

VERA局の干渉と電波天文周波数小 委員会の電波天文保護の取り組み

亀谷 収(国立天文台水沢VLBI観測所)

中川亜紀治(鹿児島大理学部)

VERAチーム

近田義広、立澤加一、齋藤泰文

(電波天文周波数小委員会)

Abstract

- VERAの各観測局では、S帯、X帯、22GHz帯、43GHz帯に加えて6.7GHz帯でVLBI観測を行っている。S帯を中心に混信を受けている。今後、6.7GHzの混信の調査が必要である。
- 国内の電波天文観測局の観測周波数保護のため、国立天文台の中にある電波天文周波数小委員会では、様々な対応を行っている。

1. VERA各局の干渉

- VERAの従来観測しているS帯、X帯、22GHz帯、43GHz帯に加えて、6.7GHz帯の観測も始まっている。
- S帯：携帯電話の周波数帯が隣接していて、非常に強い混信がはいる（特に水沢局）。
DC入力部にフィルターを設置して、DCを保護している。
- 入来局で、S帯の強い混信が2月にみられた。総務省電波監理局と相談して精査する予定だったが、その後、混信は自然に無くなった。

入来局SバンドPM出力変動の調査報告(temporary)

中川亜紀治 鹿児島大学

作業日時: 2009年2月6日 UT 17時～

●障害の内容

入来局にて、SバンドのPM出力が幅6dBほどの激しい時間変動を示す。Xバンドとは同期していない。(下図を参照。)

●調査内容

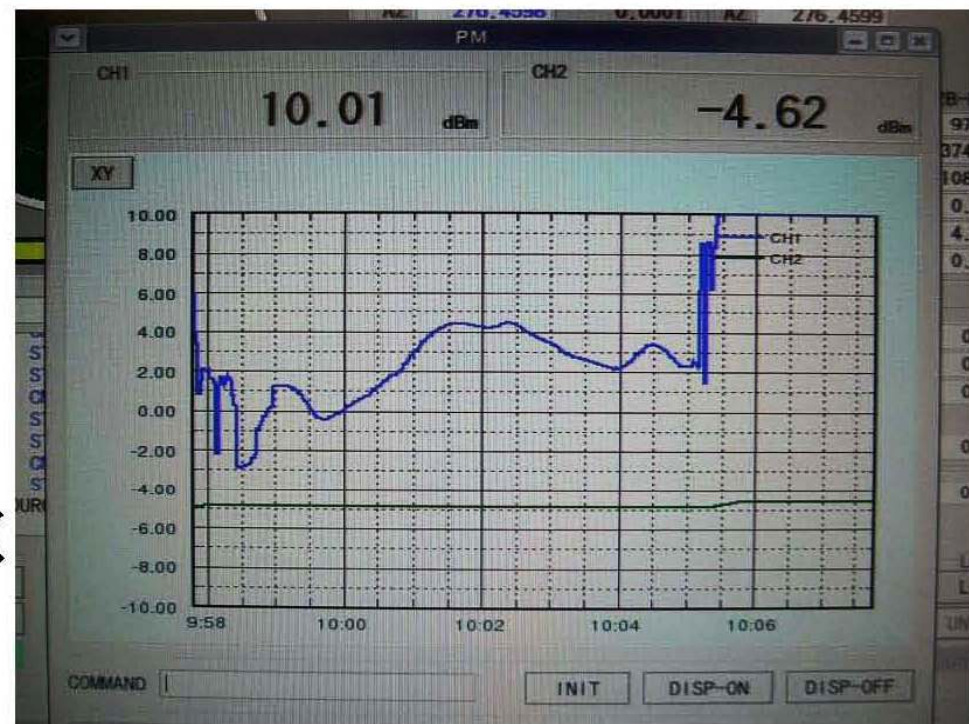
- ・PM,スぺアナ両出力のAZ,EL依存を調査。
- ・バックエンドアナログ系からS帯信号を取り込み、スぺアナでモニター。同時に別系統であるPMの出力値もモニターする。

●現時点での結果

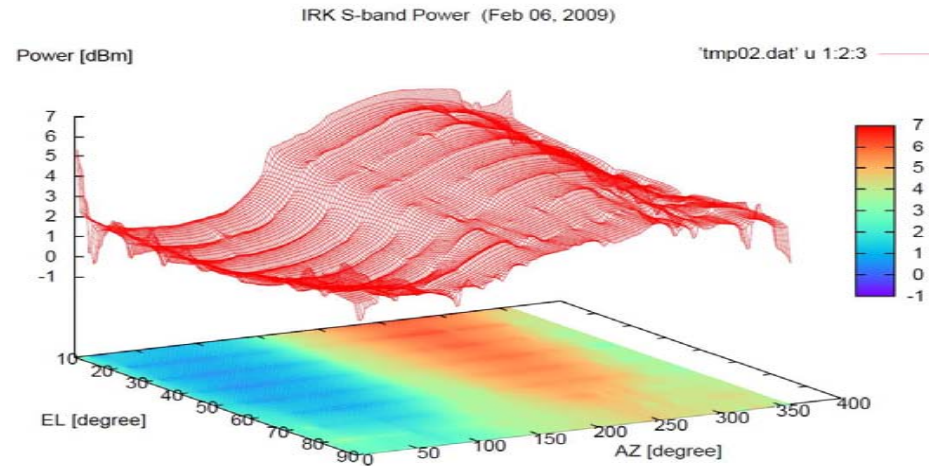
- ・PM出力変動と、スペアナで確認したキャリアの強弱の変動は同期している。
- ・キャリアの強度変動はAZ,EL依存性を持ち、再現性がある。
- ・Sky周波数2300MHz周辺で最も強く、16MHzステップの一定の周波数間隔を持つキャリアが入っている。

S-band PM出力の変動

RISE09036観測中の様子。スキャンの変わり目にアンテナが次の天体を追尾しようと動いている最中のレベル変動。Xバンド(緑線)に比べて激しく変動している。



PM出力のAZ,EL依存

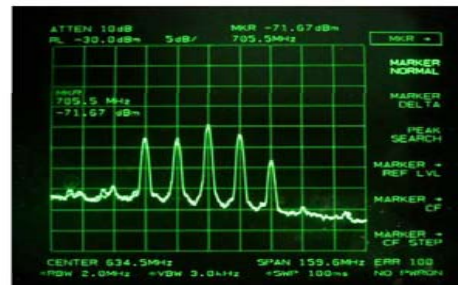


<S帯PM出力値のAZ,EL依存性>

- ・10度刻みでEIを固定しAZを連続的に360度回転させた時のPM出力ログから作成した。
- ・(AZ, EL) ≒ (270, 20)、およそ西の方角付近で最大強度。

※AZ軸に平行な縞模様は、EL軸の10度刻み不連続samplingによる影響。

周波数方向の拡大図
不明キャリアは16MHz
のステップを持つ。



・キャリアの入り方とPM出力の変動は同期している

・2000MHzのDown ConvertがかかっているのでSky周波数はスペアナ表示+2000MHz

・下図のPeakのSky周波数は2308MHz

(上図)
キャリア強度: 低
PM出力: 低

(中図)
キャリア強度: 中
PM出力: 中

(下図)
キャリア強度: 高
PM出力: 高

スペアナ設定
Center Freq 500MHz
Span 1GHz
RBW 2MHz
VBW 3kHz
Sweep 100msec
RL 0dBm
10dB/Div



2. 電波天文周波数小委員会の電波 天文保護の取り組み

電波天文周波数小委員会構成

委員長: 近田 義広 (国立天文台ALMA推進室) (親委員会: 電波専門委員会)
副委員長: 亀谷 収 (国立天文台水沢VLBI観測所)

委員 (50音順)

今井 裕 (鹿児島大学理学部)
梅本智文 (国立天文台水沢VLBI観測所)
岡 朋治 (慶応義塾大学理工学部物理学科)
奥村幸子 (国立天文台ALMA推進室)
川邊良平 (国立天文台野辺山宇宙電波観測所)
河野孝太郎 (東京大学天文学教育研究センター)
小林秀行 (国立天文台水沢VLBI観測所)
徂徠和夫 (北海道大学理学研究院)
高羽 浩 (岐阜大学工学部)
大師堂経明 (早稲田大学教育学部)
福崎順洋 (国土地理院)
藤沢健太 (山口大学理学部)
藤下光身 (東海大学産業工学部)
前澤裕之 (名古屋大学太陽地球環境研究所)
村田泰宏 (宇宙科学研究本部宇宙科学共通基礎研究系)

小委員会事務局

立澤加一 (国立天文台電波研究部
小委員会事務局長)
齋藤泰文 (国立天文台野辺山
宇宙電波観測所)
岡保利佳子 (国立天文台電波研究部)

電波天文周波数小委員会 1/2

小委員会活動近況

*UWB車載レーダ（22-29GHz）

電波天文近傍における自動停止の取り決め

*BS放送チャネル増による 19chBS-IF周波数（1.39472GHz）

1.4GHz 電波天文観測の妨害 → 周知と検討の要請

（21ch, 23chは BS-IF 1.5GHzが携帯電話基地局に干渉、2012年まで使用保留）

*電波天文保護 総務省国内審査基準

6月、現状認識を確認する打ち合わせメモを交換

*外部関連委員会

ITU-R会合に出席（WP7D:電波天文全般, WP1A:PLTなど）

APT (Asia-Pacific Telecommunity) 会合に出席（WRC-11対応）

*小委員会

各月1回のペースで三鷹で開催

電波天文周波数小委員会 2/2

新しい電波応用と電波天文

＊TVデジタル化（2011年）で空く帯域と電波天文への影響

90 - 108 MHz, 170 - 222 MHz, 710 - 770 MHz

総務省新産業育成構想 （電波政策懇談会）

＊総務省 無線を活用したブロードバンド整備

＊21GHz高度放送衛星システム

スーパーハイビジョン応用

＊準天頂衛星システム

常時一つの衛星が日本の天頂付近に滞留する衛星測位システム

＊許認可不要の広帯域微小電力無線応用

UWB (Ultra Wide Band) 応用/ SRD (Short Range Devices)

(UWB 22-29GHz)

ITU-R標準化動向と電波天文

＊WRC-11議題

複数の電波天文Primaryバンド(71-238 GHz帯)の他業務との共用

275-3000 GHzバンドの電波天文応用の新勧告検討

＊宇宙太陽光発電 JAXA Model: 1 GW, 5.8 GHz

UWB車載レーダ (22-29GHz)

電波天文台近傍(離隔距離)で自動停止 2016年まで時限的措置

2-1. UWBレーダの利用シーン

UWBレーダは数十m程度の距離の対象物を数十cm程度の精度で測距可能なことから、衝突防止用車載レーダ等への応用が可能であり、既存の60GHz・76GHz帯長距離自動車レーダとUWBレーダを組み合わせることにより、安全・安心な道路交通環境の実現に寄与する。



図1 UWBレーダと従来の自動車レーダとの比較



※フリクラッシュ：エアバッグのタイミングを制御し、衝突する直近でエアバッグを動作させる機能

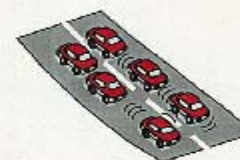
図2 車載用UWBレーダのアプリケーション例

UWBレーダは後方検知、車々間通信、路車間通信にも応用することができる。

後方検知



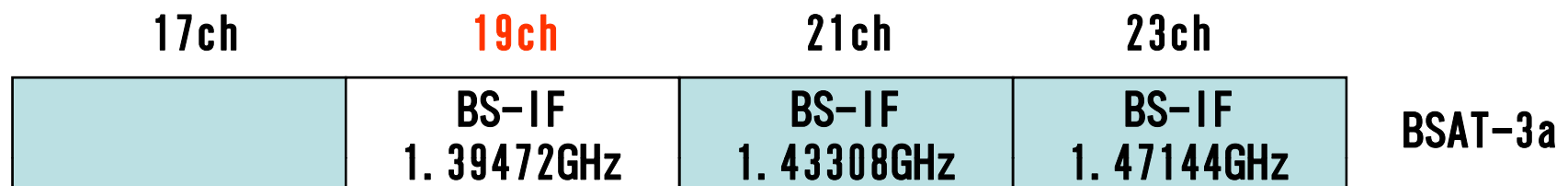
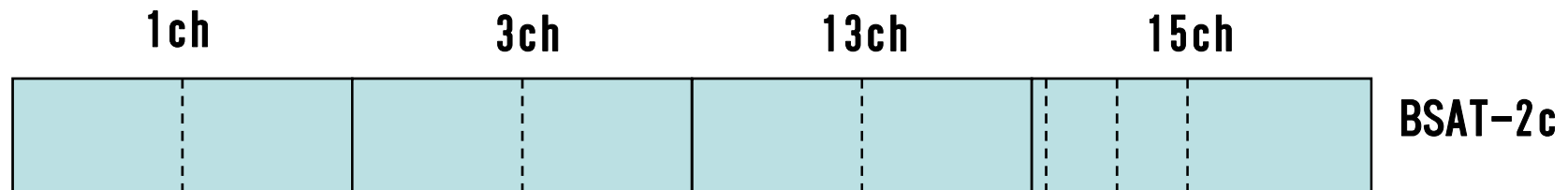
車々間通信



路車間通信



BS放送の1.4GHz 電波天文への干渉



**1.4GHz電波天文
に干渉**

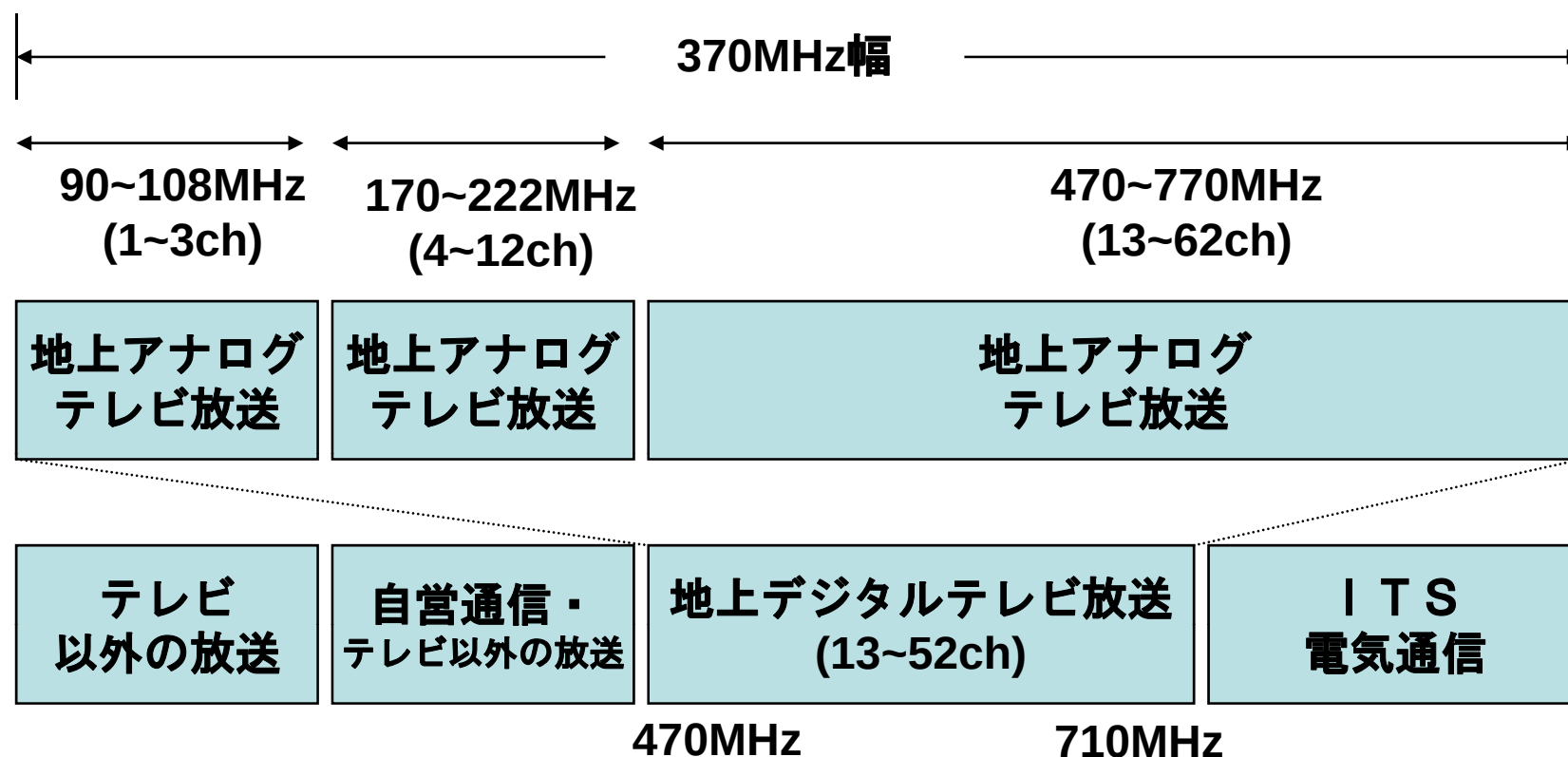
**1.5GHz 帯の携帯電話基地局
に干渉 2012年以降に利用**

TVデジタル化と空き周波数帯域

2003年 周波数の再編方針

2006年 地上デジタルTV帯域決定（13~52ch：222~710MHz）

2011年 7月デジタルTVへ移行完了予定



総務省 無線を活用したブロードバンド整備

新たなワイヤレスブロードバンドの導入

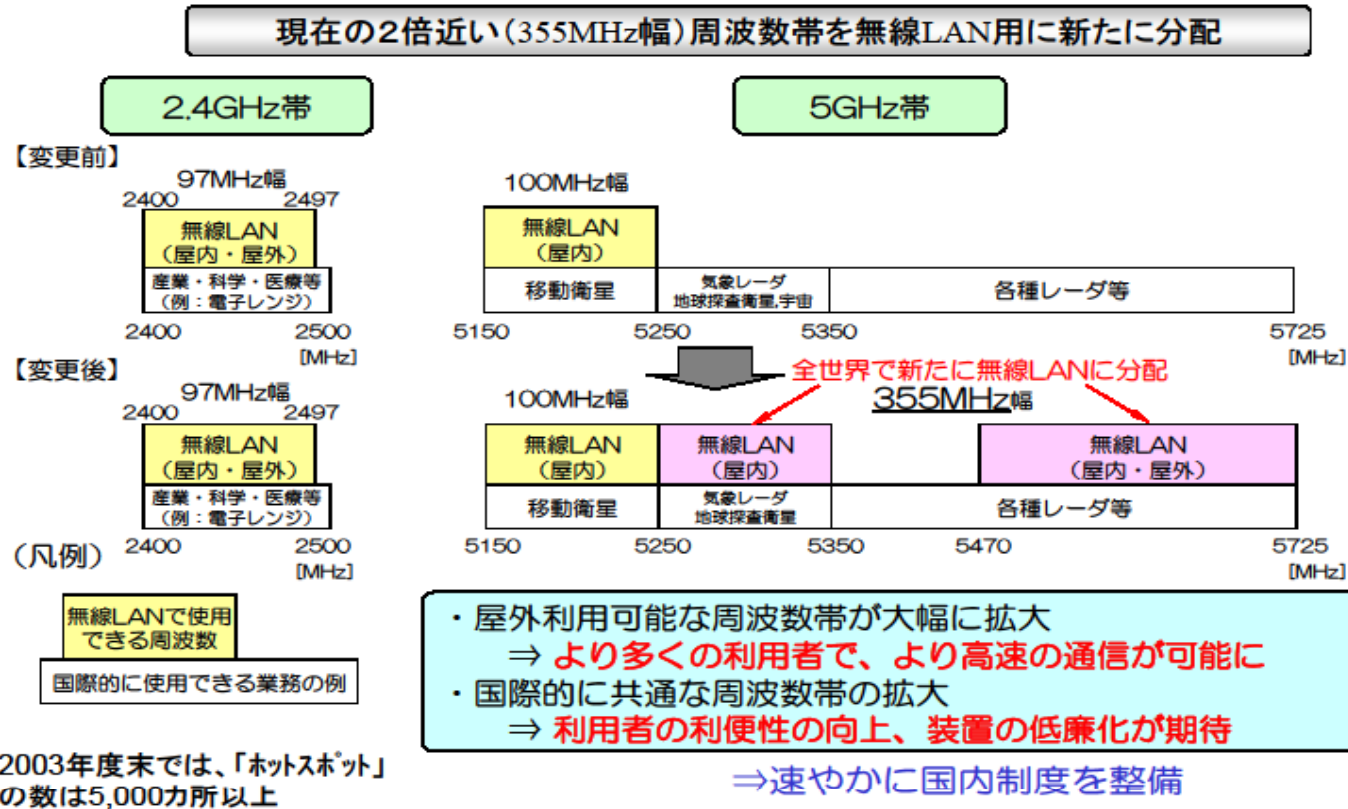
システム	準ミリ波帯FWA	無線LAN	高速無線LAN	広帯域移動無線アクセスシステム (WiMAX等)
伝送距離	数百m～数km程度	数百m程度	数百m程度	数km程度
伝送速度	150Mbps	10Mbps程度	100Mbps以上	20～30Mbps程度
モビリティ	固定	低速	低速	中速（120kmまで）
周波数帯	18GHz帯 22GHz帯 26GHz帯 38GHz帯	2.4GHz帯 4.9GHz帯 5.03GHz帯 5GHz帯	2.4GHz帯 4.9GHz帯 5.03GHz帯 5GHz帯	2.5GHz帯
免許制度	免許	免許不要又は登録	免許不要又は登録	免許

総務省資料より引用

総務省 無線を活用したブロードバンド整備

高速無線LANの導入周波数およびチャネル配置

5GHz帯無線アクセスシステムへの周波数追加分配



21GHz高度放送衛星システム

21.4～22.0GHz 600MHz帯域、衛星の最大送信電力約1.4kW
降雨対応可変ビームパターン衛星、サービスエリア内全域で40dBi以上の利得
スーパーハイビジョン(3300万画素 超高精細度放送)、立体TV放送など、高度化、
高機能化する衛星放送ニーズに対応

＊2015年 スーパーハイビジョン実験放送

＊2020年 スーパーハイビジョン多チャンネル本放送予定

準天頂衛星システム

高仰角な衛星測位システムの実現

静止軌道を約45度傾けた軌道に少なくとも軌道面を120度ずつずらし3機の衛星を
お互いに同期して配置する

高度は約36000km 地表面軌跡が8の字を描く

常に1つの衛星が日本の天頂付近に滞留する衛星測位システム

衛星通信・放送システム応用は実用化見送り

許認可不要の広帯域微小電力無線応用

UWB (Ultra Wide Band)

定義 (FCC) : 帯域が最低500MHzまたは中心周波数の20%以上
放射出力が -41.3dBm/MHz

UWB応用 (車載UWBレーダ/UWB通信など)

車載UWBレーダ (22-26GHz, 24-29GHz, 77-81GHz)

UWB通信 (3.1-10.6GHz MB-OFDM 推進 WiMedia ALLIANCE)

4つのITU-R勧告:

- 1) ITU-R SM.1757 "Impact of devices using ultra-wideband technology on systems operating within radio communication services"
- 2) ITU-R SM.1756 "Framework for the introduction of devices using ultra-wideband technology"
- 3) ITU-R SM.1755 "Characteristics of ultra-wideband technology"
- 4) ITU-R SM.1754 "Measurement technologies of ultra-wideband transmission"

許認可不要の広帯域微小電力無線応用

SRD (Short Range Devices)

ITU-R SM.1538 “Technical and operating parameters and spectrum requirements for short-range radiocommunication devices”

各種の国際標準が規定されているが、

「基本は各国の法的規制に準じる、特別な場合を除き、他に干渉を与えないこと、また他からの干渉に対する保護はない」

SRD利用帯域

「電波天文業務、航空移動業務、生命安全」に係わる帯域は禁止」

「ISM (Industrial, Scientific & Medical)の帯域とオーバラップするが、保護はない」

SRD放射出力

日本の認可不要局の放射出力は、

「322MHzまで150GHz以上は 500uV/m, 322MHzから10GHzまで35uV/m, 10GHzから150GHzまでは線形補間（両対数）」

WRC-11 電波天文関連の議題

(電波天文の将来に影響する議題)

議題1.6 275－3000GHzの周波数利用及び光学通信に関する検討：

*** 275－3000GHz及びAbove3000GHz帯域における受動スペクトル利用
のアップデート**

*** 上記帯域で動作するシステムの登録**

議題1.8 71－238GHzの固定業務に関する技術的、規則的な検討：

*** 71－238GHz帯域における能動と受動業務の共用検討**

*** 共用検討対象はPrimary(一次分配)登録された複数の電波天文バンドと重なっている**

Working Party 7D (主要なテーマ)

- ・ WRC-11 議題 1.6 (275~3000GHz)
(新勧告草案ITU-R RA.[1~3 THz]にむけた作業)
＜新勧告化の背景＞
 - *ITU-R RA.314: 電波天文 below 1000GHz
~275GHz Table of Frequency Allocationsで電波天文を保護
275~1000GHz No. 5.565 of RR で電波天文を保護
 - *ITU-R RA.1630: 天文利用周波数 between 10 THz ~1000THzの勧告
 - *IAUが3 THzまでラインスペクトルを提示
 - *電波天文で 1~3 THzに関心が集まっている
- ・ WRC-11 議題 1.8 (71~238GHz)
(71~238GHzバンドにおける電波天文& 固定サービスの周波数共用)
 - *WP5Cで実審議、今後の展開に注意
- ・ 勧告改訂草案 ITU-R RA.1237
(広帯域デジタル変調からの保護勧告)
- ・ 勧告改訂草案にむけた作業文書 ITU-R RA.1513
(干渉によるデータロスと時間パーセントの勧告、ITU-R RA.769と異なる干渉規定勧告)

Working Party 1A (主要なテーマ)

- Study on Power Line Telecommunication Systems (PLT)

- *新勧告草案に向け作業: “Power line high data rate telecommunication systems”

- *ITU-R報告草案: “Impact of power line telecommunication systems on radiocommunication systems operating in the LF, MF, HF, and VHF bands below 80 MHz”

- Short-range radio devices (SRD) - WRC-11 議題 1.22

- *draft CPM textが作成された

- *審議促進の方策

- Studies relating to radiation from ISM equipment –

- *WRC-11 議題 8.1.1 Issue A/Resolution 63に関連したITU-R報告草案

- Use of frequencies between 275 and 3000 GHZ

- *the draft CPM text ではResolutionの3分野への分割を提言(EESS,SRS, Radio Astronomy and Ground-based Passive Sensors)

- Fixed service in the bands between 71 GHZ and 238 GHZ –

- WRC-11 議題 1.8 難しいテーマであり、進展なし

- Question ITU-R 210-2/1 - Power transmission via radio frequency beam

- JAXA文書 “電波ビームによる電力伝送” ITU-R報告草案に向け作業

- JAXA モデル: 5.8GHz, 1GW

宇宙太陽光発電

JAXA-Model: 1GW 5.8GHz



JAXAホームページより引用