

# ーゲルマニウムダイオードラジオー

本教材は宇宙とのつながりを軸として科学を身近に感じてもらうために作った科学教材です。本教材の利用による事故等については一切責任を持ちかねますので、本教材の利用は、経験のある指導者の指導の下に行ってください。



●教材提供●  
日本宇宙少年団  
おおいた分団 高橋 徹氏  
大分工業高等専門学校  
電気電子工学科准教授 木本智幸氏

2008年4月1日 発行  
2013年4月1日 改訂

## 目標とねらい

電波による通信が宇宙における通信の主役です。AM放送を受信することのできる簡単なゲルマニウムダイオードラジオを作り、実際に受信して楽しめます。聞こえる音を大きくするために、受信した信号を増幅する回路にも挑戦します。

ループアンテナ作りにも挑戦し、偏波のふしぎを体験します。

対象学年	小学校高学年以上	所要時間	3～4時間
------	----------	------	-------

## 1 材料や工具の用意

一般にはゲルマニウムダイオードラジオキットとして販売されています。例えば「ゲルマラジオキット（秋月電子通商 <http://akizukidenshi.com/> 約600円）」があります。（下記の電子部品の中のゲルマニウムダイオードやクリスタルイヤホンなどは、キットを買って必要な部品を取り出したほうが安くつく場合があります。）

### ●工作に使う材料

<p>【電気部品類】</p> <p>ゲルマニウムダイオードラジオ</p> <p><input type="checkbox"/>ゲルマニウムダイオード（IN60）1個</p> <p><input type="checkbox"/>クリスタルイヤホン 1個</p> <p><input type="checkbox"/>抵抗 各1個（10kΩ、22kΩ、51kΩ、100kΩ、3kΩ、220kΩ）</p> <p><input type="checkbox"/>電解コンデンサ（10μF）2個</p> <p><input type="checkbox"/>蓑虫クリップ 10個</p> <p><input type="checkbox"/>リード線 25cm×4 = 1m</p> <p><input type="checkbox"/>ポリウレタン銅線 10m</p> <p><input type="checkbox"/>トランジスタ（2SC1815）1個</p> <p><input type="checkbox"/>電池ケース（1.5V単3乾電池2本型）1個</p> <p><input type="checkbox"/>電池ケース用（または006P電池用）リード線つきスナップ</p>	<p><input type="checkbox"/>乾電池（1.5V単3）2個</p> <p>ループアンテナ用</p> <p><input type="checkbox"/>コンデンサ1個（3000pF）</p> <p><input type="checkbox"/>バリコン1個（静電容量250pFくらい。例：共立エレシヨップAM用単連ポリバリコン / CBM-113B-IC4）</p> <p><input type="checkbox"/>リード線 約25m</p> <p>*これらの部品は電子部品販売店で売っていますが通信販売もあります。</p> <p>&lt;例&gt;</p> <p>秋月電子通商 <a href="http://akizukidenshi.com/">http://akizukidenshi.com/</a></p> <p>千石電商 <a href="http://www.sengoku.co.jp/">http://www.sengoku.co.jp/</a></p> <p>【工具など】</p> <p>①紙コップ（直径約6cm、スーパーなどにおいて</p>
--	--

ある普通のもの) 3個 ②両面テープ ③セロハンテープ	④紙ヤスリ (# 100 ~ # 150) ⑤アルミホイル (家庭用のものでよい。A4 サイズに切る) 2枚
-----------------------------------	---

## ●指導者用に用意するもの

<b>【指導者用に用意するもの】</b> ①はさみ、セロハンテープ、両面テープ ②電卓 ③ハンダ 子ども 1人あたり約 1m *リングハンダという比較的安全で便利なハンダもあります。 <例>: ユニオン技研 <a href="http://www.uniongiken.co.jp/">http://www.uniongiken.co.jp/</a> ④ハンダごて (指導者が使用する) ⑤道具箱 (ラジオペンチ、ニッパ、ピンセットなど) ⑥アンテナ用のリード線 (75m を 1 本、10m くらいを 1 本)	端は被覆をはぎ、製作された回路のアンテナ部から出ている蓑虫クリップで捕まえられるように、リード線を出しておくといよい。  <b>【あると便利なもの】</b> ⑦マルチテスタ (静電容量まではかれるものがあると便利) ⑧オシロスコープ (シンクロスコープ) ⑨発振器 (製作したラジオの動作チェック) 1kHz を発振し、バイアス (乾電池 1.5V でよい) をかけてラジオのアンテナ部 (コイルの両端) に入力したときイヤホンから音が聞こえれば OK。
--	---

## 2 準備と導入

### 【準備】

- ①近くの AM 放送局の周波数と方向を調べておきます。周波数  $f$  から波長  $\lambda$  を算出する以下の式を使って、アンテナに使用するために適切なリード線の長さを求めておきましょう。

電磁波の波長  $\lambda$  [m]、周波数  $f$  [Hz]、電磁波の速度 (光の速度)  $c$  [m/s] について

$$c = f \lambda \cdots \cdots (1)$$

の関係が成り立つ。電磁波の真空中の速度 (空気中もほぼ等しい)  $c$  は、

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \approx 3.0 \times 10^8 \text{ [m/s]} \cdots \cdots (2)$$

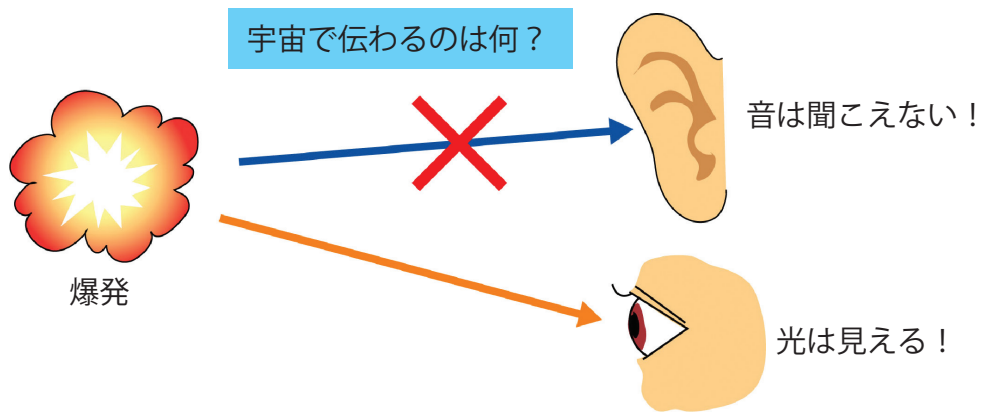
です。ラジオ局の周波数がわかれば波長  $\lambda$  は式 (1) から導出できます。

アンテナの長さ (リード線の長さ) はその波長  $\lambda$  の 1/4 として計算できます。

- ②アンテナ (リード線、波長の 1/4 程度、仮に 1MHz であるとする) を前もって張っておきます。(通常は AM 波は送信アンテナの立ち方から鉛直方向の偏波となっているので、受信アンテナを垂直方向に張るほうがよいのですが、そのような場所はなかなかないので水平に張ってもよいでしょう。この場合、放送局の方向に対して垂直にリード線を配置し、地面に対して少し斜めに張るようにすると、よく電波を受けることができます。) リード線の端は子どもたちの作った回路につなげられるように、被覆をはいで、枝分かれさせておきます。(なお、回路部分を工夫すればアンテナ線を短くすることができますが、キットなどを買うとしくみが研究できます。)
- ③上記のリード線を、雨のときのために屋内にも張っておきます (鉄筋のある場所をなるべく避ける)。
- ④ハンダづけは指導者が行いますが、子どもたちの中にやってみたいという希望者がいる場合にどうするかを決めておきます。
- ⑤安全対策をしっかりと行ってください。バンドエイドなどを用意しておきます。ハンダのにおいで気分が悪くなる場合もあるので、換気に注意しましょう。

## 【導 入】（工作に入る前の事前解説）

①ほとんどなにもない宇宙で信号が伝えられる手段は「電波や光」であることを説明します。

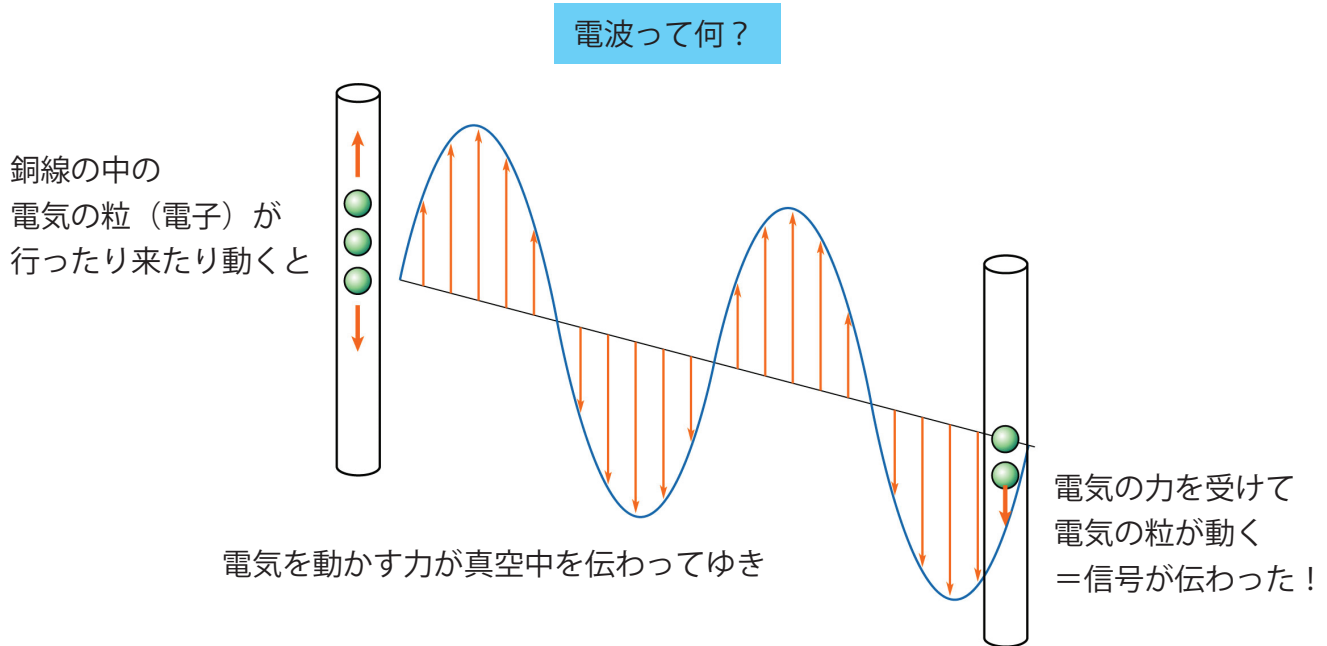


宇宙では 音は伝わらない。伝わるのは 光や電波(電磁波)。  
だから宇宙では……通信に電波を用います。

②電波って何？ ここで次のような実験をはさめるとよいでしょう。

導入演示実験例（電磁波ではなくても電気の力が空間を伝わるのがわかる実験）

- (1) テスラコイルなど（交流高電界）に蛍光管を近づけて光らせる実験
- (2) 人体に誘導している電源電圧をオシロスコープで見る実験

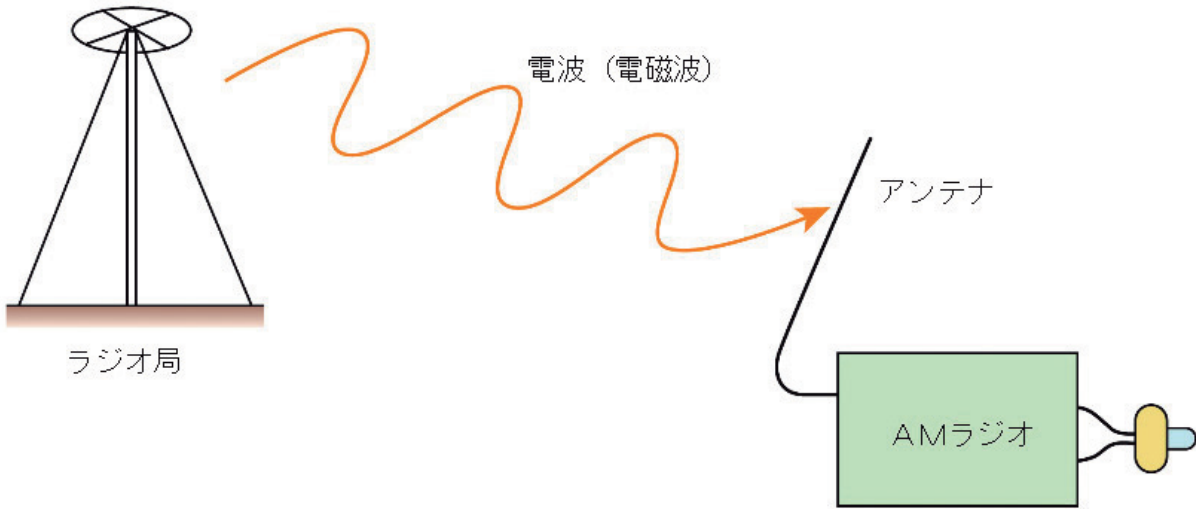


③これから作るゲルマニウムダイオードラジオについての説明をしておきましょう。

### 3 ゲルマニウムダイオードラジオの工作と実験

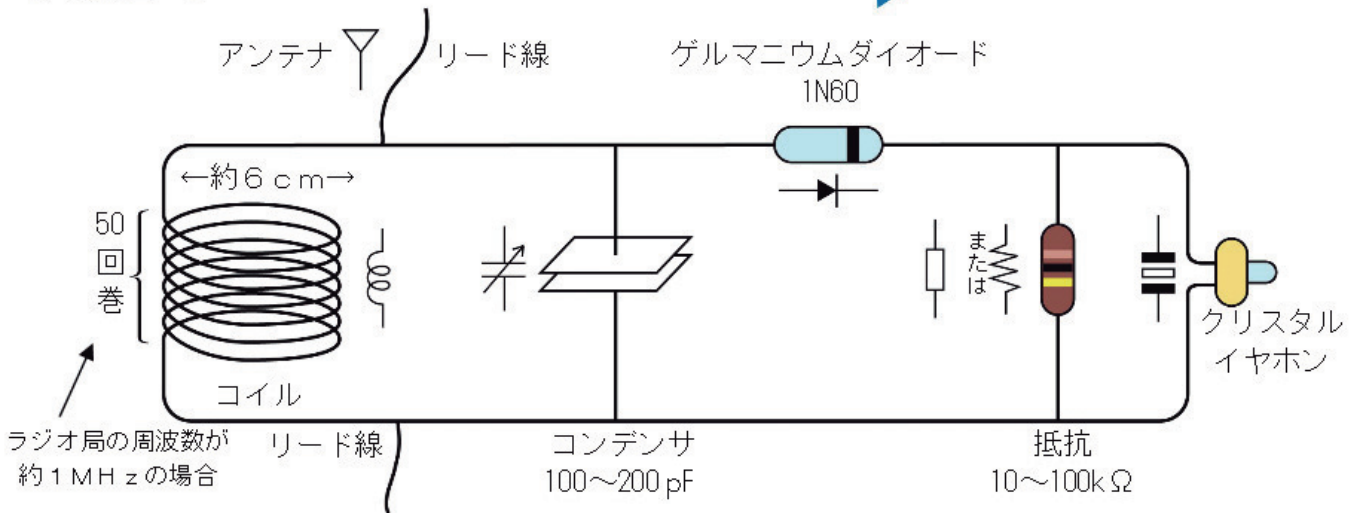
#### ①完成図および部品の準備・確認

(1) 下に完成図を示します。アンテナのリード線はあらかじめ張ってある長いアンテナ線につなぎます。(もう一方のリード線を接地してもよい。) あらかじめ近くの AM 放送局の周波数を確認しておきます。以下の②で触れますが、この値からコイルの巻数を割り出します。



中身は

#### 【 完成図 】



(2) 下の図を参照し、部品（部材）を確認してください。

(3) 簡単な加工を要するものとしては、次のようなものがあります。

ア. 両端に蓑虫クリップをつけたリード線を4本用意します。（下図ア参照）

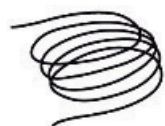
イ. クリスタルイヤホンのリード線にも蓑虫クリップをつけます。（下図イ参照）

ウ. 図のように抵抗(10kΩ ~ 100kΩ)の端とゲルマニウムダイオードの端をつけた直列部品をつくります。（下図ウ参照）

**注意** これらの部品をつくるためにはハンダづけが必要となるので、指導者があらかじめハンダづけをして用意しておきます。（特に小学校低学年には指導者があらかじめハンダづけしておいたものを用意したほうがよい。）指導者の判断で子どもたちにさせる場合にはやけどに注意しましょう。比較的安全容易にハンダづけできる便利なリングハンダというものもあります。



紙コップ×3



ポリウレタン銅線  
10m×1

イ



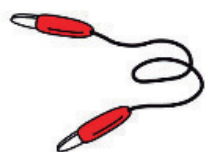
イヤホン

ウ



ダイオード+抵抗 100kΩ

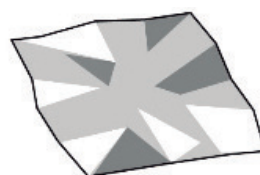
ア



リード線（アンテナ用）×4  
（増幅回路部分との接続用）



紙ヤスリ（＃100～150）



アルミホイル

- 増幅回路用
- トランジスタ 2SC1815×1
- 電解コンデンサ 10μF×2
- 抵抗 220kΩ×1, 3kΩ×1
- 乾電池ケース×1
- 乾電池（単3）×2

## ②コイル作り

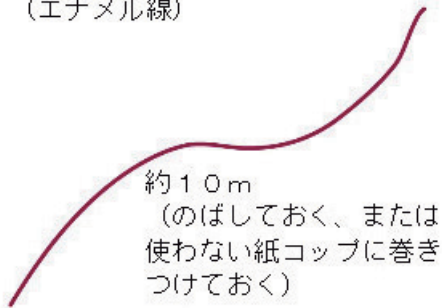
ポリウレタン銅線（またはエナメル線）を用いてコイルをつくります。巻数  $N$  は、ラジオ局の周波数  $f$  が 1MHz である場合には約 50 回巻きにしてください。仮に周波数  $f$  が 500kHz である場合には、巻数  $N'$  は約 100 回巻になります。すなわち、

$$N' = (f/f)N$$

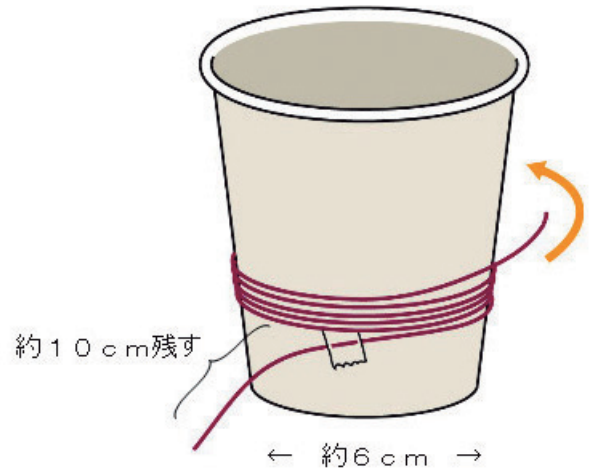
です。（詳しくは科学工作 5-12 ページ「参考」の②を見てください。）

コイルはなるべく密に巻きましょう。両端は紙ヤスリでみがいて電気が通るようにします。実際の活動の前に、あらかじめ巻き方をいろいろとためして、子どもたちが巻きやすい巻き方や指導法を工夫してください。子どもの個性の違いで巻き方にも違いが生じます。

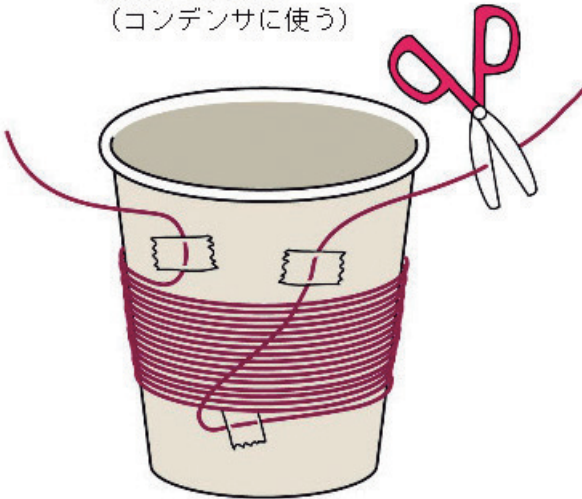
- (1) ポリウレタン銅線  
(エナメル線)



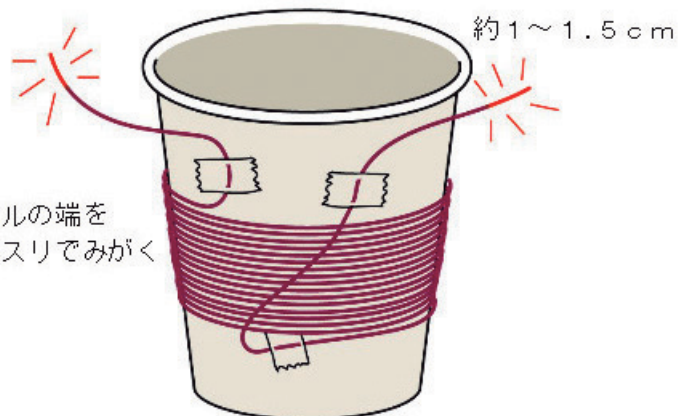
- (2) 紙コップに銅線を巻く



- (3) すきまのないように密に 50 回巻く  
余りは切り取る  
(コンデンサに使う)



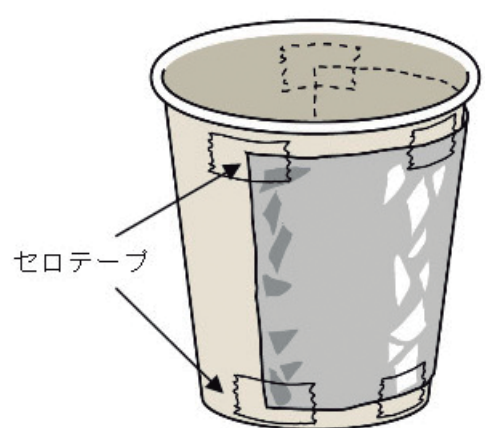
- (4) コイルの端を  
紙ヤスリでみがく



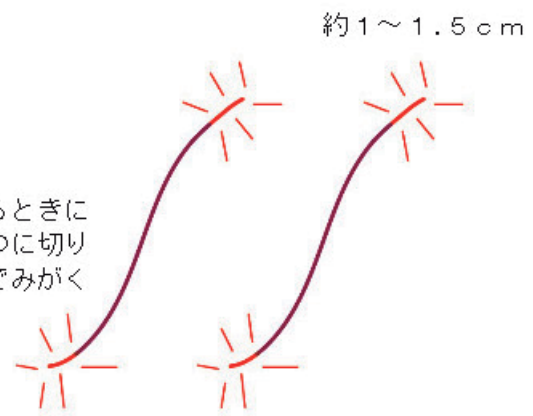
### ③コンデンサ (キャパシタ) 作り

紙コップにアルミホイルを貼ってコンデンサを作ります。アルミホイルを貼った紙コップ2個を重ねることによってコンデンサになります。アルミホイルは全面に貼らず、貼らない面積を残しておきます。2つの紙コップを重ねて回したり少し引き抜いたりすることによってコンデンサの静電容量 (同じ電圧に対して電気をためられる量) が変化します。これによりラジオ局の周波数に同調をとります。

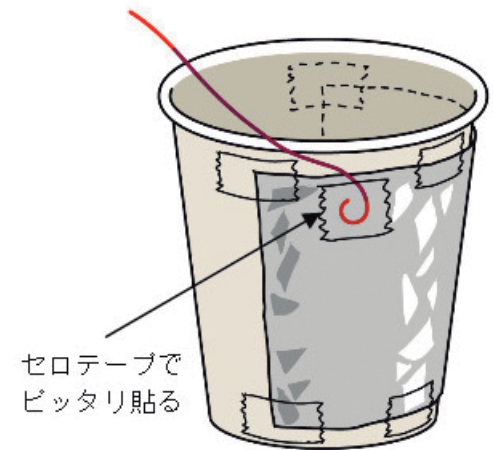
一度薄い紙で巻いたのち、その型紙 (少し扇型になる) をとっておいて、その形に従ってアルミホイルをはさみで切るときれいに巻くことができます。



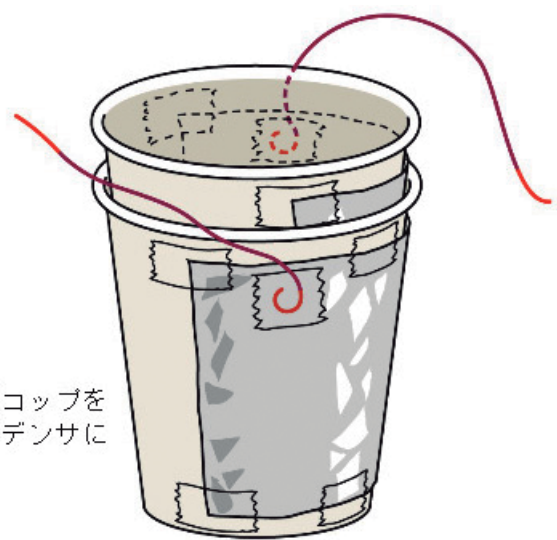
(1) アルミホイルを紙コップの側面の約半分貼る (2つとも)



(2) コイルを作るときに余った銅線を2つに切り両端を紙ヤスリでみがく



(3) 銅線をアルミホイルに貼る (2つとも)



(4) 2つの紙コップを重ねるとコンデンサになる

#### ④ラジオ作り（増幅回路なし）

- (1) 図のように、コンデンサの導線とコイルの導線、および、あらかじめ作っておいたダイオードと抵抗の直列回路部品の端を図のように結びつけセロハンテープでとめます（もちろんハンダづけしてもよい）。
- (2) 図のように、イヤホン抵抗の両端につけ、リード線（アンテナにつながるもの）をコイルとダイオードとの間につけます。イヤホンはクリスタルイヤホンにしてください。コンデンサの役目もしています。クリスタルイヤホンでない場合には、イヤホンに並列にコンデンサをつけてください。
- (3) 増幅回路はついていませんが、ラジオとしてはこれで完成です。電池は要りません。このままで、アンテナ側のリード線をあらかじめ張っておいた長いリード線につなげば、ラジオの音が聞こえます。（電池がなくても聞こえるというのは、知識のある人にとっては感動体験ですが、低学年の子どもたちにとってはそれほどでもないようです。むしろ、このゲルマニウムダイオードラジオの小さな音を聞かせておいて、次に増幅回路をつないだ際にとっても大きくはっきり聞こえることに感動と、自分の作ったラジオへの満足を表すことが多いようです。）

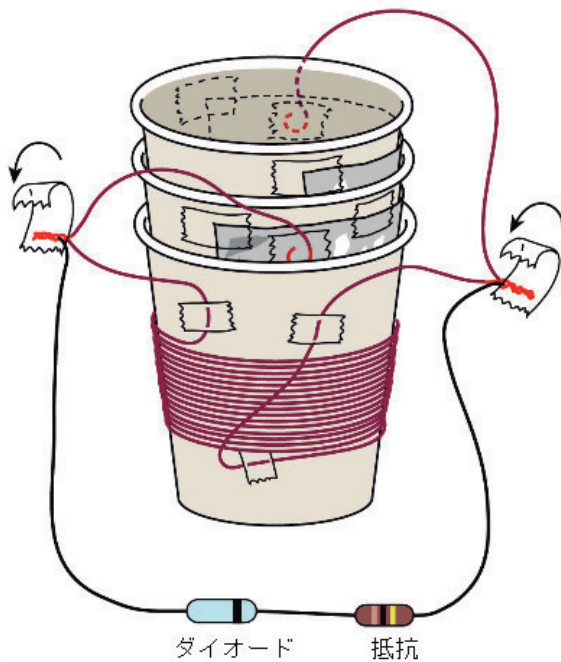
コンデンサの銅線とコイルの銅線を互いに結び付ける



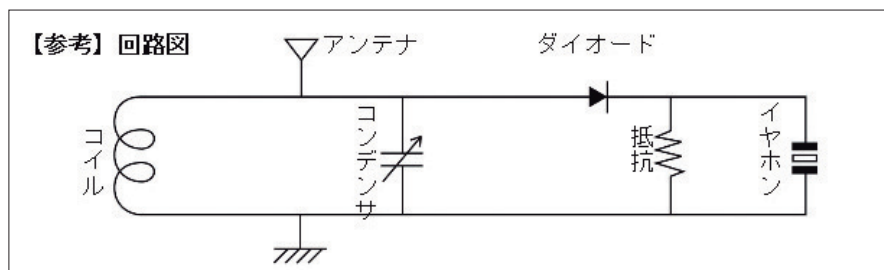
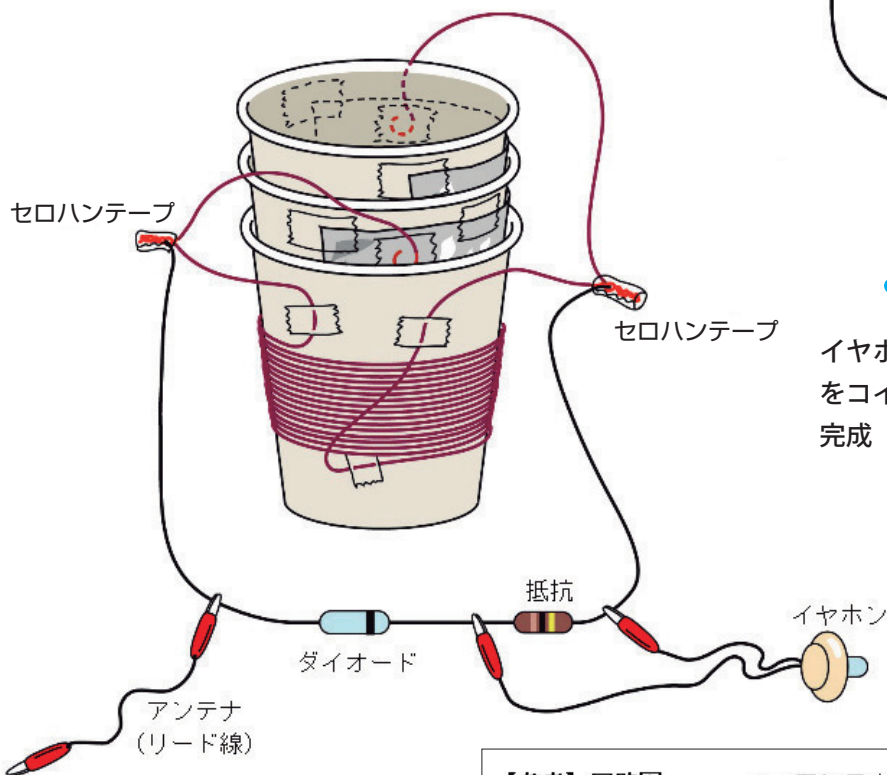
さらに、ダイオード+抵抗の両端のリード線を結びつける



セロハンテープでとめる



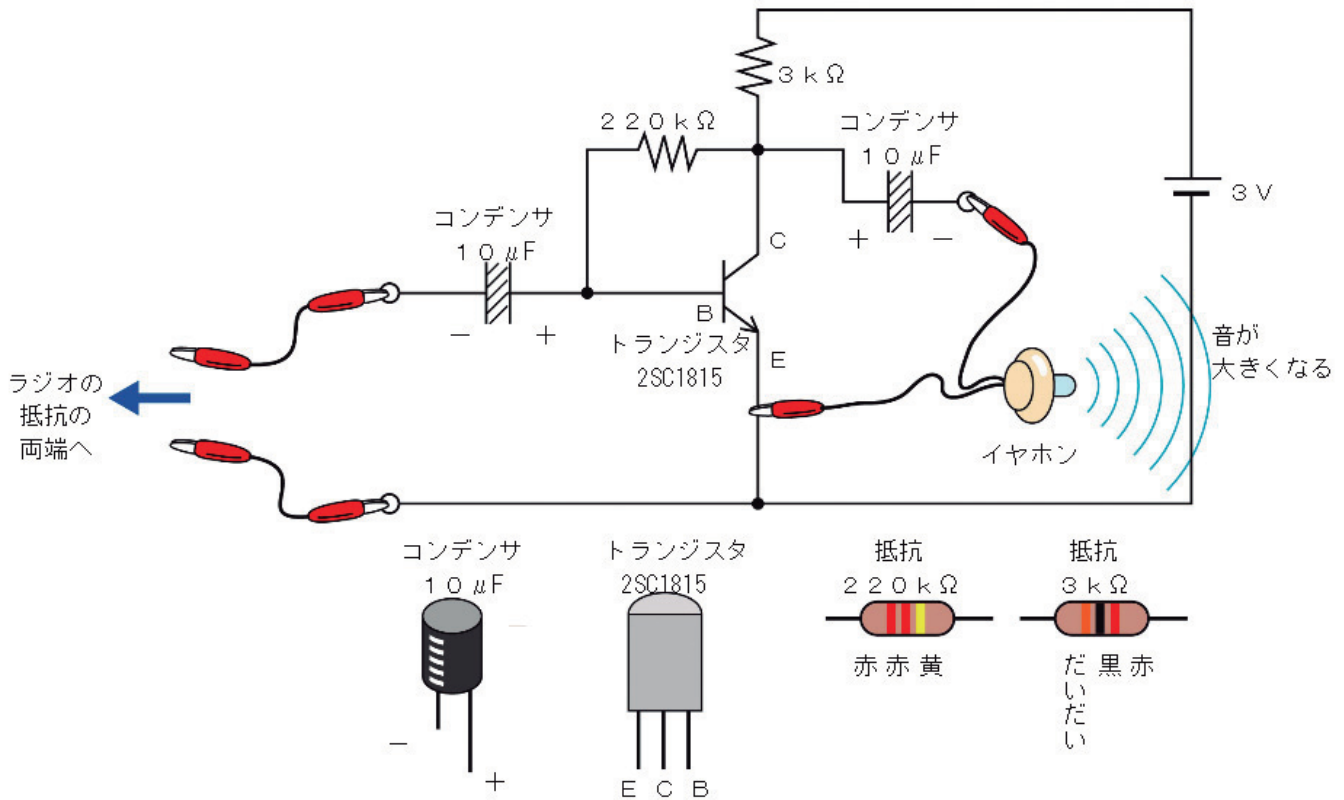
イヤホンを抵抗の両端に、アンテナをコイルとダイオードの間につけて完成



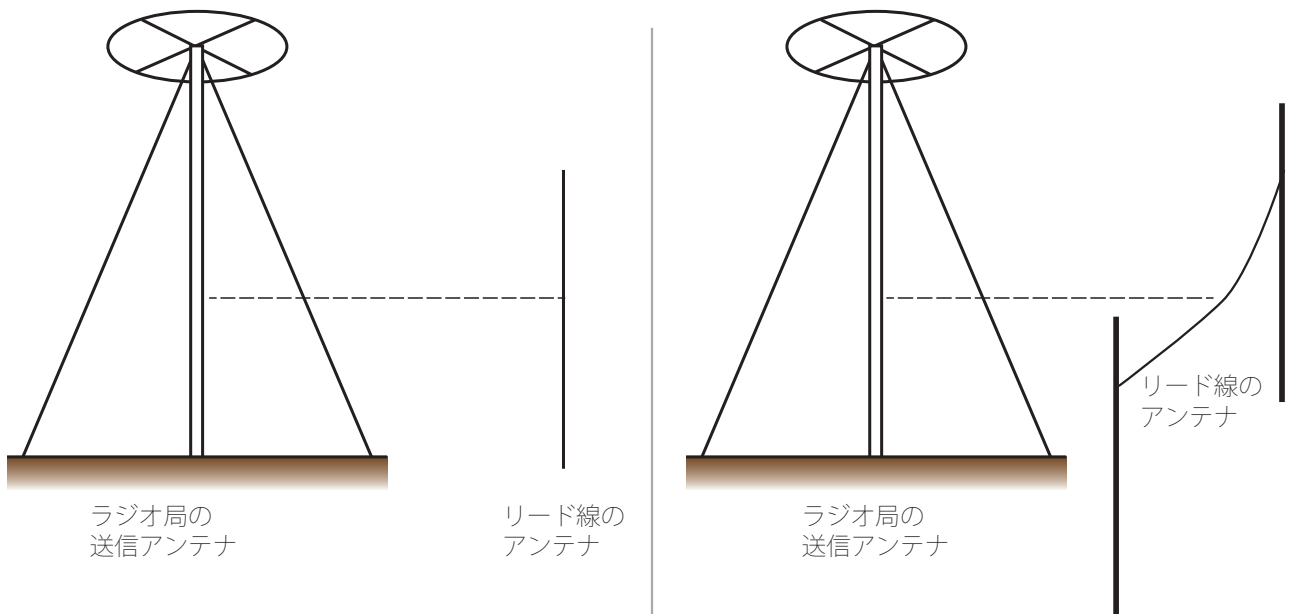


⑤増幅回路作り

- (1) トランジスタ 1 つを用いた増幅回路（音を大きくするための回路）を作ります。
- (2) 図を参考にしてあらかじめ指導者が作っておきます。ハンダづけを子どもたちにさせて作らせる場合には、トランジスタについている金属線は長さが短いため、ハンダづけの際にトランジスタが熱くなりすぎないように気をつけてください。
- (3) 増幅回路はユニバーサルボード（電子部品をさせる小さい穴が規則的に並んだ板）の上で作ってもよいし、空中配線で作って紙コップの上うまく配置してもよいでしょう（両面テープでとめる）。



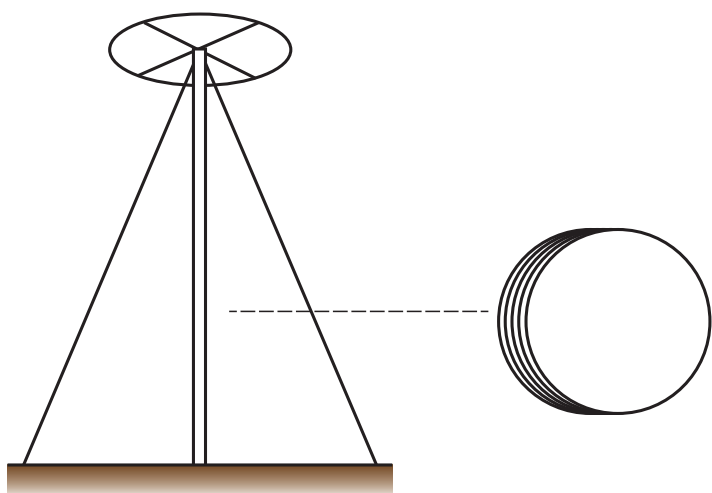
⑥アンテナ作り



導線を張る。アンテナは、垂直に立てるのが良いが、これは実際には難しい。

導線を水平に張る場合はラジオ局の方向に垂直に。（水平ではなく、斜めになっている方がよく受信できる。）

## ⑦アンテナ作り・発展編



ラジオ局の  
送信アンテナ

リード線で作った  
ループアンテナ

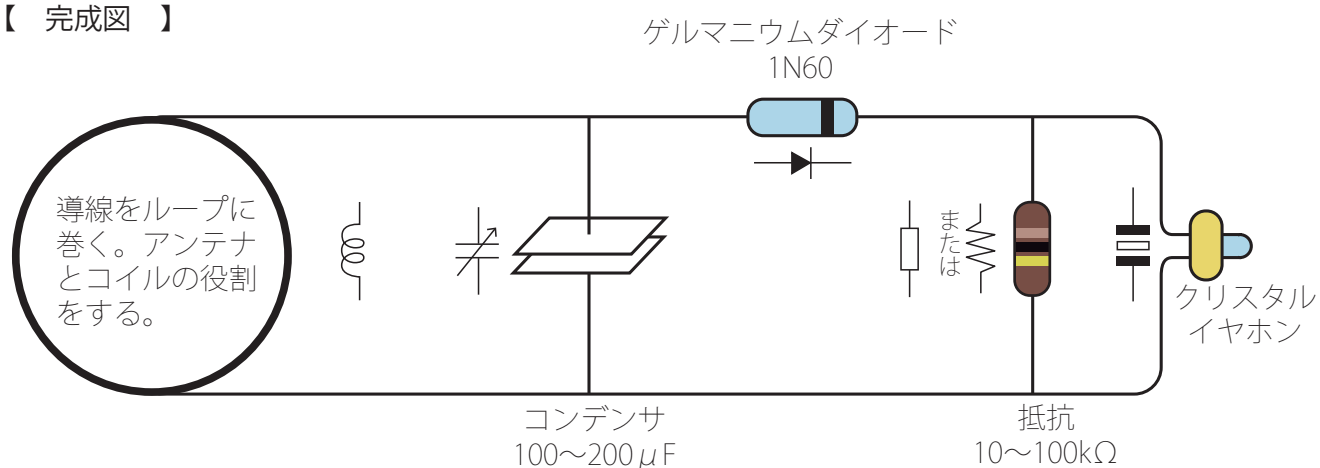
導線をループにしてアンテナにする場合は、ループアンテナの面を地面に垂直にし、面に平行な方向にラジオ局の送信アンテナがあるようにすると、よく受信できる。

ループアンテナは二つのリード線に接続します（コイルに並列）。コイルに比べて大きなインダクタンス（面積を大きく巻き数を大きく）にしておく必要があります。

### おすすめの方法

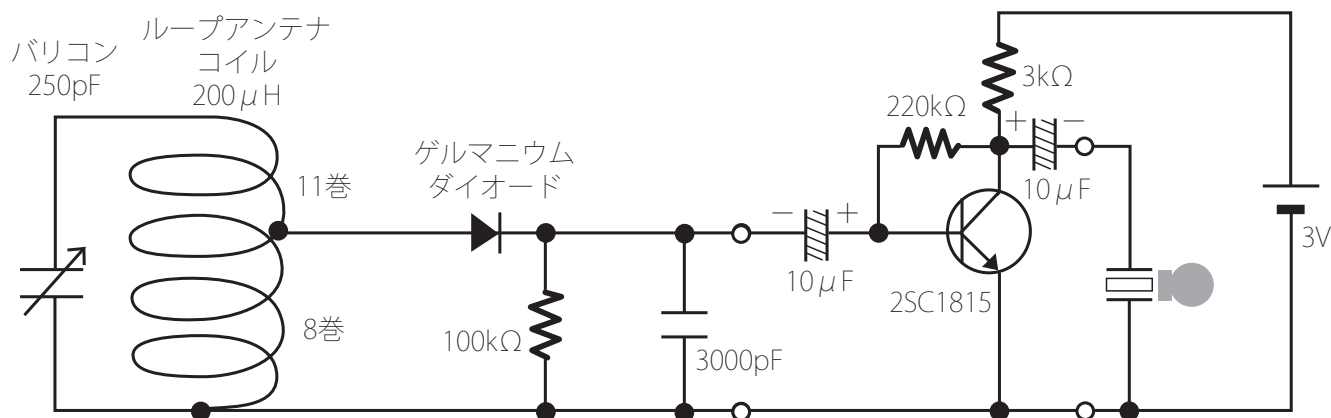
ループアンテナをコイルの役割も兼ねて使用します。本編で作成したコイルをはずしてその代わりにループアンテナを接続します。この場合、ループの直径を約 25cm ~ 30cm、巻数を約 20 回くらいにしてみてください。アンテナを張る場合に比べて音は小さくなりますので、増幅器をつないだ方が良いでしょう。

### 【 完成図 】



さらに感度を良くし、望みの局を混信少なく選択できるようにするために、市販のAM用のバリコン（静電容量が最大 250pF 程度の変可変コンデンサ、200 円程）を用いることもできます。回路図を次に示します。

【 回路図 】



【 製作 】

- (1) 本編で製作した紙コップコンデンサの代わりに、バリコンを接続します。
- (2) ダイオードにつながっている 100kΩ の抵抗に並列に 3000pF 程度のコンデンサを接続します。
- (3) コイルをループアンテナにします。ループアンテナは約 30cm 四方の箱に導線を巻き付けるなどして製作します。木を十字にして巻いても良いです。このループアンテナの中間あたりにタップを出して（つまり導線の被覆をはがして）そこからダイオードにつなげます。こうすることで選択度があがります。

**製作例（回路図のアンテナ）** アンテナコイル：29.5cm×25.5cm の長方形の箱に 19 回巻き、アース側から 8 回巻きのところに中間タップを出します。これによって、選択度が高くなります。もっとよい（感度も上がる）タップがあるかもしれないのでいろいろと試してみてください。  
アンテナコイルが 30cm 四方なので、歩き回って実験できる大きさであり、感度も高いです。

⑧実 験

- (1) あらかじめ張っておいたアンテナ(長いリード線)に、蓑虫クリップのついたリード線をつなぎます。前もって被覆を剥いておき、そこから何本か導線をつけておくと複数の子どもに対応できて便利ですが、たくさんつなぐほど音は小さくなります。
- (2) コンデンサの紙コップの 2 つをお互いに少し回したり、少し引き抜いてすきまを作ったりすることによって、音のいちばん大きく聞こえるところを見つけます。これを「同調をとる」といいます。コンデンサの静電容量を変化させて、同調をとっているのです。
- (3) まずは、増幅回路なしで実験をして、とても小さいけれど音が聞こえることを確認します。
- (4) 次に増幅回路をつないで実験します。
- (5) 手でアンテナにさわると音の大きさが変わります（人間のからだはコンデンサや導線の役割をします）。また、コイルの巻き方や巻数を変えることで同調が変わります。さまざまの工夫が考えられますので、いろいろとためしてみてください。



## 電磁波の波長、周波数、コイルの自己インダクタンス、コンデンサの静電容量などの関係

①電磁波の波長  $\lambda$  [m]、周波数  $f$  [Hz]、電磁波の速度（光の速度）  $c$  [m/s] について

$$c = f\lambda \cdots(1)$$

の関係が成り立つ。電磁波の真空中の速度（空気中もほぼ等しい）  $c$  は、

$$c = 2.99792458 \times 10^8 \div 3.0 \times 10^8 \text{ [m/s]} \cdots(2)$$

です。ラジオ局の周波数がわかれば波長  $\lambda$  は式 (1) から導出できます。

アンテナの長さ（リード線の長さ）はその波長  $\lambda$  の 1/4 として計算できます。

②コイルの自己インダクタンス  $L$  [H] は、コイルの巻数を  $N$ 、コイルの断面の半径を  $a$  [m]、コイルの長さを  $b$  [m]、長岡係数を  $K$  ( $0 < K < 1$ ) とすると、

$$L = K \times 4 \times 10^{-7} \pi^2 a^2 N^2 / b \text{ [H]} \cdots(3)$$

として求められます。長岡係数は 1 以下で、今回のコイルの寸法では約 0.5 です。本実験のコイルのインダクタンスは約 180 [ $\mu$ H] です。

③コンデンサの静電容量  $C$  は、2つの電極の面積を  $S$  [m<sup>2</sup>]、電極間の距離を  $d$  [m] とすると、空気中は真空中とほぼ同じだとして、

$$C = 8.854 \times 10^{-12} \times S/d \text{ [F]} \cdots(4)$$

として求められます。本実験の紙カップコンデンサの静電容量は約数 100 [pF] になります。

④ラジオ局の周波数  $f$  [Hz]、コイルの自己インダクタンス  $L$  [H]、コンデンサの静電容量  $C$  [F] の関係は、 $(2\pi f)^2 = 1/LC \cdots(5)$

です。式 (3)(4)(5) から、コイルの巻数  $N$  は

$$N = 1.5 \times 10^8 \times bd / (\pi^2 af \sqrt{KS}) \text{ [巻]} \cdots(6)$$

として求められます。

### 科学する心を 育てよう

#### 【ラジオの工作や実験における発見】

①紙カップコンデンサで同調をとるためには、紙カップを回したり引き抜いたりする必要があります。人間のからだはコンデンサや導線の役割をしますので、電子部品にさわったりアンテナにさわったりすると、音の大きさが変化します。

②地方では、AM局がNHKのほかには近くに1局しかない場合があると思うが、そのほうが実験は簡単である。この場合、局が近いと、じつはコイルとコンデンサによる同調回路は必要ない。電波が強い場合には、増幅回路部分のトランジスタのベースエミッタでゲルマニウムダイオードの代わりができるので、ゲルマニウムダイオードも必要なくなる。実験に失敗したりして、思わずこのことを発見する子どもが出てくることもある。

③長いリード線につながらなくなかなか聞き取れない。その際は、電子回路の工夫をする必要があるが、今回作った回路では、長いリード線に代わる金属が必要になる。

④室内で電灯などのスイッチを切ったときに、ここで作ったゲルマニウムダイオードラジオの音に「ぶちっ」と雑音が入ることがある。これはスイッチを切った瞬間に、スイッチまたは回路内に大きな電圧がかかって放電をしているからである。同様なことが身の回りにあれば、同様な雑音が聞こえるかもしれない。

## 【工作における工夫】

- ⑤コイルの巻き方でコイルのインダクタンスが変化するので、同調が変わる。複数の局が近くにある場合には、コイルの巻数を変えると違う局に合わせやすくなるが、混信しやすくなる。この場合には、回路のQ値（選択度）を高くする必要があるが、その方法としては、コイルの巻き方を密にしたり、抵抗分を小さくしたりする必要がある。アルミホイルを貼った紙コップをもうひとつ用意して、コンデンサを直列にしたり並列にしたりすることもできる。紙コップ（またはバリコン）を回して放送局を選ぶようにするために、アンテナ線を外してみる方法もあります。音は小さくなりますがアンテナを外すと回路のQ値が高くなるからです。
- ⑥長いアンテナの位置をかえると、受信状態が変化します。
- ⑦回路の各部の抵抗を変えてみることもできる。
- ⑧コイルの中に鉄心（強磁性体）を入れると、コイルのインダクタンスが変化するので、同調が変わる。
- ⑨ループアンテナは、電磁波の磁場の時間的変化を起電力に変えている。AM放送の電波は垂直偏波なので、磁場は水平偏波になっている。従って、ループの面を垂直にした方が良く、向きを変えたり角度を変えたりして、強度の変化を調べ、電磁波の不思議を体験することができる。

## 【その他の楽しみ】

- ⑩このラジオは同調回路（アンテナ、コイル、コンデンサの部分でラジオの周波数を選ぶところ）、検波回路（ダイオードと抵抗とクリスタルイヤホンの静電容量の部分でAM変調された信号から音声信号を取り出すところ）、増幅回路（音の信号を大きくする。電力増幅になるので電池が必要になる）とから成っている。目には見えないが身の回りの空間に飛び交っている電波という不思議な存在をイメージできると楽しくなる。
- ⑪オシロスコープがあれば、アンテナ部分を発振器につないでオシロスコープで回路の各部を見ることで、つかまえた電波の変化の様子を見ることができる。
- ⑫ラジオ局の送信アンテナを見学に行って、電波が出ているところを想像しよう。

## 補足資料

ゲルマニウムダイオードラジオの工作と実験は日本宇宙少年団の活動や科学館、大学等の科学教室で行われているので、それらのHPなども参考になる。

例：日本宇宙少年団備後ローズスター分団 <http://wp1.fuchu.jp/~yac-bingorosestar/index.htm>  
ここでは、製作からアンテナ作りまでを少しずつ完成させていく活動が行われており、参考になる。

安全対策

【工具の使用について】

- ①ラジオペンチやニッパなど、電子工作に必要な工具は指導者が使用する。子どもに使用させる場合には、どの程度切れるのか、どの程度力がかかるのかを演示すること。とくに、部品の端の導線を切り落とす時に金属の小さな線が飛んで行きやすく危険なので、目を近づけたり、上に向けて切ったりしないようにする。これも前もって指導者が演示して見せる。
- ②はさみなどの工作用道具の使用については、安全管理 1-1 ページからの「刃物及び工具類の使い方」を参照する。

【ハンダに関して】

- ③ハンダはスズと鉛の合金。鉛には毒性があるので（毒性のない無鉛ハンダもある）、なめたりしてはいけない。また、ハンダづけの際にはにおいが出るので、必ず換気をする。小さい子どもがいる場合にはとくに注意する。
- ④ハンダごてを使用する場合には、やけどや火事などを防止するために、必ずこて台を用いる。

【部品に関して】

- ⑤導線の端や、部品の端で指をついたりしやすく、切り傷を作りやすいので、その注意を子どもたちにしておく。また、金属のゴミが出るので、そのための準備もしておく。

【電気回路に関して】

- ⑥増幅回路を用いる場合、電池がショート（短絡）しないように気をつける。実験が終わったら、電池ボックスに電池を入れたままにしないで、必ず取り出しておく。知らずにショートしている場合がある。

対象となる  
子どものレベル

小学校低学年でも対応は可能である。但し、ハンダコテは中学生以上が安全である。リーダーがつく場合でも、ハンダコテの使用は小学校高学年までが目安。

活動団体に  
求められる経験

結成したばかりの団体でも実施できるが、リーダーは必ず事前に製作して、工作のノウハウ、工具の使い方、安全対策の必要な部分、実験のノウハウなどを把握しておくこと。

学習指導要領  
との関連

小学校	3年	理科（エネルギー）	電気の通り道
小学校	4年	理科（エネルギー）	電気の働き
小学校	5年	理科（エネルギー）	電流の働き
小学校	6年	理科（エネルギー）	電気の利用
中学校	2年	理科（エネルギー）	電流
中学校	2年	理科（エネルギー）	電流と磁界
中学校	3年	理科（エネルギー・粒子）	エネルギー
中学校	3年	理科（エネルギー・粒子）	科学技術の発展
中学校		技術	電気回路の配線

キーワード

鉱石ラジオ、ゲルマニウム（ダイオード）ラジオ、電波、電磁波、同調、増幅、検波

教材提供：日本宇宙少年団おおいた分団 高橋徹氏  
大分工業高等専門学校 電気電子工学科  
准教授 木本智幸氏

発行：宇宙航空研究開発機構 宇宙教育センター  
協力：財団法人日本宇宙少年団 YAC  
財団法人日本宇宙フォーラム

©JAXA2013 無断転載を禁じます