

地域WiMAXの高度化 ～干渉検討状況(進捗報告)～

2013年1月21日

**地域WiMAX推進協議会・コアメンバ
金辺 重彦(玉島テレビ放送株式会社)
中村 光則(株式会社フジクラ)**

(1)同一周波数BWA共用:過去の確認①

過去の委員会報告

2007年(H19年)4月26日 BWAシステム委員会報告

「同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用」検討

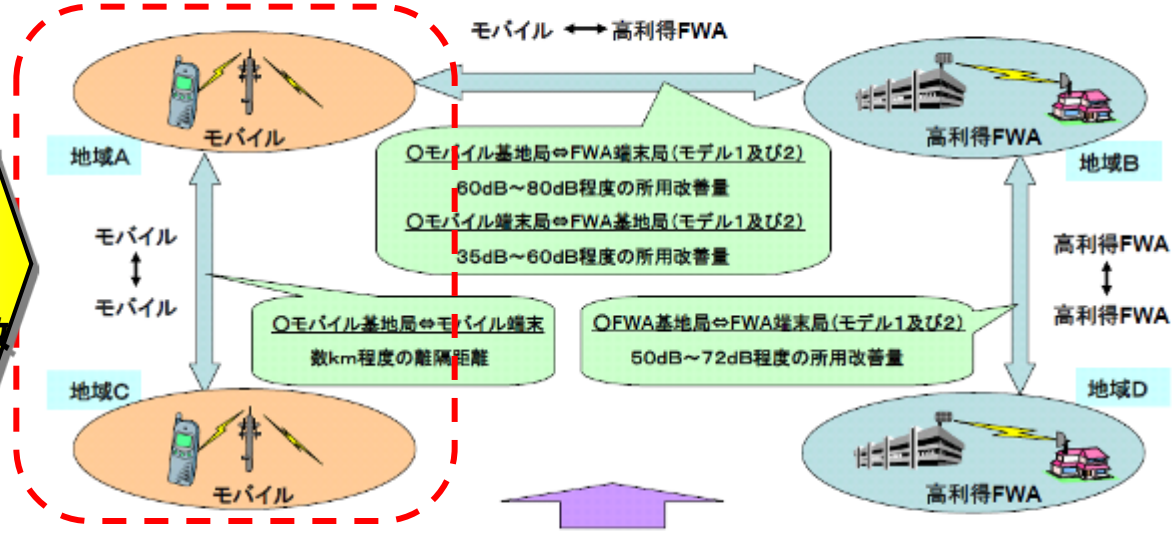
- 前提:同一システム同士、同期システム、10MHzシステム
- 対象システム:WiMAX(R1.0)、XGP、MBTDD Wideband、MBTDD 625k-MC

同一帯域内で地域的に隣接するBWAシステム間の共用条件

各システムは同一方式のシステムであり、同期していることを前提とする。

本検討では・・・

- ・“MWA”のみ対象 (高利得FWAは対象外)
- ・“非同期”も対象
- ・“使用する周波数の一部重複”も含む



ある程度の離隔距離を取ることで、サイトエンジニアリング等を行うことが必要
 サイトエンジニアリング等の方法としては、以下のような方法が考えられる。

- 基地局の設置場所に関するサイトエンジニアリング(地形の影響を考慮する)
- 空中線電力及び空中線利得の調整
- 空中線指向方向の調整 等

(1)同一周波数BWA共用:算出の過程①

・過去の委員会報告

- 2007年(H19年)4月26日 BWAシステム委員会報告

- ・「同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用」検討
 - 前提:同一システム同士、同期システム、10MHzシステム、MWA

表 4.3.1 同一周波数を使用する MWA 間の所要改善量

与干渉 被干渉	WiMAX BS	WiMAX MS	次世代 PHS BS	次世代 PHS MS	MBTDD Wideband BS	MBTDD Wideband MS	MBTDD 625k MC BS	MBTDD 625k MC MS
WiMAX BS	-	47.0dB	-	-	-	-	-	-
WiMAX MS	65.0dB	-	-	-	-	-	-	-
次世代 PHS BS	-	-	-	47.4dB	-	-	-	-
次世代 PHS MS	-	-	62.4dB	-	-	-	-	-
MBTDD WB BS	-	-	-	-	-	35.5dB	-	-
MBTDD WB MS	-	-	-	-	52.0dB	-	-	-
MBTDD-625k MC BS	-	-	-	-	-	-	-	46.9dB
MBTDD-625k MC MS	-	-	-	-	-	-	42.6dB	-

表 4.3.2 同一周波数を使用する同一システムの必要離隔距離 (NLOS の場合)

システム 干渉方向	WiMAX	次世代 PHS	MBTDD WB	MBTDD 625k-MC
BS⇒MS	5.1km	2.3km	8km	695m
MS⇒BS	1.8km	1.1km	2.5km	850m

FWA検討における
NLOS伝搬モデル
※参考資料

MWA検討における
NLOS伝搬モデル
※参考資料

表 4.3.1 に示した所要改善量がゼロとなる地点を表 4.3.2 にまとめた。なお、BWA BS 間のサイトエンジニアリングやセクタ構成の調整、BWA BS 及び FWA SS の空中線電力や空中線利得の調整、空中線指向方向の調整等により、さらに離隔距離を短縮させることができる可能性がある。また、次世代 PHS の場合、キャリアセンス機能や干渉回避機能等について、事業者間調整が十分なされる場合は表 4.3.2 の離隔距離を確保しなくても適切な運用は可能である。

本検討では・・・
・ MWAのみを対象
・ “BS⇔MS”についてはMWAベースのNLOSモデルを使用した

(1)同一周波数BWA共用:算出の過程②

・過去の委員会報告

- 2007年(H19年)4月26日 BWAシステム委員会報告

・「同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用」検討

例) WiMAXの計算過程

(WIMAX BS(10MHzシステム)⇒WIMAX MS(10MHzシステム)) H19年度検討の再現

(1)干渉モデル

[アンテナ高およびチルト角]				
項目	値		単位	備考
与干渉局アンテナ高	40	40	40	m
被干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	m
与干渉局アンテナチルト角	4	4	4	deg
被干渉局アンテナチルト角	0	0	0	deg
水平距離	380	5100	2400	m
評価ポイントの周波数	2600	2600	2600	MHz

(2)干渉量の計算

項目	値		単位	備考
空中線電力	43	43	43	dBm
アンテナ利得	17	17	17	dBi
給電線損失	5	5	5	dB
帯域幅	10	10	10	MHz
EIRP密度	45.0	45.0	45.0	dBm/MHz
受信アンテナ利得(Grx)	2	2	2	dBi
受信給電線損失(Frx)	0	0	0	dB
許容干渉レベル(Y)	-111.8	-111.8	-111.8	dBm/MHz
Minimum Coupling Loss(MCL)	158.8	158.8	158.8	dB = B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	381.95	5100.15	2400.31	m
伝搬ロス(L)	92.34	114.89	108.35	dB = 20log(4p L f/c)
送信主ビーム方向	4	4	4	deg
送信干渉方向	5.79	0.43	0.92	deg
送信主ビームと干渉の角度差	1.79	-3.57	-3.08	deg
送信アンテナ指向減衰	-1.44	-5.76	-4.29	dB
受信主ビーム方向	0	0	0	deg
受信干渉方向	0	0	0	deg
主ビームと干渉の角度差	0	0	0	deg
受信アンテナ指向減衰	0	0	0	dB
アンテナ指向減衰(A)	-1.44	-5.76	-4.29	dB
付加損失(X)	0	0	0	dB
干渉量	65.0	38.1	46.2	dB = MCL-L+A-X
NLOS伝搬ロス(L)	114.28	153.08		
L(urban)	126.55	165.35		
a(端末アンテナ高)	0.057	0.057		
b(基地局アンテナ高)	0	0		
α	1	1		
NLOS所要改善量(FWA検討ベース)	43.08	-0.04		
NLOS伝搬ロス(L)	123.73	154.72		
λ[m]=c/f=300[Mm/s]/f[MHz]	0.12	0.12		
θ	0.98	0.98		
r	27.04	27.04		
NLOS所要改善量(MWA検討ベース)	33.63	-0.21		

FWA検討におけるNLOSモデルでの所要改善量ゼロとなる離隔距離

MWA検討におけるNLOSモデルでの所要改善量ゼロとなる離隔距離

自由空間伝搬での所要改善量(最悪値)

(WIMAX MS(10MHzシステム)⇒WIMAX BS(10MHzシステム)) H19年度検討の再現

(1)干渉モデル

[アンテナ高およびチルト角]				
項目	値		単位	備考
与干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	m
被干渉局アンテナ高	40	40	40	m
与干渉局アンテナチルト角	0	0	0	deg
被干渉局アンテナチルト角	4	4	4	deg
水平距離	380	1800	1000	m
評価ポイントの周波数	2600	2600	2600	MHz

(2)干渉量の計算

項目	値		単位	備考
空中線電力	23	23	23	dBm
アンテナ利得	2	2	2	dBi
給電線損失	0	0	0	dB
帯域幅	10	10	10	MHz
EIRP密度	15.0	15.0	15.0	dBm/MHz
受信アンテナ利得(Grx)	17	17	17	dBi
受信給電線損失(Frx)	5	5	5	dB
許容干渉レベル(Y)	-113.8	-113.8	-113.8	dBm/MHz
Minimum Coupling Loss(MCL)	140.8	140.8	140.8	dB = B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	381.95	1800.41	1000.74	m
伝搬ロス(L)	92.34	105.85	100.74	dB = 20log(4p L f/c)
送信アンテナ指向減衰	0	0	0	dB
受信主ビーム方向	4	4	4	deg
受信干渉方向	5.79	1.23	2.20	deg
主ビームと干渉の角度差	1.79	-2.77	-1.80	deg
受信アンテナ指向減衰	-1.44	-3.47	-1.46	dB
アンテナ指向減衰(A)	-1.44	-3.47	-1.46	dB
付加損失(X)	0	0	0	dB
干渉量	47.0	31.5	38.6	dB = MCL-L+A-X
NLOS伝搬ロス(L)	114.28	137.52		
L(urban)	126.55	149.79		
a(端末アンテナ高)	0.057	0.06		
b(基地局アンテナ高)	0	0		
α	1	1		
NLOS所要改善量(FWA検討ベース)	25.08	-0.19		
NLOS伝搬ロス(L)	123.73	140.00		
λ[m]=c/f=300[Mm/s]/f[MHz]	0.12	0.12		
θ	0.98	0.98		
r	27.04	27.04		
NLOS所要改善量(MWA検討ベース)	15.63	-0.66		

(1)同一周波数BWA共用:組合せ①

・ 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

- 検討の組合せ案①:同期システム

- ・ 「同一システム同士」、「異種システム同士」の両組合せで検討する
- ・ WiMAX Release 2.1は、AXGPの共用検討に包含される可能性がある
- ・ 最悪値条件として、使用周波数帯が完全に重複するケースで計算(一部重複の運用も想定)
 - 例)地域アクセスバンドにおいては、以下のような運用シーンが想定される



など...

被干渉 \ 与干渉		WiMAX R1.0 10MHzシステム		WiMAX R1.5 ※2 10MHzシステム		WiMAX R2.0 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム	
		BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS
WiMAX R1.0 10MHzシステム	BS		済み※1		○		○	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム	
	MS	済み※1		済み※2		○		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム	
WiMAX R1.5 ※2 10MHzシステム	BS		済み※2		○		○	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム	
	MS	済み※2		○		○		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム	
WiMAX R2.0 10/20MHzシステム	BS		済み※2		○		○		○		○
	MS	済み※2		○		○		○		○	
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム			○		○		○
	MS	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		○		○		○	
AXGP 10/20MHzシステム	BS	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム			○		○		○
	MS	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		○		○		○	

※1) 2007年(H19年)4月26日 BWAシステム委員会報告

※2) WiMAX R1.5(R2.0も含む)の移動局においては、EIRPは28dBm以下(WiMAX R1.0は25dBm以下)となるが、基地局においてはR1.0の仕様と共通

(1)同一周波数BWA共用:組合せ②

- ・ 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用
 - 検討の組合せ案②:非同期システム
 - ・ 「同一システム同士」、「異種システム同士」の両組合せで検討する
 - ・ WiMAX Release 2.1は、AXGPの共用検討に含まれる可能性がある
 - ・ [BS⇔BS] および [MS⇔MS] については前例がないため、過去の類似ケースを参考に、より現実的なモデルを検討する
 - 例)同一周波数を使用する事業者同士はサービスエリアが重なることはないため、離隔等についても隣接周波数を使用するケースとは異なるモデルを想定する

被干渉 \ 与干渉		WiMAX R1.0 10MHzシステム		WiMAX R1.5 ※1 10MHzシステム		WiMAX R2.0 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム					
		BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS				
WiMAX R1.0 10MHzシステム	BS	/						=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム					
	MS							=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム					
WiMAX R1.5 ※1 10MHzシステム	BS							=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○
	MS							=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○
WiMAX R2.0 10/20MHzシステム	BS							=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○
	MS							=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS							=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○
	MS							=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○
AXGP 10/20MHzシステム	BS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○						
	MS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム		○	○	○	○						

※1) WiMAX R1.5(R2.0も含む)の移動局においては、EIRPは28dBm以下(WiMAX R1.0は25dBm以下)となるが、基地局においてはR1.0の仕様と共通

(1)同一周波数BWA共用:検討状況①

- 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用
 - 検討の組合せ①:同期システム
 - [検討中] 部分については、WiMAX R2.1(AE)の詳細仕様が明らかになった時点で実施予定
 - レピータ(陸上移動中継局、小電力レピータ)についても追加検討予定

被干渉		与干渉		WiMAX R1.0 10MHzシステム		WiMAX R1.5 ※2 10MHzシステム		WiMAX R2.0 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム	
		BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS
WiMAX R1.0 10MHzシステム	BS		済み※1		50.0dB 1150m [2150m] [47.0] [1800m]				47.0dB 1000m [1800m] [47.0] [1800m]	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム	
	MS	済み※1		済み※2			65.0dB 2400m [5100m] [65.0] [5100m]						
WiMAX R1.5 ※2 10MHzシステム	BS		済み※2			↑ 同上			↑ 同上	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム	
	MS	済み※2		68.0dB 2800m [6200m] [65.0] [5100m]			68.0dB 2800m [6200m] [65.0] [5100m]						
WiMAX R2.0 10/20MHzシステム	BS		済み※2			↑ 同上			↑ 同上		検討中		○
	MS	済み※2		↑ 同上			↑ 同上			検討中		○	
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム					検討中	検討中			検討中
	MS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム				検討中		検討中		検討中	
AXGP 10/20MHzシステム	BS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム					○		検討中		○
	MS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム				○		検討中		○	

括弧なし; MWAベースのNLOS伝搬計算結果
括弧あり; FWAベースのNLOS伝搬計算結果

※1) 2007年(H19年)4月26日 BWAシステム委員会報告

※2) WiMAX R1.5(R2.0も含む)の移動局においては、EIRPは28dBm以下(WiMAX R1.0は25dBm以下)となるが、基地局においてはR1.0の仕様と共通

(1)同一周波数BWA共用:検討状況②

・ 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

- 検討の組合せ①:同期システム

- ・ [検討中] 部分については、WiMAX R2.1(AE)の詳細仕様が明らかになった時点で実施予定
- ・ レピータ(陸上移動中継局、小電力レピータ)についても追加検討予定

被干渉	与干渉	WiMAX R1.0 10MHzシステム		WiMAX R1.5 ※2 10MHzシステム		WiMAX R2.0 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム	
		BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS
WiMAX R1.0 10MHzシステム	BS		済み※1		○		○	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム	
	MS	済み※1		済み※2		○					
WiMAX R1.5 ※2 10MHzシステム	BS		済み※2		○		○	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム	
	MS	済み※2		○		○					
WiMAX R2.0 10/20MHzシステム	BS		済み※2		○		○		検討中		49.0dB 1100m
	MS	済み※2		○		○		検討中		68.0dB 2800m	
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム			検討中		検討中		検討中
	MS					検討中		検討中		検討中	
AXGP 10/20MHzシステム	BS	=WiMAX R2.0 10MHzシステム		=WiMAX R2.0 10MHzシステム			50.4dB 1150m		検討中		49.3dB 1100m [47.4] [1100m]
	MS					67.4dB 2800m		検討中		67.3dB 2700m [62.4] [2300m]	

※1) 2007年(H19年)4月26日 BWAシステム委員会報告

※2) WiMAX R1.5(R2.0も含む)の移動局においては、EIRPは28dBm以下(WiMAX R1.0は25dBm以下)となるが、基地局においてはR1.0の仕様と共通

(1)同一周波数BWA共用:検討状況③

同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

検討の組合せ②:非同期システム

- ・ [検討中] 部分については、WiMAX R2.1(AE)の詳細仕様が明らかになった時点で実施予定
- ・ レピータ(陸上移動中継局、小電力レピータ)についても追加検討予定

被干渉		与干渉		WiMAX R1.0 10MHzシステム		WiMAX R1.5 ※1 10MHzシステム		WiMAX R2.0 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム									
		BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS	BS	MS								
WiMAX R1.0 10MHzシステム	BS	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>[BS⇔BS]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 最悪値検討: 離隔20m ・ より現実的な検討: <ul style="list-style-type: none"> ・ サイトエンジニアリング ・ FWAベースのNLOS伝搬モデル(BS⇔MS)の適用 <p>[MS⇔MS]</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 最悪値検討: 離隔1m ・ より現実的な検討: <ul style="list-style-type: none"> ・ MWAベースのNLOS伝搬モデル(MS⇔MS)の適用 </div>								= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中		
	MS									= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中		
WiMAX R1.5 ※1 10MHzシステム	BS									= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中
	MS									= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中
WiMAX R2.0 10/20MHzシステム	BS									= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		89.8dB 5000m+ サイトエンジ	50.4dB 1150m	検討中	検討中	89.6dB 5000m+ サイトエンジ	49.0dB 1100m		
	MS									= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		67.4dB 2800m	93.1dB 32m	検討中	検討中	68.0dB 2800m	93.1dB 32m		
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS									= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中
	MS									= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中
AXGP 10/20MHzシステム	BS	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		89.8dB 5000m+ サイトエンジ	50.4dB 1150m	検討中	検討中	89.9dB 5000m+ サイトエンジ	49.3dB 1100m [47.4] [1100m]										
	MS	= WiMAX R2.0 10MHzシステム		= WiMAX R2.0 10MHzシステム		67.4dB 2800m	93.3dB 32m	検討中	検討中	67.3dB 2700m [62.4] [2300m]	92.3dB 30m										

※1) WiMAX R1.5(R2.0も含む)の移動局においては、EIRPは28dBm以下(WiMAX R1.0は25dBm以下)となるが、基地局においてはR1.0の仕様と共通

(1)同一周波数BWA共用:検討状況③

・ 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

- 検討の組合せ②:非同期システム

・ [BS⇔BS] ケースにおける“サイトエンジニアリング”の効果

最悪値検討
離隔20m

離隔の拡大
5000m

離隔の拡大
アンテナ角度

離隔の拡大
アンテナ角度
アンテナ高

【WIMAX BS(20MHzシステム)⇔AXGP BS(20MHzシステム)】

(1)干渉モデル

[アンテナ高およびチルト角]

項目	値				単位	備考
与干渉局アンテナ高	40	40	40	40	15	m
被干渉局アンテナ高	40	40	40	40	40	m
与干渉局アンテナチルト角	4	4	20	20	20	deg
被干渉局アンテナチルト角	4	4	20	20	20	deg
水平距離	20	5000	5000	5000		m
評価ポイントの周波数	2600	2600	2600	2600		MHz

(2)干渉量の計算

項目	値				単位	備考
空中線電力	46	46	46	46		dBm
アンテナ利得	17	17	17	17		dB
給電線損失	5	5	5	5		dB
帯域幅	20	20	20	20		MHz
EIRP密度	45.0	45.0	45.0	45.0		dBm/MHz
受信アンテナ利得(Grx)	17	17	17	17		dB
受信給電線損失(Frx)	5	5	5	5		dB
許容干渉レベル(Y)	-114	-114	-114	-114		dBm/MHz
Minimum Coupling Loss(MCL)	171.0	171.0	171.0	171.0		dB = B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	20.00	5000.00	5000.00	5000.00		m
伝搬ロス(L)	66.76	114.72	114.72	114.72		dB = 20log(4p L f/c)
送信主ビーム方向	4	4	20	20		deg
送信干渉方向	0	0	0	0		deg
送信主ビームと干渉の角度差	-4	-4	-20.0	-20.0		deg
送信アンテナ指向減衰	-7.23	-7.23	-20.83	-20.83		dB
受信主ビーム方向	4	4	20	20		deg
受信干渉方向	0	0	0	0		deg
主ビームと干渉の角度差	-4	-4	-20.0	-20.0		deg
受信アンテナ指向減衰	-7.23	-7.23	-20.83	-20.83		dB
アンテナ指向減衰(A)	-14.46	-14.46	-41.66	-41.76		dB
付加損失(X)	0	0	0	0		dB
干渉量	89.8	41.8	14.6	14.5		dB = MCL-L+A-X

NLOS伝搬ロス(L)

L(urban)	128.62
a(被干渉基地局アンテナ高)	140.89
b(与干渉基地局アンテナ高)	38.079
α	-6.0206
NLOS所要改善量(FWA検討ベース)	0.61

FWAベースのNLOS
伝搬モデル(BS⇔MS)
の適用

【AXGP BS(20MHzシステム)⇔WIMAX BS(20MHzシステム)】

(1)干渉モデル

[アンテナ高およびチルト角]

項目	値				単位	備考
与干渉局アンテナ高	40	40	40	40	15	m
被干渉局アンテナ高	40	40	40	40	40	m
与干渉局アンテナチルト角	4	4	20	20	20	deg
被干渉局アンテナチルト角	4	4	20	20	20	deg
水平距離	20	5000	5000	5000		m
評価ポイントの周波数	2600	2600	2600	2600		MHz

(2)干渉量の計算

項目	値				単位	備考
空中線電力	46	46	46	46		dBm
アンテナ利得	17	17	17	17		dB
給電線損失	5	5	5	5		dB
帯域幅	20	20	20	20		MHz
EIRP密度	45.0	45.0	45.0	45.0		dBm/MHz
受信アンテナ利得(Grx)	17	17	17	17		dB
受信給電線損失(Frx)	5	5	5	5		dB
許容干渉レベル(Y)	-113.8	-113.8	-113.8	-113.8		dBm/MHz
Minimum Coupling Loss(MCL)	170.8	170.8	170.8	170.8		dB = B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	20.00	5000.00	5000.00	5000.00		m
伝搬ロス(L)	66.76	114.72	114.72	114.72		dB = 20log(4p L f/c)
送信主ビーム方向	4	4	20	20		deg
送信干渉方向	0	0	0	0		deg
送信主ビームと干渉の角度差	-4	-4	-20.0	-20.0		deg
送信アンテナ指向減衰	-7.23	-7.23	-20.83	-20.83		dB
受信主ビーム方向	4	4	20	20		deg
受信干渉方向	0	0	0	0		deg
主ビームと干渉の角度差	-4	-4	-20.0	-20.0		deg
受信アンテナ指向減衰	-7.23	-7.23	-20.83	-20.83		dB
アンテナ指向減衰(A)	-14.46	-14.46	-41.66	-41.76		dB
付加損失(X)	0	0	0	0		dB
干渉量	89.6	41.6	14.4	14.3		dB = MCL-L+A-X

NLOS伝搬ロス(L)

L(urban)	128.62
a(被干渉基地局アンテナ高)	140.89
b(与干渉基地局アンテナ高)	38.079
α	-6.0206
NLOS所要改善量(FWA検討ベース)	0.41

(1)同一周波数BWA共用:検討状況③

- 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用
 - 検討の組合せ②:非同期システム
 - [BS⇔BS] ケースにおける“サイトエンジニアリング”の効果

[AXGP BS (20MHzシステム)⇔AXGP BS (20MHzシステム)]						
(1) 干渉モデル						
[アンテナ高およびチルト角]						
項目	値				単位	備考
与干渉局アンテナ高	40	40	40	15	m	
被干渉局アンテナ高	40	40	40	40	m	
与干渉局アンテナチルト角	4	4	20	20	deg	
被干渉局アンテナチルト角	4	4	20	20	deg	
水平距離	20	5000	5000	5000	m	
評価ポイントの周波数	2575	2575	2575	2575	MHz	
(2) 干渉量の計算						
項目	値				単位	備考
空中線電力	46	46	46	46	dBm	
アンテナ利得	17	17	17	17	dBi	
給電線損失	5	5	5	5	dB	
帯域幅	20	20	20	20	MHz	
EIRP密度	45.0	45.0	45.0	45.0	dBm/MHz	
受信アンテナ利得 (Grx)	17	17	17	17	dBi	
受信給電線損失 (Frx)	5	5	5	5	dB	
許容干渉レベル (Y)	-114	-114	-114	-114	dBm/MHz	
Minimum Coupling Loss (MCL)	171.0	171.0	171.0	171.0	dB	= B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	20.00	5000.00	5000.00	5000.06	m	
伝搬ロス (L)	66.68	114.64	114.64	114.64	dB	= 20log(4π L f/c)
送信主ビーム方向	4	4	20	20	deg	
送信干渉方向	0	0	0	0	deg	
送信主ビームと干渉の角度差	-4	-4	-20.0	-20.3	deg	
送信アンテナ指向減衰	-7.23	-7.23	-20.83	-20.93	dB	
受信主ビーム方向	4	4	20	20	deg	
受信干渉方向	0	0	0	0	deg	
主ビームと干渉の角度差	-4	-4	-20.0	-20.0	deg	
受信アンテナ指向減衰	-7.23	-7.23	-20.83	-20.83	dB	
アンテナ指向減衰 (A)	-14.46	-14.46	-41.66	-41.76	dB	
付加損失 (X)	0	0	0	0	dB	
干渉量	89.9	41.9	14.7	14.6	dB	= MCL-L+A-X
NLOS伝搬ロス (L)						
L(urban)				128.48		
a(被干渉基地局アンテナ高)				140.75		
b(与干渉基地局アンテナ高)				38.039		
α				-6.0206		
α				1		
NLOS所要改善量 (FWA検討ベース)				0.75		

(1)同一周波数BWA共用:検討状況③

・ 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

- 検討の組合せ②:非同期システム

・ [MS⇔MS] にNLOSモデルを利用した結果(※参考資料)

最悪値検討
離隔1m

MWAベースのNLOS
伝搬モデル(MS⇔MS)
の適用

〔WIMAX MS (10/20MHzシステム)⇔AXGP MS (10/20MHzシステム)〕

(1)干渉モデル
[アンテナ高およびチルト角]

項目	値				単位	備考
	10MHzシステム		20MHzシステム			
与干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	1.5	m	
被干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	1.5	m	
与干渉局アンテナチルト角	0	0	0	0	deg	OMNI
被干渉局アンテナチルト角	0	0	0	0	deg	OMNI
水平距離	1	32	1	27	m	
評価ポイントの周波数	2600	2600	2600	2600	MHz	

(2)干渉量の計算

項目	値				単位	備考
	10MHzシステム		20MHzシステム			
空中線電力	23	23	23	23	dBm	
アンテナ利得	5	5	5	5	dBi	
給電線損失	0	0	0	0	dB	
帯域幅	10	10	20	20	MHz	
EIRP密度	18.0	18.0	15.0	15.0	dBm/MHz	
受信アンテナ利得(Grx)	4	4	4	4	dBi	
受信給電線損失(Frx)	0	0	0	0	dB	
許容干渉レベル(Y)	-112	-112	-112	-112	dBm/MHz	
Minimum Coupling Loss(MCL)	134.0	134.0	131.0	131.0	dB	= B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	1.00	32.00	1.00	27.00	m	
LOS伝搬ロス(L)	40.74	70.84	40.74	69.37	dB	= 20log(4p L f/c)
送信アンテナ指向減衰	0	0	0	0	dB	
受信アンテナ指向減衰	0	0	0	0	dB	
アンテナ指向減衰(A)	0	0	0	0	dB	
付加損失(X)	0	0	0	0	dB	
干渉量	93.3	63.2	90.2	61.6	dB	= MCL-L+A-X
NLOS伝搬ロス(L)	74.11	134.32	74.11	131.37		
λ [m] = c/f = 300[Mm/s]/f[MHz]	0.12	0.12	0.12	0.12		
e	0.98	0.98	0.98	0.98		
ϕ	0.27	0.27	0.27	0.27		
r	27.04	27.04	27.04	27.04		
NLOS所要改善量	59.89	-0.32	56.88	-0.38		

〔AXGP MS (10/20MHzシステム)⇔WIMAX MS (10/20MHzシステム:R2.0)〕

(1)干渉モデル
[アンテナ高およびチルト角]

項目	値				単位	備考
	10MHzシステム		20MHzシステム			
与干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	1.5	m	
被干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	1.5	m	
与干渉局アンテナチルト角	0	0	0	0	deg	OMNI
被干渉局アンテナチルト角	0	0	0	0	deg	OMNI
水平距離	1	32	1	27	m	
評価ポイントの周波数	2600	2600	2600	2600	MHz	

(2)干渉量の計算

項目	値				単位	備考
	10MHzシステム		20MHzシステム			
空中線電力	23	23	23	23	dBm	
アンテナ利得	4	4	4	4	dBi	
給電線損失	0	0	0	0	dB	
帯域幅	10	10	20	20	MHz	
EIRP密度	17.0	17.0	14.0	14.0	dBm/MHz	
受信アンテナ利得(Grx)	5	5	5	5	dBi	
受信給電線損失(Frx)	0	0	0	0	dB	
許容干渉レベル(Y)	-111.8	-111.8	-111.8	-111.8	dBm/MHz	
Minimum Coupling Loss(MCL)	133.8	133.8	130.8	130.8	dB	= B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	1.00	32.00	1.00	27.00	m	
LOS伝搬ロス(L)	40.74	70.84	40.74	69.37	dB	= 20log(4p L f/c)
送信アンテナ指向減衰	0	0	0	0	dB	
受信アンテナ指向減衰	0	0	0	0	dB	
アンテナ指向減衰(A)	0	0	0	0	dB	
付加損失(X)	0	0	0	0	dB	
干渉量	93.1	63.0	90.0	61.4	dB	= MCL-L+A-X
NLOS伝搬ロス(L)	74.11	134.32	74.11	131.37		
λ [m] = c/f = 300[Mm/s]/f[MHz]	0.12	0.12	0.12	0.12		
e	0.98	0.98	0.98	0.98		
ϕ	0.27	0.27	0.27	0.27		
r	27.04	27.04	27.04	27.04		
NLOS所要改善量	59.69	-0.52	56.68	-0.58		

(1)同一周波数BWA共用:検討状況③

- 同一周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用
 - 検討の組合せ②:非同期システム
 - [MS⇔MS] にNLOSモデルを利用した結果(※参考資料)

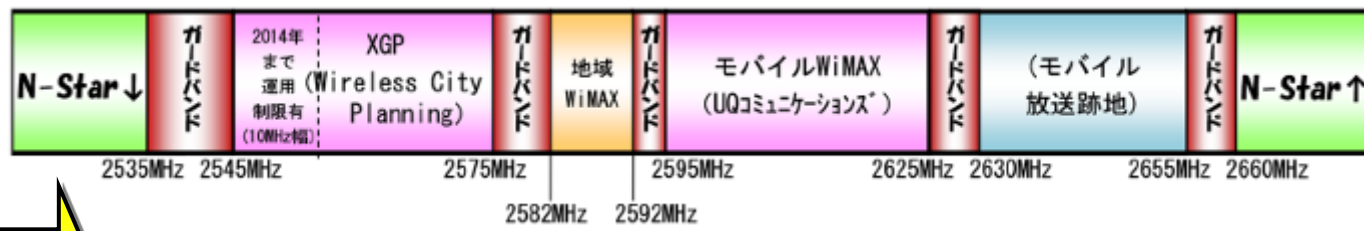
[AXGP MS (10/20MHzシステム)⇔AXGP MS (10/20MHzシステム)]						
(1)干渉モデル						
[アンテナ高およびチルト角]						
項目	値				単位	備考
	10MHzシステム		20MHzシステム			
与干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	1.5	m	
被干渉局アンテナ高	1.5	1.5	1.5	1.5	m	
与干渉局アンテナチルト角	0	0	0	0	deg	OMNI
被干渉局アンテナチルト角	0	0	0	0	deg	OMNI
水平距離	1	30	1	26	m	
評価ポイントの周波数	2575	2575	2575	2575	MHz	
(2)干渉量の計算						
項目	値				単位	備考
空中線電力	23	23	23	23	dBm	
アンテナ利得	4	4	4	4	dBi	
給電線損失	0	0	0	0	dB	
帯域幅	10	10	20	20	MHz	
EIRP密度	17.0	17.0	14.0	14.0	dBm/MHz	
受信アンテナ利得(Grx)	4	4	4	4	dBi	
受信給電線損失(Frx)	0	0	0	0	dB	
許容干渉レベル(Y)	-112	-112	-112	-112	dBm/MHz	
Minimum Coupling Loss(MCL)	133.0	133.0	130.0	130.0	dB	= B+Grx-Frx-Y
伝搬距離	1.00	30.00	1.00	26.00	m	
LOS伝搬ロス(L)	40.66	70.20	40.66	68.86	dB	= 20log(4π L f/c)
送信アンテナ指向減衰	0	0	0	0	dB	
受信アンテナ指向減衰	0	0	0	0	dB	
アンテナ指向減衰(A)	0	0	0	0	dB	
付加損失(X)	0	0	0	0	dB	
干渉量	92.3	62.8	89.3	61.0	dB	= MCL-L+A-X
NLOS伝搬ロス(L)	73.94	133.03	73.94	130.54		
λ[m]= c/f= 300[Mm/s]/f[MHz]	0.12	0.12	0.12	0.12		
θ	0.88	0.88	0.88	0.88		
φ	0.27	0.27	0.27	0.27		
r	27.04	27.04	27.04	27.04		
NLOS所要改善量	59.06	-0.03	56.04	-0.55		

(2)隣接周波数BWA共用:過去の確認①

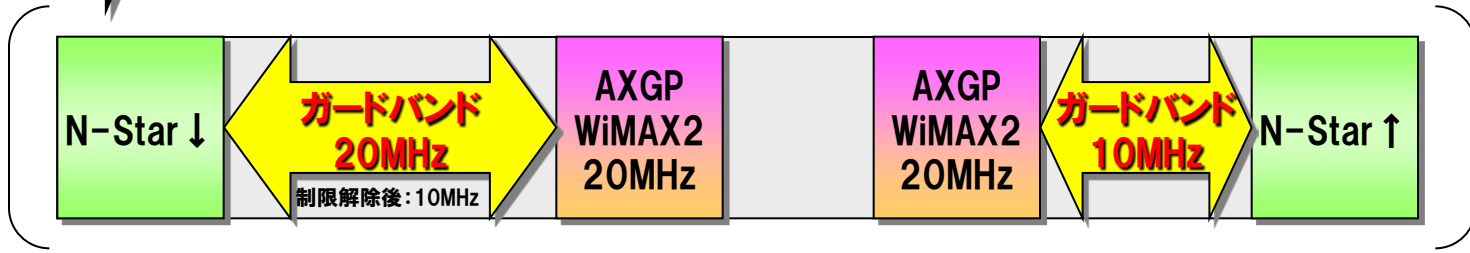
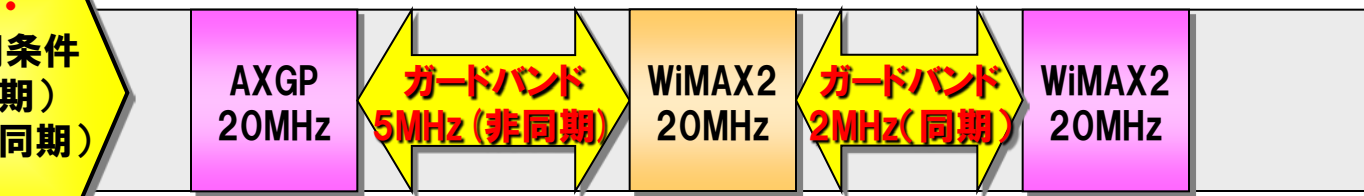
過去の委員会報告

2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告

- 「隣接周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用」検討
 - 前提:同一システム/異種システム同士、同期/非同期システム、20MHz幅
 - 対象システム: AXGP、WiMAX R2.0(WiMAX R1.0/R1.5を含む)



本検討では・・・
 ・過去の共用条件
 GB2MHz(同期)
 GB5MHz(非同期)
 を起点とする



(2)隣接周波数BWA共用:組合せ①

・ 隣接周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

- 検討の組合せ案①:同期システム

- ・ WiMAX R2.0同士の組合せは全て「同期システム」のみを対象
 - WiMAX R1.0/R1.5については、WiMAX R2.0の10MHzシステムに包含
- ・ その他の組合せについては、同期／非同期システムを対象
- ・ WiMAX(R1.0/R1.5)は10MHzシステムのみ対象とし、それ以外は10MHz／20MHzシステムを対象
- ・ WiMAX Release 2.1は、AXGPの共用検討に包含される可能性がある
 - N-Starとの共用検討の必要性については、AXGPとの関係結果で判断する

被干渉 \ 与干渉		WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム	
		BS	MS	BS	MS	BS	MS
WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム	BS		済み※1		○		済み※2
	MS	済み※1		○		済み※2	
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS		○		○		○
	MS	○		○		○	
AXGP 10/20MHzシステム	BS		済み※1		○		○
	MS	済み※1		○		○	

※1) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告

※2) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告においては、20MHzシステムのみを対象としていた

(2)隣接周波数BWA共用:組合せ②

・ 隣接周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

- 検討の組合せ案②:非同期システム

- ・ WiMAX R2.0同士の組合せは全て「同期システム」のみを対象
 - WiMAX R1.0/R1.5については、WiMAX R2.0の10MHzシステムに包含
- ・ その他の組合せについては、同期／非同期システムを対象
- ・ WiMAX(R1.0/R1.5)は10MHzシステムのみ対象とし、それ以外は10MHz／20MHzシステムを対象
- ・ WiMAX Release 2.1は、AXGPの共用検討に包含される可能性がある
 - N-Starとの共用検討の必要性については、AXGPとの関係結果で判断する

被干渉		与干渉		WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム	
		BS	MS	BS	MS	BS	MS		
WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム	BS			○	○	○	○	済み※2	済み※2
	MS			○	○	○	○	済み※2	済み※2
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS	○	○	○	○	○	○		
	MS	○	○	○	○	○	○		
AXGP 10/20MHzシステム	BS	済み※1	済み※1	○	○	○	○		
	MS	済み※1	済み※1	○	○	○	○		

※1) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告

※2) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告においては、20MHzシステムのみを対象としていた

(2)隣接周波数BWA共用:検討状況①

隣接周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用

検討の組合せ①:同期システム

- 今回は [AXGP⇔AXGP] について検討
 - GBをより小さくする方向で検討中(与干渉基地局マスクの実力値の考慮など)
- [検討中] 部分については、WiMAX R2.1(AE)の詳細仕様が明らかになった時点で実施予定
- レピータ(陸上移動中継局、小電力レピータ)についても追加検討予定

被干渉		与干渉		WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム			
		BS	MS	BS	MS	BS		MS			
						10MHz	20MHz	10MHz	20MHz		
		WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム	BS		済み※1		検討中			済み※2	
MS	済み※1			検討中		済み※2					
WiMAX R2.1(AE) 10/20MHzシステム	BS		検討中		検討中			検討中			
	MS	検討中		検討中		検討中					
AXGP 10/20MHzシステム	BS		済み※1		検討中	GB3MHzで過去の結果を若干上回る		19.1dB@GB1 [22.7@GB5] ※3	←同左		
	MS	済み※1		検討中		30.1dB@GB1 26.2dB@GB2 22.3dB@GB3 [21.9@GB5] ※3	←同左	GB1MHzで過去の結果を下回る			

※1) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告

※2) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告においては、20MHzシステムのみを対象としていた

※3) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告の「モバイルWiMAX⇒AXGP(非同期)」検討結果を引用した

(2)隣接周波数BWA共用:検討状況②

- 隣接周波数帯を使用するBWAシステム間の周波数共用
 - 検討の組合せ②:非同期システム
 - 今回は [AXGP⇔AXGP] について検討
 - GB5MHzで共存可能と考えられる(過去データとの比較において)
 - [MS⇔MS] については今後、モンテカルロシミュレーションを実施予定
 - [検討中] 部分については、WiMAX R2.1(AE)の詳細仕様が明らかになった時点で実施予定
 - レピータ(陸上移動中継局、小電力レピータ)についても追加検討予定

被干渉		与干渉		WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム		WiMAX R2.1 (AE) 10/20MHzシステム		AXGP 10/20MHzシステム			
		BS	MS	BS	MS	BS		MS			
						10MHz	20MHz	10MHz	20MHz		
WiMAX R2.0 (R1.0/R1.5含む) 10/20MHzシステム	BS			検討中	検討中	済み※2		済み※2			
	MS			検討中	検討中	済み※2		済み※2			
WiMAX R2.1 (AE) 10/20MHzシステム	BS	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	GB5MHzで過去の結果 と同等または下回る		検討中		
	MS	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中	検討中		検討中		
AXGP 10/20MHzシステム	BS	済み※1	済み※1	検討中	検討中	44.2dB@GB5 [44.2@GB5] ※3	←同左	9.1dB@GB5 [22.7@GB5] ※3	←同左		
	MS	済み※1	済み※1	検討中	検討中	14.4dB@GB5 [21.9@GB5] ※3	←同左	59.3dB@GB5 [60.4@GB5] ※3	←同左		

※1) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告

※2) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告においては、20MHzシステムのみを対象としていた

※3) 2012年(H24年)4月25日 携帯電話等高度化委員会報告の「モバイルWiMAX⇒AXGP(非同期)」検討結果を引用した

【参考資料】

・ 同一周波数BWA共用検討に用いたNLOS伝搬モデル - [BS⇔MS]、および [BS⇔BS] のサイトエンジニアリングで利用

参考資料 3-3

FWA 検討における干渉計算での NLOS 伝搬モデル
(最悪値検討, モンテカルロ・シミュレーション)

1. 伝搬モデル
干渉検討における見通し外 (NLOS) での伝搬では、以下の図に示すモデルを想定する。

なお、モデル図中の記号の詳細は以下の通りである。
 h_b 基地局アンテナ高[m]
 h_m 加入者局アンテナ高[m]
 d 局間水平距離[km]

2. 伝搬式
Extended-Hata (郊外地) モデル[1],[2]より、以下の伝搬式を使用した。

$$L[dB] = L(urban) - 2(\log_{10}(2000/28))^2 - 5.4$$

$$L(urban) = 46.3 + 33.9 \log_{10} f + 10 \log_{10}(f/2000) - 13.82 \log_{10} h_b + (44.9 - 6.55 \log_{10} h_b)(\log_{10} d)^{\alpha} - a(h_b) - b(h_b)$$

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

$$b(h_b) = \min\{0, 20 \log_{10}(h_b/30)\}$$

$$\alpha = \begin{cases} 1, & d \leq 20km \\ 1 + (0.14 + 1.87 \times 10^{-4} f + 1.07 \times 10^{-7} h_b)(\log_{10}(d/20))^{0.8}, & 20km < d < 100km \end{cases}$$

なお、伝搬式中の記号 f は周波数[MHz]である。

40

参考資料 4-3

MWA 検討における干渉計算での NLOS 伝搬モデル
(最悪値検討)

第4章にて実施した同一帯域を使用する、同一 MWA システム間 (BS⇔MS 間) の干渉計算では、以下の伝搬モデルを適用した。

(1) 伝搬モデル
BS-MS 間の伝搬では、以下の図に示すモデルを想定する。

本検討でのシミュレーション条件は以下の通りである。
 d 平均ビル間隔 (典型的な値: 80 m);
 R 干渉送信機と被干渉受信機の距離 ($R > 5$ m);
 Δh_b 平均ビル高と端末アンテナ高の差 (典型的な値: 22.5 m);
 X 端末と面折の始まるエッジとの水平距離 (典型的な値: 15 m);
 Δh_m 平均ビル高と基地局アンテナ高の差 (本シミュレーションの値: 16 m);
 w 平均道路幅 (典型的な値: 30 m)

(2) 伝搬式
ITU-R M.1225 より、以下の式を引用してシミュレーションに用いた。

$$L_{\text{urban}} = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi^2} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right) \right] - 10 \log_{10} \left[(0.35)^{\beta} \left(\Delta h_b \sqrt{\frac{d}{\lambda}} \right)^{\alpha} / R^{(1-\alpha) \cdot \gamma} \right]$$

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{\Delta h_m}{X} \right)$$

$$r = \sqrt{(\Delta h_b)^2 + X^2}$$

【参考資料】

・ 同一周波数BWA共用検討に用いたNLOS伝搬モデル - [MS⇔MS] ケースで利用

参考資料 13

モンテカルロ・シミュレーションにおける伝搬モデル

第4章及び第5章にて実施したシミュレーションでは、以下の伝搬モデルを適用した。

1. MS-BS 間伝搬モデル

(1) 伝搬モデル
BS-MS 間の伝搬では、以下の図に示すモデルを想定する。

本検討でのシミュレーション条件は以下の通りである。

- d 平均ビル間隔 (典型的な値: 80 m);
- R 干渉送受信機と被干渉受信機の距離 (R > 5 m);
- Δh_b 平均ビル高と端末アンテナ高の差 (典型的な値: 22.5 m);
- x 端末と回折の始まるエッジとの水平距離 (典型的な値: 15 m);
- Δh 平均ビル高と基地局アンテナ高の差 (本シミュレーションの値: 16 m)
- w 平均道路幅 (典型的な値: 30 m)

(2) 伝搬式
ITU-R M.1225 より、以下の式を引用してシミュレーションに用いた。

$$L_{w-m} = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right) \right] - 10 \log_{10} \left[\left(\frac{d}{2\pi R} \right)^2 \frac{\lambda}{\sqrt{(\Delta h_b)^2 + d^2}} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right]$$

(3) LOS/NLOS の選択方法
MS と BS の距離が 30m 以内の場合は、LOS として計算を行った。
MS と BS の距離が 30m から 80m の間では、LOS となる確率が以下の式で表されるように、LOS と NLOS をランダムに選択する。LOS となる確立 P(LOS) は、端末間の距離が大きくなるにつれて減少する。

$$P(\text{LoS}) = \begin{cases} 1 & R \leq R_1 \\ \frac{R_2 - R}{R_2 - R_1} & R_1 < R < R_2 \\ 0 & R \geq R_2 \end{cases}$$

ここで、R₁=30m、R₂=80m である。
MS と BS の距離が 80m を超える場合は全て NLOS として計算した。

2. MS-MS 間伝搬モデル

(1) 伝搬モデル
MS-MS 間の伝搬では、以下の図に示すモデルを想定する。

本検討でのシミュレーション条件は以下の通りである。

- d 平均ビル間隔 (典型的な値: 80 m);
- R 干渉送受信機と被干渉受信機の距離 (R > 1m);
- Δh_m 平均ビル高と端末アンテナ高の差 (典型的な値: 22.5 m);
- x 端末と回折の始まるエッジとの水平距離 (典型的な値: 15 m);
- w 平均道路幅 (典型的な値: 30 m)

(2) 伝搬式
MS-MS 相互間に適用する伝搬式は以下の式を参考文献から引用した。

$$L_{w-m} = -10 \log_{10} \left[\left(\frac{\lambda}{4\pi R} \right)^2 \right] - 10 \log_{10} \left[\frac{\lambda}{2\pi r} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right) \right] - 10 \log_{10} \left[\left(\frac{d}{2\pi R} \right)^2 \frac{\lambda}{\sqrt{(\Delta h_m)^2 + d^2}} \left(\frac{1}{\theta} - \frac{1}{2\pi + \theta} \right)^2 \right]$$

$$r = \sqrt{(\Delta h_m)^2 + x^2};$$

$$\theta = \tan^{-1}(\Delta h_m/x);$$

$$\phi = \tan^{-1}(\Delta h_m/d)$$

λ 波長

(3) LOS/NLOS の選択方法
MS 間距離が 1m 以内の場合は、自由空間損失として計算を行う。MS 間の距離が 1m から 50m の範囲の場合には、LOS となる確率が以下の式で表されるように、LOS と NLOS をランダムに選択する。LOS となる確立 P(LOS) は、端末間の距離が大きくなるにつれて減少する。

$$P(\text{LoS}) = \begin{cases} 1 & R \leq R_1 \\ \frac{R_2 - R}{R_2 - R_1} & R_1 < R < R_2 \\ 0 & R \geq R_2 \end{cases}$$

ここで、R₁、R₂ はそれぞれ 1m、50m である。
また、NLOS の式を適用する際には、シャドウイングとして 10dB を付加する。

参考文献:

- ITU-R Doc 8F914 "WORKING DOCUMENT TOWARDS A PRELIMINARY DRAFT NEW REPORT ON SHARING STUDIES IN THE 2 500-2 690 MHz BAND BETWEEN IMT-2000 AND MOBILE BROADBAND WIRELESS ACCESS (MBWA) SYSTEMS IN THE SAME GEOGRAPHICAL AREA", WIMAX Forum, 3 Aug. 2006
- 3GPP, "RF System Scenarios", 3GPP TS 25.942 Version 6.3.0, June 2004.
- Siemens, "Coupling loss analysis for UTRA TDD - Additional results II including micro cell results", ETSI STC SMG2 UMTS L1#10, Tdoc 41/98, Espoo, Finland, December 18-20, 1999.
- Maio, Q., Wang, W., Yang, D. and Wang, D., "An investigation of interference between UTRA-TDD and FDD system"