

## 4. 無線信号の伝播

### 学習内容

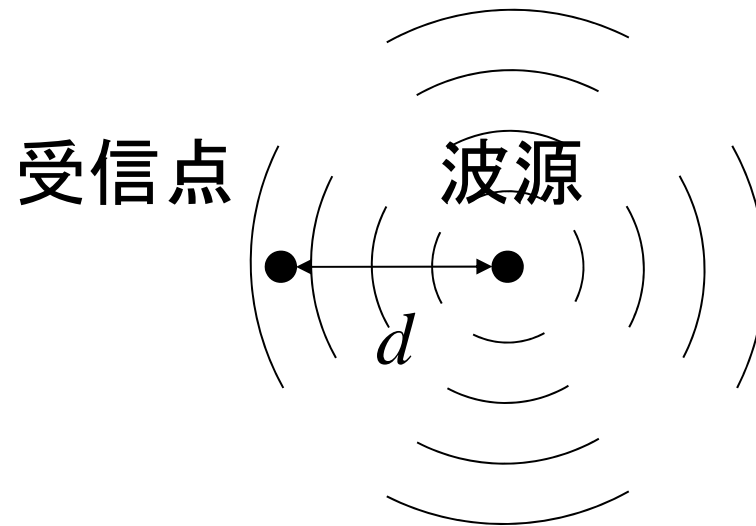
電波伝搬の基礎、自由空間  
デシベル表記、計算法

## 4.1 自由空間の電波伝搬

## 4.1.1 自由空間の電波伝搬

絶対利得 $G_T$ の等方性波源から  
距離 $d$ の地点での電力密度 $W_R$ は

$$W_R = \frac{P_T G_T}{4\pi d^2} \quad [\text{W} / \text{m}^2] \quad P_T : \text{放射電力}$$



受信アンテナの絶対利得を $G_R$ とすると、  
実効面積 $S_R$ [m<sup>2</sup>]は

$$S_R = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_R \quad \lambda : \text{波長}$$

受信電力 $P_R$ は、

$$P_R = W_R S_R = \left( \frac{\lambda}{4\pi d} \right)^2 G_T G_R P_T = \frac{G_T G_R P_T}{\Gamma_0}$$

送受信アンテナの利得を1とすると

$$P_R = \frac{P_T}{\Gamma_0}$$

## 4.1.2 自由空間伝播損失

$$\Gamma_0 = \frac{P_T}{P_R} \quad \text{送信電力と受信電力の比}$$

$$\Gamma_0 = \left( \frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2 \quad \text{: 自由空間伝播損失 (パスロス)}$$

- ・周波数が高いほど、減衰量が大きい
- ・距離が遠いほど、減衰量が大きい

伝播損失の計算等の基準として用いられる

## 4.1.3 デシベルと真値について

dB(デシベル) : ある基準となる値に対して  
どの程度大きい/小さいかを表すパラメータ(割合)  
非常に大きな割合や小さな割合を表示するときに便利  
デシベルに対して、元の割合(～倍)を真値と呼ぶ

$$X \text{ 倍は、} 10 \log_{10} X \text{ dB}$$

$$X \text{ dBは、} 10^{(X/10)} \text{ 倍}$$

なお、dBmは1mWを基準とした電力単位

$$1 [\text{mW}] = 0 [\text{dBm}]$$

$$(1 [\text{W}] = 0 [\text{dBW}])$$

## 4.1.4 デシベルと真値の対応表

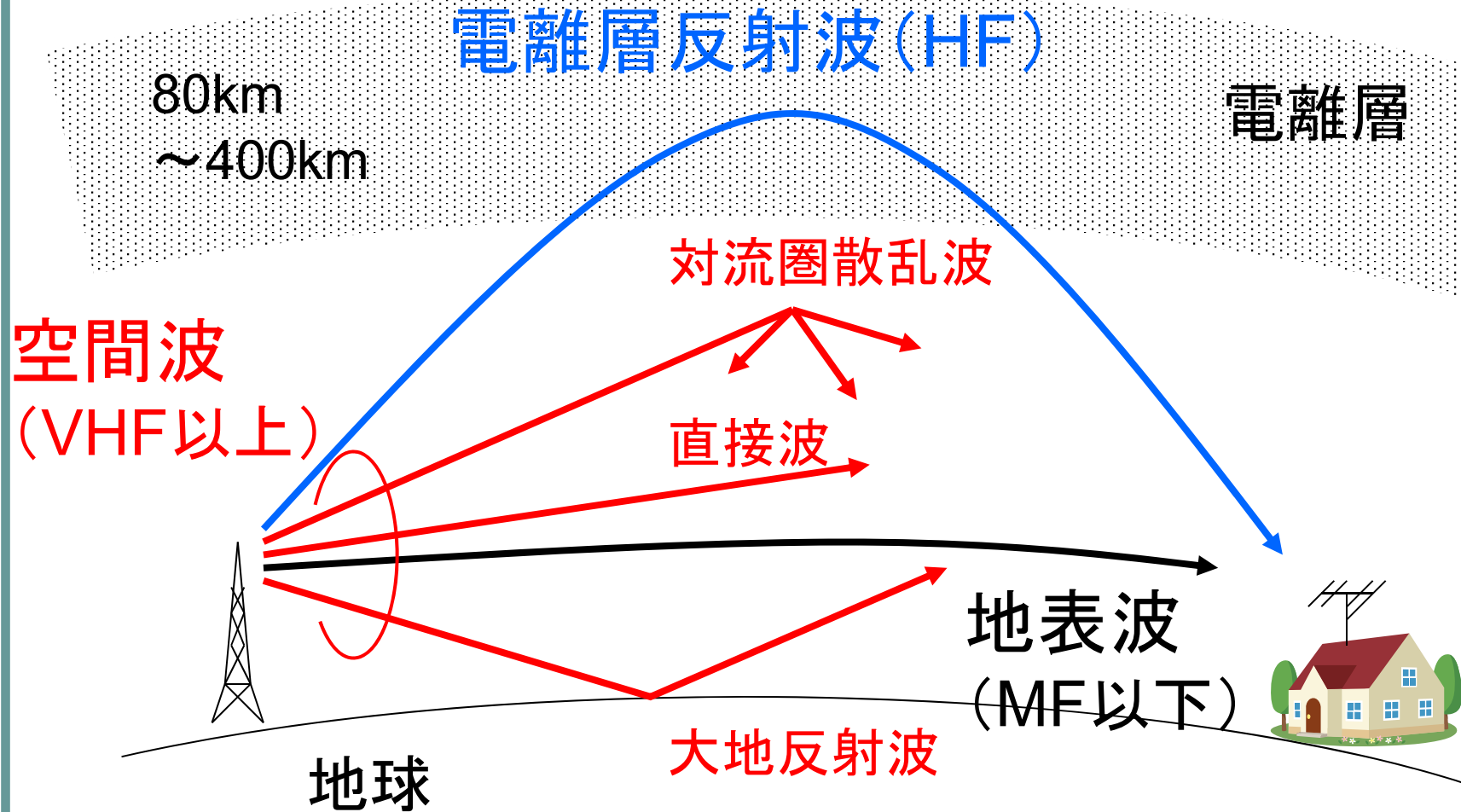
真値(倍率)	デシベル(電力)
1	0dB
2	3dB
3	5dB
10	10dB
100	20dB
0.1	-10dB
0	$-\infty$ dB

大きな比率を  
表現するときに  
便利

## 4.2 陸上無線通信の電波伝搬



## 4.2.1 電波伝搬の分類



## 4.2.2 空間波の伝播

テレビ放送・携帯電話・無線LANなど  
現在主流の無線通信システムは**マイクロ波帯**  
(500MHz ~ 5GHzに集中)

空間波  
(マイクロ波が伝播)

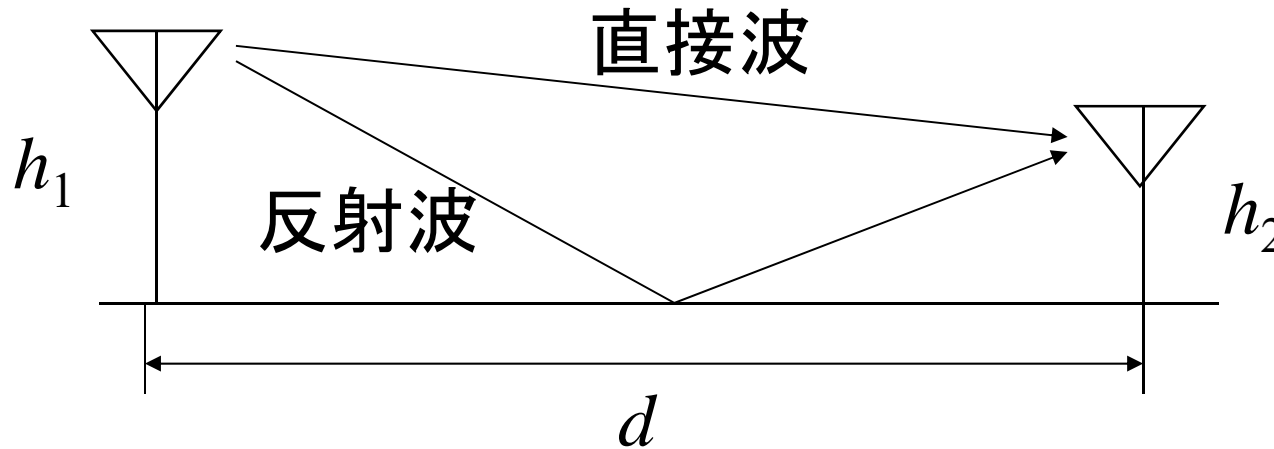
直接波

大地反射波

回折波

対流圏波

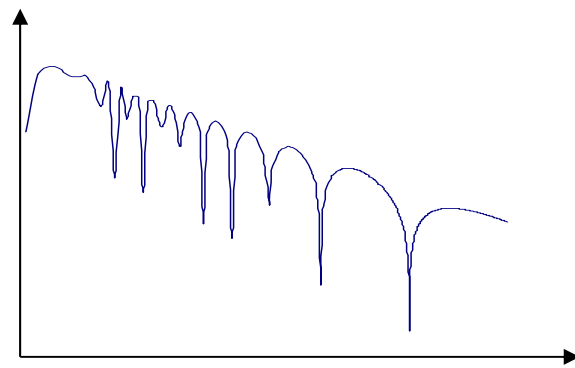
## 4.2.3 直接波と大地反射波の干渉



合成電界強度:

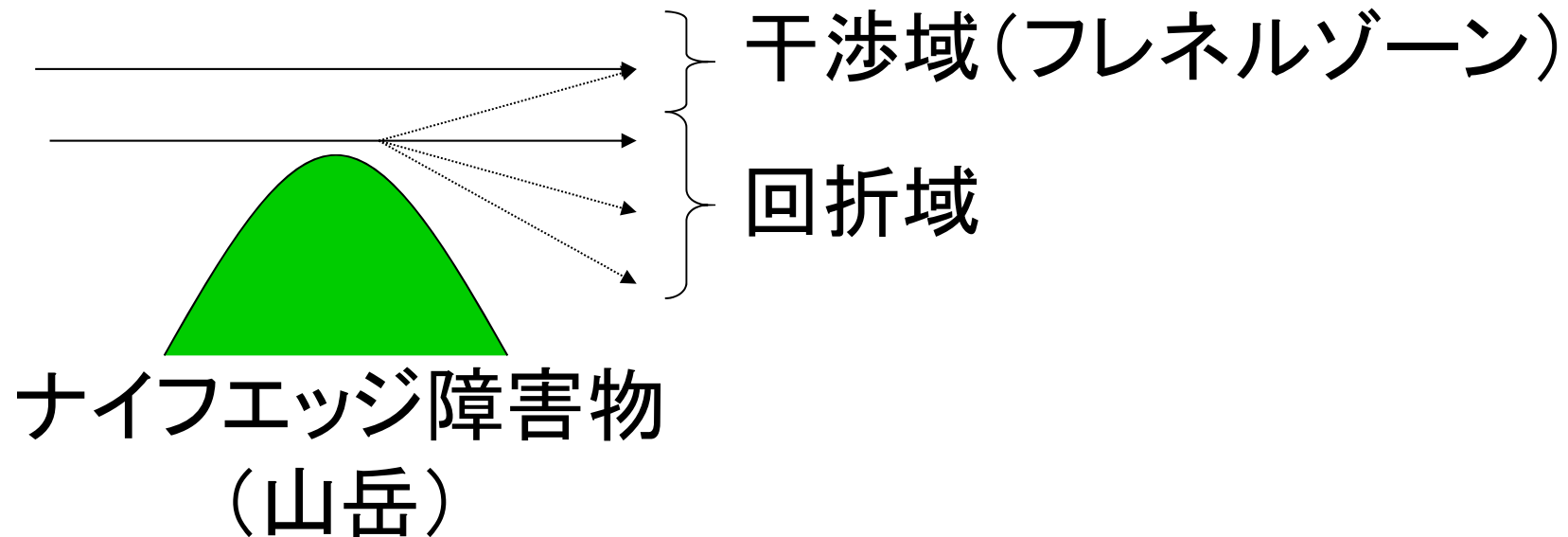
$$E = 2E_0 \left| \sin \frac{2\pi h_1 h_2}{\lambda d} \right|$$

電界強度



位相が打ち消しあって  
強度が0になる地点がある  
(マルチパス干渉)

## 4.2.4 電波の回折



山岳等ナイフエッジ状の障害物で電波が回折

上部では直進する電波と干渉  
下部では回り込み