

エリアかくべえ

電界強度計算方法

無線局免許手続規則第7条第4項 （告示640号）準拠

『エリアかくべえ』は、『電波法・告示640号』に完全に準拠した計算が可能です。
実測に近いその他の参考計算も可能ですが、電波申請には『電波法・告示640号』に
完全に準拠した計算で提出しなくてはなりません。

<http://kakube.rcc.ne.jp/>

テレビジョン放送、FM 放送の場合

[地図データ]

電界強度の算出に必要な地形は、国土地理院発行の 50mメッシュ標高数値地図と 250mメッシュ標高数値地図を使用しています。

また、国土地理院行政界数値地図、国土地理院土地利用数値地図を使用しています。

[250mメッシュ]

画面上の地図表示は 250mメッシュ標高数値地図でおこなっています。

都市減衰計算のクラッター係数は 250m標高数値地図の 1Km 平方内の住宅 A,B (国土地理院土地利用数値データ) の数で評価しています。

[50mメッシュ]

プロファイルの描画と伝搬損、回折損などの計算は、50mメッシュ標高数値地図でおこなっています。

[地球の等価半径]

地球の等価半径は、8、500Km (地球平均半径の約 3 分の 4 倍) としています。

[基本計算式]

$$E = \left[\frac{222\sqrt{ERP}}{d} \cdot D_H \cdot D_V \right] \cdot A_1 \cdot A_{n+1} \cdot S_1 \cdot S_2 \cdots S_n \cdot C \cdot (mV/m)$$

ERP : 実効輻射電力 $P \times G$ (Kw)

P 送信機の出力電力 (Kw)

G アンテナ利得 (相対利得)

送信機からアンテナまでの給電線の損失を含み、指向性がある場合はその最大方向の利得

d : 送信点ー受信点間の距離 (Km)

その他のパラメータについては次ページ以降で説明いたします。

特別な場合として、回折がない場合は上式が、

$$A_1 \cdot A_{n+1} \Rightarrow A_0$$

$$S_1, S_2 \cdots S_n \Rightarrow 1$$

となり、

$$E = \left[\frac{222\sqrt{ERP}}{d} \cdot D_H \cdot D_V \right] \cdot A_0 \cdot C(mV/m)$$

として計算します。

[送信アンテナの水平、垂直指向特性 $D_H \cdot D_V$ について]

ペンタブレットによって、任意にパターンを入力できます。

(水平パターン)

中心点と真北方向の円の最大値をペンで入力すれば、描くべき円が決まります。

その円内にペンで各角度の指向性を入力します。

修正はそれぞれ自由にできます。

最終データは 0.5 度毎の数値でファイル名を付けて保存されます。

後から、同じ様なパターンを呼び出し修正して目的のパターンを簡単に作成することができます。

(垂直パターン)

上向き 20 度の 0 点と、下向き 90 度のグラフの最大点の 2 点（対角線）を指定することによって 入力グラフ範囲を決定します。また、任意の角度（対角線）を指定することにより入力範囲を指定できます。 グラフの目盛は 対数またはリニアのどちらでも選べます。

このグラフの中にペンでパターンを描きます。

修正はそれぞれ自由にできます。

垂直パターンは 水平面の 4 方向のパターンを全て入力します（同じパターンの場合 簡単に、コピー、ペースト可能です）。

4 方向の方位は 水平パターンの方位に従って重みをつけることができます。

最終データは 0.5 度毎の数値でファイル名を付けて保存されます。

後から、同じ様なパターンを呼び出し修正して目的のパターンを簡単に作成することができます。

(3次元パターン)

上記の水平、垂直パターンを入力した後に、3次元で総合パターンを確認できます。

3次元パターンは、円筒グラフと 球グラフの 2 通りで表示できます。

[$A_1 \cdot A_{n+1}$ および A_0 の求め方]

$A_1 \cdot A_{n+1}$ 及び A_0 は、反射波による直接波の減衰量を規定しています。

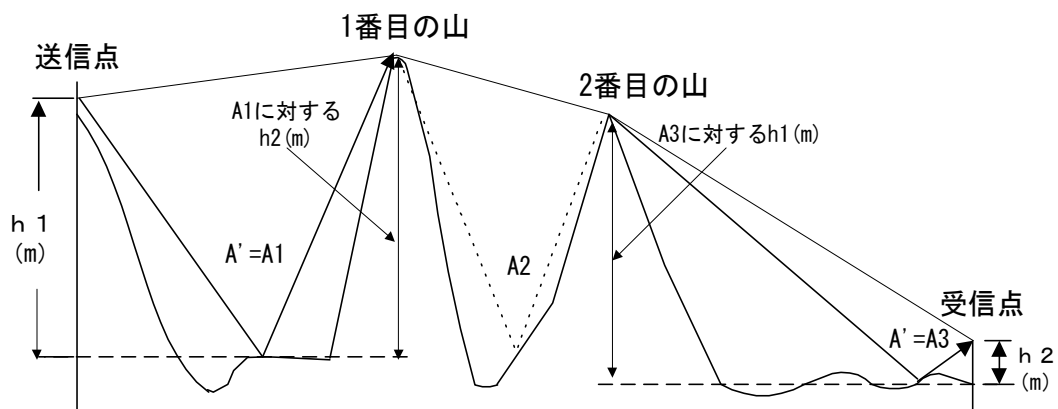
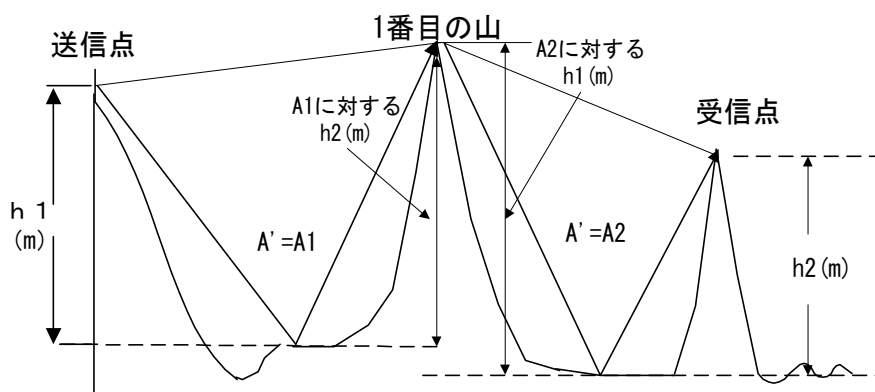
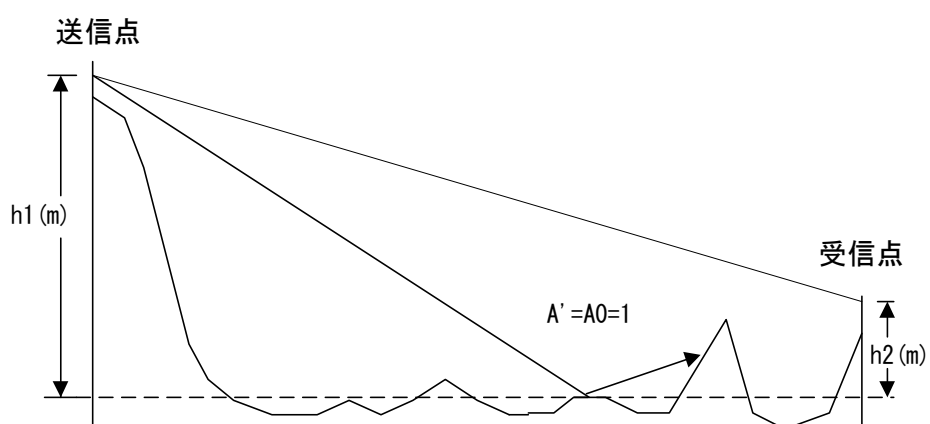
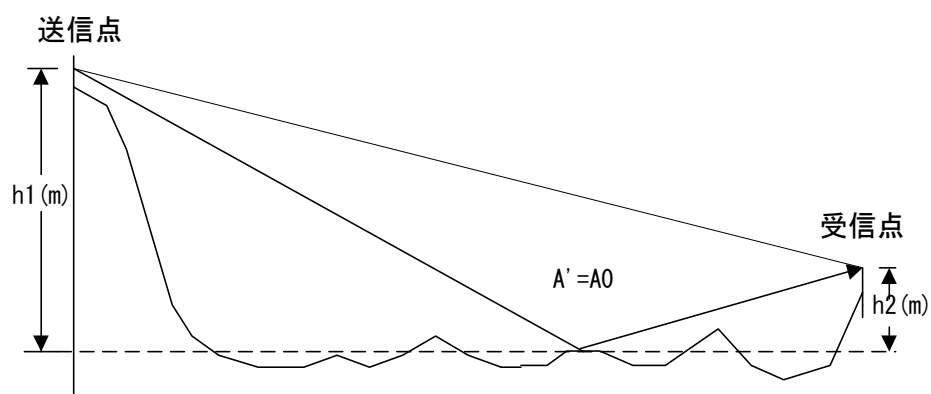
この減衰量は下図に基づいて A' グラフによって求めます。

ただし、反射波が遮蔽される場合は、

$$A_0 = 1 \quad A' = 20 \log A_0 = 0$$

となります。

A' を求めるための A_0, A_1, A_{n+1}

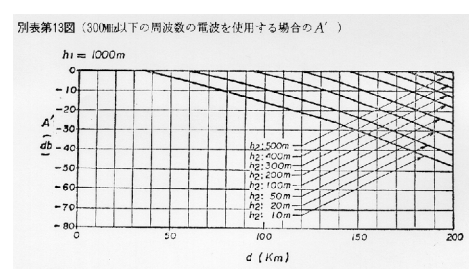
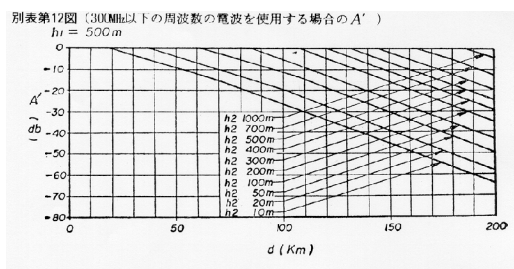
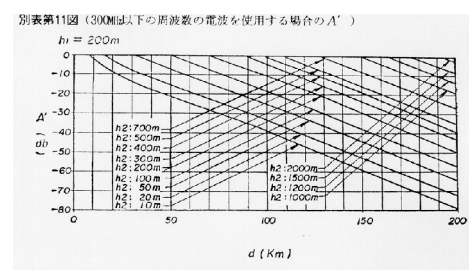
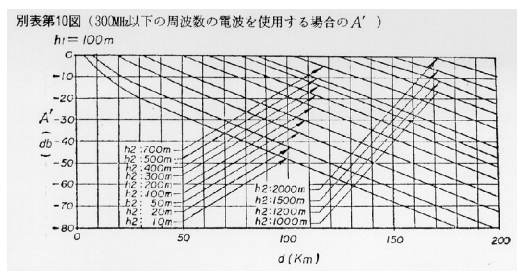
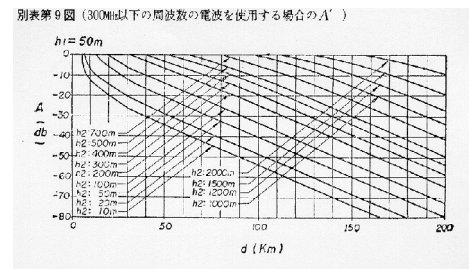
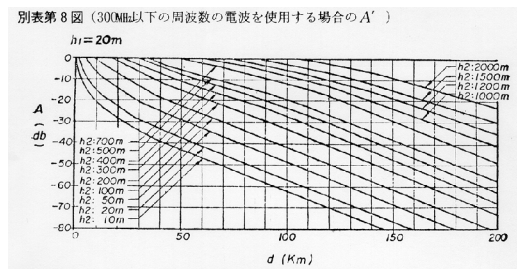
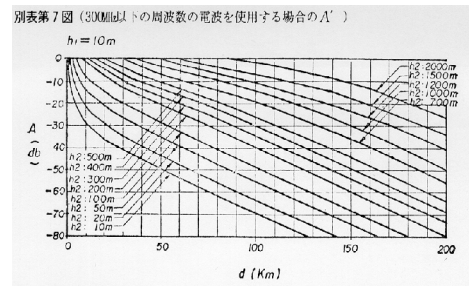
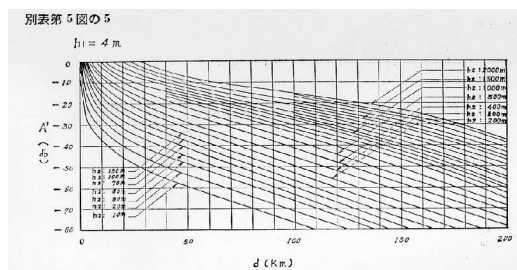


[$A_1 \cdot A_{n+1}$ および A_0 の減衰量 A' について]

A' は テレビジョン放送のVHFおよびUHF またはその他の3つのグラフに別れています。
これらの図の記号は次の通りです。

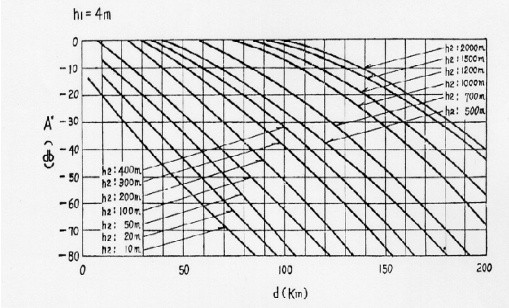
- * d は2点間の地図上の距離 (Km)
- * 送信点、受信点が見通しの場合
 h_1 および h_2 は2点の海拔高からそれぞれの2点間の反射点の海拔を差し引いた値 (m) とします。
- * 送信点、受信点が地球の曲率のために見通しの関係にない場合。
 h_1 及び h_2 は2点の 海拔高 (m) とします。

VHFテレビジョン放送 (300MHz以下) の場合の A' は次の表から求めます。

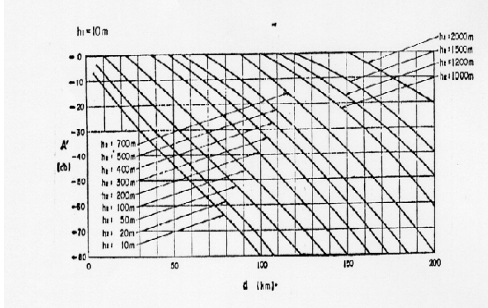


UHFテレビジョン放送（300MHzを超える）の場合の A' は次の表から求めます。

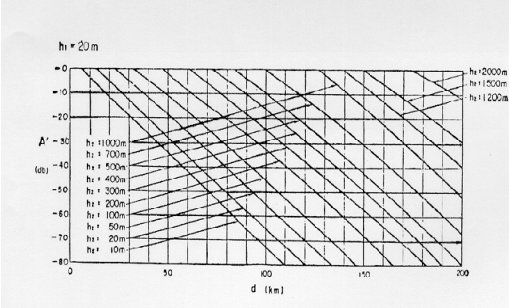
別表第14図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）



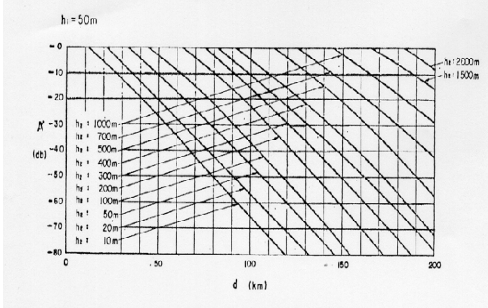
別表第15図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）



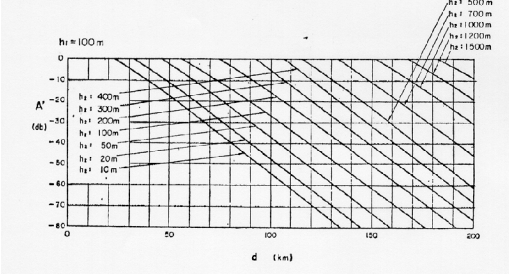
別表第16図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）



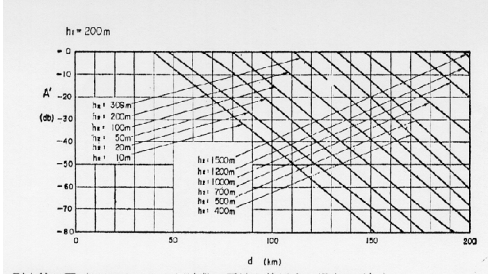
別表第17図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）



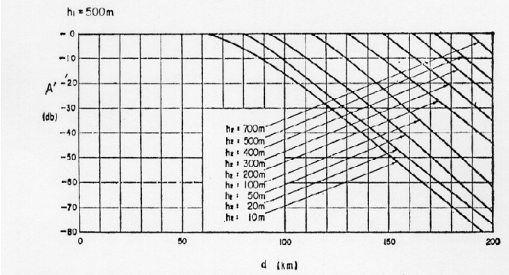
別表第18図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）



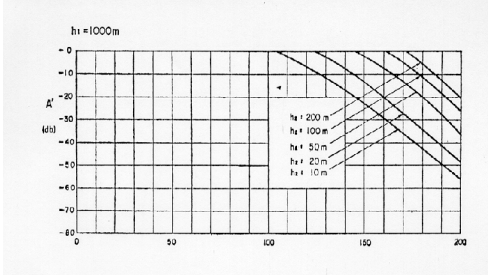
別表第19図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）



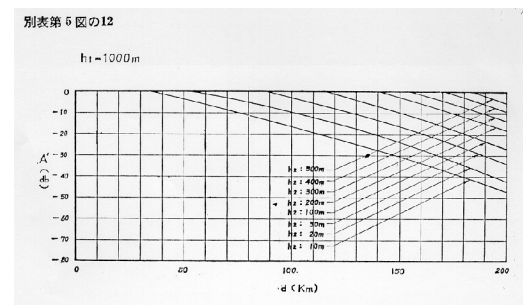
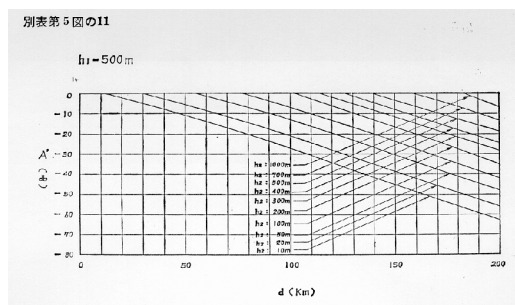
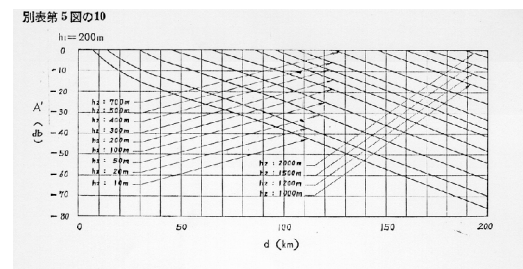
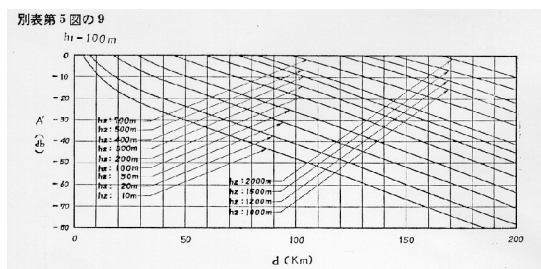
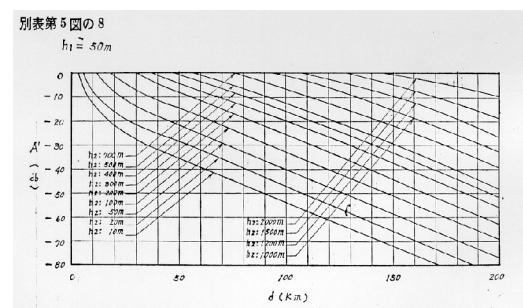
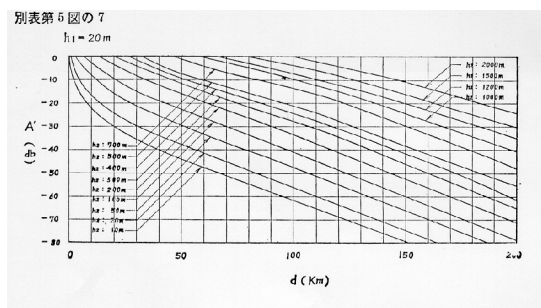
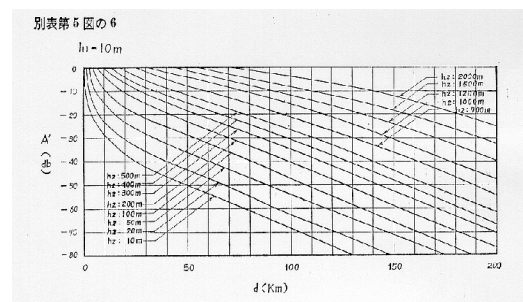
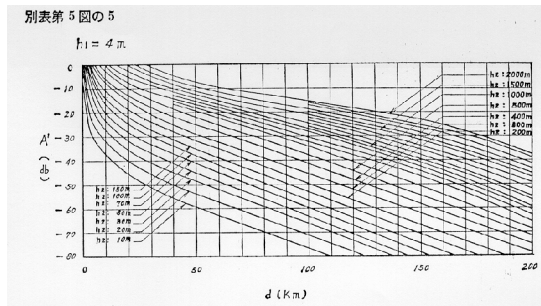
別表第20図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）



別表第21図（300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の A' ）

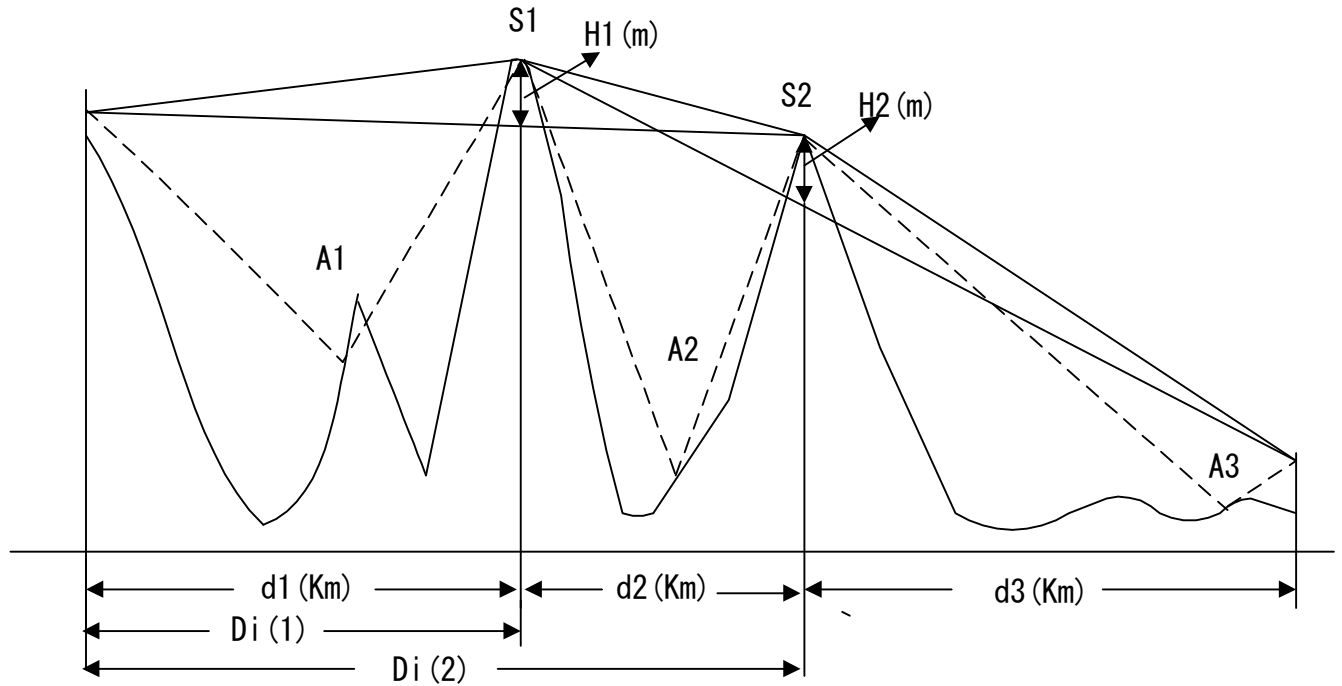


その他の放送についての A' は次の表から求めます。



[$S_1, S_2 \dots S_n$ について]

$S_1, S_2 \dots S_n$ は山岳の回折損失を求めるものです。



- d 1 : 送信点から 1 番目の山までの距離
- d 2 : 1 番目の山から 2 番目の山までの距離
- d 3 : 2 番目の山から受信点までの距離

回折損失対象リッジの遮蔽高は次の方法で求めます。

- H1 : 送信アンテナ輻射中心高と 2 番目の山の頂上を結ぶ直線と 1 番目の山の頂上を通る鉛直線との交点の海拔高を 1 番目の山の海拔高から引いた値
- H2 : 1 番目の山の頂上と受信点を結ぶ直線と 2 番目の山の頂上を通る鉛直線との交点の海拔高を 2 番目の山の海拔高から引いた値

$$Di = \frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_i) d_{i+1}}{d_1 + d_2 + \dots + d_{i+1}}$$

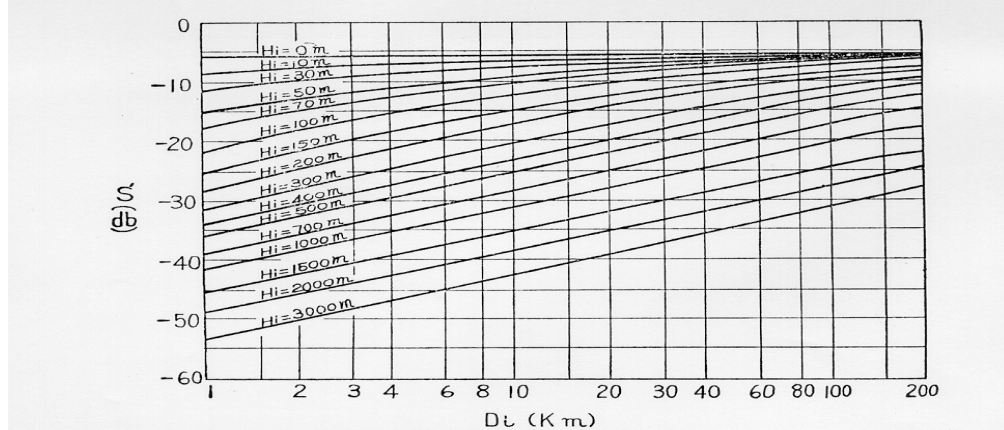
$d_1 + d_2 + \dots + d_i$ は送信点から i 番目 の山までの地図上の距離 (Km)。

d_{i+1} は i 番目の山から $i+1$ 番目の山 ($i=n$ のときは受信点) までの地図上の距離 (Km)。

i 番目の山に対応する D_i 及び H_i を求め、次の表から求めます。

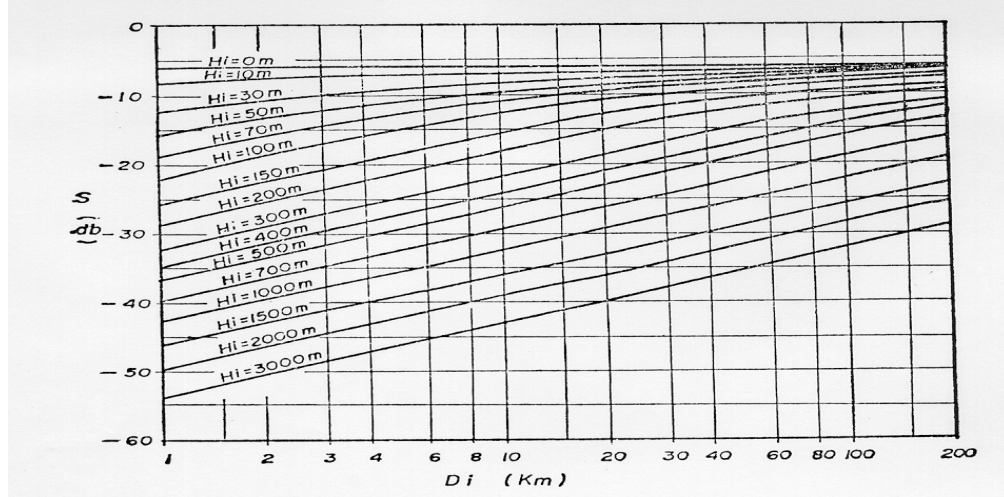
FM 放送局の場合

別表第 5 図の 13



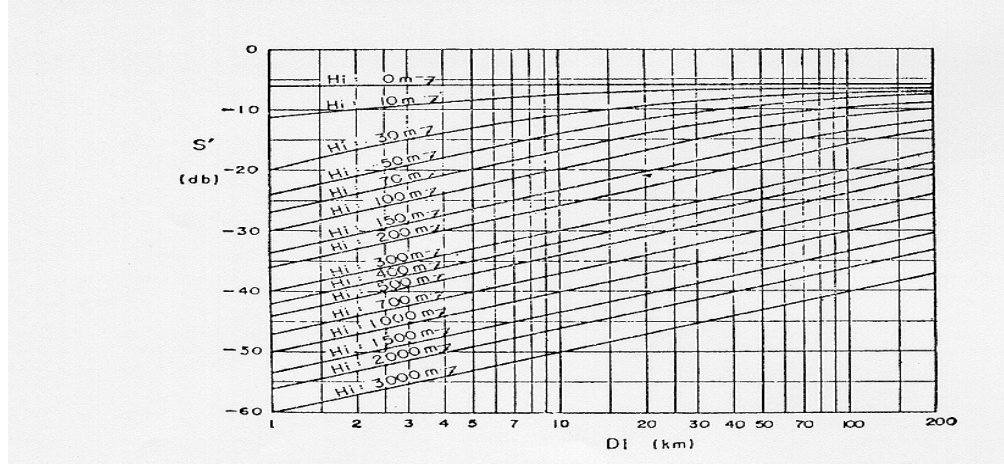
TV 放送局 VHF (300MHz 以下) の場合、

別表第 24 図 (300MHz 以下の周波数の電波を使用する場合の S')



TV 放送局 UHF (300MHz をこえる) 場合、

別表第 25 図 (300MHz をこえる周波数の電波を使用する場合の S')



上記の具体的な計算例

$$E = \left[\frac{222\sqrt{ERP}}{d} \cdot D_H \cdot D_V \right] \cdot A_1 \cdot A_3 \cdot S_1 \cdot S_2 \cdot C (mV/m)$$

ERP : 実効輻射電力 $P \times G$ (KW)

P 送信機の出力電力 (KW)

G アンテナ利得 (相対利得)

* 送信機からアンテナまでの給電線の損失を含み、指向性がある場合はその最大方向の利得

d : 送信点—受信点間の距離 (Km)

DH : 送信アンテナの水平指向特性

DV : 送信アンテナの垂直指向特性

$$D_i(1) = \frac{d_1 \cdot d_2}{d_1 + d_2}$$

$$D_i(2) = \frac{(d_1 + d_2) \cdot d_3}{d_1 + d_2 + d_3}$$

及び H1, H2 を求め、前図より

S1 : 1 番目の山の回折損失

S2 : 2 番目の山の回折損失

を求めます。

伝搬損失 A については、送信点から 1 番目の山の間及び受信点の直前の山と受信点間の 2 点についてだけ考慮します。

上の例では、

A1 : 送信点から 1 番目の山までの反射波による減衰

A3 : 2 番目の山から受信点までの反射波による減衰

A1 : 反射波が山で遮蔽されているので

$$A1=1 \quad A'1=20 \log A1=0 \text{ (dB)}$$

A3 : 反射波が遮蔽されていないので

図表から求めた値になります

C : 都市減衰は VHF の場合 C=1

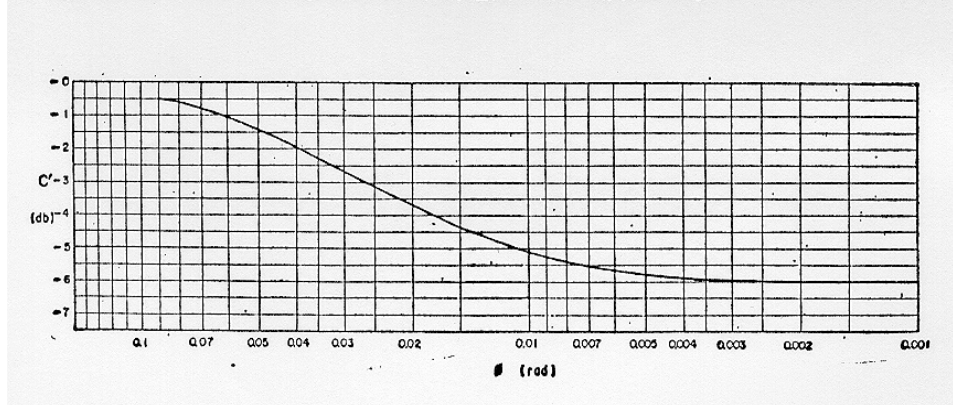
UHF の場合以下に述べる方法で求めています。

[都市減衰 C について]

C は、受信点が市街地にある場合の受信電界強度の減衰の度合いです

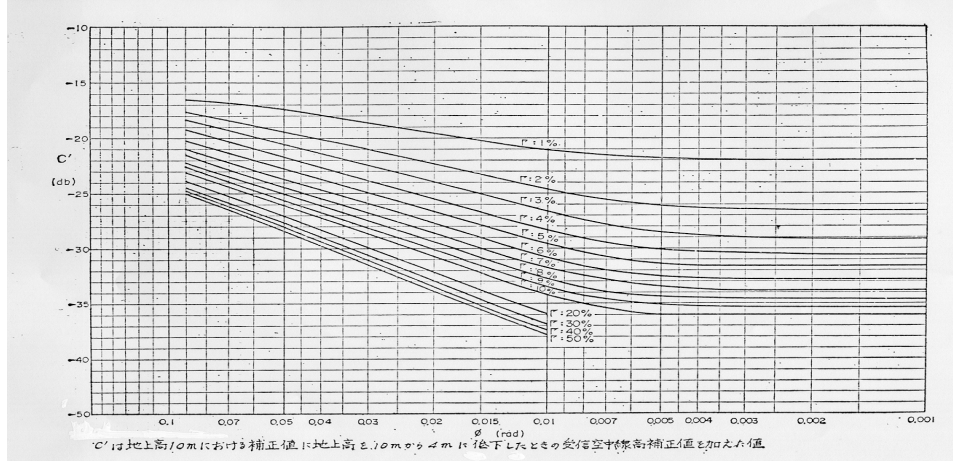
- (1) 300MHz 以下の周波数の場合 $C=1$ とします。
- (2) 300MHz をこえる周波数の場合。
 - ア、受信点が市街地内にない場合。
次の表から求めます。

別表第22図の1 (受信点が市街地内にない場合のC)



- イ、受信点が市街地内にある場合。
次の表から求めます。

別表第22図の2 (受信点が市街地内にある場合のC)



この図の Γ は クラッター係数 (建築物密集度) で 告示集では、
 「受信点を中心とする1キロメートル平方の地表の平均の高さから10メートルの高さ
 における1キロメートル平方内にある建築構造物の水平断面積の総和の1平方キロメ
 ートルに対する百分率 (%)。」
 と規定されています。

本システムでは、国土地理院土地利用数値地図の土地利用区分 住宅 A、住宅 B（工業地帯）が 受信点のまわり 1 Km 四方の中に占める割合を 250 mメッシュで計算し、上の図表から求めています。

ここで、

市街地は $\Gamma = 1$ (%) 以上の場合とします。

この時、受信点から送信点（送信点が山などで遮蔽されている場合は、受信点に最も近い山）をのぞむ 仰俯角 ϕ (rad) がパラメータになります。

この仰俯角 ϕ (rad) は、地球の等価半径を考慮した角度を使用します。