

沖縄電力社長賞

第35回沖縄青少年科学作品展

電波をつかまえろ！ 傘ラジオの実験

沖縄市立泡瀬小学校
6年 新里 優馬

1

研究のきっかけ


5年生の自由研究で電波は光の仲間ということで、光電話の実験をしたがやはり電波の事が気になっていた。
傘ラジオでは、電池がなくても、電波をつかまえて、音が聞けるという事を知り、傘ラジオを作成して、電波をつかまえたと思った。

No. 2
Date


傘ラジオ作成

材料


- ・ビニール傘
- ・目玉クリップ1個
- ・ゲルマニウムダイオード：1N60等
- ・セロテープまたは布粘着テープ
- ・ビニール電線 25m 0.18mm、12芯
- ・クリスタルイヤホン（ミニムシクリップ付）
- ・アルミホイル 25cm X 25cm
- ・ポリ袋 5cm X 25cm




ビニール傘




目玉クリップ




セロテープ



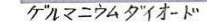
アルミホイル
25cm X 25cm




ビニール電線



クリスタルイヤホン

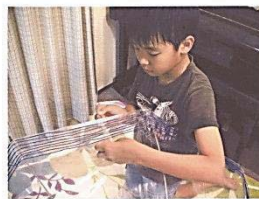
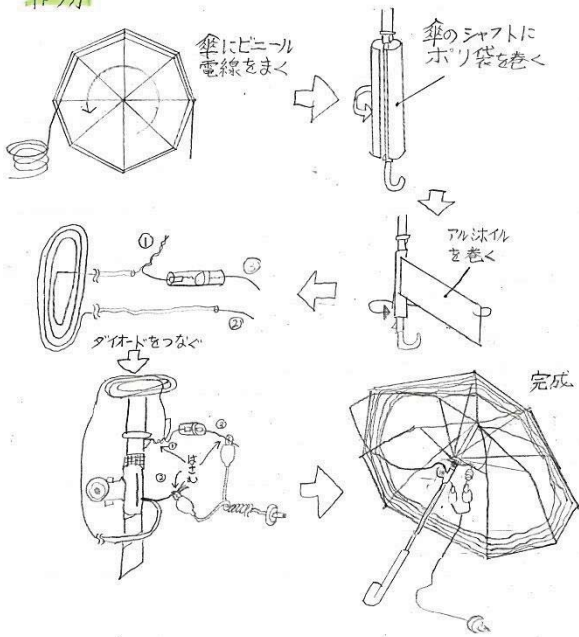


ゲルマニウムダイオード



傘ラジオ作成

作り方



傘にまいた導線(アンテナ)をテープで固定している時



ゲルマニウムダイオードにつなげる導線を切っている時



導線とノムシクリップをつける時



導線を目玉クリップで傘の軸にはさむ時

ゲルマニウムダイオードは音声信号を取り出している

ポリふくろとアルミ箔を巻きつけた物は、コンデンサの役割をしている。



ビニール導線はアンテナとコイルの役割をしている。ラジオの電波は傘にまいた電線とつながる。

クリスタルイヤホンで音声信号を音にかえる

傘ラジオ完成

作った傘ラジオで電波をつかまえる実験①

目的 作った傘ラジオで電波をつかまえて放送を聞いてみる

方法 傘ラジオをいろいろな方向に向けてクリスタルイヤホンで聞く

場所 家の中と外(家の前)

予想 聞こえると思う



家の中



家の外

結果 家の中では、人の声はしているが何を話しているのか分からないが外に出て聞いてみると何を話しているのか分かるようになった。

感想 自分の作ったラジオで電波をつかまえることができ、とてもうれしかった。また、電波がないのに放送が聞こえたのですごいと思った。

この日は時間があそびなくなり、この放送かを確かめ兼ねたので、次の日に実験をもう一度することにした。

作った傘ラジオで電波をつかまえる実験②

目的 どこかの放送が聞こえているのか調べる
どこかの方向からよく聞こえるのか調べる

方法 作った傘ラジオをいろいろな方向に向け、どこかの方向からどの放送が聞こえてくるのかを調べる。(iPhoneの方向磁石を使って方位を調べる)(新聞をみて、どの番組かを調べる)

場所 家の中と外(家の前)

予想 小さいラジオでもいろいろな場所で聞こえたので、全ての方位から音が聞こえると思う。
かつらのラジオではいろいろな放送が聞けるので傘ラジオでも全ての放送が聞けると思う。



作った傘ラジオで電波をつかまえる実験②

結果

家の中

→よく聞こえる
→聞こえる
→少し聞こえる
×聞こえない

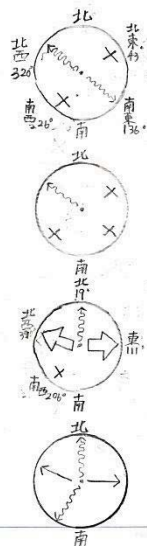
・NHK第1 549kHz

・クリスタルイヤホンの導線
をはずしたら ROK 864kHz

家の外

・NHK第1 549kHz

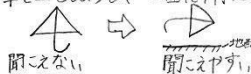
・クリスタルイヤホンの導線
をはずしたら ROK 864kHz



結果と考察

予想は、2つともはずれていて、傘ラジオでは、ROKとNHK第1の2つしか放送を聞きとれなかったし、傘ラジオでは、全方向から聞こえるというわけではなかった。

- ・聞こえず、方向と、聞こえにくい方向があることが分かった。
- ・家の中よりも外の方が聞こえやすかった。
- ・傘を立てるよりも、傘面に平行にした方が聞こえやすかった。



家の中と外(前)で聞こえるラジオ放送は新聞で確かめると、NHK第1放送(549kHz)とROK(864kHz)だった。

初めは、NHK第1放送しか聞こえなかったが他の声か聞こえてきたので、何の音程かを調べてみると、ROKという番組だった。

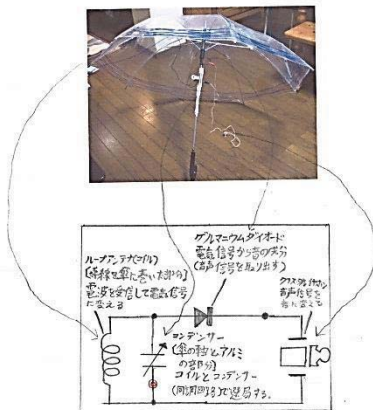
何故かあんなかと、傘ラジオをみると、クリスタルイヤホンの部分の導線がはずれていたからだった。

導線がつかずらなくて、ラジオが開けるのか不思議だった。

ラジオの仕組みをもう少し調べてみて、何かを工夫して、他の放送を聞けないかを考えてみることにする。

傘ラジオのしくみ

回路図



ROK放送が導線につながっていないと聞こえたのは、①の部分かはずれ、コンデンサーにはつながっていないが、全体の回路はつながっていたので、開けたことが分かった。

コンデンサーにつながっていないと聞こえることが分かった。

①ラジオのアンテナは、いろいろな周波数の電波の中から特定の周波数の電波を捕まえます。	②アンテナに生じたいろいろな周波数の電波の中からコイルとコンデンサーで開きたラジオ局の周波数の電流を選び出します。これを同周と言います。	③コイルとコンデンサーによって選出された電流は検波器(ケルマークタイプ)によって十分にカットされた音の波の形をした電流の波(声の信号)に変えられます。	④音の形をした電流の波はスピーカー(イヤホン)で音(電気的波)に変えられます。

コイルの方へ周波数の低い電流、コンデンサーの方へ周波数の高い電流が流れる。

コイルとコンデンサーのちょうど分かれ目となる周波数の電流は、コイルかコンデンサーの方向には流れずケルマークタイプの方へ流れていき、検波されて音が聞こえる。

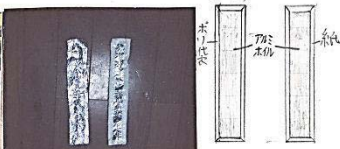
- ・コイルの性質
電気の流れる方向が変換することを妨げようとする性質がある。周波数が低い電流は流れます。
- ・コンデンサーの性質
絶縁体(電気が通さないもの)を2枚の電極(金属の板・電気を通すもの)で囲ったもの。コイルとは逆に周波数の高い電流は流れます。

コンデンサーをかえてみて、どんな放送局が聞こえるか実験する。

作った傘ラジオで電波をつかまえる実験③

目的 コンデンサーをかえて、どんな放送局が聞こえるか実験する

方法 コンデンサーを作る
 作ったコンデンサ
 7×30cmのアルミホイルと7×30cmの紙をあわせて作った(ホイルペーパー)
 7×30cmのアルミホイルと7×30cmのポリ袋をあわせて作った(ホイルポリ)



ホイルペーパーとホイルポリを傘の骨にまき、傘ラジオをいろいろな方向に向ける。そして、どの放送が聞こえてくるかを調べる(新聞ラジオを使って、どの番組かを調べる)。またホイルペーパーとホイルポリをゆるめたり、しめたりして調べる。

場所 家の中と外(家の前)

予想 もっと他の放送が聞こえると思う。

作った傘ラジオで電波をつかまえる実験③

結果
 ホイルペーパー
 家の中

しめたとき ROK 864kHz

ゆるめたとき NHK第2 1125kHz



ホイルペーパー
 家の外(家の前)

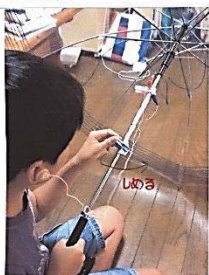
しめてもゆるめてもROK 864kHz

作った傘ラジオで電波をつかまえる実験③

結果
 ホイルポリ
 家の中

しめたとき ROK 864kHz

ゆるめたとき 少しNHK第1 571kHzが聞こえた



ホイルポリ
 家の外(家の前)

しめる

- NHK第1 571kHz
- AFN 678kHz
- RBCi 777kHz
- ROK 864kHz

ゆるめる



コンデンサ 場所	ホイル ペーパー	ホイル ポリ
家の中	2 ROK NHK第2	2 ROK NHK第1
家の外(前)	1 ROK	4 NHK第1 AFN RBCi ROK

結果と考察

予想はあたっていてROKとNHK第1放送の他に、RBCiラジオ、NHK第2放送、AFNの3つが聞こえた。5つの放送が聞いたのでうれしかった。

コンデンサーをホイルペーパーホイルポリにして、しめたりゆるめたりする事で、いろいろな放送が聞ける事が分かった。また、家の中と外(家の前)で聞こえる放送の数がちがいに、家の外の方が聞こえる放送の数が多かった。

ホイルペーパーは最も高い周波数の放送がとれ、ホイルポリは最も低い周波数の放送がとれた。また、家の外でホイルポリは4種類の放送が聞こえた。

新聞のラジオらんを見ると、番組がたくさん入っているが、今回の実験で聞こえたのは、AMだけだった。よく見ると、AMはkHz、FMはMHzと書いてあった。このことで、AMとFMは、単位がちがうことが分かった。

↓
 次の実験では、コンデンサーの種類をかえし、(長さをかえて)いろいろな場所で、どんな放送かどの角度から聞こえるか調べる。また、AMの5つの放送が聞ける場所とコンデンサーがあるか、FMが聞けるか調べる。

作った傘ラジオで電波をつかまえる実馬券4

目的 コンデンサの種類をいろいろ試す場所を、どんな放送が、どの角度から聞こえるか調べる。

方法 コンデンサを作る
作ったコンデンサ

- 7x45mmのアルミホイルと7x45mmの紙をあわせて作った (ホイルペーパー)
- 7x45mmのアルミホイルと7x45mmのポリ袋をあわせて作った (ホイルポリ)
- 7x45mmのポリ袋と7x45mmの紙をあわせて作った (ポリペーパー)



ホイルペーパー①②、ホイルポリ③④、紙のコンデンサを傘の軸にまき、傘ラジオをいろいろな方向に向ける。そしてどの角度からどの放送が聞こえるか調べる

(新聞ラジオを使って、どの番組かを調べる)
(iPhone の方位磁石を使って方位を調べる)

また、5つのコンデンサをゆるめたしめたりして調べる

場所 家の2階のベランダ、海邦公園、海岸、海邦公園、通信所前道路 (地図に印す)

予想 AMが全て聞けるコンデンサと場所があると思う。



Copyright (C) 2012 Yahoo Japan Corporation. All Rights Reserved.

- ① 家の2階のベランダ
- ② 海邦公園
- ③ 海岸
- ④ 海邦公園
- ⑤ 通信所前道路



Copyright (C) 2012 Yahoo Japan Corporation. All Rights Reserved.

結果

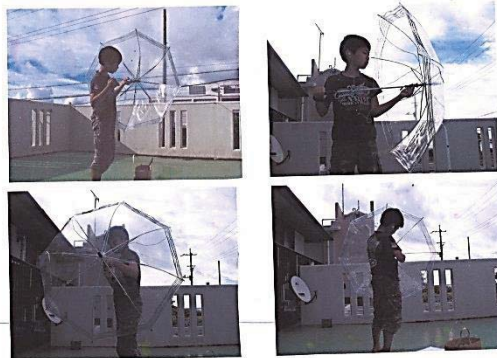
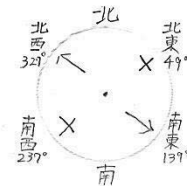
家の2階のベランダ

かさの軸になにもつけない (コンデンサ)

⇒よく聞こえる
→聞こえる
⇒少し聞こえる
×聞こえない

導線を軸につける

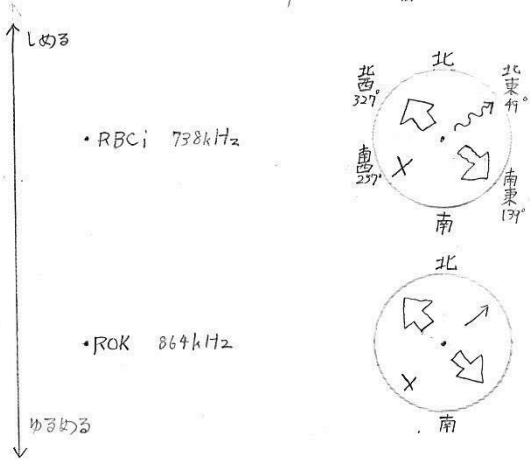
ROK 864 kHz
上下させても変わらなかつた。



家の2階のベランダ

オイルパーパー1
(コンデンサ)

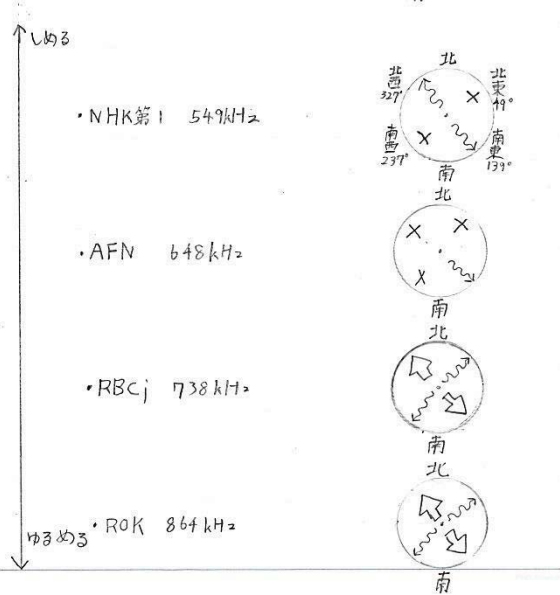
⇨ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
X 聞こえない



家の2階のベランダ

オイルパーパー2
(コンデンサ)

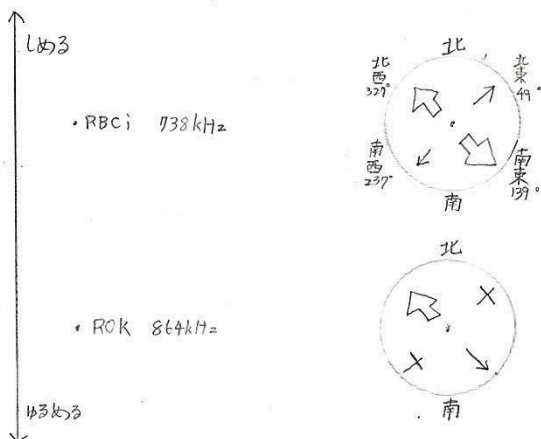
⇨ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
X 聞こえない



家の2階のベランダ

オイルポリ1
(コンデンサ)

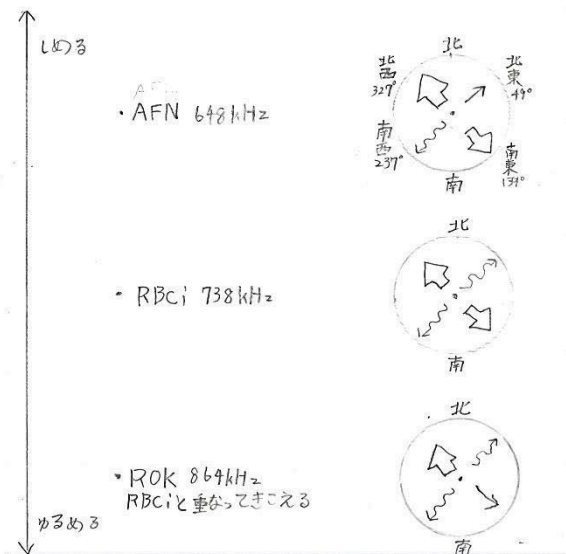
⇨ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
X 聞こえない



家の2階のベランダ

オイルポリ2
(コンデンサ)

⇨ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
X 聞こえない



家の2階のベランダ

ホイルペーパー
(コンデンサ)

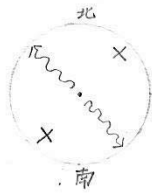
⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
〰️ 少し聞こえる
X 聞こえない

↑ しめる
↓ ゆるめる

・RBC1 738kHz



・NHK第2 1125kHz



結果

トンネルの前

かさの軸に何もつけない
(コンデンサ)

⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
〰️ 少し聞こえる
X 聞こえない

導線を軸につける

ROK 864kHz

東103°が一番聞こえた。



トンネルの前

ホイルペーパー1
(コンデンサ)

⇒ よく聞こえた
→ 聞こえた
〰️ 少し聞こえた
X 聞こえない

↑ しめる
↓ ゆるめる

・ROK 864kHz



トンネルの前

ホイルペーパー2
(コンデンサ)

⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
〰️ 少し聞こえる
X 聞こえない

↑ しめる
↓ ゆるめる

・ROK 864kHz



トンネルの前

ホルボリ
(コンデンサ)

- ⇒ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~~~~ 少し聞こえる
- × 聞こえない



・ROK 864kHz



トンネルの前

ホルボリ
(コンデンサ)

- ⇒ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~~~~ 少し聞こえる
- × 聞こえない



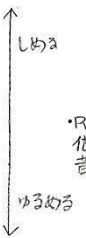
・ROK 864kHz



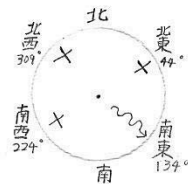
トンネルの前

ホリペーパー
(コンデンサ)

- ⇒ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~~~~ 少し聞こえる
- × 聞こえない



・ROK 値のコンデンサに比べて音が小さかった。



結果

海岸

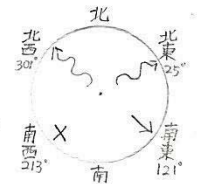
かさの軸に何もつけない
(コンデンサ)

- ⇒ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~~~~ 少し聞こえる
- × 聞こえない

導線を軸につける

ROK 864kHz

北東と北西は雑音が少し入っていた。
ゆるめても音の大きさ、放送局は変わらなかった。



海岸

ホイルペーパー1
(コンデンサ)

⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
× 聞こえない

↑ しめる
↓ ゆるめる

・ROK 864kHz
ゆるめても音の大きさ、放送局
は変わらなかった。



海岸

ホイルペーパー2
(コンデンサ)

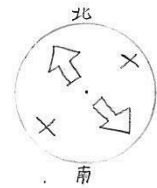
⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
× 聞こえない

↑ しめる
↓ ゆるめる

・RBCi 738kHz



・ROK 864kHz



海岸

ホイルペーパー1
(コンデンサ)

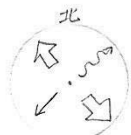
⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
× 聞こえない

↑ しめる
↓ ゆるめる

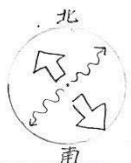
・NHK第1 549kHz



・AFN 648kHz



・RBCi 738kHz



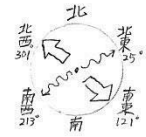
海岸

ホイルペーパー2
(コンデンサ)

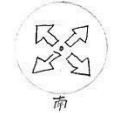
⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
~ 少し聞こえる
× 聞こえない

↑ しめる
↓ ゆるめる

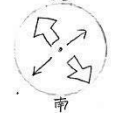
・NHK第1 549kHz



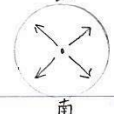
・AFN 648kHz



・RBCi 738kHz



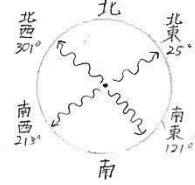
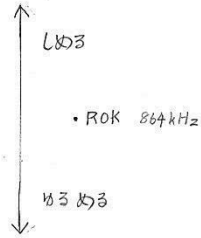
・ROK 864kHz



海岸

ポリペーパー
(コンデンサ)

⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
〰️ 少し聞こえる
× 聞こえない



結果

海邦公園

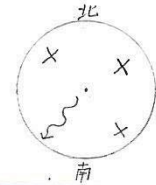
かさの軸に何もつけない
(コンデンサ)

⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
〰️ 少し聞こえる
× 聞こえない

導線を軸につける
ROK 864kHz



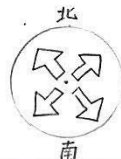
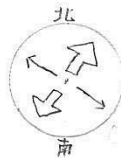
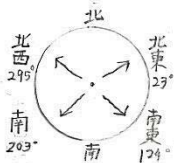
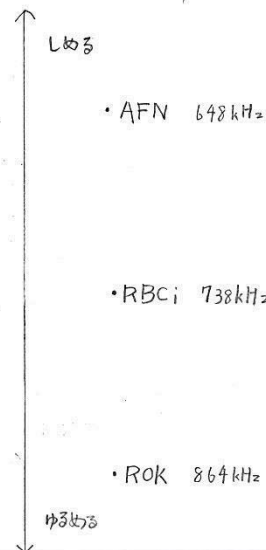
ゆるめる
ゆるめると、〰️が〰️
になって〰️が〰️
になった。



海邦公園

ホイルペーパー-1
(コンデンサ)

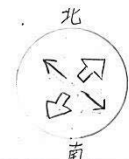
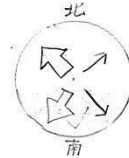
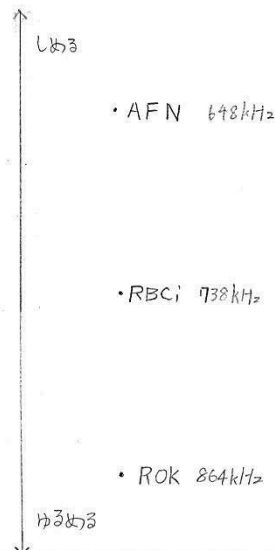
⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
〰️ 少し聞こえる
× 聞こえない



海邦公園

ホイルペーパー-2
(コンデンサ)

⇒ よく聞こえる
→ 聞こえる
〰️ 少し聞こえる
× 聞こえない



海邦公園

ホイールポリ
(コンデンサ)

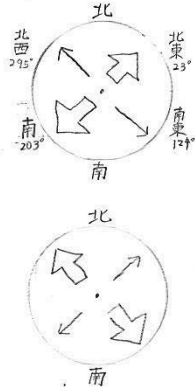
- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- 〰 少し聞こえる
- × 聞こえない

しめる

ゆるめる

• AFN 648kHz

• ROK 864kHz



海邦公園

ホイールポリ
(コンデンサ)

- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- 〰 少し聞こえる
- × 聞こえない

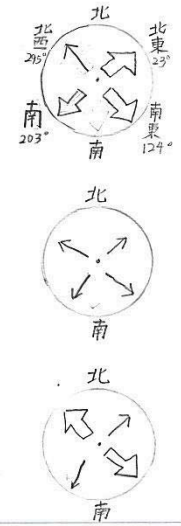
しめる

ゆるめる

• AFN 648kHz

• ROK 864kHz

• RBCi 758kHz
ゆるめていくとまた「ん
RBCiの音が大き
なっていた。



海邦公園

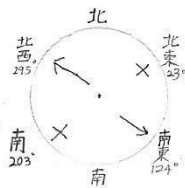
ポリペーパー

- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- 〰 少し聞こえる
- × 聞こえない

しめる

ゆるめる

• ROK 864kHz
音の大きさは、あまりかわ
りなかった。



結果 通信所前道路

かさの軸に何もつけない
(コンデンサ)

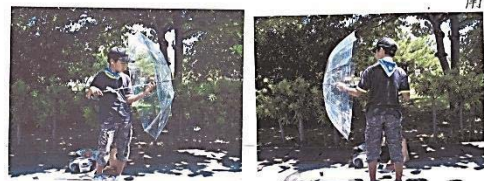
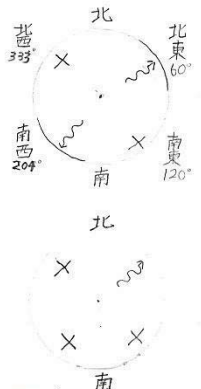
- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- 〰 少し聞こえる
- × 聞こえない

導線を軸につける

NHK第2放送 1125kHz
×は3という音がした。

導線を軸につけない

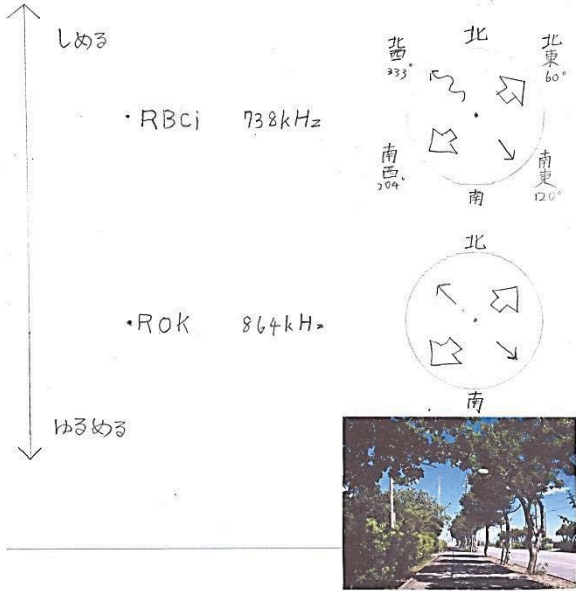
ROK 864kHz



通信所前道路

ホイパーパー1
(コンデンサ)

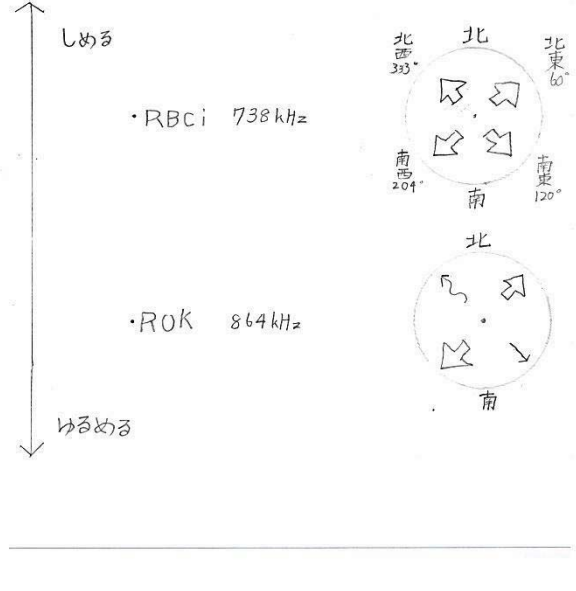
- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~ 少し聞こえる
- × 聞こえない



通信所前道路

ホイパーパー2
(コンデンサ)

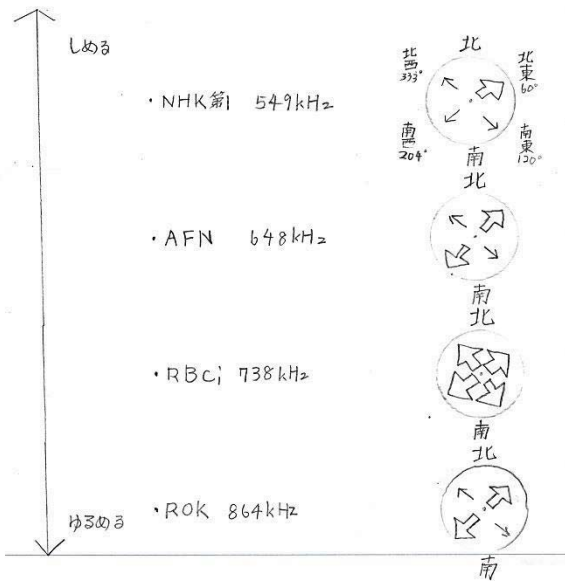
- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~ 少し聞こえる
- × 聞こえない



通信所前道路

ホイポリ1
(コンデンサ)

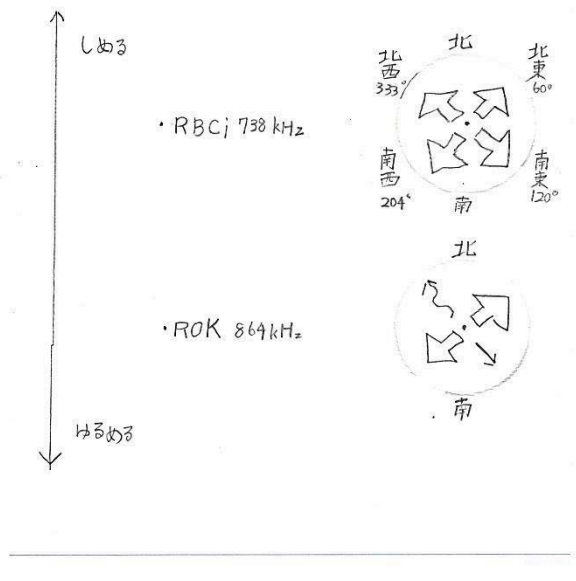
- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~ 少し聞こえる
- × 聞こえない



通信所前道路

ホイポリ2
(コンデンサ)

- ⇨ よく聞こえる
- 聞こえる
- ~ 少し聞こえる
- × 聞こえない



通信所前道路

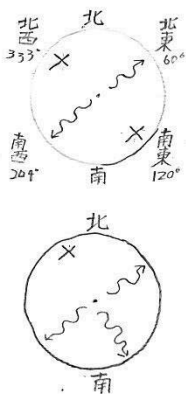
ポリペーパー
(コンデンサ)

⇒よく聞こえる
→聞こえる
~少し聞こえる
×聞こえない

しめる
ゆるめる

・ROK 864kHz
とても音が小さかった。

・NHK第2



結果

実験した5つの場所の聞こえた放送とその数

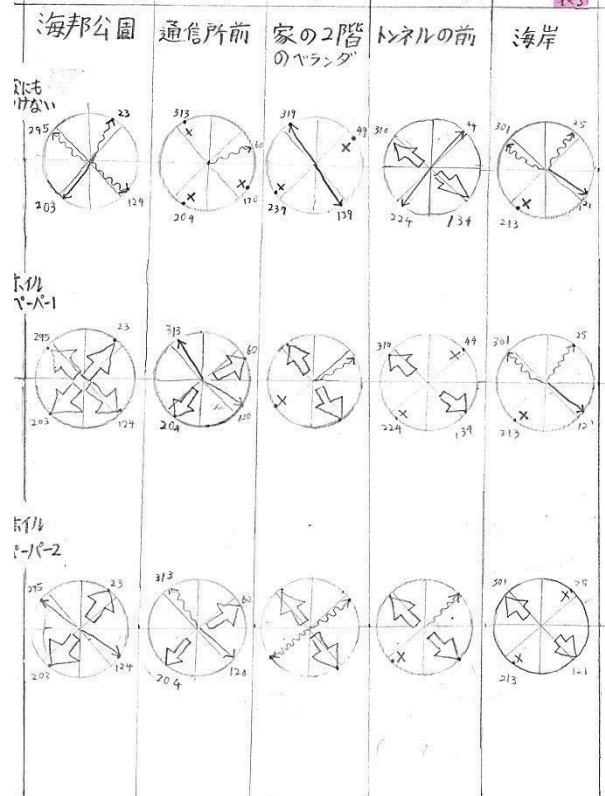
放送	コンテナ 場外	何もつけない	ホイル ペーパー1	ホイル ペーパー2	ホイル ホリ1	ホイル ホリ2	ホリ ペーパー
NHK第1	1	2	4	2	3	2	2
AFN	1	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK
RBCi	1	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK
ROK	1	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK
トンネルの前	1	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK
海岸	1	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK
海邦公園	1	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK	ROK
通信所前 道路	2	NHK第2	ROK	ROK	ROK	ROK	NHK第2

結果

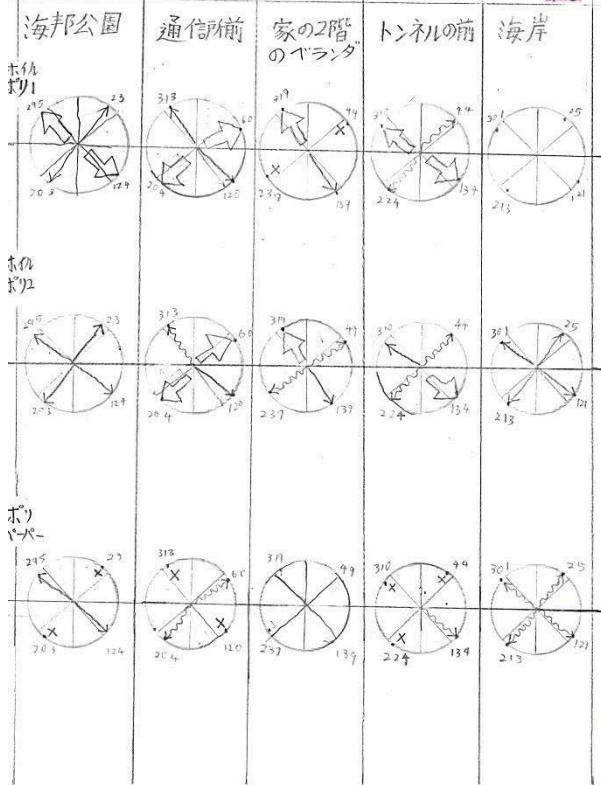
コンテナと場所とラジオ放送の聞こえ方と方向と音の大きさ

放送	コンテナ 放送	何もつけない	ホイル ペーパー	ホイル ペーパー2	ホイル ホリ1	ホイル ホリ2	ホリ ペーパー
NHK第1	○	○	○	○	○	○	○
AFN	○	○	○	○	○	○	○
RBCi	○	○	○	○	○	○	○
ROK	○	○	○	○	○	○	○
NHK第2	○	○	○	○	○	○	○
ROK	○	○	○	○	○	○	○
NHK第1	○	○	○	○	○	○	○
AFN	○	○	○	○	○	○	○
RBCi	○	○	○	○	○	○	○
ROK	○	○	○	○	○	○	○
AFN	○	○	○	○	○	○	○
RBCi	○	○	○	○	○	○	○
ROK	○	○	○	○	○	○	○
NHK第1	○	○	○	○	○	○	○
AFN	○	○	○	○	○	○	○
RBCi	○	○	○	○	○	○	○
ROK	○	○	○	○	○	○	○
NHK第2	○	○	○	○	○	○	○

ROK放送の受信した方位と音の大きさ

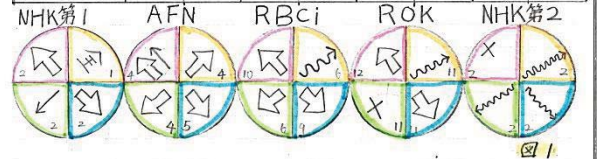


ROK放送の受信した方位と音の大きさ No.51



結果 52
聞こえたラジオ放送の方角と聞こえやすさ 表4

聞こえやすさ	↙	↓	↘	↖	↗	↙	↘
NHK1	2	1	1	1	1	1	1
AFN	4	4	4	3	0	1	1
RBCi	10	5	2	4	3	6	0
ROK	12	6	7	5	6	11	4
NHK2	0	0	0	0	1	2	1



・5つのラジオ放送のうち聞こえた、全ての声の大きさを4方向に分けて書き出した。(表4)
 ・放送の方位別の音多し聞こえた声の大きさ。(図1)

↙ よく聞こえる
 → 聞こえる
 ↘ 少し聞こえる
 × 聞こえない
 全 全部(必ずしもXが一つずつの音)

No.53



ROK 南城市大里字大城 RBCi 豊見城市字嘉嘉
 NHK第1,2 豊見城市字金良 AFN 北谷町玉上 木手キャンパス南度賢内

54

結果と考察

予想ははずれていて、AMの5つの放送全てが開けるコンデンサと場所はなかった。

受信できる放送の数と種類と場所
 AM放送を開けるのは、最大で4つNHK第1, AFN, RBCi, ROKで、場所は3ヶ所で、家の2階のベランダ、通信所前道路で開けた。

傘ラジオで放送を聞く時、全ての実験場所でROKが開けた。

トンネル前では、ROKしか聞こえなかった。

家の2階のベランダのポルペーパーと、海岸のホイルポリ以外では、全てROKが開けた。

ホイルペーパー2の比
 ホイルペーパーが長い方が、放送がたかさん受信できた。また、受信した声も大きかった。

ホイルポリ2の比
 ホイルポリは、長くても、短くても、放送を受信する数にはあらなかった。ホイルポリは短い方が、少し音が大きかった。

ホイルペーパーとホイルポリの比
 ホイルペーパー2とホイルポリ2は受信できた全部の数と同じだった。しかし、場所によって聞こえる数はちがっていた。

何もないとポリペーパーについて

何もないとポリペーパーは、周波数の高いNHK第2が受信できた。(NHK第2が聞こえたのは通信所前道路と家の2階のテランダ)

受信する方向について

ポリペーパーとホイールポリは、長くても短くても、聞こえてくる方向はだいたい同じだった。

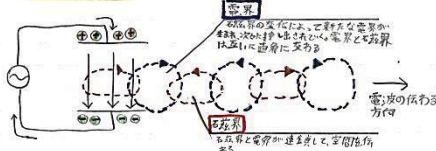
- NHK第1放送は、北西と南東の向きが開きやすかった。
- AFNは南東が一番開きやすかったが他の方向も同じくらい開きやすかった。
- RBCiは、北西と南東の向きが開きやすかった。
- ROKは、北西と南東の向きが開きやすかった。
- NHK第2放送は、少ししか聞こえなかった。

傘の車軸の方向ではなく、傘の軸が90°にちがった方向で聞こえた。

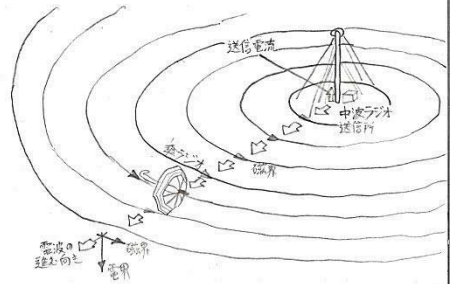
NHK第1と第2では、放送所は同じだが、よく聞こえた方向がちがっていた。

調べた事

電波について



電波とは、電界と磁界の変化が連鎖的な波となって空間を伝播していく現象である。(電気のすべがわかる本より)



電波の正体は時々刻々変化する電界と磁界が一体となったものです。傘ラジオのアンテナは、その磁界成分を電気に変換しています。導線を巻いたコイルに、磁界を近づけたり遠ざけたりすることで、電気を起こす電磁誘導の実験と同じ原理なのです。中継アンテナの送信アンテナは、大地から垂直に立っていて、数十〜200mほどの高さがあります。ここに電流を流しているため、電波に含まれる磁界は、アンテナを取り囲むように発生し、周りに広がって行きます。(子供の科学)

考察

はじめは、送信所の位置もわからず実験していき、送信所の方向からよく聞こえると思っていたが、結果がちがっていて、不思議に思っていた。本で調べてみると、傘に巻いたコイルにこの磁界をくぐらせる事で、電気が発生するので、傘の軸も軸にしてラジオ送信所から垂直の方向がよく聞こえる事がわかり実験の結果も同じだった。すごいと思った。

作った傘ラジオで電波をつかまえる実験5

目的

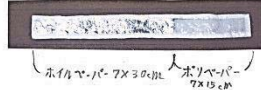
5つの放送が聞こえる傘ラジオのコンテックを制作し、実験する

方法

NHK第2が聞こえるポリペーパーと、4つの放送(NHK第1、AFN、RBCi、ROK)が聞こえるホイールポリペーパーをあちせた、ホイールポリペーパーを作製、実験する。

場所

家の2階のテランダ

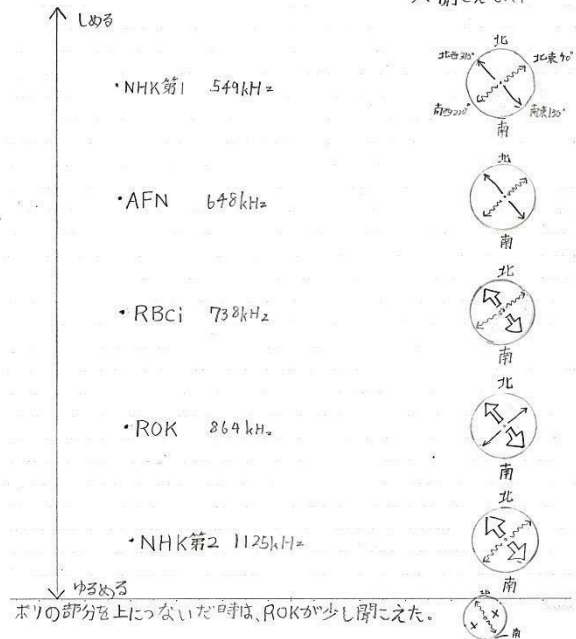


結果

家の2階のテランダ

ホイールポリペーパー (コンテック)
(ホリの部分を上にしない)

- ⇒ よく聞こえる
- 聞こえる
- 〜 少し聞こえる
- × 聞こえない



結果と考察

5つの放送全て(NHK第1, AFN, RBCi, ROK, NHK第2)が聞こえた。
NHK第2放送で初めて分(よく聞える)が出た。

大成功!!

本には、コンデンサの容量を小さくする事で、周波数を調整する事ができると書いてあって、NHK第2放送の高い周波数をとれたという事は、コンデンサの容量を小さくできたということになる。
今までの実験で、ホイルペーパー、ホイルポリマーもこの実験でつかたホイルポリマーでも、しめつけると低い周波数の音、ゆるゆると、高い周波数の音を受信できることがあったが、ホイルペーパーにポリマーをつなげる事でなぜ5つの放送を聞けるようになったのかはよく分からない。

↓
実験5では、家の2階のベランダでしか実験していなかったの
で、他の場所(トンネルの前、海岸、海邦公園、通信所前道路)でもホイルポリマーで5つの放送を聞く事ができると、聞こえる方向を調べる

結果

表1

	家の2階のベランダ	トンネルの前	海岸	海邦公園	通信所前道路
NHK第1					
AFN					
RBCi					
ROK					
NHK第2					

5つ全て聞こえたとが
初めはまたも風で
傘が飛ばされた



トンネルの前



海邦公園



通信所前道路



海岸

実験4と5でコンデンサ別に聞こえた放送局

家の2階のベランダ

表2

放送局	何もつけない	ホイルペーパー	ホイルペーパー	ホイルポリ	ホイルポリ	ポリペーパー	ホイルポリペーパー
NHK第1							
AFN							
RBCi							
ROK							
NHK第2							

トンネルの前

放送局	何もつけない	ホイルペーパー	ホイルペーパー	ホイルポリ	ホイルポリ	ポリペーパー	ホイルポリペーパー
NHK第1							
AFN							
RBCi							
ROK							
NHK第2							

海岸

放送局	何もつけない	ホイルペーパー	ホイルペーパー	ホイルポリ	ホイルポリ	ポリペーパー	ホイルポリペーパー
NHK第1							
AFN							
RBCi							
ROK							
NHK第2							

海邦公園

放送音	何もしない	ホイルペーパー	ホイルペーパー2	ホイルホリ	ホイルホリ2	ホリペーパー	ホイルホリペーパー
NHK第1							
AFN							
RBCi							
ROK							
NHK第2							

通信所前道路

放送音	何もしない	ホイルペーパー	ホイルペーパー2	ホイルホリ	ホイルホリ2	ホリペーパー	ホイルホリペーパー
NHK第1							
AFN							
RBCi							
ROK							
NHK第2							

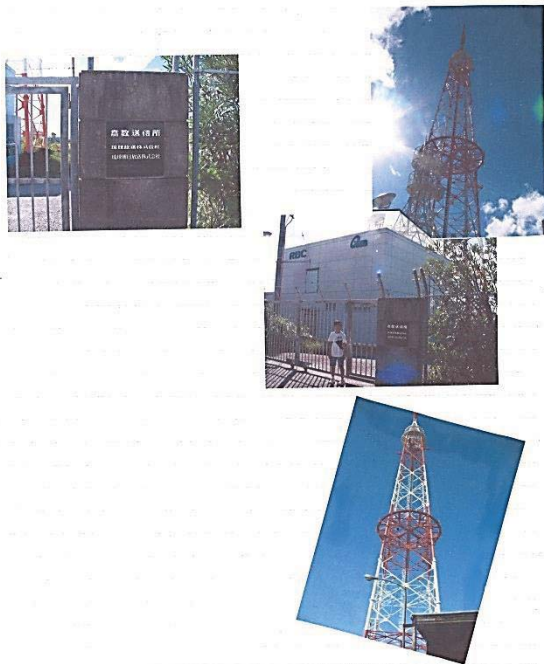
結果と考察

- 海岸はNHK第1とAFNの音が重なっていたが、5つの放送が開けた。
- 海邦公園と通信所前道路は4つの放送が開けた。
- トンネルの前は1つ(ROK)しか開けなかった。
- 聞こえた声の大きさは少し落ちていたが、聞こえた方向は、実験4のまとめの結果とほぼ同じだった。
- ホイルホリペーパーのコンデンシを使うことで、多くの放送を開く事ができるが、場所にもよる。
- 海邦公園では、真中の周波数(RBCi)だけ開けなかった。前の実験4でも、ホイルホリやホリペーパーだと、RBCiが開いていなかった。ホリ袋を使う事がコンデンシの容量を変化させる事に関係しているのかもしれないが、よく分からない。

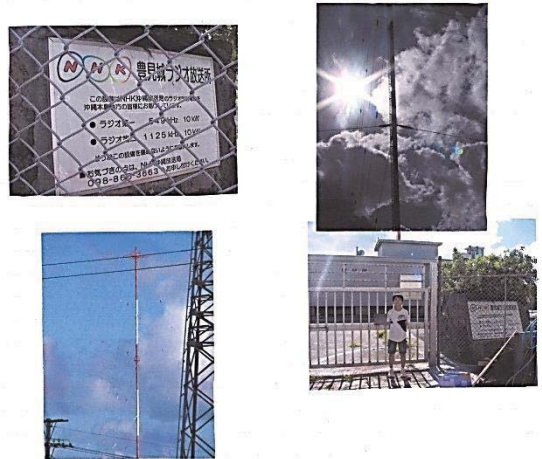
海岸で最後の実験をしている時、強い風が吹いて、傘ラジオがこわれてしまった。とてもショックだった。傘ラジオ自体は風に弱いから台風の時、家の中で台風情報を聞く事ができた。このことから、電波は、風の強さにあまり関係しないのかもしれない。災害が起こった時電池になって聞ける傘ラジオはとても便利である。今後、もう少し使いやすく、こわれにくいように、改良していきたいと思った。トンネルの前などの音がよく通る所では、聞こえにくかったのでスピーカーにつなげるように改良してみたい。

送信塔めぐり

RBCi 豊見城市字嘉数



NHK第1,2 豊見城市字金良



ROK 南城市大里字大城



結果と考察

- ・ROKはいろいろな所でよく聞けたので他の送信所よりも、とても高い場所にあると思っていたがそうではなかった。しかし、家とROKを結ぶと障害物があまりなく、ほとんどが海である事が分かった。(No.53の地図を見てください)
- ・NHK1,2の電波塔は細長く、ワイヤが前後左右張ってある。
- ・RBCiの電波塔は円形が多く、中には円板のようなものがある。
- ・ROKの電波塔は三角すいのようになっており、ときに木製から鉄骨がとび出している。
- ・それぞれ送信所の開数がちがっていて、びっくりしました。また、行く途中にも周りを見るといろいろな形の電波塔がある事に気づきました。
- ・1作りのうちがいろいろなのは今後よくよく調べてみたいと思います。

今後について

今回はAM放送かFM放送もキャッチしてみた。
 小型ラジオは本当に小さいコンデンサーで、AMもFMも聞くことができるので、分解して、しくみを勉強して活用したい。
 昼と夜で電波の受信のし方がちがうと書いてあったので、夜にも実験してみた。
 今回はコンテナをかいたが、次回はアンテナの形や長さ巻き数をかえてみたい。

感想

5年生の時から気になっていた電波をつまめる事ができてとてもうれしかった。
 最後の実馬倉で自分で選んだモバイルバッテリーで5つの放送が開けた時は感動した。
 電波やラジオ放送について、いろいろな事が分かったが、まだまだ分からない事が多い事も分かった。物理に興味があるので、これからも、いろいろ勉強していきたい。

風で傘ラジオがこわれたので、傘ラジオ2を作りました。前の傘ラジオと同じ形の物です。前の傘ラジオのように2階のベランダで5つの放送が開けました。建物の場所や室内によって聞きにくいかもしれませんが、みなさんもぜひ試してみてください。



参考文献

- ・電気のすべてがわかる本 ナツメ社
- ・中学生の理科 自由研究 学研
- ・スーパー理科事典 受験研究社
- ・子供の科学9月号(2008) 誠文堂新光社

講 評

4年生の頃、線が何もつながっていないのに声が聞こえる携帯電話を不思議に思ったことから
はじまった電波についての継続研究です。

設計図を元に自作のコンデンサを取り付け、コンデンサの種類を変えながら野外に出てどの周
波数の放送が聞こえるか、傘の向きを変えてどの方位がよく聞こえるか、いろいろな場所に出向
き、ていねいに調べて記録しました。

自分で製作した傘ラジオがうまく電波をつかまえ、ラジオが聞こえたときの感動がよく伝わっ
てきます。「ものづくり」の醍醐味だいごみがみえる作品ですね。

ラジオとしての完成度がすばらしく、1つの放送を聞き取るだけでも難しいのですが、コンデ
ンサを工夫することで異なる5種類のAM放送を聞くことができたようですね。

製作した傘ラジオが屋内より屋外が聞きやすいこと、コンデンサを工夫することで、全ての放
送が聞こえるようになることを明らかにしました。

考察にもあるように、「原理についてはまだよくわからない」ようですので、今後研究を継続す
ることで、新たな発見が期待されます。


沖 縄 電 力 社 長 賞

第35回沖縄青少年科学作品展

草木染め・花染め
 ～身近なもので染めたみた・4～

那覇市立仲井真小学校
 6年 知念 愛海

自由研究のテーマ

草木ぞめ 花ぞめ
 ★ 身近な物で
ぞめてみる・4-

① 研究のきっかけ
 今年は草木染めだけじゃなくて花染めも染めて
 みようと思います。
 作品作りにもかかるといいます。

② 研究の内容
 ・ぞめ方の手順のかくにん
 ・何を使うのが調べて決める(はしと布の種類)
 ・染る植物を探す(考えてる)
 ・色見本をつくる
 ・にだした染め液を比べる

1



③ 準備する物 ・タイマー ・カメラ
 ・ぞめの草木花 ・もめん糸 ・もめん布 ・麻布
 ・ざる ・お盆(2.3リットル) ・ソット ・計量カップ ・さばし
 ・水 ・豆乳 ・酢 ・フタ付きビン ・みょうばん
 ・おさなフタ付き容器

④ 注意する事
 ・火をつかうので、気を付ける(大人の人とやる)
 写真をとっておく

2

手順・下準備

ばいせん液の下準備

ばいせん液をつくる

- ・鉄ばいせん(さかたぐし酢+木)
- ・銅ばいせん(銅板+酢)

そめる物の下準備

1糸と布を水であらう 2かあかす

3糸(鉄と木)にはばん糸と布をつける

4かあかす

そめ液をつくる

①なべにそめいを入れたてかぶる位の水を足して巾
5Kにかける。

②ふっとうしてから、火を弱めて20分にたす

③ざるでこす。そめ液の出来上がり。

3

福木

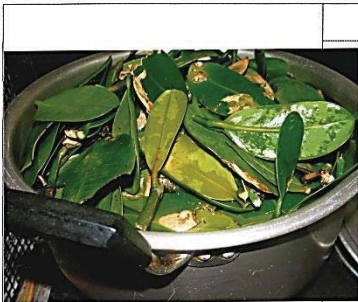


	予想	結果
みょうばん	うれい黄色	黄色
鉄ばいせん	黒	うれいこげ茶色
銅ばいせん	黄色	うれい黄色

鉄ばいせんは、暗い色になるから、黒になるかと思
たけれど、そこまで暗い色にもなりませんでした。

葉を見るとカリコになりそうだなあと思ったけど
結果は、緑にならなかつたので見た目では、なに色になる
のかあからなしいと思いました

4



葉とくきをなべに
いはい集めまし
た。



全部にた色になた
ので、水で洗って
あまり変ちりがな
いと思っていたけど
鉄ばいせんは、暗く
なつたので以外で
た。

5

玉ねぎ



	予想	結果
みょうばん	茶色	明るい茶色
鉄ばいせん	暗い茶色	こげ茶色
銅ばいせん	茶色	少し暗い茶色

ぜんぶ茶色になるとかと思っていたけど、鉄ばいせんは、
こげ茶色になつたのでびっくりしました。
鉄ばいせんは、暗い色にそめる事は知っていたけど、
ここまで暗い色になるとは思いませんでした。

6



染め液でこんなに
にそまりました。
こんなにそまるとは
思いませんでした。



玉ねぎは見た目
でどんな色にそま
るのか想像でき
たけど鉄はいせ
んがこんなに暗い
色になるのは想像
できませんでした。

7

ゲイトウ



	予想	結果
みょうばん	茶色	うすい黄色
鉄ばいせん	暗い茶色	うすくて暗い茶色
銅ばいせん	うす茶色	うすくて明るい茶色

ゲイトウは、あまり色が出なかつたのでキレイに染まるのか心配でした。
でも、色はうすいけど、染まっていたので良かったです。

8



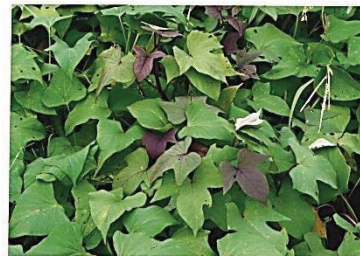
ゲイトウの葉は、
大きくて切りおけ
るのが大変でし
た。



写真のたしかに
たいと、ぜんぜん
色がついていな
そうです。
でも、けっこうま
しました。

9

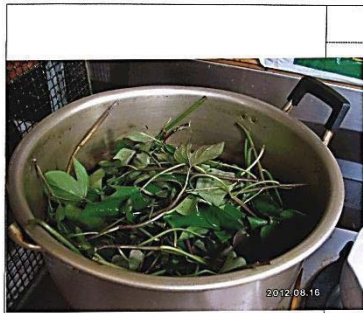
イモカズラ



	予想	結果
みょうばん	黄緑色	うすい黄緑色
鉄ばいせん	暗い緑色	暗い緑色
銅ばいせん	暗い黄緑色	うすい黄緑味の縮

イモカズラで染めるのは、初めてなのでどんな色になるのか、とても楽しみでした。

10



イモカズらは初
めてで、どんな色に
なるのか、予想を
立てるのがむずか
しかったです



はいせん液に
つけていた時は
みょうばんと銅は
似た色になると思
ったけど、緑と茶色と
ちがう色になったの
で、はいせん液につけて
いる時も結果はどの色に
なるのかわかりませんでした

11

黒豆

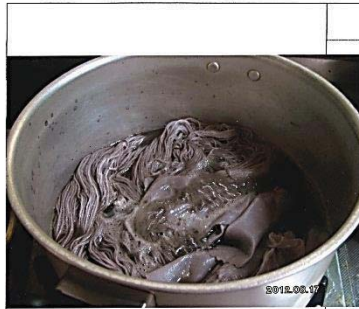


	予想	結果
みょうばん	むらさき色	青むらさき色
鉄はいせん	暗い茶色	黒っぽいむらさき色
銅はいせん	茶色	むらさきみじな茶色

黒豆をやるのも、初めてで、結果がむらさき色や茶
色になったので以外だなと思いはした。

染め液は黒いけど、ちょっとむらさきはかたです

12



糸と布を
染め液につけて
いるときです。



中がとれてないで
おけい左からむらさ
き色、黒っぽい色、茶
色、黒っぽい色となっ
ています

13

花染め 手順

準備する物

布(麻、木綿)糸、水、酢、手拭、ネット、
ボウル。

花びらをたくさん集める

手順④ 染め液をつくる

① ネットに花びらを入れ、口をしっかりと結ぶ!

② ボウルに酢と水を入れ、よく混ぜ、花びらを加
えます。花びらをすりつぶすように、お強くもん
で、色素をとり出す。

③ 色素がじゅうぶんに出たら、花びらをしまります。

④ 布を入れて、染め液をなじませたら、火にかけ
50位まで温度を上げます。火をとめたら、おんせん
にさましておきます。

※ ふらとさせない。

⑤ 流水で良く洗い、水けをとり、かぎ干しをします。

14

花びらを
こんなに
集めました

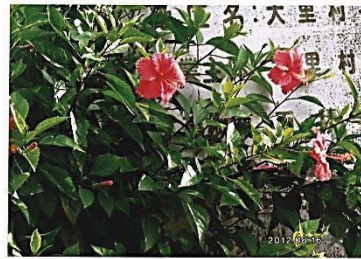
酢でも出しました
こんなに色素が
出ました

白い糸が
あやかな赤に
変ちりました

期待大

15

ハイビスカス



	予想	結果
みょうばん	明るいむらさき色	白
鉄ばいせん	暗い赤色	緑色
銅ばいせん	ピンク	うすい茶色

ハイビスカスの花だけをつかったから、ピンクや赤になると思っただけ、葉や茎の色になったり、またく色がつかないものがあったりしたのでびっくりしました。
みょうばんた糸や布を入れるとむらさき色に変わったので、以外に思いました。

16

1日ずつと、糸と布を
つけていたら、とても
ピンクにそまっ
ていて、ばいせん液
につけたらどんな
色になるのかとて
もきになりました。

ばいせん液に
入れるとこんな色
になりました。3つ
おてちがうにな
り、こんなにきれいな
のは初めてと思
いました

17

たて糸
福木
よこ糸
黒豆
アサギ

コースター 作りました

たて糸
福木
よこ糸
玉ネギ
福木
黒豆

18

草木染め・4



染めた糸を仕上げる
 ・はたおり機でターナルセンターとコースターをおりました
 ・うすい色も重なってしくと
 色がこぼくになってしくのがわかります。

草木染め・4



染めた麻布
 はじめて、ほかし染めにチャレンジ。
 ・初めに福木で全体を染めて。
 下の方は玉ネギでぞめました。
 ・仕上げは、母にのれんにしてもらいました。
 おはあちゃんにプレゼントしようと思います。

草木染め

番外編

博物館のワークショップ°
 台所で行える「草木染め」を
 体験しました
 ☆ うこん染め (マルク)
 ☆ 月桃染め (生)

うこん染め

煮出す

うこん茶葉を
取り出す

布をとりだして
大に絞る



23



24



25



26



27

NO. _____
DATE. _____

まとめ

- ・ハイビスカスの赤色は、色がつかなかった。
- ・今年の染めは、ほとんどに色がついていたので良かった。
- ・ゲットウは、最初まったく色が出ていなかったが、30分ほどにたすと、色が出たので、キレイに染まった。
- ・染めた色で作品(ターゲルスター)をつくれた。
- ・色見本も一度に見れるようにくふうしました。

28

NO. _____
DATE. _____

感想

- ・2回目の花染めでしたが、あまり色がつかなかったの、残念でした。絹糸や絹布だと色がついてたかもしれませんが。
- ・黒豆は、とても色が出ていて、糸にも布にも、しっかり色がついて良かったです。今回は、はいしんで、断をやらなかったの、いつかしようせんでみたいですね。
- ・ハイビスカスの赤色は、あまりつかなかったの、もう一度挑戦したいです。今年も、赤色をそめて残す事ができなかったの、くやしいです。やはり赤色をそめて残すのはむずかしいと思いました。
- ・今年は、やった事ない物を3つもできて、ほとんどがちゃんと染まっていたので良かったです。色見本もちゃんとできました。そして、染めた糸で作品をつくれたので、良かったです。

29

NO. _____
DATE. _____

- ・布の種類や染まるかんじがらうのか、葉だけではなく、枝皮、実などをあけて染めてみても、変化が出るのかな、と思いました。

最後に
小学校の間、草木染めの研究を続けて...

色のほうふさ、自然の色があかいてとてもよかったです。

染めの歴史や技法など、今後は、調べられる様にしたいと思います。

まだまだ、染めてみたい物はたくさんあるので、また、ちょうせんしていきたくてです。

仲井真小学校6年
知念愛海

30

講 評

本研究は、小学校1年生からの6年継続研究です。染め方を調べたり教わったりしながら、材料の採集をおこない、基本的には、自ら身近な草木や食品類などで糸や生地を染めて、出てくる色を見本表に整理してきています。

学年が上がるにつれて、染める材料や染め液を変え、色の見本表も豊富になってきています。また、染めの研究と並行して、色の良さを生かした作品づくりにも取り組んできています。

6年間の集大成としての染め色の見本テーブルセンターや麻、木綿布染め色見本の作品は見事です。

日本各地に伝統的に受け継がれてきている産業ですが、自ら実際に染めや作品づくりを継続して取り組んできた探求心と粘り強い努力を讃えたいと思います。

分野が化学なので染めるものと染める液の関係性を科学的に捉えると更なる飛躍ができると期待します。また、赤色の保存の研究も価値ある研究になると思います。

沖縄電力社長賞

第35回沖縄青少年科学作品展

津波の威力をやわらげる防波堤モデルの研究

宜野座村立宜野座中学校

3年 前田 孝太

1. 研究の動機

去年の東日本大震災で、すさまじい被害を与えた津波の威力が凄かった。

自分が住んでいる宜野座村にも場所によっては、逆V字型の湾があるため、もし津波がきたら大きな被害が予想される。どうかして、この津波の被害を最小限におさえることのできる防波堤を作ることができないかと考え、この実験をすることにした。



2. 研究の目的（ねらい）

- (1) モデル装置で津波を発生させ、その強さを調べる。
- (2) 防波堤を工夫することによって、発生させた津波の威力を少しでも減少させる（やわらげる）ことができないか調べる。

3. 実験で使用した器具・材料など

○木枠（180cm×30cm×20cm） ○ビニールシート ○レンガ（1個）
○発泡スチロール板 ○バケツ ○メスシリンダー ○定規（スケール）
○分度器 ○水 ○発泡スチロールカッター 等

4. 実験結果の予想

- ◎今回の実験で製作した装置のサイズ、発生させた津波の高さでは、乗り越える防波堤の高さはせいぜい2～3cm位だと思う。
- ◎ 防波堤の形や並べ方を工夫することで、少しは津波の威力をやわらげることができると思う。

5. 実験方法〔I〕

(1) 「装置Aの制作」

- ① 写真1のような、木枠を作り、厚手のビニルシートをして水漏れを防ぐ。
- ② 写真2のように、リーフを手前から80cmの位置に、逆V字の(海岸)湾を150cmの位置に設定。
- ③ 水深を10cmとした。写真3



〈写真1〉



〈写真2〉

✌️〈装置A〉



〈写真3〉

(2) 「津波に見立てた波の発生」について

- ① 写真4のように、40度の角度で発泡スチロールの板を固定し、れんが1コの重しで沈め、津波に見立てた波を発生させる。



(3) 「実験及び観察」・【装置I】での実験結果

観察①

逆V字型湾の地形モデル（発泡スチロール）写真5で津波が湾奥でどのようなようになるか観察する。



- 思った以上に、湾奥での波が高くなった
- 連続して第一波、第二波…と津波が押し寄せ ってくる現象が見られた



〈写真5〉

実験②

次に、写真6のように、湾の背面にメモリ用紙 をセットし波高を測定する。



回数	1	2	3	4	5	平均
cm	5,5	7,5	7,0	7,3	7,1	6,9



〈写真6〉

実験③

写真6のように、逆V字型湾の地形モデルを取りり除き、防波堤モデル（7cm～1cm）を セットし、各高さで乗り越えてきた水量を測定する。

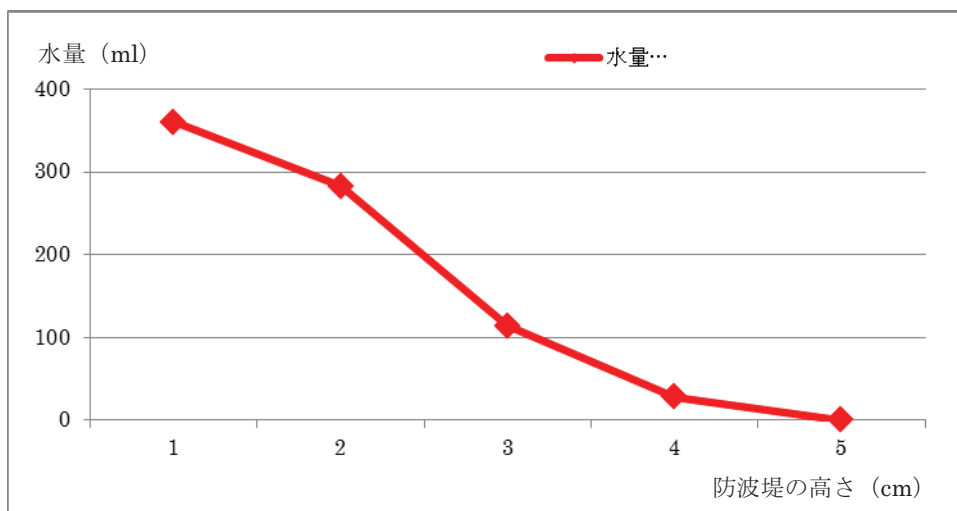


● 7cm～5cmまでは、波越えなし。

防波堤の高 さ cm	水量 (ml)			
	1回目	2回目	3回目	平均
5	—	—	—	—
4	30	28	27	28
3	98	130	113	114
2	310	260	280	283
1	360	380	340	360



〈写真7〉



(グラフ1) 各高さにおける波の乗り越え水量

実験④

次に防波堤高 2 cm で、写真 8 のような防波堤 モデルをセットし、同じように乗り越えてきた水量を測定する。



防波堤の高 さ cm	水量 (ml)			
	1 回目	2 回目	3 回目	平 均
2 cm	230	210	200	213



〈写真 8〉

実験⑤

写真 9 のように、林に見立てた防波堤モデル（デッキブラシのブラシの部分）をセットし、同じように乗り越えてきた水量を測定する。

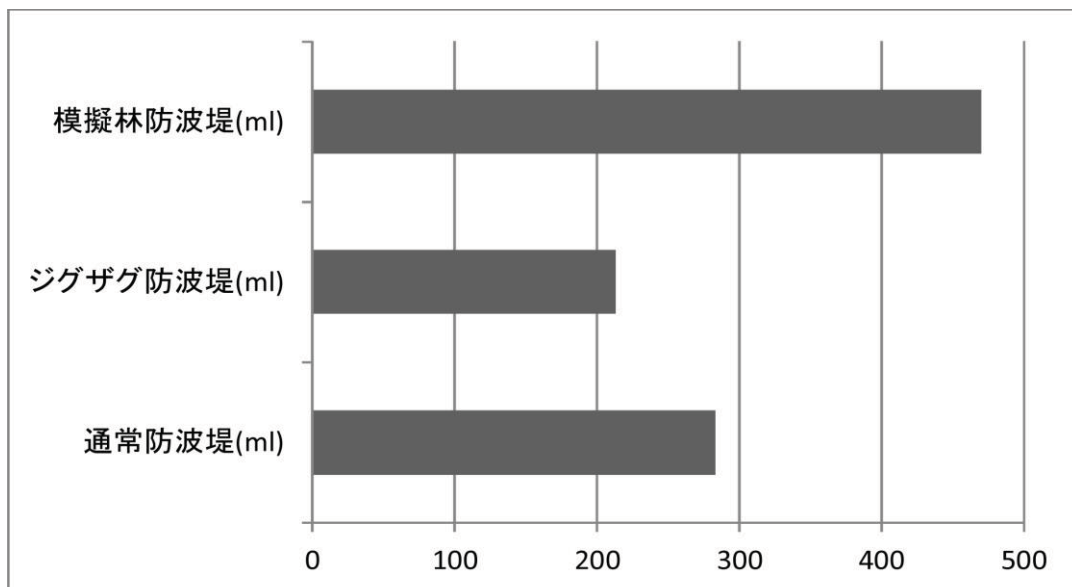


ブラシの 高さ	水量 (ml)			
	1 回目	2 回目	3 回目	平 均
4.5cm	480	450	480	470

※ 横 30cm の木枠より小さいため、両サイドに 5cm ずつの無防部分を作ってしまった。



〈写真 9〉

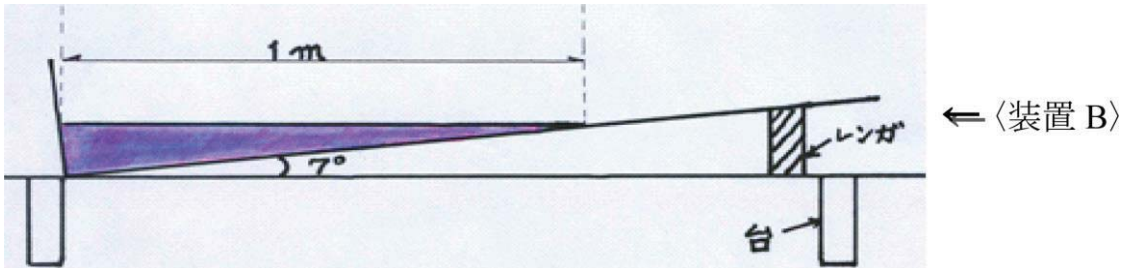


(グラフ 2) 実験③④⑤の防波堤高 (2cm) の場合の乗り越え水量の比較

6. 実験方法〔Ⅱ〕

(1) 「装置Bの制作」

- ◇ 装置Aでの実験後、余計な付属品をすべて取っ払い、本体を傾けた状態で実験してみた。
- ◇ そのときのシンプルな装置をAと区別するために「装置B」とした。
- ◇ さらに、装置Aでは水を着色せずに行ったため見づらかったので、Bでは青色の絵の具で着色して実験してみた。



□ 水深、津波に見立てた波の発生方法は「**実験Ⅰ**」と同じ。

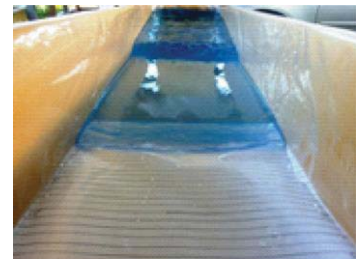
(2) 「実験」及び「結果」

実験⑥ : (防波堤なし)

実験Ⅰと同じ方法、強さで波を発生させ、写真10のように波の到達点を測定する〔波打ち際からの距離〕。



1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
28cm	30cm	26cm	30cm	30cm	28.8cm



〈写真10〉

実験⑦

写真11のように波打ち際に逆V字型湾の地形モデルをセットし、波の到達地点を測定する。



1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
49cm	45cm	53cm	50cm	48cm	49cm



〈写真11〉

実験⑧

次に防波堤高 2 cm で、写真12のような防波堤 モデルをセットし、同じように乗り越えてきた波 の到達点 を測定する。



1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	平均
11cm	16cm	15cm	16cm	16cm	14.8cm



(写真 12)

実験⑨

写真13のように、林に見立てた防波堤モデル（デッキブラシのブラシの部分）をセットし、同じように乗り越えてきた波の到達点を測定する。

※ 横30cmの木枠より小さいため、両サイドに5cmずつの無防部分を作ってしまった。



1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	平均
16cm	13cm	18cm	14cm	14cm	15cm



(写真 13)

7. 考察

- ◆ 実験装置 A で行った実験①～⑤は、普通の防波堤よりも実験④のジグザグ防波堤の方が水を防いだ結果となった。【グラフ 2】
- ◆ 高い防波堤を建設すれば、津波を防ぐことはできる。しかし、宜野座村をすべて囲んでしまうと海も見えないし、海への出入りも厳しくなってくる。しかし、ジグザグ防波堤はならば、完全に波を防ぐまではいかないが、海にも行けるし、車の出入りもできるので、個人的にはいいと思う。
- ◆ 実験装置 B での実験は、実験⑧のジグザグ防波堤と実験⑨の模擬林の防波堤がいいと思う（ジグザグ防波堤は、さきほどと同じ理由）。林の防波堤がなぜいいかというと、林は、水を防波する力を持っており資源の無駄にもならなくてとてもエコだからだ。
- ◆ 地形による被害については、これまで言われていた逆 V 字型の地形での影響が大きいことが実験でも確認できた。

8. 反省・感想・今後の課題

<反省と感想>

今度の自由研究は、少し慌ててしまいちょっと無計画で物事を進めてしまい、しっかりとしたデータをとることができませんでした。でも、装置Ⅰでの実験の反省から、急ぎよ装置Ⅱでの実験を実施できたのはよかったと思う。



また、津波に見立てた波の発生では、思ったよりも実際の津波のような第一波、第二波と連続した波を起こすことができたと思う。

<今後の課題>

今回の自由研究では、ちょっと無計画のところがあった。たとえば、

①装置の大きさ

②測定時、手伝ってくれる手が足りなかったこと（前もってお願いしておく）

③装置Ⅰ・Ⅱでの実験種類を統一しなかった。⇒ 防波堤を乗り越えた水量で比較するか、波の到達地点で比較するか……など

しっかり計画すべきだった。次からは、それを改善点としてしっかり確認のできる計画をちゃんと立ててやりたい。

講 評

「自分たちの住んでいる町を津波から守りたい」という素直な目的を持った研究です。

自作で作成した津波発生装置はシンプルではあるが、地形のモデルを取り替えたり、傾斜をつくることなど、完成度の高い優れた装置です。また、波を発生させるためにレンガの重さを利用することで、常に一定の波の強さを再現できるため、実験結果も信憑性が高いと言えます。

実験においても、デッキブラシを林に見立てている点は、良いひらめきだと思います。さらに防波堤も一般的な形状のものではなく、ジグザグ防波堤を考案したことはとても重要なことだと思います。海の景観を良くし、使い勝手の良いように考え出されているところで、実用性が高いと感じています。特に、ジグザグ防波堤と林との組み合わせに効果があることを示していることは、今後の防波堤の考え方や、海岸の整備に関しても新しい提言であると考えます。

今後の課題にも書かれていましたが、実験や研究というものは、進めながら改善していくものです。最初から完璧ということはありません。試行錯誤しながら良い結果を導き出すことが大切なのです。そういう意味も含めて、今後もいろいろな防波堤の形状などを調べられるように試行錯誤してほしいと思います。継続して研究を続けて下さい。

沖縄電力社長賞

第35回沖縄青少年科学作品展

発電床の製作

沖縄県立那覇工業高等学校

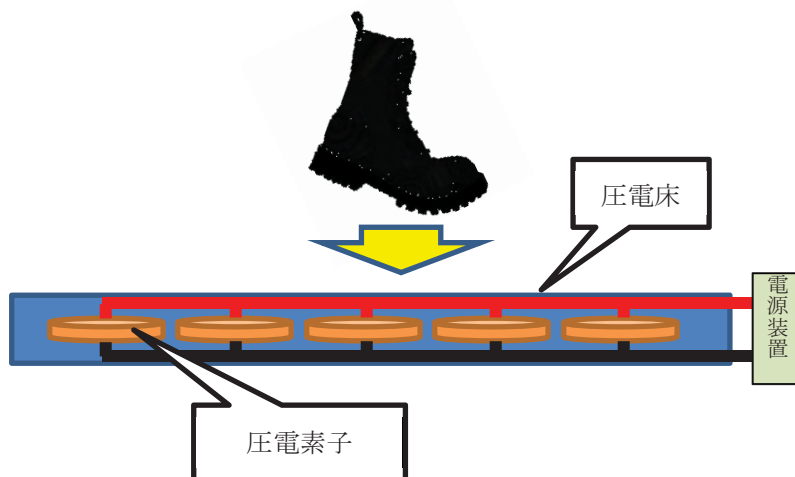
3年 親泊 翔也 金城 健太 野口 敬文 原口 直紀
屋宜 昌聖 沖田 裕磨 山根 基彰

1. 目的

- ◆ 私たちは、二酸化炭素が発生しないクリーンエネルギーを研究しようと考えました。
- ◆ クリーンエネルギーの中でも、駅改札口で実験的に使用されていた**発電床**に興味を持ったので、実際に製作しようと考えました。



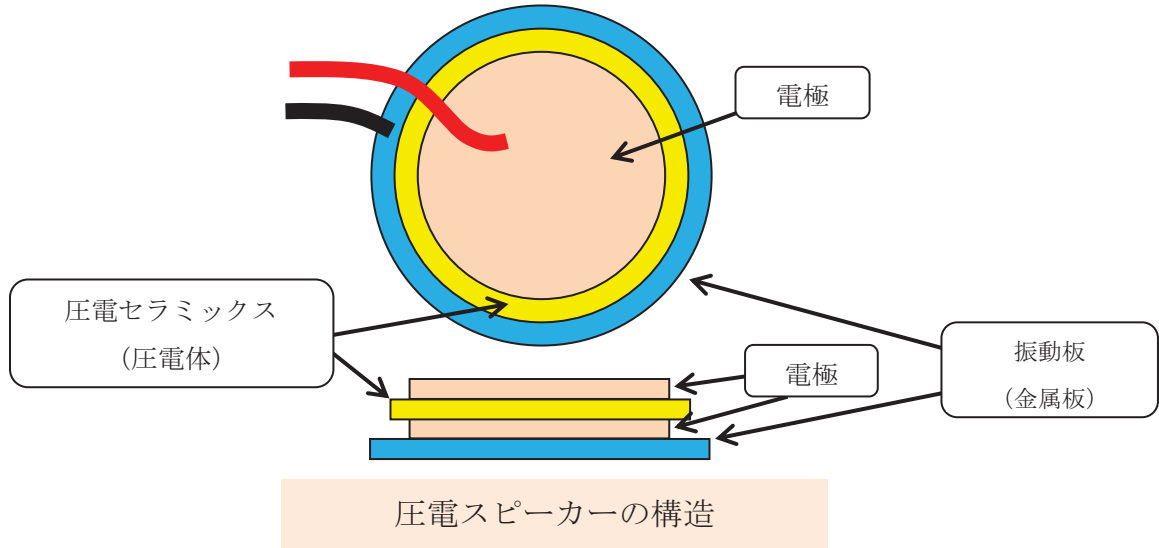
発電床とは、人が踏むことで中に設置されている圧電素子に圧力が掛かって電気を生み出す床のことです。



2. 圧電素子の説明

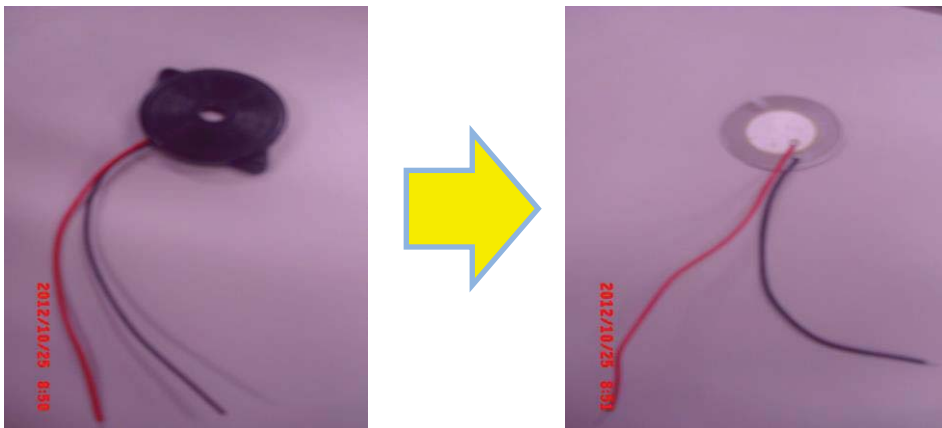
(1) 圧電スピーカの構造

圧電素子である圧電スピーカ内部には圧電体があります。圧電体に電圧を加えることで振動板が歪み、音を出すことができます。逆に加えられた力による歪みで電圧を発生することもできます。

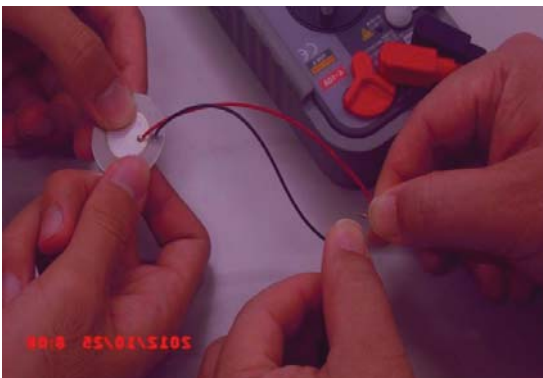


(2) 圧電スピーカの特性

圧電素子の一つである、圧電スピーカに力を加えて歪ませることで、何ボルト発電できるかを調べました。圧電スピーカを覆っているカバーを外して測定しました。



・圧電スピーカに力を加えたときの電圧



	電 圧	備 考
圧電スピーカ小	4.5V	最大値
圧電スピーカ大	3.8V	最大値

・圧電フィルムに力を加えたときの電圧



	電 圧	備 考
圧電フィルム	1.4V	最大値

3. 一次製作

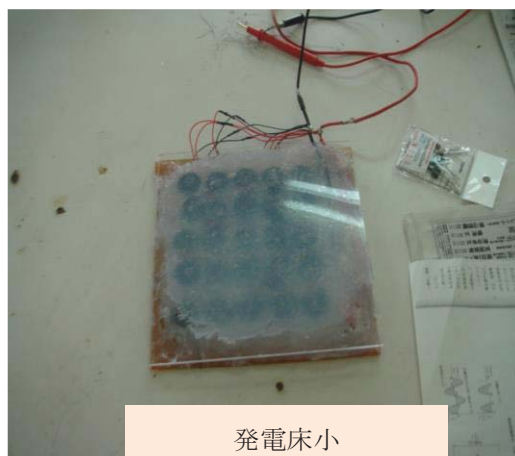
(1) 使用した材料

部品名	型番	備考
アクリル板	—	厚さ 2mm
シリコン充填剤	コニシ製#55378	クリアー色
圧電スピーカ小	SPT08	直径 24mm
圧電スピーカ大	SPT15	直径 34.5mm
リード線	—	0.5mm 径

(2) 発電床小の製作

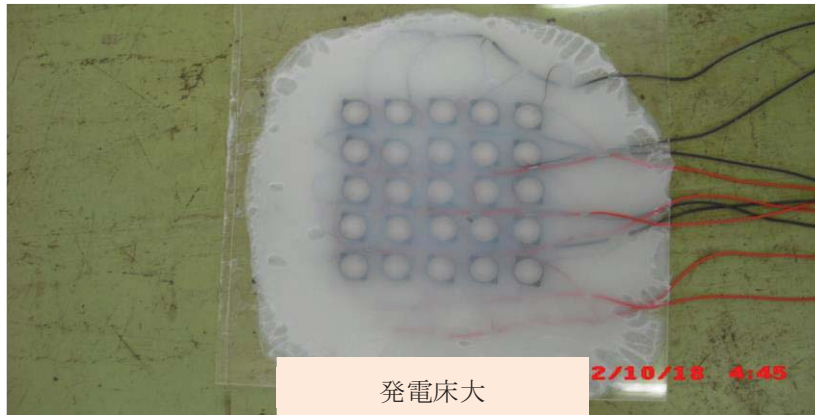
圧電スピーカ小 2 5 個を並列に接続して発電床小を作りました。計算上は 4. 5V 程度の電圧が取り出せるはずですが。

圧電スピーカをアクリル板ではさみ、アクリル板を踏んだときに、歪みは加わるが、圧電素子が壊れないようにするため、隙間にシリコンを充填しました。



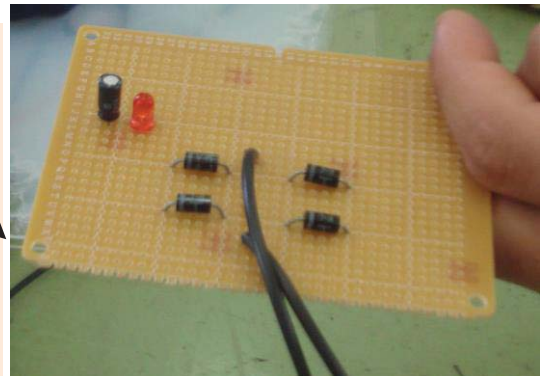
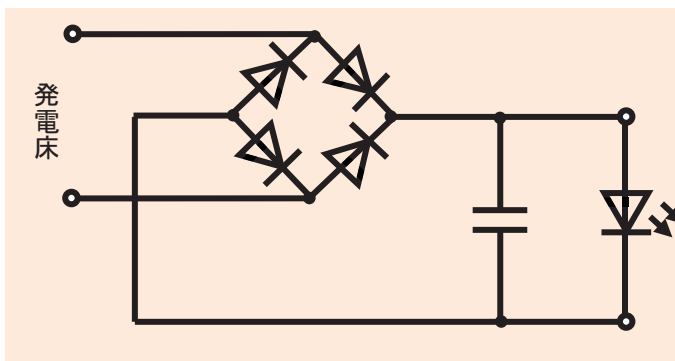
(3) 発電床大の製作

圧電スピーカ大 25 個を並列に接続して発電床大を作りました。計算上は 3.5V の電圧が取り出せるはずです。発電床小と同じように、圧電スピーカをアクリル板ではさみ、隙間にシリコンを充填しました。



(4) 測定用回路の製作

圧電素子は曲がる方向で発電される電圧の正負が逆転します。このままだと、発電床を踏んだときと、足を上げた時の電流の向きも逆になってしまいます。そこで、全波整流回路を作ることになりました。これで、直流的に電流を取り出せます。電流を安定にするために出力部にはコンデンサを加えました。負荷には LED を使っています。



(5) 発電床の測定

発電床を踏んだときの電圧・電流をテスターで、測定用回路の LED の明るさを目視で測定しました。LED の点灯継続時間は 0.2 秒程度でした。



	発電床小	発電床大
電圧(最大値)	3.5V	3.8V
電流(最大値)	1 μ A	1 μ A
LED の明るさ	暗い	暗い

4. 一次製作の考察

(1) 発電量の算出

10歩を歩くのに7秒程度かかったので、一步当たり0.7秒、踏んだときの発電継続時間が0.2秒程度でしたので、発電できる時間率を2/7と決めました。したがって電力量は次式で求められます。

$$\text{発電床の電力量(Wh)} = \text{最大瞬間電力(W)} \times 1 \text{ (時間)} \times 2 / 7$$

	発電床小	発電床大
電圧	3.5V	3.8V
電流	1 μ A	1 μ A
最大瞬間電力	3.5μW	3.8μW
発電床1枚当たり電力量	1μWh	1.1μWh

(2) 圧電スピーカの大きさによる比較

圧電スピーカの大小による違いを見てみます。

	発電床小	発電床大
面積	210cm ²	530cm ²
電圧 (最大値)	3.5V	3.8V
最大瞬間電力	3.5 μ W	3.8 μ W
電力量	1μWh	1.1μWh

どちらの発電床も電力量はあまり変わりません。圧電スピーカ小の電圧は4.5Vでしたが、並列で25個使った発電床小の電圧は3.5Vでした。原因としては、サイズの関係で圧電スピーカ本体にうまく足の荷重がかかっていないことが考えられます

(3) 太陽電池との比較

発電床と太陽電池の発電量を比較してみました。

	発電床小	発電床大	太陽電池
面積	210cm ²	530cm ²	94.5cm ²
最大瞬間電力	3.5 μ W	3.8 μ W	1W
電力量	1 μ Wh	1.1 μ Wh	1Wh
面積当たり電力量	0.0048 μWh/cm²	0.0021 μWh/cm²	11 mWh/cm²

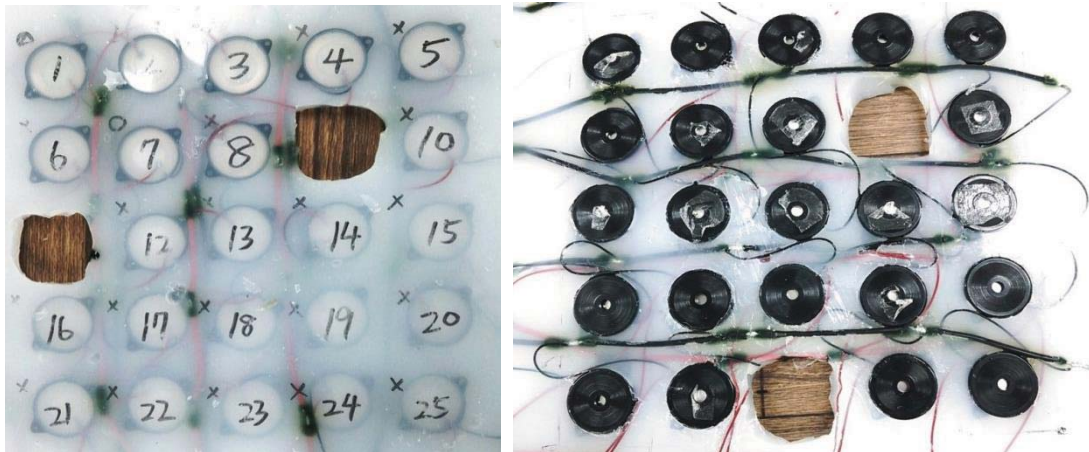
面積当たりの発電電力量では、太陽電池は発電床の 2×10^6 (200万) 倍程度という結果になりました。

しかし、太陽電池の電力量は最大発電時のもので、日光の角度や天気の影響で減少しますし、夜間は発電できません。発電床は天気に左右されず、地面であればどこにでも設置できます。適用場所次第では発電床の方が優れていることも考えられます。

5. 一次製作品の分解調査

(1) 発電床の分解

私たちの作った発電床は、予想していたほどには発電できませんでした。そこで、製作した発電床大を分解して内部の動作を調べてみました。



分解した発電床大

(2) 分解調査でわかったこと

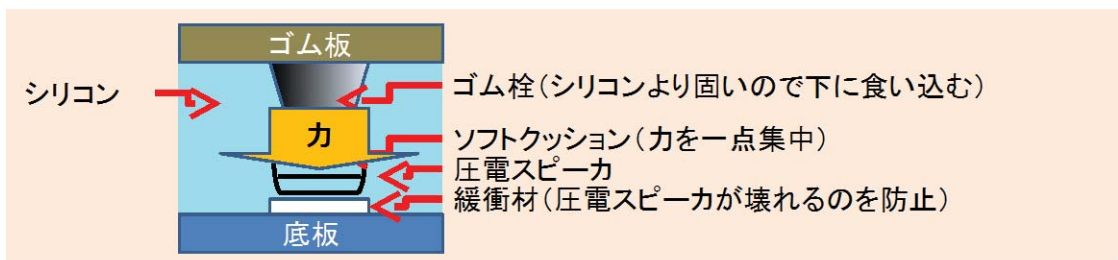
発電床大を分解して調べたところ、次のようなことがわかりました。

- ◆ 圧電スピーカ 25個のうち、十分に発電できていたのは4個しかなかった。発電できなかったものは、力を加えても圧電素子が少ししか変形していなかった。
- ◆ 踏んだときにかかる力が想定よりも狭い範囲であったため、面積を大きくしても考えたほど発電量は増えなかった。
- ◆ アクリル板の上から足で踏むよりも、固まったシリコンの上から圧電素子を指で小刻みに押した方がLEDは明るかった。

(3) 発電床の改良案

分解調査の結果から、次のような改良案が生まれました。

- ◆ より大きく歪むように、圧電素子の一点に力が集中するようにする。
- ◆ 物理的な強度を確保しながら、踏まれた力を伝えやすくし、圧電素子が十分変形するような素材を使う。
- ◆ 面積は小さくする。



発電床改良版の構造図

1

6. 二次製作

(1) 使用した材料

部品名	型番	備考
アクリル板	—	厚さ2mm
ゴム板	—	厚さ5mm
スポンジゴム	—	厚さ10mm
ゴム栓	—	小径15mm
ソフトクッション	透明ウレタンタイプ	8.5mmX2.2mm
円柱状緩衝材	—	直径25mm
シリコン充填剤	コニシ製#55378	クリヤー色
圧電スピーカ大	SPT15	直径34.5mm
リード線	—	0.5mm径

(2) 製作

- ①ソフトクッションの先端部をとおして、力が圧電素子に一点集中するように、ゴム栓の小径側にソフトクッションを付ける。



- ②圧電スピーカはフタを外して、円柱状緩衝材を5mm厚に切ったものを下側に貼り付ける。

- ③容器の底に、底板（アクリル板またはスポンジゴム）、緩衝材、圧電スピーカの順に積み重ねて入れて、圧電スピーカが隠れる高さまでシリコンを注入して10分間放置する。

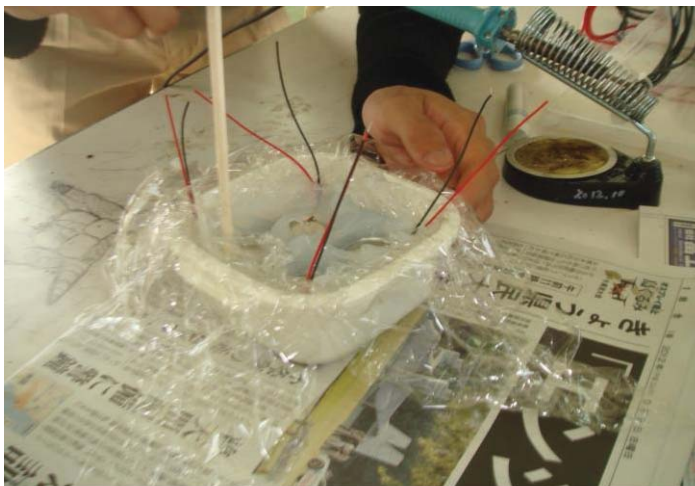


この高さまでシリコンを入れて、少し固まるまで待つ。

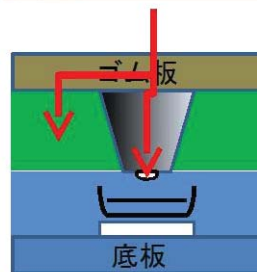


1

④圧電スピーカ上面の少し固まっているシリコンの部分にゴム栓をさして、ゴム栓が隠れる高さまでシリコンを再度注入し、ゴム板を上に乗く。



少し固まったシリコンに、ゴム栓の先端を埋めたあと、再度シリコンを注入。



1

⑤2～3日たったら、容器から取り出して更に2～3日乾燥させます。固まったところで完成です。



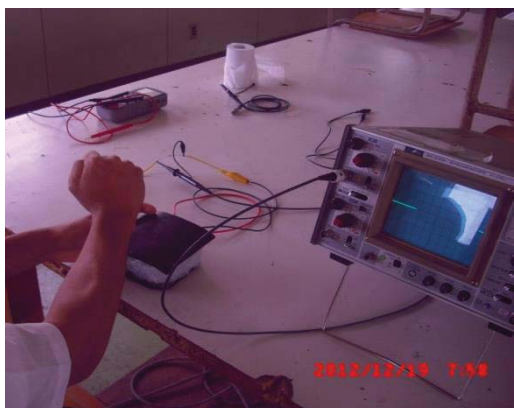
発電床改良版の完成です！

底板がスポンジゴム

底板がアクリル板

(3) 発電床改良版の測定

発電床の出力端に 1MΩ 負荷を接続し、オシロスコープにより最大電圧を観測して電流を算出しました。同時に、測定用回路接続時の LED の明るさも目視で測定しました。



	スポンジゴム タイプ	アクリル板 タイプ
開放端電圧 (最大値)	12V	8V
最大電圧	10V	6V
最大電流 (計算値)	10μA	6μA
LED の明るさ	少し明るい	少し明るい

7. 二次製作の考察

(1) 発電量の算出

発電できる時間率を2/7として、電力量を求めました。

発電床改良版は、発電床大・発電床小の10倍以上の発電量（電力量）となりました。

$$\text{発電床の電力量(Wh)} = \text{最大瞬間電力(W)} \times 1 \text{ (時間)} \times 2 / 7$$

	スポンジゴムタイプ	アクリル板タイプ
電 圧	10V	6V
電 流	10 μ A	6 μ A
最大瞬間電力	100μW	36μW
発電床の電力量	28.6μWh	10.3μWh

(2) 一次製作との比較

下表より、電力量および面積当たり電力量ともに、一次製作よりも著しく改善されたことがわかります。

発電床においては、圧電素子の変形の自由度の高さで、発電量（電力量）が決まることがわかりました。

	発電床 小	発電床 大	発電床改良版 スポンジゴム	発電床改良版 アクリル板
面積	210cm ²	530cm ²	90cm ²	81cm ²
電圧	3.5V	3.8V	10V	6V
電力	3.5 μ W	3.8 μ W	100 μ W	36 μ W
電力量	1 μ Wh	1.1 μ Wh	28.6μWh	10.3μWh
面積当たり 電力量	0.0048 μ Wh/cm ²	0.0021 μ Wh/cm ²	0.32 μWh/cm²	0.13 μWh/cm²

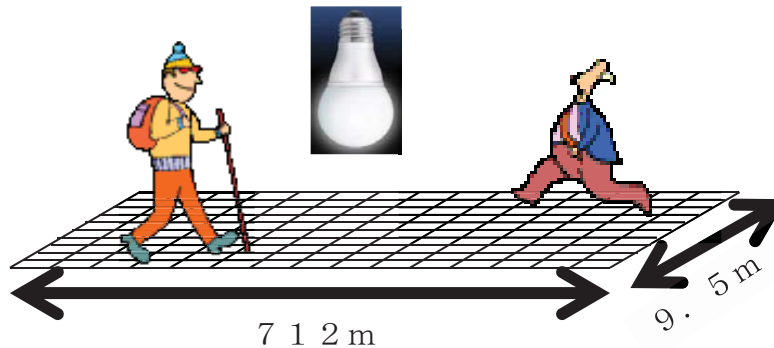
8. まとめと感想

(1) わかったこと

- ◆ 圧電スピーカ1個でも、LEDを点灯させることができた。
- ◆ 発電床の効率を向上させるには、圧電素子をより大きく変形させるような構造が必要である。
- ◆ 太陽電池の発電量には及ばなかったが、設置する場所、接続負荷の消費電力によっては発電床の適用が考えられる。
- ◆ 圧電素子自体は、変形する力の大小よりも、変形する周期の短い方が発電量が増えることがわかった。したがって、人の歩行よりも、振動、波、風などを動力源とした方が発電に適していると考えられる。

(2) 発電床の適用例

一般的なLED電球の消費電力は7.5Wです。たとえば、このLED電球を点灯させたいのであれば、発電床改良版75,000枚を、人通りの多い所に設置すれば十分です。10列に設置するのであれば、712mの長さで可能です。



(3) 感想

- ◆ 最初は発電床が本当に出来るか不安でしたが、思ったとおりの物が出来てうれしかったです。(親泊 翔也「班長」)
- ◆ 自分は、発電床を作る時にしか役に立てなかったのが、ちょっと悔しい部分もありますが、自分なりに頑張ったので文句ない出来だったと思います。(沖田 裕磨「副班長」)
- ◆ 最初はホントに出来るか分かりませんでした。でも実際作ってみて作りがいがあったので良かったです。(野口 敬文)
- ◆ なにかと大変でしたが、とてもやりがいがあり、とてもいい経験になりました。(屋宜 昌聖)
- ◆ 楽しかった。(原口 直紀)
- ◆ 物作りをすることが苦手な自分でも皆と協力をして作り上げてゆくことで、完成した時、この仲間たちと作ることが出来てよかったと思っています。(金城 健太)
- ◆ 発電床を作って、最初のうちは発電できるか不安だったけど、作ってるうちに発電する方法がわかったので勉強になりました。(山根 基彰)

講 評

現在、世界的に二酸化炭素による地球温暖化問題や、化石燃料の枯渇問題、新エネルギーの開発が叫ばれています。そういった中、駅改札口で実験的に使用されている発電床に着目し、二酸化炭素を排出しない、クリーンなエネルギーについて研究しようという思いは、環境及びエネルギーに配慮しつつ、倫理観をもった「ものづくり」という点において大変素晴らしいことだと思います。

研究内容においては、まず市販されている圧電スピーカーを利用した発電床を製作するという事で、踏む力が適度に伝わるようアクリル板との間にシリコン充填剤を使うなどの工夫が見られます。また、それだけでは十分な発電ができないということで、圧電スピーカーを分解・解析して、圧電素子がより大きく変形すればより発電できることを発見し、素子の一点に力が集中するような構造に改造するなど、課題を見つけ解決していく姿勢は高い評価に値します。

更に、今回の研究から圧電素子は変形させる力の大小よりも変形周期を短くした方が発電量を増やすことができるということ突き止め、人の踏む力で発電させるよりも振動、波、風などを動力源としたほうが発電に適しているのでは？という新たな課題も出てきていることから、今後も継続した研究を重ねていくことを期待します。

最後に助言となりますが、せっかく素晴らしい内容の研究を行っているのですからその内容が見る側に伝わるようなパネル作りを心がければ、もっと素晴らしい研究になったと思います。

今回はそのあたりを改善し、更に素晴らしい研究となることを期待しております。

<審査のポイント>

環境・エネルギー問題を考慮した「ものづくり」に興味を持ち、研究を行っているところが評価できる。また、単なる製作だけにとどまらず、さらなる改良を行い素子の変形量より変形回数（周波数）を増加させると発電効率がよいことに気付いた点などさらなる研究の飛躍に大いに期待が持てる点が沖縄電力社長賞にふさわしい作品であると判断しました。