



ラジオマイク-ITS共存検討状況報告資料

2011年5月11日
ラジオマイク-ITS共存検討アドホックグループ

▶ 資料構成

ラジオマイク-ITS共存検討アドホックグループメンバー表	pp.3
ラジオマイク-ITS共存検討履歴	pp.4
ラジオマイク-ITS共存検討組合表と検討結果説明対比表	pp.5
モンテカルロシミュレーション説明	pp.8
共存検討結果ラジオマイクからITSへの干渉モデル	pp.11
共存検討結果 ITSからラジオマイクへの干渉モデル	pp.24
共存検討結果まとめ	pp.37
参考資料	pp.38

▶ ラジオマイク-ITS共存検討アドホックGrメンバー(敬称略、50音順)

氏名	所属
阿部 俊介	ITS情報通信システム推進会議
阿部 健彦	(株)テレビ朝日
池田 哲臣	日本放送協会
石川 剛	(株)フジテレビジョン
片柳 幸夫	日本テレビ放送網(株)
五味 貞博	特定ラジオマイク利用者連盟
佐々木 邦彦	ITS情報通信システム推進会議
菅並 秀樹	日本放送協会
瀬川 倉三	ITS情報通信システム推進会議
高沢 信行	ITS情報通信システム推進会議
田中 章夫	特定ラジオマイク利用者連盟
田中 英治	(株)テレビ東京
田村 雅信	トヨタ自動車(株)
土居 義晴	三洋電機(株)
深澤 知巳	(株)TBSテレビ
古家 征史	三洋電機(株)
堀松 哲夫	ITS情報通信システム推進会議
宮前 真二	特定ラジオマイク利用者連盟
村上 信高	(株)TBSラジオ&コミュニケーションズ
森本 聡	(株)フジテレビジョン
山田 雅也	ITS情報通信システム推進会議

▶ ラジオマイク ITS共存検討履歴

1/27

1) 互いのシステム/ユースケース理解

2/7

2) 干渉モデルの構築と互いのシステムパラメータ確認

2/22

3) 1回目机上検討

3/8

4) 2回目机上検討

メール報告

ITS被干渉確率計算

4/7

ラジオマイク被干渉ラボ実験

4/14

5) 共存条件まとめ、報告書案議論

メール審議

共存条件まとめ、報告書案議論

4/26

6) 共存条件まとめ、報告書案議論

▶ ラジオマイク-ITS共存検討組合せ、共存検討モデル

共存検討組合せ: 10通り

			与干渉				
			ラジオマイク			ITS	
			A110	A330	D	路側機	車載器
被干渉	ラジオマイク	A110				3-1	4-1
		A330				3-2	4-2
	ITS	路側機	1-1	1-2	1-3		
		車載器	2-1	2-2	2-3		

共存検討モデル: 6モデル

ラジオマイク			受信機との離隔距離				マイクとの離隔距離			
略称	ユースケース	伝送距離	車載器	壁	路側機	壁	車載器	壁	路側機	壁
モデルA	コンサートホール等	0-60m	70m以上	あり	70m以上	あり	70m以上	あり	70m以上	あり
モデルB	屋外の講演会等	0-10m	20m以上	なし	20m以上	なし	15m以上	なし	15m以上	なし
モデルC1	屋外ライブイベント	0-60m	20m以上	なし	20m以上	なし	15m以上	なし	15m以上	なし
モデルC2	大規模展示会	0-30m	70m以上	あり	70m以上	あり	70m以上	あり	70m以上	あり
モデルC3	街角中継等	0-60m	5m以上	なし	5m以上	なし	5m以上	なし	5m以上	なし
モデルD	ロケバス内	0-10m	5m以上	あり	5m以上	あり	5m以上	あり	5m以上	あり

▶ 共存検討パターンの説明

共存検討は、6モデルそれぞれ10通りの合計60通りの机上計算を実施。

本説明資料では、以下の説明は省略。

(最終報告書の参考資料では全ての計算結果を報告予定)

ラジオマイク→ITSへの干渉のうち、

アナログラジオマイク110kHzシステムからの干渉

理由：デジタルラジオマイクからの干渉の方が大きいいため

アナログラジオマイク330kHzシステムからの干渉

理由：デジタルラジオマイクからの干渉の方が大きいいため

ITS→ラジオマイクへの干渉のうち

アナログラジオマイク330kHzシステムへの干渉

理由：受信に関するパラメータが、アナログラジオマイク110kHzとアナログラジオマイク330kHzで同一であり、同じ数値となるため

デジタルラジオマイクシステムへの干渉

理由：アナログラジオマイクシステムのほうが干渉に弱いいため

▶ ラジオマイク-ITS共存検討モデルと干渉組合せ番号対比表

ラジオマイク与干渉 (ITS被干渉)

モデル名	組合せ番号	ラジオマイク側		干渉方向	ITS側
		使用場面	方式		
モデルA	1-3	コンサートホール等	デジタル 288kHz	→	路側機
	2-3				車載器
モデルB	1-3	屋外の講演会等			路側機
	2-3				車載器
モデルC1	1-3	屋外ライブイベント			路側機
	2-3				車載器
モデルC2	1-3	大規模展示会			路側機
	2-3				車載器
モデルC3	1-3	街角中継等			路側機
	2-3				車載器
モデルD	1-3	ロケバス内	路側機		
	2-3		車載器		

ITS与干渉 (ラジオマイク被干渉)

モデル名	組合せ番号	ラジオマイク側		干渉方向	ITS側
		使用場面	方式		
モデルA	3-1	コンサートホール等	アナログ 110KHz	←	路側機
	4-1				車載器
モデルB	3-1	屋外の講演会等			路側機
	4-1				車載器
モデルC1	3-1	屋外ライブイベント			路側機
	4-1				車載器
モデルC2	3-1	大規模展示会			路側機
	4-1				車載器
モデルC3	3-1	街角中継等			路側機
	4-1				車載器
モデルD	3-1	ロケバス内	路側機		
	4-1		車載器		



モンテカルロシミュレーション

▶ モンテカルロシミュレーションパラメータ

シミュレーション半径

シミュレーション半径1km

ラジオマイク台数

1台(最隣接周波数に同時に割当可能な台数は1台であるため)

ITS干渉許容基準

CINRモデル

▶ シミュレーション結果

	ラジオマイク→路側機	ラジオマイク→車載器
干渉確率(Urban)[%]	0.0	0.0
干渉確率2%点からの所要改善量(Urban)[dB]	なし	なし
干渉確率(Suburban)[%]	0.1	0.1
干渉確率2%点からの所要改善量(Suburban)[dB]	なし	なし
干渉確率(Rural)[%]	0.9	0.2
干渉確率2%点からの所要改善量(Rural)[dB]	なし	なし

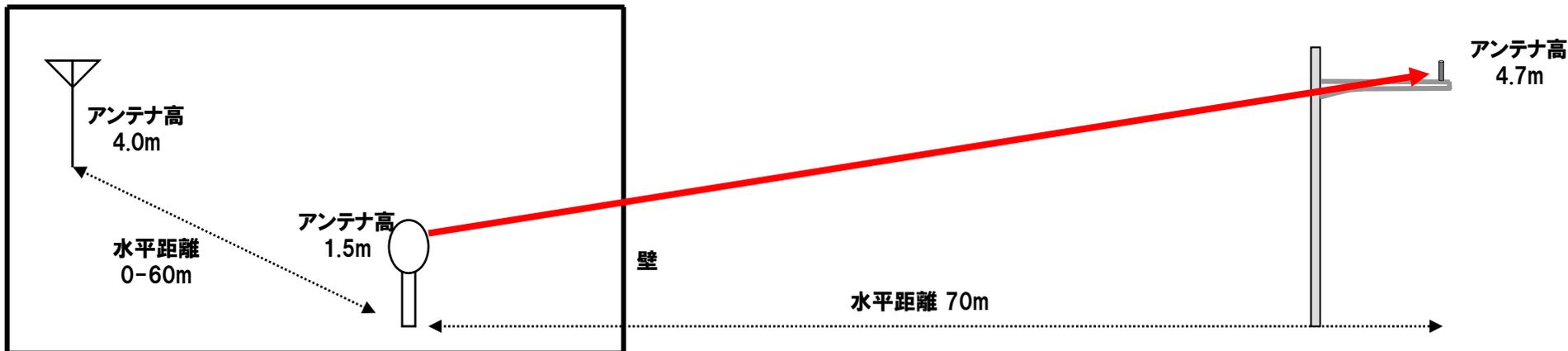


共存検討結果

ラジオマイクからITSへの干渉モデル

▶ モデルA (1-3) ラジオマイク→ITS路側機

コンサートホール等



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
						マスクリング規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
1-3	A	D	1.5	16.99		40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	70	-67.0	-10	-15	0	0	-92.0	ITS路	4.7	2.14	-2	0.14	-112.7	-109.6	-3.1

所要改善量: -3.1dB

考察:

所要改善量がマイナスとなるため共存可能

▶ モデルA (2-3) ラジオマイク→ITS車載器

コンサートホール等



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			受信機	被干渉			受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
							マスクリング規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]		伝搬減衰合計 [dB]	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
2-3	A	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	70	-67.0	-10	-15	0	-5	-97.0	ITS車	1.5	5	-2	3	-114.9	-104.6	-10.3

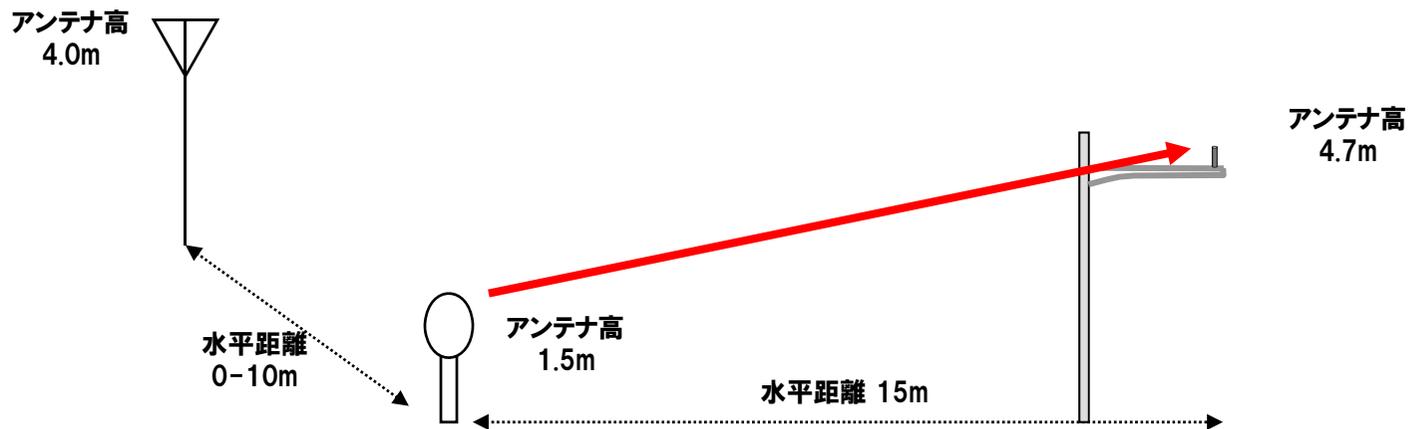
所要改善量: -10.3dB

考察:

所要改善量がマイナスとなるため共存可能

▶ モデルB (1-3) ラジオマイク→ITS路側機

屋外の講演会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	与干渉										被干渉				所要改善量 [dB]					
								実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]		ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]
1-3	B	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	15	-53.6	-10	0	0	-0.2	-63.8	ITS路	4.7	2.14	-2	0.14	-84.5	-109.6	25.1

所要改善量: 25.1dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

▶ モデルB (2-3) ラジオマイク→ITS車載器

屋外の講演会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

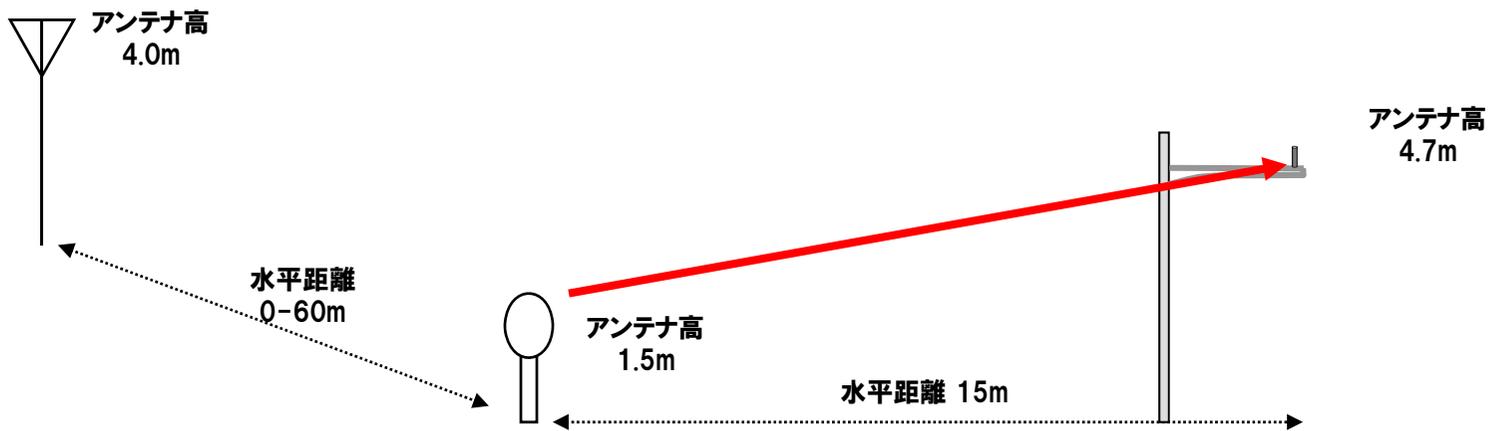
組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	与干渉										被干渉				所要改善量 [dB]					
								実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]		ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]
2-3	B	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	15	-53.6	-10	0	0	-4.6	-68.2	ITS車	1.5	5	-2	3	-86.1	-104.6	18.5

所要改善量: 18.5dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

▶ モデルC1 (1-3) ラジオマイク→ITS路側機

屋外のライブイベント



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

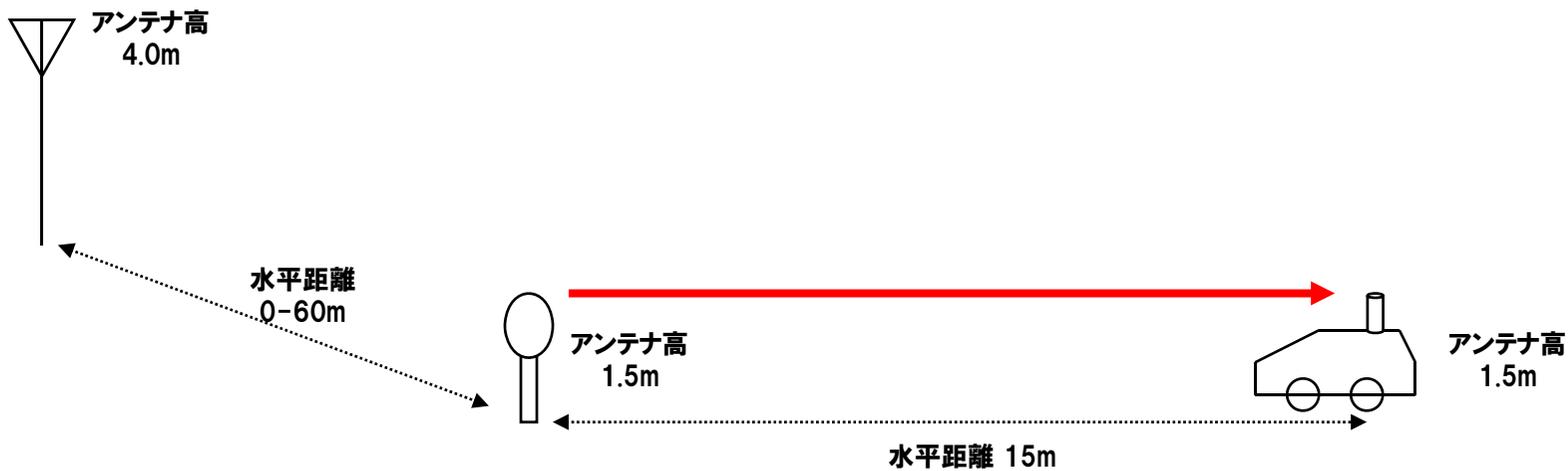
組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	与干渉				伝搬路						被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]			
								実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]				ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
1-3	C1	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	15	-53.6	-10	0	0	-0.2	-63.8	ITS路	4.7	2.14	-2	0.14	-84.5	-109.6	25.1

所要改善量: 25.1dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

▶ モデルC1 (2-3) ラジオマイク→ITS車載器

屋外のライブイベント



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

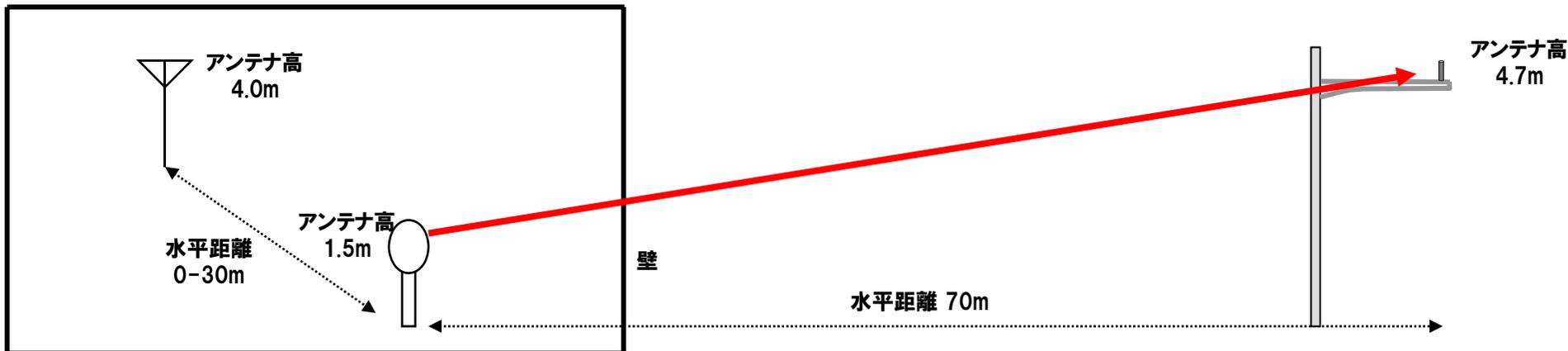
組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	与干渉				伝搬路						被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]			
								実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]				ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
2-3	C1	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	15	-53.6	-10	0	0	-4.6	-68.2	ITS車	1.5	5	-2	3	-86.1	-104.6	18.5

所要改善量: 18.5dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

▶ モデルC2 (1-3) ラジオマイク→ITS路側機

大規模展示会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			受信指向性減衰量 [dB]	受信機	被干渉			受干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]	
							壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]								受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	ANT高 [m]			ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]				
1-3	C2	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	70	-67.0	-10	-15	0	0	-92.0	ITS路	4.7	2.14	-2	0.14	-112.7	-109.6	-3.1

所要改善量: -3.1dB

考察:

所要改善量がマイナスとなるため共存可能

▶ モデルC2 (2-3) ラジオマイク→ITS車載器

大規模展示会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	被干渉			受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]
							マスクリング規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信機			ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]								
2-3	C2	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	70	-67.0	-10	-15	0	-5	-97.0	ITS車	1.5	5	-2	3	-114.9	-104.6	-10.3				

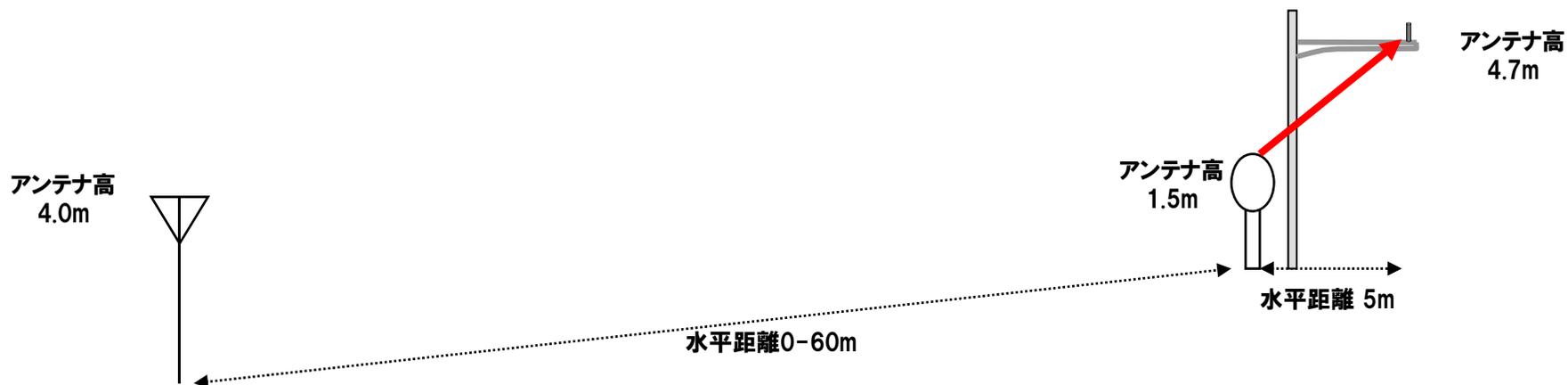
所要改善量: -10.3dB

考察:

所要改善量がマイナスとなるため共存可能

▶ モデルC3 (1-3) ラジオマイク→ITS路側機

街角中継



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

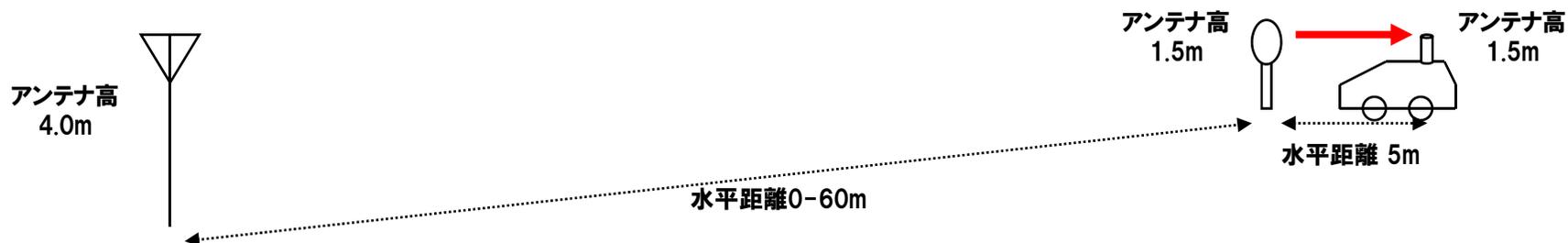
組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	与干渉			ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	伝搬路					被干渉				受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]
							マスクリング規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	実干渉電力値 [dBm/MHz]					壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]								
1-3	C3	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	5	-45.5	-10	0	0	0	-55.5	ITS路	4.7	2.14	-2	0.14	-76.2	-109.6	33.4			

所要改善量: 33.4dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

▶ モデルC3 (2-3) ラジオマイク→ITS車載器

街角中継



机上検討結果

IN基準、GB=5MHz

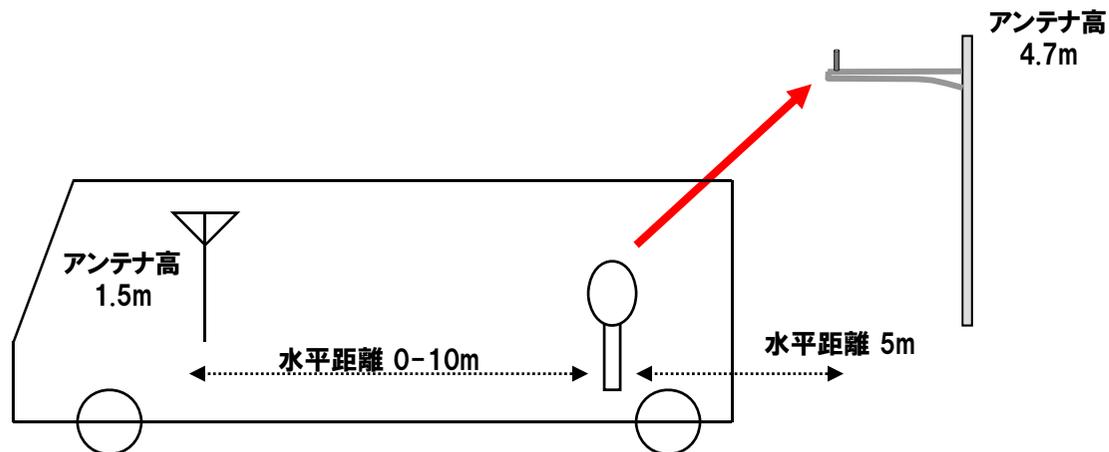
組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	与干渉										被干渉				所要改善量 [dB]						
							マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機		ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]
2-3	C3	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	5	-44.1	-10	0	0	-3.7	-57.8	ITS車	1.5	5	-2	3	-75.7	-104.6	28.9

所要改善量: 28.9dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

▶ モデルD (1-3) ラジオマイク→ITS路側機

ロケバス



机上検討結果

IN基準、GB=5MHz

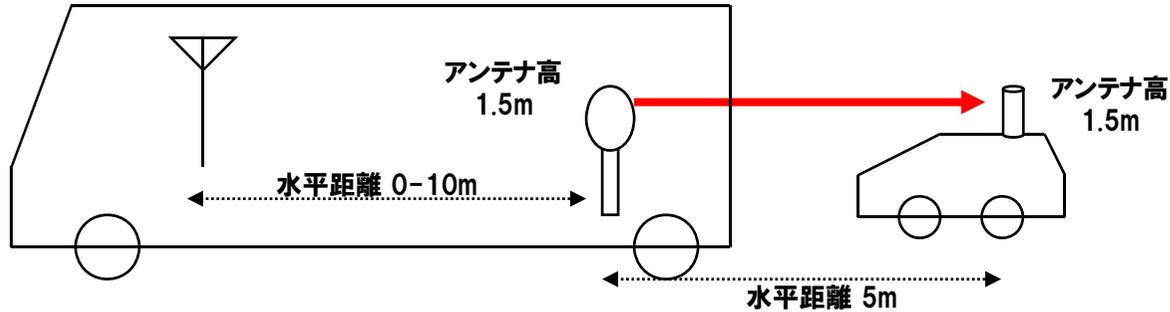
組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	与干渉										被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]			
								実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	伝搬路送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]				ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
1-3	D	D	1.5	16.99			40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	5	-45.5	-10	-15	0	-9	-79.5	ITS路	4.7	13	-2	11	-89.4	-109.6	20.2

所要改善量: 20.2dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

▶ モデルD ラジオマイク→ITS車載器

ロケバス



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	与干渉													伝搬路				被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]	
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]
2-3	D	D	1.5	16.99		40dBc/ch	-23.01	5	0	2.14	-20.87	5	-44.1	-10	-15	0	-3.7	-72.8	ITS車	1.5	5	-2	3	-90.7	-104.6	13.9

所要改善量: 13.9dB

ITS希望波レベルを考慮した確率計算の結果、干渉確率2%未満となったため、共存可能

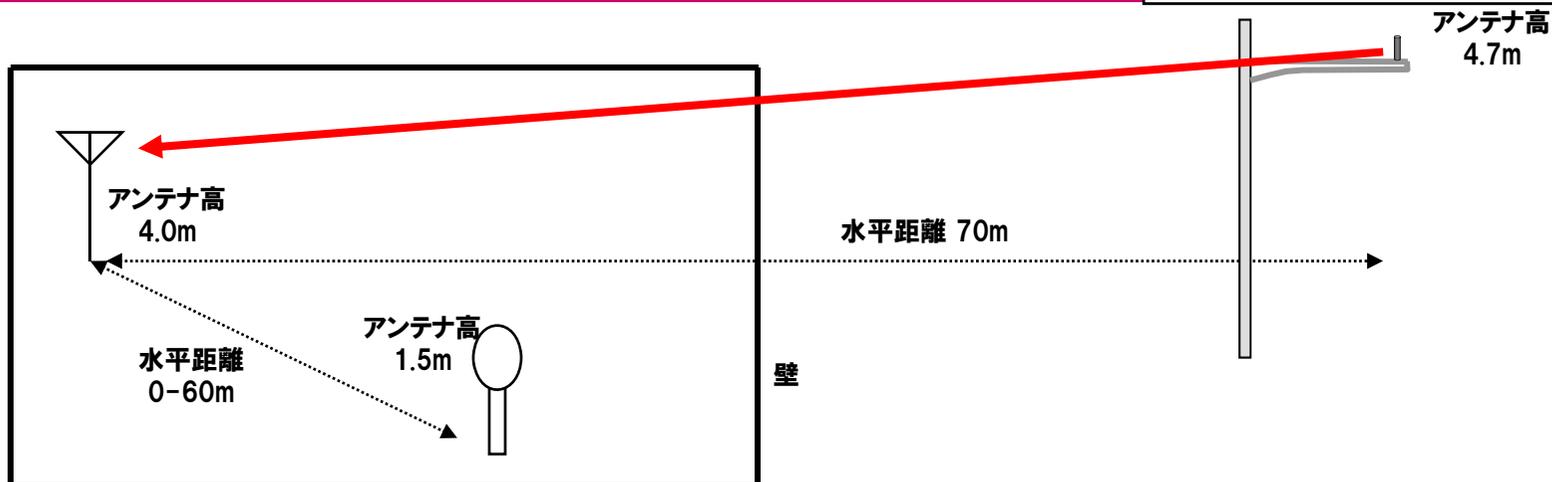


共存検討結果

ITSからラジオマイクへの干渉

▶ モデルA (3-1) ITS路側機→ラジオマイク

コンサートホール等



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
							マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
3-1	A	ITS路	4.7	19.2	10		-40dBc/MHz	-30.00	5	-2	2.14	-30.0	70	-67.0	0	-15	0	0	-82.0	A110	4.0	2.14	0	2.14	-109.9	-119.8	9.9

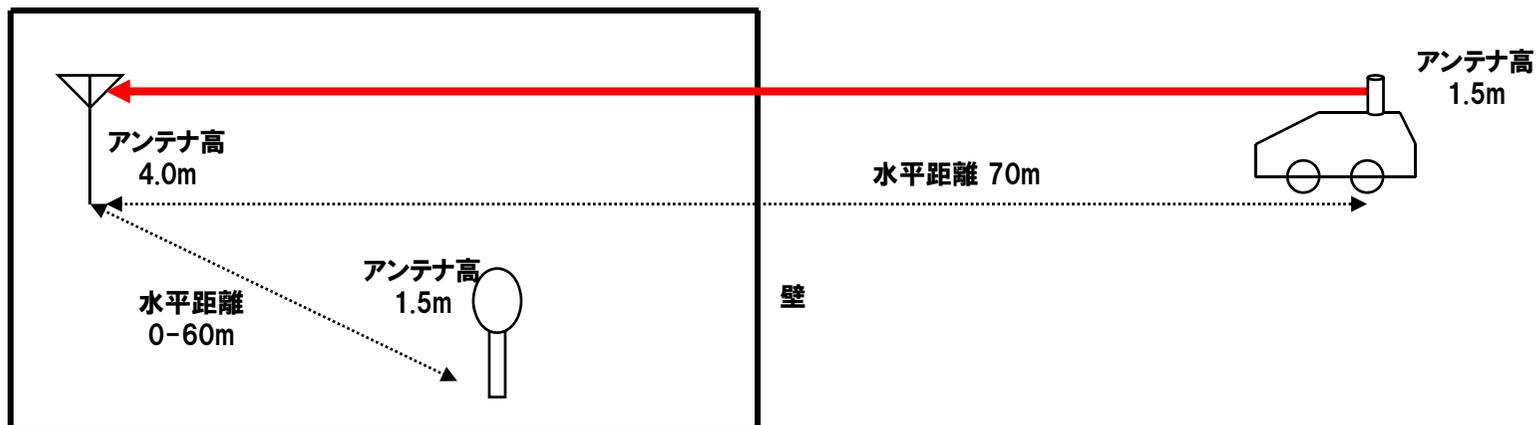
所要改善量:9.9dB

以下の対応を実施すれば、共存可能

- ITS路側機マスク規格値強化:9.9dB以上

▶ モデルA (4-1) ITS車載器→ラジオマイク

コンサートホール等



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
							マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
4-1	A	ITS車	1.5	19.2	10		-40dBc/MHz	-30.00	5	-2	2	-30.0	70	-67.0	0	-15	-4.5	0	-86.5	A110	4.0	2.14	0	2.14	-114.4	-119.8	5.4

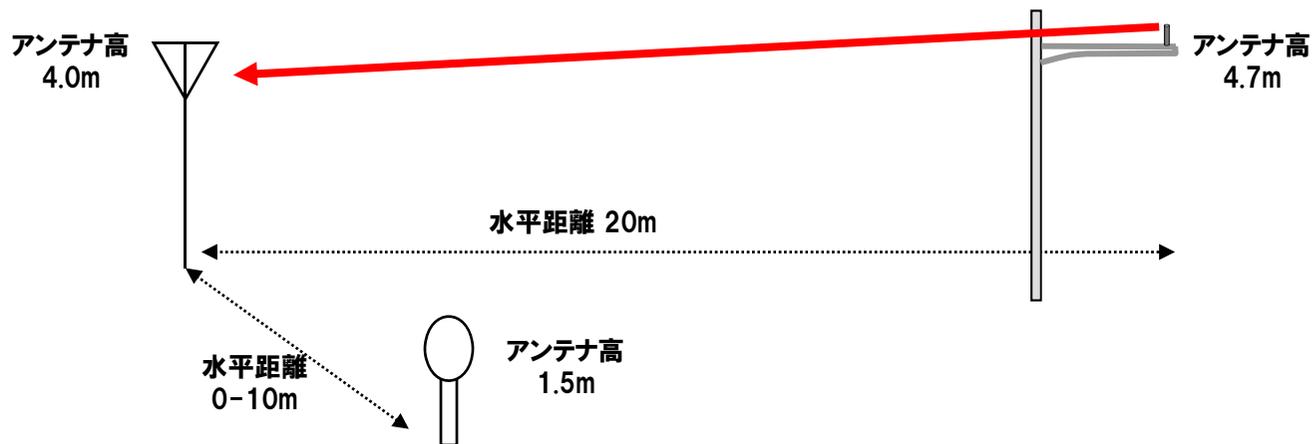
所要改善量:5.4dB

以下の対応を実施すれば、共存可能

- ITS車載器マスク規格値強化:5.4dB以上

▶ モデルB (3-1) ITS路側機→ラジオマイク

屋外の講演会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉			受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]			
							マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]				ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
3-1	B	ITS路	4.7	19.2	10		-40dB _r /MHz	-30.00	5	-2	2.14	-30.0	20	-56.1	0	0	0	0	-56.1	A110	4.0	2.14	0	2.14	-84.0	-119.8	35.8

所要改善量:35.8dB

以下の対応を実施

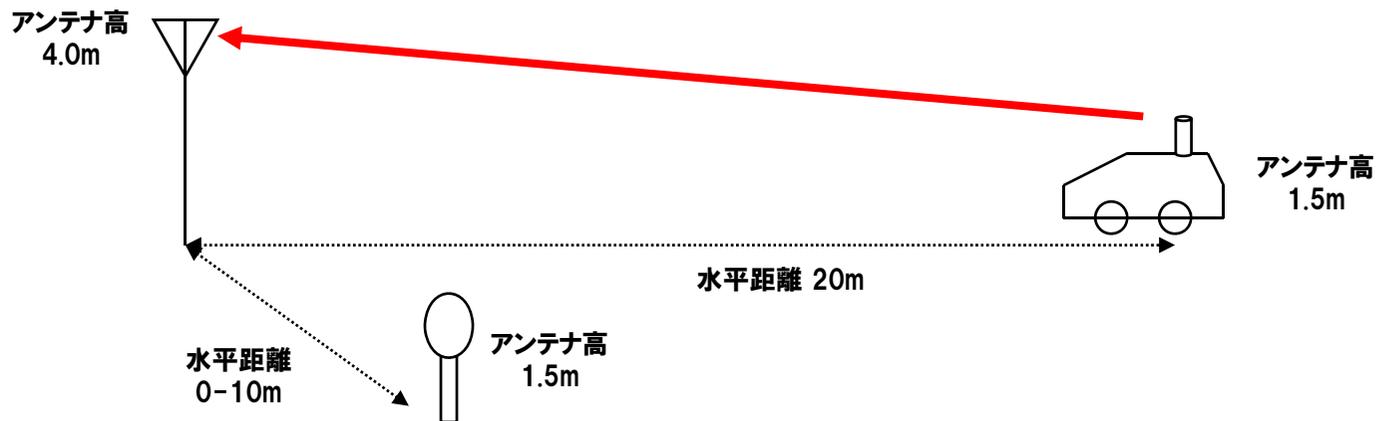
- ITS路側機マスク規格値強化:25dB

所要改善量は10.8dB残るが、以下を考慮すると共存可能

- ITS送信フィルタの実力値

▶ モデルB (4-1) ITS車載器→ラジオマイク

屋外の講演会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
							マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]				受信利得合計 [dB]	
4-1	B	ITS車	1.5	19.2	10		-40dB	-30.00	5	-2	2	-30.0	20	-56.2	0	0	-3.2	0	-59.4	A110	4.0	2.14	0	2.14	-87.3	-119.8	32.5

所要改善量: 32.5dB

以下の対応を実施

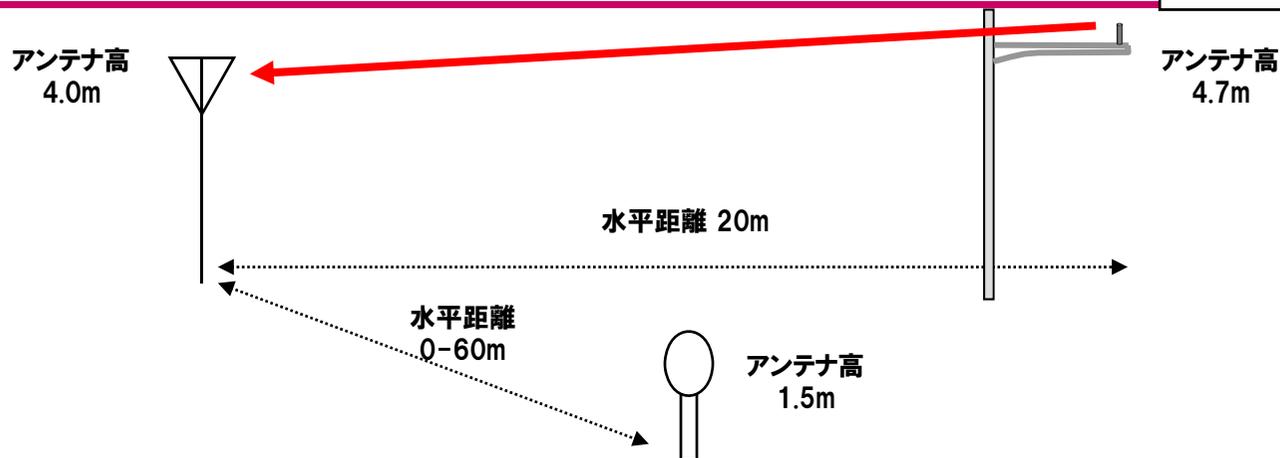
- ITS車載器マスク規格値強化: 10dB

所要改善量は22.5dB残るが、以下を考慮すると共存可能

- ITS送信フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉量低減効果
- ラジオマイクの運用方法等による干渉の緩和

▶ モデルC1 (3-1) ITS路側機→ラジオマイク

屋外のライブイベント



机上検討結果

IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
						マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
3-1	C1	ITS路	4.7	19.2	10	-40dBc/MHz	-30.00	5	-2	2.14	-30.0	20	-56.1	0	0	0	0	-56.1	A110	4.0	2.14	0	2.14	-84.0	-119.8	35.8

所要改善量:35.8dB

以下の対応を実施

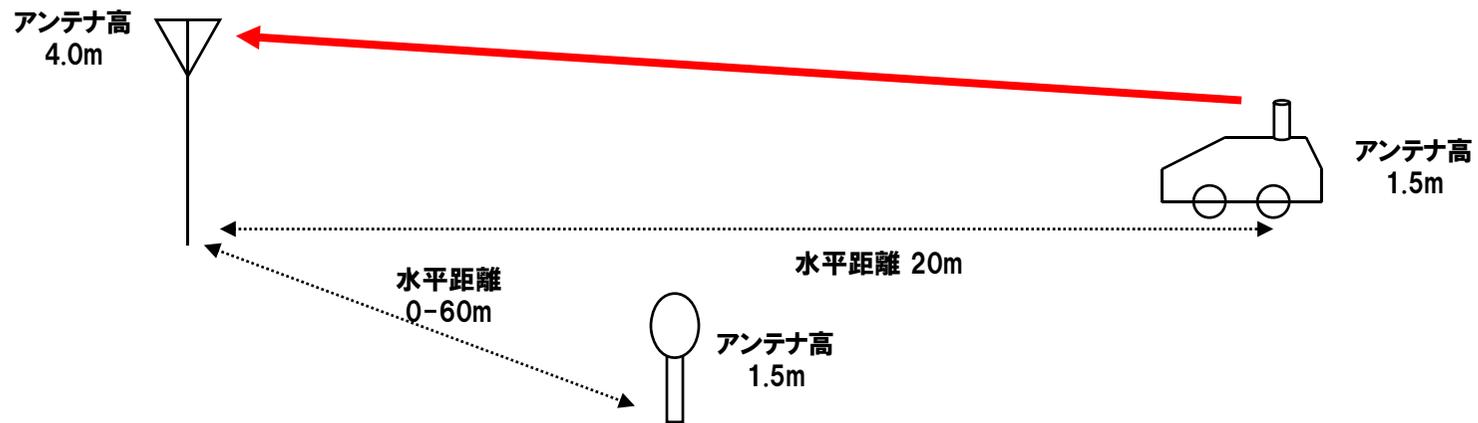
- ITS路側機マスク規格値強化:25dB

所要改善量は10.8dB残るが、以下を考慮すると共存可能

- ITS送信フィルタの実力値

▶ モデルC1 (4-1) ITS車載器→ラジオマイク

屋外のライブイベント



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]	
							マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]									送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]				受信利得合計 [dB]
4-1	C1	ITS車	1.5	19.2	10		-40dB	-30.00	5	-2	2	-30.0	20	-56.2	0	0	-3.2	0	-59.4	A110	4.0	2.14	0	2.14	-87.3	-119.8	32.5

所要改善量: 32.5dB

以下の対応を実施

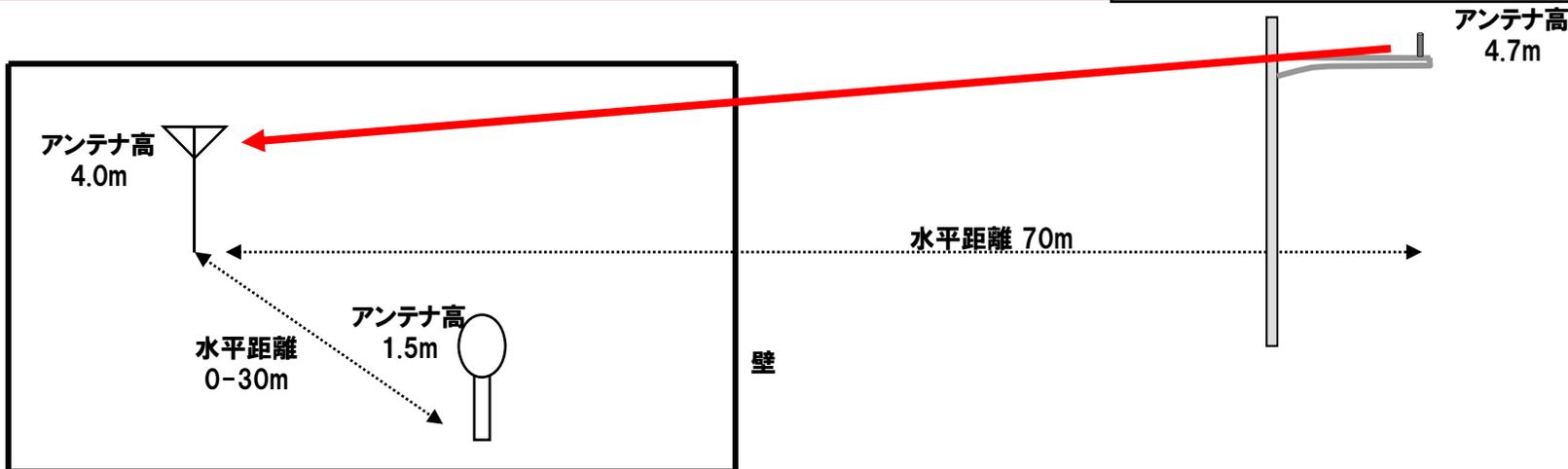
- ITS車載器マスク規格値強化: 10dB

所要改善量は22.5dB残るが、以下を考慮すると共存可能

- ITS送信フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉量低減効果
- ラジオマイクの運用方法等による干渉の緩和

▶ モデルC2 (3-1) ITS路側機→ラジオマイク

大規模展示会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力化係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路		受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	被干渉							
						マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBμ]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]			受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]
3-1	C2	ITS路	4.7	19.2	10	-40dBμ/MHz	-30.00	5	-2	2.14	-30.0	70	-67.0	0	-15	0	0	-82.0	A110	4.0	2.14	0	2.14	-109.9	-119.8	9.9

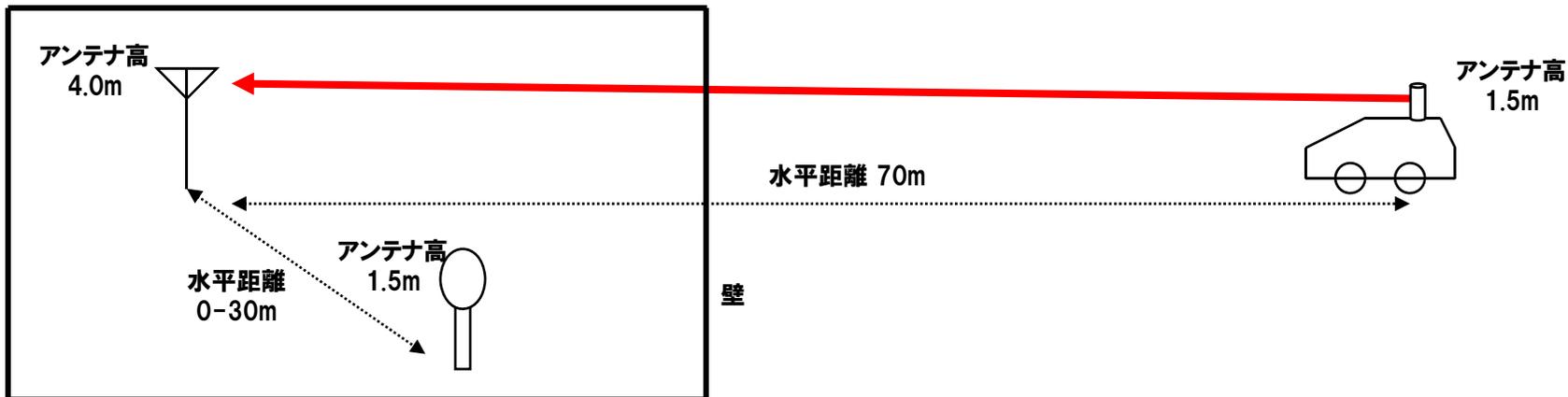
所要改善量: 9.9dB

以下を考慮すれば、共存可能

- ITS路側機マスク規格値強化: 9.9dB以上

▶ モデルC2 (4-1) ITS車載器→ラジオマイク

大規模展示会



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
						マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
4-1	C2	ITS車	1.5	19.2	10	-40dBc/MHz	-30.00	5	-2	2	-30.0	70	-67.0	0	-15	-4.5	0	-86.5	A110	4.0	2.14	0	2.14	-114.4	-119.8	5.4

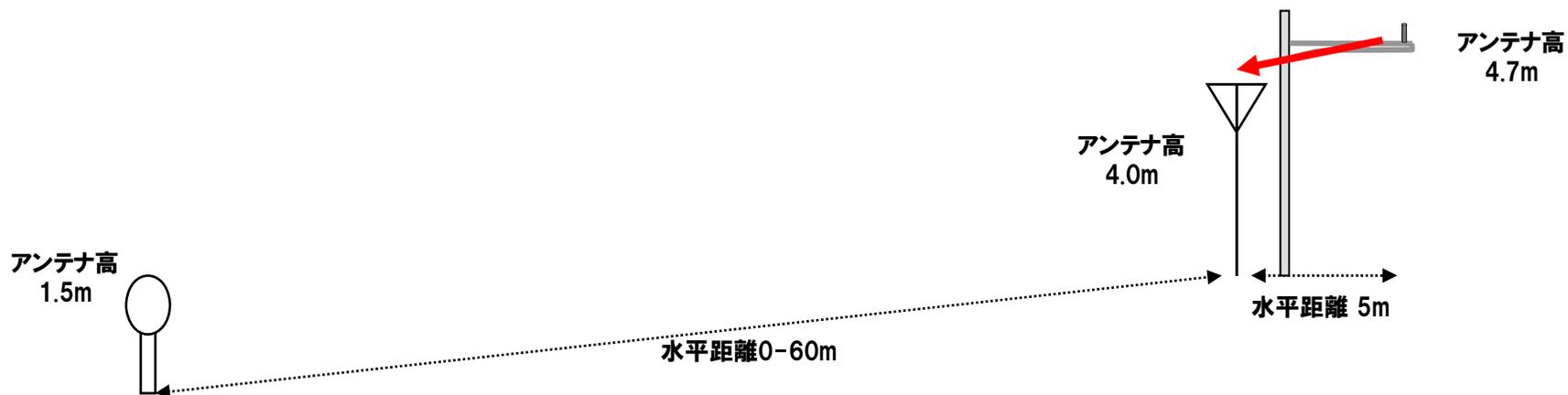
所要改善量:3.4dB

以下を考慮すれば、共存可能

- ITS車載器マスク規格値強化:3.4dB以上

▶ モデルC3 (3-1) ITS路側機→ラジオマイク

街角中継



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
							マスクリング規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]									送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]				受信利得合計 [dB]	
3-1	C3	ITS路	4.7	19.2	10		-40dB/MHz	-30.00	5	-2	2.14	-30.0	5	-44.1	0	0	0	0	0	-44.1	A110	4.0	2.14	0	2.14	-72.0	-119.8	47.8

所要改善量:47.8dB

以下の対応を実施

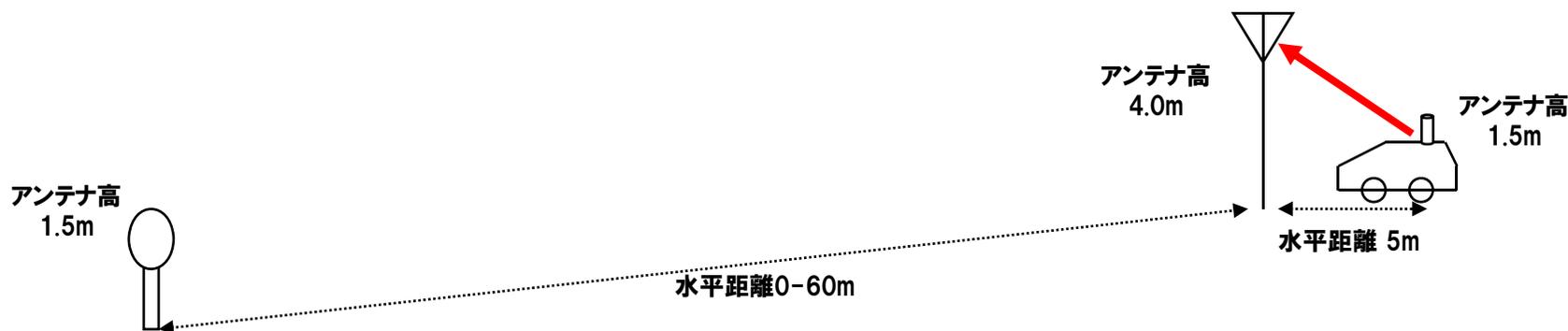
- ITS路側機マスク規格値強化:25dB

所要改善量は22.8dB残るが、以下を考慮すると共存可能

- ITS送信フィルタの実力値
- ラジオマイクの運用方法等による干渉の緩和

▶ モデルC3 (4-1) ITS車載器→ラジオマイク

街角中継



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
						マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]				受信利得合計 [dB]	
4-1	C3	ITS車	1.5	19.2	10	-40dBc/MHz	-30.00	5	-2	2	-30.0	5	-45.1	0	0	-0.2	0	-45.3	A110	4.0	2.14	0	2.14	-73.2	-119.8	46.6

所要改善量:46.6dB

以下の対応を実施

- ITS車載器マスク規格値強化:10dB

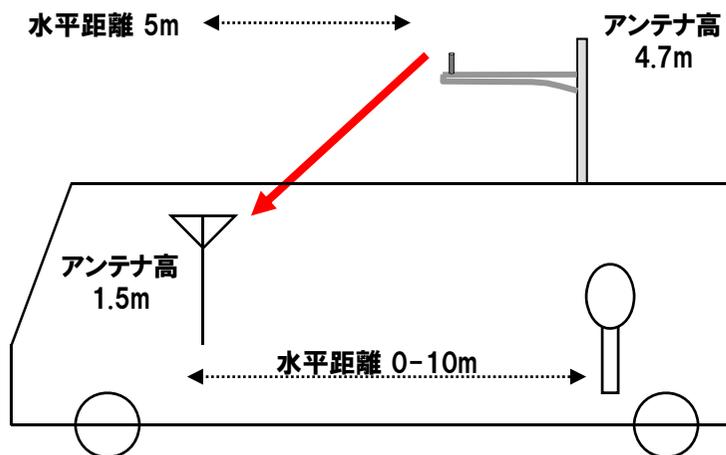
所要改善量は36.6dB残る。さらに以下を考慮しても10dB程度の所要改善量が残る。

- ITS送信フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉量低減効果
- ラジオマイクの運用方法等による干渉の緩和

本モデルで共存するためには、さらにガードバンドが2.5MHz程度必要となる。

▶ モデルD (3-1) ITS路側機→ラジオマイク

ロケバス



机上検討結果 IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	伝搬路			被干渉			受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
																	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
3-1	D	ITS路	4.7	19.2	10		-40dB _r /MHz	-30.00	5	-2	2.14	-30.0	5	-45.5	0	-15	0	0	-60.5	A110	1.5	2.14	0	2.14	-88.4	-119.8	31.4

所要改善量:31.4dB

以下の対応を実施

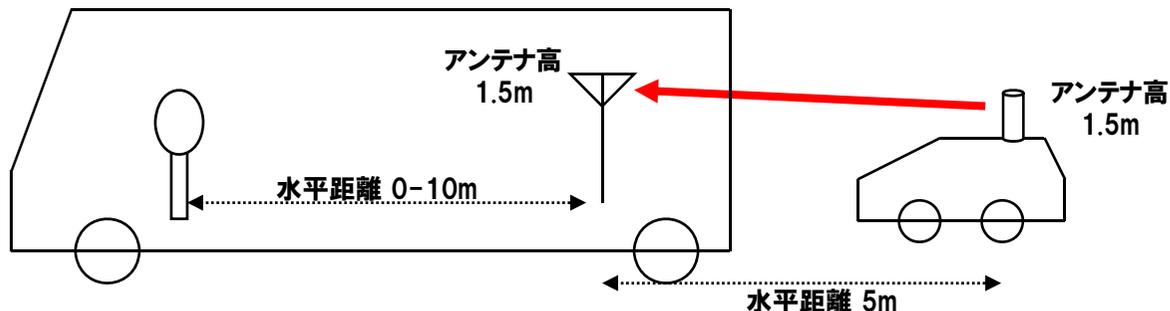
- ITS路側機マスク規格値強化:25dB

所要改善量は6.4dB残るが、以下を考慮すると共存可能

- ITS送信フィルタの実力値

▶ モデルD (4-1) ITS車載器→ラジオマイク

ロケバス



机上検討結果

IN基準、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力係数 [dB]	与干渉		隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	伝搬路			被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	IN基準干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
						マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]								壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [dB]	受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]				給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]
4-1	D	ITS車	1.5	19.2	10	-40dB/MHz	-30.00	5	-2	2	-30.0	5	-44.1	0	-15	-3.7	0	-62.8	A110	1.5	2.14	0	2.14	-90.7	-119.8	29.1

所要改善量: 29.1dB

以下の対応を実施

- ITS車載器マスク規格値強化: 10dB

所要改善量は19.1dB残るが、以下を考慮すると共存可能

- ITS送信フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉量低減効果
- ラジオマイクの運用方法等による干渉の緩和

▶ 技術検討まとめと今後の予定

ラジオマイクからITSへの与干渉について、以下を考慮すれば、GB=5MHzで共存可能
ITS希望波レベル

ITSからラジオマイクへの与干渉について、以下を考慮すれば、GB=7.5MHzで共存可能
ITS路側機マスク規格値強化:25dB
ITS車載器マスク規格値強化:10dB
ITS送信フィルタの実力値
ITS間欠送信による干渉量低減効果
ラジオマイクの運用方法等による干渉の緩和

今後、作業班で審議した後、委員会への最終報告提出予定



參考資料

▶ ラジオマイク-ITS共存検討事項整理

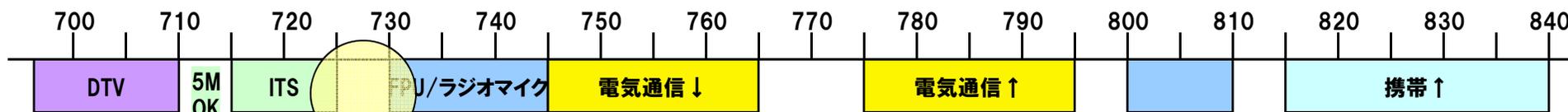
700/900帯の再編案

(1) 700MHz帯

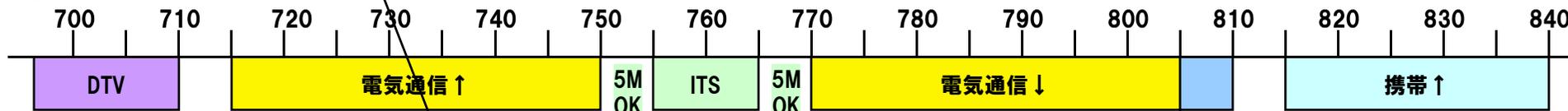
案700-1



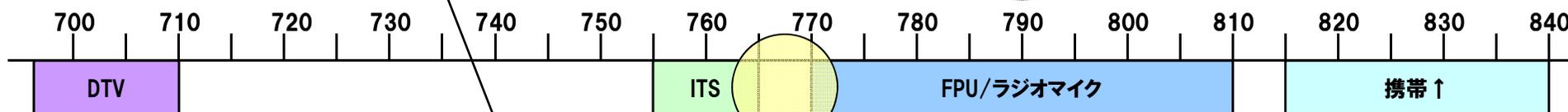
案700-2



案700-3

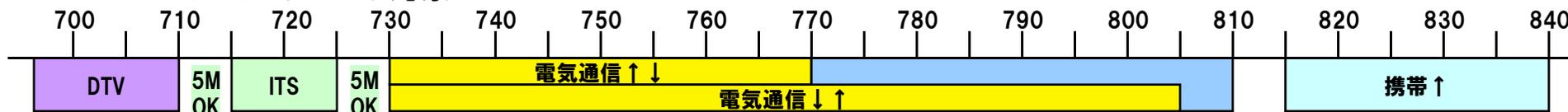


移行期の可能性として



案700-4

この2パターンが対象



▶ ITS路側機の机上検討パラメータ

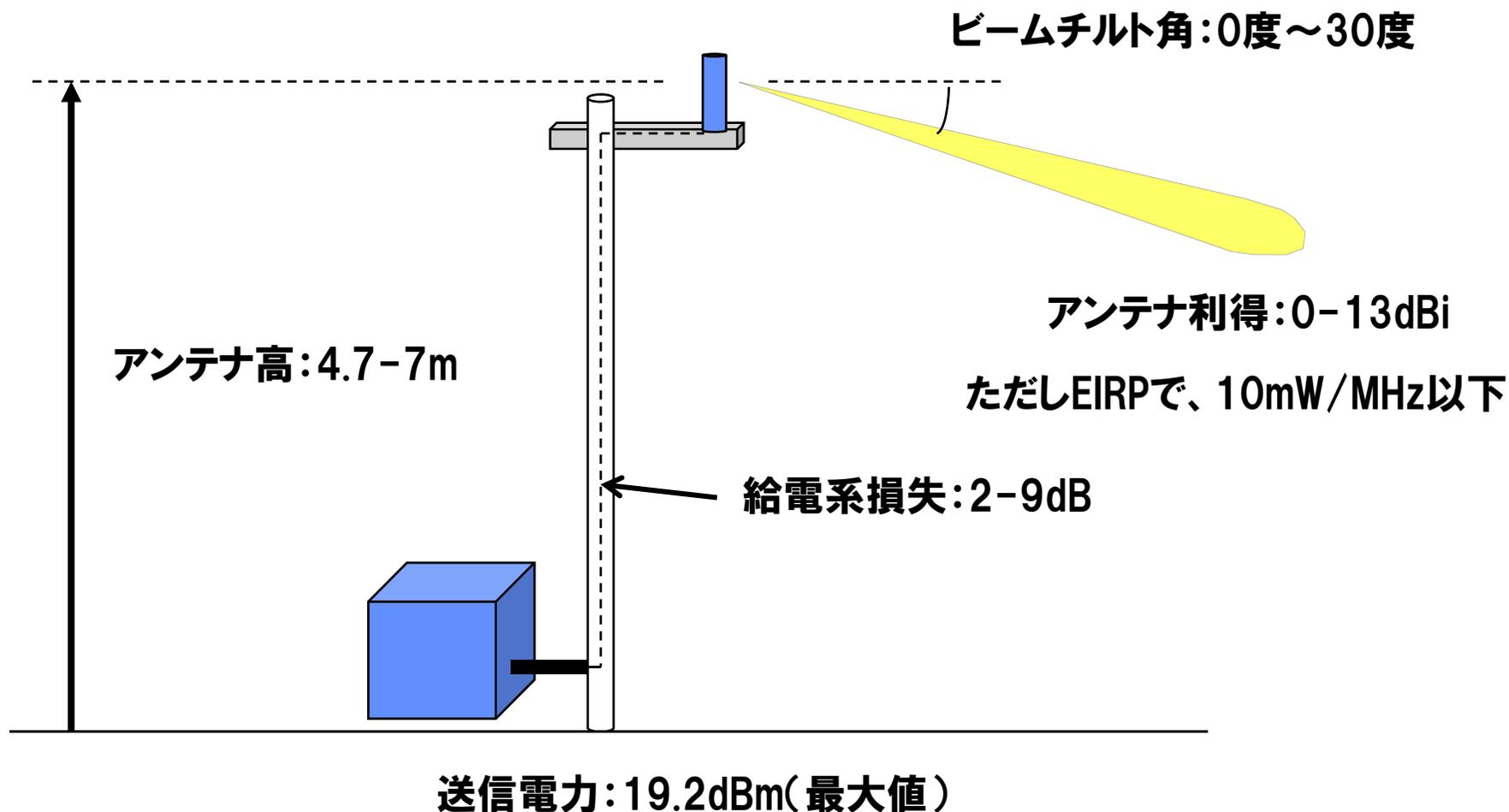
ITS路側機受信側パラメータ

パラメータ名	パラメータ値	備考
アンテナ利得	0~13dBi	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	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℃)
NF	5dB	
干渉許容レベル配分係数	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	
スプリアス干渉許容レベル(CINR基準)	- 101.0dBm/MHz	(スプリアス干渉許容レベル) = 10Log {真値 (受信電力-所要C/N) - 真値(熱雑音+NF)} - (干渉許容レベル配分)
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	ITS FORUM RC-007から引用

ITS路側機送信側パラメータ

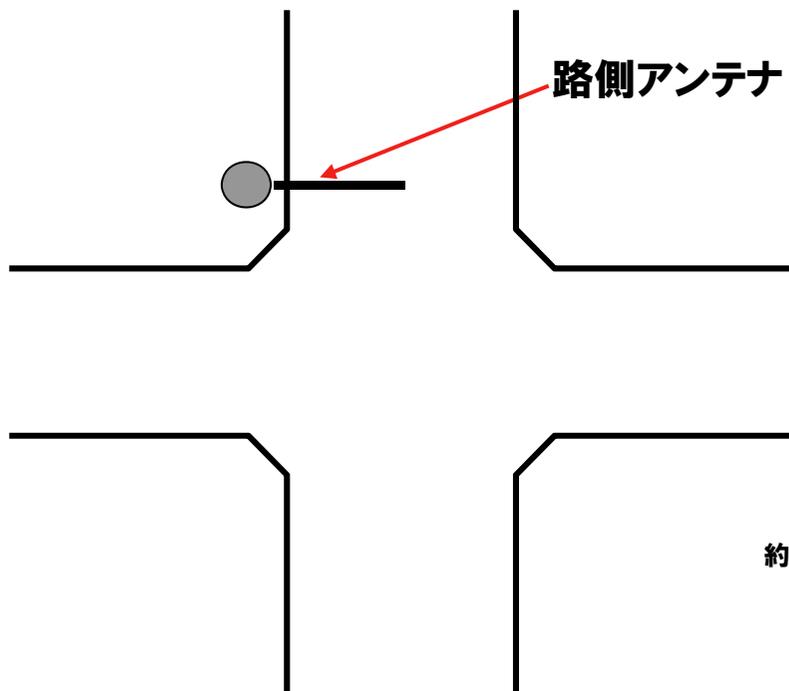
パラメータ名	パラメータ値	備考
最大送信出力 EIRP	83mw	10mW/MHz
占有帯域幅	8.3MHz	
アンテナ指向性水平	元資料参照	
アンテナ指向性垂直	元資料参照	
空中線高	4.7m ~ 7m	最も干渉が厳しくなる条件を最悪干渉モデル毎に選択
送信マスク減衰量	-40dB	センター周波数から10MHz IEEE802.11pの送信マスクClass C

▶ ITSシステムの説明資料-路側機

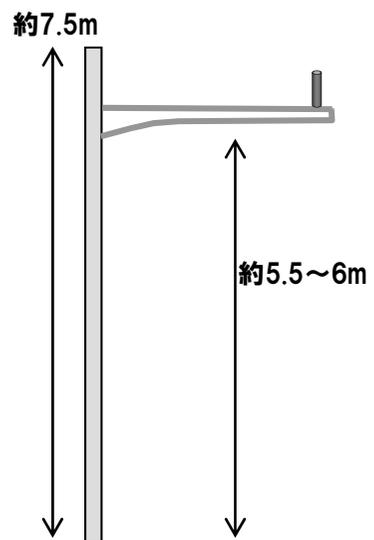
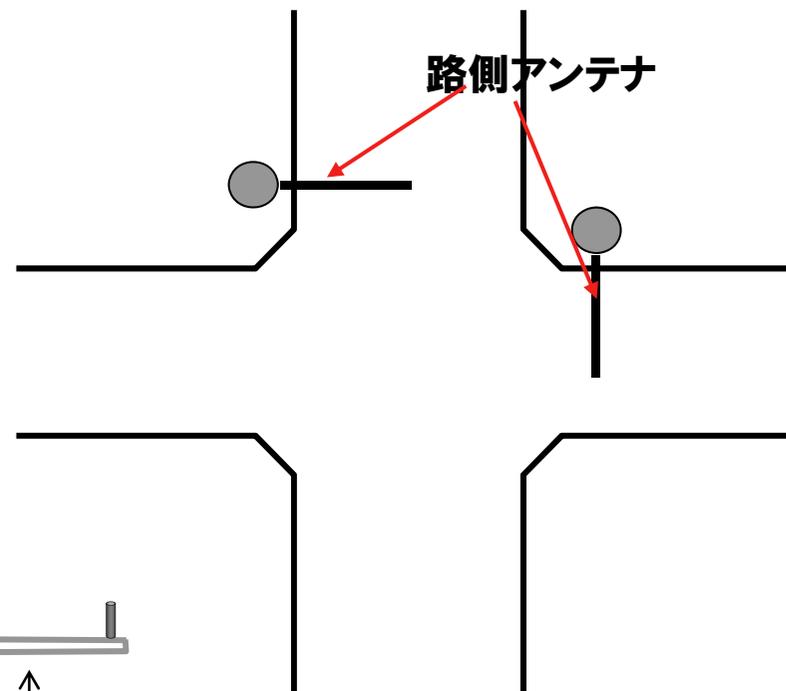


▶ ITS路側アンテナの設置例

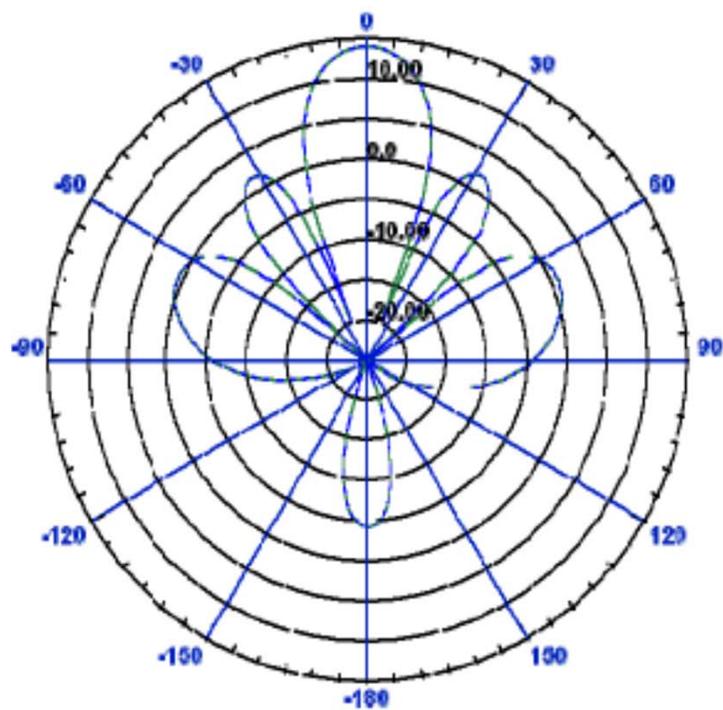
アンテナ1基の場合



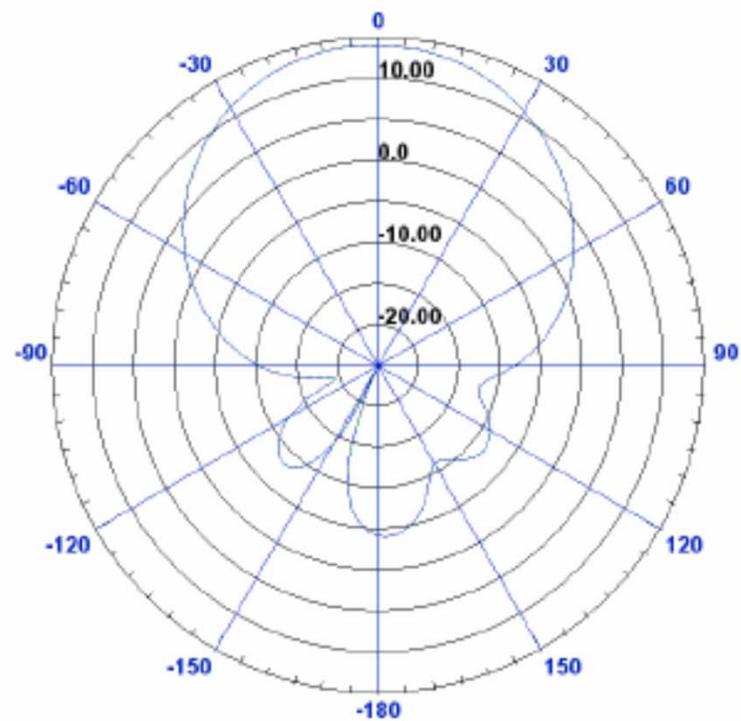
アンテナ2基の場合



▶ 路側機アンテナ指向性パターン



水平面



垂直面

▶ ITS車載器の机上検討パラメータ

ITS車載器受信側パラメータ

パラメータ名	パラメータ値	備考
アンテナ利得	0~5dBi	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	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℃)
NF	10dB	
干渉許容レベル配分係数	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	
スプリアス干渉許容レベル (CINR基準)	- 103.4dBm/MHz	(スプリアス干渉許容レベル) = 10Log {真値 (受信電力-所要C/N) - 真値 (熱雑音+NF)} - (干渉許容レベル配分)
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	ITS FORUM RC-007から引用

ITS車載器送信側パラメータ

パラメータ名	パラメータ値	備考
最大送信出力 EIRP	83mw	10mW/MHz
占有帯域幅	8.3MHz	
アンテナ指向性水平	無指向性	
アンテナ指向性垂直	元資料参照	
空中線高	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	センター周波数から10MHz IEEE802.11pの送信マスクClass C

▶ ITSシステムの説明資料-車載器

送信電力: 19.2dBm

ただしERIPで、10mW/MHz以下

アンテナ利得: 0-5dBi

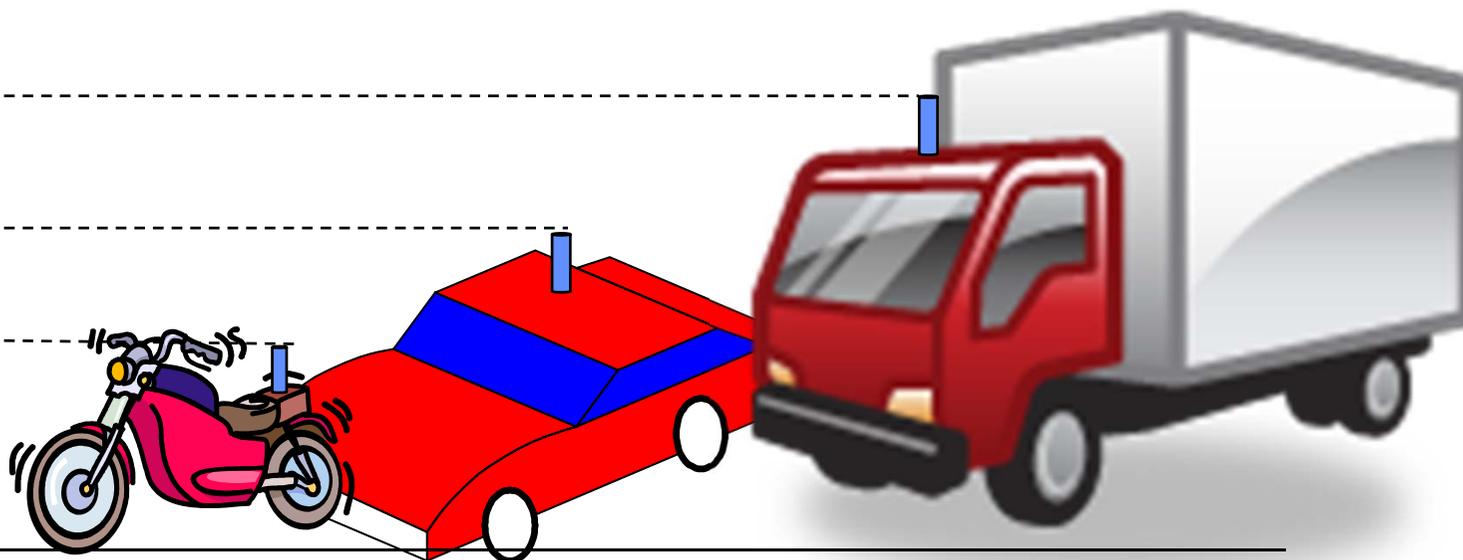
アンテナ指向性: 水平面無指向性

給電系損失: 3-5dB

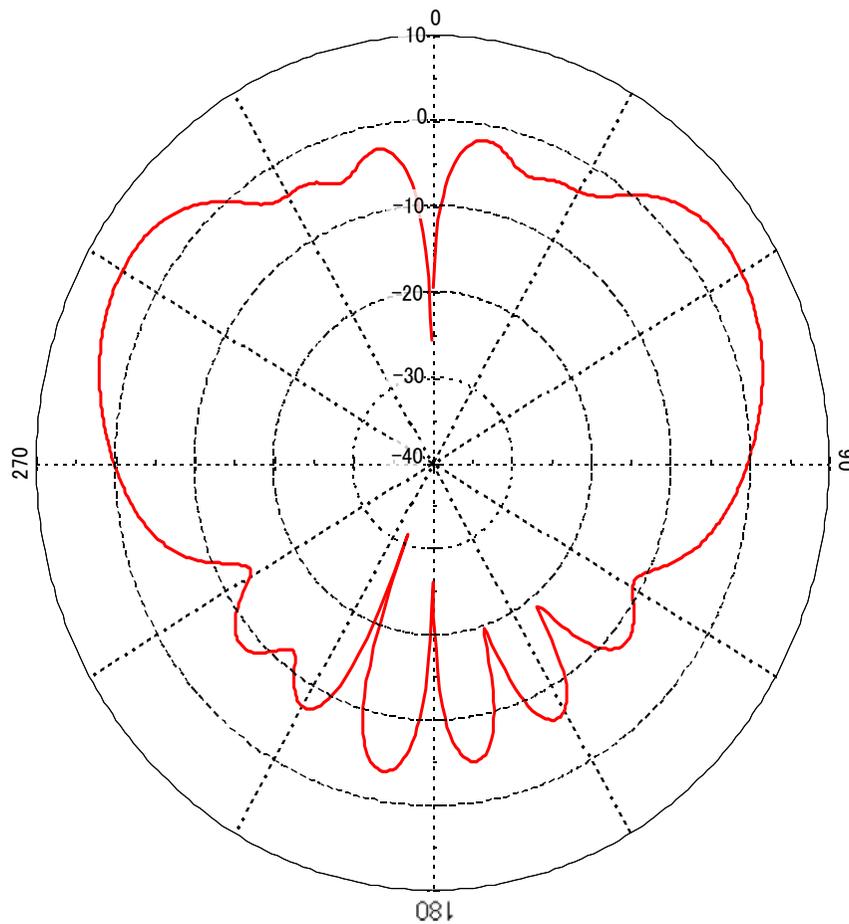
アンテナ高: 3.5m

アンテナ高: 1.5m

アンテナ高: 1.0m



▶ 車載器アンテナ指向性パターン



ITS車載機 垂直面アンテナパターン
(水平面は無指向性)

▶ ラジオマイクの机上検討パラメータ

ラジオマイク送信側パラメータ

項目	アナログ (110kHz)	アナログ (330kHz)	デジタル
送信帯域	(A型) 779-788, 797-806 MHz (B型) 806-810 MHz	(A型) 779-788, 797-806 MHz	(A型) 770-806 MHz (B型) 806-810 MHz
占有帯域幅	110kHz	330kHz	(A型) 288kHz (B型) 192kHz
送信空中線電力	10mW以下		(A型) 50mW以下 (B型) 10mW以下
送信空中線利得	2.14dBi		
送信給電線損失	0dB		
不要発射強度	60dBc/110kHz (搬送波から250kHz離調) 60dBc/330kHz (搬送波から500kHz離調) 2.5 μW以下 (スプリアス発射)		40dBc/288kHz (搬送波から500kHz離調) 40dBc/192kHz (搬送波から375kHz離調) 2.5 μW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 水平面	指向特性無し		
アンテナ指向性 垂直面			
空中線高	1.5m		

ラジオマイク受信側パラメータ

項目	アナログ (110kHz)	アナログ (330kHz)
空中線高	4m / 1.5m	
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) *1	-124.6 dBm (モデルA-C) 所要D/U 40dB (モデルD,E) *1

*1 モデルA-Eは、ラジオマイクと電気通信の共存検討時のモデル。詳細は元資料参照。

その他参考情報

アナログB型200万本程度、アナログA型2万本程度、デジタル19本程度

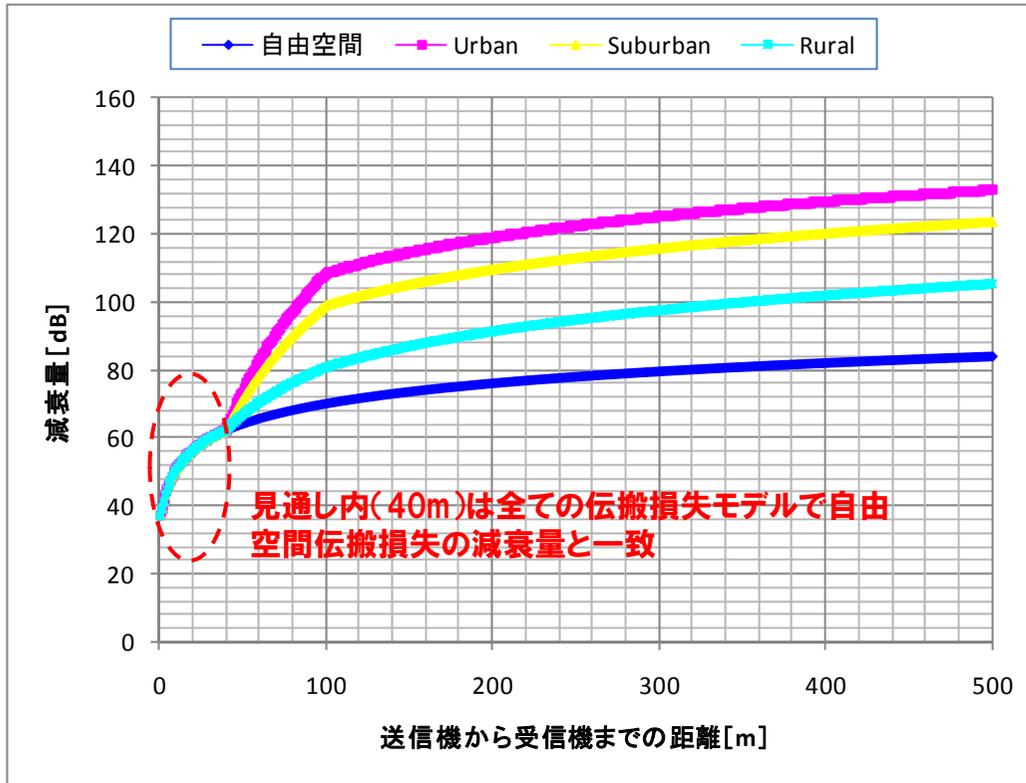
▶ モンテカルロシミュレーションパラメータ

【ラジオマイク電氣的条件】

項目	パラメータ値
中心周波数	770.144MHz
最大送信出力	16.99dBm
送信出力(確率密度分布)	最大送信出力で一定
占有帯域幅	288kHz
送信アンテナ利得(最大)	2.14dBi
アンテナパターン	オムニ
送信給電線損失	0dB
送信マスク	シミュレーションで使用するラジオマイク送信マスク図参照
アンテナ高	1.5m
人体損失	10dB

▶ モンテカルロシミュレーション伝搬モデルの確認

拡張秦モデルの計算例 (ラジオマイク中継車 [固定] 送信→ITS車載器受信)



拡張秦モデルの計算式

$$d < 40m$$

$$L = 32.4 + 20\log(f) + 10\log[d^2 + (H_b - H_m)^2 / 10^6]$$

$$40m \leq d < 100m$$

$$L = 0.04 + [\log(d) - \log(\log 0.04)] / [\log(0.1) - \log(0.04)] * [L(0.1) - L(0.04)]$$

$$d \geq 100m$$

$$L_{Urban} = 69.6 + 26.2\log(f) - 13.82\log(\max\{30, H_b\}) + [44.9 - 6.55\log(\max\{30, H_b\})](\log(d)) - a(H_m) - b(H_b)$$

但し、

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

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

$$L_{Suburban} = L_{Urban} - 2\{\log(f/28)\}^2 - 5.4$$

$$L_{Rural} = L_{Urban} - 4.78\{\log(f)\}^2 + 18.33\log(f) - 40.94$$

L: 減衰量 [dB], f: 周波数 [MHz], d: 距離 [km]

h1: 送信機のアンテナ高 [m], h2: 受信機のアンテナ高 [m],

Hb: min(h1, h2), Hm: max(h1, h2)