

電波天文観測を保護するため の方策

国立天文台

短波帯電波天文観測

- 太陽、惑星、銀河等からの微弱電波を受信
- 干渉閾値 (Rec ITU-R RA.769 and Report ITU-R RA.2132)

Frequency Band (MHz)	Allocation status	Reference bandwidth (MHz)	Interference Threshold (dBμV/m)
13.36 – 13.41	Primary shared (RR 5.149)	0.05	-55.2
25.55 – 25.67	Primary (passive exclusive) (RR 5.149)	0.12	-53.2

電波法周波数割り当て計画表では、脚注J32が同様の規定を与えている

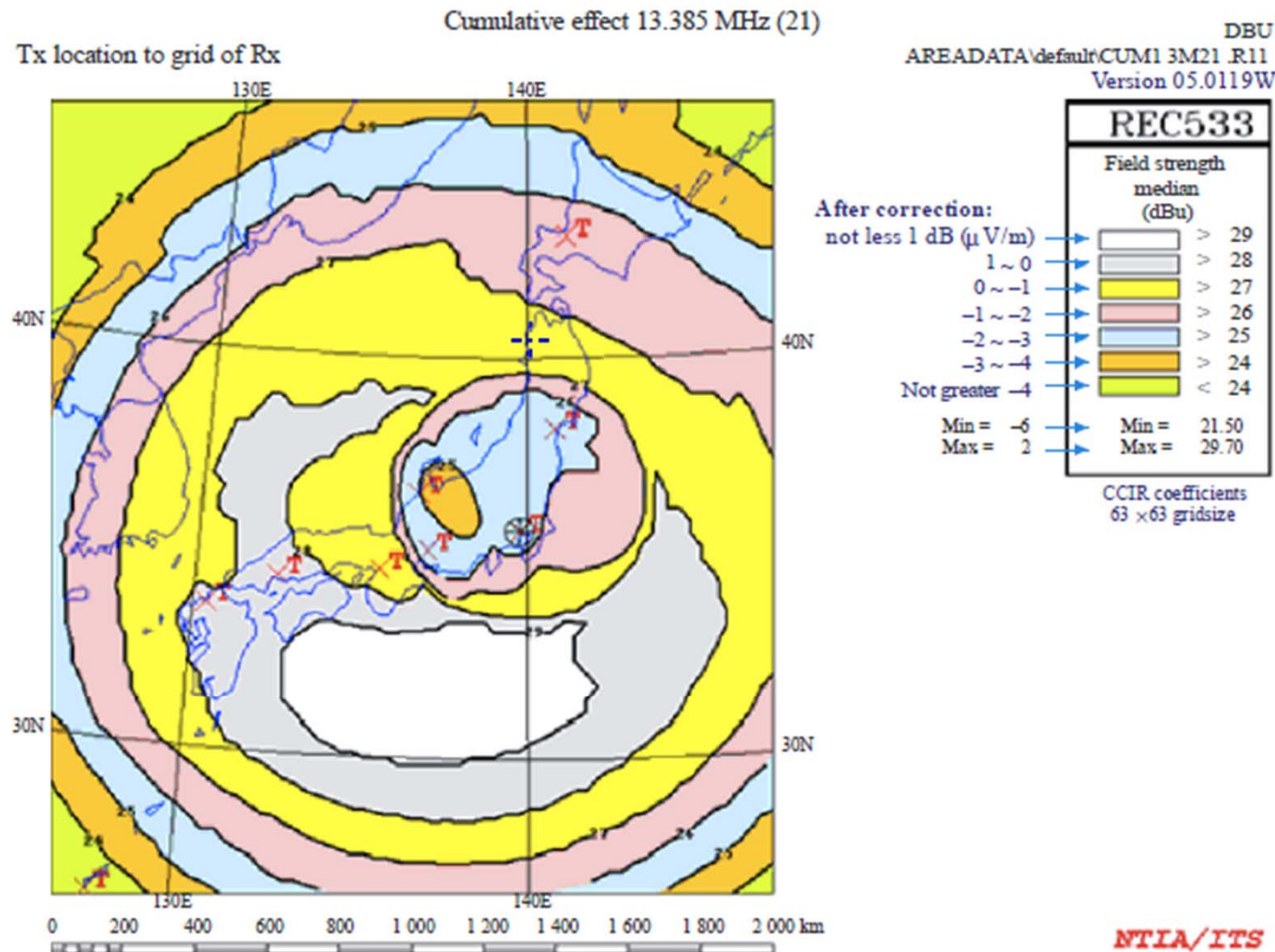
短波帯電波天文観測施設

名称（県名）	東経	北緯
吾川（高知）	133° 06'	33° 34'
西はりま（兵庫）	134° 20'	35° 01'
あわら（福井）	136° 14'	36° 16'
蔵王（宮城）	140° 32'	38° 06'
飯舘（福島）	140° 40'	37° 43'

電波天文への影響評価(1)

- Section A2.4.3 in Report ITU-R SM.2158
- PLC-Jによる評価を掲載したもの(次ページ)
 - Document 1A/196
 - PLT modem power = -60dBm/Hz / device
 - 遮蔽なし
 - 1500万台のPLTモデムを人口に比例させて日本国内に分布
 - Skywave伝搬による漏洩電波の集積を計算
 - 電界強度は、13MHzで2dB μ V/m、25MHzで-2dB μ V/m
- 前ページと比較すれば、干渉閾値に対する超過は、13MHzで約57dB、25 MHzで約51dB。

(例) 13 MHzでの評価



a) Sky-wave 13 MHz band, bandwidth: 50 kHz

Skywaveにより集積した漏洩からの保護

- PLCからの漏洩電波から電波天文観測を保護するためには、57 dB以上の減衰が必要。
- PSDでは、最悪でも $-60 - 57 = -117$ dBm/Hz
- ただし、この考察では、近傍にあるPLCモデムからの直接波の影響について考慮していない。

電波天文への影響評価(2)

- Section A3.6 in Report ITU-R SM.2158
- 東北大学飯舘観測所における屋内PLT漏洩実測結果に基づいた結果(8～12ページ; PLTモデムの出力はおよそ-60dBm/Hz)
- 詳細は、EMCJ2009-108 (2010-1)にあり。

PLCモデムと測定場所

モデム:

HD-PLC & UPA 各1台

実験場所:

東北大学惑星圏飯舘
観測所(福島県飯舘村)

実験家屋:

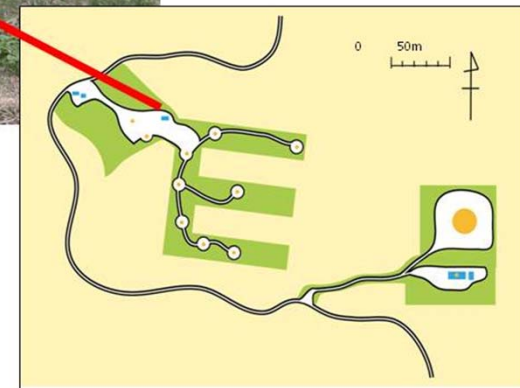
3.6m x 5.4m

漏洩電波測定方向:

西, 南, 南東
各5/10/30m



周囲1.5km以内
には人家なし
→ 人工雑音
レベルは極めて低い



アンテナ位置

アンテナ名称

ex) ER:Eアンテナ/R偏波

測定実施建物



O点 (地表面)

● : 使用アンテナ

O点に対するアンテナ位置

X: 東西方向 (+: 東)

Y: 南北方向 (+: 北)

Z: 鉛直方向

	X [m]	Y [m]	Z [m]	R [m]
A	126.0	-11.5	7.5	126.5
B	43.5	-9.0	10.0	45.5
C	23.5	-29.0	12.5	39.5
D	16.0	-59.0	11.6	62.0
E	73.5	-59.0	7.5	94.5
I	-19.0	-22.0	13.5	32.0



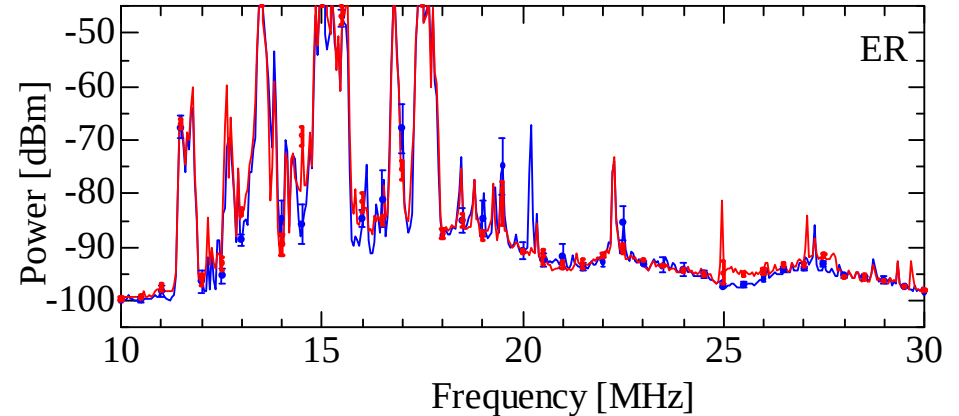
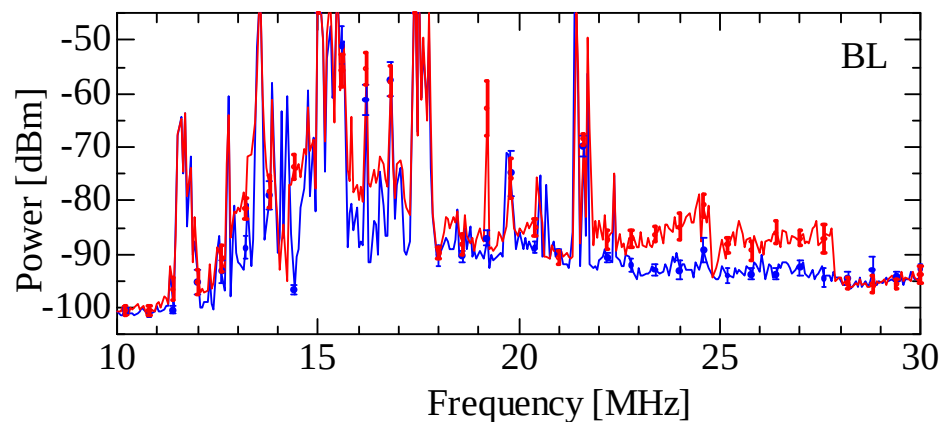
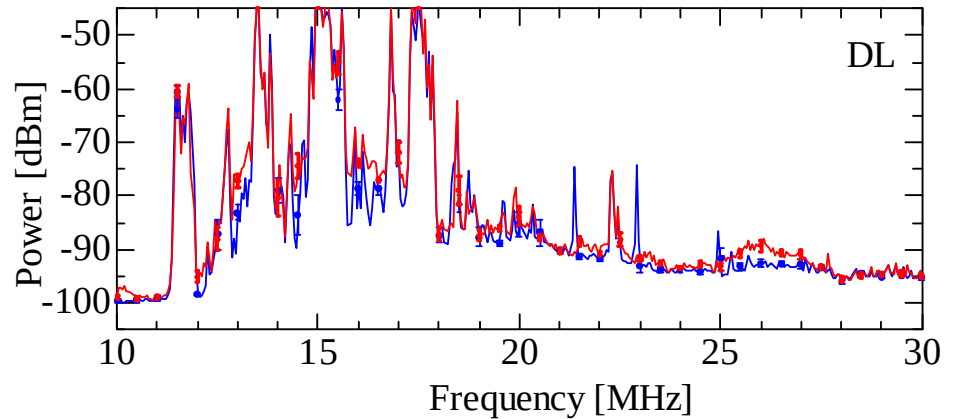
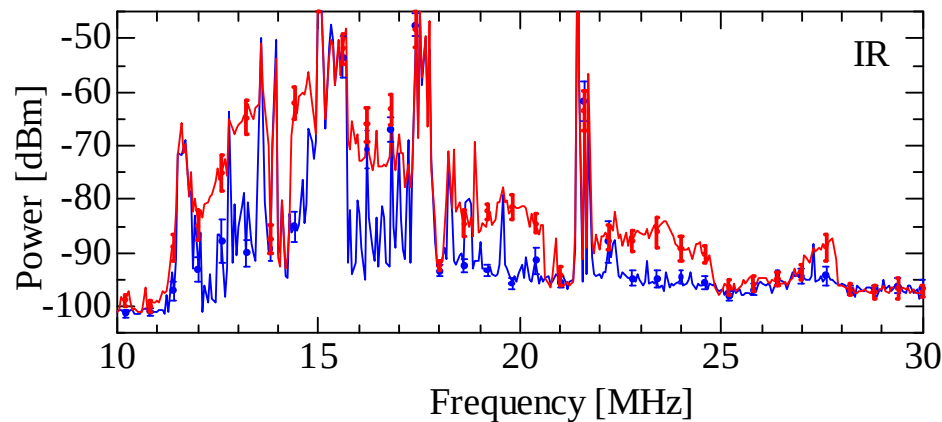
アンテナのz座標値:
タワーの上縁の高さ

測定機器

- ログペリアンテナ
 - 2つの直交ログペリアンテナを組み合わせ
 - 高さ: 14m
- フロントエンド受信機
 - R&K A-11
 - NF=1.5dB
- バックエンド
 - Advantest R3131
 - GPIB経由でPCから制御, 10秒サンプリングしたデータを取得
- 地下埋設信号伝送ケーブル中のCM電流
 - Fair-Rite #43 5943003801
 - Primary: 1 turn
 - Secondary: 7 turns
 - CMI [dB μ A]
 $=P[\text{dBm}]+90$
 - CMI < 0 dB μ A
→ RASアンテナで受信されたものは同軸ケーブルから再放射されたものではない

RAS wide band spectra

- Average spectra for about 1 min. during HD-PLC on (red) and off (blue)
- RBW=10kHz (IR & BL) or 30kHz (DL or ER), Detector mode : sample



電波天文干渉閾値との比較

- システム雑音
= 背景(銀河)雑音
+ 内部雑音(NF=1.5 dB)
= 15,000 + 120
= 15,120 K
- 2000秒積分時の
干渉閾値 = 97.6 mK

Ant.	D [m]	Leakage [K]	Ratio
AL	126.5	5,276	5.4×10^4
ER	94.5	4,358	4.4×10^4
DL	62.0	13,690	1.4×10^5
BL	45.5	50,880	5.2×10^5

直接波からの保護

- 電波天文帯域では、少なくとも50dBの減衰が必要であると報告

→ 壁による遮蔽がない屋外PLTの場合、遮蔽を17dBとして、67dBの減衰が必要。

- PSD制限値では、最悪でも
 $-60 - 67 = -127 \text{ dBm/Hz}$

まとめ

資料4-7にあるように、

-125[dBm/Hz]@2MHz ~

-135[dBm/Hz]@30MHz

であれば、電波天文観測も保護されと考えられる。