

MCA技術試験事務

「900MHz帯MCAシステムの周波数移行に伴う 周波数共用技術に関する調査検討」

中間報告（概要版）

2011年9月21日

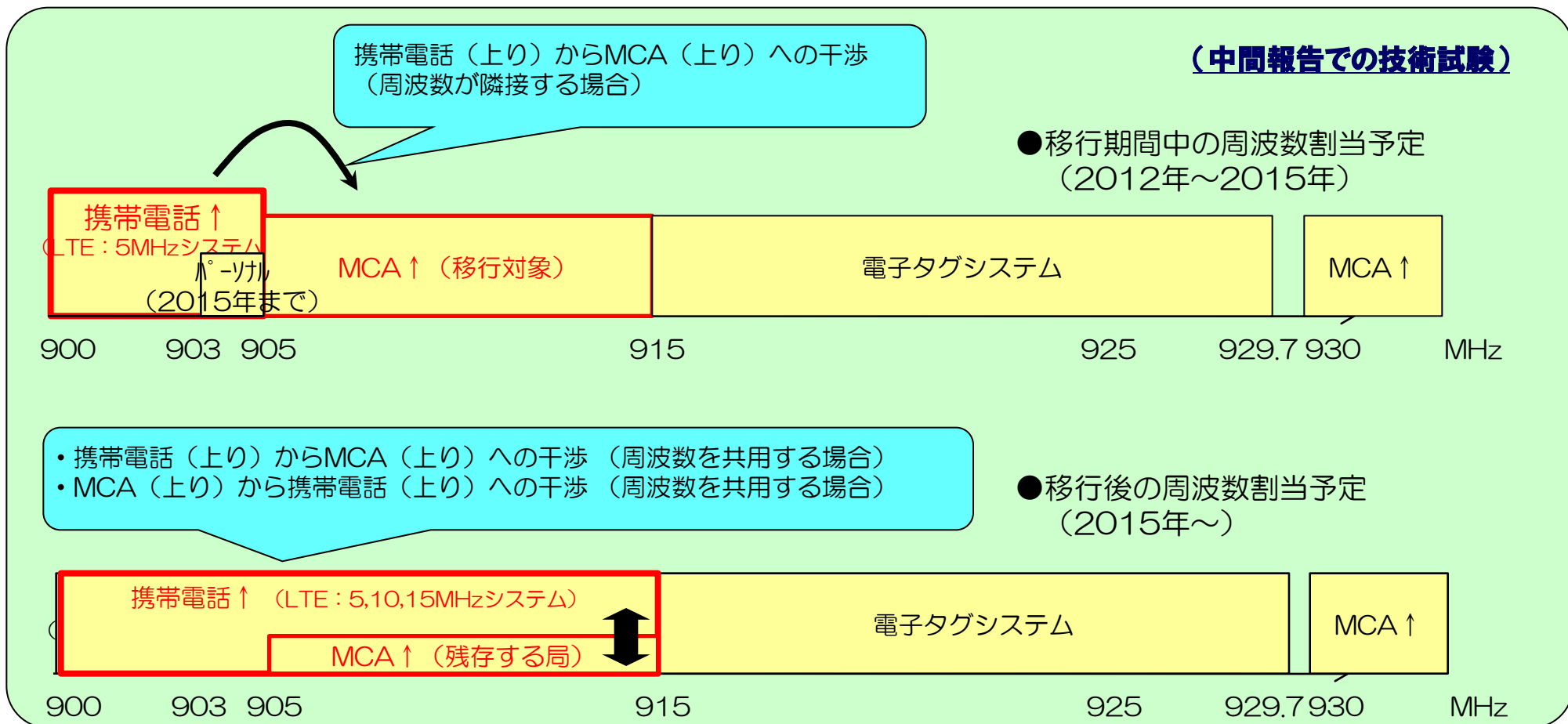
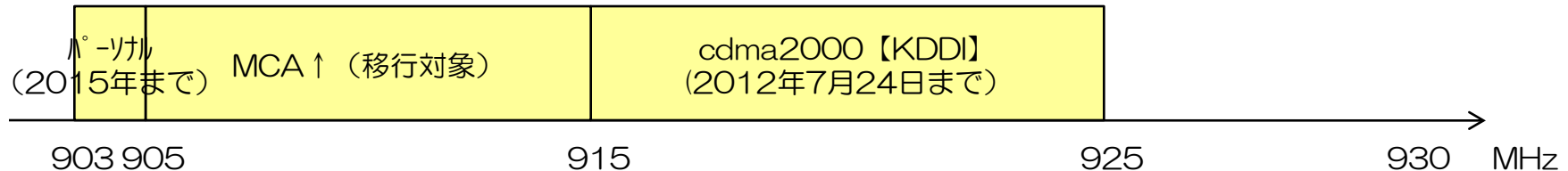
パナソニック SSインフラシステム株式会社

1. 技術試験の概要

905-915MHz帯技術試験の概要

905-915MHzにおける干渉試験

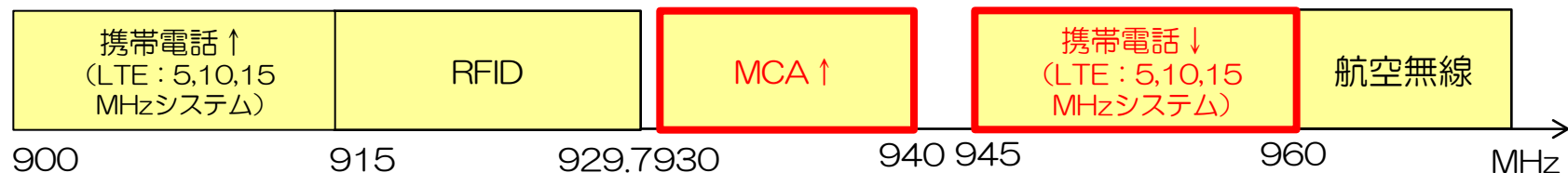
現行周波数割当



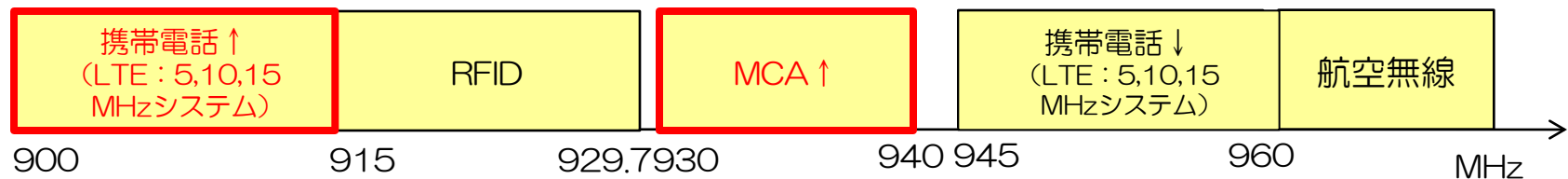
930-940MHz帯技術試験の概要

930-940MHzにおける干渉試験

- 携帯電話（下り）からMCA（上り）への干渉
- MCA（上り）から携帯電話（下り）への干渉



- 携帯電話（上り）からMCA（上り）への干渉



スケジュール

	2011年									2012年		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3
第一回調査検討会 ・ 検討内容の確認 (検討会の進め方、評価検証内容、測定方法、スケジュール等)				7/7 ★								
第二回調査検討会 ・ 905-915MHz帯における試験結果に基づく検討					8/4 ★							
第三回調査検討 ・ 930-940MHzにおける試験結果に基づく検討								11/下 ★				
第四回調査検討会 ・ 検討の結果をとりまとめた調査報告書(案)に基づく検討											2下 ★	
700/900MHz帯 移動通信システム 作業班			第10回 ★			第11回 ★						

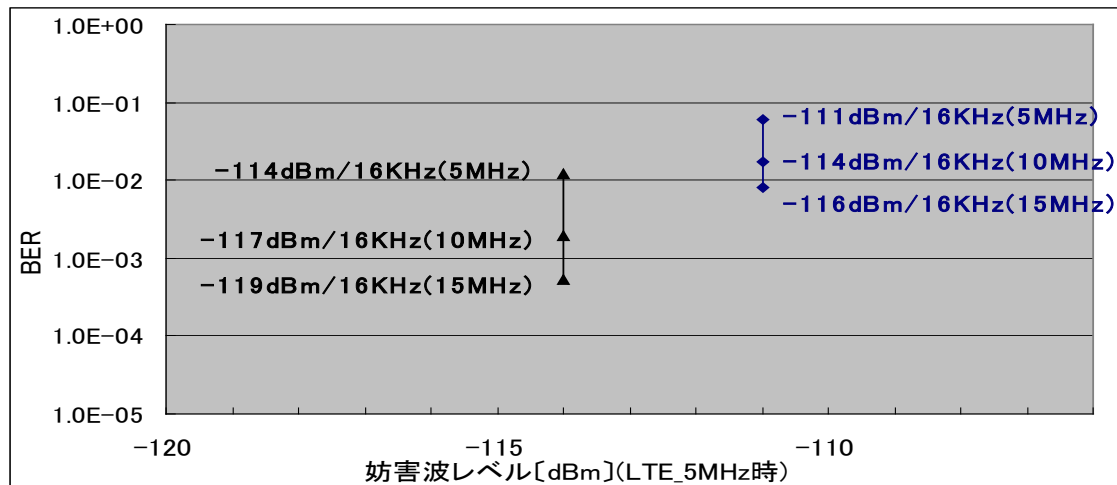
中間報告

最終報告

2. 試験内容と測定結果および所要改善量

<参考> 905-915MHz帯技術試験 結果

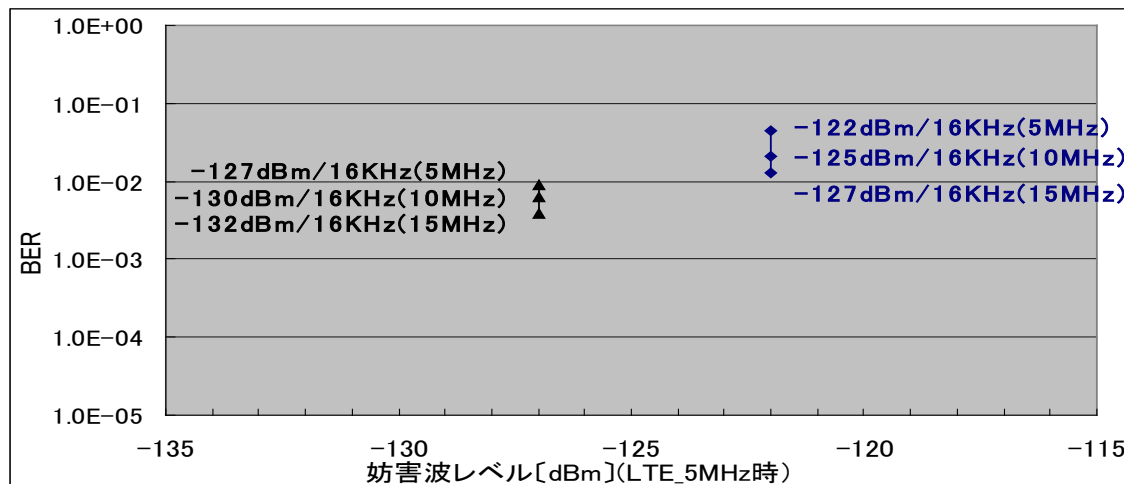
干渉波がLTE_UL_10MHz、LTE_UL_15MHzの時



測定周波数(MCA/LTE同一周波数)

- LTE UL 5/15MHz → 907.500MHz
- LTE UL 10MHz → 910.000MHz

MCA_UL被干渉
希望波 = -104dBm時
(ARIB STD 準拠)



MCA_UL被干渉
希望波 = -113dBm時
(エリアフリンジ想定)

<考察>

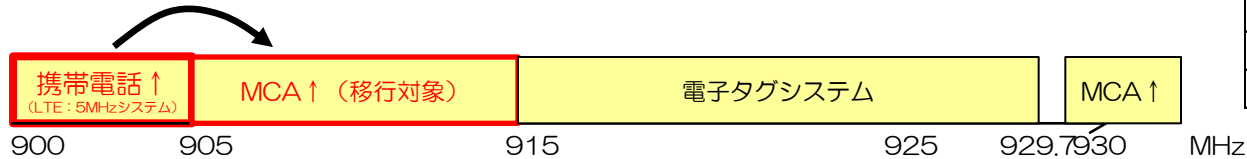
LTE_UL_5MHzが最も干渉の影響が大きいので、本検討は5MHzで実施した。

905-915MHz帯技術試験内容(1)

試験内容

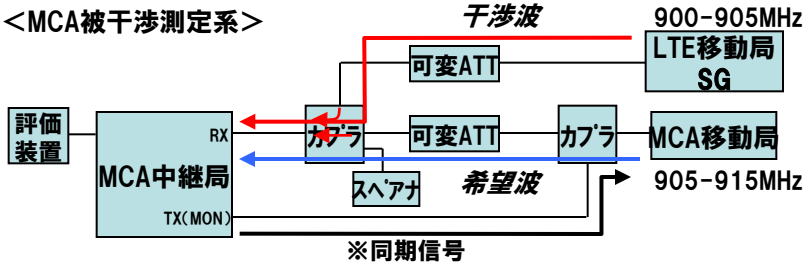
携帯電話(上り)からMCA(上り)への干渉試験(周波数が隣接する場合)

【携帯電話(上り)→MCA(上り)】



	項目	単位	移動局
LTE移動局 送信	空中線電力	dBm	23
	アンテナ利得	dBi	0
	給電線損失	dB	0
	スプリアス発射の強度の許容値	dBm/30kHz	-15.0
	周波数	MHz	902.5
MCA中継局 受信	受信アンテナ利得	dBi	0.0
	給電線損失	dB	0.0
	許容干渉レベル(スプリアス)	dBm/MHz	-108.8
	許容干渉レベル(感度抑圧)	dBm	-51
スプリアス	所要伝搬損失(自由空間)	dB	109.0
	離隔距離(干渉距離)	m	7455.3
感度抑圧	所要伝搬損失(自由空間)	dB	74.0
	離隔距離(干渉距離)	m	132.6

<MCA被干渉測定系>



【周波数】

MCA中継局 Rx : 905.025MHz

LTE移動局_SG Tx : 902.5MHz (5MHzシステム)

【希望波レベル】

-104dBm : MCA中継局 受信基準感度 -107dBm+3dB (ARIB STD準拠)

-113dBm : 情通審答申117号 実験機受信感度 -113dBm (エリアプリング想定)

【許容エラーレート基準値】

デジタルMCAシステム : BER=1.0X10⁻²以下

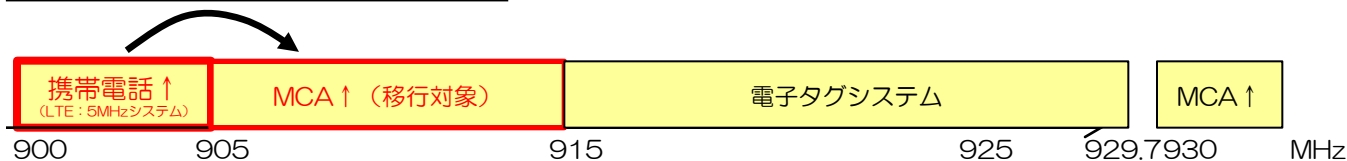
測定結果

与干渉波条件	許容干渉電力 (帯域内)	許容干渉電力 (帯域外)
連続波	-114dBm/16KHz (希望波レベル=-104dBm) -127dBm/16KHz (希望波レベル=-113dBm)	-39dBm ※干渉波はCWで測定
バースト波 (送信時間 1ms、Duty 50%)	-113dBm/16KHz (希望波レベル=-104dBm) -125dBm/16KHz (希望波レベル=-113dBm)	-

試験結果から得られる所要改善量 (1)

(1) 携帯電話(上り)からMCA(上り)への干渉試験(周波数が隣接する場合)

【携帯電話(上り)→MCA(上り)】



【周波数】

MCA中継局Rx : 905.025MHz

LTE移動局Tx : 902.5MHz

システム 組合せNo.	与干渉システム	被干渉システム	伝搬モデル	垂直方向のアンテナ指向特性を考慮した 所要改善量						机上計算値と 実験値の 所要改善量の 偏差 (dB) (与干渉連続送 信/間欠送信)(※ 1)
				帯域内干渉を 避ける改善量 (dB)		帯域外干渉を 避ける改善量 (dB)		所要 改善量 (dB)		
				委員会報告の 検討結果	実験値 (与干渉連続送信/ 間欠送信)(※1)	委員会報告の 検討結果	実験値 (与干渉連続送信/ 間欠送信)(※1)	委員会報告の 検討結果	実験値 (与干渉連続送信/ 間欠送信)(※1)	
1	移動局	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	自由空間	28.1	15.3 / 16.3	-7.0	-19 / -	28.1	15.3 / 16.3	-12.8 / -13.8
					28.3 / 26.3		- / -			28.3 / 26.3
2	陸上移動中継局 (基地局対向器 屋外用)	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	自由空間	-5.5	-18.3 / -19.3	-25.3	-37.3 / -	-5.5	-18.3 / -19.3	-12.8 / -13.8
					-5.3 / -7.3		- / -			-5.3 / -7.3
3	陸上移動中継局 (基地局対向器 屋内用 分離型)	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	自由空間	13.3	0.5 / -0.5	-6.5	-18.5 / -	13.3	0.5 / -0.5	-12.8 / -13.8
					13.5 / 11.5		- / -			15.0 / 11.5
4	小電力レピータ (基地局対向器 一体 型)	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	自由空間	3.0	-9.8 / -10.8	-16.8	-28.8 / -	3.0	-9.8 / -10.8	-12.8 / -13.8
					3.2 / 1.2		- / -			3.2 / 1.2

(※1) 上段: 希望波 -104dBm入力時、下段: 希望波 -113dBm入力時

<結果>

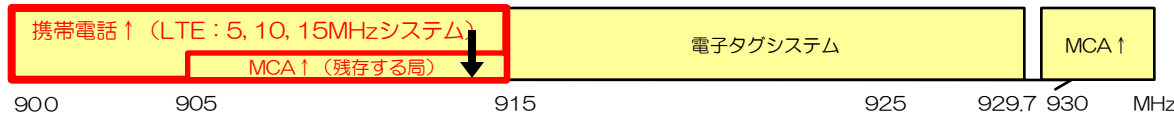
希望波レベルが、規格感度+3dBの場合、与干渉が連続送信にて約13dB、バースト送信の場合、14dBの偏差となった。
また、エリアFRINGE想定の場合、与干渉が連続送信にて、0.2dB、またバースト送信の場合、約2dBの偏差となった。

905-915MHz帯技術試験内容(2)

試験内容

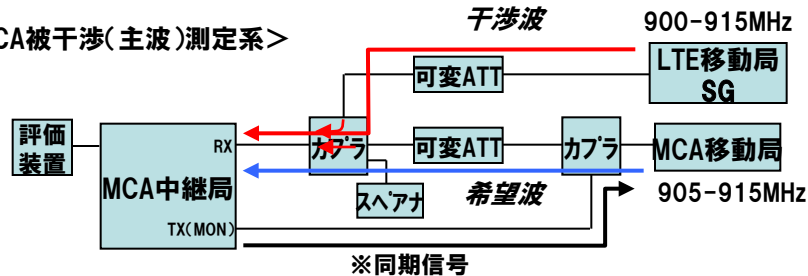
携帯電話(上り)からMCA(上り)への干渉試験(周波数を共用する場合)

【携帯電話(上り)→MCA(上り)】



	項目	単位	移動局
LTE移動局 送信	空中線電力	dBm	23
	アンテナ利得	dBi	0
	給電線損失	dB	0
	周波数	MHz	910.0
MCA中継局 受信	受信アンテナ利得	dBi	0
	給電線損失	dB	0.0
	許容干渉レベル(スプリアス)	dBm/MHz	-108.8
	許容干渉レベル(感度抑圧)	dBm	-51
主波	所要伝搬損失(自由空間)	dB	131.8
	離隔距離(干渉距離)	m	102.063

<MCA被干渉(主波)測定系>



【周波数】

MCA中継局 Rx : 905.025MHz

LTE移動局_SG Tx : 902.5MHz (5MHzシステム)

【希望波レベル】

-104dBm : MCA中継局 受信基準感度 -107dBm+3dB (ARIB STD準拠)

-113dBm : 情通審答申117号 実験機受信感度 -113dBm (エリアプリンジ想定)

【許容エラーレート基準値】

デジタルMCAシステム : BER=1.0X10⁻²以下

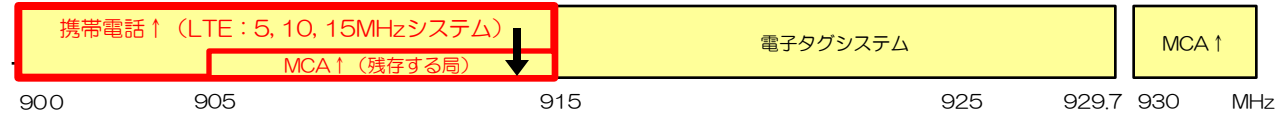
測定結果

与干渉波条件	許容干渉電力(帯域内)
連続波	-115dBm/16KHz (希望波レベル=-104dBm)
	-127dBm/16KHz (希望波レベル=-113dBm)
バースト波 (送信時間 1ms、Duty 50%)	-114dBm/16KHz (希望波レベル=-104dBm)
	-125dBm/16KHz (希望波レベル=-113dBm)

試験結果から得られる所要改善量 (2)

(2) 携帯電話(上り)からMCA(上り)への干渉試験(周波数を共用する場合)

【携帯電話(上り)→MCA(上り)】



【周波数】

MCA中継局Rx : 907.5MHz

LTE移動局Tx : 907.5MHz (5MHzBWの場合)

システム 組合せNo.	与干渉システム	被干渉システム	垂直方向のアンテナ指向特性を考慮した 所要改善量				机上計算値と 実験値の 所要伝搬損の 偏差 (dB) (与干渉連続送 信/間欠送信)(※ 1)		
			所要伝搬損 (dB)		伝搬モデル	所要 離隔距離			
			委員会報告の 検討結果	実験値 (与干渉連続送信/ 間欠送信)(※1)		委員会報告の 検討結果		実験結果による換算値 (与干渉連続送信/間欠 送信)(※1)	
1	移動局	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	127.4	115.6 / 114.6	自由空間	50km以上	50km以上 / 50km以上	-11.8 / -12.8	
				127.6 / 125.6	奥村-秦	1176m	534m/501m	1191m/1043m	0.2 / -1.8
					Walfisch-池上	1520m	744m/700m	1539m/1363m	
2	陸上移動中継局 (基地局対向器 屋外用)	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	140.3	128.5 / 127.5	自由空間	50km以上	50km以上 / 50km以上	-11.8 / -12.8	
				140.5 / 138.5	奥村-秦	-	-	-	0.2 / -1.8
					Walfisch-池上	-	-	-	
3	陸上移動中継局 (基地局対向器 屋内用)	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	129.8	118.0 / 117.0	自由空間	50km以上	50km以上 / 50km以上	-11.8 / -12.8	
				130.0 / 128.0	奥村-秦	5917m	2678m/2505m	5978m/5229m	0.2 / -1.8
					Walfisch-池上	-	-	-	
4	小電力レピータ (基地局対向器)	デジタルMCA ↑ (中継局受信 h=40m)	125.3	104.7 / 103.7	自由空間	50km以上	44.6km / 39.7km	-11.8 / -12.8	
				125.5 / 123.5	奥村-秦	1864m	50km以上 / 50km以上	470m/439m	0.2 / -1.8
					Walfisch-池上	-	-	1889m/1651m	

(※1) 上段: 希望波 -104dBm入力時、下段: 希望波 -113dBm入力時

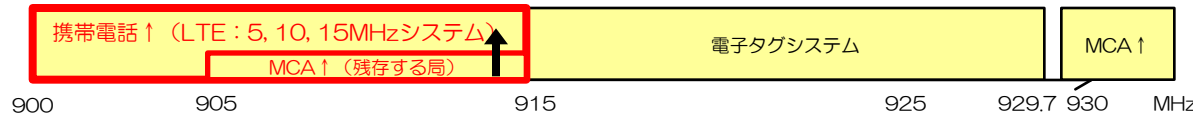
<結果>

希望波レベルが、規格感度+3dBの場合、与干渉が連続送信にて約12dB、バースト送信の場合、13dBの偏差となった。
また、エリアFRINGE想定の場合、与干渉が連続送信にて、0.2dB、またバースト送信の場合、約2dBの偏差となった。

905-915MHz帯技術試験内容 (3)

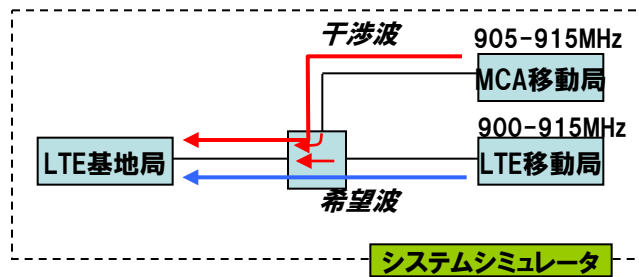
試験内容

MCA(上り)から携帯電話(上り)への干渉試験(周波数を共用する場合)
【MCA(上り)→携帯電話(上り)】



	項目	単位	車載移動局
MCA移動局 送信	空中線電力	dBm	33
	アンテナ利得	dBi	0
	給電線損失	dB	0
LTE基地局 受信	周波数	MHz	910.0
	受信アンテナ利得	dBi	0
	給電線損失	dB	0
	許容干渉レベル(スプリアス)	dBm/MHz	-119
	許容干渉レベル(感度抑圧)	dBm	-43
主波	所要伝搬損失(自由空間)	dB	152.0
	離隔距離(干渉距離)	m	1,044.408

<LTE被干渉(主波)測定系>



【周波数】

MCA中継局 Tx : 907.5MHz

LTE移動局 Rx : 907.5MHz (5MHzシステム)

【許容エラーレート基準値】

LTEシステム : スループット 95%以上

測定結果

与干渉波条件	許容干渉電力(帯域内)
連続波	-98.9dBm/5MHz (-105.9dBm/MHz)
バースト波 (送信時間 10ms、Duty 25%)	-97.3dBm/5MHz (-104.3dBm/MHz)

試験結果から得られる所要改善量 (3)

(3)MCA(上り)から携帯電話(上り)への干渉試験(周波数を共用する場合)

【MCA(上り)→携帯電話(上り)】

携帯電話↑ (LTE: 5, 10, 15MHzシステム)

MCA↑ (残存する局)

電子タグシステム

MCA↑

【周波数】

LTE基地局Rx : 907.5MHz

MCA移動局Tx : 907.5MHz (5MHzBWの場合)

900 905 915 925 929.7 930 MHz

システム 組合せNo.	与干渉システム	被干渉システム	垂直方向のアンテナ指向特性を考慮した 所要改善量				机上計算値と 実験値の 所要伝搬損の 偏差 (dB) (与干渉連続送 信/間欠送信)(※ 1)	
			所要伝搬損 (dB)		伝搬モデル	所要 離隔距離		
			委員会報告の 検討結果	実験値 (与干渉連続送信/ 間欠送信)(※1)		委員会報告の 検討結果		実験結果による換算値 (与干渉連続送信/間欠 送信)(※1)
1	MCA 車載移動局	基地局	156.5	143.4 / 141.8	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	8267m	3440m / 3091m	
					Walfisch-池上	-	-	
2	MCA 車載移動局	陸上移動中継局 (屋外)	151.3	138.2 / 136.6	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	-	-	
					Walfisch-池上	-	-	
3	MCA 車載移動局	陸上移動中継局 (屋内)	138.3	125.2 / 123.6	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	-	-	
					Walfisch-池上	-	-	
4	MCA 車載移動局	小電力レピータ	138.3	125.2 / 123.6	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	-	-	
					Walfisch-池上	-	-	
5	MCA 管理移動局	基地局	162.7	149.6 / 148.0	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	-	-	
					Walfisch-池上	-	-	
6	MCA 管理移動局	陸上移動中継局 (屋外)	157.5	144.4 / 142.8	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	-	-	
					Walfisch-池上	-	-	
7	MCA 管理移動局	陸上移動中継局 (屋内)	144.5	131.4 / 129.8	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	-	-	
					Walfisch-池上	-	-	
8	MCA 管理移動局	小電力レピータ	144.5	131.4 / 129.8	自由空間	50km以上	50km以上/50km以上	-13.1 / -14.7
					奥村-秦	-	-	
					Walfisch-池上	-	-	

<結果> 机上計算結果に対して、与干渉波が連続送信の場合、約13dB、バースト波の場合、約15dBの偏差となった。これは狭帯域システムに対するLTEのロバスト性の効果と考えられる(添付資料を参照)。

3. 試験結果のまとめ

試験結果のまとめ

情報通信審議会携帯電話等高度化委員会報告の、LTE上りから現行MCA上り(隣接)、LTE上りから現行MCA上り(Co-CH)及び現行MCA上りからLTE上り(Co-CH)の周波数位置関係で、実機、測定器及びシミュレーションによる「技術試験」を行った。LTEについては5MHz/10MHz/15MHz帯域での運用であるが、一定出力のため高い電力密度となる帯域幅5MHzでの検証を中心に行った。

MCA被干渉においては、エリアフリンジ(希望波-113dBm時)を想定した試験で、連続送信時に委員会報告の検討結果と比較して同等(偏差±1dB以内)の結果が得られた。

LTE被干渉においては、LTEの狭帯域システムに対するロバスト性の効果により、連続送信時に委員会報告の検討結果と比較して所要改善量が約13dB良化した結果が得られた。

なお、与干渉波を実運用上の送信条件に近いバースト送信とした場合は、さらに所要改善量が削減されることが確認出来た。

～添付資料～

技術試験の方針及び基準

【全体方針】

情報通信審議会 情報通信技術分科会 携帯電話等高度化委員会報告

諮問第81号「携帯電話等の周波数有効利用方策」のうち「900MHz帯を使用する移動通信システムの技術的条件」及び「携帯無線通信の中継を行う無線局の技術的条件」の検討を実機、測定器及びシミュレーションにて実施する。

【具体的検討方法】

前述の報告書の結果と本検討における試験結果との比較検証を実施し、被干渉局の許容干渉レベル（帯域内干渉・帯域外干渉）に対する所要改善量を求める。帯域内干渉をスプリアス干渉、帯域外干渉を感度抑圧とする。

【検討モデル】

1対1の対向モデルによる検討評価を実施する。

本検討評価結果に、前述の報告書記載の干渉の組み合わせ、モデル（アンテナ高低差等）、空中線の利得および垂直方向の指向性減衰量等を加味し、前述の報告書検討結果との比較検証を実施するとともに、システム間の周波数共用条件について検討する。

【制約条件】

新周波数帯に対応する機器調達ที่難しいものについては、下記ツール、試験機により評価を実施する。

- ・システムレベルシミュレーションツール（与干渉波は主波+隣接帯域までキャプチャした実機信号を利用）
- ・信号発生器（実機がある場合の与干渉波は主波+隣接帯域までキャプチャし、周波数シフトして再生出力）

【評価対象とする携帯電話通信システム】

700/900MHz帯移動通信システムに関しては、通信方式が多数存在している中で、検討パラメータの中から送信帯域幅が広く、送信電力値も高いLTE(FDD)方式を対象とする。また、本検討における評価は、移行期間中（2012年～2015年）の携帯電話（上り）からデジタルMCA（上り）への干渉（周波数が隣接する場合）検討を除き、導入が考えられるLTEの5MHz、10MHz、15MHzシステムとデジタルMCAシステムとの1対1の対向モデルによる評価をそれぞれで実施する。

基地局と移動局を対象とし、他装置（中継局、レピータ）については送信電力や受信感度等を換算して評価する。

【許容エラーレート基準値】

許容エラーレートの基準値は各システム以下とする。

デジタルMCAシステム : BER=1.0X10⁻²以下

LTEシステム : スループット 95%以上

MCA被干渉試験

(1)測定機器

①被干渉機器諸元

MCA中継局

- ・受信周波数 905.025~914.975MHz(25KHzステップ)
- ・変調方式 $\pi/4$ シフトQPSK
- ・通信方式 TDMA/FDD(4多重、フレーム長40ms、スロット長10ms)
- ・受信帯域幅 16KHz

②与干渉機器諸元

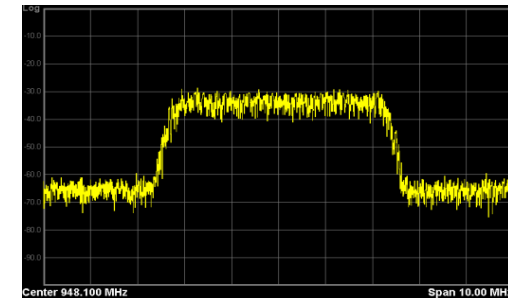
LTE移動局_5MHz(SG)

<連続波>

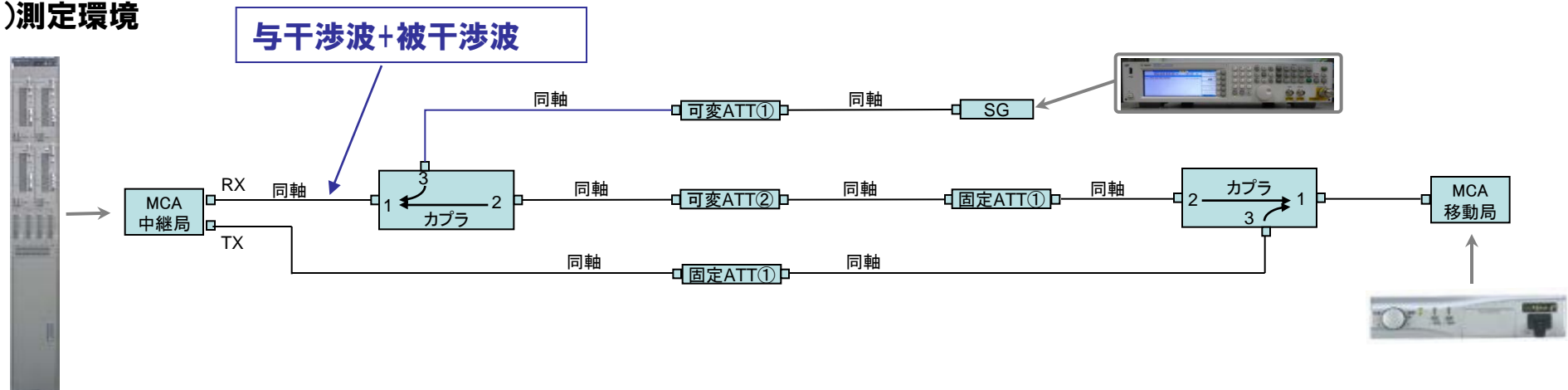
全てのスロットで連続した送信
(右記スペクトラムの連続送信)

<バースト波>

送信時間 1ms(サブフレーム毎のON/OFF)
送信Duty 50%



(2)測定環境



LTE被干渉試験

(1)測定機器

①被干渉機器諸元

LTE基地局_5MHz

規格感度 -101.5dBmにてBLER=5%以下/スループット95%以上
RB (リソースブロック) 使用数25 (最大数5MHz帯域幅)

②与干渉機器諸元

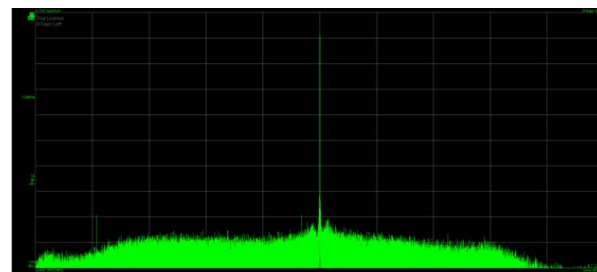
MCA移動局(2W)

<連続波>

右記スペクトラムの連続送信

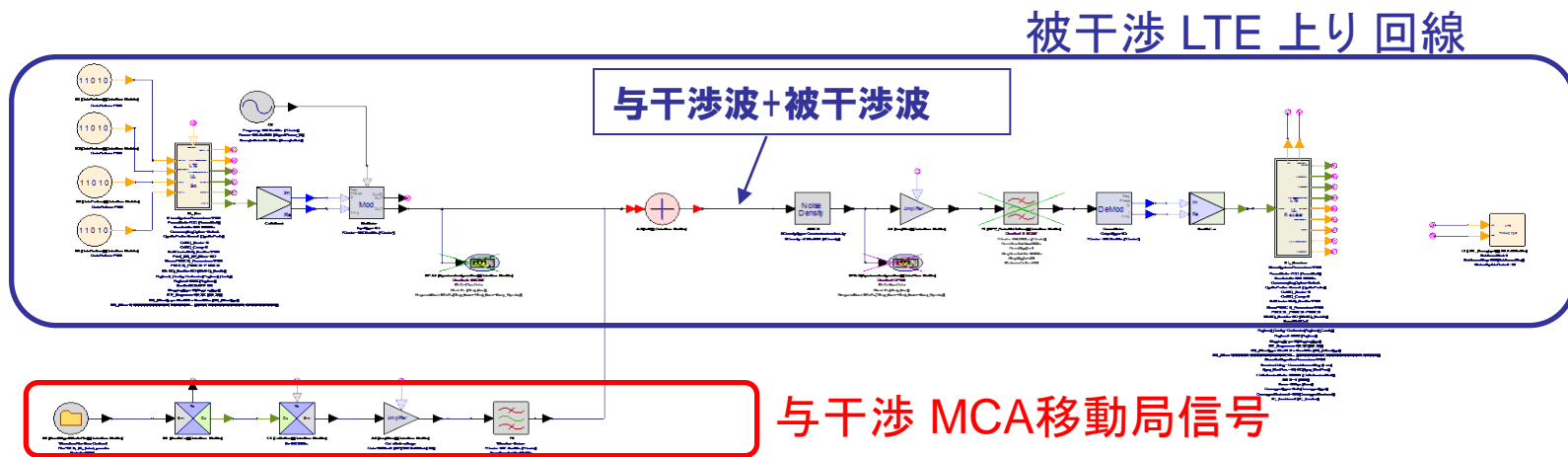
<バースト波>

- ・送信時間 40ms
- ・送信Duty 25%



(次頁にスペクトルを示す)

(2)測定環境



<LTE被干渉測定> ※同一中心周波数において測定

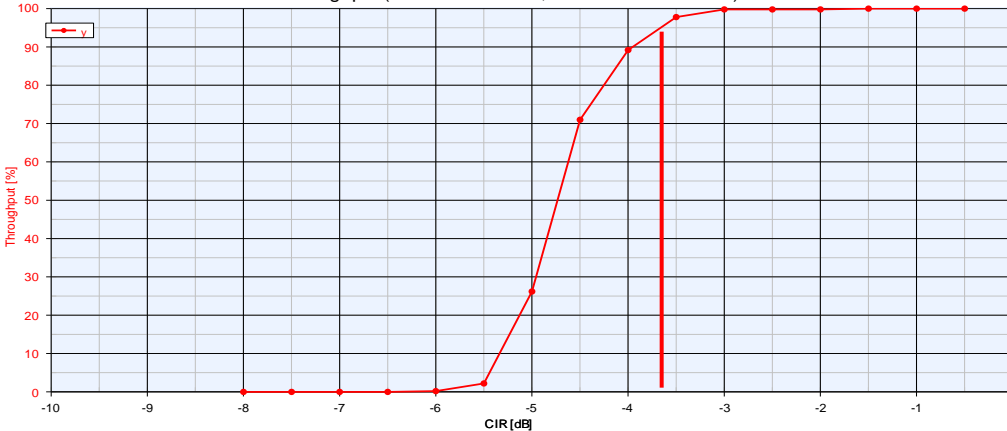
【周波数】

LTE基地局 Rx:907.5MHz

MCA移動局 Tx:907.5MHz

1. C:-95.5dBm 連続波入力

Throughput (MCA:Continuous, LTE:-95.5dBm/5MHz)

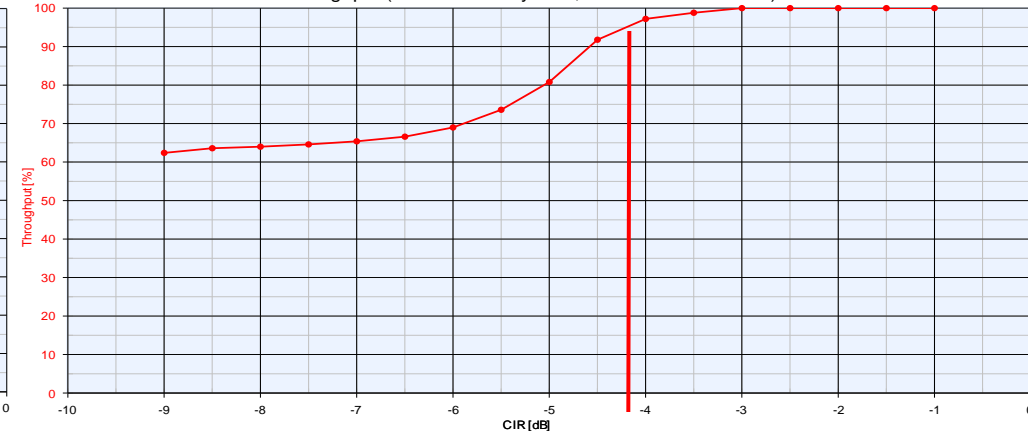


所要CIR: -3.6dB

許容干渉レベル: -97.9dBm/5MHz
(-104.9dBm/MHz)

2. C:-95.5dBm バースト波入力

Throughput (MCA:Burst duty 25%, LTE:-95.5dBm/5MHz)



所要CIR: -4.2 dB

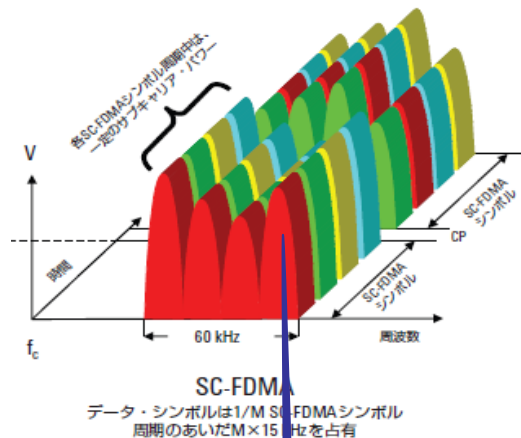
許容干渉レベル: -97.3dBm/5MHz
(-104.3dBm/MHz)

-119dBm/MHzに対して干渉に対し所要CIRが改善する(連続波で14dB)

【考察】

MCAはスペクトルが狭く、LTEに対して1RB内の数サブキャリア(15kHz帯域幅)へ干渉を与えるのみとなる。ほとんどのLTE帯域は影響を受けないこと、数サブキャリアのみの抑圧の場合誤り訂正処理によって所要改善量が良い方向に向かうと推察される。

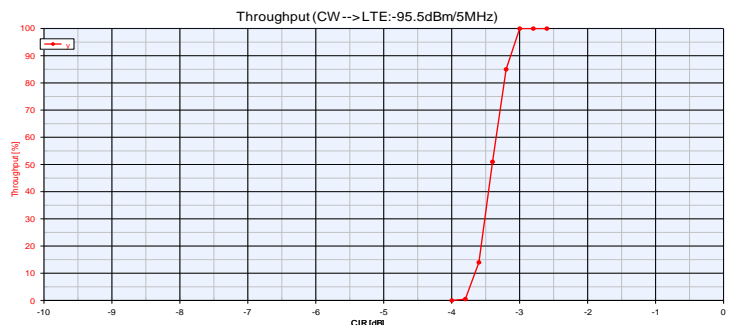
許容改善レベル良化に対する原因について



1RB (リソースブロック) は180kHz 1RBの中に15kHzサブキャリアが12本存在
上りはSC-FDMA QPSK変調の場合、 $4 \times 15 = 60\text{kHz}$ が最小単位となる。

MCAは16kHz帯域幅/ch ほぼLTE 1サブキャリア分の帯域に相当する。
MCA干渉波は1RBの中の最小単位の帯域幅に対してのみ影響すると考えられる。

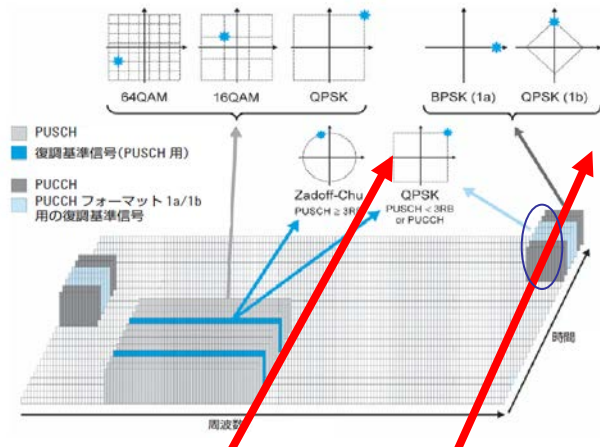
与干渉波 MCA (16kHz帯域幅)



与干渉CWシミュレーション結果

所要CIR -3.1dB
許容干渉レベル: -98.4dBm/5MHz

→MCA変調波はCWと同等の影響



与干渉波 MCA (16kHz帯域幅)

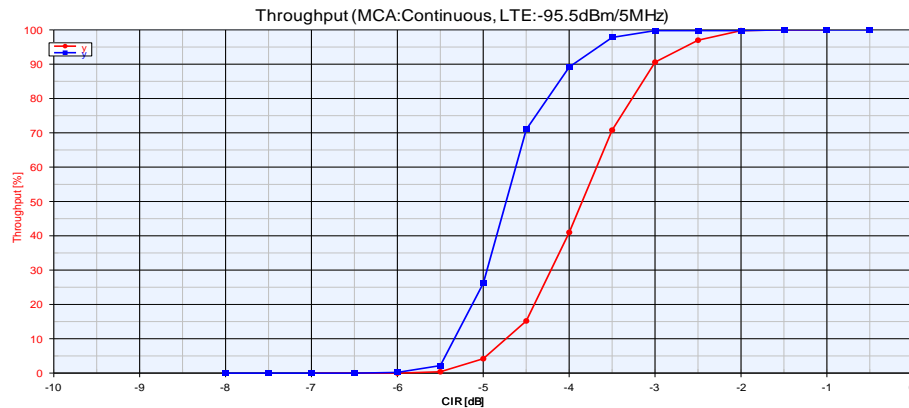
LTE 上り信号は帯域の両端に制御チャンネルを配置している。

QPSK信号の場合リソースブロック・サブキャリアの中心に干渉信号が来た場合、コンスタレーションの中心への影響となり耐干渉性のある結果が想定される。

- 今回与干渉波の中心周波数として、
- LTE帯域中心周波数
 - LTE帯域端RB (リソースブロック) サブキャリア中心から若干周波数シフトの2種類について、与干渉連続およびバーストによる干渉評価を実施する。

※図はアジレント アプリケーションノートから引用

与干渉MCA連続波 送信周波数における干渉評価

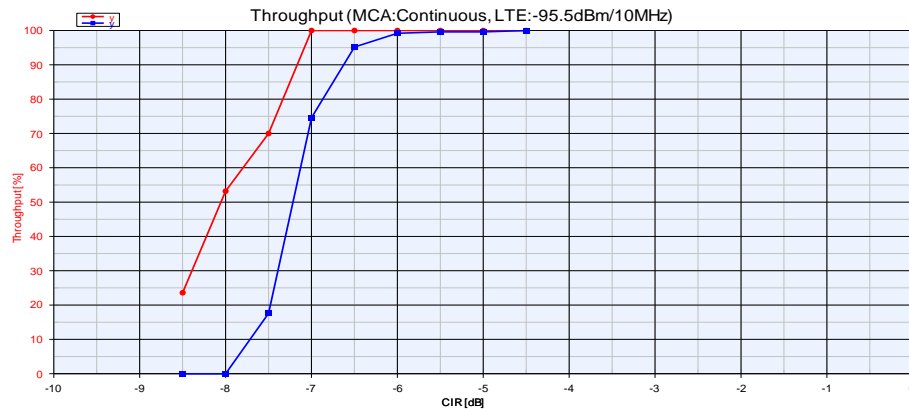


LTE $f_c=907.5\text{MHz}$ 5MHz帯域幅

青 MCA $f_c=907.5\text{MHz}$ (LTEと同一中心周波数)

赤 MCA $f_c=909.62\text{MHz}$ (RB#25 中心から40kHzシフト)

→許容干渉レベル1.0dB劣化した。

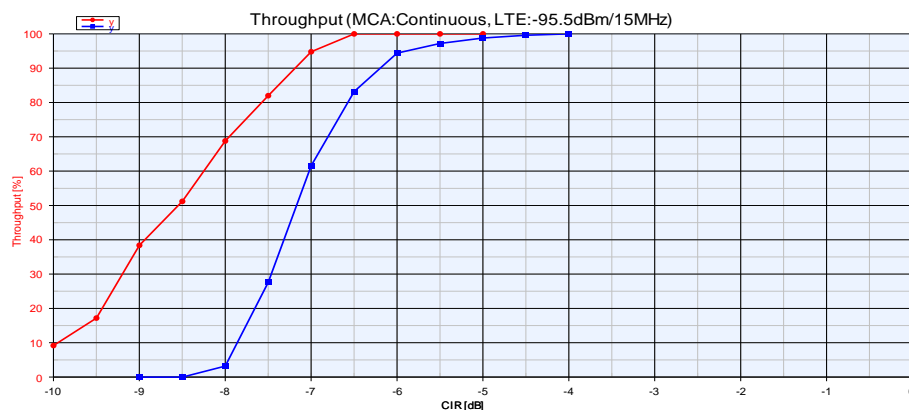


LTE $f_c=905\text{MHz}$ 10MHz帯域幅

青 MCA $f_c=905\text{MHz}$ (LTEと同一中心周波数)

赤 MCA $f_c=909.62\text{MHz}$ (RB#40 中心から40kHzシフト)

→許容干渉レベル0.6dB改善した。



LTE $f_c=907.5\text{MHz}$ 15MHz帯域幅

青 MCA $f_c=907.5\text{MHz}$ (LTEと同一中心周波数)

赤 MCA $f_c=914.125\text{MHz}$ (RB#75 中心から35kHzシフト)

→許容干渉レベル1.0dB改善した。

→周波数配置による許容干渉レベルの変化は±1dB程度。帯域内ではロバスト性が保持される。