

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

### [地図データー]

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]

プロフィールの描画と伝搬損、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-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]

ペントブレットによって、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 入力の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。

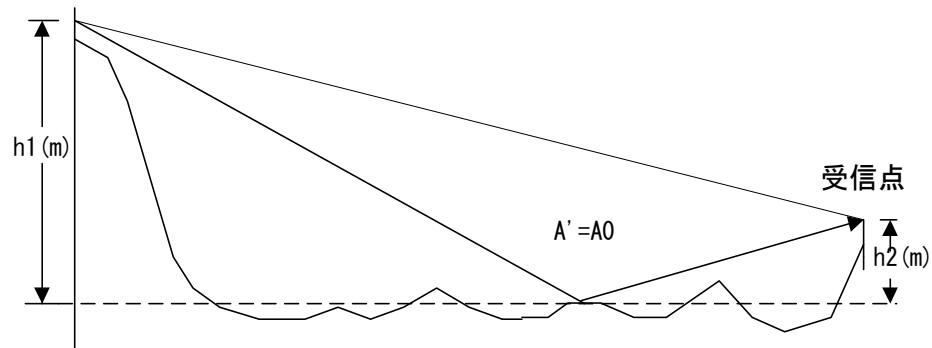
ただし、反射波が遮蔽される場合は、

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

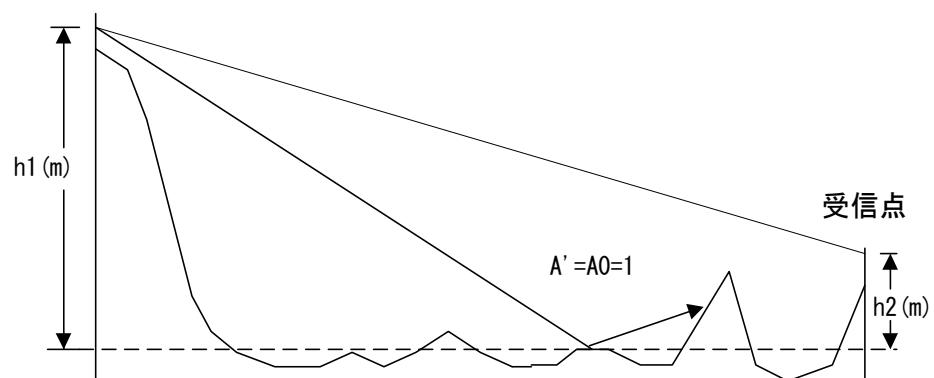
となります。

### A' を求めるための $A_0, A_1, A_{n+1}$

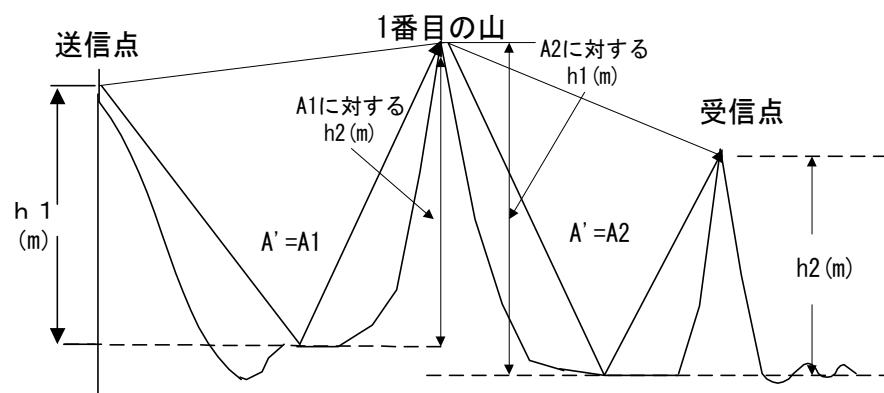
送信点



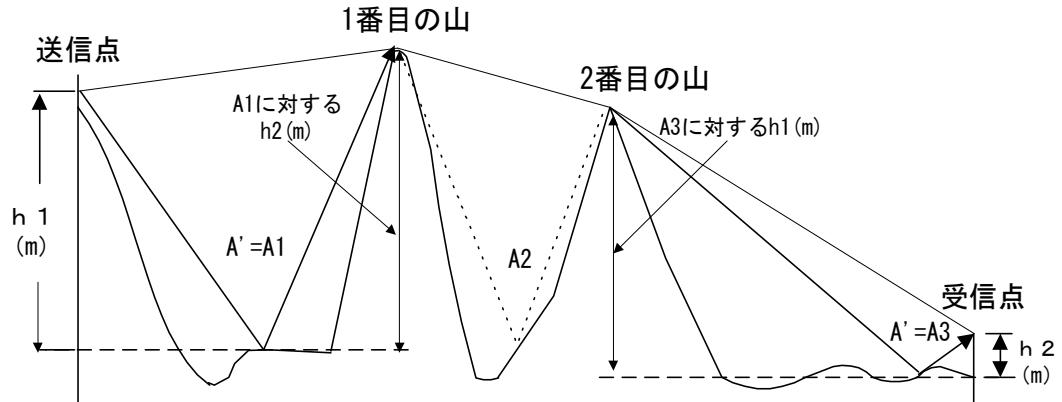
送信点



送信点



送信点



[  $A_1 \cdot A_{n+1}$  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)

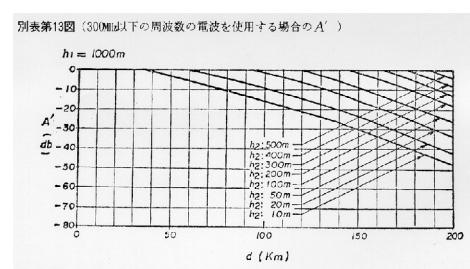
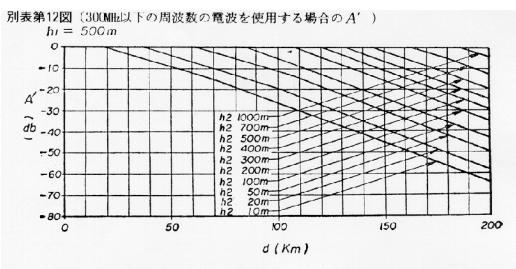
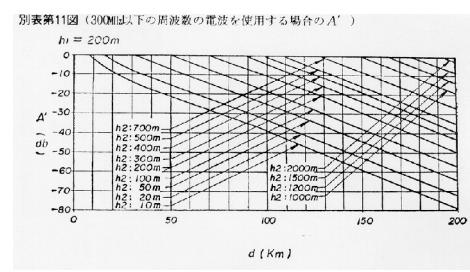
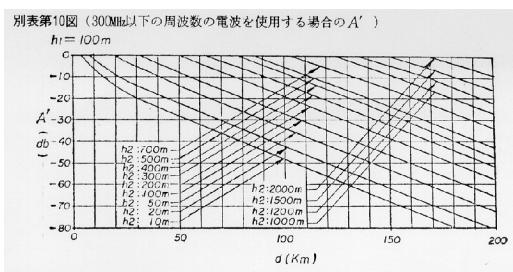
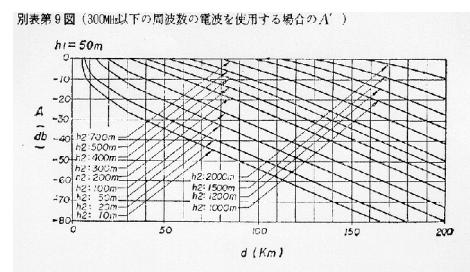
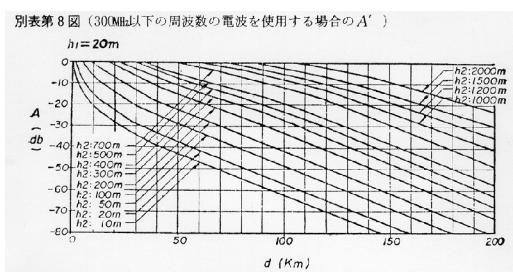
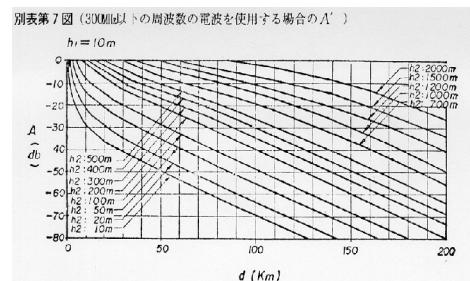
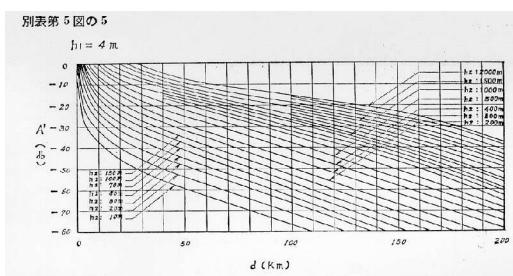
\*送信点、受信点が見通しの場合

$h_1$  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。

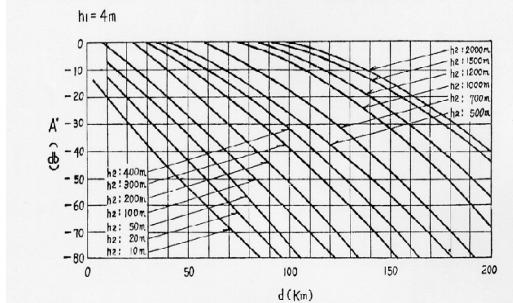
$h_1$  及び  $h_2$  は2点の海拔高 (m) とします。

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。

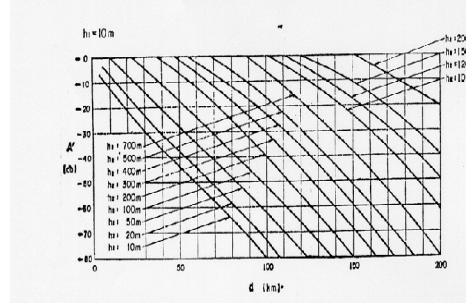


UHFテレビジョン放送（300MHzを超える）の場合の  $A'$  は次の表から求めます。

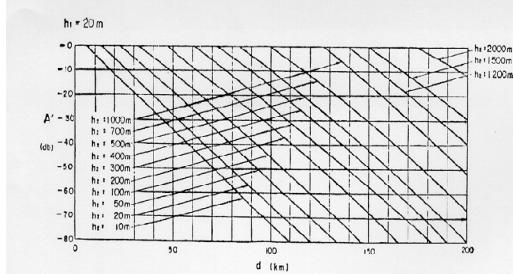
別表第14図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )



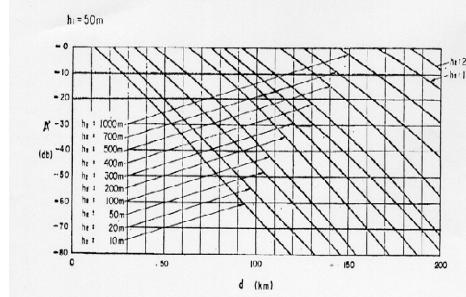
別表第15図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )



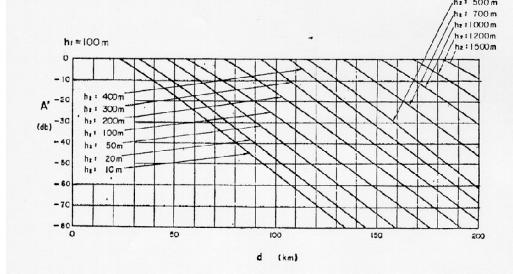
別表第16図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )



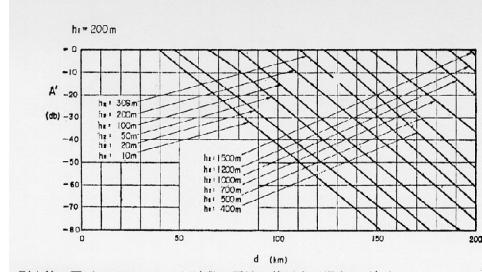
別表第17図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )



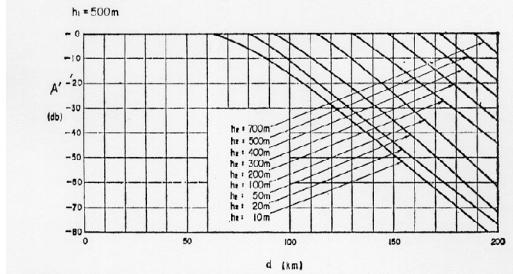
別表第18図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )



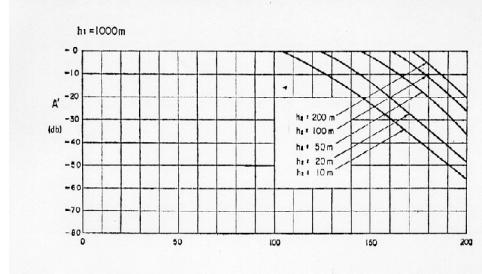
別表第19図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )



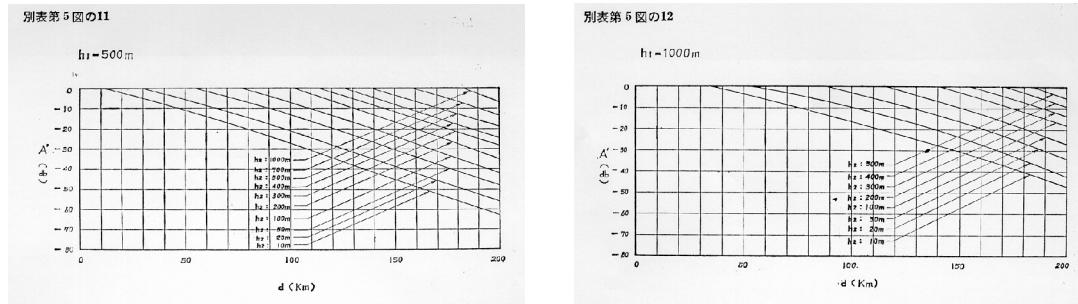
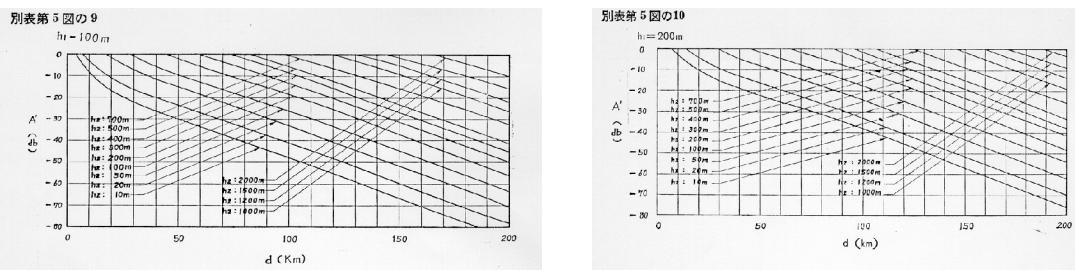
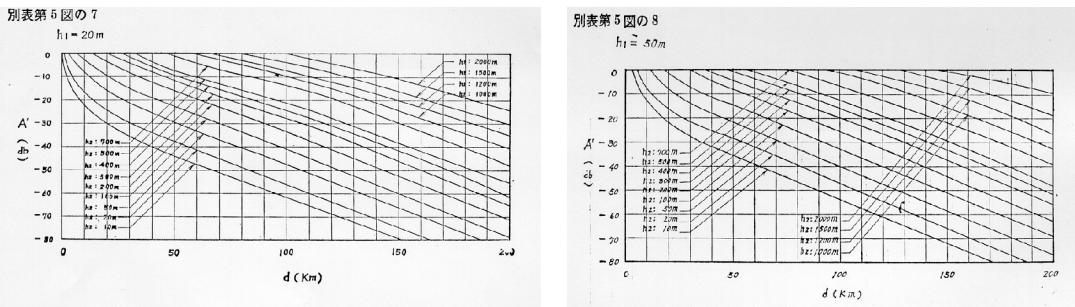
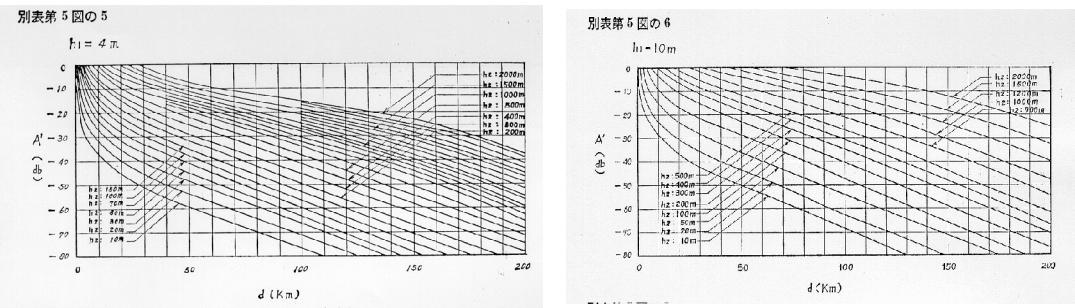
別表第20図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )



別表第21図 (300MHzをこえる周波数の電波を使用する場合の  $A'$  )

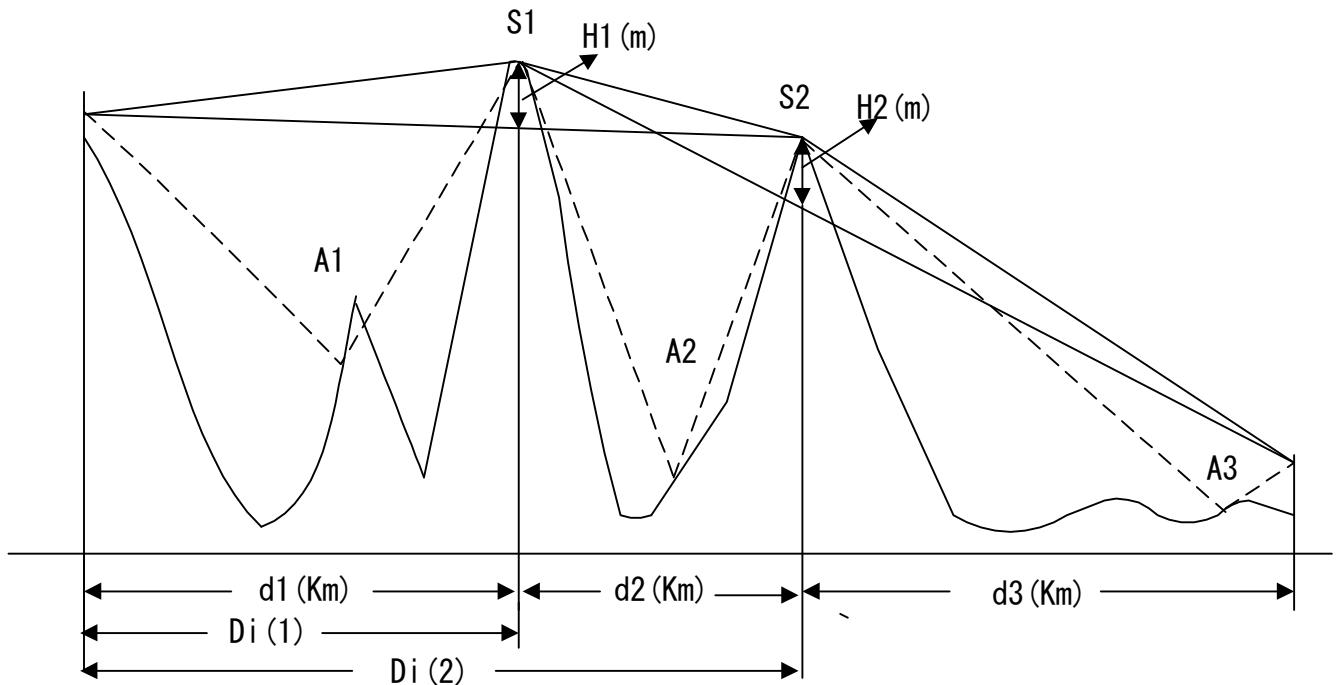


その他の放送についての  $A'$  は次の表から求めます。



[ $S_1, S_2 \dots S_n$ 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

回折損対象リッジの遮蔽高は次の方法で求めます。

$H_1$  : 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

$H_2$  : 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

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

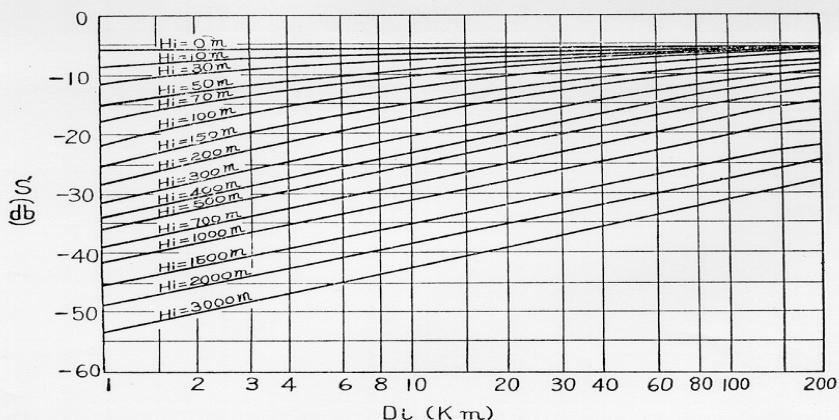
$d_1 + d_2 + \dots + d_i$  は送信点から  $i$  番目の山までの地図上の距離 (Km)。

$d_{i+1}$  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。

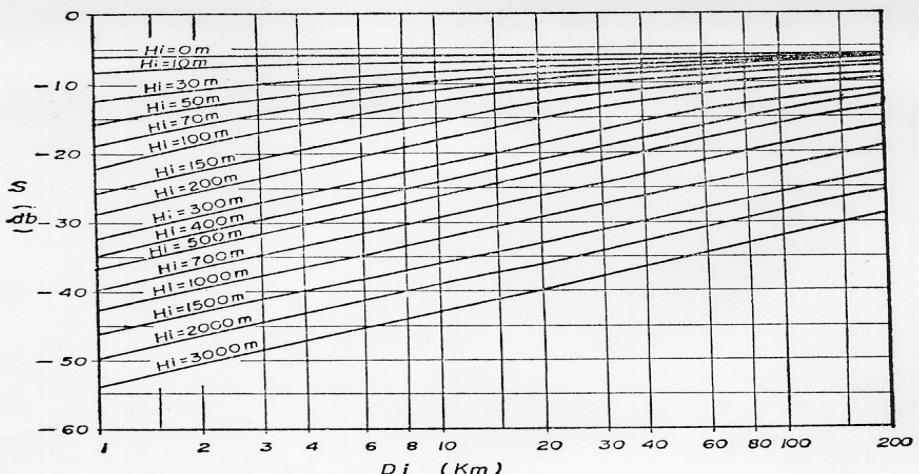
FM 放送局の場合

別表第5図の13



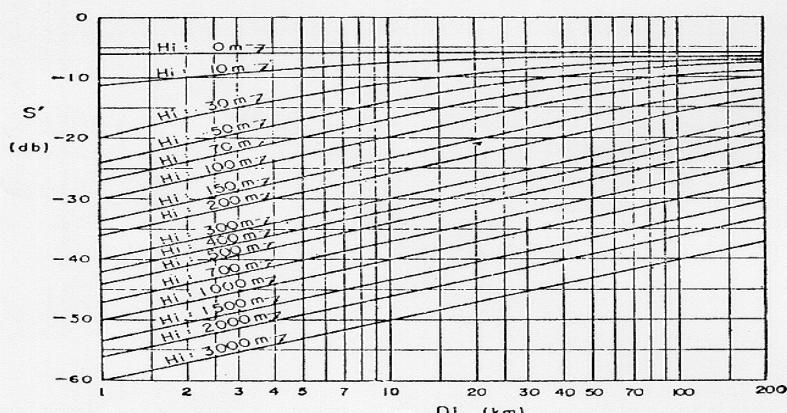
TV 放送局 VHF (300MHz 以下) の場合、

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×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 : 送信点一受信点間の距離 (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

$$A1=1 \quad A'1=2 \quad 0 \log A1 = 0 \text{ (dB)}$$

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

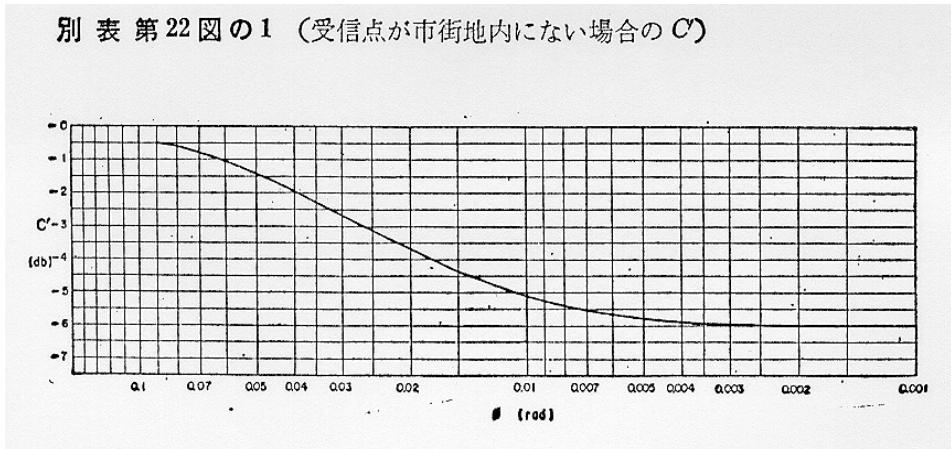
C : 都市減衰は VHF の場合 C=1

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]

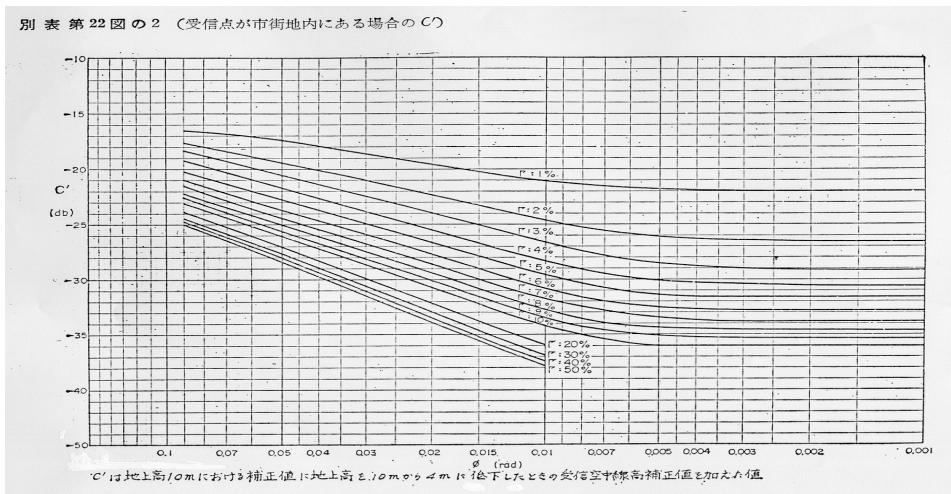
Cは、受信点が市街地にある場合の受信電界強度の減衰の度合いです

- (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。



イ、受信点が市街地内にある場合。

次の表から求めます。。



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 250m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  $\Gamma = 1 \text{ (%)}$  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  $\phi$  (rad) がパラメータになります。

この仰俯角  $\phi$  (rad) は、地球の等価半径を考慮した角度を使用します。