

第2章 同期／非同期 BWA による同一周波数／隣接周波数の共用条件

2. 1 検討対象システムと干渉検討の方法

2. 1. 1 検討対象システム

干渉検討における調査対象周波数については、携帯電話等高度化委員会報告（H24 年 4 月 25 日）と同様に 2,535-2,655MHz の計 120MHz 幅とし、広帯域移動無線アクセスシステム（BWA）相互間について、それぞれ与干渉・被干渉システムとして調査を行った。2.5GHz 帯における周波数の分配と割当状況について、図 2. 1. 1-1 に示す。

なお、同周波数帯に隣接する他の既存システムと BWA システムとの関係については、第 1 章において各 BWA システムの仕様に変更のないことが示されたことから、今回は干渉検討の対象外としている。

また、原則として、2.5GHz 帯を使用する BWA システムに係る既存の周波数割当状況を前提とした調査は行わず、単純化した干渉検討の組合せに応じた技術的観点からのみの検討を実施した。

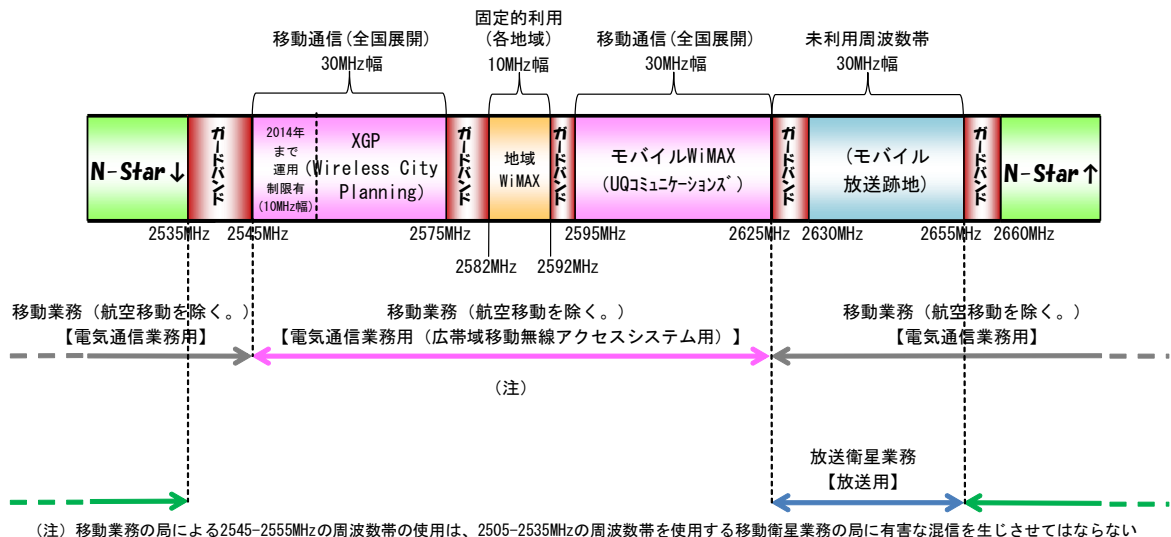


図 2. 1. 1-1 周波数の分配と割当状況

BWA システムの無線方式としては、次に示す 3 方式を対象とした。

- ・ モバイル WiMAX (WiMAX Release 1.0、1.5、2.0 を含む)
- ・ WiMAX Release 2.1 AE (Additional Elements)
- ・ XGP (AXGP)

なお WiMAX Release 2.1 AE については、第 1 章で示されたとおり、XGP 方式の技術的条件に包含されることが確認されたことから、干渉検討結果については XGP と同等（共通）として扱うものとする。

また、WiMAX システムにおける高利得 FWA については、H24 年 4 月 25 日携帯電話等高度化委員会報告の WiMAX 高度化において対象外としてきたが、今回の干渉検討においても、与干渉／被干渉の両方で対象外とする。従って、高利得 FWA を除く地域 WiMAX については、モバイル WiMAX の干渉検討と共通となる。

今回の干渉検討では、隣接周波数を使用する BWA 相互間の共用検討に加え、同一周波数を使用する BWA 間の共用検討についても実施した。同一周波数共用検討は、H19 年 4 月 26 日広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告以降は実施されておらず、その間に行われた BWA 高度化検討結果を踏まえ、新たに必要な組合せの共用検討を実施した形である。

なお、同一周波数共用の参考として現在、地域アクセスバンドにおいて実際に運用が行われている地域 WiMAX 事業者のサイトイメージを図 2. 1. 1-2 に示す。

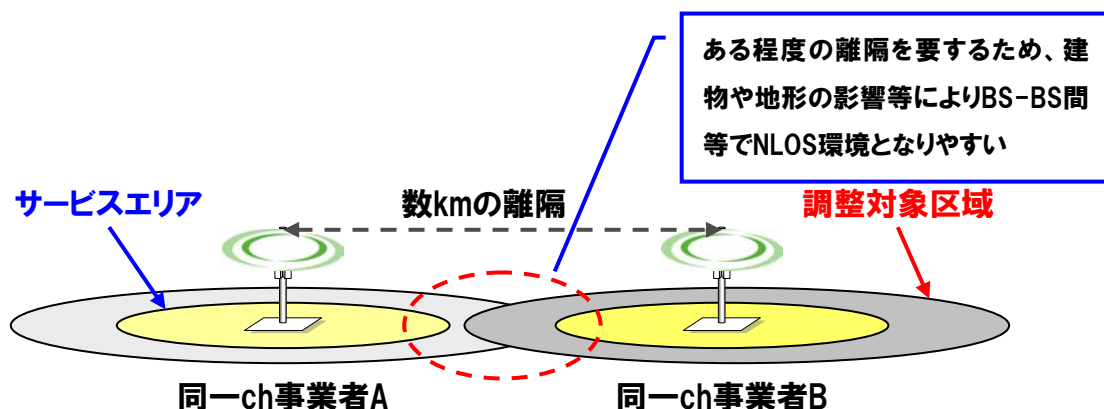


図 2. 1. 1-2 同一周波数を共用する事業者同士のサイトイメージ (例)

各々の事業者は半径 1~2km 程度の「サービスエリア」と、隣接事業者との干渉調整の判断を要する「調整対象区域」を有し、ある程度の離隔距離を取ることやサイトエンジニアリング等の事業者間調整により、サービスエリアの共存を図っている。実運用では、ある程度の離隔を取ること、建物や地形等による遮蔽の影響を受けやすくなるため、NLOS 環境とみなすことができる。

2. 1. 2 干渉検討の組み合わせ

2.5GHz 帯における今回の干渉検討の組合せを表 2. 1. 2-1~表 2. 1. 2-4 に示す。前述の通り、WiMAX Release 2.1 AE については、XGP 方式の技術的条件に包含されることが確認されているので、干渉検討結果については XGP と同等 (共通) として扱う。

また、第 1 章にて WiMAX Release 2.1 AE を評価する際に実施している干渉検討と重複する組み合わせについては、第 1 章の結果を参照する形として本章での検討を省略する。

表 2. 1. 2-1 同一周波数を使用する BWA 相互間の干渉検討の組合せ（同期）

与干渉 被干渉	モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))
モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))		○※1		○		○
モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○※1		○		○	
WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))		○		○		○
WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○		○		○	
XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))		○		○		○
XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○		○		○	

※1) モバイル WiMAX のうち、WiMAX R1.0 については検討済み

表 2. 1. 2-2 同一周波数を使用する BWA 相互間の干渉検討の組合せ（非同期）

与干渉 被干渉	モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))
モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	○	○	○	○	○	○
モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○	○	○	○	○	○
WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	○	○	○	○	○	○
WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○	○	○	○	○	○
XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	○	○	○	○	○	○
XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○	○	○	○	○	○

表 2. 1. 2-3 隣接周波数を使用する BWA 相互間の干渉検討の組合せ（同期）

与干渉 被干渉	モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))
モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	済み (H24 年 4 月 25 日、携帯電話等高度化委員会報告)			○		○
モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))			○		○	
WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))		○		○		○
WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○		○		○	
XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))		○		○		○
XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○		○		○	

表2. 1. 2-4 隣接周波数を使用するBWA相互間の干渉検討の組合せ（非同期）

与干渉 被干渉	モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))
モバイル WiMAX ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	○	○	○	○	済み (H24年4月25日、携帯 電話等高度化委員会報告)	
モバイル WiMAX ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○	○	○	○		
WiMAX R2.1 AE ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	○	○	○	○	○	○
WiMAX R2.1 AE ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))	○	○	○	○	○	○
XGP ↓ (基地局、中継を行う無線局(移動局対向器))	済み (H24年4月25日、携帯 電話等高度化委員会報告)		○	○	○	○
XGP ↑ (移動局、中継を行う無線局(基地局対向器))			○	○	○	○

今回の干渉検討では、同一周波数および隣接周波数を使用する BWA 相互間において、同期システム／非同期システムの両方について、過去に実施していない組合せの共用検討を実施した。

- ・ 同一周波数共用
 - 広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告 (H19年4月26日) では、同一システム (10MHz システム) 同士の同期システムのみで検討されたが、今回は、20MHz システムまでの全ての組合せ (異種システム同士も含む同期／非同期システム) で実施した。
- ・ 隣接周波数共用
 - 携帯電話等高度化委員会報告 (H24年4月25日) に含まれていない、モバイル WiMAX 同士 (非同期システム)、XGP 同士 (同期／非同期システム)、および異種システム同士 (同期システム) について実施した。なお異種システム同士の同期システムについては、同期運用が技術的に可能な場合を想定した検討である。

また、BWA システムの各機器における検討対象については、基地局、移動局、陸上移動中継局および、中継を行う移動局 (以下、小電力レピータ) の 4 種類とした。ここで、陸上移動中継局の移動局対向 (基地局相当) のスペックは基地局と同等であること、基地局対向 (移動局相当) のスペックは空中線電力、アンテナ利得ともに基地局以下であることから、所要改善量についても基地局以下となる。よって、特別な記述がある場合を除いて、陸上移動中継局の干渉検討については、移動局対向および基地局対向を含め、基地局の干渉検討の中にも含めることとした。

2. 1. 3 干渉検討の方法

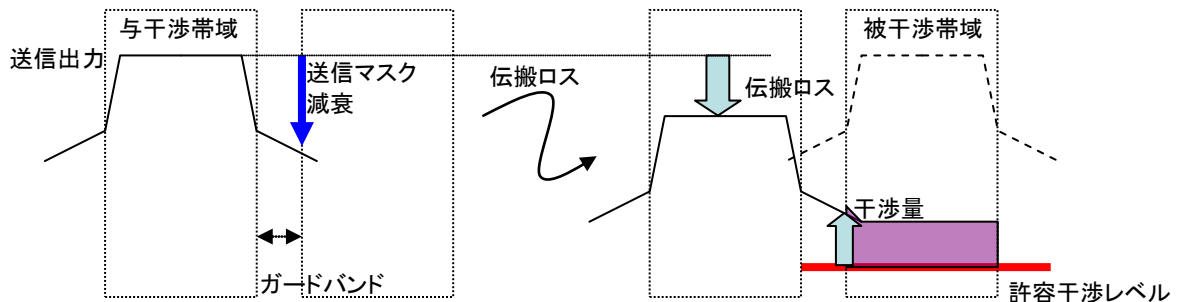
具体的な干渉検討においては、同一周波数共用、隣接周波数共用でそれぞれ異なる計算をした。

同一周波数共用では、H19年4月26日広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告と同様に、被干渉局の許容干渉レベルに対する所要改善量を求めた上で、その所要改善量がゼロとなる与干渉局との離隔距離を求め、そのときの共用条件を検討した。

隣接周波数共用では、被干渉局の許容干渉レベルに対する所要改善量を求めた上で、隣接周波数システム間の最小ガードバンド幅と、そのときの共存条件を求めている。なお、H24年4月25日携帯電話等高度化委員会報告にて最小となるガードバンドをそれぞれ求めたが、今回も、H24年度の検討結果を踏襲し、非同期のBWA相互間においてはガードバンド5MHzから、同期のBWA相互間においては、ガードバンド2MHzから検討を行った。

(1) 最悪値条件による検討

1対1対向の最悪値条件による干渉検討を原則とし、その際の共存条件を併せて検討した。最悪値条件による検討では、システム諸元および検討対象となる伝搬モデルにおける伝搬ロスから、以下の計算方法により被干渉局における干渉量を計算する。計算のイメージ図について、図2. 1. 3-1に示す。



<送信パラメータ>

- ・ EIRP 密度 [dBm/MHz]
- ・ 送信マスク減衰 [dBr]
- ・ 帯域外輻射密度 [dBm/MHz] = EIRP 密度 - 送信マスク減衰

<伝搬路パラメータ>

- ・ 伝搬ロス [dB]
- ・ アンテナ指向減衰 [dB]
- ・ 付加損失 [dB]; 存在する場合

<受信パラメータ>

- ・ 受信アンテナ利得 [dB]
- ・ 受信給電線損失 [dB]
- ・ 許容干渉レベル [dBm/MHz]
- ・ 干渉量 [dB]

<計算方法>

- ・ Minimum Coupling Loss (MCL) [dB]
= 帯域外輻射密度 + 受信アンテナ利得 - 受信給電線損失 - 許容干渉レベル
- ・ 干渉量 [dB] = MCL - 伝搬ロス - アンテナ指向減衰 - 付加損失
- ・ 伝搬ロス: 自由空間伝搬モデル又は extended Hata Model (郊外モデル)
- ・ 付加損失: 回折損失等

図2. 1. 3-1 最悪値条件による計算のイメージ図

なお、上記検討にて干渉量がプラスとなる場合、サイトエンジニアリング、フィルタ挿入、実力値検討、シミュレーションなどの手法を用いて共存可能となる条件を検討する。

(2) シミュレーションによる干渉発生確率の計算

移動局間などの最悪値条件による検討で所要改善量が大きな場合、与干渉システムおよび被干渉システムの特性を考慮し、モンテカルロシミュレーションによる確率的な調査を行った。モンテカルロシミュレーションによる干渉検討のイメージについて、図2. 1. 3-2に示す。図中の「与」は与干渉局、「被」は被干渉局を示す。

モンテカルロシミュレーションとは、移動局間の干渉、または与干渉、被干渉のいずれかが移動局である干渉形態について、複数の移動局の相対的位置関係により変化する被干渉受信機への総受信電力等の影響を考慮して、確率論的に干渉影響を評価する手法である。具体的には、被干渉局から対象半径 R の範囲に、トラフィック量を考慮した複数の移動局をランダムに配置して、与干渉局からの総干渉電力を求める。この与干渉局の配置パターンを変化させて複数回の計算を実施し、この値が許容干渉レベルを超える確率を求める。

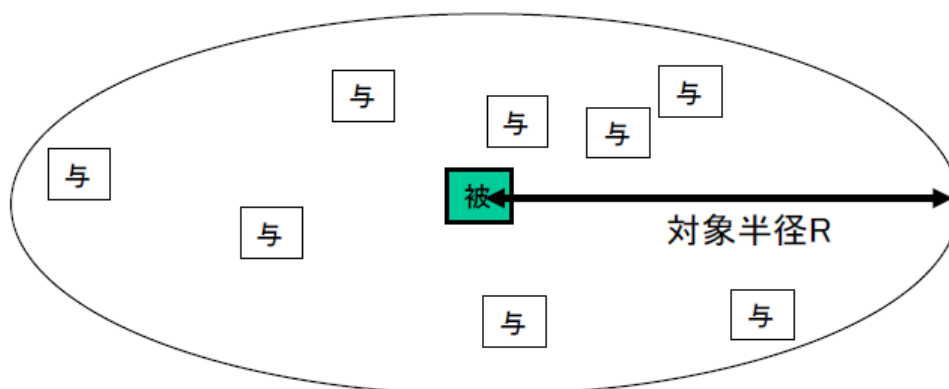


図2. 1. 3-2 モンテカルロシミュレーションによる干渉検討イメージ

(3) 同一周波数における最悪値計算の補足

隣接周波数を使用する BWA 相互間の共用検討では、サービスエリアが重なることを想定し、与干渉局と被干渉局が近接する干渉モデルとして、表2. 1. 3-1に示す条件としている。

表2. 1. 3-1 最悪値計算の条件（隣接周波数共用）

干渉の組合せ	計算上の離隔距離	見通し条件	伝搬ロス
BS⇔MS 間 ※1	45m	LOS	自由空間伝搬モデル
BS⇔BS 間	20m	LOS	自由空間伝搬モデル
MS⇔MS 間 ※1	1m	LOS	自由空間伝搬モデル

※1) 小電力レピータについては、MS の条件と共通

一方で、同一周波数共用においては、図2. 1. 1-2にも示したとおりサービスエリアが重なることはないので、表2. 1. 3-1と同様の干渉検討のみでは現実的な結果は得られない。

従って、H19年4月26日広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告を参考に、できるだけ現実に合わせたNLOS伝搬モデルを適用することとした。干渉検討に使用した計算条件を表2. 1. 3-2に示す。

表2. 1. 3-2 最悪値計算の条件（同一周波数共用）

干渉の組合せ	初回計算時の 離隔距離	所要改善量を改善する際に 用いた、伝搬ロスモデル	備 考
BS⇔MS 間 ※1	45m (LOS)	MWA 検討におけるNLOS伝搬モデル (BS⇔MS) を適用	広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告 (H19年4月26日) と同一 (参考資料***)
BS⇔BS 間	20m (LOS)	FWA 検討におけるNLOS伝搬モデル (BS⇔MS) を適用	参考資料***
MS⇔MS 間 ※1	1m (LOS)	MWA 検討におけるNLOS伝搬モデル (MS⇔MS) を適用	モンテカルロシミュレーション時に使用されるモデル (参考資料**)

※1) 小電力レピータについては、MSの条件と共通

また、今までの同一周波数共用検討では、周波数が完全に一致する場合のみを対象としていた。例えば、地域アクセスバンドでの実運用を例にとると、図2. 1. 3-3に示すように、全ての地域WiMAX事業者は共通のガードバンドで10MHzシステム設備を運用している。

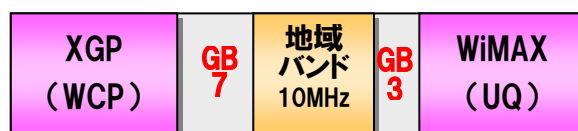


図2. 1. 3-3 地域アクセスバンドでの地域WiMAX運用

今後は、同一周波数帯における「複数の異種システム」「同期／非同期システム」の共存を想定し、隣接事業者同士で必ずしもガードバンド等が一致しないケースも考慮する (図2. 1. 3-4)。

なお実際の干渉検討においては、周波数帯が部分的に一致する条件を全てのケースで計算するのは現実的ではなく、また計算も複雑となるため、従来通り、周波数が完全に一致する条件を最悪値条件として扱うこととする。



図2. 1. 3-4 同一周波数で隣接事業者同士の条件が一致しないイメージ例