

短波帯における電波天文 とPLCとの共存可能性

大石雅寿
国立天文台
Chairman of WP7D, ITU-R

2003/8/27

ハムフェア

1

電波天文の黎明

- Bell Telephone Ltd.
Karl G. Jansky
- 大西洋を横断する通信
のノイズ調査をしていた
- @20.5 MHz
- 1932 July 8th

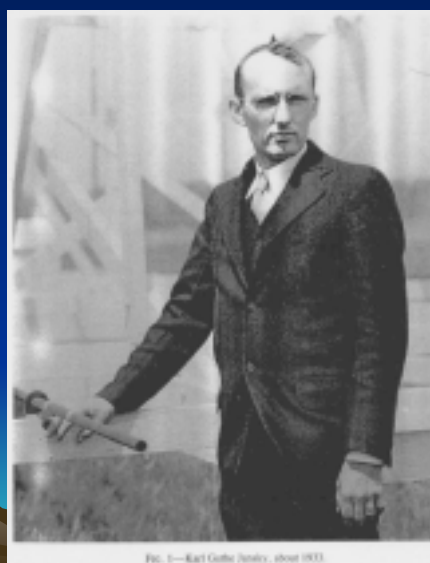


FIG. 1—Karl G. Jansky, about 1933

2003/8/27

ハムフェア



Janskyの発見

- 電波源ピークの周期
= 23 時間 56 分 = 1 恒星日
電波源は太陽系外から！
- 電波源のピークは銀河中心方向
- 現在, 電波天文学者が観測する範囲
10 MHz ~ 3,000 GHz

2003/8/27

ハムフェア

4

Jansky

- 電波天文で用いるフラックスの単位
 $1 \times 10^{-26} \text{ W/m}^2/\text{Hz} = 1 \text{ Jy}$
 $(-260 \text{ dBW/m}^2/\text{Hz})$

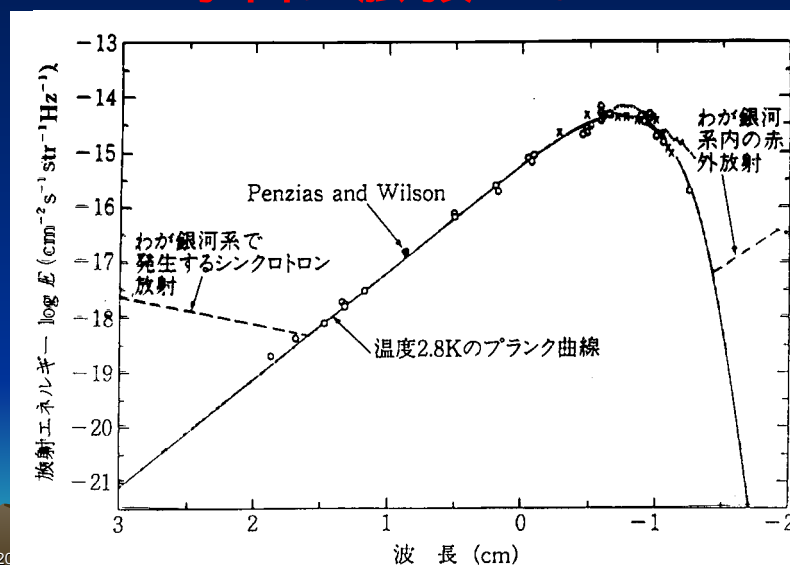
Jyの信号は「非常に強い」
 mJyの信号は簡単に検出可能
 μJy の信号だって検出できる

2003/8/27

ハムフェア

5

宇宙背景放射の意味 宇宙は膨張している！



20

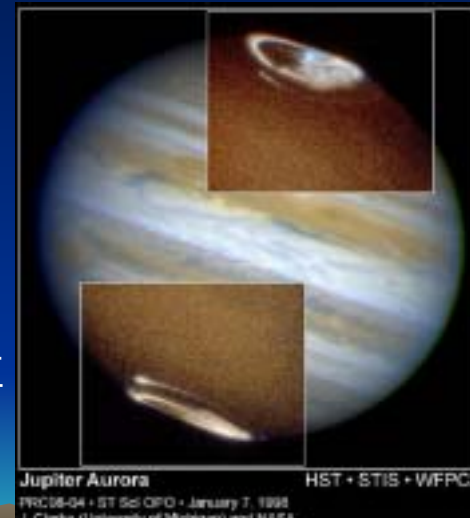
6

水素のスペクトル線 (1420 MHz) 銀河系は渦巻き銀河

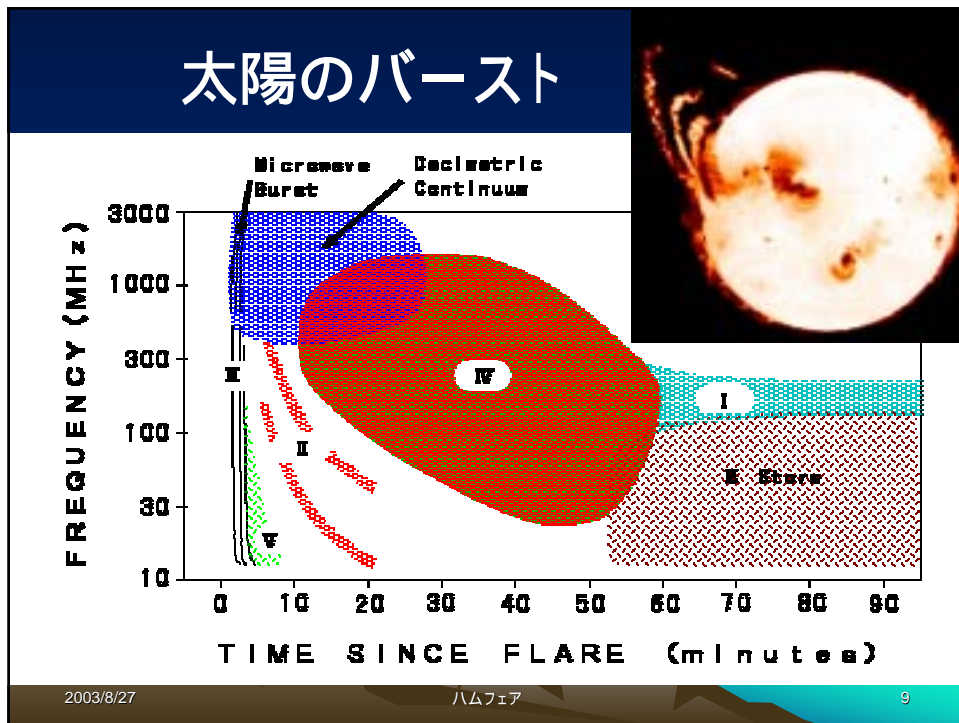


短波帯における電波天文

- 太陽
 コロナからのシンクロトロン放射
- 惑星
 木星, 土星等
 惑星磁場と電子の相互作用



2003/8/27 ハムフェア 8



勧告ITU-R RA.769

- 電波天文 (RAS) への有害干渉の閾値をサイドローブゲイン 0 dBi, 積分時間 2,000 秒の場合に定義
- -185 dBW in the 13.36-13.41 MHz band
- -188 dBW in the 25.55-25.67 MHz band
- 両バンドは一次分配。よってRASは全ての業務に対して保護を主張できる。

ITUにおける電力線

15.12 § 8 主管庁は、電気機器の運用、もしくは電力及び通信網を含む、産業、科学、医療用途のものを除く、いかなる種類の電気設備によって、無線通信業務、特に無線測位あるいは本無線通信規則に則って運用されている他の安全業務、に有害な干渉を与えないことを保障するためのあらゆる措置をとるものとする。

2003/8/27

ハムフェア

14

共用計算(単純モデル)

- $P_r = P_t - L_{bf} + G_r$
- P_r : RASアンテナによる受信電力(dBW)
- P_t : 放射電力(dBW)
- G_r : RASアンテナの放射器方向のゲイン(dBi)
- L_{bf} : 伝搬損(dB)

2003/8/27

ハムフェア

16

考察したPLCシステムの仕様

放射電力 :-50 dBm/Hz

放射ゲイン -20 dBi
(Muto et al. 2001より)

2003/8/27

ハムフェア

17

計算式

- 放射電力を電界値に変換
- 30mでの電界値, E
$$E = \sqrt{30 G_t P} / d$$
- 受信電力
$$P_r = E^2 - 20 \log f - 167.2$$
- 勧告769を満たすための離隔距離 d を計算
$$L_{bf} = 32.4 + 20 \log f + 20 \log d$$

(自由空間伝搬モデルを採用)

2003/8/27

ハムフェア

18

1台のPLCと電波天文アンテナ間の 離隔距離

- 424 km for the 13 MHz band
- 253 km for the 25 MHz band

2003/8/27

ハムフェア

19

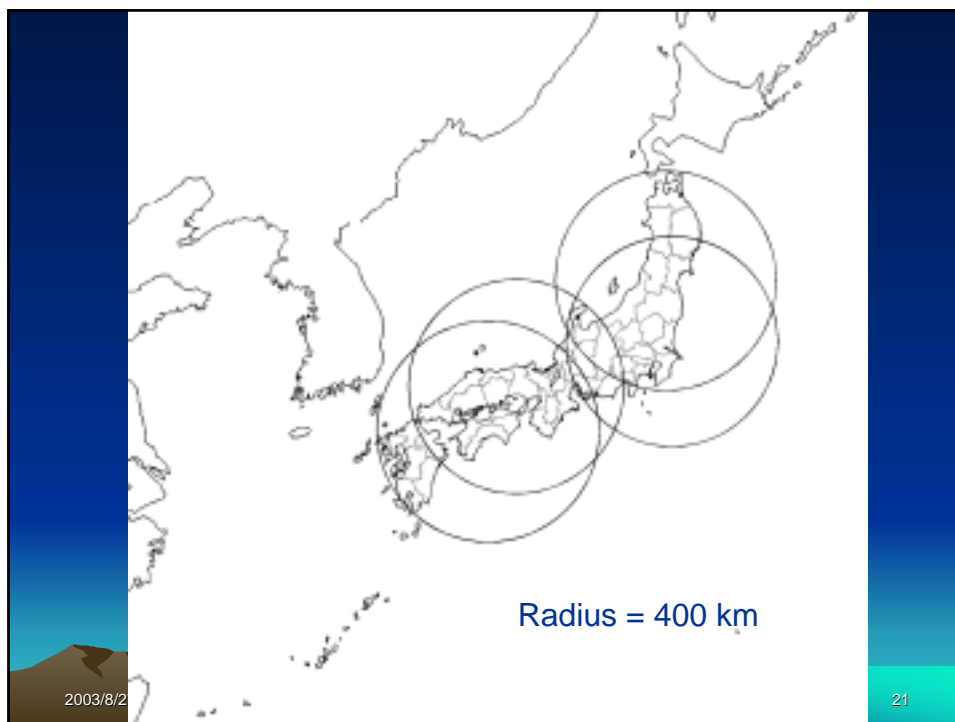
国内の短波帯電波天文局

地名	経度	緯度	周波数 (MHz)
高知	133E31'	33N33'	20 - 35
西はりま	134E20'	35N01'	18 - 60
蔵王	140E32'	38N06'	20 - 40
平磯	140E38'	36N22'	25 - 80

2003/8/27

ハムフェア

20



PLCが複数台ある場合

- 10,000 台のPLCシステムを仮定
放射電力の総計は40 dB多い
離隔距離は20 dB (100倍) 長い
PLCシステムの日本領土内への導入は
不可能

伝搬モデルの再検討

- 遠隔にあるPLCシステムからの干渉を評価するのに自由空間伝搬モデルは不適當かもしれない
- 電離層散乱や回折伝搬モデルを考えてみよう

2003/8/27

ハムフェア

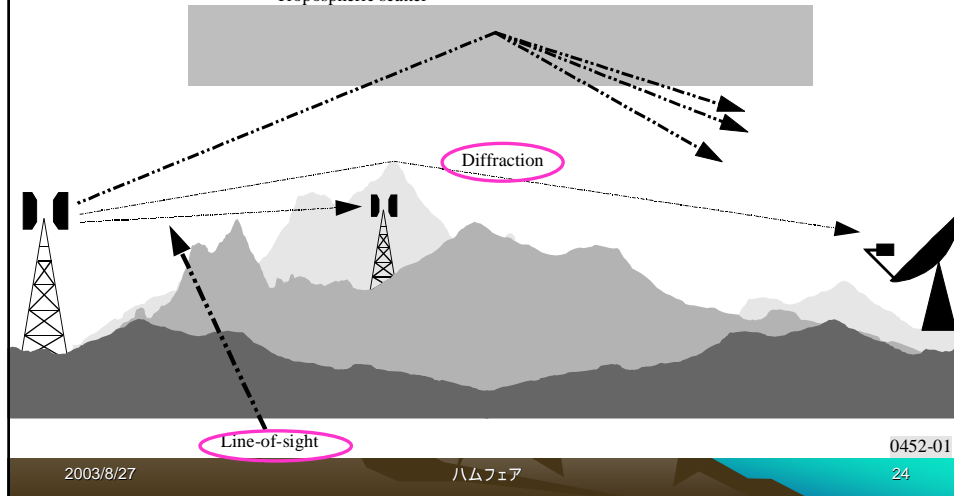
23

回折伝搬

FIGURE 1

Long-term interference propagation mechanisms

Tropospheric scatter



2003/8/27

ハムフェア

0452-01

24

回折伝搬

- Rec ITU-R P.526 がモデルの概要を与える
- 回折伝搬損 > 自由空間伝搬損
 $d > 38 \text{ km @ } 25 \text{ MHz}$
- $d > 100 \text{ km}$ であれば、自由空間モデルより20dB多い伝搬損が見込める
 PLCシステムと電波天文アンテナ間の実際の伝搬損は、自由空間モデルの場合に比べて大きいと言えるだろう
 離隔距離は短くなる

2003/8/27

ハムフェア

25

電離層における散乱

- 短波帯では非常に複雑なので、計算はまだしていません
- しかしRec ITU-R P.533 は、距離9000km以内での散乱について情報を与えてくれる

2003/8/27

ハムフェア

26

PLCシステムからの放射をどれだけ減衰させれば共用可能か？

- 多くの電波天文局は、干渉を避けるために山間地に接地されている
「現実的」離隔距離を1 kmと仮定する
PLCシステムからの放射は13 MHzで
 $(1/424)^2$ だけ減衰させればよい
即ち53 dB (PLCが1台であれば！)

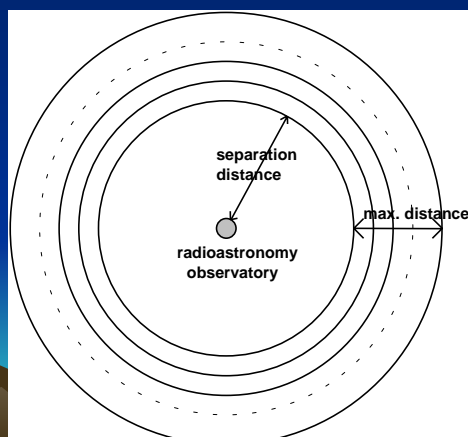
2003/8/27

ハムフェア

27

統計的扱いが必要

- 多くのPLCシステムに対し、様々な伝搬モデルを使って統計的に干渉評価をしないといけない



2003/8/27

28

まとめ

- PLCシステムと電波天文アンテナとの周波数共用は**非常に困難**
- PLCシステムからの**放射電力は、少なくとも ~ 60 dB減衰**させる必要あり.
- より現実的な統計モデルを用い, ITU-RとCISPRとの協力に基づいて離隔距離を定めるべし

2003/8/27

ハムフェア

29