

半導体素子を利用した発電

～ 圧電素子とペルチェ素子 ～

千葉県立千葉工業高等学校
情報技術科 川口 憲治郎

1 はじめに

東日本大震災をきっかけにテレビやラジオ等のニュースでエネルギー問題を取り上げる機会が増えてきている。現代社会では電気エネルギー無しに生活するのは困難である。そこで発電について研究する事にした。風力発電や太陽光発電は色々な場面で見ることが多いため、他の発電について研究する事にした。

始めに考えたのが地熱発電だがボウリングする費用も場所もないため諦めた。次に思いついたのが、以前テレビを見ていたとき、温泉地でゼーベック効果を利用し、露天風呂の照明を付けていたのを視聴した。構造が簡単そうだったため是非取り組もうと思ったが、近くに温泉場が無いため温泉を使ったこの発電も諦めた。しかし、私は発電をテーマに取り組みたいため、発電について試行錯誤した結果、地中と地中外の温度差を利用して発電するゼーベック効果を利用する事を考えた。ゼーベック効果は2種類の金属が必要なためインターネットで金属について調べているとペルチェ素子が有ることを知り、ゼーベック効果ではなく、この素子を利用することにした。

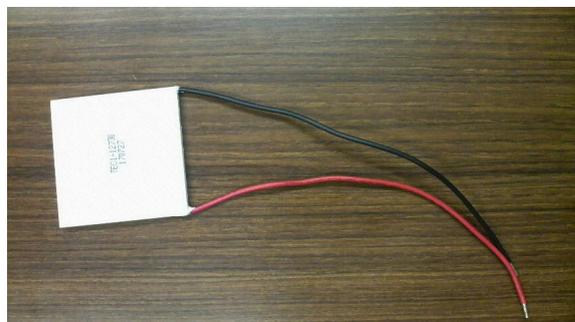


図1 ペルチェ素子

ある日、ショッピングモールの広場で行っていたイベントで、圧電素子を使った発電を行っていた。LEDを光らせるだけだが足で体重計らしき物を踏みつけると見事にLEDが光っていた。生徒が興味・関心を持ちそうなので、課題研究で取り組ませようと考えた。

この研究は生徒たちに課題研究で取り組ませた内容を報告します。

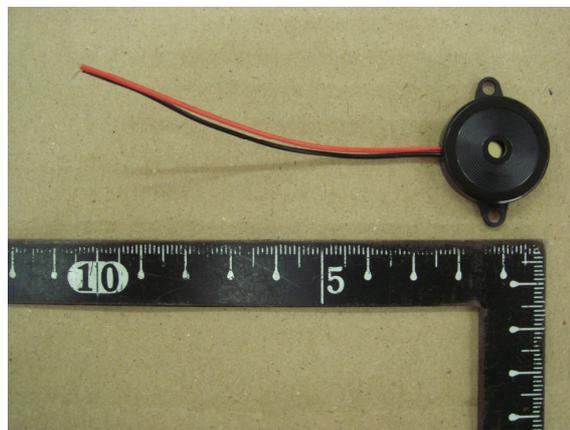


図2 圧電スピーカー

2 課題研究の流れ

この研究は、圧電素子を利用した発電とペルチェ素子を利用した発電です。立候補した生徒を2班に分け指導することにした。

(1) 圧電素子班への指導

インターネットでフィルムケースにビー玉を入れ、フィルムケースを振るとケース内のビー玉が圧電素子にぶつかりLEDが光ると記載があるページを見た。次に見たのが圧電素子(圧電スピーカー)の外側を外して素子がむき出し状態でLEDと並んで写っているページをみた。そこには叩く強さによって明るさが違うと記載してあった。

ア 材料

「圧電スピーカー」（圧電サウンド）
SPT08-Z185 の圧電素子を使用した。値段は
1,600 円（40 個入）なので 1 個 40 円になる。
「LED」は高輝度の物を使用。普通の
赤や緑では発電状況が分かりづらかった。
「定規」は 100 円均一の店で購入。また、
「スーパーボール」も 100 円均一の店で購入。

イ 発電1（フィルムケース）

インターネットに記載してあった事を参考に
材料をそろえた。

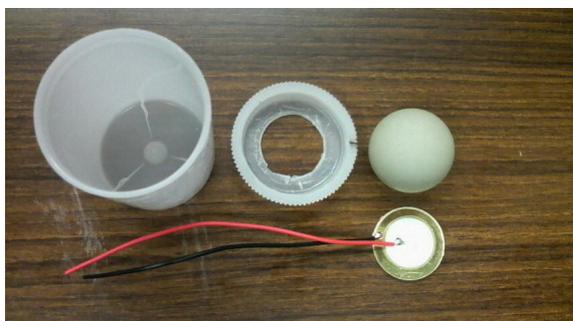


図3 フィルムケース発電の材料

圧電スピーカーの外側をむき、衝撃を強く
するためフィルムケースの蓋をくりぬいて直
接圧電素子にぶつけることにした。

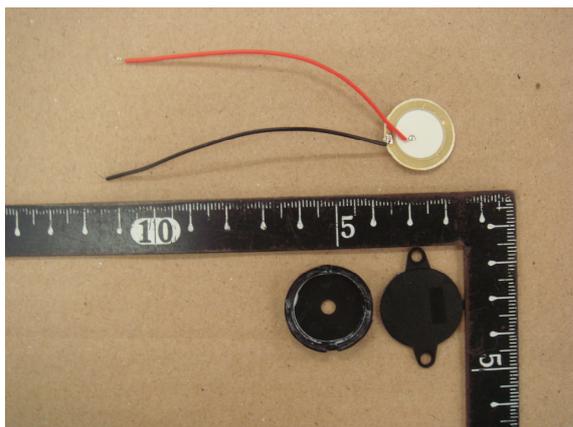


図4 圧電素子の取り出し

ビー玉が見あたらないためマウスのボール
を使用し、目の前に有った緑のLEDを使用
した。衝撃を加えると圧電素子は交流電源と

なるため指向性を気にせず緑のLEDを半田
付けし作製した。



図5 緑LEDフィルム発電

圧電素子に色々な衝撃を試しているうちに
もっと簡単にフィルムケース発電が作れる事
が分かった。



図6 簡単フィルムケース発電

簡単になった点は3つある。1つ目は圧電
スピーカーの外側をむかずにそのまま使用す
る。2つ目はフィルムケースの蓋をくりぬか
ない。3つ目は半田付けをしない。半田付け
の代わりにセロハンテープを使いLEDと圧
電スピーカーを固定した。発電が分かりやす
くなるためLEDを高輝度に換えている。

圧電素子は素子をゆがませることにより発
電するが、圧電スピーカーの状態で打撃を加
えても発電することが分かった。また、高輝
度のLEDの方がはっきりと光っている状態
が分かる。

ウ 作製品の検討

生徒は圧電素子で発電することが分かり、

実際にLEDを光らせる体験ができた。次に何を製作するか話し合わせた結果、生徒はまだ何をどうして良いか分からない様子でした。そこで、今回は大容量の発電ではない事と課題研究の授業で作製するため時間が思ったより少ない事を説明し、身近な物で役に立つ物を作るように導いた。

踏むことにより、LEDが光る誘導灯を作る事になった。誘導灯は圧力（踏む、叩く）によって矢印を点灯させ、移動方向を示す作品とした。図7は矢印の形をしていないが、この後生徒が矢印の形にした。

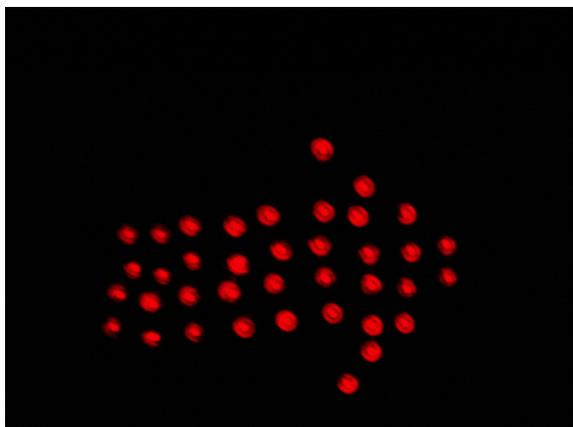


図7 LED点灯

エ 完成予想図

踏むことにより定規がしなり下の圧電スピーカーに衝撃を与え、足を離すことによって定規が元に戻る時上の圧電スピーカーに衝撃を与える事により発電することにした。

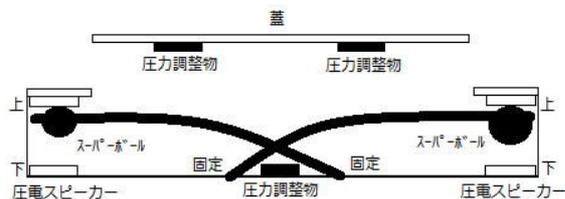


図8 完成予想図

(2) ペルチェ素子班への指導

3年以上前からカップラーメンに注いだお湯の熱を利用して発電させようと考えていたが、なかなか製作する時間がなかった。この関

情研の発表の番が来て重い腰を上げることが出来た。インターネットでスターリングエンジンやゼーバック効果を調べていたらペルチェ素子を使った。ペルチェ素子の実験が掲載してあるページを見て、材料が容易に入手できそうなのでペルチェ素子を利用して研究することにした。

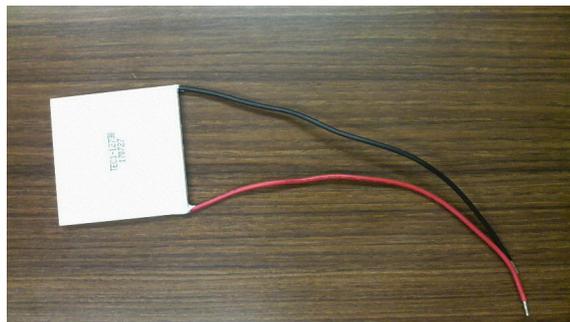


図9 ペルチェ素子

ア 材料

「ペルチェ素子」には大きさと種類があり、どれを使って良いか、分からないため一通り情報技術科で購入してもらえ事になった。

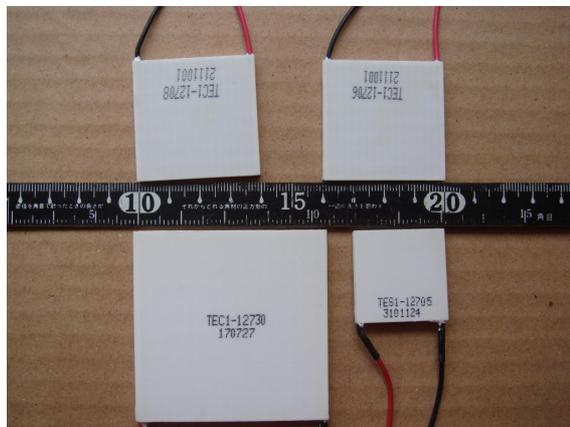


図10 ペルチェ素子の種類

値段は大きさと種類によって違い秋月電子通商で購入した。

30mm×30mm

(600円, 6月2日現在650円)

40mm×40mm TEC1-12706

(700円)

40mm×40mm TEC1-12708

(750円)

62mm×62mm (2,000円)

同じ大きさで種類の違うペルチェ素子は発電量が少し違った。

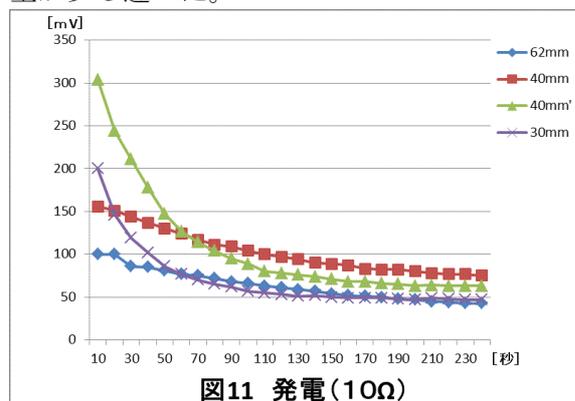


図11 発電(10Ω)

「ヒートシンク」は98年頃に作られたPCの中から取りだした。また、購入した60mm×30mm×30mmを2個並べ使用した。「DC/DCコンバータ」(HT7733A, HT7750A), 「コイル」100μH, 「電解コンデンサ」, 「ダイオード」, 「PIC16F648A」, 「高輝度LED」, 「抵抗」, 「圧電スピーカー」, 「加工用基盤」を使用。

イ 昇圧回路

ペルチェ素子(30mm×30mm, 40mm×40mm)1個の発電量は約0.15V, 62mm×62mmは約0.2Vであった。ペルチェ素子だけでPICを動かすには10個以上必要になる。さすがにカップ麺の上に10個載せる場所と蓋が素子の重さに耐えられうかという問題が生じた。そこで素子で発電した電圧を昇圧させることにより素子の数を減らす事によって問題が解決した。最低起電力は0.26V以上必要である。ペルチェ素子の発電が0.26V以上ないと音程が乱れてしまいメロディーを流す意味が無くなってしまう。このような結果からペルチェ素子を2個重ねて使うことにした。

実際にカップ麺の上に乗せて動作させると30mm×30mmのペルチェ素子の場合には動作しなかった。40mm×40mmのペルチェ素子の場合には動作したが1分30秒位で音程が乱れた。62mm×62mmのペルチェ素子は1個

の値段が高く、問題なく動作しても実用化は難しいため実施しなかった。30mm×30mmが動作しなかったのは、ペルチェ素子の裏面(カップ麺に触れていない面)が暖まりすぎ温度差が少ないため発電が出来なかったが、5個重ねた場合は問題なく動作した。



図12 2個・5個重ね

昇圧回路はHT7733AかHT7750Aを買うと説明書に記載されており、昇圧された電圧は規格値を出力していた。

ウ 作製品の検討

当初はカップ麺の蓋をはがし、蓋付きの発電を考えていた。そのため蓋の製作にも取りかかった。



図13 平らに伸ばした缶



図14 皿状にプレスした缶

蓋はアルミ缶を展開し平らにのばしてからプレスし、皿状にして利用することにした。どんぶり形にも対応するためより大きなアルミ缶を平らにすることにした。



図 15 1 L・2 L 缶



図 16 1 L 缶の展開 A



図 17 1 L 缶の展開 B

温度と電圧の実験を繰り返していると作製したアルミ蓋よりカップ麺に元々付いている蓋の方が熱伝導が良く、発電反応も良いことが実験結果より導かれた。この結果は蓋の厚さが発電反応の遅さに影響したのである。ゆえにアルミ蓋の製作を中止にすることにし

た。



図 18 ヒートシンク取り付け

ペルチェ素子を 2 個で動作させるためにはペルチェ素子の裏面を冷やす事によって問題なく動作すると考えヒートシンクを裏面に付けることにした。ヒートシンクを付けることにより温度差が生じ問題解決した。

エ 完成作品について

カップ麺に熱湯を注ぎ蓋を閉じた後に作品を置くと 5～6 秒後にメロディーが流れ始める。3 つの LED は時間を表し、始めは 2 つ点灯し 1 つ点滅する。30 秒たつと点滅時間が早くなり 1 分たつと LED が 1 つ消える。1 つ点灯し 1 つ点滅し 1 つ消えている状態となる。



図 19 完成品

点滅時間は 1 秒間隔と 0.5 秒間隔の 2 種類有り秒が 30 秒以下になると速くなる。残り 3 秒になると時報（プ・プ・プ・ポーン）で完成を報告し LED は 3 つ点滅するようになる。

3 課題研究の結果

作品を作って終わりではなく、更なる研究や作品の活用ができると生徒の能力・技術が向上するため、作品の完成後更なる興味・関

心を与えられるように工夫をしたい。そこで、企業や地域交流に研究作品を利用する事にした。

(1) 企業へ

完成品を企業にメールで送り感想をもらえると生徒にも良い刺激になると思う。

(2) 地域へ

昨年は、千工祭（文化祭）にて「親子ものづくり」を無料で行い電子サイコロを製作した。今回はこのカップラーメンタイマーを製作させたいが、ペルチェ素子が費用が高いため現状では出来ない。

以上の事が実現できれば、この課題研究は成功であるといえる。

4 生徒の感想（抜粋）

生徒の感想を抜粋ながら紹介します。

A君（圧電素子班）

電子回路の知職がつかまりました。最も難しかった事は本体の設計でした。失敗を繰り返し、今の形になりました。今回の研究で学んだ事を次に物を作る時に活かしていきたいと思いました。

B君（圧電素子班）

回路の作成ミスや圧電素子が反応しなかったりと、次の作業に進めず精神的にもつらくなってきました。大変さを学ぶ事ができました。壁にぶつかることになると思います。諦めず、頑張っていきたいと思います。

C君（ペルチェ素子班）

特性を知り、様々な測定や実験を繰り返し、共同実験者との意見のくいしばりもあり、完成は遠く思われたが、完成がとても待ち遠しくなってきた。完成させ素子を用いたラーメンタイマーは自分の思い出に強い印象の一頁として残るだろう。

B君（ペルチェ素子班）

様々な新しい知識を得ることができ、とても有意義な研究をすることができました。デザインを考えたりするのが苦手だったり、

物を作ったりするのに少し抵抗があったのだがうすれて、積極的に関わることができるようになった。

5 今後の課題

圧電素子の方は、簡単にセッティングできるように、端子の改良と設置場所にあった発電器の工夫が必要である。また、小型化にすれば用途が広がるため更なる改良が必要である。

ペルチェ素子の方は、ゲーム感覚で遊べる機能を増やす事により3分間があつという間に経過するはずである。そのためには赤外線素子を使い機能を増やしカップ麺同士で対戦ができるように改良したい。

作品を作ったら実用新案を出す事やってみようと思ったが、すでに同じような物がネットに出ていた。タイマーだけでなくゲーム性を持たせれば実用新案になると思うがお金もかかるため一時休息する事にした。



図 20 実用新案資料

6 おわりに

光や音が出ると発電が実感でき生徒達が感動している様子がはっきり伝わってきた。研究をしたことにより更なる興味関心がわいてくる事を期待しています。

最後に、本発表に関して御協力いただいた情報技術科の先生方、ならびに本研究に取り組んでくれた生徒諸君に深く感謝いたします。

参考文献

(1) 秋月電子通商

<http://akizukidenshi.com/catalog/default.aspx>

(2) 産業財産権標準テキスト

独立行政法人工業所有権情報・研修館