



<テレビ放送波の電界強度（電波の強さ）の求め方>

送信所から一定距離はなれた地点における電界強度を求めることは、テレビ放送局の免許申請書に記載する「放送区域図」を作成したりテレビ放送のネットワークを計画するために重要なことです。

テレビ電波は、空間波が放送サービスに大きくに寄与します。この空間波は、直接波と大地に反射して受信アンテナに到達する大地反射波から成り立っています。受信アンテナでは、まず、この直接波と大地反射波の位相の関係で電波が弱められる現象が起こります。これを「位相損失」といいます。また、テレビ電波が伝はんする経路を見ると、電波を弱めるように作用する山岳や丘陵があります。これらによる電波の損失を「遮へい損失」といいます。その他、ビルなどの建造物にさえぎられて電波は弱められます。この現象は人工的なものであるため、国は、受信障害として原因者（ビル主等）の責任で現状への回復が図られるよう指導しています。したがって、電波法ではこの種の受信障害による影響は考慮されていません。

こうしたことから、テレビ放送波の電界強度は、① 直接波 ②大地反射波による位相損失 ③ 山岳等による遮へい損失 から求めることができます。

- 1 直接波（自由空間電界強度値 E_0 ）の強さは、次式により求められます。

$$E_0 = \frac{7\sqrt{p}}{d} \quad (\text{V/m})$$

p : 送信電力 (w)
 d : 送受信点間距離 (m)

直接波の強さは、送信電力の平方根に比例し、距離に反比例します。

2 滑らかな大地上伝ぱんの電界強度

実際は、送信アンテナと受信アンテナは、地上のいずれかの場所に設置されますので、大地反射波も同時に加わり受信アンテナで合成されます。その様子を 図1 に示します。直接波と反射波のそれぞれの強さは、ほとんど同じくらいです。しかし双方の通路長の差があるため、その長さに応じて位相差（電波の波の増減のタイミング）が生じ、両者の合成された受信電界強度は、その通路長差によって

強くなったり弱くなったりします。送信アンテナ

送信アンテナの高さや受信アンテナの高さに比べて送受信点間の距離が非常に大きい場合は、地上反射波の振動方向は直接波の振動方向を打ち消すような振動になるため電界強度は弱められます。

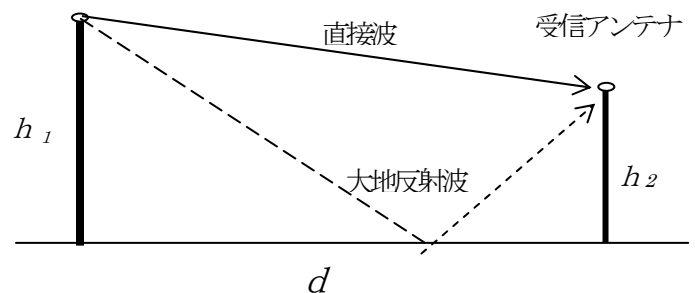


図1 滑らかな大地上の伝ぱん図

こうしたことから ①直接波 と ②大地反射波 と合わせた電界強度は、次の式で表せます。

$$E = 2E_0 \sin \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad (\text{V/m})$$

h_1 : 送信アンテナ高 (m)
 h_2 : 受信アンテナ高 (m)
 d : 送受信点間距離 (m)
 λ : 波長 (m)

$\sin \theta \doteq 0$ のとき $\sin \theta = \theta$ であるので 次の式となります。

$$E = \frac{88\sqrt{p} h_1 h_2}{\lambda d^2} \quad (\text{V/m}) \quad p: \text{電力 (W)}$$

詳しくは、[もっと詳しく知りたい方のために]の滑らかな大地上の伝ぱんを参照ください。

この式の計算は、計算図表により行うと非常に容易です。その図表を図2 滑らかな大地上伝ぱんの電界強度計算図表 に示します。

なお、受信アンテナ高は、前回の「指定電界強度」で述べたように地上高 10m で行ないます。

[計算例]

h1=170m h2=10m P= 1 kW チャンネル 27ch 周波数 : 557MHz
 $\lambda = 0.54\text{m}$ d=100km

$$E = \frac{88 \sqrt{p h_1 h_2}}{\lambda d^2} \quad \text{電界強度} \quad E=0.88 \text{ mV/m} \quad 59 \text{ dB}$$

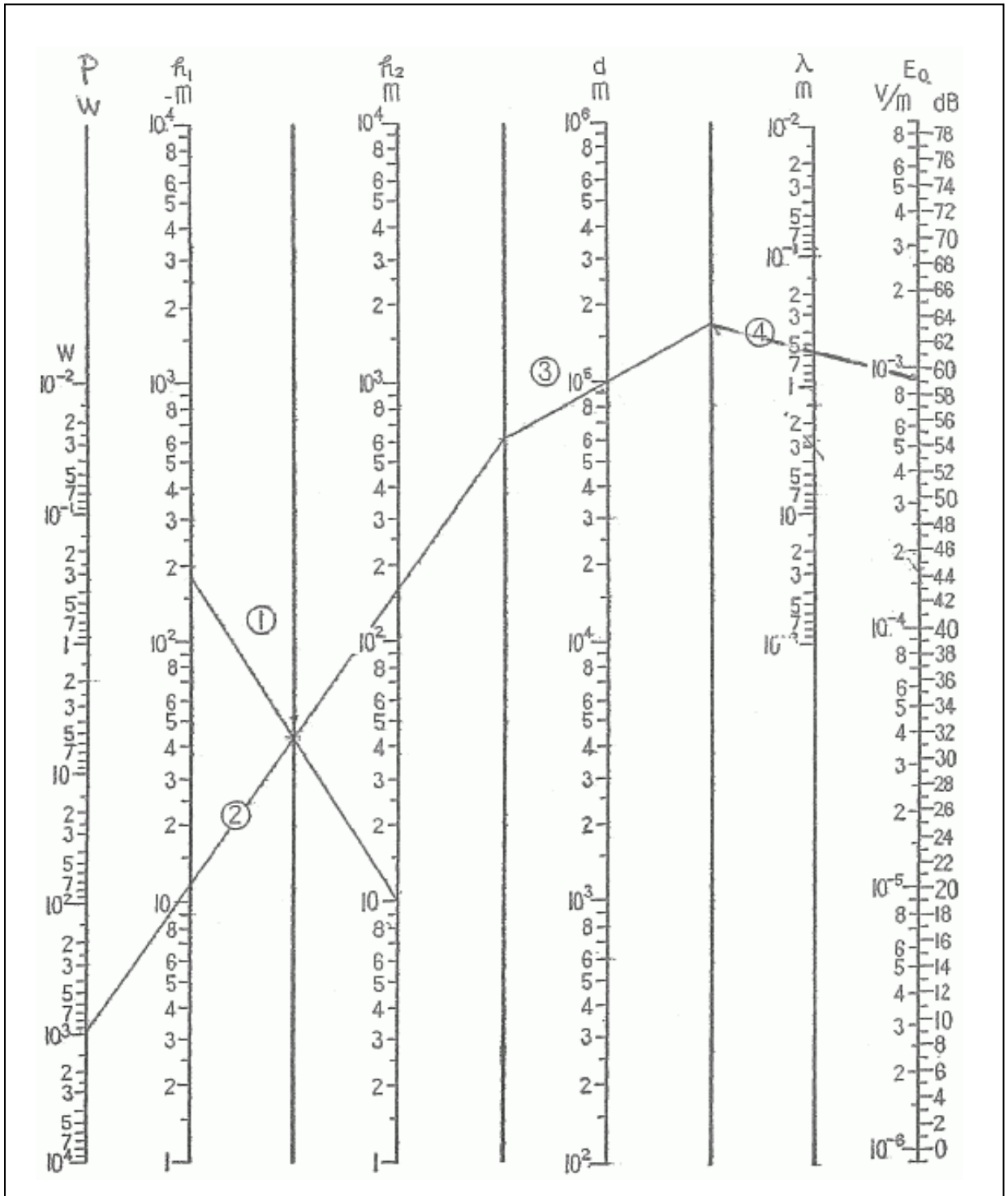


図2 滑らかな大地上伝ぱんの電界強度計算図表

3 遮へい損失の計算

遮へい損失は、送信アンテナから遮へい物までの距離 d_1 、遮へい物から受信アンテナまでの距離 d_2 ならびに遮へい物の

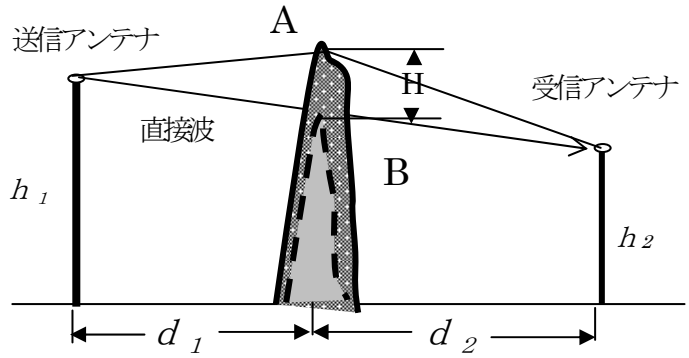


図3 遮へいがある場合の伝ぱん図

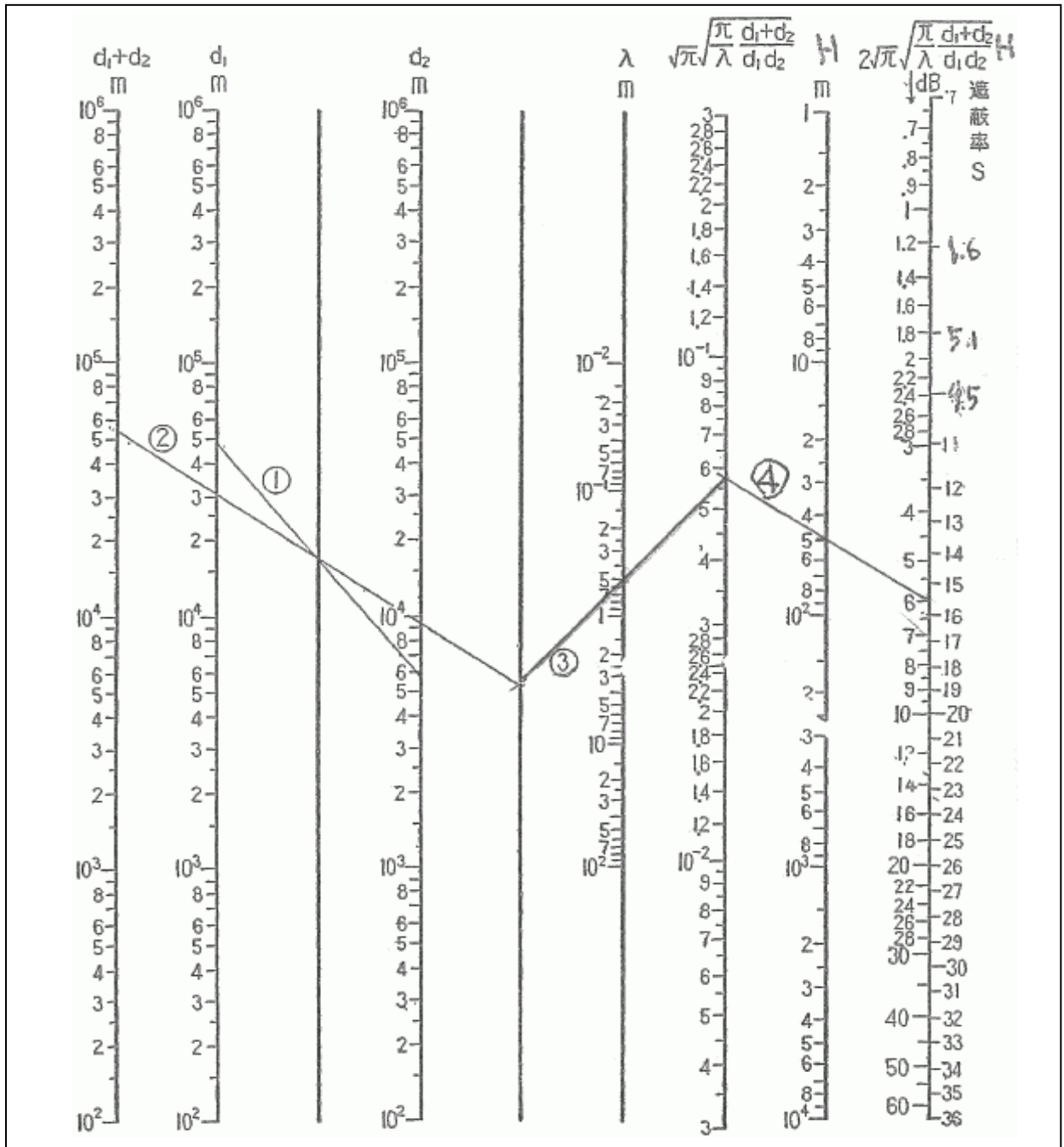


図4 遮へい損失の計算図表

遮へい高 H により決まります。

この計算は、計算図表により行くと非常に容易です。その図表を
図4 遮へい損失の計算図表に示します。

A の場合

遮へいが $1/2$ 以上になるため損失は 6 dB 以上になります。

B の場合

遮へいが丁度 $1/2$ になるため損失は 6 dB になります。

[計算例]

$d_1=49.2\text{km}$ $d_2=5.8\text{km}$ $d_1+d_2=55\text{km}$ チャンネル 27ch 周波数 : 557MHz
 $\lambda = 0.54\text{m}$ $H=50\text{m}$ の場合
遮へい率 6 遮へい損失 $20\log 6 = 15.5\text{ dB}$

4 受信電界強度計算結果

各伝ぱん路ごとに以上のように「位相損失」ならびに「遮へい損失」を
計算して求め加え合わせます。

[もっと詳しく知りたい方のために]

- 滑らかな大地上の伝ぱん式の誘導

$$E = 2 E_0 \sin \frac{2 \pi h_1 h_2}{\lambda d} \quad (\text{V/m})$$

E : 電界強度 (V/m)

h_1 : 送信アンテナ高 (m)

h_2 : 受信アンテナ高 (m)

d : 送受信点間距離 (m)

λ : 波長 (m)

$\sin \theta \doteq 0$ のとき $\sin \theta = \theta$ であるので

$$E = 2 \frac{7 \sqrt{p}}{d} \times \frac{2 \pi h_1 h_2}{\lambda d} = \frac{88 \sqrt{p} h_1 h_2}{\lambda d^2} \quad (\text{V/m}) \quad p: \text{電力 (W)}$$

- 遮へい損失の計算式

$$\text{遮へい率 } S = 2 \sqrt{\pi} \sqrt{\frac{\pi d_1 + d_2}{\lambda d_1 d_2}} H$$

S : 遮へい率

d_1 : 送信アンテナ～遮へい物までの距離 (km)

d_2 : 遮へい物～受信アンテナまでの距離 (km)

H : 遮へい高 (m)

λ : 波長 (m)

$$\text{遮へい損失} = 20 \log S \quad \text{dB}$$