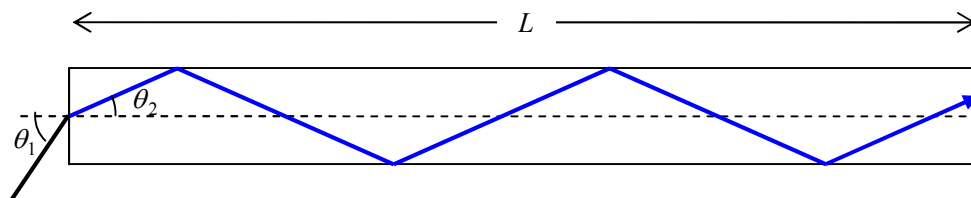
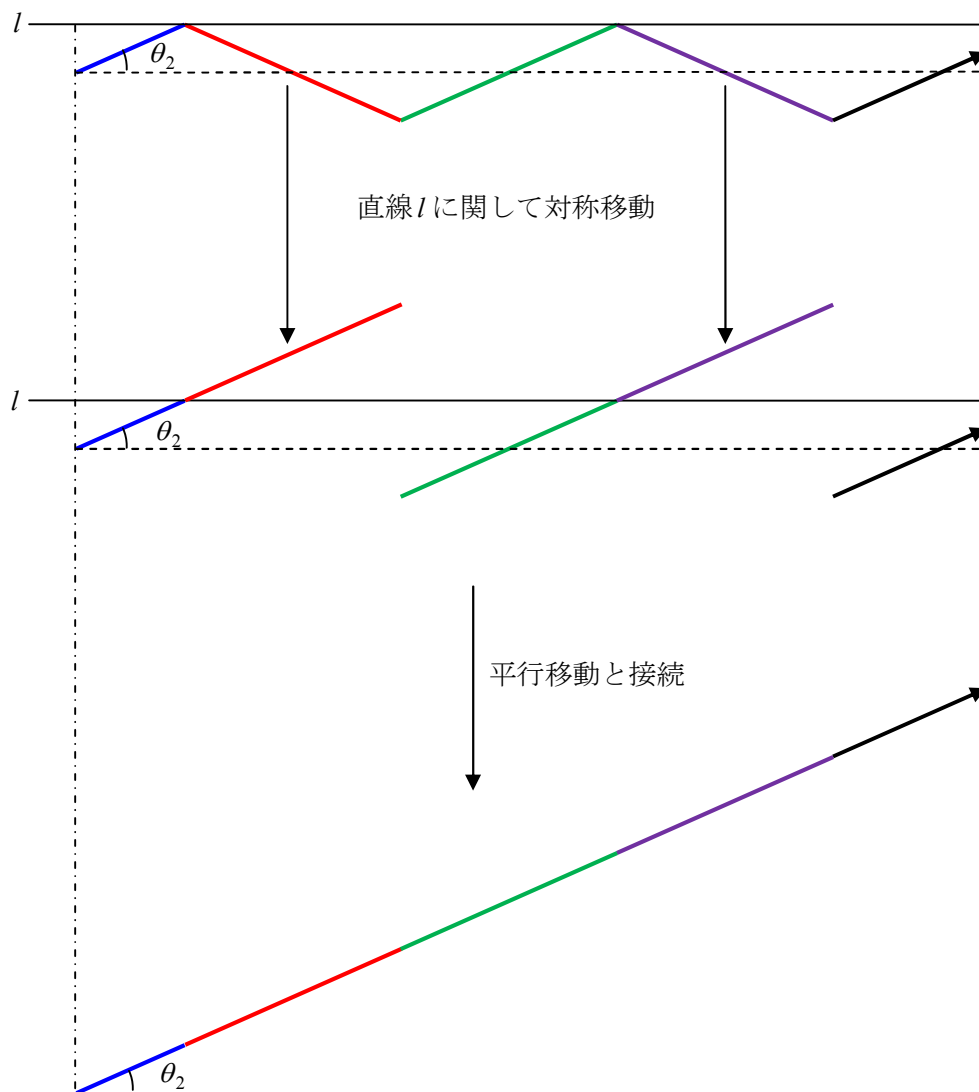


82. 光ファイバーの原理

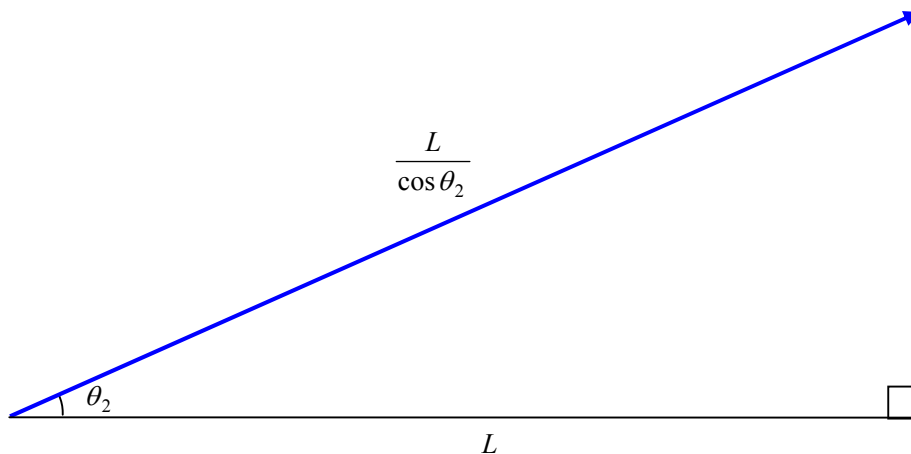
(5)



↓ デフォルメ



以上より,



コアの絶対屈折率は  $n_A$  だから, 光学距離は  $\frac{n_A L}{\cos \theta_2}$

$$\sin \theta_1 = n_A \sin \theta_2 \text{ より, } \cos \theta_2 = \sqrt{1 - \sin^2 \theta_2} = \sqrt{1 - \frac{\sin^2 \theta_1}{n_A^2}} = \frac{\sqrt{n_A^2 - \sin^2 \theta_1}}{n_A}$$

よって,

$$\frac{n_A L}{\cos \theta_2} = \frac{n_A^2 L}{\sqrt{n_A^2 - \sin^2 \theta_1}}$$

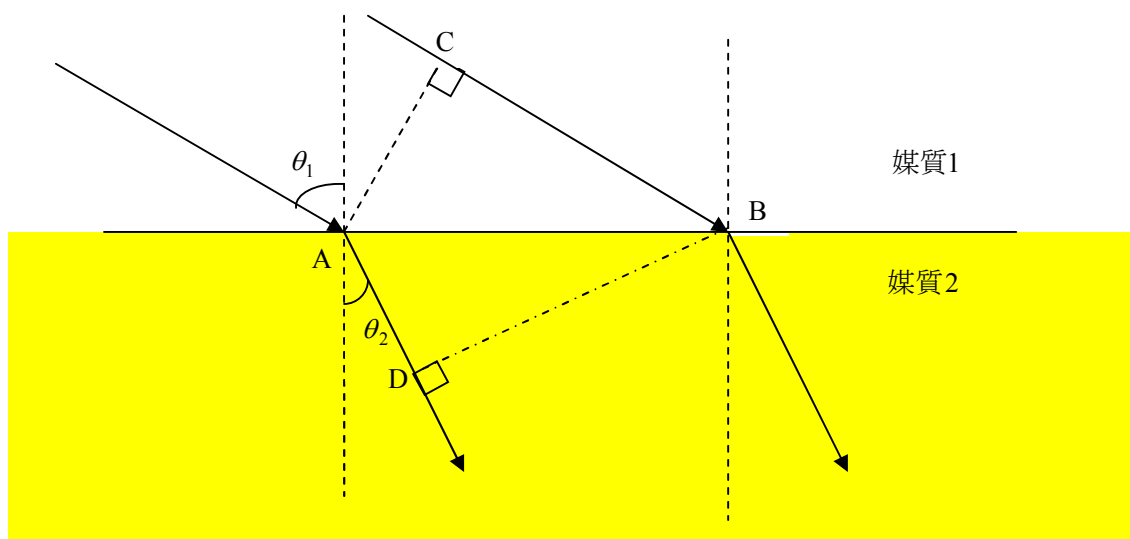
ゆえに, 求める時間は,

$$\frac{n_A^2 L}{c \sqrt{n_A^2 - \sin^2 \theta_1}} \quad \dots \text{(答)}$$

## 光の屈折・全反射・光学距離

### 光の屈折

→ 射線 (波の進行方向を表す線)      ..... 波面 (同位相の波がつくる面)  
 ..... 法線



AC と BD は波面を表す。

同一波面上の任意の点の位相  $\omega t + \alpha[\text{rad}]$  は等しいから、

同一波面上の任意の点の時刻  $t$  は同じである。

よって、点 A と点 C の時刻，点 D 時刻と点 B の時刻は，それぞれ同じである。

したがって、波の変位が AD 間を伝わる時間と CB 間を伝わる時間は同じである。

そこで、その時間を  $t$ ，

また、媒質 1 と媒質 2 における波の速さを、それぞれ  $v_1$ ，  $v_2$  とすると、

$AD = v_2 t$ ，  $CB = v_1 t$  と表せる。

よって、

$$\frac{CB}{AD} = \frac{v_1}{v_2} \quad \dots ①$$

また、振動数  $f$  は屈折前後で変化しないから、

$$v_1 = f\lambda_1, v_2 = f\lambda_2$$

よって、

$$\frac{CB}{AD} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} \quad \dots ②$$

さらにまた,

射線と波面のなす角が直角だから,

$\angle CAB = \theta_1$ ,  $\angle DBA = \theta_2$  より,

$AD = AB \sin \theta_2$ ,  $CB = AB \sin \theta_1$

よって,

$$\frac{CB}{AD} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} \quad \dots \textcircled{3}$$

①, ②, ③をまとめると,

$$\frac{CB}{AD} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

となる。

### 絶対屈折率

真空中の光の速さを  $c$ , ある物質中の光の速さを  $v$  とすると,

その物質の絶対屈折率  $n$  は,  $n = \frac{c}{v}$  ( $>1$ ) で定義される。

### 相対屈折率

媒質 1 の絶対屈折率を  $n_1$ , 媒質 2 の絶対屈折率を  $n_2$  とすると,

媒質 1 に対する媒質 2 の相対屈折率  $\frac{n_2}{n_1}$  はであり, その記号表記は  $n_{12}$  である。

$$\text{よって, } n_{12} = \frac{n_2}{n_1}$$

また,  $n_1 = \frac{c}{v_1}$ ,  $n_2 = \frac{c}{v_2}$  より,

$$n_{12} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{\frac{c}{v_2}}{\frac{c}{v_1}} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

よって,  $n_1 v_1 = n_2 v_2$ ,  $n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2$ ,  $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$

したがって, 次の関係式が成り立つ。

任意の媒質における絶対屈折率, 光の速さ, 波長, 屈折角が  $n_i, v_i, \lambda_i, \theta_i$  のとき

$$\text{重要関係式} \quad \begin{cases} n_i v_i = \text{一定} \\ n_i \lambda_i = \text{一定} \\ n_i \sin \theta_i = \text{一定} \end{cases}$$

## 臨界角と全反射

光が屈折するとき、光の反射が必ず起こる。

とくに、屈折角が  $90^\circ$  になるときの入射角を臨界角といい、

入射光が臨界角より大きくなると、光の屈折はおこらず、光の反射だけが起こる。

この現象を全反射という。

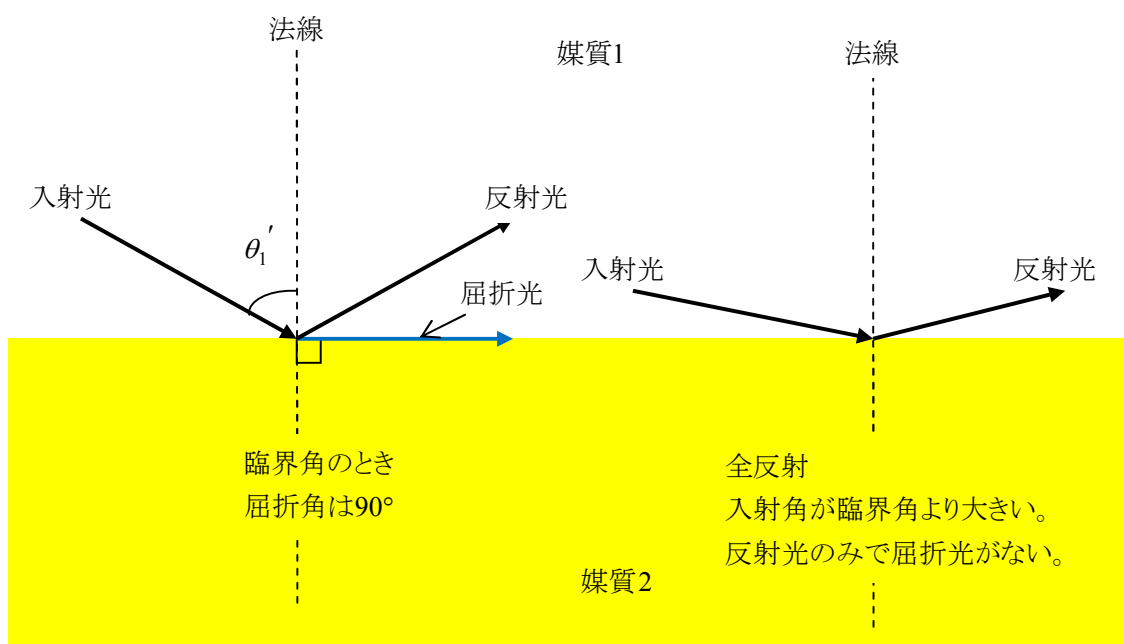
媒質 1 の絶対屈折率を  $n_1$ 、媒質 2 の絶対屈折率を  $n_2$ 、

また、光が媒質 1 の中から媒質 2 の中へと進むとき全反射が起こるとし、

そのときの臨界角を  $\theta_1'$  とすると、

$$n_1 \sin \theta_1' = n_2 \sin 90^\circ \text{ より,}$$

$$\sin \theta_1' = \frac{n_2}{n_1} = n_{12}$$



**入射光，反射光，屈折光のエネルギー保存則**

次のエネルギー保存則が成り立つ。

入射光のエネルギー＝反射光のエネルギー＋屈折光のエネルギー

全反射の場合，

屈折光のエネルギー＝0 より，

入射光のエネルギー＝反射光のエネルギー

光ファイバーは全反射の性質を利用しているので，反射光のエネルギーの損失が小さい。

したがって，遠く離れた地点間で光を利用した情報伝達が行える。

**光学距離（光路長）**

光が速さ  $v$ ，時間  $t$  で，絶対屈折率  $n$  の媒質の中を進んだ距離を  $l$  とし，

この距離を，光が真空の中を進んだ距離  $L$  に換算すると，

$$l = vt, \quad L = ct \quad \text{より,} \quad \frac{L}{l} = \frac{c}{v} = n \quad \therefore L = nl$$

この  $L$  を光学距離（光路長）という。