

交流演示装置の作製

伊藤 新一郎

中学校2年生の「電流とその利用」において交流が扱われており、交流と直流の違いを調べる実験として、発光ダイオード（LED）にそれぞれの電流を流したときのLEDの点灯の仕方の違いを見る方法が教科書等^{*1)}に記載されている。それによると、電源装置で3V程度の交流を発生させてLEDを点灯させるようになっているが、学校現場で用いている電源装置では交流を発生させることができないものも多いため、コンセントの電流を使う交流演示装置を自作したので報告する。

【キーワード】 交流 発光ダイオード コンセント 自作教材 交流演示装置

はじめに

交流については、中学校2年生の「電流とその利用」において扱われており、学習指導要領では「イ 電流と磁界 (ウ) 電磁誘導と発電」において、「磁石とコイルを用いた実験を行い、コイルや磁石を動かすことにより、電流が得られることを見いだすとともに、直流と交流の違いを理解すること。」とされている。

主な教科書では、交流と直流の違いを調べる実験として、発光ダイオード（LED）にそれぞれの電流を流したときのLEDの点灯の仕方の違いを見る方法が掲載されており、交流の場合は、電源装置から3V程度交流を発生させてLEDを光らせるように書かれている。

しかしながら、学校現場で用いている電源装置では交流を発生させることができないものも多く、教科書では交流の代表として家庭のコンセントから取り出す電流が挙げられていることもあるので、コンセントの電流を使う交流演示装置を自作することにした。

1 交流演示装置について

LEDを用いた交流演示装置については、教材会社各社から「交流確認実験器」などの名称で発売されているが、交流電源部分を入れると5千円から3万円程度の価格になっており、高価である。

そこで、ホームセンター等で手に入る安い材料を使って直接コンセントから電源をとってLEDを光らせることを考えた。

図1に設計の概念図を示す。筆者は、コンセントに差し込むプラグには、パナソニックから発売されている平形コード用の「ベター小型キャップWH4415」を、平形コードには、VFF1.25Sという規格のものを用いた。いずれも近隣のホームセンターで販売されていたものである。また、平形コードの長さについては、演示の際に手で持って振り回しやすいように2mとした。

LEDには赤と緑のものを用いたが、色については好みのものでよいであろう。LEDにコンセントからの100Vをかけるわけにはいかなので、抵抗器を用いて減圧することになる。抵抗器に4.7kΩの金属被膜抵抗を用いたところLEDには2.2Vの交流電圧がかかるようになった。筆者が使ったLEDの定格電圧は「赤」が2V、「緑」が2.2Vであったので、ちょう

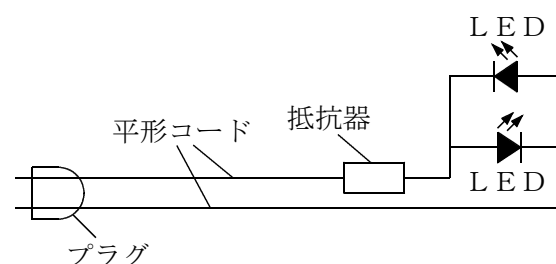


図1 交流演示装置設計の概念図

どよい電圧がかかるようになったと思われる。また、交流の流れる向きの変化に応じてLEDが交互に光るように、2個のLEDは電源に対して互いに逆向きに接続されている。ちなみにLEDは回路図の矢印の向きに電流が流れるときに点灯し、逆向きの電流のときは点灯しない。

抵抗器については、電子工作などで使われるカーボン抵抗は普通、定格電力が1/6～1W程度であるが、実際にコンセントから電源をとって抵抗器にかかる電圧と電流を測定したところ、電圧は95.6V、電流は16mAであった。このことから、抵抗器で消費される電力は1.5Wとなり、定格電力を越えてしまう。そのため、筆者は定格電力5Wの金属皮膜抵抗を使った。

2 演示方法について

プラグをコンセントに差し込むとLEDが光る。2つのLEDは両方とも点灯しているように見えるが、北海道の場合、50Hzの交流であり、1秒間に50回電流の向きが変わっているため、実際には1秒間に50回の点滅を繰り返している。2つのLEDは電源に対して互いに逆向きに接続されているので、交互に点灯・消灯を繰り返していることになる。

この2つのLEDが交互に点灯・消灯を繰り返しているのはLEDを静止させた状態ではわからないが、教室を暗くし、光っているLED

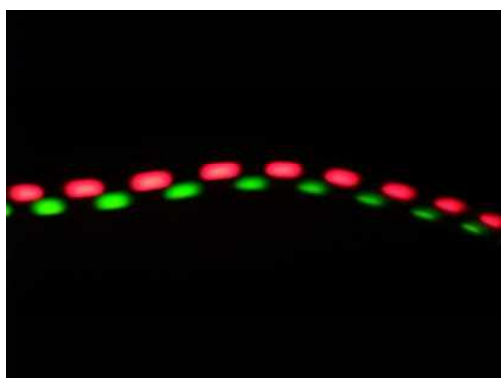


図2 LEDの点滅

部分を生徒の方に向けて素早く動かすと、残像効果により、図2のように2つのLEDが交互に点灯・消灯を繰り返しているのを見せること

ができる。

3 抵抗器の温度について

前述のように、抵抗器で消費される電力は1.5W程度である。交流演示装置に、通電を開始してから抵抗器の温度がどのように変化するか測定した結果が図3である。抵抗器の両端には100V近い電圧がかかっているため感電防止のため、ビニルテープ、ドラフティングテープを巻いたときの温度を示している。いずれの場合も通電開始から6分程度で温度はほぼ変化しなくなり、ビニルテープを巻いた場合で120℃、ドラフティングテープを巻いた場合で95℃となっていた。

いずれの場合もかなりの高温であり、火傷の心配があるが、演示自体は通電から1分程度で終わることを考えると温度は60℃程度に抑えられており、教師が安全に気をつけながら演示を見せる分にはさほど問題がなさそうである。

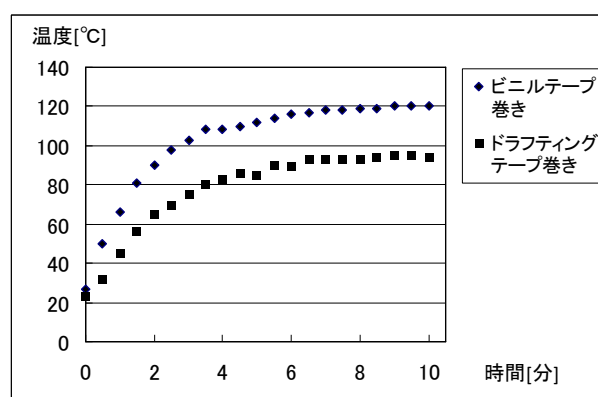


図3 抵抗器の温度変化

おわりに

今回報告した交流演示装置は安価で、材料も簡単に手に入る。今後もこのような簡単にできる教材を開発していきたいと考えている。

参考文献

- 1) たとえば、教育出版 自然の探究中学校理科2 p.102 2013

(いとう しんいちろう 物理研究班)