

# VHF帯加入者系無線システム 技術的条件の補足

2019年12月24日

日本電信電話株式会社

# 第二回作業班で頂いたコメントへのご提案 NTT

## ■ 送信電力

10W固定のように資料上読み取れるとご指摘頂きました。従前より、ご提案は10W以下を意図しておりましたので、改めて、**10W以下**にてご提案いたします。（P3の通り）

## ■ 空中線利得

ARIB STDにかかわらず、市販の5素子アンテナの空中線利得は、11.15dBiであるにご指摘頂きました。

そのため、**ARIB STDの記述は削除**し、空中線利得を**11.15dBi以下**にてご提案いたします。（P5の通り）

## ■ 2波モデルの前提条件の文言

「最悪条件」⇒「干渉の最悪条件」と修正致します。（P6の通り）

## ■ 算出モデル

算出モデルとして、電話回線数が3回線以外の場合も必要であるにご指摘頂きました。

そのため、電話回線数**1回線・2回線・4回線**の場合に加え、上記の空中線利得**11.15dBi**を活用する場合のモデルも追加でご提示致します。（P7～P9の通り）

# 送信電力 (案)

第二回作業班資料(VHF作2-1)P8の修正

- 前提条件である、50km地点で電話を3回線（制御回線含む）提供として、回線設計例を実施した。
- 現行の20W以下から**10W以下へ低減**し与干渉の影響を軽減する。

【修正箇所】  
10W⇒10W以下

<回線設計例：電話3回線提供> ※見通し内

項目	記号	単位	数値	備考
無線周波数	f	MHz	60	
送信電力	Pt	dBm	40	10W
送信アンテナ高	ht	m	12	
送信給電線損失	Lft	dB	3	
送信アンテナ利得	Gt	dBi	8	3素子八木アンテナ
受信アンテナ高	hr	m	6	
受信給電線損失	Lfr	dB	2.5	
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8	3素子八木アンテナ
伝搬距離	d	km	50	
伝搬損失	L	dB	128.2	ITU-R勧告P.1812-3
受信電力算出値	Pr1	dBm	-77.7	Pt-Lft+Gt-L+Gr-Lfr
変動値(マージン)	Lv	dB	—	見通し内のため変動値を考慮せず
標準受信入力値	Pr0	dBm	-78.0	電話3回線+制御回線
受信電力設計値	Pr	dBm	-77.7	Pt-Lft+Gt-L+Gr-Lfr-Lv

【修正箇所】  
変動値の表現変更  
変動値算出方法を  
次ページにて補足

# 【補足】変動値の算出方法

- 第二回作業班（VHF作2-1）P13において、「見通し外通信や海上伝搬等によりやむを得ない場合には、伝搬損失に10dBを上限とする変動値を加えて」と提案した。
- 変動値（上限10dB）の具体的な算出方法は以下の通り。

## ＜変動値の算出方法（右表を例に算出）＞

変動値を含まない受信電力算出値Pr1は、

$$\begin{aligned} Pr1 &= Pt - Lft + Gt - L + Gr - Lfr \\ &= 40 - 3 + 8 - 123.3 + 8 - 2.5 \\ &= -72.8 \text{ [dBm]} \end{aligned}$$

右表は見通し外通信のため、変動値Lvは、

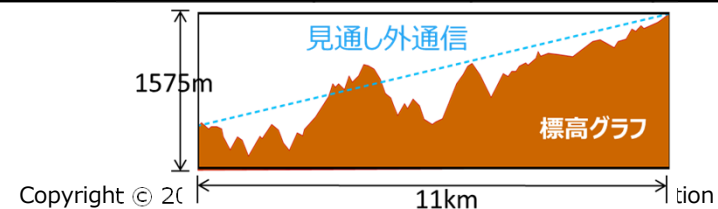
$$\begin{aligned} Lv &= Pr1 - Pr0 = (-72.8) - (-78.0) \\ &= 5.2 \text{ [dB]} \text{ (ただし、} 0 \leq Lv \leq 10 \text{)} \end{aligned}$$

上記より、受信電力設計値Prは、

$$\begin{aligned} Pr &= Pr1 - Lv = (-72.8) - 5.2 \\ &= -78.0 \text{ [dBm]} \end{aligned}$$

## ＜回線設計例：電話3回線提供＞ ※見通し外

項目	記号	単位	数値
無線周波数	f	MHz	60
送信電力	Pt	dBm	40
送信アンテナ高	ht	m	12
送信給電線損失	Lft	dB	3
送信アンテナ利得	Gt	dBi	8
受信アンテナ高	hr	m	6
受信給電線損失	Lfr	dB	2.5
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8
伝搬距離	d	km	11
伝搬損失 (P.1812)	L	dB	123.3
受信電力算出値	Pr1	dBm	-72.8
<b>変動値 (マージン)</b>	<b>Lv</b>	<b>dB</b>	<b>5.2</b>
標準受信入力値	Pr0	dBm	-78.0
受信電力設計値 (見通し外通信/海上伝搬等を考慮)	Pr	dBm	-78.0



# 空中線利得 (案)

- 現行システムは、見通し外通信で数十km地点へ回線を提供している。
- このルートへ回線提供する場合、装置の小型化・省電力化を考慮すると、**送信出力は上げず、高利得アンテナを適用**するのが適当であると考える。
- ただし、高利得アンテナの適用時には、他のシステムとの干渉を考慮する必要がある。

【修正箇所】  
12dBi⇒11.15dBi

【修正箇所】  
ARIB-STDの引用を削除

	技術的条件	備考
空中線利得	11.15dBi以下	
偏波面	垂直偏波又は水平偏波であること	

## 伝送の質の考え方 (案)

【修正箇所】  
最悪条件⇒干渉の最悪条件

- 周波数共用条件の検討においては、他システムとの離隔距離が数km程度であることから、**干渉の最悪条件**を検討すべく、伝搬損失の算出は2波モデルを採用した。
- 高度化システムは現行システムと同様に、**見通し外通信も含む数十kmの通信距離**へ回線を提供する。
- そのため、回線設計の精度を向上すべく、伝搬損失の算出は、VHF/UHFの伝搬推定モデルである**ITU-R勧告P.1812-3以降\***の採用を希望する。
- さらに、P.1812では、ルラルエリアにおいて**50km地域で約10.8dBの変動**があることが報告されている\*。
- 上記より標準受信入力値は、変動値として**10dB**を考慮し、次ページの通り提案する。
- また、見通し外通信を考慮し、**伝送の質は、「所要の回線品質はBERが $10^{-4}$ 以下とし、標準受信入力値を満足すること。」**を提案する。

# 【参考】標準受信入力値の算出モデル(1)

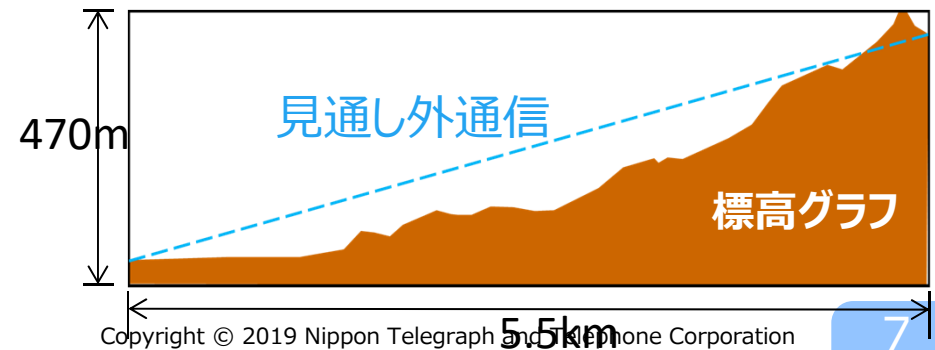
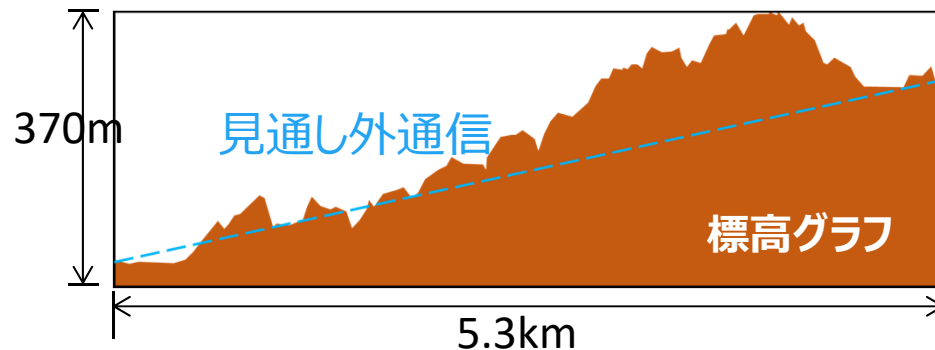
- 更改を予定している実際のルートに基づき、電話1回線と2回線提供時の算出例を示す。

＜電話1回線提供の例＞ ※見通し外

項目	記号	単位	数値
無線周波数	f	MHz	60
送信電力	Pt	dBm	30
送信アンテナ高	ht	m	15
送信給電線損失	Lft	dB	3
送信アンテナ利得	Gt	dBi	8
受信アンテナ高	hr	m	10
受信給電線損失	Lfr	dB	3
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8
伝搬距離	d	km	5.3
伝搬損失 (P.1812)	L	dB	126.7
受信電力算出値	Pr1	dBm	-86.7
変動値 (マージン)	Lv	dB	4.3
標準受信入力値	Pr0	dBm	-91.0
受信電力設計値	Pr	dBm	-91.0

＜電話2回線提供の例＞ ※見通し外

項目	記号	単位	数値
無線周波数	f	MHz	60
送信電力	Pt	dBm	30
送信アンテナ高	ht	m	10
送信給電線損失	Lft	dB	3
送信アンテナ利得	Gt	dBi	8
受信アンテナ高	hr	m	10
受信給電線損失	Lfr	dB	3
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8
伝搬距離	d	km	5.5
伝搬損失 (P.1812)	L	dB	119.2
受信電力算出値	Pr1	dBm	-79.2
変動値 (マージン)	Lv	dB	4.8
標準受信入力値	Pr0	dBm	-84.0
受信電力設計値	Pr	dBm	-84.0





# 【参考】標準受信入力値の算出モデル(2)

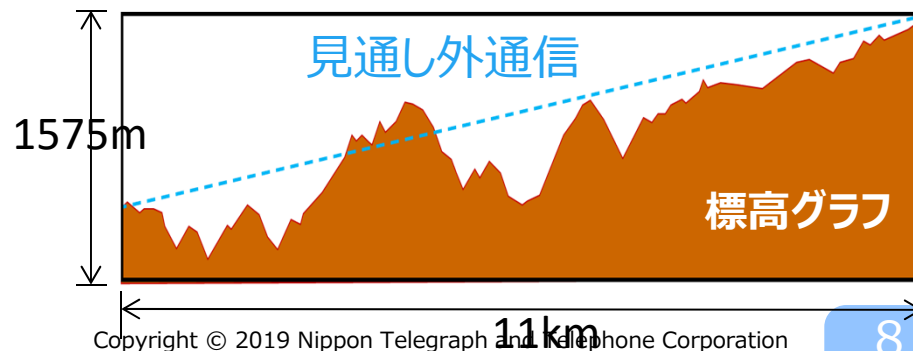
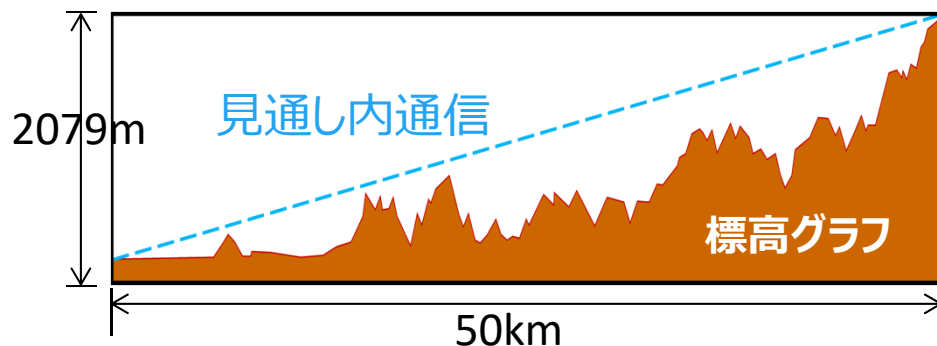
- 更改を予定している実際のルートに基づき、電話3回線（制御回線含む）を提供時の算出例を示す。

＜電話3回線提供の例＞ ※見通し内

項目	記号	単位	数値
無線周波数	f	MHz	60
送信電力	Pt	dBm	40
送信アンテナ高	ht	m	12
送信給電線損失	Lft	dB	3
送信アンテナ利得	Gt	dBi	8
受信アンテナ高	hr	m	6
受信給電線損失	Lfr	dB	2.5
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8
伝搬距離	d	km	50
伝搬損失 (P.1812)	L	dB	128.2
受信電力算出値	Pr1	dBm	-77.7
変動値 (マージン)	Lv	dB	—
標準受信入力値	Pr0	dBm	-78.0
受信電力設計値	Pr	dBm	-77.7

＜電話3回線提供の例＞ ※見通し外

項目	記号	単位	数値
無線周波数	f	MHz	60
送信電力	Pt	dBm	40
送信アンテナ高	ht	m	12
送信給電線損失	Lft	dB	3
送信アンテナ利得	Gt	dBi	8
受信アンテナ高	hr	m	6
受信給電線損失	Lfr	dB	2.5
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8
伝搬距離	d	km	11
伝搬損失 (P.1812)	L	dB	123.3
受信電力算出値	Pr1	dBm	-72.8
変動値 (マージン)	Lv	dB	5.2
標準受信入力値	Pr0	dBm	-78.0
受信電力設計値	Pr	dBm	-78.0





# 【参考】標準受信入力値の算出モデル(3)

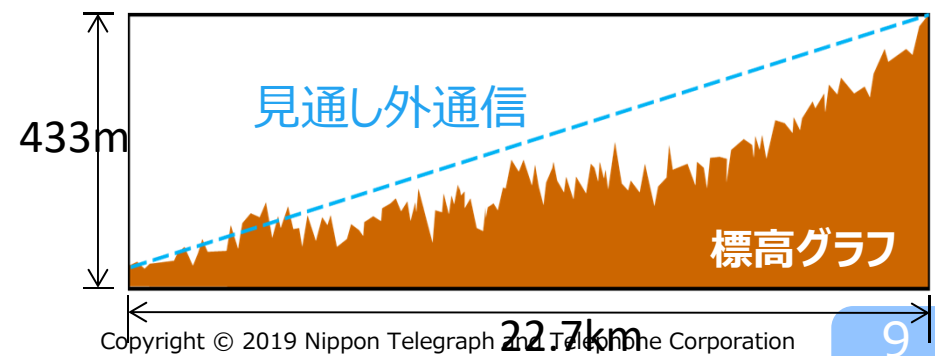
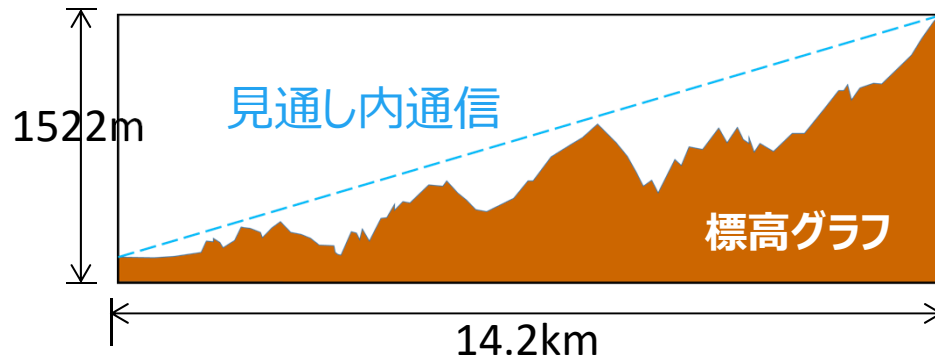
- 更改を予定している実際のルートに基づき、電話4回線提供時と11.15dBiアンテナ適用時[3回線提供時]の算出例を示す。

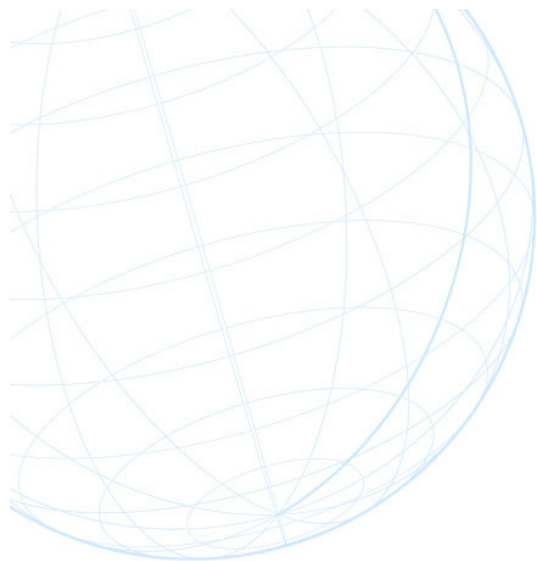
＜電話4回線提供の例＞ ※見通し内

項目	記号	単位	数値
無線周波数	f	MHz	60
送信電力	Pt	dBm	30
送信アンテナ高	ht	m	5
送信給電線損失	Lft	dB	3
送信アンテナ利得	Gt	dBi	8
受信アンテナ高	hr	m	5
受信給電線損失	Lfr	dB	2.5
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8
伝搬距離	d	km	14.2
伝搬損失 (P.1812)	L	dB	111.8
受信電力算出値	Pr1	dBm	-71.3
変動値 (マージン)	Lv	dB	—
標準受信入力値	Pr0	dBm	-72.0
受信電力設計値	Pr	dBm	-71.3

＜11.15dBi適用時[3回線]の例＞ ※見通し外

項目	記号	単位	数値
無線周波数	f	MHz	60
送信電力	Pt	dBm	30
送信アンテナ高	ht	m	20
送信給電線損失	Lft	dB	3
送信アンテナ利得	Gt	dBi	11.15
受信アンテナ高	hr	m	5
受信給電線損失	Lfr	dB	2.5
受信アンテナ利得	Gr	dBi	8
伝搬距離	d	km	22.7
伝搬損失 (P.1812)	L	dB	117.4
受信電力算出値	Pr1	dBm	-73.75
変動値 (マージン)	Lv	dB	4.25
標準受信入力値	Pr0	dBm	-78.0
受信電力設計値	Pr	dBm	-78.0





## 他の技術的条件の補足

# 高度化システムの電波防護指針

- 「電波防護のための基準への適合確認の手引き」の電波の強度の基準値より、離隔距離を算出した。
  - ・ アンテナ利得 = 8dBiの場合： **2.38m**
  - ・ アンテナ利得 = 11.15dBiの場合： **3.42m**
- **アンテナは高い電柱/ポール上に設置、または保守者の他は容易に入出入りできない場所に設置するため、電波防護指針を十分満たしている。**



## ＜算出過程＞

・基本算出式より離隔距離の導出式を求める

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K \quad \Rightarrow \quad R = \sqrt{\frac{PGK}{40\pi S}}$$

・アンテナ利得 = 8dBiの場合

$$R = \sqrt{\frac{PGK}{40\pi S}} = \sqrt{\frac{10 \div 10^{\frac{2.5}{10}} \times 10^{\frac{8}{10}} \times 4}{40 \times 3.14 \times 0.2}} = 2.38 [m]$$

・アンテナ利得 = 11.15dBiの場合

$$R = \sqrt{\frac{PGK}{40\pi S}} = \sqrt{\frac{10 \div 10^{\frac{2.5}{10}} \times 10^{\frac{11.15}{10}} \times 4}{40 \times 3.14 \times 0.2}} = 3.42 [m]$$

パラメータ	記号	数値	備考
無線周波数	$f$	60 MHz	
送信電力	$P$	10 W	
給電線損失	$L$	2.5 dB	
空中線利得	$G$	8 dBi/ 11.15 dBi	
大地面の反射係数	$K$	4	76MHz 未満
電力束密度	$S$	0.2 mW/cm <sup>2</sup>	電波法施行規則 別表第2号の3の2 30MHz - 300MHz

# 高度化システムへの更改の考え方

- 高度化システムへ更改する対象は以下とする。
  - ✓ アナログ無線方式（60MHz帯／400MHz帯）の全て※
  - ✓ デジタル無線方式（2GHz帯／18GHz帯）の一部
- 上記の更改において、同一ルート内で電話回線数が4を超える場合は、**高度化システムの装置増設**で対応する。
- 上記のデジタル無線方式の更改で、高度化システムの装置増設を伴う場合は、アナログ無線方式の更改完了後に**周辺の周波数利用状況**を踏まえ、改めて増設を検討する。

※旧スプリアス規格で運用中

## <VHF作参考1-1抜粋>

### ■ 加入者系無線システムの変遷

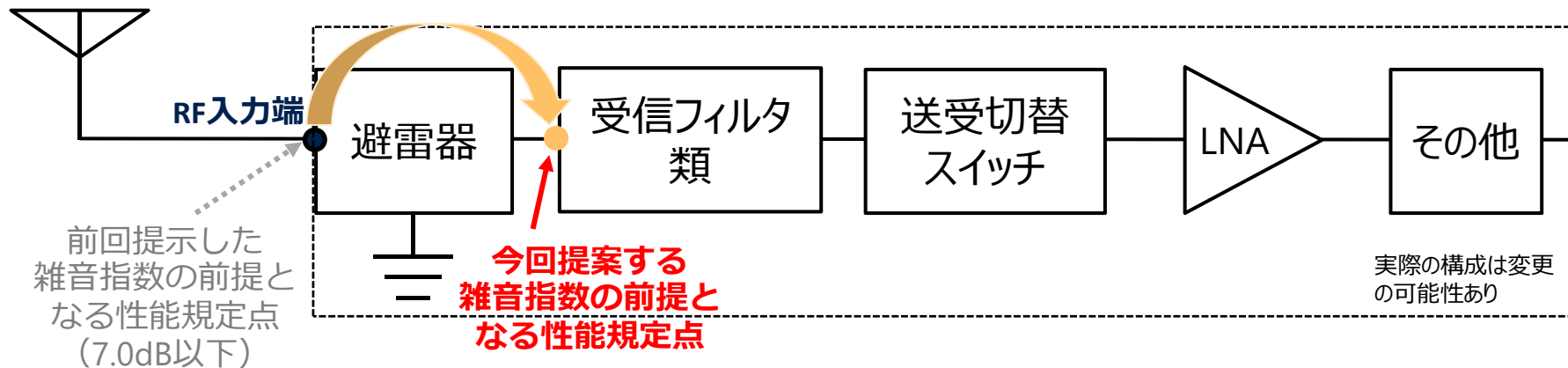


※2 加入者系無線システムのほか、400MHz帯は災害対策用としての利用もあり、今後も継続使用

※3 NTT西日本の事例

# 雑音指数の見直し

- 第二回作業班資料（VHF作2-1）P11で「雑音指数」を7.0dB以下と提案した。
- 上記の提案にあたり、**性能規定点をRF入力端とする前提**をおいていたことから、雑音指数に避雷器を含めていた。
- このため、**性能規定点を下図のとおり変更**の上、回線設計に用いる雑音指数として、改めて下記のとおり提案する。



<第二回作業班提示>

	技術的条件
雑音指数	7.0dB以下



<提案>

	技術的条件
雑音指数	6.4dB以下

# スプリアス発射/不要発射の強度の見直し

- 第二回作業班資料（VHF作2-1）P10で、「帯域外領域におけるスプリアス発射の強度」と「スプリアス領域における不要発射の強度」を、無線設備規則の別表3号の第4項に基づき、提案した。
- しかしながら現在開発中の高度化システムにおいては、当該発射の強度を**更に小さくすることが可能**であった。
- そのため、当該発射の強度を改めて下記の通り提案する。

<第二回作業班提示>

	技術的条件	備考
帯域外領域におけるスプリアス発射の強度	1 W 100μW以下 10W 25μW以下	無線設備規則 別表3号の第4項 に基づく
スプリアス領域における不要発射の強度	1 W 50μW以下 10W 25μW以下	



<提案>

	技術的条件
帯域外領域におけるスプリアス発射の強度	10μW以下
スプリアス領域における不要発射の強度	25μW以下