

## A LEDを光らせる



### LEDのしくみと基本的な回路

LED (Light Emitting Diode)は、ある範囲の電圧をかけると、光る電子部品です。P型とN型の2種類の性質の異なる半導体でできており、アノード側の端子から電圧をかけると、発光します(図3-1-3)。

手軽に扱える砲弾型のLEDの場合、アノード側の端子のほうが長くなっています。

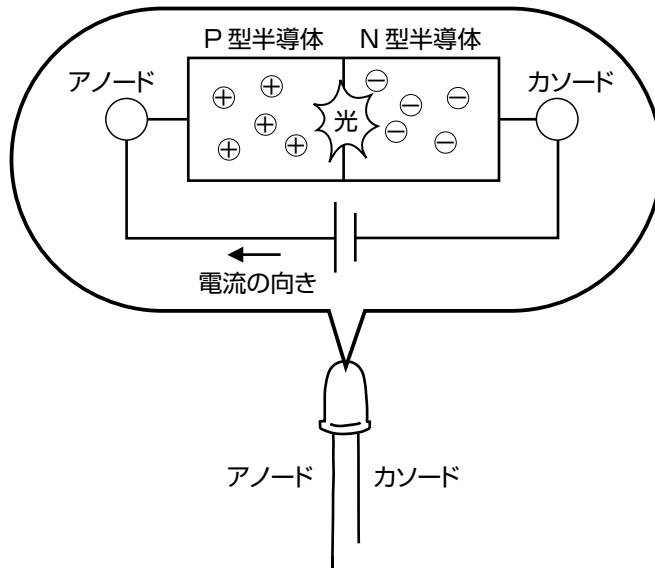


図3-1-3 LEDの構造

LEDを光らせるための回路は図3-1-4のようになります。また、回路図の記号については表3-1-1を参照ください。通常、電源とLEDの間には、電流を妨げる働きをする抵抗器を入れます。これは電源から流れる電流を、LEDに適した電流に調整するためです。はじめから抵抗器の入ったLEDもあるのですが、電源が何か(電池であったり、マイコンの端子であったり)によって適切な抵抗値は変わるため、ほとんどの場合はLEDとは別に抵抗器を回路の中に入れます。

抵抗器を入れない場合、長く過電流(そのLEDが流せる電流を超えた電流)を流し

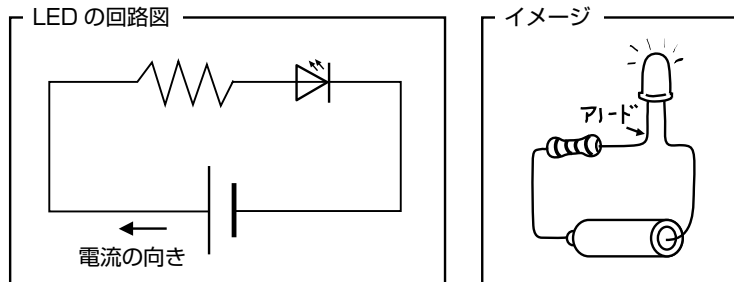


図3-1-4 LEDの回路

表3-1-1 回路図の記号と意味

記号	意味	形状例
	直流電源(常に一定の電圧)	
	抵抗器	
	LED	

続けると、LEDの寿命が短くなったり破損する場合もあるからです。抵抗器の値は $\Omega$ （オームと読みます）という単位で表され、LEDの特性に合わせて計算します。必要な特性の情報は、以下の3点です。

- ① LEDの絶対最大定格<sup>\*1</sup>
- ② LEDの順方向電圧
- ③ LEDに流したい電流(どれだけ明るくしたいか)  
また、マイコンの端子につなぐ場合は、以下の情報も必要になります。
- ④ マイコンの端子にどれだけの電流が流せるか(絶対最大定格と推奨動作条件)

①～③の値については、LEDのデータシートを、④はArduinoの場合はATmega 328Pマイコンのデータシートを調べることによりわかります。これらの情報を式に当てはめることで、抵抗値(制限抵抗値ともいいます)を求めます。ただし、計算で出た答えそのままの値の抵抗器が製造されているとは限らないので、その場合は近い値のものを使います。

\*1 絶対最大定格は、一瞬たりとも超えてはならない値で、回路を考える時は、推奨動作条件を守るようにします。

例としてOptoSupply Limited社の高輝度LEDをATmega328Pマイコンにつなぐ場合、その制限抵抗値の求め方についてみてみましょう。このLEDのデータシートの抜粋は、**図3-1-5**のとおりであり、これを見ると絶対最大定格が25mA（ミリアンペア）、順方向降下電圧が3.4Vとなっています。一方、ATmega328Pマイコンのデータシート（**図3-1-6**）では推奨動作条件としての項目がありませんが、グラフより20mAと読み取ることができます。

Absolute Maximum Rating ←絶対最大定格（少しでも超えてはならない値）

Item	Symbol	Value	Unit
DC Forward Current	$I_F$	25	mA
Pulse Forward Current	$I_{FF}$	100	mA

←25mA以上流せない

Electrical-Optional Characteristics ←電気的特性

Item	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
DC Forward Voltage	$V_F$	$I_F=20\text{mA}$	3.0	3.4	4.2	V

←順方向降下電圧は3.4V

図3-1-5 高輝度LED（OptoSupply Limited社のOSWT3166B）の特性（データシートより抜粋）

## 28. Electrical Characteristics ←電気的特性

### 28.1 Absolute Maximum Ratings\*

←絶対最大定格（少しでも超えてはならない値）

Operating Temperature.....	-55°C to +125°C
Storage Temperature.....	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except RESET with respect to Ground.....	-0.5V to $V_{CC}+0.5\text{V}$
Voltage on RESET with respect to Ground.....	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage.....	6.0V
DC Current per I/O Pin.....	40.0 mA
DC Current $V_{CC}$ and GND Pins.....	200.0 mA

端子には40mA以上流してはならない

Figure 29-350.ATmega328P: I/O Pin Output Voltage vs. Sink Current ( $V_{CC} = 3\text{V}$ )

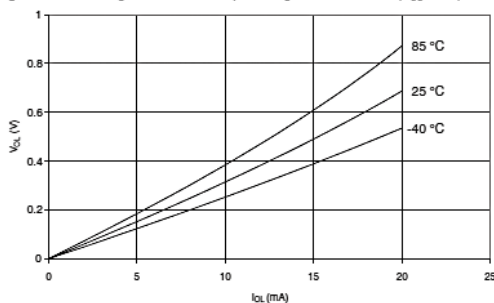
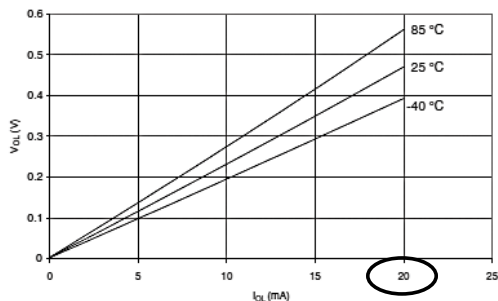


Figure 29-351. ATmega328P: I/O Pin Output Voltage vs. Sink Current ( $V_{CC} = 5V$ )

←電源が5Vの時の出力端子に流れる電流と電圧の関係のグラフ  
20mAまでしか記載がない

図3-1-6 ATmega328Pの電気的特性(データシートより抜粋)

以上、守るべき数値を確認して計算しますが、高輝度タイプのLEDだと、大体数mA～10mAも流せば十分明るいので、2mAとして計算してみました。

白色、青色、緑色などのLEDの場合は順方向降下電圧が3V以上、赤色の場合は2Vぐらいですので(ただ、やはり品種によってはちがうこともあるので一応確認しましょう)、抵抗器の値は200～1000Ω位のものを使うことが多いです。

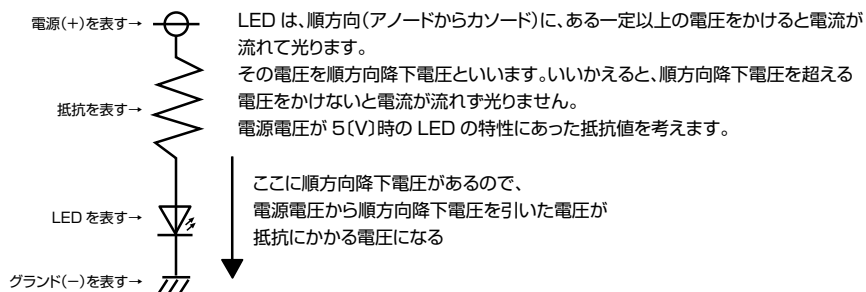
## まとめ

### — 制限抵抗値の求め方 —

オームの法則  $E = IR$  より ( $E =$  電圧,  $I =$  電流,  $R =$  抵抗)

抵抗 = 電圧 ÷ 電流

= (電源電圧 - LEDの順方向降下電圧) ÷ 流したい電流 = 抵抗値



データシートより…

流したい電流を2mAとして…  
 $(5V - 3.4V) \div 0.002 = 800$   
 →入手できるのは820Ωなので、820Ωとする



## 3つのLEDを交互に点滅させる

「2章 Arduino最初の一步」で動作させたサンプルスケッチ「Blink」を改良して、4Digitsシールドの3つのLEDを1秒ごとに交互に光らせてみましょう。LED1、LED3を最初に1秒間光らせることにします(図3-1-7)。

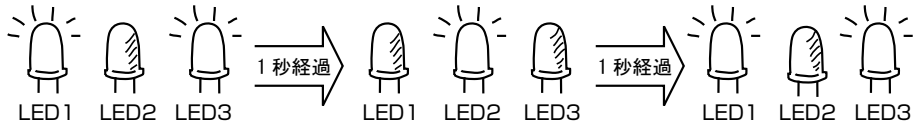


図3-1-7 LEDを順番に点ける



## 使うものと回路

ここではArduino Unoと4Digitsシールドを uses。これらを組み合わせた回路を図3-1-8に示します。

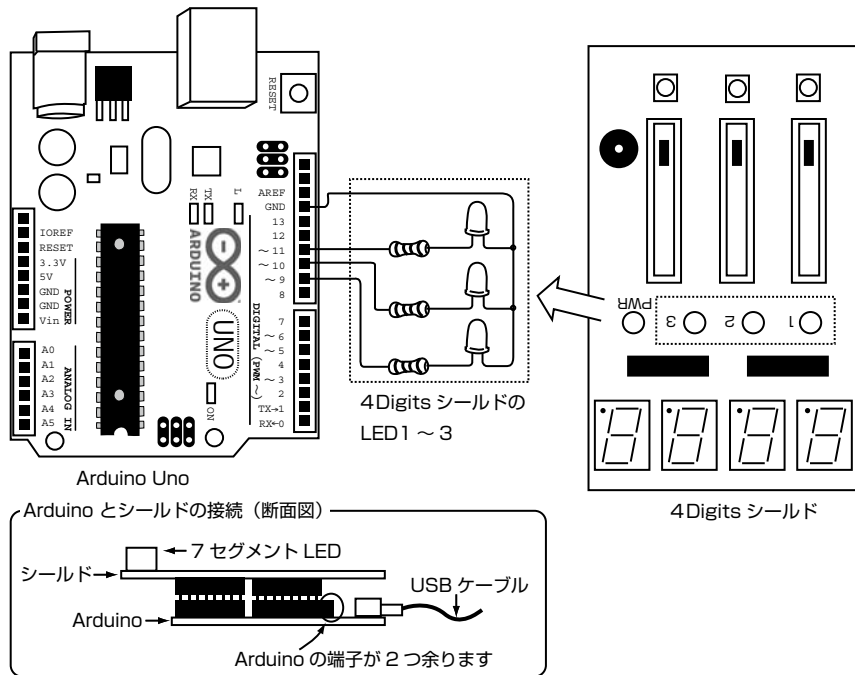


図3-1-8 LEDの回路

3つのLEDを1秒ごとに光らせるためのスケッチは、**スケッチ3-1-1**のとおりです。



### スケッチ 3-1-1

```

/*
 4Digits シールドの3つのLEDを1秒ごとに交互に光らせる
 */

void setup() {
  // initialize the digital pin as an output.
  // Pin 13 has an LED connected on most Arduino boards:
  pinMode(9, OUTPUT);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(11, OUTPUT);
}

void loop() {
  /* LED1,3を点灯、LED2を消灯させる */
  digitalWrite(9, HIGH); // set the LED on
  digitalWrite(11, HIGH); // set the LED on
  digitalWrite(10, LOW); // set the LED off

  /* 1秒ウエイト */
  delay(1000); // wait for a second

  /* LED1,3を消灯、LED2を点灯させる */
  digitalWrite(9, LOW); // set the LED on
  digitalWrite(11, LOW); // set the LED on
  digitalWrite(10, HIGH); // set the LED off

  /* 1秒ウエイト */
  delay(1000); // wait for a second
}

```

うまく動作したら、今度は、スケッチを読みやすくするために、もうひと工夫を試してみましょう。

**スケッチ 3-1-1**では、LEDに接続している端子の番号を、そのまま記述しています。これは、4Digitsシールドの回路がそうになっているためですが、部品がどの端子とつながっているかというのは、なかなか覚えられないものです。そこで、端子番号を部品名に置き換えてみましょう(**スケッチ 3-1-2**)。