

# LEDについての研究

1年A組 羽鹿 諒  
1年C組 武田 優生  
指導教諭 末谷 健志

## 1. 要約

LEDの臨界電圧に関する測定を行い、LEDが発する光が変われば、臨界電圧も変化することが分かった。また、その結果をふまえて、LEDを用いた光学式モーションキャプチャシステムのためのマーカーを設計し制作できた。しかし、このLEDマーカーを用いて、モーションキャプチャの精度などを向上することはできなかった。

キーワード LED 臨界電圧 三点直角法 マーカー

## 2. 研究背景

本校サイエンス研究会物理班で開発に取り組んでいるモーションキャプチャ(図1)は、カメラ1台でマーカーの色やパターンを認識し、マーカーの三次元座標をリアルタイムで取得するシステムである。これまでに用いてきたマーカーは、台紙に色紙を貼った簡単なものであった(図2)が、環境光の照り返しが起こったりして、色調が変化し、うまく取得することができなかった。また、暗い場所などではマーカーの色を認識できないため、使用することができないなどの問題があった。

そこで、私たちは、LEDの光をマーカーに用いることで、これらの問題を解決できるのではないかと考えた。このマーカーには、開発中のモーションキャプチャシステムの特性上、3色のLEDが必要である。赤、緑、青のLEDを取り寄せると臨界電圧(どの程度の電圧で点灯しはじめるのか)

に関する記述があり、この値を元にマーカーの回路設計をする必要があることが分かった。

今回のレポートでは、各色のLEDの臨界電圧を調べ、その原因について考察し、さらにこの値をふまえた回路の設計について報告する。

## 3. 研究目的

### 研究Ⅰ

赤、緑、青のLEDの各臨界電圧を測定し、その理由を考察する。

### 研究Ⅱ

赤、緑、青のLEDの各臨界電圧をもとに、モーションキャプチャシステム用のマーカーを設計し、制作する

## 4. 研究内容

### (1) 仮説

#### 研究 I

LEDの臨界電圧は発光色でそれぞれ違う。

#### 研究 II

LEDをモーションキャプチャシステムのマーカーに用いることにより、モーションキャプチャの精度向上や夜間等の様々な場所で使用することが可能である。

### (2) 研究方法

#### 研究 I

電源装置, 電流計, 電圧計, LEDをつなぎ、LEDにかかる電圧とLEDに流れる電流をそれぞれ測定した。(図3)

#### 研究 II

赤、緑、青のLEDの臨界電圧を考慮して、各LEDにかける電圧は、1V~5Vまでとした。各LEDの電圧調整は、1k $\Omega$ の固定抵抗と5k $\Omega$ の可変抵抗を用いた。また、マーカーに用いる電源は、00P 乾電池の9Vを、三端子レギュレータを用いて5Vに落としたものを用いた。それぞれのLEDに拡散キャップを取り付け、ある程度広がりのある光源にした。この回路図を(図4)に示す。

さらに、制作したLEDマーカーをサイエンス研究会物理班が開発中のモーションキャプチャシステムに用いて、マーカーの性能を検討する。

### (3) 研究結果

#### 研究 I

各LEDの電流-電圧グラフおよび、これらのグラフから読み取れる臨界電圧は、(図

5~図8)となった。

#### 研究 II

完成したLEDマーカーを(図9)に示す。また、このマーカーをキャプチャした様子を(図10)に示す。

## 5. 考察

### 研究 I

結果に(図5~7)を示す。縦軸がV(ボルト)、横軸がA(アンペア)を表している。これらの図より、どのLEDも流れる電流は、ある電圧を境にして急激に大きくなることが分かった。この電圧を臨界電圧というが、グラフから簡単に求めることができた。また、この臨界電圧を超えると、LEDが点灯することが分かった。さらに、(図8)より、発する光の色によって、臨界電圧が変化することが分かった。

なぜLEDの種類によって放たれる色が異なるのかを文献で調べたり、物理の先生などに聞いたりした。

この理由は、LEDが光を出す仕組みにあることが分かった。

LEDが発光する部分の原子に注目すると、原子核の周りを電子がぐるぐる回っている。ここに電流を流すと、ぐるぐる回っている電子は一定量の電気エネルギーをもらって、今回っている場所よりもさらに外側をぐるぐる回るようになる。しかし、この状態は電子にとって不安定で、すぐに内側、つまり原子核に近い方に戻ろうとする。電子は電気エネルギーをもらって外側に行ったため、もらった分のエネルギーを放出しないと戻ることができない。このとき電子は、光としてエネルギーを放出する。これが、電流を流すとLEDが点灯する理由

である。

電子が発する光のエネルギーは、次の式で表される。

$$E = hc/\lambda$$

Eは光エネルギー、hはプランク定数、cは光の速さ、 $\lambda$ は波長を表す。c, hは定数であるため、Eが変化すれば $\lambda$ も変化する。さらに、Eははじめに電子が吸収する電気エネルギーと等しく、この値は原子の種類によって異なる。従って、LEDが含む原子の種類によって、異なる色の光が放たれるのである。

## 研究Ⅱ

### <失敗した理由>

失敗した原因として考えられるのは、拡散キャップを使用したにも関わらず、光が一点に集中してしまったためにカートがマーカーを認識することが出来なかった為だ。反対に光量を下げると少なすぎてまた認識することが出来なかった。(図11)にキャプチャ時のモニタの様子を示す。

### 6. まとめと今後の課題

今回の研究では、赤、緑、青の3色のLEDに関する電流と電圧の関係および臨界電圧について調べることができた。しかし、LEDには他にも白色や、黄色、紫色、などたくさんの種類があり、今後はこれらの色についても研究したい。また、今回の研究では、なぜ光の波長が短くなると臨界電圧が上がるのかを詳しく調べることができなかった。LEDの発光の仕組みをもっと調べることで、この疑問を解決していきたい。

LEDマーカーに関しては、結果的に今回は失敗してしまった。

実験時にマーカーの数センチ前にコピー用紙をかざした所、若干ではあるが認識しやすくなるのが分かっている。そこで、トレーシングペーパーや半紙などの薄い紙をLEDの少し前に貼ってマーカーを作る(図12)と良いのではないかと、という案もある。

又、光が混ざらないように区切りをつけたり(図13)、LEDをELシートなどに変えたり(図14)することで改善されるのではないかと考えている。

## 7. 参考文献・サイト

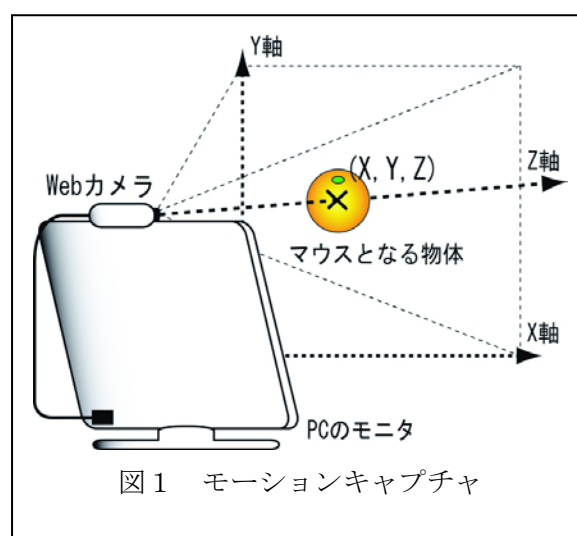
参考にさせていただいたサイトは次の通りです。

JLEDS - LEDの基礎知識

<http://www.led.or.jp/about/about.htm>

## 8. 謝辞

今回の研究にあたり、末谷健志先生、サイエンス研究会物理班の先輩方にアドバイスをいただきました。ありがとうございました。



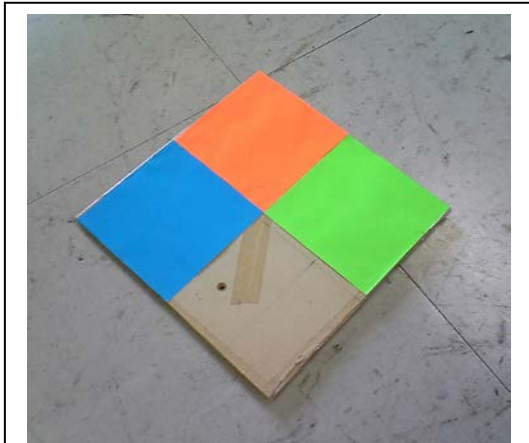


図2 従来のマーカー



図3 実験風景

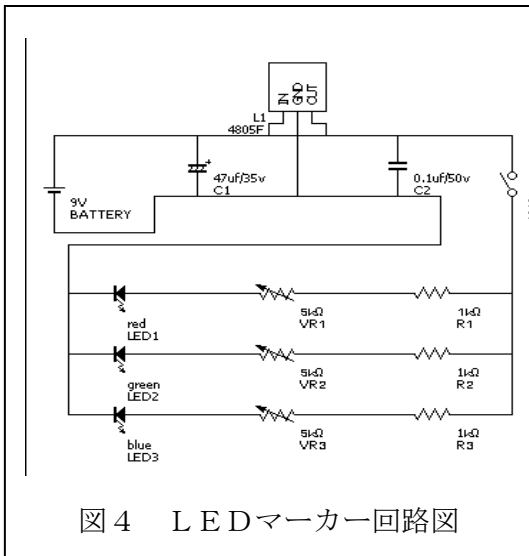


図4 LEDマーカー回路図

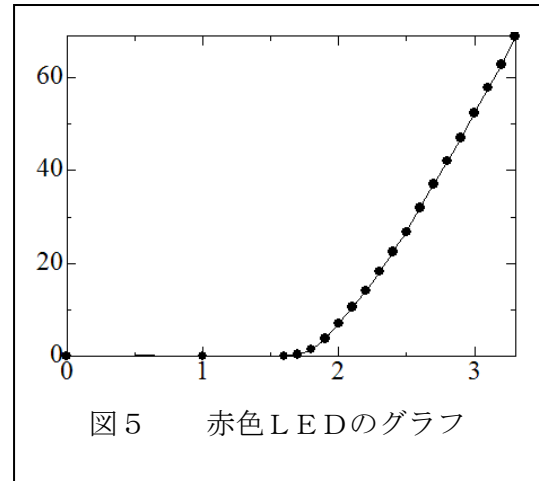


図5 赤色LEDのグラフ

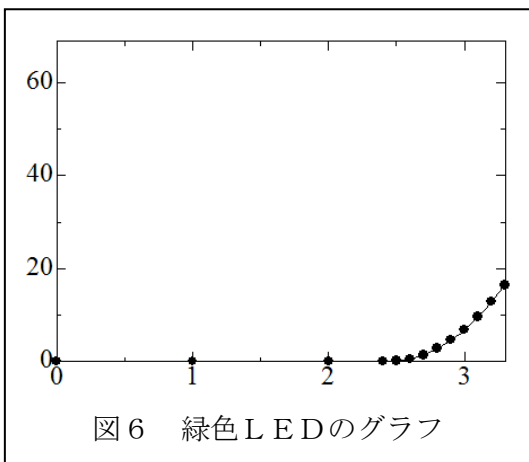


図6 緑色LEDのグラフ

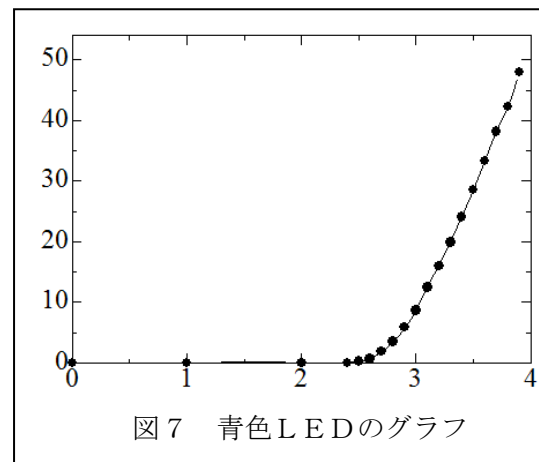
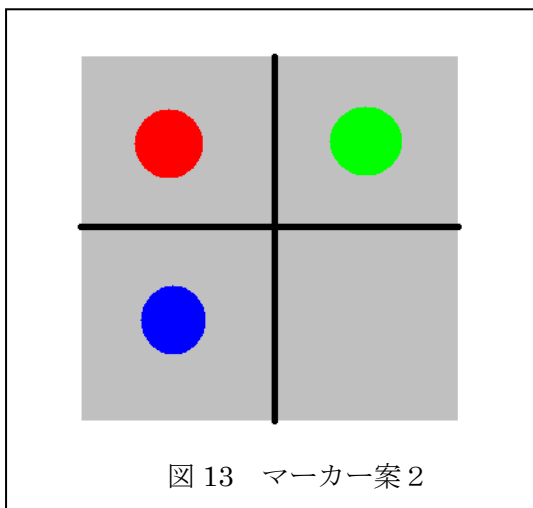
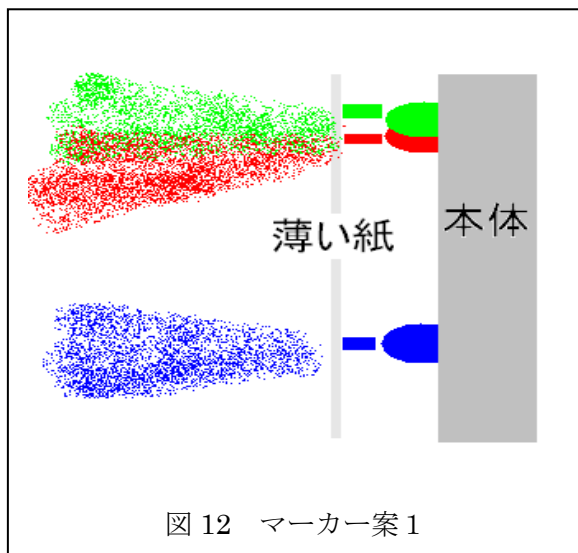
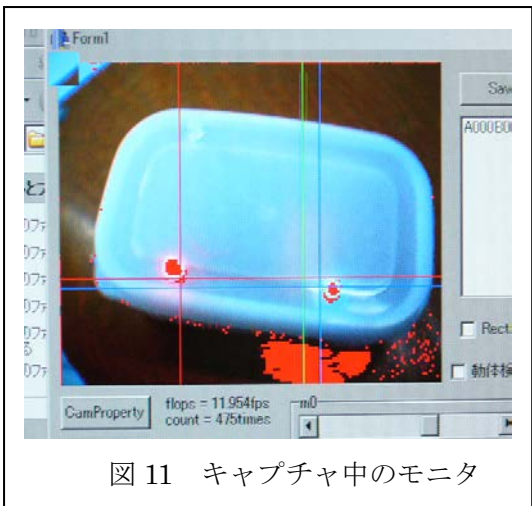


図7 青色LEDのグラフ

LEDの色	臨界電圧
赤	1.85V
緑	2.60V
青	2.70V

図8 実験結果



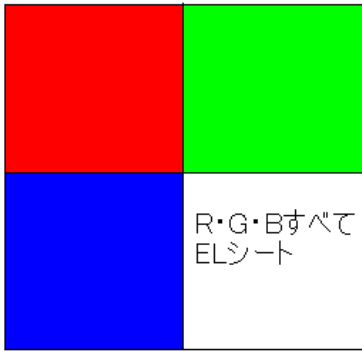


図 14 マーカー案 3