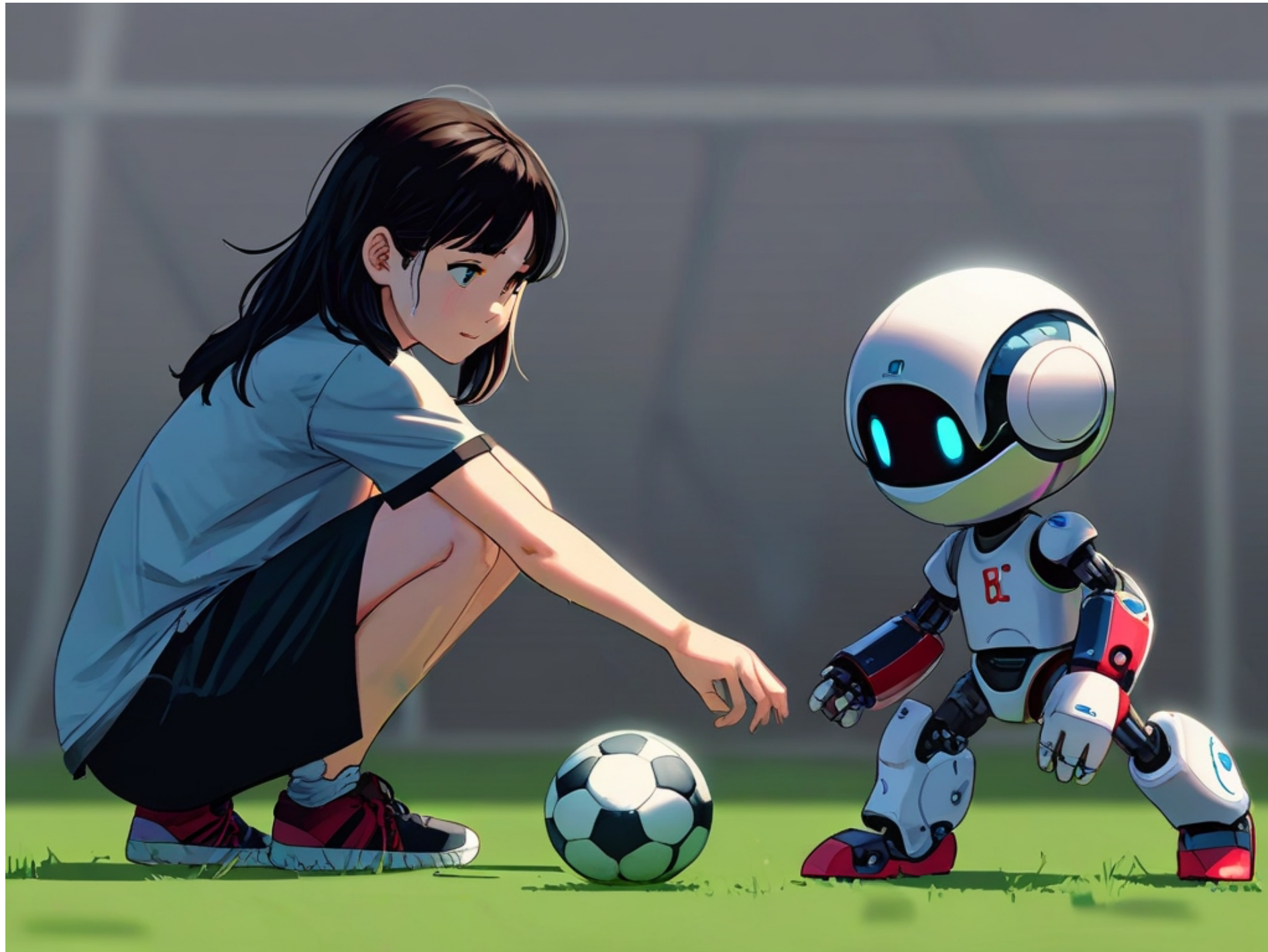


フォロのプログラムを作成し動かしてみよう



ArduBlockのプログラミングを学び、フォロの改造も終わったので早速プログラムを作っていこう。

制御系のプログラミングで必要なのは、マイコンのどこの端子にどんなデバイス（電子部品）が繋がっているかを把握し、制御をすることになる。

そのための表をI/O表（アイオー表）というよ。
今回、改造したフォロのI/O表は以下のようになる。
（左右は後から自分で記入しよう）

Arduinoの制御ピン	デバイス	左右	機能
D2	モータドライバ (INIT)		走行用モータを駆動
D3	モータドライバ (INT2)		
D4	モータドライバ (INT3)		旋回用モータを駆動
D5	モータドライバ (INT4)		
D6	LED1		LEDを点灯
D7	LED2		
A0	距離センサ		距離センサーの値を取得
A1	距離センサ		距離センサーの値を取得
A2	ブザー		音を鳴らす

「GROVEシステムとArduBlockを使った学習」では、Grove Beginner Kit for ArduinoをArduBlockで制御する方法を学習しました。

その資料を見ながらグループ学習で次の課題をクリアできるプログラムを作ってみよう。

【例題 1】
D6のLEDを点灯させるプログラムを作成し、左右どちらの目が光ったか確認しなさい。（D6をHIGHで光った目は： ）



【課題 1】
D7のLEDを点灯させるプログラムを作成し、左右どちらの目が光ったか確認しなさい。（D7をHIGHで光った目は： ）

【問題2】以下のプログラムは、フォロの左目のLEDを点滅制御するプログラムである。サブルーチンを使うことでloopの中ではD6とかD7を意識せずに左目のLEDを制御するという書き方ができる。サブルーチン本体のLED_L_ONとLED_L_OFFの中の「デジタルピンに値を設定」に入る適切なデジタルピンを選択しなさい。



【問題3】上記プログラムのLEDが点滅をする間隔を1秒から0.2秒にしなさい。

【問題4】先ほどのプログラムに追加でLED_R_ONとLED_R_OFFのサブルーチンを追加し、

- 1) 両方のLEDを消灯し、1秒待つ。
- 2) 左側のLEDを点灯し、1秒待つ。
- 3) 左側のLEDを消灯し、右側のLEDを点灯し、1秒待つ。
- 4) 両方のLEDを点灯し、1秒待つ。
- 5) 1～4) を繰り返し実行し続ける

この内容を満たすプログラムを作成しなさい。



【例題2】A0に接続した距離センサーの入力状態をシリアルモニタで確認するプログラムを作成しなさい。また、A1に接続した距離センサーの入力状態を同じように確認するプログラムを作成しなさい。そしてA0が右側の距離センサーなのか左側の距離センサーなのか確認し、記録しなさい。

センサー	Arduinoの制御ピン
右の距離センサー	
左の距離センサー	



※距離センサーの確認は、フォロの顔から10cmくらいの位置に手のひらをかざしてシリアルモニタの値が0から1に変化するようにセンサーの感度調整トリマーをドライバーでゆっくり回して調整してください。

プルアップされた信号なので、検出がない時に真偽値は1、検出すると0になります。

距離センサーはフォロの電源を入れないと動作しませんので注意してください。

【問題5】以下のプログラムは、A0が右の距離センサー、D7が右目のLEDに接続された場合に、右の距離センサーに手をかざすと右目のLEDを点灯、かざした手を離すと右目のLEDを消灯するプログラムである。このプログラムを左目も同じように動作するようにブロックを追加しなさい。



ここまでの授業で確認をした左の距離センサー、右の距離センサー、左目のLED、右目のLEDの制御ピンが左右どちらだったかを1ページ目の表の左右の部分に記入して完成させよう。

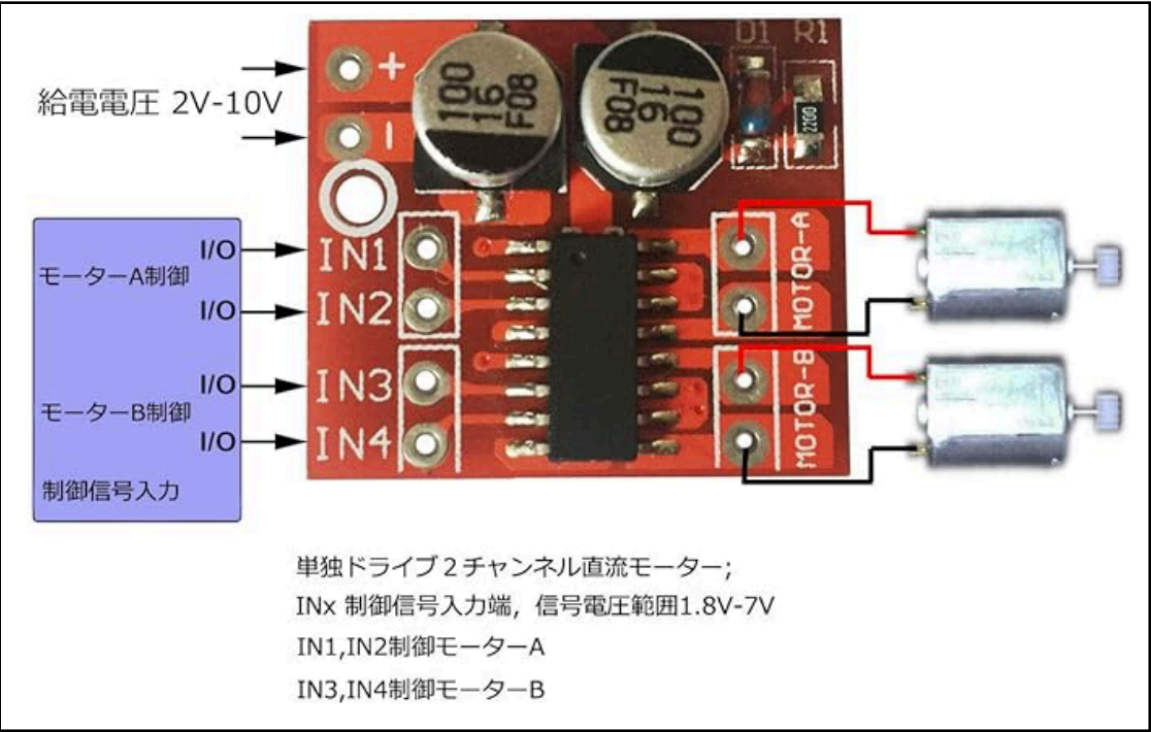
・モーターの制御を行ってみよう

モーターの制御をArduinoで行うためには、モータードライバを使います。

Arduinoの制御ピンは最大でも20mA程度しか流せないの
で、瞬間に1000mAを必要とするモータは回せません。

なので、モータードライバに数mAだけ信号をいれてあげると、Arduinoの代わりに1500mA～2500mA程度の電流を流してモータを回すことができます。

この図は今回使用しているモータードライバになりますが、
入力1と2の組み合わせ、3と4の組み合わせにそれぞれデジタル信号を入れることでモータを制御できます。



フォロのモーターは2つあり、1つが走行用、もう1つが旋回用です。

ArduinoのD2,D3に繋がっているモータドライバのINT1,INT2
にはフォロの走行用モータ（青黒線）がD4,D5に繋がっている
モータドライバのINT3,INT4にはフォロの旋回用モータ（赤黒
線）が繋がっています。

モータードライバに入力する信号は以下の組み合わせになります。

(INT1,INT2 / INT3,INT4の組み合わせ)

INT1	INT2	動作	確認
LOW	LOW	停止	
HIGH	LOW	前進(正回転)	
LOW	HIGH	後退(逆回転)	
HIGH	HIGH	ブレーキ	

INT3	INT4	動作	確認
LOW	LOW	停止	
HIGH	LOW	左旋回(正回転)	
LOW	HIGH	右旋回(逆回転)	
HIGH	HIGH	ブレーキ	

※コネクタの組み付けが逆だと左右・前後の動作も逆になります。
ブレーキと停止は変わりません。確認欄に同じか正か逆の
文字を記入しよう。

【例題3】これはフォロを1秒間左旋回動作をし、停止するプログラムになる。実際に書き込んで動作を確認してみよう。



【例題4】上のプログラムをサブルーチンにしたものが以下になる。



【問題5】例題4を参考に、FOLO_R_TURNというサブルーチンを追加しなさい。追加をしたら、プログラムを1秒間右に旋回した後に、1秒間停止し、1秒間左に旋回して停止する動作をするように変更しなさい。

【問題6】これまでの例題を参考に、前進動作をするFOLO_FORWARD、後退動作をするFOLO_BACKWARD、補講を停止するFOLO_MOVE_STOPというサブルーチンを作り前後左右に動作する動きをグループで作り上げよう。



ここまでの学習で、フォロの

- ・左右の目のLEDの制御
- ・左右の距離センサーからの入力
- ・歩行と旋回のモータの制御

までを学んだ。

残りはブザーの制御ができれば、フォロの全ての機能を利用することができるようになる。

【問題 7】 フォロのブザーは制御ピンA2に繋がっている。

ブザーはトーンパーツを使い、周波数と制御ピンを指定すると音を鳴らすことができるのはすでに学習した。

その知識を活かして、**START_MUSIC**というサブルーチンを作成し、フォロの電源を入れた時にそのサブルーチンを呼び出して音を鳴らすプログラムを作成しなさい。

ArduinoのToneコマンド音階と周波数

オクターブ	ド	ド#	レ	レ#	ミ	ファ	ファ#	ソ	ソ#	ラ	ラ#	シ
1	131	139	147	156	165	175	185	196	208	220	233	247
2	262	277	294	311	330	349	370	392	415	440	466	494
3	523	554	587	622	659	698	740	784	831	880	932	988

曲はネットで検索した楽譜から作成しても良いが見つけるのが面倒な人は、

ソファソ

0.2秒無音

ソファソ

0.2秒無音

ソファソー

0.2秒無音

をトーンパーツで作成してみよう。

全ての音の長さは0.2秒で、オクターブは3を使う。

ちなみにこれは何の曲かな??

なお、ここまで作成したプログラムは「名前をつけて保存」しておこう。

フォロを動かすための部品が全て入っているのでファイル名は「folo_base」にしよう。

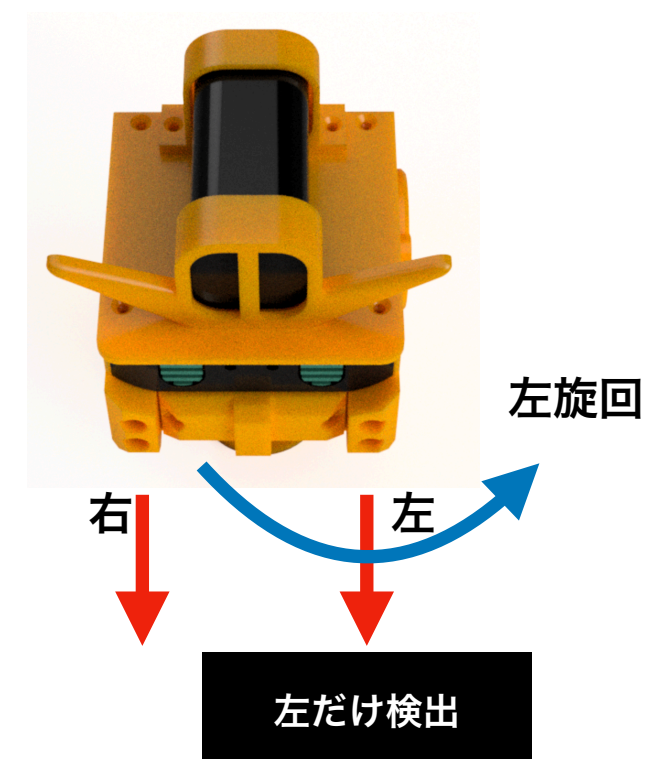
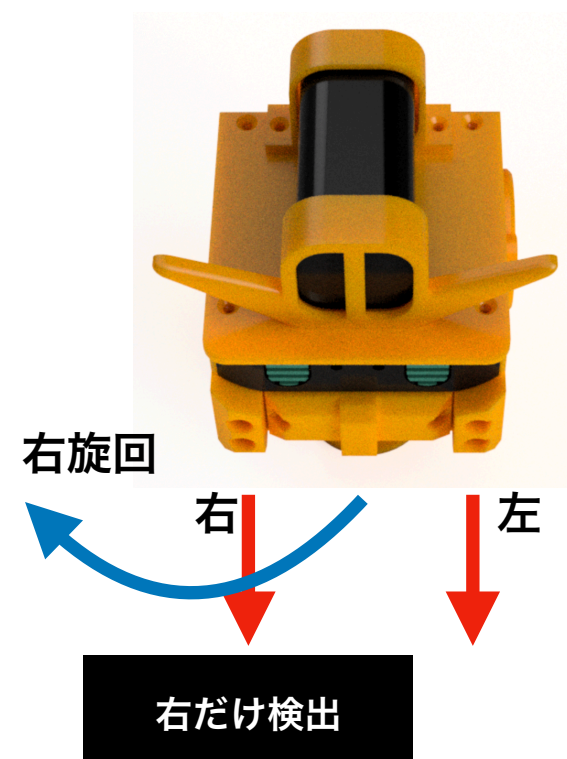
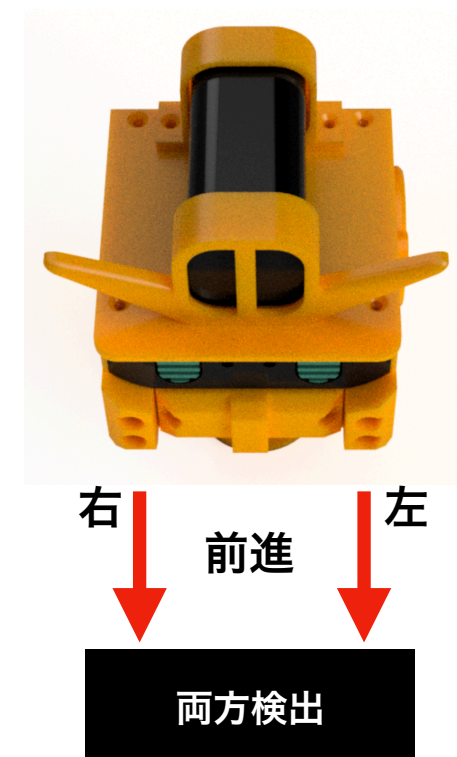
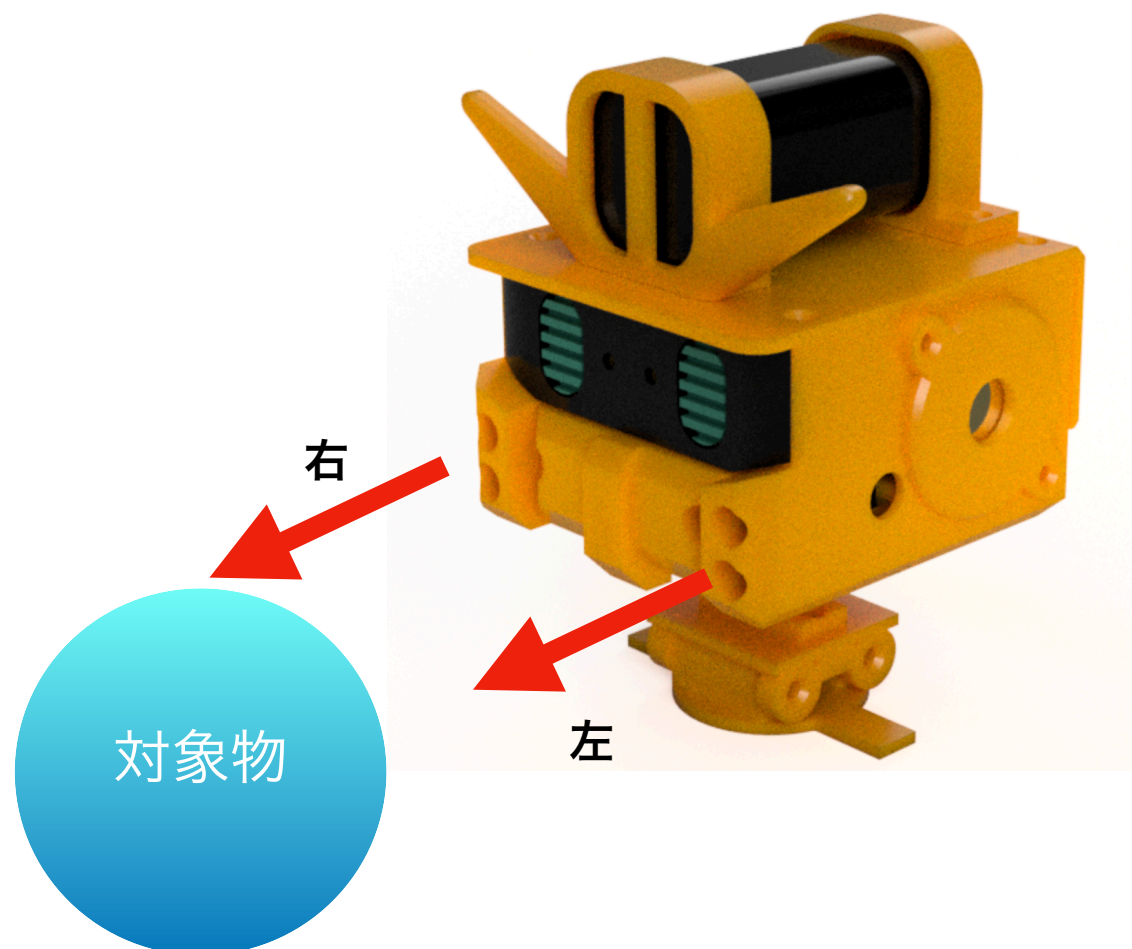
- ・既存のフォロの動きをArduBlockで作ってみよう

フォロには2つのモードがあったね。

- 1) なかよしモード
- 2) たんけんモード

なかよしモードは、自分から離れていくものを追いかけるモードで、近づきすぎると後退する。一定の距離を保って追いかける動作をする。

左右両方の距離センサーが検出している場合は前進し、右の距離センサーが外れたらフォロは左に旋回する。



既存のフォロの距離センサーは、対象物との距離で電圧が変わるアナログセンサーを使用している。

そのため、近づきすぎた場合と遠い場合の電圧を決めることで「近づきすぎたら後退」「遠すぎたら前進」、「検出できないなら停止」と3つのパターンで動作を制御することができる。

しかし、今回使用している距離センサーは、「対象物が有るか無いか」で0Vか5Vを返すデジタルセンサーを使っているので、対象物があれば前進（たとえぶつかっても）、無ければ停止の2つのパターンでしか動作を制御できない。

そのため、既存のフォロとは若干違う動きになるけれど、なかよしモードの動きを作ってみよう。

これまでの説明を整理してプログラムを作るための条件を書くと、

- 1) もし「両方の距離センサーが検出している」なら「旋回を停止」して「前進」する。
- 2) でなければ、もし「右の距離センサーのみ入っている」なら「右旋回」する。
- 3) でなければ、もし「左の距離センサーのみ入っている」なら「左旋回」する。
- 4) でなければ、「旋回を停止」「歩行を停止」する。

こんな感じにまとめることができる。

【問題8】 フォロのなかよしモードのプログラムを作成しなさい。

なお、参考として両方の距離センサーが検出している場合には前進するプログラムの例は以下の通りである。このプログラムを改造して完成させること。

完成したプログラムは名前を「folo_nakayoshi」で保存すること。

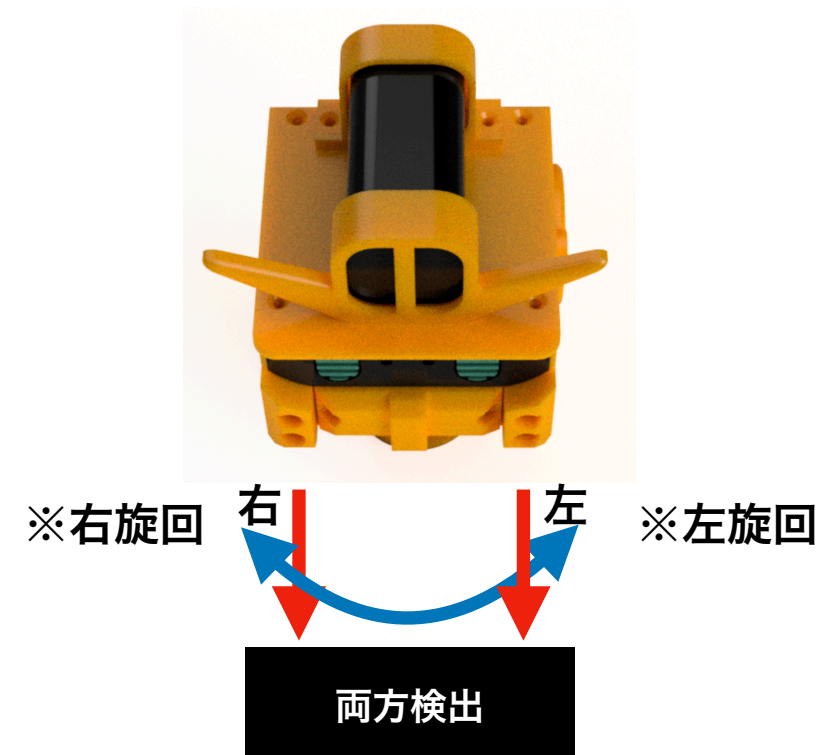
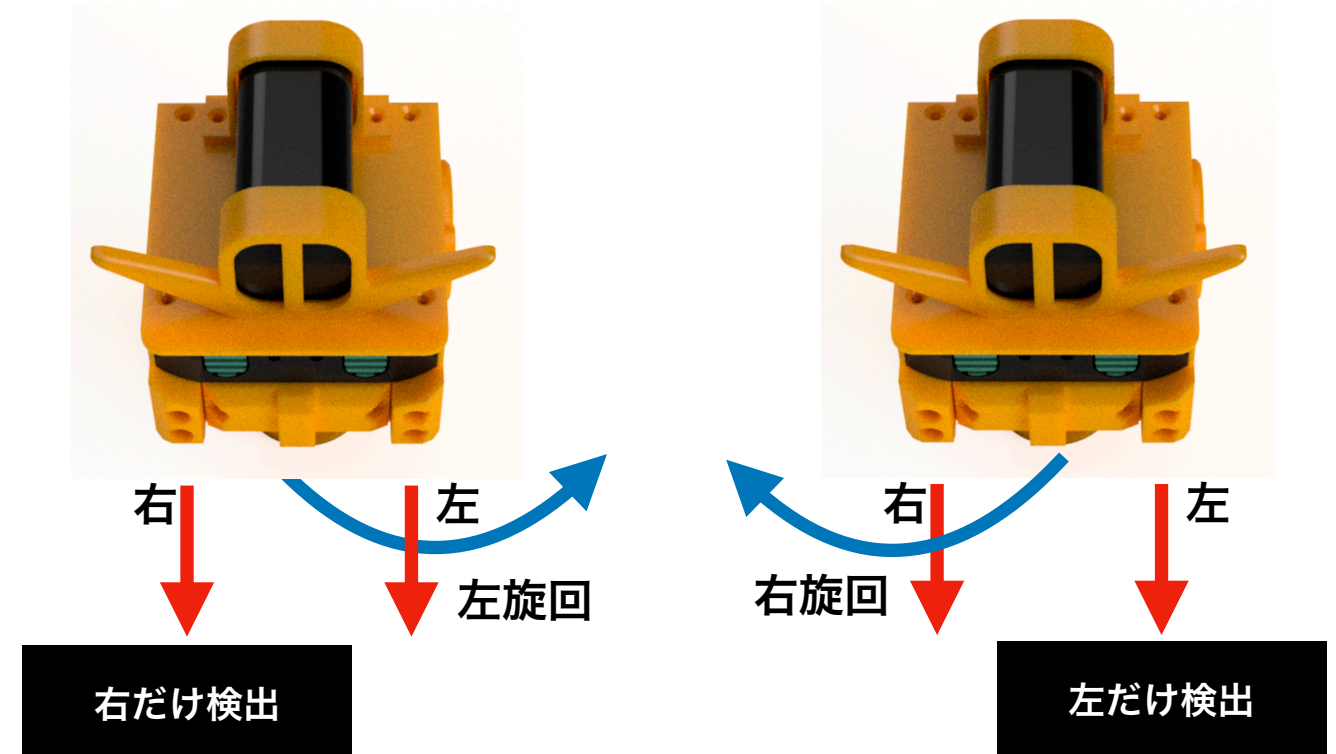
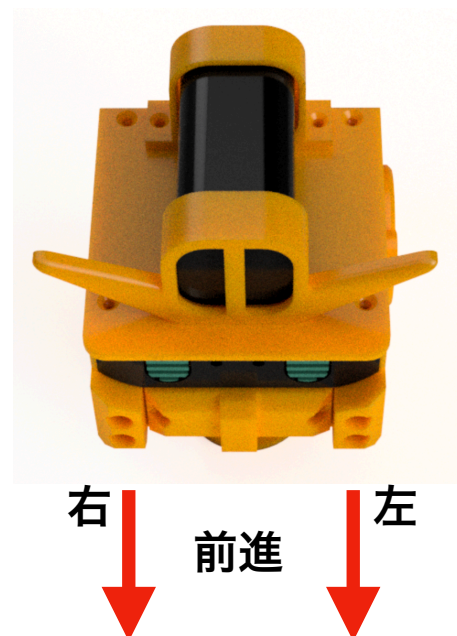


今度は「たんけんモード」を考えてみよう。
たんけんモードは、前進して障害物があった場合にそれを避けて前進できる場所を探して進むことで自分がある場所を探検する機能だ。

これは「なかよしモード」の応用で大きい違いは

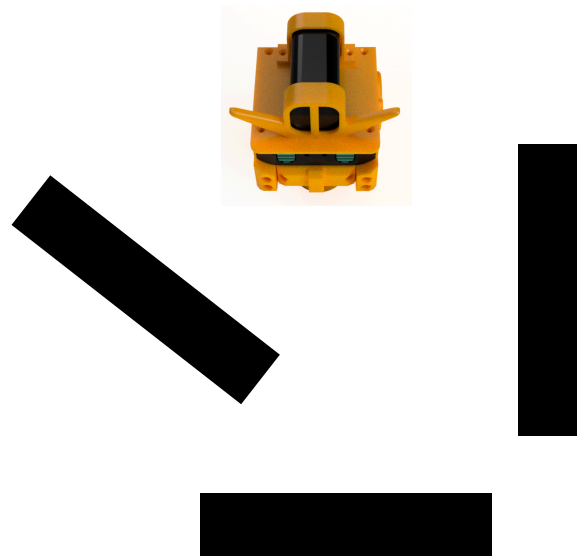
- 1) もし両方の距離センサーが「検出していない時」なら「旋回を停止」して「前進」する
- 2) でなければ、もし、右の距離センサーだけ検出したなら「歩行を停止」して「左に旋回」する
- 3) でなければ、もし、左の距離センサーだけ検出したなら「歩行を停止」して「右に旋回」する
- 4) でなければ、行き止まりなので左側か右側のどちらかに「歩行を停止」して「旋回」する

こんな感じのプログラムの流れになることだ。

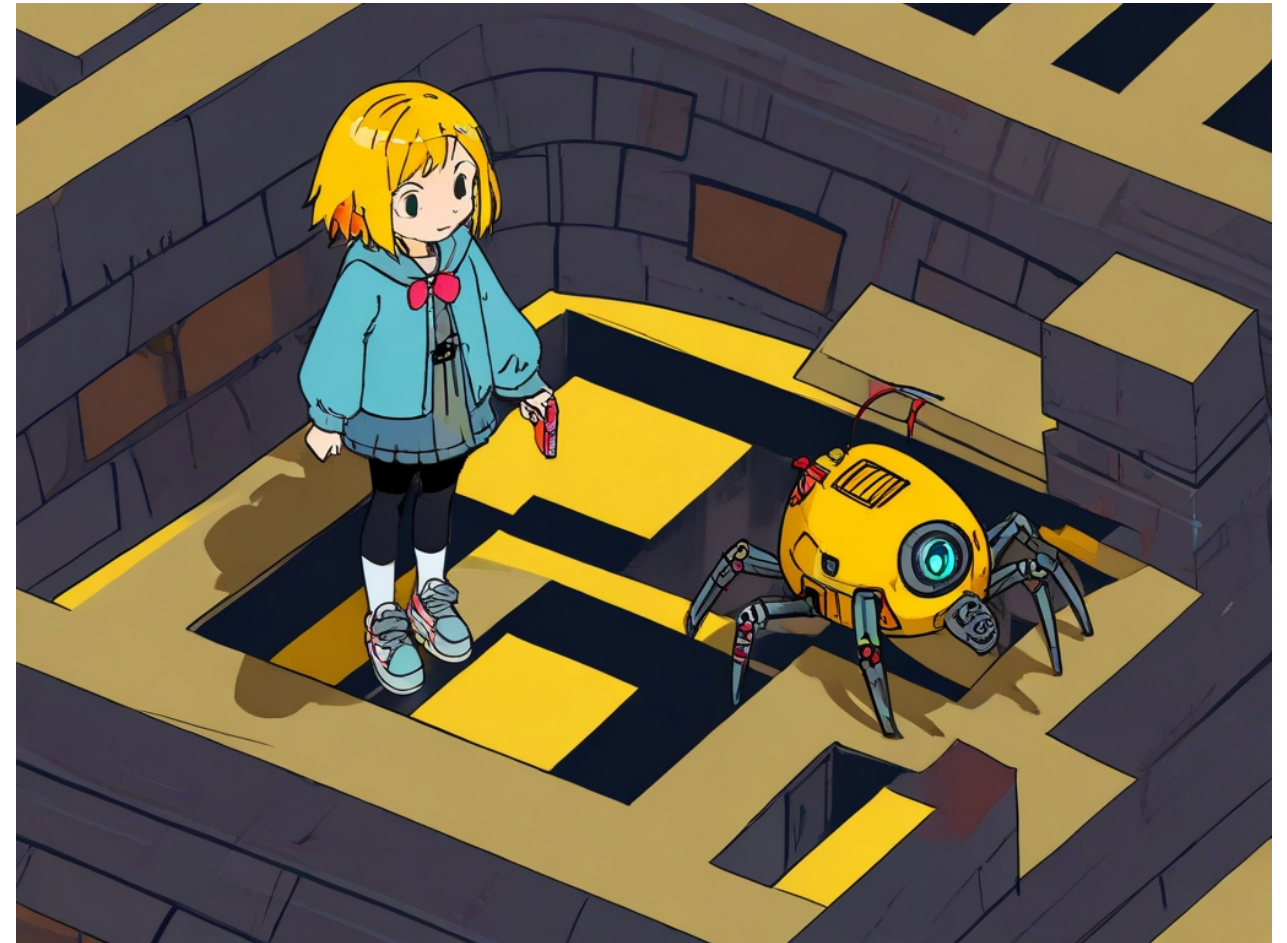
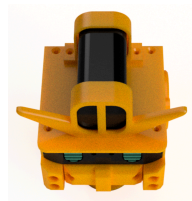


【問題9】現在の「folo_nakayoshi」プログラムを名前をつけて保存で、「folo_tanken」という名前で保存してから前ページで説明したプログラムの流れに従って、プログラムを変更してみよう。

そして以下のようなテストコースを走らせて思い通りに動作するか確認してみよう。



【問題10】次にこのコースを作ってfoloがちゃんと歩行できるか確認してみよう



問題10がちゃんと出来た人は素晴らしい！っていうか多分少ないんじゃないかな？

「動きがおかしい??」となった人は、たぶん、角にfoloが来た時に変な動きになったと思う。

左右の距離センサーが下図のような位置で検出した場合、プログラムがどのように動いたか理解できるかい？

理解できると対策もできるはずだ。



・迷路の歩き方

迷路を攻略する方法として「右手・左手」の法則というのを聞いたことがあるだろうか？

【雑学算数】迷路の必勝法「左手の法則」とは？右手と左手を組み合わせると見えてくる不思議にも迫ってみた

https://www.youtube.com/watch?v=H5_CmC8cLFg

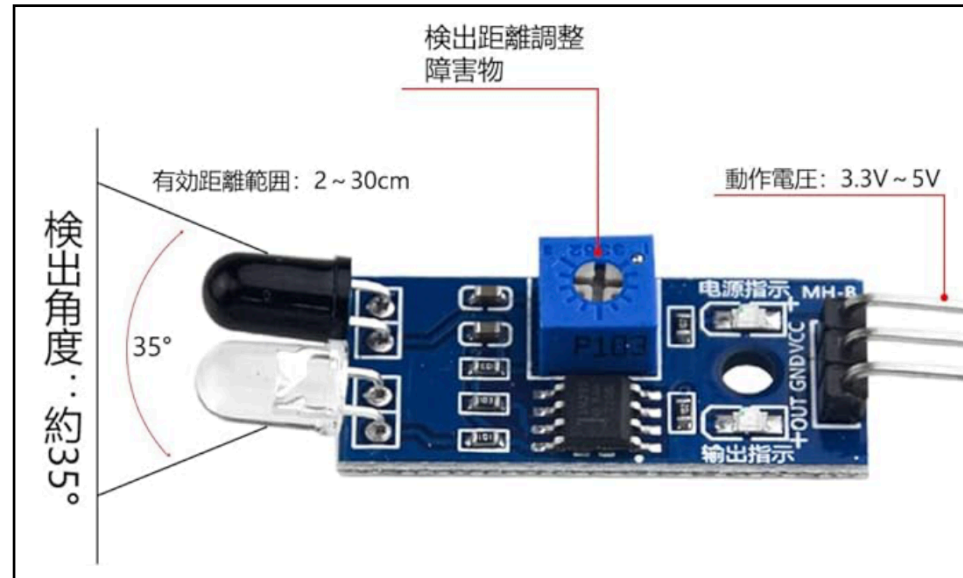
foloのプログラムをこの法則を実践するように作れば、迷路をクリアできるロボットになる。既存のフォロのたんけんモードでは無理な迷路のようなコースも走れるようになるんだ。

- 1) もし「左の距離センサーのみが反応」するなら
「旋回を停止」して「前進」する
- 2) でなければ、もし「左と右の距離センサーが反応する」
なら「歩行を停止」して「右に旋回」する
- 3) でなければ、「歩行を停止」して「左に旋回」する

1)は壁づたいで歩くイメージ、2)は正面に壁が来た時は左に回りすぎたので右に戻すイメージ、3)は壁がないもしくは右の距離センサーだけ反応している状態なので早く左壁を探すために左に旋回するイメージなんだ。

【問題11】 サッカーをするフォロのプログラムを作ってみよう

現在、フォロに搭載している距離センサーは赤外線を使って距離を測定している。



この図の透明なLEDが赤外線を出し（投光部）、物体に跳ね返った赤外線を黒い方受けて検出する（受光部）センサーになっている。

なので、透明なLEDの赤外線を外に出さないようにすると、センサーからのではない環境中の赤外線を検出できるようになるんだ。

右の写真は、ロボカップというロボットのサッカーの試合で使う専用の「赤外線ボール」になる。

透明なボールの中にたくさんの赤外線LEDが付いていて全方向に赤外線を出すことができる。



フォロの距離センサーの投光部を黒いビニールテープなどで覆うと、この赤外線ボールを検出できるようになるんだ。

例えば、フォロがボールを見つけたら前進で進ませる。するとフォロの足がボールにぶつかってボールが転がる。

これを複数のフォロで行えば、ごちゃごちゃした感じのサッカーの試合ができるかもしれない。

ただし、サッカーのゴールを認識させることは難しそうなので、試合開始から3分以内に相手のコートにボールがあれば自分のチームの勝ちにしようか。

ということで、そのプログラムを作ってみよう。

ファイル名は「folo_soccer」で別名保存して今のプログラムを改造していこう。

プログラムはこんな感じで作ればいいと思う。

- 1) もし「左右の距離センサーが検出」ならば「旋回を停止」して「適当な時間」だけ「前進」する
- 2) でなければ、もし、「右の距離センサーだけが検出」ならば「歩行を停止」し「適当な時間」だけ「右側に旋回」する
- 3) でなければ、もし、「左の距離センサーだけが検出」ならば「歩行を停止」し「適当な時間」だけ「左側に旋回」する
- 4) でなければ「歩行を停止」し「右（左）に旋回」する

前のページのプログラムの考え方は一例なので、例えば、左右にあるボールを追う時に止まって行うのではなく、少し前進を入れるとイレギュラーな感じでボールを蹴れるかもしれない。また、ブザーやLEDも活用して前進動作や旋回中の動作などの表現力をあげるなどいろんな工夫を試みよう。



・フォロをリモートコントロールしてみよう

いままでの授業は、フォロを自律動作（フォロのセンサーを使い、その条件で自動で動作する）させるプログラムの学習を行った。

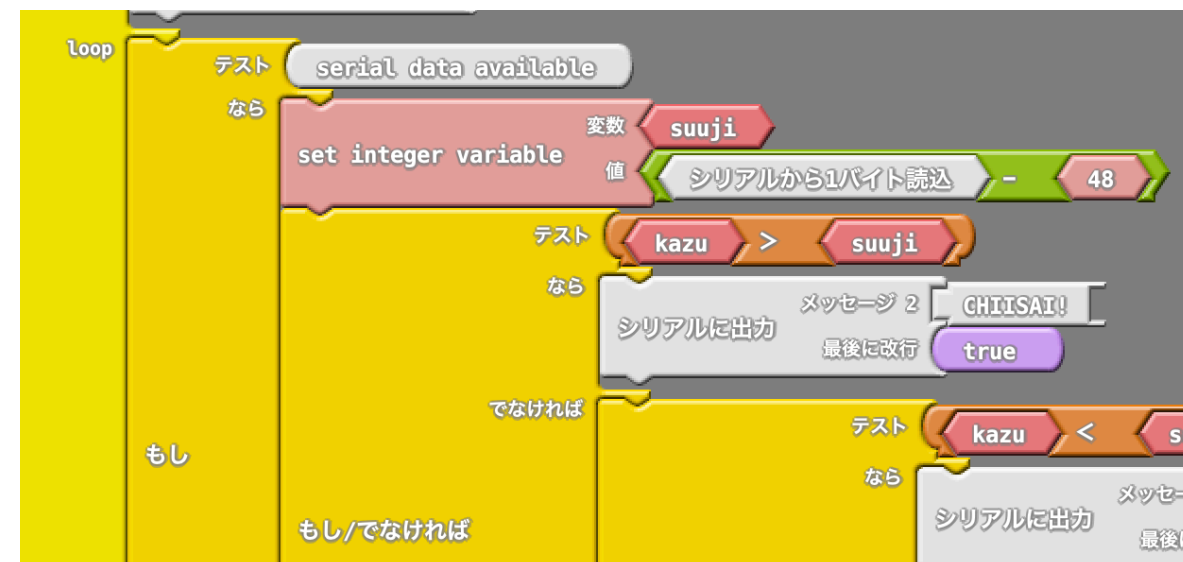
これからは、リモートコントロール（オペレータが外部から制御する）方法を学んでいこう。

Ardublockの学習で行ったじゃんけんゲームでは、シリアルモニタから入力した数字をArduinoへUSBケーブル経由で送信したけれど、その方法と同じやり方でPCからフォロを制御することができるんだ。



これはその時の数当てゲームのプログラムだけど、loopのところではシリアルモニタから通信で送られた文字を数値に変換して、アタリとハズレの判定をしている。

このプログラムを参考にするとリモートコントロールのプログラムが作成できる。



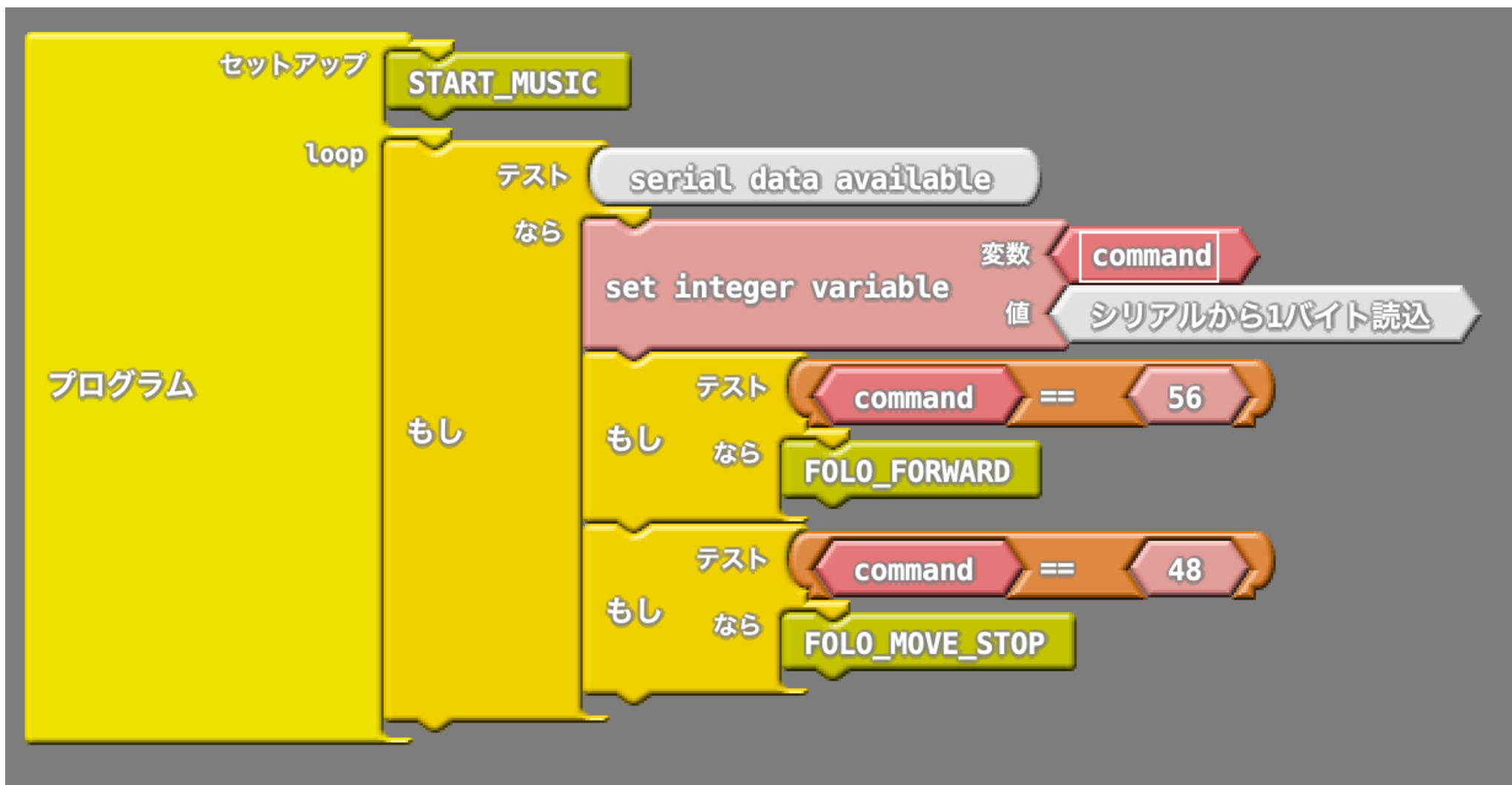
このプログラムでは、Serial data availableでシリアルモニタから文字コードが送られてきているかテストし、送られて来た場合は、suujiという整数型の変数に受信した文字コードから48を引いた値を入れている。

例えば文字0の場合、文字コードは48なのでsuuji=48-48で0になり、文字8の場合はsuuji=56-48=8になる。今回は数当てゲームではないので、文字コードはそのまま使える。

もし、受信した文字が58ならPCから8が送られたとして「前進」を呼び出せばフォロをリモートコントロールできる。

【問題1 2】 このプログラムはシリアルモニタから送られた文字に合わせてフォロを動作させるプログラムである。

文字が8なら前進、文字が0なら歩行を停止をする。
このプログラムに「2」なら後退、「4」なら左旋回、「6」なら右旋回、「5」なら旋回停止をする処理を追加しなさい。
そしてフォロを数字キーの送信に合わせて自在に操作しなさい。

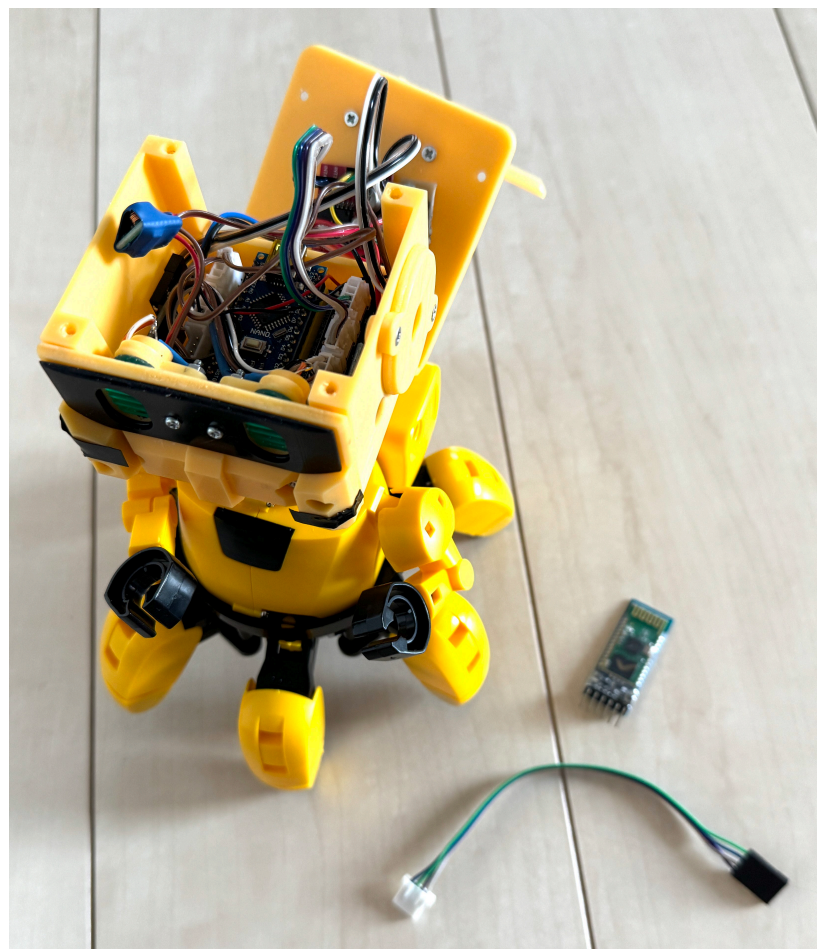


フォロとPCは現在、**USBケーブル**で繋がっていて、シリアル通で制御を行っている。

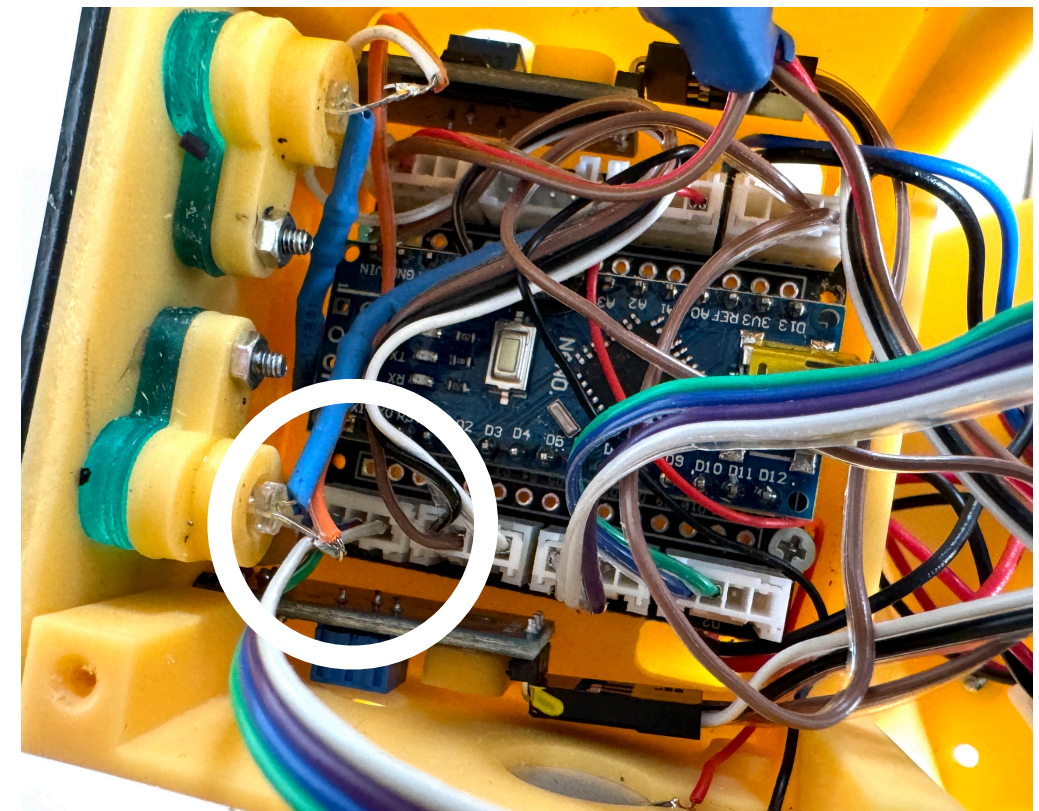
このシリアル通信を**Bluetooth**に置き換えることでフォロをPCから無線操縦することが可能になるのでやってみよう。

そのためにはまず、**bluetoothアダプタ**をフォロに接続できるようにしなければならない。

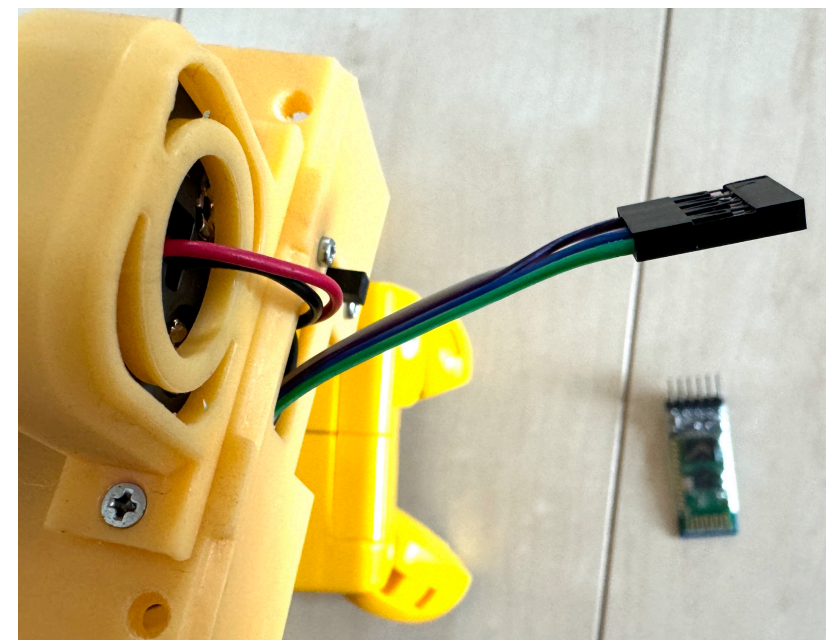
- 1) **Bluetooth通信モジュール**と接続ケーブルを準備し、フォロのヘッドトップを開ける。



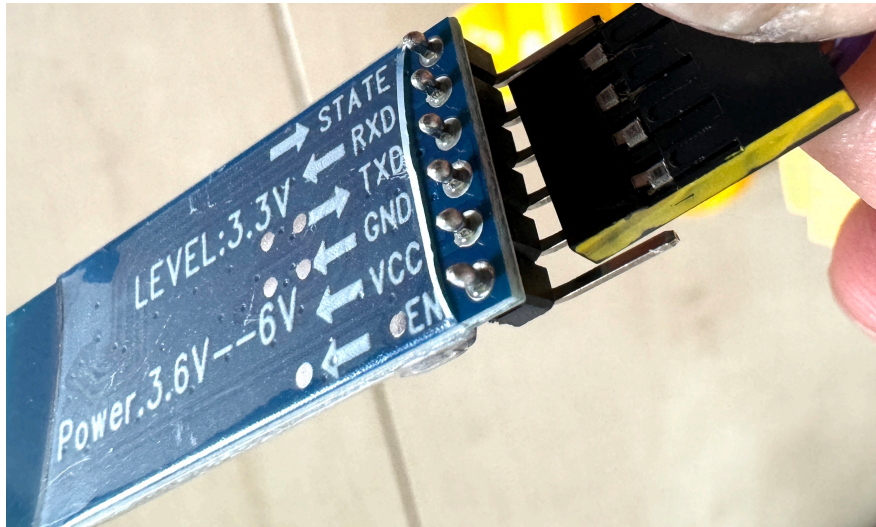
- 2) Arduino+Grove基板のUARTコネクタに、接続ケーブルを挿し込む。



- 3) バッテリーケーブルを挿し込んでいる穴から接続ケーブルを引き出す。



- 4) Bluetooth通信モジュールのVCCピンのところに通信ケーブルコネクタの黄色いマーカーの端子がくるように挿し込む。
(Bluetooth通信モジュールの両端のピンが1つつ余る感じになります)



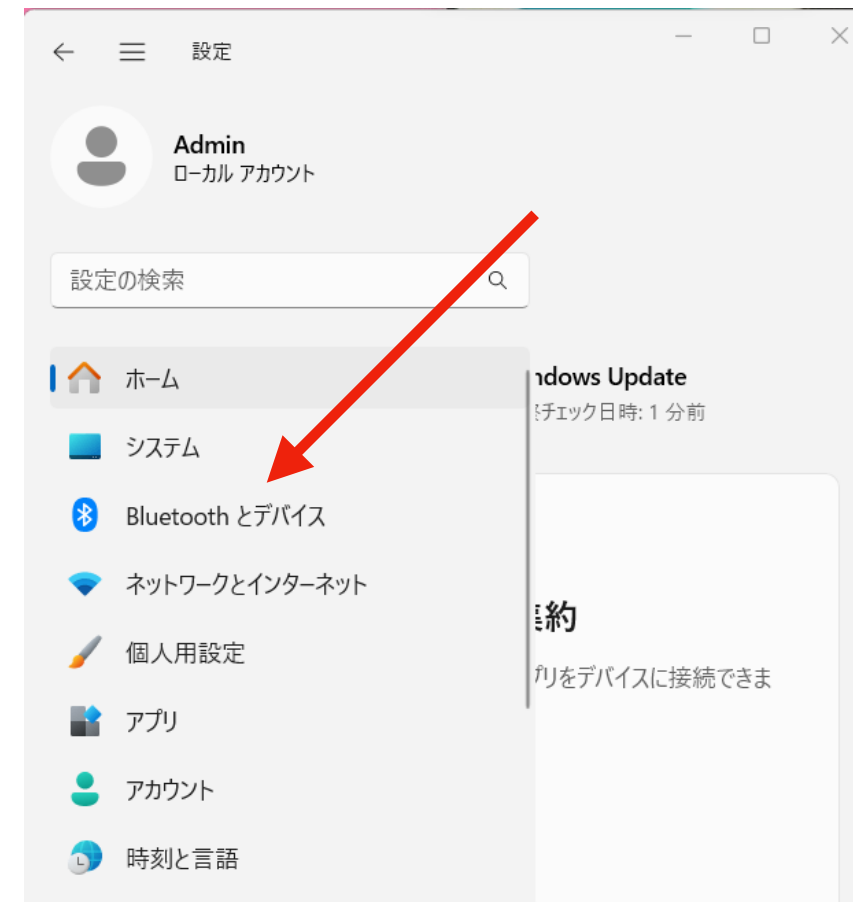
- 5) Bluetooth通信モジュールは本体から垂れ下がる感じでOKです。(プログラムの書き込みをする時にはモジュールを外します)



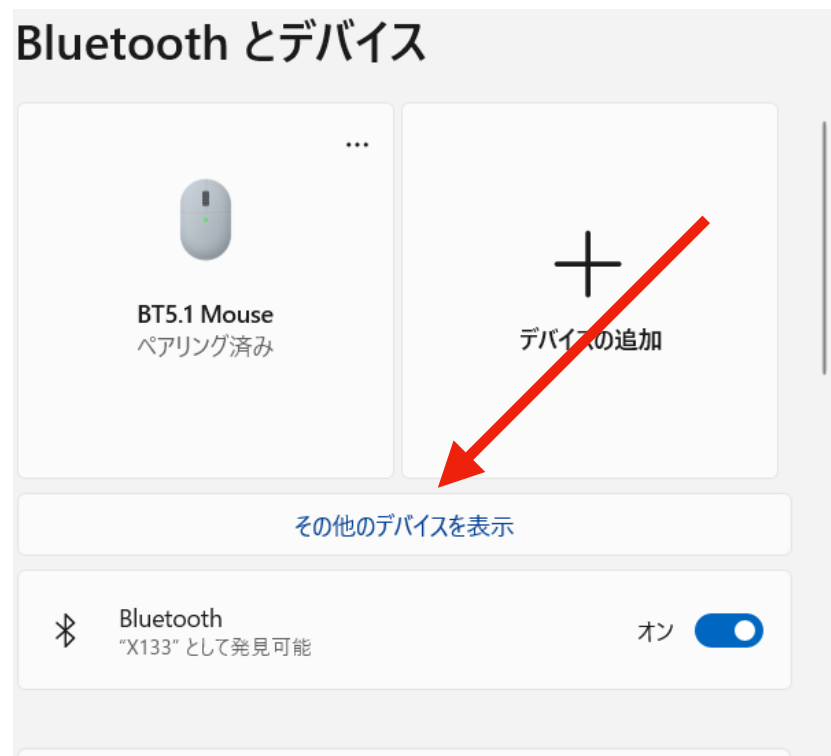
- 6) フォロの電源を入れるとBluetooth通信モジュールの赤と青のLEDが早く点滅を始めてペアリングモードになります。

ペアリングとはPCとBluetooth通信モジュールを連携させる作業になります。同時に複数のBluetooth通信モジュールをペアリングさせると混乱しますので1台ずつ行いましょう。

ここから自分のwindowsPCの操作になります。
設定画面を開き、Bluetoothとデバイスをクリックします。



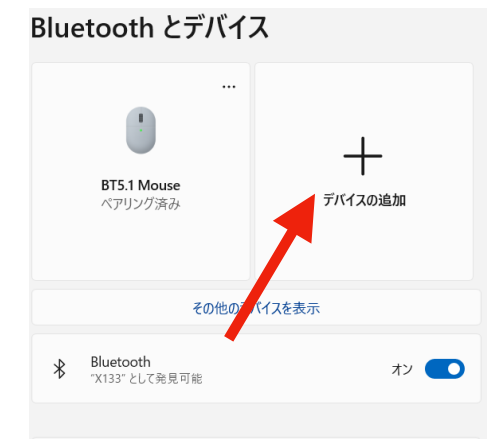
7) その他のデバイスを表示をクリック



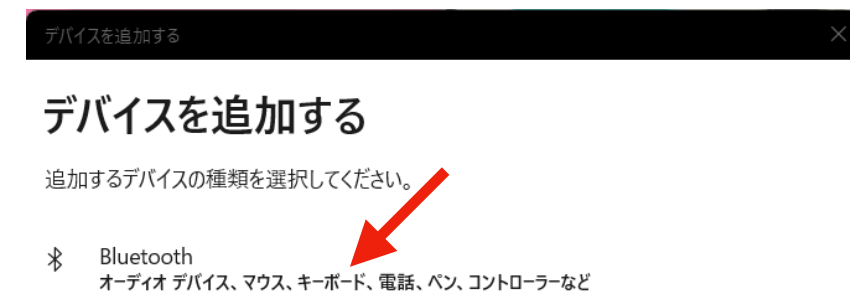
8) 下にスクロールすると、「Bluetoothデバイスの検出」の項目があるので詳細を選択して戻る。



9) デバイスの追加をクリック



10) デバイスを追加する画面で、Bluetoothをクリックする



11) HC-05をクリックする



- 1 2) PINコードの入力になりますので **1234** と入力し接続ボタンをクリックします。

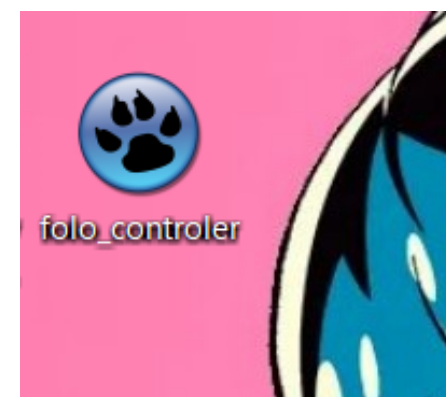
- 1 3) 正常に設定されるとこの表示になります。



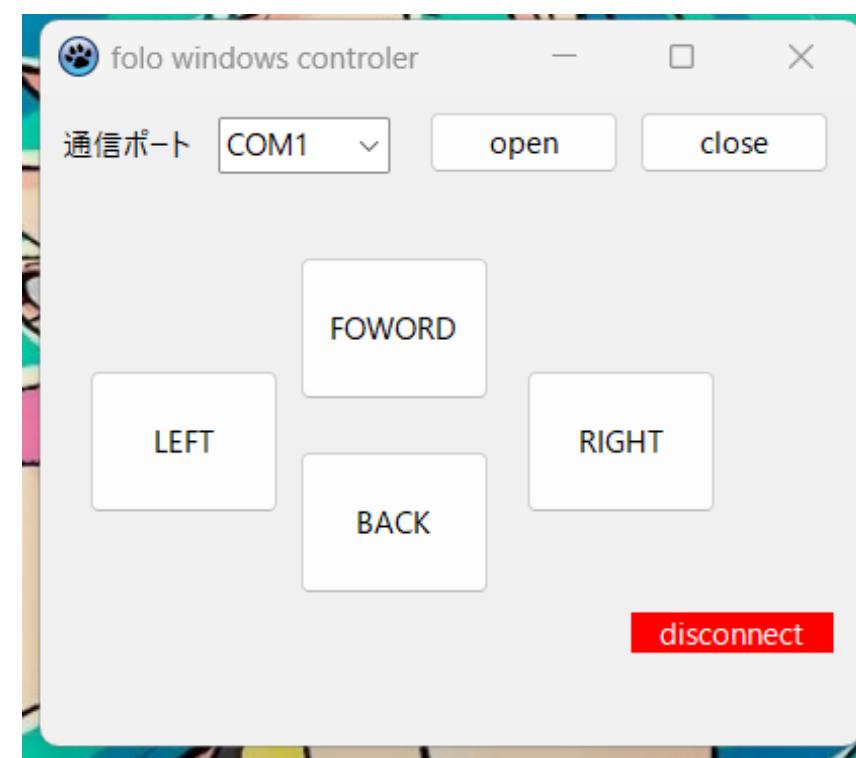
- 1 4) **windows**の検索をクリックしデバイスと入力し、デバイスマネージャーを起動します。
リストの下の方にポート (**COMとLPT**)とありますのでその**COM4、COM5**などの文字を覚えてください。



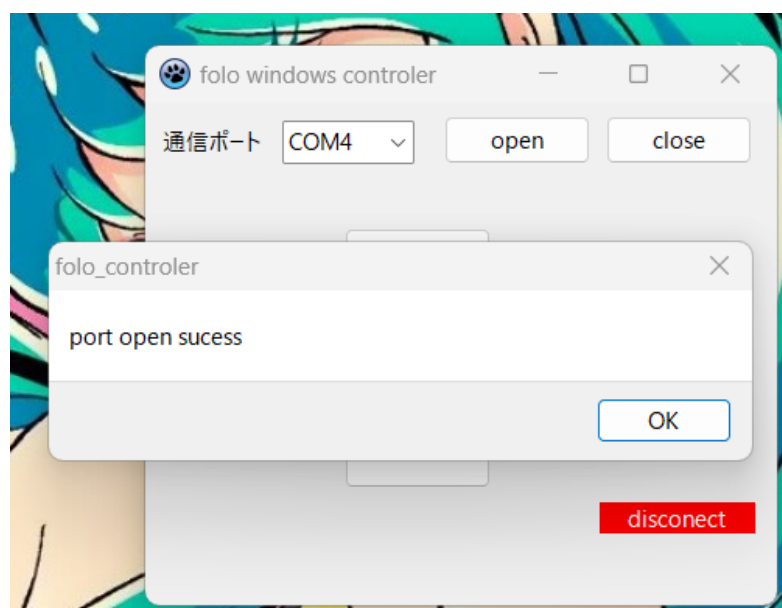
- 1 5) フォロのコントローラアプリを実行します。



- 1 6) 起動するとこの画面になりますので、通信ポートのコンボボックスをクリックして14)で覚えたCOM番号を選択してください。2つのうち正しい方が選ばれるとフォロの通信モジュールのLEDの点滅が数秒置きに変わります。



- 1 7) 正常に通信ポートが使用可能になるとこのメッセージが
でますが、**Bluetooth**通信モジュールの**LED**の点滅が変わら
ない場合には、一度**close**ボタンをクリックし、もう1つの
COM番号を選択し、**open**ボタンをクリックしてください。



- 1 8) **FORWORD**、**BACK**、**LEFT**、**RIGET**ボタンをマウスで
クリックするとフォロが動作するはずです。



- 1 9) これでフォロを遠隔操作できるようになったと思ひ
ます。

今回学んだ自律動作、遠隔動作のプログラムの考え方は、
様々なロボット競技で使えますので、ぜひ理解して活用
できるようにしてください。

