

# 平面波と境界条件 (演習問題)

v2.4 Jan.2021

番号: \_\_\_\_\_ 氏名: \_\_\_\_\_

- ◇ 平面波が  $z = 0$  面に置かれた完全導体に垂直入射したとき,  $z < 0$  の領域の電磁界を求めよ。ただし, 入射電界は  $\vec{E}_i = \hat{x}\sqrt{2}E_0 \cos(\omega t - kz)$  とする。(教科書, 演習 10.8) <sup>\*1</sup>
- 媒質 1 が空気 ( $\epsilon_0, \mu_0$ ), 媒質 2 がガラス ( $4\epsilon_0, \mu_0$ ) とするとき, それぞれの媒質の波動インピーダンス  $\eta_1$  と  $\eta_2$  を求めよ。<sup>\*2</sup>
- $N$  層からなる多層媒質に, 振幅と位相が既知の平面波を垂直入射した。境界面の数と未知数の数を求めよ。<sup>\*3</sup>
- 媒質 1 の波動インピーダンス  $\eta_1 = 1 \Omega$ , 媒質 2 の波動インピーダンス  $\eta_2 = 2 \Omega$  とするとき, (1) 媒質 1 → 媒質 2 へ電磁波が入射したときの反射係数  $\Gamma = E_r/E_i$  と透過係数  $T = E_t/E_i$  を求めよ。(2) 入射電界の大きさを 1 とすると, 磁界の反射振幅と透過振幅はそれぞれいくらか。(3) ポインティング電力で考えると入射電力の何 % が反射され, 何 % が透過するか。<sup>\*4</sup>
- 前問で媒質 1 と媒質 2 の波動インピーダンスを入れ替えた場合についても同様に (1)(2)(3) について答えよ。<sup>\*5</sup>

## ★ 公式集

境界条件 (媒質 2 → 媒質 1 に向かう法線ベクトルを  $\hat{n}$  とする)

$$\hat{n} \times (\vec{H}_1 - \vec{H}_2) = \vec{J}_S, \quad \Rightarrow \quad H_{1t} = H_{2t} \quad \text{if } J_S = 0 \quad (1)$$

$$(\vec{E}_1 - \vec{E}_2) \times \hat{n} = \vec{M}_S, \quad \Rightarrow \quad E_{1t} = E_{2t} \quad \text{if } M_S = 0 \quad (2)$$

$$\hat{n} \cdot (\vec{B}_1 - \vec{B}_2) = 0 \quad (3)$$

$$\hat{n} \cdot (\vec{D}_1 - \vec{D}_2) = \rho \quad (4)$$

垂直入射 (媒質 1 → 媒質 2 に入射する場合, 反対の場合は数値入替)

$$\Gamma = \frac{\eta_2 - \eta_1}{\eta_2 + \eta_1}, \quad T = \frac{2\eta_2}{\eta_2 + \eta_1}, \quad 1 + \Gamma = T \quad (5)$$

<sup>\*1</sup> 答え: 略

<sup>\*2</sup> 答え:  $376.7 \Omega, 188.4 \Omega$

<sup>\*3</sup> 答え:  $N - 1, 2(N - 1)$

<sup>\*4</sup> 答え: (1)  $1/3, 4/3$ , (2)  $-1/3 \text{ A/m}, 2/3 \text{ A/m}$ , (3)  $11.1 \%, 88.9 \%$

<sup>\*5</sup> 答え: (1)  $-1/3, 2/3$ , (2)  $1/6 \text{ A/m}, 2/3 \text{ A/m}$ , (3)  $11.1 \%, 88.9 \%$  (ただし, 媒質を入れ替える前に比べて入射磁界が  $1/2$  になるので, 入射電力も半分になる)