

物理学実験における電波実験の導入について — マイクロ波による電波実験 —

上野 賢仁* 天本 徳浩** 池田 達裕***

Introduction of Radio Wave Experiment into Physics Laboratory — Experiment using Microwave —

by

Takahito UENO*, Tokuhiro AMAMOTO** and Tatsuyu IKEDA***

要 旨

2年次に開講されている「物理学実験」では、実験項目を複数用意し、各学科の特徴を考慮して選び、実施している。実験項目は定期的に見直し、新たな項目の追加を行っている。今回は、波動に関する実験を拡充するため、マイクロ波を使った実験装置を導入した。本報では、この装置で反射、定常波、屈折、偏光、干渉の実験を試行し、講義への導入について検討した。

Key Words : Physics laboratory, radio wave, microwave

1. はじめに

本学の「物理学実験」の講義では、現状、波動に関する実験は光の回折による「光の波長測定」がある。今回、波動に関する実験を充実させるため、実験室内の限られた空間で実施が可能なマイクロ波を使った実験装置を導入した。本報では、装置で行える実験例のうち5項目について試行実験を行い、講義への導入について検討した。

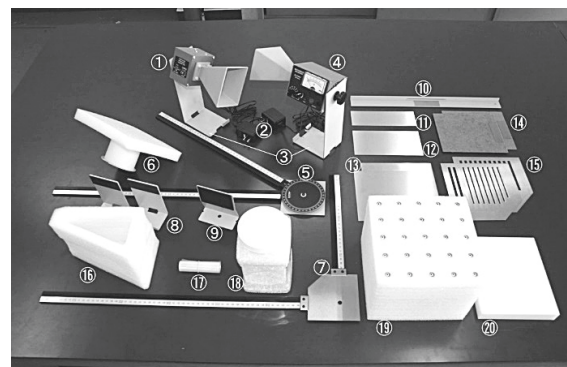


図-1 電波実験器の構成品

2. 実験装置

装置は、電波実験器 WA-9314SC(株島津理化)である(図-1)。説明書¹⁾では11項目の実験が

示されているが、機器のうち反射、定常波、屈折、偏光、干渉に必要な機器を用いた。

* 崇城大学総合教育センター教授

** 同上准教授

*** 元崇城大学総合教育センター教授

3. 実験方法と結果

3.1 反射の実験

送信器、受信器、測角器、回転スタンド、金属反射板を図-2のように配置する（構成品①～⑤、⑨、⑬）。送信器と受信器の偏波の方向を同じにし、受信器のレンジを合わせる。入射角を45°に固定し、受信器側の角度を変え、受信器のメーターの値が最大となるときの角度を求める（結果：269.9°）。

次に、入射角を変化させ、受信器のメーターの値が最大となるときの角度を測定し、反射角を求める（結果：表-1）。

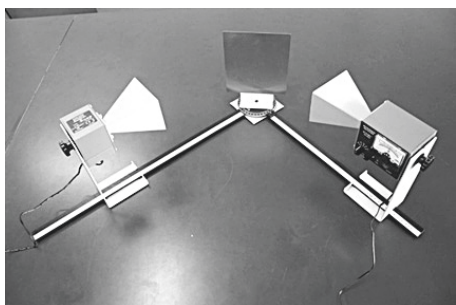


図-2 反射の実験

表-1 反射角の測定値

入射角	反射角
20.0°	20.2°
30.0°	30.8°
40.0°	39.5°
50.0°	48.5°

3.2 定常波の測定

装置のホーンはマイクロ波の一部を反射するため、送受信器間の距離が半波長の倍数のとき定常波が生じる。

$$d = m \lambda / 2 \quad \dots(1)$$

ここに、 d ：送受信器間の距離、 m ：任意の自然数、 λ ：マイクロ波の波長である。

このことからマイクロ波の波長を求める。

送信器、受信器、測角器を図-3のように配置する（①～⑤）。一旦、受信器を送信器に近づけてから受信器を遠ざかる向きに1～2 cm程度動かす、受信器のメーターの値が最大となる位置に合わせ、位置を記録する（最初の受信器

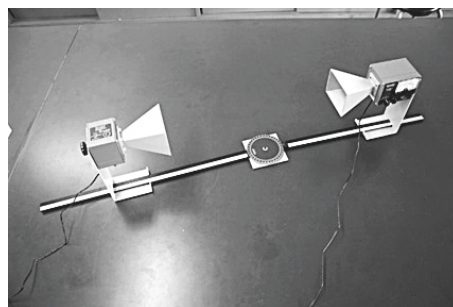


図-3 定常波の測定

の位置)。

メーターを見ながら、受信器を徐々に遠ざけ、極小値を10回通過してから再び最大となる場所に合わせ、位置を記録する（受信器の最終位置）。測定結果から波長を計算する（結果：2.912 cm。説明書の値は2.85 cmで、誤差は2.18%）。

3.3 プリズムによる屈折

スチレンペレットを満たしたプリズムモデルを使用して屈折角を測定し、スチレンペレットの屈折率を次式を用いて求める。

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2 \quad \dots(2)$$

ここに、 n_1 、 n_2 ：それぞれの媒質の屈折率、 θ_1 ：入射角、 θ_2 ：屈折角である。

送信器、受信器、測角器、回転台、プリズムを図-4のように配置し、プリズム枠の中にス

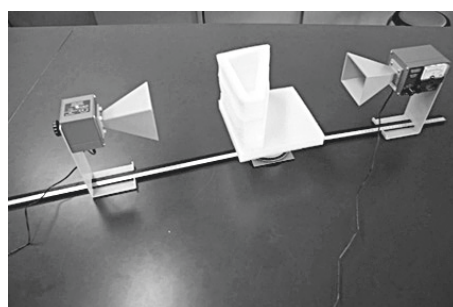


図-4 プリズムによる屈折の実験

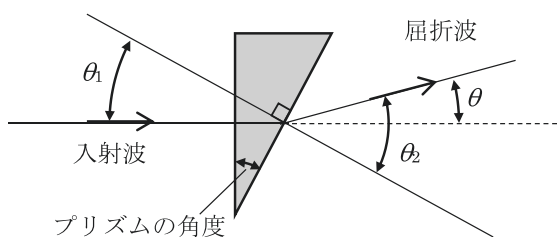


図-5 プリズムでの屈折

チレンペレットを満たす (①~⑨)。プリズム前面を入射に対して垂直にし、受信器側を回転させて屈折波が最大となる角度 θ を読み取る。プリズムの角度を分度器で測定し、図-5の関係から θ_1 (プリズムの角度と等しくなる)、 θ の値から θ_2 を求める。(2)式と空気の絶対屈折率1.00を用いてスチレンペレットの屈折率を求める (結果:表-2)。

表-2 プリズムによる屈折の実験結果

θ	9.2°
θ_1	23.3°
$\theta_2 (= \theta_1 + \theta)$	32.5°
n_1/n_2	0.736
n_2	1.36

3.4 偏波 (偏光)

定常波の測定と同じく図-3のように送信器、受信器、測角器を配置し、受信器のメーターの値がフルスケールになるように調整し、受信器または送信器を回転させることによって偏波面を回転させてメーターの値を計測する (結果:図-6)。

次に、偏波面を0°に戻し、図-7のように送

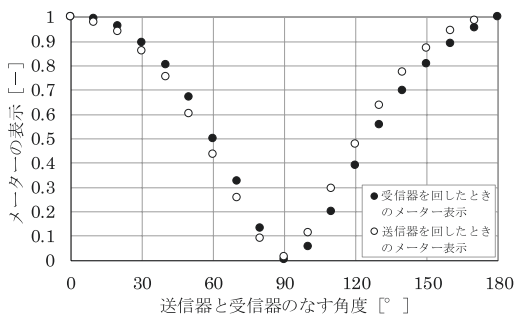


図-6 偏波の実験結果

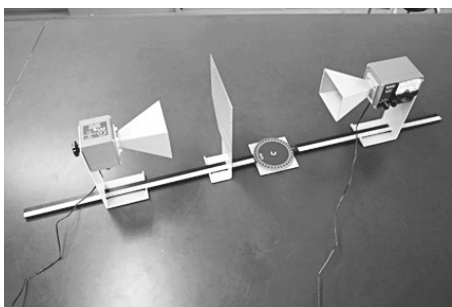


図-7 偏波 (偏光) の実験 (偏光板モデル)

信器と受信器の間に付属スタンドと偏光板モデル (スリット溝付きの金属版) を配置する (①~⑤、⑧、⑮)。偏光板モデルを水平面に対して0°と90°にしたときのメーターの値を計測する (結果:表-3)。

表-3 偏光板モデルの角度とメーター表示

偏光板モデルの角度	メーターの表示
偏光板モデルなし	0.500(調整)
0°	0.566
90°	0.126

3.5 複スリットによる干渉

図-8のように送信器、受信器、測角器、回転スタンド、スリット用アーム、金属反射板2

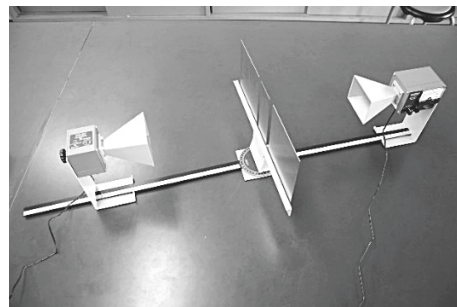


図-8 複スリットの実験

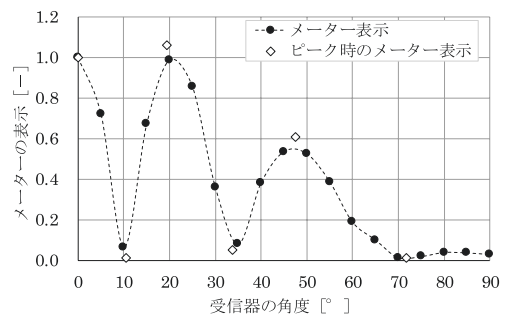


図-9 複スリットの実験結果 (スペーサー小)

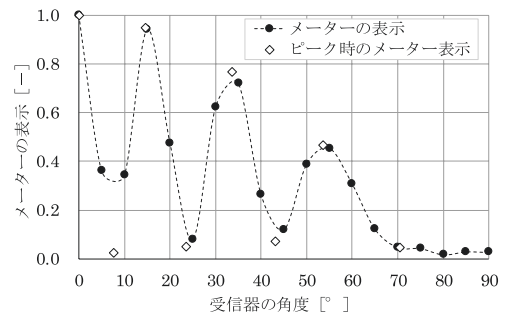


図-10 複スリットの実験結果 (スペーサー大)

枚、スリットスペーサー（小：幅6 cm、大：幅9 cm）を配置する（①～⑤、⑨～⑬）。スリットを1.5 cmにし、受信器を送信器の正面のできるだけ遠い位置におく。受信器のメーターがフルスケールを指すように増幅度と感度を調整し、受信器側の角度を 0° ～ 90° の範囲で 5° ずつ変化させ、メーターの値を記録する。これをスリット小と大について行う。別途、極大と極小のとき（ピーク時）のメーターの値を記録する（結果：図-9、図-10）。

なお、参考として最初の極小のときの角度を用いて波長を計算すると、小のとき2.73 cm（誤差4.56%）、大のとき2.78 cm（誤差2.46%）となった。

4. おわりに

本学「物理学実験」に新しく電波の実験を追加するため、電波実験器を導入し、この装置でできる実験のうち、反射、定常波、屈折、偏光、干渉の実験について試行した。結果を踏まえ、講義の時間と計測、計算、導入した装置の数、「光の波長測定」実験との関係などを考慮すると、今回は定常波の実験とプリズムによる屈折の2つの実験の追加が適当であると思われる。今回の試行実験を踏まえて、実験指導書を作成し、今期（平成30年度後期）の講義から実験項目に取り入れる予定である。なお、実験の内容や方法については実際の講義に合わせて改良するとともに、本装置を使った他の実験についても引き続き検討を行う。

謝辞

実験装置は崇城大学教育重点配分予算で購入したものである。ここに記して感謝いたします。

参考文献

- 1) 株式会社島津理化：「取扱説明書 電波実験器 WA-9314SC」。