

- ・ 5 日目
- ・ 実験課題

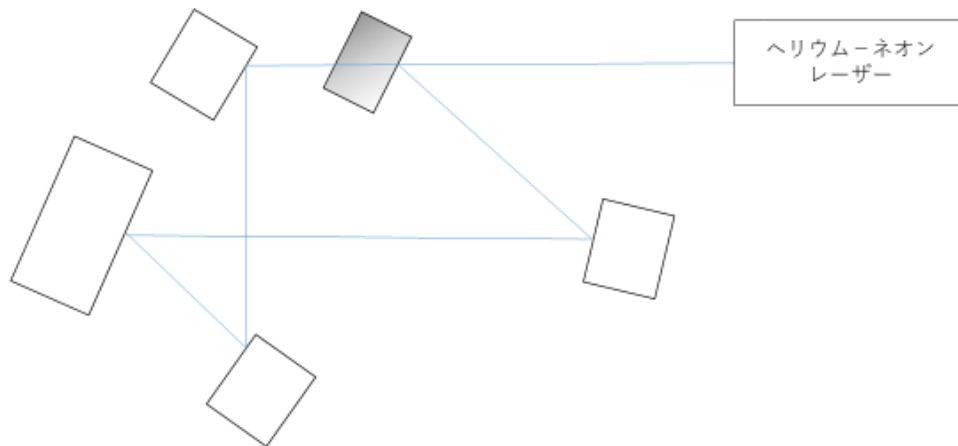


図 5-1 2つの光による干渉

図 5-1 を作成して、記録用プレート上に 2つの光を入射させて、干渉を引き起こさせる。そこで映し出された干渉縞を顕微鏡で長さを測定する。そして、回折格子の境界面からの距離と、透過光と 1つ目の回折光との距離を測定する。

- ・ 実験目的

干渉縞の実測値と理論値( $d = \lambda / 2 \sin \theta$ )とを比較して評価すること、そして、回折角の理論値と実測値も比較すること。

- ・ 使用道具

ヘリウム-ネオンレーザー

ビームスプリッター(50%)

鏡 M1,M2,M3

記録用プレート

#### ・実験内容

図 5-1 を作成した。ここでビームスプリッターと鏡 2 の直線距離は 28cm、鏡 2 と記録用プレートの直線距離を 35cm とした。また、ビームスプリッターと鏡 1 の距離を 15cm、鏡 1 と鏡 3 の距離を 29cm、鏡 3 と記録用プレートの距離を 18cm とした。また、記録用プレートの角度は記録用プレートから鏡 2 と鏡 3 を結ぶ直線に角の 2 等分線を下した時に、垂直に交わるようにした。その時、鏡 2 と鏡 3 の直線距離は 18cm となり、 $\cos 2\theta$  の値は

$$\cos 2\theta = \frac{18^2 + 35^2 - 18^2}{2 \cdot 18 \cdot 35} \sim 0.972 \text{ となり、} 2\theta \sim 13.5^\circ \text{ となる。}$$

この値を用いて、干渉縞の間隔の理論値を求めた。(d =  $\lambda / 2 \sin \theta$  1 - (c1): d 間隔、 $\theta$  1: 入射角)

記録用プレートに、紫外線のビームを 1 秒間、3 回当てて設置した。そして、レーザーの電源を付けて 2 分間、ビームを記録用プレートに照射させた。その後、方眼紙をプレートの後ろに配置して、干渉模様の写真を撮った。また、一方の光を隠して、その干渉模様の変化を観察した。その時、映し出された透過光と、1 つ目の干渉模様との距離、そして、プレートから方眼紙までの垂線の距離を測定することで、回折角を求めた。また、プレートを、顕微鏡で観察することによって、回折縞の間隔を求めた。最後に、回折条件の式

$$n_2 \sin \theta_2 - n_1 \sin \theta_1 = m \lambda \quad (m=0, \pm 1, \pm 2 \dots) \quad - (c2)$$

( $n_1$ 、 $n_2$ : 媒質の屈折率、 $\theta$  1: 入射角、 $\theta$  2: 回折角)

の関係式を用いて、回折角の理論値を求めた。

#### ・実験結果



図 5-2 2つの光による干渉縞

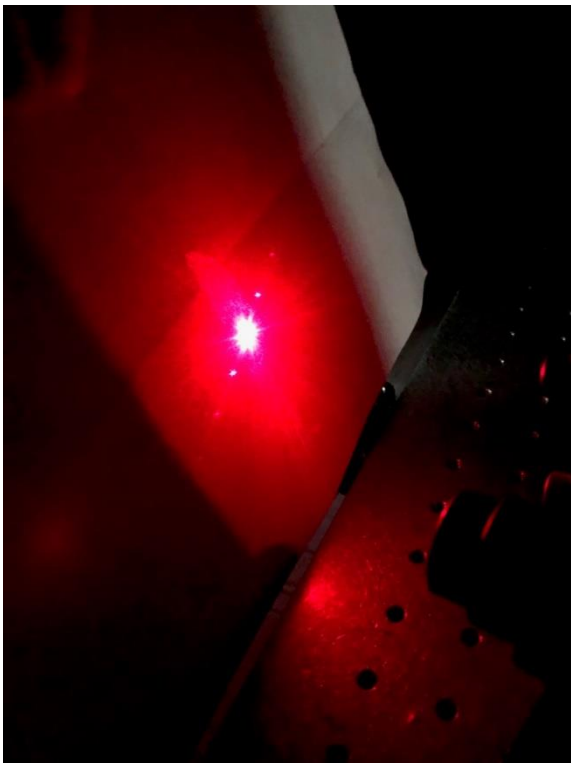


図 5-3 1つの光を隠した時の干渉縞

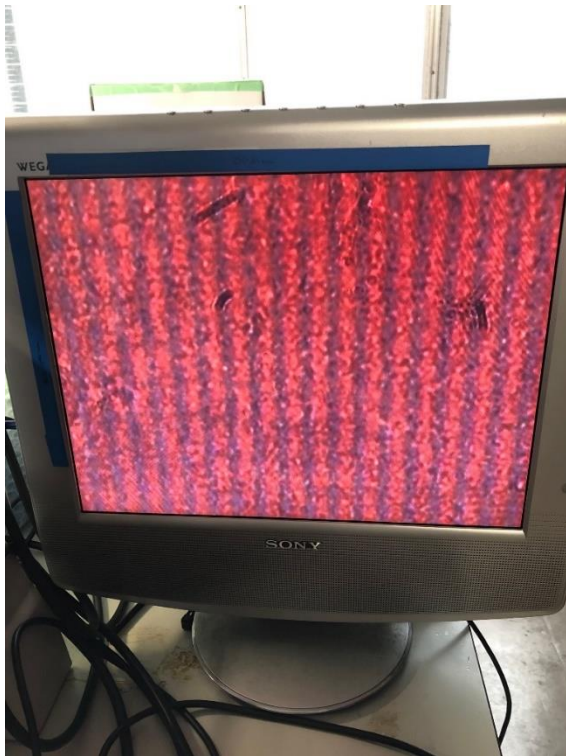


図 5-4 顕微鏡で観察した干渉縞

2つの光による干渉縞は表 5-2 の様になった。片方の光を隠した時は表 5-3 の様になった。

2つの結果を比較すると、同じ干渉縞が得られた。干渉縞の間隔は表 5-4 から

$80(\mu\text{m})/29 \sim 2.758(\mu\text{m})$  という結果が得られた。

また、プレートから方眼紙への垂線は 11cm、透過光から 1 つ目の干渉縞の距離は 2.8cm から

$\tan \theta = \frac{2.8}{11} \sim 0.255$  から  $\theta \sim 14.7^\circ$  となった。

・考察

2つの経路の光路長の差を可能な限り一緒にするのは、干渉を起こしやすくするためである。  
3日目で測定したコヒーレンス長より大きい光路差であると、2つの光が同位相で入射されずに、干渉の観測が困難である為である。また、一方の光が隠されたときには、2つの光が入射された時と同様の結果が得られたのは、プレート上に干渉縞が出来て、1つの光でも、その干渉縞に照射されることで、もう1つの光を補う様に光が回折するためである。

ここで(c1)、(c2)の式を用いて、干渉縞の間隔  $d$  と回折角  $\theta_2$  の理論値を求める。

$$d = \lambda / 2 \sin \theta = (632.8(\text{nm}) \times 10^{-3}) / 2 \sin\left(\frac{13.5}{2}\right) = 2.69(\mu\text{m}) \text{ で、}$$

$$\sin \theta_2 = \lambda / d + \sin \theta_1 \sim 0.353 \quad \text{から} \quad \theta_2 = 20.7^\circ \quad \text{となった。}$$

実験結果から得られた干渉縞の間隔  $d$  は  $2.758(\mu\text{m})$ 、回折角  $\theta_2$  は  $14.7^\circ$  から  $d$  については正確な実験結果が得られたと考えられるが、角度については誤差が大きい。

その誤差は、間隔は  $\frac{2.758-2.69}{2.69} \times 100 = 2.53\%$ 、回折角は  $\frac{20.7-14.7}{20.7} \times 100 = 29.0\%$  となった。

その原因は、プレートと方眼紙の距離の測定が正しく実行できていなかった事、または、透過光と干渉縞の距離の測定誤差によるものと考えられる。