

③ 異なる波長の電磁波間の干渉

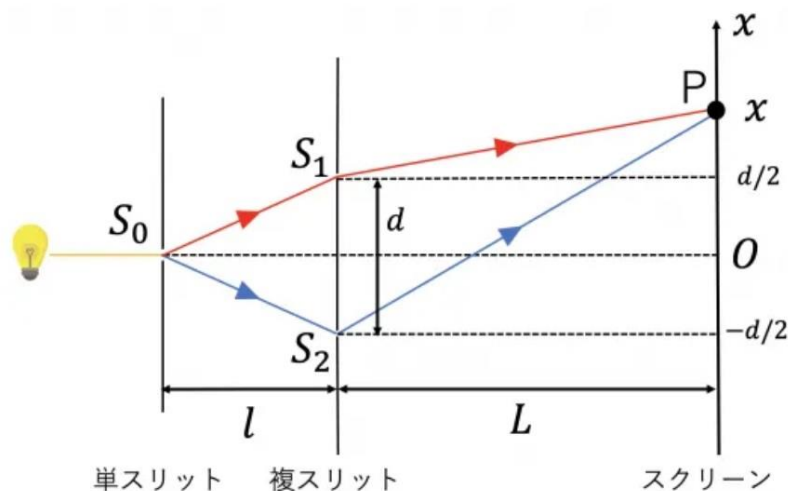
単一のコヒーレント光源からの光が干渉パターンなどを生み出す可能性があることは誰もが知っています。相関関係のない任意のソースについてはどうなるでしょうか？

干渉は発生しますが、2つの光源が相互に位相ロックされていない限り、目に見えるパターンは見えません。同一と思われるレーザー（HeNe など）間の波長のわずかな違いでさえ、MHz または GHz のビート周波数に変換されるからです。

（引用元： Charles Bloom (cbloom@caltech.edu).)

簡単に言うと「はい」です。

計算してみましょう。波数 k （波長で 2π ）の場合、2つの点状開口からの通常の干渉は次のようになります。



ヤングのスリット干渉実験

$$\begin{aligned}\Psi &= (e^{ik(L+a)} + e^{ik(L-a)})/2 \\ &= e^{ikL} * \cos(ka)\end{aligned}$$

$$I = \Psi^* \Psi = \cos^2(ka)$$

(a は実際には $(x-d)/2$ のようなもので、 d はスリットの間隔、 x はスクリーンに沿った位置、 L はスリットの中心からスクリーン上の点までの距離です)。

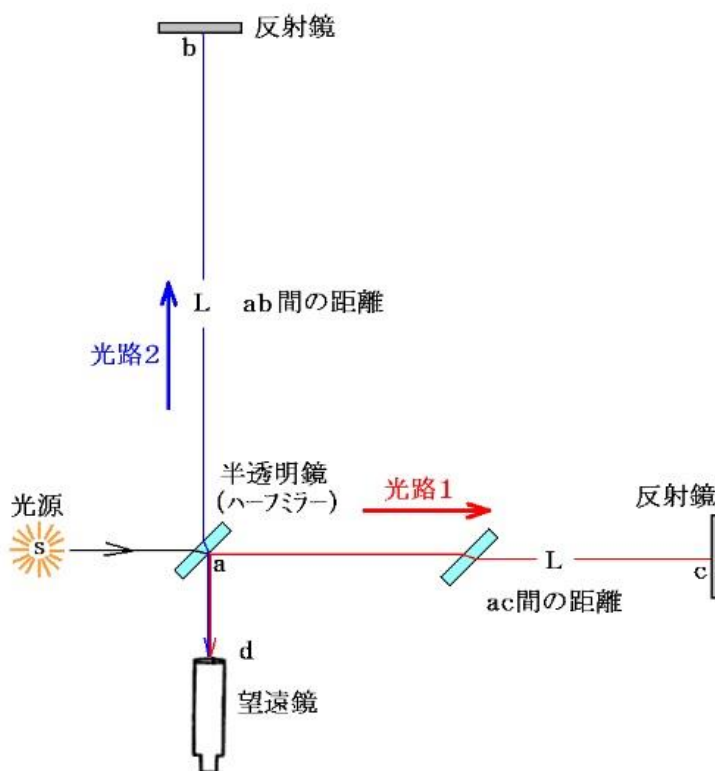
次に、さまざまな波数について説明します。

$$\Psi = (e^{ik(L+a)} + e^{ik(L-a)})/2$$

$$\begin{aligned}I &= \Psi^* \Psi = 1/2 [1 + \text{Re}\{ e^{i(k(L+a) - k(L-a))} \}] \\ &= 1/2 [1 + \cos(L(k-K) + a(k+K))] \\ &= \cos^2[1/2(L(k-K) + a(k+K))]\end{aligned}$$

「a」を変化させると、これはほぼ良好な干渉パターンになりますが、しかし、厄介なL依存性があり、そして、私たちの近似が有効な $L \gg a$ の領域では、 $(k-K)$ が非常に小さい場合を除き、Lの依存性がaの依存性を支配します。特に、 $a(k+K) \sim 10$ および $L(k-K) \sim 1$ 、および $L \gg a$ の場合に干渉が発生し、これは $|k-K| \ll |k+K|$ を意味し、ほぼ等しい波長となります。）

L依存は、干渉の一種でもある「ビート」の通常現象ですが、同じ波長で得られる美しい「縞」ではありません（L依存は、光の波長を比較するマイケルソン・モーリー実験のようなものであり、L（スクリーンと光源の間の距離）を変えることで、明暗の点滅の頻度を数えて $k-K$ を決定できます。



マイケルソン・モーリーの実験