

3. 実験方法

3.1 レーザ光による回折強度パターン

今回は、レーザ光を用いて、スリットの手折強度パターンを観察することを実際には行わず、与えられた実験データを ImageJ を用いて解析することで、スリットの幅や個数による回折強度パターンの変化を観察した。まず、与えられた実験データには、3 種類の幅の単スリットを用いた時のスリット画像とスクリーン画像の計 6 枚、幅やスリット間隔を変えた 3 種類のダブルスリットを用いた時のスリット画像とスクリーンの計 6 枚である。まず、単スリットの場合は、ImageJ を用いてスリットの幅を測定し、また、精密な目盛りを顕微鏡で撮影した画像を用いて、pixel 単位を m 単位に変換した。次に、ImageJ によってスクリーン画像の光強度のグラフを得た。光強度のグラフから、強度パターンの周期を測定し、理論値と比較を行った。また、ダブルスリットの場合も同様に、スリット間隔を測定し、スリット画像の光強度のグラフを得た。光強度のグラフから、強度パターンの周期を測定し、理論値と比較を行った。

ここで理論値の求め方について考える。単スリットの場合、スリットを表現する関数 $f(x)$ は、

$$f(x) = 1 \ (|x| < a), \ 0 \ \left(|x| > \frac{a}{2}\right)$$

と表し、 $f(x)$ の値を光の透過率とする。ここで、 a はスリットの幅である。次に、ダブルスリットの場合、スリットを表現する関数 $f(x)$ は、

$$f(x) = 1 \ (|x| < x_0 \pm a), \ 0 \ (\text{otherwise})$$

と表せる。実験原理で述べたように、スクリーン上にはスリットのフーリエ変換が現れる。単スリットの場合のフーリエ変換は、

$$\begin{aligned} F(k) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-ikx\xi} dx \\ &= \int_{-a}^a e^{-ikx\xi} dx \\ &= -\frac{1}{ik\xi} (e^{ika\xi} - e^{-ika\xi}) \\ &= 2a \operatorname{sinc}(ak\xi) \end{aligned}$$

3.2 回折強度パターンのシミュレーション

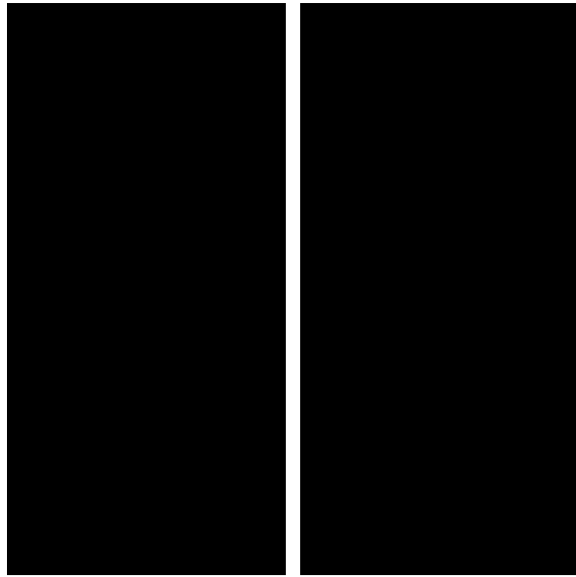


Figure 1: 単スリット (幅: 0.1)

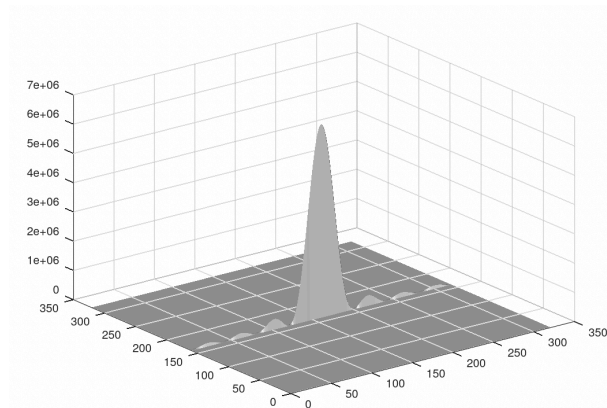


Figure 2: 単スリットの関数

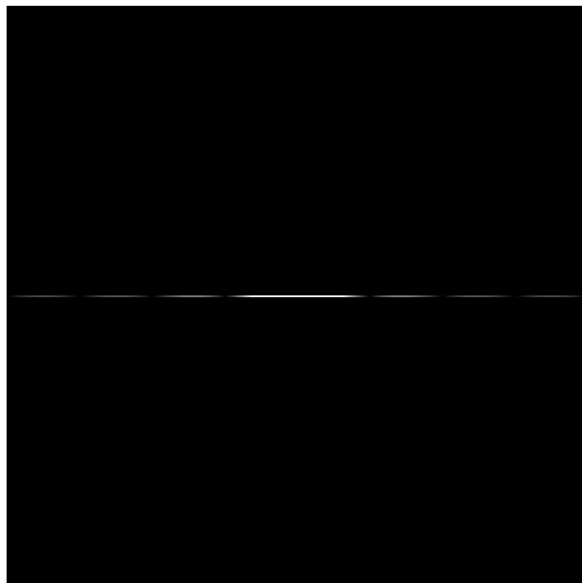


Figure 3: 単スリットのスクリーン

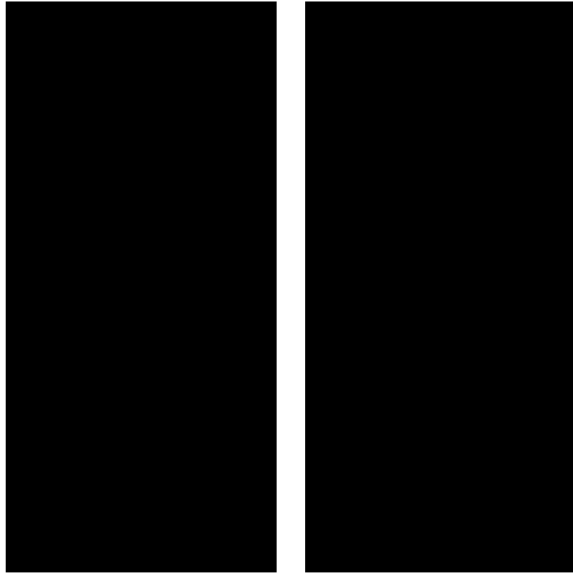


Figure 4: 単スリット (幅: 0.2)

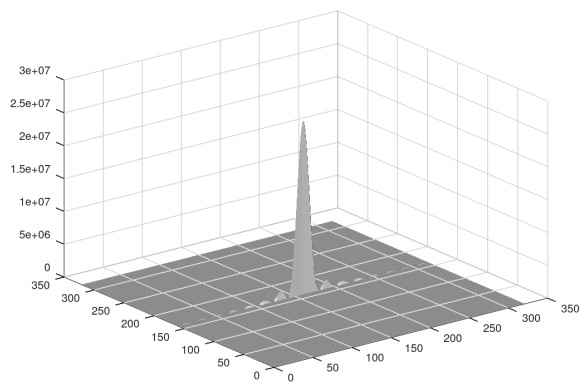


Figure 5: 単スリットの関数(幅: 0.2)

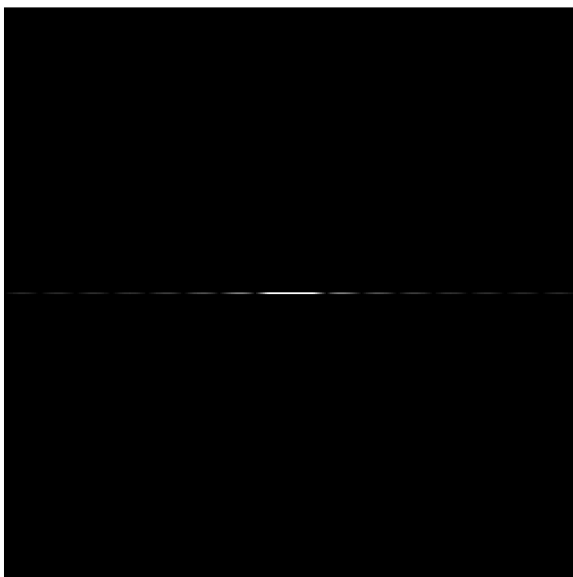


Figure 6: 単スリットのスクリーン (幅: 0.2)