

北海道支部特集

## 「光るアンテナ」作成と共鳴実験

菅原 陽 北海道札幌南陵高校

電波の共鳴を直感的に説明できる装置として携帯電話の「光るアンテナ」を物理実験に利用する例を紹介し、作成を試みました。直接目で見ることの難しい音波と電波の「共鳴」の現象を直感的に理解できるものと思います。

### 1. はじめに

私たちの使用する携帯電話は800～850MHzの領域と1.5及び2GHz付近に各社の電波の使用領域が割り当てられています。この周波数の電波の共鳴を利用して、私たちは発信局からの信号を受け取り、さらに音(空気振動)に変換して、耳で聞きとります。音も電波も同じ原理(共鳴)によって遠くの情報を伝えることをこれらの装置は直感的に分かりやすく理解できると考えます。

### 2. 電波の共鳴器(光るアンテナタイプ1)の作成

準備するもの

- ア 高輝度発光ダイオード(輝度の高いもの)
- イ ショットキーバリアダイオード(高周波用1SS99など)
- ウ はんだゴテ, はんだ,
- エ アンテナ(細い被膜電線コード10cm)
- オ 携帯電話,(PHSは出力が弱いので見えにくい)
- カ 定規(30cm)

光るアンテナタイプ1の回路・実体配線図・実物写真

図1に回路図と実体配線図および写真を掲載しました。

回路は非常にシンプルで部品さえ手に入れば、はんだ付け作業の経験者であれば誰でも簡単に作成できます。購入部品の原価は1つ百円程度です。

図と写真のように部品をはんだ付けし、アンテナの長さを使用電波の $1/4\lambda$ にすれば完成します。

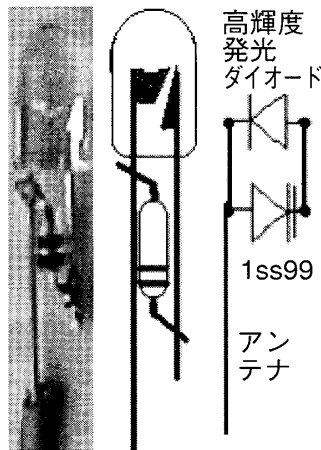


図1

### 3. 電波の共鳴 実験1

携帯電話の電波で発光ダイオードが光ります。その使用電波帯域の種類により、携帯電話のメーカーや型番により反応するアンテナの長さは異なります。

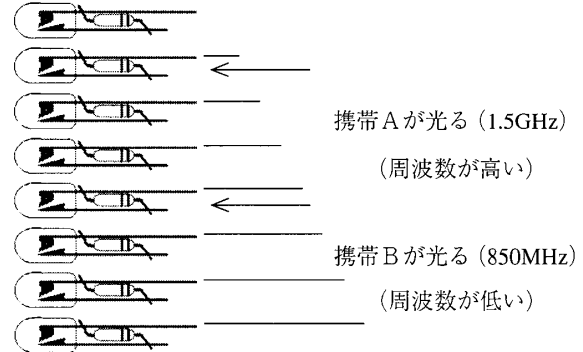


図2

電波の受信と発光させるための電圧と電流変化は下記のように考えられます。ショットキーダイオードは電流を片方向に整流し、その位置の電流値の振幅が大きければよく光ることになります。電流と電圧は位相が $\pi/4$ となり、図3のようになっていると推測しています。

(Aはダイオード)

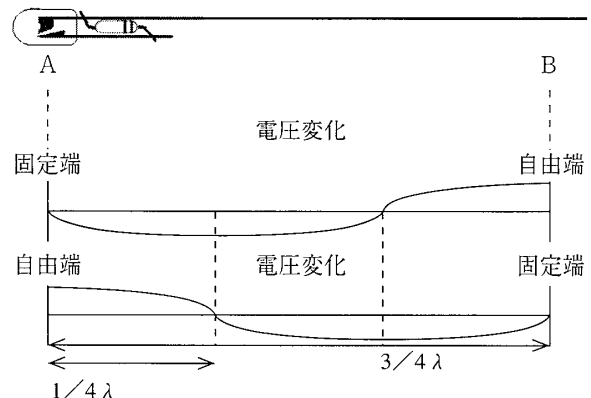


図3

#### 4. 電波の共鳴 実験2

携帯電話は種類により、携帯電話Aは1.5G(ギガ)、携帯電話Bは850M(メガ)のように電波の周波数が異なります。音も電波も高い周波数では短いアンテナが反応し、低い周波数で長いアンテナが反応します。

電波は目に見えませんが、この光るアンテナを使用すると、音やその他の実験と同じ原理で反応していることが観察できます。

##### 実験2

アンテナを長くして発信電波の位置をずらして実験すると光らない所、光る所が一定間隔になることも観察できます。

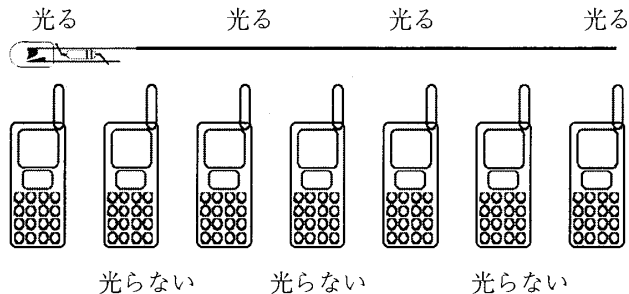


図4

この結果も音やその他の振動の実験と似てます。

これらの実験を片持ちばりの振動実験器とともに比較実験するとアンテナの長さは、 $1/4\lambda$   $3/4\lambda$  で共鳴振動することが目に見え、音も電波も全く同じ原理で共鳴していることが直感的に理解されます。

##### 光るアンテナタイプ1のアンテナの特徴

実際に作成した直線状のアンテナの特徴は

- ① アンテナの長さによって、共鳴状態が変わる。
- ② 基礎的物理現象の理解には「教育的」である。
- ③ 電波が弱いと光りにくい。

つまり、携帯電話やPHS電話に使用されている共鳴周波数や強度が種類によって異なるために、このままでは光る場合と光らない場合があり、作成し自分の携帯電話に合わせても、他の携帯電話のほとんどには共鳴しない事態になります。

せっかく作成しても光らないアンテナでは価値が半減し、興味ある実験の演出場面も少なくなります。

#### 5. 光るアンテナタイプ2の作成 (とにかく光るアンテナ)

そこで、電波の強度がある程度以上あればまずは光り、かつ共鳴周波数の実験も出来るアンテナを作成します。

下記のようにアンテナの径にあわせて6巻きぐらいのコイルをつけると、携帯電話のアンテナから発信する電波を効率よく受信し光やすくなります。PHSの中にも良く光るものが出てきます。(このタイプは科学の祭典2002全国大会でアマチュア無線協会の方々が作成した方法です。)

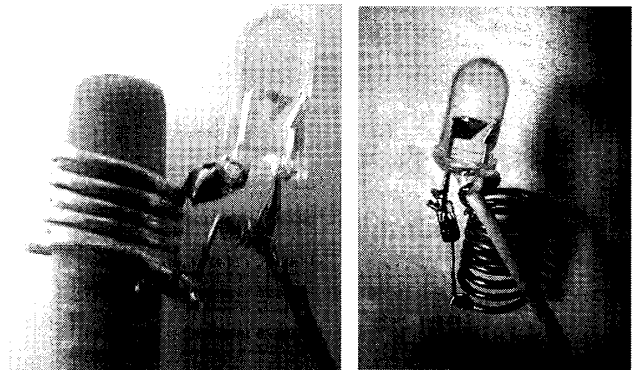


図3 左は6回、右は8回巻き。機種依存性あり。

完成したアンテナの写真を見れば一目瞭然ですが、コイルをショットキーダイオードと高輝度発光ダイオードの間に入れてはんだ付けをします。また、このコイルは裸線ですが、これに針金を接触させると針金はアンテナの役割をします。こうすると、「実験2」を実施できます。

図3の右の写真のようにフォトダイオードの足にハンダ付けしたコードを結んでおくと金属疲労を起こしにくく、またもう1端を携帯電話のどこかに結んでおくと無くしたり落としたりする事故を防げます。

##### 電波強度と周波数による機種依存性

cdma1の機種は電波強度に合わせて自らの発信強度を調整するため基地局が近くでは電波が弱く光りません。基地局が遠いか場所により電波が届きにくい所では良く光ります。ですから、電波を遮断するもので覆うと光ります。さらに写真のように導通するコードをはんだ付けすると、その長さに対応する周波数で電波を受信するので機種による長さの調整が必要です。こうして光るアクセサリーかつ電波の共鳴実験ツールが完成です。