

# 圧電素子と音を用いた発電方法について

寺田 航, 瀬本 可南子, 日吉 聡樹

指導教員 中島 覚

## 要約

現在, 世界にはさまざま自然現象を用いたクリーン発電がある。しかし, たくさんある中で音が用いられた例があまりなかった。それは, 音を使った発電方法は発電効率が悪いとされているからだ。そこで, 音力発電を日常生活の中で用いる方法を研究した。結果, 音で発電できるエネルギーは非常に小さいことが確認できた。しかし, 大きな音エネルギーが発生するライブ会場のスピーカーや線路脇などならば用いることができると考える。

## Abstract

Now there are various power generation methods with natural phenomenons. There not one with sound, for low efficiency to generate. We study the way to use sound power generation in the daily lives.

**キーワード** 圧電素子, 音圧, 圧力, 重り, 発電, 振動

**Keywords** piezoelectric, sound pressure, weight, power generation, oscillation

## 1. 研究内容

今回の音力発電は音圧で圧電素子のゆがみにより発生する電圧で発電するという方法で実験する。最初に, 圧電素子がどのくらいのエネルギーで電力を作るのか調べる。次に, 音圧によるエネルギーを調べる。そして, どのような場所でより良く発電するか調べる。

## 2. 音

音波によって空気の疎密波, 圧力変化の波が起きる。圧力変化はとても小さな値だ。ふつうの大きさの音での音圧の最大値は大気圧(10<sup>5</sup>Pa)に比べ 10<sup>-3</sup>Pa と小さい。

実効音圧

音波による圧力は変化するので, 圧力の平均値と瞬間の値がある。

・瞬間の音圧を瞬時音圧 (instantaneous sound pressure)

・平均値を実効音圧(effective sound pressure)という。

ある場所(x, y, z, t)のある時刻 t[s]における空気圧を P[Pa], 音波が来る前の空気圧を Ps[Pa] (静圧:static

pressure) とおいたとき

・音波による瞬時音圧の変化分は

$$P - P_s = p(x, y, z, t)$$

・実効音圧の公式は

$$P_e = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2 dt}$$

この二乗平均値の最大の値は  $1/\sqrt{2}$  倍であるらしい。

この式を使いどれだけのエネルギーを音がもっているのかを調べる。

実験 3~5 で調べた圧電素子の圧力に対する電圧の発生量を参考にある音圧に対して発生するエネルギーを調べる。

今回の研究ではマイクロホンと交流の計器を用いて実効音圧を調べ, 筒などを用いて特定の周期の音を響かせて増幅させたいので圧電素子にぶつけようと思う。

### 3. 実験観察

#### (1) 実験 1

##### ① 実験

まずは、拡声器なしで、声を張り上げて紙コップに振動を与えた。これでは全く LED は光らなかったため、拡声器を用いて再び行った。しかし、拡声器ではどこが最も振動しているか分からないため、拡声器の淵にラップを張り、振動を集められるようにした。そして、そこに紙コップをあてて、もう一度実験した。

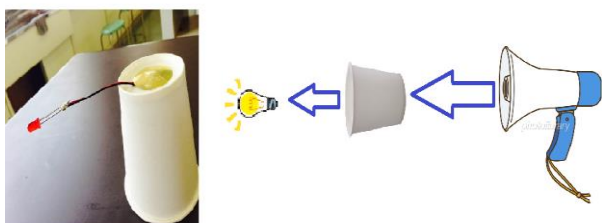


図 1. 実験 1 自作 音力発電機 1 号

##### ② 材料

紙コップ・圧電素子・LED

##### ③ 仮説

声の振動を、紙コップに伝え、紙コップが圧電素子に圧力を加え、電圧を発生させ、電流を流し LED が光る。

##### ④ 結果

地声では、かなり大きな声を出したが、紙コップを振動させることはできなかった。拡声器でも、思っていたほどの振動が得られず、圧電素子で電圧が発生させることはできなかったため、LED を光らせることはできなかった。

##### ⑤ 考察

ただ音の振動を圧電素子に与えるだけでは全く圧力が足りない。まずは振動の大きさと発生する電圧に関係性があることを確認する。

#### (2) 実験 2

##### ① 実験

圧電素子を木づちで叩き LED が点滅するか調べる。



図 2. 実験 2

##### ② 材料

圧電素子・木槌・LED

##### ③ 仮説

圧電素子に直接圧力を加える物体が触れるので、電圧ができ導線をとおって、LED は点滅する。

##### ④ 結果

弱めで叩くと電圧は発生したが値は小さく、LED の点灯は認められなかった。強く叩いた場合は暗室の中でのみ、かすかな点灯が確認できた。この実験では定量的な値がとれなかった。

##### ⑤ 考察

圧力と発生する電圧には関係性があることが確認された。点灯が弱かった理由は加えた圧力が小さく、点灯に必要な最低限の圧力を得られなかったことにある。そのため、どの程度の圧力でどの程度の電圧が発生するかを定量的に測ることにした。

#### (3) 実験 3

##### ① 実験

圧電素子に与える力は 100 g のおもりを 0.2 m, 0.4m, 0.6m の高さから落とし、その時の電圧を測定する。

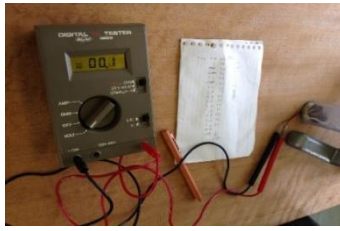


図3. 実験3

②材料

テスター 自作装置

③仮説

高さが上がるごとに位置エネルギーが大きくなるので、圧電素子が作る電圧は大きくなる。

④ 結果

一回目

	0.2m	0.4m	0.6m
1回目	0.2	0.5	1.5
2回目	1	2.8	9.1
3回目	3.3	0.7	6.4
4回目	3	2.1	8.2
5回目	0.1	1.7	0.5
6回目	3.1	1.1	0.8
7回目	0.2	0.2	1.2
8回目	1.8	1.5	2.1
9回目	0.8	1.8	0.5
10回目	2	1.1	0.8
11回目	1	1.1	1.2
12回目	1	3.7	0.1
13回目	0.7	1.1	0.1
14回目	0.6	1.8	1.4
15回目	0.2	3.4	2.9

二回目

	0.2m	0.4m	0.6m
1回目	1.2	8.9	8.3
2回目	3	14.1	8.6
3回目	1.4	8.9	8.1
4回目	0.6	16.8	9.2
5回目	4.3	8.8	8.6
6回目	0.8	1.7	8.9
7回目	6.8	7.5	25.2
8回目	15.4	8.3	10.6
9回目	3.3	3.6	19.2
10回目	7.1	7.1	1.5
11回目	12.8	8.9	7
12回目	12.2	2.4	6.5
13回目	0.9	17.6	11.3
14回目	4.8	8	12.5
15回目	7.6	8.6	12.5

三回目

	0.2m	0.4m	0.6m
1回目	5	5.3	6.5
2回目	5	3.5	5.5
3回目	2.2	4.4	4.8
4回目	1.8	5.1	14.8
5回目	2.3	3	9.2
6回目	2.1	4.7	6.5
7回目	9	6.8	15.1
8回目	1.7	6	5
9回目	4.4	2.7	9.8
10回目	1.2	2.6	8.8
11回目	8.9	5.7	5.2
12回目	7.5	8.5	19
13回目	1.8	8.5	33.6
14回目	3.4	3.2	2.6
15回目	5	5.4	26.3

実験3. データ

平均値(1回目) 0.2m 1.3v  
0.4m 1.6v  
0.6m 3.7v

平均値(2回目) 0.2m 4.0v  
0.4m 5.1v  
0.6m 11v

平均値(3回目) 0.2m 5.5v  
0.4m 8.7v  
0.6m 11v

平均値(合計) 0.2m 3.6v  
0.4m 5.1v  
0.6m 8.6v

#### 参考文献

速水浩平 振動力発電のすべて 日本実業出版 2008  
[http://www.keirinkan.com/kori/kori\\_physics/kori\\_physics\\_1\\_kaitei/contents/ph-1/4-bu/4-2-1.htm](http://www.keirinkan.com/kori/kori_physics/kori_physics_1_kaitei/contents/ph-1/4-bu/4-2-1.htm)

#### ⑤ 考察

それぞれの平均値から、加える圧力と発生するエネルギーは比例する。しかし加える圧力を二倍にした場合、一倍との大きな変化は見られなかった。ここにはデータのはずれ値が影響している可能性がある。

#### 4. 今後の課題

毎回、重りが当たる場所や、角度が異なるために、値にかなりのばらつきが生まれた。そこで落下させるおもりを球体にする、おもりと圧電素子の中心を誘導用の棒で貫く、などの解決策を用いる。またはずれ値をデータから除く。そこから得られた発電に必要な圧力から最低限必要な音圧を割り出しさらに研究する。

#### 5. まとめ

圧電素子をたたいたときのLEDのわずかな点灯と落下の実験から加える圧力と発生する電圧に比例に似た関係があることがわかった。また、発電に必要な圧力も確認できた。