

2 章 光ファイバ

光学の歴史

年	人名	事項	
BC.280 頃	Euclid	直進性、反射の法則の記述	R
1609	G. Galileo	屈折望遠鏡の製作 (1610 年木星の衛星発見)	R
1621	W. Snell	屈折の法則の発見	R
1657	P. Fermat	フェルマーの原理	R
1668	I. Newton	反射望遠鏡の製作	R
1690	C. Huygens	ホイヘンスの原理	W
1704	I. Newton	光の粒子性	P
1873	C. Maxwell	電磁波の予言	W
1887	H. Hertz	光電効果の発見	P
1905	A. Einstein	光量子説、特殊相対性理論	P
1913	N. Bohr	量子論による水素原子のスペクトル説明	P

・光の三原則

1. フェルマーの原理 (光の直進性) : 「2 点を通る光は最短時間の経路をとる」
2. 反射の法則 (入射角=反射角)
3. スネルの法則 (光の屈折)

・光の反射と屈折

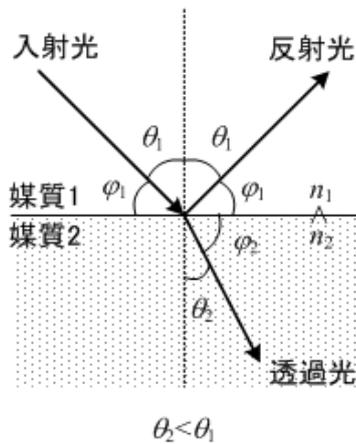


Fig.1 光の反射と屈折 ($n_1 < n_2$)

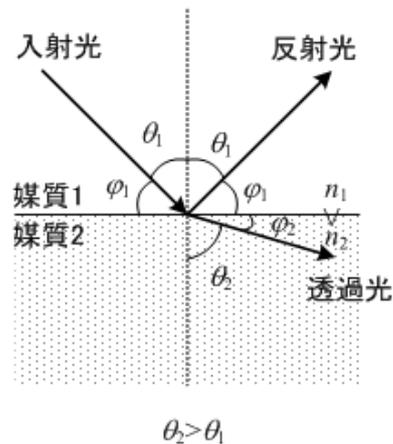


Fig.2 光の反射と屈折 ($n_1 > n_2$)

・Huygens の原理 (波面形成に関する原理)

要素波 (点光源からできる波) の同位相面を結んだ面が次の波面となる。すなわち、

波面の各点から二次波発生
↓
その波が重なり次の波面発生

となり、波面は各点で法線方向に進む。一様な空間では進行方向は一定であるので、光は直進する。

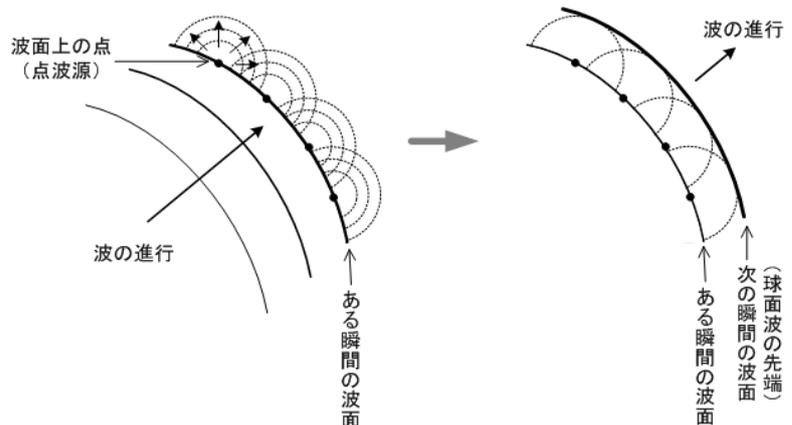


Fig.3 ホイヘンスの原理

・反射の法則

直角三角形△ADB と△BCA は合同であるので

$$\angle DAB = \varphi_1$$

これより

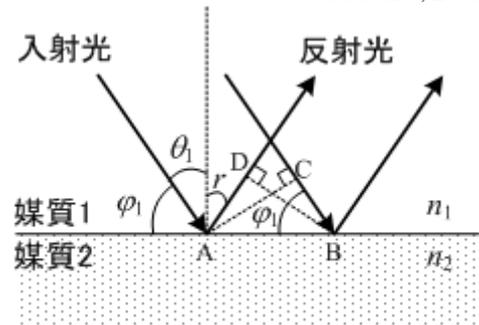
$$\varphi_1 + \theta_1 = \frac{\pi}{2}$$

$$\varphi_1 + r = \frac{\pi}{2}$$

であるので

$$r = \theta_1$$

すなわち、光が媒質の境界面で反射する時、入射角と反射角は等しくなる。



$$n_1 < n_2$$

Fig.4 光の反射

・スネルの法則 (屈折)

直角三角形△ADE と△AED は相似であるので、媒質 1 で

の光速を v_1 、媒質 2 での光速を v_2 とすると

$$BC = v_1 t = AB \sin \theta_1$$

$$AD = v_2 t = AB \sin \theta_2$$

比をとると

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2}$$

となる。ここで、真空中の光速を C とすると、媒質中の光の速度 v_1 および v_2 は

$$v_1 = \frac{C}{n_1}$$

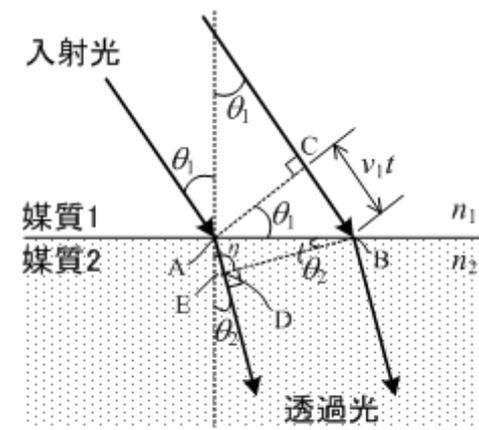
$$v_2 = \frac{C}{n_2}$$

であるので、

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_2}{n_1} = n_{21} \quad (\text{Snell's law})$$

となる。 n_{21} は媒質 2 の媒質 1 に対する屈折率である。光は屈折率の異なる 2 つの媒質の境界で屈折することになる。

入射角度がある条件を満たすと、境界面に入射する光が全て反射される場合がある。これを全反射という。光通信に使われる光ファイバは、この全反射を利用して光をファイバ内に閉じ込めて伝送を行っている。



$$n_1 < n_2$$

Fig.5 光の屈折