

光の反射・屈折

● 光の屈折

ガラスの屈折率の測定実験より、空気に対するガラスの屈折率は、入射角によらず一定であることが分かった。光についても屈折の法則が成り立ち、媒質によって光の速さが変わり（振動数は一定）、光の進行方向が変わる。

光は真空中も伝わるため、**真空に対する物質の屈折率**を定義することができる。これを**絶対屈折率**と言う（単に屈折率と言うことも）。屈折率はそれぞれの媒質中の速さの比であるから、真空中での光の速さを c 、絶対屈折率 n の物質中での光の速さを v とすると、

$$n = \frac{c}{v}$$

となる。これは、光が距離 l だけ進むときにかかる時間が、真空中では $\frac{l}{c}$ なのに対し、物質中では $\frac{nl}{c}$ となり、同じ距離を進むのに物質中では n 倍の時間がかかることを意味している。言い換えれば、絶対屈折率 n の物質中の距離 l は、真空中での距離 nl に相当しているとも言える。このように、物質中で光が進んだ距離を真空中に置き換えた場合の距離を**光学距離（光路長）**という。

物質	屈折率	備考
空気	1.000292	0°C, 1atm
二酸化炭素	1.00045	
氷	1.309	0°C
水	1.3334	20°C
エタノール	1.3618	
パラフィン油	1.48	
水晶	1.5443	18°C
光学ガラス	1.43~2.14	
サファイア	1.762~1.770	
ダイヤモンド	2.417	

● 絶対屈折率と相対屈折率

絶対屈折率 n_1 の媒質 I から絶対屈折率 n_2 の媒質 II に光が入射するとき、**媒質 I に対する媒質 II の相対屈折率** n_{12} は、それぞれの物質の絶対屈折率の比で求めることができる。屈折の法則より、

$$n_{12} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\frac{c}{n_1}}{\frac{c}{n_2}} = \frac{n_2}{n_1} \quad \therefore \begin{cases} n_1 v_1 = n_2 v_2 \\ n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \\ n_1 \lambda_1 = n_2 \lambda_2 \end{cases}$$

となる。絶対屈折率を用いると屈折の法則は、右のように書き換えられる。これを**スネルの法則**という。

● 光の反射

異なる媒質に入射した光の一部は、反射の法則に従って反射する。光の反射は、媒質の屈折率の大小の違いによって自由端反射か固定端反射かが変わってくる。

- 屈折率が小さい物質から大きい物質への入射 ➡ 固定端反射（反射波は位相が π ずれる）
- 屈折率が大きい物質から小さい物質への入射 ➡ 自由端反射（位相はそのまま）

● 全反射

異なる媒質に波が入射したとき、**入射波の一部が反射し、残りが屈折する**。反射・屈折の割合は、媒質の屈折率や偏光状態による。

屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ入射するとき、ある入射角 θ_0 で、屈折角が 90° になる。この入射角 θ_0 を**臨界角**という。入射角が θ_0 または、それより大きくなると、光はすべて反射される。この現象を**全反射**という。光が屈折率 n_1 の媒質から n_2 の媒質へ入射するときには、屈折の法則より、

$$\frac{\sin \theta_0}{\sin 90^\circ} = \frac{n_2}{n_1} \quad \Leftrightarrow \quad \sin \theta_0 = \frac{n_2}{n_1}$$

となる。くり返すが、全反射は屈折率の大きい物質から小さい物質に光が入射するとき起こる ($n_1 > n_2$)。