

FPU-ITS共存検討結果報告資料

2011年12月2日
FPU-ITS共存検討アドホックグループ

▶ FPU-ITS共存検討組合せ表

				与干涉					
				FPU				ITS	
				モデルA	モデルB	モデルC	モデルD	路側機	車載器
				ビル(40m)	中継車 (停車)	中継車 (走行中)	ハンドキャリアー		
被 干 渉	FPU	モデルA	ビル(40m)					3-1	4-1
		モデルE	仮設(7m)					3-2	4-2
		モデルB	中継車 (停車)					3-3	4-3
	ITS	路側機		1-1	1-2	1-3	1-4		
		車載器		2-1	2-2	2-3	2-4		

▶ FPU-ITS共存検討モデルと干渉組合せ番号対比表

FPU与干渉 (ITS被干渉)

モデル名	組合せ番号	FPU側				干渉方向	ITS側
		ユースケース		送信 ANT利得 指向性	受信 ANT利得 指向性		
		設置場所	運用場所				
モデルA	1-1	ビル	道路近傍	12.0dBi 指向性	N/A		路側機
	2-1					車載器	
モデルB	1-2	中継車 (停車)	道路上	12.0dBi 指向性	N/A		路側機
	2-2					車載器	
モデルC	1-3	中継車 (走行中)	道路上	5.2dBi 無指向性	N/A		路側機
	2-3					車載器	
モデルD	1-4	ハンドキャリアー	歩道上	5.2dBi 無指向性	N/A		路側機
	2-4					車載器	

ITS与干渉 (FPU被干渉)

モデル名	組合せ番号	FPU側				干渉方向	ITS側
		ユースケース		送信 ANT利得 指向性	受信 ANT利得 指向性		
		設置場所	運用場所				
モデルA	3-1	ビル	道路近傍	N/A	23.5dBi 指向性		路側機
	4-1					車載器	
モデルB	3-3-1	中継車 (停車)	道路上	N/A	12.0dBi 指向性		路側機
	4-3-1					車載器	
	3-3-2				23.5dBi 指向性		路側機
	4-3-2					車載器	
モデルE	3-2	仮設	道路近傍	N/A	5.2dBi 無指向性		路側機
	4-2					車載器	

▶ 共存検討まとめ

FPUからITS路側機/車載器への与干渉は、以下を考慮すれば、GB=5MHzで共存可能。

- FPU送信フィルタの実力値
- ITS実運用時の希望波のレベル

ITS路側機からFPUへの与干渉は、以下を考慮すれば、GB=5MHzで共存可能。

- ITS路側機マスク規格値強化:25dB
- ITS送信フィルタの実力値
- ITS路側機の代表的なアンテナ高
- ITS間欠送信による干渉緩和効果
- FPU伝送時のインターリーブ効果
- FPUアンテナを至近距離のITS路側機へ向ける可能性が低い点

ITS車載器からFPUへの与干渉は、以下を考慮すれば、GB=5MHzで共存可能。

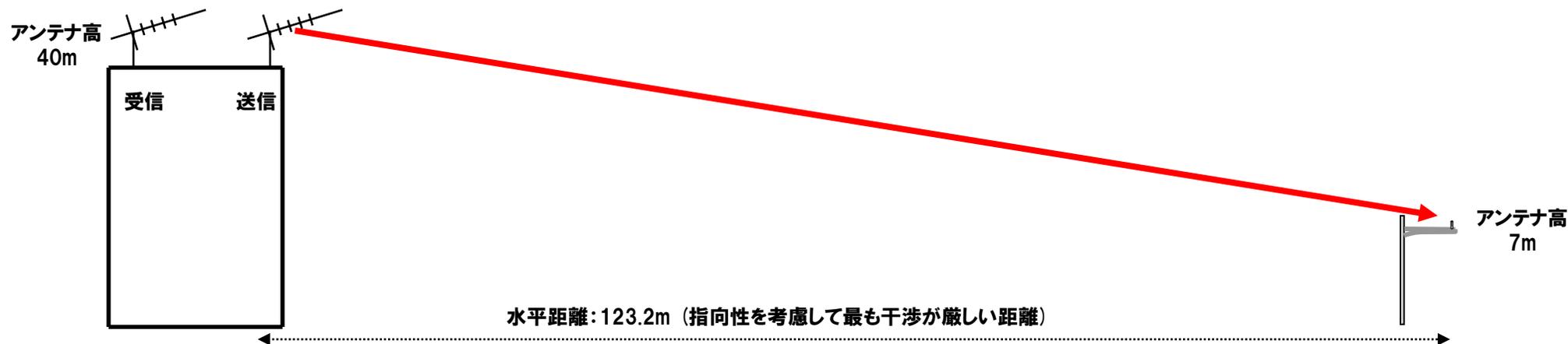
- ITS車載器マスク規格値強化:10dB
- ITS送信フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉緩和効果
- FPU伝送時のインターリーブ効果



共存検討結果

FPUからITSへの干渉モデル

モデルA (1-1) FPU (ビル設置) →ITS路側機



机上検討結果

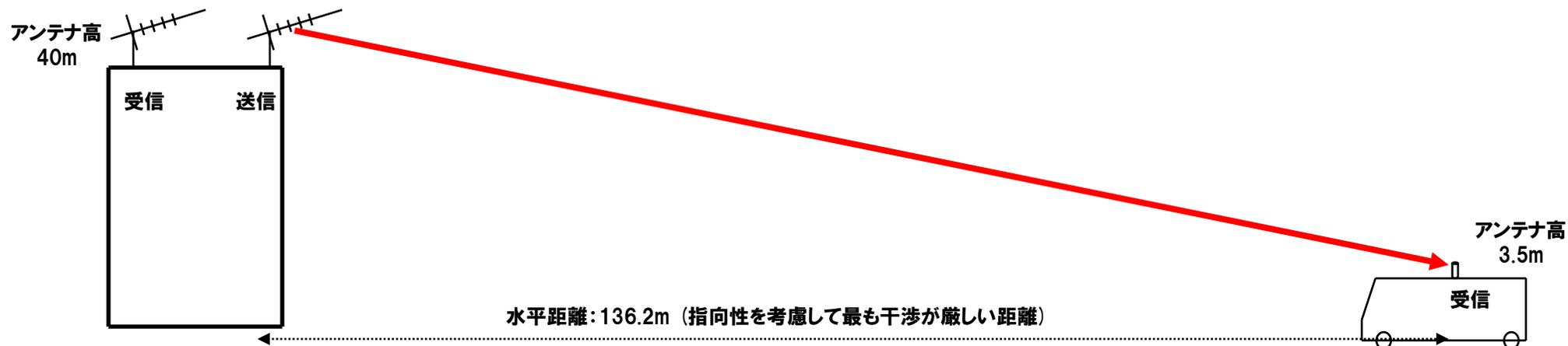
IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	与干渉										伝搬路					被干渉				受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dBi]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	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]	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 [dBi]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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]								
1-1	A	FPUビル	40	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	12	1.0	123.2	-	127.5	-78.1	0	0	-2.5	-0.5	-81.1	ITS路	7.0	13	-2	11	-69.1	-109.6	40.5

所要改善量: 40.5dB

FPU送信フィルタ実力値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A (2-1) FPU (ビル設置) →ITS車載器



机上検討結果

IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

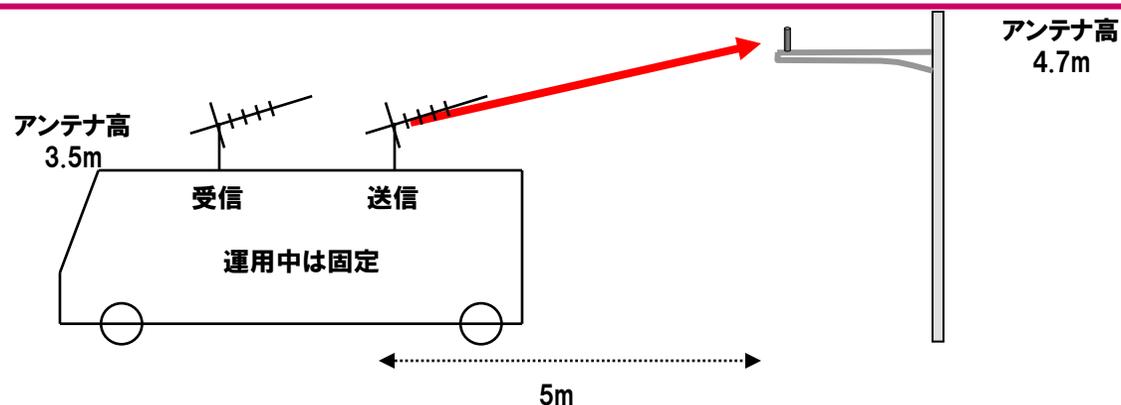
組合せ番号	モデル番号	与干渉										伝搬路					被干渉				受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dBi]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dBi]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	離隔距離 [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]								
2-1	A	FPUビル	40	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	12	1.0	136.2	-	141	-88.2	0	0	-5.1	-1	-94.3	ITS車	3.5	5	-2	3	-90.3	-104.6	14.3

所要改善量: 14.3dB

以下を考慮すれば、共存可能。

- FPU送信フィルタの実力値
- ITS実運用時の希望波のレベル

▶ モデルB (1-2) FPU (3.5m中継車) →ITS路側機



机上検討結果

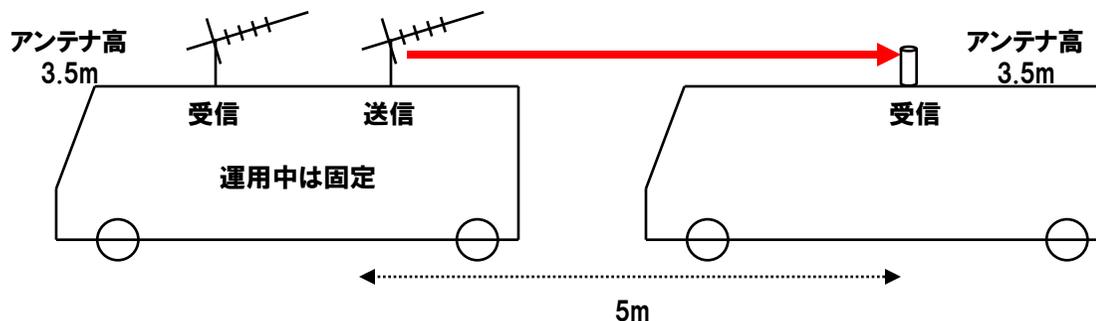
IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	与干渉										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]	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]	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]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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]	受電機	給電損失 [dB]	受電機								
1-2	B	中継車固定	3.5	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	12	1.0	5.0	5.0	5.1	-44.3	0	0	-2.3	-0.3	-46.9	ITS路	4.7	13	-2	11	-34.9	-109.6	74.7			

所要改善量:74.7dB

FPU送信フィルタ実力値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 (2-2) FPU (3.5m中継車) →ITS車載器 (トラック)



机上検討結果

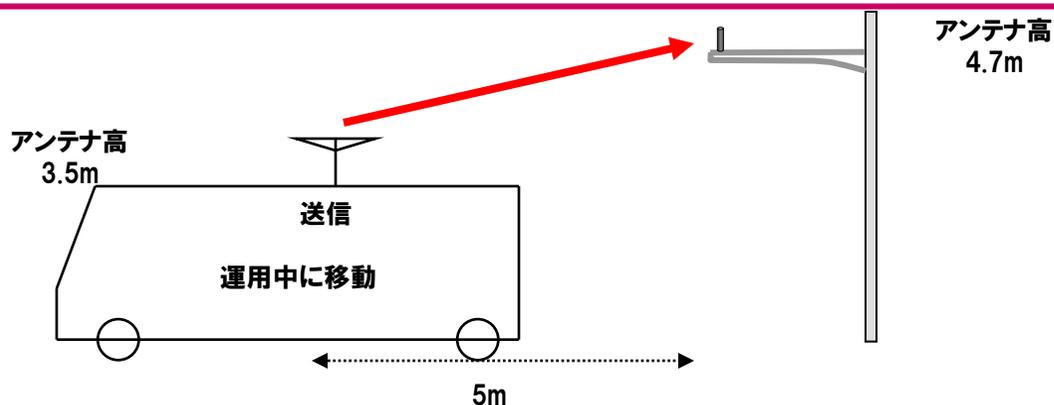
IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

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]	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]	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 [dBi]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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 [dBi]	受信利得合計 [dB]
2-2	B	中継車固定	3.5	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	12	1.0	5.0	5.0	5	-44.0	0	0	0	-5.1	-49.1	ITS車	3.5	5	-2	3	-45.1	-104.6	59.5

所要改善量:59.5dB

FPU送信フィルタ実力値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C (1-3) FPU (3.5m中継車) →ITS路側機



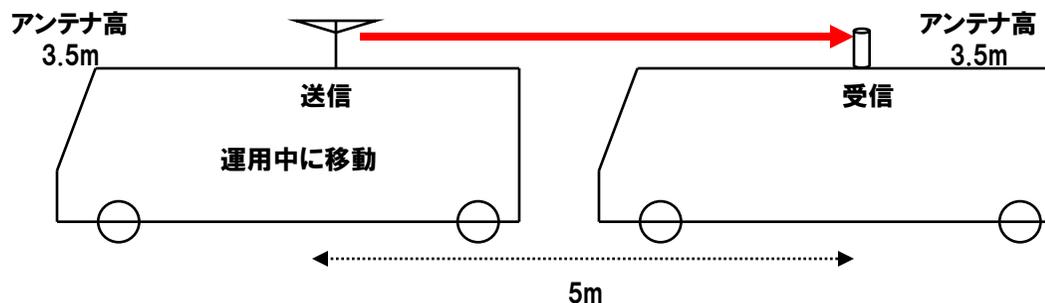
机上検討結果 IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	与干渉										伝搬路						被干渉				受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dBi]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	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]	マスク/スプリアス規格値 [dBc,dBr]	突干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dBi]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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]	給電損失 [dBi]								
1-3	C	中継車移動	3.5	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	5.2	-5.8	5.0	5.0	5.1	-44.3	0	0	-1.1	-0.3	-45.7	ITS路	4.7	13	-2	11	-40.5	-109.6	69.1	

所要改善量:69.1dB

FPU送信フィルタ実力値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C (2-3) FPU (3.5m中継車) →ITS車載器 (トラック)



机上検討結果

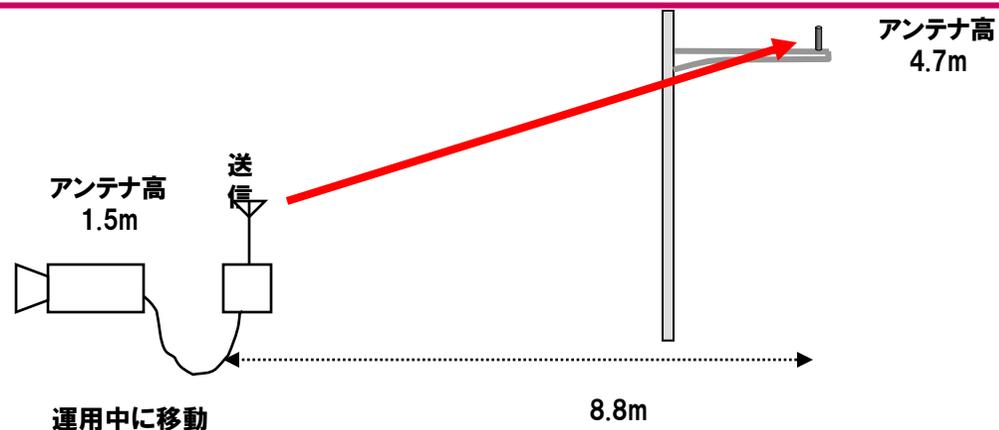
IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

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]	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]	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 [dBi]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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 [dBi]	受信利得合計 [dB]
2-3	C	中継車移動	3.5	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	5.2	-5.8	5.0	5.0	5	-44.0	0	0	0	-5.1	-49.1	ITS車	1.5	5	-2	3	-51.9	-104.6	52.7

所要改善量:52.7dB

FPU送信フィルタ実力値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 (1-4) FPU (ハンドキャリア) →ITS路側機



机上検討結果

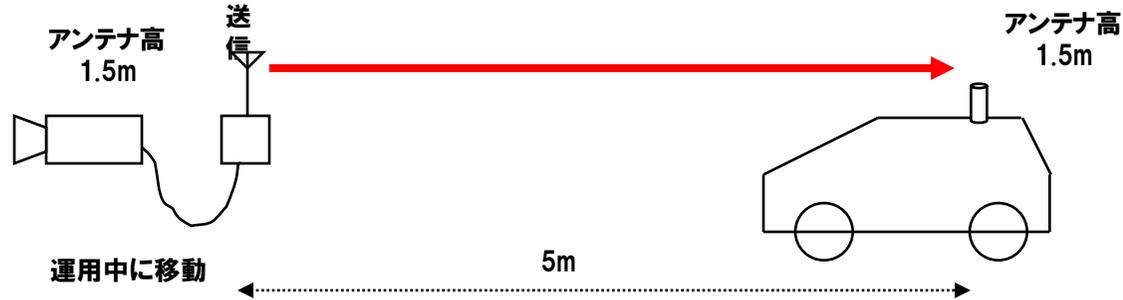
IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	与干渉										伝搬路							被干渉				受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dBi]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	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]	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 [dBi]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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]	給電損失 [dBi]	受信利得合計 [dB]								
1-4	D	ハンディ	1.5	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	5.2	-5.8	8.8	5.0	9.4	-49.5	0	0	-3.6	-0.2	-53.3	ITS路	4.7	13	-2	11	-48.1	-109.6	61.5		

所要改善量:61.5dB

FPU送信フィルタ実力値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 (2-4) FPU (ハンドキャリア) →ITS車載器 (乗用車)



机上検討結果 IN基準、FPUフィルタ規格値、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	与干渉										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]	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]	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]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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									
2-4	D	ハンディ	1.5	37	27.5	37dBc	-9.5	5	-1.5	5.2	-5.8	5.0	5.0	5	-44.0	0	0	-0.7	-5.1	-49.8	ITS車	1.5	5	-2	3	-52.6	-104.6	52.0		

所要改善量:52.0dB

FPU送信フィルタ実力値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を実施するモデルについて

略称	FPU側					ITS側	
	ユースケース			ANT高	送信ANT利得指向性	ITS車載器	ITS路側機
	設置場所	運用場所	送受				
モデルA	ビル	道路近傍	送受	40m	12dBi 指向性	実施	実施
モデルB	中継車 (停車)	道路上 道路近傍	送受	3.5m	12.0dBi 指向性	実施	実施
モデルC	中継車 (走行)	道路上 道路近傍	送	3.5m	5.2dBi 無指向性	実施	実施
モデルD	ハンドキ ャリー	歩道上 道路近傍	送	1.5m	5.2dBi 無指向性	実施	実施
モデルE	仮設	道路近傍	受	7m	N/A	N/A	N/A

シミュレーション結果 (FPU→ITS路側機)

ITS被干渉許容判断基準:IN基準

FRJ	市区町村	ITS被干渉許容判断基準 [dB]	市区町村A	市区町村B	市区町村C	市区町村E
			市区町村A→市区町村	市区町村B→市区町村	市区町村C→市区町村	市区町村E→市区町村
		市区町村ITS被干渉許容判断基準 [dB]	-1096	-1096	-1096	-1096
1	Urban	市区町村 [dB]	-1309	-1493	-1462	-1540
		市区町村 [dB]	-21.3	-397	-366	-444
	Suburban	市区町村 [dB]	-1188	-1401	-1381	-1415
		市区町村 [dB]	-92	-305	-285	-319
	Rural	市区町村 [dB]	-1021	-1238	-1176	-1227
		市区町村 [dB]	7.5	-142	-8	-131
2	Urban	市区町村 [dB]	-1246	-1453	-1375	-1476
		市区町村 [dB]	-150	-357	-279	-380
	Suburban	市区町村 [dB]	-1142	-1370	-1300	-1342
		市区町村 [dB]	-46	-274	-204	-246
	Rural	市区町村 [dB]	-969	-1165	-1112	-1196
		市区町村 [dB]	127	-69	-16	-10

ITS被干渉許容判断基準:CINR基準 (IN基準でOKとならなかったモデルのみ実施)

FRJ	市区町村		市区町村A
			市区町村→市区町村
1	Rural	CINR市区町村 [%]	0.06
		市区町村 [dB]	なし
2	Rural	CINR市区町村 [%]	0.14
		市区町村 [dB]	なし

シミュレーション結果 (FPU→ITS車載器)

ITS被干渉許容判断基準:IN基準

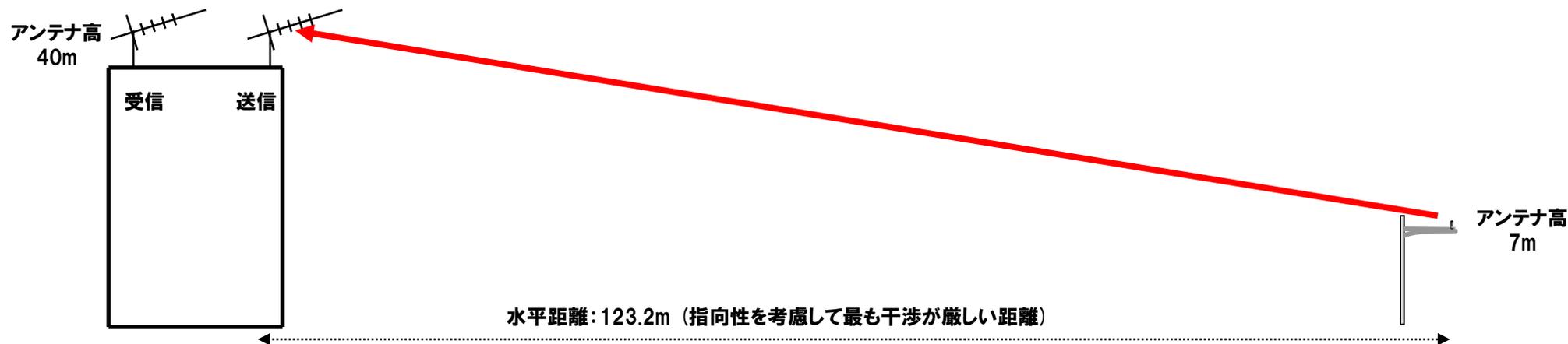
FPU	市区	市区ITS	市区A	市区B	市区C	市区E
			市区→市区	市区→市区	市区→市区	市区→市区
		市区ITS	-1046	-1046	-1046	-1046
1	市区	市区	-1439	-1620	-161.1	-165.2
		市区	-39.3	-57.4	-56.5	-60.6
	郊区	郊区	-1346	-1527	-152.1	-155
		郊区	-30	-48.1	-47.5	-50.4
	rural	rural	-1137	-135.1	-133	-138.6
		rural	-9.1	-30.5	-28.4	-34
2	市区	市区	-137.2	-158.2	-154.1	-161.7
		市区	-32.6	-53.6	-49.5	-57.1
	郊区	郊区	-126.4	-151.2	-143.1	-153
		郊区	-21.8	-46.6	-38.5	-48.4
	rural	rural	-109.8	-129.6	-124.6	-132
		rural	-5.2	-2.5	-2.0	-27.4



共存検討結果

ITSからFPUへの干渉モデル

▶ モデルA (3-1) ITS路側機→FPU (ビル設置)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

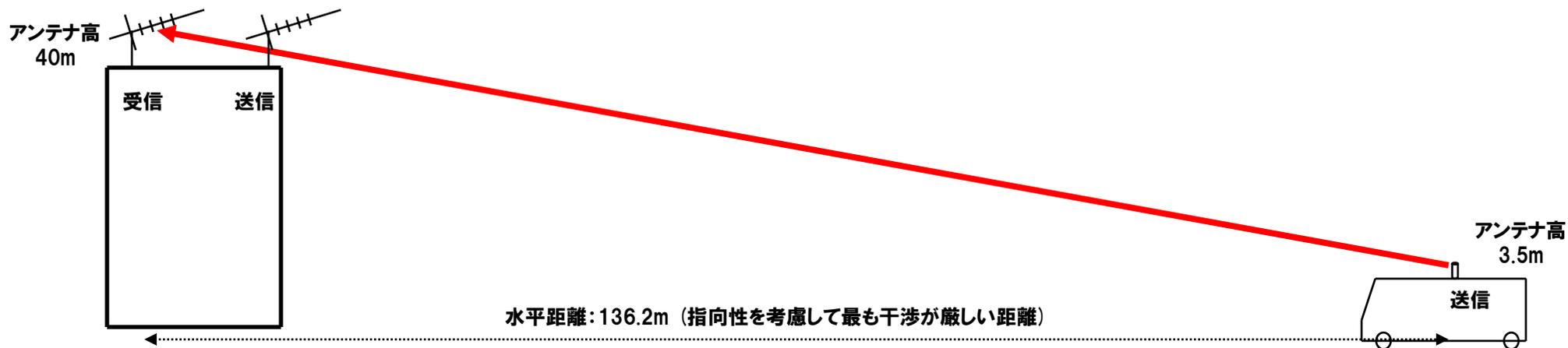
組合せ番号	モデル番号	与干渉											伝搬路						被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]			
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBm]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	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]
3-1	A	ITS路	7	19.2	10	40dBc	-30.0	5	-2	2.14	-30.0	123.2	-	127.5	-78.1	0	0	0	-2.5	-80.6	FPUビル	40.0	23.5	-1.5	22	-88.6	-119.8	31.2

所要改善量: 31.2dB

以下を考慮すれば、共存可能

- ITS路側機マスク規格値強化: 25dB
- ITS路側機フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉量低減効果

モデルA (4-1) ITS車載器 (トラック) →FPU (ビル設置)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

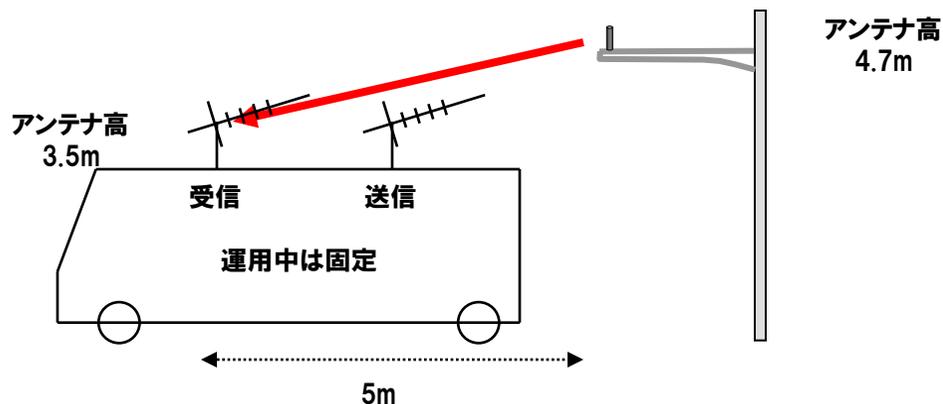
組合せ番号	モデル番号	与干渉										伝搬路							被干渉				所要改善量 [dB]						
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBm]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	送信指向性減衰量 [dB]	受信指向性減衰量 [dB]	伝搬減衰合計 [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]	干渉許容レベル [dBm/MHz]
4-1	A	ITS車	3.5	19.2	10		40dBc	-30.0	5	-2	5	-30.0	136.2	-	141	-88.2	0	0	-1.8	-2	-92.0	FPUビル	40.0	23.5	-1.5	22	-100.0	-119.8	19.8

所要改善量: 19.8dB

以下を考慮すれば、共存可能

- ITS車載器マスク規格値強化: 10dB
- ITS車載器フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉量低減効果

▶ モデルB (3-3-1) ITS路側機→FPU12dBi (3.5m中継車)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

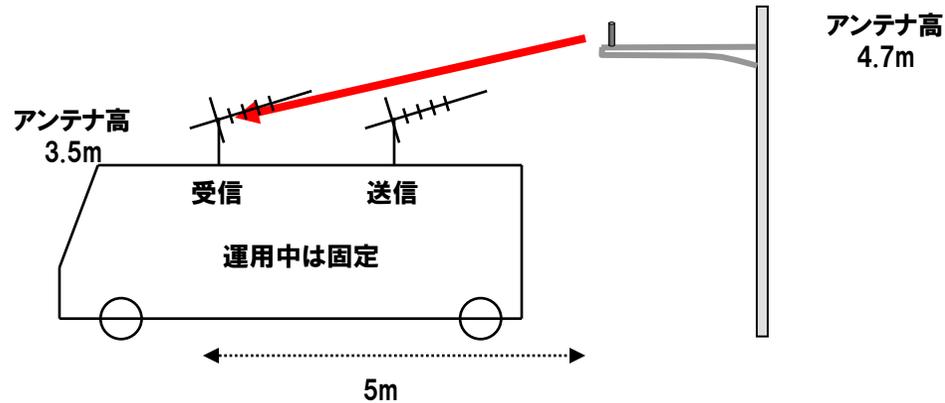
組合せ番号	モデル番号	与干渉											伝搬路							被干渉				受干渉電力合計 [dBm/MHz]	干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBr]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	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]
3-3	B	ITS路	4.7	19.2	10	40dB	-30.0	5	-2	2.14	-30.0	5.0	5.0	5.1	-44.3	0	0	-0.3	-2.3	-46.9	中継車固定	3.5	12	-1.5	10.5	-66.4	-119.8	53.4

所要改善量: 53.4dB

以下を考慮すれば、共存可能

- ITS路側機マスク規格値強化: 25dB
- ITS路側機フィルタの実力値
- ITS路側機の代表的なアンテナ高
- ITS間欠送信による干渉量低減効果
- FPU伝送時のインターリーブ効果

▶ モデルB (3-3-2) ITS路側機→FPU23.5dBi (3.5m中継車)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

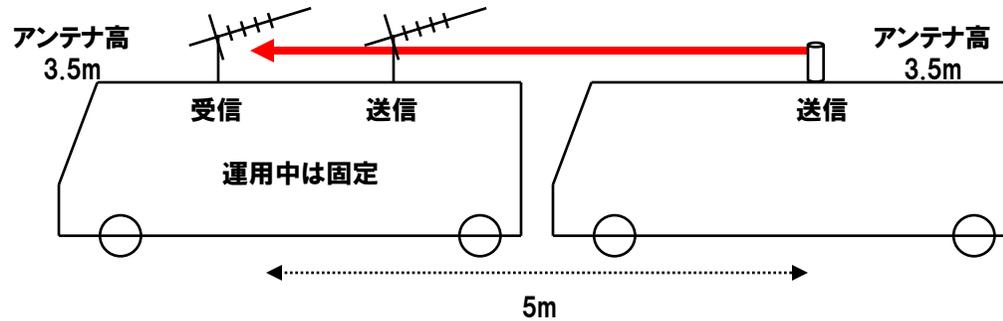
組合せ番号	モデル番号	与干渉											伝搬路						被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]			
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	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]
3-3	B	ITS路	4.7	19.2	10	40dB	-30.0	5	-2	2.14	-30.0	5.0	5.0	5.1	-44.3	0	0	-0.3	-1.7	-46.3	中継車固定	3.5	23.5	-1.5	22	-54.3	-119.8	65.5

所要改善量: 65.5dB

以下を考慮すれば、共存可能

- ITS路側機マスク規格値強化: 25dB
- ITS路側機フィルタの実力値
- ITS路側機の代表的なアンテナ高
- ITS間欠送信による干渉量低減効果
- FPU伝送時のインターリーブ効果
- FPUアンテナを至近距離のITS路側機へ向ける可能性が低い点

▶ モデルB (4-3-1) ITS車載器 (トラック) →FPU12dBi (3.5m中継車)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

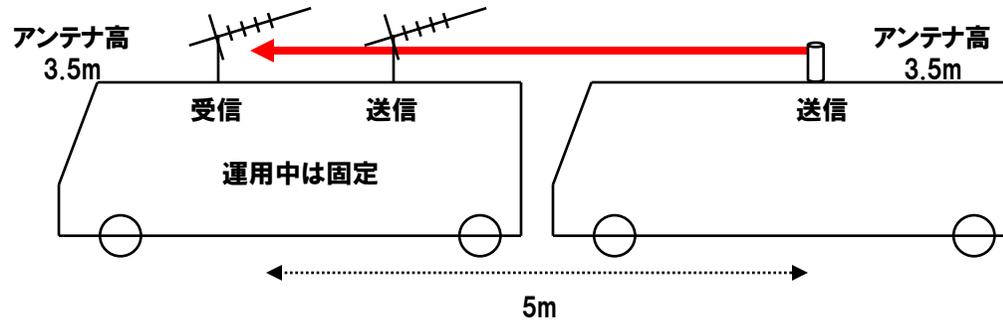
組合せ番号	モデル番号	与干渉											伝搬路							被干渉				受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]		
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dB]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	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]
4-3	B	ITSトラック	3.5	19.2	10	40dB	-30.0	5	-2	5	-30.0	5.0	5.0	5	-44.0	0	0	-5.1	0	-49.1	中継車固定	3.5	12	-1.5	10.5	-68.6	-119.8	51.2

所要改善量: 51.2dB

以下を考慮すると、共存可能

- ITS車載器マスク規格値強化: 10dB程度
- 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
- FPU伝送時のインターリーブ効果

▶ モデルB (4-3-2) ITS車載器 (トラック) →FPU23.5dBi (3.5m中継車)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

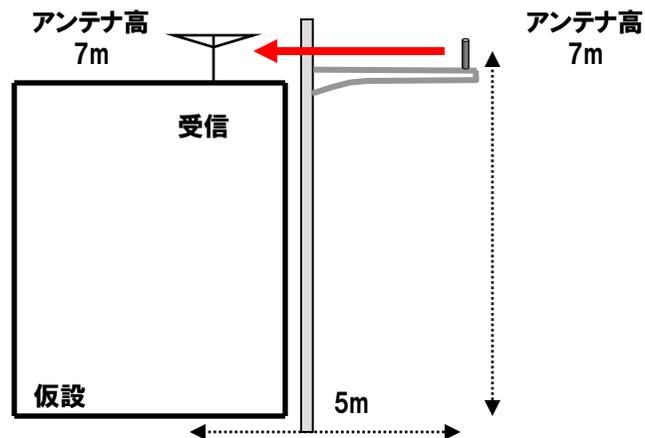
組合せ番号	モデル番号	与干渉											伝搬路							被干渉				受信機	ANT高 [m]	ANT利得 [dBi]	給電損失 [dB]	受信利得合計 [dB]	受信干渉電力合計 [dBm/MHz]	干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBm]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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]								
4-3	B	ITS車	3.5	19.2	10		40dB	-30.0	5	-2	5	-30.0	5.0	5.0	5	-44.0	0	0	-5.1	0	-49.1	中継車固定	3.5	23.5	-1.5	22	-57.1	-119.8	62.7		

所要改善量: 62.7dB

以下を考慮すると、共存可能

- 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
- FPU伝送時のインターリーブ効果

▶ モデルE (3-2) ITS路側機→FPU (仮設置)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

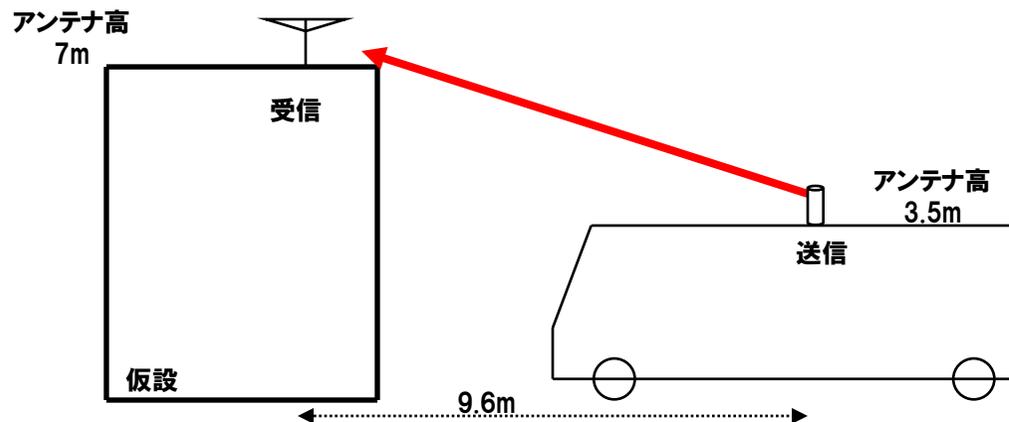
組合せ番号	モデル番号	与干渉											伝搬路						被干渉				受干渉電力合計 [dBm/MHz]	干渉許容レベル [dBm/MHz]	所要改善量 [dB]				
		送信源	ANT高 [m]	送信電力 [dBm]	送信電力 [dBm/MHz]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBc]	実干渉電力値 [dBm/MHz]	隣接周波数差 [MHz]	給電損失 [dB]	ANT利得 [dBi]	TOTAL与干渉電力 [dBm/MHz]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	離隔距離 [m]	伝搬ロス [dB]	人体損失 [dB]	壁損失 [dB]	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]
3-2	E	ITS路	7	19.2	10		40dBc	-30.0	5	-2	2.14	-30.0	5.0	5.0	5	-44.0	0	0	0	-0.7	-44.7	FPU仮設	7.0	5.2	-1.5	3.7	-71.0	-119.8	48.8

所要改善量: 48.8dB

以下を考慮すれば、共存可能

- ITS路側機マスク規格値強化: 25dB
- ITS路側機フィルタの実力値
- ITS間欠送信による干渉量低減効果
- FPU伝送時のインターリーブ効果

▶ モデルE (4-2) ITS車載器 (トラック) →FPU (仮設置)



机上検討結果 IN基準、ITSマスク規格値、GB=5MHz

組合せ番号	モデル番号	与干渉											伝搬路							被干渉				受干渉電力合計 [dBm/MHz]	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]	平均電力係数 [dB]	マスク/スプリアス規格値 [dBc, dBm]	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]	最悪干渉距離 [m]	近接可能距離 [m]	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]
4-2	E	ITS車	3.5	19.2	10	40dB	-30.0	5	-2	5	-30.0	9.6	5.0	10.2	-50.3	0	0	-1	-8.2	-59.5	FPU仮設	7.0	5.2	-1.5	3.7	-85.8	-119.8	34.0

所要改善量: 34.0dB

以下を考慮すると、共存可能

- ITS車載器マスク規格値強化: 10dB程度
- 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
- FPU伝送時のインターリーブ効果



参考

▶ FPU-ITS共存検討アドホックGrメンバー(敬称略、50音順)

□□	□□
□□□□□	ITS□□□□□□□□□□□□
□□□□□	□□□□□□
□□□□□	(□)□□□□□
□□□□□	□□□□□□□□(□)
□□□□□	(□)TBS□□□
□□□□□□	ITS□□□□□□□□□□□□
□□□□□	□□□□□□
□□□□□	ITS□□□□□□□□□□□□
□□□□□	ITS□□□□□□□□□□□□
□□□□□	□□□□□□(□)
□□□□□	□□□□(□)
□□□□□	(□)□□□□□□□□
□□□□□	ITS□□□□□□□□□□□□
□□□□□	□□□□(□)
□□□□□	□□□□□□□□(□)
□□□□□	ITS□□□□□□□□□□□□
□□□□□	(□)□□□□□

▶ FPU ITS共存検討履歴

1/26

1) 互いのシステム／ユースケース理解

2/9

2) 干渉モデルの構築と互いのシステムパラメータ確認

2/23

3) 1回目机上検討により所要改善量

3/7

4) 2回目机上検討／干渉発生確率パラメータ等の確認

メール報告

ITS被干渉モンテカルロ確率計算

4/6

FPU被干渉ラボ実験(ITS干渉時間平均緩和率確認)

4/12

5) 共存条件まとめ、報告案議論

4/18

6) 共存条件まとめ、報告案議論

4/25

7) 共存条件まとめ、報告案議論完了

▶ FPU-ITS共存検討指示事項整理

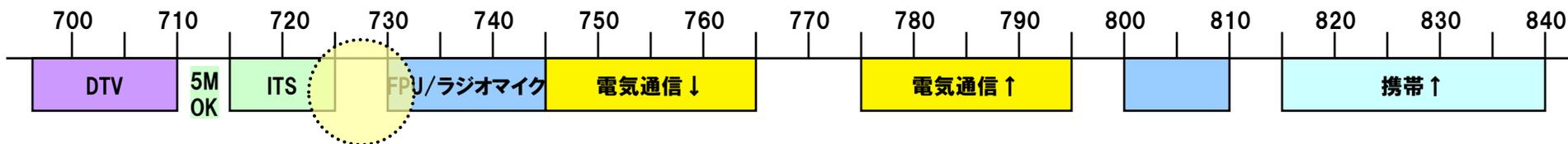
700/900帯の再編案

(1) 700MHz帯 情通審携帯電話等周波数有効利用委員会作業班および事務局から、検討指示があった案

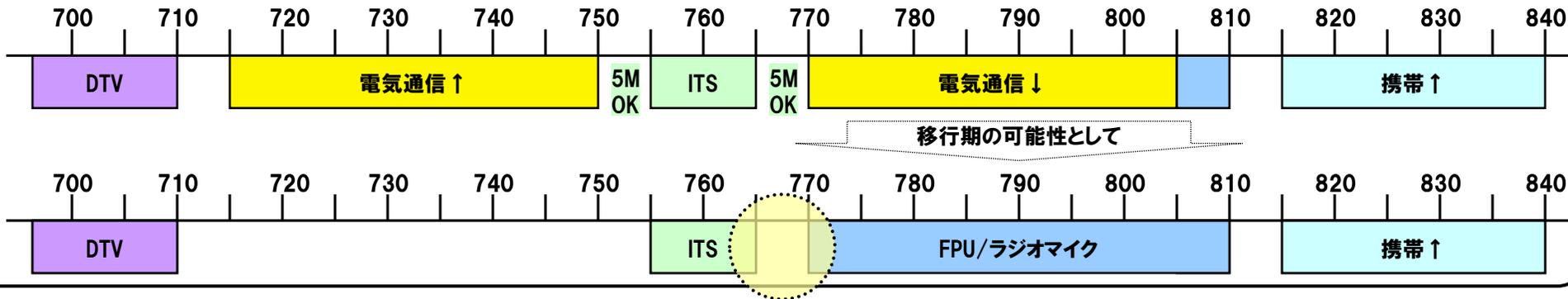
案700-1



案700-2



案700-3



案700-4





検討パラメータ

▶ ITS路側機の机上検討パラメータ

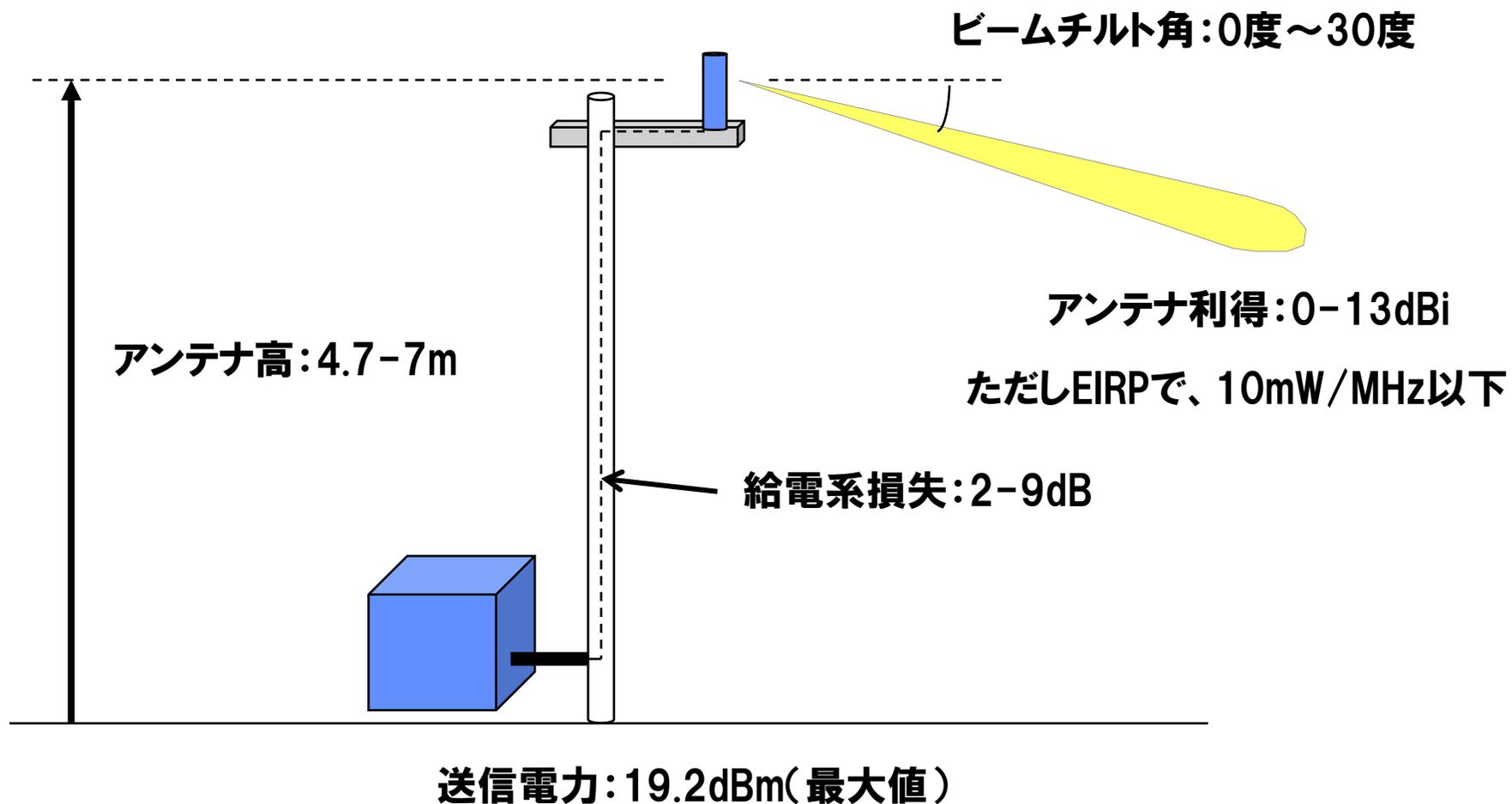
ITS路側機受信側パラメータ

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

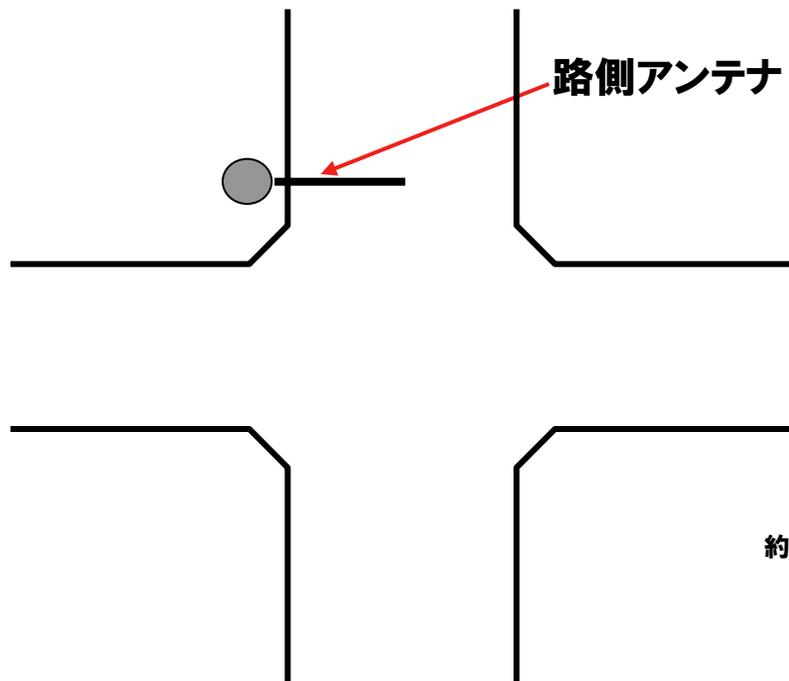
パラメータ名	パラメータ値	備考
最大送信出力 EIRP	83mw	10mW/MHz
占有帯域幅	8.3MHz	
アンテナ指向性水平	元資料参照	
アンテナ指向性垂直	元資料参照	
空中線高	4.7m ~ 7m	法的に設定可能な範囲: モデルによっては、現実的な値を考慮
送信マスク減衰量	-40dB	センター周波数から10MHz IEEE802.11pの送信マスクClass C

ITSシステムの説明資料-路側機

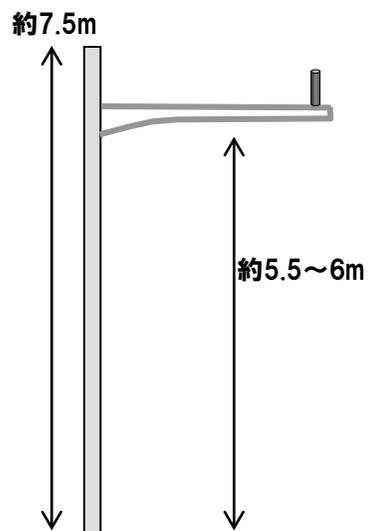
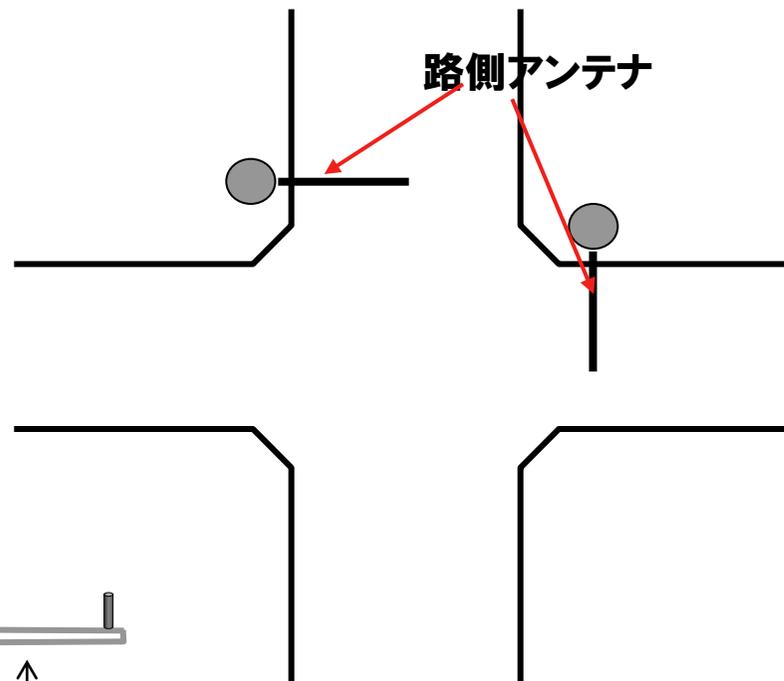


▶ ITS路側機アンテナの設置例

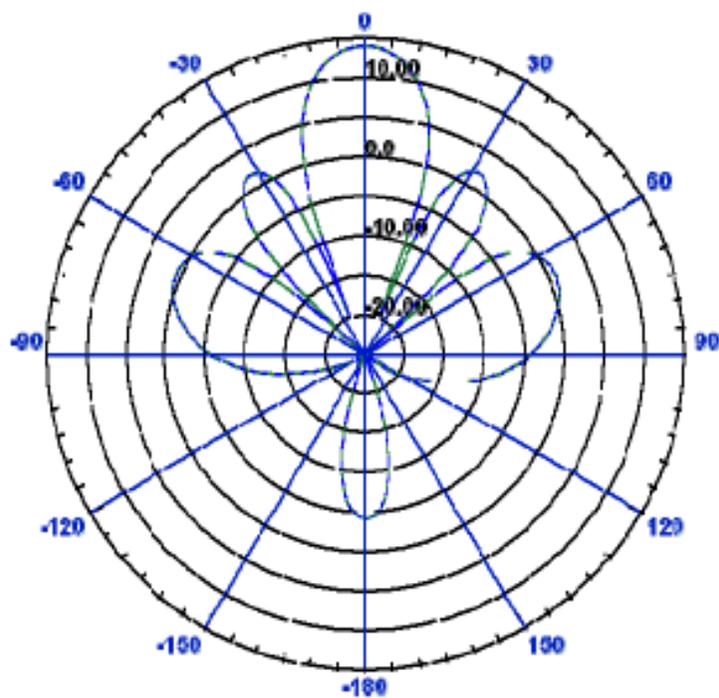
アンテナ1基の場合



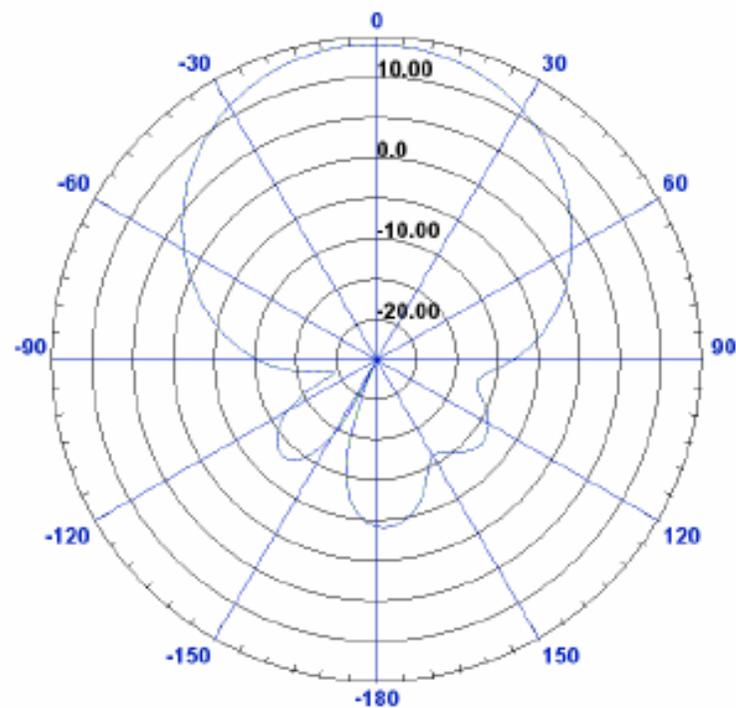
アンテナ2基の場合



▶ 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

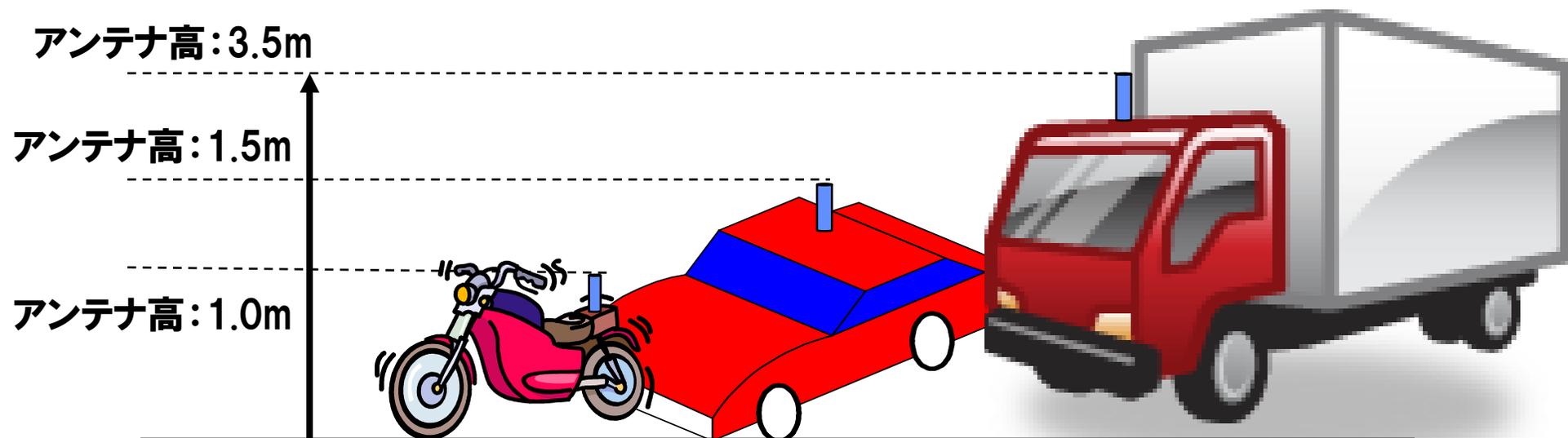
送信電力: 19.2dBm

ただしERIPで、10mW/MHz以下

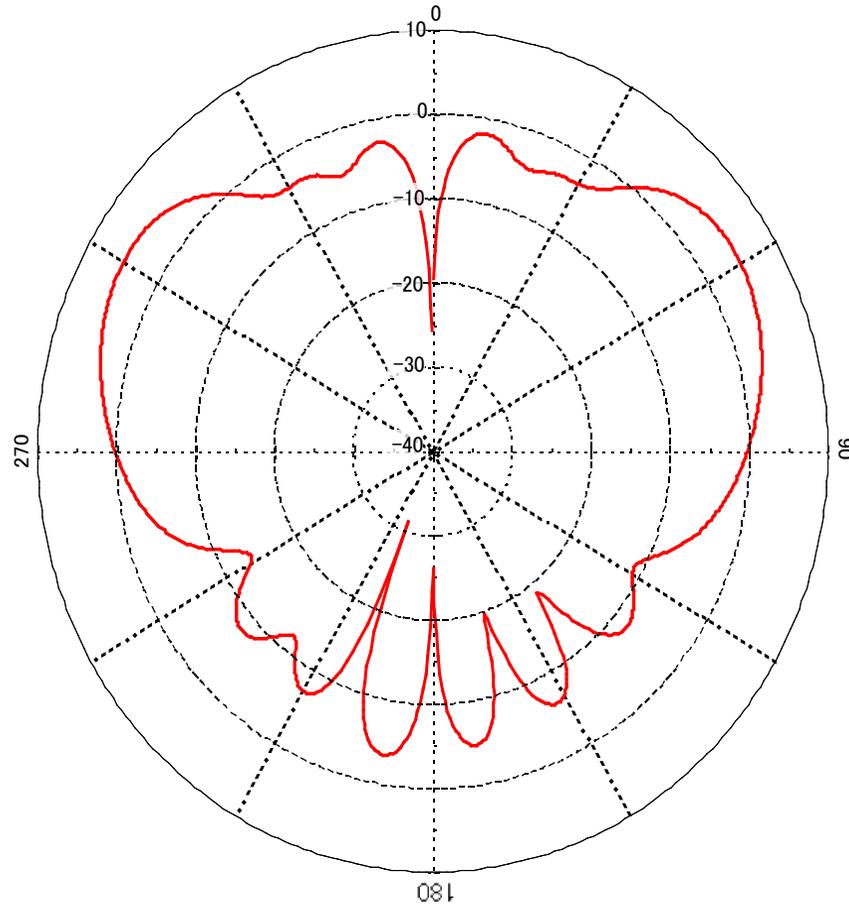
アンテナ利得: 0-5dBi

アンテナ指向性: 水平面無指向性

給電系損失: 3-5dB



▶ 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)

▶ FPUの机上検討パラメータ

FPU受信側パラメータ

受信帯域	770MHz ~ 806MHz		
許容干渉電力	-119.8dBm (I/N=-10dB)		
受信空中線利得	23.5dBi (10エレ)	5.2dBi (無指向性)	
受信給電線損失	1.5dB		
アンテナ指向性 水平	元資料参照		無指向性
アンテナ指向性 垂直	元資料参照		元資料参照
空中線高	40m (ビル,固定受信)	3.5m (中継車,固定受信)	10m (ビル,固定受信)
帯域幅	9 MHz		
その他損失	-		

FPU送信側パラメータ

送信帯域	770MHz ~ 806MHz			
最大送信出力	37.0 dBm			
送信空中線利得	12.0dBi (12エレ)	5.2dBi (無指向性)		
送信給電線損失	1.5dB	1.5dB		
アンテナ指向性 水平	元資料参照		無指向性	
アンテナ指向性 垂直	元資料参照		元資料参照	
空中線高	40m (ビル,固定送信)	3.5m (中継車,固定送信)	3.5m (中継車,移動送信)	1.5m (移動送信)
隣接チャンネル漏洩電力	-37dBc/9MHz			
スプリアス強度	25 μW以下			
その他損失	-			

▶ FPUアンテナ指向性パターン

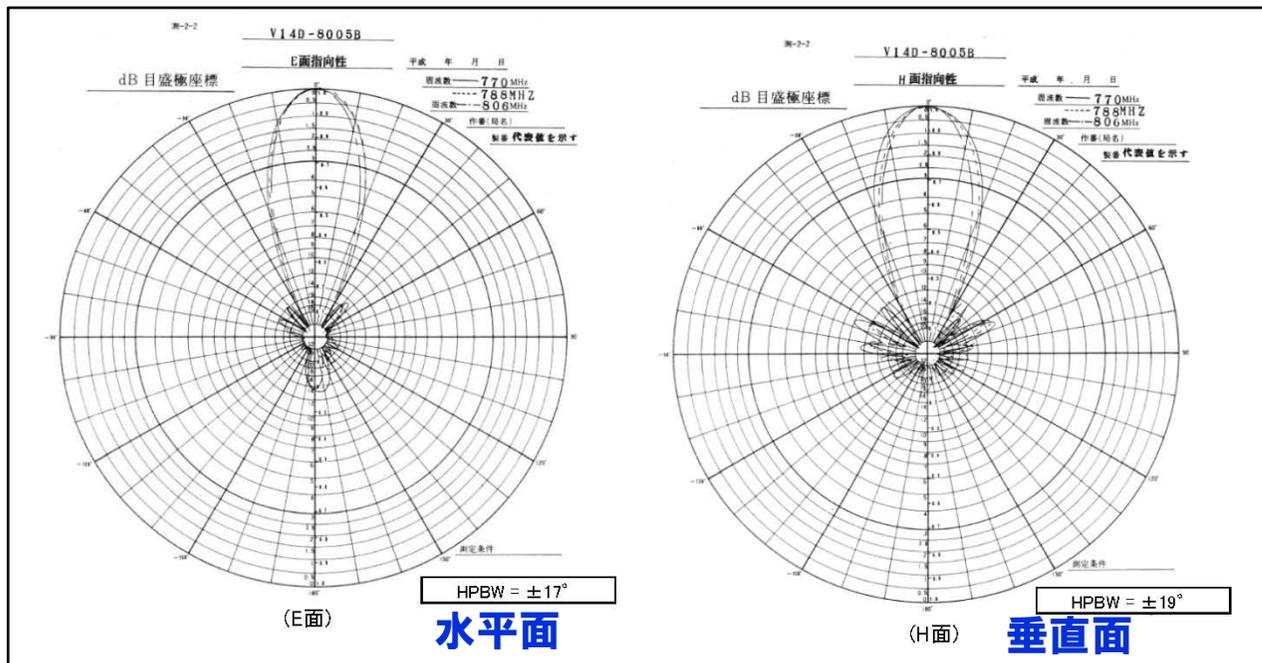


図1

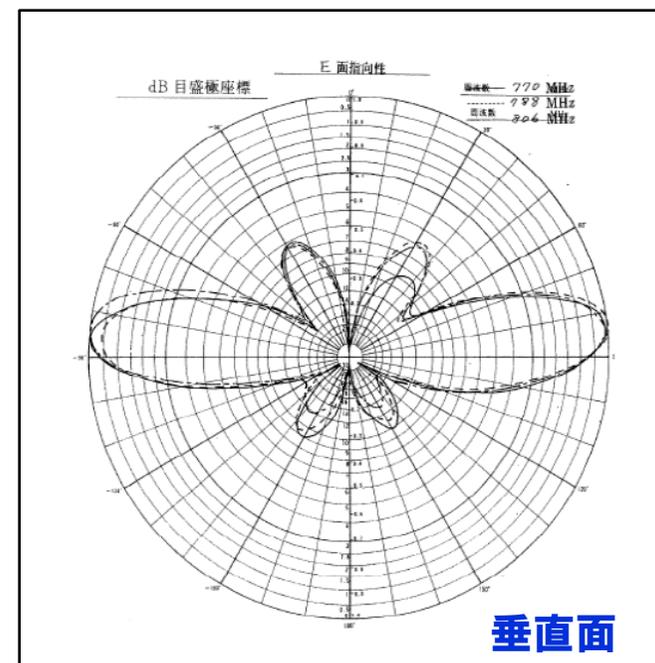


図2

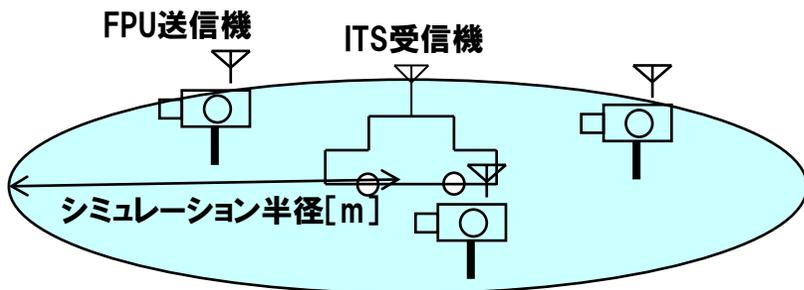
但し、水平面は無指向性

▶ モンテカルロシミュレーションパラメータ1

【FPU電氣的条件】

項目	パラメータ値			
	モデルA(ビル)	モデルB(中継局)	モデルC(中継局)	モデルD(ハンドキャリア)
中心周波数	774.5MHz			
最大送信出力	37.0dBm			
送信出力(確率密度分布)	最大送信出力で一定と設定			
占有帯域幅	9MHz			
送信アンテナ利得(最大)	12.0dBi		5.2dBi	
アンテナパターン	シミュレーションで使用するFPUアンテナパターン左図		シミュレーションで使用するFPUアンテナパターン右図	
送信給電線損失	1.5dB			
送信マスク	シミュレーションで使用するFPU送信マスク図			
アンテナ高	40m	3.5m		1.5m

▶ モンテカルロシミュレーションパラメータ2



- ・シミュレーション半径[m] : 10km
- ・保護エリア [m] : 各モデルの近接可能距離
- ・同時送信数[個] : 1 or 2台

保護エリアとは、与干渉源が被干渉無線機にこれ以上接近しない距離。つまり近接可能最小距離と同じ値。

【被干渉ITS路側機の場合】

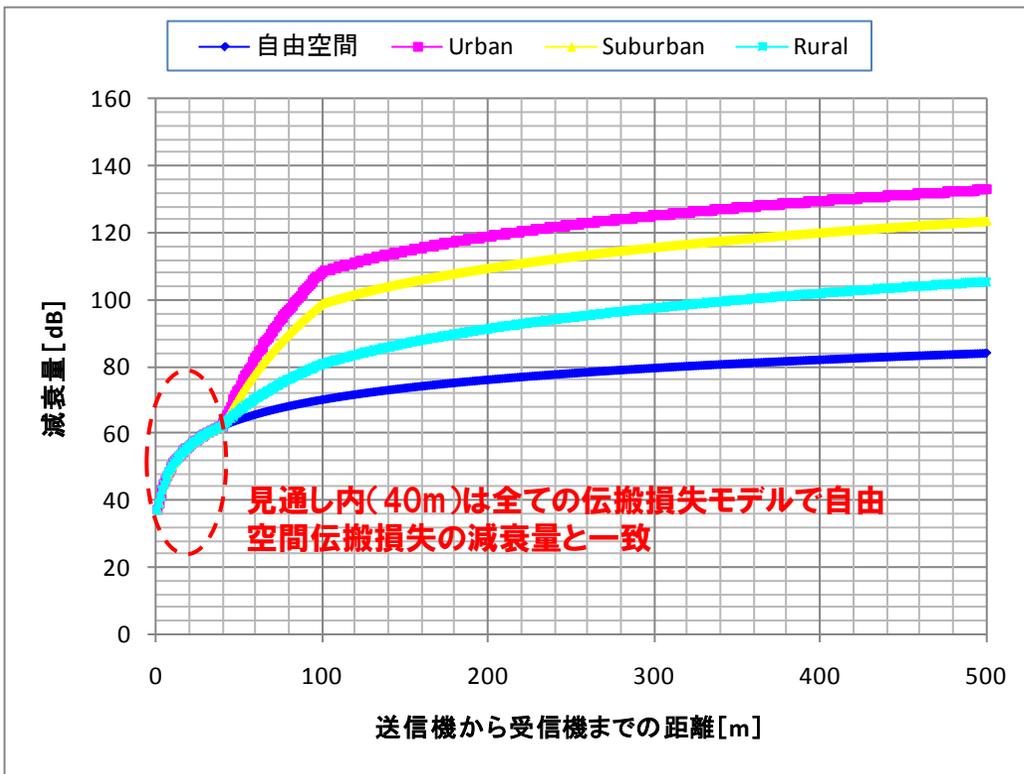
項目	モデルA ビル	モデルB 中継車	モデルC 中継車	モデルD ハンドキャリアー
シミュレーション半径	10km			
FPU同時送信数	1台or2台			

【被干渉ITS車載器の場合】

項目	モデルA ビル	モデルB 中継車	モデルC 中継車	モデルD ハンドキャリアー
シミュレーション半径	10km			
FPU同時送信数	1台or2台			

モンテカルロシミュレーション伝搬モデル

拡張秦モデルの計算例 (FPU中継車 [固定] 送信→ITS車載器受信)



拡張秦モデルの計算式

$$d < 40\text{m}$$

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

$$40\text{m} \leq d < 100\text{m}$$

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

$$d \geq 100\text{m}$$

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

但し、

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

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

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

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

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)