

VHF帯における隣接システム間の 共用条件の検討（その1）

自営通信グループ

隣接システム間の共用条件の検討（案）

親委員会（周波数有効利用方策委員会）から、作業班への検討事項

- (1) VHF帯における隣接システム間の共用条件の検討 ← 本書の検討対象
- (2) 周波数有効利用の観点から適切な周波数配置の検討

共用条件の検討方法 [(1)～(3),(4a)「資料2022-VU作6-2-3」の内容、(4b),(4c)～(7)追加内容]

- (1) 周波数共用検討のための放送システムのスタート・ポイント：情報通信審議会諮問第98号に対する答申、及びARIB STD-B29 2.2版「地上デジタル音声放送の伝送方式」
- (2) 自営通信のスタート・ポイント：情報通信審議会諮問第2021号に対する一部答申(H18.12.21公開)、及び、「広帯域移動無線アクセスシステム委員会報告」(H18.12.21公開)
- (3) 干渉の種類：干渉検討として、以下の4種類を対象とする。
 - (a) 放送基地局から自営基地局への干渉
 - (b) 放送基地局から自営端末局への干渉
 - (c) 自営基地局から、放送受信局への干渉
 - (d) 自営端末局から、放送受信局への干渉
- (4) 干渉の程度：干渉の程度として、以下の3項目を検討して、周波数共用条件とする。
 - (a) 与干渉側の送信機雑音が、被干渉側の帯域に落ち込む電力が、被干渉側の許容干渉電力以下となる条件（許容干渉量）
 - (b) D/U比が、所要C/Nを満たす条件（線形領域）
 - (c) 近接受信干渉（受信機初段が飽和等して、いくら信号強度を増加しても所要回線品質が得られない事）を起こさない条件（非線形領域）
- (5) 干渉の種類(3)の(a)以外は、固定-移動局間、もしくは移動-移動局間の干渉となるため、干渉条件を確定することは出来ず、**干渉発生確率を考慮して検討**を行う。
- (6) システム間のガードバンドは、スプリアス領域を含めて検討し、場合によっては規格値だけではなく、**共用のための追加条件、想定される装置の実力値をも考慮して検討**を行う。
- (7) 双方、周波数有効利用の観点、及び、公平性の前提から検討を行う。

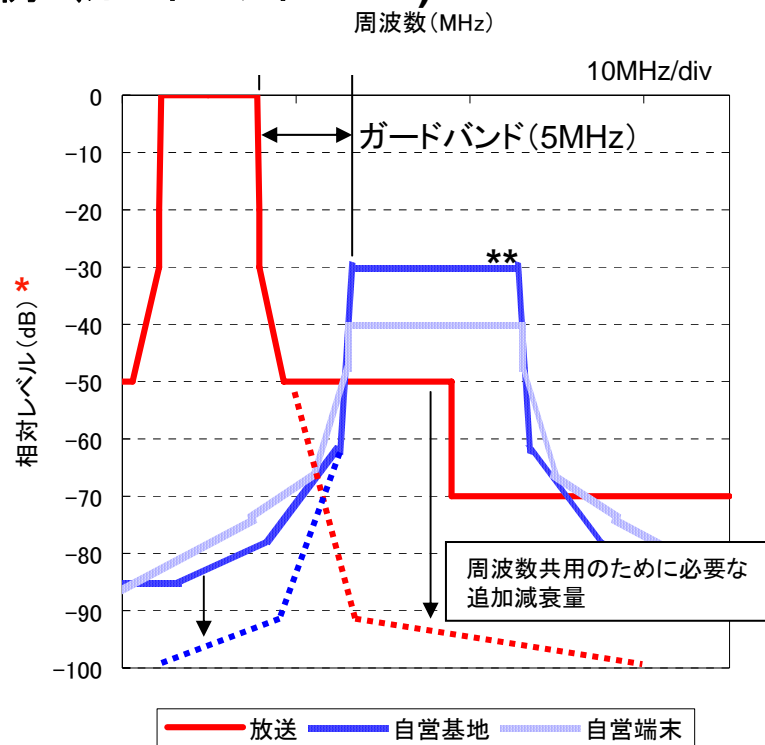
干渉検討資料（資料2022-VU 作6-2-3）から

1. 受信感度
 - 自営通信は、地上デジタル音声放送と比較して10.2dB（符号化利得差の約2dBを含む）受信感度が高い。（参考資料1）
2. 許容干渉電力
 - 自営通信は、地上デジタル音声放送と比較して6.0～8.0dB許容干渉電力が低い。（参考資料1）
3. 現状の送信スペクトル仕様
 - 地上デジタル音声放送は、周波数共用のためには、帯域外、スプリアス両域の減衰量を増加すべきと考える。（参考資料2）

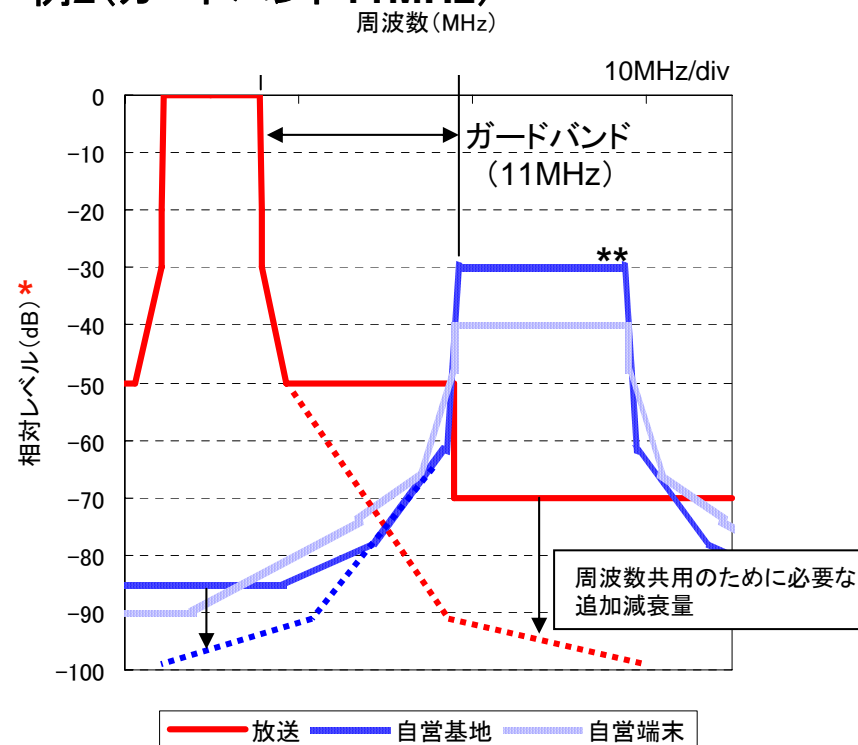
ガードバンドによる周波数共用と共用のための追加減衰量

周波数共用のためのガードバンドを、放送の帯域外領域とした場合(例1)、スプリアス領域とした場合(例2)を示す。

例1(ガードバンド5MHz)



例2(ガードバンド11MHz)



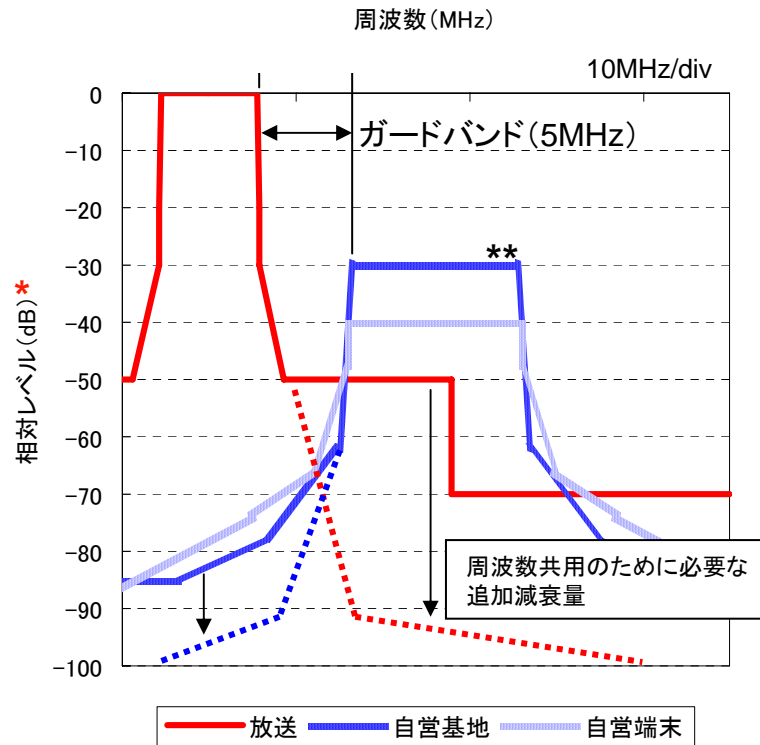
*: グラフの縦軸は、信号の絶対値の目安で規格化した。

** : 自営通信の帯域幅は5MHz幅を2連結したと想定。

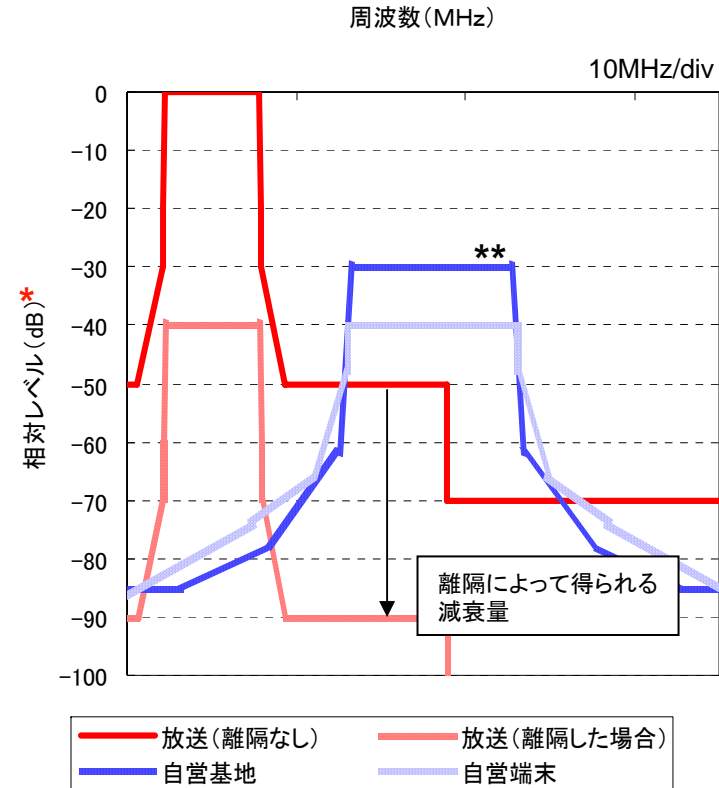
周波数共用のためには、6ページの検討結果から、さらなる追加減衰量が必要となる(放送、自営通信とも)。

追加減衰量と離隔距離の関係

追加減衰量による周波数共用



離隔距離による周波数共用



*: グラフの縦軸は、信号の絶対値の目安で規格化した。

** : 自営通信の帯域幅は5MHz幅を2連結したと想定。

追加減衰量が得られない場合、6ページのような検討結果となり、**非実用的な離隔距離になる。**

送信フィルタの付加減衰量と必要離隔距離の関係

1. ガードバンド5MHzの場合(帯域外領域)

干渉の種類	Case A	Case B	Case C	Case D	Case E
放・基→自・基	80 km	8 km	200 m	200m	200m
放・基→自・端	20 km	900 m	< 200 m	200m	200m
自・基→放・受	500 m	60 m*	120 m	20m*	20m*
自・端→放・受	160 m	60m (400 m*)	40 m*	10m*	1m*
送信フィルタの 与干渉領域の 付加減衰量	放・基：0dB 自・基：0dB 自・端：0dB	放・基：40dB 自・基：40dB 自・端：30dB	放・基：66.3 dB 自・基：21.3 dB 自・端：50.0 dB	放・基：66.3 dB 自・基：47.9 dB 自・端：61.6 dB	放・基：66.3 dB 自・基：47.9 dB 自・端：81.5 dB

2. ガードバンド11MHzの場合(デジタル音声放送のスプリアス領域)

干渉の種類	Case A	Case B	Case C	Case D	Case E
放・基→自・基	32 km	800 m	200m	200m	200m
放・基→自・端	4 km	200 m	< 200m	200m	200m
自・基→放・受	300 m	20 m*	120m	20m*	20m*
自・端→放・受	< 100 m	50m (120 m*)	40 m*	10m*	1m*
送信フィルタの 与干渉領域の 付加減衰量	放・基：0dB 自・基：0dB 自・端：0dB	放・基：40dB 自・基：40dB 自・端：30dB	放・基：46.3 dB 自・基：14.3 dB 自・端：40.0 dB	放・基：46.3 dB 自・基：40.0 dB 自・端：51.6 dB	放・基：46.3 dB 自・基：40.0 dB 自・端：71.5 dB

ITU-R SM.2028-1に基づくSEAMCATを利用して計算(Extended Hata、郊外地モデル)、但し*: 自由空間伝搬で計算。

キャリア周波数: 190MHz

放送基地局送信電力: 20kW(EIRP)/13セグメント

放送基地局アンテナ高: 200m

放送受信局アンテナ利得: -3dBd, 給電ロス: 2dB

放送受信局アンテナ高: 1.5m

自営基地局送信電力: 20W、アンテナ利得: 7dBi

自営基地局アンテナ高: 20m*

自営端末局送信電力: 5W、アンテナ利得: 2dBi

自営端末局アンテナ高: 1.5m

*: 本検討では、アンテナ高を20mとして検討したが、検討をより具体的にするためには、運用母体のサービスイメージも参考にして決める必要がある。

「干渉の程度：D/U比が、所要C/Nを満たす条件（線形領域）」の検討

放送基地局からの送信機雑音の下、自営通信のD/U比が、所要C/Nを満たすためには、自営通信基地局/端末局の送信電力を上げるか、自営基地局までの距離を縮めるか、のいずれかである。

1. 自営通信基地局/端末局の送信電力を上げる場合：放送基地局の周辺では、自営基地局は大電力で送信することになり、広範囲な干渉地域を作るとともに、自営端末局は、実現不可能な大電力で送信する必要がある(最大+30dB)。
2. 自営基地局までの距離を縮める場合：干渉電力の増加量によって、自営基地局のセル半径は減少して、**干渉電力が10dB増加すれば、セル半径は0.52倍になり、3.7倍の基地局数を必要とする**。これはインフラ・コストの極端な増加をもたらし、非現実的である(下表参照)。

自営基地局アンテナ高:20m、自営端末局アンテナ高:1.5mの場合

ITU-R SM.2028-1 に基づくSEAMCATを利用して計算(Extended Hata、郊外地モデル)。

干渉電力の増加量	0dB	1dB	3dB	5dB	10dB	20dB	30dB
セル半径 (干渉電力 0dBで規格化)	1	0.93	0.82	0.72	0.52	0.27	0.14
自営基地局数 (干渉電力 0dBで規格化)	1	1.14	1.48	1.93	3.73	13.9	51.8

許容干渉量

検討中の許容干渉電力。セル半径は10kmが9.3kmとなり、基地局数は14%増加する。

放送局近傍で干渉電力が30dB高くなると、セル半径は10kmが1.4kmとなり、同一エリアをカバーするのに50倍の基地局を必要とする。

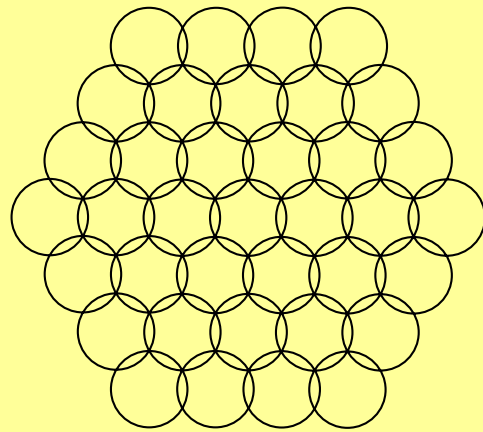
「干渉の程度：近傍受信干渉（非線形領域）」の検討

線形領域で、適切な方法でエリアが確保出来ないため、現状では検討できない。

放送との周波数共用による影響

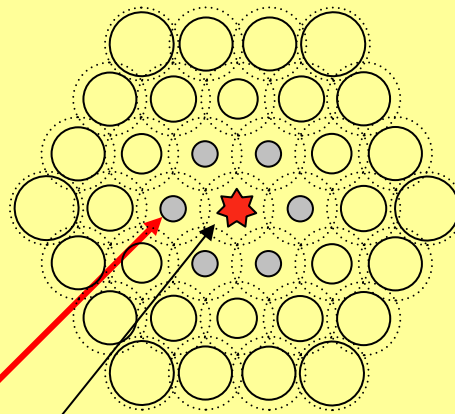
「干渉の程度: D/U比が、所要C/Nを満たす条件(線形領域)」の検討(続き)

自営基地局のセル配置



自営通信のセル半径: **10km**

放送基地局が設置された場合

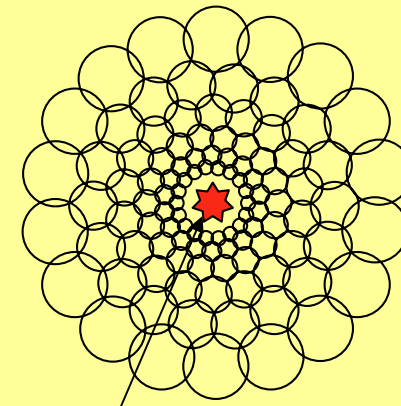


放送基地局(20kW)

- ◆ 放送基地局の送信機雑音により、自営通信への干渉電力が増加し、自営通信のセル半径が縮小する。

灰色のセル: セル半径が**3km**に縮小する。

エリアカバーのためのセル配置



放送基地局(20kW)

- ◆ 放送基地局に近づくに従い多くの自営基地局が必要となる。(置局コストの増大)
- ◆ 放送基地局の近傍は置局出来ない。(エリア外地域の残存)

まとめ：周波数共用するための条件

1. 放送と自営通信で周波数共用するためには、放送基地局の送信電力を下げるか、帯域外の送信機雑音を下げる必要がある。
2. 放送基地局の帯域外の送信機雑音を下げる場合、ガードバンド5MHzの時（帯域外領域での周波数共用）、追加減衰量は60～70dB必要となり、ガードバンド11MHzの時（スプリアス領域での周波数共用）、追加減衰量は40～50dB必要となる。
3. 自営通信（基地局、端末局）は、移動して近接する放送受信局に影響を与えないために、送信機雑音を下げる必要がある。
4. 自営通信の、帯域外の送信機雑音を下げる場合、ガードバンド5MHzの時、自営端末局の追加減衰量は40～80dB必要となり、ガードバンド11MHzの時、自営端末局の追加減衰量は30～70dB必要となる。
5. 放送及び自営通信に課せられる帯域外の追加減衰量は、ガードバンド5MHzの時、実現に関してはほぼ不可能であり、ガードバンド11MHzの時においても、チャレンジャブルである。
6. 干渉の程度を「D/U比が、所要C/Nを満たす条件（線形領域）」として検討した場合、干渉電力30dB増加で、セル半径が0.14倍となり、自営基地局密度を50倍増で設置する必要がある、非現実的である。
7. 干渉の程度を「近接受信干渉（非線形領域）」として検討する場合、上記6.項の線形領域で、適切な方法でエリアが確保出来ないため、現状では検討できない。

受信感度、許容干渉電力の比較

1. 受信感度

・ 自営通信の受信感度* :

(1) 5MHzシステム : -91.3dBm 以下 (基地局、移動局とも同一) : -98.3dBm/MHz

(2) 10MHzシステム : -88.3dBm 以下 (基地局、移動局とも同一) : -98.3dBm/MHz

* : QPSK、BER=1E-6にて規定。

・ 地上デジタル音声放送の受信感度** :

(1) 1セグメント : -91.8dBm 以下 (0.429MHz当たり) : -88.1dBm/MHz

(2) 3セグメント : -87.0dBm 以下 (1.29MHz当たり) : -88.1dBm/MHz

** : DQPSK、受信機終端入力電力 $17\text{dB}\mu\text{V}$ /1セグメントにて規定。

◆ 自営通信は、地上デジタル音声放送と比較して 10.2dB (符号化利得差の約 2dB を含む) 受信感度が高い。

2. 許容干渉電力

・ 自営通信の許容干渉電力

(1) 基地局 : -113.8dBm/MHz

(2) 移動局 : -111.8dBm/MHz

・ 地上デジタル音声放送の許容干渉電力

-105.8dBm/MHz ***

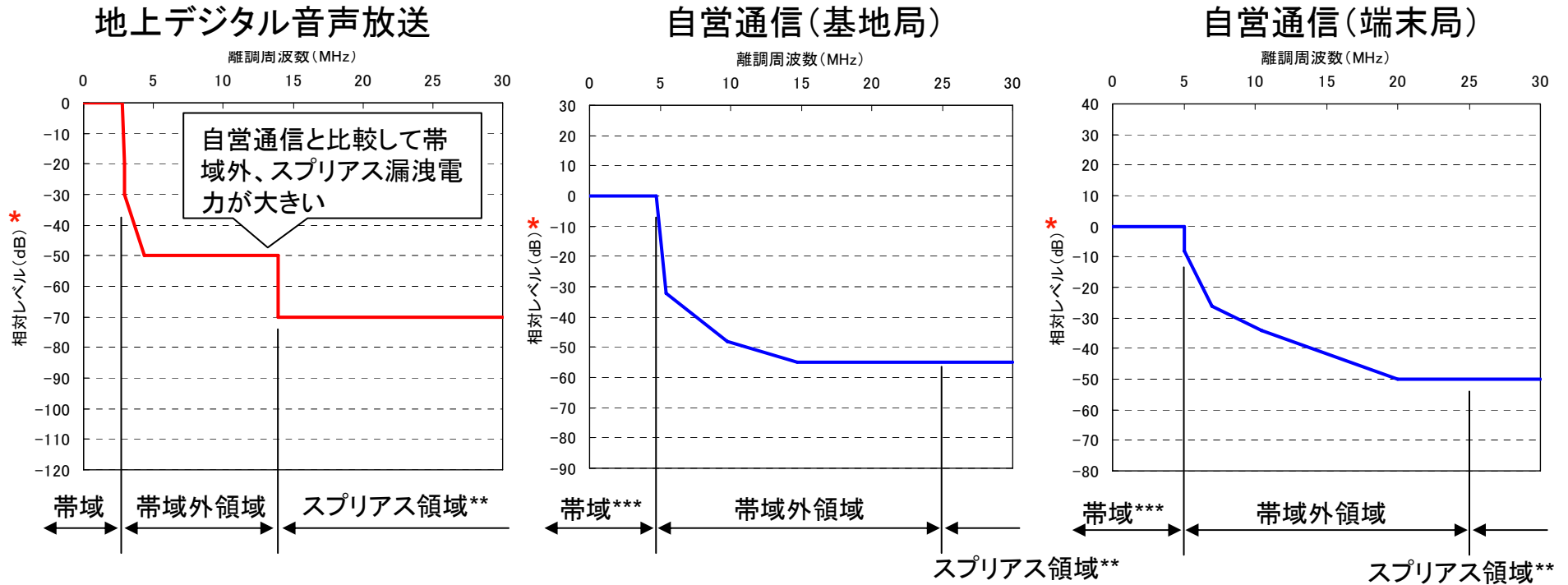
*** : 外来雑音電力 -103.5dBm /1セグメント、外来雑音電力に対して -6dB として試算。

◆ 自営通信は、地上デジタル音声放送と比較して $6.0\sim 8.0\text{dB}$ 許容干渉電力が低い。

資料2022-VU 作6-2-3「参考1 自営通信グループにおける干渉検討資料」、「参考2 放送グループにおける干渉検討資料」から数値を算出した。

放送と自営通信の送信スペクトルの比較

現状の送信スペクトル仕様



*: グラフの縦軸は、信号の絶対値の目安で規格化した。

** : スプリアス領域の必要減衰量は、送信電力によって異なる。

***: 自営通信の帯域幅は5MHzの場合も同等と考える。

自営通信の周波数共用送信スペクトルは、2.5GHz帯の周波数共用の検討の際、帯域外領域、スプリアス領域の両域とも仕様を厳しくして共用を図った。地上デジタル音声放送も、周波数共用のためには、送信電力を下げるか、帯域外、スプリアス両域の減衰量を増加すべきと考える。