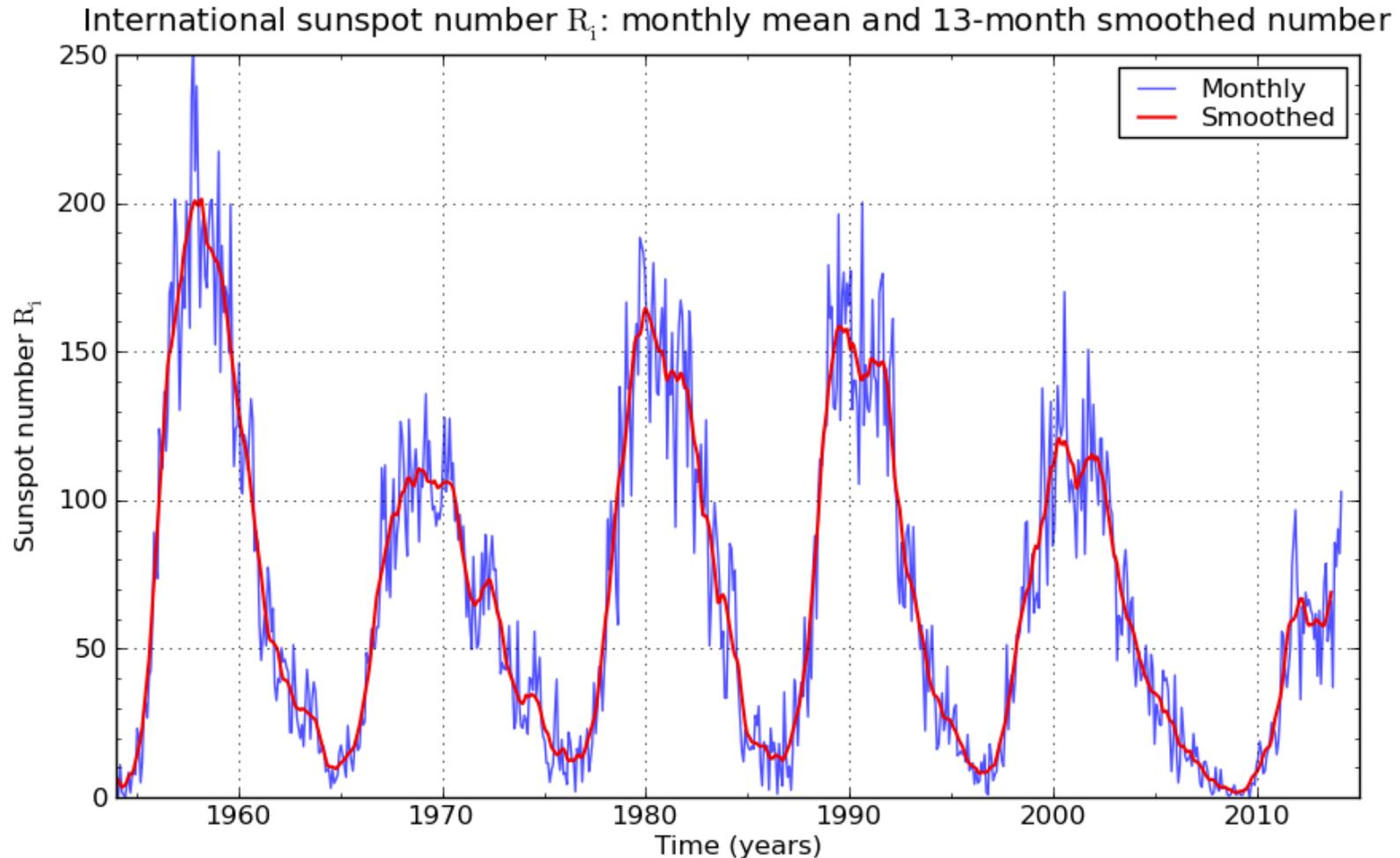


# 太陽表面上空の構造



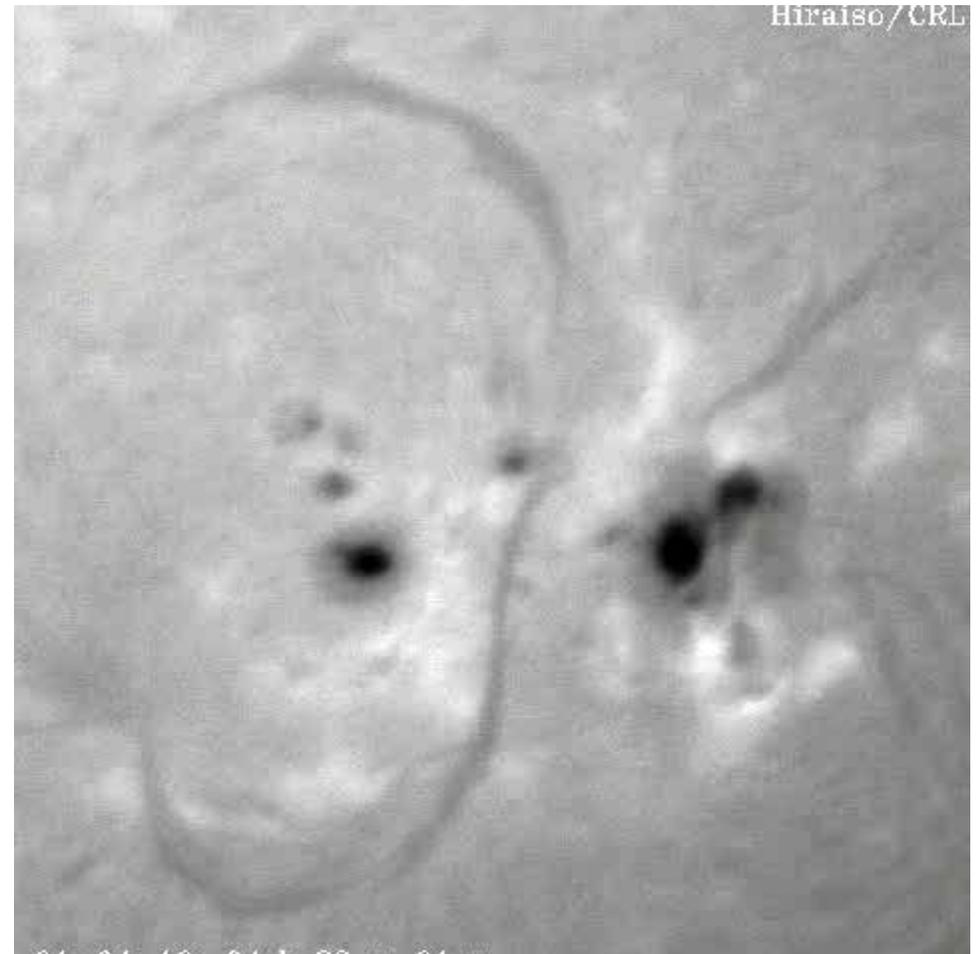
光球面からの高さ

# 黒点が多いと太陽活動が活発



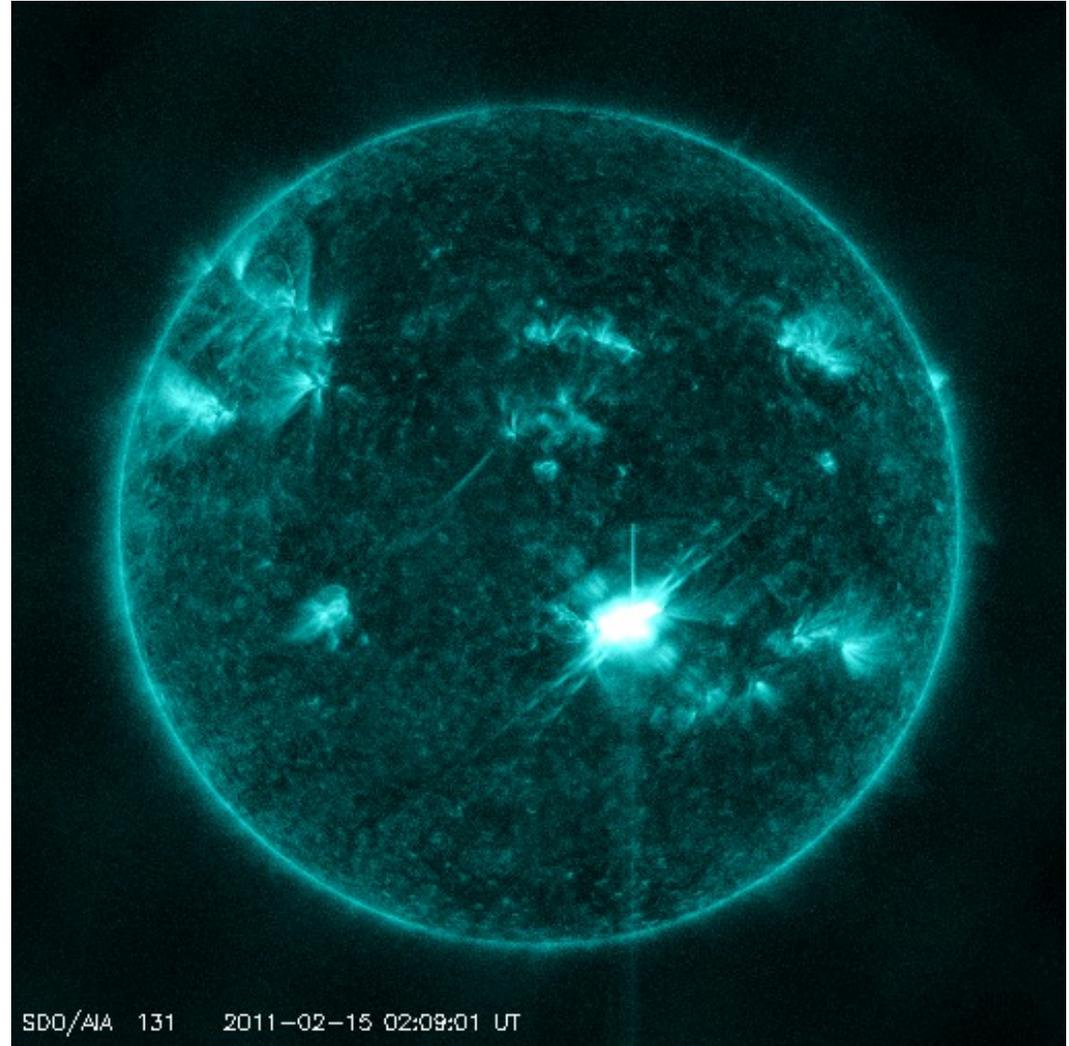
# なぜ黒点が多いと活動が活発？

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。



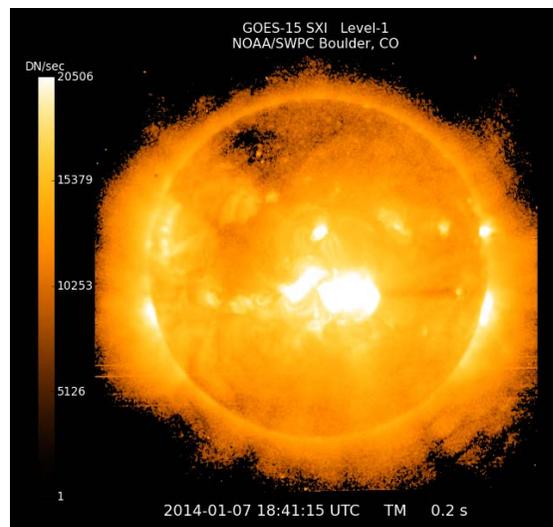
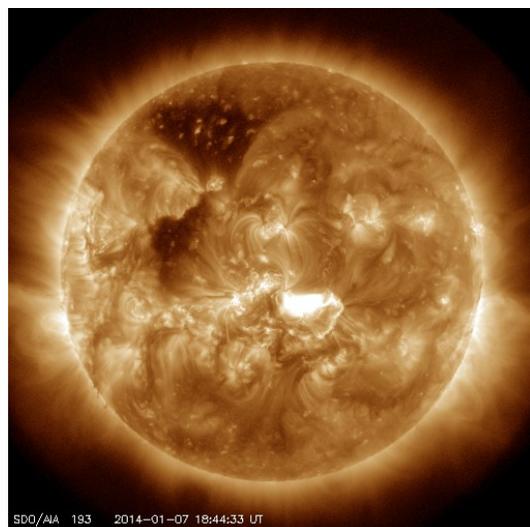
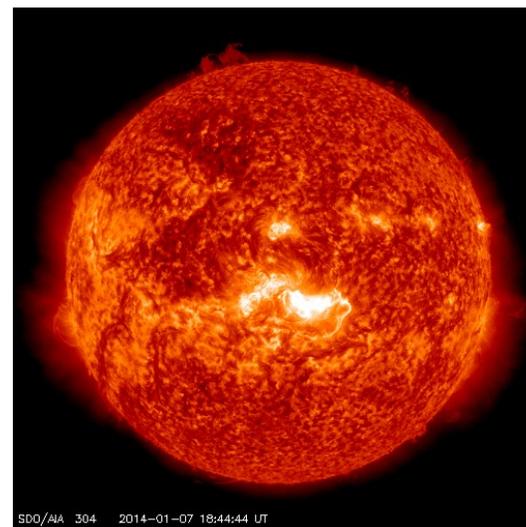
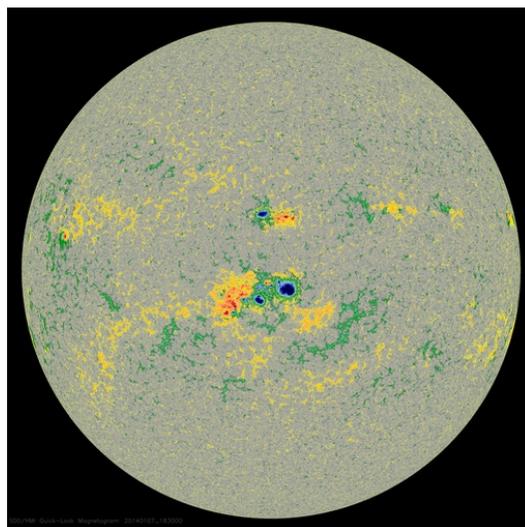
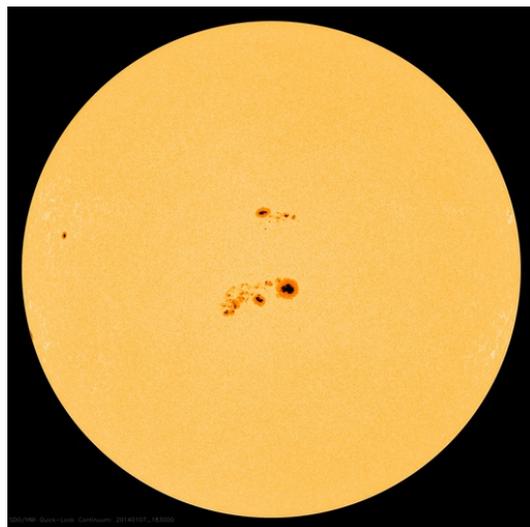
# 太陽フレア

太陽フレアとは...  
太陽黒点付近で突発的に起こる爆発現象。  
電波～ガンマ線までの広い範囲の電磁波を放射する。  
コロナ質量放出(CME)と呼ばれる現象や太陽プロトン現象を引き起こすことが多い(あとで説明します)。



# 宇宙天気予報のための 太陽観測の基礎知識

# 人工衛星による太陽観測データ

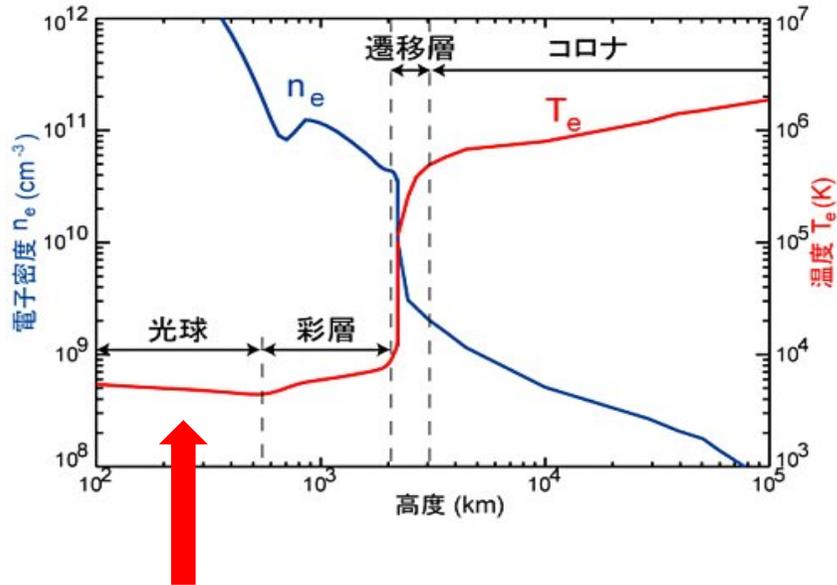


2014年1月7日 18:30UT頃の太陽

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

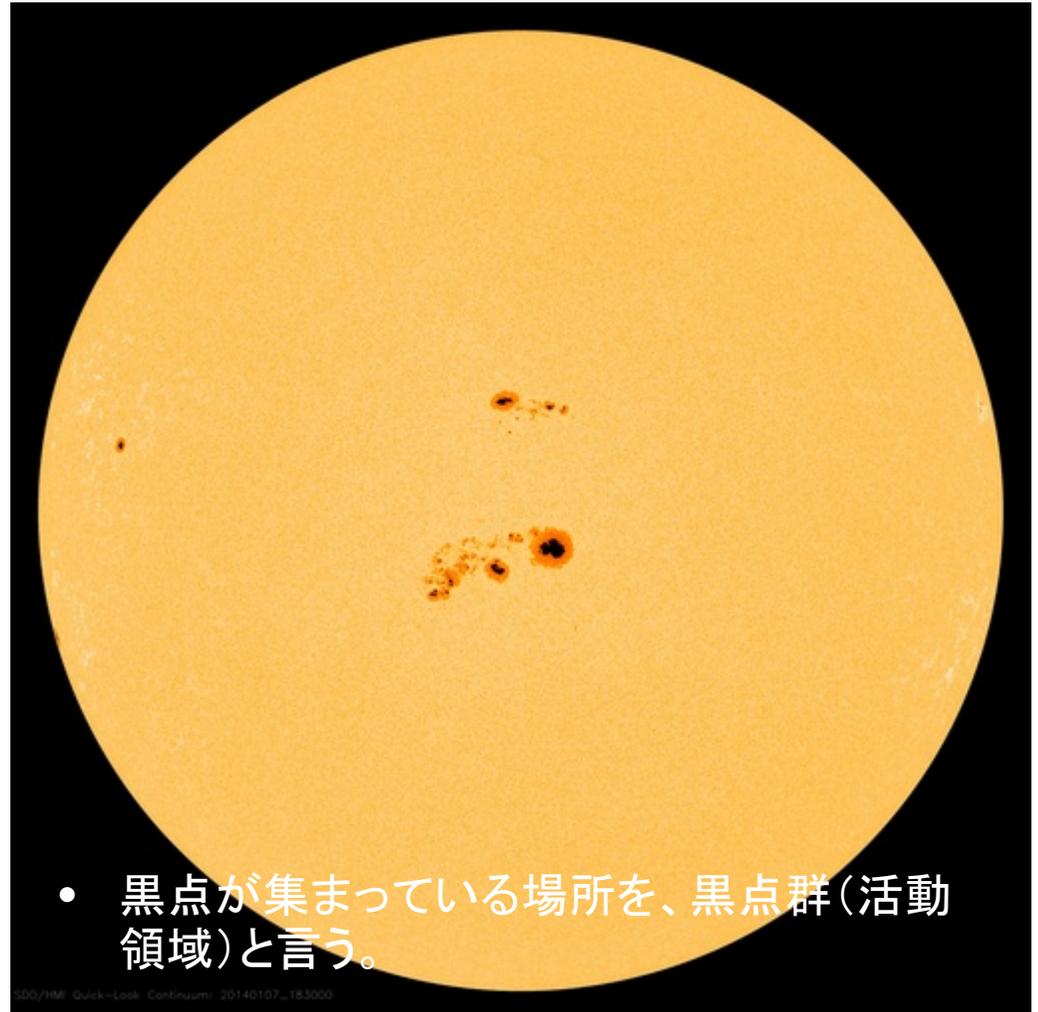
<http://www.swpc.noaa.gov/sxi/index.html>

# 光球(可視光)



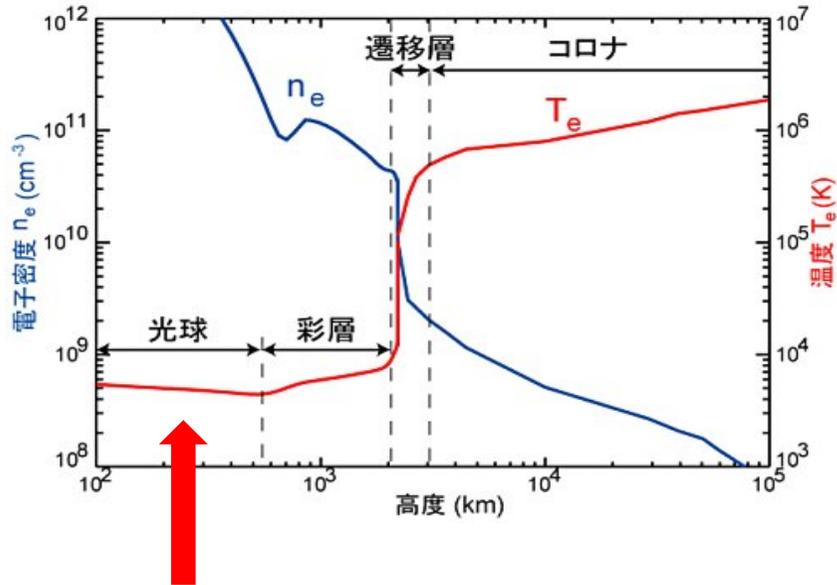
- 黒点の変化が良く見える。
- 黒点が多いとフレアが起こりやすい。

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



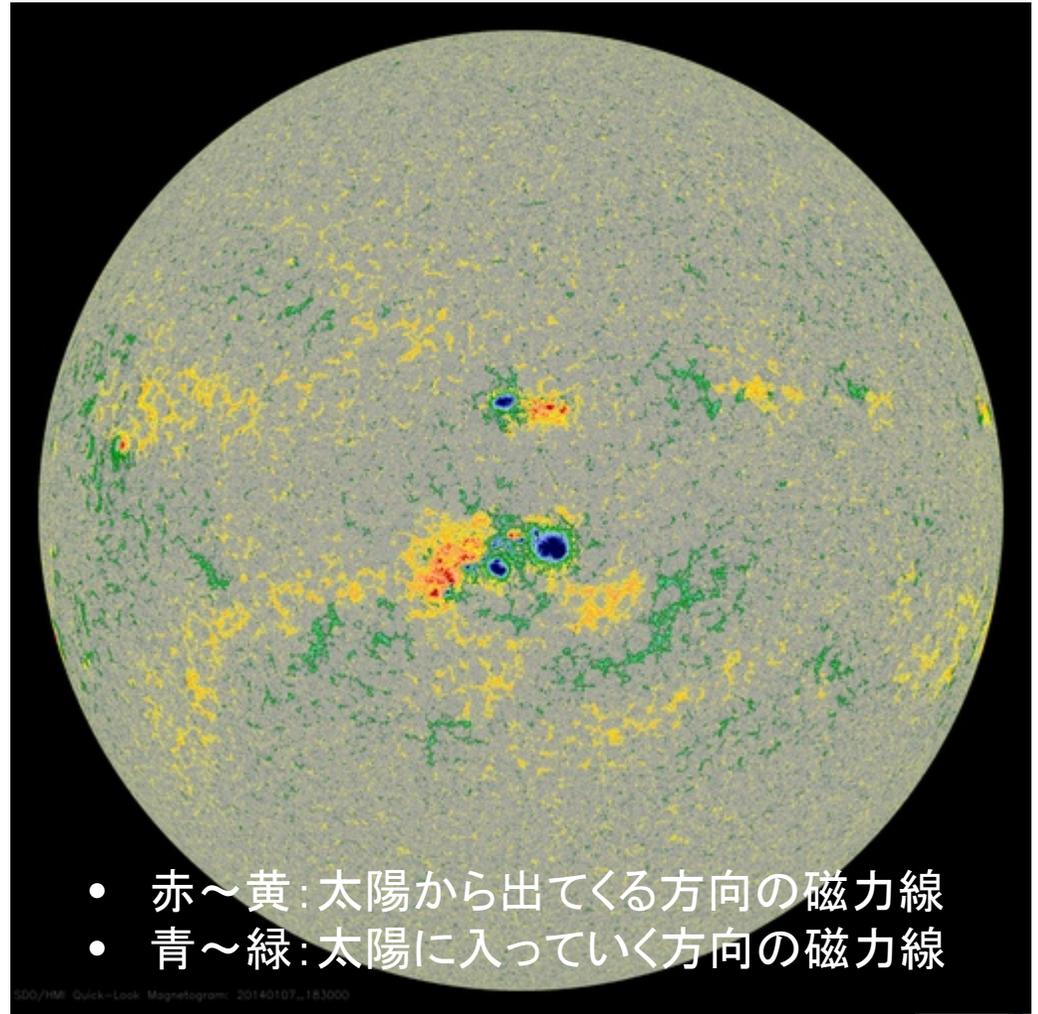
- 黒点が集まっている場所を、黒点群(活動領域)と言う。

# 光球（可視光）【磁場の強さ】



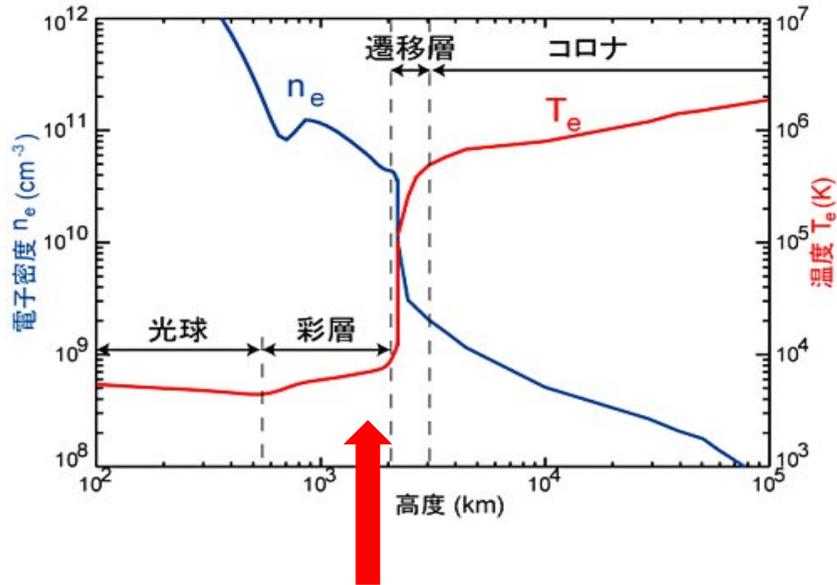
- 黒点の磁場の複雑さが良く見える。
- 複雑な磁場の所でフレアが起きやすい。

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



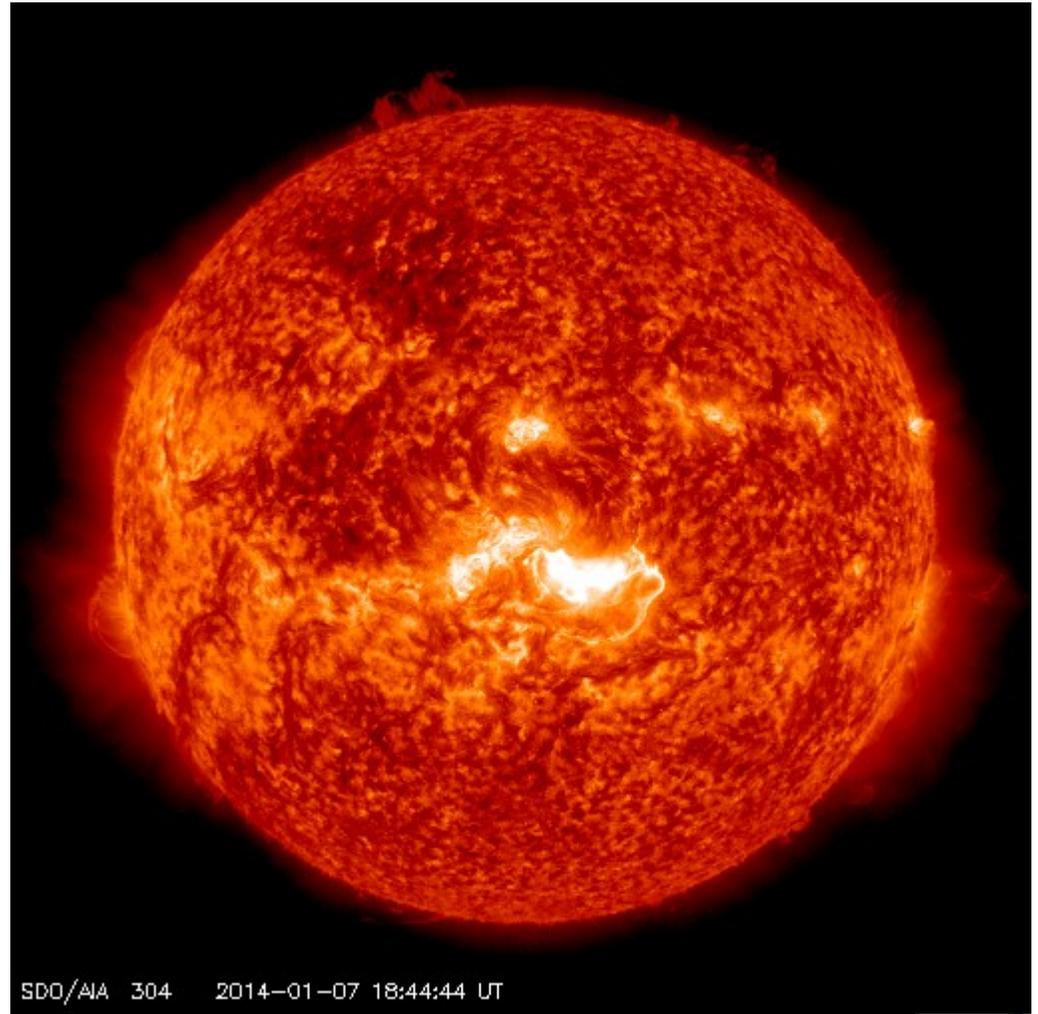
- 赤～黄：太陽から出てくる方向の磁力線
- 青～緑：太陽に入っていく方向の磁力線

# 彩層(紫外線)



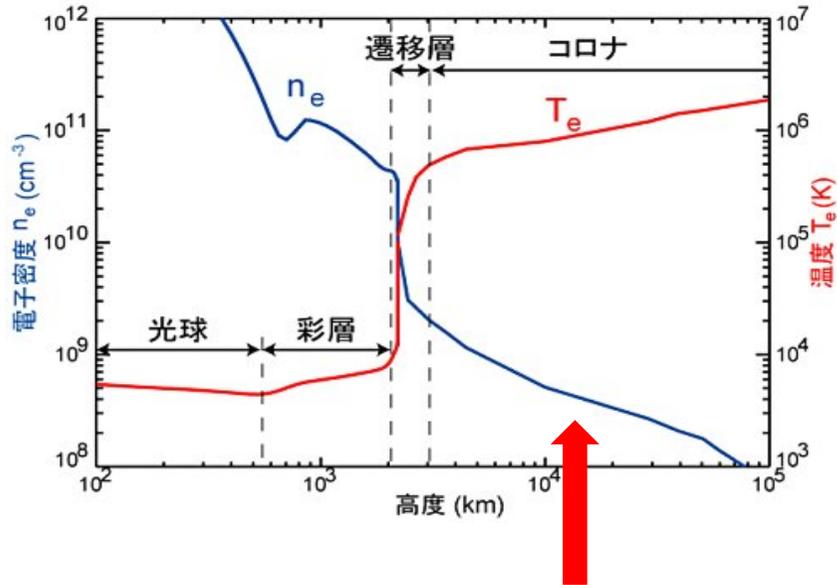
- フィラメント(プロミネンス)が良く見える。
- フィラメントが飛び出すと、フレアやコロナ質量放出(CME)が起こる。

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



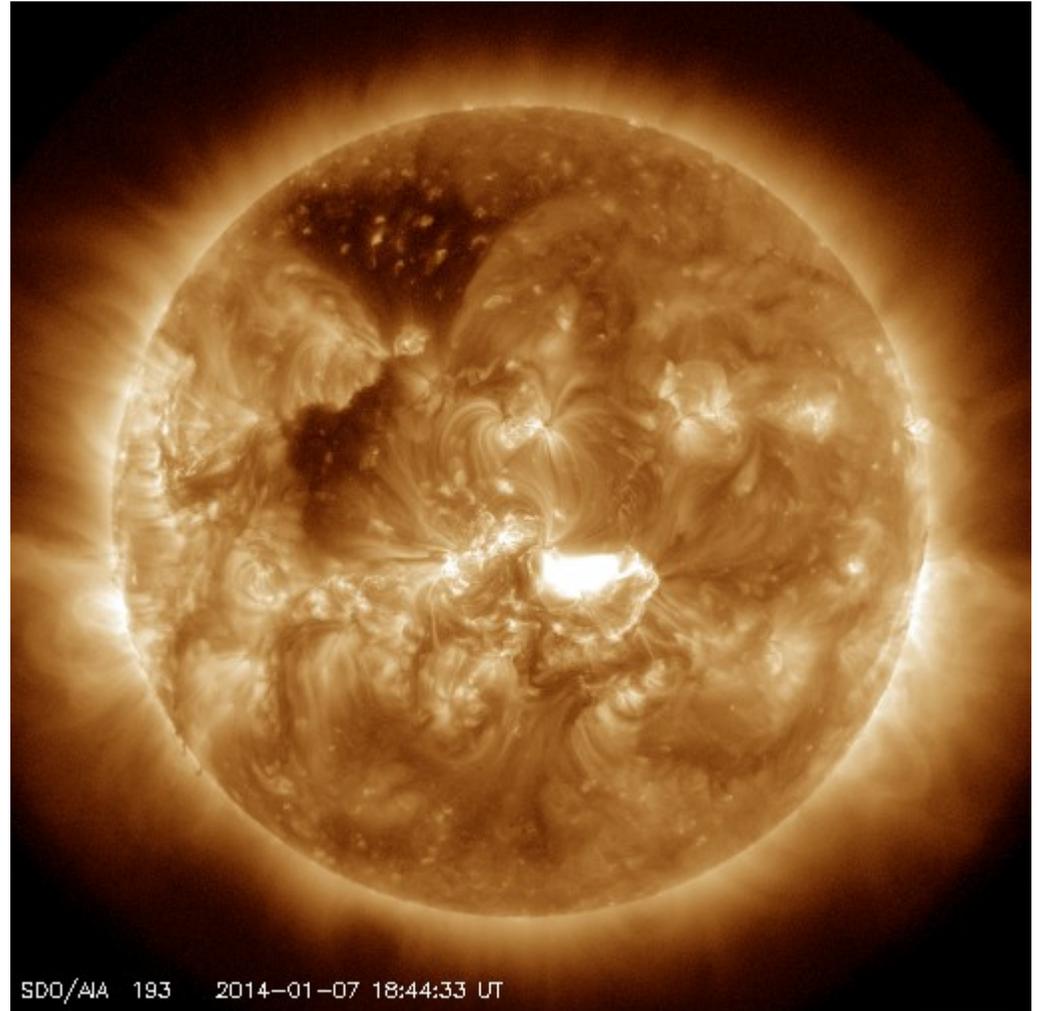
SDO/AIA 304 2014-01-07 18:44:44 UT

# コロナ(紫外線)

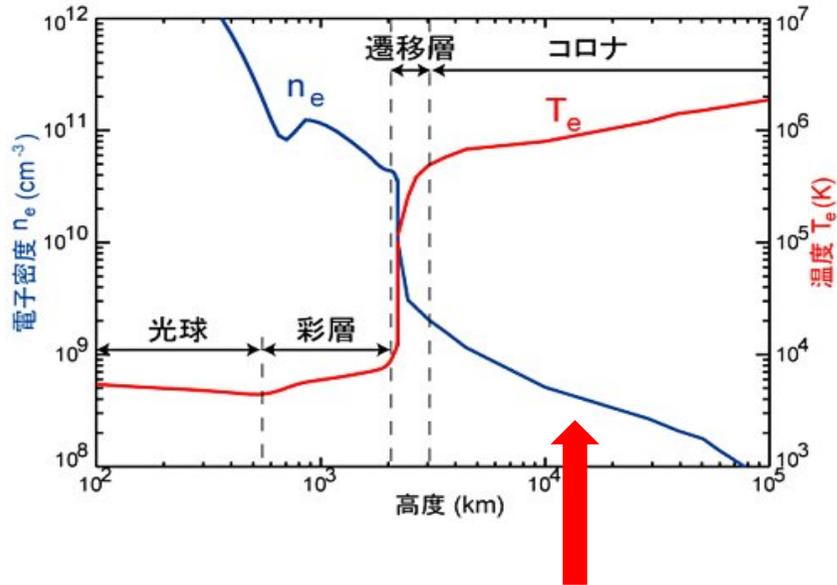


- フレアが起こり光っているのが良く見える。
- 実際に光って見えるので、いつどこでフレアが起こったかよくわかる。

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

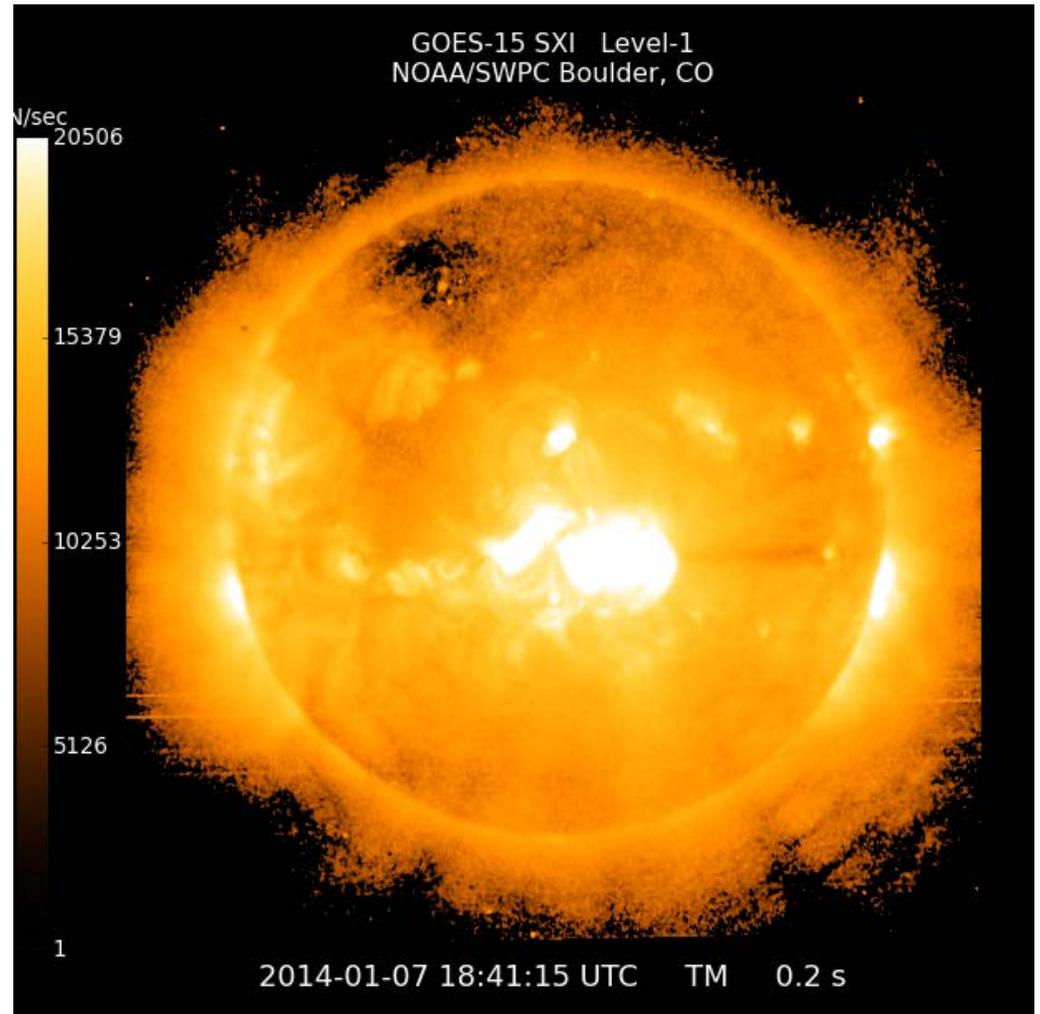


# コロナ(X線)

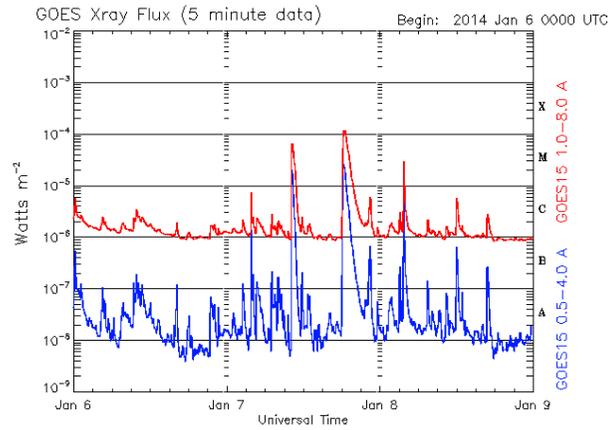


- フレアが起こり光っているのが良く見える。
- 実際に光って見えるので、いつどこでフレアが起こったかよくわかる。

<http://www.swpc.noaa.gov/sxi/index.html>

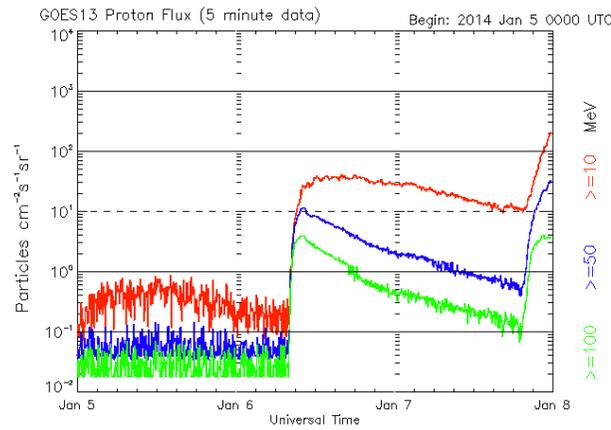


# 太陽関連現象の観測



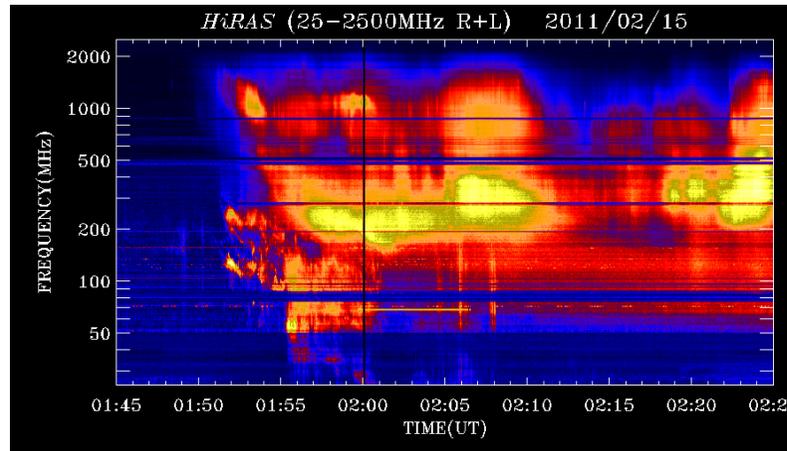
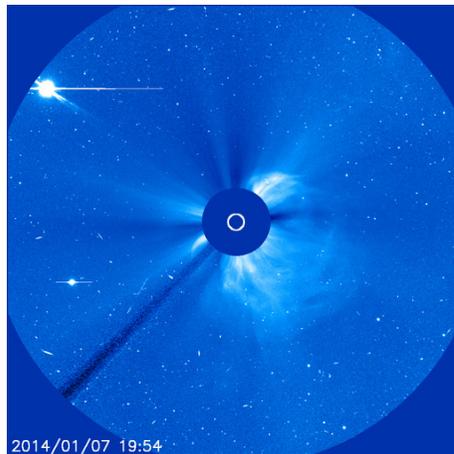
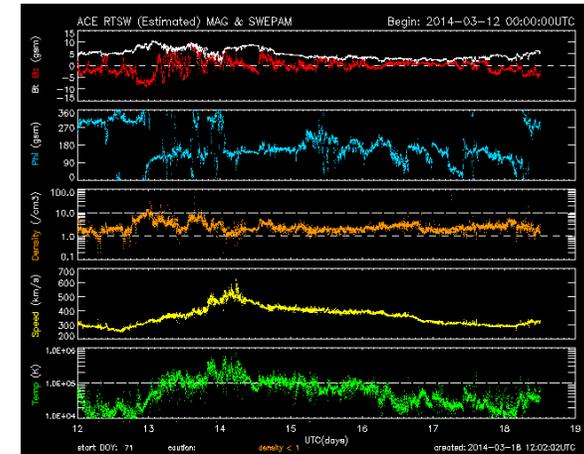
Updated 2014 Jan 8 23:55:11 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA



Updated 2014 Jan 7 23:56:02 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA



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

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

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

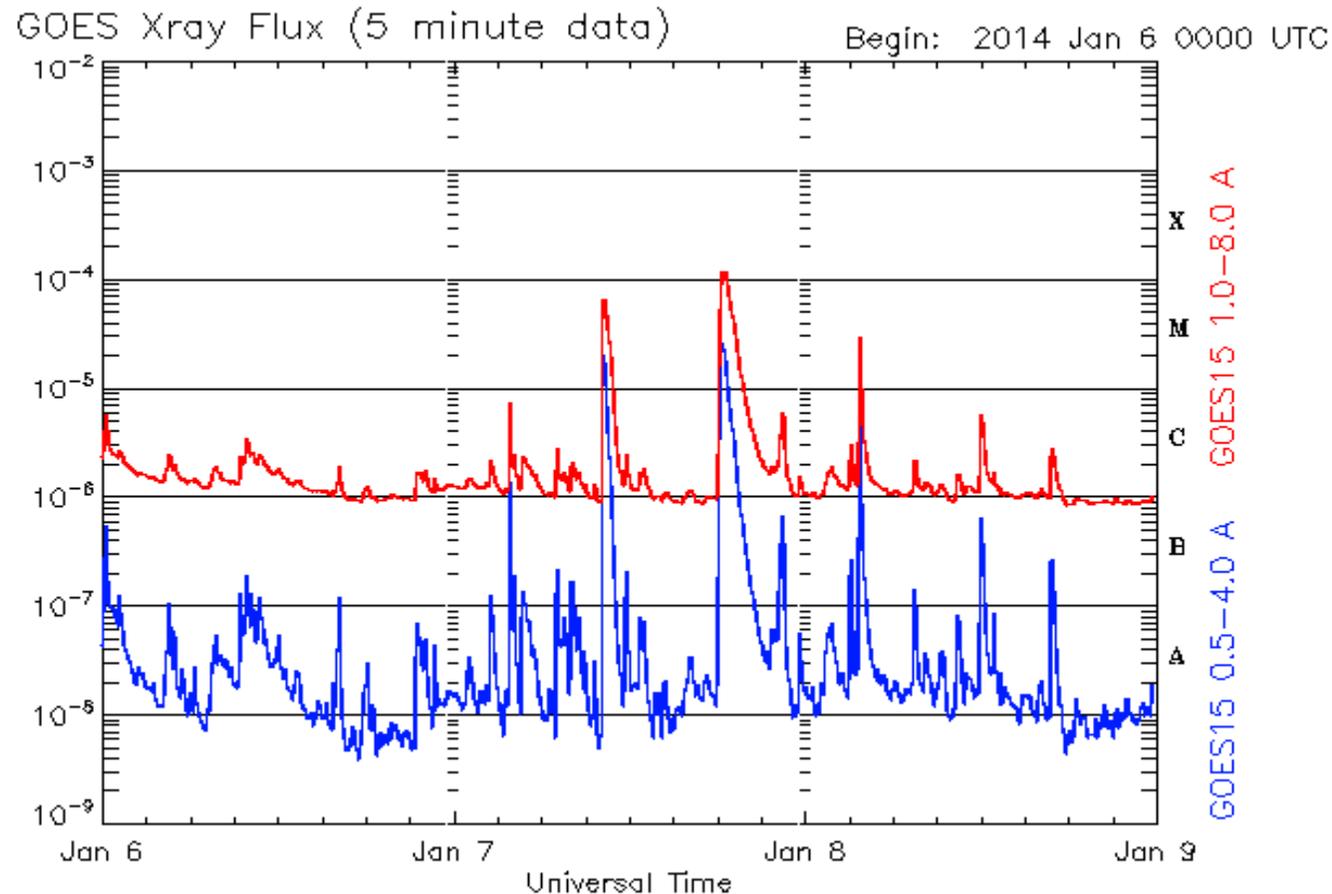
<http://sunbase.nict.go.jp/solar/denpa/index-J.html>

# 太陽全体からのX線

太陽X線とは...  
太陽コロナから放射される。

- 太陽全体からやってくるX線の量が分かる。
- 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(電離圏編)



Updated 2014 Jan 8 23:55:11 UTC

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

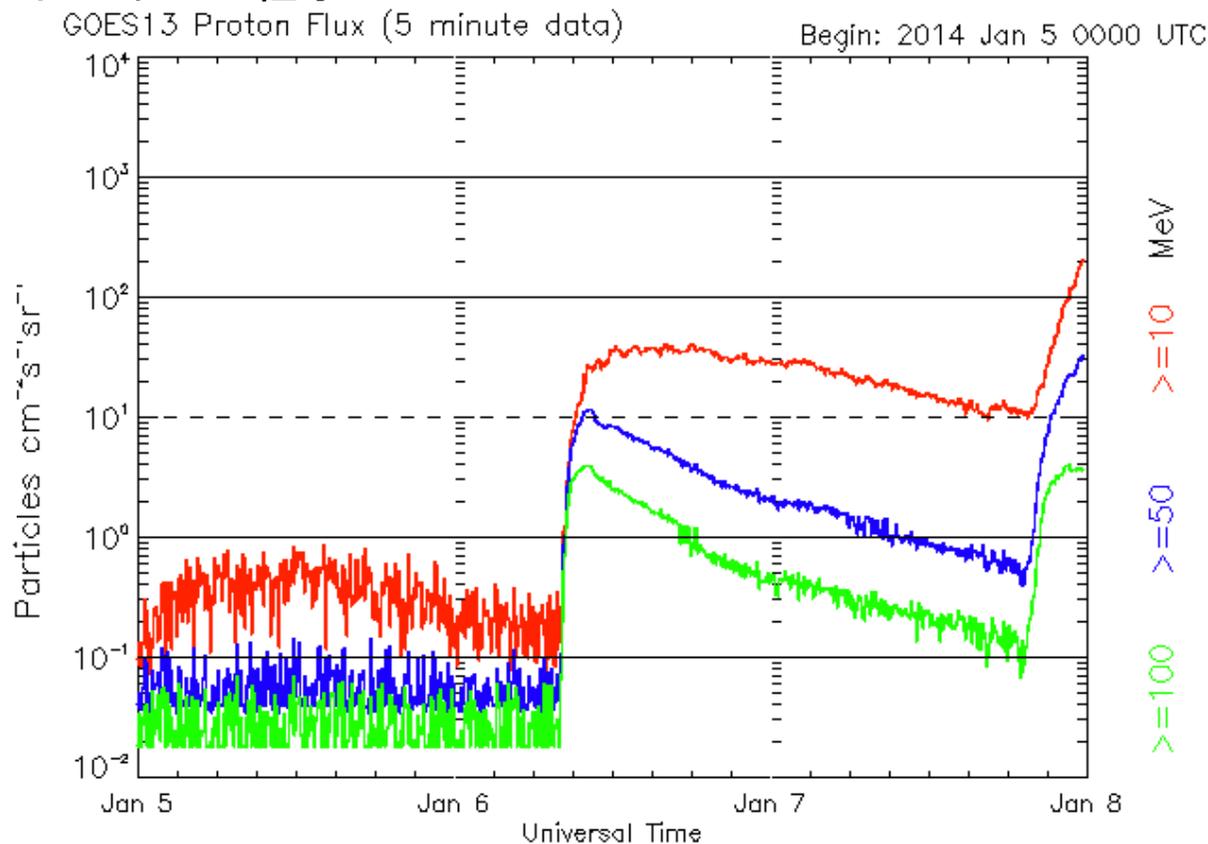
<http://www.swpc.noaa.gov/>

# 太陽プロトン(太陽放射線)

太陽プロトン(太陽放射線)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(プロトン)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



Updated 2014 Jan 7 23:56:02 UTC

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

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

# 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。

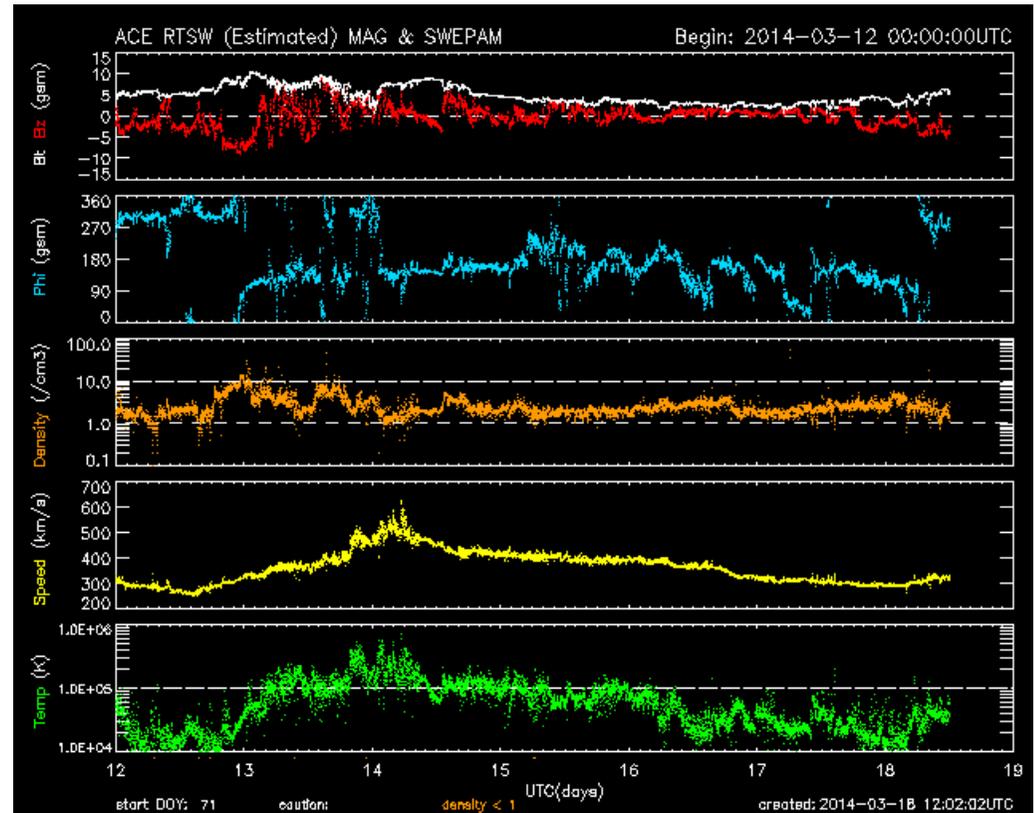
<http://www.swpc.noaa.gov/ace/>

- 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(磁気圏編)



NICTの新太陽風データ観測システム



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。

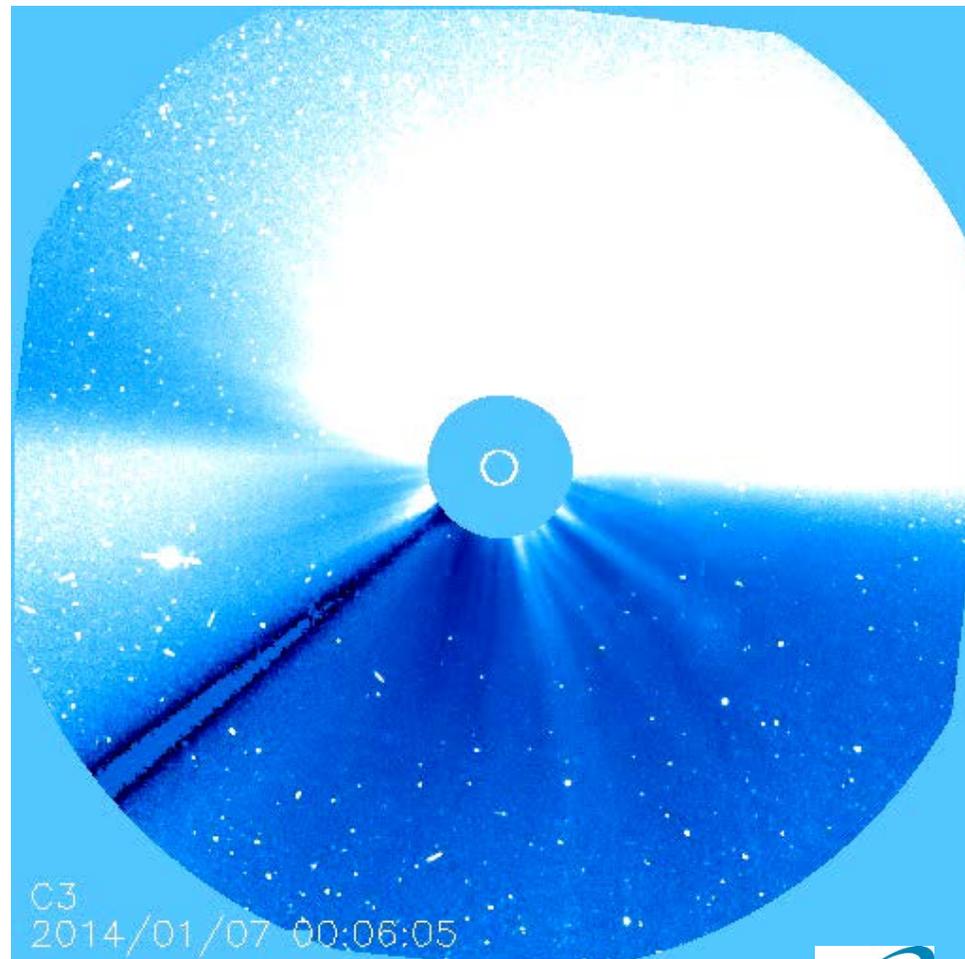
# コロナ質量放出 (CME)

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 (磁気圏編)
- 電離圏嵐 (電離圏編)

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

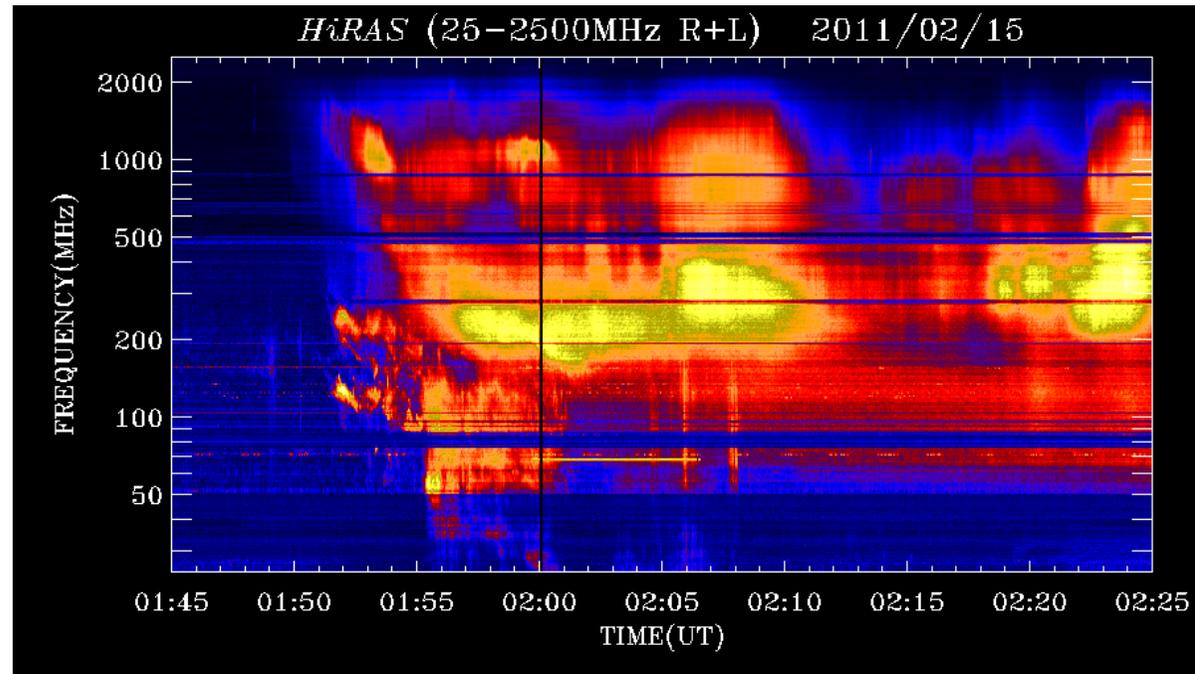
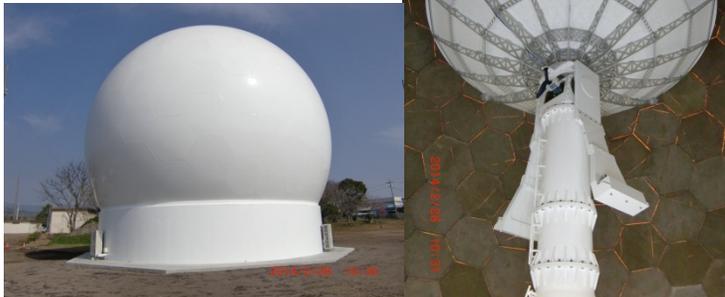


# 太陽からの電波

太陽電波とは...  
太陽コロナから放射される。  
太陽フレアやCME発生時に突発的に  
放射量が増える。

- CMEが地球に伝搬して来る速  
さがいち早く分かる。
- 地磁気嵐(磁気圏編)
- 電離圏嵐(電離圏編)

NICTの新太陽電波  
観測システム



NICTの太陽電波観測システムで観測された太陽電波

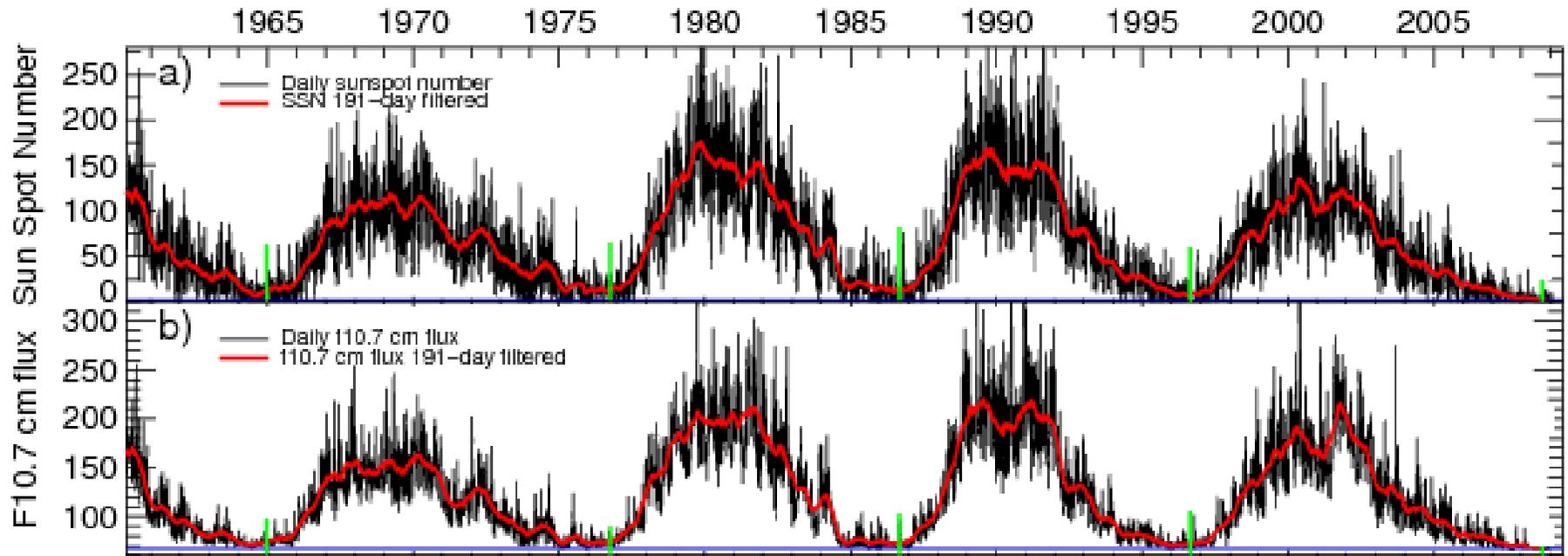
<http://sunbase.nict.go.jp/solar/denpa/index-J.html>

# F10.7と黒点数

F10.7とは...

太陽から定常的に放射されている、波長10.7cm(周波数2.8GHz)の電波の強度。

単位はSolar Flux Unit (SFU) =  $10^{-22} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$



- F10.7の値は黒点数と非常に良い相関があるため、F10.7の値が高ければ太陽活動が高い。
- 極大期では月平均でおおよそ200程度、極小期ではおおよそ70程度(日単位では300を超える場合もある)。

# 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  
発生日 JST 検出  
3/19 07:34 C4.7 0.76  
3/19 00:28 C4.7 0.76  
3/18 13:56 C3.4 0.47

NOAA 黒点数: 125  
観測値 F10.7: 138

航空機関係 宇宙天気予報

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  
担当 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。

電波伝播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  
発生日 JST 検出  
3/19 07:34 C4.7 0.76  
3/19 00:28 C4.7 0.76  
3/18 13:56 C3.4 0.47

NOAA 黒点数: 125  
観測値 F10.7: 138

航空機関係 宇宙天気予報

2014年2月25日0時39分UTにC4.9フレア太陽面の東リムで発生

電波伝播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

無線通信  
● 稚内 ● 国分寺  
● 山川 ● 沖縄  
地磁気嵐 デリッジャー現象 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

フレア  
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

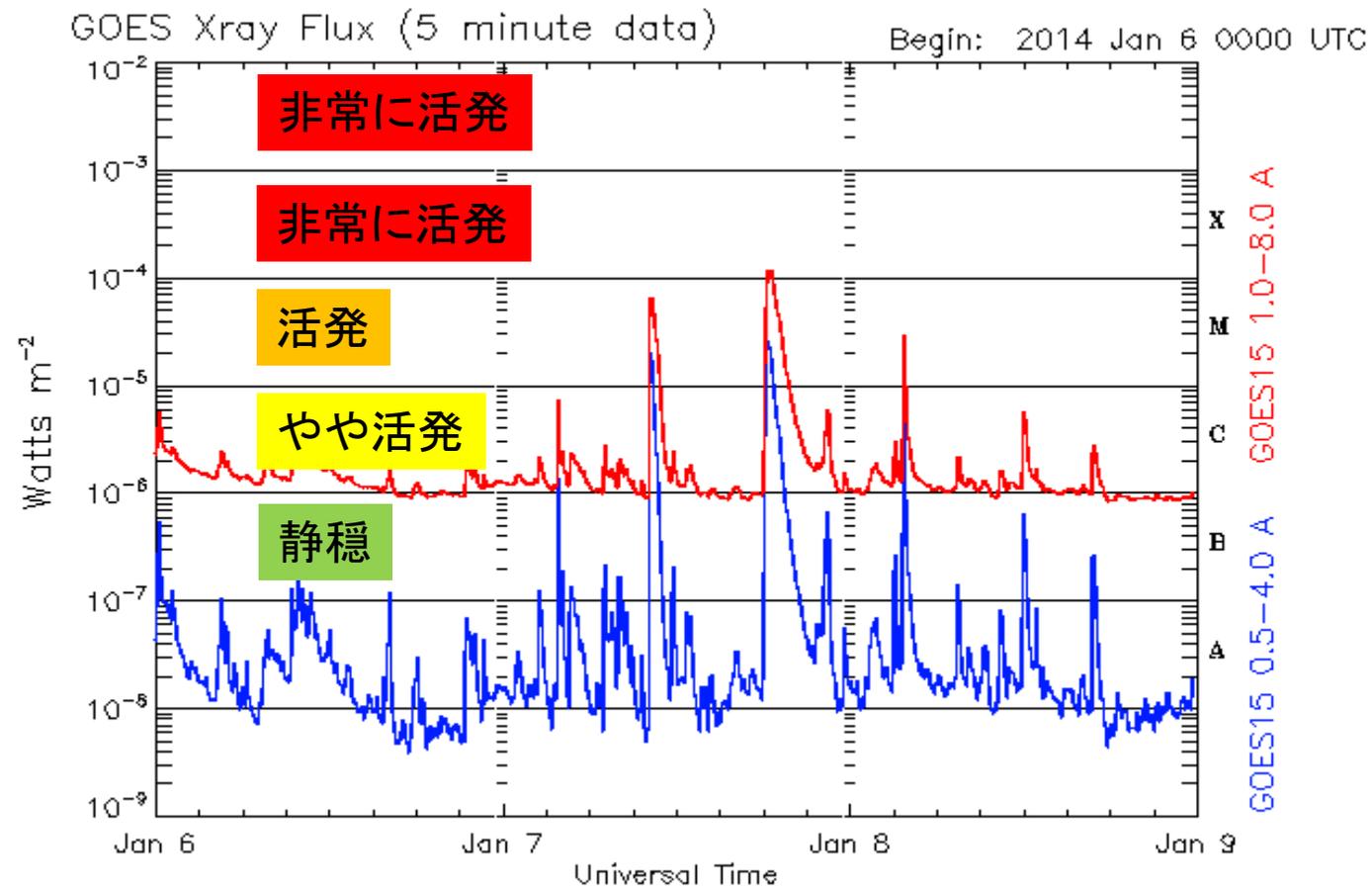
航空機関係  
Norilsk PokerFlat  
Quiet Quiet

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



Updated 2014 Jan 8 23:55:11 UTC

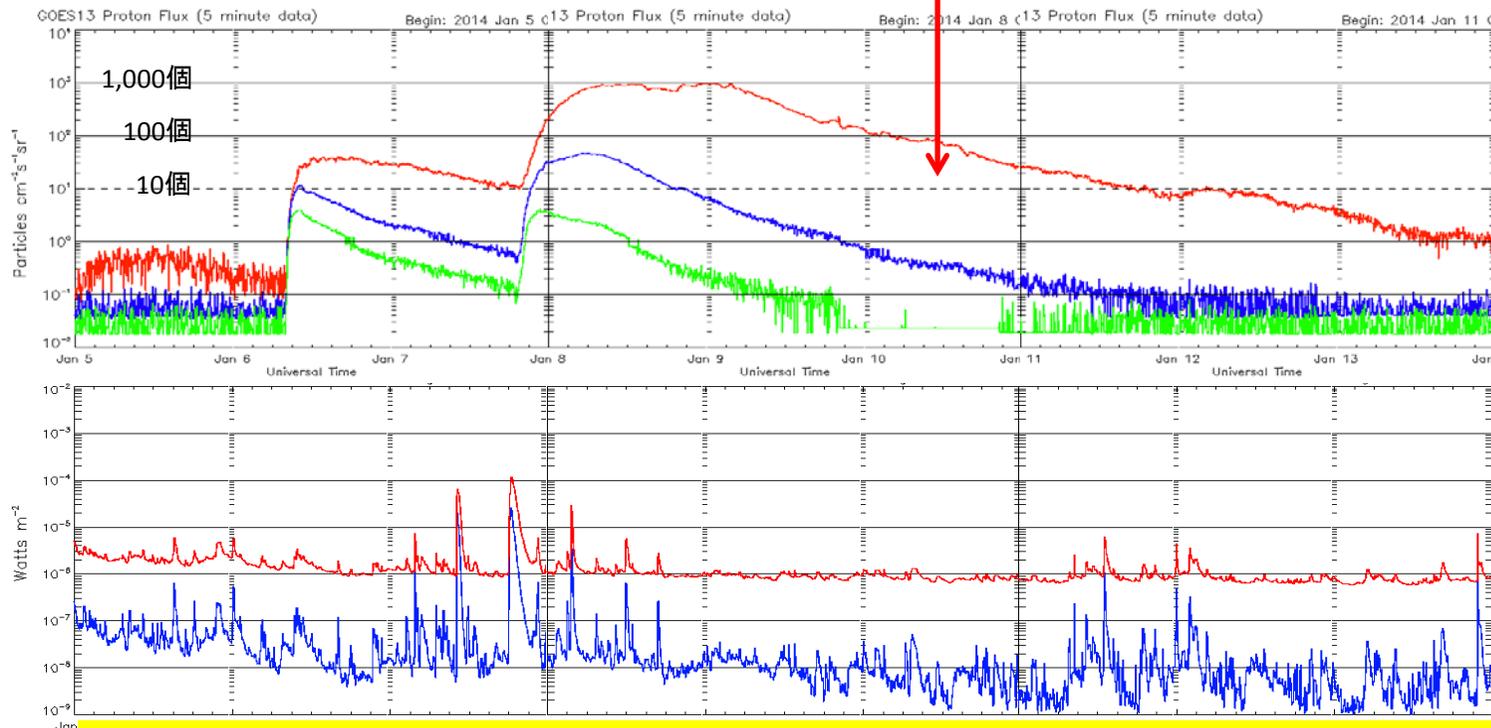
NOAA/SWPC Boulder, CO USA

活発、非常に活発の予報の場合  
→デリンジャー現象(電離圏編)が起こる可能性がある。

# プロトン現象（高エネルギー粒子）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個を超えた場合、臨時情報が発令されます。



プロトン現象継続中の情報が出ている場合  
→宇宙飛行士被曝や航空機搭乗員の健康被害、人工衛星の誤動作  
などが発生する恐れがある。

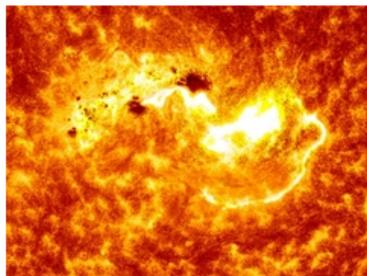
# 太陽プロトン現象のため、若田宇宙飛行士が滞在中の、国際宇宙ステーションへの補給機の打ち上げが延期された。

ホーム > 宇宙 > 企業動向 > 記事

> 宇宙

2014年01月09日(木) 07時45分

## シグナス補給船運用第1号、太陽活動活発化のため打ち上げ延期



### > オービタル・サイエンシズ (Orbital Sciences) 特別編集

シグナス補給船、大気圏に突入して燃料廃棄してミッション終了…  
スカイボックス イメージング社高解像度地球観測衛星を2015年…  
シグナス補給船ミッションを終了…国際宇宙ステーションから離脱



オービタル・サイエンシズ社は、2014年1月8日に予定されていた国際宇宙ステーション民間補給機「シグナス Orb-1」の打ち上げを、1月7日に発生した太陽活動の活発化

のため延期すると発表した。

1月7日、NASAとESAの太陽活動観測衛星SOHOは大規模な太陽活動を捉えた。また、NASAの太陽観測衛星SDOがアメリカ東部時間1月7日午後1時32分に撮影した映像には大規模な黒点が見られ、Mクラスの太陽フレアが発生したことが判明した。

大規模な太陽フレアが発生すると、国際宇宙ステーションに到達する宇宙放射線の量も増大し、滞在中の宇宙飛行士は船内の壁の厚い場所に退避するといった対応を迫られることがある。オービタル・サイエンシズ社は、アメリカ東部時間1月8日午後1時32分(日本時間1月9日午前3時32分)に予定していたシグナス補給船の打ち上げを延期した。

新しい打ち上げ日時は1月8日の時点では未定だが、翌9日(木曜日)中に打ち上げが可能な場合は午後1時7分(日本時間1月10日午前3時7分)となる。ISSへの到着は1月12日の午前となる予定だ。

TOP > NEWS > ROCKET > アンタレス > アンタレスロケット打ち上げ延期 太陽活動の活発化が原因

## アンタレスロケット打ち上げ延期 太陽活動の活発化が原因

January 9 - 2014 - アンタレス

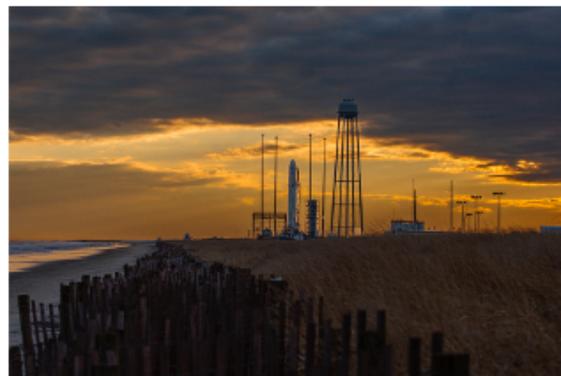


Image credit: Orbital Sciences

オービタル・サイエンシズ社は現地時間8日、この日予定していた、シグナス補給船を積んだアンタレスロケットの打ち上げを延期すると発表した。太陽活動の活発化によって宇宙放射線が増加、アンタレスの電子機器に悪影響を及ぼす可能性があるためだ。現時点で新しい打ち上げ日時は米国東部標準時12月9日13時7分(日本時間12月10日3時7分)に設定されている。

当初アンタレスの打ち上げは、米国東部標準時12月8日13時32分35秒(日本時間12月9日3時32分35秒)に予定されていた。この打ち上げは、シグナス補給船を国際宇宙ステーション(ISS)に送り、物資を補給することを目的としている。

アンタレスはこれまでに2機が打ち上げられている。まず2013年4月21日に試験機としてシグナスの模型を搭載して打ち上げて成功、同年9月18日の2号機では実際にシグナス補給船を搭載して打ち上げてこれも成功し、その後シグナスはISSとの結合や補給物資の搬入・搬出、そしてISSからの離脱と大気圏への再突入という一連の流れを試験した。

今回はそれらの試験を踏まえ、米国航空宇宙局(NASA)との商業輸送サービス契約に基づいて行われる初の“本番”である。

また今回打ち上げに使われるアンタレスは、第2段がこれまでのキャスト-30A固体ロケットモーターから、性能を向上させたキャスト-30Bに変更されている。

National Institute of Information and Communications Technology 

# 地磁気擾乱予報



## 磁気圏編

磁気圏編へ続く...

太陽編終わり