

LED発電の可能性について

石川工業高等専門学校 岩田 和貴

1. はじめに

突然だがあなたは太陽光発電をご存じだろうか。近年、年々減ってゆく天然資源によるエネルギー不足の解決策の一つとして、再生可能エネルギーを利用した発電方法がどんどん注目されている。その再生可能エネルギーを利用した発電方法の中で特に有力視されているものが太陽光発電である。太陽光発電とは、太陽光パネルに光を当てることで発電するというものである。後々説明するが、実は太陽光パネルとLEDの中身はほぼ同じである。今回はその事を利用して逆にLEDで発電できないか、またこの仕組みを利用して街灯に応用できないかと考えました。どういうものかというところ、昼はLEDで発電して電気を貯めて、夜になったら逆に貯蓄した電気を使って発光することにより高額な太陽光パネルを使わなくても安いLEDの発光部だけで成立する、よりシンプルで低コストに照明や街灯を作れないか(図1、2)と考え、実験したものである。

2. 太陽光パネルのしくみとLEDのしくみ

太陽光パネルとLEDについて以下に記す。

● 太陽光パネルについて[1]

種類：シリコン系・化合物系・有機系の3種類がある。

働き：太陽からのエネルギーを電気に変換する。

内部構造：p型半導体とn型半導体という2つの物質が重なっている(図3)。

しくみ：太陽光パネルに光が当たるとp型半導体、n型半導体それぞれに+の電気と-の電気が集まる。つまりこれは普通の電池と同じである

● LEDについて[2]

種類：形状だけでなく紫外線や赤外線など幅広い光を出せる。

働き：電気を光に変換する。

内部構造：p型半導体とn型半導体という2つの物質が重なっている(図4)。

しくみ：LEDに電流が流れると半導体の中にある+と-がぶつかるときにエネルギーを光として放出する。

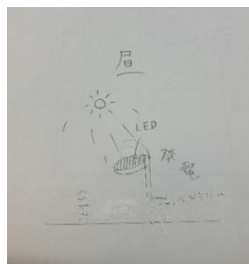
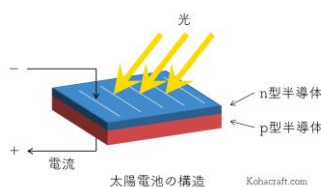


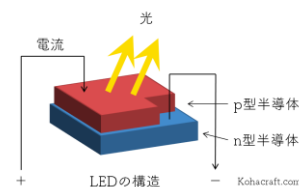
図1：昼の働き



図2：夜の働き



太陽電池の構造



LEDの構造

図3：太陽光パネルの構造 図4：LEDの構造

3. 目的

今回調べたいことを下に記す。

- ・LED で発電しそれによって作られた電気で LED を点灯できるか。
- ・どのような状況（色・つなぎ方）で発電するのが1番発電効率がいいか。
- ・それを街灯に応用できるか。

4. 実験方法

今回、実験で調べたいこと。

- ・LED をたくさんつなげた回路でどれだけ発電できるか。
- ・LED のつなぎ方で起電力は変わるのか ・LED を点灯させる。
- ・LED の色によって起電力は変わるのか ・発電した電力をコンデンサに蓄える。

5. 実験

これらの実験時の環境

日付・場所：9月13日、石川県、金沢市内 時刻：午前11時

天候：晴れ・所々雲あり（図5） 気温：30℃ 湿度：65%

この実験ではLEDはSGARP社製のGL3UR8を主に使用する（図6）。



図5：実験当日の天候



図6：実験に使用したLED

実験1. 1 LED1個の発電量を調べる

まずLED1個の発電量を調べる。図7のようにブレッドボード上にLEDをさし太陽光を当てて起電力を計測する。計測の様子を図7に示す。

実験1. 2 結果：LED1個の発電量

LED1個の起電力は1.32Vであった。

実験2. 1 LEDのつなぎかた

10個のLEDを並列つなぎと直列つなぎで配線し起電力を計測する。

実験2. 2 結果：LEDのつなぎかた

各配線時の起電力は次のようになった。

直列つなぎ：6.35V 並列つなぎ：1.43V

実験3. 1 LEDの色別の発電量を調べる

比較するLEDは図8のものを使用する（青・赤・黄・緑・白）赤色LEDはほかに実験で使用しているものとは違うものである。各色LEDを5. 1. 1同様にブレッドボード上にさしそれぞれの起電力を測定する。

実験3. 2 結果：色別 LED の発電量

各色の同じ条件下での起電力は下のようになった。

青色 LED : 2.16V 赤色 LED : 0.24V 黄色 LED : 0.98V

緑色 LED : 1.45V 白色 LED : 0.18V

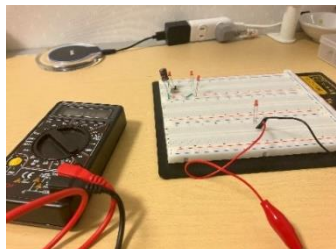


図7：測定時の様子



図8：実験3で使用する各色 LED

実験4. 1 LEDを点灯させる

実験結果から考えてLEDを点灯させられるLEDの個数を考える。データシート[3]よりこのLEDの立ち上がり電圧は1.5Vほどなので、実験2より5個直列につなげば起電力は足りそうなので残りのLEDを並列つなぎでつなぐことにより電流を上げる。用意できたLED90個で測定する。LEDを5個直列に接続したものを18個並列に接続する。

実験4. 2 結果：LEDを点灯させる

LEDは光らなかった。測定したところ起電力は5.15Vだった。乾電池2本(測定したところ1.56V)でやってみたところLEDは点灯したことからLEDの立ち上がり電圧には足りていても電流が足りていないと思われる

実験5. 1 コンデンサを使ってみる

コンデンサを利用して電気をためることで電流不足を解決できないか実験する。静電容量100 μ Fのコンデンサを使用する(図9)。電池の端をコンデンサにつなげ少しの間放置して充電する。外が曇ってきたので室内のデスクライトを光源として発電する(LEDとの距離は10cmほど)。測定の様子を図10に示す。発電する回路の回路図を図11に示す。

実験5. 2 結果：コンデンサを使ってみる

LEDは光ったが1秒もせず消えた(0.5秒ぐらい)(図12)。15秒ほどの充電で一瞬つくようになる。1分以上充電したが30秒ぐらいからどれだけ充電しても点灯時間かわらなかったので静電容量の限界と思われる。



図9：実験5, 6で使用するコンデンサ



図10：測定の様子

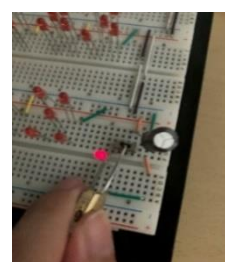


図11：LEDの点灯

実験 6. 1 LED を減らしてみる

LED を 2 個に減らして実験 5 と同様に充電し LED を点灯させる。測定する回路を図 1 3 に示す。

実験 6. 2 結果：LED を減らしてみる

LED を点灯させることができた。

充電時間 1 分：点灯はしたが明るさは実験 5 の半分程度だったまた点灯時間は 0.5 秒ぐらいだった。

充電時間 2 分：1 分と同様。

充電時間 30 秒ぐらいだと充電が足りなかったのか点灯が確認できなかった。

LED の明るさが暗くなったのは直接に接続していた発電用 LED 5 個が 2 個に減ったから充電時間が長くなったのは並列に接続していた LED 18 個が 1 個になったからだと考えられる。

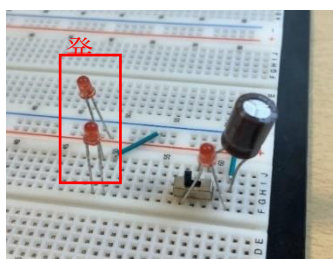
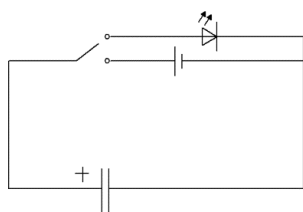


図 1 2：発電回路の回路図

図 1 3：測定する回路

図 1 4：比較する太陽光パネル

実験 7 太陽光パネルとの比較

この実験では図 1 4 の太陽光パネルを使用する。

今回使用した LED は直径 3 mm、個数 90 個なので面積は

$$[(1.5 * 1.5 * \pi) + (4.4 * 3 * \pi)] * 90 = 4368.38 \text{ mm}^2$$

これに対して今回使用した太陽光パネルの発電している部分（黒い部分）は

$$25 * 25 * 6 = 3750 \text{ mm}^2$$

太陽光パネルに実験 5 と同様に光を当てて起電力を測定した結果 1.48 V と起電力だけなら LED と同じような感じだが、LED 発電で放電し始めの 1 番電力が強いときと同じくらいの明るさで連続して LED を点灯し続けられたので電流は太陽光パネルのほうが圧倒的に大きいと考えられる。

値段だが今回の実験で使った太陽光パネルは 800 円くらいであり、LED の方は正確な値段は分からないが似たような LED で 90 本 900 円だったのでそれぐらいと考えられる。

6. 考察

実験結果から分かったことを下に記す。

実験 1：今回使った赤色 LED の起電力は大体 1 V 程度と考えられる。

実験 2：並列につないだ時の起電力は 1 個の時の起電力とほぼ同じで直列につないだ時の

起電力は10倍とはなりませんでしたが5倍ほど上がっていることからこのまま直列につないでいけば起電力は上がっていくと考えられる。

実験3：白色や赤色は起電力が小さく青色や緑色は起電力が大きいことが分かった。

実験4：電圧だけならLEDの立ち上がり電圧を超えたものを出せるがLEDを光らせるには電流が足りないことが分かった。

実験5：コンデンサを追加したところわずかな時間ではあるがLEDを点灯させることができた。これで電力は足りたということなのであとは静電容量をもっと大きくすればより長い時間点灯させることができると考えられる

実験6：コンデンサを使って蓄電すれば少し暗いが2個のLEDでもLEDを点灯させられることが分かった。

実験7：太陽光パネルとLED発電を比較してLED発電では電圧はともかく電流に関しては圧倒的に太陽光パネルの方が大きな電流を連続して出せることが分かった。

これらの結果から考えて、実験5のようにコンデンサを追加して電気をためればLEDでもLEDを点灯させることができると分かった。また、実験6のようにLEDの数を大幅に減らしても、蓄電する時間を長くすれば点灯できることが分かった。少ないLEDでも明るく点灯させるにはコンデンサの静電容量を増やして充電電圧を上げて充電時間を長くすればよいだろう。また、今回は野外に置いたりデスクライトを近づけたりして光を当てたが、凸レンズを使って光を集めるとより発電効率が良くなるかもしれない。最後に街灯への応用だが十分にLEDを光らせるには電圧はともかく電流が圧倒的に足りないので、長時間発電するかたくさん並列につないで発電面積を増やすかになるが長時間発電する方は白夜ででもない限り無理なので必然的に面積を増やすこととなる。しかし、それでは増やした面積の分だけサイズが大きくなり、そうするとコストがかかり街灯自体も圧迫感があるので現段階ではあまり現実的ではないという考えに至った。だが、街灯のようにピカピカ長時間光らせるのではなく消費電力の小さく少しの時間しか使われない電卓などでは使えるかもしれない。また、この期間内にはできなかったが、LEDの中では青色LEDがダントツで発電効率がいいので、これにもっと容量の大きいコンデンサを組み合わせるなどまだまだ改良の余地がありそうだ。

7. 参考文献

[1] 【図解つき】太陽光発電の仕組みを初心者向けにわかりやすく解説！ - EV DAYS | EVのある暮らしを始めよう (tepeco.co.jp)

[2] LEDの発光原理 | パナソニックのLED | Panasonic

[3] GL3UR8 pdf, GL3UR8 部品情報, GL3UR8 データシート, GL3UR8 view ::: ALLDATASHEET :::