

電波天文アドホックにおける検討状況

1. 開催状況

- (1) 第1回 平成23年11月22日(火) 10:00~12:00
- (2) 第2回 平成23年12月 8日(木) 15:00~17:00

2. これまでの検討状況

(1) 共存条件に関する基本的な考え方について

- ・ 共存条件としては、電波天文業務の保護基準が ITU-R 勧告 RA. 769-2 に定められている(別紙1)ことから、原則としてこの基準を満足することとした。

(2) 干渉検討のためのパラメータ等について

- ・ 23GHz 帯無線伝送システムの干渉検討用パラメータについては、基本的には、平成22年度の技術試験事務で検討した際のパラメータ(別紙2)を用いることとした。
- ・ ただし、スプリアスレベルは、実測値をもとに推定し絶対値(-33dBm/MHz)で規定することとした。(別紙3)
- ・ 対象となる電波天文台としては、当面、23GHz 帯の観測を行っている16箇所(別紙4)の中で野辺山、水沢、苫小牧の3箇所につき干渉計算の対象とすることとした。
- ・ 電波天文台の受信アンテナ利得は、干渉検討にあたっては、0dBi で計算することとした。送信側アンテナの利得は40dBi とする。

(3) 干渉検討の方法について(検討中)

- ① 先ず自由空間伝搬損失のみを考慮し、所要離隔距離を求める。
- ② 所要離隔距離を満足しない場合は、山岳等による遮蔽損失を考慮し、所要離隔距離を求める。(2回の回折までを想定)
- ③ 山岳等による遮蔽損失を考慮した所要離隔計算を行い、満足しない場合は23GHzの送信アンテナの指向特性を考え、無線伝送システムの設置を検討する。
- ④ 上記の不要放射に対する検討に加え、無線伝送信号スペクトラムが直接入力される場合についても検討する。

(4) 干渉検討例について

- ① 自由空間伝搬損失と山岳等による遮蔽効果の計算例(別紙5野辺山例)
 - ・ 対象は、野辺山天文台とし、送受信地点は地上20mとして近隣の3地点における干渉検討を実施した。ただし、スプリアス送信レベルは-37.56dBm/MHz で計算している。
 - ・ この3地点については、1回回折減衰を考慮するといずれも計算結果が干渉しきい値を下回っており、共存条件を満足している。

② 山岳等による遮蔽損失及びアンテナ指向特性の計算例（別紙６）

- ・ 自由空間伝搬損失のみを考慮した場合は、所要離隔距離が 8,035km となり、現実的な距離ではない。
- ・ 従って、自由伝搬損失に加えて遮蔽損失を考慮して、所要離隔距離及び障害物の高さを検討した結果、干渉しきい値を満足する条件としては、例えば障害物の高さが 718m あれば、離隔距離は 10km あればよい結果となった。（１回の回折による遮蔽損失の場合）
- ・ 次にアンテナ指向特性を考慮した計算例として、i) セクターアンテナ、ii) 30cm パラボラアンテナ、iii) 60cm パラボラアンテナの各アンテナ特性を仮定し、アンテナ主方向からの角度により、どの程度の離隔距離が必要となるかの試算を行った。
- ・ この結果、例えば、30cm パラボラアンテナを用いれば、主方向からの角度が±15 度の時の所要離隔距離は 135km、±30 度から±180 度の所要離隔距離は 43km となる。
- ・ 遮蔽損失（第１フレネル）を考慮した場合は、30cm パラボラアンテナを用いれば、主方向からの角度が±15 度の時の所要離隔距離は 21.4km、±30 度から±180 度の所要離隔距離は 6.8km となる。

3. 今後の主な検討課題

(1) 野辺山以外の電波天文台での試算

- ・ 水沢天文台、苫小牧天文台等の近辺の地点での干渉計算

(2) 干渉計算方法の一般化

(3) 事前調整・運用調整の仕組み

(4) 移動局（小電力・10 チャンネル程度）の場合の干渉検討

4. 次回開催予定

第３回 平成２４年１月１３日（金）１３：００～１５：００

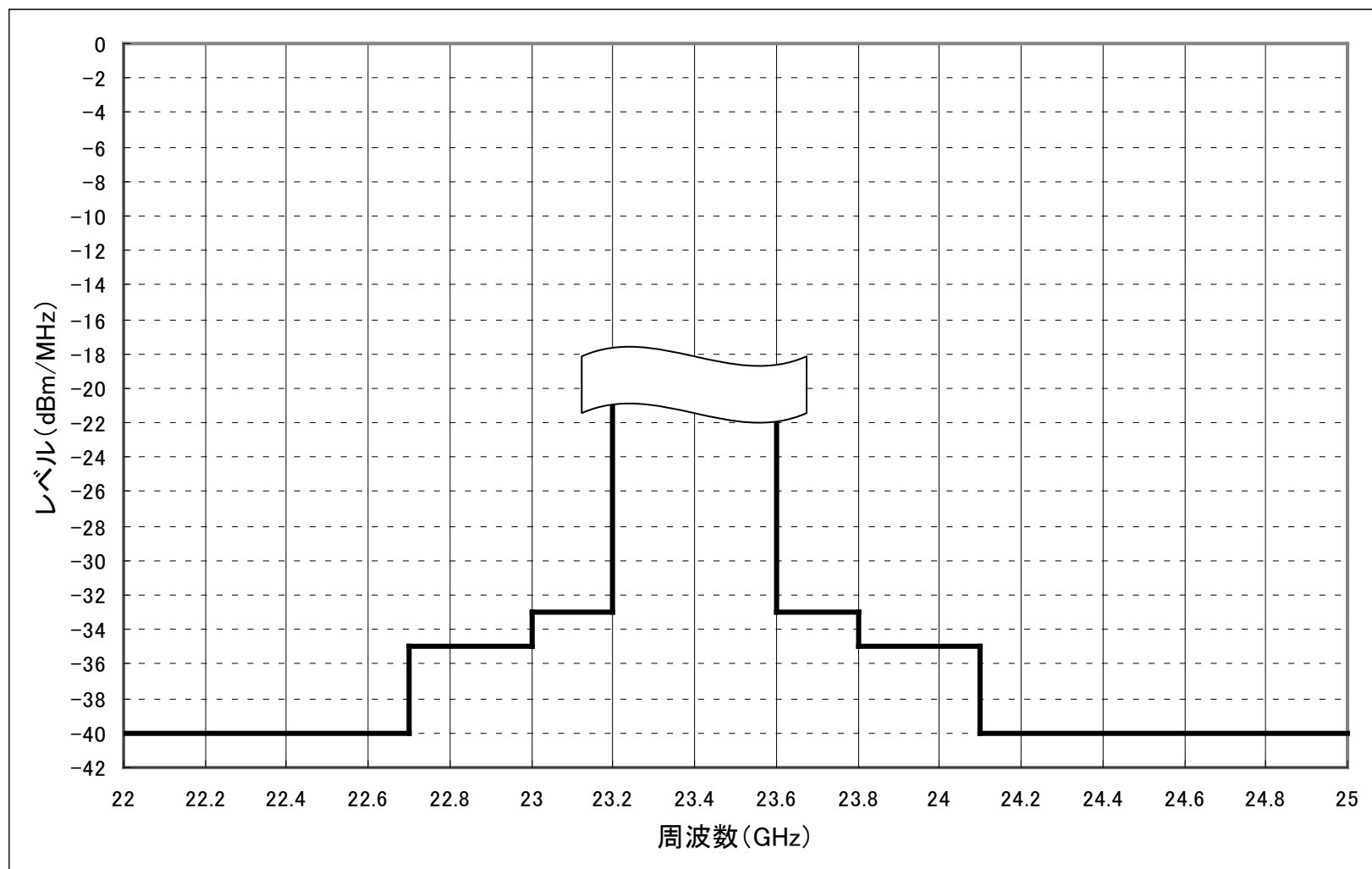
ITU-R勧告 RA.769－2による電波天文業務の保護基準

	スペクトル線観測	連続波観測
周波数	23.7GHz	23.8GHz
干渉しきい値	－174dBm/MHz	－191dBm/Mhz

23GHz帯無線伝送システムの当該無線局の前提条件

	標準値	備考
周波数	23.2～23.6GHz	
空中線電力	9.2dBm	8.3W/ch(60波時)
送信アンテナ利得	23dBi	セクターアンテナ
	34.5dBi	Φ30cmパラボラ相当
	40dBi	Φ60cmパラボラ相当
給電線損失(送信)	0dB	

23GHz帯デジタル無線分配システムの送信スペクトルマスク(絶対値)



22GHz帯及び23GHz帯観測を行っている観測局

	局名	口径(m)	局位置 (東経、北緯) ^{注1}	
1	VERA水沢	20	141E07' 57"	39N08'01"
2	VERA入来	20	130E26'24"	31N44'52"
3	VERA小笠原	20	142E13'00"	27N05'31"
4	VERA石垣島	20	124E10'16"	24N24'44"
5	水沢10m	10	141E07'56"	39N08'00"
6	北大苫小牧	11	141E35'48"	42N40'25"
7	高萩	32	140E41'40"	36N41'54"
8	日立	32	140E41'32"	36N41'51"
9	NICT鹿島	34	140E39'36"	35N57'21"
10	国土地理院つくば	32	140E05'20"	36N06'11"
11	NRO45m	45	138N28'21"	35N56'40"
13	JAXA臼田	64	138E21'46"	36N07'57"
14	岐阜大岐阜	11	136E44'14"	35N28'03"
15	山口	32	131E33'26"	34N12'58"
16	鹿児島6m	6	130E30'25"	31N27'51"
	内之浦 ^{注2}	32	131E04'42"	31N15'16"

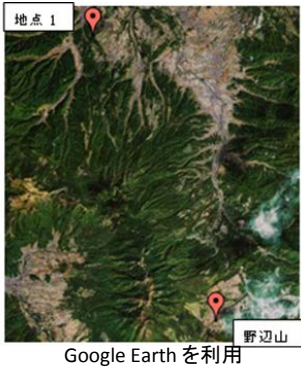
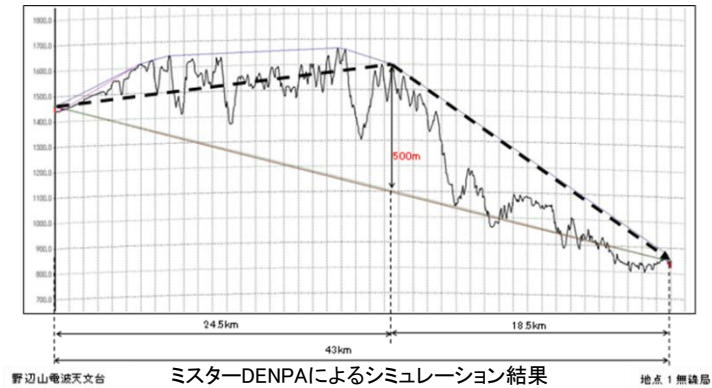
注1:世界測地系:WGS84

注2:開局準備局

自由空間損失と山岳等による遮蔽効果の干渉検討結果

対象となる電波天文台を野辺山天文台とし、地点1における当該無線局を運用した場合として検討する。（送受信地点は、地上20mとした。）

	東経	北緯	住所
野辺山	138° 28' 21.14"	35° 56' 40.15"	長野県南佐久郡南牧村野辺山462番2号
地点1	138° 17' 00"	36° 18' 00"	



第N次フレネルゾーンにおけるナイフエッジ回折損失Ldは次式で近似される。
 $Ld(dB) = 20\log |\sqrt{N}| + 16 (dB) = 20\log(\sqrt{1867}) + 16 = 32.7 + 16 = 48.7 (dB)$ となる。
このため、妨害波伝播路遮蔽係数Fs=48.7(dB)となる。
野辺山天文台におけるスプリアス受信電力Prsは以下となる。
 $Prs = Pts + GAt \theta + GAr \theta - Lp - Lft - Lfr - Fs$
 $= -33(dBm/MHz) + 40(dBi) + 0(dBi) - 152.5(dB) - 0(dB) - 0(dB) - 48.7(dB) = -194.2(dBm/MHz)$

	スペクトル線観測	連続波観測	備考
周波数	23.7GHz	23.8GHz	
干渉値	-194.2(dBm/MHz)	-194.2(dBm/MHz)	スプリアス受信電力
干渉しきい値	-174(dBm/MHz)	-191(dBm/MHz)	電波天文規定値
マージン	20.2(dB)	3.2(dB)	干渉しきい値－干渉値

当該周波数における最大許容受信電力-191(dBm/MHz)を下回っており、野辺山天文台の運用に支障を与えないものと認められる。

山岳等による遮蔽損失及びアンテナ指向特性の計算結果(1)

自由空間伝搬損失のみによる所要離隔距離

妨害を与える地点1無線局のスプリアスの空中線電力(Prs)が干渉しきい値となる自由空間伝搬損失Lpは、
 $L_p = -Prs + Pts + GAt + GAr - Lft - Lfr = -(-191) + (-33) + 40 + 0 - 0 - 0 = 198 \text{ (dB)}$
 自由空間伝搬損失が198(dB)となる離隔距離dは、
 $20\log d = L_p - 32.44 - 20\log f = 198 - 32.44 - 87.46 = 78.1 \text{ (dB)}$ より $d = 10^{(78.1/20)} = 8035 \text{ (km)}$
 以上により、自由空間伝搬損失のみを考慮した場合は、離隔距離が8035kmであれば電波天文に干渉しない。しかし、これは現実的な距離ではないため、他の干渉緩和要素を検討する。

自由空間伝搬損失及び遮蔽損失による所要離隔距離

自由空間伝搬損失および山岳などによる遮蔽損失を考慮して所要離隔距離および障害物高さを検討する。
 電波天文所要干渉しきい値Pdを得る自由空間伝搬損失Lpおよび遮蔽損失Fsの合計の所要減衰量は、
 $L_p + F_s = -Pd + Pts + GAt + GAr - Lft - Lfr = -(-191) + (-33) + 40 + 0 - 0 - 0 = 198 \text{ (dB)}$
 離隔距離d(km)において、送信点と受信点の間に高さh(m)の障害物がある場合に所要減衰量を得る条件を検討する。
 計算結果より、電波天文所要干渉しきい値を満足する条件は下記表となる。

∞

離隔距離 d(km)	障害物高さ h(m)	備考
100	226	
50	321	
10	718	

アンテナ指向特性による所要離隔距離

90度セクターアンテナ

主方向からの角度(度)	所要自由空間伝搬損失(dB)		離隔距離 d(km)		備 考
	自由空間伝搬	第1フレネル遮蔽	自由空間伝搬	第1フレネル遮蔽	
0 ~ ±45	181	165	1135	180	主方向
±60	171	155	359	56.9	
±75	163	147	143	22.6	
±90 ~ ±180	151	135	36	5.7	

30cmパラボラアンテナ

主方向からの角度(度)	所要自由空間伝搬損失(dB)		離隔距離 d(km)		備 考
	自由空間伝搬	第1フレネル遮蔽	自由空間伝搬	第1フレネル遮蔽	
0	192.5	176.5	4266	676	主方向
±5	174.5	158.5	537	85.1	
±15	162.5	146.5	135	21.4	
±30 ~ ±180	152.5	136.5	43	6.8	

60cmパラボラアンテナ

主方向からの角度(度)	所要自由空間伝搬損失(dB)		離隔距離 d(km)		備 考
	自由空間伝搬	第1フレネル遮蔽	自由空間伝搬	第1フレネル遮蔽	
0	198	182	8035	1273	主方向
±5	176	160	638	101	
±15	161	145	114	18	
±30	156	140	64	10.2	
±50 ~ ±180	148	132	25.4	4.1	