

2017年 夏

Rev.3の入口として

電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素

- I 太陽 (Sun)
- II 地球磁場 (Earth Magnetic Field)
- III 銀河系宇宙線 (Cosmic Ray)

電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素

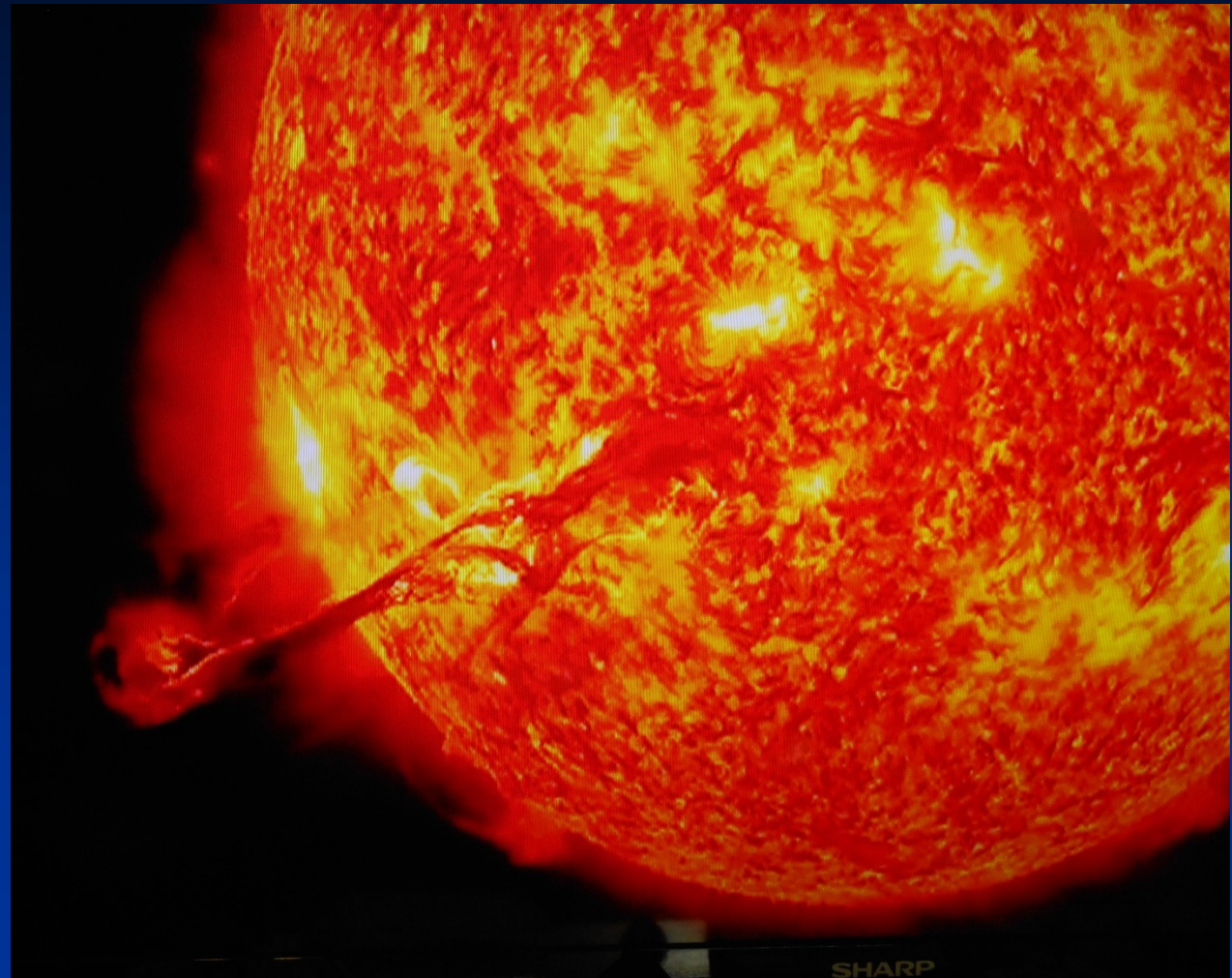
I 太陽活動 (Sun)

1. 電磁波 (定常的or突発的・光速) ---- **8分23秒後 Flare or CME**
●UV(紫外線) ●EUV(極端紫外線) ●X線
2. 超高速・超高エネルギープラズマ塊 (突発的・亜光速)
----**15分～2時間 Flare由来**
● α 線(He原子核) -- 18% ●超高速プロトン (陽子) -- 80%
3. 太陽風/ HSSWS(定常的・ $<700\text{Km/sec}$) --- **1～3日後 CME由来**
●低速プロトン(5－9個/ cm^3) ●電子

電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素

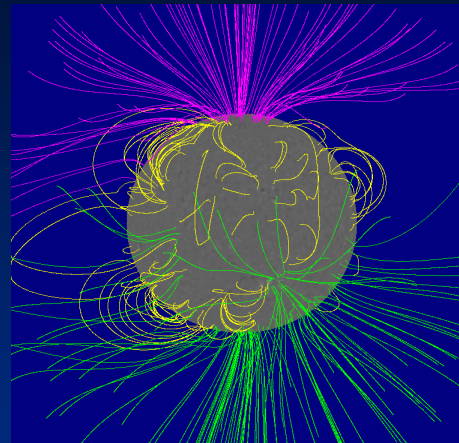
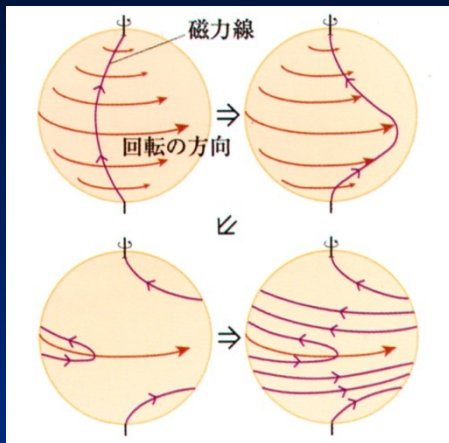
I 太陽フレア

突発的な現象は
Flareと呼ばれる
太陽面爆発。
巨大な**energy**を
蓄え(核爆弾2000億)
ねじれにねじれた
磁力線が **Magnetic
Reconnection**を
起こして莫大な
energyを開放



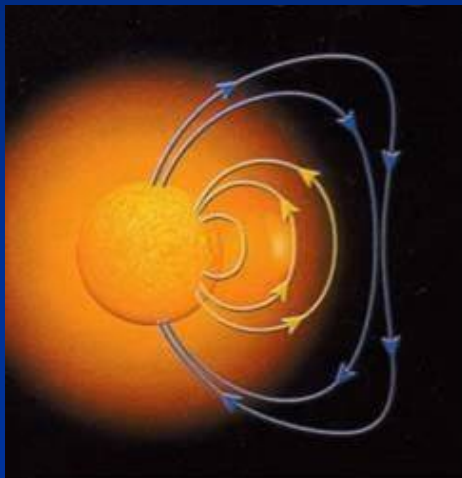
電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素

I 太陽フレア



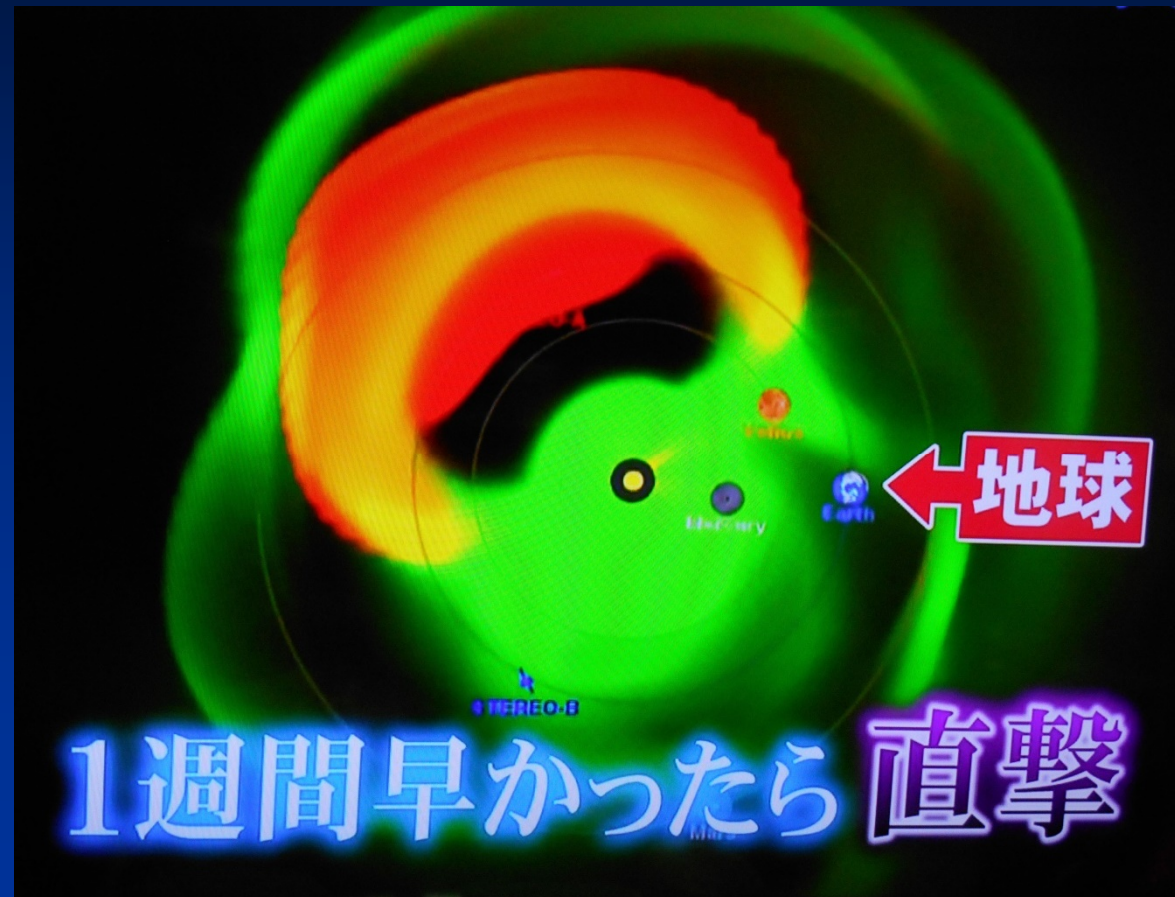
Key Words:

- ①太陽の微分回転
(Differential Spin)
- ②磁気再結合
(Magnetic Reconnection)



電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素 I 超巨大太陽フレア

2012年7月のLONDON OLYMPICの最中に超巨大フレアが発生していた。
幸い地球が直撃を受ける事態にはならなかった。図はSTEREO-AとSTEREO-Bの観測結果で、直撃していれば、衛星や社会インフラに大きな打撃を受けていた。



電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素

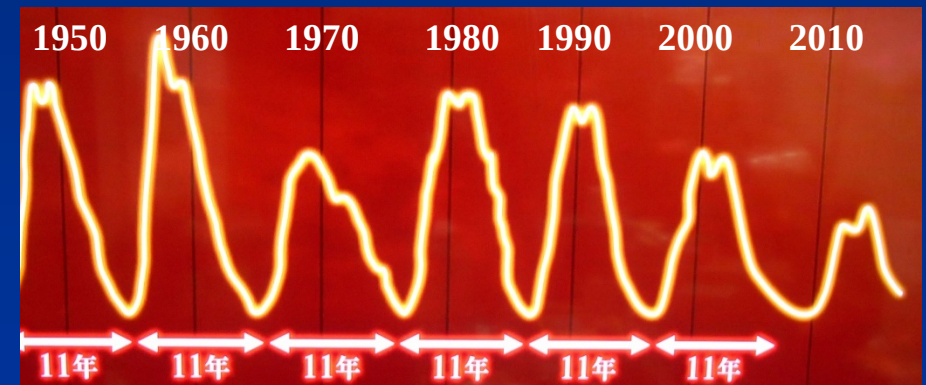
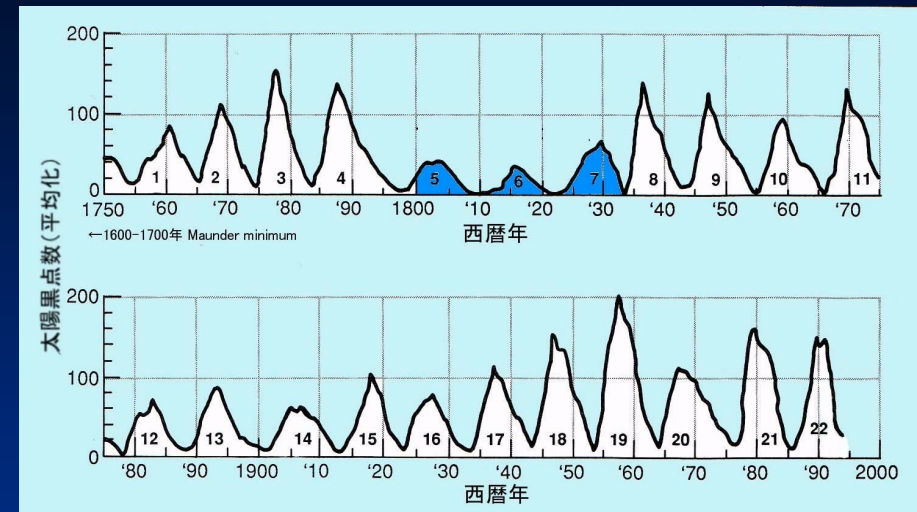
I 太陽黒点の推移

右上の図で青い部分は、ダールトン
小氷河期と呼ばれる

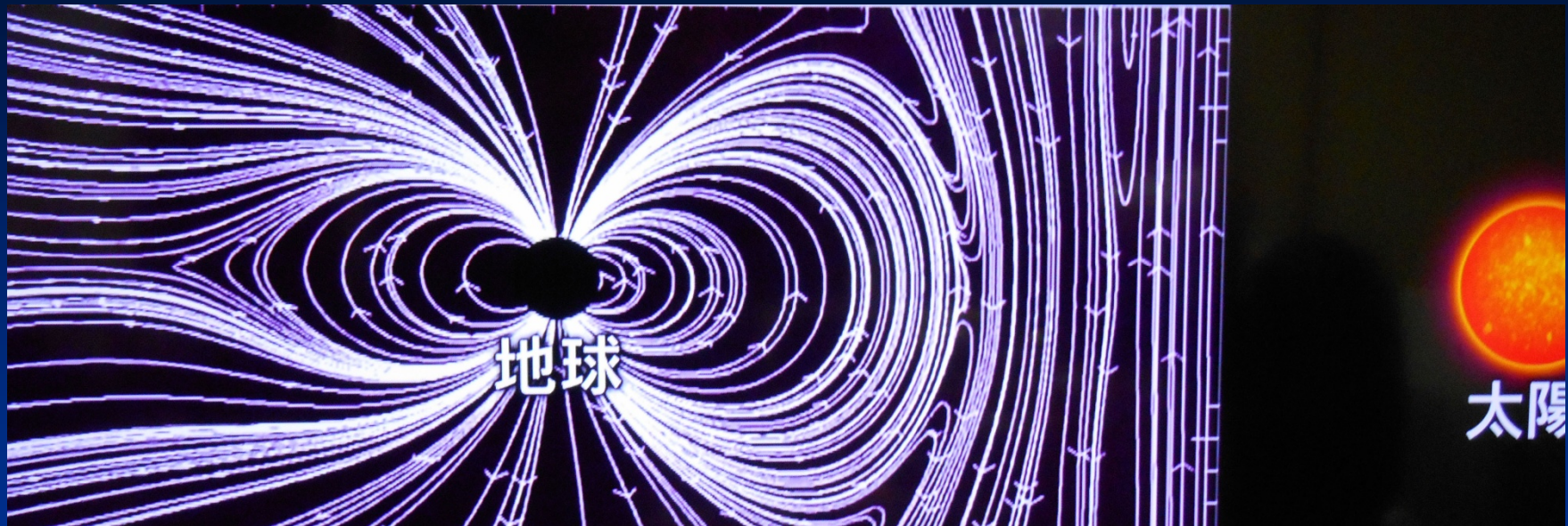
Dalton Minimum (1790~1820年)

下図は最近の黒点数と黒点周期を示す
Cycle23は周期が伸びて**13年**になり、
さらに黒点数**Zero**が長期間発生した。
運用上で気がついたのは、**40m**で北米
の**W3LPL, K3LR**等の**Big Gun**が、蚊の
鳴くような弱さなのに、**80m**では**599+**

地球物理学者は、今後の地球の寒冷化
を示唆している。ダルトンの再来？
But, don't worry Low Banders!!



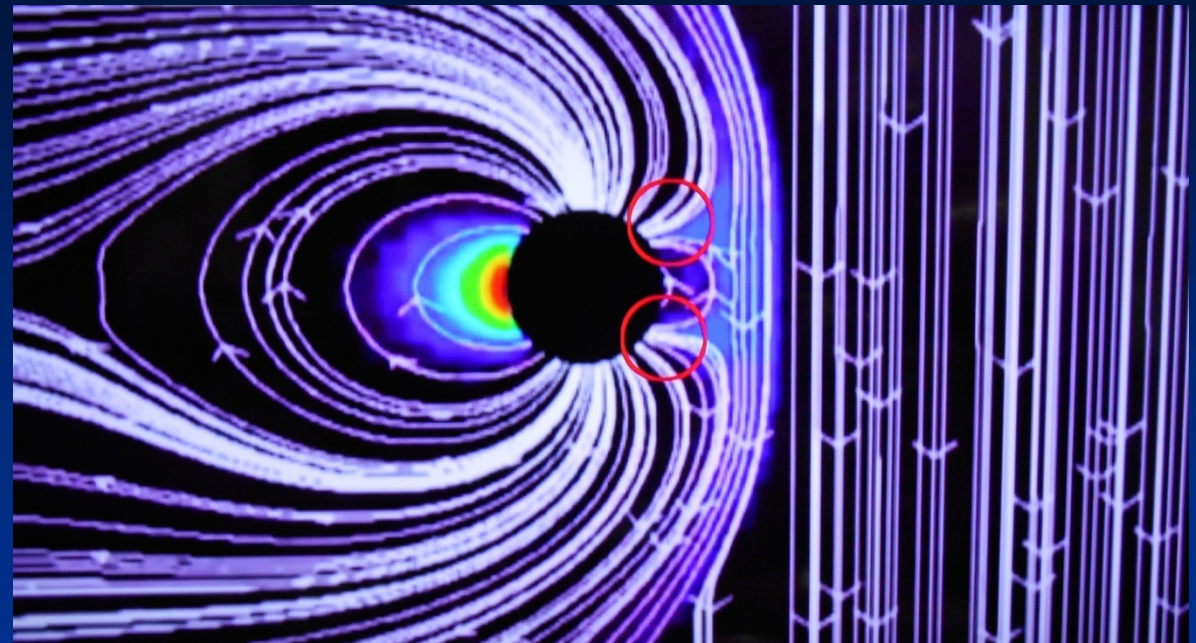
電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素 II 地球磁場 (Earth Magnetic Field)



フレアによるプラズマガスが（右の縦磁力線）地球磁場と衝突した瞬間。エネルギーの99%以上は地磁気によって跳ね飛ばされる。普通の太陽風やフレアでは地球磁気圏が防護してくれて、上層大気（=Condx）の変化は少ない。磁場を失った火星では大気が剥ぎ取られてしまった

電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素 II 地球磁場 (Earth Magnetic Field)

この図は、超強力フレアによるプラズマガスが地球磁場と衝突した瞬間。強い**Baw Shock**で前方の磁場が押しつぶされていて、赤い丸印の**Cusp Area**から**High Energy Particle**が飛び込み、電離圏に様々な現象や**Condx**の変化を起こす。



この図は、プラズマの極性が南向きなので、地球磁気圏の磁力線と結合しやすく大量の**energy**が入り、図の色が付いた**Van Allen Belt**に貯まると同時に、磁気圏尾部にも荷電粒子が大量に蓄積される

電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素 II 地球磁場 (Earth Magnetic Field)

前ページのような強力Flareに遭遇してしまうと、、、

- Cusp経由で地球磁気圏の後部に大量の荷電粒子が溜まり、それがMagnetic Reconnection を起こし極域に殺到

----- Aurora, Auroral Sub-storm, Auroral Jet Current

これらが原因で極域の高層大気が加熱されF2層の電離を阻害

----- 電離圏嵐 (電離層擾乱)

- 特に強力だと、極域に直接荷電粒子がバンバン飛び込み極域のD-Layerを活性化させ、極を経由したPathが消失

----- PCA (Note: not Dellinger Effect)

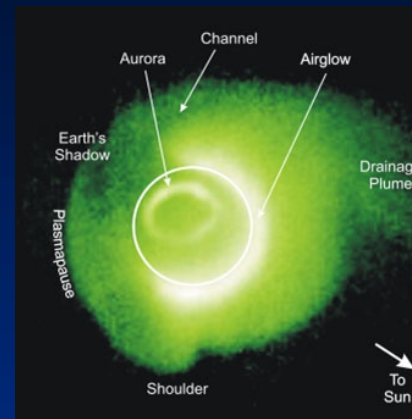
- Van Allen Beltに大量の高エネルギー荷電粒子溜まって西向き赤道環電流が流れ、地球規模で地磁気が減少

----- 磁気嵐

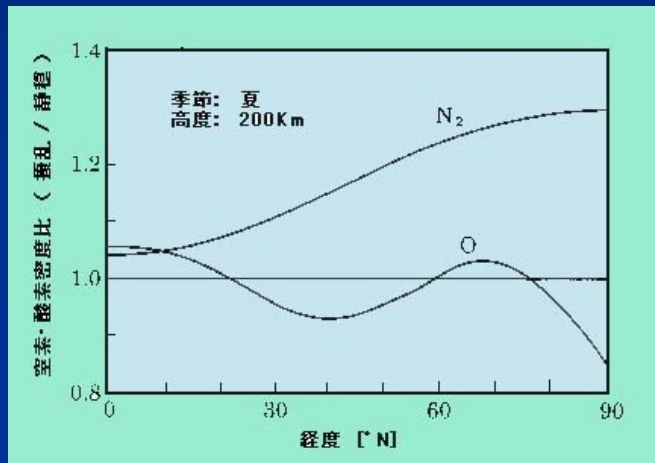
HF Propagation (Rev.4 Supplements)

電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素 II 地球磁場 (Earth Magnetic Field)

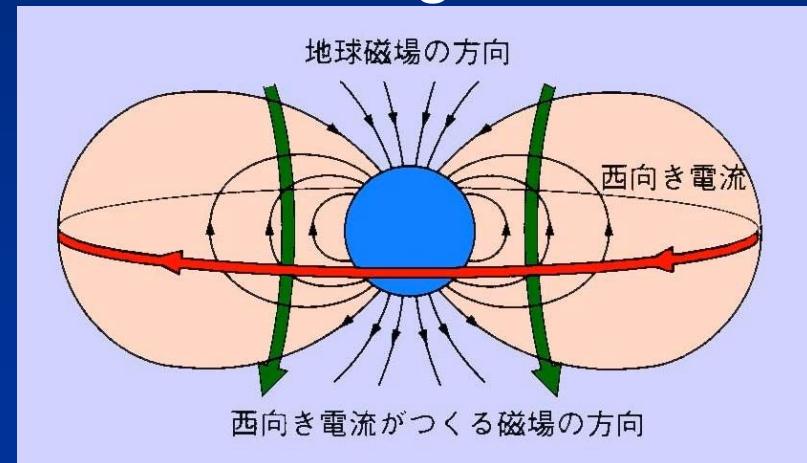
- 高層大気が加熱され
F2層の電離を阻害



- 電離圏嵐 (電離層擾乱)



- 磁気嵐 Ring Current



HF Propagation (Rev.4 Supplements)

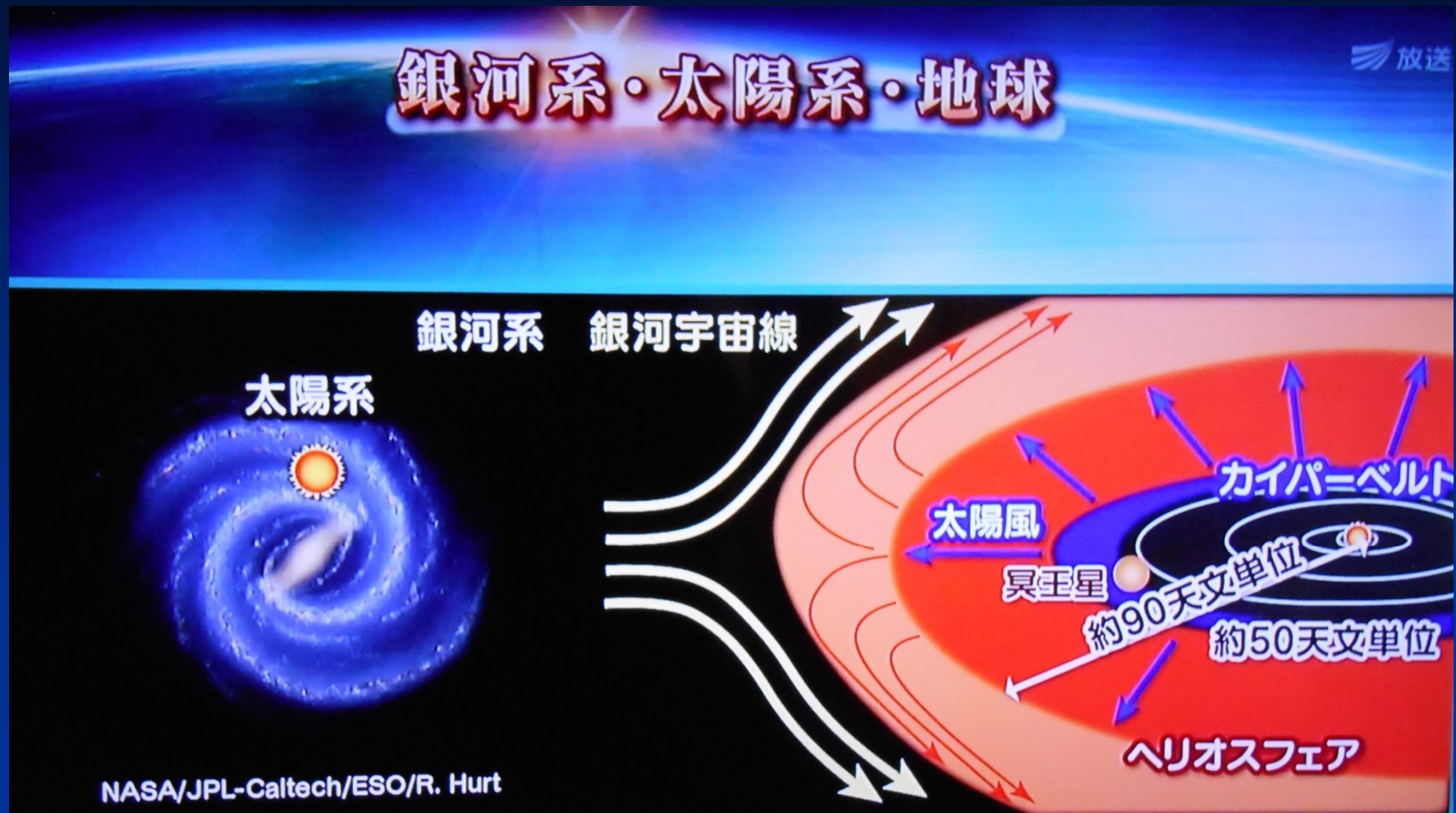
前ページのような強力Flareに遭遇してしまうと、、、

	<i>SID</i> デリンジャー現象	電離層擾乱	極冠異常吸収	極冠異常吸収
			(PCA)	(Auroral)
原因	クラスX級巨大フレアに伴うX線によるD層の過度な電離による電波吸収	フレアに伴う太陽風が運ぶ高エネルギー荷電粒子(プラズマ)による高層大気加熱	亜光速高エネルギー荷電粒子の極域への直接飛び込み、極域D層の過度な電離による吸収	フレアに伴う太陽風が運ぶ高エネルギー荷電粒子による極域の高層大気加熱
開始	突発的	徐々に始まる	突発的	徐々に始まる
持続期間	数分から数時間	数時間から数日	数分から数時間	数時間から数日
影響大地域	日中帯	極地方から中緯度地域 昼および夜	極地方	極地方から中緯度地域 昼および夜
			昼および夜	
影響小地域	夜間帯	低緯度地方と赤道域	中緯度地方から赤道域	低緯度地方と赤道域
影響大のバンド	20-160m	10-40m	15-160m	10-160m
影響小のバンド	10-15m	80-160m	—	—
季節要因	なし	初秋から春にかけて	なし	初秋から春にかけて
黒点周期との関連	SSNの多い期間	SSNの中から大の期間	SSNの多い期間	SSNの中から大の期間
対策*	●夜間帯のパスを使用 ●ハイバンドの日中帯のパスを使用	●低緯度や赤道域のパスを使用 ●高緯度域や極圏回りのパスにはなるべく低い周波数を使う	●低緯度や赤道域のパスを使用 ●高緯度域や極圏回りのパスにはなるべく高い周波数を使う	●低緯度や赤道域のパスを使用

* For me? Turn off the radio, then go to bed

HF Propagation (Rev.4 Supplements)

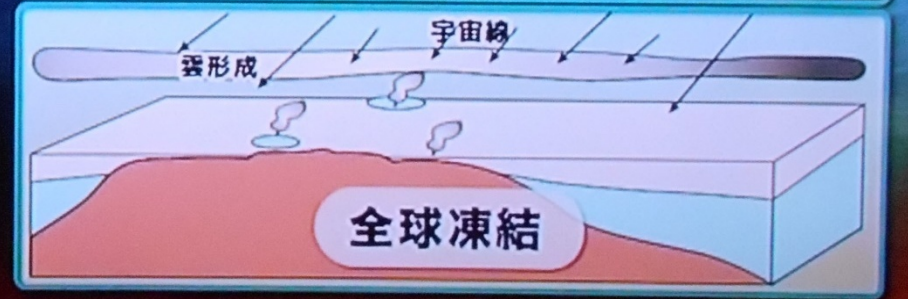
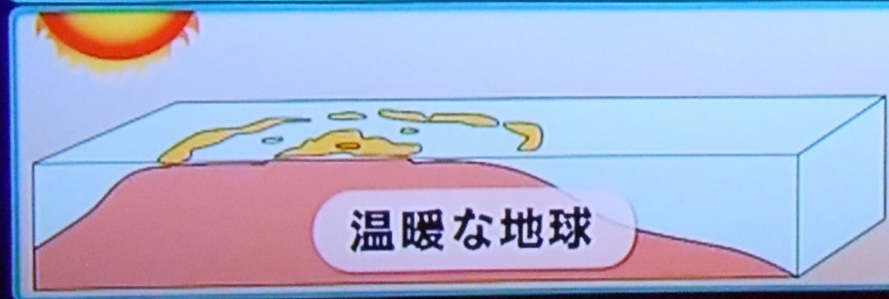
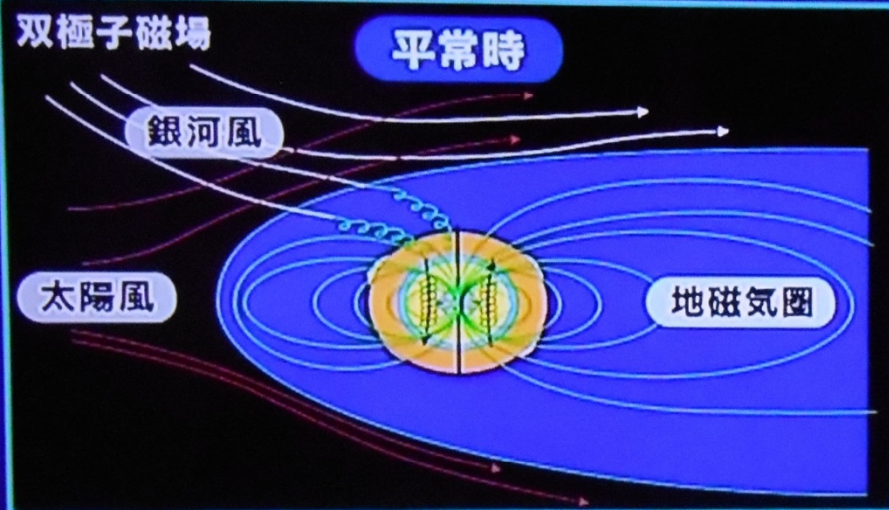
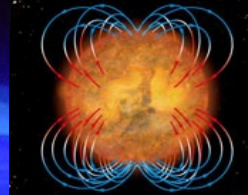
電離層(地球環境)の状態を決める 3 要素 III 銀河系宇宙線 (Cosmic Ray) 銀河腕を通過



III 銀河系宇宙線 (Cosmic Ray) 銀河腕を通過

2回目の全球凍結

核・地磁気システム[サブシステム(内力)]の変化と
スターバースト(外力)に対する地球システムの応答

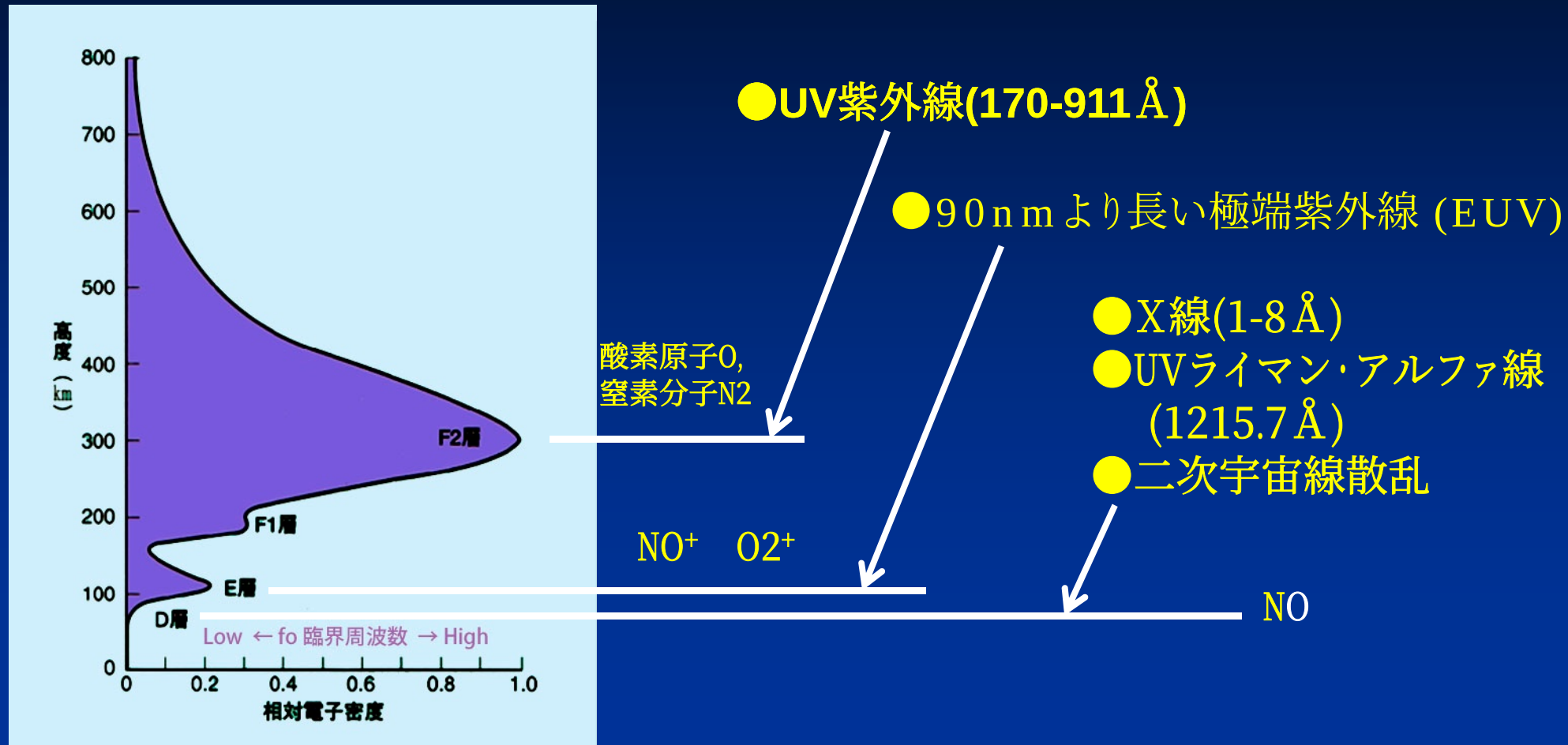


地球における電離層の状態

- I 電離層の形成と種類
- II 周波数と電離層の影響
- III 特殊な電波伝搬

地球における電離層の状態

I 電離層の形成と種類



HF Propagation (Rev.4 Supplements)

II 周波数と電離層の特徴

電離層の種類とその特徴のまとめ

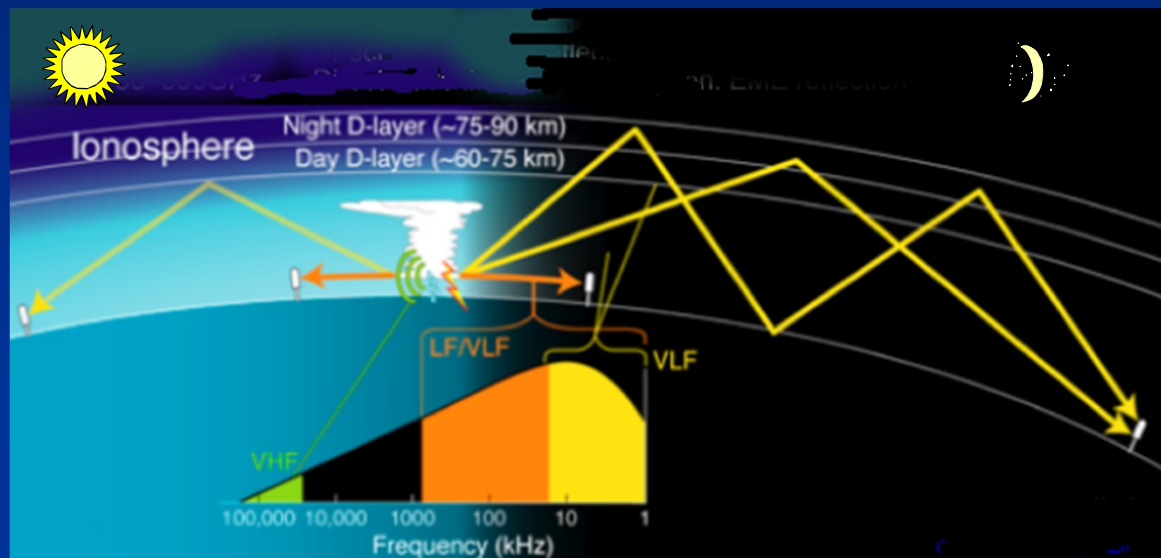
タイプ	高度(Km)		生成・消滅・電離度				主イオン	電離度	特徴
	昼	夜	24時間	季節	地域	太陽周期			
D	60-90	—	日中のみ	常時	全世界	11年周期 のSSNに 対しfoは 直接比例	Nox 水分子	低い	電波吸収帯 自由走行距離小
E	90-150	—	日中のみ	常時	赤道域で 強い		NO ⁺ O ₂ ⁺	中	電流を良く流す Chapman type
Es	中緯度型	90-150	90-150	突発的	夏		NO ⁺ O ₂ ⁺ 金属イオン	極めて高い	短時間、交信域移動
	赤道型			常時	春-秋		プラズマバブル	極めて高い	FAI, 赤道横断伝播TEP
	極域型			サブストーム 発生時	突発的		大規模電子流	極めて高い	オーロラジェット反射
F	F1	150-250	—	日中のみ	春-秋 冬消滅		NO ⁺ O ₂ ⁺	高い	Chapman type
	F2	250-500	250-500	常時	夏電離度小だが、 冬より変化小 冬、電離度の 変化大		O ⁺ N ₂ ⁺	かなり高い	ほとんどのDX通信を 担う

HF Propagation (Rev.4 Supplements)

II 周波数と電離層の特徴

伝搬の仕方とその特徴のまとめ

BAND	Frequency	ガイドド	地表波	直接波	電離層 (Ionosphere)					スキヤッタ	トロポ	EME
		Guided Wave	Ground Wave	Direct Wave	D	E	Es	F1	F2	Scatter	Tropospheric Ducting	
VLF	3-30KHz											
LF	30-300KHz											
MF	300-3000KHz											
HF	3-30MHz											
VHF	30-300MHz											
UHF	300-3000MHz											
SHF	3-30GHz											
EHF	30-300GHz											



Possible 可能

Conditional 条件付

上記の表はおおまかな目安となる

VLF/LFの電波から見ると地表と電離層は非常に電気を通し易いので上下に銅版を挟んだようなもの。電界がショートしないように垂直偏波を使う。これが中波以下で垂直トップローディングANTを見る理由

潜水艦では海中にKm単位の長いワイヤーを引っ張り、70KHzあたりのVLF電波で通信する手段を持つ。到達距離は地球規模で非常に長い

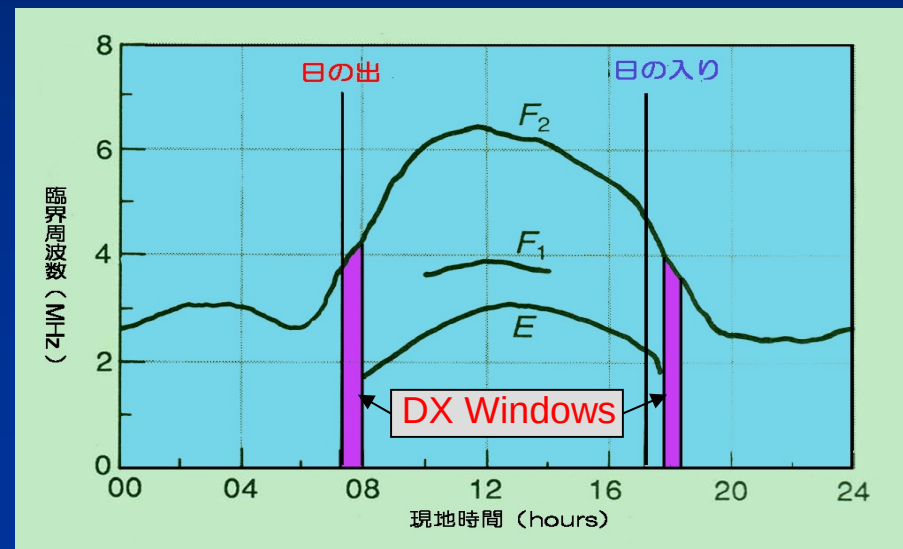
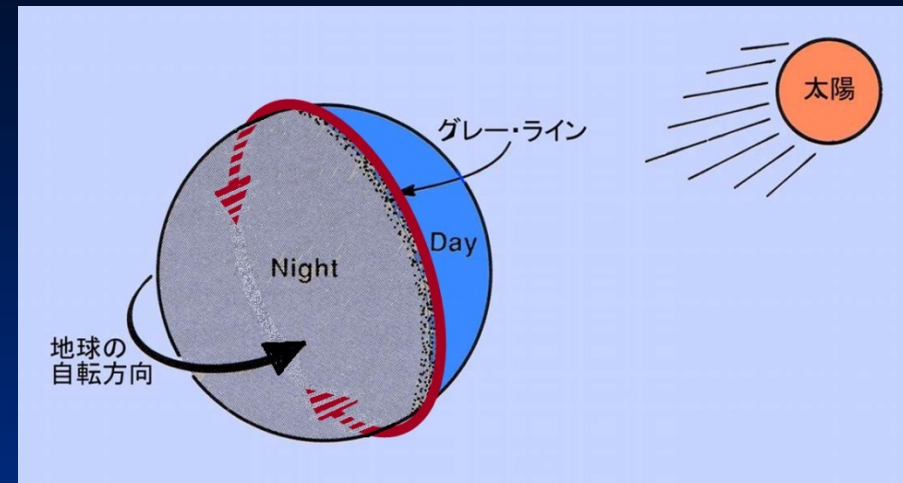
HF Propagation (Rev.4 Supplements)

III 特殊な電波伝搬

●GRAY LINE PATH(see Rev.3)

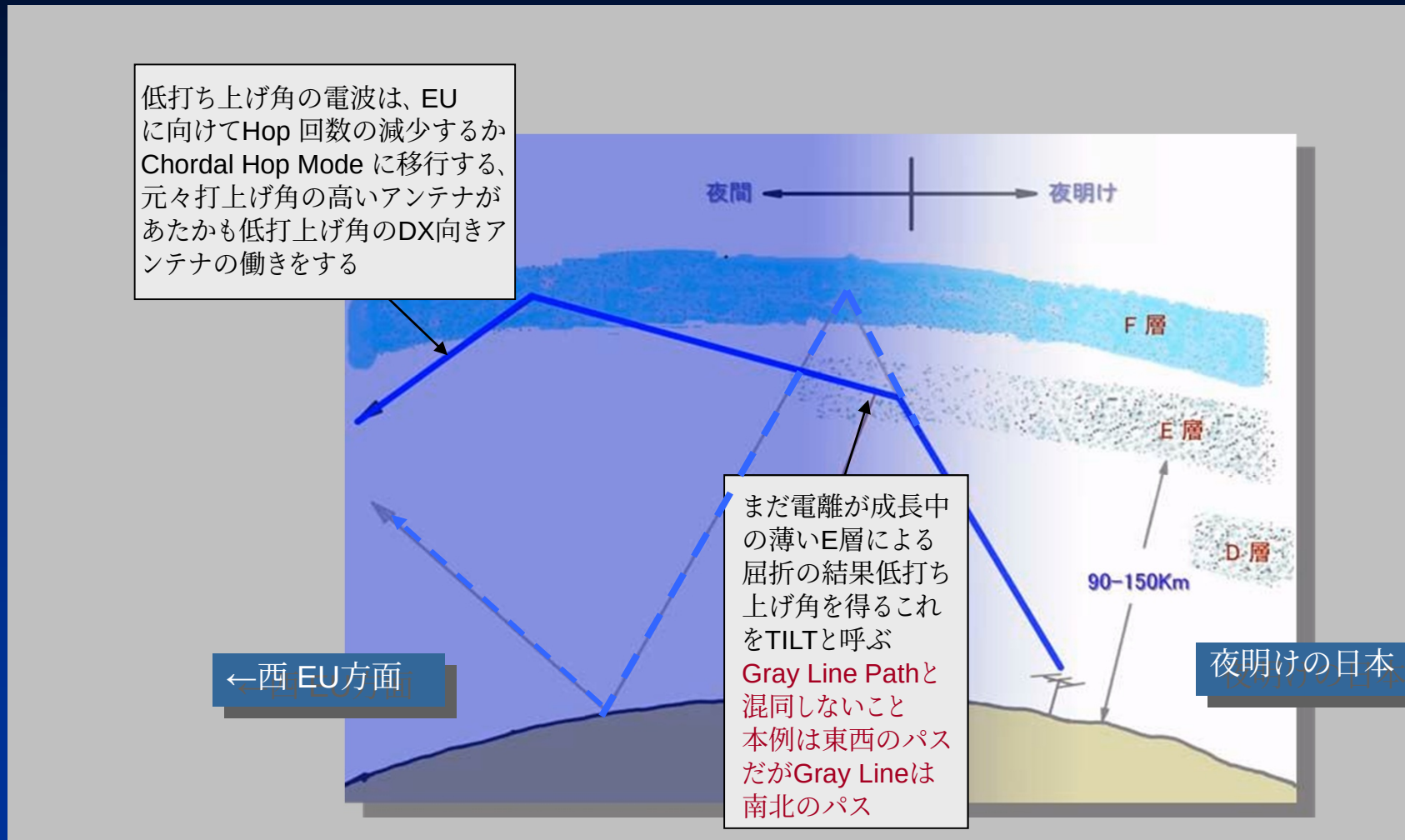
Key Points:

- ① --- 40m以下のバンド
--- 160m数分のopen
(Monk's heartが肝要)
- ② Low Bands がmain
- ③ 常に薄明帯のPath
Gray Line Path ≠ LP
- ④ Chodal Hopで、信号は強力な事が多い



III 特殊な電波伝搬

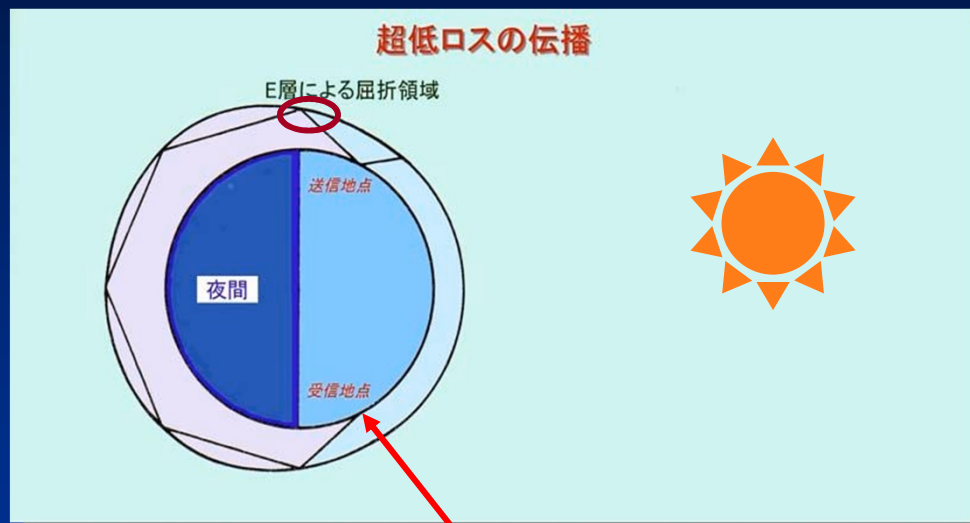
Thin E-Layer Effect (TILT)



III 特殊な電波伝搬

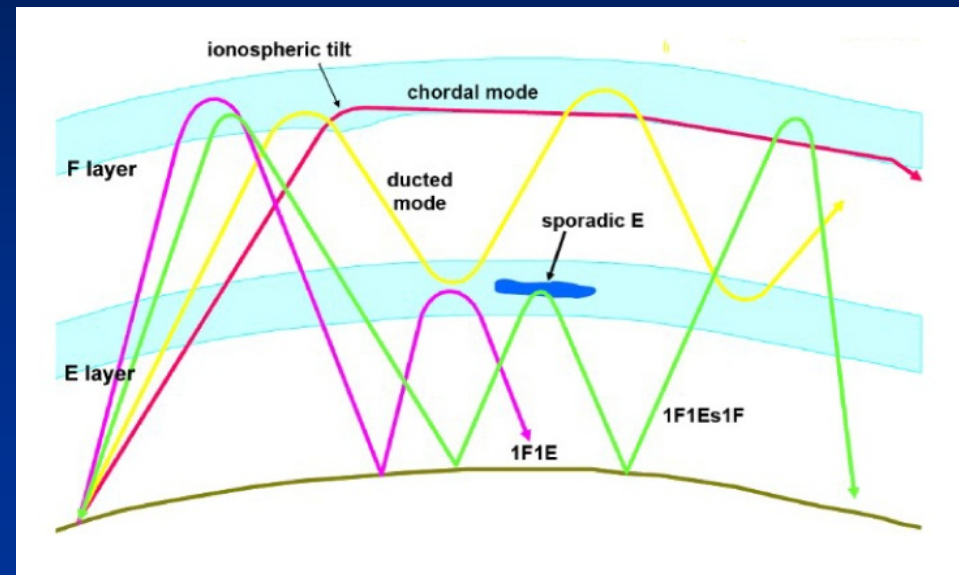
Chordal-hop (Ducted) Propagation

弓状ホップ伝搬(Chordal Mode)



弓状ホップ伝搬: 通常の電離層・グランド間のホップでは説明不可能な信号強度

Ducted というのはE層とF層間に挟まれた伝搬



電離圏ダクト伝搬(Ducted Mode)

III 特殊な電波伝搬

Skewed Path

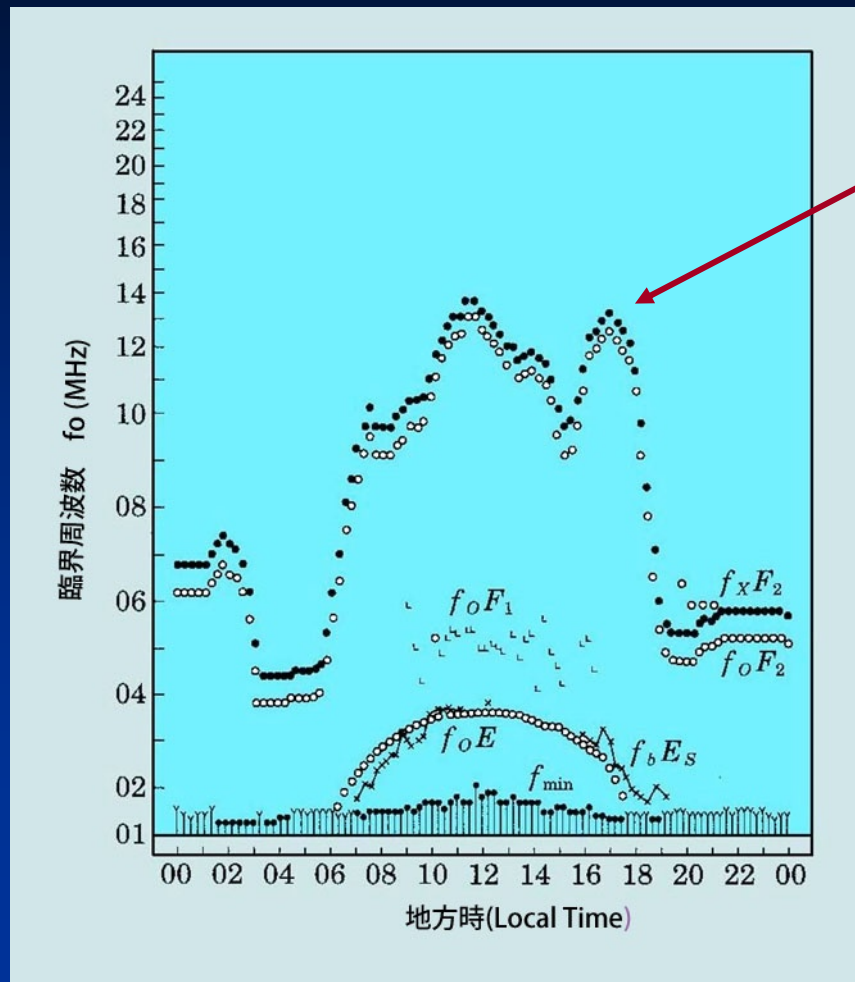
-----SRI I DNT KW WL

(Facts)

- ローバンダーはMFから160mでビバレッジというゲインはないが、S/Nが良く指向性の強いアンテナで大圏コースから 外れた奇妙な方向から入感することがあると言っている
- They are not liar
- MF/LFは通常のF2反射以外にも、**High Bands**には無い『ガイドッド・モード **Guided Mode**』という特殊な伝搬がある
- 電離層(プラズマガス⇒電離)と大地(長波にとって両者とも電流を良く流す銅版)に挟まれてそれに沿って進む
- 逆に、プラズマガスがないと電波は方向を変えない
- 知る限りでLF/MFの向きを変える事ができる大規模構造は、入道雲のように赤道1000Km まで湧き上がる赤道プラズマバブルしか思いつかない。壁のように立ち上がる、こうした大規模構造にガイドされる？

III 特殊な電波伝搬

TID: Traveling Ionospheric Disturbances



熱圏中性大気内の周期的な風（TID）の波動により、電離層が磁力線に沿って押し上げられたり、下げられたりする

磁力線に沿って押し上げられると、体積が増して電子と中性大気との衝突が減り、衝突周波数が下がるので、プラズマは磁力線の沿って拡散しやすくなる。すると電子密度が下がり、臨界周波数 f_o も下がる

図に見られる約2時間周期の山谷はTIDの影響である

つまり短波のコンディションは2時間ごとに変るということ

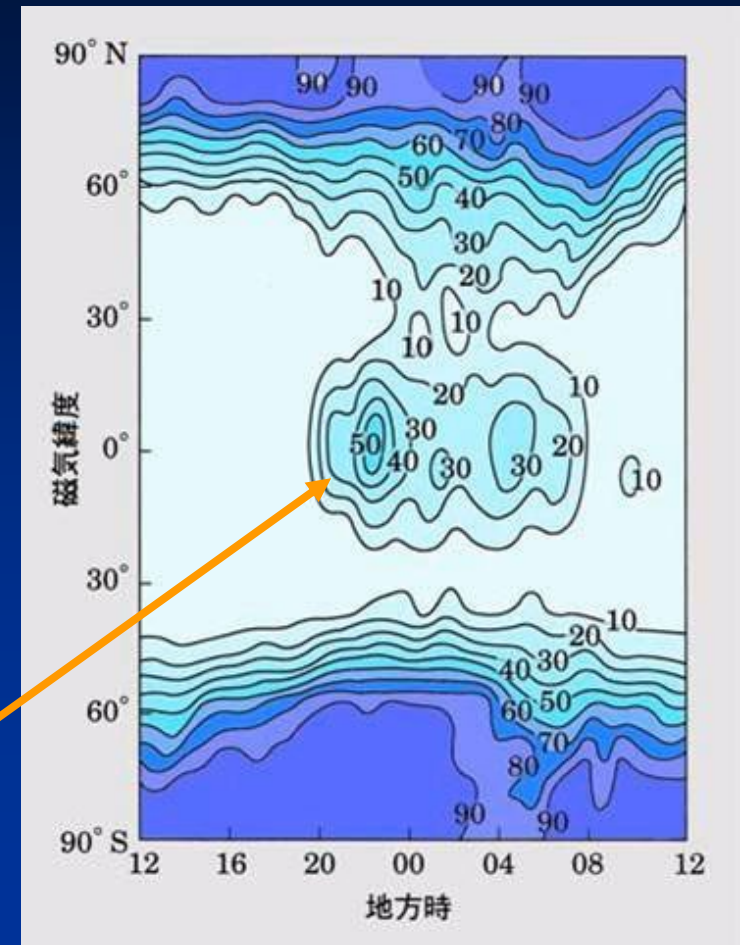
III 特殊な電波伝搬

TEP: Trans Equatorial Propagation

- TEP: 赤道上のプラズマやFAIのような電離層の不規則構造 (irregularity) が電子密度を変え、そこで屈折した電波がダクトモードに入り、ほぼ 損失ゼロで地球の曲率に沿って進み、次の不規則構造で屈折し受信される

磁気赤道上に発達した赤道スプレッドF (プラズマバブル) が、JA-VK間の交信を可能にする。
発生確率が50%にもおよぶ。

後述のサイドスキッターも、このプラズマバブルに電波を当てている



III 特殊な電波伝搬

Others:

Ionospheric Side Scatter

Es Multi Hop

Meteor Scatter Propagation

Knife-edge Diffraction

Tropospheric Radio Duct Propagation

Antipodal Effect (対蹠点効果)

etc.

Low Bandでの耳と運用をよくするには

- I アンテナの指向性
- II アンテナ・クリスタルフィルタ
- III Cavity
- IV 近接混信に強いトランシーバ
- V HINT & KINKS

Low Bandでの耳と運用をよくするには

I アンテナの指向性

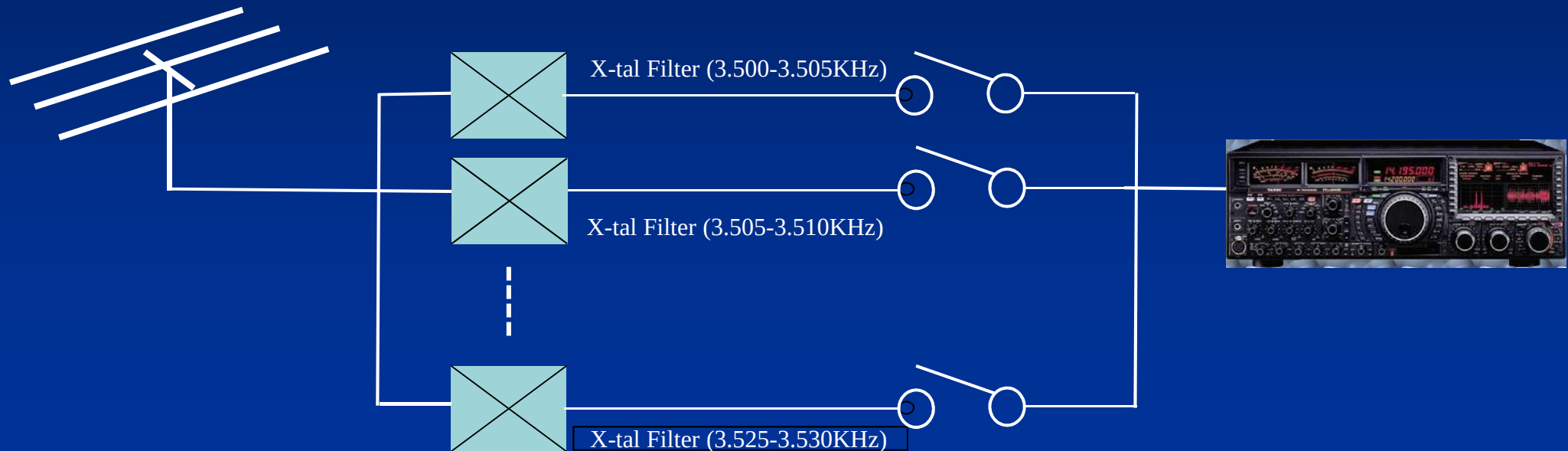
あまりにも当たり前の事ですが、相手の信号が微弱な事の多い**Low Bands**では**S/N**の向上、混信の除去に有効です。大型になるので最初から選択肢に無い事が多いが、リタイア後に可能かもしれないので、配慮してください



Low Bandでの耳と運用をよくするには

II アンテナ・クリスタルフィルタ

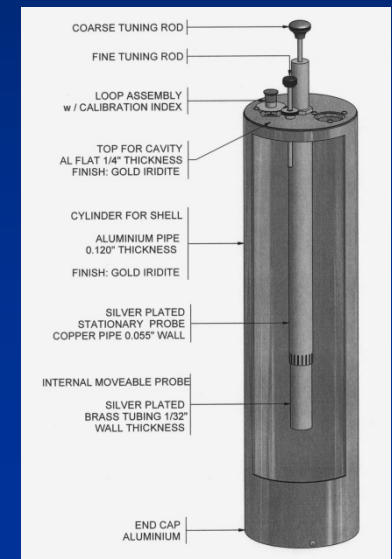
アンテナの給電点にフィルタを入れる。JAでの事例も幾つかあったと聞いている。ビームアンテナも含め、究極のフロントエンド対策



Low Bandでの耳と運用をよくするには

III Cavity

立体回路を使ってシャープなフィルターを構成し、近接の混信をカットする。写真は2m Band用です。衛星もない昔の戦艦や空母は、通信の確保が絶対条件だったので、巨大な専用室にこれより何十倍も大きな **HF Cavity**を準備して、**KW**運用でも他バンドに影響しない運用を確保していた。
アマチュアには無理w



Low Bandでの耳と運用をよくするには

IV 近接混信に強いトランシーバ

- 一番確実で信頼の置ける評価は、QST誌のLab Reportが良い。我々が経験する1KHz上にKW局がいるような、非常にシビアで現実に近い評価です。新機種が出てもすぐに飛びつかず、半年から1年待てばQSTが公平な判定レポートをくれる
- 自分の経験、QST Report、使用者の話を纏めると
 - A Rank: Yaesu, Icom, KenwoodのFlag Shipと中級品、K1 Series、FT1000(not MK5)
 - B Rank: TS950, TS850, IC780, OMNI VI Series
- Rank C, Rank Dでも、普通の通信ならOK

Low Bandでの耳と運用をよくするには

IV HINT & KINKS

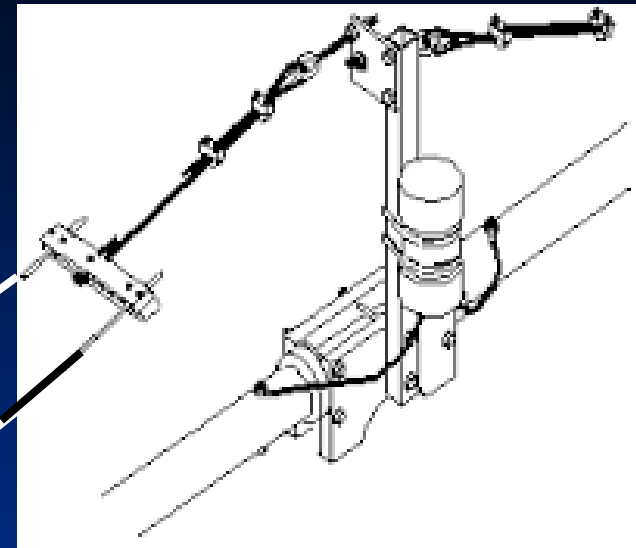
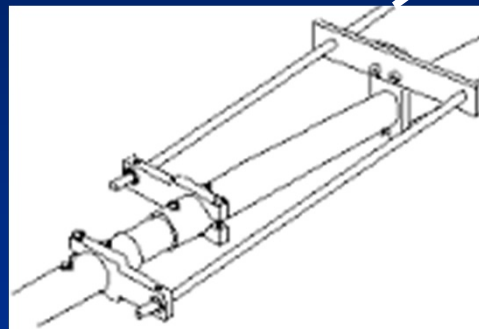
●80m Liner Loading Dipole

Trapが無いのでLのLossが無い(場所の関係で短縮型にしたい場合)

これを採用したNF6S

Cuckは大失敗。

メインのAIの径と
材質の吟味要



●CREATIVE DESIGN社 CD78Jr, CD78, CD78Long

①材料が硬いせいか垂れ下がり小 ②コントローラで
SWR調整可。③トラップの耐圧がある

Low Bandでの耳と運用をよくするには

IV HINT & KINKS

●Noiseは地を這い回ります

友人の家は下町で、傍に京葉高速がビュンビュン走っています。しかし、**S-meter**を見ると**S**が**3~4**しか振っていません。しかも**20m**長の**Long Wire**なのに、**7MHz**の南米が**S57~S58**で**Clear**に聞こえる。

理由は地上**40m**にある**Feeding Point**

電磁界は距離の自乗に反比例して減衰していく

⇒給電点は可能な限り高く！

HF Propagation (Rev.4 Supplements)

Low Bandでの耳と運用をよくするには

IV HINT & KINKS

●MFJ1026のNoise Cancellerを使ってみよう

ノイズ専用のアンテナからのノイズ信号を逆位相にさせ、メインのアンテナ信号と合成させてキャンセル

https://www.youtube.com/watch?v=XQbJ_owUcTo

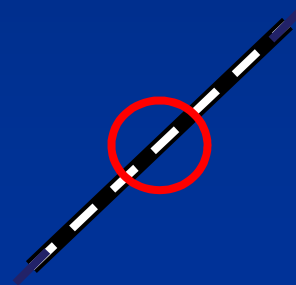
<https://www.youtube.com/watch?v=EjINQdlTgFo>

<https://www.youtube.com/watch?v=hK5Fi-x5bxg>

ホイップアンテナでも使えるが以前見たノイズアンテナは下図

対角線に400Ωフィードを
張って中央部赤丸でねじり
信号をとりだす

(図は上面図 Top View)

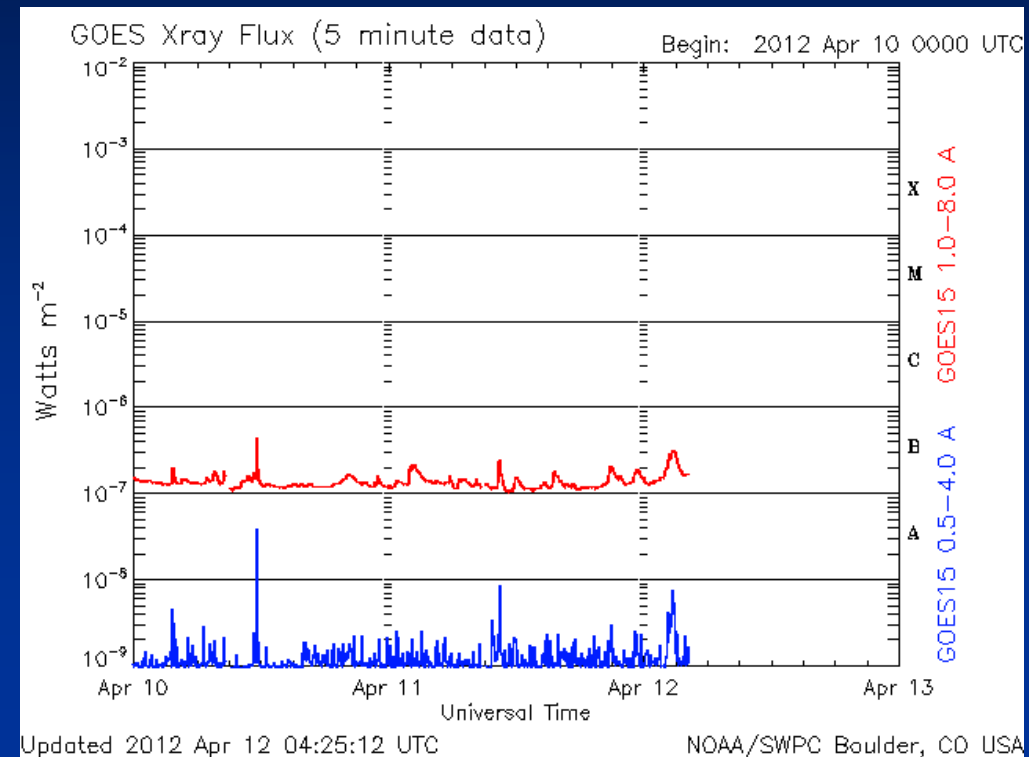


Low Bandでの耳と運用をよくするには IV HINT & KINKS

● GEOS衛星のX線強度は常に頭に入れておくこと

よく見るこのグラフは、
Real Time 情報で簡単な
Condxの目安。

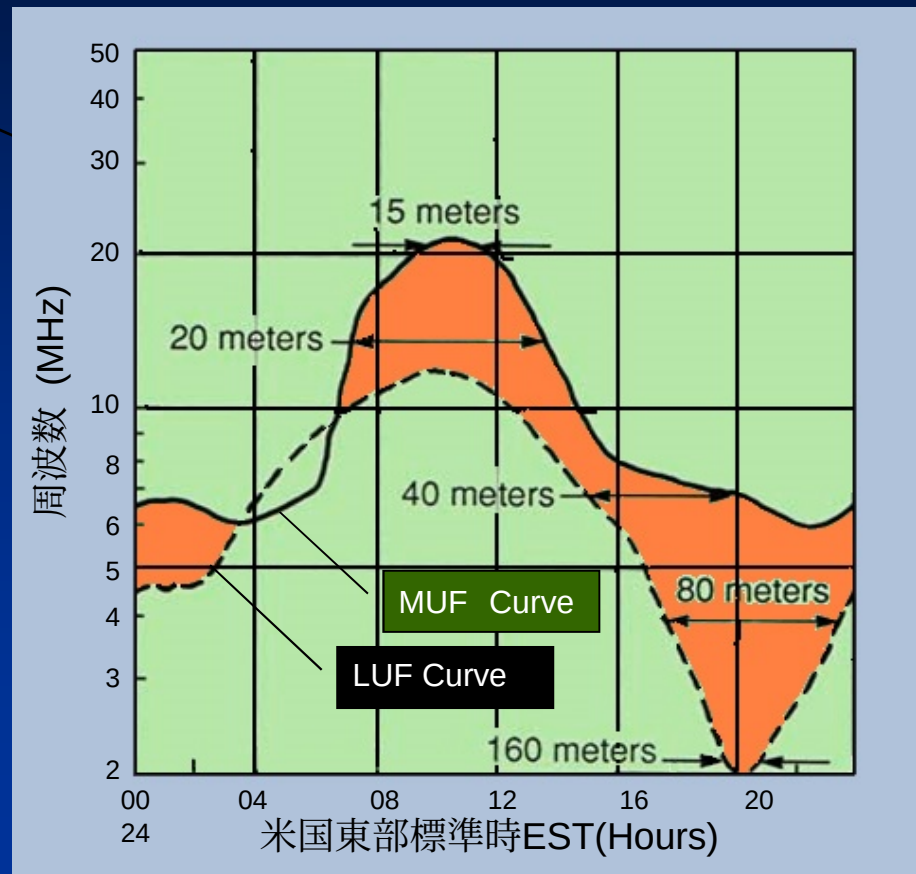
Red LineがB以上でないと、
HF High Bandsは
可能性が低い。大きな
スパイクがあれば **Flare**
の発生を知ることが可能



HF Propagation (Rev.4 Supplements)

Low Bandでの耳と運用をよくするには IV HINT & KINKS

●Circuit Analysis Curve (伝播予測カーブの利用)



このカーブは、米国東海岸とヨーロッパの伝播予測で

SSN:10

季節: 冬

月: 12月

電力: 250W

モード: CW

という条件での予想

MUFとLUFには含まれ、かつMUF>LUFを満足するオレンジ色のエリアがパスの存在を示唆

Low Bandでの耳と運用をよくするには IV HINT & KINKS

RULE OF THUM

最高のコンディションは

RULE1: “ $K < 2$ 、かつ $SFI > 150$ が数日続く”

と短波の各バンドが賑わう

- **Kが低い** $\Rightarrow$ 磁気活動低い $\Rightarrow$ 磁気嵐、サブストームなし、空間ノイズ小
 $\Rightarrow$ 極圏の熱圏中性大気正常 $\Rightarrow$ 電離層正常
- **SFIが高い** $\Rightarrow$ 黒点が多い $\Rightarrow$ 太陽からの輻射大 $\Rightarrow$ 電離層の電離大
 $\Rightarrow$ 臨界周波数 f_o 上昇 $\Rightarrow$ MUF上昇 $\Rightarrow$ 電気料金上昇

プロセスが複雑すぎて『風が吹くと桶屋が儲かる』に近い

Low Bandでの耳と運用をよくするには IV HINT & KINKS

耳をよくする機器操作（VJQの方法----古いかも）

- Digitalでない限り、250HzFilterはRingingの為不使用
- SSB Filter がCWのときに有効。音程で聞き分ける
- 使用頻度が高いSwitchには、小さい猫シールw
- T-Notch FilterはNoise除去に意外と有効
- Front End にはATTを入れる
- 常に暗記受信(Head Copy)でメモは電子ログへ
- 機能とSwitchが1対1。長押しなんてNG
- L-C Network 構成のPassive AF Filterは音がソフト

終わりに、、、

今から20年前の『Contact』という映画に、このカンファレンスに参加した全員の原点がある



五大湖から必死にCQを出し、フロリダのペンサコーラと1000マイル超えの交信に成功。地図にマークを入れて大喜び。誰でも経験するこの純粋な始まりを忘れないでほしい

hiroshi-ja1vjq@hanno.jp

終わりに、、、

That's All Folks
FB DX!

For more refer Rev.3

Please Mail to hiroshi-ja1vjq@hanno.jp