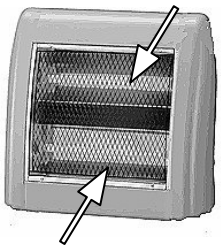
デジフラッシュをもっと詳しく知ってみよう！

光のはなし

豆電球と発光ダイオード

● 発光ダイオード（LED：Light Emitting Diode）と豆電球、どちらも電気エネルギーを光りに変換して明かりを発します。しかし豆電球は熱くなるのに、LED は熱くなりません。同じ光なのに何が違うのでしょうか。どちらも、ここで、もっと詳しく考えてみましょう。

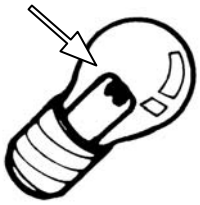
まず、分かりやすく電気ストーブを考えてみます。電気ストーブのヒータが温かくなるのは、電気が流れると、抵抗の部分で熱を出すという現象を利用したもので、ヒータが抵抗の部分にあたります。抵抗とは電気の流れる道にわざと電気を流れにくく作ってある部分のことです。



また、モノをどんどん熱していくと、およそ１千数百度で光を発するようになります。もちろん１千度以上の温度で燃え上がったり、蒸発してしまったりするようなモノだと、光る前に無くなってしまいますので、ヒータはそのような高温でも大丈夫な材料が使われています。

だから電気ストーブは温かく、ヒータが赤く光って見えるのです。

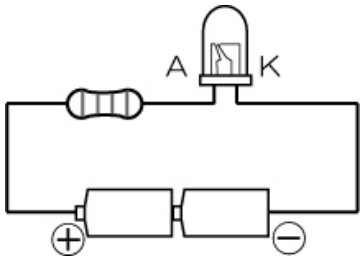
● それでは豆電球はどうでしょうか。豆電球もモノが熱くなると光を発する現象を同じように利用しています。豆電球の中にはヒータでなく、フィラメントといわれる抵抗が入っているのです。このフィラメントに電気が流れると、およそ２千数百度の高温になります。モノが２千度近くになると、赤みがかった白色の光を出すようになります。もちろん豆電球のガラス部分もかなり高温になりますが、豆電球のフィラメントは小さくて細いので、電気ストーブのように部屋を温かくすることはできません。



● では、LED はどうでしょうか。実は LED は豆電球とは違うしくみで光っています。そのしくみは大変複雑なので、ここでは簡単にイメージを説明します。LED は、ある物質に電子が衝突したときに発する光を利用しています。LED は豆電球のようにモノが熱くなったときに発する光でなく、衝突するときの光なので、高温になることはありません。また、電気を衝突させる物質の種類によって発する光の色が違っています。その現象を利用して、赤色や緑色で光るのです。ただし、物質に一つの決まった方向から電気を衝突させることが重要です、そのため LED には電圧を加える向きが決まっています。また、LED に加える電圧が少ないと、光を発するために必要な激しい衝突にならないので、ある程度の電圧（これを順方向電圧といいます）が必要です。LED が光っているときはいつも LED の両端の電圧は順方向電圧になっています。また、電気が衝突しすぎると物質が焼けてしまうので、流れる電流を制限する必要があります。

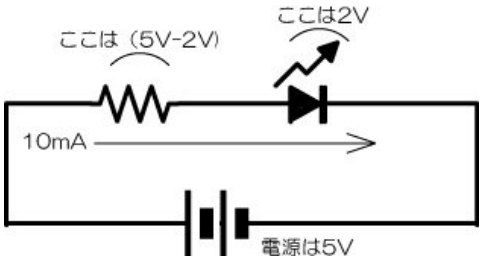
ＬＥＤ を点灯させる

● LED を点灯させるのは簡単です。LED の A（アノード）に電源の＋を、K（カソード）に電源の－を接続します。その時 LED に電流が流れすぎないように抵抗を間に入れるだけです。



デジフラッシュに使用している LED の順方向電圧は約 2V のものです。デジフラッシュでは LED1 個に１０mA の電流を流すように設計しています。また、LED の電源にはマイコンから出力される 5V の信号を利用しています。従ってあとは抵抗の値を決めればよい訳です。抵抗の値はオームの法則で計算します。オームの法則は **V／I=R** で、**V** は抵抗に加わる電圧、**I** は抵抗に流れる電流です。

抵抗に加わる電圧は、5V の電源に抵抗と LED が接続されており、LED には前述した順電圧(2V)が利用されるので、5V から順電圧(2V)を差し引いたものが **V** になります。そこで、抵抗に 10mA(0.01A)の電流 **I** を流すような抵抗値にするためには、（5-2）V／0.01A=300Ω　となり、少し余裕を考えて、330Ωの制限抵抗を使っています。



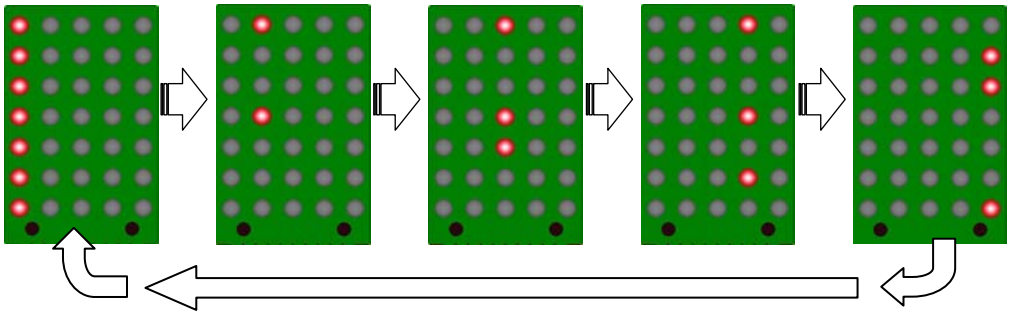
ダイナミック点灯

● LED１個を点灯や消灯させるためには、1 つの抵抗と１つの電源が必要です。デジフラッシュの場合は電源にマイコンから出力される 5V の信号を利用しています。マイコンは、プログラム信号を自由に 5V にしたり 0V にしたりすることができる機能を持っていますので、その信号線に順方向電圧以上の電圧を加える（つまりマイコンが信号を 5V にする）と LED は点灯し、順方向電圧以下の電圧になる（つまりマイコンが信号を 0V にする）と LED は消灯します。従って LED1 個を点灯させるためには 1 本の信号、3 個点灯させるためには 3 本の信号・・・5 個点灯させるためには 5 本の信号が必要になります。このように１つの信号で１個の LED の点灯消灯を制御する方式のことをスタティック点灯といいます。デジフラッシュのように 35 個の LED を制御する場合には 35 本の信号が必要になります。ところがデジフラッシュは、12 本の信号で 35 個の LED を制御しています。その秘密はダイナミック点灯方式を採用しているからです。

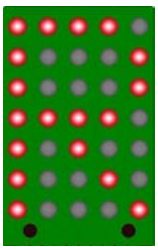
● ダイナミック点灯とは、人間の目の残像現象を利用しています。人間の目は 1 度光をみるとその光が消えたあと 0.1 秒くらいはまだ点灯しているように感じています（これを錯覚といいます）。つまり LED が消灯したあと、だんだん暗くなり、0.1 秒後に完全に消えてしまうように見えるということです。この現象を利用して、LED を高速に点滅つまり 0.1 秒点灯して、0.1 秒消灯するという動作を繰り返すと、人間の目には LED が消灯せずに、連続で点灯しているように見えます。ただし、0.1 秒ではまだ、明るくなったり、暗くなったりするのを感じてしまい、光がチラついて見えます。そこで、その点滅の間隔をもっと早く、およそ 0.02 秒間隔（1 秒間に 50 回点滅する間隔）より早くすると、人間の目はチラつきを感じなくなります。

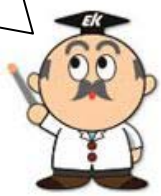
● デジフラッシュは、縦に並んだ 7 個を 1 つの列として、その列を 5 列並べた 35 個の LED があります。その１つの列を順番に高速で点灯させると、あたかも 35 個が同時に点灯しているように見えます。ですから、LED を点灯させる 7 本の信号と、列を順番に切り替える 5 本の信号、合計 12 本で 35 個の LED の必要な場所だけを自由に点灯しているように見せることができる訳です。

デジフラッシュの動きをスロー再生すると・・・



左列から順番に点灯しています。この動作を高速にすると、残像現象により「R」の文字に見えます。





音のはなし

デジフラッシュと音信号

●　デジフラッシュはパソコンのヘッドホン出力端子から出力される信号つまり音信号を利用してデータを受け取っています。それでは、音信号とはどのようなものでしょうか。

パソコンから出力される音信号はヘッドホンのスピーカや、または外部に接続したスピーカで音を出すための信号です。スピーカは人間の耳に音を伝えるために空気を振動させる道具です。この道具は電気的な信号を受け取ると、スピーカの膜（コーンと呼ばれます）を信号に従って動かします。パソコンは、スピーカから出てくる音がドレミファ・・・の音や、人の声に聞こえるように信号を制御しながら出力します。その信号が音信号なのです。

●　デジフラッシュでは、コーンを振動させるための音信号を、そのまま受け取っています。つまりヘッドホン端子から出てくる電気的な信号を直接デジフラッシュに伝えています。通信中に音は聞こえませんが、デジフラッシュの IC はちゃんと信号を受けとり、何の音であるか、どのくらいの長さであるかを判断しているのです。

コラム

人間が音を聞くということは、空気の振動が耳の中に伝わり、鼓膜を振動させているということです。それでは、うちわをパタパタと振ると強くなったり弱くなったりして、振動する風がおこりますがなぜ音が聞こえないのでしょうか？実はうちわを 1 秒間に 2 回くらいパタパタと動かすとしたら、それは 2Hz の音が出ているのです。でも人間は 20Hz から 20,000Hz 程度の音しか聞くことができません。1 秒間に 20 回空気が振動すると 20Hｚ、1 秒間に 2 万回振動すると 20,000Hz です。ですから、もしうちわを 1 秒間に 20 回以上動かすことができたら、耳の良い人にはとても低い音が聞こえるかもしれませんね。

音信号で通信する

●　デジフラッシュとパソコンは音信号をどのように利用して通信しているのでしょうか。実は意外と簡単な約束事で通信しています。1 つは、「音を出すか出さないか」。もう 1 つは「音の長さ」。この２つです。

例えば通信はドの音でやりとりすると決めておきます。そうすれば、それ以外の音のことは考えなくてすむようになります。そこで 4 種類の長さの音を使うことにして、音と音の間には少し時間を空ける（音を出さない）ようにします。

1）「今から通信を始めます」という信号は 3 秒間	3）「LED を消灯」という信号は 2 秒間
2）「LED を点灯」という信号は 1 秒間	4）「通信を終わります」という信号は 4 秒間

という具合です。こういう約束事にしておけば、あとは順番にパソコンから音信号を出力するだけです。約束事に従って、順番に送られてきたデータをデジフラッシュ上のマイコンがきちんと整理して、LED を点灯しているのです。ですから３５個の LED の好きな場所を点灯させることができるのです。