

2011年6月27日

宇宙天気ユーザーズフォーラム2011

無線通信(含アマチュア無線)での 宇宙天気情報の利用方法

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

國武 学

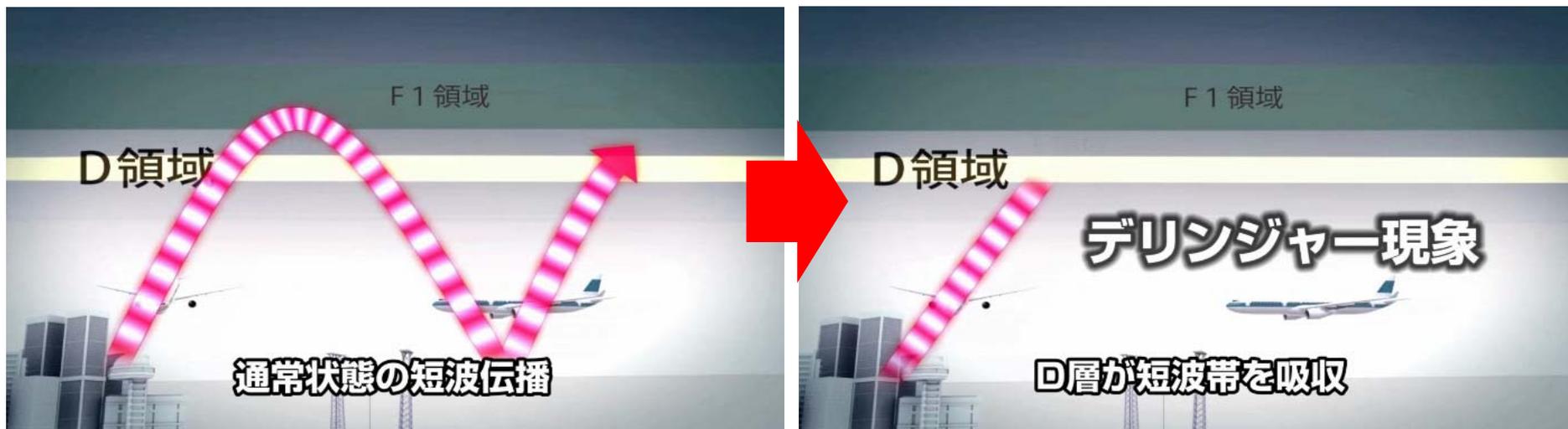
無線通信に影響を与える宇宙天気現象

1. デリンジヤー現象
2. スポラディックE層
3. 電離圏嵐

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)

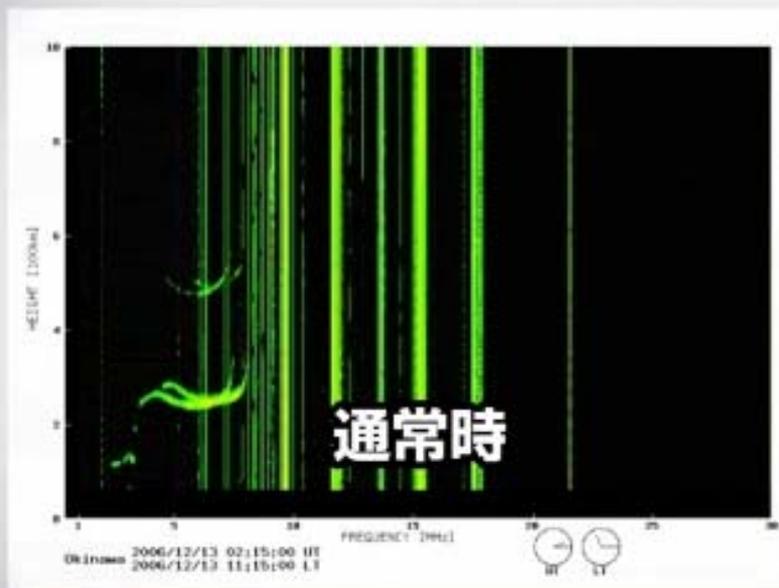
→ 太陽X線量の急増

→ 電離圏D領域の電子密度急増

→ 短波電波の吸収

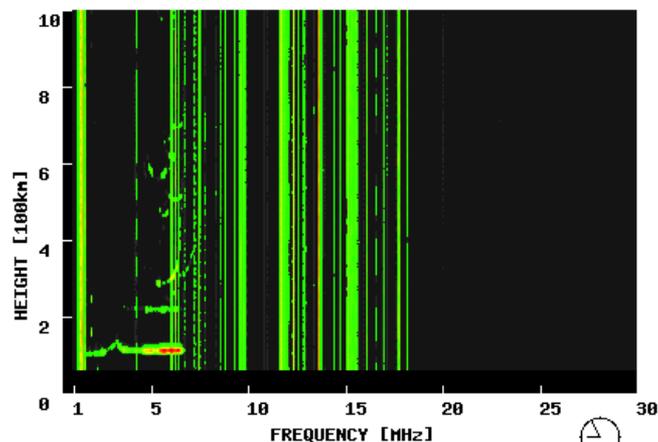
デリンジャー現象発生時のイオノグラム

イオノグラム

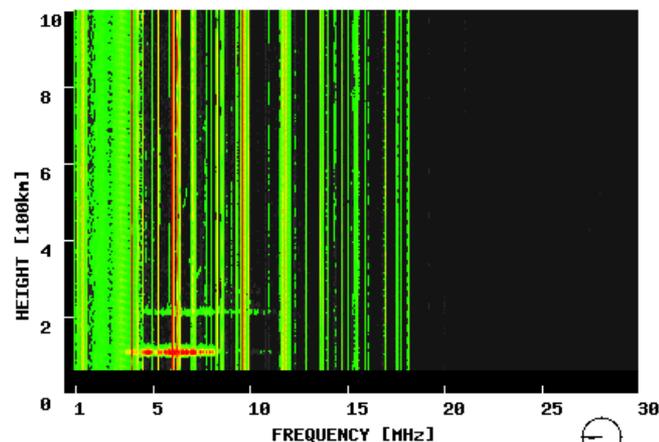


リアルタイム・イオノゾンデ観測

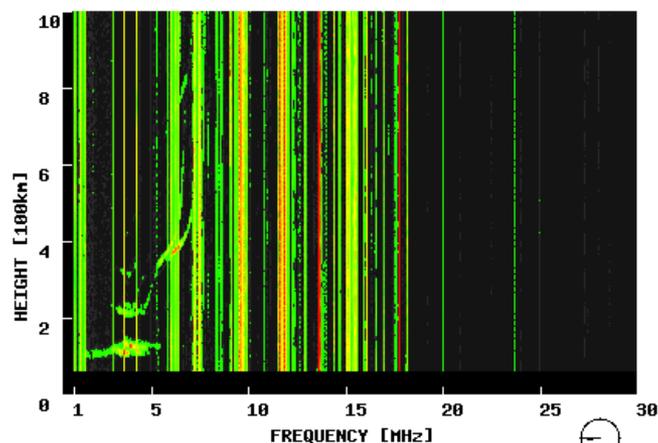
<http://wdc.nict.go.jp/IONO/>



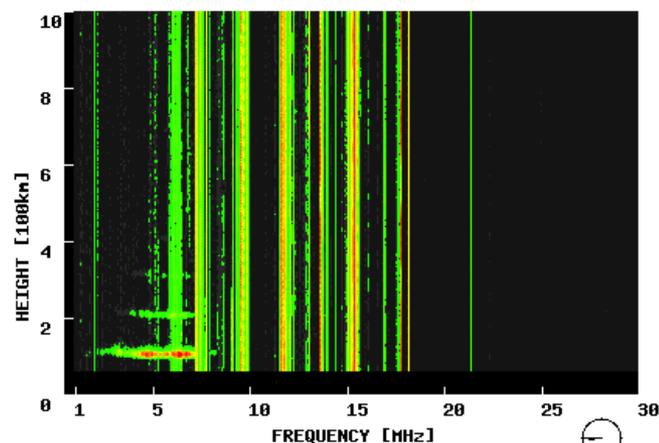
Wakkanai 2011/06/26 08:55:00 (JST=GMT+9)



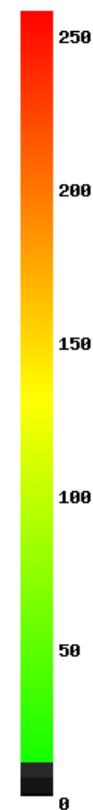
Kokubunji 2011/06/26 08:45:00 (JST=GMT+9)



Yamagawa 2011/06/26 08:45:00 (JST=GMT+9)

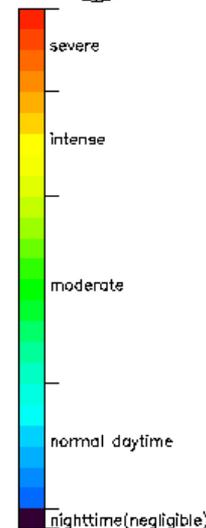
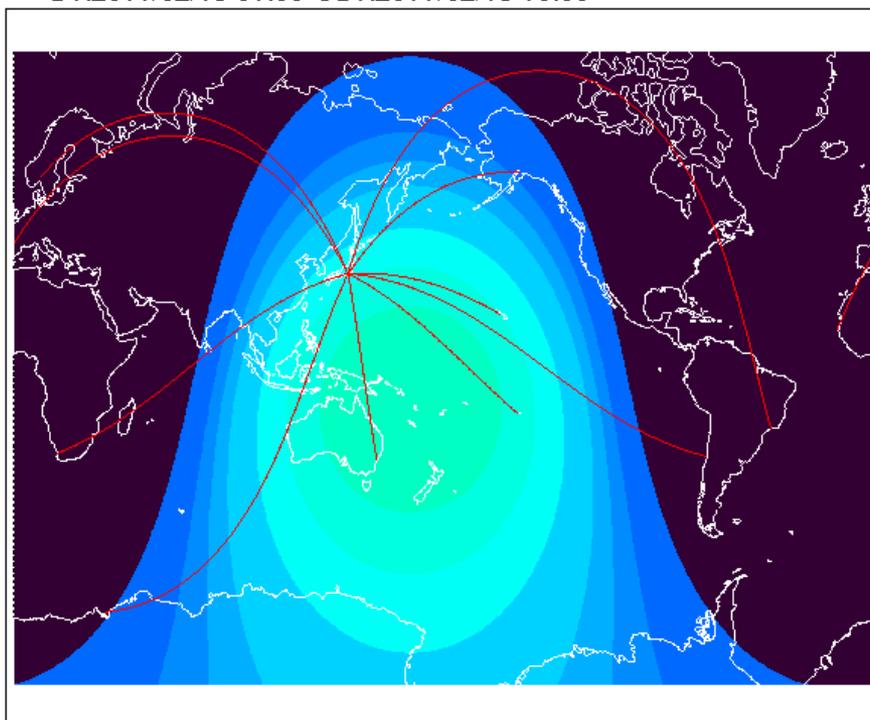


Okinawa 2011/06/26 08:45:00 (JST=GMT+9)



デリンジャー現象 (電離圏による短波異常減衰)

UT:2011/02/15 01:00 JST:2011/02/15 10:00



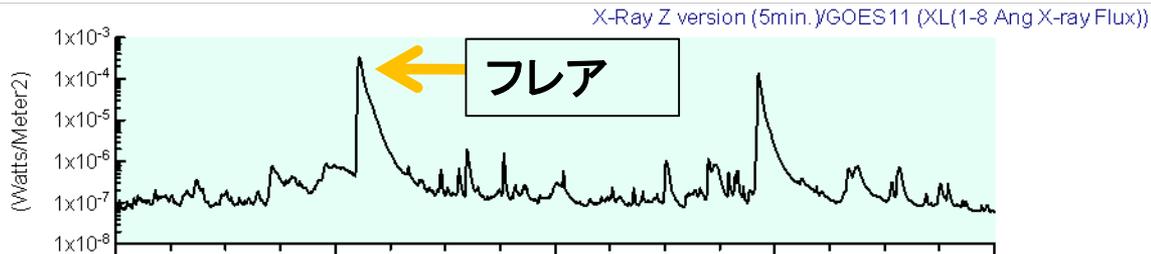
ionospheric HF absorption

Source:GOES-14 0.1-0.8 nanometer Xray:1.25e-06

昼間側の広範な領域にわたってHF通信障害が発生する。

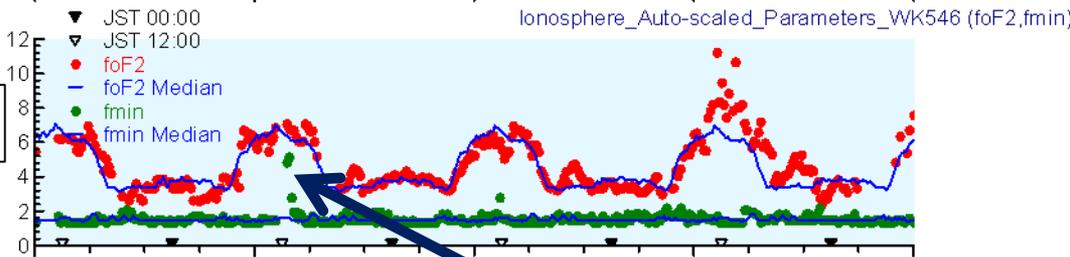
GOES衛星による太陽X線観測から計算したデリンジャー現象の目安(相対値)

<http://wdc.nict.go.jp/x-ray/index.html>

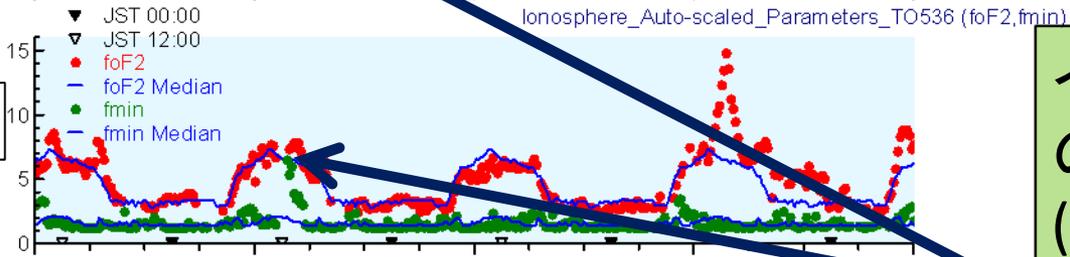


このプロットはSTARSで作ったものです。

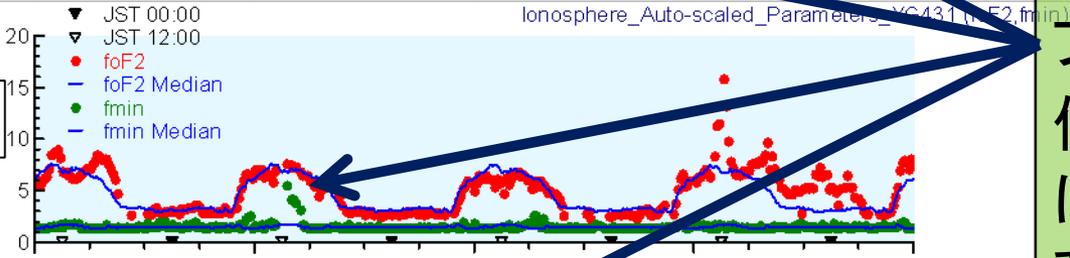
稚内



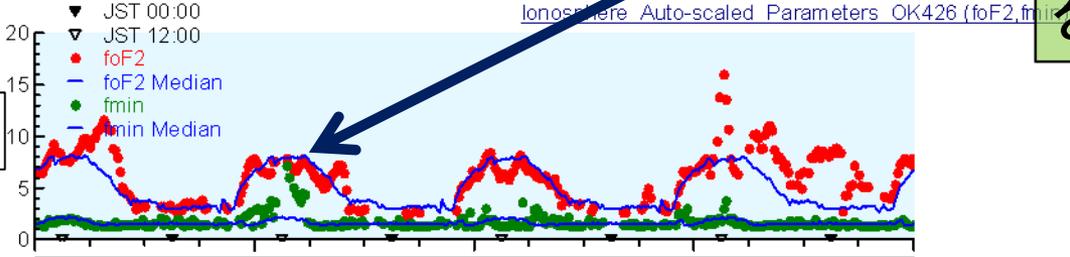
国分寺



山川



沖縄



イオノゾンデ観測での反射最低周波数 (fmin: 図中緑色の点プロット) が上昇。低い周波数の電波は吸収されている事を示している。

12/12 00:00 12/13 00:00 12/14 00:00 12/15 00:00 12/16 00:00
12/12/2006 - 12/16/2006 Time(UT)

スプラディックE層 (Es層)



スプラディックE層 (Es層)



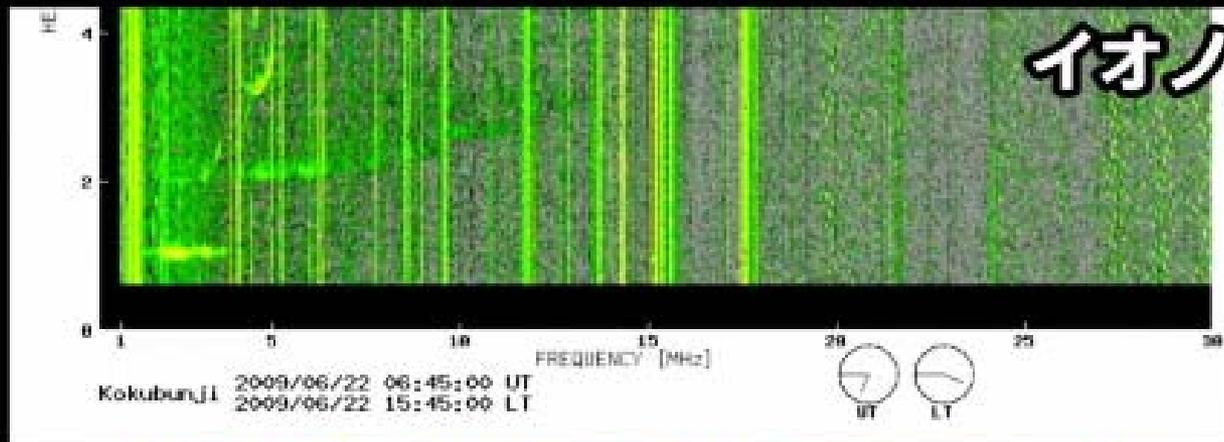
スプラディックE層 (Es層)



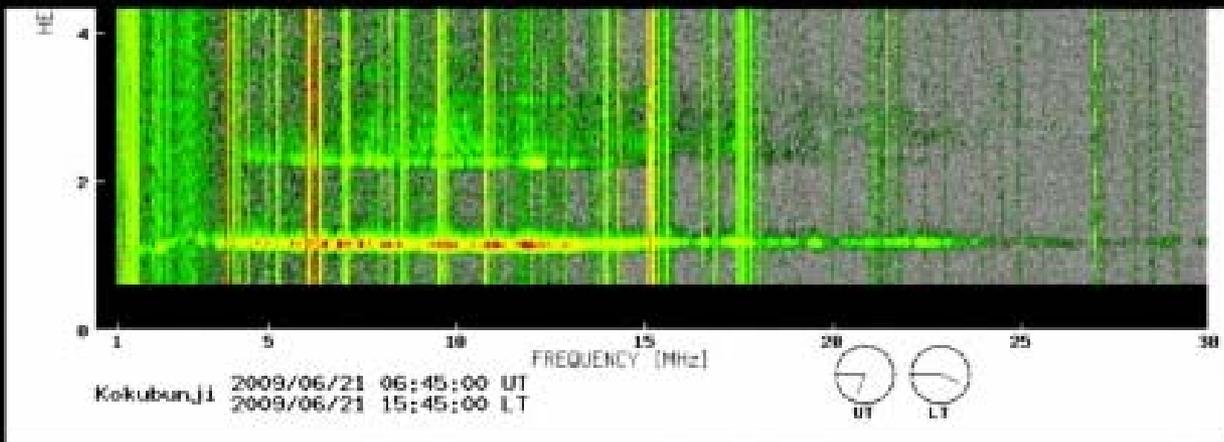
スプラディックE層(Es層)の発生メカニズム



スポラディックE層発生時のイオノグラム



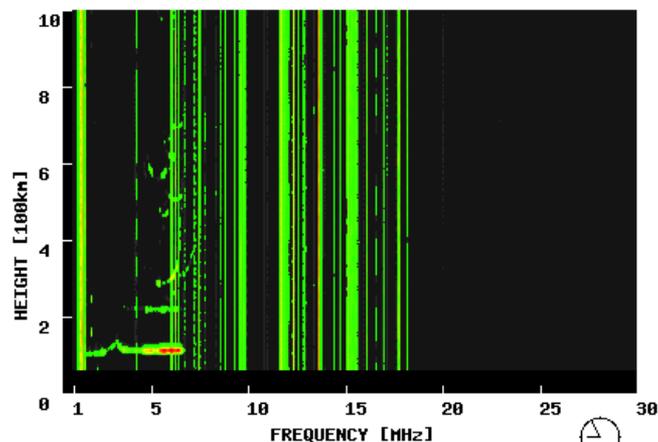
通常



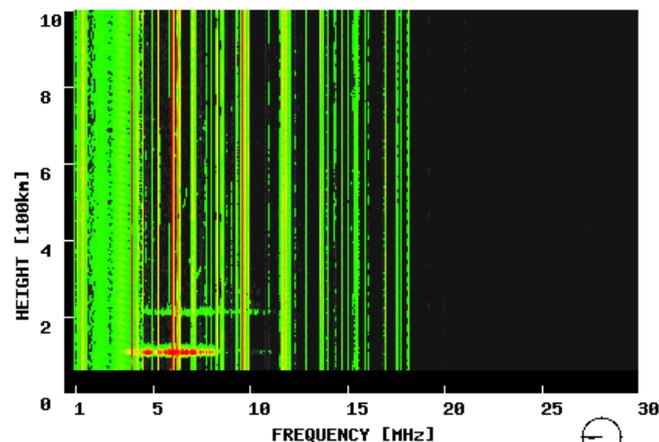
Es層
発生

リアルタイム・イオノゾンデ観測

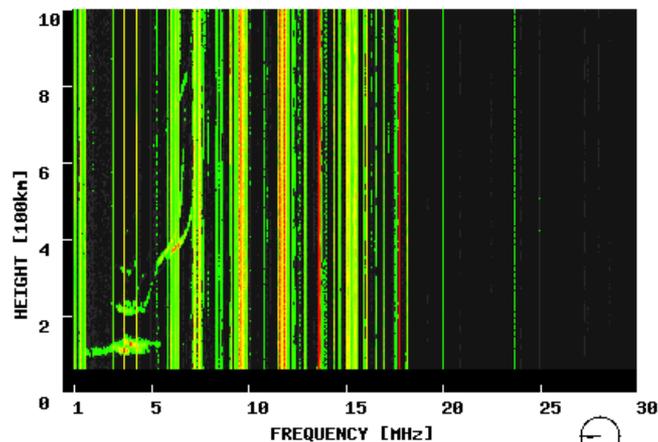
<http://wdc.nict.go.jp/IONO/>



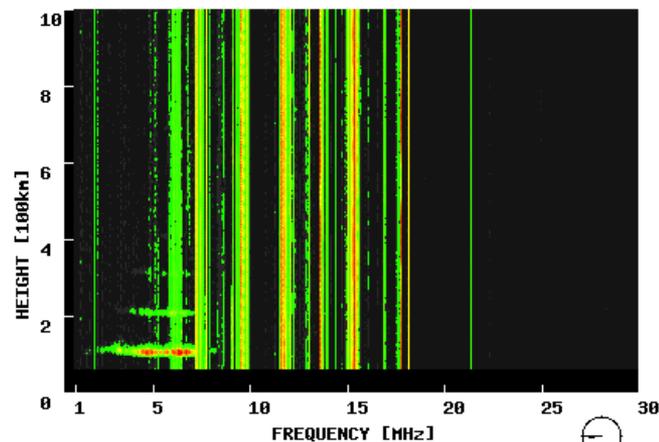
Wakkanai 2011/06/26 08:55:00 (JST=GMT+9)



Kokubunji 2011/06/26 08:45:00 (JST=GMT+9)



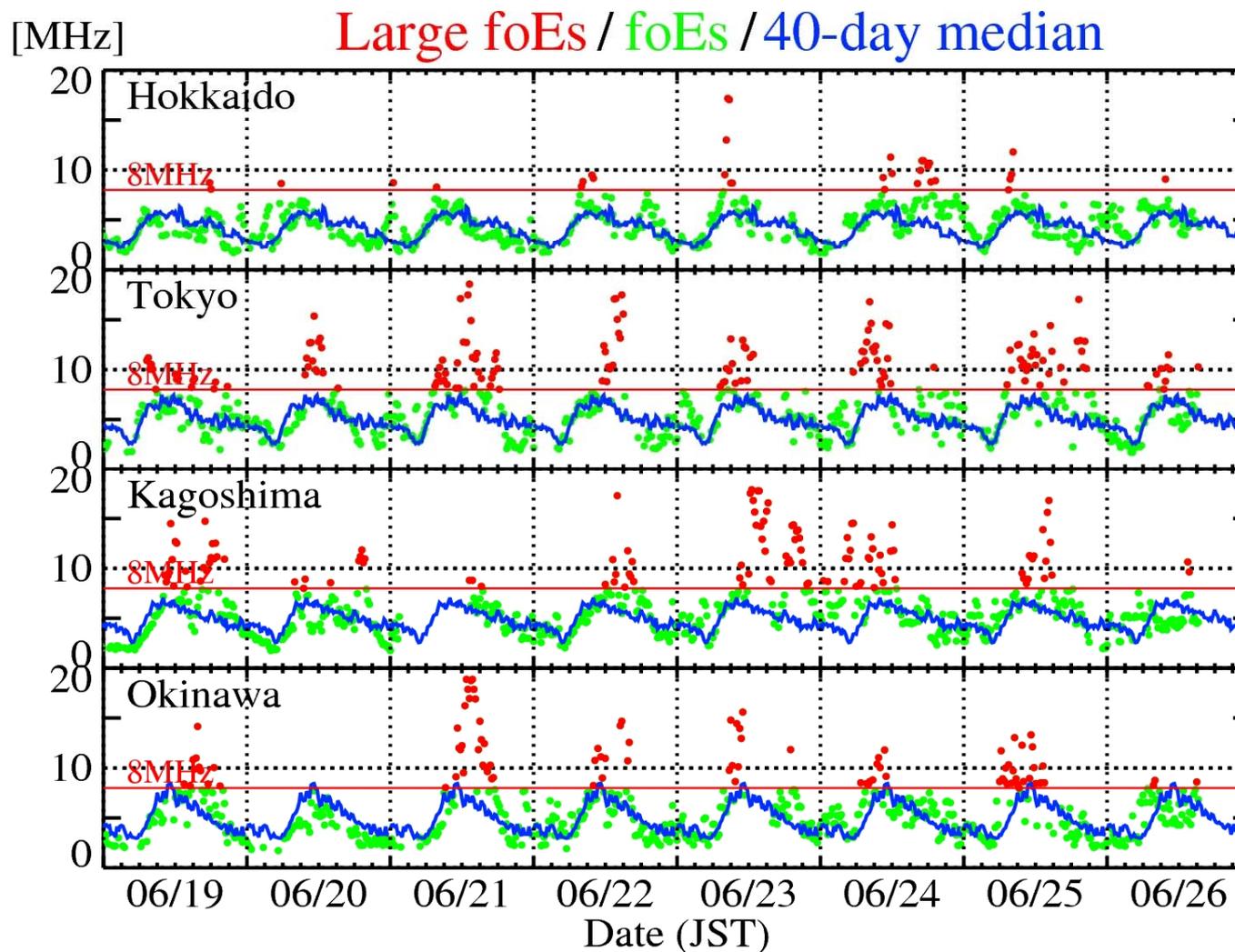
Yamagawa 2011/06/26 08:45:00 (JST=GMT+9)

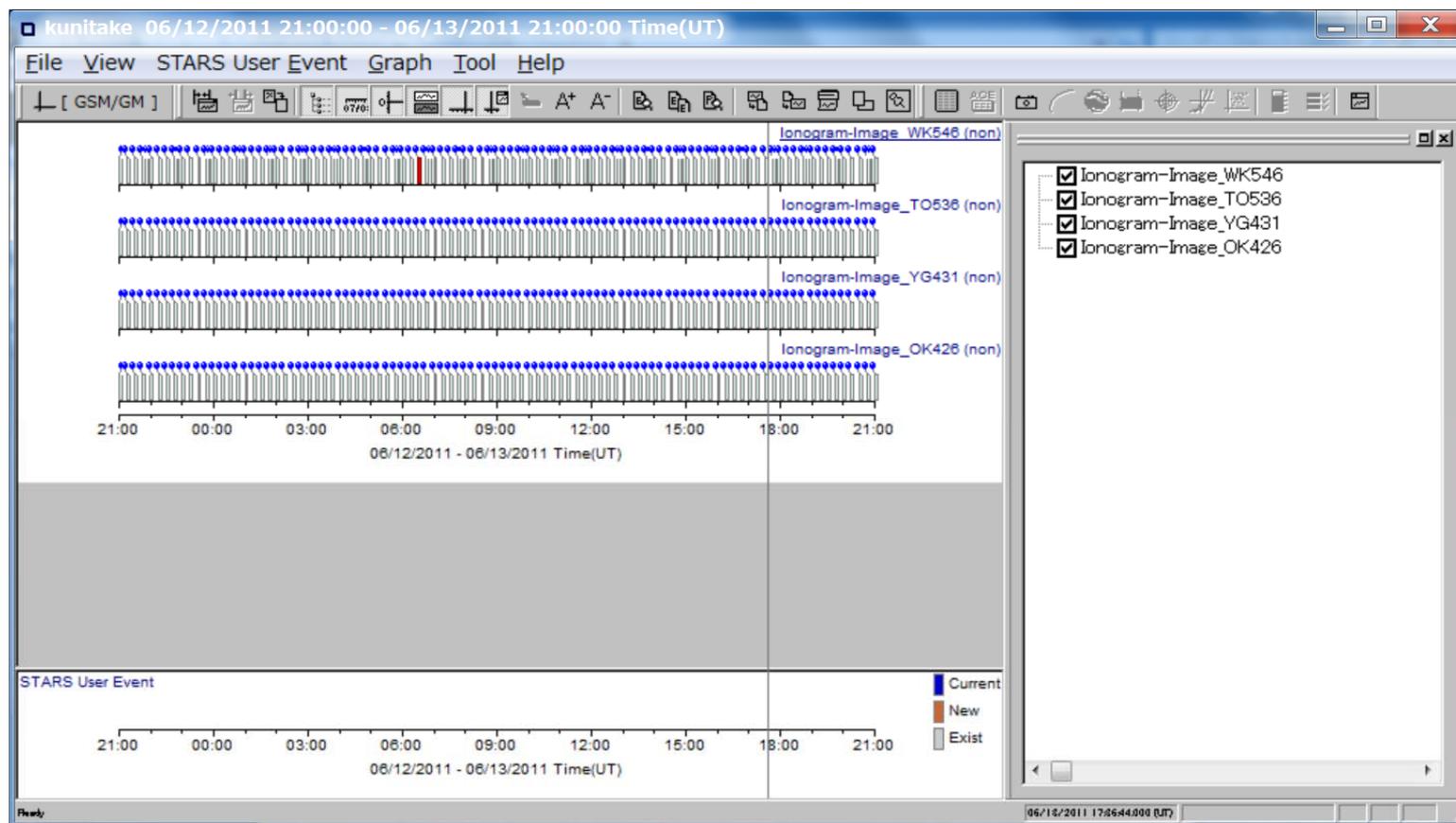


Okinawa 2011/06/26 08:45:00 (JST=GMT+9)

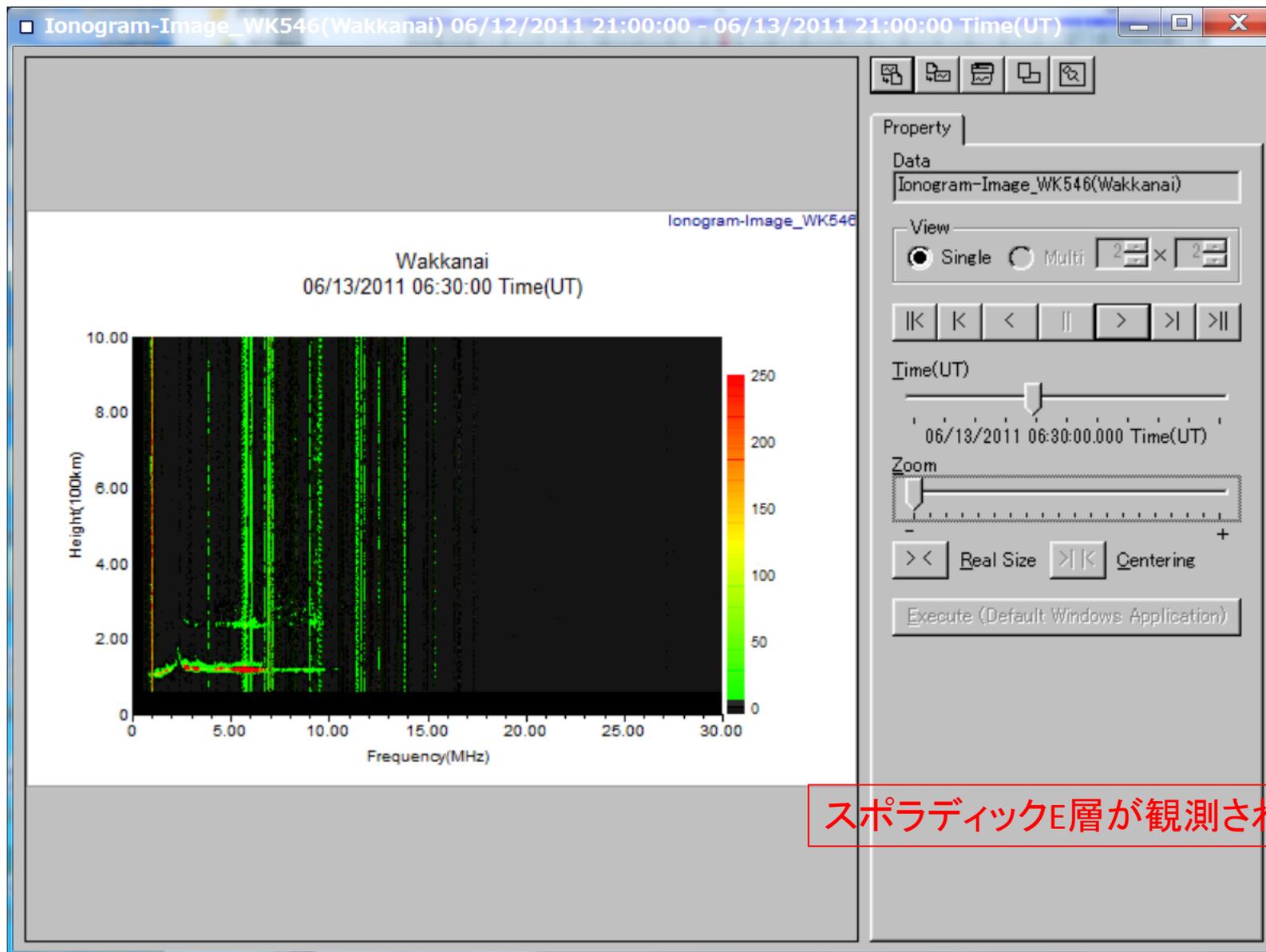
国内4観測点のEs層臨界周波数

(週刊宇宙天気ニュース <http://www.seg.nict.go.jp/wsw/>)



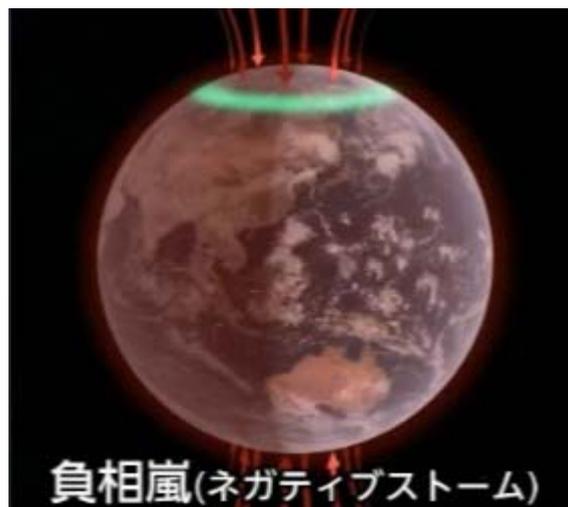


各ピンがイオノグラム画像のある時刻を示している。その中の一つをダブルクリックすると画像ビューアーが立ち上がる。



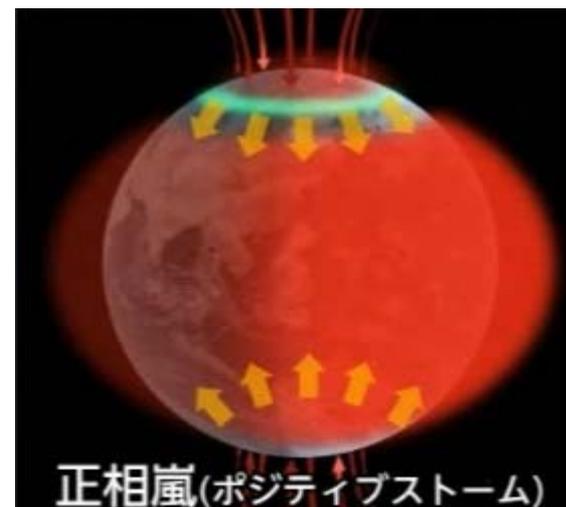
電離圏嵐

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。



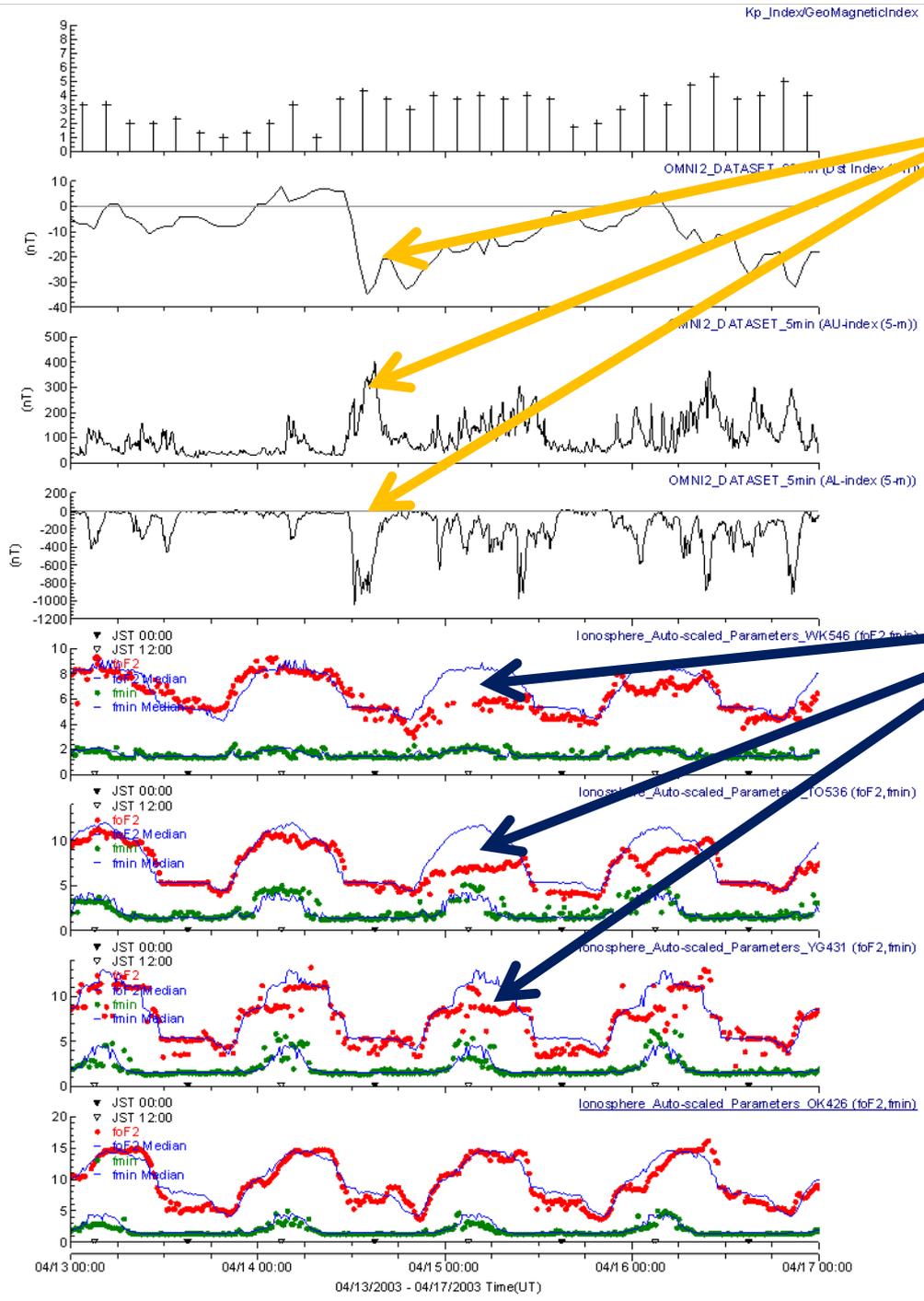
負相嵐

- 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。



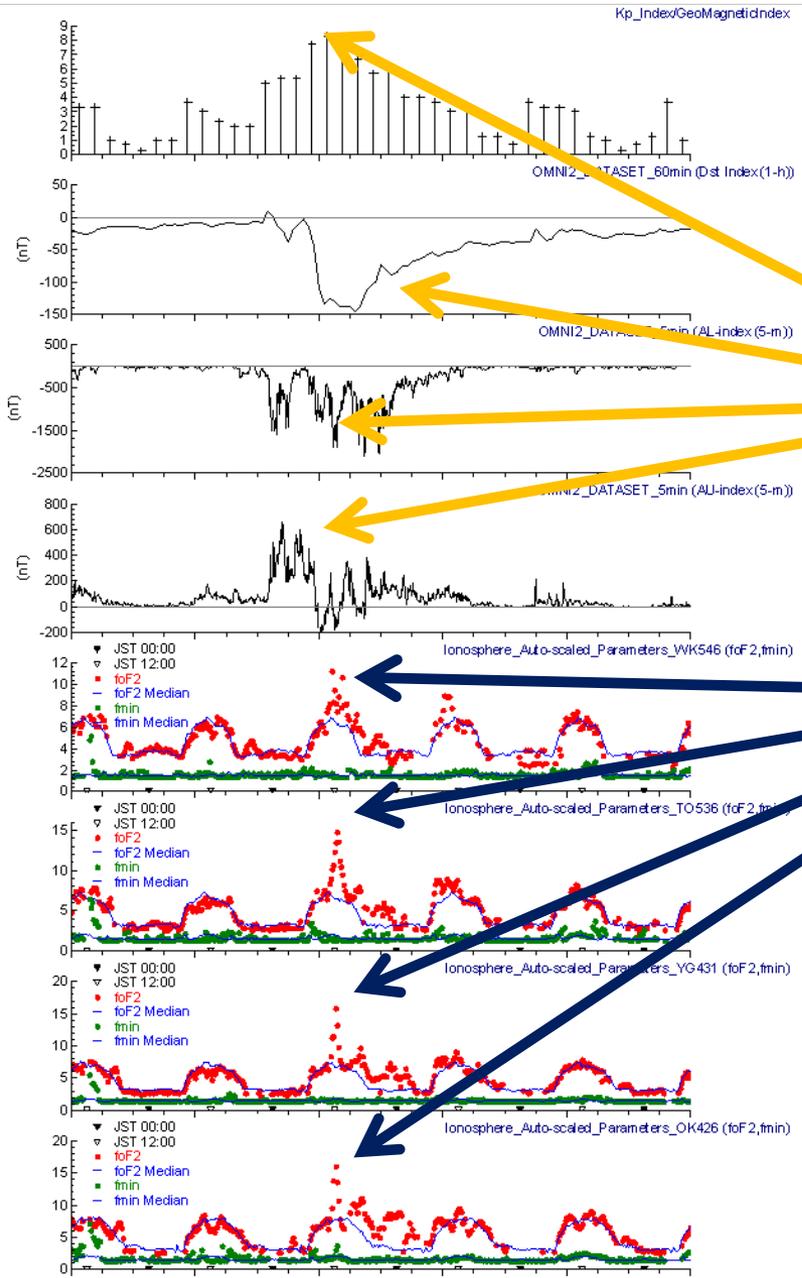
正相嵐

- 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。



地磁気擾乱

負相嵐
 イオノゾンデ観測でのF2層臨界周波数(foF2)の減少。
 それ以上の周波数の電波は突き抜けている。
 赤が観測値。青がメディアン値(通常時)。



地磁気擾乱

正相嵐
 イオノゾンデ観測でのF2層
 臨界周波数(foF2)の増加。
 赤が観測値。青がメディア
 ン値(通常時)。

まとめ

無線通信に影響を与える宇宙天気現象としては、以下のようなものが挙げられる。

1. デリンジャー現象

- 太陽フレアにより、電離圏D領域で短波電波が吸収される。
- イオノグラム上で電離圏エコーが消えることで確認できる。

2. スポラディックE層

- 電離圏E領域の電子密度が突発的・局地的に増える現象。
- VHF帯の電波が反射されて長距離伝播することがある。
- イオノグラムのEs層臨界周波数の増大で確認できる。

3. 電離圏嵐

- 太陽フレアや磁気嵐等により、電離圏F領域の電子密度が、通常よりも増減する。
- 負相嵐が起こると、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。