回折格子による光波長の測定

[実験テーマの概要]

光の回折、干渉を理解し、回折格子を用いて、光の波長を測定する

予習項目

(1) 光の回折、干渉という性質を説明せよ。

(2) .回折格子とは何か？また、回折格子を通過した光が、強め合う条件を調べよ。

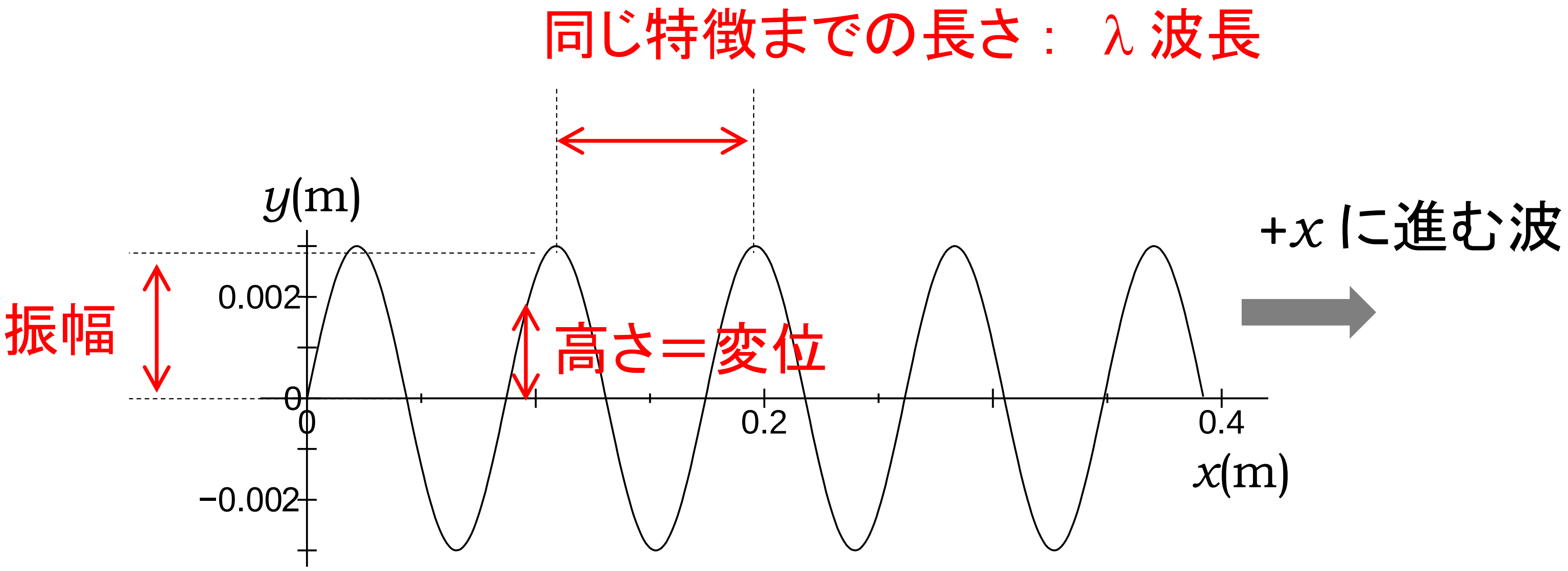
(3) 可視光線の色と波長の関係を調べよ。また、水銀灯の出す線スペクトルの色と波長を調べよ。（調べた文献名を記録しておきなさい。）

(4) 回折角度θ、格子定数dから光の波長を求める式を調べ、その不確かさの式を導出せよ。

波とは？

波とは、空間や物質内部を、変化が次々と隣に伝わっていく現象のことである。x軸を正の向きに進んでいる波がある。この波をある時刻に観測した波形が図のようだとすると、波の変位の最大値が観測される位置は、次の時刻に右(x軸を正の向き)に移動する。

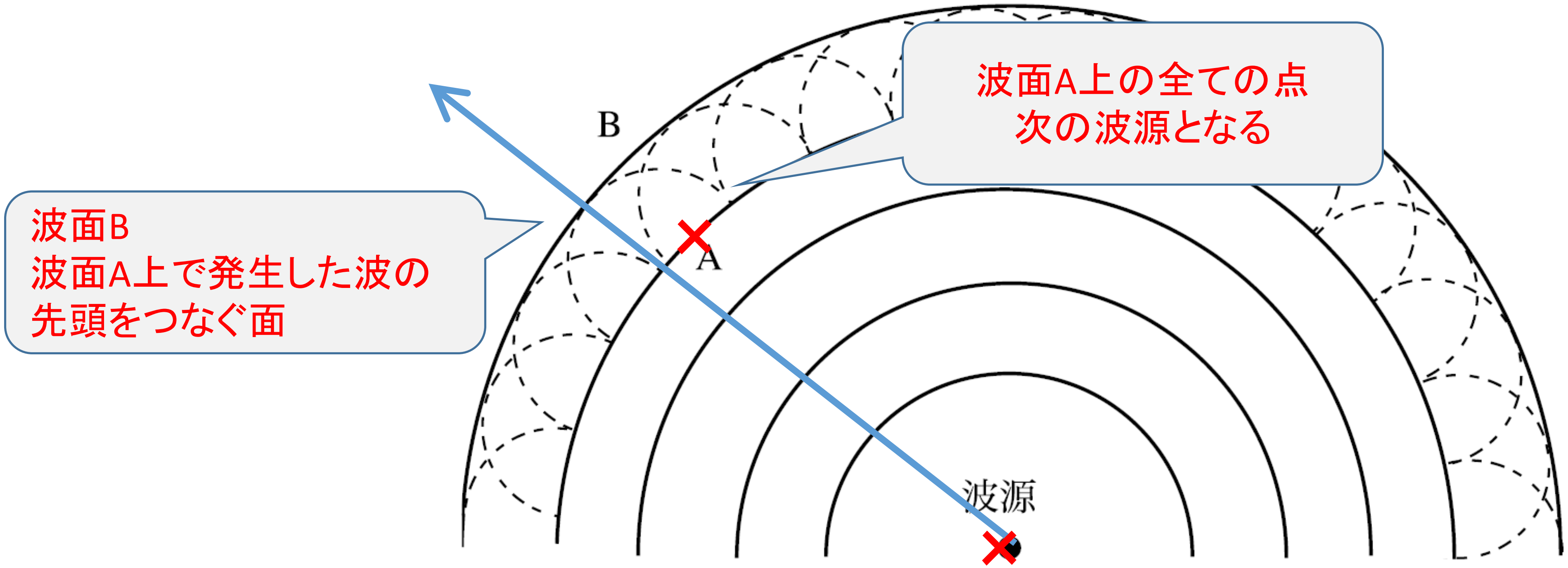
このとき、変位の最大値を振幅と呼ぶ。また、同じ波形が現れる距離(変位が最大から次の最大となるまでの距離)を波長λと呼ぶ。



ホイヘンスの原理

水面上を伝わる変位(水面波)を考える。このとき、波の発生する位置を波源と呼ぶ。波が波源から生じる。このとき、図の実線のように、波の山や谷をつないだ線を波面と呼ぶ。

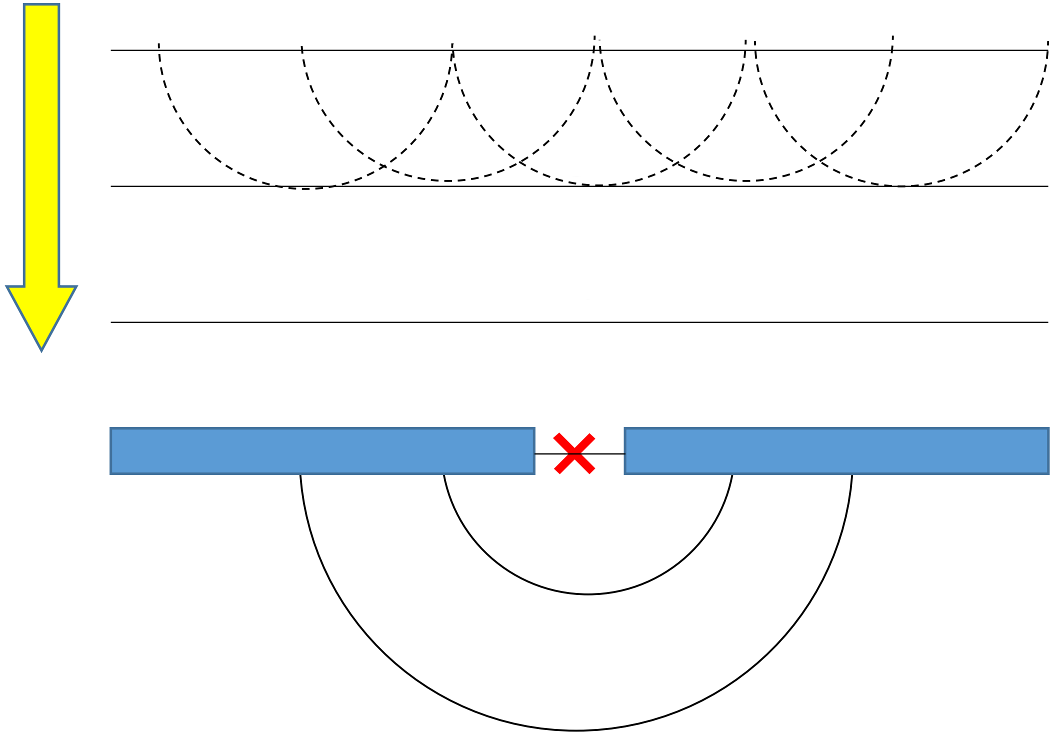
このとき、ホイヘンスの原理によると、ある波面上の全ての点は、次の波面の波源となると考える。

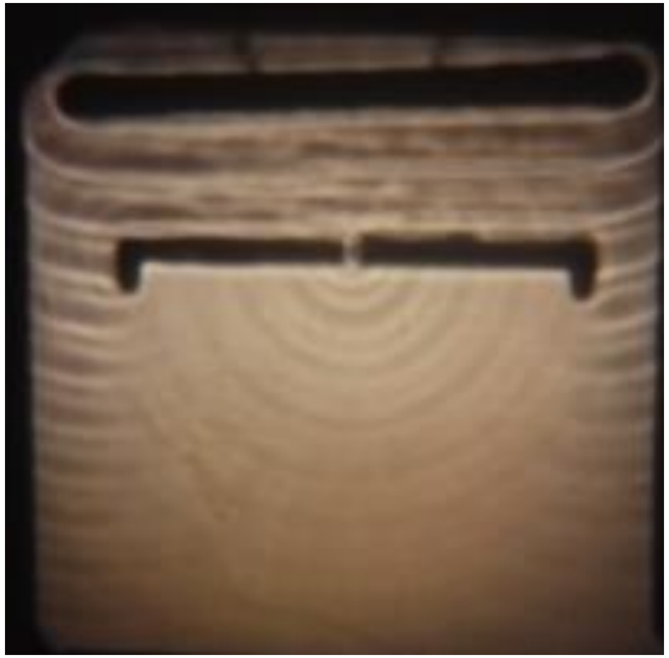


図のように、平面的な波が障害物に向かって進んでいる。障害物の間にはわずかな隙間があり、ここに波が到達すると、この隙間を通って障害物の背後に回り込む。

ホイヘンスの原理に従うと、障害物の隙間が次の波源となるためである。このように、波源が障害物の背後に回り込む現象を回折と呼ぶ。

平面的に進行した波

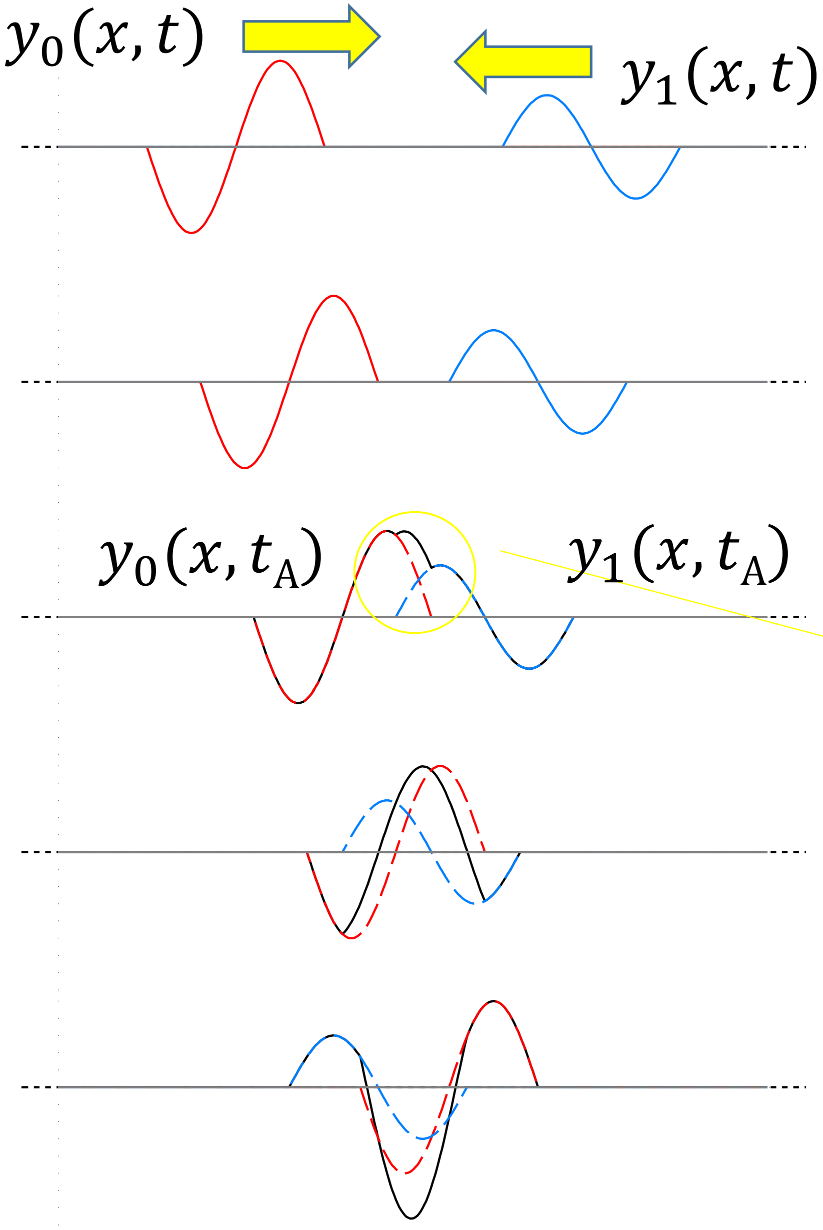


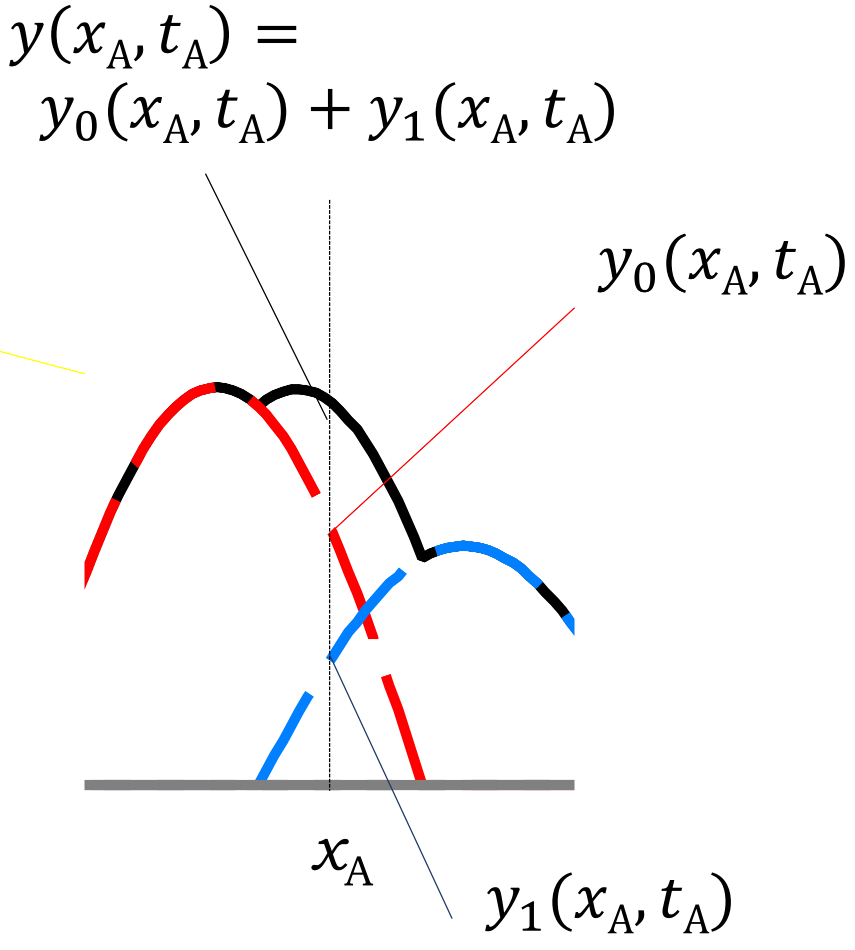


http://adoko.blue.coocan.jp/

波の重ね合わせ

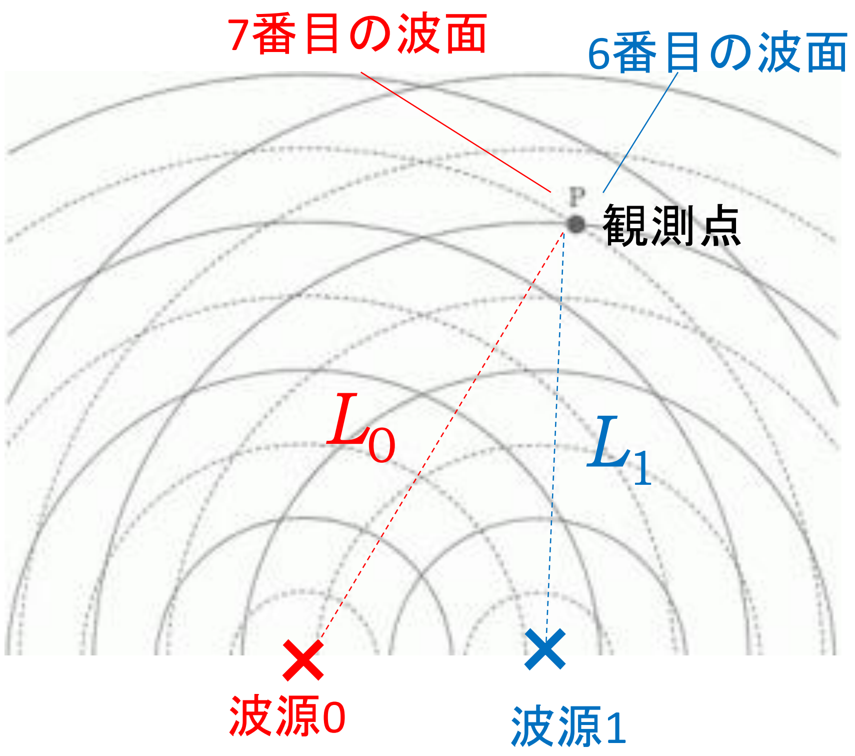
複数の波が存在する場合、観測される波の変位はそれぞれの波の変位の和（波の重ね合わせ）となる。この現象は、弦を伝わる波であっても、空間を広がっていく波でも成立する。

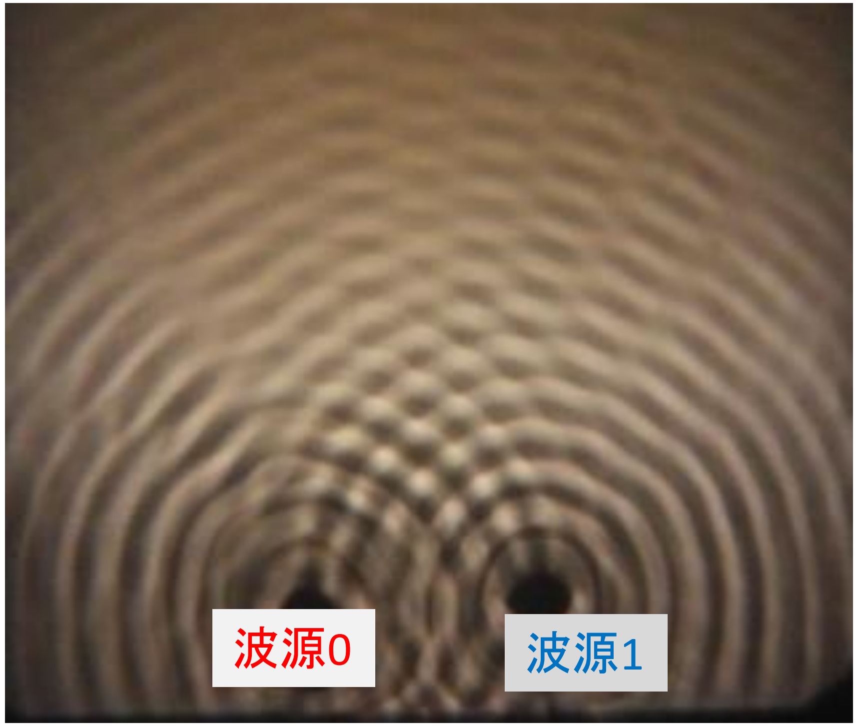




波の重ね合わせ

図のように、水面に置かれた波源0と1が同じ上下運動をしている。運動によって水面を進む波が生じるが、2つの波源から生じた波が重ね合わされる。このとき、観測点Pから波源0までの距離をL_0、波源1までの距離をL_1とする。





http://adoko.blue.coocan.jp/

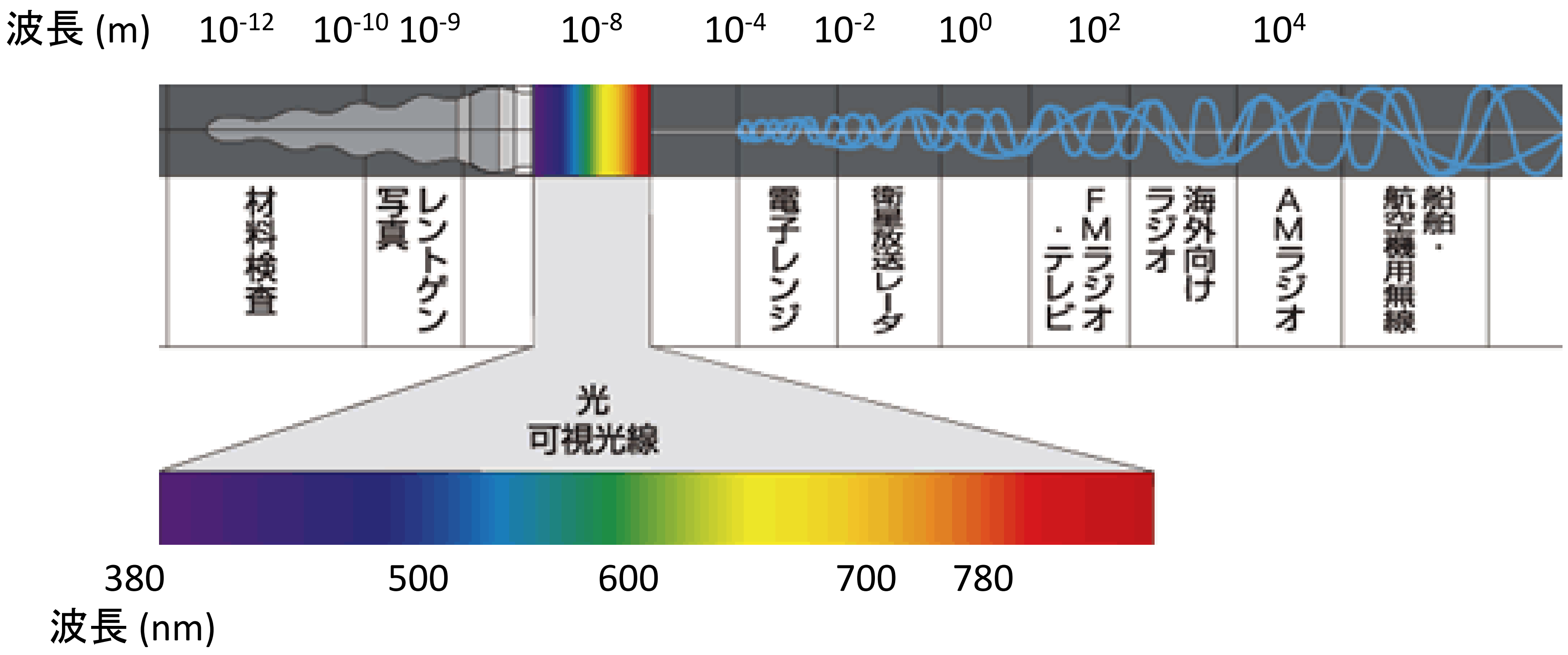
$$\Delta L = L_0 - L_1 = n\lambda \ (n=0,1,2,・・・)$$

波の重ね合わせの結果、$\Delta L = L_0 - L_1$が波長の整数倍のとき、常に振幅が強めあう。(もとの波の振幅がAなら、重ね合わされて$2A$になる。) このように複数の波が強め合ったり、弱め合う現象を干渉と呼ぶ。

光とは？

光とは、空間を伝播する電場と磁場の変化（電磁波）を意味する。しかし、回折、干渉が起こるため本質を波動と考える波動説と、媒質がなくても直進するため本質を粒子と考える粒子説があった。

光の性質(特に、目に見える可視光線の色)はその波長と以下のような関係がある。

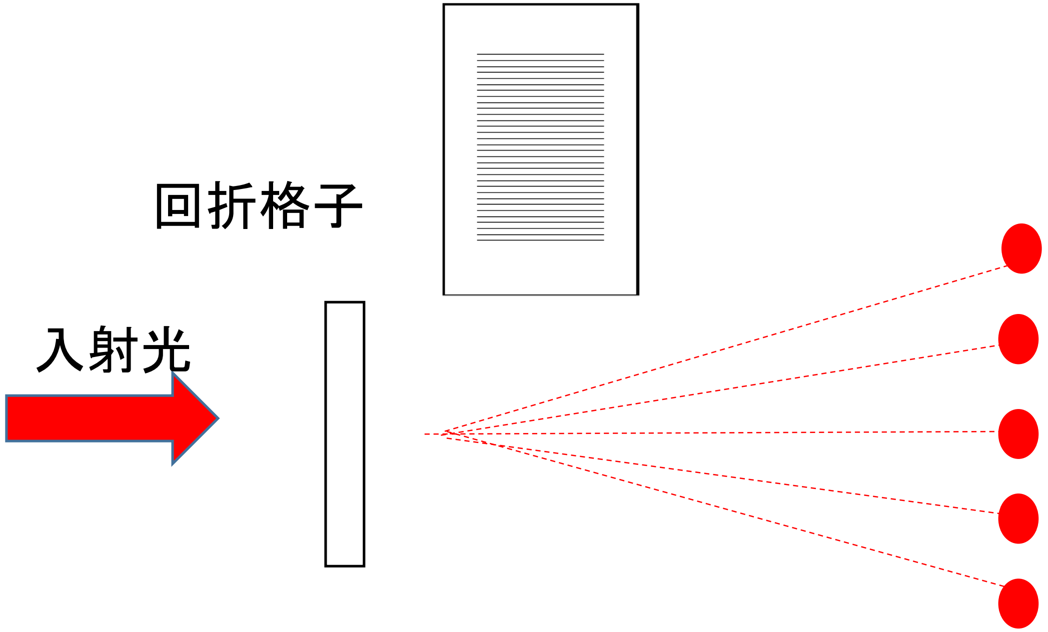


回折格子とは？

回折格子とは、1 mmあたりに数百本の溝を付けた板のことである。光が回折格子を通過すると、回折して広がる。また、回折光は干渉して強め合いと弱め合いが起こり、明い点（線）が生じる。

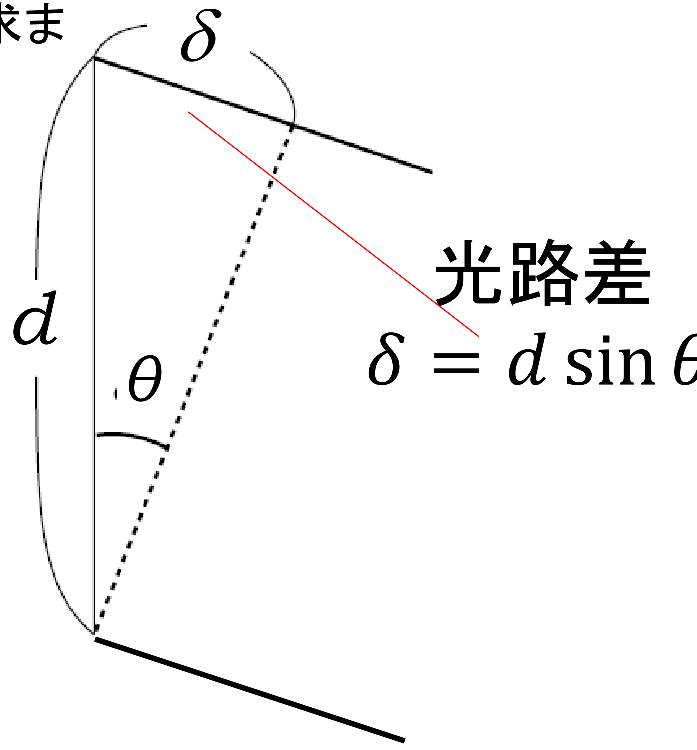
格子の溝と溝の間隔を格子定数dと呼ぶ。格子を通過した光が角度θの向きに回折すると、右図のように光路差が$d\sin\theta$となる。このとき、光路差d が$n\lambda$を満たす場合、回折光が強まるため、明い点が生じると考える。

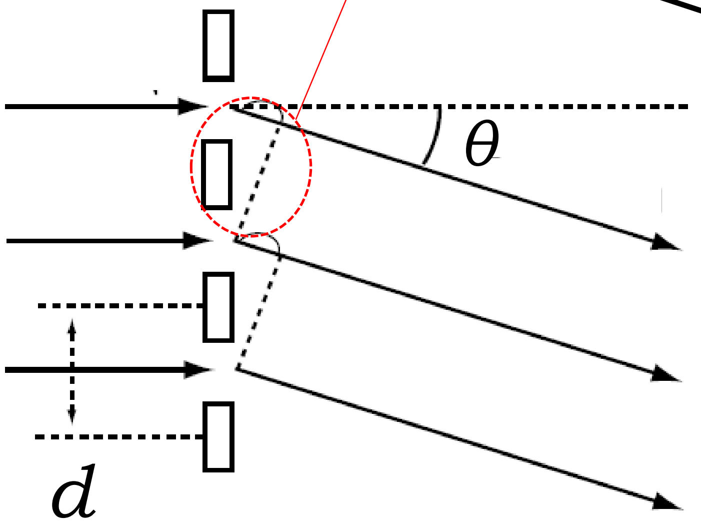
$$d\sin\theta = n\lambda$$

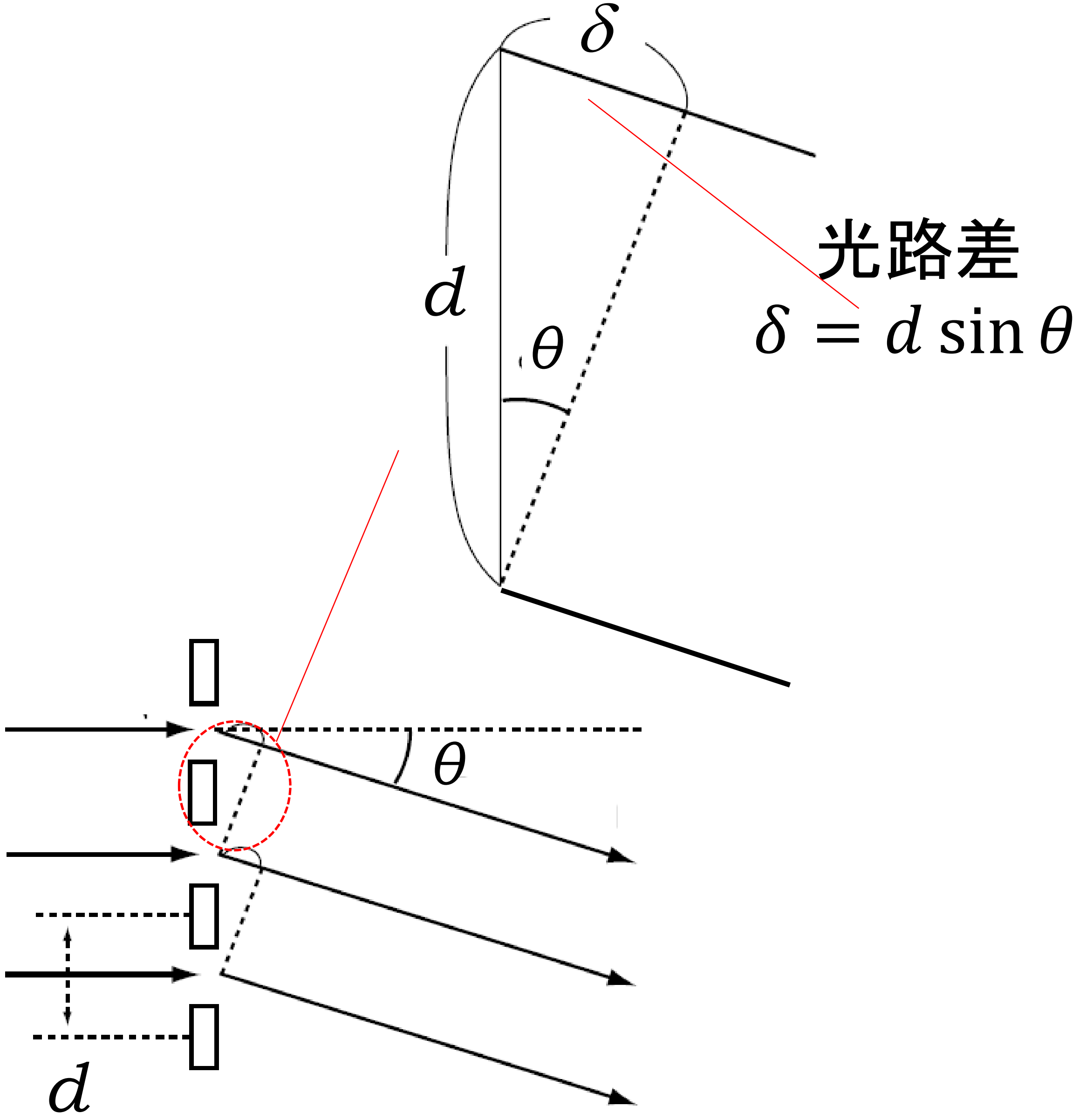


よって、明るい点が生じる向きと格子定数から光の波長が求まる。

$$\lambda = \frac{d\sin\theta}{n}$$







よって、明るい点が生じる向きと格子定数から光の波長が求まる。

$$\lambda = \frac{d\sin\theta}{n}$$

また、その不確かさの式は次のように求められる。

$$\frac{\delta\lambda}{\lambda} = \frac{1}{\lambda}\sqrt{\left(\frac{\partial\lambda}{\partial d}\right)^2 (\delta d)^2 + \left(\frac{\partial\lambda}{\partial\theta}\right)^2 (\delta\theta)^2}$$

$$= \frac{n}{d\sin\theta}\sqrt{\left(\frac{\sin\theta}{n}\right)^2 (\delta d)^2 + \left(\frac{d\cos\theta}{n}\right)^2 (\delta\theta)^2}$$

$$= \sqrt{\qquad + \qquad}$$