

電波防護のための基準への適合確認の手引き

総務省

目次

1	この手引きについて	1
2	免許申請の手続	1
	(1) 無線局の免許申請時	1
	(2) 無線局検査時	2
3	基準値への適合確認方法の流れ	2
	(1) 算出に必要な無線局の諸元の抽出	2
	(2) 電波の強度の基準値の確認	3
	(3) 電波の強度の算出・測定	5
4	電波の強度の算出方法、測定方法	8
	(1) 基本的事項	8
	(2) 基本算出式	9
	(3) 指向性を考慮した基本算出式	10
	(4) 各アンテナの算出式	11
	(5) 空間的平均値の算出	13
	(6) 測定方法	14
5	算出例	18
	算出例 1 (携帯電話基地局)	18
	算出例 2 (アマチュア無線)	20
	算出例 3 (レーダー)	22
	算出例 4 (テレビ放送局)	24
	算出例 5 (空間的平均値)	25
	参考資料	26

1 この手引きについて

総務省では、安全な電波利用の一層の徹底を図るため、電波法施行規則により、無線局の開設者に電波の強度に対する安全施設を設けることを義務づけています。

この制度は、人が通常出入りする場所で無線局から発射される電波の強度が基準値を超える場所がある場合には、柵などを施設し、一般の人々が容易に出入りできないようにすることを無線局の開設者に義務づけるもので、平成11年10月1日から施行されています。

※なお、以下の無線局の無線設備については適用が除外されます。

- ・平均電力が 20mW 以下の無線局の無線設備
- ・移動する無線局の無線設備
- ・非常時において臨時に開設される無線局の無線設備

このため、免許申請等に当たり、無線局から発射される電波の強度を求め、基準値への適合を確認する必要があることから、「無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法」が告示されています（平成11年郵政省告示第300号）。

この手引きは、この告示に規定されている電波の強度の算出方法及び測定方法等の概略について解説するものです。

なお、本制度及び電波の強度の基準値、電波の強度の算出方法及び測定方法について詳しくは以下の法令をご参照ください。

本制度及び基準値	: 電波法施行規則第21条の4及び別表第2号の3の3
算出方法及び測定方法	: 平成11年郵政省告示第300号
特定の場合の基準値	: 平成29年総務省告示第309号

2 免許申請の手続

(1) 無線局の免許申請時

申請前に、無線設備から発射される電波の強度を算出により求めて、人が通常出入りする場所において基準値に適合していることを確認する必要があります。適合している場合は、工事設計書の「その他の工事設計欄」に電波法第3章に定める基準に合致している旨記載してください（電波法第3章に定める他の基準にも合致している必要があります。）。

適合していない場合は、柵等の安全施設の設置又は工事設計の変更を行う必要があります。

(2) 無線局検査時

検査の際に、総務省の検査職員又は登録検査等事業者の点検員又は判定員により基準値に適合していることの確認が行われます。

3 基準値への適合確認方法の流れ

無線設備から発射される電波の強度の基準値への適合確認の方法は、次のとおりです。

- ① 算出に必要な無線局の諸元の抽出
- ↓
- ② 無線局の周波数に対する基準値の確認
- ↓
- ③ 電波の強度の算出・測定
- ↓
- ④ 求めた電波の強度と基準値との比較

(1) 算出に必要な無線局の諸元の抽出

まず、対象となる無線局の無線設備について次の事項を確認してください。

- ・ 空中線入力電力 P [W] (送信機出力から、給電線損失等を減じたもの)
※ パルス波の場合は平均電力を用います。また、他の場合でも平均電力を用いることができます。
- ・ アンテナの利得 G [倍] (絶対利得を電力比率で表したもの)
- ・ アンテナから算出地点までの距離 R [m]
- ・ 周波数 f [MHz] と波長 λ [m] (λ [m] = $300 / f$ [MHz])
- ・ アンテナの最大長 D [m]
- ・ アンテナの回転の有無
- ・ 同一場所又はその周辺の無線局、複数周波数の電波の発射の有無

(2) 電波の強度の基準値の確認

次に目的の周波数における基準値を求めましょう。

- ・ 基準値は周波数によって異なります。
基準値の表から、無線局の周波数に対応する基準値を確認してください。
- ・ 基準値には2種類あります。

① 通常用いる基準値

電磁界強度（平均時間6分間）の基準値（電波法施行規則別表第2号の3の3）

周波数	電界強度の実効値 [V/m]	磁界強度の実効値 [A/m]	電力束密度の実効値 [mW/cm ²]
100kHz - 3MHz	275	$2.18/f$	/
3MHz - 30MHz	$824/f$	$2.18/f$	
30MHz - 300MHz	27.5	0.0728	0.2
300MHz - 1.5GHz	$1.585\sqrt{f}$	$\sqrt{f}/237.8$	$f/1500$
1.5GHz - 300GHz	61.4	0.163	1

- ・ fは、MHzを単位とする周波数とする。
- ・ 電界強度、磁界強度及び電力束密度は、それらの6分間における平均値¹とする。
- ・ 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度及び磁界強度については各周波数の表中の値に対する割合の自乗和の値、また電力束密度については各周波数の表中の値に対する割合の和の値がそれぞれ1を超えてはならない。

※ なお、10kHz を超え 10MHz 以下の周波数においては、以下の基準値も適用されます。

周波数	電界強度の実効値 [V/m]	磁界強度の実効値 [A/m]	磁束密度の実効値 [T]
10kHz - 10MHz	83	21	2.7×10^{-5}

- ・ 電界強度、磁界強度及び磁束密度は、それらの時間平均を行わない瞬時の値とする。
- ・ 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度、磁界強度及び磁束密度については表中の値に対する割合の和の値、又は国際規格等で定められる合理的な方法により算出された値がそれぞれ1を超えてはならない。

¹ 電界強度又は磁界強度が変化する場合、平均時間内で実効値の自乗平均平方根をとった値を用い、電力束密度が変化する場合、平均時間内での平均値を用いる。

② 特定の場合に用いる基準値

人体が電波に不均一にばく露される電波の強度の値として、空間的平均値及び最大値を規定した次の基準値があります（平成29年総務省告示第309号）。

この基準値は、算出地点における電波の強度の分布に上記の基準値を超える所と超えない所が混在しているときに用います。

周波数	電界強度の実効値の空間的平均値 [V/m]	磁界強度の実効値の空間的平均値 [A/m]	電力束密度の実効値の空間的平均値 [mW/cm ²]	電力束密度の実効値の空間的最大値 [mW/cm ²]
100kHz - 3MHz	275	$2.18/f$	/	/
3MHz - 30MHz	$824/f$	$2.18/f$		
30MHz - 300MHz	27.5	0.0728	0.2	
300MHz - 1GHz	$1.585\sqrt{f}$	$\sqrt{f}/237.8$	$f/1500$	4
1GHz - 1.5GHz	$1.585\sqrt{f}$	$\sqrt{f}/237.8$	$f/1500$	2
1.5GHz - 300GHz	61.4	0.163	1	2

- fは、MHzを単位とする周波数とする。
- 電界強度、磁界強度及び電力束密度は、それらの6分間における平均値とする。
- 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度及び磁界強度については各周波数の表中の値に対する割合の自乗和の値、また電力束密度については各周波数の表中の値に対する割合の和の値がそれぞれ1を超えてはならない。

※ なお、10kHz を超え 10MHz 以下の周波数においては、以下の基準値も適用されます。

周波数	電界強度の実効値の空間的平均値 [V/m]	磁界強度の実効値の空間的平均値 [A/m]	磁束密度の実効値の空間的平均値 [T]
10kHz - 10MHz	83	21	2.7×10^{-5}

- 電界強度、磁界強度及び磁束密度は、それらの時間平均を行わない瞬時の値とする。
- 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度、磁界強度及び磁束密度については表中の値に対する割合の和の値、又は国際規格等で定められる合理的な方法により算出された値がそれぞれ1を超えてはならない。

また、頭部と体部の全組織における体内電界について、国際規格等で定められる合理的な方法により測定又は推定できる場合の電波の強度の値には、以下の基準値が適用されます。

周波数	体内電界の実効値 [V/m]
10kHz - 10MHz	$135 \times f$

- fは、MHzを単位とする周波数とする。
- 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、表中の値に対する割合の和の値、又は国際規格等で定められる合理的な方法により算出された値が1を超えてはならない。

(3) 電波の強度の算出・測定

以上の準備が整ったら作業開始です。

電波の強度の算出・測定方法は、郵政省（現：総務省）から告示されています（平成11年郵政省告示第300号）。この告示に基づき電波の強度を求めます。

① 基準値への適合性の判定

ア 通常の場合

電波の強度が基準値以下であれば、適合していると判断します。

イ 同一場所若しくはその周辺に複数の無線局が存在する場合又は単一の無線局が複数の周波数を使用する場合

それぞれの無線局から発射される電波の強度の値について、基準値に対する割合をとります。電界強度及び磁界強度の場合はその自乗和、電力束密度の場合はその和が1を超えなければ、適合していると判断します。

※（10kHz を超え 100kHz 以下の周波数については扱いが若干異なります。）

例1) 無線局Aの電界強度が E_A で基準値が E_1 、無線局Bの電界強度が E_B で基準値が E_2 である場合は、次のように計算をします。

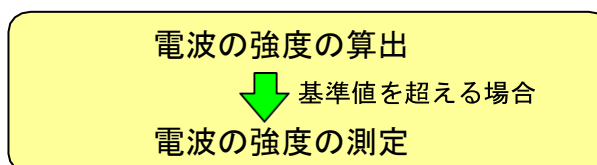
$$\left(\frac{E_A}{E_1}\right)^2 + \left(\frac{E_B}{E_2}\right)^2 \leq 1$$

例2) 無線局Aの電力束密度が S_A で基準値が S_1 、無線局Bの電力束密度が S_B で基準値が S_2 である場合は、次のように計算をします。

$$\frac{S_A}{S_1} + \frac{S_B}{S_2} \leq 1$$

② 電波の強度の求め方の流れ

電波の強度は算出によって求めることを基本にしており、算出結果が基準値を超える場合のみ、測定をすることとしています。

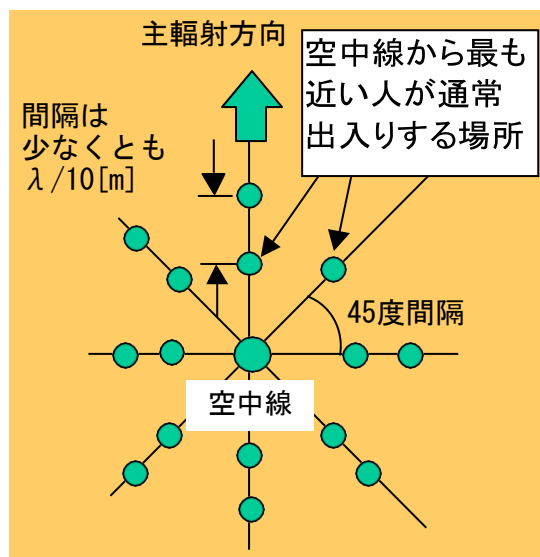


③ 算出地点

電波の強度の算出を行う地点は、次のとおりです。

ア 水平方向

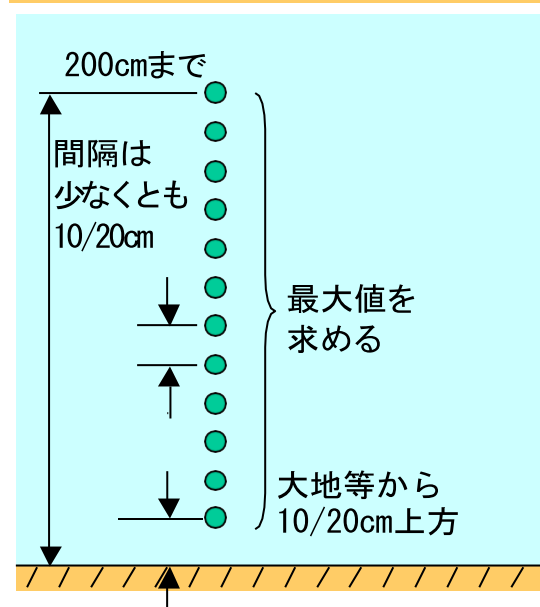
送信空中線を中心に、最大輻射方向を基準とする45度間隔の各方位における、人が通常、通行し、集合し、その他出入りする場所について送信空中線から見て最も近い地点から、少なくとも $\lambda/10$ [m]間隔の各地点で、基本算出式（後述）の算出結果が基準値を満たす地点まで算出を行います。



イ 垂直方向

アの地点において、大地等から10cm（300MHz未満の周波数においては20cm）の上方から高さ200cmまでの領域において、少なくとも10cm間隔（300MHz未満の周波数においては20cm）で算出を行い、その最大値を求めます。

ただし、各算出地点は、送信空中線及び金属物体から10cm以上（300MHz未満の周波数においては20cm以上）離れていなければなりません。



④ 適合性確認の手順

次の手順に沿って、③の算出地点において、(1)で求めた無線局の諸元を使用して電波の強度を求め、(2)で確認した基準値と比較を行い、基準値への適合確認を行ってください。いくつか手順がありますが、途中の手順で基準値を満足した場合は最後の手順まで行う必要はありません。各手順の詳細な方法は、次章で解説します。

ア 基本算出式による算出（→P. 9 参照）

まず、基本算出式を用いて電波の強度を算出します。この結果が基準値を満たす場合は、イ以下の手順を行う必要ありません。

基準値を超える場合は、アンテナの形式によって次のイからエまでの手順に移ってください。

イ 指向性を考慮した基本算出式による算出（指向性アンテナのみ）
（→P. 10参照）

アの基本算出式による算出結果が基準値を超える場合は、指向性を考慮して算出します。

ウ 各アンテナの算出式（規定されているアンテナのみ）（→P. 11参照）

ア、イの基本算出式の算出結果が基準値を超える場合で、アンテナの形式がコリニアアレイアンテナ、開口面アンテナ、中波放送用モノポールアンテナ、カーテンアンテナの場合は、それぞれ各アンテナの算出式を用いてより詳細に算出します。

エ 算出結果に基づく空間的平均値の算出（→P. 13参照）

算出結果が基準値を超える場合で、算出地点において高さ200cmまでの電波の強度の分布に基準値を超える場所と超えない場所が混在している場合は、空間的平均値を算出し、基準値（平成29年総務省告示第309号）と比較してください。

オ 測定（→P. 14参照）

算出結果がいずれも基準値を超える場合は、測定を行わなければなりません。ただし、算出結果に基づき施設をするなどの措置をとる場合は、測定の必要はありません。

カ 測定結果に基づく空間的平均値の算出（→P. 13参照）

測定結果が基準値を超える場合は、空間的平均値を算出します。

以上の手順を図にまとめると、次のようになります。



4 電波の強度の算出方法、測定方法

本章では、前章で説明した各手順の具体的な内容について、電波の強度の算出方法及び測定方法を定めた告示（平成11年郵政省告示第300号）に基づき解説します。

(1) 基本的事項

① 電波の強度の換算

算出に当たり、電力束密度 S [mW/cm^2]、電界強度 E [V/m]、磁界強度 H [A/m]の相互換算を行う場合は、次の式を用いて換算します。

$$S = \frac{E^2}{3770} = 37.7H^2$$

② 反射波の取扱い

ア 反射係数 K

(7) 大地面の反射を考慮する場合

送信周波数が76MHz以上の場合 … $K = 2.56$

送信周波数が76MHz未満の場合 … $K = 4$

(4) 水面等大地面以外の反射を考慮する場合

全ての周波数において … $K = 4$

(9) 全ての反射を考慮しない場合 … $K = 1$

イ 算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合

算出した電波の強度の値（デシベルに換算した値）に6デシベルを加えてください。

③ 空中線回転による補正係数 F

ア 空中線が回転していない場合… $F = 1$

イ 空中線が回転している場合

距離 R が $0.6D^2/\lambda$ [m] を超える場合… $F = \theta_{\text{BW}}/360$ (θ_{BW} は電力半値幅)

距離 R が $0.6D^2/\lambda$ [m] 以下の場合… $F = \phi/360$

($\phi = 2 \tan^{-1}(D/2R)$)

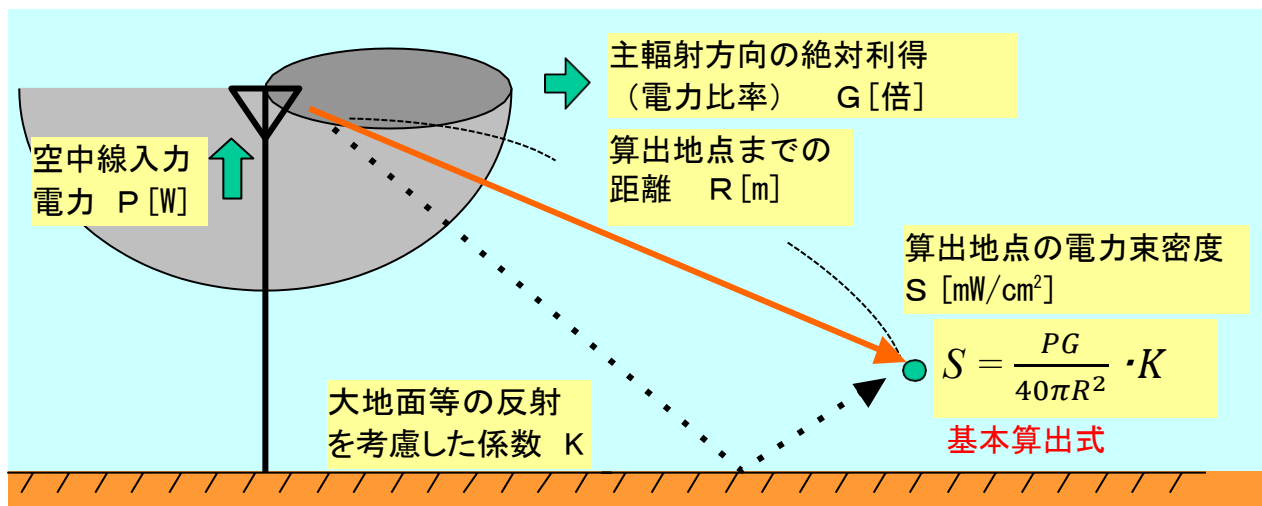
(2) 基本算出式

電波の強度は、まず最初に、空中線入力電力 P [W]、空中線からの距離 R [m]、主輻射方向の利得 G [倍] を用いて次式により電力束密度 S [mW/cm²] の値を算出することとします。（下図参照）

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K \quad [\text{mW}/\text{cm}^2]$$

この場合の利得 G は、どの方向においても主輻射方向の利得を用います。このため、算出結果は過大になることはあっても過小評価することはありません。この算出結果で基準値を満たしている場合は、これ以上の評価は必要ありません。

なお、30MHz以下の周波数の場合は、電界強度の値に換算してください。



参照：電力束密度から電界強度への換算→P. 8

反射係数について→P. 8

(3) 指向性を考慮した基本算出式

基本算出式の算出結果は、指向性を考慮していないため指向性アンテナを用いている場合は算出結果が過大になる場合があります。このため、基本算出式の算出結果が基準値を超えた場合は、指向性を考慮して算出します。

次式のように、(2)で求めた基本算出式の算出結果 S_0 [mW/cm²]に、算出地点の方向に対する電力指向性係数 $D(\theta)$ を乗じることにより算出します。

(下図参照)

$$S = S_0 D(\theta) \cdot F \quad [\text{mW}/\text{cm}^2]$$

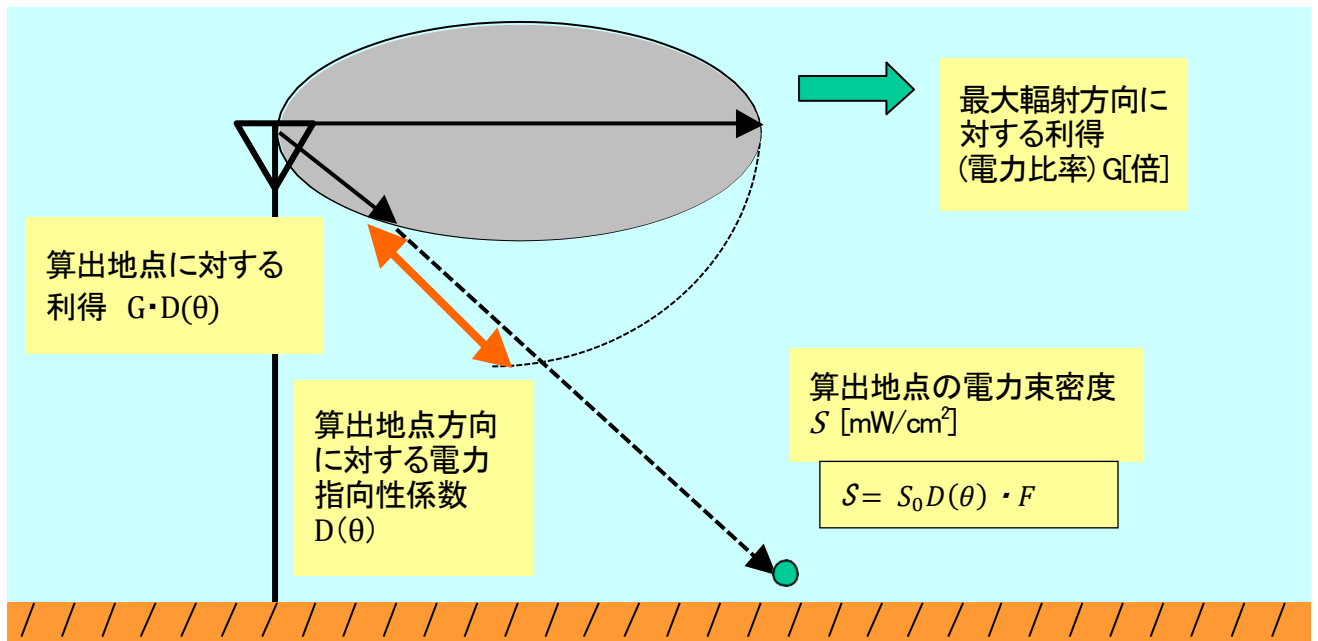
レーダー等、回転する空中線の場合は、補正係数 F に適切な係数を乗じます。

なお、30MHz 以下の周波数の場合は、算出結果を電界強度の値に換算してください。

注 $D(\theta)=0$ となる方向の送信空中線近傍の電力束密度の値を求める場合は、当該空中線の指向特性を包絡線(指向特性の極大値を結ぶ線)で近似的に表して求めた電力指向性係数を用いて算出してください。

次の場合には、 $D(\theta)$ の値に代わり別な値を用いることができます。

- ア 算出地点が主輻射の外側である場合は、当該地点に対する電力指向性係数については、最大副輻射の方向に対する電力指向性係数を用いて算出することができます。
- イ 超短波放送局及びテレビジョン放送局の無線設備において素子を2段以上積み重ねた空中線を使用する場合は、俯角45度以上において垂直面の電力指向性係数を0.1として算出することができます。



参照：電力束密度から電界強度への換算→P. 8

空中線回転補正係数について→P. 8

(4) 各アンテナの算出式

基本算出式による算出結果が基準値を超えた場合は、各アンテナの算出式により算出します。算出式は次のアンテナについて規定されています。もし、お使いのアンテナが次のアンテナと異なる場合はこれらの式を使用することはできません。

算出式が規定されているアンテナ

- ・ コリニアアレイアンテナ（空中線コードCLに相当するアンテナ）
- ・ 開口面空中線（空中線コードPA、HO、GG、KG又はCRのいずれかに相当するアンテナ）
- ・ 中波放送用モノポールアンテナ（この手引きでは省略）
- ・ カーテンアンテナ（この手引きでは省略）

※空中線コード…平成30年総務省告示第356号に規定する空中線型式基本コード

① コリニアアレイアンテナ

お使いのアンテナがコリニアアレイアンテナで、算出地点が次の条件を満たす場合に使用可能です。

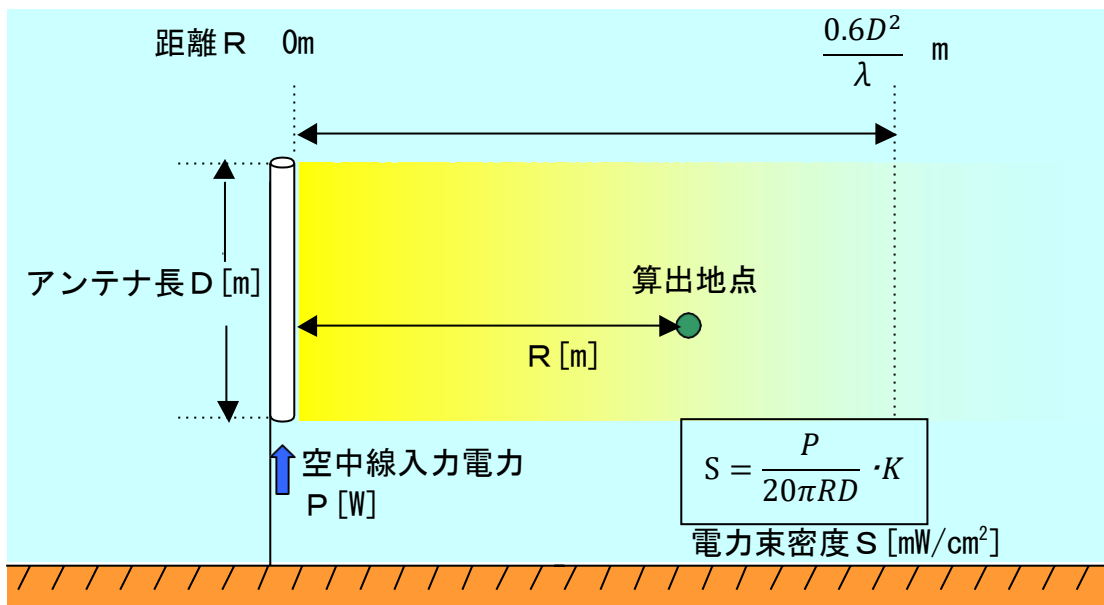
【使用可能条件】

- ・ 主輻射内側
- ・ 空中線からの距離Rが $0.6D^2/\lambda$ [m] 以下

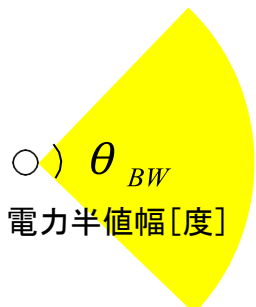
このときの電力束密度S [mW/cm²]は、次式により算出します。（下図参照）

$$S = \frac{P}{20\pi RD} \cdot K [\text{mW}/\text{cm}^2]$$

なお、30MHz 以下の周波数の場合は、電界強度に換算してください。



なお、セクタータイプのアンテナを使用している場合は、指向性を考慮した以下の算出式により算出してください。



○) θ_{BW}
電力半値幅[度]

$$S = \frac{P}{20\pi RD} \left(\frac{360}{\theta_{BW}} \right) \cdot K \quad [\text{mW/cm}]$$

参照：電力束密度から電界強度への換算について→P. 8
反射係数について→P. 8

② 開口面空中線

お使いのアンテナがパラボラアンテナ等開口面空中線であって、算出地点が次の条件を満たす場合に使用可能です。

【使用可能条件】

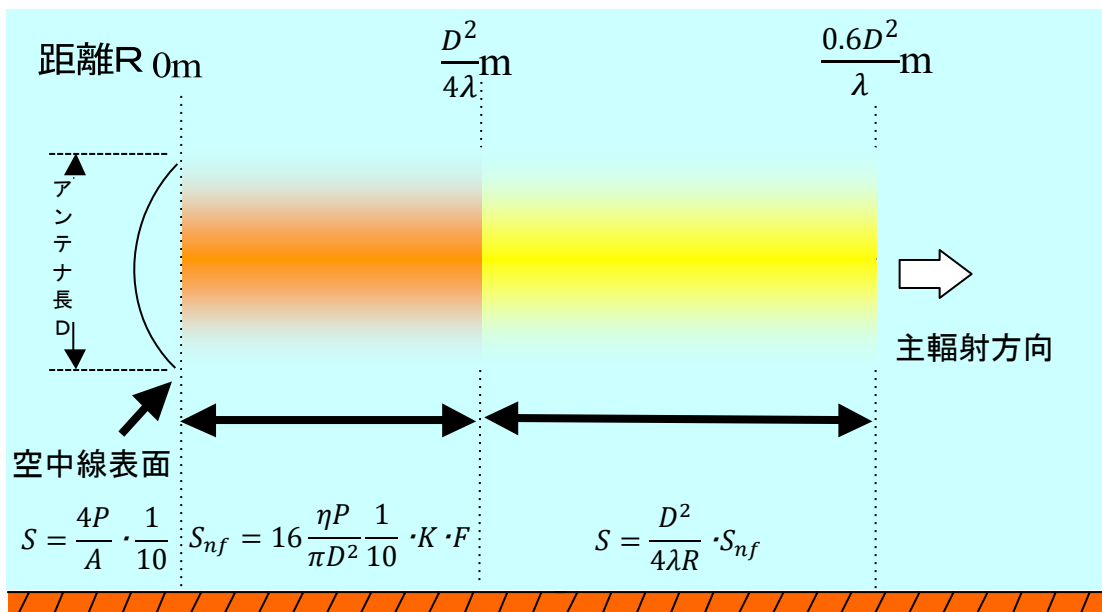
- ・ 主輻射方向
- ・ 空中線からの距離 R が $0.6D^2/\lambda$ [m] 以下

このときの電力束密度は、空中線からの距離に応じて次のとおり求めます。
この場合も、空中線回転、大地面等による反射を考慮する場合は、各々係数を算出式に乗じてください。

ア アンテナ表面	$S = \frac{4P}{A} \cdot \frac{1}{10} [\text{mW/cm}^2]$
イ 距離 R が $0 \sim D^2/4\lambda$ [m] のとき	$S_{nf} = 16 \frac{\eta P}{\pi D^2} \frac{1}{10} \cdot K \cdot F [\text{mW/cm}^2]$
ウ 距離 R が $D^2/4\lambda \sim 0.6D^2/\lambda$ [m] のとき	$S = \frac{D^2}{4\lambda R} \cdot S_{nf} [\text{mW/cm}^2]$

A : 空中線の開口面積 [m²]

η : 空中線の開口効率



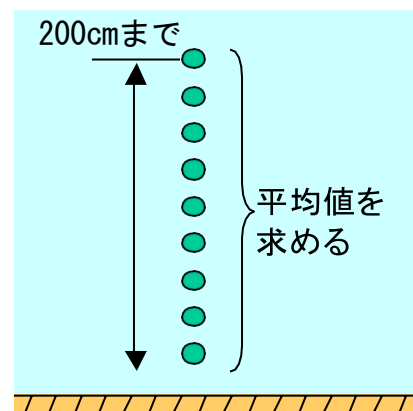
参照：大地等の反射係数について→P. 8

空中線回転補正係数について→P. 8

(5) 空間的平均値の算出

算出結果が基準値を超える場合で、算出地点における高さ200cmまでの電波の強度の分布が、基準値を超える箇所と超えない箇所が混在している場合は、空間的平均値を算出して、「人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度の値」と比較し、適合を確認してください。

空間的平均値の算出は、次のとおり行います。



「電波が人体に不均一にばく露される場合の電波の強度の値」(告示) と比較

① 電力束密度の場合

単純平均をとります。平均値を \bar{S} とすると、高さ200cmまでの各ポイントで算出した値の和を、ポイント数で除し、

$$\bar{S} = \frac{S_1 + S_2 + \dots + S_N}{N}$$

のようにして求めます。

② 電界強度及び磁界強度の場合

自乗平均値の平方根を求めます。例えば電界強度の場合、平均値を \bar{E} とすると、高さ200cmまでの各ポイントで算出した値を自乗し、その和を、ポイント数で除し、さらに平方根をとり、

$$\bar{E} = \sqrt{\frac{E_1^2 + E_2^2 + \dots + E_N^2}{N}}$$

のようにして求めます。※

※（10kHzを超え10MHz以下の周波数については扱いが若干異なります。）

(6) 測定方法

算出結果が全て基準値を超える場合は、測定を行わなければなりません。ただし、算出結果に基づき措置する場合は測定を行う必要はありません。

① 測定する電波の強度

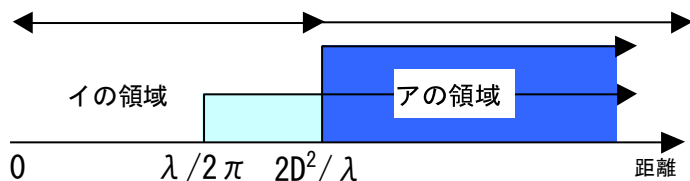
測定は、次の電波の強度について行います。

ア 測定地点が、送信空中線のうち最も近い箇所からの距離が $2D^2/\lambda$ [m] 及び $\lambda/2\pi$ [m] のいずれよりも遠い場合。

- ・ 3MHz以下の周波数 …電界強度
- ・ 3MHzを超え30MHz以下の周波数 …電界強度又は磁界強度
- ・ 30MHzを超える周波数 …電界強度、磁界強度又は電力束密度

イ 測定地点がア以外の場合

- ・ 1GHz以下の周波数 …電界強度及び磁界強度
- ・ 1GHzを超える周波数 …電界強度



② 測定装置

測定には、次に示す装置で、定められた条件を満たすものを使用してください。

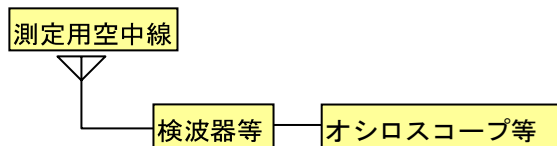
ア 等方性電磁界プローブ

電磁環境を測定するために設計された、専用の測定器です。プローブ部と表示部で構成されます。



イ 周波数非同調型測定系

周波数非同調型測定系とは、広い周波数にわたり電磁界強度に対する出力値が均一な応答を示す測定系をいいます。測定用空中線と、検波器等、周波数非同調型測定器（オシロスコープ等）で構成されます。



ウ 周波数同調型測定系

周波数同調型測定系とは、特定の周波数に同調し、その周波数を中心とした帯域幅内にある電磁界に対してのみ応答する測定系をいいます。測定用空中線と、周波数同調型測定器（スペクトラムアナライザ等）で構成されます。



③ 測定装置の条件

ア 等方性電磁界プローブ

- (ア) 測定対象無線設備が発射可能な周波数の範囲で次の条件を満たすこと。
 - ・ プローブを任意の角度に回転し、又は任意の方向へ向けたときの値の変動が3dB以内であること。
 - ・ 同一強度の電波を測定した場合の値の周波数特性が平坦であること。またその周波数範囲以外の電波に対する測定器の応答が明らかであること。
- (イ) 正確に測定できる電波の強度の範囲が明らかであること。電界（磁界）プローブは電界（磁界）以外に応答しないこと

- (ウ) 付属のケーブル等は、測定に影響を与えないこと
- (エ) 応答時間が1秒未満のもの

イ 周波数非同調型及び周波数同調型測定系

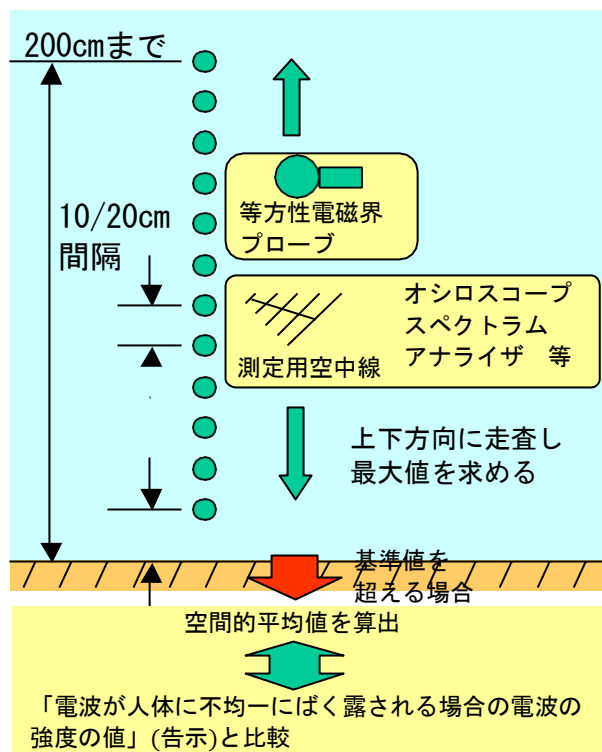
- (ア) 測定器の測定可能周波数範囲、周波数分解能帯域幅（周波数同調型測定系に限る。）、入力感度、検波方式及び最大許容入力既知であること。
- (イ) 測定対象無線設備から発射される電波の特性に応じて、アンテナ係数が既知である適切な空中線を用いること
- (ロ) 測定用空中線及び測定器の入カインピーダンスが測定ケーブルと整合していること。
- (ハ) 測定器及びケーブルに十分な電磁シールドがなされていること。
- (ニ) 測定対象以外の電波の影響を受けないよう必要な措置がなされていること。

④ 測定方法

測定地点上方10cm（300MHz未満の周波数においては20cm）以上200cm以下の範囲で上下方向に測定器を走査し、その最大値を測定します。

ただし、電磁界プローブ又は測定用空中線は、送信空中線、大地等及び金属物体から10cm以上（300MHz未満の周波数においては20cm以上）離れていなければなりません。

この測定結果が、基準値を超える場合は、算出の場合と同様に空間的平均値を算出します。（P. 13参照）



電波の強度が時間的に変化する場合は、次により求めた値を測定値としてください。

- ・電力束密度については、その6分間における平均値
 - ・電界強度及び磁界強度については、それらの6分間において自乗平均した値の平方根※
- ※(10kHzを超え10MHz以下の周波数については扱いが若干異なります。)

※ 対象無線設備から発射される電波の変調特性から、6分間未満で6分間の平均値が得られる場合は、適宜測定時間を短縮することができます。

⑤ 測定上の留意点

測定に当たっては次の点に留意してください。

- ・ 測定用空中線を用いて測定する場合は、方向及び偏波面は、測定器の指示値が最大になるように配置してください。
- ・ 測定用空中線と送信空中線のうちいずれか一方が円偏波で他方が直線偏波の場合は、補正值として3デシベルを測定値に加えてください。
- ・ 電磁界プローブ又は測定用空中線を上下方向に走査するときは、人体や偏波の影響が小さくなるように保持してください。
- ・ パルス波の測定には、熱電対型の電磁界プローブ、周波数非同調型測定系又はパルスが占有する帯域幅に比べ広い周波数分解能帯域幅を持つ周波数同調型測定系を用いてください。
- ・ 他の無線設備から発射される電波の影響が無視できない場合は、周波数同調型測定系を用いてください。

5 算出例

ここでは、具体的な例を用いて、電波の強度の求め方等について説明します。
(なお、この例に用いている諸元は全て架空のものです)

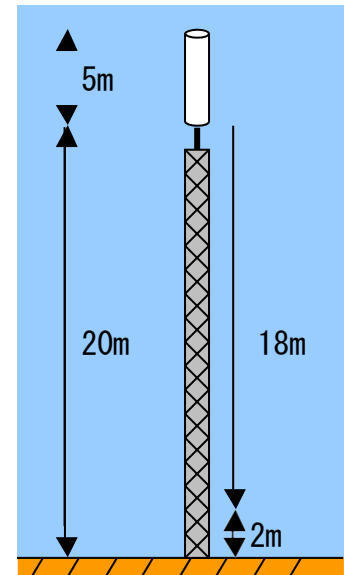
算出例 1 (携帯電話基地局)

無線設備の諸元

周波数	900MHz
送信機出力	96W
給電線損失	3dB
アンテナ利得	17dBi (主ビーム最大利得) (絶対利得)
アンテナ高	20m
アンテナ長	5m

設置条件は、無線局のアンテナタワーの直下まで、人が立ち入れるものとします。

この場合の電力束密度は、次の手順で求めます。



(1) 算出の準備

① まず、P. 2 の手順に従い、算出に必要な値を抽出します。

- ・ アンテナ入力電力 P … 送信機出力から給電線損失 3dB を差し引いた値になります。この場合、48W となります。
- ・ アンテナの利得 G … 絶対利得 17dBi を電力比率に直します。この場合、

$$10^{\frac{17}{10}} = 50 \text{ 倍 になります。}$$

② 次に、この周波数における基準値を求めます。

周波数は 900MHz ですから、基準値の表の、300MHz を超え 1.5GHz 以下の周波数のところが対応します。

電力束密度の基準値は、 $f/1500$ ですから、 $f=900$ を代入して、 0.6 mW/cm^2 となります。

(2) 電波の強度の算出

以上の値を元に算出を行います。

電波の強度は、基本算出式によって電力束密度の値を算出することと規定されています。

まず、空中線から最も近い点での電波の強度を基本算出式で求めます。

この場合の設置条件から、人が通常、通行し、集合し、その他出入りする場所のうち、送信空中線に最も近い地点は、アンテナ直下なので、まず、アンテナ直下での電波の強度の算出を行います。

告示では、算出地点において、地上200cmまでの範囲の最大値を求めるとなっています。基本算出式で得られる電波の強度は、距離の自乗に反比例するので、空中線に最も近い点が最大点となります。したがって、地上200cmの位置の電波の強度を求めるとします。このときアンテナからの距離Rは20-2=18mになります。

算出地点が地上なので、大地の反射を考慮します。周波数が900MHzなので、 $K=2.56$ を適用します。

以上の値を算出式に代入して、次のように計算をします。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K = \frac{48 \times 50}{40 \times \pi \times 18^2} \cdot 2.56 = 0.15 [\text{mW}/\text{cm}^2]$$

(3) 算出結果を基準値と比較します

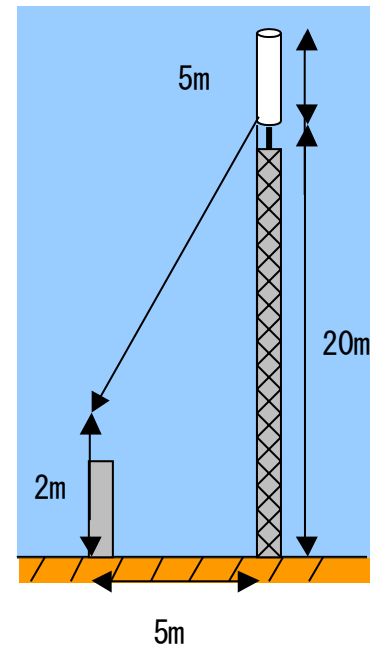
基準値は、 $0.6 \text{mW}/\text{cm}^2$ ですから、算出結果は基準値を満たしていますので、この算出地点は、基準に適合していると判断されます。

また、最も近い場所で、最大利得を用いて算出した結果が基準値を満たしていることから、他の場所でも基準値を満たしており、これより詳細な評価、遠方の場所での算出の必要はありません。この無線局の無線設備は基準値に適合していると判断されます。

算出例2 (アマチュア無線)

無線設備の諸元

周波数	14MHz
送信機出力	100W
給電線損失	1.5dB
アンテナ利得	2.15dBi
(絶対利得)	
アンテナ高	20m
アンテナ長	5m
免許されている電波型式	A1A(CW)、J3E(SSB)
設置条件	無線局のアンテナタワーから5mの地点に塀があり、塀の所まで、人が立ち入れるものとして。



この場合の電力束密度は、次の手順で求めます。

(1) 算出の準備

① まず、P. 2 の手順に従い、算出に必要な値を抽出します。

・アンテナ入力電力P

… 送信機出力から給電線損失1.5dBを差し引いた値になります。
この場合、70.8Wとなります。

さらにこの値に、無線設備規則に規定されている換算比を乗じて求めた、平均電力を用いることができます。

この例では免許されている電波型式はA1A (換算比0.5)、J3E (換算比0.16) の2種類ですが、換算比の大きい方を用いて平均電力を求めます。この場合は、 $70.8 \times 0.5 = 35.4$ [W] になります。

・アンテナの利得G…絶対利得2.15dBiを電力比率に直します。この場合、

$$10^{\frac{2.15}{10}} = 1.64 \text{ になります。}$$

② 次に、この周波数における基準値を求めます。

周波数は14MHzですから、基準値の表の、3MHzを超え30MHz以下の周波数のところが対応します。

電力束密度の基準値はありませんので、電界強度の基準値を求めます。
基準値は、 $824/f$ ですから、 $f=14$ を代入して、 58.9 V/m となります。

(2) 電波の強度の算出

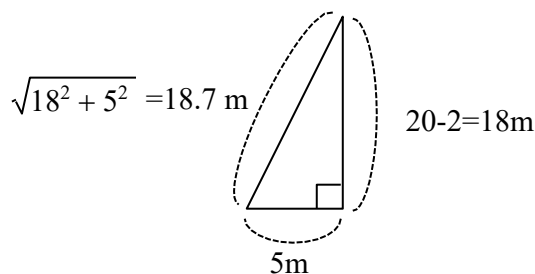
以上の値を元に算出を行います。

電波の強度は、まず基本算出式によって電力束密度の値を算出することと規定されています。

まず、空中線から最も近い点での電波の強度を基本算出式で求めます。

この場合の設置条件から、人が通常、通行し、集合し、その他出入りする場所のうち、送信空中線に最も近い地点は、塀がある地点なので、まず塀のある地点（アンテナ直下から水平方向に5m離れた地点）での電波の強度の算出を行います。

告示では、算出地点において、地上200cmまでの範囲の最大値を求めることとなっています。基本算出式で得られる電波の強度は、距離の自乗に反比例するので、空中線に最も近い点が最大点となります。したがって、地上200cmの位置の電波の強度を求めることとします。このときアンテナからの距離Rは、次のようにして計算します。



算出地点が地上なので、大地の反射を考慮します。周波数が14MHzなので、 $K = 4$ を適用します。

以上の値を基本算出式に代入して、次のように計算をします。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K = \frac{35.4 \times 1.64}{40 \times \pi \times 18.7^2} \cdot 4 = 0.005 [\text{mW}/\text{cm}^2]$$

周波数が30MHz以下なので、求めた値を電界強度の値に換算します。換算式は、

$$S = \frac{E^2}{3770} = 37.7 H^2$$

と規定されていますので、これを変形して、

$$E = \sqrt{3770 \times S} = \sqrt{3770 \times 0.005} = 4.34 [\text{V}/\text{m}]$$

と求められます。

(3) 算出結果を基準値と比較します。

基準値は、58.9V/mですから、算出結果は基準値を満たしていますので、この算出地点は、基準に適合していると判断されます。このため、これ以上の詳細な評価は不要です。

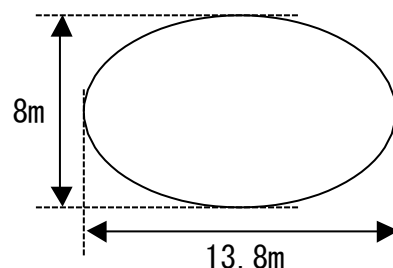
また、最も近い場所での基本算出式による算出結果が基準値を満たしていることから、他の場所でも基準値を満たしており、これより遠方の場所での算出の必要はありません。この無線局の無線設備は基準値に適合していると判断されます。

算出例3 (レーダー)

レーダー等に用いられる、パルス波や、回転するアンテナの場合の扱いについて、次の諸元を用いて説明します。

無線設備の諸元

周波数	1300MHz
送信機出力	2000kW (尖頭値)
パルス幅	3 μs
パルス繰り返し周波数	345pps
アンテナ利得	35dBi
(絶対利得)	
電力半値幅	1.3 度
アンテナ高	20m
アンテナ長	長径 13.8m
	短径 8m
開口効率	0.15
アンテナは回転しているものとします。	



この場合は、次の点に注意して算出します。

(1) 空中線入力電力の算出

レーダー等のパルス波の場合は、時間平均値を求めます。

時間平均値は、尖頭値にパルス幅、パルス繰り返し周波数を乗じることで求めます。この場合は、

$$\begin{array}{ccccccc}
 2 \times 10^6 & \times & 3 \times 10^{-6} & \times & 345 & & = 2070 \text{ [W]} \\
 \boxed{\text{尖頭値}} & & \boxed{\text{パルス幅}} & & \boxed{\text{パルス繰り返し周波数}} & & \boxed{\text{時間平均値}}
 \end{array}$$

と計算されます。

(2) 空中線回転補正係数の算出 (P. 8 参照)

基本算出式による算出結果が基準値を超えた場合は、アンテナが回転している場合は、回転を考慮して算出を行います。

このとき用いる補正係数 F の求め方について、説明します。

① 境界となる距離の算出

係数は、 $0.6D^2/\lambda$ [m] を境にして変わります。まずこの距離を求めます。

D は、アンテナの最大長です。この場合は、13.8m になります。

λ は波長で、 $300/\text{周波数 [MHz]}$ で求めます。この場合は、0.23m です。以上より、 $0.6D^2/\lambda = 496.8$ [m] になります。

② 補正係数 F の算出

以上から、 F を次のように算出します

ア 距離 R が 496.8m を超える場合

$F = \theta_{\text{BW}}/360$ (θ_{BW} は電力半値幅) ですから、 $\theta_{\text{BW}} = 1.3$ [度] を代入して、 $F = 0.0036$ になります。

イ 距離 R が 496.8m 以下の場合

$F = \phi/360$ ($\phi = 2\tan^{-1}(D/2R)$) です。距離 R が式に含まれているので、算出地点により異なった値になります。

$D = 13.8$ 、算出地点の距離 R を代入にして、関数電卓等を用いて ϕ を計算してください。

(3) 算出方法

具体的な算出方法は、他のものと変わりません。P. 2 からの手順に従って電波の強度を算出してください。

算出例4 (テレビ放送局)

テレビ放送局から発射される電波の強度の算出に関する特有の扱いについて、次の諸元を元に説明します。

無線設備の諸元

映像電力	10kW
音声電力	2.5kW
アンテナ	スーパーターンスタイル6段

(1) 空中線入力電力の算出

テレビ放送の場合は、音声・映像を合わせた電力を算出式に代入して電波の強度を求めます。

また、映像電力については、平均値を用いることができます。平均値の算出に当たっては、映像電力の尖頭値の-5dBを平均値とします。(平成10年電気通信技術審議会答申による)。

従って、この場合の総電力は次のようにして求められます。

① 映像電力

平均値を求めます。映像電力の-5dBは、0.32倍になりますから、平均値は、3.2kWになります。

② 総電力

①で求めた映像電力の平均値と音声電力の和を求め、
 $3.2+2.5=5.7$ [kW] となります。

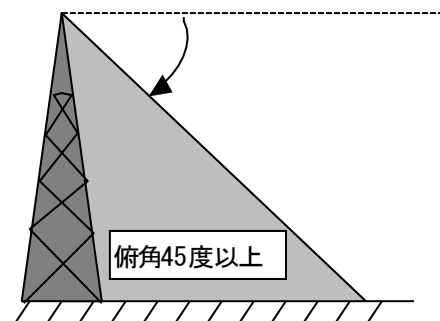
実際には、この値から更に給電線の損失分等を差し引いた値を空中線入力電力とし、算出に用います。

(2) 空中線の電力指向性係数の特例

基本算出式による電波の強度の算出結果が基準値を超える場合は、指向性を考慮した基本算出式を用いて算出を行うこととなります。

このときに、テレビ放送局の場合であって素子を2段以上積み重ねた空中線を使用する場合は、俯角45度以上において垂直面の電力指向性係数 $D(\theta)$ を0.1として算出することができます。

この例の場合は、6段積み重ねたアンテナであるので、俯角45度以上の範囲においては、垂直面の電力指向性係数を0.1とすることができます。



算出例 5 (空間的平均値)

空間的平均値の求め方の例

	電力束密度 [mW/cm ²]
200cm	○ 1.7
190cm	○ 1.7
180cm	○ 1.6
170cm	○ 1.5
160cm	○ 1.3
150cm	○ 1.3
140cm	○ 1.2
130cm	○ 1.1
120cm	○ 1.0
110cm	○ 1.0
100cm	○ 1.0
90cm	○ 0.9
80cm	○ 0.8
70cm	○ 0.7
60cm	○ 0.7
50cm	○ 0.6
40cm	○ 0.5
30cm	○ 0.2
20cm	○ 0.1
10cm	○ 0.1

算出又は測定の結果、電力束密度の分布が左図のようになっていると仮定します。周波数は1.5GHzとします。この周波数に対する基準値は1 mW/cm²ですから、地上200cmまでの電波の強度の分布に基準値を満たすところと満たさないところが混在しています。このような場合は、空間的平均値を求め、人体が電波に不均一にばく露される場合の基準値への適合を判断します。

(1) 基準値を求める

この場合に適用する基準値は、人体が電波に不均一にばく露される場合の基準値です。この基準値の表から、1.5GHzに対応する基準値は、1 mW/cm² (空間的平均値) と2mW/cm² (空間的最大値) です。

※最大値の基準値の規定がない周波数もあります。

(2) 空間的平均値の算出

電力束密度の空間的平均値は、単純平均を取ればよいので、次のように計算します。

$$S = \frac{\text{各ポイントの値の総和}}{\text{ポイント数(この例では20ポイント)}} = \frac{19}{20} = 0.95$$

(3) 基準値と比較します

算出結果をまとめると、次のようになります。

	空間的平均値	空間的最大値
基準値	1	2
算出値	0.95	1.7

これより、基準値を満たしていることが分かります。

参考資料

1 電波法施行規則第21条の4（電波の強度に対する安全施設） 及び別表第2号の3の3（電波の強度の値の表）

（電波の強度に対する安全施設）

第二十一条の四 無線設備には、当該無線設備から発射される電波の強度（電界強度、磁界強度及び電力束密度及び磁束密度をいう。以下同じ。）が別表第二号の三の三に定める値を超える場所（人が通常、集合し、通行し、その他出入りする場所に限る。）に取扱者のほか容易に出入りすることができないように、施設をしなければならない。ただし、次の各号に掲げる無線局の無線設備については、この限りではない。

- 一 平均電力が二〇ミリワット以下の無線局の無線設備
- 二 移動する無線局の無線設備
- 三 地震、台風、洪水、津波、雪害、火災、暴動その他非常の事態が発生し、又は発生するおそれがある場合において、臨時に開設する無線局の無線設備
- 四 前三号に掲げるもののほか、この規定を適用することが不合理であるものとして総務大臣が別に告示する無線局の無線設備

2 前項の電波の強度の算出方法及び測定方法については、総務大臣が別に告示（*）する。

（告示* 平11第300号）

別表第二号の三の三 電波の強度の値の表（第21条の4 関係）

第1

周波数	電界強度の実効値 (V/m)	磁界強度の実効値 (A/m)	電力束密度の実効値 (mW/cm ²)
100kHzを超え3MHz以下	275	$2.18f^{-1}$	-
3MHzを超え30MHz以下	$824f^{-1}$	$2.18f^{-1}$	
30MHzを超え300MHz以下	27.5	0.0728	0.2
300MHzを超え1.5GHz以下	$1.585f^{1/2}$	$f^{1/2}/237.8$	$f/1500$
1.5GHzを超え300GHz以下	61.4	0.163	1

注1 fは、MHzを単位とする周波数とする。

2 電界強度、磁界強度及び電力束密度は、それらの6分間における平均値とする。

3 人体が電波に不均一にばく露される場合その他総務大臣がこの表によることが不合理であると認める場合は、総務大臣が別に告示（*）するところによるものとする。

4 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度及び磁界強度については各周波数の表中の値に対する割合の自乗和の値、また電力束密度については各周波数の表中の値に対する割合の和の値がそれぞれ1を超えてはならない。

（告示* 平29第309号）

第2

周波数	電界強度の実効値 (V/m)	磁界強度の実効値 (A/m)	磁束密度の実効値 (T)
10kHzを超え10MHz以下	83	21	2.7×10^{-5}

注1 電界強度、磁界強度及び磁束密度は、それらの時間平均を行わない瞬時の値とする。

2 人体が電波に不均一にばく露される場合その他総務大臣がこの表によることが不合理であると認める場合は、総務大臣が別に告示（*）するところによるものとする。

3 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度、磁界強度及び磁束密度については表中の値に対する割合の和の値、又は国際規格等で定められる合理的な方法により算出された値がそれぞれ1を超えてはならない。

（告示* 平29第309号）

2 無線設備から発射される電波の強度の算出方法及び測定方法（平成11年郵政省告示第300号）

1 この告示中の計算式等における記号の表す意味は、次のとおりとする。

- (1) Eは、電界強度[V/m]とする。
- (2) Bは、磁束密度[T]とする。
- (3) Hは、磁界強度[A/m]とする。
- (4) Sは、電力束密度[mW/cm²]とする。
- (5) Pは、空中線入力電力（送信機出力から給電線系の損失及び不整合損を減じたものをいう。以下同じ。）[W]とする。ただし、パルス波の場合は、空中線入力電力の時間平均値とする。

(6) Gは、送信空中線の最大輻射方向における絶対利得を電力比率で表したものとす。

(7) Rは、算出に係る送信空中線と算出を行う地点との距離[m]とする。

(8) Dは、送信空中線の最大寸法[m]とする。

(9) λは、送信周波数の波長[m]とする。

(10) Kは、反射等に係る補正係数とし、代入する値は次のとおりとする。

ア 地中埋設型基地局（大地面より下の位置にある空中線から電波発射を行う基地局をいう。以下同じ。）以外の場合

(イ) 大地面の反射を考慮する場合

a 送信周波数が76MHz以上の場合 2.56

b 送信周波数が76MHz未満の場合 4

(ロ) 水面等大地面以外の反射を考慮する場合 4

(ハ) すべての反射を考慮しない場合 1

イ 地中埋設型基地局であって、送信周波数が700MHzから4600MHzまでの範囲内、かつ、送信空中線が大地面より10cm以上深部にある場合 6

(11) Fは、空中線回転による補正係数とし、代入する値は次のとおりとする。

ア 空中線が回転していない場合 1

イ 空中線が回転している場合

(イ) 距離Rが $0.6D^2/\lambda$ を超える場合 $\theta_{BW}/360$

θ_{BW} は電力半値幅[度]

(ロ) 距離Rが $0.6D^2/\lambda$ 以下の場合 $\phi/360$

ϕ は距離Rにおける空中線直径の見込み角[度]であり、

$$\phi = 2 \tan^{-1}(D/2R)$$

とする。

2 電力密度の換算式

(1) 電力束密度の値から電界強度又は磁界強度の値への換算は、次式を用いる。

$$S = \frac{E^2}{3770} = 37.7H^2$$

(2) 磁束密度の値から磁界強度の値への換算は、次式を用いる。

$$B = \mu_0 H$$

μ_0 は、自由空間の透磁率[H/m]とする。

3 電波の強度は、算出に係る送信空中線の位置からその最大輻射方向（最大輻射方向が定まらないときは任意の方向）を基準とする45度間隔の各方位に存在する人が通常、集合し、通行し、その他出入りする場所について、送信空中線から最も近い地点から少なくともλ/10[m]間隔の各地点（以下「算出地点」という。）で算出する。各算出地点においては、大地等の上方10cm（300MHz未満の周波数においては20cm）以上200cm以下の範囲の少なくとも10cm間隔（300MHz未満の周波数においては20cm間隔）となる位置で算出を行い、その最大値を求める。ただし、各算出地点は、送信空中線及び金属物体から10cm以上（300MHz未満の周波数においては20cm以上）離れていなければならない。

4 算出地点付近にビル、鉄塔、金属物体等の建造物が存在し強い反射を生じさせるおそれがある場合は、算出した電波の強度の値に6デシベルを加えること。

5 電波の強度の算出に当たっては、次式により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

$$S = \frac{PG}{40\pi R^2} \cdot K$$

6 5の項の方法による算出結果が、施行規則別表第2号の3の3に規定する電波の強度の値（以下「基準値」という。）を超える場合であって、送信空中線の電力指向性係数 $D(\theta)$ が明らかな場合の電波の強度は、次式により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

$$S = S_0 \cdot D(\theta) \cdot F$$

S_0 は、5の項の方法により算出した電力束密度の値とする。

注1 $D(\theta) = 0$ となる方向の送信空中線近傍の電力束密度の値を求める場合は、当該空中線の指向特性を包絡線（指向特性の極大値を結ぶ線）で近似的に表して求めた電力指向性係数を用いて算出する。

2 算出地点が主輻射の外側である場合は、当該地点に対する電力指向性係数については、最大副輻射の方向に対する電力指向性係数を用いて算出してもよい。

3 超短波放送、テレビジョン放送又はマルチメディア放送を行う地上基幹放送局の無線設備において素子を2段以上積み重ねた空中線を使用する場合は、俯角45度以上において垂直面の電力指向性係数を0.1として算出してもよい。

7 5の項及び6の項の方法による算出結果がいずれも基準値を超える場合であって、送信空中線の形式等が次に掲げるもののいずれかに合致するときは、当該空中線における算出方法によることとする。

- (1) コーリニアアレイアンテナ（平成30年総務省告示第356号別表第19号第2に規定する基本コード（以下「空中線コード」という。）CLに相当する空中線をいう。）の主輻射内側において、距離Rが $0.6D^2/\lambda$ 以下の場合の電波の強度は、次式により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

$$S = \frac{P}{20\pi RD} \cdot K$$

注 セクタータイプの空中線については、電力半値幅 θ_{BW} [度]を用いて次式により算出する。

$$S = \frac{P}{20\pi RD} \left(\frac{360}{\theta_{BW}} \right) \cdot K$$

- (2) 開口面空中線（空中線コードPA、HO、GG、KG又はCRのいずれかに相当する空中線をいう。）の表面又は主輻射方向における電波の強度は、次の方法により電力束密度の値を求めることとする。ただし、30MHz以下の周波数においては、電界強度の値に換算すること。

ア 空中線表面での電力束密度の値は、次式により算出する。

$$S = \frac{4P}{A} \cdot \frac{1}{10}$$

Aは開口面空中線の開口面積[m²]

イ 距離Rが $D^2/4\lambda$ 以下の場合の電力束密度の値は、次式により算出する。

$$S = 16 \frac{\eta P}{\pi D^2} \cdot \frac{1}{10} \cdot K \cdot F$$

η は開口面効率

ウ 距離Rが $D^2/4\lambda$ を超え $0.6D^2/\lambda$ 以下の場合の電力束密度の値は、次式により算出する。

$$S = \frac{D^2}{4\lambda R} \cdot S_{nf}$$

S_{nf} は、イにより算出した電力束密度の値とする。

- (3) 中波放送用モノポールアンテナ（空中線コードV又はTLに相当する空中線をいう。）の場合であって、空中線からの距離が $2D^2/\lambda$ [m] 及び $\lambda/2\pi$ [m] のいずれよりも遠い地点までの範囲における電波の強度は、次式により電界強度及び磁界強度の値を求めることとする。

$$E = \sqrt{|E_z|^2 + |E_\rho|^2}$$

$$H = |H_\phi|$$

ただし、 E_z 、 E_ρ 及び H_ϕ は、別表第1図に示す算出地点P(ρ 、 ϕ 、 z)における各方向成分の電界強度及び磁界強度であり、次式により算出する。

$$E_z = -j \frac{\omega \mu_0 I_0}{4\pi k_0} \int_{-l}^l \sin\{k_a(l_t - |\xi|)\} \left[\begin{array}{l} \left\{ \frac{k_0}{r} - \frac{1}{k_0 r^3} - \frac{k_0(\xi-z)^2}{r^3} + \frac{3(\xi-z)^2}{k_0 r^5} \right\} \\ + j \left\{ -\frac{1}{r^2} + \frac{3(\xi-z)^2}{r^4} \right\} \end{array} \right] (\cos k_0 r - j \sin k_0 r) d\xi$$

$$E_\rho = -j \frac{\omega \mu_0 I_0}{4\pi k_0} \int_{-l}^l \sin\{k_a(l_t - |\xi|)\} \rho(z - \xi) \left\{ \left(-\frac{k_0}{r^3} + \frac{3}{k_0 r^5} \right) + j \frac{3}{r^4} \right\} (\cos k_0 r - j \sin k_0 r) d\xi$$

$$H_\phi = \frac{I_0}{4\pi} \int_{-l}^l \sin\{k_a(l_t - |\xi|)\} \rho \left\{ \frac{1}{r^3} + j \frac{k_0}{r^2} \right\} (\cos k_0 r - j \sin k_0 r) d\xi$$

l は円管の全長[m]、 ρ は算出地点の径方向の座標[m]、zは算出地点のz座標[m]であり、別表第1図に示すとおりとする。

ω は、角周波数[rad/s]とする。

μ_0 は、自由空間の透磁率[H/m]とする。

rは空中線からの距離[m]であり、

$$r = \sqrt{\rho^2 + (z - \xi)^2}$$

とする。

ξ は、空中線上の任意の点におけるz座標[m]とする。

I_0 は、電流波腹値[A]とする。

k_a は、空中線上の伝搬定数[rad/m]とする。

k_0 は、自由空間における伝搬定数[rad/m]とする。

l_t は、頂冠の影響を考慮した空中線の等価的全長[m]とする。

I_0 、 k_a 、 l_t は、空中線の長さ、太さ、頂冠の大きさ及び構造等により求める。

- (4) カーテンアンテナによる電波の強度は、次のとおり算出する。
- ア 算出する電波の強度は、送信空中線から算出地点までの距離及び周波数に応じて次のとおりとする。
- (ア) 算出地点が、送信空中線のうち算出地点に対し最も近い箇所から $2D^2/\lambda$ [m]及び $\lambda/2\pi$ [m]のいずれよりも遠い場合は、電界強度又は磁界強度 (3MHz以下の周波数においては、電界強度のみとする。)
- (イ) 算出地点が(ア)以外の場合は、電界強度及び磁界強度
- イ 電波の強度の算出にあたっては、各々の放射素子を等価半波長ダイポールとみなし次のとおり行う。
- (ア) 各等価半波長ダイポールによる電波の強度を次式により算出し、これらの合成値を求め、別表第2図に示す算出地点P (ρ , ϕ , z) における電界強度及び磁界強度の値とする。

$$E_z = \frac{-jk_0 I}{4\pi\omega\epsilon_0} \left\{ \frac{\exp(-jk_0 r_1)}{r_1} + \frac{\exp(-jk_0 r_2)}{r_2} \right\}$$

$$E_\rho = \frac{-jk_0 I}{4\pi\omega\epsilon_0 \rho} \left\{ \left(z + \frac{\lambda}{4} \right) \frac{\exp(-jk_0 r_1)}{r_1} + \left(z - \frac{\lambda}{4} \right) \frac{\exp(-jk_0 r_2)}{r_2} \right\}$$

$$H_\phi = \frac{jI}{4\pi\rho} \{ \exp(-jk_0 r_1) + \exp(-jk_0 r_2) \}$$

ω は、角周波数[rad/s] とする。

k_0 は、自由空間における伝搬定数[rad/m] とする。

ϵ_0 は、自由空間の誘電率[F/m]とする。

r_1 [m]、 r_2 [m]、 ρ [m]、 z [m]、 E_z [V/m]、 E_ρ [V/m]及び H_ϕ [A/m] は、別表第2図に示すとおりとする。

I は、等価半波長ダイポールの素子電流であり、空中線電力、素子数及び各素子の入力インピーダンス等により求める。

- (イ) 反射器を有する場合又は大地による反射を考慮する場合は、それぞれの場合について等価半波長ダイポールの鏡像を考慮すること。

- 8 人体が電波に不均一にばく露される場合 (大地等から高さ200cmまでの領域中に基準値を超える場所と超えない場所が混在する場合をいう。以下同じ。) の電波の強度については、地中埋設型基地局にあっては大地等から高さ70cmまでの空間的な平均値を、それ以外の場合にあっては大地等から高さ200cmまでの空間的な平均値をそれぞれ求めることとし、次の値を算出する。

- (1) 電力束密度については、その平均値
- (2) 電界強度及び磁界強度については、次のとおりとする。
- ア 施行規則別表第2号の3の3の第1に関しては、それらの自乗平均値の平方根
- イ 施行規則別表第2号の3の3の第2に関しては、それらの平均値
- (3) 磁束密度については、その平均値

- 9 5の項から8の項までの方法による算出結果がいずれも基準値を超えるときは、電波の強度を測定しなければならない。ただし、当該算出結果を当該算出地点における電波の強度の値とするときは、測定することを要しない。

- 10 測定は、次の電波の強度について行う。

- (1) 測定地点が、送信空中線のうち最も近い箇所からの距離が $2D^2/\lambda$ [m]及び $\lambda/2\pi$ [m]のいずれよりも遠い場合
- ア 3MHz以下の周波数においては、電界強度
- イ 3MHzを超え30MHz以下の周波数においては、電界強度又は磁界強度
- ウ 30MHzを超える周波数においては、電界強度、磁界強度又は電力束密度
- (2) 測定地点が(1)以外の場合
- ア 1,000MHz以下の周波数においては、電界強度及び磁界強度
- イ 1,000MHzを超える周波数においては、電界強度

- 11 測定には、次に掲げる機器を用いる。

- (1) 等方性電磁界プローブ
- (2) 周波数非同調型測定系 (測定用空中線及び周波数非同調型測定器 (広い周波数にわたり電波の強度に対する出力値が均一な応答を示すもの。) をいう。以下同じ。)
- (3) 周波数同調型測定系 (測定用空中線及び周波数同調型測定器 (特定の周波数に同調し、その周波数を中心とした帯域幅内にある電波に主として応答するもの。) をいう。以下同じ。)

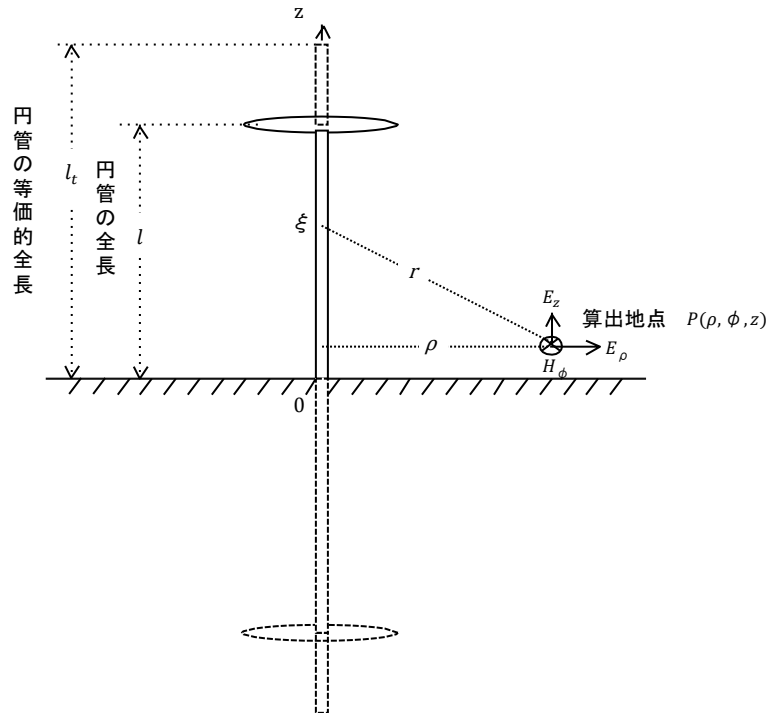
- 12 測定系の条件は次のとおりとする。

- (1) 等方性電磁界プローブ
- ア 測定対象無線設備が発射可能な周波数の範囲について、プローブを任意の角度に回転し、又は任意の方向へ向けたときの値の変動が3デシベル以内であること。
- イ 測定対象無線設備が発射可能な周波数の範囲において、同一強度の電波を測定した場合の値の周波数特性が平坦であること。また、その周波数範囲以外の電波に対する測定器の応答が明らかであること。
- ウ 測定対象無線設備が発射可能な周波数の範囲において、正確に測定できる電波の強度の範囲が明らかであること。また、電界プローブは電界以外に応答しないこと。磁界プローブは磁界以外に応答しないこと。
- エ 付属のケーブル等は、測定に影響を与えないこと。
- オ 応答時間が1秒未満であること。
- (2) 周波数同調型測定系及び周波数非同調型測定系
- ア 測定器の測定可能周波数範囲、周波数分解能帯域幅 (周波数同調型測定系に限る。)、入力感度、検波方式及び最大許容入力既知であること。
- イ 測定対象無線設備から発射される電波の特性に応じて、アンテナ係数が既知である適切な空中線を用いること。
- ウ 測定用空中線及び測定器の入力インピーダンスが測定ケーブルと整合していること。

- エ 測定器及びケーブルに十分な電磁シールドがなされていること。
- オ 測定対象以外の電波の影響を受けないよう必要な措置がなされていること。
- 13 電波の強度の測定方法
- (1) 電波の強度の測定方法は次のとおりとする。
- ア 等方性電磁界プローブ又は測定用空中線を測定地点上方10cm（300MHz未満の周波数においては20cm）以上200cm以下の範囲で上下方向に走査し、電波の強度の最大値を測定する。ただし、電磁界プローブ又は測定用空中線は、送信空中線、大地等及び金属物体から10cm以上（300MHz未満の周波数においては20cm以上）離れていること。
- イ 電波の強度が時間的に変化する場合は、次により求めた電波の強度の値を測定値とする。
- (ア) 電力束密度については、その6分間における平均値
- (イ) 電界強度及び磁界強度については、次のとおりとする。
- ア 施行規則別表第2号の3の3の第1に関しては、それらの6分間における自乗平均値の平方根**
- b 施行規則別表第2号の3の3の第2に関しては、それらの最大値**
- (ウ) 磁束密度については、最大値
- 注 対象無線設備から発射される電波の変調特性から、6分間未満で6分間の平均値が得られる場合は、適宜測定時間を短縮することができる。
- (2) 人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度については、地中埋設型基地局にあつては測定地点上方10cmから70cmまで10cm間隔で、それ以外の場合にあつては測定地点上方10cm（300MHz未満の周波数においては20cm）から200cmまで10cm間隔（300MHz未満の周波数においては20cm間隔）でそれぞれ測定し、8の項の方法に準じてその空間的平均値を求めることとする。
- (3) 測定する際には、次の点に留意すること。
- ア 測定用空中線の方向及び偏波面は、測定器の指示値が最大になるように配置すること。
- イ 測定用空中線と送信空中線のうちいずれか一方が円偏波で他方が直線偏波の場合は、補正值として3デシベルを測定値に加えること。
- ウ 電磁界プローブ又は測定用空中線を上下方向に走査するときは、人体や偏波の影響が小さくなるように保持すること。
- エ パルス波の測定には、熱電対型の電磁界プローブ、周波数非同調型測定系又はパルスが占有する帯域幅に比べ広い周波数分解能帯域幅を持つ周波数同調型測定系を用いること。
- オ 他の無線設備から発射される電波の影響が無視できない場合は、周波数同調型測定系を用いること。

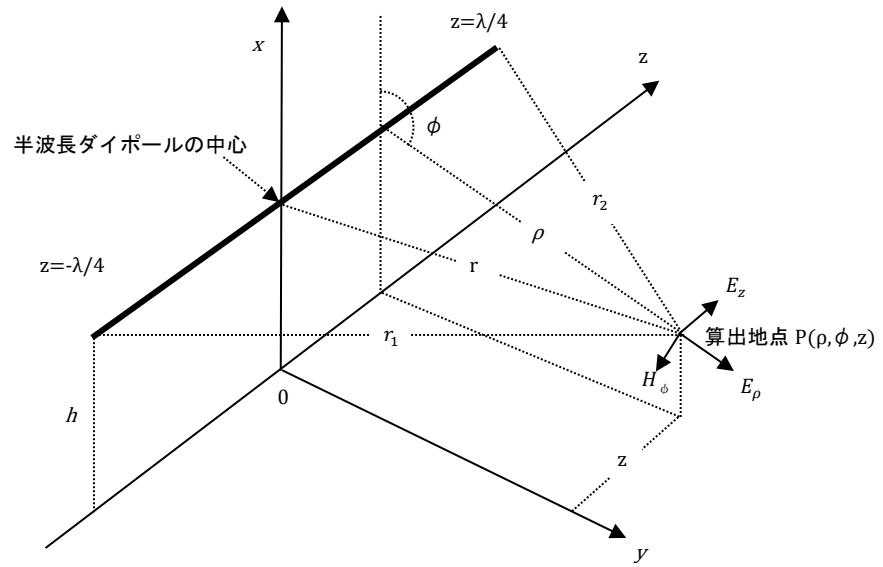
別表第1図

7の項(3)に規定する算出式の座標系及び式の記号は下図のとおりとする。



別表第2図

7の項(4)に規定する算出式の座標系及び式の記号は下図のとおりとする。



3 人体が電波に不均一にばく露される場合その他総務大臣が不合理であると認める場合の電波の強度の値（平成29年総務省告示第309号）

人体が電波に不均一にばく露される場合の電波の強度の値は、表1及び表2のとおりとする。また、頭部と体部の全組織における体内電界について、国際規格等で定められる合理的な方法により測定又は推定できる場合の電波の強度の値は、表3のとおりとする。

表1

周波数	電界強度の実効値の空間的平均値 [V/m]	磁界強度の実効値の空間的平均値 [A/m]	電力束密度の実効値の空間的平均値 [mW/cm ²]	電力束密度の実効値の空間的最大値 [mW/cm ²]
100kHz を超え 3MHz 以下	275	$2.18f^{-1}$		
3MHz を超え 30MHz 以下	$824f^{-1}$	$2.18f^{-1}$		
30MHz を超え 300MHz 以下	27.5	0.0728	0.2	
300MHz を超え 1GHz 以下	$1.585f^{1/2}$	$f^{1/2}/237.8$	$f/1500$	4
1GHz を超え 1.5GHz 以下	$1.585f^{1/2}$	$f^{1/2}/237.8$	$f/1500$	2
1.5GHz を超え 300GHz 以下	61.4	0.163	1	2

注1 fは、MHzを単位とする周波数とする。

- 電界強度、磁界強度及び電力束密度は、それらの6分間における平均値とする。
- 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度及び磁界強度については各周波数の表中の値に対する割合の自乗和の値、また電力束密度については各周波数の表中の値に対する割合の和の値がそれぞれ1を超えてはならない。

表2

周波数	電界強度の実効値の空間的平均値 [V/m]	磁界強度の実効値の空間的平均値 [A/m]	磁束密度の実効値の空間的平均値 [T]
10kHz を超え 10MHz 以下	83	21	2.7×10^{-5}

注1 電界強度、磁界強度及び磁束密度は、それらの時間平均を行わない瞬時の値とする。

- 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、電界強度、磁界強度及び磁束密度については表中の値に対する割合の和の値、又は国際規格等で定められる合理的な方法により算出された値がそれぞれ1を超えてはならない。

表3

周波数	体内電界の実効値 [V/m]
10kHzを超え10MHz以下	$135 \times f$

注1 fは、MHzを単位とする周波数とする。

- 同一場所若しくはその周辺の複数の無線局が電波を発射する場合又は一の無線局が複数の電波を発射する場合は、表中の値に対する割合の和の値、又は国際規格等で定められる合理的な方法により算出された値が1を超えてはならない。

作成：総務省総合通信基盤局電波部電波環境課
〒100-8926 東京都千代田区霞が関2-1-2
中央合同庁舎第二号館
TEL 03-5253-5905

(令和5年12月更新)