

電波天文の受信信号強度と 観測地の背景雑音, 及び, 懸念事項

日本学術会議
国立天文台

HF帯～UHF帯における電波観測

- 地球電離圏・大気圏 … レーダー、自然電波
- 天体の非熱的放射観測
太陽電波バースト、木星電波、銀河電波、パルサー
- 固体惑星、太陽コロナ … レーダー
- 星間空間、惑星間空間 … シンチレーション観測
- 将来計画 … 深宇宙探査、系外惑星探査など

自然電波の受信強度

- … 一般に人工電波に比べて極めて微弱(距離が近いことなど)

人工雑音などによる干渉の問題

- … 古くからの問題

デカメータ波帯(20-40MHz)電波観測

1974年以来の定常観測(蔵王、飯館)

電波強度計観測(6周波数)

ダイナミックスペクトル観測(20MHz-40MHz)

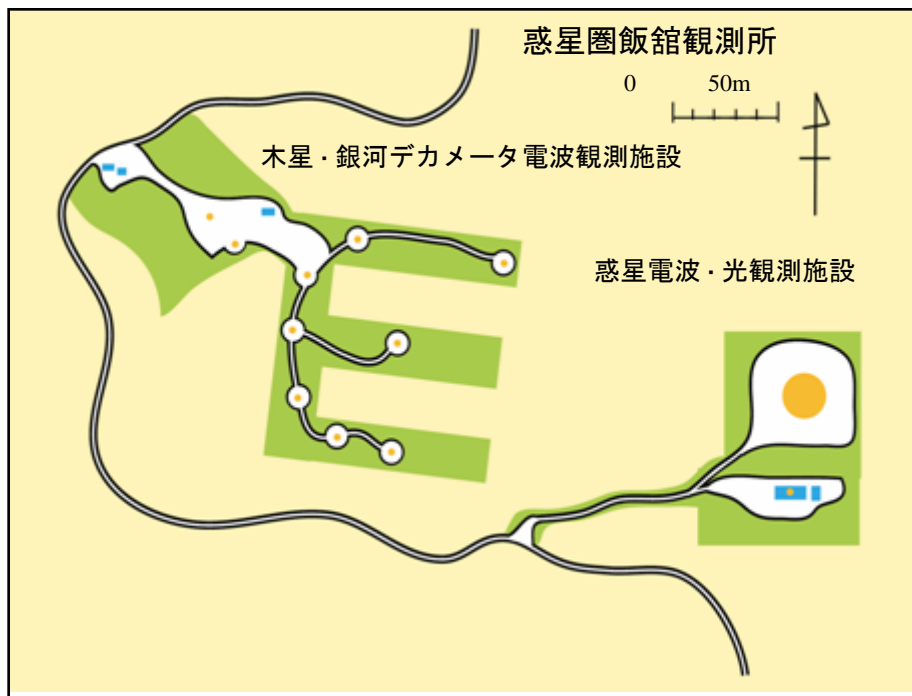
干渉計観測

1.5km(蔵王)、100km級(宮城県、福島県)

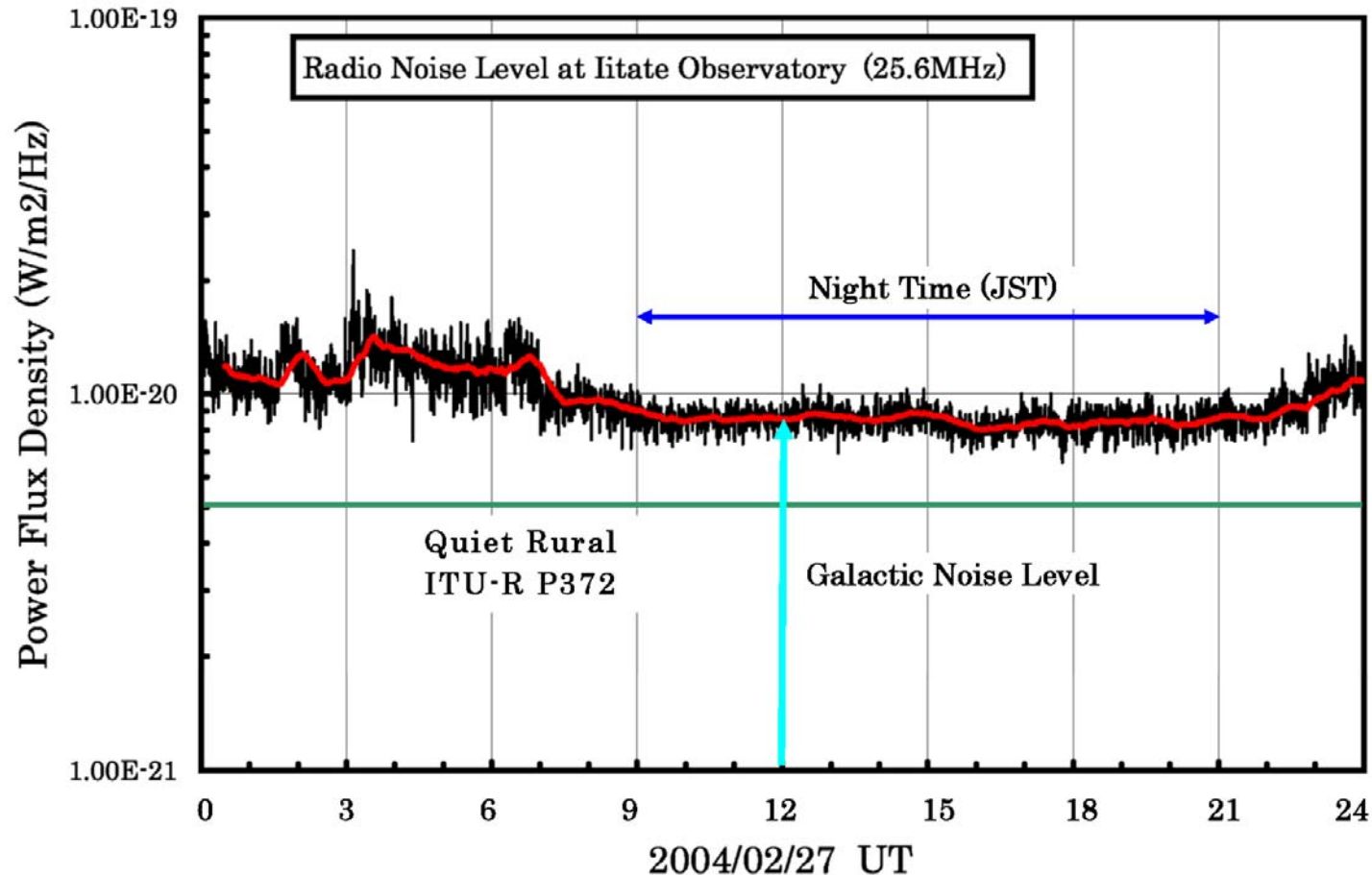
500km級(東北-福井)

9基アレイ干渉計観測 200mx200m(飯館)

波形観測

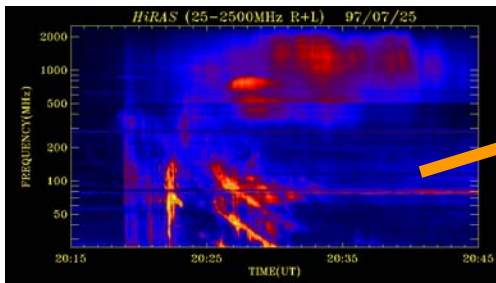


電波天文観測地の背景雑音



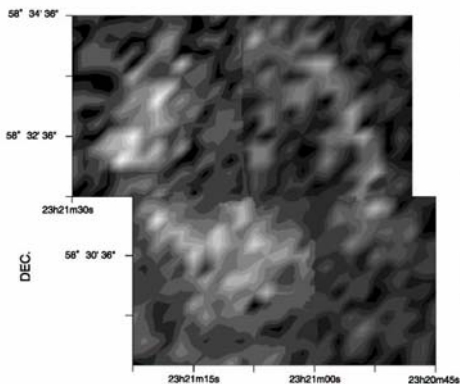
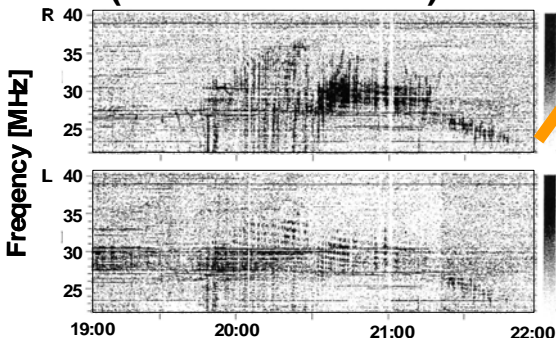
昼間は人工雑音が多少入るが、夜間は銀河雑音のレベルで背景雑音が決まる

観測対象と電波強度

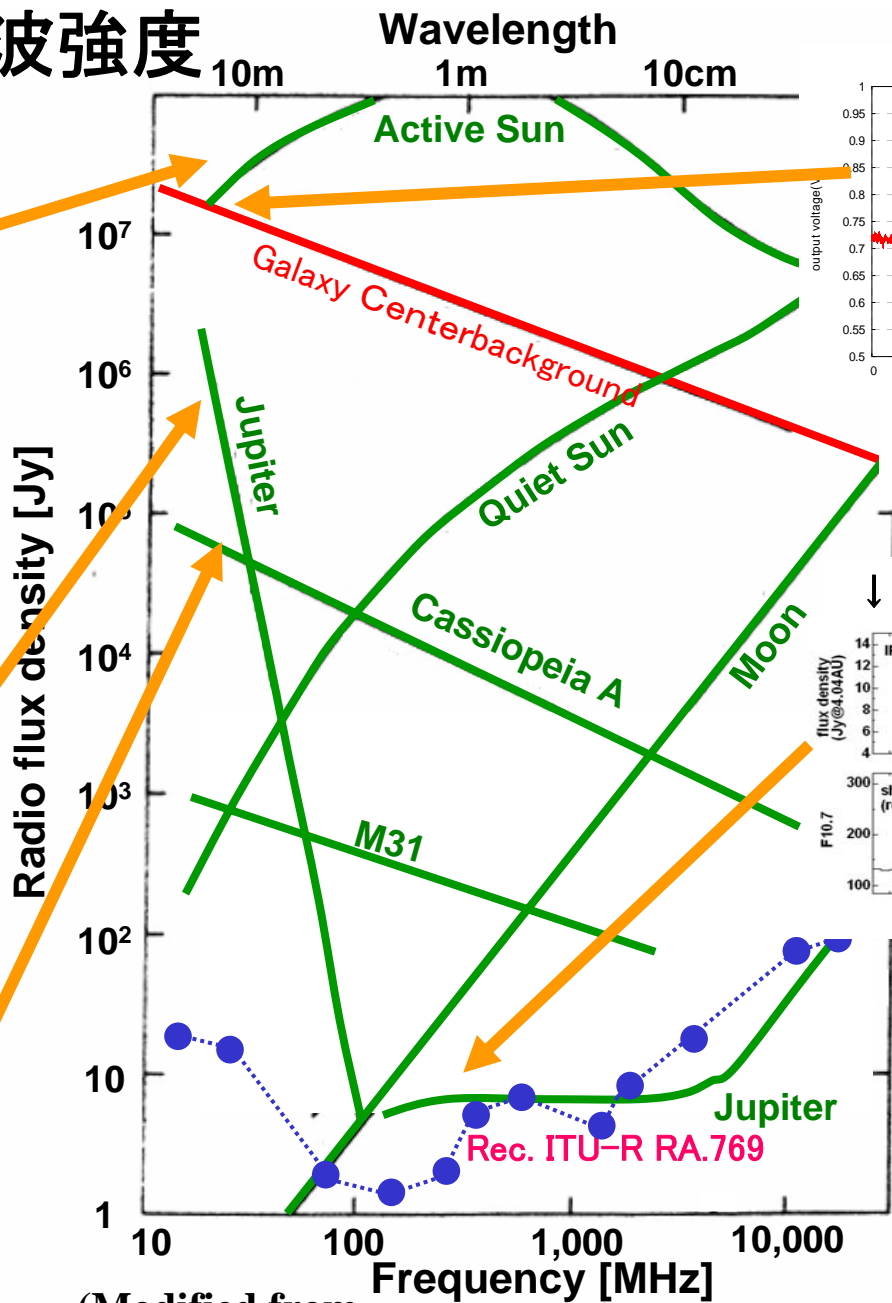


↑ 太陽電波バーストスペクトル
(<http://sunbase.nict.go.jp>)

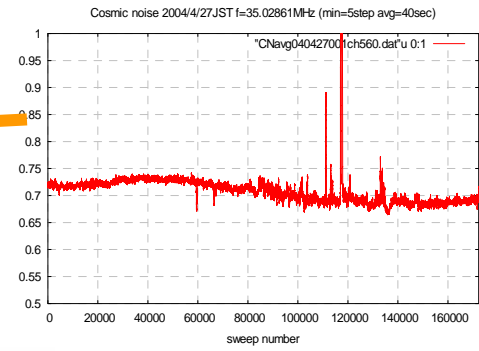
↓ 木星電波バースト
(Konno et al. 2002)



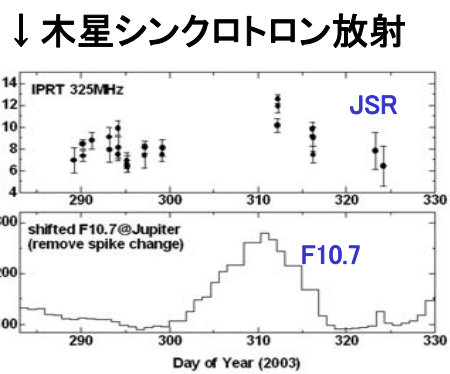
Cassiopeia-A 電波マップ
(Oya & Iizama, 2003)



(Modified from Kraus, 1986) $(1\text{Jy}=10^{-26}\text{W/m}^2/\text{Hz})$

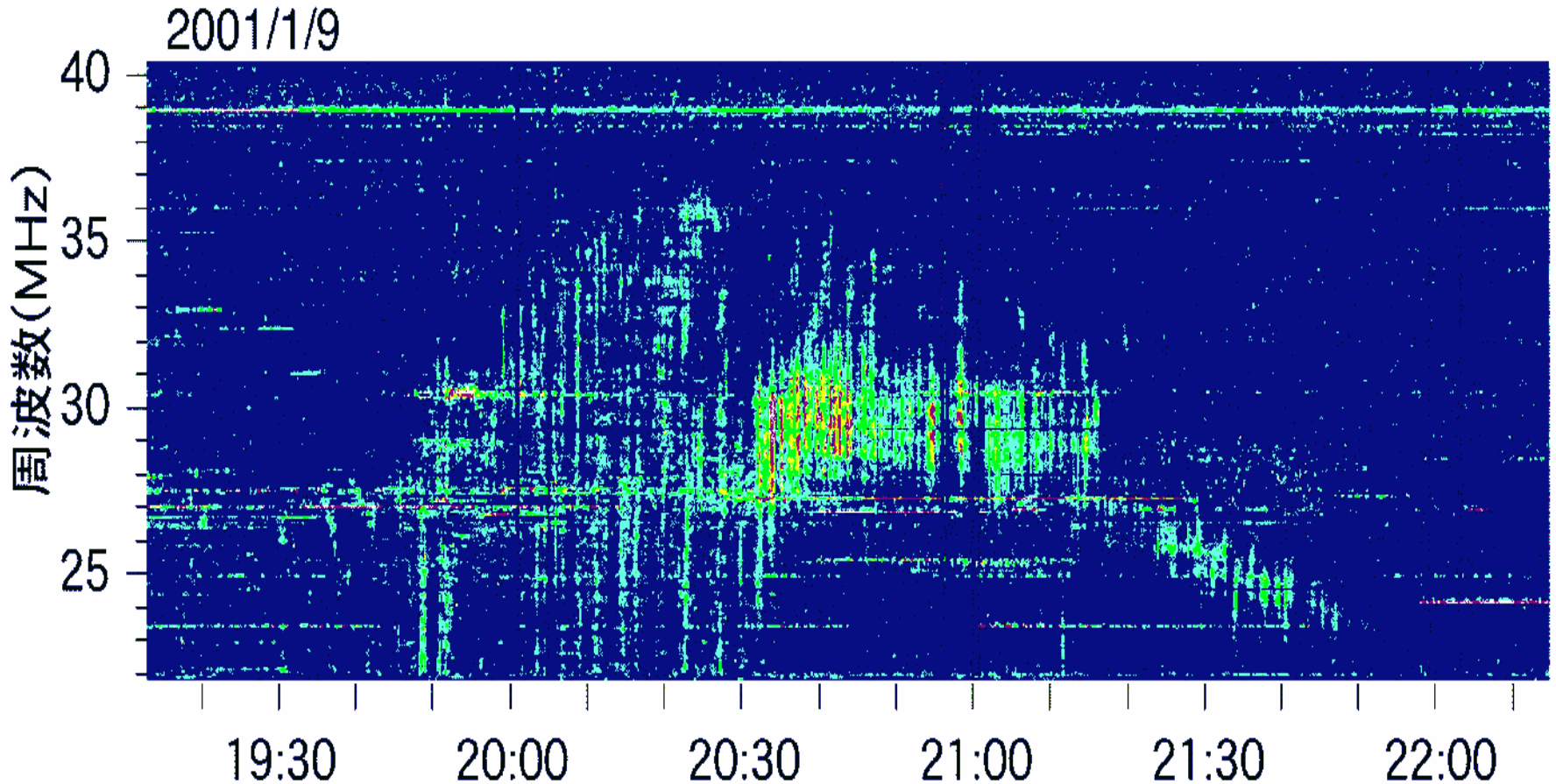


↑ 銀河電波雑音レベル
(Hiyama, 2004)



Jovian synchrotron radiation (top) and solar f10.7 (bottom)

木星電波放射観測例



福島県飯舘惑星圏観測所における木星からの短波帯放射観測例(2001年1月9日 19:30-22:00JST). 木星の自転並びに衛星イオの公転に依存して出現する. (Konno, 2002)

銀河電波スペクトルの特性

銀河雑音電波は強度が大変強く、常に存在するため、微弱自然電波観測の障害であるが



無偏波・無相関の熱雑音である性質を用いることで銀河雑音を排除可能→より微弱な信号を検出可能

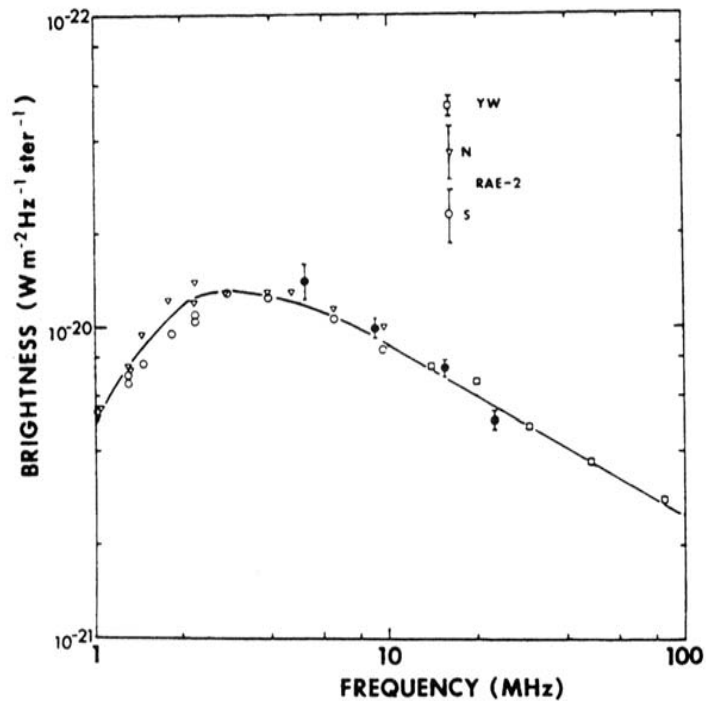
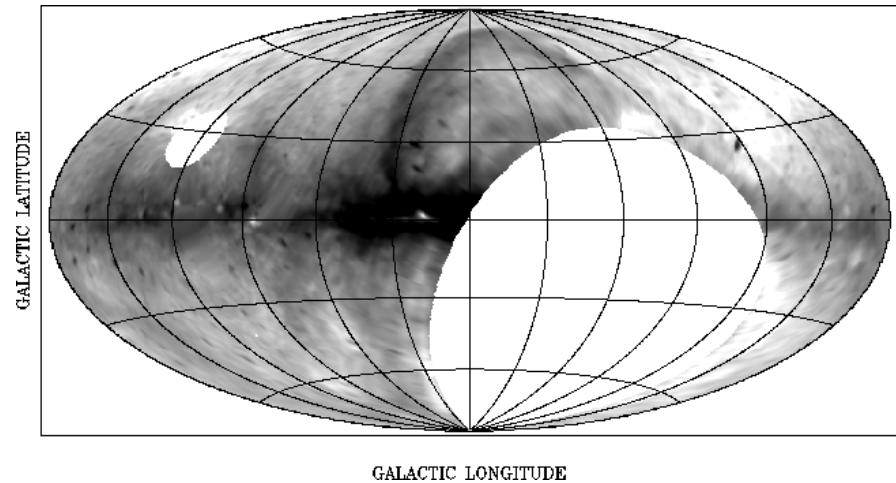


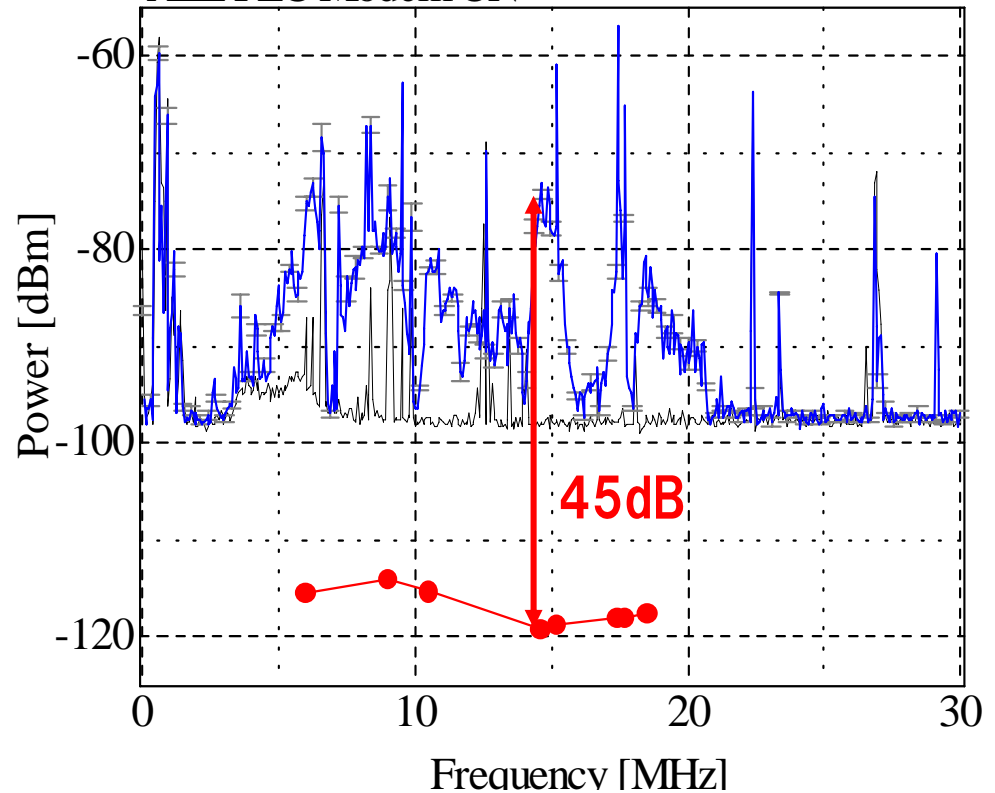
Figure 2. The surface brightness spectrum of the Galactic polar regions presented by Cane, [1979].



2002年赤城実験 T2FD測定例

- (1) T2FD直下で電界強度測定器を用いて放送波の電界強度を測定: $E(\text{dB } \mu\text{V/m})$
- (2) T2FDによる受信強度をスペアナで測定: $V(\text{dB } \mu\text{V})$
- (3) 両者の結果から、T2FDのアンテナ係数を導出。
 $K = E(\text{dB } \mu\text{V/m}) - V(\text{dB } \mu\text{V})$
- (4) アンテナ係数を用い、PLCノイズのレベル(dBm)を絶対強度($\text{dB } \mu\text{V/m}$)に換算。

2002/7/23 10:19 T2FD#1 (57m)
ALL PLC Modem ON



アンテナ係数を考慮した銀河電波の受信レベルと、全てのPLCモデムON時のノイズレベル@57m

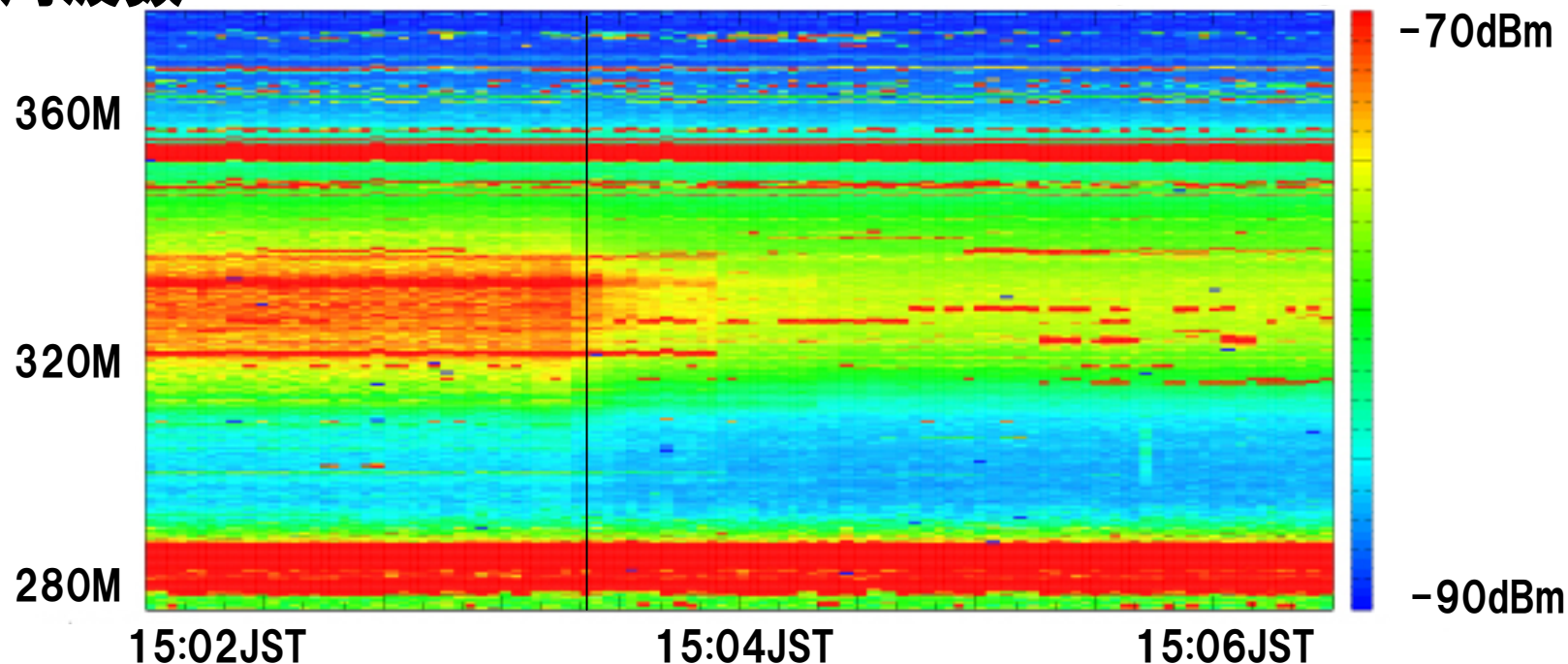
PLC ON時のノイズレベルと 銀河電波レベルの比較

PLCノイズは、銀河レベルより**30-45dB ($10^3-3 \times 10^4$ 倍) 高い**

2002年赤城実験 UHF帯測定結果

周波数

モデム OFF



PLCモデム3/4停止時の327MHz付近のレベル変化

PLCモデムOFF:広帯域ノイズレベル、狭帯域ノイズ減少
方角依存性 :PLC設備方向でノイズレベル増大

・・・UHF帯におけるHFPLCによるスプリアスの存在を確認

自然電波観測に対するPLC設備の影響への懸念

- 2002年赤城実験の様な、1対～数対のモデムが動作している環境でも、HF帯でのPLC漏洩電力は銀河背景レベルに比して極めて高い。
 - … 自然電波観測が困難となる
 - 複数台のモデムが様々な電力線上で同時に動作
 - … 大きな隔離距離が必要となる可能性
 - 電離層反射効果を考慮した場合
 - … PLCの影響伝搬する可能性
- 高調波スプリアスが存在
 - スプリアスレベルも天体の電波観測に対し悪影響を及ぼす可能性がある。
- 研究の先端部分のターゲットは現在でも銀河電波強度の 10^{-3} – 10^{-5} であり、今後さらに系外惑星探査までも視野に入れた微弱レベル低周波電波天文学の時代の到来が予想されている。