

光システム工学の基礎 (2: pp.9-20)

2.1 幾何光学

(a) スネルの法則

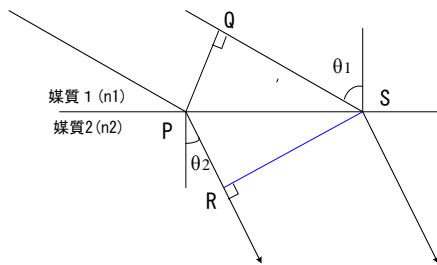


図 2.1 光の反射・屈折

(b) 光線行列

反射・屈折の法則をプリズムやレンズの光学要素に適用すれば、任意の光学系での**光線追跡**が可能になります。ここで、光軸を z 軸、各光学要素への入射点、出射点の光線位置を  $r_1, r_2$ 、光線の傾き  $dr/dz$  を  $r_1', r_2'$  とします。入射光線と出射光線は、光線行列により、図 2.2 のように表されます。

$$\begin{bmatrix} r_2 \\ r_2' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_1 \\ r_1' \end{bmatrix}$$

図 2.2 光線行列

たとえば、屈折率  $n_1$ 、曲面が凸の球状誘電体があり、その界面の点  $(r_1, r_1' ; r_2, r_2')$  から、屈折率  $n_2$  の空間へ出射する光線に対し、スネルの法則を適用します。  $r_2 = r_1$  とすると、

$$r_2' = \frac{n_2 - n_1}{n_2} \frac{1}{R} r_1 + \frac{n_1}{n_2} r_1' \quad (2.1)$$

したがって、光線行列は

$$\begin{bmatrix} 1 & 0 \\ \frac{n_2 - n_1}{n_2 R} & \frac{n_1}{n_2} \end{bmatrix} \quad (2.2)$$

と表されます。

2.2 波動光学

ここでは、光波の表現とベクトル表現、界面での入射波、反射波、透過波の関係から、反射率、屈折率を導出し、波動光学の基礎を学びます。

(a) 界面での反射、屈折

次の順序で界面での反射率、屈折率を求めます。

- (i) 入射光、反射光、屈折光の振幅の相互関係
- (ii) 境界条件(接線成分が連続)の適用
- (iii) スネルの法則の適用。

(b) 反射率、屈折率

フレネルの公式

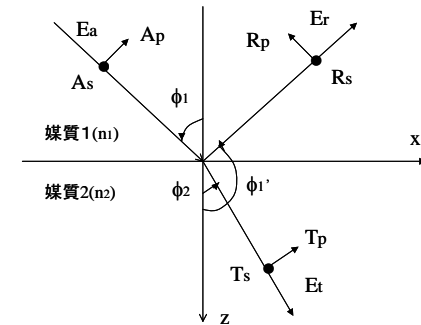


図 2.3 界面での反射と透過

$$r_s = \frac{R_s}{A_s} = - \frac{\sin(\phi_1 - \phi_2)}{\sin(\phi_1 + \phi_2)} \quad (2.3)$$

$$r_p = \frac{R_p}{A_p} = \frac{\tan(\phi_1 - \phi_2)}{\tan(\phi_1 + \phi_2)} \quad (2.4)$$

$$t_s = \frac{T_s}{A_s} = \frac{2 \cos \phi_1 \sin \phi_2}{\sin(\phi_1 + \phi_2)} \quad (2.5)$$

$$t_p = \frac{T_p}{A_p} = \frac{2 \cos \phi_1 \sin \phi_2}{\sin(\phi_1 + \phi_2) \sin(\phi_1 - \phi_2)} \quad (2.6)$$

さて、(b) 式によれば、  $\phi_1 + \phi_2 = \pi/2$  とき  $r_p = 0$  で、この入射角  $\phi_1$  をブリュースター(Brewster)角  $\phi_b$  といいます。このとき反射光はすべて s 偏光になります。