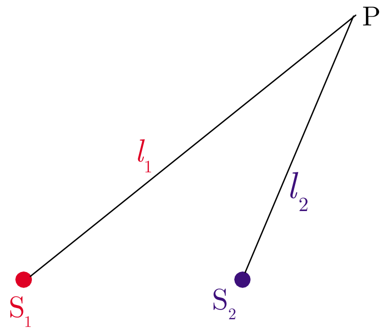
円形波の干渉　詳解



上図において、S_1、S_2 は振動数 f の点波源で、これらを中心に波長 λ の円形波が広がっているとする。このとき、S_1、S_2 の振動が、それぞれ

$$
\begin{aligned}
y_{S_1} &= a\sin 2\pi ft \\
y_{S_2} &= a\sin(2\pi ft+\delta) \quad (\delta : \text{位相差})
\end{aligned}
$$

と表されるとき、S_1、S_2 からそれぞれ距離 l_1、l_2 離れた点Pにける振動は次のようになる。

$$
\begin{aligned}
Y_P &= y_{S_1}+y_{S_2} \\
&= a\sin 2\pi\left(ft-\frac{l_1}{\lambda}\right)+a\sin\left\{2\pi\left(ft-\frac{l_2}{\lambda}\right)+\delta\right\} \\
&= 2a\cos\left\{\frac{\pi}{\lambda}(l_1-l_2)+\frac{\delta}{2}\right\}\cdot\sin\left\{2\pi\left(ft-\frac{l_1+l_2}{2\lambda}\right)+\frac{\delta}{2}\right\}
\end{aligned}
$$

上式の第２項（第２因子）は時刻 t を含んでおり、この項は点Pが振動数 f で振動することを表す振動項である。そして第１項（第１因子）の絶対値が、点Pの振動振幅 A を表す。

$$
A = 2a\left|\cos\left\{\frac{\pi}{\lambda}(l_1-l_2)+\frac{\delta}{2}\right\}\right|
$$

(1)　$\delta = 0$、したがって S_1、S_2 が同位相で振動している場合：

$$\begin{array}{rcll} A &=& 2a\left|\cos\left(\dfrac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2)\right)\right| & \\ \therefore \dfrac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2) &=& n\pi & \therefore l_1 - l_2 = n\lambda \quad \text{ならば} \quad A = 2a \cdots\cdots \text{強め合い} \\ \dfrac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2) &=& (2n+1)\dfrac{\pi}{2} & \therefore l_1 - l_2 = (2n+1)\dfrac{\lambda}{2} \quad \text{ならば} \quad A = 0 \cdots\cdots \text{弱め合い} \\ && (\ n : \text{整数}) & \end{array}$$

(2)　$\delta = \pi$、したがって S_1、S_2 が位相差 π で振動している場合：

$$\begin{array}{rcll} A &=& 2a\left|\cos\left\{\left(\dfrac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2)\right) + \dfrac{\pi}{2}\right\}\right| & \\ &=& 2a\left|\sin\left(\dfrac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2)\right)\right| & \\ \therefore \dfrac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2) &=& n\pi & \therefore l_1 - l_2 = n\lambda \quad \text{ならば} \quad A = 0 \cdots\cdots \text{弱め合い} \\ \dfrac{\pi}{\lambda}(l_1 - l_2) &=& (2n+1)\dfrac{\pi}{2} & \therefore l_1 - l_2 = (2n+1)\dfrac{\lambda}{2} \quad \text{ならば} \quad A = 2a \cdots\cdots \text{強め合い} \\ && (\ n : \text{整数}) & \end{array}$$

以上が、行路差による干渉条件式である。この関係式は、光波による干渉を考える場合もそのまま適用できる。

次に節線について考える。上述したように、点Pにおける振幅 A は S_1、S_2 からの距離差 $l_1 - l_2$ によって決まる。したがって $l_1 - l_2$ が同じ値なら振幅 A も同じ値になるわけで、同じ振幅の点はそれぞれ双曲線か直線になることが分かる。