

参 考 资 料

参考資料 目次

参考資料 1	干渉検討で使用了各無線システムのスペック等	405
参考資料 2	干渉検討で使用了伝搬モデル等について	467
参考資料 3	干渉検討における計算の過程	477
第 1 部	700/900MHz帯を使用する移動通信システム	479

参考資料 1 干渉検討で使用了各無線システムのスペック等

参考資料 1-1 800MHz帯移動通信システムのスペック

参考資料 1-2 TV放送のスペック

参考資料 1-3 ITSのスペック

参考資料 1-4 FPUのスペック

参考資料 1-5 ラジオマイクのスペック

参考資料 1-6 パーソナル無線のスペック

参考資料 1-7 MCAのスペック

参考資料 1-8 RFIDのスペック

参考資料 1-9 STLのスペック

参考資料 1-10 航空無線航行システムのスペック

参考資料 1-11 電波天文のスペック

参考資料 1-12 PHSのスペック

参考資料 1-13 デジタルコードレス電話のスペック

参考資料 1 - 1 800MHz帯移動通信システムのスペック

2. 3節の「700/900MHz帯を使用する移動通信システムおよび800MHz帯移動通信システムの無線局相互間の干渉検討」において使用する、800MHz帯移動通信システムの検討パラメータについては、干渉影響の大きいシステムのパラメータを採用する考えに基づき、送信帯域幅が大きく、送信電力値も高いLTE (FDD) 方式を採用した。

具体的なLTE (FDD) 方式のスペックは、2. 2節のものと同様であるため、詳細な記載は省略する。

参考資料 1 - 2 TV放送のスペック

第2章の各無線システム間の干渉調査に用いたTV放送システムのスペックについて、次のとおり示す。

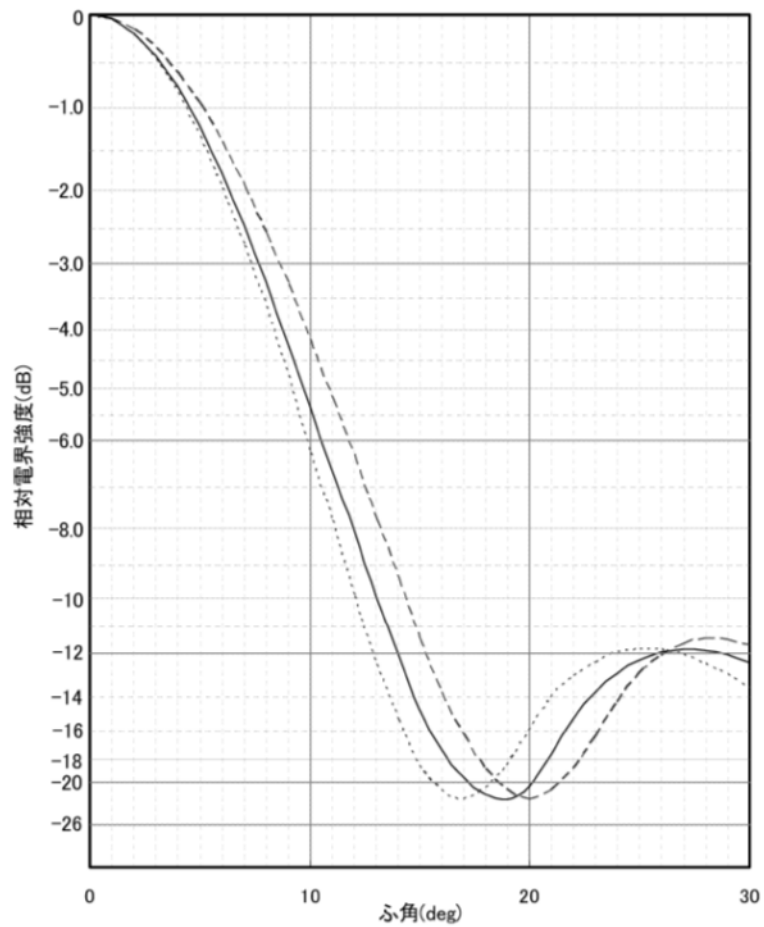
なお、TV受信特性については、総務省からの委託により社団法人電波産業会に設置された「700MHz帯を用いた移動通信技術に関する調査検討会（H21年7月～H22年3月）」にて、ITSからTV受像機への干渉実験を基に設定された干渉許容レベルを引用することを基本とするが、帯域内干渉許容レベルについては、同調査検討会において検討されたCINR基準とは異なり、I/N基準による干渉許容レベルを干渉検討に使用することとした。また、帯域外干渉許容レベルについては、TV放送局設備の受信特性を除き、簡易的な確認実験を行い、その結果を踏まえた閾値を設定した。簡易実験の詳細は(3)に記載する。

(1) デジタルTV放送送信特性

表. 参 1 - 2 - 1 デジタルTV放送局送信特性

	親局 (100m)	親局 (20m) 注1	大規模中継局注1	極微小電力局注1
送信周波数	470-710MHz	470-710MHz	470-710MHz	470-710MHz
最大送信電力	3kW	3kW	50W	50mW
ERP	30kW	30kW	500W	500mW
占有帯域幅	5.6MHz	5.6MHz	5.6MHz	5.6MHz
アンテナ利得	12.1dBi	12.1dBi	12.1dBi	12.1dBi
アンテナ指向特性 (水平)	無指向性	無指向性	無指向性	無指向性
アンテナ指向特性 (垂直)	図. 参 1 - 2 - 1 参照	図. 参 1 - 2 - 1 参照	図. 参 1 - 2 - 1 参照	図. 参 1 - 2 - 2 参照
給電損失	0dB	0dB	0dB	0dB
アンテナ高	100m	20m	20m	10m
送信マスク減衰量	-50dBr	-50dBr	-50dBr	-33dBr

注1：「700MHz帯を用いた移動通信技術に関する調査検討報告書」（平成22年3月：ARIB）より引用



	L	M	H
-----	470MHz	530MHz	590MHz
—————	539MHz	605MHz	680MHz
-----	608MHz	680MHz	770MHz

図. 参 1 - 2 - 1 親局 (100m、20m)・大規模中継局 送信アンテナ指向特性 (垂直)
(干渉検討には図中の実線を使用)

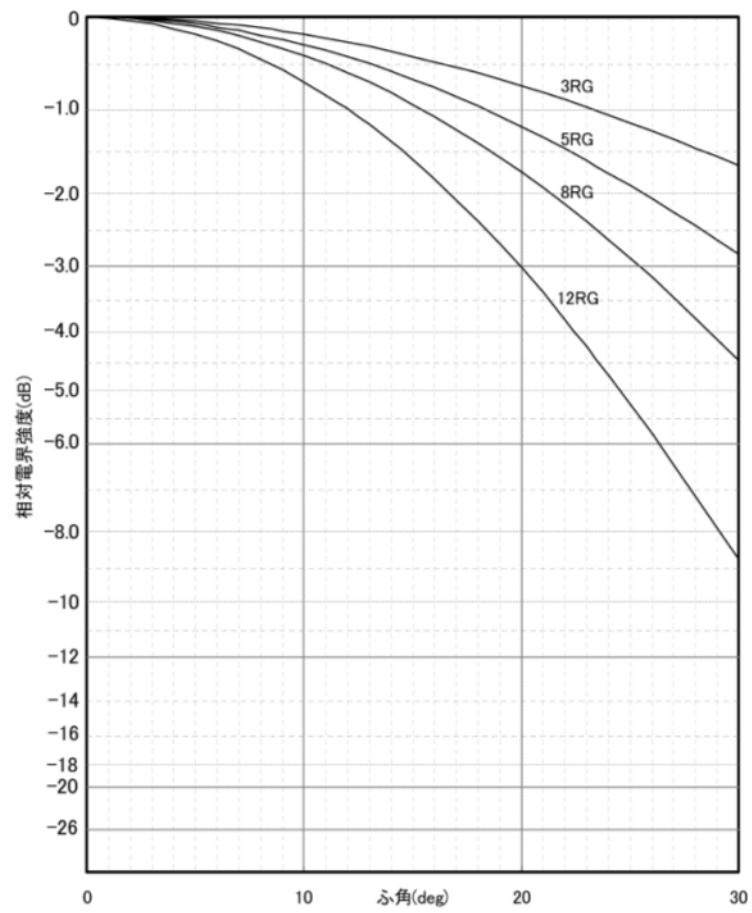


図. 参 1 - 2 - 2 極微小電力局 送信アンテナ指向特性 (垂直)
 (干渉検討には図中の 3RG の特性を使用)

(2) デジタルTV放送受信特性

表. 参1-2-2 デジタルTV放送受信特性 (家庭TV ブースタ飽和無し)

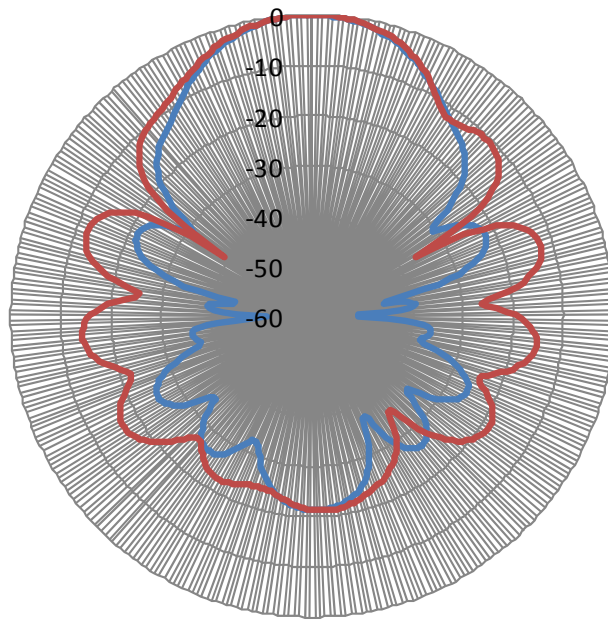
	①	②	③	④	⑤	⑥
	家庭 TV 八木 ANT ブースタ無 (10m H)	家庭 TV 八木 ANT ブースタ有 (10m H) (飽和なし)	家庭 TV 簡易 ANT ブースタ無 (5m H)	家庭 TV 簡易 ANT ブースタ有 (5m H) (飽和なし)	家庭 TV 簡易室内 ANT ブースタ無 (1m H)	家庭 TV 簡易室内 ANT ブースタ有 (1m H) (飽和なし)
アンテナ利得	12.7dBi	12.7dBi	9.8dBi	9.8dBi	9.8dBi	9.8dBi
アンテナ指向特性 (水平/垂直)	図. 参1-2-3参照	図. 参1-2-3参照	図. 参1-2-4参照	図. 参1-2-4参照	無指向性	無指向性
給電損失	4dB	4dB	2dB	2dB	2dB	2dB
アンテナ高	10m	10m	5m	5m	1m	1m
ブースタ利得	-	38dB	-	38dB	-	38dB
帯域内干渉許容レベル (I/N=-10dB)	-113.8 dBm/MHz	-79.5 dBm/MHz	-113.8 dBm/MHz	-79.5 dBm/MHz	-113.8 dBm/MHz	-79.5 dBm/MHz
帯域外干渉許容レベル※	-46dBm	-12dBm	-29.8dBm	-1.8dBm	-29.8dBm	-1.8dBm
イメージ干渉許容レベル	-45.5 dBm/MHz	-11.5 dBm/MHz	-29.3 dBm/MHz	-1.3 dBm/MHz	-29.3 dBm/MHz	-1.3 dBm/MHz

※帯域外干渉許容レベルの(3)参照

表. 参1-2-3 デジタルTV放送受信特性 (家庭TV ブースタ飽和有り)

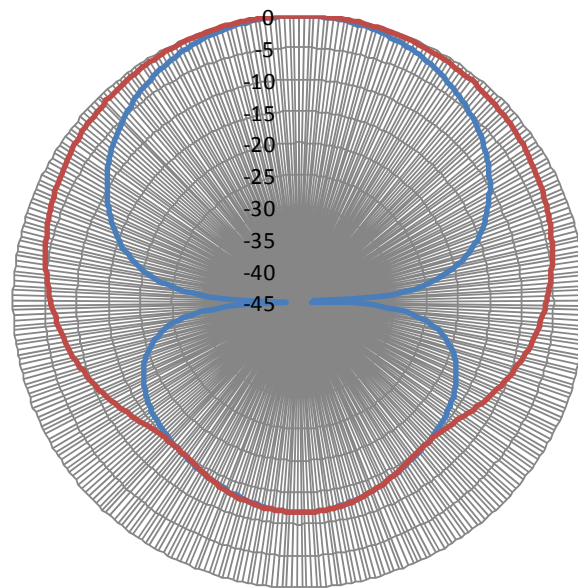
	⑦	⑧
	家庭 TV 八木 ANT ブースタ有 (10m H) (飽和あり)	家庭 TV 簡易 ANT ブースタ有 (5m H) (飽和あり)
アンテナ利得	12.7dBi	9.8dBi
アンテナ指向特性 (水平/垂直)	図. 参1-2-3参照	図. 参1-2-4参照
給電損失	1dB	1dB
アンテナ高	10m	5m
ブースタ利得	38dB	38dB
帯域内干渉許容レベル (I/N=-10dB)	-117.5 dBm/MHz	-117.5 dBm/MHz
帯域外干渉許容レベル ※	上り -30.3dBm 下り -39.3dBm	上り -30.3dBm 下り -39.3dBm

※(3)参照



— 垂直面内 — 水平面内

图. 参 1-2-3 家庭TV 八木ANT指向特性



— 垂直面内 — 水平面内

图. 参 1-2-4 家庭TV 简易ANT指向特性

表. 参 1-2-4 デジタルTV放送受信特性 (可搬型端末・移動端末)

	⑨	⑩	⑪	⑫
	可搬型端末(屋外) (1.5m H)	可搬型端末(屋内) (1.5m H)	移動端末(バス) (3m H)	移動端末(自家用車) (1.5m H)
アンテナ利得	0dBi	0dBi	0dBi	0dBi
アンテナ指向特性 (水平/垂直)	無指向性	無指向性	無指向性	無指向性
給電損失	0dB	0dB	0dB	0dB
アンテナ高	1.5m	1.5m	3m	1.5m
帯域内干渉許容レベル (I/N=-10dB)	-113.8 dBm/MHz	-113.8 dBm/MHz	-113.8 dBm/MHz	-113.8 dBm/MHz
帯域外干渉許容レベル※	-46dBm	-46dBm	-46dBm	-46dBm
イメージ干渉許容レベル	-45.5 dBm/MHz	-45.5 dBm/MHz	-45.5 dBm/MHz	-45.5 dBm/MHz

※(3)参照

表. 参 1-2-5 デジタルTV放送受信特性 (大規模中継局・極微小電力局)

	⑬	⑭
	大規模中継局(受信) (5m H)	極微小電力局(受信) (5m H)
アンテナ利得	26dBi	13.1dBi
アンテナ指向特性(水平)	図. 参 1-2-5 参照	図. 参 1-2-7 参照
アンテナ指向特性(垂直)	図. 参 1-2-6 参照	図. 参 1-2-8 参照
給電損失	2dB	2dB
アンテナ高	5m	5m
帯域内干渉許容レベル (I/N=-10dB)	-120.8 dBm/MHz	-119.8 dBm/MHz
帯域外干渉許容レベル	-38dBm	-38dBm
イメージ干渉許容レベル	-39.5 dBm/MHz	-39.5 dBm/MHz

形名	指 向 性			
	F/S (dB)		F/B (dB)	
	13~32ch	33~62ch	13~32ch	33~62ch
18DGU-11, 12	13	15	19	20
24DGU-11, 12	13	15	19	20
30DGU-11, 12	16	18	23	25
40DGU-12	16	18	23	25
20DPU-11	16	18	23	25
30DPU-11, 12	16	18	23	25
40DPU-11, 12	16	18	23	25
13FLU-11	33<35>	-	27	-
10FHU-11	-	33<35>	-	27
18FGU-11	32<37>	32<37>	30	30
18FPU-11	32<37>	32<37>	30	30

90CR の水平指向性は 90° ~270° で-18dB 以下

F/S の範囲 (主輻射の方向±半値角×2.25)~(±150°)
 但し、<>内は 90° ~110°
 F/B の範囲 (主輻射の方向±150°)~(±180°)

図. 参 1-2-5 大規模中継局受信ANT指向特性 (水平)
 (※半値角 18DGU: 19度、 40DGU: 9度)

形名	指 向 性			
	F/S (dB)		F/B (dB)	
	13~32ch	33~62ch	13~32ch	33~62ch
18DGU-11	13 (35)	15 (35)	19	20
24DGU-11	13 (35)	15 (35)	19	20
30DGU-11	16 (35)	18 (35)	23	25
18DGU-12	13	15	19	20
24DGU-12	13	15	19	20
30DGU-12	16	18	23	25
40DGU-12	16	18	23	25
20DPU-11	16	18	23	25
30DPU-11, 12	16	18	23	25
40DPU-11, 12	16	18	23	25
13FLU-11	33(35)<37>	-	27	-
10FHU-11	-	30(33)<35>	-	27
18FGU-11	32<37>	32<37>	30	30
18FPU-11	32<37>	32<37>	30	30

90CR の垂直指向性は 90° ~270° で-18dB 以下

F/S の範囲 (主輻射の方向±半値角×2.25)~(±150°)
 但し、()内は 80° ~100°、<>内は 90° ~110°
 F/B の範囲 (主輻射の方向±150°)~(±180°)

図. 参 1-2-6 大規模中継局受信ANT指向特性 (垂直)
 (※半値角 18DGU: 19度、 40DGU: 9度)

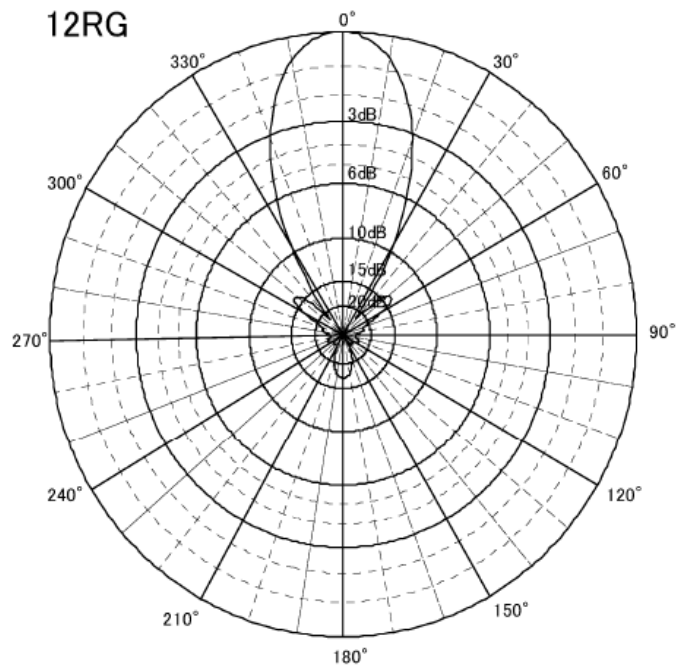


図. 参 1 - 2 - 7 極微小電力局受信ANT指向特性 (水平)

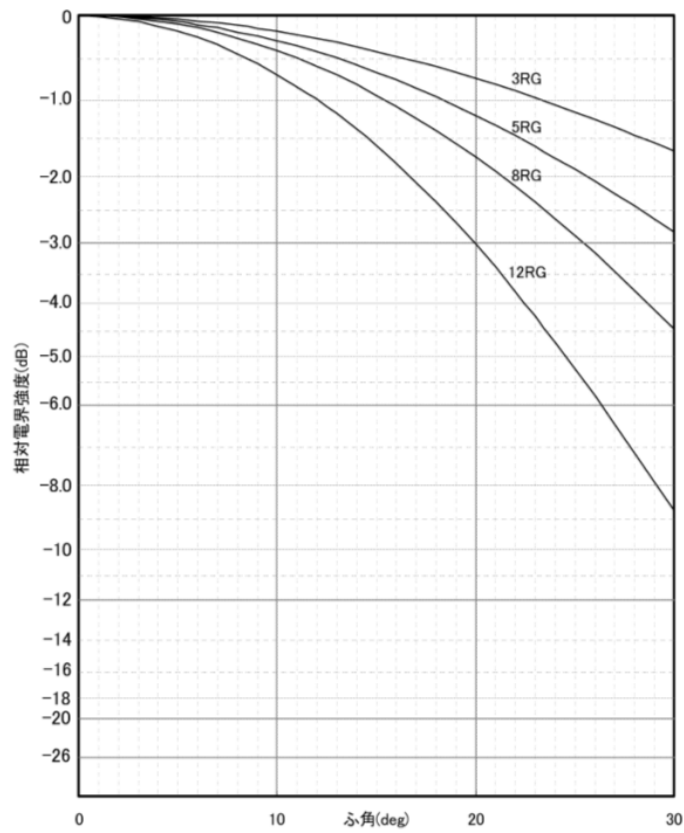


図. 参 1 - 2 - 8 極微小電力局受信ANT指向特性 (垂直)
(12RGを使用)

表. 参 1-2-6 デジタルTV放送受信特性 (共聴受信)

	⑮
	共聴受信 (飽和あり)
アンテナ利得	16.2dBi
アンテナ指向特性 (水平/垂直)	図. 参 1-2-9 参照
給電損失	1dB
アンテナ高	LTE 送信 ANT と同一
帯域内干渉許容レベル (I/N=-10dB)	-117.5dBm/MHz
帯域外干渉許容レベル※	上り -30.3dBm 下り -39.3dBm

※(3)参照

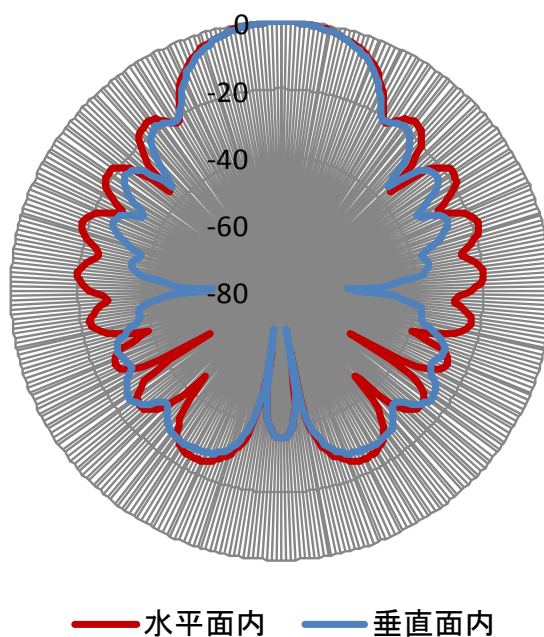
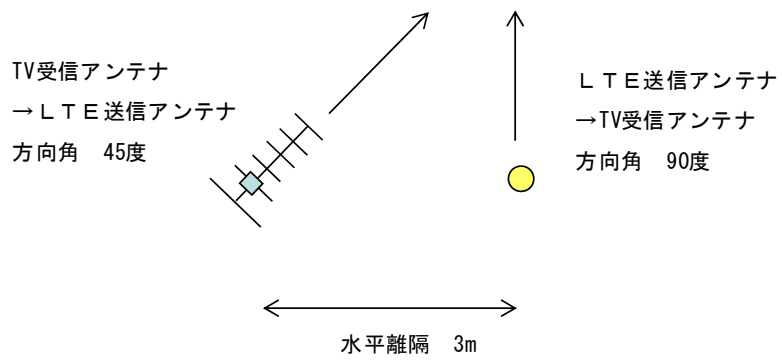


図. 参 1-2-9 共聴受信ANT指向特性



※与干渉局（移動局の場合を除く）とアンテナ地上高は同一
 ※与干渉局が移動局の場合、水平離隔は0.5m、垂直離隔は3m

図. 参 1 - 2 - 10 共聴受信システムとの干渉検討モデル

(3) TV受信干渉許容レベル確認のための簡易実験

ア TV受像機に関する簡易実験

LTE信号の様々な運用仕様に対するTV受像機の応答を踏まえた干渉条件の確認、評価を行うことを目的とし、簡易実験を実施した。以下に実験概要及び実験結果を示す。

- ・ 評価対象受信機 TV受像機：23機種（メーカー5社提供）
- ・ 評価方法
TV受像機に、LTE信号及びISDB-T信号に加えて、LTE信号のレベル等をパラメータとして、画面上に20秒間ブロックノイズが確認される受信機入力端でのD/U値を測定する。
- ・ 評価項目 感度抑圧・イメージ妨害
- ・ 測定評価系列 図. 参1-2-10参照
- ・ 測定パラメータ
地デジ信号及びLTE信号の受信機器入力レベル
LTE信号送出パターン（運用BW, 周波数Hopping、バースト周期等）
- ・ 測定パラメータ条件
予備試験時にて各種パラメータに対する振舞いを確認し、影響が想定されるパラメータを抽出して実験確認を実施。

図. 参1-2-11に実験を行った評価測定系列を示す。また、表. 参1-2-7に実験で使用した共通パラメータを、表. 参1-2-8に評価項目ごとに用いた測定パラメータを示す。

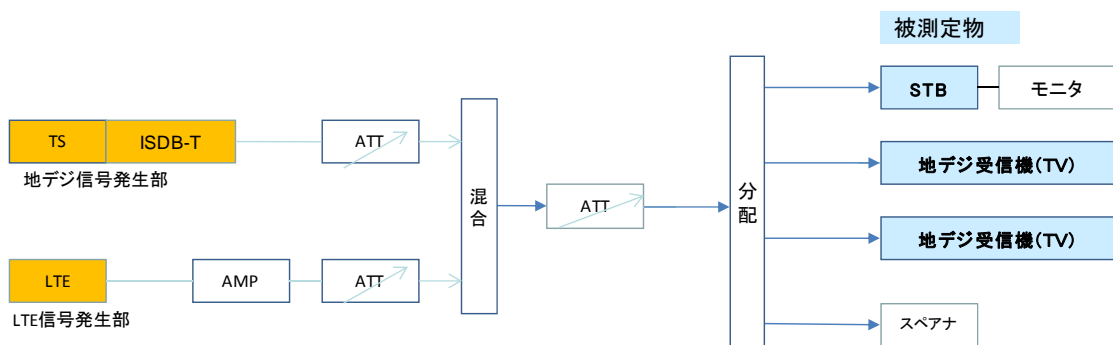


図. 参1-2-11 実験を行った評価測定系列

表. 参1-2-7 共通パラメータ

パラメータ種別	パラメータ値	備考
TV 受像機入力レベル	-65dBm	ARIB STD-B21 に準拠
LTE 信号	730MHz 基準（下端）	

表. 参1-2-8 測定パラメータ値

評価項目	パラメータ種別	パラメータ値
感度抑圧 (バースト)	Duty	100% (全帯域連続送信)、10%、20%、50%
	LTE チャンネル幅	5MHz、10MHz、15MHz、20MHz
	測定チャンネル	52ch
感度抑圧 (周波数ホッピング)	周波数ホッピング	有/無
	LTE チャンネル幅	5MHz、10MHz、15MHz、20MHz
	測定チャンネル	52ch
感度抑圧 (上り・下り)	LTE チャンネル幅	5MHz、20MHz
	測定チャンネル	52ch
イメージ妨害	測定チャンネル	38ch (IF=57MHz)
		16ch (* freq=RFx3/2)

表. 参1-2-9 測定結果

感度抑圧 (バースト)

BW (MHz)	Duty (%)	D/U (dB)	備考
5	100	-41.6	
	10	-32.1	
	20	-35.1	
	50	-40.6	
20	100	-40.8	
	10	-27.1	
	20	-36.1	
	50	-41.8	

感度抑圧 (周波数Hopping)

BW (MHz)	D/U (dB)		備考
	Hopping なし	Hopping あり	
5	-41.6	-40.6	あり:劣化
10	-39.9	-43.9	
15	-40.8	-42.8	
20	-40.8	-40.8	

感度抑圧 (上り・下り)

	BW (MHz)	fc [MHz]	D/U (dB)	備考
上り	5	732.5	-41.6	
	20	740.0	-40.8	
下り	5	732.5	-39.6	
	20	740.0	-35.4	

イメージ妨害

受信Ch	f [MHz]	D/U (dB)	備考
16	491.143	-43.3	
38	623.143	-37.3	IF image ch
52	707.142	-41.3	参考ch

測定結果を表. 参1-2-9に示す。感度抑圧については、バースト時における、D/U比-27.1dBが最悪値となったため、この値を使用して感度抑圧に関する干渉許容レベルの評価を実施した。

感度抑圧の干渉許容レベルの評価は、総務省からの委託により社団法人電波産業会に設置された「700MHz帯を用いた移動通信技術に関する調査検討会（H21年7月～

H22年3月)」にて、ITSからTV受像機への干渉実験を基に設定された干渉許容レベルと、今回の簡易実験結果から得られる干渉許容レベルを比較して行い、より厳しい干渉許容レベルとなるものを、本報告書における干渉許容レベルとして採用することとした。表. 参1-2-10に評価結果を示す。

家庭TV受信のモデル①～⑥及び可搬型端末（屋外）⑨に関し、いずれも感度抑圧干渉許容レベルは、本簡易実験の結果から得られたものの方が厳しい結果となったため、これらの値を、本報告書における干渉許容レベルとして採用する。なお、可搬型端末（屋内）⑩及び移動端末⑪⑫についても、可搬型端末（屋外）⑨と同じ値を設定することとする。

なお、イメージ干渉に関する干渉許容レベルについては、簡易実験の結果から、「700MHz帯を用いた移動通信技術に関する調査検討会（H21年7月～H22年3月）」にて、検討に使用された値を引用することに問題がないことを確認した。

表. 参1-2-10 感度抑圧干渉許容レベル評価結果

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑨
	家庭 TV 八木 ANT ブースタ無 (10m H)	家庭 TV 八木 ANT ブースタ有 (10m H) (飽和なし)	家庭 TV 簡易 ANT ブースタ無 (5m H)	家庭 TV 簡易 ANT ブースタ有 (5m H) (飽和なし)	家庭 TV 簡易室内 ANT ブースタ無 (1m H)	家庭 TV 簡易室内 ANT ブースタ有 (1m H) (飽和なし)	可搬型端末 (屋外) ブースタ有 (1.5m H)
ISDB-T 入力レベル	-73.0	-39.0	-56.8	-28.8	-56.8	-28.8	-73.0
簡易実験結果 D/U 比	-27.0	-27.0	-27.0	-27.0	-27.0	-27.0	-27.0
感度抑圧干渉 許容レベル (簡易実験結果)	-46.0	-12.0	-29.8	-1.8	-29.8	-1.8	-46.0
感度抑圧干渉 許容レベル (ITS 検討)	-31.0	3.0	-14.8	13.2	-14.8	13.2	-31.0

イ TV受信ブースタに関する簡易実験

TV受信ブースタとの干渉条件評価のためLTE信号によるブースタの飽和レベルを確認する簡易実験を実施した。以下に実験概要及び実験結果を示す。

- ・評価対象ブースタ
10機種（6メーカー提供）内ホーム受信用6機種 共同受信用4機種
- ・評価方法
ブースタに所定のISDB-T信号およびLTE信号を入力し、ISDB-T・LTE信号のレベル等をパラメータにテレビ画像に発生するブロックノイズの発生レベル（ブースタ飽和入力レベル）を確認した。
- ・測定評価系列 図. 参1-2-11参照
- ・測定パラメータ
地デジ信号のブースタ入力レベル、LTE信号のブースタ入力レベル
- ・評価条件 20秒間ブロックノイズ無し

図. 参1-2-12に実験を行った評価測定系列を示す。また、表. 参1-2-11に測定パラメータを示す。

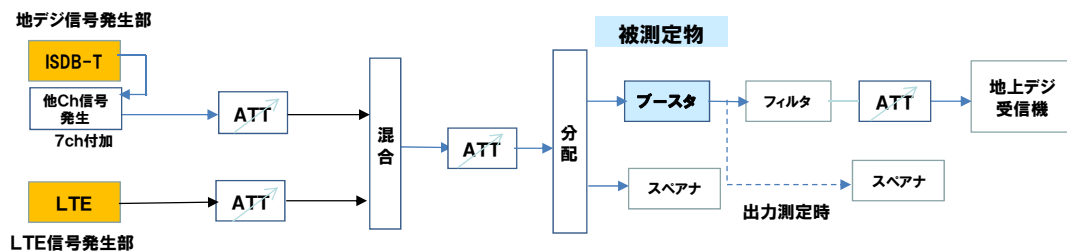


図. 参1-2-12 実験を行った評価測定系列

表. 参1-2-11 測定パラメータ値

パラメータ種別	パラメータ値
ブースタ入力レベル	32dB μ V（-77dBm：ブースタ入力下限）
ISDB-T 信号チャンネル（8ch）	・ 45ch、46ch、47ch、48ch、49ch、50ch、51ch、52ch ・ 画質評価 ch：45ch、52ch
LTE 信号（上り/下り）	帯域幅：5MHz（730～735MHz） 帯域幅：20MHz（730～750MHz）

測定結果を表. 参1-2-12に示す。LTE信号が下りの場合において、ブースタ飽和入力レベルの最小値は73.9dB μ V（-35.1dBm）であり、この値は、評価チャンネル52chにおいて、帯域幅20MHzのLTE下り信号を入力した際に測定された。また、LTE信号が上りの場合において、ブースタ飽和入力レベルの最小値は83.9dB μ V（-25.1dBm）であり、この値は、評価チャンネル52chにおいて、帯域幅20MHzのLTE

上り信号が入力された際に測定された。

実験の結果から、LTE上り信号に対するブースタ飽和入力レベルは、LTE下り信号に対するブースタ飽和入力レベルに対して少なくとも9 dBは緩和されることが分かった。このことから、本報告書で使用するTVブースタ飽和モデル（モデル⑦⑧⑬）の感度抑圧干渉許容レベルは、総務省からの委託により社団法人電波産業会に設置された「700MHz帯を用いた移動通信技術に関する調査検討会（H21年7月～H22年3月）」にて、ITSからTV受像機への干渉実験を基に設定された干渉許容レベルである-39.3dBをLTE下り信号に対するブースタ飽和入力レベルとして設定し、更にLTE上り信号に対するブースタ飽和入力レベルは、LTE下り信号に対して9 dBの緩和を見込み、-30.3dBとして設定する。

表. 参1-2-12 測定結果

ISDB-T入力レベル	評価チャンネル	LTE信号			
		上り/下り	帯域幅	ブースタ飽和入力レベル	
				dB μ V	dBm
32dB μ V (-77dBm)	52	上り	20	83.9	-25.1
			5	85.7	-23.3
	45		20	90.8	-18.2
			5	88.8	-20.2
	52	下り	20	73.9	-35.1
			5	80.6	-28.4
	45		20	85.9	-23.1
			5	84.8	-24.2
*40dB μ V (-69dBm)	52	下り	20	82.8	-26.2
*50dB μ V (-59dBm)				89.8	-19.2
*60dB μ V (-49dBm)				91.8	-17.2
*70dB μ V (-39dBm)				92.8	-16.2

*参考値（1機種）

参考資料 1 - 3 ITSのスペック

第2章の各無線システム間の干渉調査に用いたITSシステムのスペックについて、次のとおり示す。

(1) ITS路側機のパラメータ

ア 送信特性（1対1対向モデル）

アンテナ高は使用される可能性がある範囲を4.7m~7mとし、干渉モデルごとに最も干渉が厳しくなる条件を選択した。

表. 参1-3-1 ITS路側機送信特性（1対1対向モデル）

	パラメータ名	パラメータ値	備考
送信	EIRP	83mW	10mW/MHz
	占有帯域幅	8.3MHz	
	アンテナ高	4.7~7m	最も干渉が厳しくなる条件を最悪干渉モデル毎に選択
	送信マスク減衰量	-40dB	720MHz から 10MHz 離調 IEEE 802.11p の送信マスク Class C から引用
	送信時間	10.5ms	QPSK1/2, 1 パケット 1000bytes×7 パケット 最大 7000bytes のデータを 100ms に 1 回送信
	送信頻度	100ms に 1 回	
	送信 Duty	10.5%	送信 Duty = 送信時間 / 送信頻度

イ 送信特性（モンテカルロシミュレーション）

・電気的特性

表. 参1-3-2 ITS路側機送信特性（モンテカルロシミュレーション）

項目	設定値	単位	備考
送信出力	19.2	dBm	
占有帯域幅	8.3	MHz	
送信アンテナ利得	11	dBi	最大アンテナ利得：13[dBi] ケーブルロス：2[dB]の合算値 ただし、アンテナから放射される信号の EIRP が 10mW/MHz 以下になる (x_dBi のアンテナ利得があれば、送信電力を x_dB 分下げることになる)

送信マスクパターン			図. 参1-3-1参照
アンテナ高	6	m	実際に使用されるアンテナ高の範囲を4.7m~7.0mと想定し、中間値に近い6.0mに設定
アンテナパターン			図. 参1-3-2参照

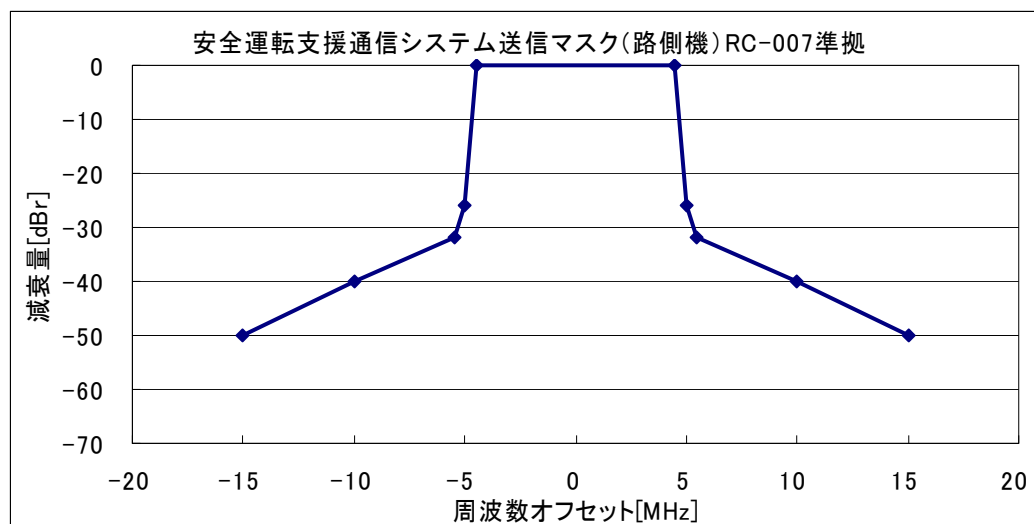
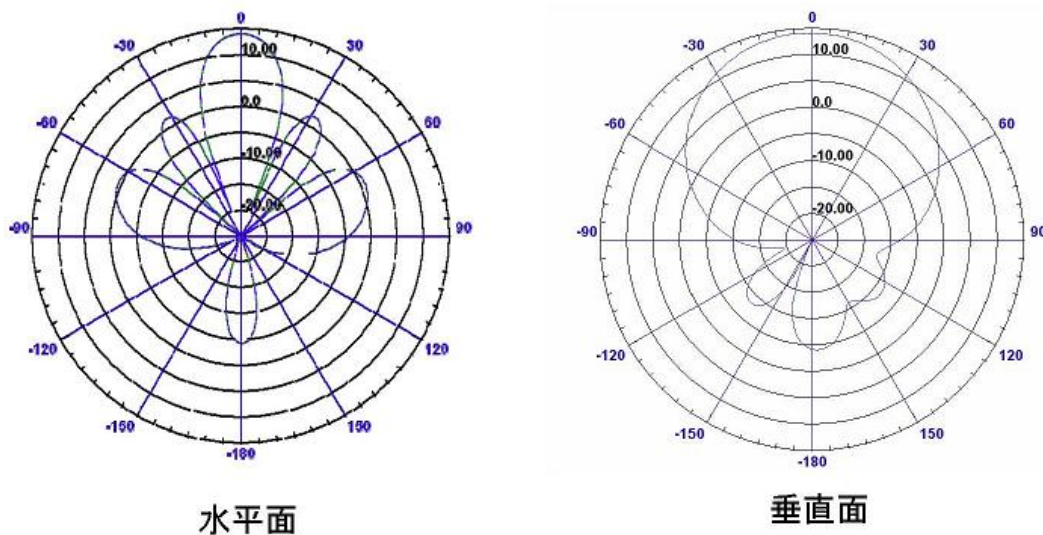


図. 参1-3-1 ITS路側機送信マスクパターン (モンテカルロシミュレーション)



- ・水平面指向性:ビーム幅約20°
- ・垂直面指向性:ビーム幅約60°
- ・利得:13dBi

図. 参1-3-2 ITS路側機アンテナパターン (モンテカルロシミュレーション)

・場所率条件

場所率条件は、以下の方法で算出した。

- ① 路側機の信号が到達する範囲を電波伝搬損失の計算式であるExtended-Hata (Urban) で求める。ただし、到達する範囲の条件とは、送信路側機からの信号が受信路側機において受信感度の-77dBm より小さくなる場所を境界値とする。

$$\begin{aligned} \text{伝搬損失分} &= \text{送信電力} + (\text{送信アンテナ利得}) + (\text{受信アンテナ利得}) - (\text{受信感度}) \\ &= 19.2\text{dBm} + 0\text{dB} + 11\text{dB} - (-77\text{dBm}) = 107.2\text{dBm} \end{aligned}$$

伝搬損失分が107.2dBm となるのは、274m であった。

- ② 路側機の繰り返し距離を①で求めた距離/2 とし、それを元に路側機の設置密度を求めると以下の通り。

$$\begin{aligned} \text{繰り返し距離から算出した面積} &= (0.137)^2 \times \pi = 0.059 [\text{km}^2] \\ \text{送信局密度} &= 1/0.059 = 16.9 [\text{usr}/\text{km}^2] \end{aligned}$$

表. 参 1 - 3 - 3 ITS路側機の場所率条件

項目		設定値	単位
送信密度	Metropolitan	16.9	usr/km ²
	Urban	16.9	usr/km ²
セル半径	Metropolitan	0.137	km
	Urban	0.137	km

・時間率条件

表. 参 1 - 3 - 4 ITS路側機の時間率条件

項目	設定値	単位
同時送信数	1	
送信確率	1	
アクティビティ	1	
受信電力分布	-77	dBm

ウ 受信特性（1対1対向モデル）

スプリアス干渉許容レベルはCINR 基準を用いて算出した場合とI/N 基準を用いて算出した場合を示す。感度抑圧許容レベルは、-30dBm とした。

表. 参1-3-5 ITS路側機受信特性

	パラメータ名	パラメータ値	備考
受信	アンテナ利得	0~13dBi	使用される可能性がある範囲を 0~13dBi と想定し、最も干渉が厳しくなる条件を最悪干渉モデル毎に選択
	給電損失	2~9dB	使用される可能性がある範囲を 2~9dB と想定し、最も干渉が厳しくなる条件を最悪干渉モデル毎に選択
	受信電力	-77dBm	16QAM 1/2 の場合の安全運転支援通信システム受信最小レベルを想定
	所要 C/N	11. 6dB	パケット長 100bytes(車載器からの信号受信を想定) の信号で、パケット到達率 90%を満たす所要 C/N
	熱雑音	-104. 6dBm	ボルツマン式より導出 (27°C)
	NF	5dB	
	干渉許容レベル分配係数	3dB	放送及び電気通信から同時干渉を受けることを想定し、双方のシステムへ 50%ずつ配分
	I/N	-10dB	
	緩和係数(狭帯域スプリアス許容レベルの軽減量)	14dB	LTE 端末の送信と安全運転支援通信システム受信の条件により、数 dB~14dB 程度まで変化
	スプリアス干渉許容レベル(CINR 基準)	-101. 0dBm/MHz (-91. 8dBm/8. 3MHz)	(スプリアス干渉許容レベル) = $10\log\{\text{真値(受信電力-所要 C/N)} - \text{真値(熱雑音+NF)}\} - (\text{干渉許容レベル分配係数})$ より帯域換算
	スプリアス干渉許容レベル(I/N 基準)	-109. 6dBm	(スプリアス干渉許容レベル) = (熱雑音+NF+I/N)
	感度抑圧干渉許容レベル	-30. 0dBm	700MHz 帯を用いた運転支援通信システムと隣接システムとの周波数共用条件に関する技術資料 ITS FORUM RC-007 (RC-007) から引用

LTE移動局からのスプリアス干渉において、LTE 端末の上り回線は、SC-FDMA であるため、通常は一部分の狭帯域送信となる。この場合、スプリアス干渉の影響は、図. 参 1-3-1 に示すように、ITS無線通信システムの一部帯域に限定される。このとき、狭帯域スプリアス干渉に対する許容レベルの軽減量は、LTE 移動局と ITS 受信の組み合わせ条件により、数dB~14dB 程度まで変化する。

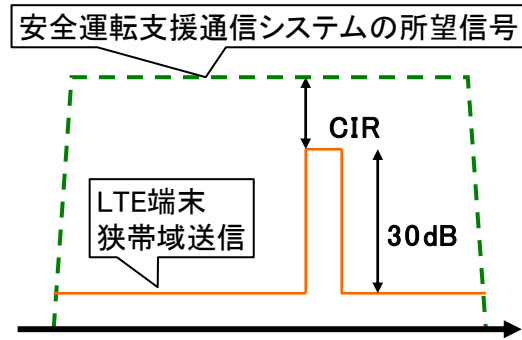


図. 参 1-3-3 ITS車載器送信特性

エ 受信特性（モンテカルロシミュレーション）

表. 参 1-3-6 ITS路側機受信特性（モンテカルロシミュレーション）

項目	設定値	単位	備考
アンテナ利得	11	dBi	最大アンテナ利得：13[dBi] ケーブルロス：2[dB] の合算値
kTB(@27°C)	-104.6	dBm	ボルツマンの公式より算出
NF	5	dB	
受信感度	-77	dBm	16QAM 1/2 を想定
所要 C/N	11.6	dB	
I/N	-10	dB	
感度抑圧干渉許容レベル	-30	dBm	
アンテナ高	4.7	m	実際に使用されるアンテナ高の範囲を 4.7m~7.0m と想定し、被干渉時は最悪条件である 4.7m に設定
アンテナパターン	11		図. 参 1-3-2 参照

(2) ITS車載器のパラメータ

ア 送信特性（1対1対向モデル）

アンテナ高は、設置対象として自動二輪車の1m、乗用車の1.5m、大型車の3.5m を想定し、干渉モデル毎に最も干渉が厳しくなる条件を選択した。

表. 参 1-3-7 ITS車載器送信特性（1対1対向モデル）

	パラメータ名	パラメータ値	備考
送信	EIRP	83mW	10mW/MHz
	占有帯域幅	8.3MHz	
	アンテナ高	1.0 / 1.5 / 3.5m	最も干渉が厳しくなる条件を最悪干渉モデル毎に選択
	送信マスク減衰量	-40dB	720MHz から 10MHz 離調 IEEE 802.11p の送信マスク Class C から引用
	送信時間	272 μ s	QPSK1/2, 100bytes 100bytes のデータを 100ms に 1 回送信
	送信頻度	100ms に 1 回	
	送信 Duty	0.27%	送信 Duty = 送信時間 / 送信頻度

イ 送信特性（モンテカルロシミュレーション）

- ・電気的特性

表. 参1-3-8 ITS車載器送信特性 (モンテカルロシミュレーション)

項目	設定値	単位	備考
送信出力	19.2	dBm	
占有帯域幅	8.3	MHz	
送信アンテナ利得	0	dBi	アンテナから放射される信号の EIRP が 10mW/MHz 以下になる (x.dBi のアンテナ利得があれば、送信電力をその分下げることになる)
送信マスクパターン			図. 参1-3-4 参照
アンテナ高	1.5	m	トラフィックのうち普通乗用車が大多数であることを想定し 1.5m に設定
アンテナパターン			図. 参1-3-5 参照

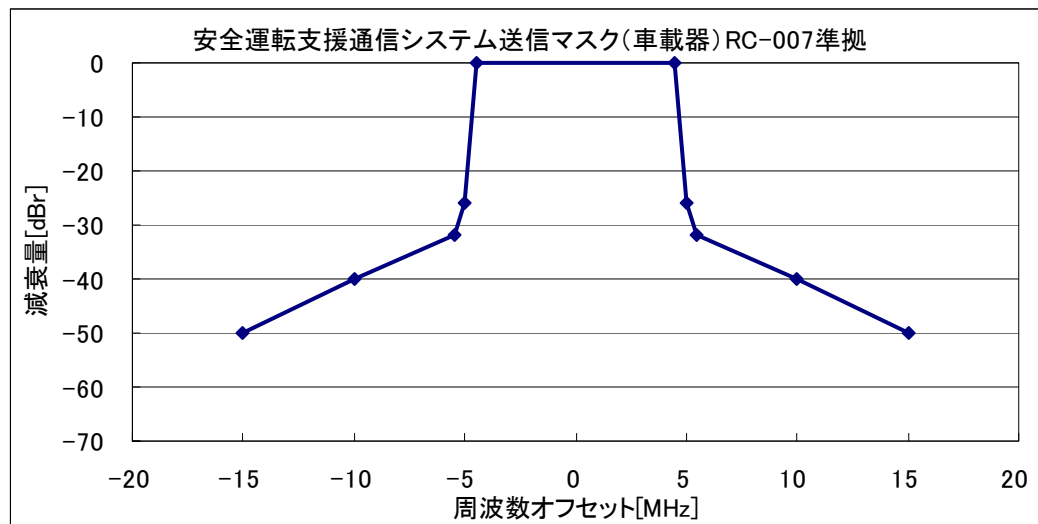


図. 参1-3-4 ITS車載器送信マスクパターン (モンテカルロシミュレーション)

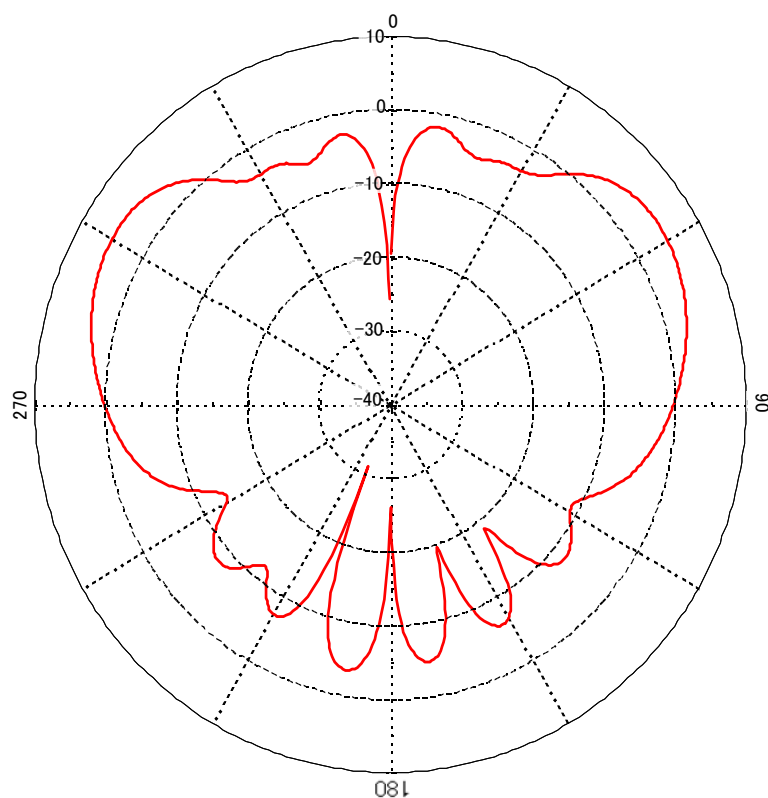


図. 参 1 - 3 - 5 ITS車載器アンテナパターン (モンテカルロシミュレーション)

・ 場所率条件 / 時間率条件

場所率及び時間率条件は車車間通信のアクセス方式がCSMA/CAであることを想定し、以下の方法で算出した。また、周辺環境に応じて道路条件や車両密度が異なるが、システム間干渉の観点で厳しい環境であるMetropolitan, Urban を検討モデルとして定義した。

① 通信エリア

16QAM 1/2の受信感度-77dBmを基準に伝搬損失101dBの範囲内とし、伝搬距離はExtended-Hata SRD モデルによって以下の通り算出した。

- ・ Metropolitan 185m
- ・ Urban 185m

② 車両密度

Greenshields の関数式を基に片側3 車線及び片側2 車線道路は渋滞流、片側1 車線道路は自由流を想定し、以下の密度を適用した。

- ・ 片側3 車線90 台/km
- ・ 片側2 車線90 台/km
- ・ 片側1 車線30 台/km

③ 送信確率基準

OFDM (8.3MHz 幅) のシステムを想定し、変調方式 16QAM 1/2、パケットサイズ200bytes の場合の收容台数 299 台を基準とした。通信エリア内の車両台数が299 台を上回る場合、送信確率は「1」を設定した。

[Metropolitan]

Metropolitan の環境に関して道路の配置を図. 参 1-3-6 のように定義する。

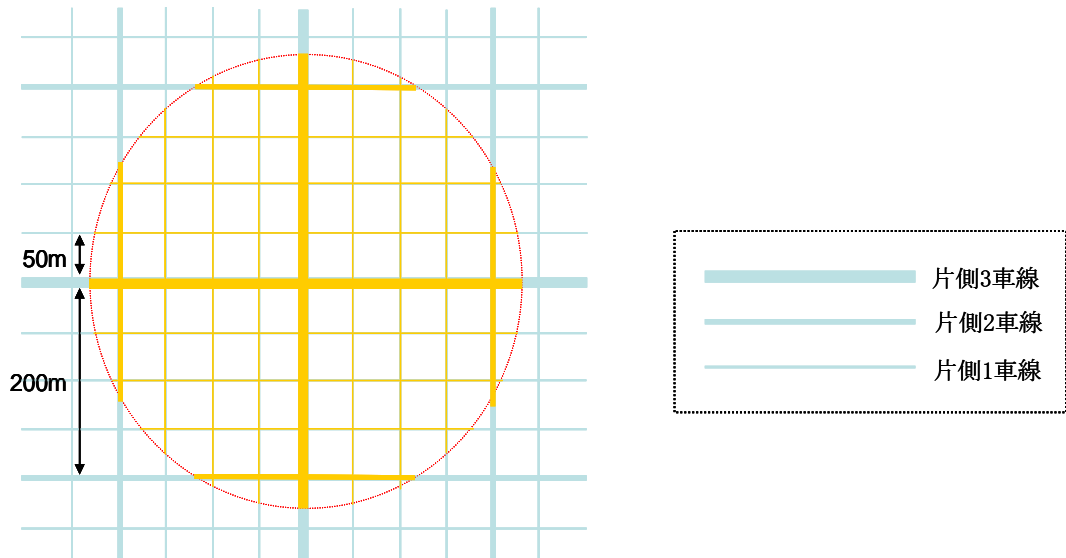


図. 参 1-3-6 Metropolitanの環境定義モデル

この道路配置の中心に送信車両が存在した場合、その通信エリアで瞬時に送信可能な車両は1 台のみである。

通信エリア (半径) 185m

通信エリア (面積) $(0.185)^2 \times \pi = 0.107\text{km}^2$

送信局密度 $1/0.107 = 9.3[\text{usr}/\text{km}^2]$

上記通信エリア内に存在する他の車両の台数を計算し、それが理論上の收容台数である299 台を超えれば、送信確率と1 と定義する。

通信エリアの道路長

- ・ 片側3 車線 $185 \times 4 \times 6 = 4440\text{m}$
- ・ 片側1 車線 $(108.2 + 155.6 + 178.1) \times 8 \times 2 = 7073\text{m}$

通信エリア内の車両台数

- ・ $4.440 \times 90 + 7.073 \times 30 = 612$ 台

[Urban]

Urban の環境に関して道路の配置を図. 参 1-3-7 のように定義する。

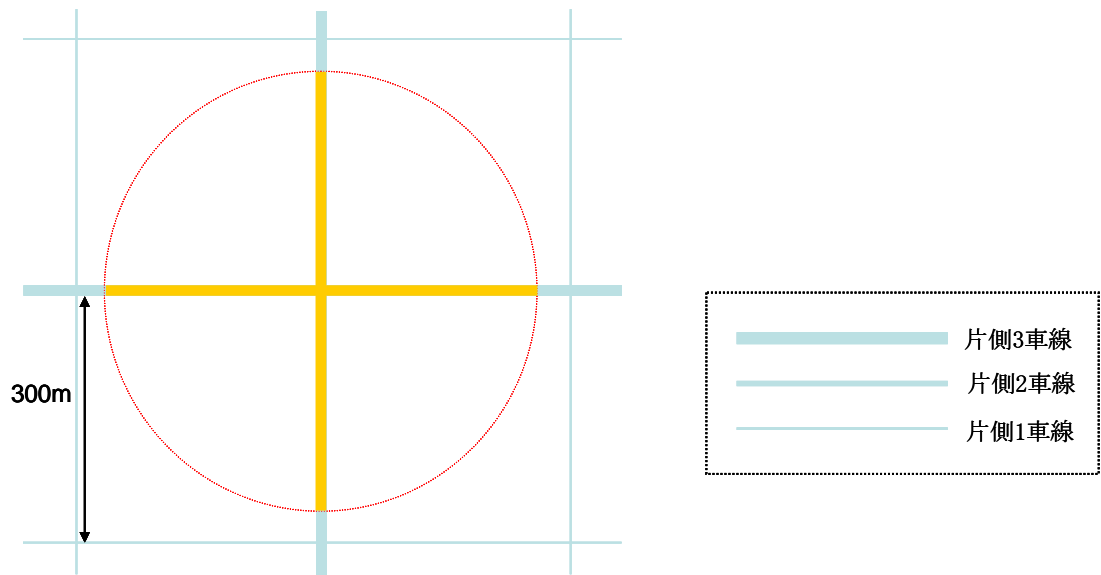


図. 参 1 - 3 - 7 Urbanの環境定義モデル

この道路配置の中心に送信車両が存在した場合、その通信エリアで瞬時に送信可能な車両は1台のみである。

通信エリア（半径）185m

通信エリア（面積） $(0.185)^2 \times \pi = 0.107\text{km}^2$

送信局密度 $1/0.107 = 9.3[\text{usr}/\text{km}^2]$

上記通信エリア内に存在する他の車両の台数を計算し、それが理論上の収容台数である299台を超えれば、送信確率と1と定義する。

通信エリアの道路長

- ・ 片側3車線 $185 \times 4 \times 6 = 4440\text{m}$

通信エリア内の車両台数

- ・ $4.440 \times 90 = 400$ 台

表. 参 1 - 3 - 9 ITS車載器の場所率条件

項目		設定値	単位
送信密度	Metropolitan	9.3	usr/km ²
	Urban	9.3	usr/km ²
セル半径	Metropolitan	0.185	km
	Urban	0.185	km

表. 参 1-3-10 ITS車載器の時間率条件

項目	設定値	単位
同時送信数	1	
送信確率	1	
アクティビティ	1	
受信電力分布	-77	dBm

ウ 受信特性（1対1対向モデル）

スプリアス干渉許容レベルはITS路側機と同様、CINR基準を用いて算出した場合とI/N基準を用いて算出した場合を示す。感度抑圧許容レベルは、ITS路側機と同様に-30dBとした。

表. 参 1-3-11 ITS車載器受信特性

	パラメータ名	パラメータ値	備考
受信	アンテナ利得	0~5dBi	使用される可能性がある範囲を 0~5dBi と想定し、最も干渉が厳しくなる条件を最悪干渉モデル毎に選択
	給電損失	3~5dB	使用される可能性がある範囲を 3~5dB と想定し、最も干渉が厳しくなる条件を最悪干渉モデル毎に選択
	受信電力	-77dBm	16QAM 1/2 の場合の安全運転支援通信システム受信最小レベルを想定
	所要 C/N	12. 6dB	パケット長 1000bytes（路側機からの信号受信を想定）の信号で、パケット到達率 90%を満たす所要 C/N
	熱雑音	-104. 6dBm	ボルツマン式より導出（27°C）
	NF	10dB	インプリロスを含む
	干渉許容レベル分配係数	3dB	放送及び電気通信から同等のスプリアス干渉を受けることを想定
	I/N	-10dB	
	緩和係数（狭帯域スプリアス許容レベルの軽減量）	14dB	LTE 端末の送信と安全運転支援通信システム受信の条件により、数 dB~14dB 程度まで変化
	スプリアス干渉許容レベル（CINR基準）	-103. 4dBm/MHz (-94. 2dBm/8. 3MHz)	(スプリアス干渉許容レベル) = $10\log\{\text{真値(受信電力-所要 C/N)} - \text{真値(熱雑音+NF)}\} - (\text{干渉許容レベル分配係数})$ より帯域換算
スプリアス干渉許容レベル（I/N基準）	-104. 6dBm	(スプリアス干渉許容レベル) = (熱雑音+NF+I/N)	

感度抑圧干渉許容レベル	-30.0dBm	RC-007 から引用
-------------	----------	-------------

エ 受信特性（モンテカルロシミュレーション）

表. 参 1-3-11 ITS車載器受信特性（モンテカルロシミュレーション）

項目	設定値	単位	備考
アンテナ利得	2	dBi	最大アンテナ利得：5[dBi] ケーブルロス：3[dB] の合算値
kTB(@27°C)	-104.6	dBm	ボルツマンの公式より算出
NF	10	dB	本値にはインプリロス 5[dB] を含む
受信感度	-77	dBm	16QAM 1/2 を想定
所要 C/N	12.6	dB	
I/N	-10	dB	
感度抑圧干渉許容レベル	-30	dBm	
アンテナ高	1.5	m	トラフィックのうち普通乗用車が大 多数であることを想定し 1.5m に設定
アンテナパターン			図. 参 1-3-5 参照

参考資料 1-4 FPUのスペック

(1) 第1部 700/900MHz帯を使用する移動通信システムとの干渉検討で使用した放送事業用FPUのスペック

ア FPU (受信側に係る情報)

表. 参1-4-1 FPU (受信側に係る情報)

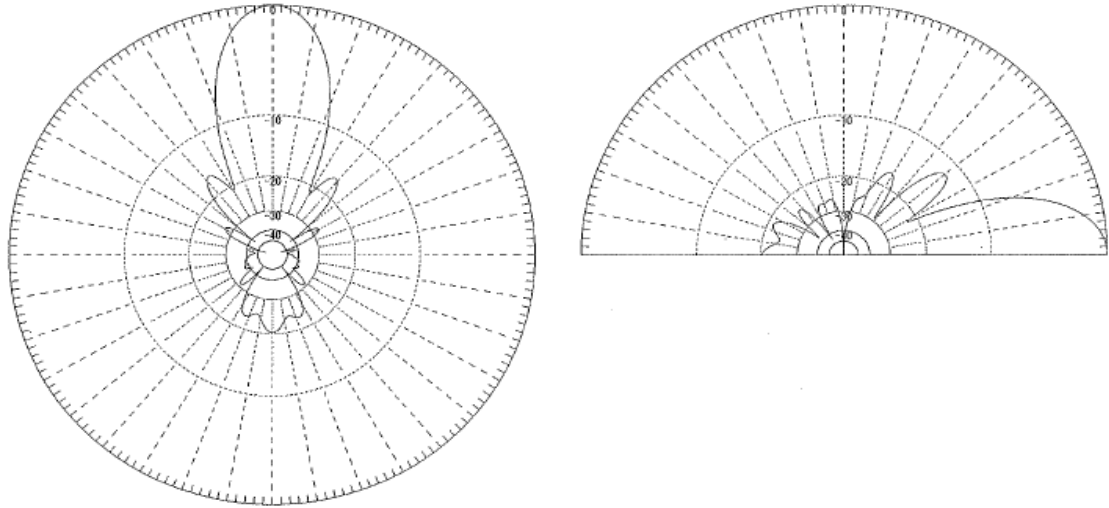
FPU受信機			
受信周波数帯	770MHz~806MHz		
許容干渉電力	-119.8dBm/MHz (I/N=-10dB)		
受信空中線利得	23.5dBi (10エレ)	23.5dBi (10エレ)	5.2dBi (無指向性)
受信給電線損失	1.5dB		
アンテナ指向特性 (水平)	図. 参1-4-1	図. 参1-4-1	—
アンテナ指向特性 (垂直)	図. 参1-4-1	図. 参1-4-1	図. 参1-4-2
空中線高	3.5m (中継車)	40m (ビル)	10m (イベント)
帯域幅 (BWChannel)	9 MHz		
その他の損失	—		

イ FPU (送信側に係る情報)

表. 参1-4-2 FPU (送信側に係る情報)

FPU送信機	
送信周波数帯	770MHz~806MHz
最大送信出力	37.0dBm
送信空中線利得	5.2dBi (無指向性) / 12.0dBi (12エレ八木)
送信給電線損失	1.5dB / 1.5dB
アンテナ指向特性 (水平)	— / 図. 参1-4-3
アンテナ指向特性 (垂直)	図. 参1-4-2 / 図. 参1-4-3
空中線高	3.5m / 1.5m / 40m / 3.5m
帯域幅 (BWChannel)	9 MHz / 9 MHz
隣接チャネル漏えい電力	-37dBc/9MHz
スプリアス強度	25μW以下/100kHz
その他の損失	— / —

干渉モデル用 800MHzアンテナパターン



H面
(上方向から見たパターン)

E面
(横方向から見たパターン)

図. 参1-4-1 FPU受信アンテナ (10E1新型アンテナ)

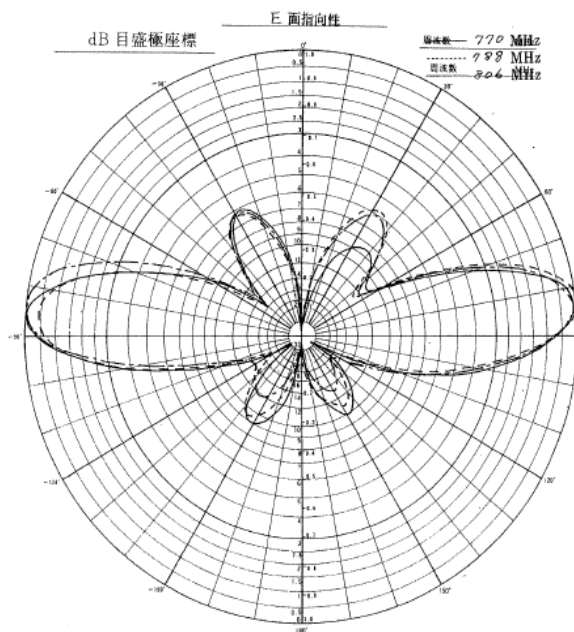


図. 参1-4-2 FPU受信アンテナ (無指向性)

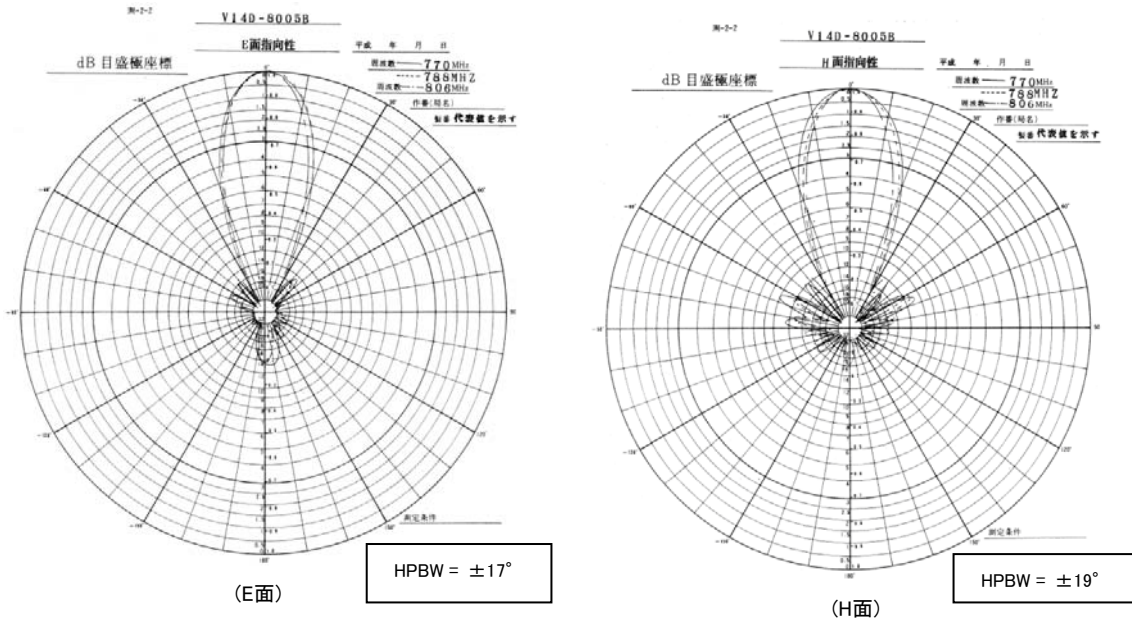


図. 参 1-4-3 FPU送信アンテナ

(2) 第2部 携帯無線通信の中継を行う無線局の干渉検討で使用した放送事業用F P
Uのスペック

ア 許容干渉レベル(帯域内)

−119.8dBm/MHz (ARIB STD-B33による。I/N 10dB含む。)

イ 許容感度抑圧レベル(帯域外)

- ・問題なし(考慮しなくてよい)

ウ アンテナ諸パラメータ

- ・アンテナ利得

12dB (12素子八木 回線設計例より)

- ・給電線損失

1.5dB (回線設計例より)

- ・アンテナ指向性

図. 参1-4-4及び図. 参1-4-5参照

- ・設置高の一般的な値

(送信) 3.5m(車上)、1.5m(ワイヤレスカメラ)

(受信) 100m(ビル上など)、3.5m(車上など)

エ 受信系の設置場所

- ・ビル屋上、山頂、中継車上、海上(船上)など、日本全国

オ 受信系の設置規模

- ・マラソン競技などの番組制作・中継や、非常災害・事件・事故などの緊急報道において、移動しながら、または、固定的に使用

カ 参考 回線設計例

移動伝送－F P U回線設計例

T x－2段コーリニア、R x－12素子八木1スタックの場合

表. 参1-4-3 移動伝送－F P U回線設計例

	DQPSK
送信周波数 f [GHz]	0.8
送信出力W [W]	5.00
送信出力W [dBm]	37.0
送信アンテナ利得 G t [dBi] (2段コーリニア)	5.2
送信給電線損失 L t [dB]	1.5
実効放射電力 (W G t / L t) [dBm]	40.6
伝送距離 d [km]	4.5
自由空間伝搬損失 $(\lambda / 4\pi d)^2$ [dB]	103.6
受信アンテナ利得 G t [dBi] (12素子)	12.0
受信給電線損失 L r [dB]	1.5
一区間瞬断時間率 [%]	0.5
所要フェージングマージン F m r [dB]	10.0
受信電力 C i [dBm]	-62.4
ボルツマン定数 k [W / (Hz · K)]	1.38E-23
ボルツマン定数 k [dBm / (Hz · K)]	-198.6
標準温度 T 0 [dBK]	24.8
信号帯域幅 B [MHz]	8.5
信号帯域幅 B [dBHz]	69.3
受信機雑音指数 F [dB]	4.0
受信機熱雑音 N i = k T 0 B F [dBm]	-100.5
受信機熱雑音 C / N [dB]	38.1
所要 C / N [dB]	23.0
伝送マージン [dB]	15.1

キ アンテナ指向性

測-2-2

V14D-8005B

E面指向性

平成 年 月 日

dB 目盛極座標

周波数 ——— 770 MHz
 ----- 788 MHz
 周波数 ····· 806 MHz

作番(局名)

製番 代表値を示す

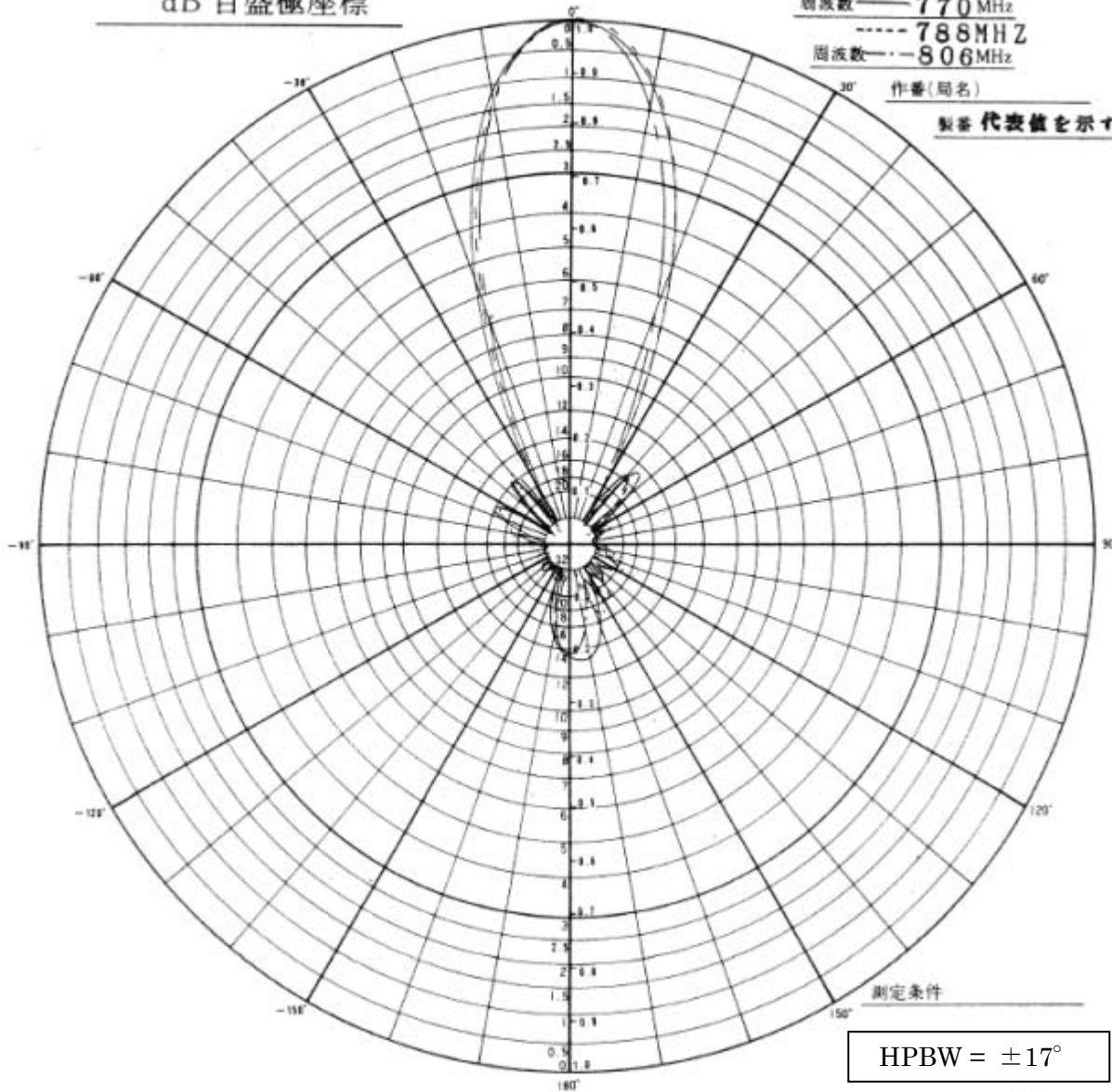


図. 参1-4-4 14素子八木単体放射パターン(E面)

測-2-2

V14D-8005B

H面指向性

平成 年 月 日

dB 目盛極座標

周波数 — 770MHz

----- 788MHz

周波数 - - - 806MHz

作番(局名)

製番 代表値を示す

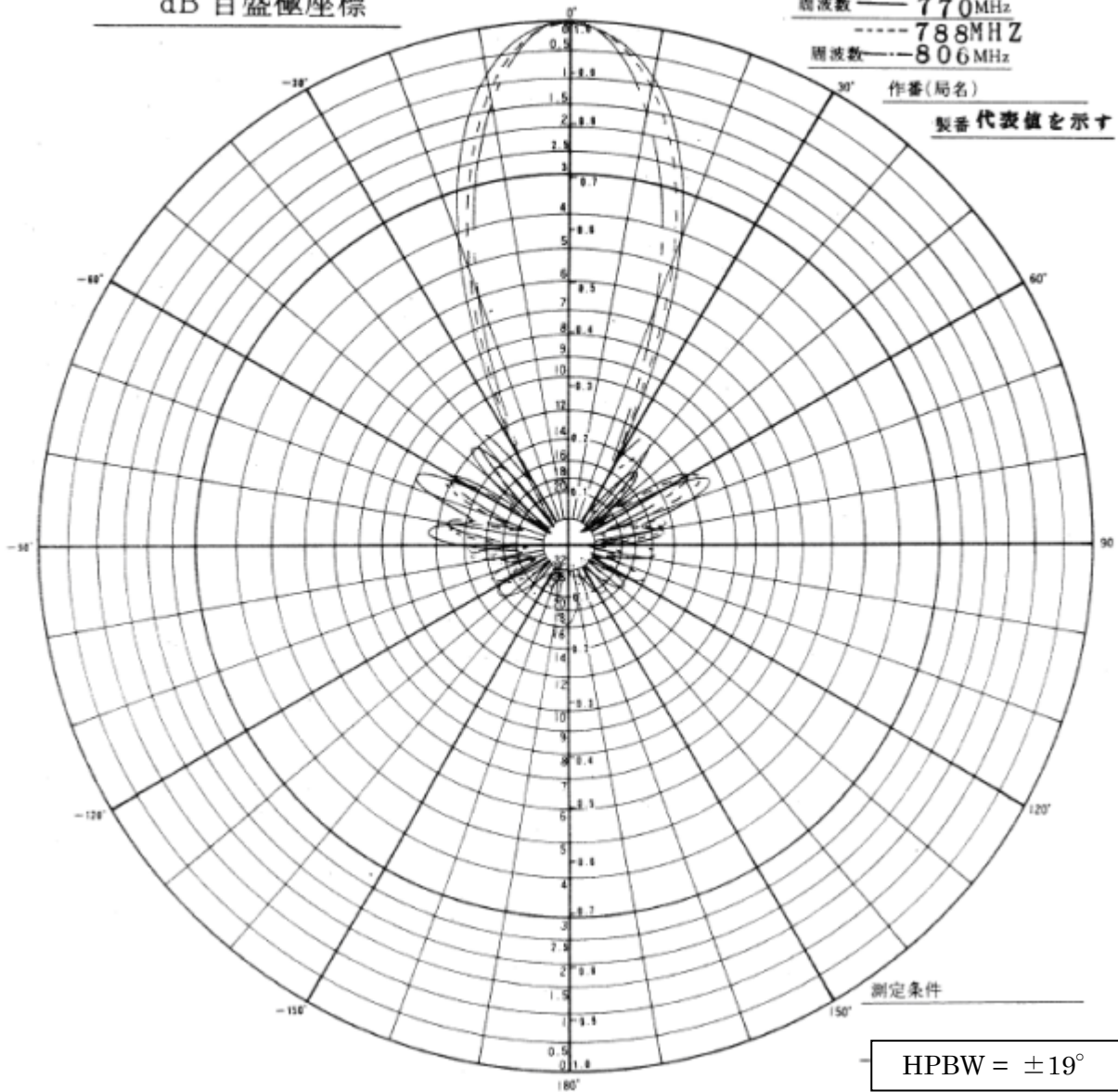


図. 参1-4-5 14素子八木単体放射パターン(H面)

参考資料 1-5 ラジオマイクのスペック

各無線システム間の干渉検討に用いたラジオマイクのスペックについて、次のとおり示す。

(1) 送信側パラメータ

項目	アナログ (110kHz)	アナログ (330kHz)	デジタル
送信周波数帯	779~788 , 797~ 806MHz (A型) 806~810 MHz (B型)	779~788, 797~806 MHz (A型)	770~806 MHz (A型) 806~810MHz (B型)
送信空中線電力	10mW以下		50mW以下 (A型) 10mW以下 (B型)
送信空中線利得	2. 14dBi		
送信給電線損失	0dB		
不要発射の強度	60dBc/110kHz (搬送波から250kHz離調) 60dBc/330kHz (搬送波から500kHz離調) 2. 5μW以下 (スプリアス発射)		40dBc/192kHz (搬送波から375kHz離調) 40dBc/288kHz (搬送波から500kHz離調) 2. 5μW以下 (スプリアス発射)
人体損失	20dB/10dB (それぞれ50%の確率で発生すると仮定)		
アンテナ指向性	指向特性なし		
水平面	指向特性なし		
垂直面	指向特性なし		
空中線高	1. 5m		

(2) 受信側パラメータ

項目	アナログ (110kHz)	アナログ (330kHz)
空中線高	4m / 1. 5m (*1)	
受信空中線利得	2. 14dBi	
許容雑音量	-129. 4 dBm (モデルA~C) 所要D/U 40dB (モデルD、E)	-124. 6 dBm (モデルA~C) 所要D/U 40dB (モデルD、E)

(*1) 受信空中線高は大規模モデルでは4m、小規模モデルでは4m/1. 5mを想定した。

参考資料 1-6 パーソナル無線のスペック

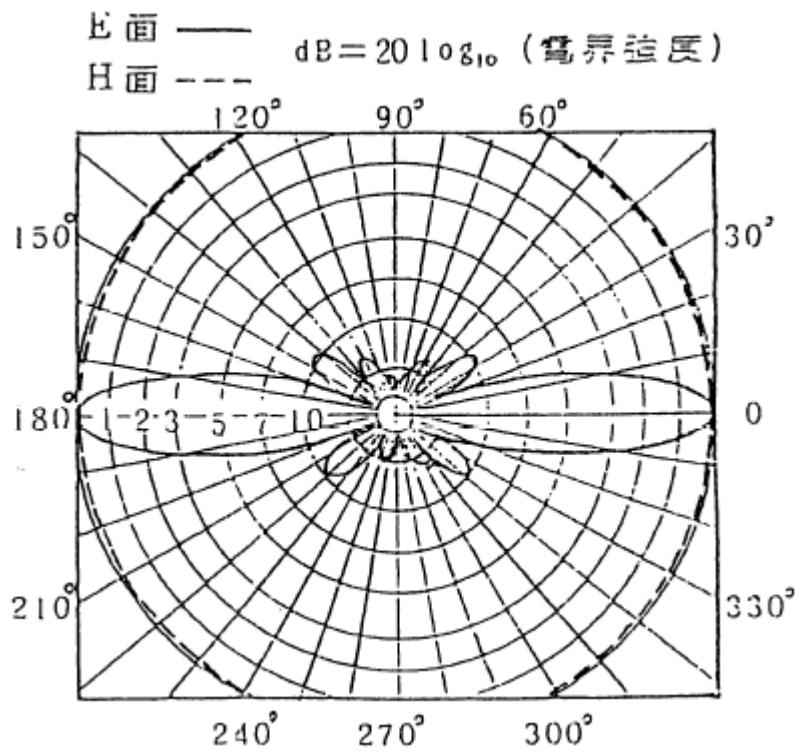
パーソナル無線の送信側スペック

	パーソナル無線	備考
使用周波数帯	903-905 MHz	
空中線電力	5W	RCR STD-11 1.2版 2.2 (1)
給電線損失	—	
空中線利得	7.14dBi (給電線損失を含む)	RCR STD-11 1.2版 2.5 (1)
アンテナ指向特性(水平)	無指向性	一般的な特性
アンテナ指向特性(垂直)	図. 添2-19 参照	一般的な特性
アンテナ地上高	車上設置 : 1.5m 屋上設置 : 7m	一般的な値
占有周波数帯幅	16kHz (25kHzインターフ) 13kHz (12.5kHzインターフ)	RCR STD-11 1.2版 2.2 (7) 12.5kHzインターフが一般的
変調方式	周波数変調	RCR STD-11 1.2版 2.1 (3)
送信フィルタ特性	—	
隣接チャネル漏えい電力	—	
帯域外発射電力	空中線電力より60dB低い値	RCR STD-11 1.2版 2.2 (8)
スプリアス領域における不要発射の電力	空中線電力より60dB低い値	RCR STD-11 1.2版 2.2 (8) 参照帯域幅 : 100kHz
1無線局のキャリア数	1	

パーソナル無線の受信側スペック

	パーソナル無線	備考
使用周波数帯	903-905 MHz	
受信感度・実効選択度	2 μ V (6dB μ V)以下	RCR STD-11 1.2版 2.3 (1) (雑音抑圧を20dBとする ために必要な受信機入力 電圧)
給電線損失	—	
空中線利得	7.14dBi (給電線損失を含む)	
アンテナ指向特性(水平)	無指向性	
アンテナ指向特性(垂直)	図. 添2-19参照	
アンテナ地上高	車上設置 : 1.5m 屋上設置 : 7m	一般的な値
受信周波数帯幅	16kHz (25kHzインターブ) 13kHz (12.5kHzインターブ)	RCR STD-11 1.2版 2.2 (7) 12.5kHzインターブが一般的
変調方式	周波数変調	RCR STD-11 1.2版 2.1 (3)
受信フィルタ特性	—	
許容干渉レベル(帯域内)	-3dB μ V	受信感度に約3dBの影響を 与える値 (= 受信感度 - 9dB)
感度抑圧レベル(帯域外)	66dB μ V	RCR STD-11 1.2版 2.3 (2) スプリアス・レスポンス 希望波信号とスプリアス 信号の受信機入力電圧の 比 : 60dB以上

パーソナル無線のアンテナ指向特性（水平面、垂直面）



参考資料 1-7 MCA のスペック

第2章及び第5章の各無線システム間の干渉調査に用いたMCAシステムのスペックについて、次のとおり示す。

(1) 800MHz帯デジタル方式MCAシステム

ア スペック

800MHz帯デジタル方式MCAシステムの送信側スペックを表. 参1-7-1に、受信側スペックを表. 参1-7-2に示す。

表. 参1-7-1 800MHz帯デジタル方式MCAシステムの送信側スペック

	中継局	移動局	備考
使用周波数帯	800MHz帯	900MHz帯	
空中線電力	40W/キャリア	2W/キャリア	ARIB STD-T85 1.1版 3.2(4)
給電線損失	8.5dB	1.5dB	一般的な値
空中線利得	1) 10.5dBi 2) 17dBi(大都市部)	車載移動局：4dBi 管理移動局：10dBi	一般的な値
アンテナ指向特性(水平)	無指向性	車載移動局：無指向性 管理移動局：指向性 図. 参1-7-3及び 図. 参1-7-4参照	一般的な特性
アンテナ指向特性(垂直)	図. 参1-7-1及び 図. 参1-7-2参照	図. 参1-7-3及び 図. 参1-7-4参照	一般的な特性
アンテナ地上高	1) 40m 2) 150m(大都市部)	車載移動局：1.5m 管理移動局：10m	一般的な値
占有周波数帯幅	24.3 KHz	24.3 KHz	ARIB STD-T85 1.1版 3.4.1(3)
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK	$\pi/4$ シフトQPSK	ARIB STD-T85 1.1版 3.2(5)
送信フィルタ特性	任意		
隣接チャネル漏えい電力	送信電力に対して -55dB以下	送信電力に対して -55dB以下	ARIB STD-T85 1.1版 3.4.1(5) 所定のキャリア周波数から±25kHz離れた周波数を中心とする±8kHzの帯域に輻射される電力
帯域外発射電力	送信電力より60dB低い値	送信電力より60dB低い値	ARIB STD-T85 1.1版 3.4.1(2)
スプリアス領域における不要発射の電力	25 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値	25 μ W以下、又は基本周波数の平均電力より60dB低い値	ARIB STD-T85 1.1版 3.4.1(2) 参照帯域幅：100kHz

1無線局の キャリア数	8キャリア/システム 20システム/中継局 最大160キャリア/中継 局	1	(参考) 地方においては、 約20キャリア/中継局
----------------	---	---	---------------------------------

表. 参 1-7-2 800MHz帯デジタル方式MCAシステムの受信側スペック

	中継局	移動局	備考
使用周波数帯	900MHz帯	800MHz帯	
受信感度・実効選択度	1x10 ⁻² (スタティック) : 6.0dBμV以下 (規格感度) 3x10 ⁻² (フェージング) : 10.0dBμV以下	1x10 ⁻² (スタティック) : 6.0dBμV以下 (規格感度) 3x10 ⁻² (フェージング) : 10.0dBμV以下	ARIB STD-T85 1.1版 3.4.2 (2) フェージング条件: 最大ドップラー周波数は40Hz
給電線損失	0dB	1.5dB	一般的な値
空中線利得	1) 10.5dBi 2) 17dBi (大都市部)	車載移動局: 4dBi 管理移動局: 10dBi	一般的な値
アンテナ指向特性 (水平)	無指向性	車載移動局: 無指向性 管理移動局: 指向性 図. 参 1-7-3 及び 図. 参 1-7-4 参照	一般的な特性
アンテナ指向特性 (垂直)	図. 参 1-7-1 及び 図. 参 1-7-2 参照	図. 参 1-7-3 及び 図. 参 1-7-4 参照	一般的な特性
アンテナ地上高	1) 40m 2) 150m (大都市部)	車載移動局: 1.5m 管理移動局: 10m	一般的な値
受信周波数帯幅	16kHz	16kHz	情報通信審議会諮問 第 117 号 答 申 (H14.6.23)
変調方式	π/4シフトQPSK	π/4シフトQPSK	ARIB STD-T85 1.1版 3.2 (5)
受信フィルタ特性	図. 参 1-7-5 参照	任意	
許容干渉レベル (帯域内)	-126.8dBm/16kHz	-123.8dBm/16kHz	情報通信審議会諮問 第117号答申 (H14.6.23)
感度抑圧レベル (帯域外)	-51dBm	-51dBm	ARIB STD-T85 1.1版 A 3.4.2 (3) スプリアス・レスポンス 規格感度+3dB+53dB

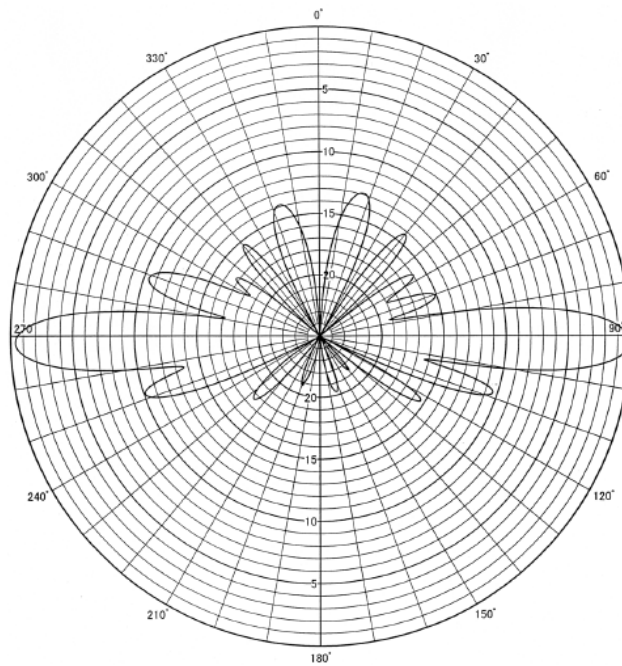


図. 参 1 - 7 - 1 MCA無線中継局の送受信アンテナ特性 1 (実力値)

アンテナ垂直面内指向性
利得 : 17dBi

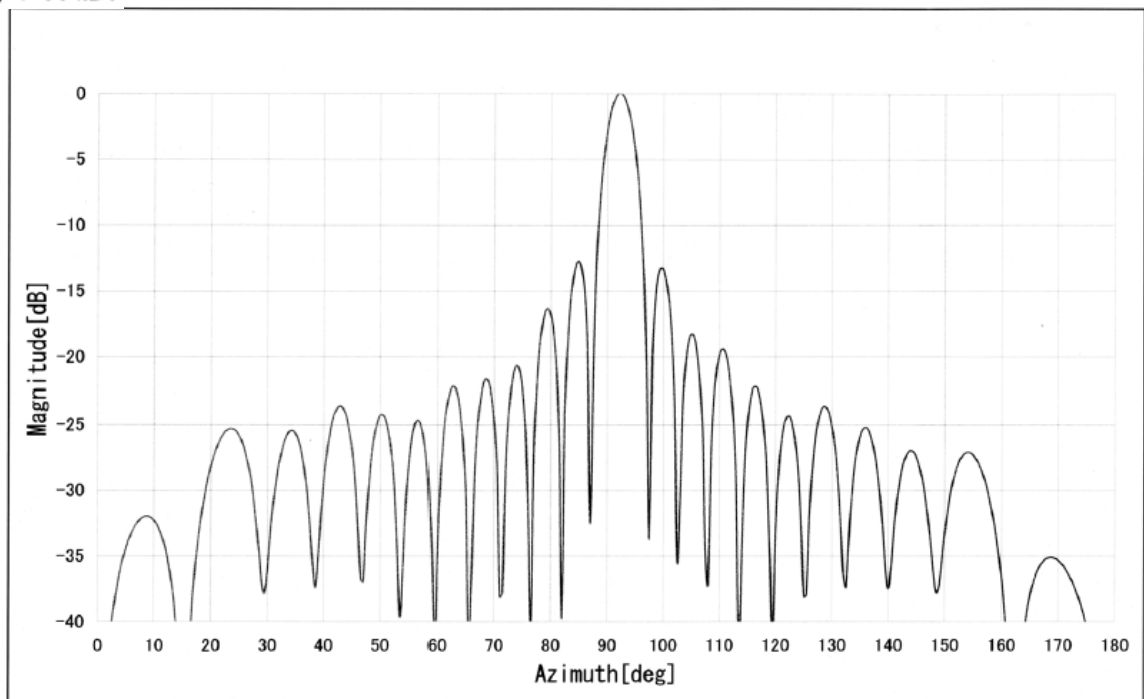


図. 参 1 - 7 - 2 MCA無線中継局の送受信アンテナ特性 2 (実力値)

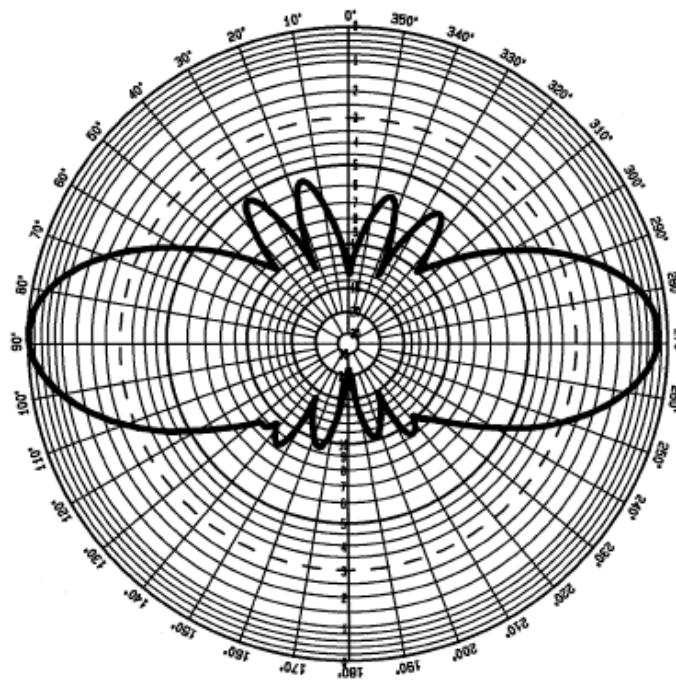


図. 参 1 - 7 - 3 MCA無線車載移動局の送受信アンテナ特性 (実力値)

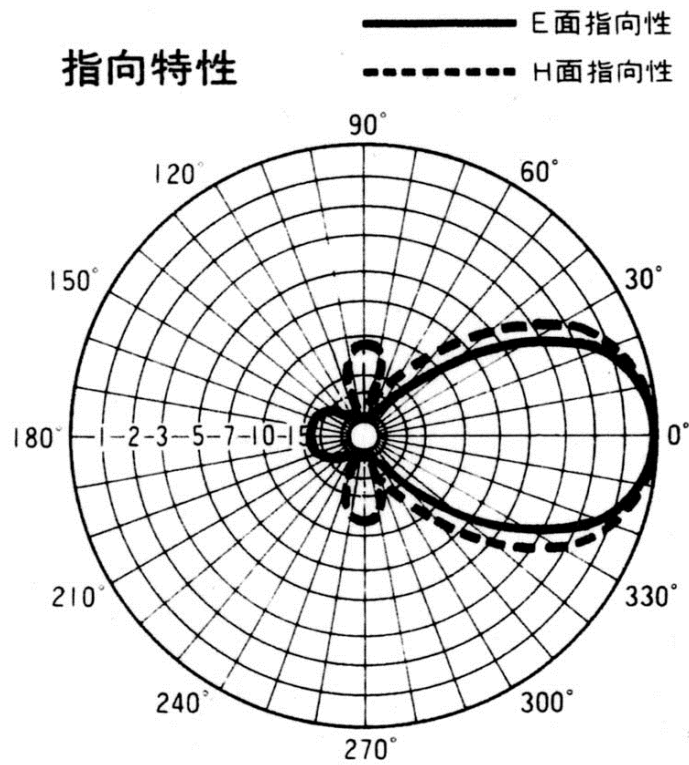


図. 参 1 - 7 - 4 MCA無線管理移動局の送受信アンテナ特性 (実力値)

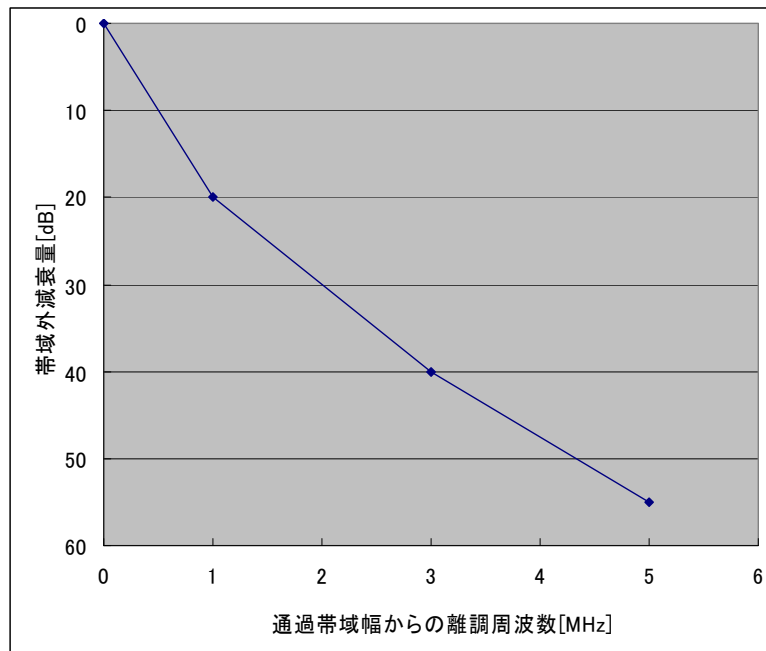


図. 参 1-7-5 MCAデジタル中継局受信フィルタ特性
(干渉形態を前提に調査した結果)

イ 確率的調査のパラメータ

表. 参 1-7-3 に移動局の送信電力分布を示す。平均トラフィック密度は 0.114erl/km²とした。

表. 参 1-7-3 MCAデジタル移動局の送信電力分布 (累積確率)

送信電力	発生率
13dBm	0.02
23dBm	0.34
33dBm	1.00

図. 参 1-7-6 に移動局の受信レベル分布、図. 参 1-7-7 に中継局の受信レベル分布を示す。

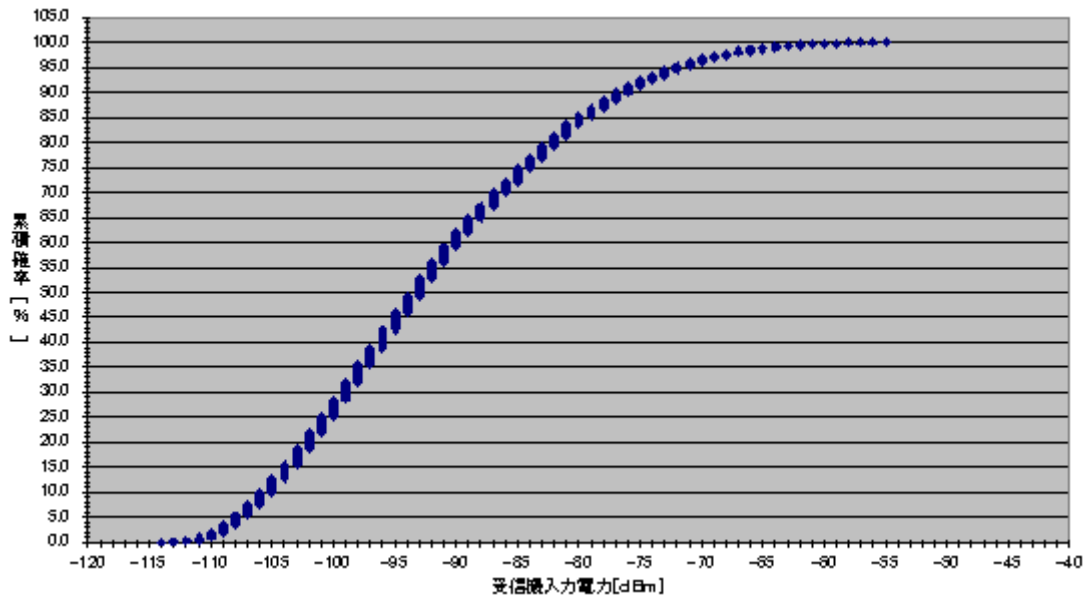


図. 参 1-7-6 MCAデジタル移動局の受信レベル分布データ

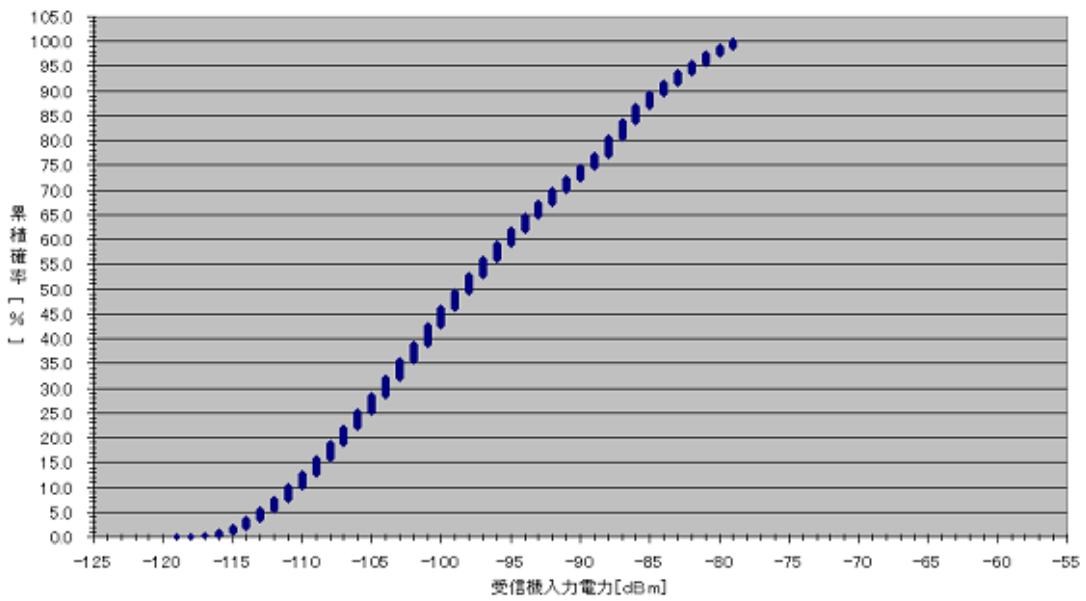


図. 参 1-7-7 MCAデジタル中継局の受信レベル分布データ

(2) 1.5GHz帯デジタル方式MCAシステム

1.5GHz帯デジタル方式MCAシステムの受信側スペックを表. 添1-7-4に示す。

表. 添1-7-4 1.5GHz帯デジタル方式MCAシステム (受信側スペック)

	中継局	移動局
受信感度・実効選択度	1×10^{-2} (スタティック): 9.0dB μ 以下 (規格感度) 3×10^{-2} (フェージング): 7.0dB μ 以下 最大ドップラー周波数70Hz ^{注1 3. 4. 2 (2)}	1×10^{-2} (スタティック): 9.0dB μ 以下 (規格感度) 3×10^{-2} (フェージング): 13.0dB μ 以下 最大ドップラー周波数70Hz ^{注1 3. 4. 2 (2)}
給電線損失	0dB ^{注2}	2.0dB ^{注2}
空中線利得	15.0dBi (前置増幅器含まず) ^{注2}	車載移動局: 5.5dBi ^{注2} 管理移動局: 12dBi ^{注2}
アンテナ指向特性(水平)	図. 添1-7-8参照	車載移動局: 無指向性 管理移動局: 図. 添1-7-9参照
アンテナ指向特性(垂直)	図. 添1-7-8参照	車載移動局: 無指向性 管理移動局: 図. 添1-7-9参照
アンテナ地上高	40m ^{注3} 参考資料4-1表参4-1.22	車載移動局: 1.5m ^{注2} 管理移動局: 10m ^{注2}
受信周波数帯幅	20kHz ^{注1 3. 4. 1 (3)}	20kHz ^{注1 3. 4. 1 (3)}
受信フィルタ特性	図. 参1-7-5参照	—
許容干渉レベル(帯域内)	-133.2dBm/20kHz -116.2dBm/MHz (C/N = 16dB ダイバーシティの改善を見込む) kTBFより、1dBの劣化を許容するレベル	-128.7dBm/20kHz -111.7dBm/MHz (C/N = 20dB) kTBFより、1dBの劣化を許容するレベル
感度抑圧レベル(帯域外)	-48dBm ^{注1 3. 4. 2 (4)}	規格値: -48dBm ^{注1 3. 4. 2 (4)} 実力値: -38dBm (1MHz離調) -34dBm (2MHz離調) -32dBm (3MHz離調) -32~-28dBm (4~10MHz離調)

注1: ARIB STD-32より

注2: 実力値

注3: 携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成15年6月25日)より

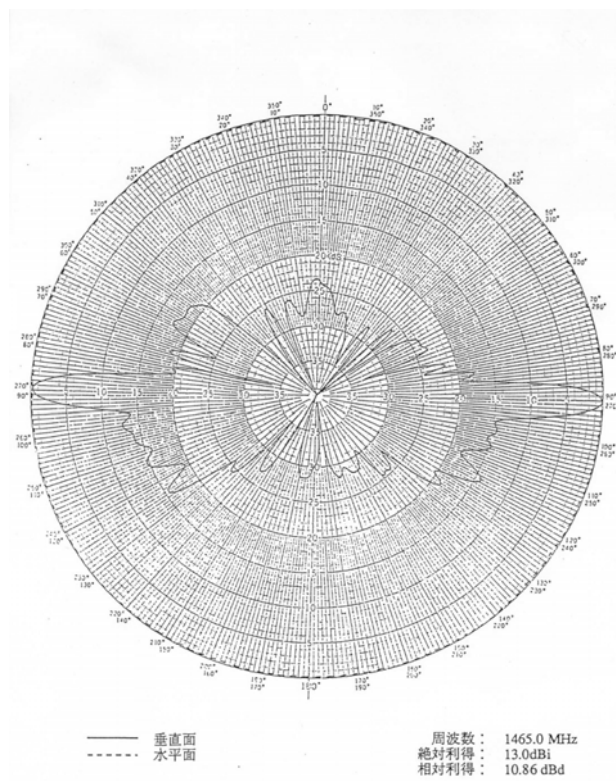


図. 添 1-7-8 MCAデジタル中継局の受信アンテナ特性 (実力値)

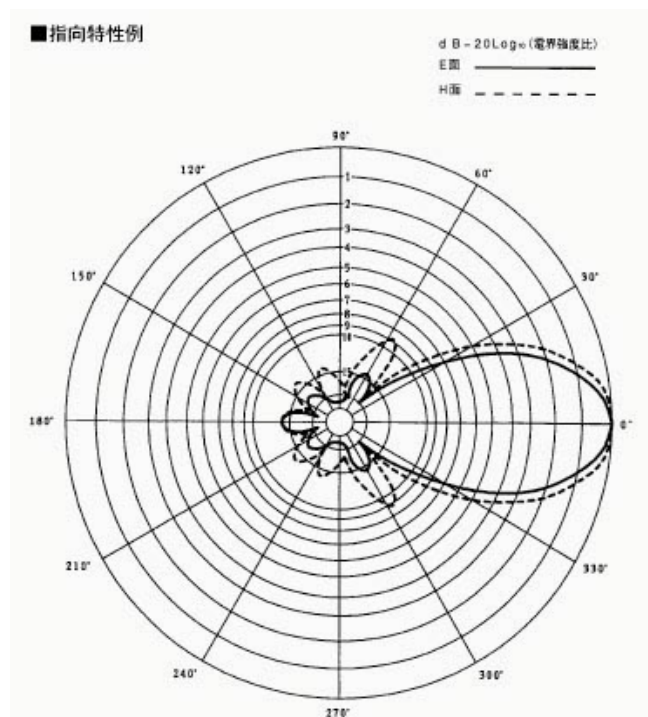


図. 添 1-7-9 MCAデジタル管理移動局の送受信アンテナ特性 (実力値)

参考資料 1—8 RFID のスペック

干渉検討に用いた RFID の送信パラメータを表. 参 1—8—1 に、受信パラメータを表. 参 1—8—2 に示す。

表. 参 1—8—1 RFID 送信パラメータ

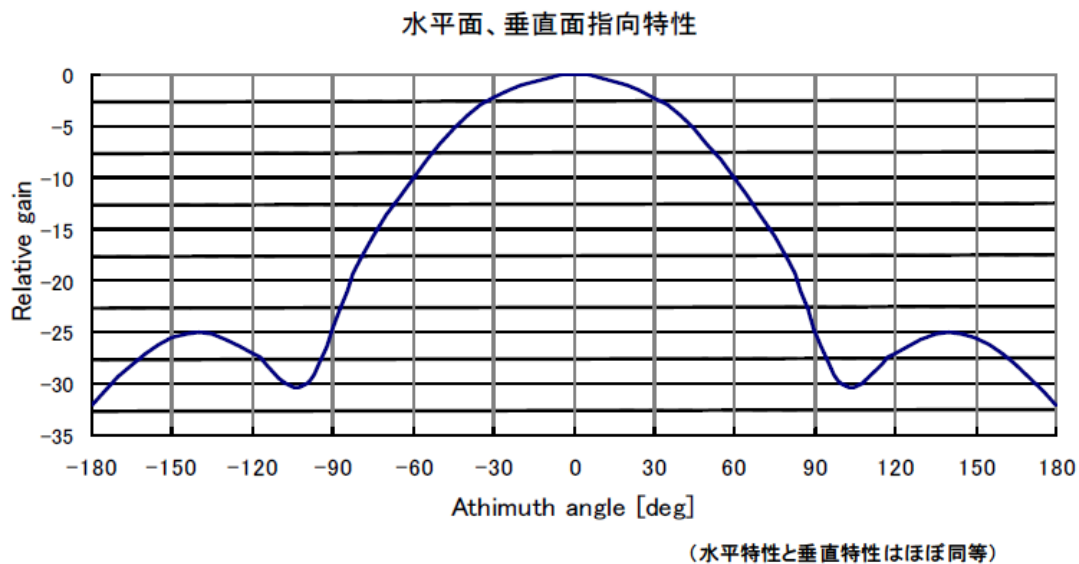
	パッシブタグシステム (リーダー/ライター)			アクティブタグシステム	
	高出力型	中出力型	低出力型	1mW タイプ	10mW タイプ
送信周波数帯 (MHz)	952~ 956.4	952~ 956.4	952~ 957.6	950.8~ 957.6	954~957.6
出力 (dBm)	30	24	10	0	10
送信給電線損失 (dB)	0	0	0	0	0
不要発射の強度	-61dBm/100kHz (945MHz < f ≤ 950MHz) -61dBm/MHz (715MHz ≤ f ≤ 945MHz)			-55dBm/100kHz (945MHz < f ≤ 950MHz) -55dBm/MHz (710MHz ≤ f ≤ 945MHz)	
アンテナ利得 (dBi)	6	3		3	
アンテナ高 (m)	1.5			1.5	
送信空中線 指向特性	次ページ			次ページ	

表. 参 1—8—2 RFID 受信パラメータ

	パッシブタグシステム (リーダー/ライター) 高出力型
許容干渉電力	-86dBm/4.2MHz
許容感度抑圧電力	-30dBm@2MHz オフセット ^(*)

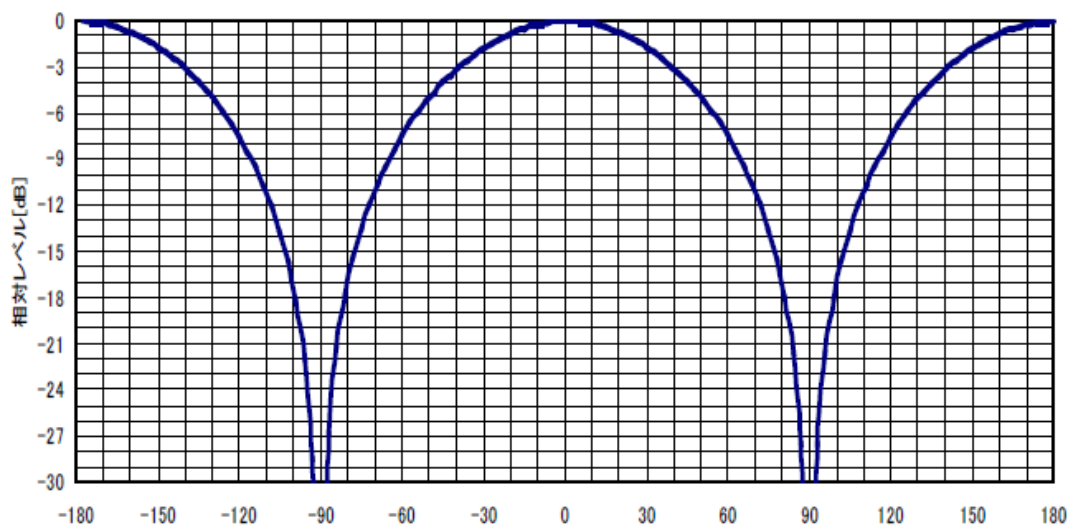
*1 : 総務省 情報通信審議会 情報通信技術分科会 小電力無線システム委員会 報告
(平成 17 年 10 月 5 日)

干渉検討に用いた RFID のアンテナ指向特性を図. 参 1-8-1、図. 参 1-8-2 に示す。



(小電力無線システム委員会報告 (平成21年12月18日) より転載)

図. 参 1-8-1 高出力型パッシブタグシステムのリーダ/ライタのアンテナ指向特性 (水平面、垂直面)



(小電力無線システム委員会報告 (平成21年12月18日) より転載)

図. 参 1-8-2 中出力型及び低出力型パッシブタグシステムのリーダ/ライタ並びにアクティブタグシステムのアンテナ指向特性 (水平面)

参考資料 1-9 STLのスペック

干渉検討に使用したSTLの送信側パラメータを表. 参1-9-1に、受信側パラメータを表. 参1-9-2に示す。またSTLアンテナの指向特性を図. 参1-9-1に示す。

表. 参1-9-1 STLの送信側パラメータ

		音声STL		
		山間部	都市部	備考
送信周波数帯	MHz	958.6、959.0 959.4、959.8	958.6、959.0 959.4、959.8	
出力	dBm	40.0	40.0	
送信給電線系損失	dBm	-2.1	-4.5	
不要発射の強度	dBc	-50.0	-50.0	記載値以下
アンテナ開口径	m	3.0	3.0	
アンテナ利得	dBi	27.2	27.2	Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 適用
アンテナ高	m	14.0	53.5	
アンテナ海拔高	m	160.0	83.5	
送信アンテナ指向特性				Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 適用

表. 参1-9-2 STLの受信側パラメータ

		音声STL		
		山間部	都市部	備考
受信周波数帯	MHz	958.6、959.0 959.4、959.8	958.6、959.0 959.4、959.8	
標準受信電力	dBm	-45.0	-45.0	
雑音レベル	dBm/100kHz	-116.0	-116.0	
所要 I/N	dB	-10.0	-10.0	記載値以下
許容干渉電力	dBm/100kHz	-126.0	-126.0	
許容感度抑圧電力	dBm	-40.0 -56.0 -71.0	-40.0 -56.0 -71.0	ガードバンド1MHz以上 ガードバンド0.5-1MHz ガードバンド0.3-0.5MHz
アンテナ開口径	m	1.8	1.8	
受信アンテナ利得	dBi	22.8	22.8	Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 適用
受信給電線系損失	dB	-1.5	-9.6	
受信アンテナ高	m	8.0	76.5	
受信アンテナ指向特性				Rec. ITU-R F. 1245-1 (05/2000) 適用

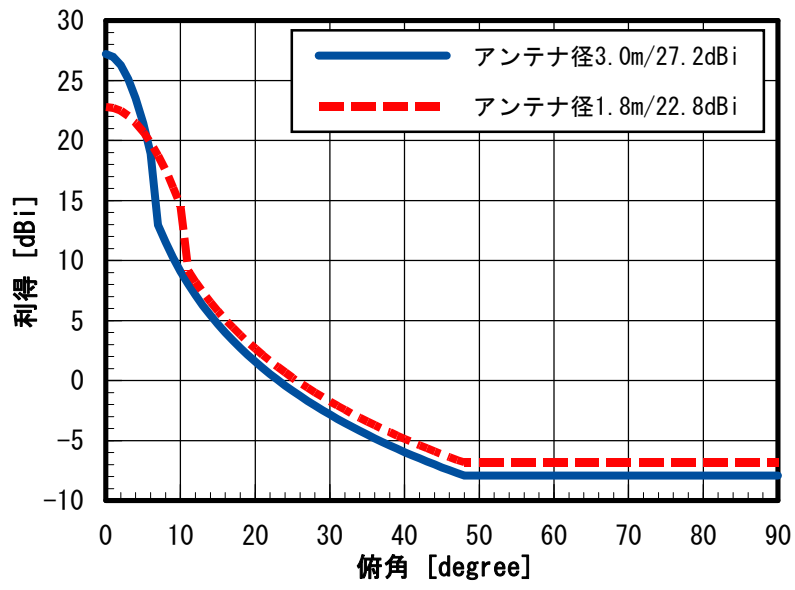


図. 参1-9-1 STLアンテナの指向特性

参考資料 1-10 航空無線航行システムのスペック

第2章の各無線システム間の干渉調査に用いた航空無線航行システムのスペックについて、次のとおり示す。

(1) DME

DMEの送信側スペックを表. 参1-10-1に、受信側スペックを表. 参1-10-2に示す。

表. 参1-10-1 DMEの送信側スペック

	航空機局	地上局
使用周波数帯	1025~1150MHz	960~1215MHz 注1
空中線電力	700W	3kW
給電線損失	3dB	3dB
空中線利得	3.4dBi	12dBi
アンテナ指向特性 (水平)	無指向性	無指向性
アンテナ指向特性 (垂直)	無指向性	図. 参1-10-1 参照
アンテナ地上高	56mm (機体下面のアンテナ長) 2m (地上にある場合のアンテナ 地上高)	15m
帯域外発射電力	100mW 以下	-60dBc
スプリアス領域に おける不要発射の 電力	50μW 以下	-60dBc

注1：航空無線航行業務に使用する電波の型式及び周波数等（平成14年4月1日 総務省告示第204号）により、現行960~977MHzは民間航空機が利用するDMEには使用されていない

表. 参1-10-2 DMEの受信側スペック

	航空機局	地上局
使用周波数帯	960~1215MHz 注1	1025~1150MHz
給電線損失	3dB	3dB
空中線利得	3.4dBi	12dBi
アンテナ指向特性	無指向性	無指向性

(水平)		
アンテナ指向特性 (垂直)	無指向性	図. 参1-10-1 参照
アンテナ地上高	56mm (機体下面のアンテナ長) 2m (地上にある場合のアンテナ 地上高)	15m
受信周波数帯幅	1MHz	1MHz
許容干渉レベル (帯域内)	-102dBm/MHz	-111dBm/MHz
偏波	垂直偏波	垂直偏波

注1：航空無線航行業務に使用する電波の型式及び周波数等（平成14年4月1日 総務省告示第204号）により、現行960～977MHzは民間航空機が利用するDMEには使用されていない

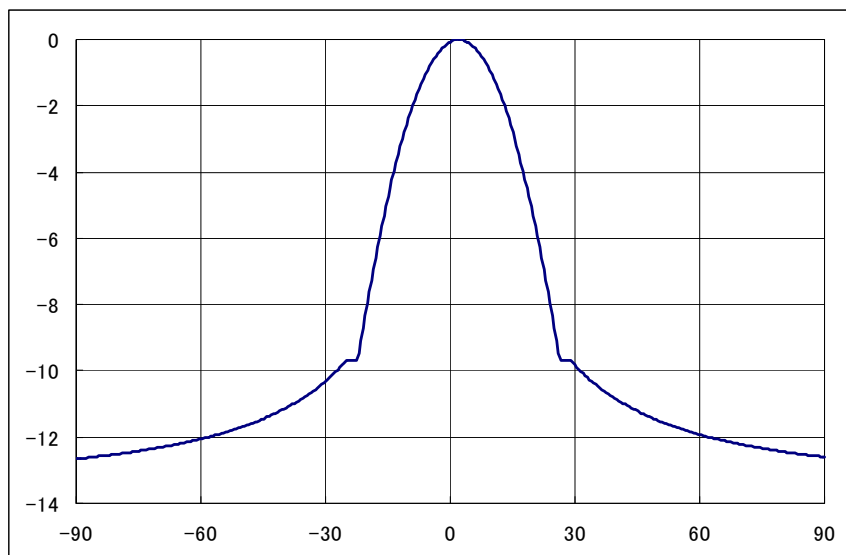


図. 参1-10-1 DME 地上局のアンテナ特性 (垂直面)

(2) SSR

SSRの送信側スペックを表. 参1-10-3に、受信側スペックを表. 参1-10-4に示す。

表. 参1-10-3 SSRの送信側スペック

	航空機局	地上局
使用周波数帯	1090MHz	1030MHz
空中線電力	500W	1.5kW
給電線損失	3dB	3dB
空中線利得	3.4dBi	12dBi
アンテナ指向特性 (水平)	無指向性	図. 参1-10-2参照
アンテナ指向特性 (垂直)	無指向性	図. 参1-10-3参照
アンテナ地上高	56mm (機体下面のアンテナ長) 2m (地上にある場合のアンテナ 地上高)	15m
帯域外発射電力	100mW 以下	-40dBc
スプリアス領域に おける不要発射の 電力	50μW 以下	-40dBc

表. 参1-10-4 SSRの受信側スペック

	航空機局	地上局
使用周波数帯	1030MHz	1090MHz
給電線損失	2.3dB	3dB
空中線利得	3.4dBi	26dBi
アンテナ指向特性 (水平)	無指向性	図. 参1-10-2参照
アンテナ指向特性 (垂直)	無指向性	図. 参1-10-3参照
アンテナ地上高	56mm (機体下面のアンテナ長) 2m (地上にある場合のアンテナ 地上高)	15m または 30m
受信周波数帯幅	—	6MHz
許容干渉レベル (帯域内)	-102dBm/MHz	-92dBm/6MHz (-99.8dBm/MHz)

偏波	垂直偏波	垂直偏波
----	------	------

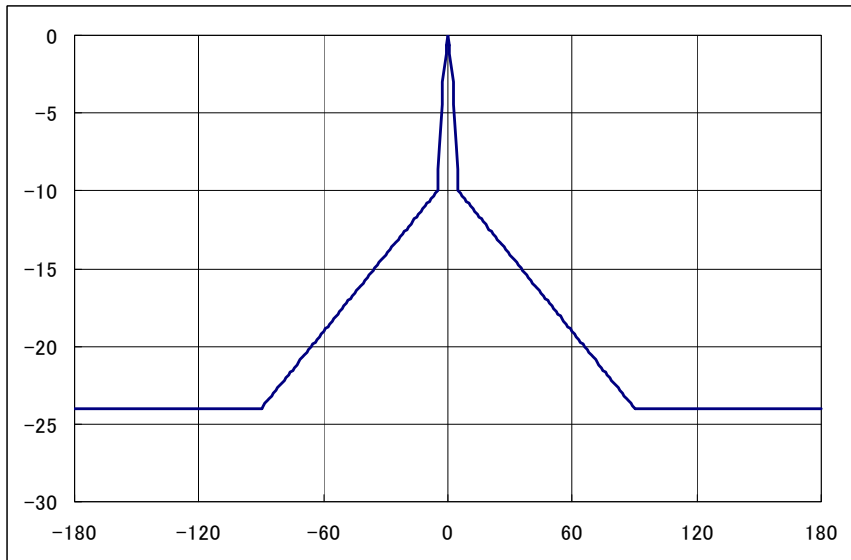


図. 参 1-10-2 SSR 地上局の受信アンテナ特性 (水平面)

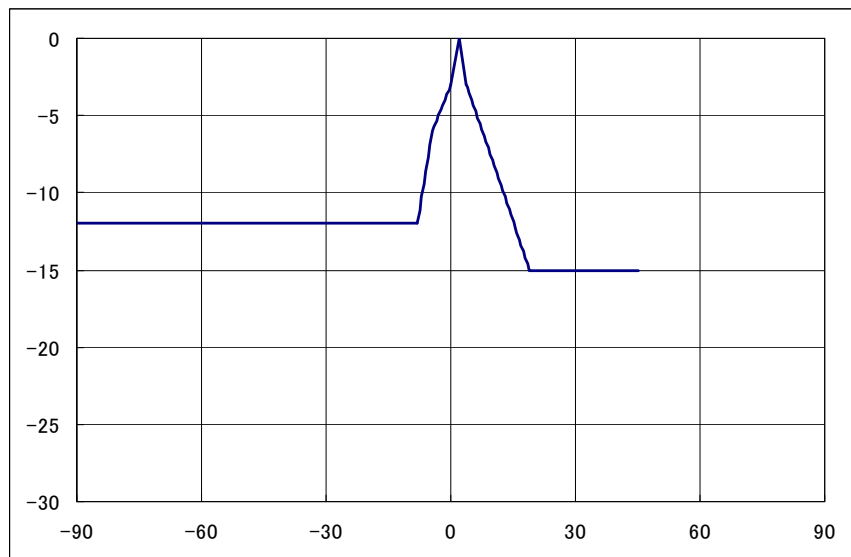


図. 参 1-10-3 SSR 地上局の受信アンテナ特性 (垂直面)

参考資料 1-11 電波天文のスペック

第5章の各無線システム間の干渉調査に用いた電波天文の受信スペックを表. 添1-11-1に、電波天文設備の設置場所及び設置状況を表. 添1-11-2に示す。

表. 添1-11-1 電波天文（受信側に係る情報）

	電波天文 観測局
受信感度・実効選択度	許容干渉レベル（帯域内）を参照
給電線損失	0 dB ^{注1}
空中線利得	0 dBi ^{注2}
アンテナ指向特性(水平)	等方的アンテナ
アンテナ指向特性(垂直)	等方的アンテナ
アンテナ地上高	0 m ^{注1}
受信周波数帯幅	1400-1427MHz（27MHz幅） ^{注2}
許容干渉レベル（帯域内）	-188dBm/MHz ^{注1}
感度抑圧レベル(帯域外)	—

注1：実力値 注2：ITU-R RA. 769

表. 添1-11-2 電波天文設備の設置場所・設置状況

運用主体	観測所名	運用開始	型式	大きさ (直径、有効面積)	経度 (°)	緯度 (°)	標高 (m)	最小運用仰角 (°)	観測周波数 (MHz)	帯域幅 (MHz)	Tsys (K)
国立天文台	野辺山・宇宙	'82.12	パラボラ	直径45m 単一鏡	138E 28' 21"	35N 56' 40"	1349	12	1400 -1427	27	70
JAXA/ISAS	臼田	'90.4.1	パラボラ	直径64m	138E 21' 46"	36N 07' 57"	1530	5	1400 -1750	350	80
NICT	鹿島	'88.7	パラボラ	直径34m	140E 39' 37"	35N 57' 22"	30	7	1350 -1750	400	38
NICT	平磯	'93	パラボラ	直径6m	140E 37' 30"	36N 22' 10"	10	5	500 -2500	2000	143
早稲田大学	那須パルサー	'04.3.31	固定球面鏡	20mφ × 8 (台) 30mφ × 1 (台)	139E 59'	36N 55' 30"	296	70	1390 -1410	20	*40
福井工業大学	あわら	'03.9	パラボラ	直径10m	136E 14' 07"	36N 15' 49"	18	2	1300 -2500	1200	175

参考資料 1-12 PHS のスペック

第5章の各無線システム間の干渉調査に用いたPHS基地局、PHS端末、及びPHS小電力レピータの受信側スペックを表. 参1-12-1に示す。

表. 参1-12-1 PHS の受信側スペック

	基地局	端末	小電力レピータ
使用周波数帯	1884.5MHz~1919.6MHz		
受信感度・実効選択度	-97dBm ($\pi/4$ シフトQPSKの場合)		
給電線損失	0dB	0dB	0dB
空中線利得	16dBi ^{注1注2}	0dBi ^{注1}	4dBi ^{注3}
アンテナ指向特性 (水平)	図. 参1-12-1 参照 ^{注1}	無指向性 ^{注1}	無指向性
アンテナ指向特性 (垂直)			
アンテナ地上高	15m ^{注4}	1.5m	2m
受信周波数帯幅	288kHz / 884kHz		
変調方式	$\pi/4$ シフトQPSK, BPSK, QPSK, 8PSK, 12QAM, 16QAM, 24QAM, 32QAM, 64QAM, 256QAM		
受信フィルタ特性	(感度抑圧レベルに含む)		
許容干渉レベル(帯域内)	-132dBm/300kHz ^{注1}	-130dBm/300kHz ^{注1}	-130dBm/300kHz ^{注1}
感度抑圧レベル(帯域外)	-32dBm	-46dBm ^{注1注5}	-46dBm ^{注1注5}
人体吸収損失	—	8dB	—

注1：携帯電話等周波数有効利用方策委員会報告(平成17年5月30日)

注2：(参考)無線設備規則では基地局アンテナ利得は1884.65MHz以上1893.35MHz以下の周波数においては最大21dBiまで

注3：(参考)無線設備規則ではレピータのアンテナの端末側アンテナ利得は1884.65MHz以上1893.35MHz以下の周波数においては最大21dBiまで

注4：住宅地での値

注5：1844.9MHz~1879.9MHz並びに1925MHz~1980MHzでの値

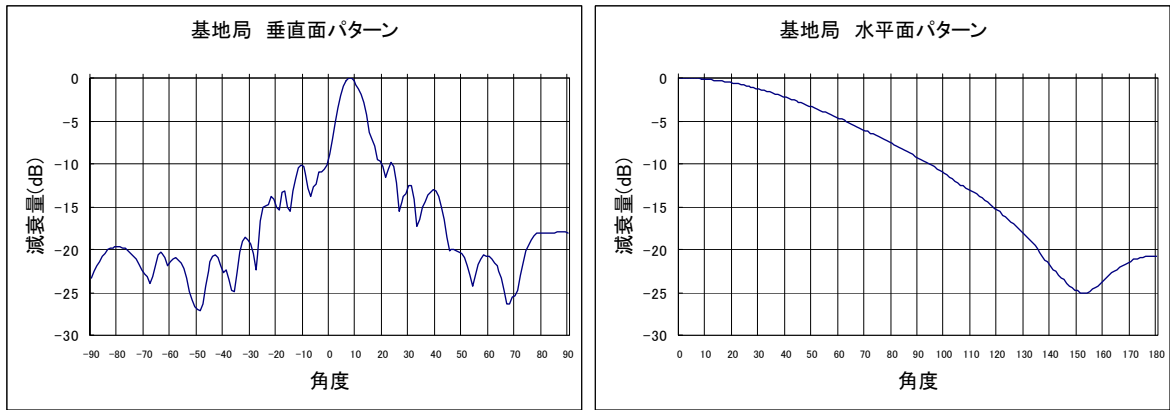


図. 参 1-12-1 PHS 基地局のアンテナ特性

参考資料 1-13 デジタルコードレス電話のスペック

第5章の各無線システム間の干渉調査に用いたデジタルコードレス電話の受信側スペックを表. 参1-13-1に示す。

表. 参1-13-1 デジタルコードレス電話の受信側スペック

	DECT準拠方式	sPHS方式
使用周波数帯	1893.5MHz~1906.1MHz	
給電線損失	0dB	0dB
空中線利得	4dBi	4dBi
アンテナ指向特性 (水平)	無指向性	無指向性
アンテナ指向特性 (垂直)		
アンテナ地上高	2m	2m
許容干渉レベル(帯域内)	-119dBm/MHz	-119dBm/MHz
感度抑圧レベル(帯域外)	-43dBm	-46dBm

小電力無線システム委員会報告(平成22年4月20日)参照

参考資料 2 干渉検討で使用した伝搬モデル等について

- 1 干渉検討で使用した伝搬モデルについて
- 2 干渉検討における共通のパラメータについて
- 3 屋内における遮蔽物による減衰
- 4 SEAMCATで用いる伝搬モデルについて

参考資料 2 干渉調査で使用した伝搬モデル等について

1 干渉調査で使用した伝搬モデルについて

(1) 奥村-秦モデル

ア 概要

離隔距離が1km以上かつ基地局アンテナ高が周囲の建物よりも十分に高い場合に適用される。奥村-秦モデルの伝搬損失は次式で与えられる。

$$L_p = 69.55 + 26.16 \log f - 13.82 \log h_b - a(h_m) + (44.9 - 6.55 \log h_b) \log d$$

① 中小都市

$$a(h_m) = (1.1 \log f - 0.7) h_m - (1.56 \log f - 0.8)$$

② 大都市

$$a(h_m) = 8.29 \{ \log(1.54 h_m) \}^2 - 1.1 \quad (f \leq 400 \text{MHz})$$

$$a(h_m) = 3.2 \{ \log(11.75 h_m) \}^2 - 4.97 \quad (400 \text{MHz} \leq f)$$

ここで、

f : 周波数 [MHz] (150~1,500MHz)

h_b : 基地局アンテナ高 [m] (30~200m)

h_m : 移動局アンテナ高 [m] (1~10m)

d : 距離 [km] (1~20km)

イ 適用の根拠

ITU-Rの勧告 (REC. ITU-R P. 1546 ANNEX 7 “Comparison with the Okumura-Hata method”) において、ANNEX 1-6の推定法の妥当性を評価する際の基準式として本モデルによる伝搬損失推定値が用いられている。

(2) COST-Hataモデル (Extended Hataモデル)

ア 概要

(1) 奥村-秦モデルの適用範囲が150～1,500MHzであるため、1,500～2,000MHzの実測に基づいて拡張したモデルである。COST-Hataモデルの伝搬損失は次式で与えられる。

$$L_p=46.3+33.9\log f-13.82\log h_b-a(h_m)+(44.9-6.55\log h_b)\log d+C_M$$

① 中小都市

$$C_M=0\text{dB}$$

② 大都市

$$C_M=3\text{dB}$$

ここで、

f : 周波数 [MHz] (1,500～2,000MHz)

イ 適用の根拠

本モデルは欧州のプロジェクトであるCOST (European Co-operation in the field of Scientific and Technical Research) の“COST231”にて検討されたモデルであり、IMT-2000を含めたデジタル移動通信システムにおける回線設計で一般的に用いられている。

[参考文献]

- ・ “Digital Mobile Radio Towards Future Generation Systems” COST 231 Final Report Chapter 4
- ・ COST 231, “Urban transmission loss models for mobile radio in the 900- and 1,800 MHz bands (Revision 2),” COST 231 TD(90)119 Rev. 2, The Hague, The Netherlands, September 1991

(3) Walfisch-池上モデル

ア 概要

回折理論を用いて建物高や道路幅等の市街地の状況を考慮したモデルである。
Walfisch-池上モデルの伝搬損失は次式で与えられる。

$$L=L_0+L_{rts}+L_{msd}$$

$$L_0=32.4+20\log d+20\log f$$

$$L_{rts}=-16.9-10\log w+10\log f+20\log \Delta h_m$$

$$+ \begin{cases} -10+0.354\theta & (0 \leq \theta < 35^\circ) \\ 2.5+0.075(\theta-35) & (35 \leq \theta < 55^\circ) \\ 4-0.114(\theta-55) & (55 \leq \theta \leq 90^\circ) \end{cases}$$

$$L_{msd}=54-18\log(1+\Delta h_b)+18\log d-9\log b$$

$$+ \begin{cases} [-4+0.7(f/925-1)]\log f & (\text{中小都市}) \\ [-4+1.5(f/925-1)]\log f & (\text{大都市}) \end{cases}$$

$$\Delta h_b=h_b-h_{\text{roof}} \quad (h_b > h_{\text{roof}})$$

$$\Delta h_m=h_{\text{roof}}-h_m \quad (h_{\text{roof}} > h_m)$$

ここで、

f : 周波数 [MHz] (800~2,000MHz)

h_b : 基地局アンテナ高 [m] (4~50m)

h_m : 移動局アンテナ高 [m] (1~3m)

d : 距離 [km] (0.02~5km)

b : 建物間隔 [m]

w : 道路幅 [m]

h_{roof} : 建物高 [m]

θ : 道路角 [°] (0~90°)

イ 適用の根拠

本モデルはITU-Rから勧告されており(REC. ITU-R P.1411)、主に1km以下の伝搬損失を推定するために用いられている。また、前述したCOST 231のFinal Reportにも伝搬モデルとして記述されている。

(4) Rec. ITU-R P. 1238-3 屋内伝搬モデル

ア 概要

屋内のWLANなどの短距離通信に用いられる家具やオフィスのパーティションなどによる損失を考慮したモデルである。Rec. ITU-R P. 1238-3モデルの伝搬損失は次式で与えられる^[1]。

$$L_{total}=20\log f+N\log d+L_f(n)-28$$

ここで、

f : 周波数 [MHz] (900MHz~100GHz)

d : 距離 [m] (1~1000m)

N : 距離損失係数

周波数	居住空間	事務所
900MHz	-	33
1.2-1.3GHz	-	32
1.8-2GHz	28	30

L_f(n) : 床浸入損失 (床の数をnとする)

周波数	居住空間	事務所
900MHz	-	9 (1フロアー) 19 (2フロアー) 24 (3フロアー)
1.8-2GHz	4 n	15+4 (n-1)

イ 適用の根拠

本モデルはITU-R SG3にて検討されたモデルであり、WLANを含めた屋内干渉検討で一般的に用いられている。

[1] Recommendation ITU-R P. 1238-3, "Propagation data and prediction methods for the planning of indoor radio communication systems and radio local area networks in the frequency range 900 MHz to 100 GHz", 2003

2 干渉検討における共通のパラメータについて

- (1) 今回の検討対象である小電力レピータは小オフィスや一般家庭での使用が想定されているため、奥村－秦モデル、COST－Hataモデル、Walfisch－池上モデルのいずれも「中小都市」として計算する。
- (2) Walfisch－池上モデルを適用する場合は図. 参2－1及び表. 参2－2のパラメータ値を用いる。

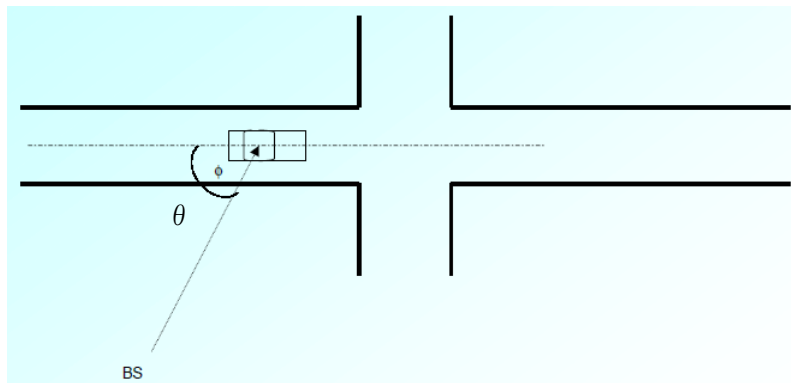
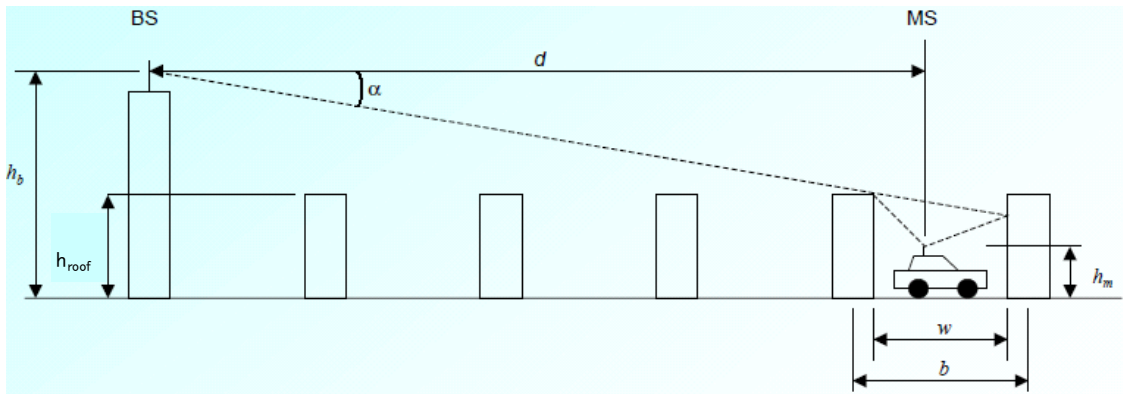


図. 参2－1 Walfisch－池上モデルのパラメータ

表. 参2－2 Walfisch－池上モデルのパラメータ値

建物高	h_{roof}	20 m
建物間隔	b	40 m
道路幅	w	20 m
道路角	θ (0~90°)	90°

3 屋内における遮蔽物による減衰

(1) 建築材の透過損

表. 参2-3に、主な建築材の透過損の一覧を示す。2200MHz帯の場合で、間仕切り用材料では木板で3.5dB、外壁材であればALCで10.9dBの損失が最大である。

表. 参2-3 建築材透過損^[1]

(出典：西尾、加地：昭59信学光・電波全大、No. 35)

試料 (厚さ)		透過損 (dB)			
		457MHz	920MHz	1,450MHz	2,200MHz
間仕切材	木板 (15mm)	0.7	2.6	2.7	3.5
	石膏ボード (7mm)	0.0	0.3	0.2	0.1
外壁材	れんが [‡] (60mm)	3.2	1.3	0.8	1.4
	れんが [‡] (含水)	6.0	1.9	3.1	5.8
	スレート* ¹ (11mm)	20.2	32.7	3.4	4.5
	瓦 (15mm)	1.5	1.1	3.3	8.1
	ALC* ² (100mm)	4.6	4.9	7.6	10.9
断熱材	熱遮断フィルム* ³	25.9	22.6	22.3	25.2
	断熱用グラスウール	19.2	36.1	38.6	37.1

*1：NKホーム

*2：軽量気泡コンクリート、旭化成（株）ヘーベル

*3：東レ（株）ルミクール

(2) 人体による損失^[2]

1700MHz帯域での測定例によると、携帯端末が基地局に対していて、身体の前と後での人体による遮蔽の影響は平均値として6~8dB程度との測定例が報告されている。携帯端末と基地局間に直接の見通しがない条件では、端末を基地局側に保持する場合と、その逆では端末を保持する位置の影響が殆どないことも報告されている。これは見通し外ではランダムな方向から電波が到来する^[2]ためと考えられる。

[1] 進士昌明 無線通信の電波伝搬, P241 (社)電子情報通信学会 1992年2月

[2] 細矢良雄 電波伝搬ハンドブック, P367 リアライズ社 1999年1月

4 SEAMCATで用いる伝搬モデルについて

SEAMCAT (Spectrum Engineering Advanced Monte-Carlo Analysis Tool)は、モンテカルロ手法を用いた無線システム間の干渉調査を行うためのソフトウェアツールで、ヨーロッパCEPTのSpectrum EngineeringWGで開発され、3Gシステムを中心として多くのシステムの干渉検討に用いられている実績を持つ。

SEAMCATで使用する与干渉局と被干渉局との間の伝搬モデルには、移動通信用に拡張秦モデル(Extended Hata model)が用意されている。SEAMCATで使用される拡張秦モデルは、伝搬距離、環境、使用周波数帯によって、表. 参2-4の通り、伝搬損失を求める式を分けている。

表. 参2-4 SEAMCATで用いる伝搬損失の計算式

伝搬距離	環境	周波数範囲	伝搬損失
d<0.04km			$L = 32.4 + 20\log(f) + 10\log \left[d^2 + \frac{(H_b - H_m)^2}{10^6} \right]$
d>0.1km	都市部	150MHz<f ≤1500MHz	$L = 69.6 + 26.2\log(f) - 13.82\log(\max\{30, H_b\}) + [44.9 - 6.55\log(\max\{30, H_b\})](\log(d))^\alpha - a(H_m) - b(H_b)$
		1500MHz<f ≤2000MHz	$L = 46.3 + 33.9\log(f) - 13.82\log(\max\{30, H_b\}) + [44.9 - 6.55\log(\max\{30, H_b\})](\log(d))^\alpha - a(H_m) - b(H_b)$
	郊外		$L = L(\text{urban}) - 2 \cdot \{ \log [(\min \{ \max \{ 150; f \}; 2000 \}) / 28] \}^2 - 5.4$
	オープン		$L = L(\text{urban}) - 4.78 \cdot \{ \log [\min \{ \max \{ 150; f \}; 2000 \}] \}^2 + 18.33 \cdot \log [(\min \{ \max \{ 150; f \}; 2000 \})] - 40.94$
0.04km<d<0.1km			$L = L(0.04) + \frac{[\log(d) - \log(0.04)]}{[\log(0.1) - \log(0.04)]} \times [L(0.1) - L(0.04)]$

ここで、

$$a(H_m) = (1.1 \log(f) - 0.7) \cdot \min\{10; H_m\} - (1.56 \log(f) - 0.8) + \max\{0; 20 \log(H_m/10)\}$$

$$b(H_b) = \min\{0; 20 \log(H_b/30)\}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1 & d \leq 20\text{km} \\ 1 + (0.14 + 1.87 \times 10^{-4} \times f + 1.07 \times 10^{-3} H_b) (\log \frac{d}{20})^{0.8} & 20\text{km} < d < 100\text{km} \end{cases}$$

記号の説明

- f : 周波数 (MHz)
- h1 : 送信アンテナ高 (m)
- h2 : 受信アンテナ高 (m)
- d : 送受信局間の距離 (km)
- L : 伝搬損失 (dB)
- $H_m = \min(h1, h2)$
- $H_b = \max(h1, h2)$

SEAMCAT 拡張秦モデルは、伝搬距離、周波数範囲共に、奥村-秦モデルと COST-hata モデルとを包含する適用領域を持っている。加えて、伝搬距離が 20km~100km 及び 100m 以下の範囲をカバーできる計算式も提供している。各伝搬モデルの比較を表. 参 2-5 に示す。

表. 参 2-5 各伝搬モデルの比較

伝搬モデル	環境	周波数範囲	伝搬距離
自由空間	オープン	制限なし	制限なし
奥村-秦	都市/郊外	150MHz - 1.5GHz	1km ~ 20km
COST-Hata	都市/郊外	1.5GHz - 2GHz	1km ~ 20km
SEAMCAT 拡張秦	都市/郊外/オープン	30MHz - 3GHz	~ 100km
Walfisch-池上	都市/郊外 (道路幅、ビル高、ビル間隔、道路角を柔軟に設定できる)	800MHz - 2GHz	20m ~ 5km