

ロボット博士養成講座

ロボティクスプロフェッサーコース

不思議アイテムⅡ①

第2回

電子回路とプログラミング (スイッチ)

講師用

目 次

0. 電子回路とプログラミング（スイッチ）

0.0. 「電子回路とプログラミング（スイッチ）」でやること

0.1. 必要なもの

0.2. 8個のLEDを光らせる

1. LEDを点灯させる

1.0. スイッチを使ってLEDを点灯させる

1.1. フルカラーLEDを点灯させる

1.2. マイコンを使ってLEDを点灯させる

2. タクトスイッチを使う

2.0. LEDを点灯させる

2.1. スピーカーを鳴らす

2.2. 電子ピアノを鳴らす

3. まとめ

○ 授業開始にあたって

授業のはじめは、着席させ、大きな声であいさつしてから始めます。

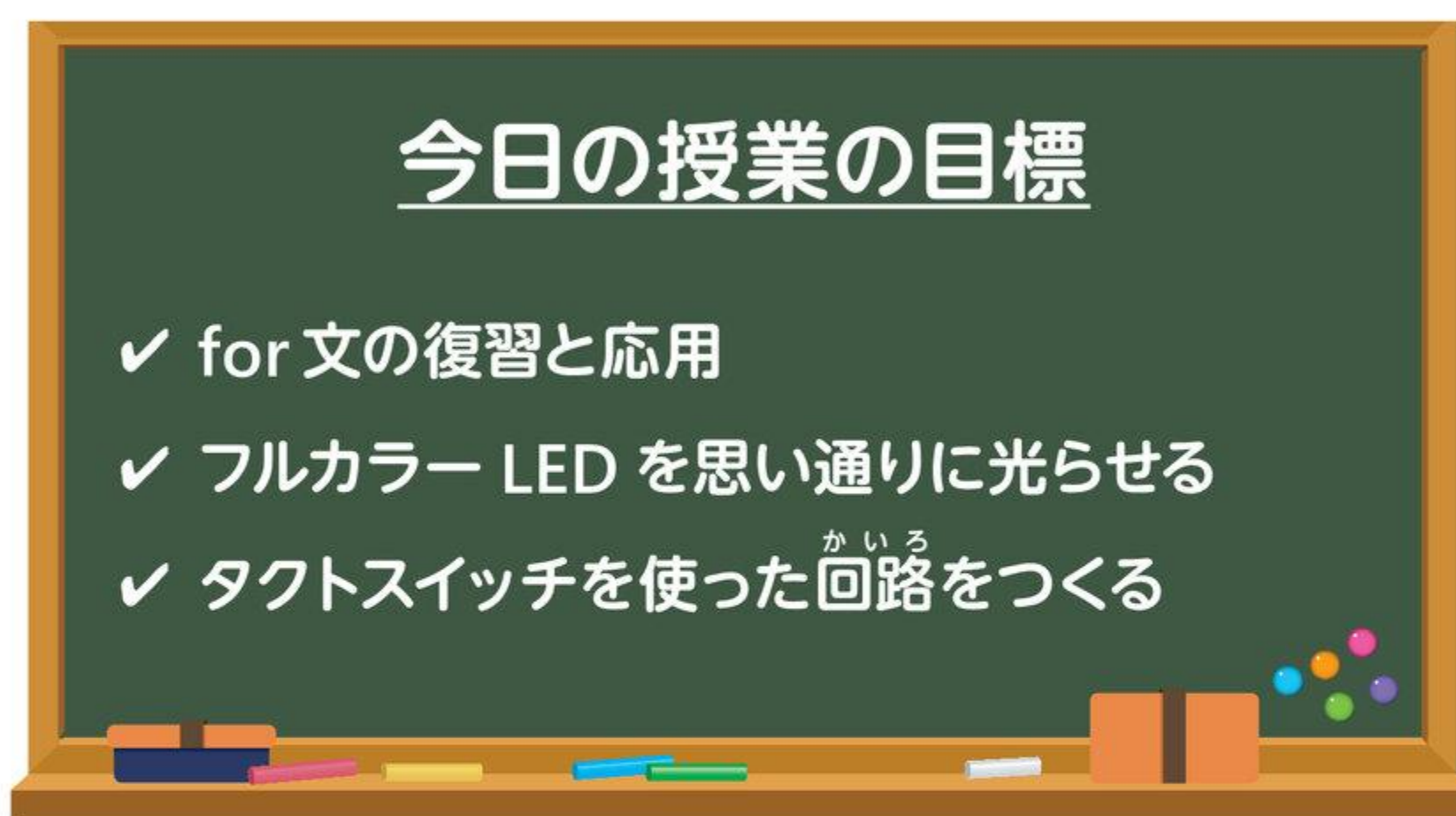
○ 今回の目標をパネルで用意するか、黒板に予め書いておきます。

（授業の目標を明確化することは大変重要なことですので、生徒によく理解させます）

目安時間は授業時間 120 分のうち、休憩 10 分程度取ることを想定しています。
生徒の進捗状況により、休憩時間などを調整して授業を行ってください。

0. 電子回路とプログラミング (スイッチ) (目安 25分)

0.0. 「電子回路とプログラミング (スイッチ)」でやること

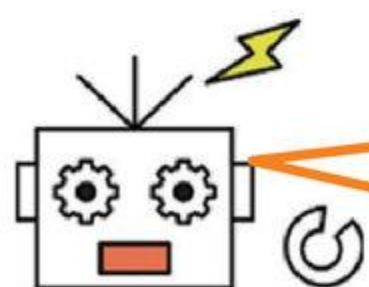


第1回では、301ブレッドボードとジャンパー線、抵抗などを使って緑色LEDをさまざまに点滅させる電子回路をつくりました。

これは、マイコンのもっている「出力」という機能を利用したわけです。プログラムでマイコンから電気信号を出して、LEDに点滅させる命令を出していたのです。そして、「for文」を使って長いプログラムを短くするテクニックも学習しました。

第2回では、くり返し処理の「for文」を応用し、8個のLEDを点滅させる電子回路にチャレンジします。

さらに今回は、新たにフルカラーLED、スピーカーを加えて「出力」を行い、タクトスイッチを使った「入力」を組み合わせながら、電子回路とプログラミングの学習を深めていきましょう。



カンジテ (入力)、カンガエテ (プログラム)、ウゴカス (出力) がマイコンの機能だよ。

0.1. 必要なもの

以下のパーツを準備しておきましょう。

なお、ジャンパー線とタクトスイッチはどれを使っても同じなので、^{てきとう}適当な長さや色のものを選んでください。

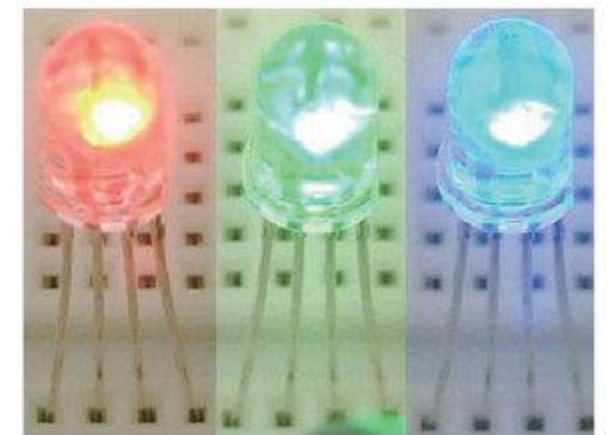
ラジオペンチ 1	USB ケーブル 1	マイコンボード 1	電池ボックス 1
			
スピーカー 1	301 ブレッドボード 1	ジャンパー線 65	抵抗 (100 Ω /1k Ω /10k Ω) 各10
			
タクトスイッチ 10	緑色 LED 10	フルカラー LED 1	
			

図 0-0 必要なもの

⚠ フルカラー LED 使用時の注意

フルカラー LED は赤・緑・青の各色の発光量を変化させることで、色を表示します。とてもキレイな光ですが、長い時間直視すると目にダメージを与えてしまいます。

光の状態を確認するときは、白い紙で透かすか、白い紙に光を投影するかなどして直接光を見ないようにしてください。



講

電子回路が正しく配線されているのに発光しない場合、ジャンパー線が断線している可能性があります。チェックして、断線していた場合は廃棄して、他のジャンパー線を使用してください。

0.2. 8個のLEDを光らせる

はじめに、前回の復習をかねて、for文を使って、8個のLEDを思い通りに^{あやつ}操ってみましょう。
まずは、^{でんしかいろ}図を見ながら電子回路をつくりましょう。なお、抵抗はすべて100Ωです。

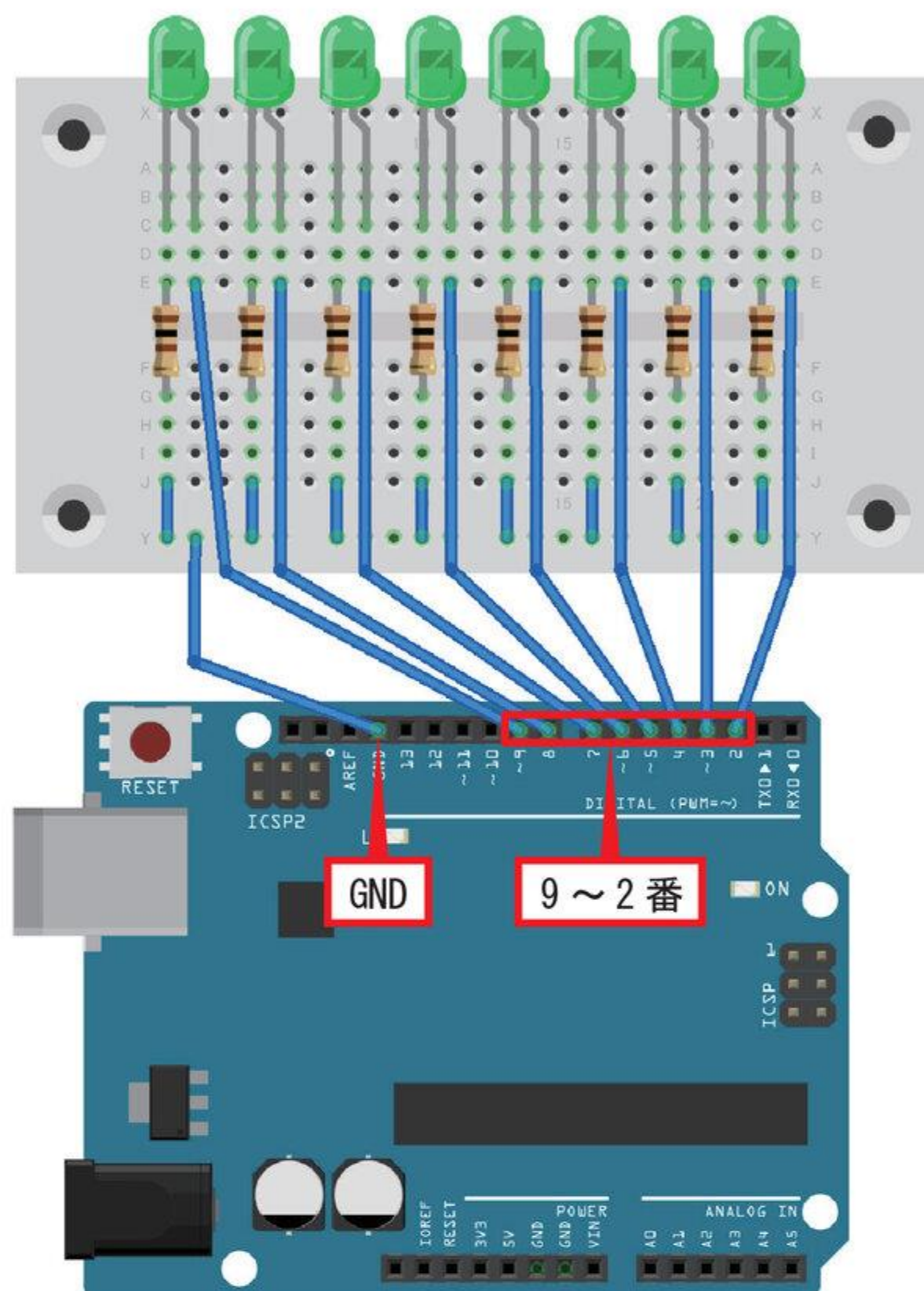


図0-1 8個のLEDを使った^{でんしかいろ}電子回路

やってみよう！

1. LEDの光が右から左、左から右に往復するプログラムをつくろう。



ヒント

第1回のプログラム「Nightrider2」を参考にしてみよう。

2. LEDの光が1個飛ばしで右から左、左から右に往復するプログラムをつくろう。



ヒント

1個飛ばしは、「led += 2」または、「led = led + 2」と記述するよ。

講

「やってみよう！」の制限時間は、15分くらいに設定してください。for文を理解するための練習課題ですので、完璧な正解はここでは求めなくて大丈夫です。

なお、解答プログラムはそれぞれ以下となります。

1. RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA1 > Challenge2
2. RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA1 > Challenge3

1. LED を点灯させる (目安 40 分)

1.0. スイッチを使って LED を点灯させる

前回、ブレッドボードとジャンパー線を使いました。

たとえば、以下の図 1-0 のような回路をつくれば、緑色 LED を点灯させることができましたね。

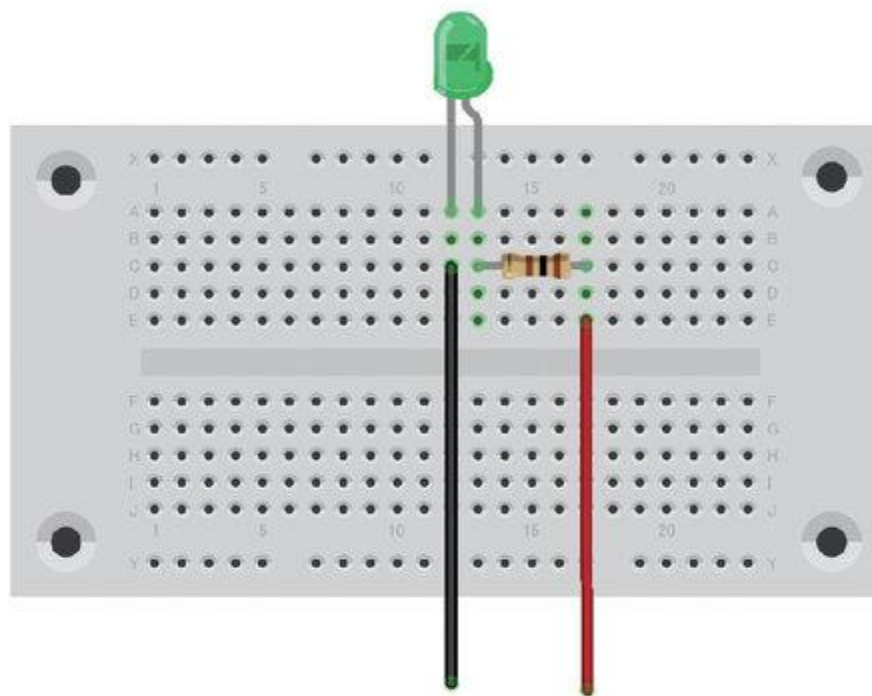


図 1-0 緑色 LED を点灯させる



POINT

図中の赤いジャンパー線は電池ボックスのプラス極と、黒いジャンパー線はマイナス極とつなぎましょう。

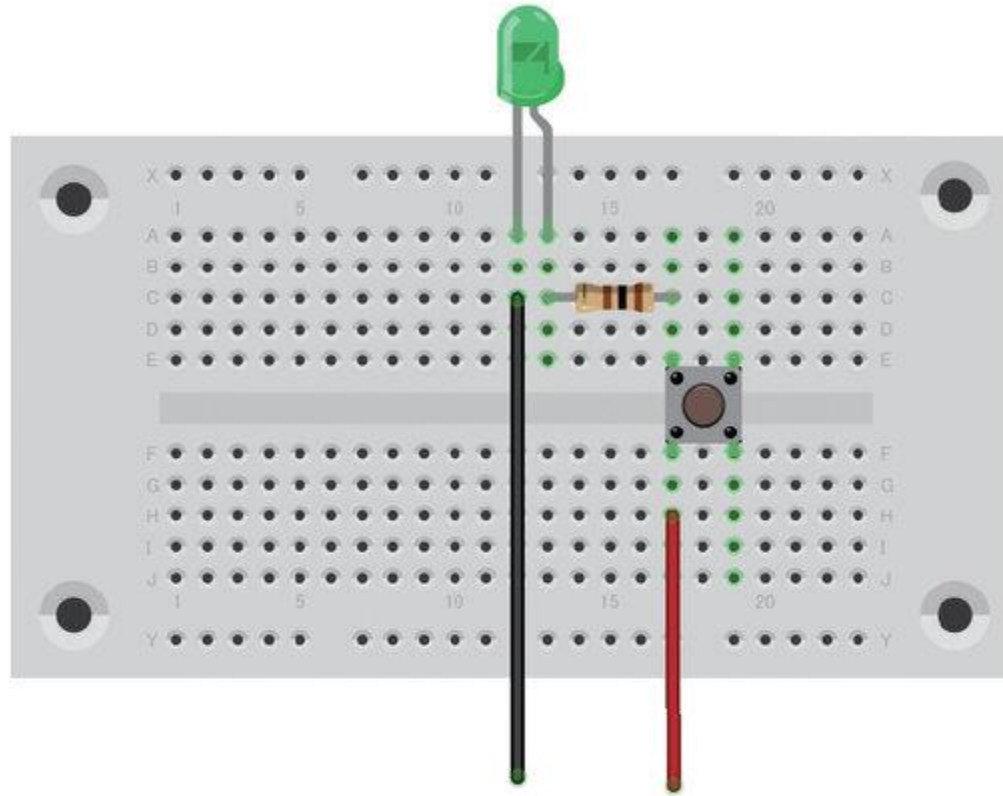
緑色 LED のオン・オフはマイコンボードをつないだときであればプログラムで制御^{せいぎょ}できましたが、どうせならばスイッチを使ってオン・オフを切りかえたいものです。今回は、タクトスイッチとよばれる小型のスイッチを回路^{かいろ}に組み込み、スイッチを使ったオン・オフを学びましょう。

やってみよう！

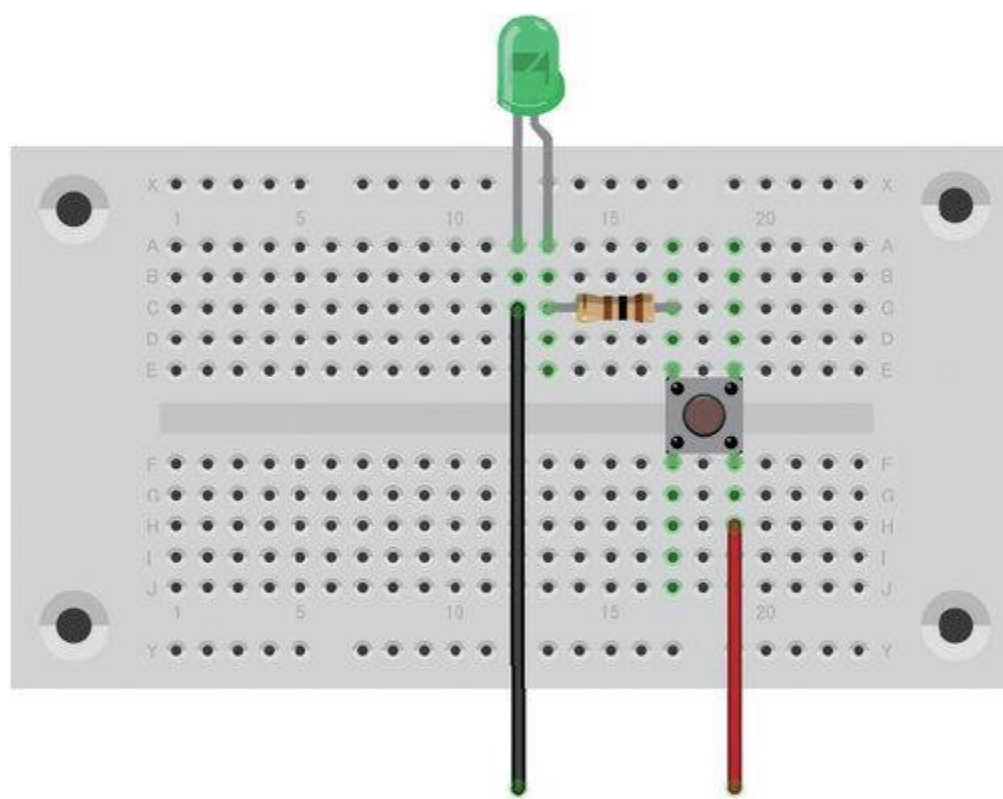
以下の①～③の図を参考にして回路をつくり、タクトスイッチをオン・オフしたときの緑色 LED の様子を観察してみよう！

タクトスイッチの足や、緑色 LED のアノード・カソードの向きに注意してね。

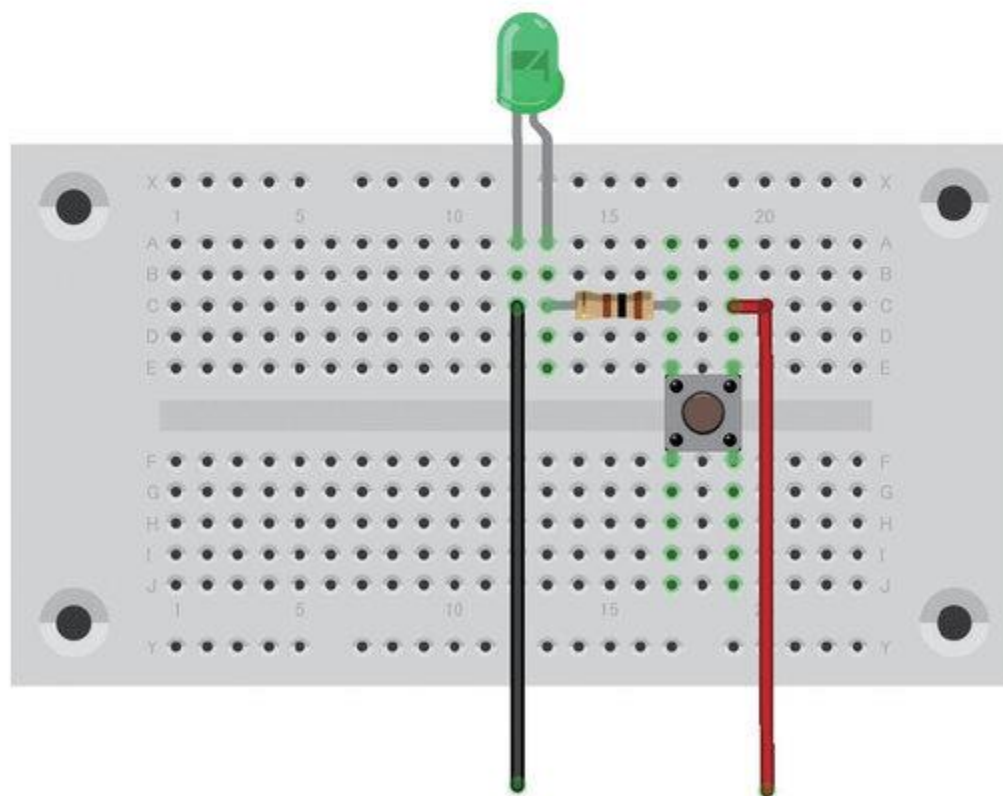
①



②



③



講

①②③とも回路が成り立ちますが、①はスイッチの ON・OFF に関わらず LED が点灯しているのに対し、②や③はスイッチで LED の点灯・消灯が制御できるようになります。

①はスイッチの状態に関係なくLEDが点灯し続けましたが、②や③はスイッチを押したときだけLEDが点灯しましたね。

タクトスイッチはこのように、向かい合っていない線どうしをつなぐと、スイッチのオン・オフで電流の流れを切りかえられるようになる電子部品です。

これからジャンパー線や電子部品の種類・数が増え、いちいち回路かいろをつくり直すのがどんどん大変になっていきます。

はじめからタクトスイッチを含む回路かいろにしておけば、スイッチの切りかえだけで回路かいろの様子を変えることができますね。

1.1. フルカラー LED を点灯させる

今度は「フルカラー LED」を使った回路^{かいろ}に挑戦しましょう！

その名の通り、あらゆる色を表示させることができる LED です。わくわくしますね！

フルカラー LED は緑色 LED とちがい、足が 4 本あります。図 1-1 のように回路^{かいろ}をつくりましょう。一番長い足が右から 2 番目になるようにします。

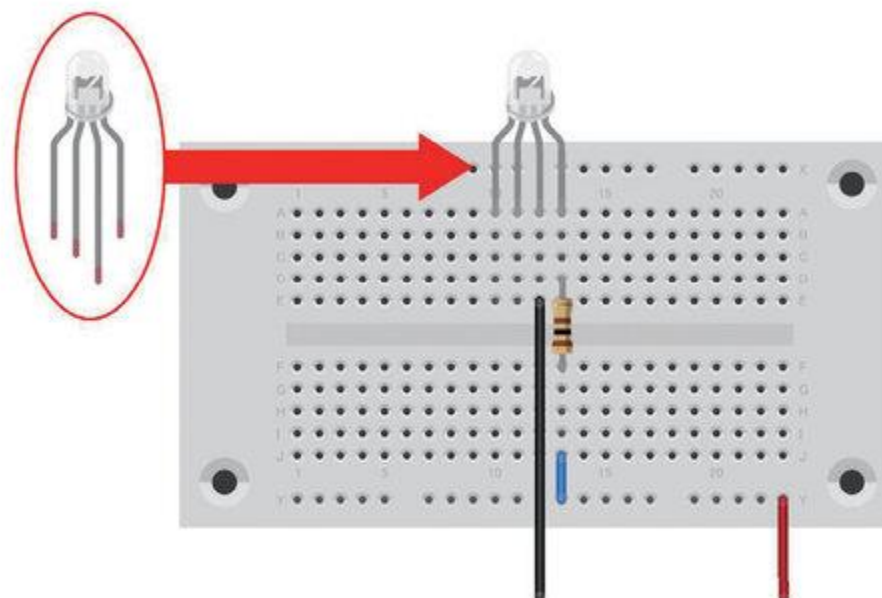


図 1-1 フルカラー LED 回路^{かいろ}①

つないでみると、フルカラー LED が赤く点灯します。

つまり一番右の足をアノードにすると、赤の LED が点灯することがわかりました。

やってみよう！

一番左の足や、左から 2 番目の足をアノードにすると、何色の LED が点灯するか調べてみよう！

つなぐときは、必ず 100 Ω の抵抗^{ていこう}を一緒に使うように気をつけよう！

一番左の足は緑色、左から 2 番目の足は青色の LED が点灯しました。回路^{かいろ}を工夫すれば、複数の色を同時に点灯させることもできます。たとえば、下の図 1-2 のような回路^{かいろ}にすれば、3 色の LED をすべて点灯させることができますね。

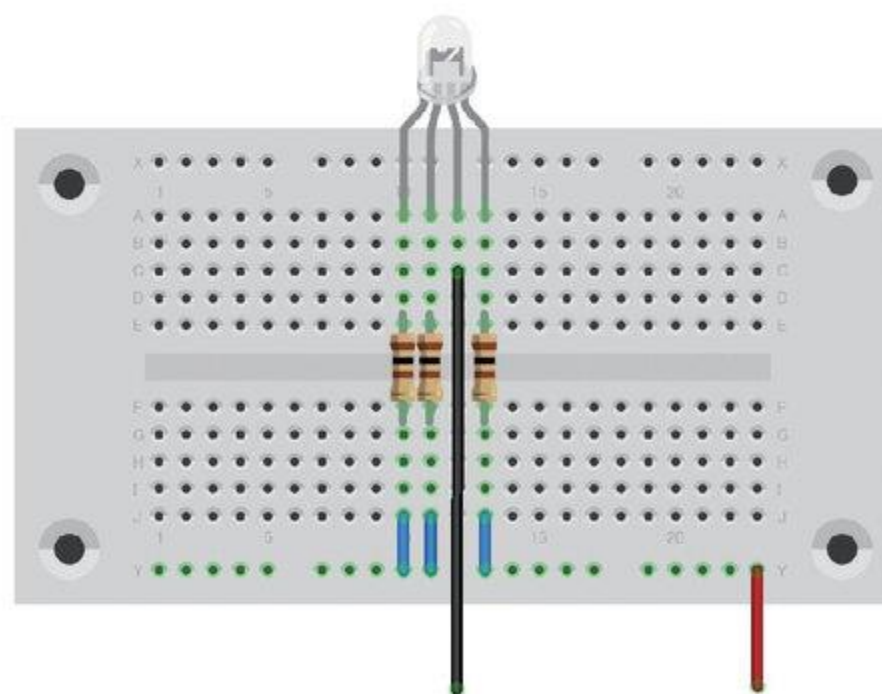


図 1-2 フルカラー LED 回路^{かいろ}②

3つの色をさまざまな組み合わせで混ぜ合わせ、どのような色になるか確かめてみることにしましょう。

ただしその前に、各色を簡単にオン・オフできるようにしておきます。

ステップアップ

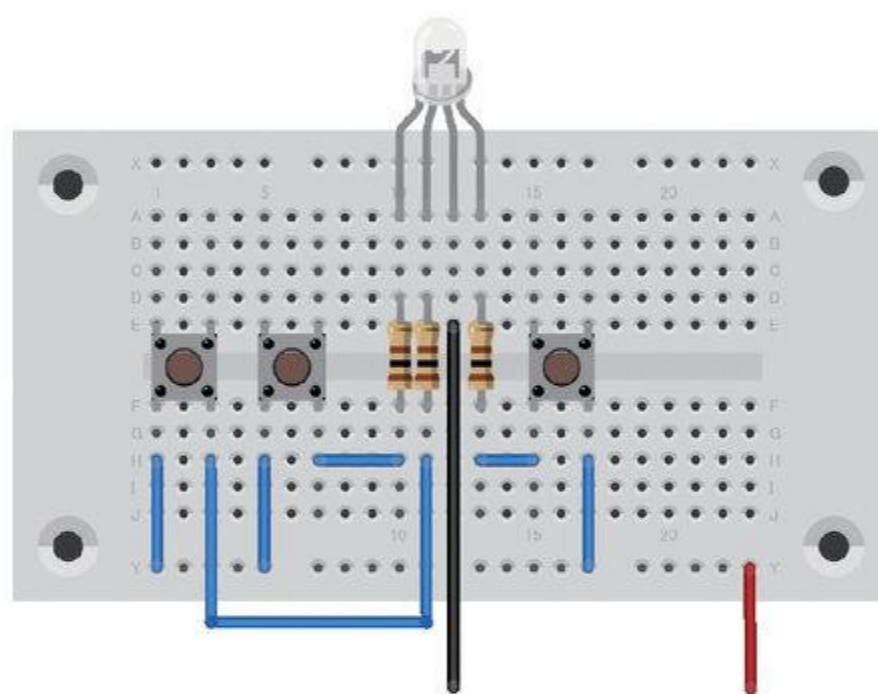
回路をつくりかえ、3色のLEDがそれぞれタクトスイッチでオン・オフできるようにしてみよう！

💡 ヒント

まずは、赤の足を通る回路だけを意識してみよう。その中に、タクトスイッチを組み込めばいいんだね！

緑、青の足を通る回路も同様にすればいいから、タクトスイッチは全部で3つ必要だよ！

解答例は以下のような回路です。



講

できましたか？

同時に複数のLEDを点灯させると、色が混じってちがう色になりますね！

LEDの近くに紙をかざして、光を透かして見るとわかりやすいですよ。

1年目でもカラーセンサー上の3色LEDを使って、色を混ぜて遊んだことがありました。

赤 + 青で紫色（マゼンタ）、青 + 緑で水色（シアン）、緑 + 赤で黄色、赤 + 緑 + 青で白をつくれましたね。

しかし、これでは全部で7色しかつくれていません。「フルカラー」というには、まだ少しキビシイですね。

三原色（赤・緑・青）をまぜて自由に色をつくるには、3つの色の濃さを調整する必要があります。

しかし、`digitalWrite`で命令できるのは、それぞれのLEDの「点灯」または「消灯」だけなので、濃さを指定できません。

今度は、LEDの明るさを調節できる命令を学んでみましょう。

1.2. マイコンを使って LED を点灯させる

まずは、今まで電池ボックスにつないでいた回路を、マイコンボードにつなぎ直しましょう。

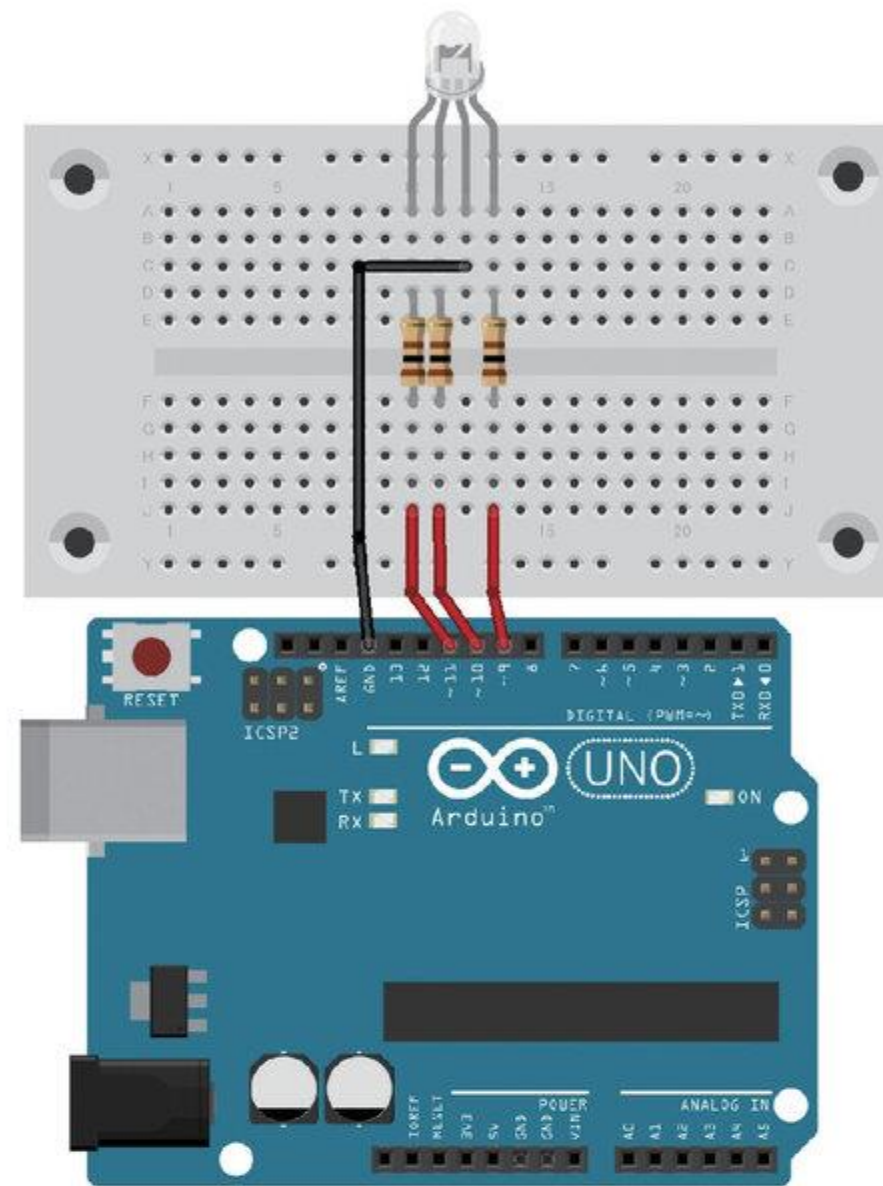


図 1-3 フルカラー LED 回路③

ためしに `digitalWrite` を使い、9 番ピンだけ電流を流してみましよう。

🔄 プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA2 > Blink9

やってみよう！

プログラム「Blink9」を書きかえ、3色のLEDがすべて同時に点滅^{てんめつ}するようにしてみよう！

解答例は以下のプログラムです。

```
int red = 9;
int blue = 10;
int green = 11;

void setup(){
  pinMode(red, OUTPUT);
  pinMode(blue, OUTPUT);
  pinMode(green, OUTPUT);
}

void loop(){
  digitalWrite(red, HIGH);
  digitalWrite(blue, HIGH);
  digitalWrite(green, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(red, LOW);
  digitalWrite(blue, LOW);
  digitalWrite(green, LOW);
  delay(1000);
}
```

講

さて、「Blink9」を、以下のように書きかえましょう。

```
void loop(){
  digitalWrite(led, HIGH); // LEDをスイッチオン
  delay(1000);             // 1秒間お休み
  digitalWrite(led, LOW); // LEDをスイッチオフ
  delay(1000);             // 1秒間お休み
}
```

```
void loop(){
  analogWrite(led, 255); // LEDをスイッチオン
  delay(1000);           // 1秒間お休み
  analogWrite(led, 50);  // LEDをスイッチオフ
  delay(1000);           // 1秒間お休み
}
```

実行結果：赤色 LED が明るい点灯と暗い点灯をくり返す。
今回書きかえた部分が、LED の明るさを指定する命令になります。

命 令 「analogWrite」

実行内容：指定のピンに、0~5V の電圧をかける

使 い 方：analogWrite(9, 50); // 9 番ピンに電圧をかける（最大 255）

`analogWrite` では電圧の最大値（今回は 5V）を 255 として、0 ~ 255 の 256 段階で電圧を調整することができます。

よって `analogWrite(led, 255);` は 5V の電圧をかけますが、`analogWrite(led, 50);` ではその 5 分の 1 程度の電圧しかかけず、LED の明るさが下がったわけです。



豆知識

`digitalWrite` は 0V か 5V かの二択しかなく、0V を過ぎたら一気に 5V になるという考え方だったので、途中の 3V や 4.2V などを指定することはできませんでした。このような数量を「離散量」といいます。

対して、`analogWrite` では 0V と 5V の間の数も認識し、0V を過ぎたら途中の数を通りながら 5V を目指していきました。これを「連続量」といいます。

「デジタル」「アナログ」という言葉は日常生活でもよく耳にしますが、これはそれぞれ離散量と連続量を指す言葉です。

ステップアップ

プログラム「Blink9」を書きかえ、赤色LEDが消灯状態から1段階ずつ明るくなっていくようにしてみよう！

 ヒント

0, 1, 2, … 254, 255 と 256 パターンの `analogWrite` を書く必要があるよ！

さすがに1つずつ書いてはられないね！

講

解答例は以下のプログラムです。

RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA2 > Twinkle9

なお、プログラム「Twinkle」はこの点滅を3色すべてに拡大したものです。

他の2色が点灯した状態で残り1色が徐々に明るくなっていくので、その過程で様々な色が見られます。

時間と相談の上、生徒に実行させたり、あるいは生徒自身につくらせたりしてもよいでしょう。

2. タクトスイッチを使う（目安 40 分）

2.0. LED を点灯させる

マイコンの「出力」は体験できたでしょうか？ マイコンの手は「電圧」を操作することができるということがわかったと思います。イメージとしては、マイコンの端子がすべて手になっていて、手の電圧を変更することでLEDを点灯させる感じです。

では、同じようにして、この手の機能（「感じる」部分）を、スイッチを使って体験していきましょう。

図 2-0 のようにマイコンとタクトスイッチを組み合わせた回路をつくりましょう。

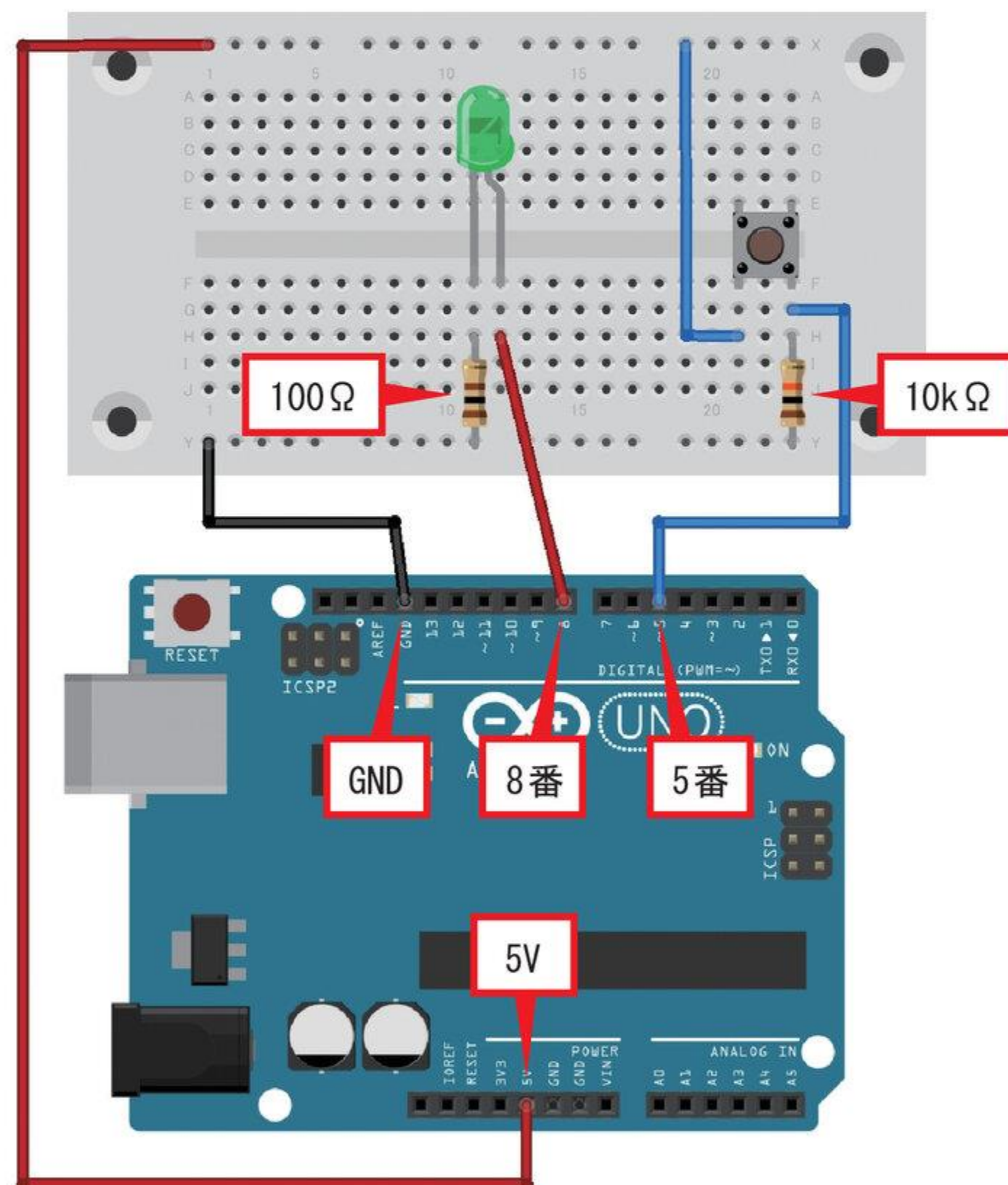


図 2-0 タクトスイッチを使った電子回路

回路ができれば、以下のプログラムを実行してタクトスイッチを押してみましょう。

∞プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA2 > LedSW

実行結果：タクトスイッチを押すと、緑色 LED が点灯する。

「これでは最初にもどっただけでは？」と思う人もいるかもしれませんが、立派に入力と出力を使ったロボットのプログラムです。

先ほどまでとは、タクトスイッチの「役割」がことなるのです。

図 2-0 の回路を「緑色 LED を通る回路」と「タクトスイッチを通る回路」に分けて考えてみましょう。

1) 緑色 LED を通る回路

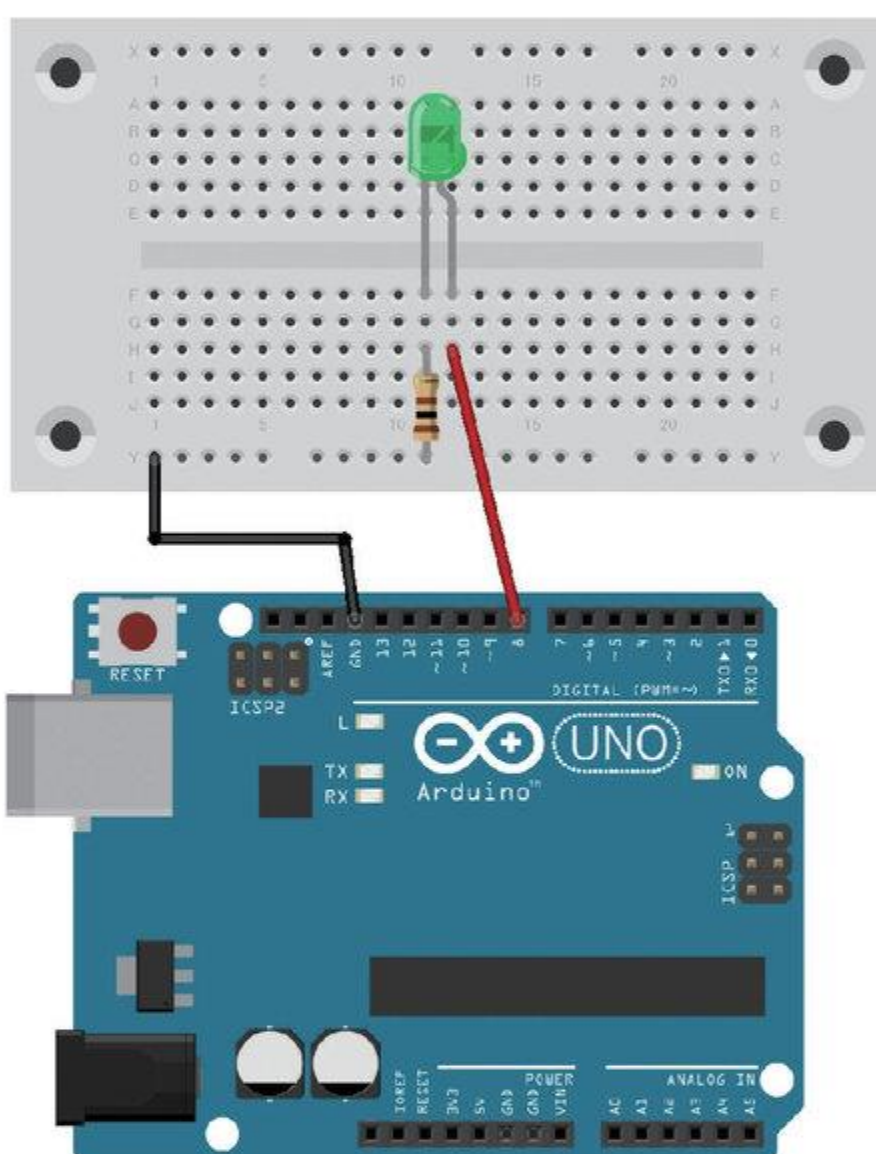


図 2-1 緑色 LED を通る回路

まず、緑色 LED を通る回路だけを抜き出してみましょう。

マイコンボードの 8 番ピンから緑色 LED、100 Ω 抵抗を通り、マイコンボードの GND ピンに戻ってくるとい回路になっています。ここだけ見れば、これまでの回路とほとんど変わりありません。

プログラムを見ても、`digitalWrite` 命令で 8 番ピンの電圧を調整しているだけです。

2) タクトスイッチを通る回路

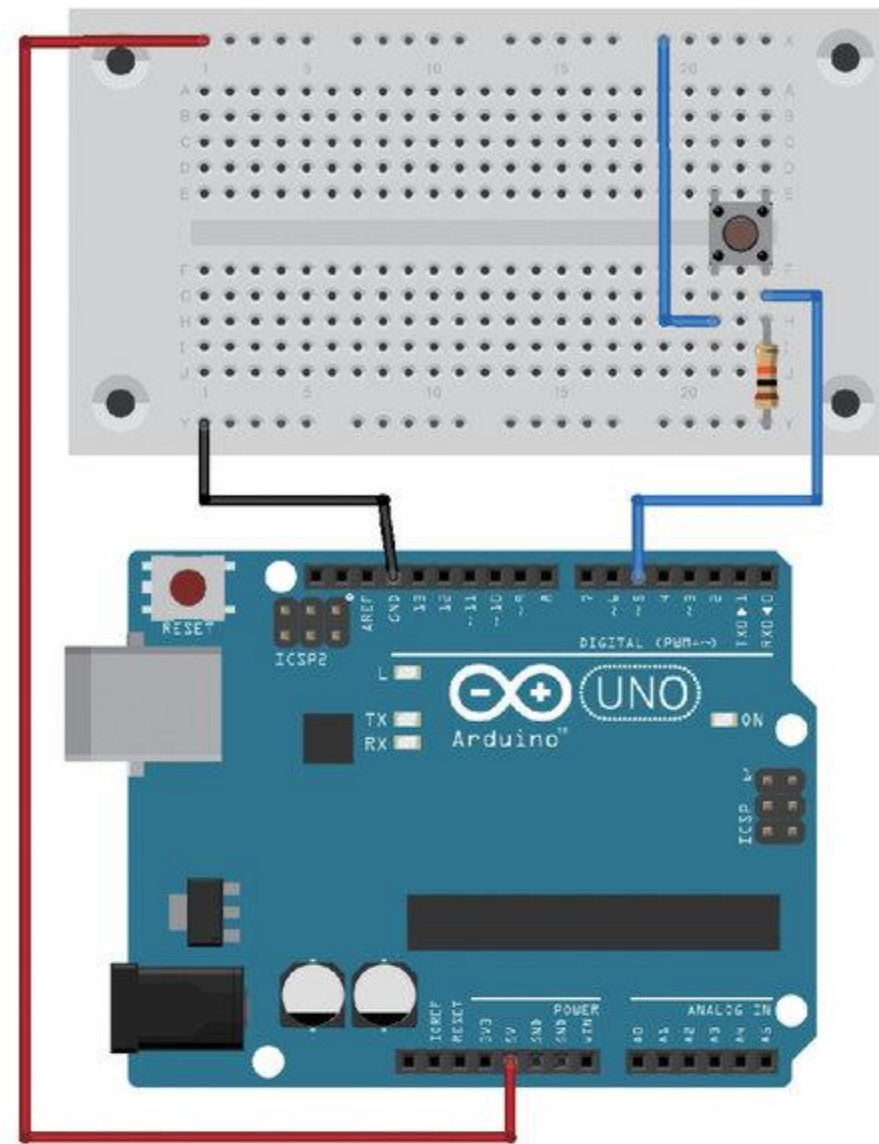


図 2-2 タクトスイッチを通る回路

続いて、タクトスイッチの方をみてみます。少し形が複雑ですが、これはマイコンボードの5Vピンからタクトスイッチを通った後、枝分かれしてGNDピンと5番ピンに向かうような回路になっています。

タクトスイッチを押すと、GNDピン&5番ピンに電流が流れるしくみです。

つまり、今回タクトスイッチは「LEDに流れる電流」ではなく、「5番ピンに流れる電流」を制御していることになりますね。

やってみよう！

これまでの話をまとめて考えると、今回のプログラムでは「どのようなときに」LEDを点灯させるように命令すればいいのかな？

💡 ヒント

「タクトスイッチを押したとき」以外の言いかたで考えよう！

✎ 5番ピンに電流が流れた

とき、LEDを点灯する。

この回路では「もしタクトスイッチが押されていたら、LEDを点灯する」という動作をつくるのに、「もし5番ピンに電流が流れていたら、8番ピンに電流を流す」という命令を出せばよいことがわかりますね。

それを踏まえて、もう一度プログラムを読んでみます。

□ プログラム「LedSW」より抜粋 ぼっすい

```
void loop(){
  if(digitalRead(sw) == HIGH){
    digitalWrite(led, HIGH);
  }
  else{
    digitalWrite(led, LOW);
  }
}
```

黄色の部分は8番ピンの電流をオン・オフする命令です。ここは今までにも何度も登場した `digitalWrite` 命令ですね。

問題は緑の部分です。

命 令 「digitalRead」

実行内容：指定のピンに電流が流れているかチェックする

使 い 方：if(digitalRead(5) == HIGH)

// もし5番ピンに電流が流れている（HIGHである）ならば

前回は説明しましたが、マイコンボードのピンに電子部品をつないだとき、マイコンボードは「電子部品に電流を流す」以外に「電子部品から電流を受け取る」という役になることもできます。

こうすることで、センサーやスイッチに反応があるかどうかを判定することができるのですね。

ただし、その場合は「このピンは入力モードとして使います！」という宣言が必要です。

□ プログラム「LedSW」より抜粋 ぼっすい

```
void setup(){
  pinMode(sw, INPUT); // sw(スイッチ)を入力に設定する
  pinMode(led, OUTPUT); // ledを出力に設定する
}
```

`led`、つまり8番ピンが出力モードだったのに対して、`sw`、つまり5番ピンは入力モードに設定してあります。こうすることで、タクトスイッチを通ってきた電流をマイコンボードが受け取る形ができるわけです。

2.1. スピーカーを鳴らす

さらに応用して、スピーカーを追加します。図2-3のように電子回路を組んでみましょう。

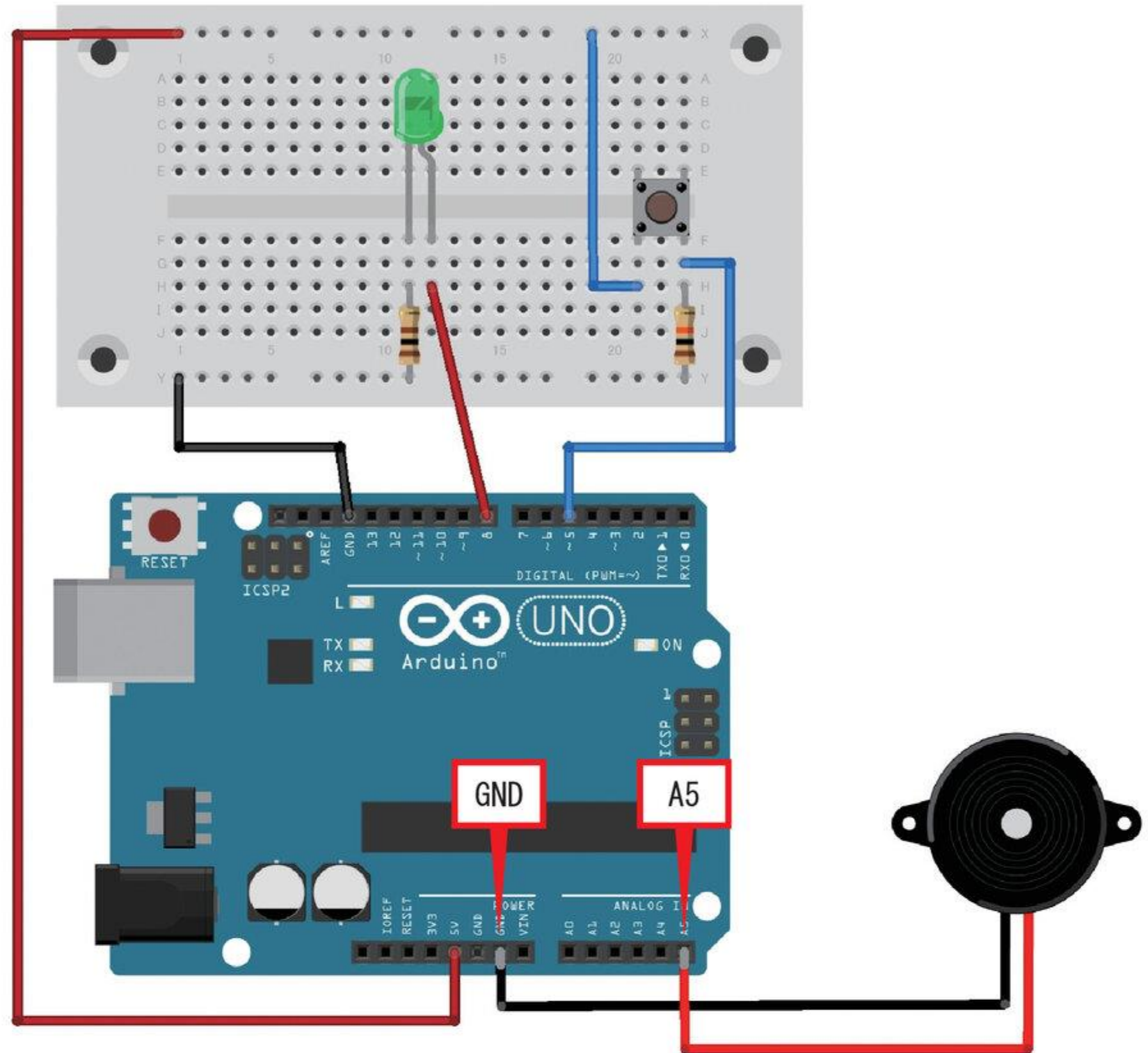


図2-3 スピーカーを使った電子回路

スピーカーの端子には、ジャンパー線をさし込んで、301ブレッドボードに配線できるようにします。

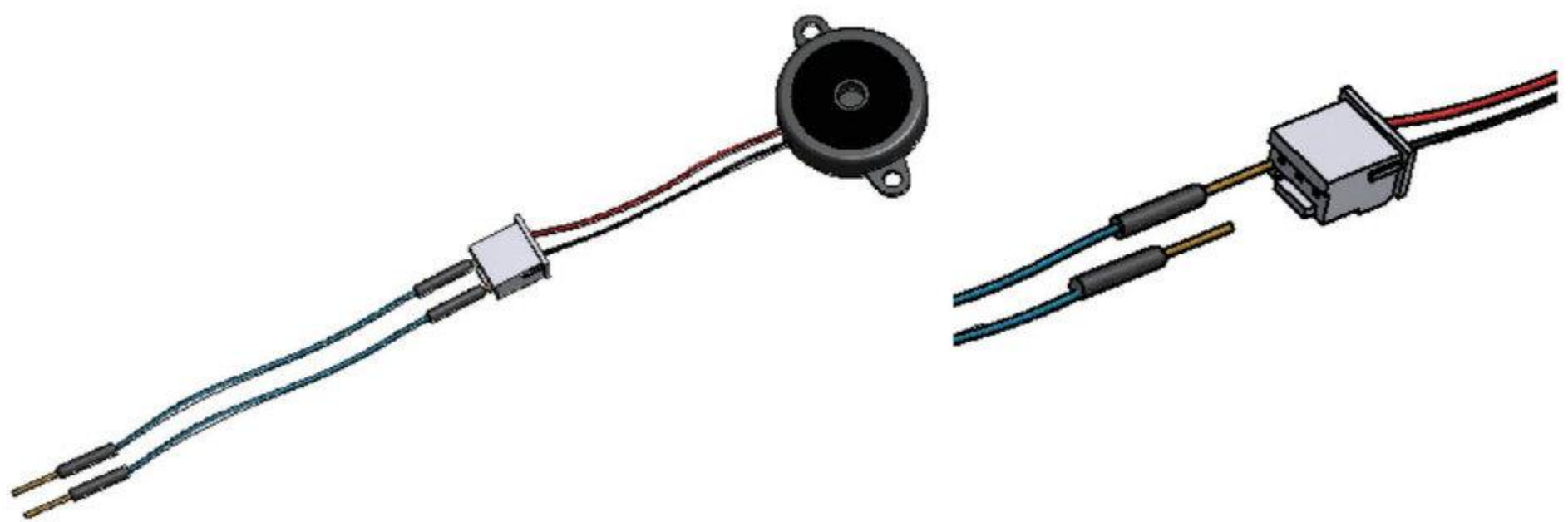


図2-4 スピーカーの接続

回路ができたなら、以下のプログラムを実行してタクトスイッチを押してみましょう。

プログラムの書き込み

RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA2 > LedSWSPK

実行結果：スイッチを押すと、緑色LEDが点灯し、音が鳴る。

では、プログラム「LedSWSPK」を見てみましょう。

プログラム「LedSWSPK」より抜粋

```
int sw = 5; // sw(スイッチ) という名の変数を用意する (sw=5)
int led = 8; // ledという名の変数を用意する(led=8)

void setup(){
  pinMode(sw, INPUT); // sw(スイッチ)を入力に設定する
  pinMode(led, OUTPUT); // ledを出力に設定する
}

void loop(){
  if(digitalRead(sw) == HIGH){ // if文「スイッチがオンされたら」
    digitalWrite(led, HIGH); // LEDが点灯 (出力)
    tone(A5, 200, 10); // スピーカーがラの音を出す (出力)
  }
  else{ // そうでなければ
    digitalWrite(led, LOW); // LEDは消灯
  }
}
```

「5番ピンに電流が流れたかどうか」で分岐^{ぶんき}をしていますね。

2.2. 電子ピアノを鳴らす

ボタンの数を増やし、押したボタンに応じてちがう音を鳴らすようにすれば、「電子ピアノ」がつくれそうですね！

ステップアップ

プログラム「LedSWSPK」と回路を変更して、4つのタクトスイッチで4種類の音を鳴らせるようにしよう！

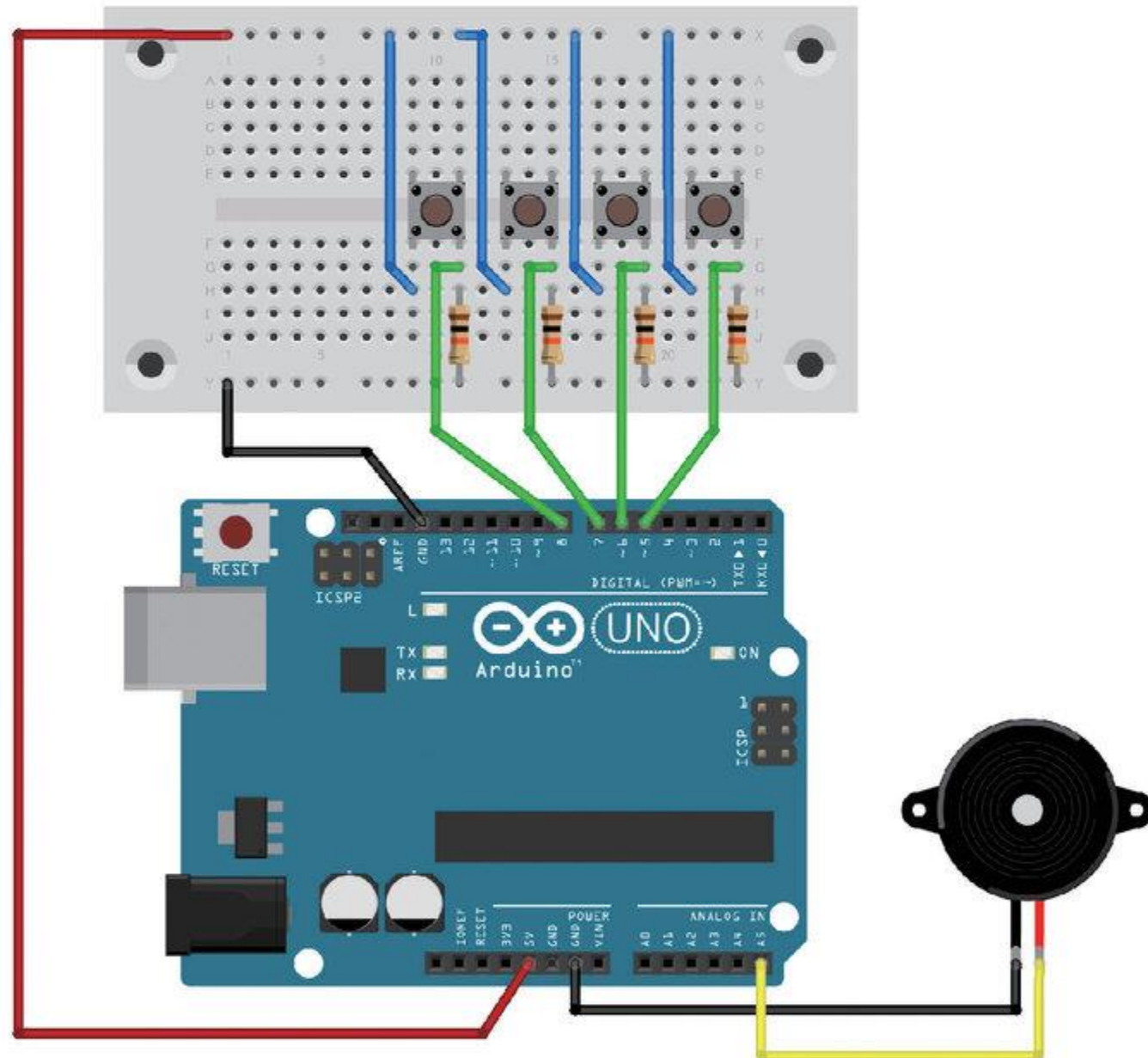
💡 ヒント

どのスイッチが押されたか判定するためには、4つのスイッチがそれぞれ異なるピンに電流を流すようにする必要がありますね！

また、ドレミファソラシドの各音階は、プログラムでは以下のように書けばよかったよね！

音名	ド	レ	ミ	ファ	ソ	ラ	シ	ド
ミュージカルノート	NOTE_C4	NOTE_D4	NOTE_E4	NOTE_F4	NOTE_G4	NOTE_A4	NOTE_B4	NOTE_C5

解答例は以下です。



講

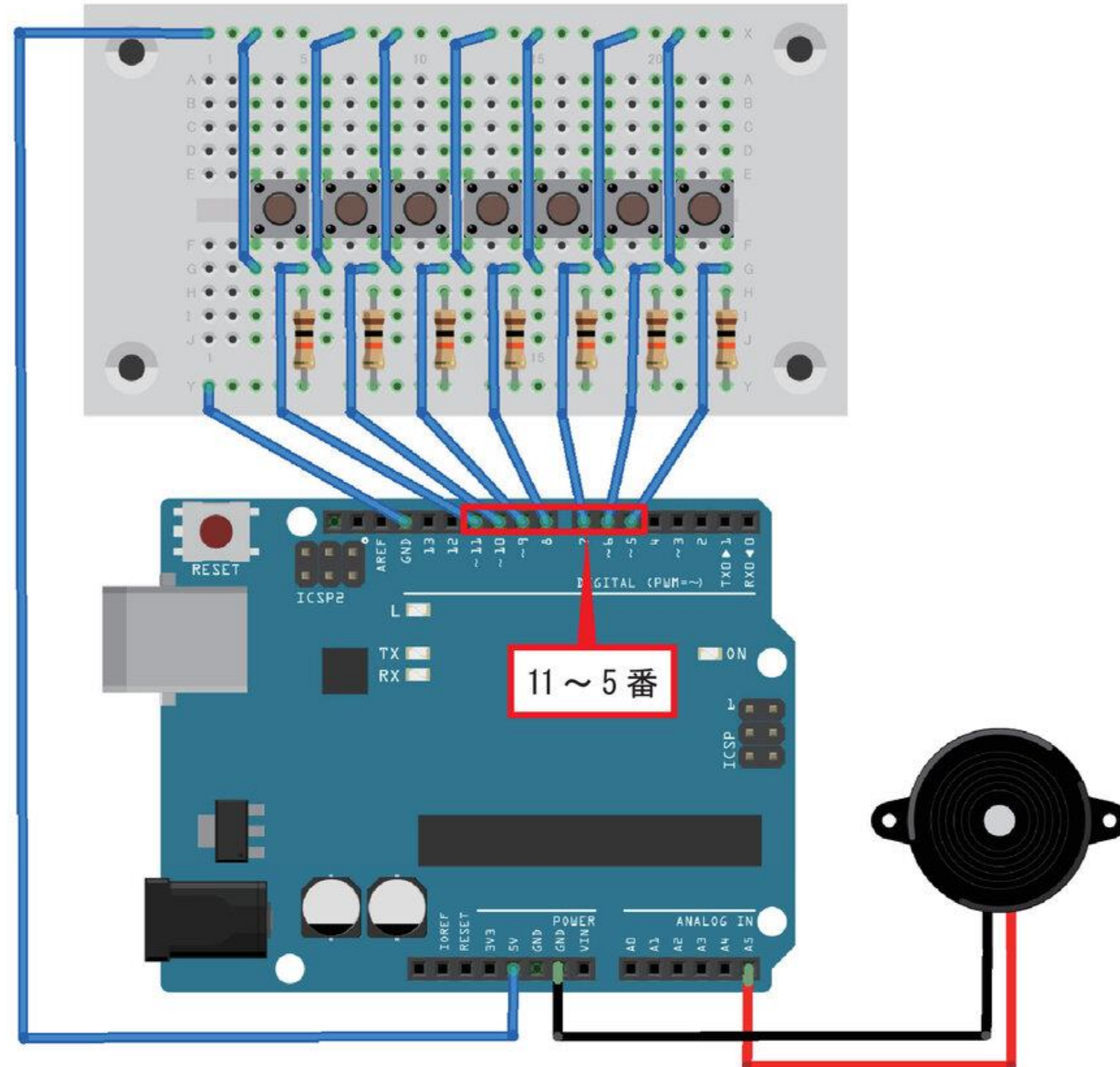
4つのタクトスイッチを5～8番ピンに接続します。
プログラムの解答例は以下です。

RoboticsProfessorCourse2 > MagicItemA2 > ElectroPiano1

チャレンジ課題

さらにピアノらしく鍵盤^{はんぱん}をふやしてみよう！
たとえばタクトスイッチを7個に増やすことはできるかな？

解答例は以下です。



プログラムの解答例は以下です。

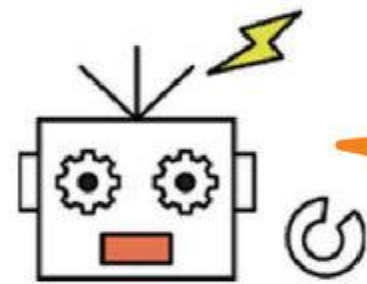
[RoboticsProfessorCourse2](#) > [MagicItemA2](#) > [ElectroPianoChallenge](#)

3. まとめ（目安5分）

今回は LED 回路を使いこなし、スイッチ回路を使って if 文のプログラムを見てみました。次回は、さらに if 文と for 文と、マイコンのさらなる技を体験していきたいと思います。知れば知るほど、スゴイロボットを自分の力でつくることができるようになります。

講

- 以下の授業の目標を再確認します。
 - ・ for 文の復習と応用
 - ・ フルカラー LED を思い通りに光らせる
 - ・ タクトスイッチを使った回路をつくる
- 今回の授業で学んだ感想や面白かったことなどを、生徒から聞いてみましょう。
- 次回テーマは「電子回路とプログラミング（アナログセンサー）」であることを告知します。



でんしかいろ
電子回路だってロボットダイ!

《次回必要なもの》

ラジオペンチ 1	USB ケーブル 1	マイコンボード 1	電池ボックス 1
			
スピーカー 1	301 ブレッドボード 1	ジャンパー線 65	抵抗 (100 Ω / 1k Ω / 10k Ω) 各10
			
可変抵抗ボリューム 2	タクトスイッチ 10	CdS 光センサー 1	緑色 LED 10
			

図 3-0 次回必要なもの