1. **実験目的**

オッシロスコープの基本的な使い方を理解し、それを応用して音速を測定してみる。

1. **原理**

　オッシロスコープに、ＸｃｈとＹｃｈから同時に信号を入力し、TIME/DIVダイヤルをX－Y掃引にすると、ＸとＹの関係によってリサージュ図形が描かれる。これに注目し、ＸｃｈとＹｃｈから入力される信号の時間位相より、超音波の波長を測定する。

　また、音速ｖは振動数をｆ、波長をλとすると、

ｖ＝ｆλ　　　　　（１）

と表せる。これを利用することにより、実験室での音速を求める。

1. **方法**

１）オッシロスコープ、発振器、超音波送信器×２を図１のように接続した。

　※Ｙｃｈに接続した超音波送信器は、受信器として使用した。（以下、超音

　　波受信器とする）

２）オッシロスコープのTIME/DIVダイヤルを「X-Y」の位置に調節した。

３）オッシロスコープのブラウン管を見ながら発振器を調節し、４０kHz付

　近でＹ方向のふれが最も大きい地点に合わせた。

４）超音波受信器を送信器から徐々に遠ざけ、ブラウン管に表示されるリサージュ図形がＹ＝Ｘとなる地点での送信器からの距離を４０回まで測定した。

５）周波数カウンターを用いて、発振器の超音波の周波数を測定した。

６）式（１）より音速を測定した。

1. **実験結果**

以下に実験結果を表１としてまとめる。

表１　超音波発振器と受信器の距離



よって、波長λは

λ＝350.07÷(20×20)

　＝0.875175(cm)

　＝0.0088(m)

超音波の振動数ｆ

ｆ＝39.83(kHz)

従って式（１）より音速ｖは

ｖ＝ｆλ

　＝39830×0.0088

　＝350.50(m/s)

1. **考察**

・理論値との比較

　気温をｔ（℃）としたとき、一般に音速ｖは

ｖ＝331.5＋0.6ｔ(m/s)　　　（２）

で表される。実験日の気温は23.0(℃)だったため、理論値を求めると

ｖ＝331.5＋0.6×23

　＝345.3(m/s)

となる。この値から波長λを逆算すると、

λ＝ｖ÷ｆ

　＝345.3÷39830

　＝0.008669(m)

となる。一方、測定した波長λは0.00875175(m)である。この誤差の要因としては、超音波発振器と受信器の間隔を正確に読みとれなかったことが考えられる。

　また、オッシロスコープは長時間使用し続けていたため、機械の温度が上昇していた。波長の測定を行っていたのはそのすぐそばだったので、実際に音速を測った現場の気温は、室温より高かったことも考えられる。波長が正確であるものと仮定し、現場の気温を求めてみると、式（２）より

ｔ＝(350.50－331.5)÷0.6

　＝31.67(℃)

となる。現場の気温を測っていなかったので実際の値は分からないが、自分では思った以上に温度が上昇していることを感じた。よって今回の実験結果は、案外正確な値に近いとも考えられると思う。

・オッシロスコープのブラウン管の表示がＹ＝Ｘであるときの条件

　今回は一台の発振器から信号を発生させた。仮に全く同じ信号がＸｃｈとＹｃｈに入力された場合、ブラウン管のリサージュ図形には円が描かれる。しかし実際には、Ｘｃｈに直接入力された信号と受信器から入力された信号には、発振器から受信器までの間を超音波が伝わるだけにかかる時間による位相差が生じる。　リサージュ図形のＸ及びＹは

Ｘ＝a cosθ　Y＝b sinθ

で与えられるため、グラフに表すと重なる状態、つまりＹ＝Ｘになる。このとき、　θ＝π／２　となる。よって表示がＹ＝Ｘの状態では、位相差θはπ／２であることが分かる。