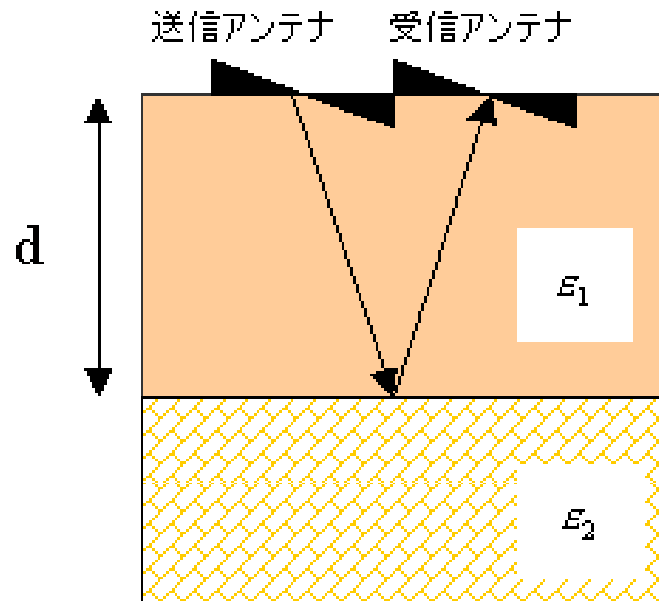


# 3 電磁波の反射・透過・散乱

# 2層境界面における電波の反射



電波の速度

$$v = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}} = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{\epsilon_r}} (m/s)$$

波長

$$\lambda = vT = \frac{v}{f} (m)$$

# 境界条件

$$\nabla \times \mathbf{E} = -\frac{\partial \mathbf{B}}{\partial t}$$

$$\nabla \times \mathbf{H} = \mathbf{J} + \frac{\partial \mathbf{D}}{\partial t}$$

$$\nabla \cdot \mathbf{D} = \rho$$

$$\nabla \cdot \mathbf{B} = 0$$

電磁界に関するすべての性質はMaxwellの方程式に記述されている。

# すべての境界条件

$$\mathit{div}\mathbf{D}(\mathbf{x}, t) = \rho(\mathbf{x}, t)$$

$$\mathit{div}\mathbf{B}(\mathbf{x}, t) = 0$$

$$\mathit{rot}\mathbf{E}(\mathbf{x}, t) = -\frac{\partial\mathbf{B}(\mathbf{x}, t)}{\partial t}$$

$$\mathit{rot}\mathbf{H}(\mathbf{x}, t) = \frac{\partial\mathbf{D}(\mathbf{x}, t)}{\partial t} + \mathbf{i}(\mathbf{x}, t)$$

$$(\mathbf{D}_1 - \mathbf{D}_2) \cdot \mathbf{n} = \sigma$$

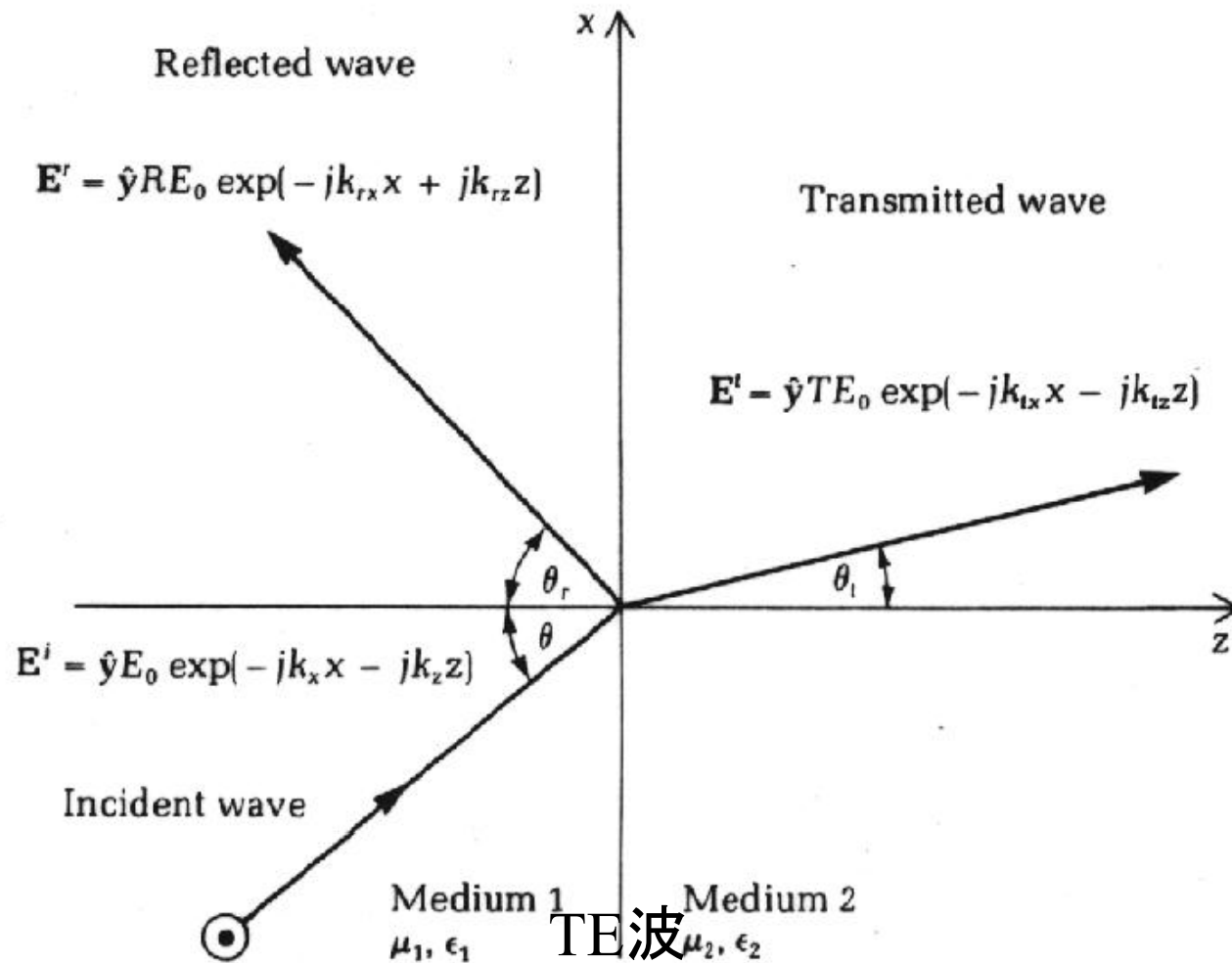
$$(\mathbf{B}_1 - \mathbf{B}_2) \cdot \mathbf{n} = 0$$

$$\mathbf{n} \times (\mathbf{E}_1 - \mathbf{E}_2) = 0$$

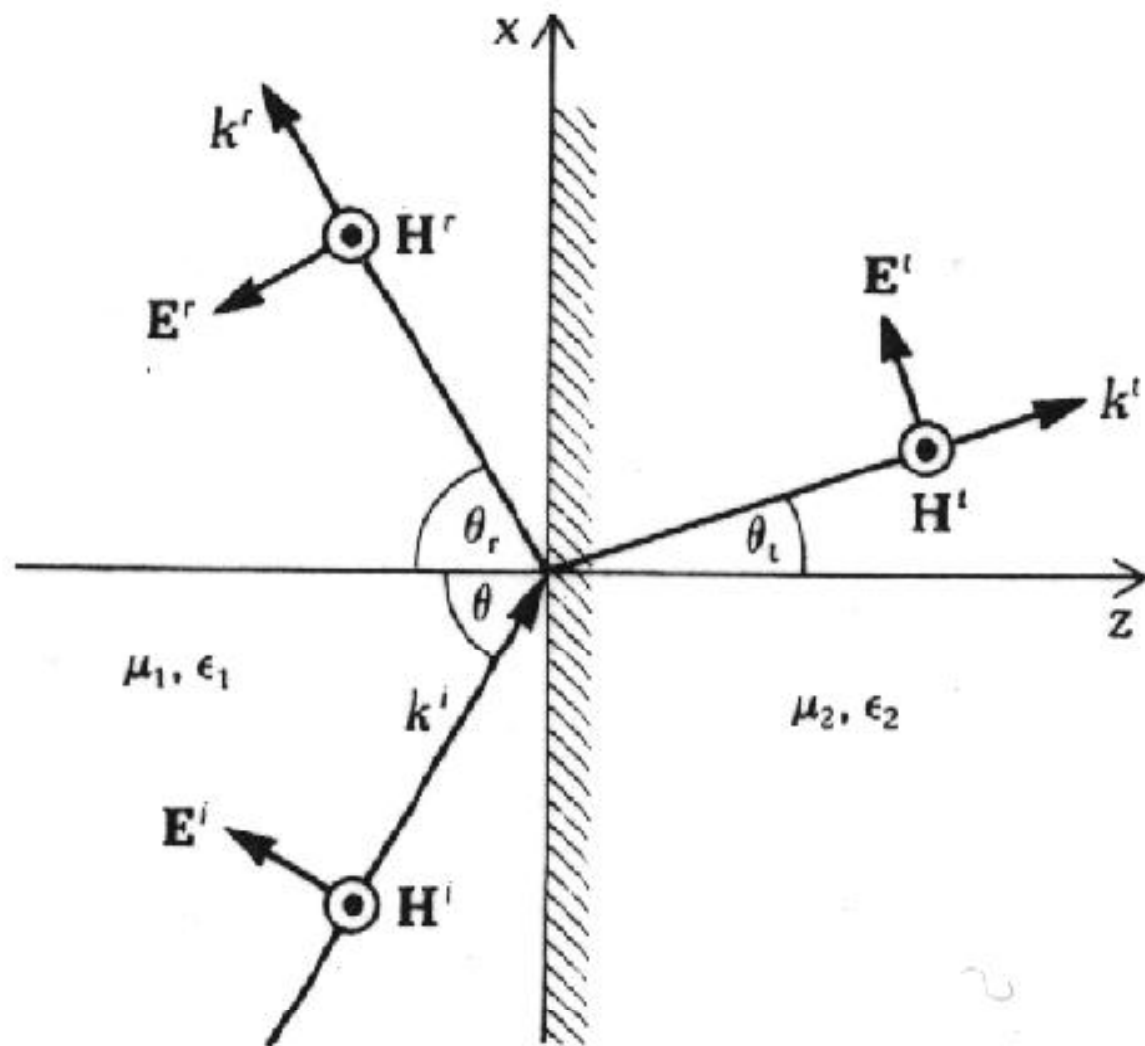
$$\mathbf{n} \times (\mathbf{H}_1 - \mathbf{H}_2) = \mathbf{i}$$



# 半無限境界面での反射・透過・屈折 (TE波)



# 反射・透過係数(TM波)



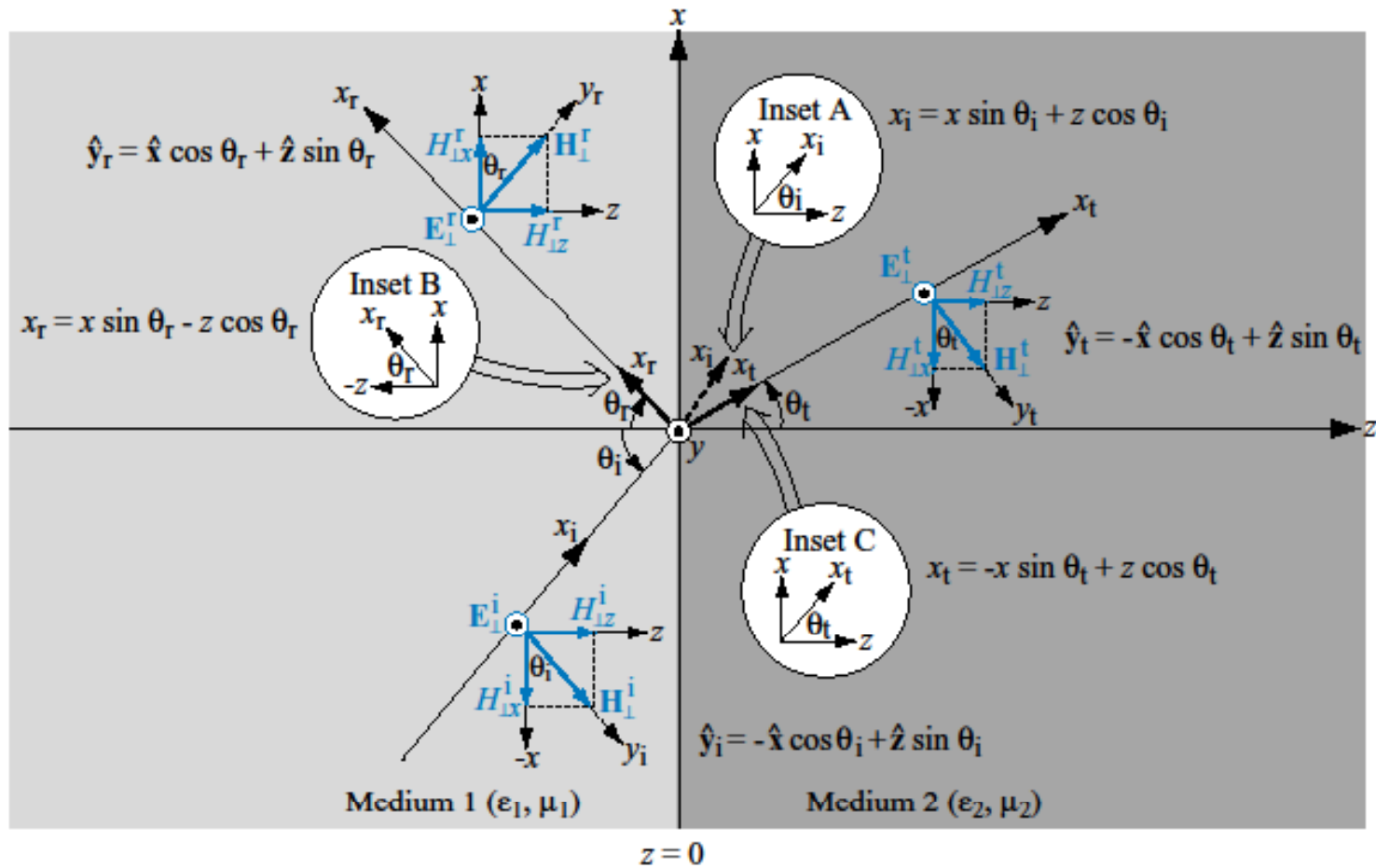
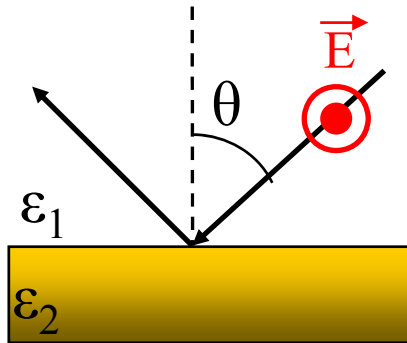


Figure 8-15



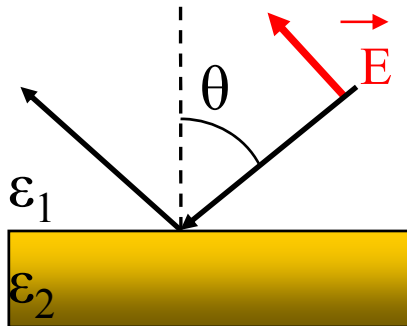
# ブリュースター角

TE-Mode

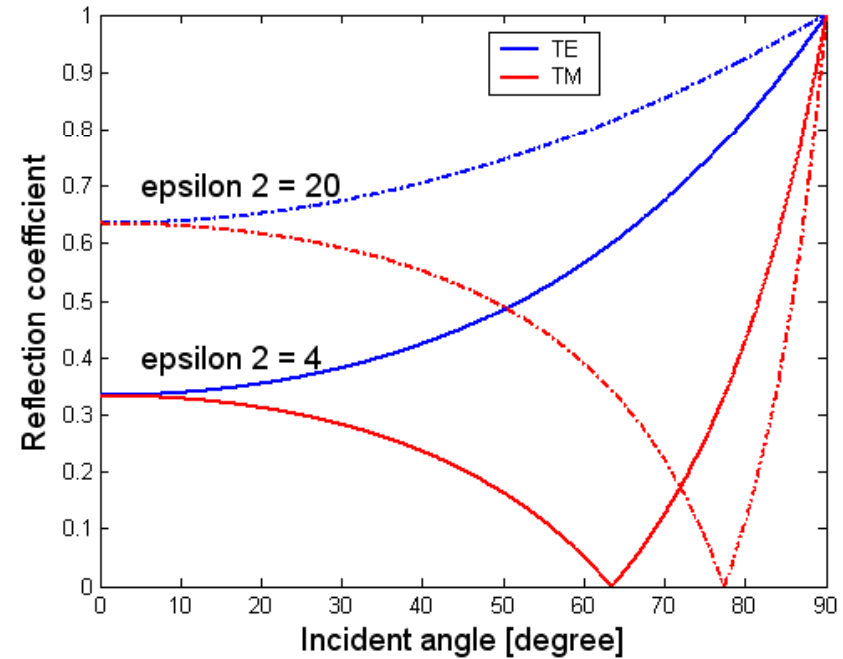


$$\Gamma_{\perp} = \frac{\cos \theta - \sqrt{(\varepsilon_2 / \varepsilon_1) - \sin^2 \theta}}{\cos \theta + \sqrt{(\varepsilon_2 / \varepsilon_1) - \sin^2 \theta}}$$

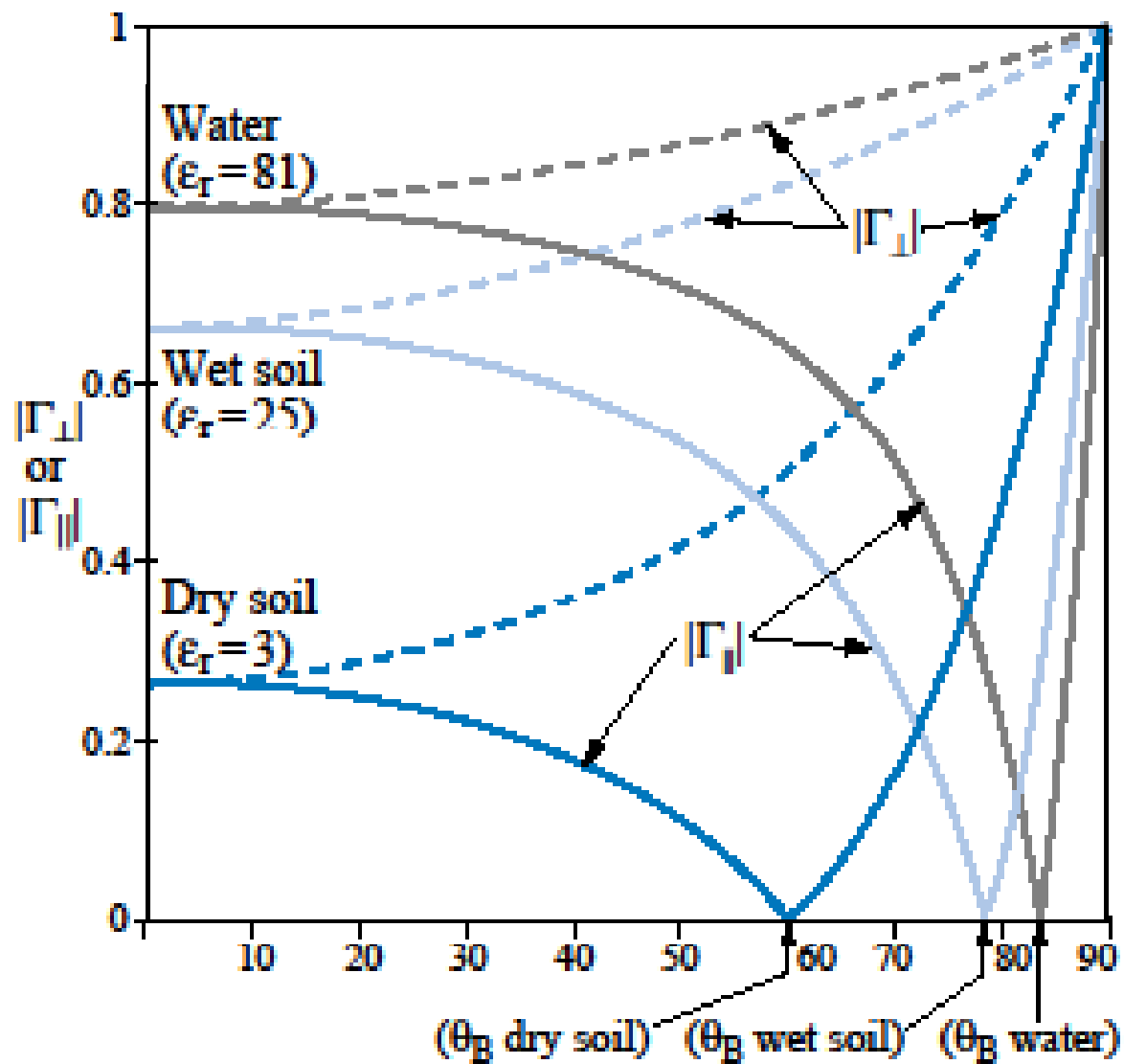
TM-Mode



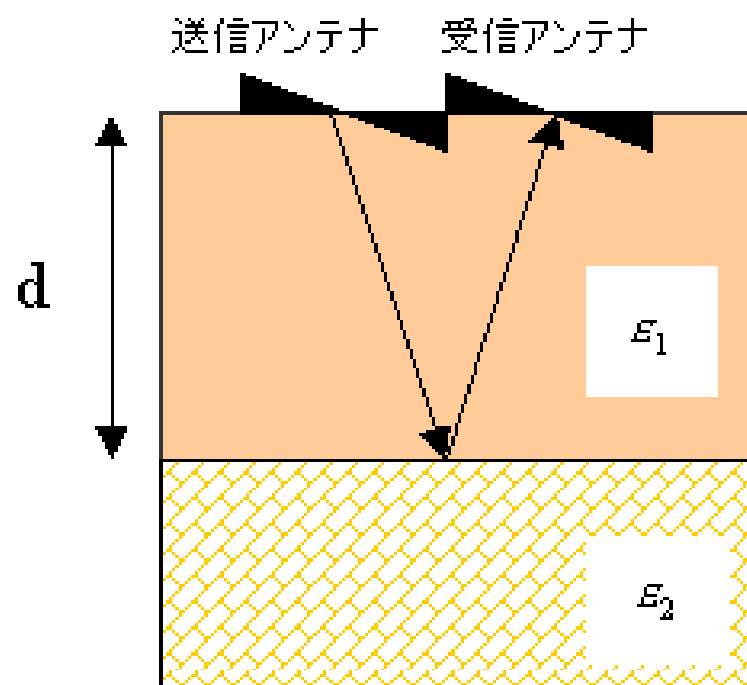
$$\Gamma_{\parallel} = \frac{-(\varepsilon_2 / \varepsilon_1) \cos \theta + \sqrt{(\varepsilon_2 / \varepsilon_1) - \sin^2 \theta}}{(\varepsilon_2 / \varepsilon_1) \cos \theta + \sqrt{(\varepsilon_2 / \varepsilon_1) - \sin^2 \theta}}$$







# 垂直入射する場合の反射係数



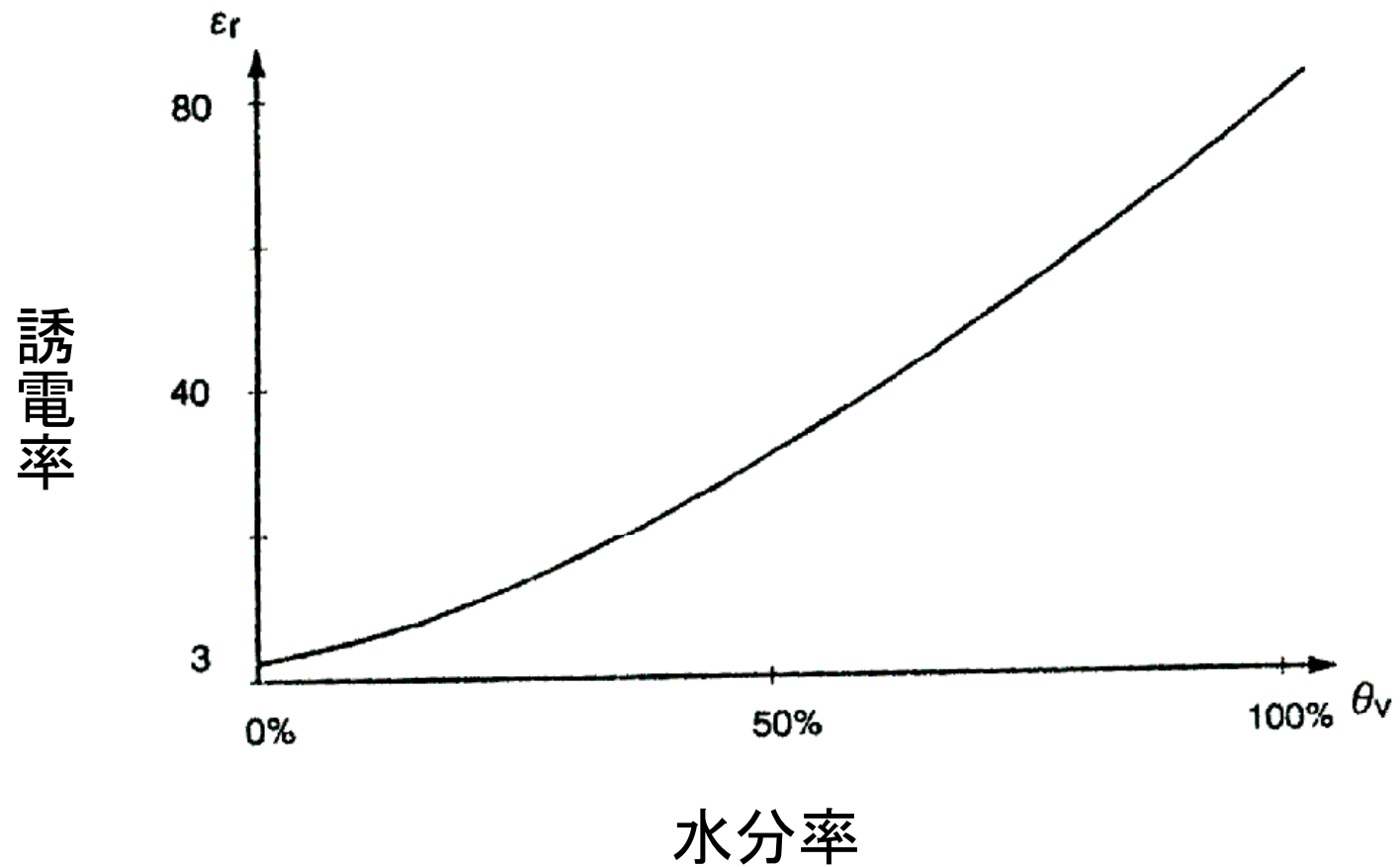
往復走時間と埋設物深度

$$d = \frac{vt}{2}$$

反射係数

$$\Gamma = R_I = R_{II} = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}}$$

# 土壌の水分率と誘電率



# 反射係数・レーダ断面積

Dielectric

$$\Gamma = \frac{\sqrt{\epsilon_1} - \sqrt{\epsilon_2}}{\sqrt{\epsilon_1} + \sqrt{\epsilon_2}}$$

Metal

$$\Gamma = -1$$

| 散乱体      | 入射方向                | レーダ断面積  | 定義               |
|----------|---------------------|---|------------------|
| 導体球      |                     | $\sigma = \pi a^2$  | $a$ 半径           |
| 平板, 任意形状 | 垂直                  | $\sigma = \frac{4 \pi A^2}{\lambda^2}$  | $A$ 面積           |
| 線状導体円柱   | 正面入射<br>角度 $\theta$ | $\sigma = \frac{a \lambda \cos \theta \sin^2(kl \sin \theta)}{2 \pi \sin^2 \theta}$ | $a$ 半径<br>$l$ 長さ |

