

# 制御回路の設計・製作

## 1. はじめに

前期に使用した mbed の回路をベースに**モータを速度制御する回路**を追加します。制御に必要なインターフェイスは以下の通りです。

- 1) ロータリエンコーダのカウンタ回路（走行距離の計測のため）
- 2) モータを PWM 制御する回路

基本的に mbed をそのまま使用すれば良いのですが、**配線**を新たに追加しなければなりません。どこに何を配線すれば良いかを考えながら、一つ一つ配線していきましょう。

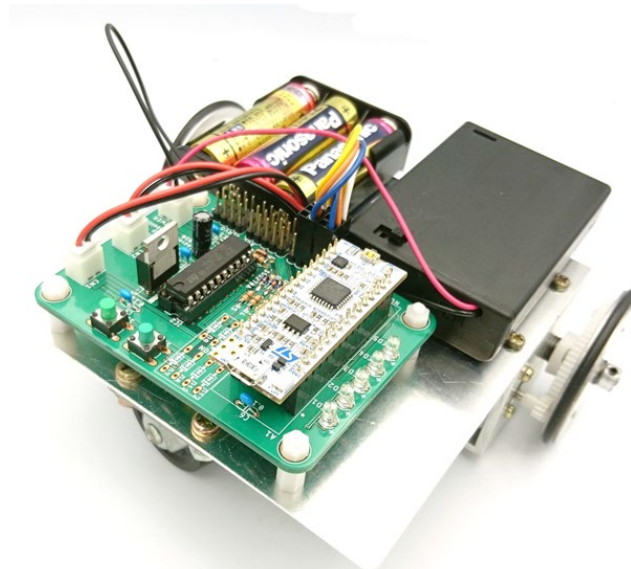


図1 ロボットの完成イメージ

## 2. ロータリエンコーダ用の配線

ロータリエンコーダのパルスを mbed でカウントします。まずは、回路図やデータシートを見ながら**どのように接続するか**を検討します。

モータ DMN29BA のデータシートを見ると、配線 No.1~6 までの**仕様**は表1のようになっています。1,2,5,6 はエンコーダ、3,4 はモータに接続することが分かります。

なお、今回のロータリエンコーダは**オープンコレクタ**タイプ（図2）です。そのため、Vcc (3.3V) とセンサ出力の間に**プルアップ抵抗**が必要です。

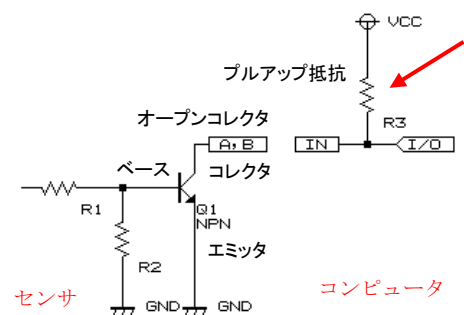
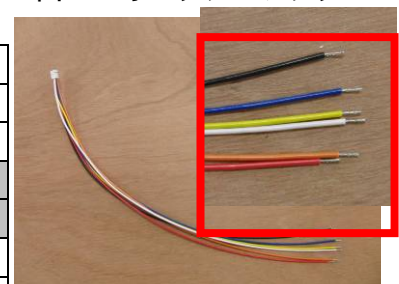


図2 オープンコレクタ

表1 モータの配線仕様

No.	色	仕様	説明
1	橙	Vcc	ロータリエンコーダ用の+電源
2	青	GND	ロータリエンコーダ用の GND (0V)
3	黒	DC12V (-)	モータの-電源
4	赤	DC12V (+)	モータの+電源
5	黄	B 相	ロータリエンコーダの B 相出力
6	白	A 相	ロータリエンコーダの A 相出力



ロータリエンコーダに関する端子は **1,2,5,6** の 4 本ですが、具体的に mbed のどの端子に接続すればよいでしょうか。様々な組合せがありますが、最も簡単なのは図 3 の端子となります。表 2 に端子の接続を示します。空欄がありますので、適切な組み合わせになるように記入して下さい。

表 2 mbed I/O ボードの仕様

	GPI01	MOTOR	GPI02	MOTOR	GPI03	MOTOR	GPI04	MOTOR
1	D2	左 6	D4		D5		D7	
2	Vcc (5V)		Vcc (5V)		Vcc (5V)		Vcc (5V)	
3	GND (0V)		GND (0V)		GND (0V)		GND (0V)	

**黄色** はモータの配線になります。**水色** は GPIO の番号になります。空欄を埋めて下さい。ちなみに、モータの残りの端子は、左 1, 左 2, 左 5, 右 1, 右 2, 右 5, 右 6 です。間違えると壊れるおそれがあります。

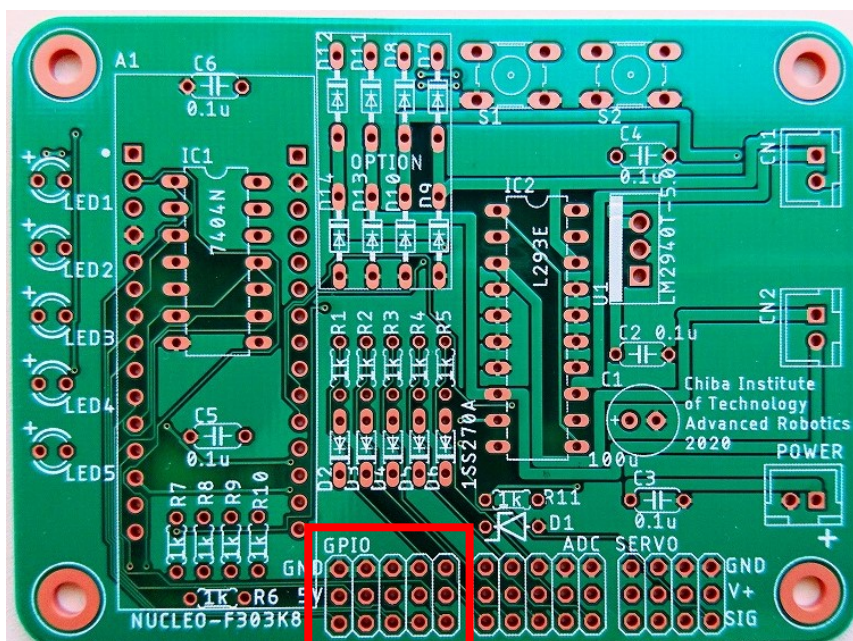


図 3 汎用入出力端子（ロータリエンコーダで使用）

ケーブルにロータリエンコーダ用の端子を取り付けます。そのままではケーブルが長いため、予め**カット**しておくと、配線がすっきりします。コンタクト（金属端子）の取り付けは、圧着工具を用いて行います。

端子の接続の組合せは、表 2 を見ながら決定します。以下に図で示しますので、順番を間違えないようにしてください。**順番を間違えると、最悪の場合故障します。**

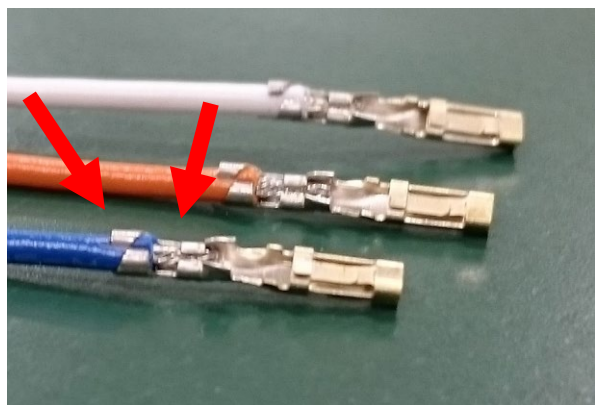


図 6 コンタクトの圧着  
**2箇所**圧着する！

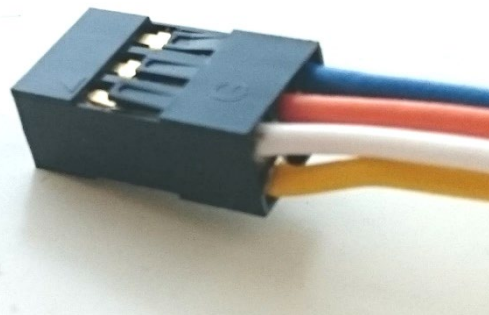


図 7 プラグへの挿入  
コンタクトが見えなくなるまで入れる

### 3. モータ用の配線

次にモータ関連の配線です。こちらは特に難しいところはなく、モータドライバ基板の **MOTOR1**, **MOTOR2** の端子にモータを接続するだけです。ただし、使用するためには、モータドライバ IC L293E をよく知る必要があります。データシートを読んで理解できるようにしましょう。

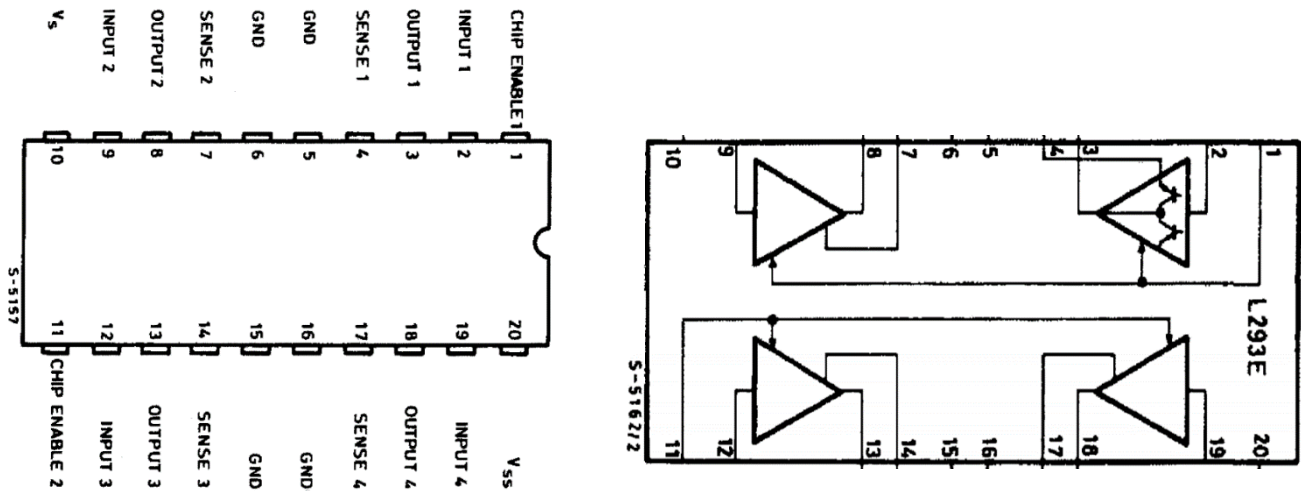


図4 モータドライバ IC L293E のピン配置（データシートより引用）

#### TRUTH TABLE

$V_i$ (each channel)	$V_o$	$V_{inh}^{(**)}$
H	H	H
L	L	H
H	X <sup>(*)</sup>	L
L	X <sup>(*)</sup>	L

(\*) High output impedance

(\*\*) Relative to the considerate channel

図5 端子に入力する信号と機能の関係（データシートより引用）

IC の入力端子は、図4の 2(INPUT1), 9(INPUT2), 12(INPUT3), 19(INPUT4)の4つで、組合せで正転/逆転/ブレーキが選択されます。CHIP ENABLE は常に H に固定されています。

### 4. モータユニットの配線

以上のことを踏まえて作成したケーブルを図8、mbed に接続した様子を図9に示します。

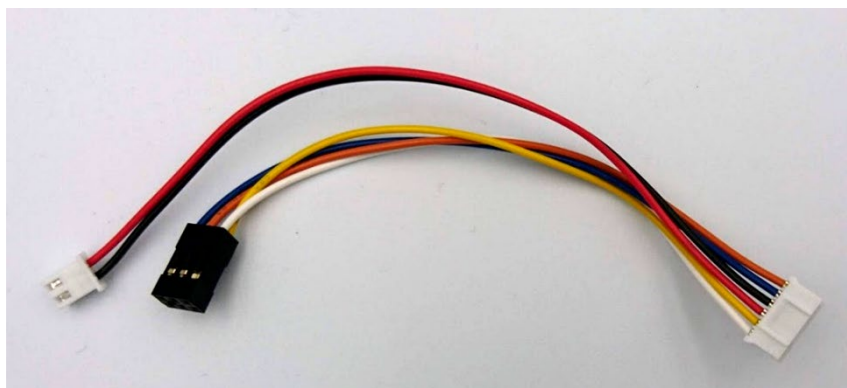


図8 コネクタを取り付けた様子



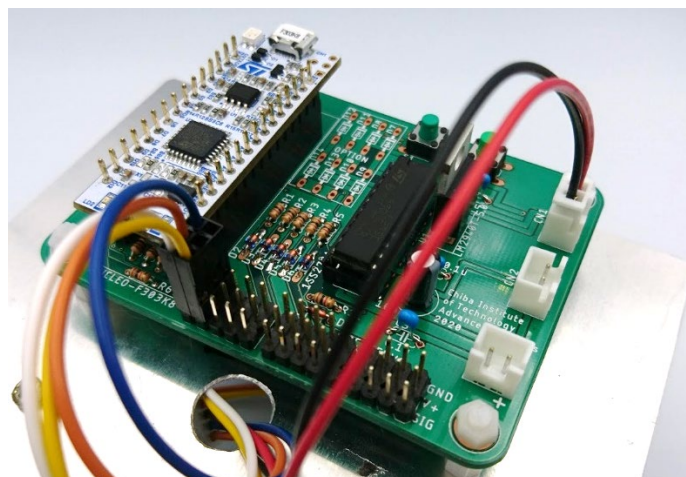


図9 ロータリエンコーダ（左）とモータ（右）の配線

【注意】以下に隣の実験者が行うチェックシートがあります。必ずチェックしてから電源を入れるようにしてください。電池は最後に入れてください。

### 5. 電池ボックスの製作

以下のように直列に電池ボックスをつないでください。途中はショートしないようにテープで巻いてください。1.2V(ニッケル水素電池)× 6本で、7.2Vを出力します。(アルカリ電池 1.5V×6本でも可)

【注意】逆に配線すると回路が壊れます。何度も見なおしてください。



【注意】向きに注意する。

### 6. チェックシート

電源を入れる前に、必ず隣の人にこのシートを渡してチェックしてもらってください。

- 1) 電源コネクタの向きはあっている。
  - 2) ロータリエンコーダのコネクタの位置と向きは合っている。
  - 3) ケーブルがむき出しになっているなどショートしそうなところがない。
- チェック者のサイン \_\_\_\_\_

## 7. 動作確認

終了したら動作確認を行います。配線が間違っていないかを隣同士確認しながら、電源を入れます。少しでもおかしいことがあれば、すぐに電源を切ってください。Keil を使用して、以下 URL にあるプログラムを書きこんで動作を確認してください。なお、動作確認プログラムは、正常に配線がなされていると、以下のようになります。

- 1) スイッチを押すと、左右それぞれのモータが回転します。
- 2) エンコーダの A 相, B 相の信号に従い, LED1~4 が点滅します。  
問題が無い場合は以下のように点滅します。  
ちなみに、以下は LED1,2 の組合せですが、LED3,4 も同じように点滅します。

	状態 1	⇔	状態 2	⇔	状態 3	⇔	状態 4	⇔	状態 1
LED1	■ (消灯)		□		□		■		■
LED2	□ (点灯)		□		■		■		□

回転方向により、1 → 2 → 3 → 4 → 1 と 1 → 4 → 3 → 2 → 1 に変化します。この変化によって、回転方向を検出します。なお、モータが高速回転していると判断しづらいと思いますので、手動で動かして確認してください。

```
#include "mbed.h"
#include "Motor.h"

BusOut led(D8,D13);
BusIn sw(D3,D6);
BusIn in(D2, D4, D5, D7);
Motor motor1(A1, A2);
Motor motor2(D11, D12);

int main() {
    in.mode(PullUp);
    sw.mode(PullUp);
    while(1) {
        motor1 = !sw[0];
        motor2 = !sw[1];
        wait(0.001);
    }
}
```

プログラム 1 チェックプログラム