

Date of Lab _____

Date of Submission _____

Laboratory Report

Title

表題

光の性質

Homeroom	Section	Name	Yoko Shirai
11-0	20	氏名	白井 瑤子

Lab Partners
共同実験者

Mayumi Watanabe | Chieri Tatsukawa

Summary

光の干渉、全反射、偏光の様子や凸レンズと凹レンズの違い、
光の分散の様子を様々な実験を通して観察した。
光の偏光の実験では、偏光板を用いて、身近にある偏光を観察する
ことができた。
また、全反射の実験では、光ファイバーの仕組みをレーザー光を用いて見た。
他にも、分光器を用いて、化学で学習したスペクトルを実際に目で見て
確かめた。

- Meet a deadline
- Write logically
- Write clearly
- Write with your own words
- 締切り守って
- 論理的に
- わかりやすく
- 自分のことばで

Teacher Comments

たくさん観察を的確に記述した優れたレポートである。
回折格子の解析もわかりやすい。3Dメガネの写真も良い。

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Due 提出期限	Summary 要旨	Intro. 序	Method. 方法	Results 結果	Table/Fig. 表/図	Discussion 考察	Clearness わかりやすさ	General 全般
+					++	+	++	++++

* Write your report in Japanese or in English * Use this form as a cover sheet.

* Submit your reports by the seventh day after your lab.

○ 目的

実験を通して、光の干渉、全反射、偏光、凹凸レンズ、光のスペクトルの観察をし、目で見えて理解を深めるため。

○ 理論

・回折格子

ガラス板の表面に1cm当たり数百本～数千本もの割合で直線の溝を等間隔に刻んだものを回折格子という。溝の部分では光は散乱して通りにくく、溝以外の平らな部分を光が通る。

・くさび形空気層

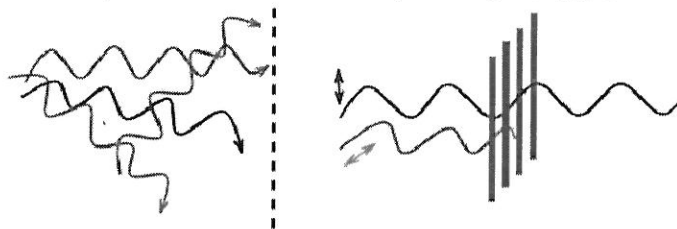
2つの平面ガラスの一方の端に薄い紙などを挟むと、その間にくさび形の空気層ができる。このときガラスの上から垂直に単色光を当て、上から覗き見ると、縞模様が見れる。

・全反射

光が屈折率の大きい媒質から小さい媒質へ進むとき、入射角を徐々に大きくしていくと、あるところで屈折角が 90° になり、さらに入射角を大きくすると光は向こう側へは行かず全部反射するようになる。

・偏光

光の電気ベクトルまたは磁気ベクトルの振動方向が、あらゆる方向に一様に分布しているのではなく、方向性をもつとき、その光を偏光という。



いろいろな方向への振動

・分散

様々な波長の光を含んだ光を白色光といいます。この様々な波長を含んだ白色光を、ガラスでできた三角形の角柱（プリズム）に通すと屈折によって様々な色に分離される。波長の比較的長い赤はあまり曲げられず、波長の比較的短い青は大きく

曲げられる。これを光の分散という。

<波長が長い>赤→橙→黄→緑→青→藍→紫<波長が短い>

○ 実験

・使用器具

① ヘリウムネオンレーザー

回折格子

布スケール

② ガラス板

非常に薄い物体 (フィルムなど)

③ レーザー光源

④ 全反射観察装置

⑤ ライトボックス

凹凸レンズ

⑥ 偏光板

⑦ バケツ+水

ガラス窓の反射光

ミルクを入れた容器

⑧ 3D映画用眼鏡

⑨ 分光器

ライト (イオン・Hg・ヘリウム)

ヘリウムネオンレーザー



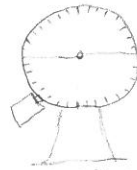
回折格子



ガラス板



レーザー光源



全反射観察装置



ライトボックス



凹凸レンズ



偏光板



バケツ+水



ミルクを入れた容器



3Dメガネ



ライト



分光器

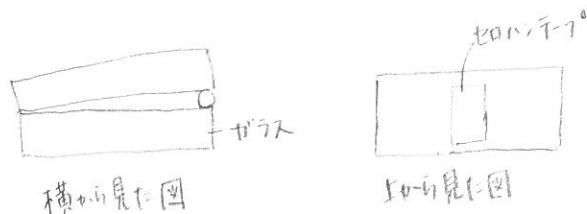
○ 実験方法

① 回折格子による干渉

1. レーザーをスクリーンに当てる。
2. 回折格子とスクリーンの距離 (L [m]) および回折光のスポット間隔 (Δx [m]) を測定する。
3. d : 格子定数[m]を求める。
4. $d \sin \theta = m\lambda$ または $d x_m / L = m\lambda$ の理論式からレーザーの波長を求める。

② くさび形空気層による干渉

2枚のガラス板を重ねてその一端にうすい物体を挟み、上から光を当てる。



③ 光ファイバーモデルとレーザーを用いた全反射の観察

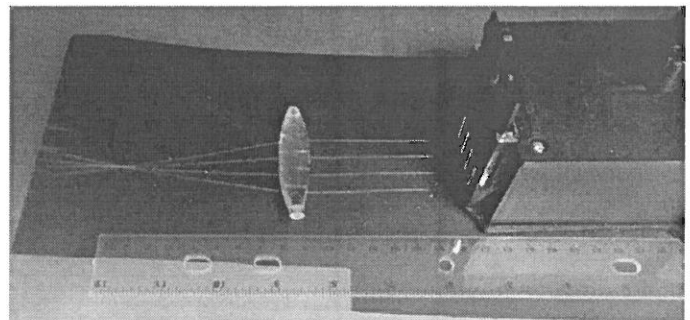
複雑に曲がった筒状の断面からレーザー光を入射させる。

④ 水の屈折と全反射

装置の下側 (水面側) からレーザー光を入射させ、その屈折角と臨界角を求める。

⑤ ライトボックスを用いたレンズの実験

ライトボックスと凹凸レンズを使い、焦点距離を求める。



⑥ 偏光-1

偏光板を2枚あるいは3枚重ねて明るさの観察をする。

⑦ 偏光-2

- ・水を入れたバケツの水面の反射光
- ・ガラス窓の反射光
- ・ミルクを入れた容器

をそれぞれ偏光板を通して見て、見え方に変化があるか調べる。

⑧ 3D映画用眼鏡

2人が眼鏡をかけた状態で、相手の顔を見ながら片目をつぶる。

⑨ 光のスペクトルの観察

赤(イオン)、青(Hg)、ピンク(ヘリウム)の色を、分光器を通して見る。



○ 実験結果・考察

① 回折格子による干渉

600 lines/mm

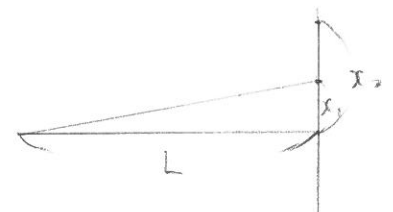
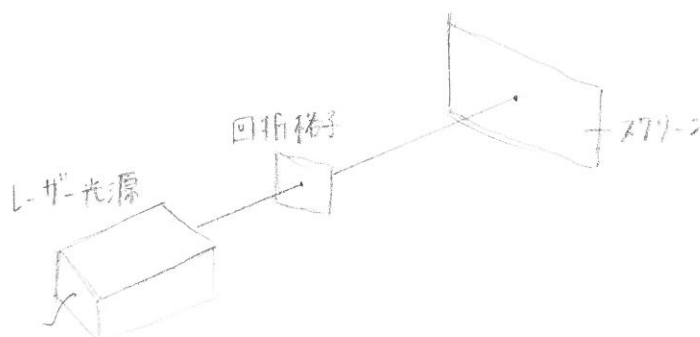
1. 回折格子とスクリーンの距離(l [m])=17.5cm

回折光のスポット間隔(Δx [m]) $X_1=6.8$ cm $X_2=13.1$ cm

d : 格子定数[m] $1 \cdot 10^{-3} / 600 = 1.7 \times 10^{-6}$ m

2. $dx_m / L = m \lambda$ より $1.7 \times 10^{-6} \times 6.8 / 17.5 = 1 \times \lambda$ ($X_1=6.8$ cm を使用)

$\lambda = 6.49 \times 10^{-7}$ m



300 lines/mm

1. 回折格子とスクリーンの距離(l [m])=17.5cm
回折光のスポット間隔(Δx [m]) $X_1=3.4$ cm $X_2=6.9$ cm
 d : 格子定数[m] $1 \cdot 10^{-3}/300=3.3 \times 10^{-6}$ m
2. $dx_m/L=m\lambda$ より $3.3 \times 10^{-6} \times 3.4/17.5=1 \times \lambda$
 $\lambda=6.41 \times 10^{-7}$ m

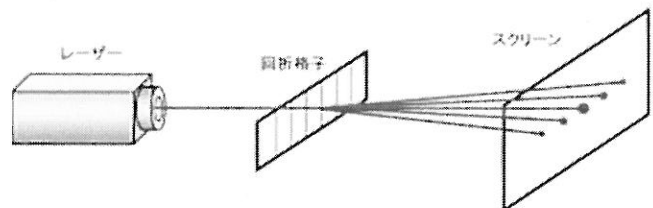
100 lines/mm

1. 回折格子とスクリーンの距離(l [m])=17.5cm
回折光のスポット間隔(Δx [m]) $X_1=1.2$ cm $X_2=2.3$ cm
 d : 格子定数[m] $1 \cdot 10^{-3}/100=1.0 \times 10^{-5}$ m
2. $dx_m/L=m\lambda$ より $1.0 \times 10^{-5} \times 1.2/17.5=1 \times \lambda$
 $\lambda=6.86 \times 10^{-7}$ m

・格子定数未知の回折格子の格子定数を求める

? lines/mm

1. 回折格子とスクリーンの距離(l [m])=19.0cm
回折光のスポット間隔(Δx [m]) $X_1=6.8$ cm $X_2=19.0$ cm
波長 λ は、使用したランプは 600, 300, 100 lines/mm のときと同じなのでそれぞれの平均を取って、 $\lambda=6.59 \times 10^{-7}$ m とする。
 $dx_m/L=m\lambda$ より、 $d \cdot 6.8/19=1 \cdot 6.59 \times 10^{-7}$
よって d : 格子定数[m] $=1.84 \times 10^{-6}$ である。



今回の実験では l [m] の長さを 17.5cm に固定していたので、600, 300, 100 lines/mm のときの X_1 と X_2 を比較すると、1mm あたりの line 数が小さいほど X_1 と X_2 の値も小さくなっている。

②くさび形空気層による干渉

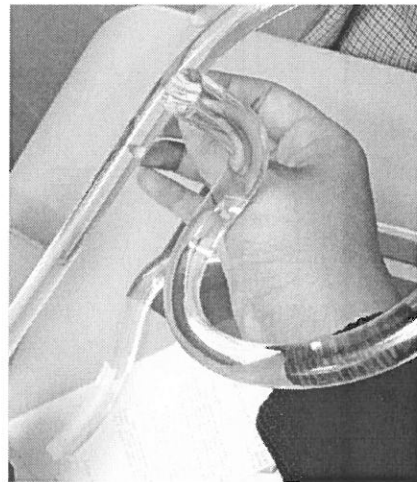
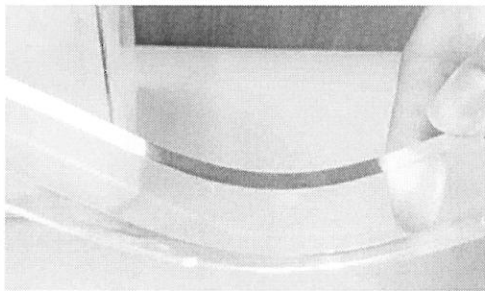
2枚のガラス板を重ねてその一端にうすい物体を挟み、上から光を当てると明暗の縞模様ができる。

これは、入射した光が、上のガラスの下面では自由端反射となり位相は同位相のまま、下のガラスの上面では固定端反射となり位相がずれて逆位相になるので、干渉が起こるからだと考えられる。つまり $|l_1 - l_2| = (m + 1/2)\lambda$ の時に強め合うので明線ができ、 $|l_1 - l_2| = m\lambda$ の時に暗線ができる。

③光ファイバーモデルとレーザーを用いた全反射の観察

複雑に曲がった筒状の断面からレーザー光を入射させるとレーザー光は反対側の断面まで届く。

これは筒内で光が全反射をくり返しながらか、レーザー光を入射したのとは反対側の断面まで届くからだと考えられる。



④水の屈折と全反射

入射角 40° のときの屈折角 $=65^\circ$ 水の臨界角 $=45^\circ$

水の屈折率を 1.33 とすると、 $n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ より $1.33 \sin 40^\circ = 1 \sin \theta_2$
 $1.33 \cdot 0.6428 = 0.85859 \sin \theta_2 = 0.85499$ より $\theta_2 = 59^\circ$ と分かる。誤差はあるが近い数値だと言える。

$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$ より $1.33 \sin \theta_1 = 1 \sin 90^\circ$ $\sin \theta_1 = 1/1.33 = 0.7519$
よって $\theta_1 = 48.5^\circ$ となる。実験結果の 45° とも近い数値である。

⑤ライトボックスを用いたレンズの実験

ライトボックスと凹凸レンズを使い、焦点距離を求める。

凸レンズ：8.8cm 凹レンズ：4.5cm となった。

実験結果より、物体とレンズとの距離 a ：常に正

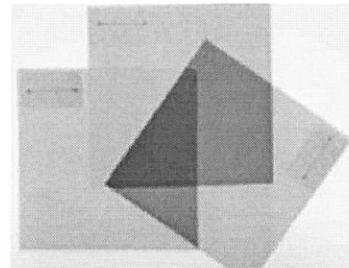
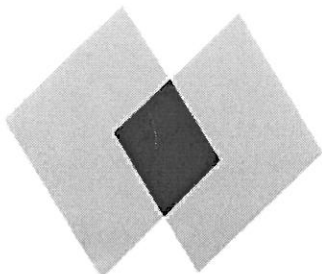
レンズと像との距離 b ：レンズ後方は正、レンズ手前は負

焦点距離 f ：凸レンズは正、凹レンズは負

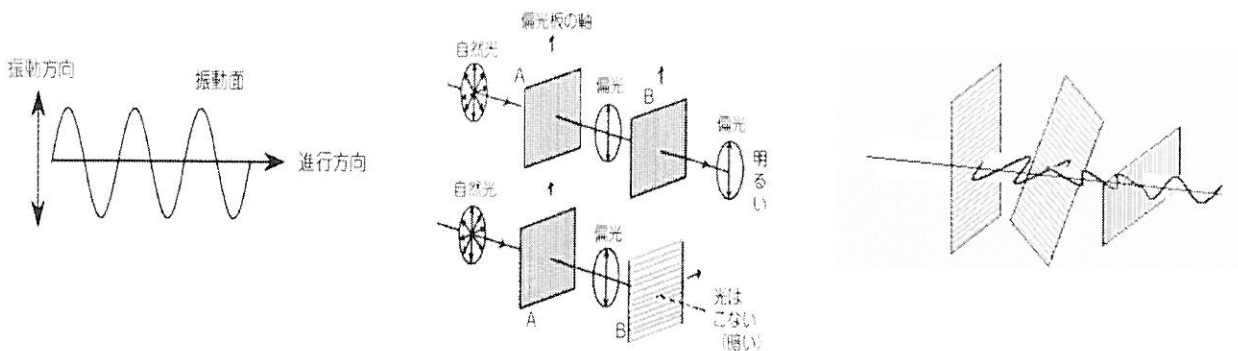
であることが分かった。また、凸レンズのとき、 $a=f$ なら像はできず、 $a < f$ のときに虚像 ($b < 0$) ができる。

⑥偏光-1

偏光板を2枚あるいは3枚重ねて明るさの観察をすると、2枚重ねた時に、偏光板の向きによって重ねた部分が真っ暗になった。そして、3枚目のある角度で重ねると真っ黒になっていた部分が再び透けてグレーに見えるようになった。



光は横波で、その振動面が太陽光などでは 360° 全ての角度を含んでいる。この偏光板ではそのうちの1つの振動面を持つ光だけを通すので、同じ向きに2枚重ねた時には光を通すが、2枚のうちの1枚を 90° 回転させて重ねると、光りが遮断されて通れなくなるので重ねたところは真っ暗になる。また、3枚重ねたときも、重ねた2枚の偏光板の間に 45° で3枚目を差し込むことによって、通す光の量は減って見た目はグレーになるが、光を通すようになると考えられる。

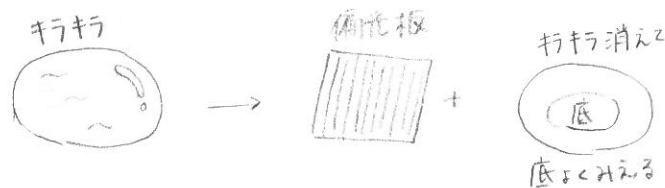


⑦ 偏光-2

・水を入れたバケツの水面の反射光

偏光板の向きを変えながらバケツをのぞくと、ある方向に偏光板を向けてのぞくと水面のキラキラした部分が消えて、バケツの底がよく見えるようになった。

これは偏光板を使ったことで水面の反射光が取り除かれ、水中がはっきりと見えるようになったためである。



・ガラス窓の反射光

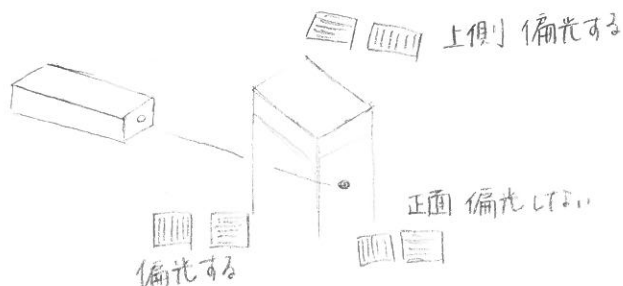
ガラス窓に写ったカーテンを偏光板を通して見ると、カーテンの陰は消え、外の様子がはっきりと見えた。

これは、偏光板を使うことで、外の太陽光は偏光せず、ガラス窓の反射光を偏光しているためである。

・ミルクを入れた容器

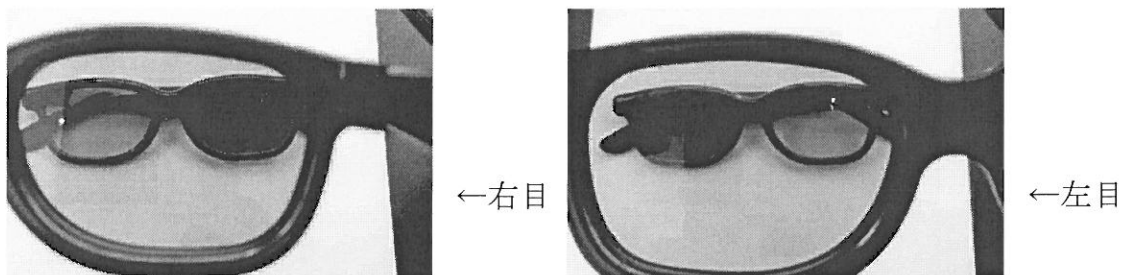
ミルクを入れた容器にレーザー光を当て、側面から偏光板を通して見るとき、レーザー光の向きに対して垂直方向から偏光板を用いて容器をのぞくと偏光したが、レーザー光の進む向きからのぞいても偏光しない。上部から見ると偏光した。

光はある方向に振動しながら進んで行くため、レーザー光の進む向きからのぞくと360° 様々な方向に光は向いているが、レーザー光の向きに対して垂直方向から偏光板を用いて容器をのぞくと光が様々な方向に向いているのは見る事ができない。光のしかし上部からのぞいた場合も、レーザー光の向きに対して垂直方向から偏光板を用いて容器をのぞくときと同様である。



⑧ 3D映画用眼鏡

2人が眼鏡をかけた状態で、相手の顔を見ながら片目をつぶる。するとつぶった目を変えるとそれぞれ相手の別側のレンズが真っ暗になって見えた。

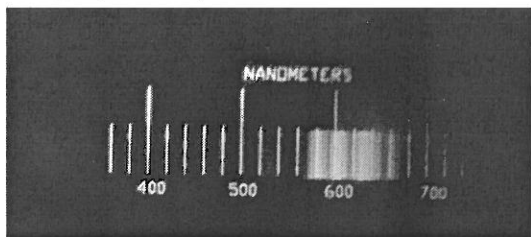


右目用のフィルタは左回転円偏光を使用し、スクリーンで反射して右回転になり、右目だけで見えるようになる。左目用はその逆にすることで、右目は右目用プロジェクタ (=右カメラ) の画像のみ、左目は左目プロジェクタの画像のみ見ることになり、映像を奥行きのある立体として感じることができる。

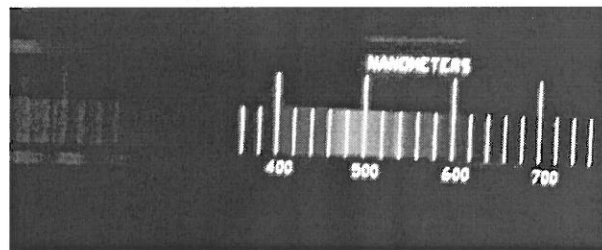
⑨ 光のスペクトルの観察

ライトによって分光器のさす色は異なった。

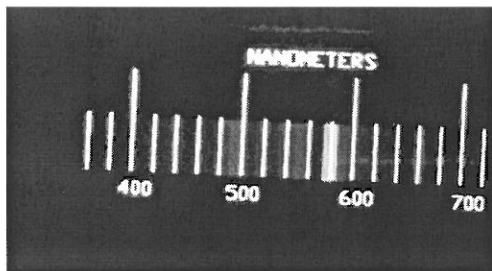
赤(イオン)



青(Hg)



ピンク(ヘリウム)



それぞれスペクトルの色が違うことから、波長の違いを確認することができた。

○ 感想

今回の実験では様々な実験を通して光の干渉、全反射、偏光などを学ぶことができました。光ファイバーや偏光板の実験では、身近なところに光の性質が活かされていたり、普段気に留めないようなところにも光の持つ性質が現れていたりするのだと気がつきました。実験をすることでこれらの性質をより納得できる形で確認することができたと思います。

A red handwritten signature, likely the author's name, written in a cursive style.