

VHF帯における隣接システム間の 共用条件の検討（修正版）

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。

干渉の程度：(a) 許容干渉量の検討

<検討条件>

- 放送基地局の送信機雑音の実力値は、帯域外領域、スプリアス領域とも規格値より、**3dB低いものとして**、計算する(規格値は、参考資料2参照)。送信機雑音が外来雑音電力より低くなる隔離距離を求めた。
- ガードバンドは、5MHz(帯域外領域)、及び11MHz(スプリアス領域)で計算する(参考資料3参照)。

<結果>

- 周波数共用のためには、下記離隔距離が必要であり、特に、放送基地局から自営基地局への干渉が極めて大きいため、このままでは実質共用できない。

周波数共用のための離隔距離

ガードバンド幅		5 MHz	11 MHz
干渉の種類	放・基→自・基	68 km	62 km
	放・基→自・端	18 km	14 km
	自・基→放・受	500 m	300 m
	自・端→放・受	160 m	< 100 m

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)

キャリア周波数: 190MHz	放送基地局送信電力: 10kW, ERP=50kW/13セグメント 放送基地局アンテナ高: 237m 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：(b)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)。

※ 偏波を利用することに関しては移動通信という特性上、効果はさほど期待できない。

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)	10km	9.3km	8.2km	7.2km	5.2km	2.7km	1.4km
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%必要。

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。

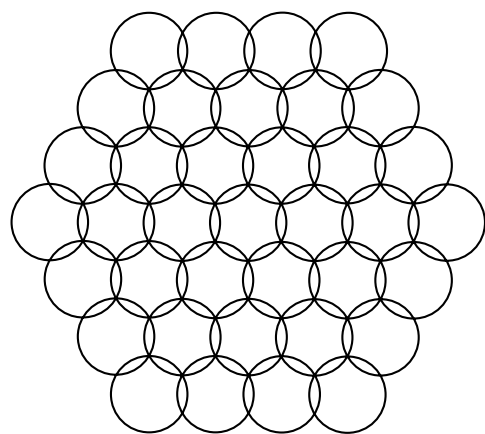
干渉の程度：(c)近傍受信干渉（非線形領域）」の検討

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

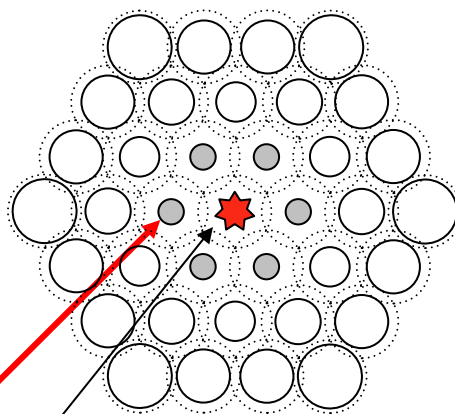
「干渉の程度:D/U比が、所要C/Nを満たす条件(線形領域)」の検討(続き)

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

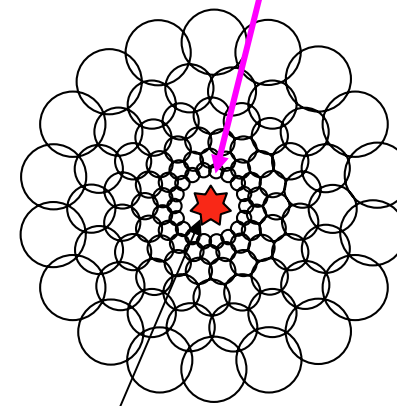


放送基地局(10kW, ERP=50kW)

◆ 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**210m**に縮小する。

エリアカバーのためのセル配置



放送基地局近傍のセル半径は、次頁参照

放送基地局(10kW, ERP=50kW)

◆ 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)

放送基地局アンテナの垂直指向性による効果

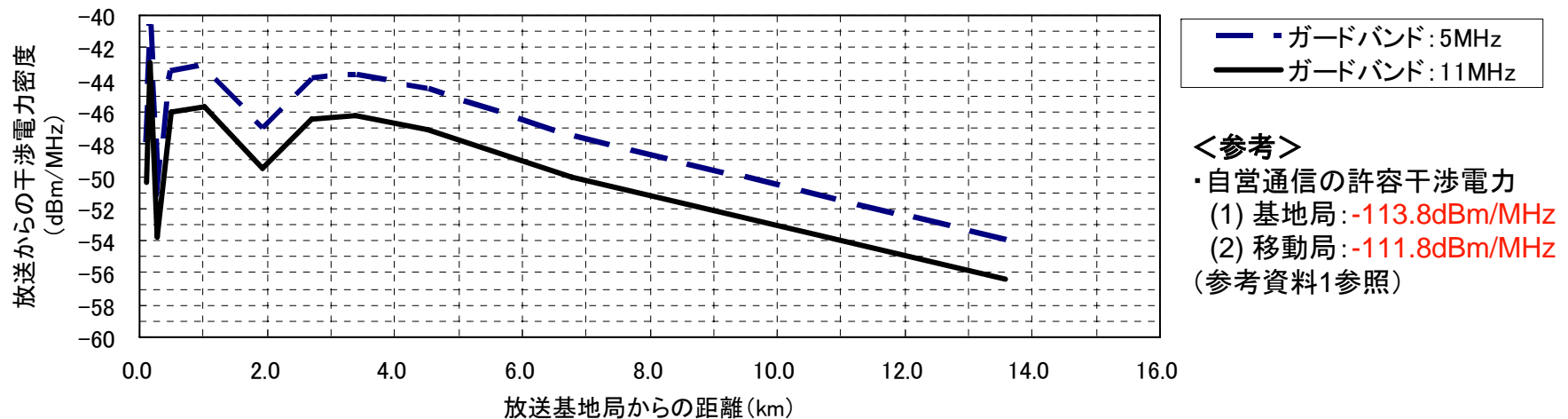
「干渉の程度：D/U比が、所要C/Nを満たす条件（線形領域）」の検討（続き）

<対応>

- VHF(Hch)の放送基地局の送信パラメータが、UHF帯デジタルテレビと同等として、放送基地局のアンテナ指向性を推定し(参考資料 4)、**放送基地局近傍の干渉電力**を調べる。

<結果>

- 放送からの干渉電力密度は、放送基地局アンテナの垂直指向特性により3km以下で若干低減されるものの、この**干渉電力は許容干渉電力より60dB大きく**、自営通信のセル半径は、10kmが100m～150m程度となり、非実用的である。



<参考>

- 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**
 (参考資料1参照)

放送基地局からの距離に対する自営通信基地局のセル半径の縮小[本来10km、放送基地局アンテナ指向性考慮(参考資料4)]

放送基地局からの距離	0.1km	0.2km	0.3km	0.5km	1.0km	1.9km	2.7km	3.4km	4.5km	6.8km	13.6km
ガードバンド 5MHz	120 m	90 m	120 m	95 m	95 m	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	150 m
ガードバンド 11MHz	140 m	100 m	150 m	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	100 m	150 m

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. 放送基地局の送信機雑音が、自営通信の許容干渉電力を超えないための離隔距離は、帯域外領域で、94km、スプリアス領域で、85kmとなり、11MHz以上のガードバンドを設けても、放送から自営通信のエリアに大きな影響が出る。
3. 放送基地局の垂直アンテナ指向性に伴い、放送局近傍の3km以内では干渉電力の軽減が認められるが、残存する帯域外干渉電力は依然大きく、自営基地局のセル半径は本来の10kmから100～150m程度に縮小し、極めて非実用的である。
4. 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17dB μ 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

} 放送と同じ-105.8dBm/MHzで計算する。

- 地上デジタル音声放送の許容干渉電力

-105.8dBm/MHz***

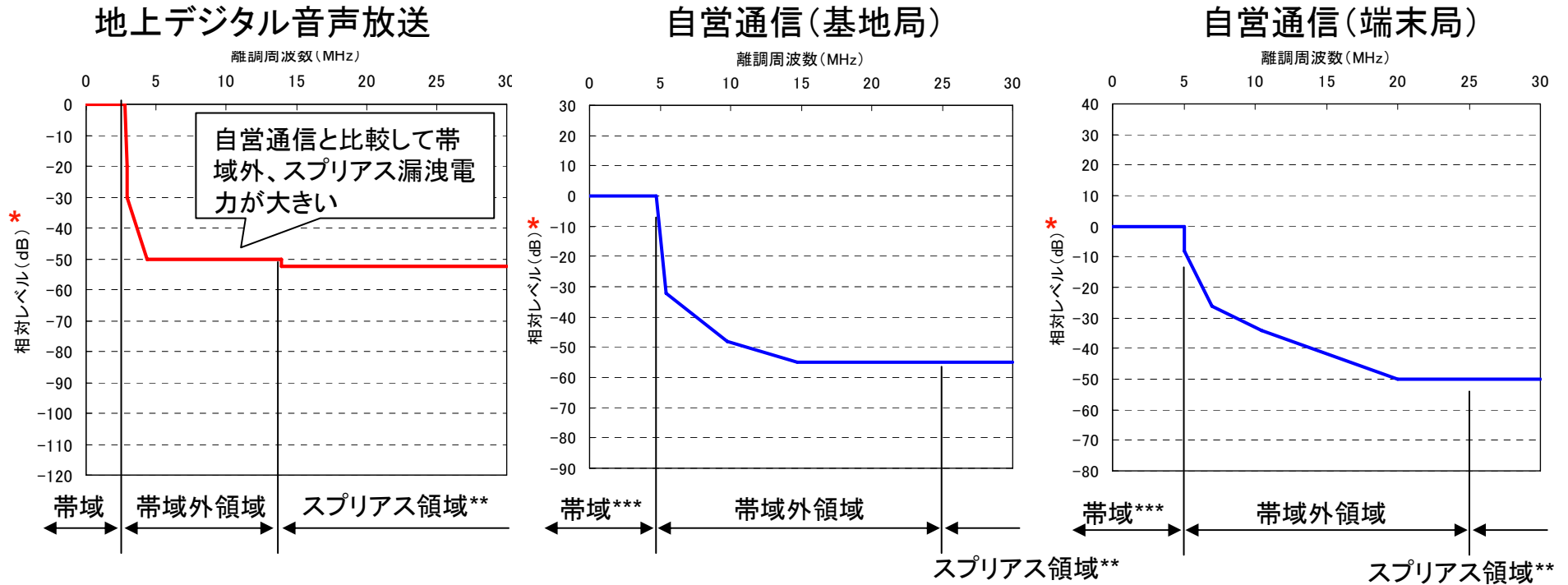
***：外来雑音電力-103.5dBm/1セグメント、外来雑音電力に対して-6dBとして試算。

◆ 自営通信は、地上デジタル音声放送と比較して6.0～8.0dB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。

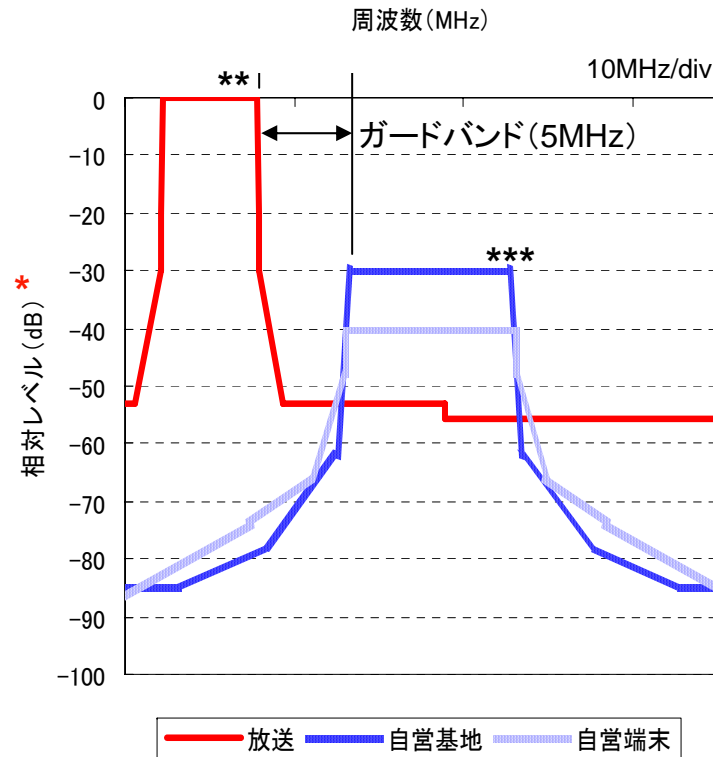
***: 自営通信の帯域幅は5MHzの場合も同等と考える。

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。

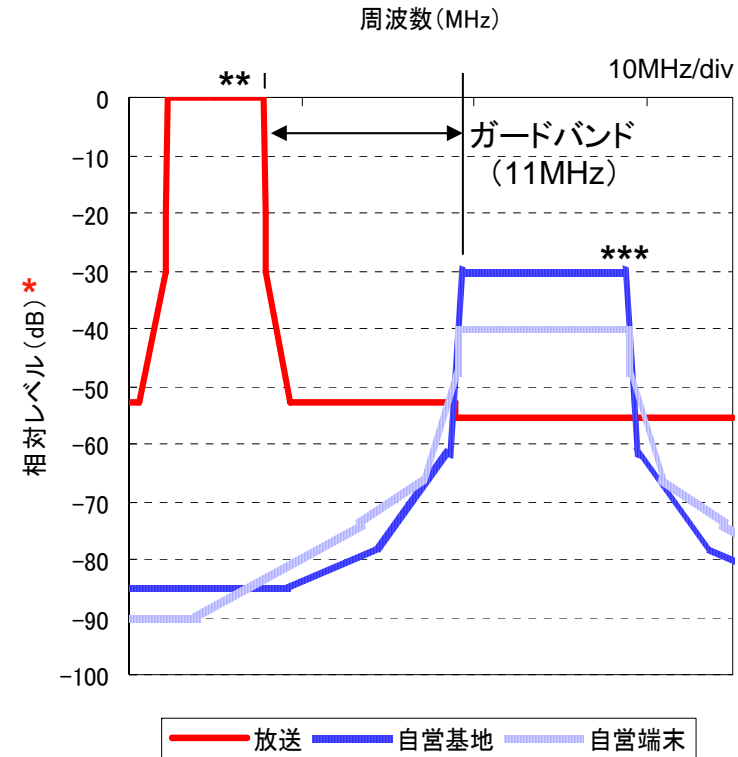
ガードバンドによる周波数共用

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。

** : 放送の帯域外、スプリアス領域は、規格値より実力3dB低いと仮定して計算。

*** : 自営通信の帯域幅は5MHz幅を2連結したと想定。

放送基地局アンテナの垂直指向性

前提条件 (地上デジタルテレビ放送、27ch、東京タワーのアンテナから推定)

- (1) アンテナ素子 双ループアンテナ 2Lタイプ (3素子)
- (2) 配列 水平面 15面、垂直面 5段
- (3) 指向性 水平面 無指向性 (仮定)
- (4) チルト角 無し
- (5) 偏波面 水平偏波
- (6) 指向性利得 $\sim 7\text{dBd}$ (ERP=50KW, 送信電力10KWより)
- (7) 対象周波数 557MHz 一波 (NHKの周波数 27ch)
- (8) アンテナ素子の推定 : 双ループアンテナ 2L 単素子
- (9) 双ループアンテナ 2L 3素子

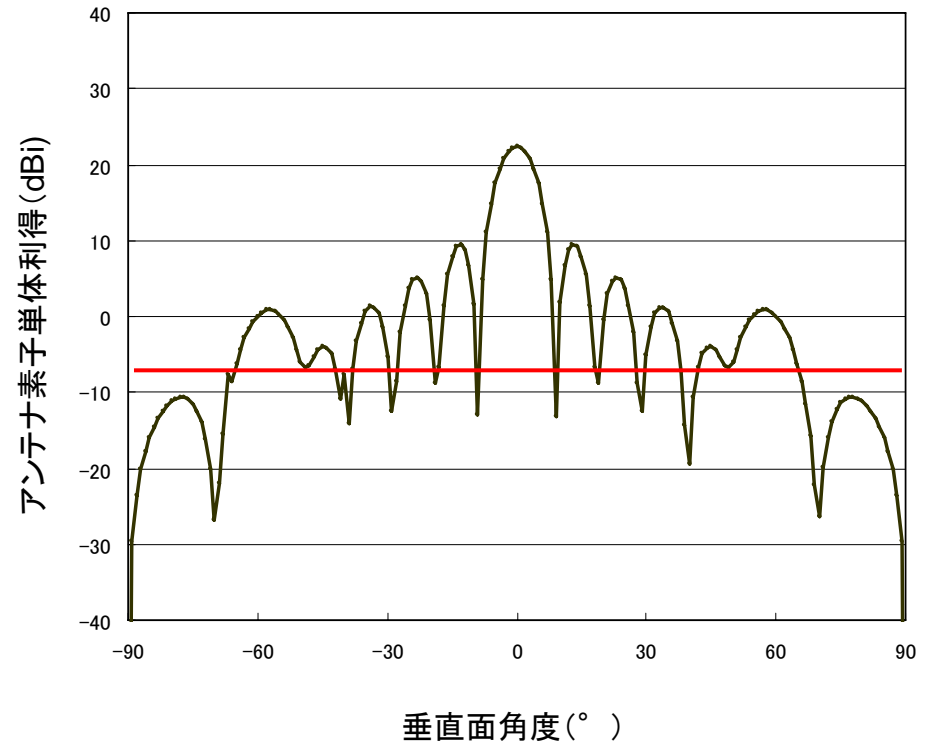
外形寸法	資料からは推定困難
配列間隔	不明 \rightarrow 素子間隔 0.8λ を仮定する
水平面ビーム幅	~ 21 度 (単素子の $1/3$)
垂直面ビーム幅	~ 46 度 (設備仕様書指向性図より)
指向性利得	$12.5 \sim 14.8\text{dBi}$

解析結果 : 地上デジタル放送アンテナの特性は以下の様になる。

- (1) 垂直面ビーム幅 8度
- (2) 利得の推定
アンテナ単体のピーク利得は $22.3\text{dBi} = 20.2\text{dBd}$ で、15個配列するため、各アンテナへの入力レベルは $-11.8\text{dB} (=1/15)$ 低下する。従って、水平面オムニアンテナを形成した場合のピーク利得は、 8.4dBd で、実際値との差分は、分配損失等と考えられる。

考察 : VHF(Hch)とは周波数が2倍以上異なるため、VHF(Hch)にて垂直方向に5段配置は困難かもしれないが、そのまま垂直面ビーム幅を8度として干渉計算する事にする。

垂直面指向性(シミュレーション)



赤線:ピーク利得-30dBの線で、これ以下には安定して利得は下がらないものとする。

(ブランクページ)