

### 【概要】

近年、床発電などで注目されている圧電素子を用いて、歩くだけで LED が発光する靴、名付けて『夜間歩行用シューズ』の製作を試みた。圧電素子とは圧力を加えることで電圧が発生する電子部品である。主に研究したのは、どのようにすれば電圧が上がるかということである。そして、その結果を応用して夜間歩行用シューズの製作に取り組んだ。

Traffic accidents involving pedestrians are common. In this research, we tried to make a new type of light using piezoelectric elements. We researched what piezoelectric elements are, and how to make shoes. We tested the relationship between voltage or current and the number of and how to they are connected. We found a direct linear relationship between them. Considering these results, we made shoes. We hope traffic accidents will decrease because of these shoes.

### 【研究動機・目的】

歩行者には自動車・自転車と異なり、夜間にライトをつける義務はない。そのため、夜間に歩行者と自動車・自転車との事故が多発している。このことから私たちは、歩行者の方が気軽に付けられる、新しいタイプのライトを作ろうと本研究を始めた。

また、歩行者の方が気軽に付けられるには、何を用いればよいか考えたところ、外出するためには、まず靴を履かなければいけないため、「靴」を用いてライトを作ることにした。靴という素材を十分に生かす、つまり足の圧力を十分生かす電子部品を調べたところ圧電素子が最適だと思い、製作を始めた。

### 【実験器具】

圧電素子、ワニ口クリップ、LED、おもり(100g)、オシロスコープ、電流計、電圧計、検流計、テスター、はんだ・はんだごて



図1 実験器具一覧

### 【研究方法】

(実験1)発生する電流・電圧の測定

〔実験方法〕圧電素子を手で屈曲させ、電流計・電圧計・オシロスコープ・検流計の4つの計測器を用いて、電流・電圧を測定した。

〔仮説〕それぞれの計測器で値が読み取れるだろうと考えた。

(実験2)圧力変化と電圧の関係

〔実験方法〕おもりの高さを変えて圧電素子に向けて落下させ、圧力変化と電圧の関係を調べた。

〔仮説〕発生する電圧は加える力に比例するだろうと考えた。

(実験3)接続方法と電圧の関係

〔実験方法〕圧電素子2つを直列・並列にし、片方だけ屈曲させる、もしくは2つ同時に屈曲させる場合でLEDが光るか調べた。

〔仮説〕どの場合も問題なくLEDが光るだろうと考えた。

(実験4)圧電素子の個数と電圧の関係

〔実験方法〕圧電素子2つを同時に屈曲させた場合と、単体のみを屈曲させた場合の電圧を比較した。

〔仮説〕2つを同時に屈曲させた方が電圧が大きくなるだろうと考えた。

(実験5)実際に足で踏んでみる

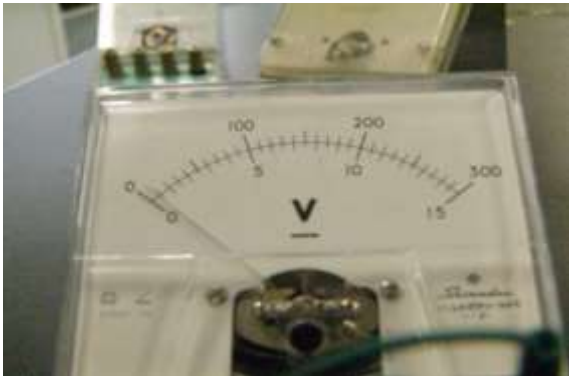
〔実験方法〕圧電素子を3つ並列つなぎにし、足で踏みつけてLEDが光るか調べた。

〔仮説〕 前実験と同じように LED は光るだろうと考えた。

(実験 6)より電圧が発生する工夫を考える。  
足で踏みつけたときに、十分屈曲するような工夫をした。

### 【実験結果と考察】

(実験 1)



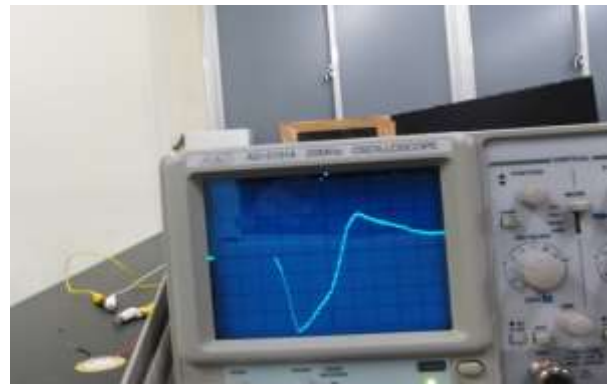
電圧計



電流計



検流計



オシロスコープ

図 2 実験 1 中の測定器の様子の

〔結果〕

- ①電圧計・電流計ではほぼ針が振れなかった。
- ②検流計では針が左右に振れ、オシロスコープでは波が上下になった。
- ③オシロスコープの値が他の測定器の値よりも大きくなった。

〔考察〕

- ①電圧の発生は圧電素子を屈曲させた一瞬のみであるため、電圧計の針は振れず、電圧の発生が一瞬ならば電流の発生も一瞬なので、電流計の針は振れなかったと考えた。
- ②このことから、発生する電圧が交流だと分かった。これは圧電素子がイオン結晶からできており、圧力を加えることでイオンのずれが生じ、電圧が発生するという現象を利用して作られたということからもわかる。
- ③オシロスコープは頂点に注目することで最大電圧を測定できると分かった。

(実験 2)

〔結果・考察〕

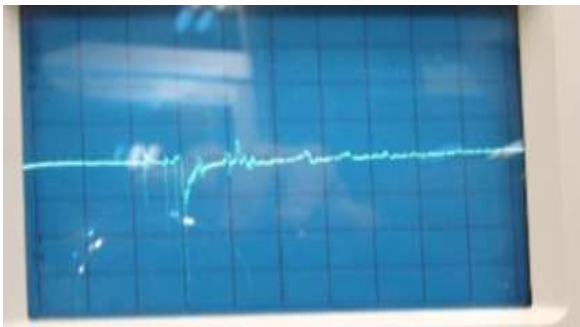
おもりが跳ね返り誤差が生じたが、おもりを落とす高さが高いほど、頂点が大きくなっていることから、圧力変化と電圧に正の相関があることは分かった。



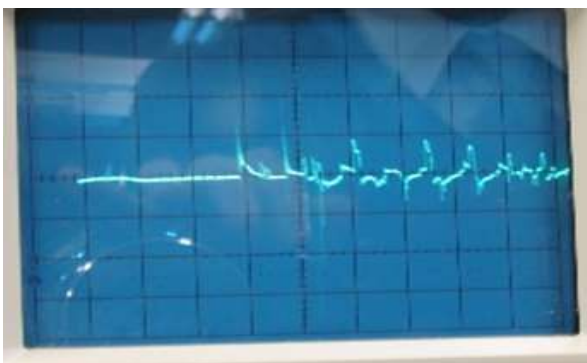
1 cm



2 cm



3 cm

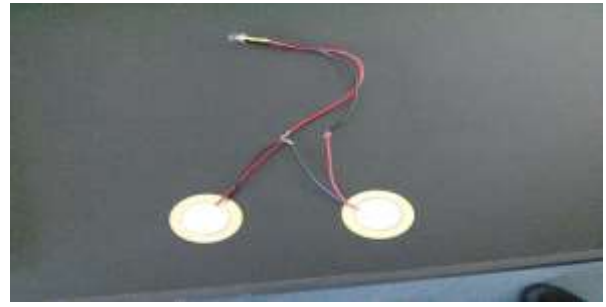


10 cm

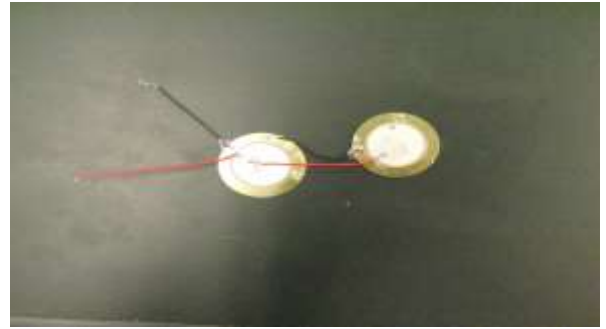
図3 実験2中のオシロスコープの様子

(実験3)

以下、つなぎ方を『直列』『並列』、屈曲させる数を『片方のみ』『同時に』と表記する。



直列つなぎ



並列つなぎ

図4 圧電素子のつなぎ方

〔結果〕

直列+片方のみ⇒光らなかった

+同時に ⇒光った

並列+片方のみ⇒光った

+同時に ⇒光った

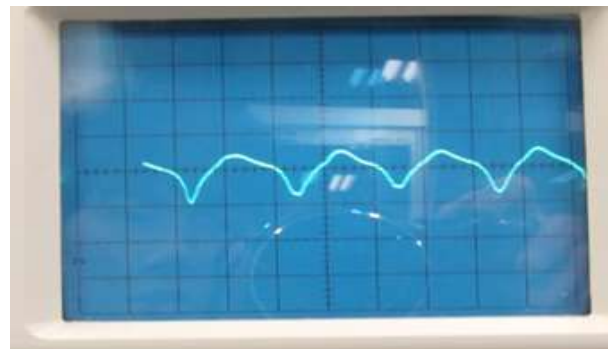
〔考察〕

直列+片方のみとき光らなかったのは、圧電素子が絶縁体になったと考えた。

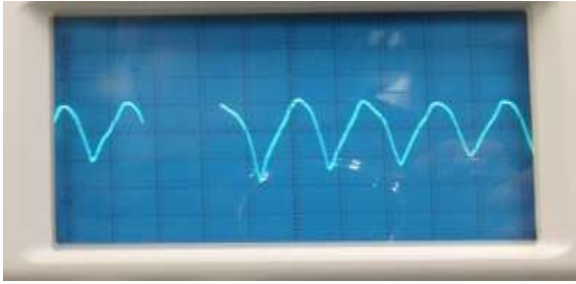
(実験4)

〔結果〕

単体のときよりも2つを並列つなぎにし、同時に屈曲させたときのほうが電圧が大きくなった。



単体



同時に



単体



同時に

図5 実験4中のオシロスコープ・検流計の様子

〔考察〕

電圧は圧電素子の個数にも関係があることが分かった。これは圧電素子の数を増やすことで、電圧が発生し得る機会が多くなったためだと考える。

(実験5)

〔結果〕

断続的には光ったが、光量は手で屈曲させたときのほうが大きかった。

〔考察〕

圧電素子に圧力が十分伝わっていないと考えられるため、十分に圧力を伝えられるような工夫が必要だとわかった。

(実験6)

〔結果〕

圧電素子の表面にスポンジを取り付け中敷をゴム板にすることで、踏んだときに実験5の時よりも光量が大きくなったため、圧電素子をより屈曲させることに成功したといえる。

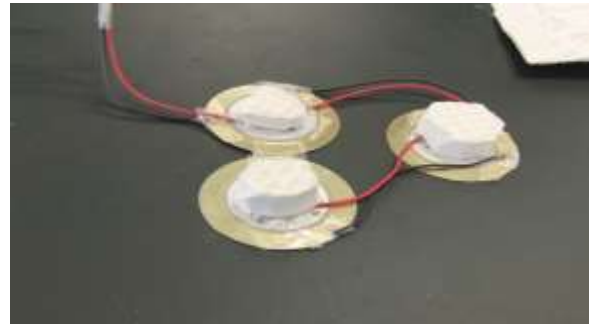


図7 工夫した装置とそれを装着した試作機

〔考察〕

この方法で成功したのは、スポンジを用いることで足と圧電素子が触れる表面積が大きくなるため、足と圧電素子が触れる機会が多くなり、またゴム板を敷くことで圧電素子に力が十分に伝わるようになったためだと考えられる。

【まとめ】

実験結果より、電圧は圧電素子にかかる圧力と圧電素子の個数に正の相関があるため、それらを考慮すれば、夜間歩行用シューズの実用化につながるということがわかった。

また、その圧力を十分圧電素子に伝えるための工夫が必要であり、そして個数は履き心地や靴底の面積を考えてLED1個につき3~4個が最適であることもわかった。

【参考文献】

田中新治(2000) 「オシロスコープ入門」  
<http://www.cqpub.co.jp/column/books/2001a/11891osiro/>