

電子航法と宇宙天気

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 石井 守

Contents

- 宇宙天気とは
- 近年の宇宙天気の概況：サイクル24について
- 近年の宇宙天気に関連する報道と実際の宇宙天気現象
- NICTで提供しているサービス

What is “Space Weather?”

宇宙天気とは

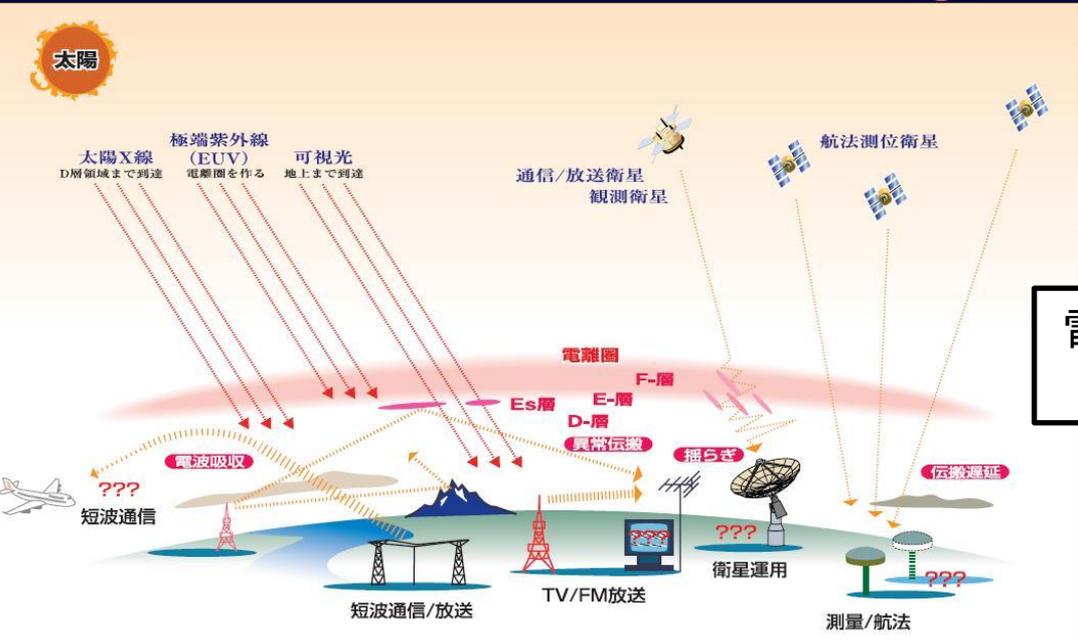
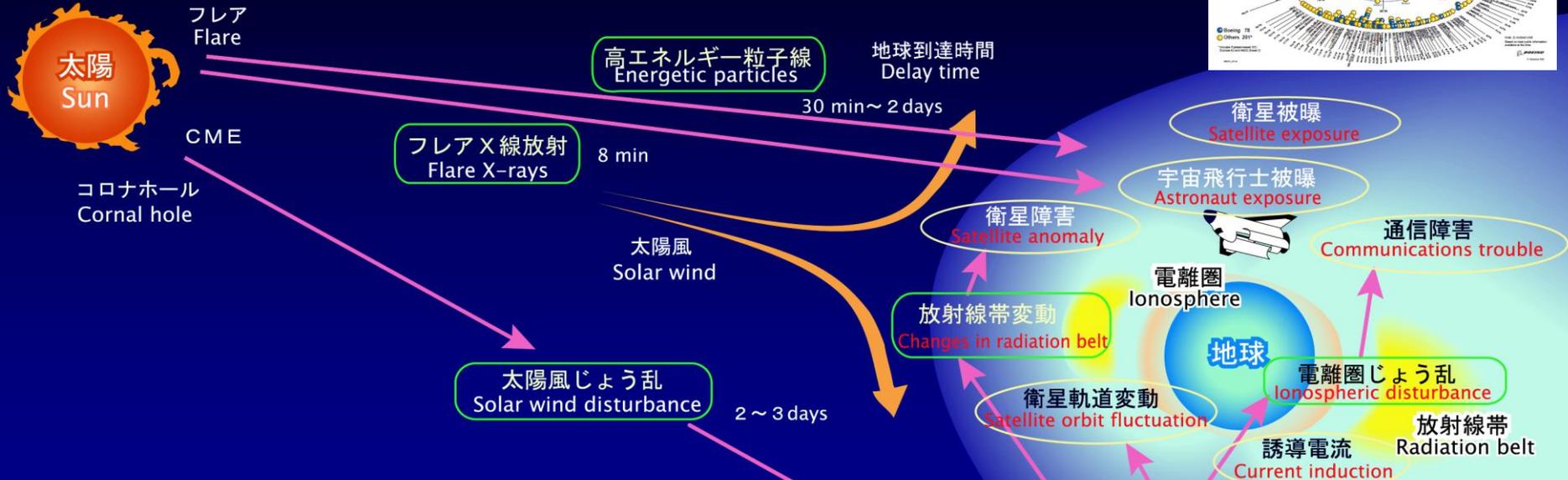
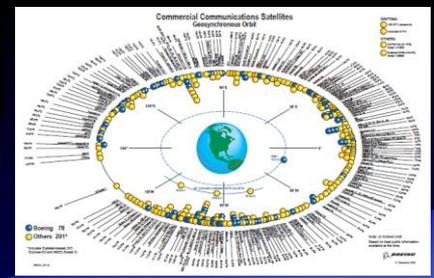
- 映画：ノウイング（2009年米国）

- ある日、小学生ケレイブは50年前に小学校で埋められたタイムカプセルから数字の書きこまれた紙を持ち帰る。
- そこには過去に起きた大惨事の日付と犠牲者の数が書かれていたのだ。
- やがて数字に予告された日付に大事故が起きる。さらに数字の最後には、人類がかつて遭遇したことがない大惨事が待っていた...
- それは2009年に太陽のスーパーフレアで人類が滅亡するという予言だった。



宇宙天気のターゲット

静止軌道上の衛星
(300以上)

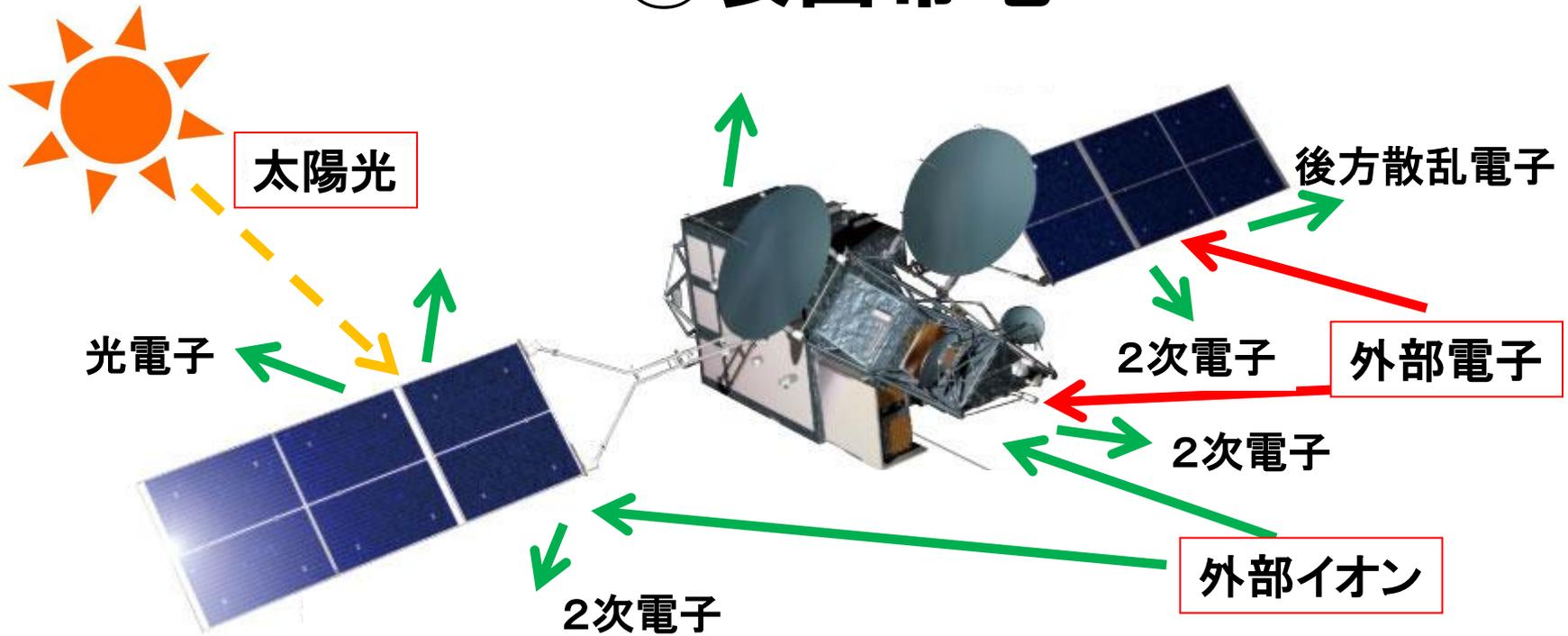


電離層(電離圏)の
電波伝搬障害

Influence on social infrastructure

社会インフラへの影響

①表面帯電



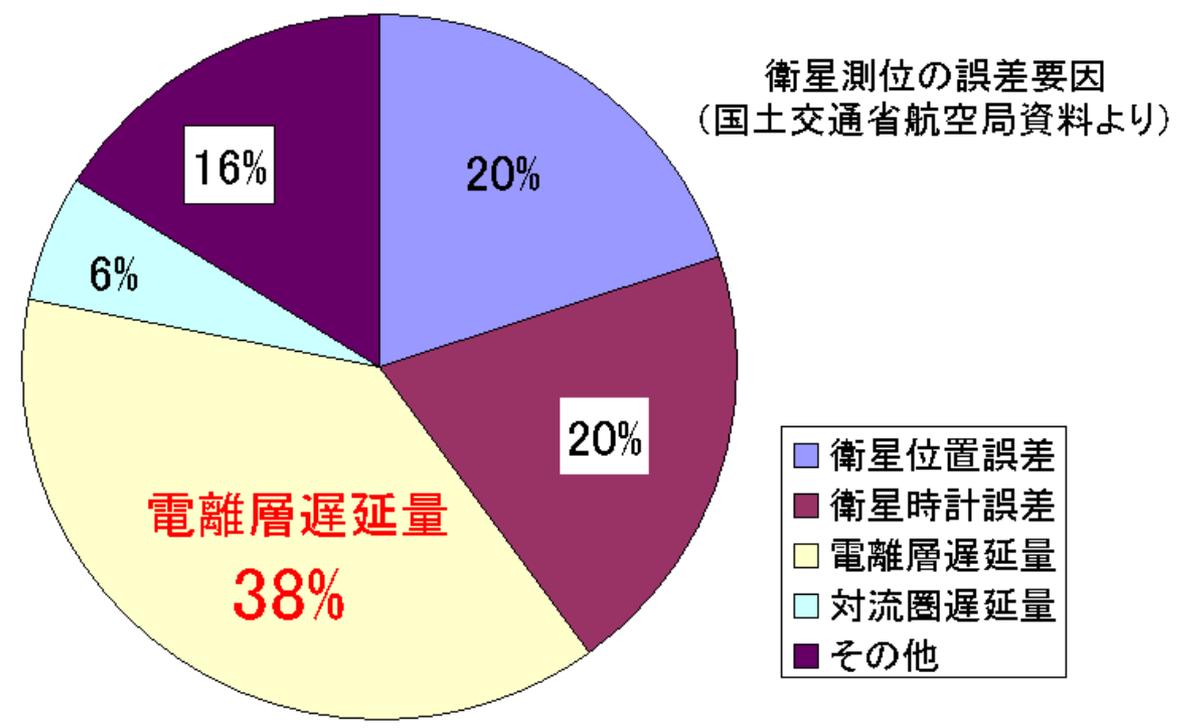
現象：衛星表面にプラズマが帯電→放電して障害を引き起こす現象。

要因：**サブストーム(地磁気変動)に伴う粒子注入**

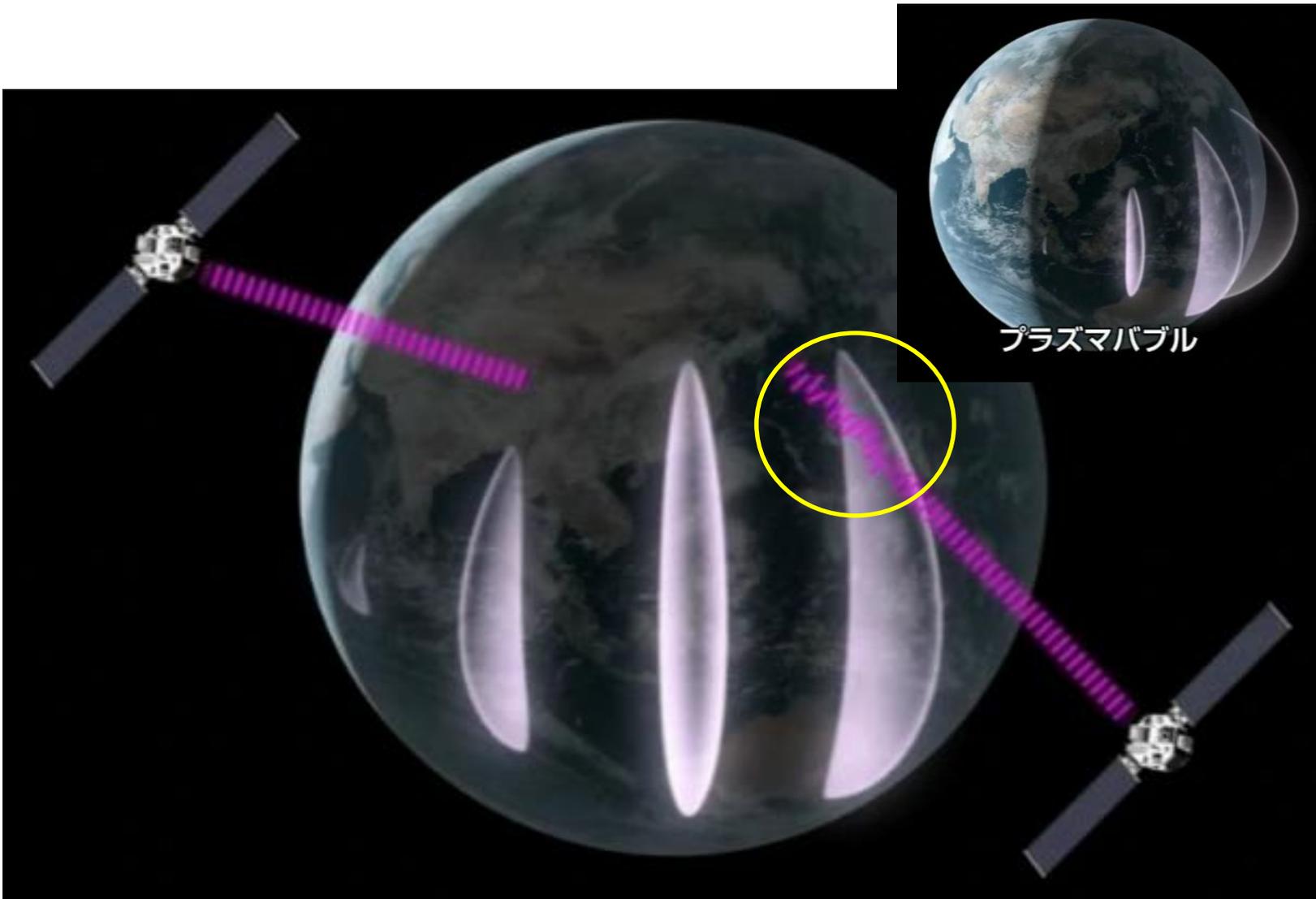
寄与粒子：**～100keV電子**



Global Positioning System (GPS)

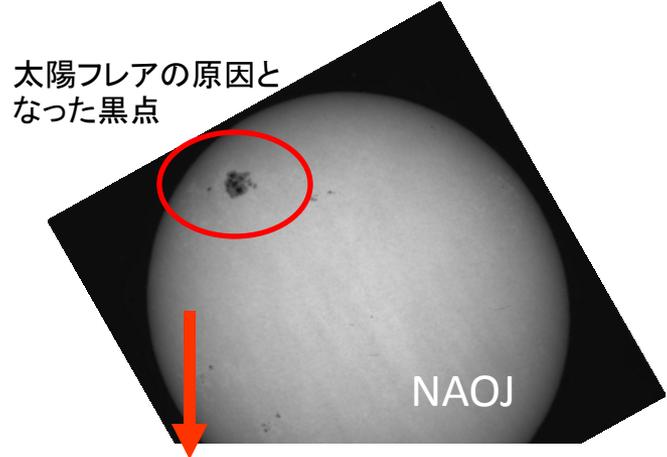


プラズマバブル(電離圏の“泡”)



GIC(地磁気誘導電流)発生によるカナダ大停電 1989年

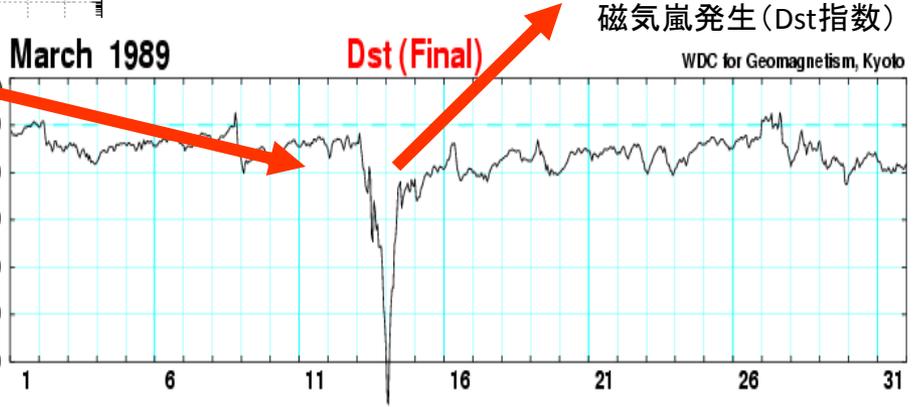
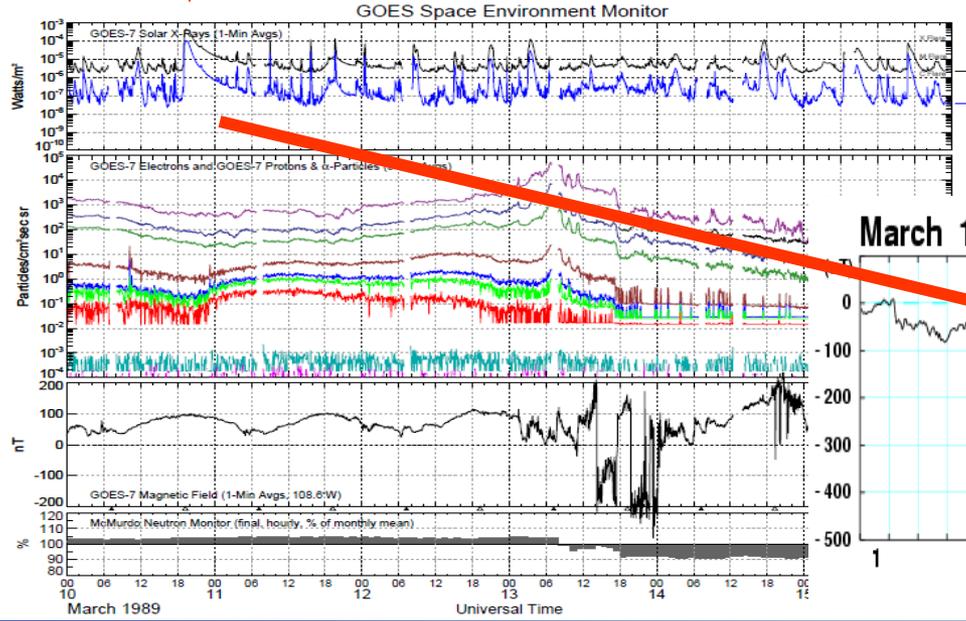
1989年にカナダ・ケベックにおいて強い磁気嵐期間中に大停電が起こった。これは、GIC(地磁気誘導電流)によるものと考えられている。



静止軌道上でのX線



GICにより破損したトランス



デリンジャー現象 (電離圏による短波異常減衰)

通常状態の短波伝播



太陽フレア発生時



大きな太陽フレア(太陽面爆発)

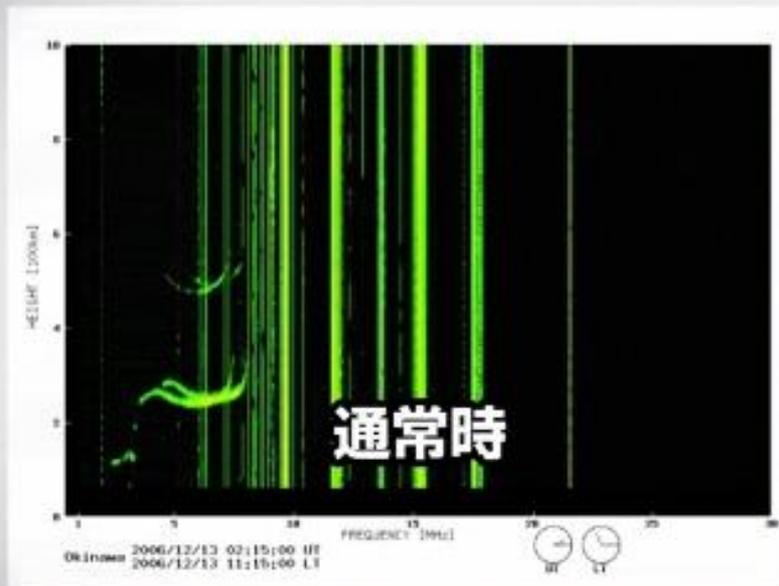
→ 太陽X線量の急増

→ 電離圏D領域の電子密度急増

→ 短波電波の吸収

デリンジャー現象発生時のイオノグラム

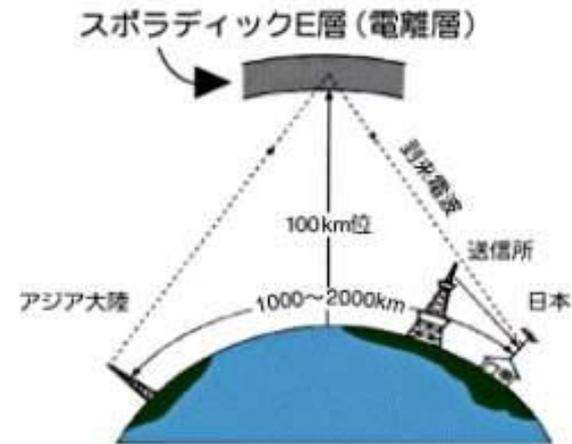
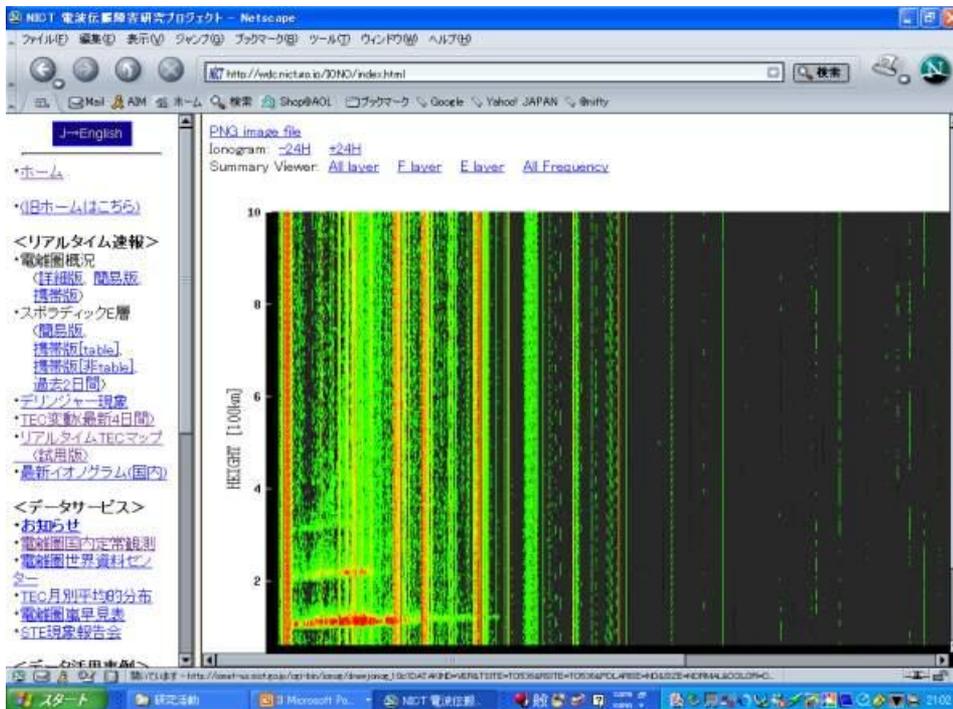
イオノグラム



スプラディックE層 (Es層)



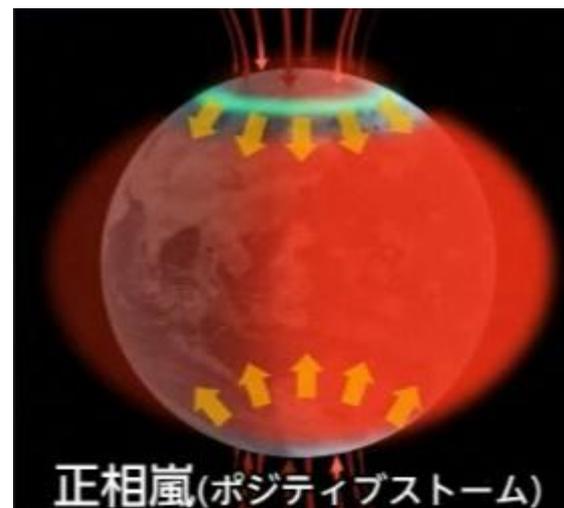
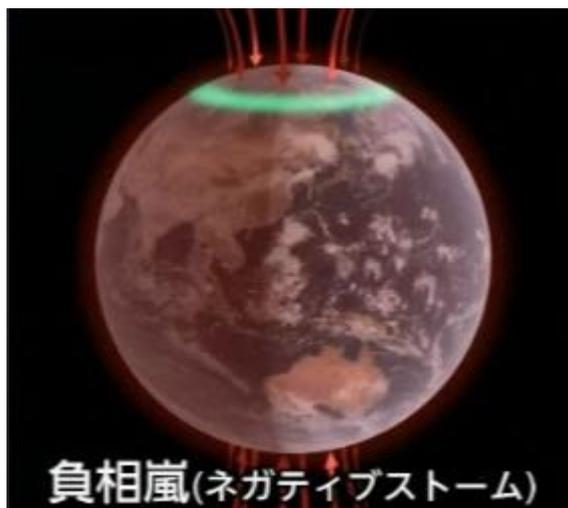
スποラディックE層による通信・放送障害



- スポラディックE層は、夏季の高度100kmで頻繁に発生する電子密度の高い層である。
- 電波干渉などにより通信や放送に障害を起こすことが分かっている。

電離圏嵐

F領域の電子密度が、通常の日変化に比べて、異なる様相を見せることがある。



負相嵐

- 通常よりも、顕著に電子密度が小さい時間が続く。
- 主に中性大気組成の変化によって起こり、正相嵐の数時間から一日程度遅れて発生することが多い。
- 高い周波数の電波が、F領域で反射されないため、遠距離の通信が困難になることがある。

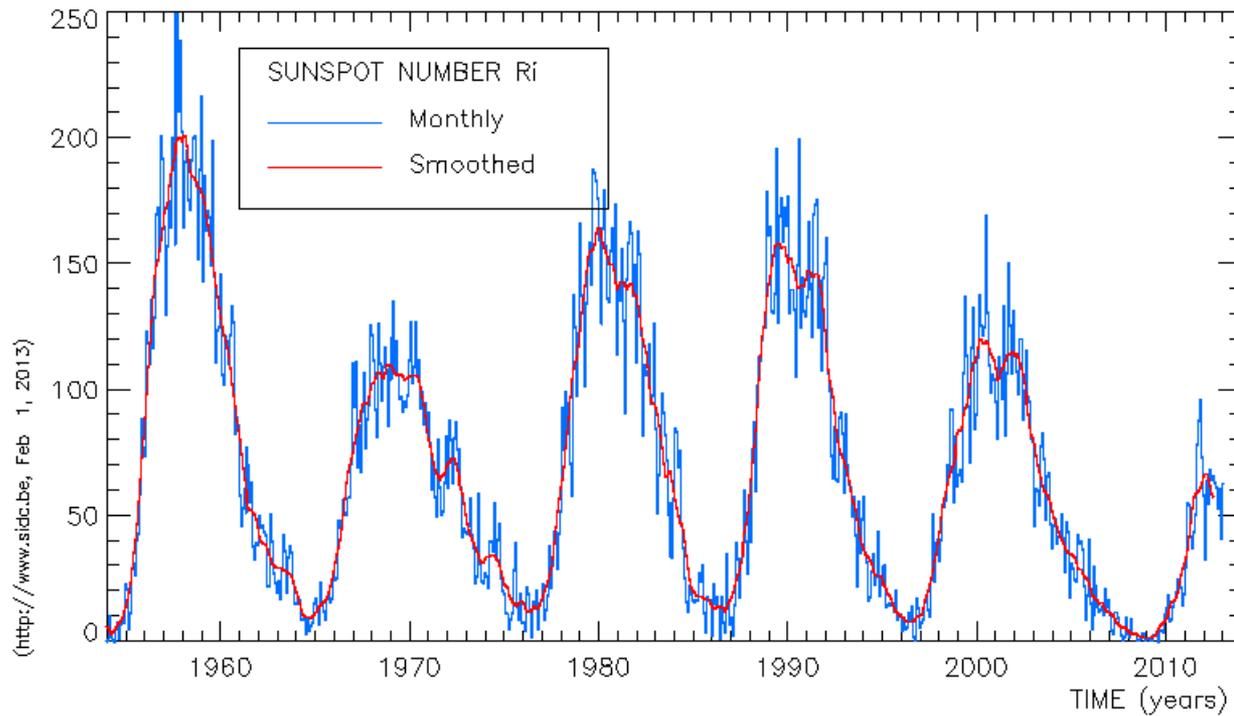
正相嵐

- 通常よりも、顕著に電子密度が大きい時間が続く。
- 主に昼の間に電離圏が、電磁気学的な力や赤道向きの風などによって、高高度に持ち上げられることで起こる。

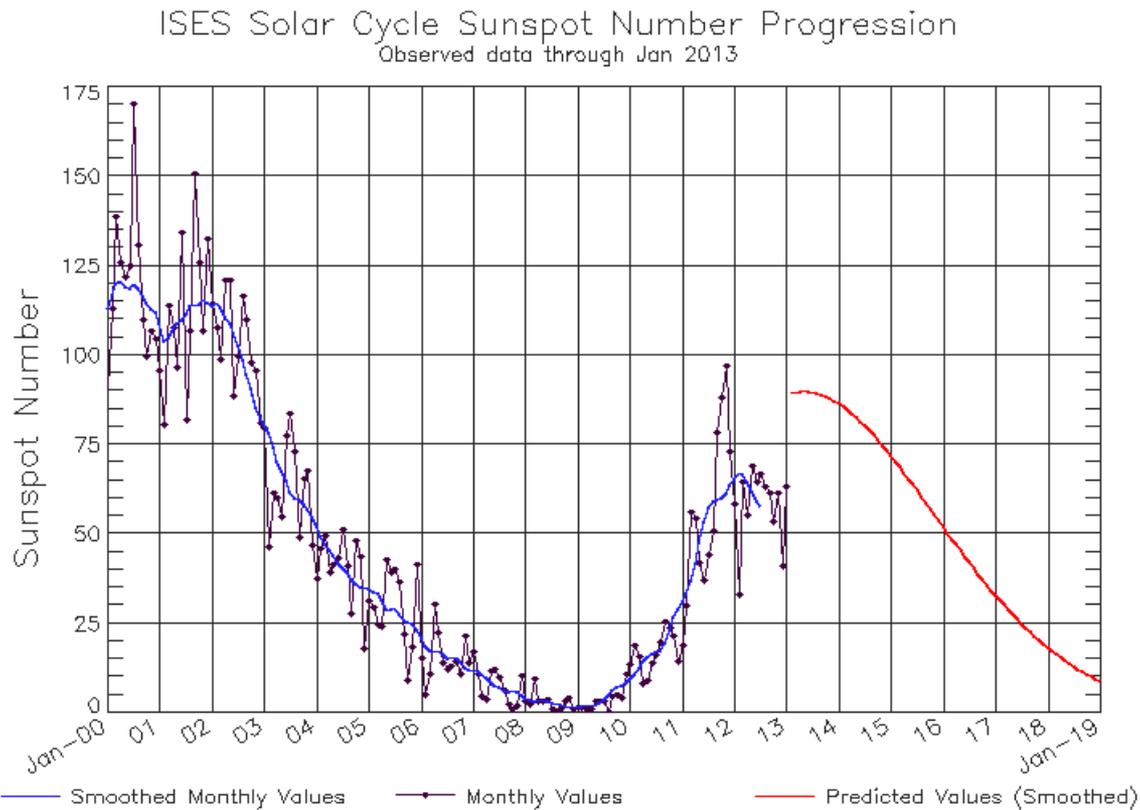
Recent Space Weather

近年の宇宙天気概況

最近の太陽活動



NOAA/SWPCによる太陽黒点数の予測

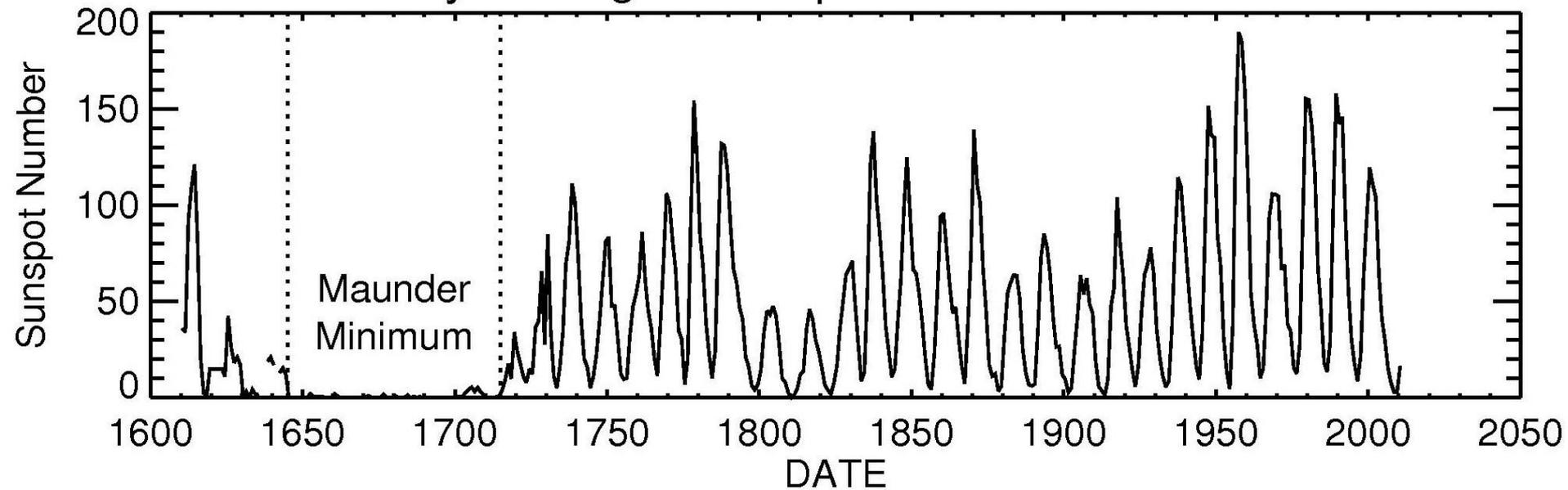


Updated 2013 Feb 4

NOAA/SWPC Boulder, CO USA

長期的な太陽活動の変動

Yearly Averaged Sunspot Numbers 1610-2010



地磁気活動の長期的な状況

OMNI2 27-days average

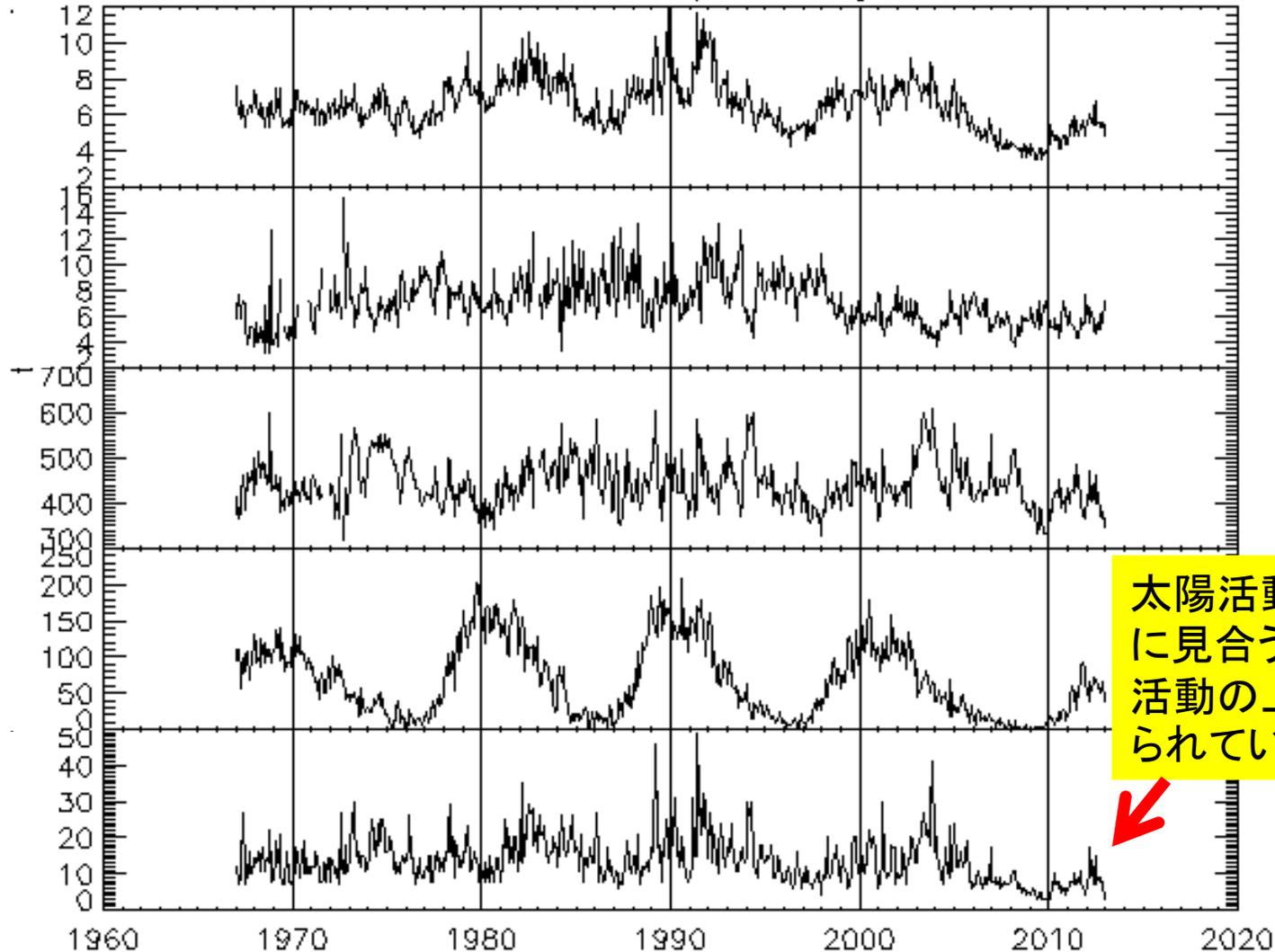
太陽風
磁場

太陽風
密度

太陽風
速度

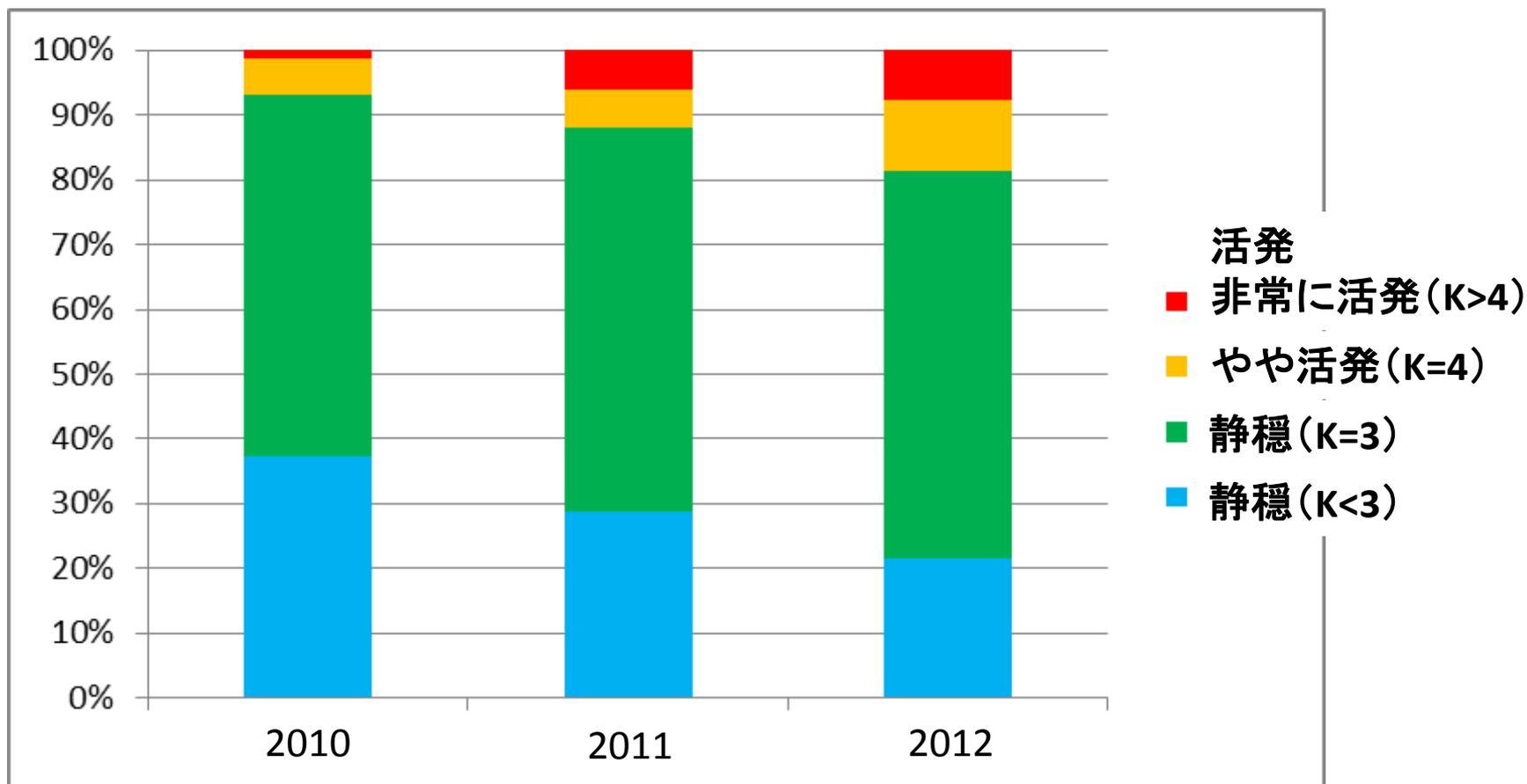
黒点相
対数

地磁気
指数



太陽活動の上昇に見合う地磁気活動の上昇が見られていない。

ここ3年の地磁気活動



極大が近づくとつれて、「やや活発」、「活発・非常に活発」の頻度は増えている(2012年で20%程度の割合)。

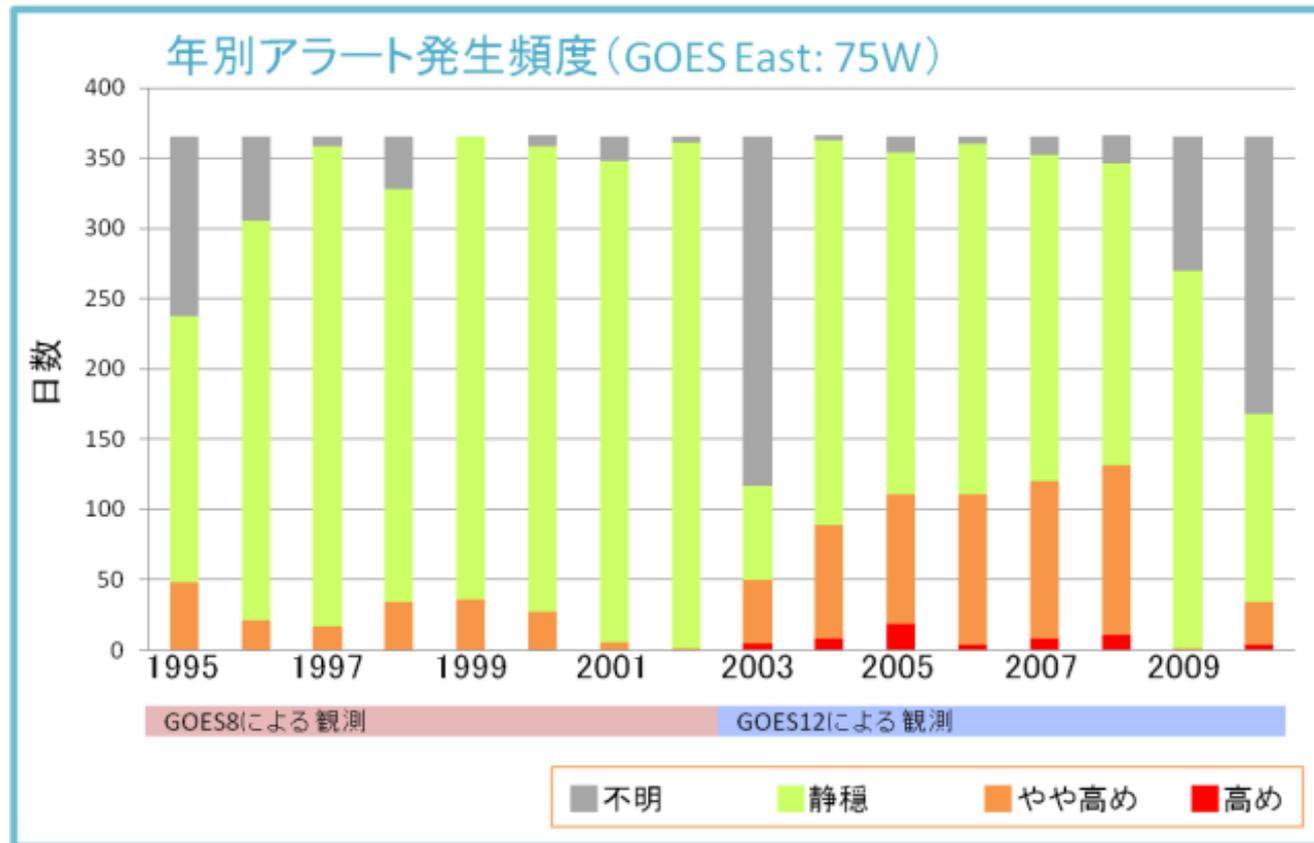
サイクル24における地磁気嵐 (Dst指数 -100nT 以下)

- **2010年 無し**
- 2011/08/06 Dst -107nT
- 2011/09/26 Dst -101nT
- 2011/10/25 Dst -132nT
- 2012/03/09 Dst -143nT
- 2012/04/24 Dst -104nT
- 2012/07/15 Dst -128nT
- 2012/10/01 Dst -133nT
- 2012/10/09 Dst -111nT
- 2012/11/14 Dst -108nT

発生回数に徐々に増加傾向は見られるものの、Dst指数が -150nT 以下に達するような大磁気嵐はサイクル24では一度も発生していない。

(参考: サイクル23最後の地磁気嵐 2006/12/15 Dst -162nT)

静止軌道放射線帯電子フラックスの状況



静穏: 2MeV以上の電子フラックスが 10^3 未満

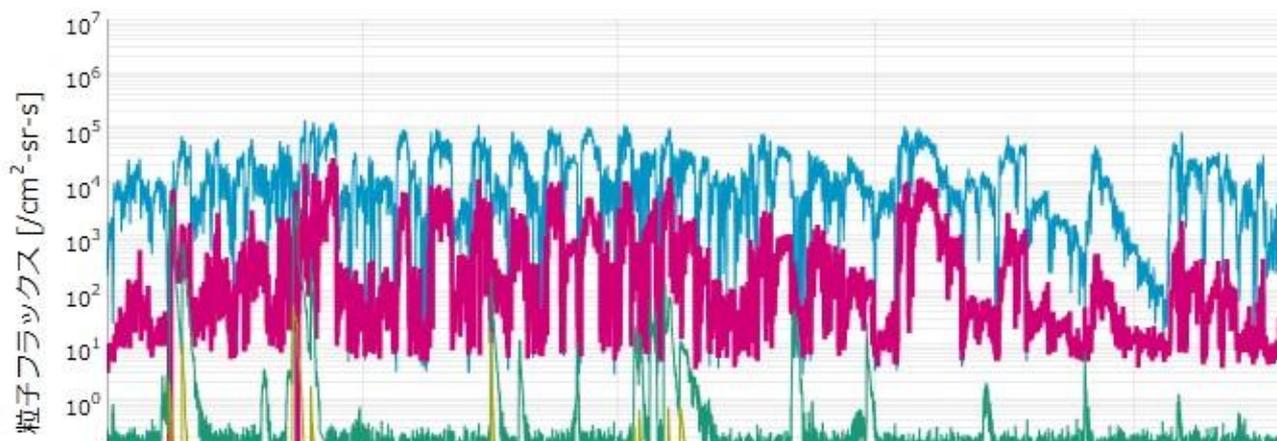
やや高め: 2MeV以上の電子フラックスが 10^3 以上 10^4 未満

高め: 2MeV以上の電子フラックスが 10^4 以上

放射線帯電子フラックスは極大期よりも下降期に増える傾向が見られる。

2012年1月~2013年2月までの 静止軌道高エネルギー電子フラックスの状況

▼ 静止軌道粒子データ(GOES衛星/Primary)



2013/02/03 07:00 UT

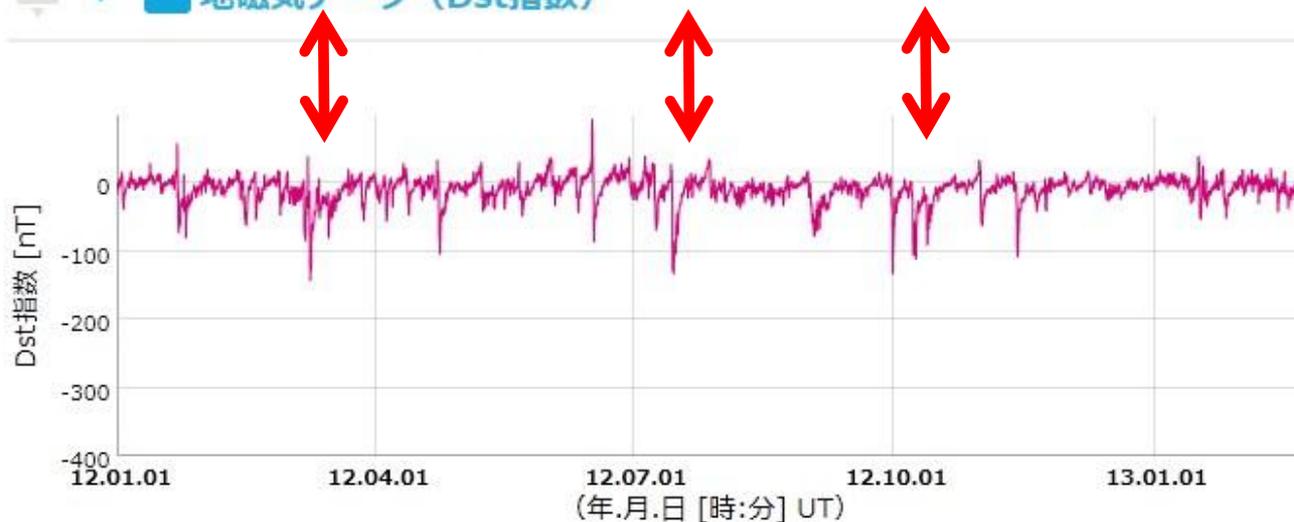
放射線帯電子

● >0.8 MeV	13700
● >2.0 MeV	61.8

高エネルギープロトン

● >10 MeV	0.0863
● >100 MeV	0.0216

▼ 地磁気データ (Dst指数)

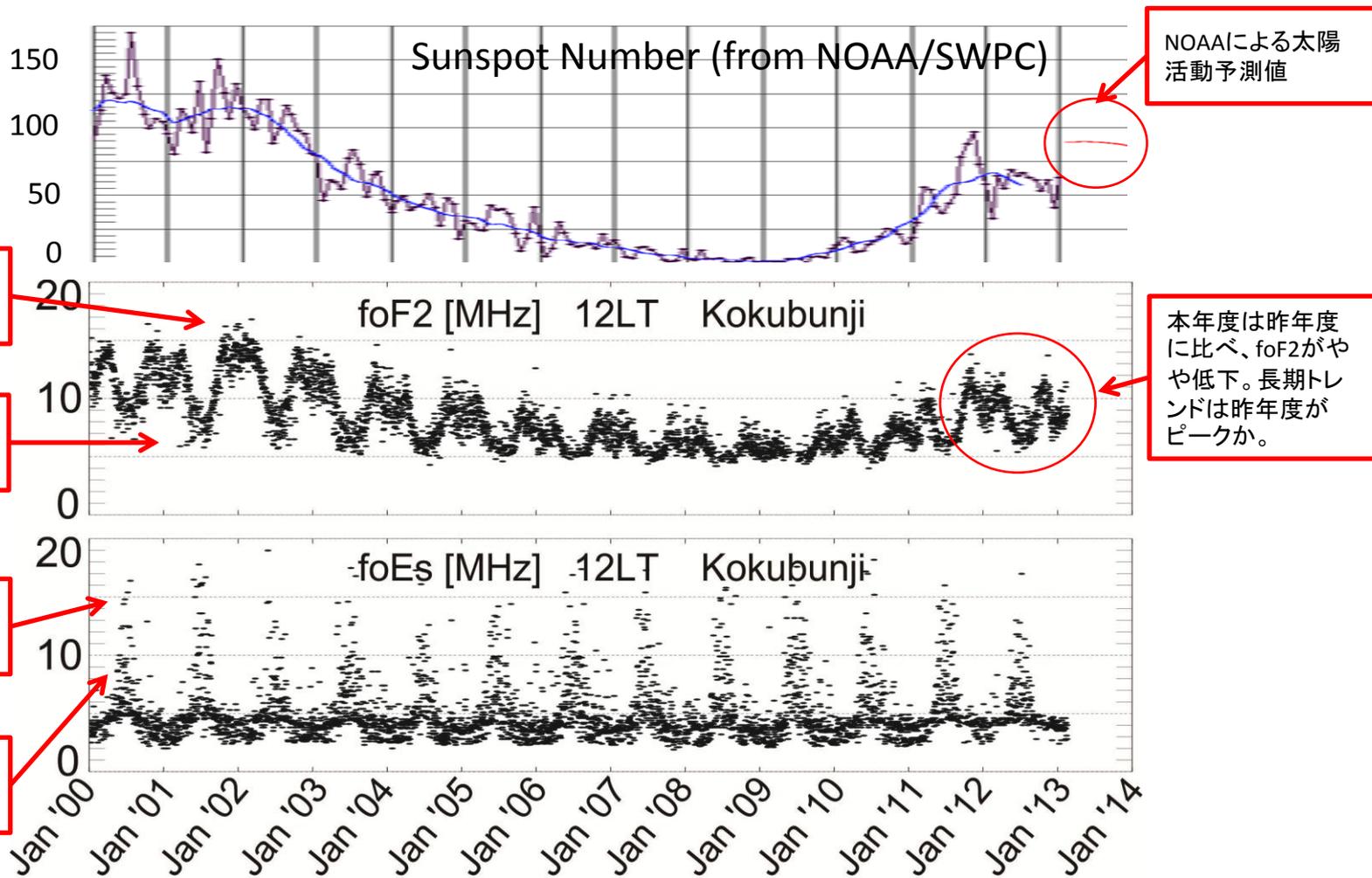


2011/12/31 23:00 UT

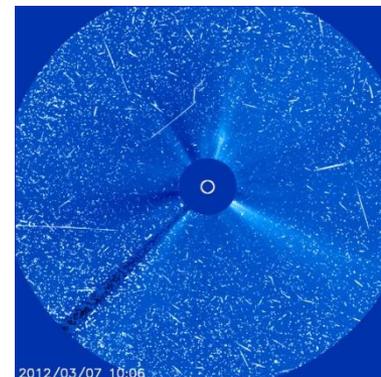
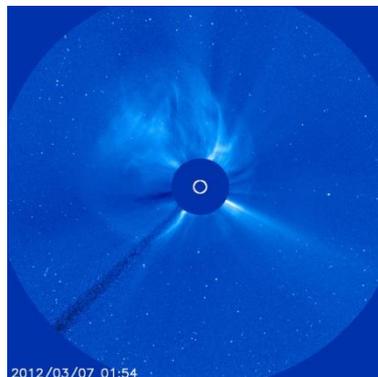
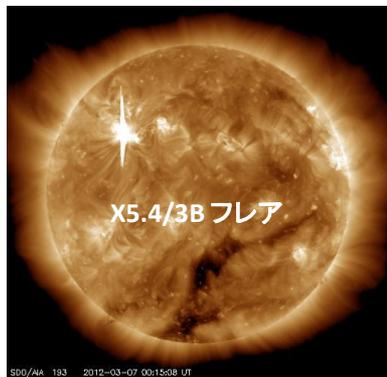
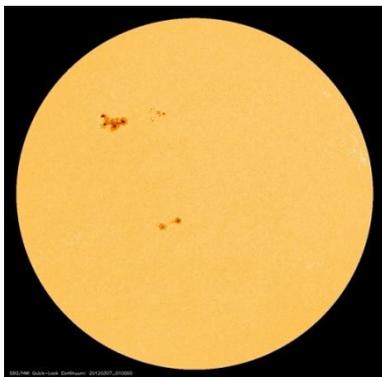
● Dst指数	-16
---------	-----

地磁気嵐の発達度を表すDst指数のリアルタイム観測値です。

2000-2013年の電離圏変動



2012年3月の宇宙嵐



ラジオNIKKEI
www.radiko.jp
 聴くなら radiko.jp
 ラジオNIKKEIは、
 全国放送局(4局)と、
 全国FM放送局(4局)が、
 4局合計で全国放送
 局を、
 全国放送局(4局)と、
 全国FM放送局(4局)が、
 4局合計で全国放送
 局を、

KJ net 読書実況web MEDICAL LIBRARY ネットショップ さくらロード スクール 映画

お知らせ

<< iPhoneアプリ 行政書... トップ

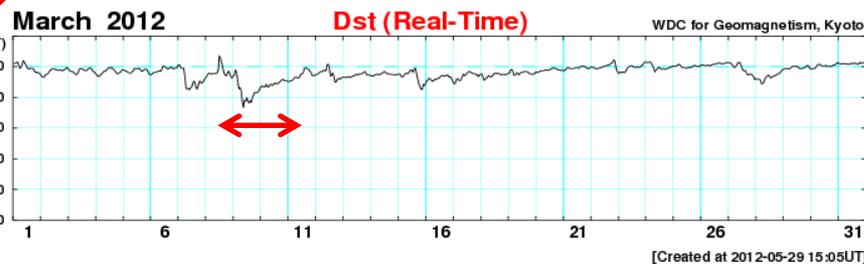
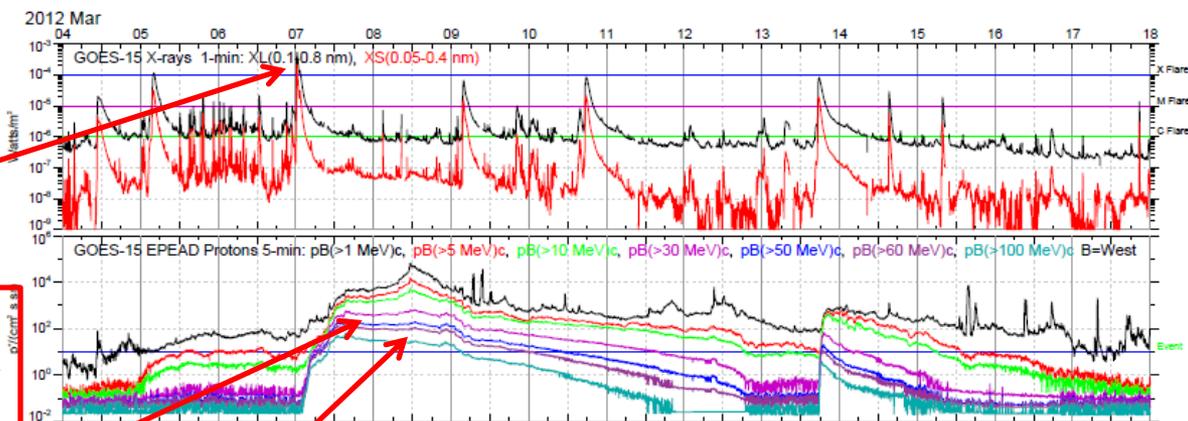
【更新】 デリリンジャー現象が発生し、短波ラジオでの受信がしにくい状態となつています【再より】

2012年3月7日
 Xクラスフレアの影響によりラジオ日経
 の短波放送で受信状態が悪化

2012年3月7日
 米国のSkyTerra 1衛星が太陽高エネルギー粒子による姿勢制御用センサーへのノイズのためにセーフモードとなりサービス中断

2012年3月7-8日
 ESAのVenus Express探査機で太陽高エネルギー粒子の影響でStar Tracker使用できなくなった。
 2012年3月10日、11日 (US newsによる)
 米国の軍の衛星でシングルイベント発生
 2012年3月12日 11pm (EST)
 米国のHughesNetの衛星で障害によりサービス中断

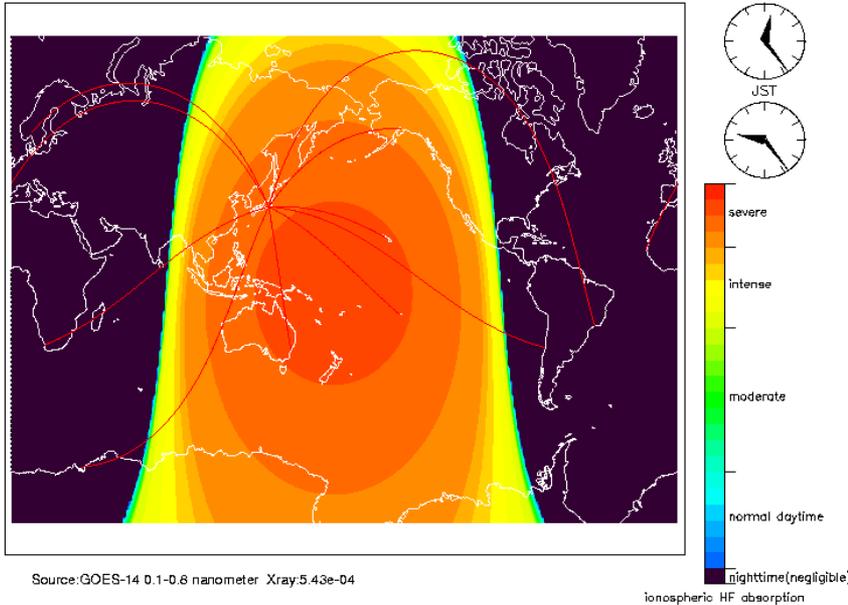
3月8-9日
 アメリカのデルタ航空が極域航路の便をより低緯度側の極域航路や極域航路でない航路に変更



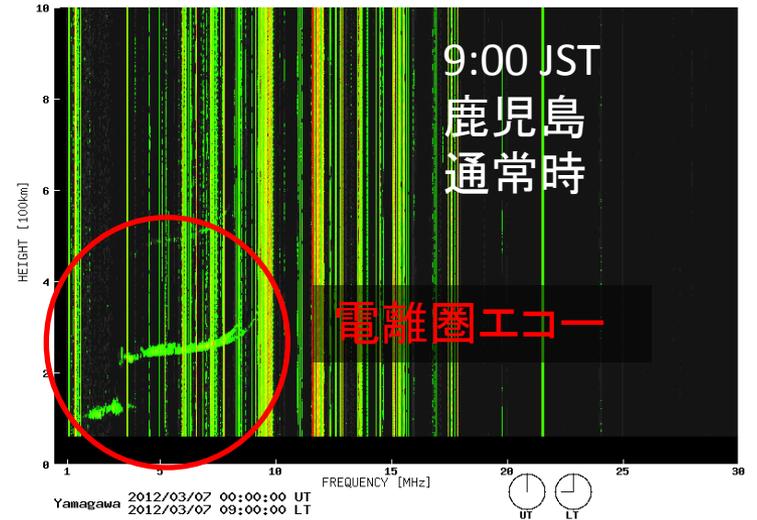
2012/03/07 X5.4フレアに伴うデリンジャー現象

デリンジャー現象(電離圏による短波異常減衰)

UT:2012/03/07 00:24 JST:2012/03/07 09:24



鹿児島イオゾンデ観測による電離圏エコー



※ラジオ日経の短波放送で受信状態が悪化



Press news and reports about Space Weather

宇宙天気に関する報道

2012/01/25 TBS Nスタ

読売新聞 2013年1月26日朝刊



ノルウェー北部で25日、大規模なオーロラが出現した。太陽の表面で23日昼過ぎに比較的大きな爆発があり、電気を帯びた粒子のかたまりが地球に到達したことが、オーロラが大規模になった原因と見られる。

情報通信研究機構の宇宙天気情報センターによると、太陽から飛び出した粒子の方向が、地球からやはずれていた。そのため、オーロラの発生は北極域に

オーロラ くっきり

ノルウェー 太陽の爆発影響か

限られ、北海道など低緯度で観察することは難しいという。

電気を帯びた粒子よりも早く地球に到達する、高エネルギーの粒子量は2003年10月以来、約8年ぶりの規模となった。人工衛星などへの障害が心配されたが、これまで大きな影響は報告されていない。

25日、ノルウェー北部トロムソ近郊で出現したオーロラ(ロイター) ▼

1月のイベント時の極域航路のルート変更に関するNetニュースの情報

2012年1月24日

通信障害の可能性があるため、デルタ航空(アジア行8便でルート変更)、エアーカナダ(東京便、上海便、香港便)、カンタス航空(シドニーブエノスアイレス便)が極域航路を低緯度の航路にルート変更

Delta, Qantas, Air Canada Divert Flights Due To Solar Storm

By Mary Schlangenstein and Mary Jane Credeur - Jan 25, 2012 12:19 PM GMT-0900

Delta Air Lines Inc. (DAL) rerouted as many as eight transpolar flights between the U.S. and Asia as the most-powerful solar radiation storm since 2003 hit Earth.

Jets were sent farther south, lengthening trips by about 15 minutes, to avoid potential radio disruptions, Anthony Black, a Delta spokesman, said yesterday. Air Canada and Qantas Airways Ltd. (QAN) also shifted the path of some flights, while American Airlines, United Continental Holdings Inc. (UAL), and Air New Zealand Ltd. (AIR) said no planes had been rerouted.

Airlines are at risk for a loss of communications on Arctic routes because they use high-frequency radios on flights in the region instead of satellite-based systems, said Doug Biesecker, a solar physicist at the National Oceanic and Atmospheric Administration's Space Weather Prediction Center. Solar storms can interfere with the radio signals, he said.

"This one is unusual because it's so strong," Biesecker said in an interview from Boulder, Colorado. He said it was the 11th-most-powerful storm measured since 1975.

About 8,000 flights a year operate on polar routes, typically between Asia and North America, because they're the shortest path for many destinations on the two continents, Biesecker said. He said the storm may last until late today New York time.

Delta reroutes planes following massive solar eruption

Published January 24, 2012 / FoxNews.com

Radiation from an immense solar blast hit the Earth Tuesday -- forcing Delta Air Lines to redirect at least half a dozen airplanes that had been routed over the North Pole.

NOAA's Space Weather Prediction Center -- the nation's official source of warnings about space weather and its impact on Earth -- issued a

Solar storm forces Air Canada, Delta to reroute flights

Agence France-Presse, Jan 25, 2012 1:33 PM ET (Last updated: Jan 26, 2012 9:09 PM ET)

WASHINGTON — Air Canada has been forced to reroute flights after solar radiation from a massive sun storm — the largest in nearly a decade — collided with the Earth's atmosphere on Tuesday.

Air Canada rerouted its flights over the Arctic, including those to Tokyo, Shanghai and Hong Kong, as a safety precaution from the spectacular light display.

"They decided to fly a little farther south. No further south than 70 degrees," said Peter Fitzpatrick, Air Canada spokesman. "It added a bit [of time to the flights]. But it was purely a precautionary measure."

He said those flights are back flying over the North Pole on Wednesday as the radiation levels have fallen.

Related

Biggest solar storm since 2005 pummels Earth

Delta Air Lines rerouted as many as eight transpolar flights between the U.S. and Asia. Jets were sent farther south, lengthening trips by about 15 minutes, to avoid potential radio disruptions, Anthony Black, a Delta spokesman, said on Tuesday. He told AFP that "a handful" of routes had their journey adjusted "based on potential impact" of the solar storm on communications.

Routes from Hong Kong, Shanghai and Seoul took a more southerly route after the solar flare erupted on Sunday.

The airline said it would continue to monitor solar activity before return flights to their normal routes.



2012/03/09 スッキリ（日本テレビ）

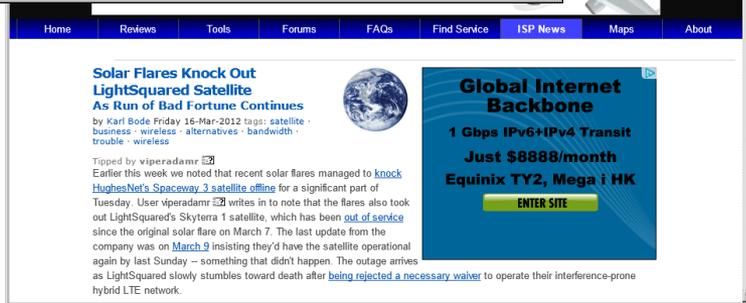
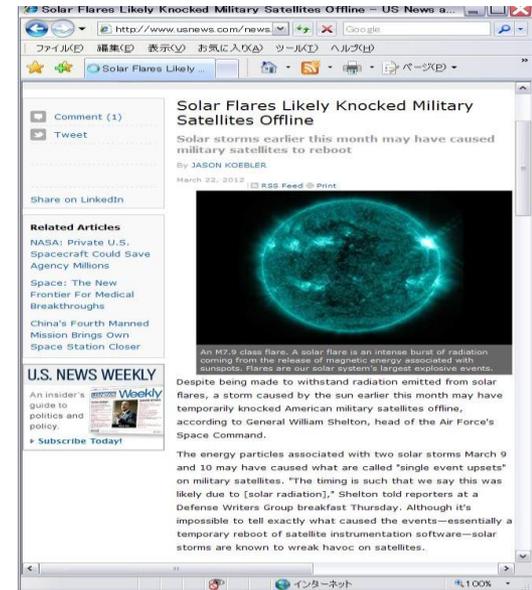
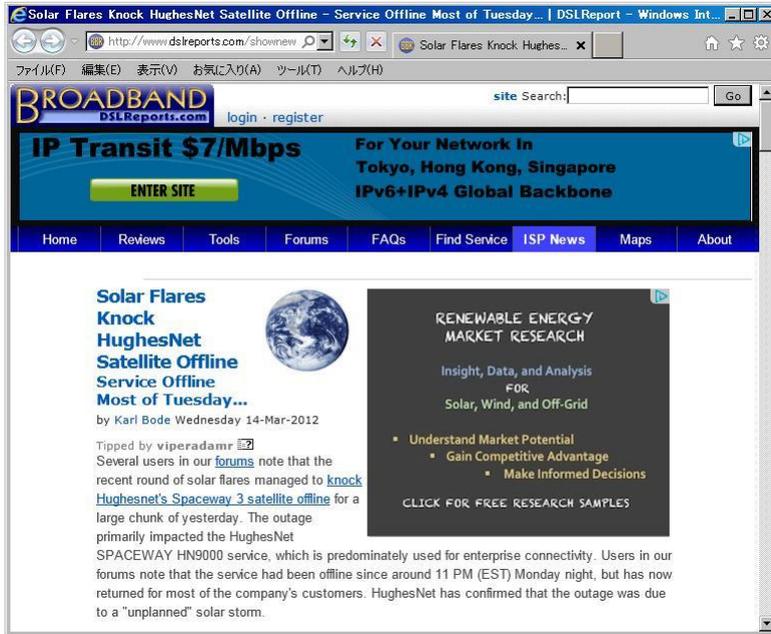


2012/03/09 ZIP!（日本テレビ）

3月のイベント時の衛星障害に関するNetニュース等の情報

3月12日11pm(EST)にHughesNetの衛星 (Space way 3) で障害によりサービス中断

3月10日と11日に米国の軍の衛星でシングルイベント発生



3月7日LightSquadの衛星 (Sky Terra 1) で障害



3月7-8日 ESAのVenus Express探査機で太陽高エネルギー粒子の影響でStar Trackerが使用できなくなった。

2010年8月4日 日本でオーロラ？

8月4日に日本でもオーロラが見られるぞ！NASA「北の空に注目して」

【ITニュース】 2010/08/04(水) 19:28 [文字サイズ](#) [大](#) [標準](#) [小](#)

[いいね!](#) [0](#) [ツイート](#) [263](#) [チェック](#) [BI](#) [0](#) [PC・携帯へメールを送る](#)

ちょっと信じられない現象が8月4日に発生するかもしれない。NASAが発表したところによると、8月4日に日本でもオーロラが見られるかもしれないというのだ！ この情報は朝日新聞も報じており、理論的には実際にオーロラが出現してもおかしくない状況なのは確かなようだ。

朝日新聞は「太陽の表面で起きた爆発(フレア)から噴き出した大量の荷電粒子が地球に向かっており、4日ごろ、日本でもオーロラが見られるかもしれない」と報じている。



北欧などの地域に行かなきゃ見られないオーロラが日本でも見られる！？ これは絶対にオーロラを見なきゃ損！ ということで、詳細を気象庁に取材をして聞いてみた！ いつ頃、どちらの方向を見ればオーロラを見る事ができるの！？

「今日ですか？ 日本でオーロラが見られるというのは初耳です。この取材で初めて知りました。気象庁には情報が入ってきていないですね(気象庁)との事。どうやら詳細については気象庁に情報が入ってきていないようだ。

また、「オーロラが起きる正確な時刻や方向、場所などは予測できない。昼間だと観測はできないが、NASAは北の空に注目をと呼びかけている(朝日新聞)と報じられている事から、8月4日の何時に空を見ればいいのかまったく不明！ なので夜はジーッと北の空に注目するしかない。

また、荷電粒子が地球に降り注ぐと電波が乱れる可能性があるらしく、ケータイや通信機器がおかしくなったらオーロラが見られるタイミングと考えていいのかも！？ とりあえず4日の何時に見られるか不明なので、眠くなるまで北の夜空を見つめていよう！ まあ、見られない可能性も大きくあるらしいのでガッカリするかもしれないが……。

Screenshot from Creative Commons licenses.

This image is used in accordance with copyright law number 32. (情報提供:ロケットニュース24)

http://news.searchchina.ne.jp/disp.cgi?y=2010&d=0804&f=it_0804_012.shtml

- 複数のウェブニュースにおいて、2010年8月4日「日本でもオーロラが見られるかもしれない」と報じられた(朝日新聞の記事は数時間後に削除された)。

2010年8月4日 日本でオーロラ？（NICT報道発表）

朝日新聞
THE ASAHI SHIMBUN DIGITAL

● トップ ● ニュース ● スポーツ ● エンタメ ● ライフ ● ショッピング ● Astand ● トピックス

社会 | ビジネス | 政治 | 国際 | 文化 | サイエンス | 社説 | コラム | 天気 | 交通 | 動画 | マイタウン | English

現在位置: [asahi.com](#) > ニュース > 特集 > プレーバック1週間 > 記事

4日夜のオーロラ観測、望み薄 日本の機関が最新情報

2010年8月4日18時21分 ソーシャルブックマーク      印刷 

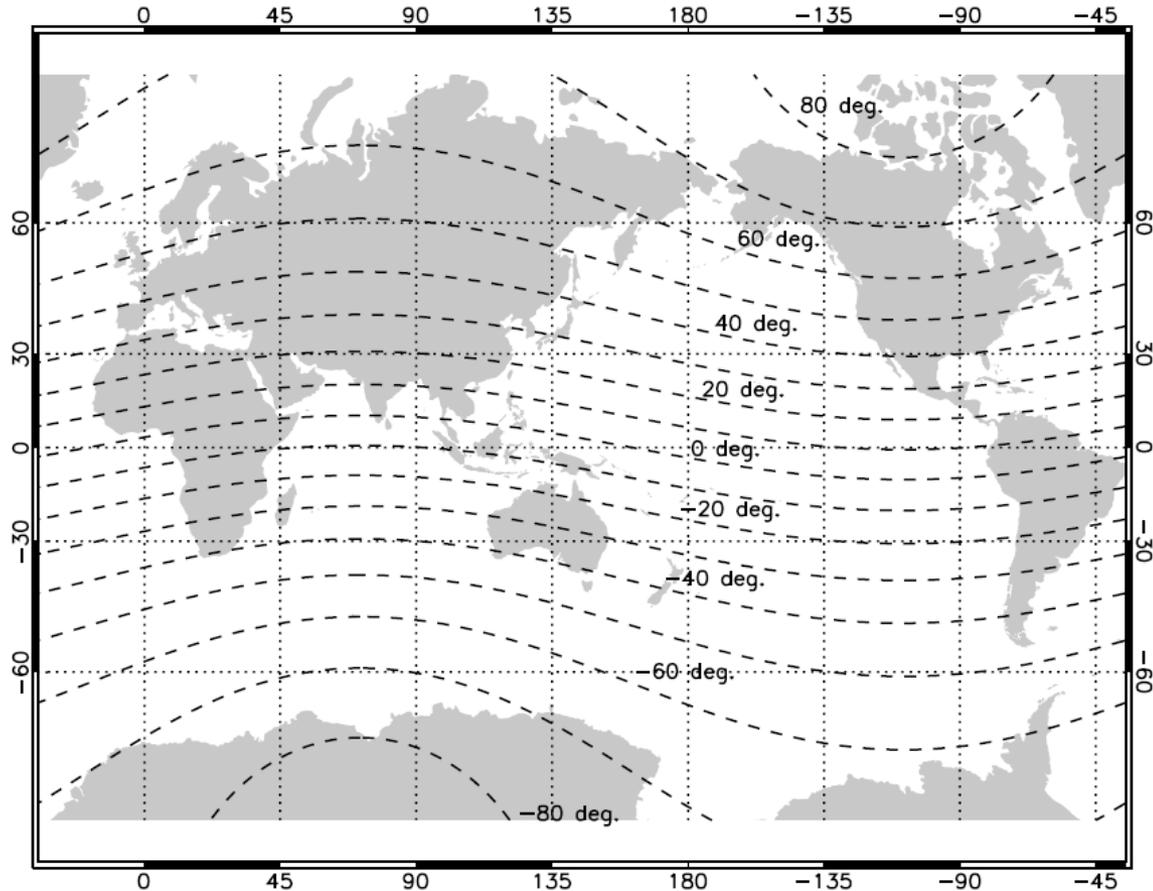
日本でのオーロラ観測は期待薄——米航空宇宙局(NASA)が、4日夜にも可能性があるとして発表していた「夜空のショー」は、幻に終わりそうだ。

磁気嵐などの「宇宙天気予報」を公表している独立行政法人・情報通信研究機構(東京)によると、地球や地球外周の磁場などの観測データを午後5時前の段階で分析した結果、「同日昼過ぎから(太陽活動による)イベントは終息方向に向かっている」。過去に肉眼で観測されたことのある北海道でも「オーロラを見られることを示唆するデータはどこにもなく、可能性は極めて低い」という。

NASAは、太陽観測衛星SDOが1日、太陽の表面で起きた爆発(フレア)を観測したと発表。規模はそれほど大きくはなかったが、荷電粒子がちょうど地球に向かう位置にある黒点の付近で起きた。このため、噴き出した大量の荷電粒子が地球に向かっており、4日ごろにオーロラが見られるかもしれないとしていた。

<http://www.asahi.com/special/playback/TKY201008040158.html>

<地磁気緯度の違いの理解が必要>



- オーロラが見られる領域は地理座標ではなく、地磁気座標に関係している。
- 日本と米国は、地理的に同じ緯度でも、地磁気緯度が 10° 以上低くなるため、アメリカでオーロラが見られても日本で見られるとは限らない。

赤道付近でオーロラ？

NASA、赤道付近のオーロラの画像を公開——国際宇宙ステーションから撮影

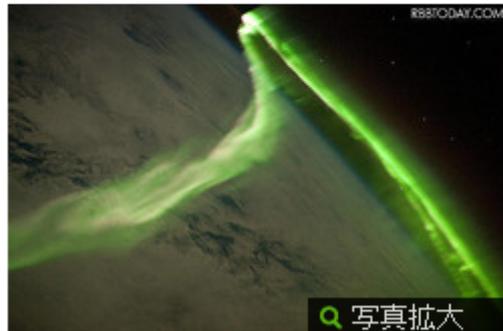
RBB TODAY 2010年06月23日20時13分

RBB TODAY

おすすめ 0

ツイート 0

コメント 0



公開された「南極光」 [写真一覧\(2件\)](#)

米NASAは21日、国際宇宙ステーション (International Space Station) から撮影されたオーロラ「南極光」の画像を公開した。このオーロラは先月24日に、南インド洋上空350kmから南極大陸の方角を向いて撮影されたもので、緑色のリボン状の形をしている。

オーロラは通常極点付近で観測されるが、地球の磁気へ影響を与える大型の磁気嵐により、オーロラの一部が赤道付近へ移動する形となっている。

<http://news.livedoor.com/article/detail/4844755/>

- 2010年6月23日複数のウェブニュースにおいて、NASAが赤道付近のオーロラ画像を公開したと報じられた。

赤道付近でオーロラ？オーロラが赤道方向に移動

NATIONAL GEOGRAPHIC Daily News

Share

Like 293

Tweet 21

+1 1

Email

More »

Latest Photos



Aurora Australis From Space

Photograph courtesy NASA and NASA Earth Observatory

Even for astronauts, this was a rare sight indeed: an [aurora](#) hovering over the southern Indian Ocean.

Auroras occur when charged particles from the sun collide with Earth's upper atmosphere, causing atoms of oxygen and nitrogen to gain energy and then release it in the form of light.

Auroras typically are visible only near Earth's Poles, where magnetic field lines channel charged particles toward the planet. But this aurora australis, photographed in May from the [International Space Station](#), occurred during a geomagnetic storm, which can temporarily shift the planet's magnetic field—and hence its auroras—closer to the Equator.

Published June 22, 2010



<http://news.nationalgeographic.com/news/2010/06/photogalleries/100622-aurora-space-pictures-saturn-moons-100/>

- これは、「磁気嵐により、通常より赤道方向（closer to the Equator）に移動（shift）している」という英語の元記事を誤訳したものと推測される。
- 英語の記事はまともであるので、日本の報道（特に科学記事）の質の問題と思われる。

Operational Activities of NICT Space Weather

NICT宇宙天気業務

宇宙天気予報業務

- 毎日午後2時30分より宇宙天気予報会議
- 予報情報を電子メール・Web・FAX等で送信



予報の流れ(チェックリスト)

コピー-20130220_フレア-地磁気チェックリスト [互換モード] - Microsoft Excel

2013年2月20日 担当: 田中
2013/2/19 6:00UT 2013/2/20 6:00UT

太陽フレア予報のためのチェックリスト

■現況		発生フレア				電波バースト	
太陽活動	C	M	X	型	型	型	型
やや活発	1	-	-	-	-	4	-
	MAX	α 1406	19日 10:09UT	#1678			

■全体の推移				
指数	本日	昨日	推移	推移に関する結論
GOES X線	B3~4	B2~B4	一定	緩やかに上昇中
F10.7	113(平晩)	110(平晩)	一定	
黒点面積	460	400	緩やかに上昇中	
太陽黒点相対数	81	63	緩やかに上昇中	

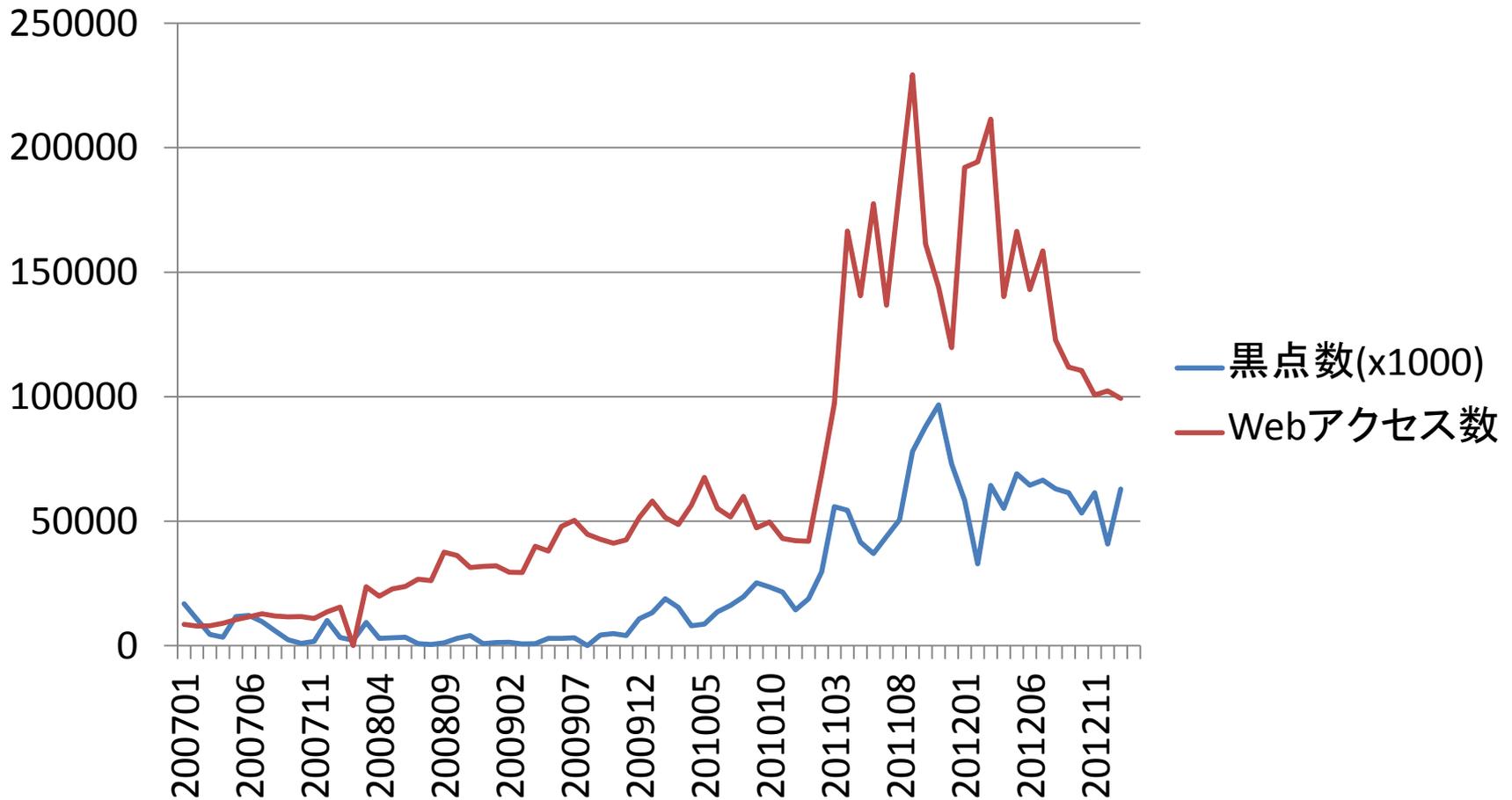
■活動領域												
NOAA 評価	領域	位置	面積		数		タイプ	磁場構造		推移	24h以内の最大フレア 過去の最大フレア	
			本日	昨日	本日	昨日		本日	昨日			
	1671	N16W46	110	110	3	1	Cso	Hsx	β	α	→	-
Eruptive	1673	S11E17	90	60	24	8	Dac	Cao	β	β γ	→	-
	Growing											
	1675	N12W09	60	110	3	14	Cso	Cao	β	β γ	↓	-
	1676	S19E37	50	80	1	2	Hsx	Hsx	α	α	→	-
	1677	S27E38	10	10	1	1	Axx	Axx	α	α	→	-
Eruptive	1678	N10W40	130	30	14	6	Dai	Dro	β γ δ	β	↑	C2.1/LDE 19日 10:09UT#1678 C2.1/LDE 19日 10:09UT#1678
	Little change this period.											
	1679	S14E44	10	-	1	-	Axx	-	α	-	New	-
	1672	S17W71	-	-	-	-	-	-	-	-	Del	-
	1674	N14W59	-	-	-	-	-	-	-	-	Del	-

■結論		■昨日の予報	
太陽活動	1 日後まで 活発	1 日後まで	やや活発
<ul style="list-style-type: none"> 太陽活動はやや活発。活動領域1678で、19日10:09UTCにC2.1のLDEフレアが発生した。 #1673は、黒点数が増加し、磁場構造がやや複雑なβγから単純なβへ変化した。 #1675は、面積・黒点数がやや減少し、磁場構造がやや複雑なβγから単純なβへ変化した。 #1678は、面積・黒点数がやや増加し、磁場構造が単純なβから非常に複雑なβγδへ変化した。 STEREO EUVHSDOによると、新たに回り込んできそうな活動的な領域はない。 磁場構造が非常に複雑で、成長傾向にある#1678では、今後Mクラスフレアが発生する可能性がある。 			
→Active 1日			
→予報会議にて、Eruptive 1日として、様子を見ることになった。			

EUVI/AIA 195 Stonyhurst Heliographic (Earth-view)

太陽フレア予報のためのチェックリスト / 地磁気擾乱予報のためのチェックリスト

NICT宇宙天気Webアクセス数の推移



「宇宙天気」観測精度アップ

太陽が発する電波やX線などの状況を観測する、独立行政法人・情報通信研究機構(NICT)のパラボラアンテナが、約20年ぶりに建て替えられる。太陽表面の大規模な爆発「太陽フレア」が多発し、人工衛星や全球測位システム(GPS)に狂いを生じさせる可能性があるという。4年以内に備え、観測態勢を整備する。

20年ぶりに アンテナ更新

太陽フレア多発に備え

対象のアンテナは、東京都小金井市と茨城県ひたちなか市のが所にある。観測結果は毎日、「宇宙天気」として公表され、研究者や天文ファン、影響を受ける航空会社などが活用している。しかし、経年劣化によって故障がちで、観測に支障が出ていた。このため、政府は、先月決定した12年度補正予算案に、建て替え補助として10億円を計上した。

フレアは約11年ごとに高頻発するとされ、近い時期では14年ごとに多発するとみられる。フレアが起きると、通常の10倍以上の電磁波や紫外線などが地球に飛んできて、航空機などに通信障害が起きたり、GPSに狂いが出たりする。フレア発生が分かるく、航空会社は、フレアの影響を受けやすい北寄り航路を避け、南寄りに変更することもある。

ひたちなか市のアンテナは昨年9月から約3か月間、故障で観測ができなかった。太陽の観測は日照時間中に限られるため、日米欧が分担して行っており、日本で観測ができないうと世界に影響が及ぶ。



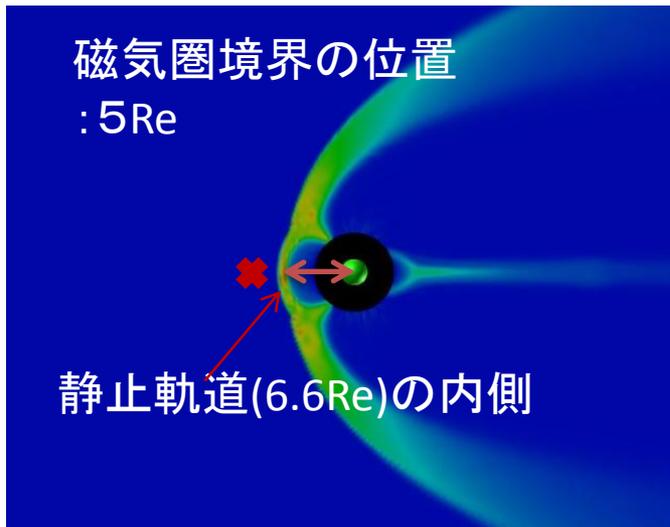
45 ACE受信アンテナ



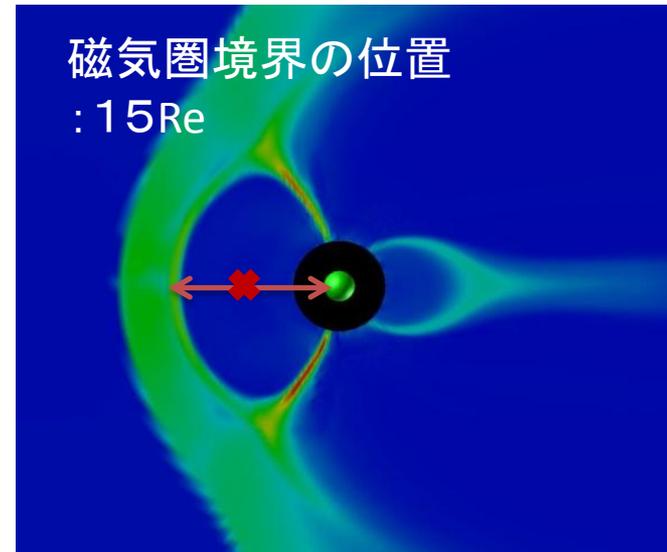
平磯太陽電波望遠鏡

極端現象の計算結果

極端現象(太陽風圧力80倍)



通常時



ロバスト性が上がり、極端現象のシミュレーションができるようになった。

→今後、解析が必要

International Organization for Space Weather

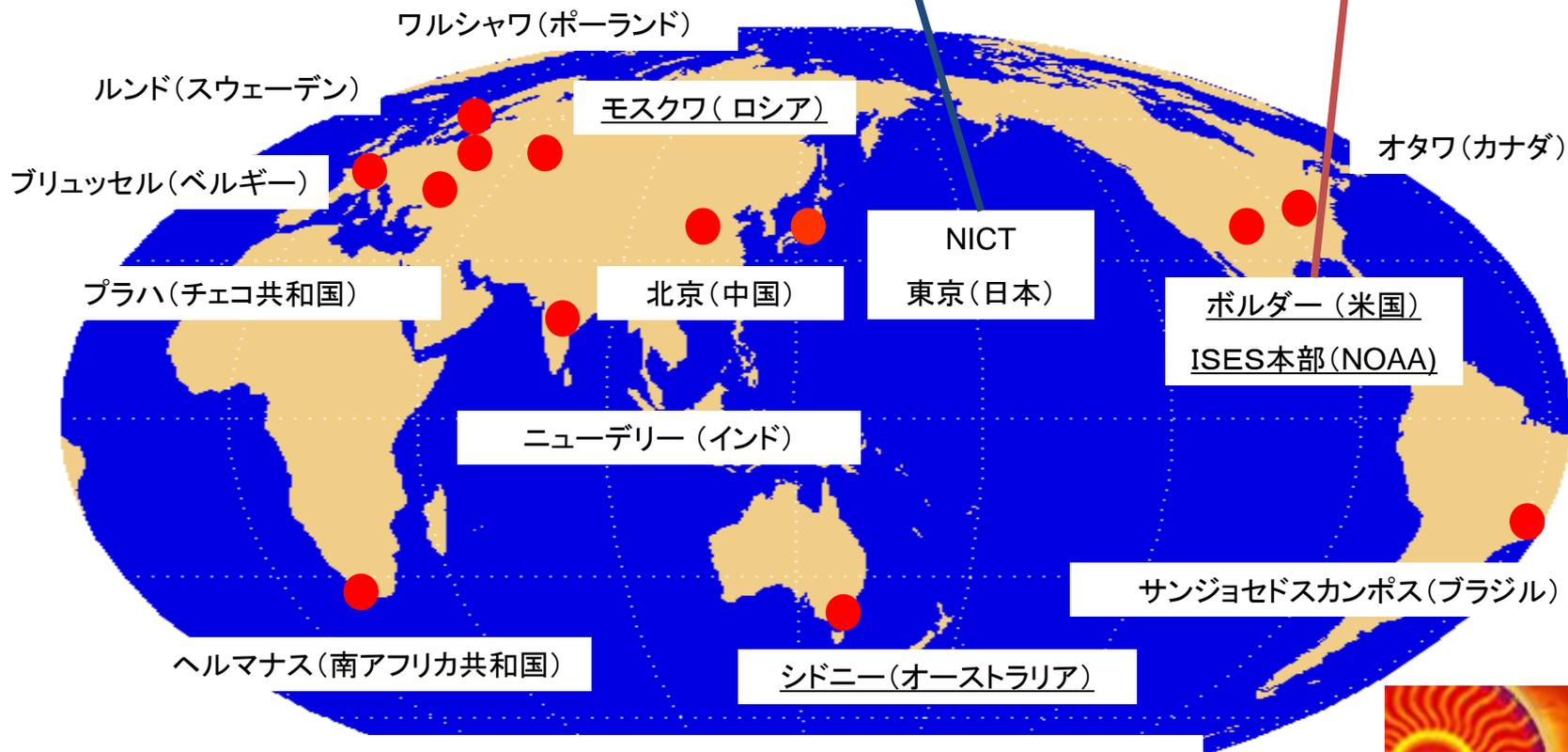
宇宙天気予報の世界的体制

ISES: International Space Environment Service

(13 member nations over the world)

世界で唯一の、太陽風、磁気圏、電離圏リアルタイムシミュレーションを実施している。局所的電離圏観測や地磁気観測の地上観測網が充実している。

太陽監視衛星、太陽風監視衛星、静止軌道衛星など多くの衛星を運用し、データを提供している。



国際協力によって宇宙天気予報を推進。



世界の宇宙天気(運用)関係組織

国連

国連

COPUOS(宇宙
平和利用委員
会)

ISWI (International Space
Weather Initiative) WG
2009~2011

Long-Term Sustainability WG
2011~2014

国内WG
(JAXA)
2011~

気象

世界気象機構
(WMO: World Meteorological Organization)

ICTSW (International
Coordinate Team for Space
Weather) 2009~

地域の独自連携

European Space Weather
Week

Space Weather Workshop
NOAA

Asia-Oceania Space Weather Alliance

国際連携



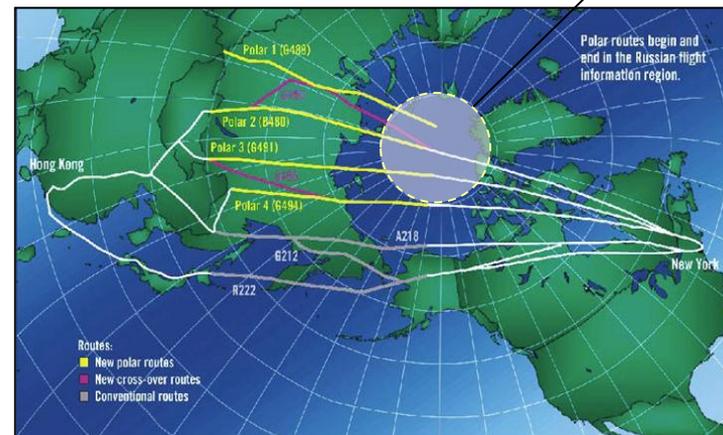
ICTSWからICAOへの提言

航空 - 極廻り航路への影響

短波通信のみが可能な領域

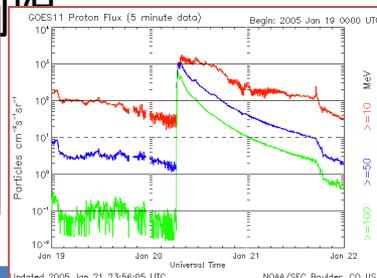
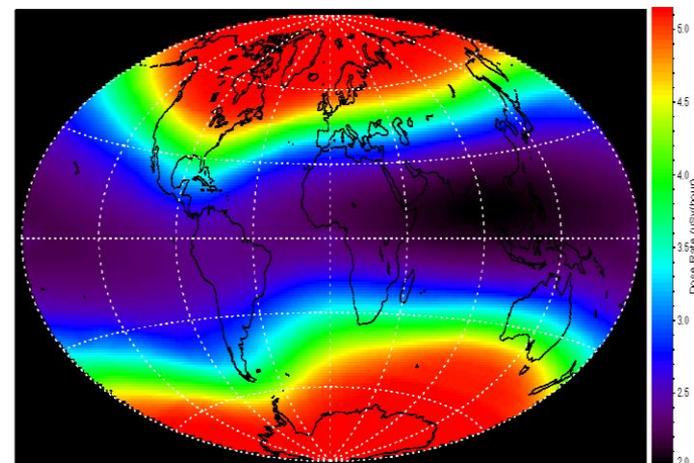
通信

- 北極域の緯度82度以上の円内は、普段から衛星通信やVHF通信が使用出来ず、3~30MHzのHF通信が極廻り航路における唯一の通信手段。
- プロトン現象は、数日間に亘るHF通信途絶を引き起こす(極冠電波吸収)。



放射線被曝

- 宇宙線による極廻り航路での被曝レベルは通常1フライトで数十 μ SV程度。宇宙線は2種類に分類できる。
 - 銀河宇宙線 (常に存在し、避けられない。)
 - プロトン現象[太陽宇宙線] (ごく稀に極めて被曝レベルが増加することがある。)
- 放射線量が増加したとき、航空会社は極廻り航路の



2005年1月 ユナイテッド航空: 太陽フレア(プロトン現象)の影響で26便が航路を変更
 シカゴー香港便 4日間連続アンカレッジ経由に変更。180分~210分の遅れ
 シカゴー北京便 18分~55分の遅れ
 北京ーシカゴ便 55分~80分の遅れ

終わりに

- 宇宙天気予報の難しさ
 - 現在でも未知のプロセスがある
 - 観測点が非常に乏しい
 - 空間的なスケールが様々（オーロラ：～km、太陽風：
- 精度向上のための研究
 - プロセスの解明
 - モデル・シミュレーションコードの開発
- 宇宙天気予報業務への還元
- **利用ニーズに即した予報を！：ユーザの声が一番重要**

今後ともよろしくお願いいたします