

# 「携帯無線通信システムと自営用LTEシステムとの周波数共用条件の調査」

## 目的等

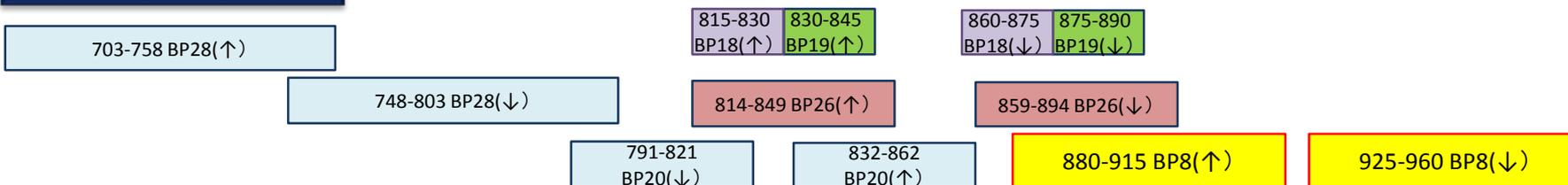
次世代の自営用LTEシステムの実現に向けて、既存の携帯無線通信システム等との周波数共用の可能性及び利用条件等の検討を行ったもの。

## 自営用LTEシステムの検討における前提条件

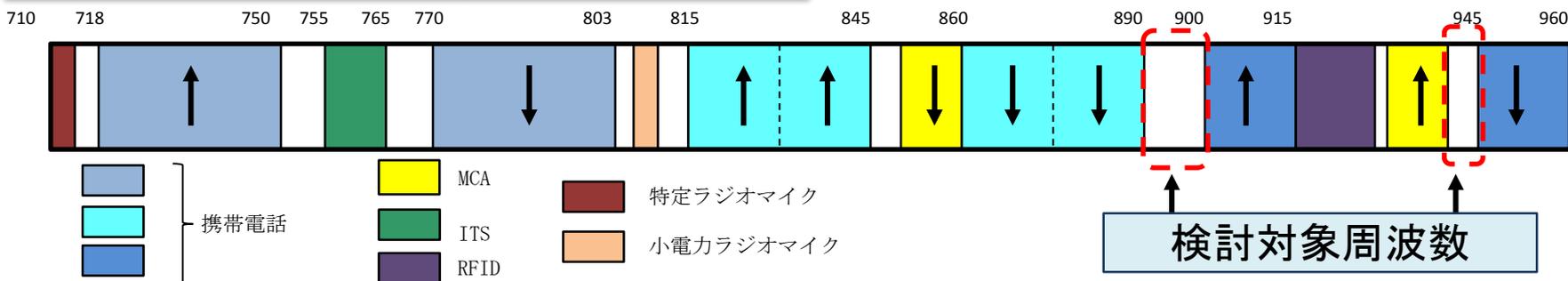
800-900MHz帯における自営用LTEシステムを検討。

- 周波数帯 : 800-900MHz帯の3GPPバンドプラン内を想定
- 利用技術 : LTE技術を利用した無線システム（大ゾーン構成が可能な2周波方式：FDD）
- その他 : 周波数割当ての可能性のあるもの

## 3GPPバンドプラン



## 現在の周波数割当状況及び検討対象周波数帯



# 『携帯無線通信システムと自営用 LTE システムとの周波数共用条件に関する調査検討会』 報告概要

## 1. 調査検討の概要

### (1) 目的

次世代の自営用 LTE システムの実現に向けて、既存の携帯無線通信システム等との周波数共用の可能性及び利用条件等の検討を行う。

### (2) 実施方法

「携帯無線通信システムと自営用 LTE システムとの周波数共用条件に関する調査検討会」（座長：藤井威生電気通信大学教授）を設けて検討を行った（平成 28 年 9 月から 4 回開催）。

## 2. 自営用 LTE システムの利用モデル

### (1) 自営用 LTE システムの特徴

MCA 無線システム等の自営通信システムの概念を引き継ぐとともに、最新の LTE 技術を用いる。

- ① 大ゾーン（10km～30km）方式の採用
- ② 音声（VoLTE（Voice over LTE））及びデータ（50kbps 程度）の収容
- ③ 既存通信形態の継承（PTT（Push To Talk）や基地局独立運用）

### (2) 需要シナリオとトラフィック予測

全国のユーザ数が、17 万局（1 万 3 千局） → 30 万局（2 万 3 千局）  
→ 100 万局（7 万 6,500 局）に対する自営用 LTE システムに望まれるトラフィックを想定  
（カッコ内は最大の通信量が見込まれる新宿局のエリア内）

表 1 自営用 LTE システムに望まれるトラフィックの想定

全国移動局数想定	想定エリア	平常時/災害時	上り/下り呼量 (erl/km <sup>2</sup> )	上り/下り呼量密度 (erl/km <sup>2</sup> /MHz)
17万局	新宿局	平常時	0.016	0.003
		災害時	0.022	0.004
	地方局	平常時	0.002	0.000
30万局	新宿局	平常時	0.029	0.006
		災害時	0.040	0.008
100万局	関東局	平常時	0.074	0.015
		災害時	0.139	0.028
	新宿局	平常時	0.294	0.059
		災害時	0.554	0.111
	地方局	平常時	0.027	0.005
		災害時	0.052	0.010

(3) 設備諸元

自営用LTEシステムに求められる基地局設備、移動局設備（車載型及び携帯型）の諸元を取りまとめ

3. 自営用LTEシステム実証実験

(1) 概要

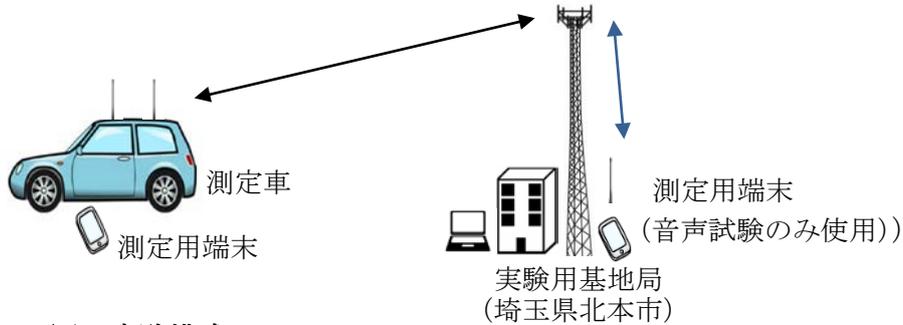


図 実験構成

・実施期間：平成28年10月14日～11月10日

・実施方法

測定車を走行させ（6ルート）、次の評価項目に係るデータ自動取得、及び音声通話品質は、実験用基地局局舎内の評価者と通話し（VoLTE及びPTT）、メリットによる5段階評価を実施

・評価項目

RSRP (Reference Signal Received Power)、スループット（下り回線、上り回線）、RSRQ (Reference Signal Received Quality)、SINR (Signal to Interference plus Noise Ratio)、BLER (Block Error Rate)、端末送信電力、端末使用RB (Resource Block) 数及び音声通話品質

(2) 結果 (例)

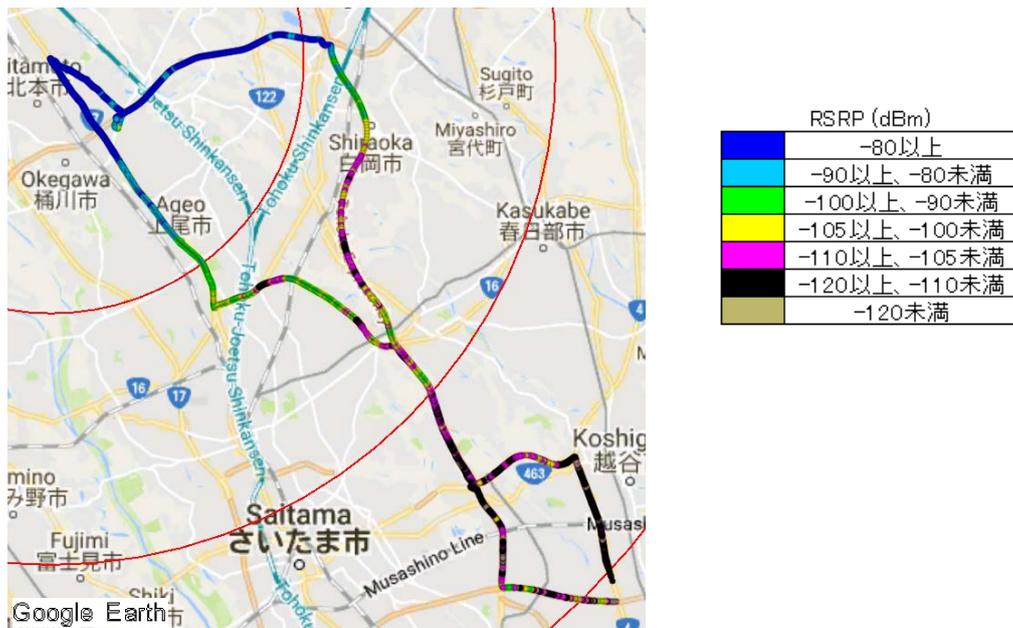


図 実験結果例-1 (RSRP)

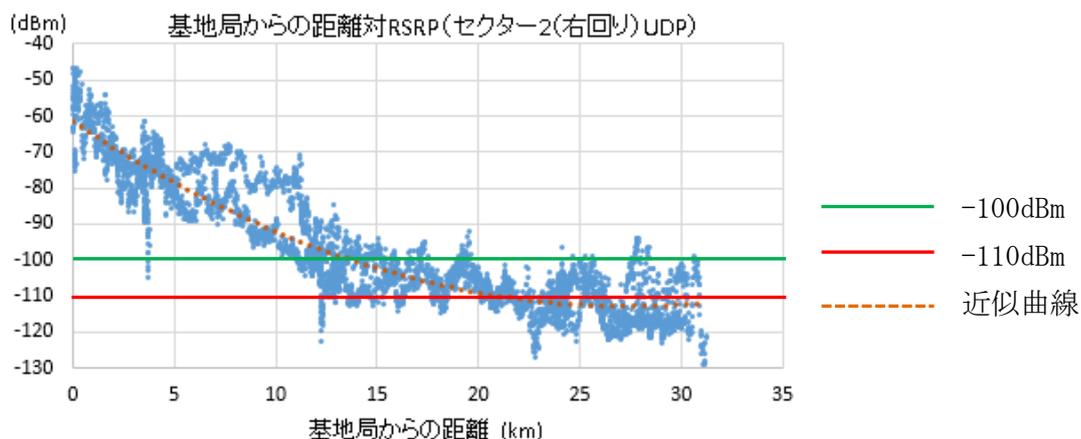


図 実験結果例-2 (基地局からの距離対 RSRP)

(3) 自営用 LTE システムの実現性

- ・ 実証実験の環境 (基地局アンテナ高 51m、中小都市伝搬) において、RSRP が -100dBm から -110dBm の間、基地局からの距離が 13km から 20km の間が品質から見たエリアの限界
- ・ セクター当たりの収容数から見ると、基地局からの距離が 17km を超えると悪化
- ・ 例えば、今回の実験環境下 (中小都市伝搬モデル) において、基地局アンテナ高を実験環境の 51m から 150m にすることによって、30km 前後の大ゾーンのエリアを持つシステム構築が可能

表 2 エリアの広さと VoLTE 収容能力 (実証実験をもとに試算)

エリアの広さ	アンテナ高 : 51m	10km	13km	15km	17km	20km
	アンテナ高 : 150m		20.2km	23.2km	25.2km	27.1km
収容数	1 セクタ	240.7	211.6	165.6	144.6	62.1
	6 セクタ	866.5	761.8	596.2	520.6	223.6

注) エリアの広さは、拡張秦モデルを用いて、伝搬損失が同じ距離を算出

4. 自営用 LTE システムの周波数共用検討

(1) 周波数共用可能性検討

別添の周波数帯を候補として共用検討を実施。

(2) 共用検討の方法及びパラメータ

- ・ 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 (平成 23 年 5 月 17 日) で用いられた共用検討の方法を基本的に踏襲し、自営用 LTE システムを除く設備のパラメータについて、同委員会報告のデータを使用
- ・ 自営用 LTE システムのパラメータについては、利用モデルで示す設備諸元を使用
- ・ SEAMCAT 検討に用いた自営用 LTE システム移動局のスペクトラムエミッションマスクについては、実証実験で用いた端末の室内実験結果に多少のマーヅンを持たせて、隣接帯域

(5MHz 離調)におけるスプリアスレベルが-40dBm/MHzのもの(マスクA)及び-50dBm/MHzのもの(マスクB)を用意

また、送信電力累積確率については、実証実験結果をもとに、3モデル(モデルA、B及びC)を作成

表3 自営用LTE移動局送信電力累積確率モデル

モデル	概要
モデルA	スループット優先モデル。 (実証実験の10km圏内を参考に大都市用モデルを作成)
モデルB	中間モデル。 (実証実験の20km圏内を参考に中小都市用モデルを作成)
モデルC	伝搬距離優先モデル。 (実証実験の30km圏内を参考に地方大セル用モデルを作成)

(3) 共用検討結果

自営LTEシステムが既存の無線システムに近接する場合の共用条件について検討。

① 1対1対向検討

表4 自営用LTEシステム基地局が関係する1対1対向検討

与干渉局	被干渉局	帯域内干渉			帯域外干渉		
		許容干渉量 (dB)	干渉量 (dB)	余裕量 (dB)	許容干渉量 (dB)	干渉量 (dB)	余裕量 (dB)
自営用LTE 基地局	MA陸上移動 中継局	-126.8	-84.0	+42.8	-51	-50.9	-0.1
	RF-ID	-86.0	-88.2	-0.2	-30	-31.0	-1.0
携帯電話 基地局	自営用LTE 基地局	-119.0	-95.1	+23.9	-43.0	-39.0	+4.0
携帯電話 中継局		-119.0	-110.2	+8.8	-43.0	-74.9	-31.9
携帯電話 レピータ		-119.0	-111.6	+7.4	-43.0	-76.3	-33.3
自営LTE 高利得アンテナ移動局 ※	携帯電話 基地局	-119.0	-100.9	+18.1	-43.0	-35.9	+7.1

※ エリア外に存在する事業所やへき地の現場などに移動局を設置し、高利得アンテナを使用するケース

② SEAMCAT 検討

ア 自営用 LTE 移動局が被干渉となるケース

表 5 MCA 移動局及び RF-ID から自営用 LTE 移動局への干渉

与干渉局	被干渉局	帯域内干渉				帯域外干渉			
		許容干渉量 (dB)	干渉量 (dB)	余裕量 (dB)	干渉率 (%)	許容干渉量 (dB)	干渉量 (dB)	余裕量 (dB)	干渉率 (%)
MCA 移動局	自営用 LTE 移動局	-104.3	-106.9	-2.6	1.5	-56	-58.4	-2.4	1.5
MCA 管理系移動局	自営用 LTE 移動局	-104.3	-107.5	-3.2	1.4	-56	-59.0	-3.0	1.4
RF-ID	自営用 LTE 移動局	-104.3	-102.0	+2.3	5.0	-56	-47.6	+8.4	25.3

イ 自営用 LTE 移動局が与干渉となるケース

i) 想定されるトラフィック密度最大 (0.111er1/MHz/km<sup>2</sup>)、送信電力累積確率モデル C 及びマスク A を適用して実施した SEAMCAT シミュレーションでは、共用不可

ii) マスク B、トラフィック密度最大として、送信電力累積確率モデル A、B 及び C を適用して実施した結果は、表 6(1)～(3)の通り。

送信電力累積確率モデル A は、携帯電話レピータに対する干渉が許容量を若干上回るが、基本的に共用可能

送信電力累積確率モデル B 及び C は、共用困難

iii) 0.111er1/MHz/km<sup>2</sup> における送信電力累積確率モデル A と同程度の干渉となり、基本的に共用可能となる送信電力累積確率モデル B 及び C のトラフィックを算定(表 7 (1)、(2))

表 6 共用検討結果 (トラフィック密度 : 0.111er1/MHz/km<sup>2</sup>、マスク B)

(1) 送信電力累積確率モデル A

被干渉局	帯域内干渉				帯域外干渉			
	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	余裕量 (dB)	干渉率 (%)	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	余裕量 (dB)	干渉率 (%)
携帯電話	-104.3	-129.9	-25.6	0.1	-56	-63.5	-7.5	0.5
中継局	-104.3	-128.2	-23.8	0.0	-56	-61.8	-5.8	0.7
レピータ	-104.3	-120.4	-16.0	0.1	-56	-53.9	2.1	5.1

(2) 送信電力累積確率モデル B

被干渉局	帯域内干渉				帯域外干渉			
	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	余裕量 (dB)	干渉率 (%)	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	余裕量 (dB)	干渉率 (%)
携帯電話	-104.3	-123.0	-18.7	0.1	-56	-56.5	-0.5	2.6
中継局	-104.3	-121.1	-16.7	0.0	-56	-54.7	1.3	4.3
レピータ	-104.3	-113.6	-9.2	0.3	-56	-47.2	8.8	50.2

### (3) 送信電力累積確率モデル C

被干渉局	帯域内干渉				帯域外干渉			
	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	所認値量 (dB)	干渉確率 (%)	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	所認値量 (dB)	干渉確率 (%)
携帯電話	-104.3	-121.8	-17.5	0.1	-56	-55.4	0.6	3.6
中継局	-104.3	-120.2	-15.8	0.0	-56	-53.7	2.3	5.5
レピータ	-104.3	-112.7	-8.3	0.4	-56	-46.2	9.8	71.7

表 7 共用検討結果 (マスク B)

#### (1) 送信電力累積確率モデル B (0.023erl/MHz/k m<sup>2</sup>)

被干渉局	帯域内干渉				帯域外干渉			
	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	所認値量 (dB)	干渉確率 (%)	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	所認値量 (dB)	干渉確率 (%)
携帯電話	-104.3	-129.9	-25.6	0.1	-56	-63.4	-7.4	0.5
中継局	-104.4	-127.8	-23.4	0.0	-56	-61.3	-6.3	0.7
レピータ	-104.4	-120.7	-16.3	0.0	-56	-54.3	+1.7	4.8

#### (2) 送信電力累積確率モデル C (0.015erl/MHz/k m<sup>2</sup>)

被干渉局	帯域内干渉				帯域外干渉			
	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	所認値量 (dB)	干渉確率 (%)	許容干渉量 (dBm)	干渉量 (dBm)	所認値量 (dB)	干渉確率 (%)
携帯電話	-104.3	-130.8	-26.5	0.1	-56	-64.3	-8.3	0.5
中継局	-104.4	-128.8	-24.4	0.0	-56	-62.3	-6.3	0.7
レピータ	-104.4	-121.4	-17.0	0.0	-56	-54.9	+1.1	3.9

#### (4) 検討結果の評価

- 1) 自営用 LTE 基地局 → RF-ID 及び MCA 移動局 → 自営用 LTE 移動局は、共用可能
- 2) 共用に課題のあるケース

##### ① 携帯電話との共用

##### ア 移動局間の共用

- 隣接周波数帯域におけるスプリアスレベル -50dBm/MHz 以下が基本
- 適用される自営用 LTE 移動局送信電力累積確率モデルに応じて共用可能となるトラフィックは、表 8 の通り

表 8 送信電力累積確率モデルに応じたトラフィック密度

送信電力累積確率モデル	トラフィック密度	参考(※)
A	0.111 erl/MHz/k m <sup>2</sup>	10km
B	0.023 erl/MHz/k m <sup>2</sup>	20km
C	0.015 erl/MHz/k m <sup>2</sup>	30km

※ 実証実験環境(基地局アンテナ高 51m、中小都市におけるエリア半径)

- 携帯電話レピータについては、許容干渉レベルを若干上回るが、屋内での通信環境改善を目的にビルの窓際等に設置されることが主と考えられ、実際には、一定の離隔距離が確保され、共用できるものと考えられる。
- 自営用 LTE 移動局数の増加に伴うトラフィック密度の上昇に応じて、例えば、セル分割を行うなどにより、自営用 LTE 移動局送信電力分布を低い方に移行（モデル C → B → A）する措置や、トラフィック密度を下げる措置を講じて、隣接携帯電話システムとの共用が維持できるよう、計画的な運用が必要

#### イ 基地局間の共用

- 携帯電話基地局から自営用 LTE 基地局への帯域外干渉が最大で 22～24dB 許容干渉量を上回る可能性
- 自営用 LTE システム基地局の実際の置局環境に応じた干渉評価を行い、置局場所選定、アンテナ設置場所及びアンテナ指向方向調整など、できる限りの干渉軽減措置を講じることがまず重要
- その上で、被干渉レベルが許容限度を上回る場合、与干渉側携帯電話免許人との間で対象となる携帯電話基地局へのフィルタ挿入等の措置について合意を図る。この場合において、携帯電話基地局は、サービス提供に利用されており、工事等によるサービス停止の可能性のあることに配慮が必要

#### ウ 自営用 LTE 高利得アンテナ移動局と携帯電話基地局との共用

- 自営用 LTE 移動局をエリア外で高利得のアンテナを使用して固定的に運用する場合、隣接する周波数の携帯電話基地局に干渉を及ぼす懸念
- 個別に干渉評価を行った上で、高利得アンテナの設置場所、指向方向の調整を行って干渉を許容範囲内に収めることが基本
- その上で、必要な場合にはフィルタの挿入、送信出力又はアンテナ利得の低減等、適切な対処について、免許人間で合意を図る。

#### ② MCA との共用

- 自営用 LTE 基地局から MCA 陸上移動中継局への帯域内干渉が最大で 43dB 許容干渉量を上回る可能性
- 自営用 LTE システム基地局の実際の置局環境に応じた干渉評価を行い、置局場所選定、アンテナ設置場所及びアンテナ指向方向調整など、できる限りの干渉軽減措置を講じることがまず重要
- その上で、与干渉レベルが許容限度を上回る場合、自営用基地局にフィルタ挿入等の措置を講じて共用を図る。

#### ③ RF-ID との共用

- 自営用 LTE 基地局から RF-ID に対する干渉は許容限度内
- RF-ID から自営用 LTE 移動局への干渉が帯域内干渉、帯域外干渉とも許容限度を超える。
- 実際には、操作員の人体損失など各種損失が 10dB 程度期待でき、共用可能
- 干渉が無視できない状況で自営用 LTE 移動局を使用する必要がある場合、フィルタの挿入、固定的に運用する MCA 管理移動局に相当する移動局の場合においてはアンテナの設置場所の検討などにより対処

### (3) 共用条件

#### ① 自営用LTE 移動局設備のスプリアスレベル

- ・ 自営用 LTE 移動局設備の隣接周波数帯域のスプリアスレベルを-50dBm/MHz 以下に抑制
- ・ 自営用 LTE 移動局使用 RB 数を 8 にすること、移動局設備に BPF 挿入などの対策で実現可能

#### ② 自営用 LTE システム移動局数やトラフィックに応じた管理

- ・ 自営用 LTE システム移動局数の増加、トラフィックの増大に伴って、当初のセル構成で共用条件が満足できなくなる恐れが見込まれる場合、例えばセル分割を行うなどにより、自営用 LTE 移動局送信電力分布を低い方に移行（モデル C → B → A）する措置や、トラフィック密度を下げる措置を講じて、隣接携帯電話システムとの共用が維持できるよう、計画的な運用が必要
- ・ 大ゾーンシステムにおいては、エリアの大きさと収容局数がトレードオフの関係になり、隣接システムとの共用にも影響することを考慮し、最適な置局計画、運用技術を確立することが不可欠

#### ③ 高利得アンテナ移動局の適切な管理

- ・ 自営用 LTE 高利得アンテナ移動局から隣接周波数の携帯電話基地局への干渉を防止するため、個別に干渉評価を行った上で、高利得アンテナの設置場所、指向方向の調整を行って干渉を許容範囲内に収めることが基本
- ・ その上で、必要な場合には、高利得アンテナ移動局や携帯電話基地局へのフィルタの挿入、送信出力又はアンテナ利得の低減等、適切な対処について免許人間で合意を図ることとなり、このような移動局を適切に管理することが必要

#### ④ MCA 無線システムとの共用条件

- ・ MCA 無線システムとの共用条件として、5MHz 幅のガードバンドが必要