

# マイクロ波の性質

2年B組 寺川 峻平

指導教員 米田 隆恒

## 1. 要約

マイクロ波実験装置を使用し、マイクロ波の性質を理解するために様々な実験を行った。この論文ではその実験結果を報告する。

キーワード マイクロ波、オシロスコープ、電圧、反射

## 2. 研究の背景と目的

現代社会では様々な電波が利用されており、電波についての知識を持つことは重要であると考えられる。

今回の研究の目的は大きく分けて2つある。まずは、電波の中でも「マイクロ波」と呼ばれるものの性質を調べること。そして、オシロスコープなどの実験器具についての正しい知識を得ることである。

## 3. 研究内容

マイクロ波の一種は電子レンジや携帯電話にも使われている。マイクロ波とは、電波の周波数による分類の一つであり、「マイクロ」は、電波の中で最も短い波長域であることを意味する。今回はマイクロ波を用いて4つの実験を行った。

実験にはマイクロ波発生装置(以下、送信機という)、マイクロ波受信装置(以下、受信機という)、オシロスコープ、アルミ板、ばねを使用した。送信機の規格は24 GHzである。

送信機から受信機にマイクロ波が到

達すると、受信機の出力が変化するという仕組みである。

受信機の出力端子にオシロスコープを接続し、受信機から出力された波形が表示されるようにした。これによって、受信状況を詳しく調べることができるようになった。

基礎実験として、送信機と受信機の間にも何も無い状態で受信機がマイクロ波を検知したときの波形を調べた。その結果、超高周波の波が出力されることが確認できた(図1)。

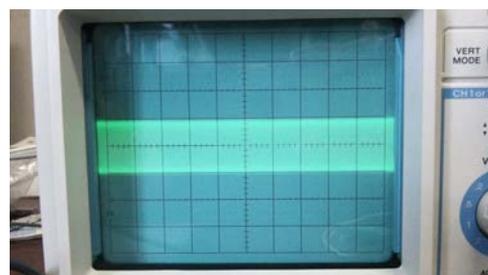


図1 超高周波の波形

周波数とは、電気振動などの現象が単位時間あたりに繰り返される回数のことであり、高周波とはこの振動が単位時間あたりに多いものことである。

マイクロ波が検知されたときの出力電圧は約 20 mV であった。

### 〈実験 1〉

送信機と受信機との間に遮蔽物を設置し、マイクロ波が検知されるかどうかそれぞれ 1 回ずつ計 4 回計測した。遮蔽物には以下のものを使った。

- ・アルミ板 (厚さ 0.8 mm)
- ・コピー用紙 (A4 版 厚さ 0.1 mm)
- ・分厚い辞書 (A5 判 厚さ約 45 mm)
- ・手のひら

#### [結果]

遮蔽物にアルミ板を用いたときにはマイクロ波が検知されなかった(図 2)。

コピー用紙を用いたときにはマイクロ波が検知された(図 3)。

分厚い辞書を用いたときにはコピー用紙を用いたときよりも出力される信号の電圧が低かった(図 4)。

手のひらを用いたときにはマイクロ波が検知されなかった(図 5)。

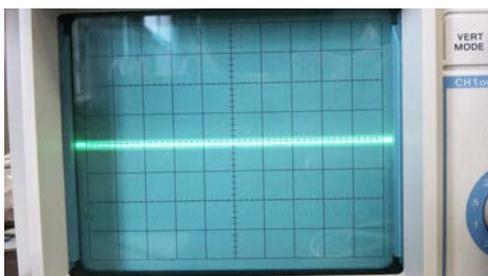


図 2 厚さ 0.8 mm のアルミ板

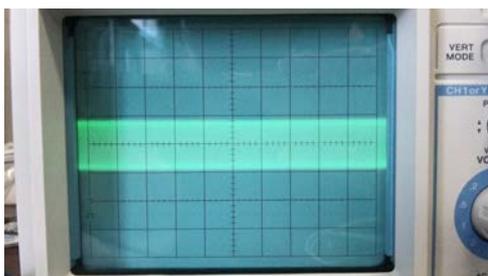


図 3 厚さ 0.1 mm のコピー用紙

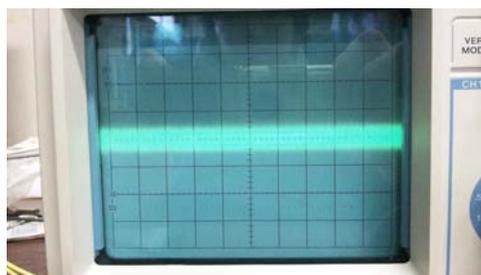


図 4 厚さ 45 mm の辞書

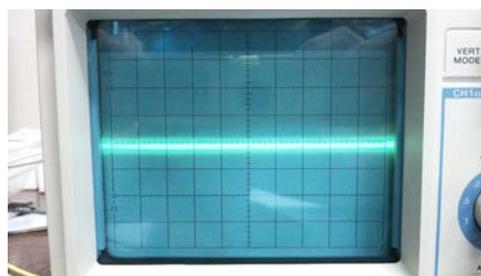


図 5 手のひら

### 〈実験 2〉

送信機、受信機、アルミ板を図 6 のように配置し、マイクロ波が検知されるかどうかを調べる。

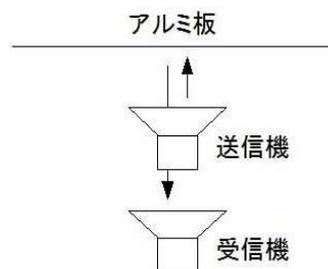


図 6 実験器具の配置

#### [結果]

検知された。

### 〈実験 3〉

実験 2 のアルミ板と送信機(受信機)の間隔を変えて、出力される波形の変化を調べる。

[結果]

出力された信号の電圧が、アルミ板を約 3 mm 動かすごとに大きくなったり小さくなったりした。

〈実験4〉

送信機と受信機との間に金属製の格子を設置し、マイクロ波が検知されるかどうか調べる。また、格子の間隔を広げたり狭めたりして、どのような信号が出力されるか調べる。

実験に用いる格子には自由に間隔を調節できる大きめの押しばねを用いた。ばねを設置するときに、ばねの向きがマイクロ波の波と平行になるようにする。

図7 使用した押しばね



[結果]

ばねの長さを固定して、図8のように移動させると、出力された信号の電圧が、ある一定の周期で大きくなったり小さくなったりした。

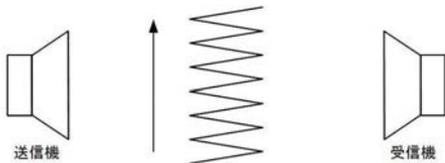


図8 実験のようす

また、ばねを縮めて行き、ばね線の間隔が 5 mm 程になるとマイクロ波が

遮断されて検知されなくなった。

#### 4. 考察

上記の実験結果から、マイクロ波の性質を考える。

(i) マイクロ波は人体と金属を通り抜けることができないが、紙は通り抜けることができる。人体は金属と同様、通電性があるからだろうか。

(ii) 実験2から、マイクロ波は金属によって反射されることがわかる。

(iii) 実験3において、電圧が最も低いときはアルミ板の位置が図9のようになって入射波と反射波が打ち消しあって 0 V となり、電圧が最も高いときはアルミ板の位置が図10のようになって入射波と反射波が互いに強め合っていると考えられる。図9、図10では入射波を実線、反射波を破線で表す。

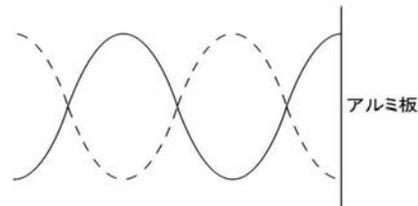


図9 打ち消しあう場合

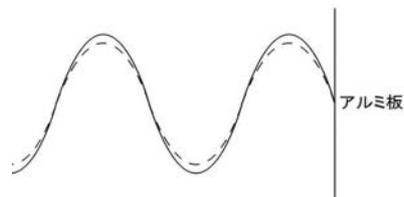


図10 強めあう場合

また、これらの2つの現象は1つの波長で2回ずつ繰り返される(図11)。

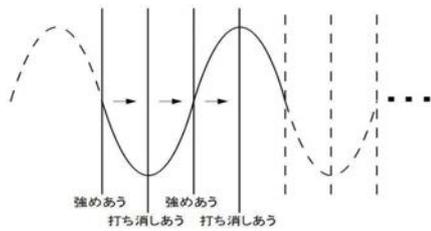


図 11 1つの波長のようす

マイクロ波の波長(m)は、  
 電波の速度(m/s)÷周波数(Hz)  
 で求めることができる。電波の速度  
 を 30 万 m/s、周波数を送信機の規格  
 である 24GHz と仮定すると、  
 波長=30 万 (m/s)÷24 (GHz)  
 =0.0125 (m)  
 =12.5 (mm) …①

また、実験結果の 3 mm ごとに電圧  
 が変化するという現象は、1つの波  
 形の中で電圧が変化する回数を図 11  
 より 4 回とすると、

$$3 (\text{mm}) \times 4 = 12.5 (\text{mm}) \quad \dots \textcircled{2}$$

となり、①と②から、実験 3 によっ  
 てマイクロ波の波長を測定するこ  
 とが可能であるということがわかった。

(iv) 実験 4 において、マイクロ波がば  
 ねの隙間を通った場合は受信機で検  
 知される。しかし、マイクロ波がば  
 ねに当たった場合、金属を通り抜ける  
 ことができないので、受信機では検  
 知されないと考えられる。したがっ  
 て、極細かな格子を使えば金属の板  
 を使ったのと同じような遮蔽効果が  
 得られると考えられる。

## 5. 今後の課題

今回は回折という現象について実験

していないので、今後それについても  
 調べたい。また、今回の実験では位置  
 決めなどを目測で行っていた。これを  
 改め、実験の精度向上を目指したいと  
 考えている。

## 6. 参考文献

- [1] マイクロ波 - Wikipedia  
[Ja.wikipedia.org/wiki/電波](http://ja.wikipedia.org/wiki/電波)
- [2] 電磁波 - Wikipedia  
[Ja.wikipedia.org/wiki/電磁波](http://ja.wikipedia.org/wiki/電磁波)
- [3] 電波 - Wikipedia  
[Ja.wikipedia.org/wiki/電波](http://ja.wikipedia.org/wiki/電波)
- [4] 周波数と波長  
<http://bakuretsu.atso-net.jp/bakuretsu/radio/kiso/05.html>

## 7. 謝辞

今回の研究では顧問の米田先生や物  
 理班の先輩方に様々なご指導を頂きま  
 した。この場をお借りして、深くお礼  
 申し上げます。