

本日はロボットの基本動作とランイトレース


1 ロボットの基本動作確認

ロボットの動作として前進・後進・右折・左折があります。大会ではさらに右スラローム、左スラローム、右後スラローム、左後スラームの各走行を組み合わせることで走行しています。

(1)基本動作確認 ロボットを前進・後進させる。

ロボットをきちんと動作させるにはタイヤの回転数を指定し動作させるようにします。



タイヤ1回転の【1】を【ステアリング】コマンドの、に設定  すると

タイヤ1回転すなわちタイヤ円周分だけ走行します。

タイヤの円周は $\text{タイヤ直径} \times \pi$

タイヤ1回転の走行距離は

$$= \phi 56\text{mm} \times 3.14 = 175.84\text{mm}$$

このプログラム(コマンド)を実行すると

ロボットは **175.84mm** 前進します。

これが基準となります。

実習1 ロボットを 100mm 前進し、その後停止させなさい。

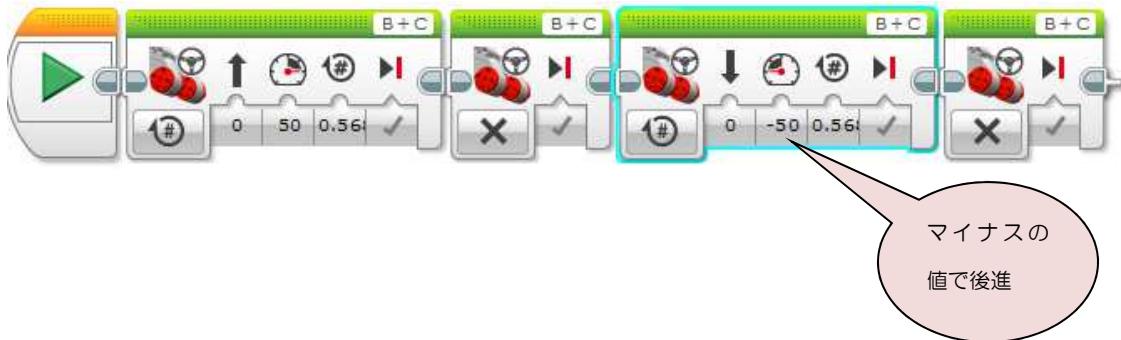
タイヤ1回転で 175.84mm 進むので、

100mm 前進させるには $100 \div 175.84 = 0.568$

タイヤを 0.584 回転させれば良いわけです。



実習 2 ロボットを 100mm 前進し停止させ、その後 100mm 後進し停止させなさい。



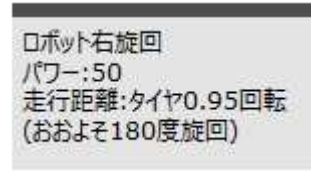
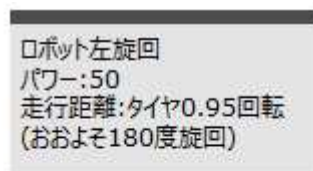
実習 3 ロボットを 180 度,90 度旋回させなさい。

旋回はタイヤの汚れ、旋回スピード、ロボット搭載のボールキャスターの不具合などで誤差が発生します。マイクロマウスでは 4 回同じ動作を繰り返してもピッタリいくパラメータを設定しています。各パラメータを入力し、動作確認しそれぞれのロボットの最適値を設定して下さい。

※180 度はタイヤ 1 回転、90 度回転はタイヤ 0.5 回転と覚えておきましょう。

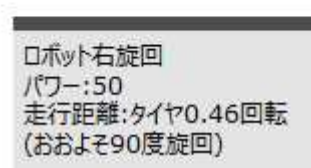
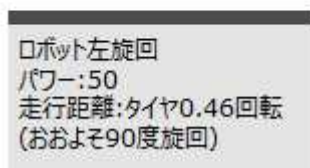
左 180 度 信地旋回

右 180 度 信地旋回



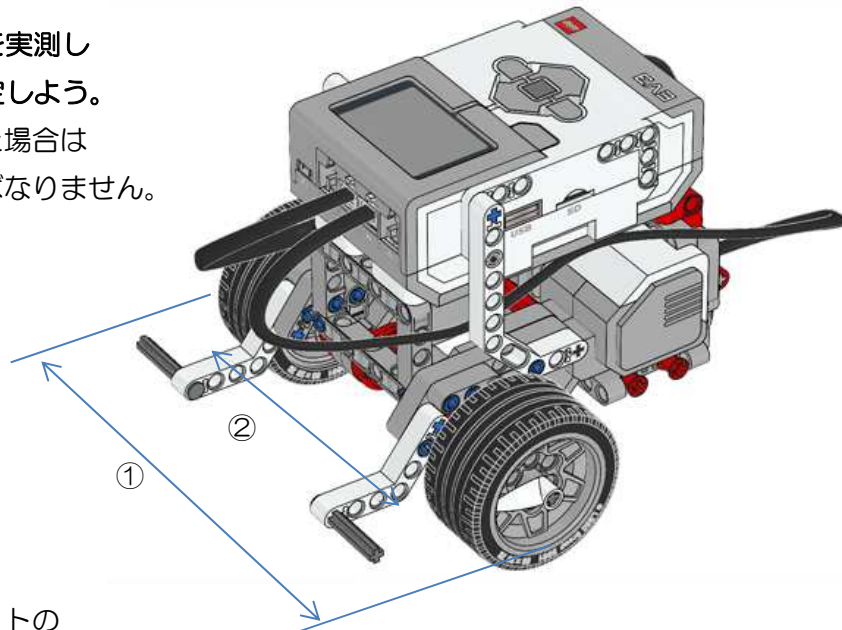
左 90 度 信地旋回

右 90 度 信地旋回



補足説明

各自のロボットを実測し
パラメータを決定しよう。
台車を作り替えた場合は
必ずやらなければなりません。

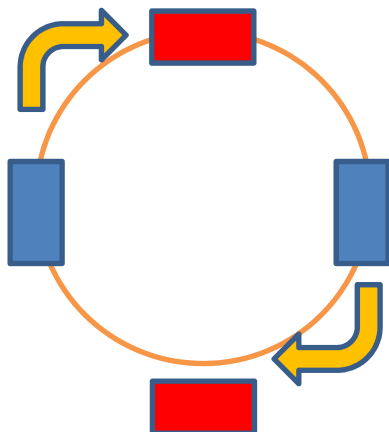


トレーニングロボットの

- ①左右タイヤの外側間隔
- ②左右タイヤの内側間隔
- ∴③左右タイヤの中心間隔

青のタイヤが赤の位置まで走行すれば 90 度回転、
青のタイヤが逆側の青の位置まで走行すれば 180 度回転することができます。

90 度,180 度回転するためには何 mm 走れば良いか



90 度回転は $③ \times \pi / 4$

180 度回転は $③ \times \pi / 2$

で求めるところができる。

理論値を計算してみよう。

① 147.5mm ② 91.6mm ∴③ 119.5mm ≐

90 度回転 $120 \times 3.14 / 4 = 94.2\text{mm}$

180 度回転 $120 \times 3.14 / 2 = 188.4\text{mm}$

タイヤの回転数はいくつになるか?

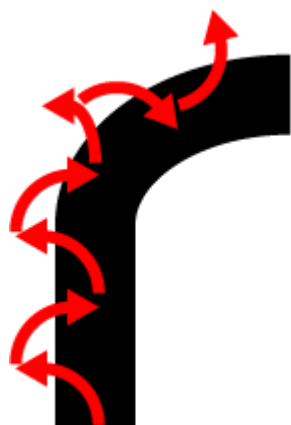
90 度回転 $94.2 / 175.84 = 0.535$

180 度回転 $188.4 / 175.84 = 1.07$

実際にはターンの速度、ボールキャスターの問題、タイヤの汚れなどによって誤差がでます。カット&トライし、最適な回転数を決めて下さい。(あくまでもロボット固有です)

2 ラインレースする

ロボコンの基本中の基本はラインレース（ラインに沿って走行する）です。
既に無人搬送車として実用化されています。まずは最も安全走行を学習します。



床、ラインテープの色は競技によってそれぞれです。
多くは白地の床に黒テープ、あるいは白地の床に黒
テープが一般的です。最近は他の色のテープの場合もある様
です。

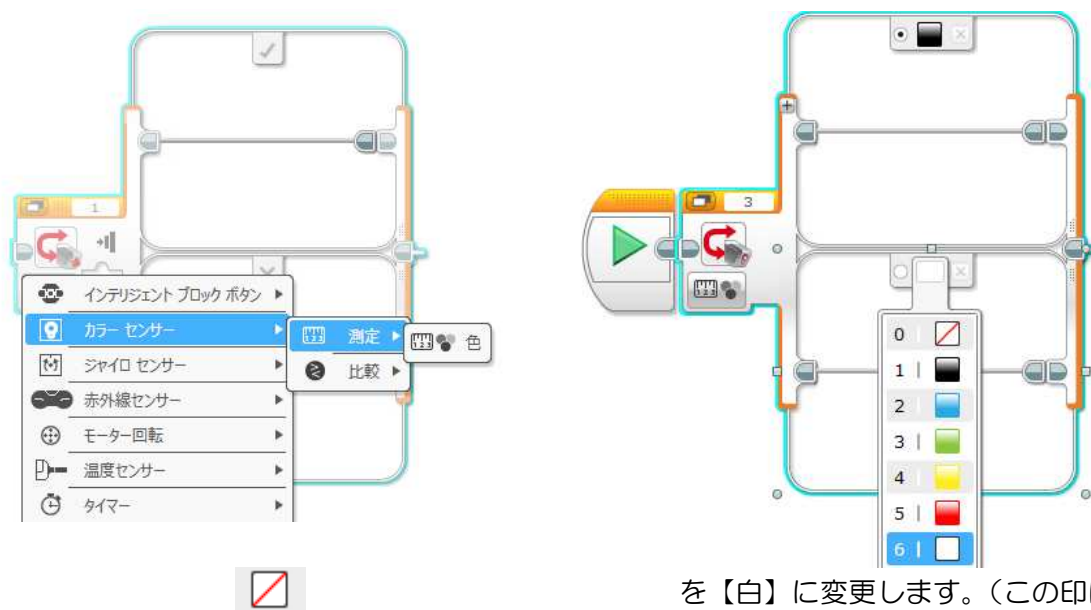
ロボットが床に張ったテープに沿って走行するには左図のよ
うに右ターンと左ターンを繰り返し走行するのが基本です。

今回は白地に黒テープでプログラミングします。

簡易ラインレース方法

オレンジ色のタブより【スイッチ】を選び貼り付けます。

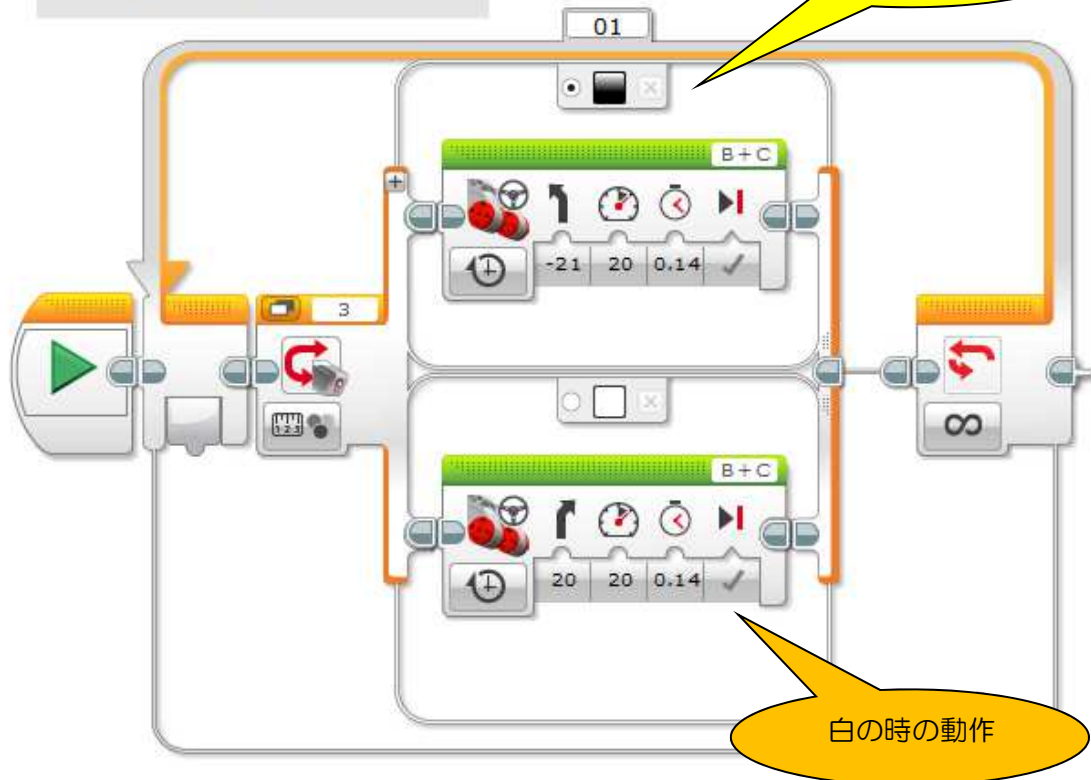
【カラーセンサ】【測定】【色】を選択します。



（この印は透明を意味します。）

その後【黒】【白】それぞれに【ステアリング】を貼り付け、各パラメータを変更します。
今回はゆっくりですが確実にトレースするプログラムにします。

課題31 ライントレース Ver.1
進行方向 左エッジ(外) トレース



さっそくラインレースしてみましょう。

実習 4 床にテープを貼り、ラインレースしてみよう。

光センサの赤スポットが進行方向ラインの左エッジの上にくるようにロボットを置き、プログラムをスタートします。

センサが白(床)にある場合は右旋回、センサが黒(ライン上)の場合は左旋回しながら走行します。



“じくざく走行” となりますが、これがラインレースの基礎・基本です。

※このプログラムでは低速(ゆっくり)走行しかできません。

速度を上げるとコースアウトしてしまいます。

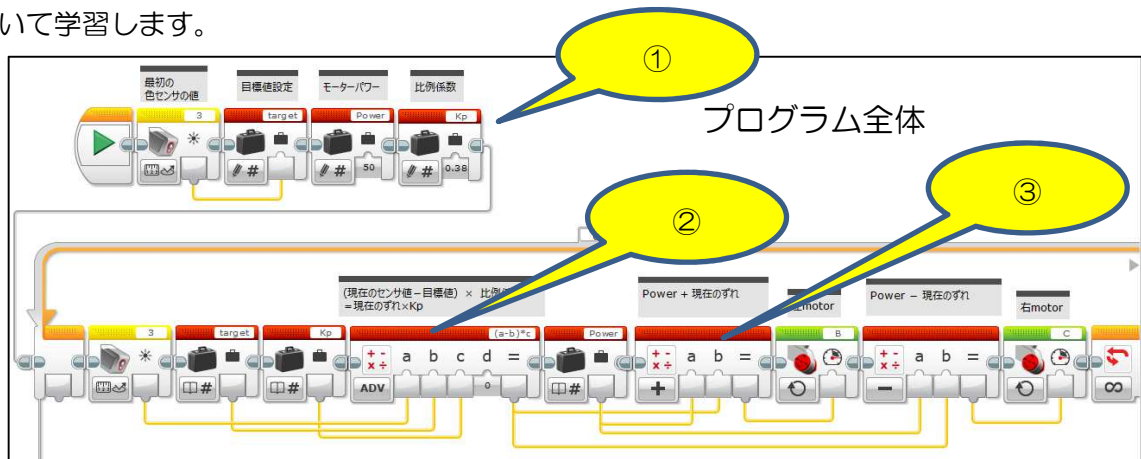
また右カーブは大丈夫ですが、左カーブはコースアウトしてしまいます。

どうすれば高速にかつ安全走行ができるか、各自考えプログラムを修正

してみましょう。改善の余地はたくさんあります。

4 もう少し速く安定した走行をするには (光センサ 1 個の場合)

前の課題では低速すぎて大会等で使用するわけにはいきません。他の競技では PID 制御による走行を取り入れ、安定したライトレースを実現しています。P 制御による走行について学習します。



① 走行準備



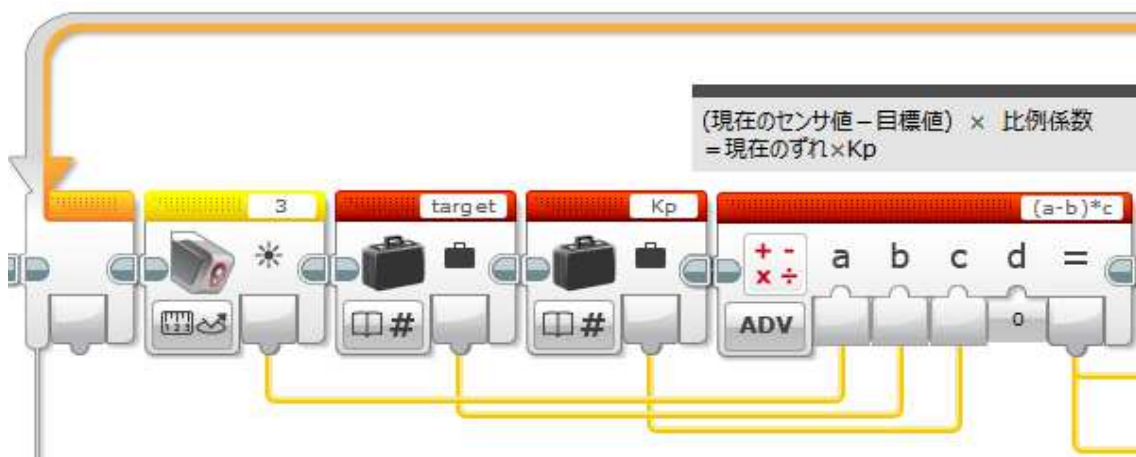
最初にロボットを置いた時のセンサ値を走行の目標値と設定します。

Power にはモータの速度を 0~100 で設定します。(今回は 50)

Kp は比例係数で各自のロボット合わせた値 (今回は 0.38) を設定します。

(※パラメータは調整時のものです。またセンサ値は室内の明るさに影響を受けます。)

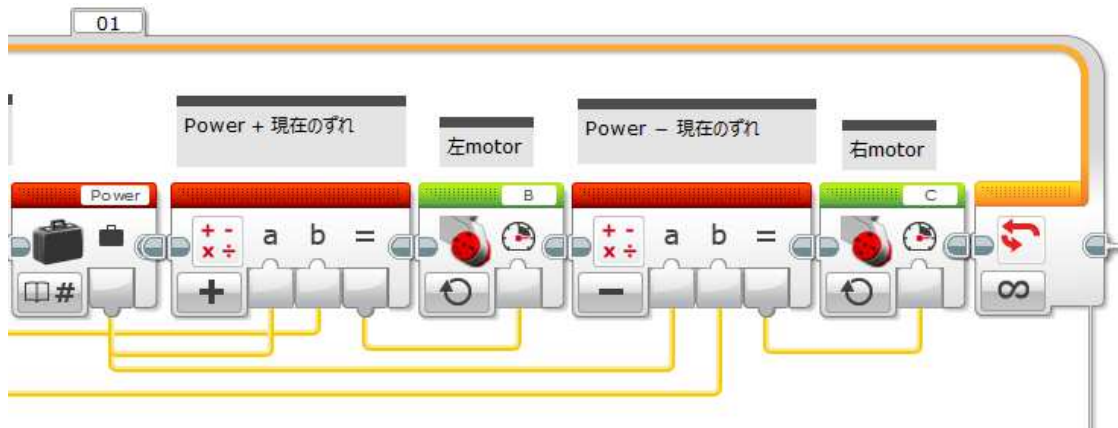
② 今回の「ずれ(位置)」を求める。



今回取得したセンサ値と目標値を比較(減算)し、目標値からの「ずれ」を求めます。その「ずれ」に応じた制御量を計算します。

$$\text{制御量} = (\text{現在のセンサ値} - \text{目標値}) \times K_p$$

③左右モータ出力設定



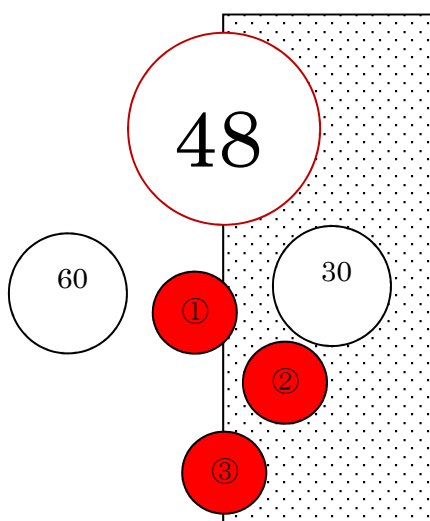
Power+制御量を左モータへ、Power-制御量を右モータへ出力します。こうすることで細かい場合分けをせずラインからのずれに応じた(比例した)出力をモータに与えることができます。この走行をP(比例)制御といいます。

実習6 もう少し安定してラインレースする。(簡易P制御)

モータのパワーを 30 程度から始め 40,50,...と徐々に上げていき、走行状況確認をしながらそれぞれに最適な K_p を求めなさい。

※もしラインからオーバーランするようであれば K_p が小さい(不足)と判断し、少しずつ大きい数値を設定するようにして下さい。

解説



黒ラインの左エッジでのセンサ値 48、白床上では 60(48 より大きい値)、黒ライン上では 30(48 より小さい値)の測定値があるものとします。

① ロボットが少し右にずれた。

$$\begin{aligned} \text{そのときのセンサ値 } 50 \text{ ならば} \\ \text{制御量} &= (\text{センサの値} - \text{目標値}) \times K_p \\ &= (50 - 48) \times 0.38 = 0.76 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{左モータ出力 } 50 + 0.76 = 50.76$$

$$\text{右モータ出力 } 50 - 0.76 = 49.24$$

左モータ出力 > 右モータで力なので

ロボットは右旋回します。



② ロボットが左にずれた。そのときのセンサ値 35 ならば

$$\begin{aligned} \text{制御量} &= (\text{センサの値} - \text{目標値}) \times K_p \\ &= (35 - 48) \times 0.38 = -4.94 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{左モータ出力 } 50 + (-4.94) = 45.06$$

$$\text{右モータ出力 } 50 - (-4.94) = 54.94$$

左モータ出力 < 右モータで力なのでロボットは左旋回します。



③ ロボットが左エッジ上。センサ値 48 ならば

$$\begin{aligned} \text{制御量} &= (\text{センサの値} - \text{目標値}) \times K_p \\ &= (48 - 48) \times 0.38 = 0 \end{aligned}$$

$$\therefore \text{左モータ出力 } 50 + 0 = 50$$

$$\text{右モータ出力 } 50 - 0 = 50$$

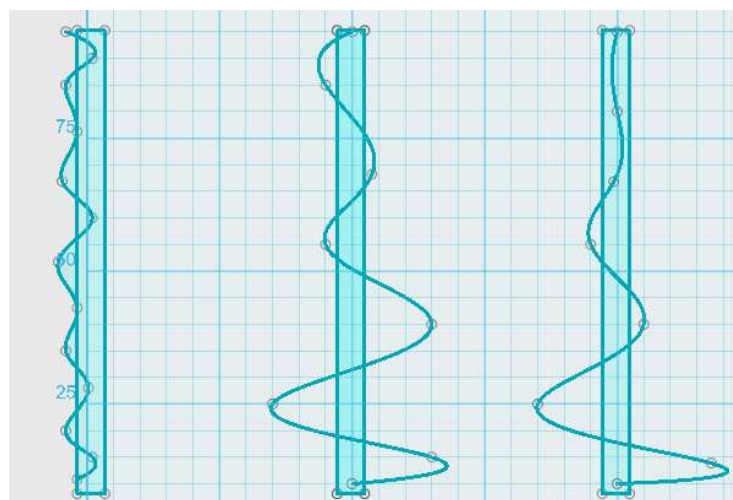
左モータ出力 < 右モータで力なのでロボットは前進します。



このように、このプログラムではラインからのずれに応じた旋回をしながら走行していきます。

実習 7 さらに安定してラインレースする。

ここまでの事をまとめると、ロボットの走行軌跡は下のグラフのように表すことができます。P 制御をできるだけ早く収束させようと制御するのが PD 制御です。



ジグザク走行

P制御

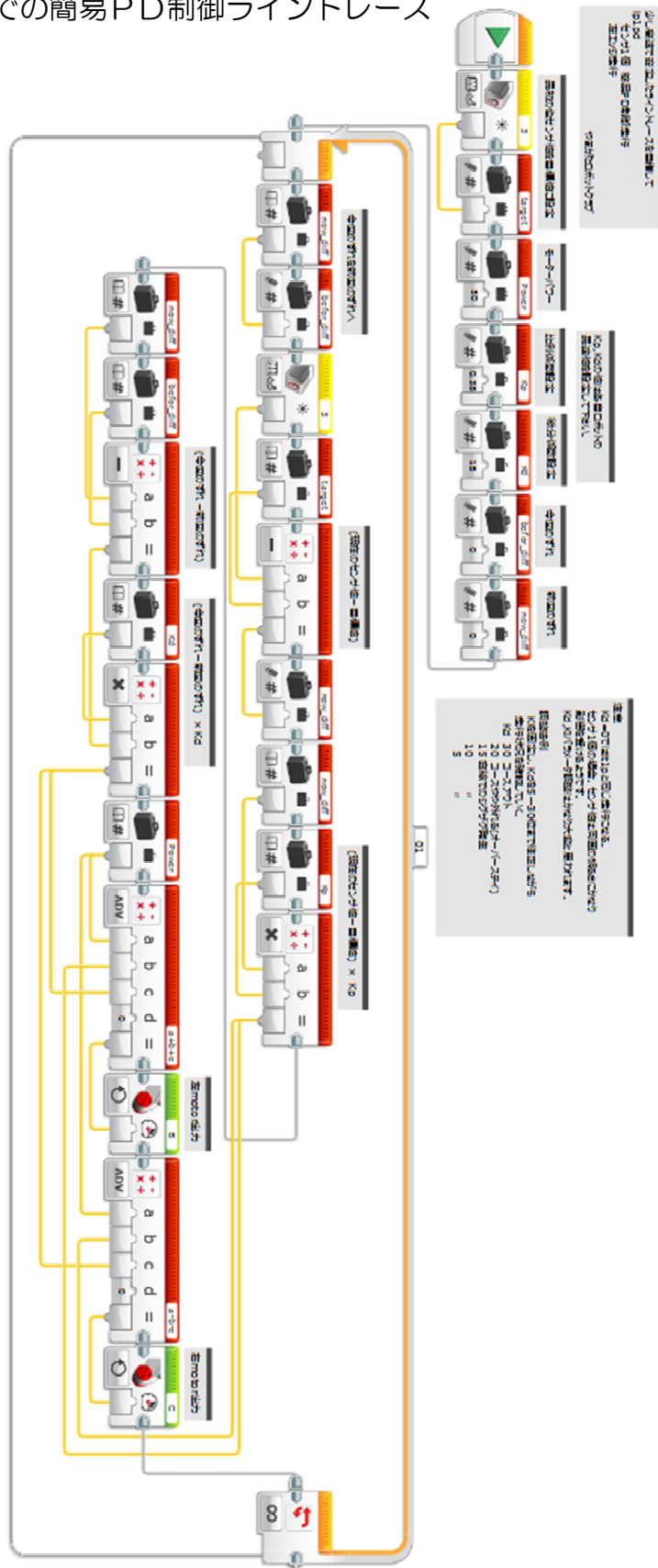
PD制御

次ページに参考プログラムを掲載します。参考にして下さい。

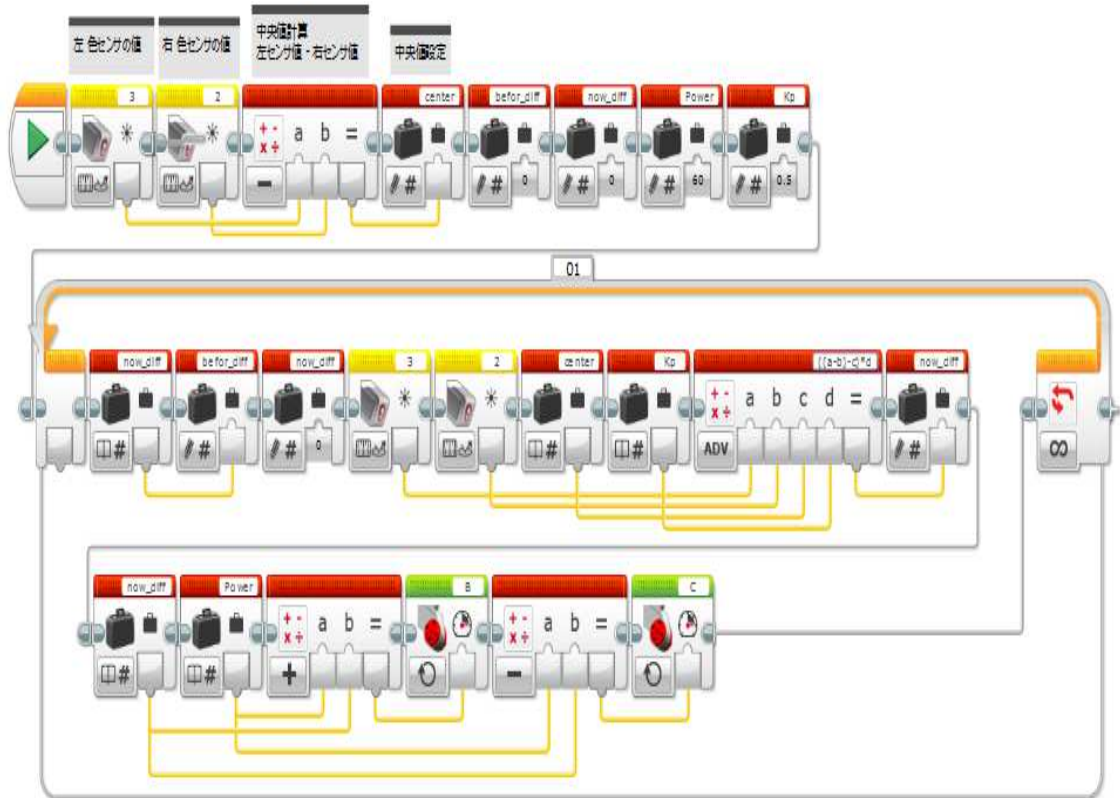
色センサ 1 個でのトレースの問題点

室内の明るさによりセンサ値が大きく変化し、そのたびにパラメータを修正しなければなりません。大会時などでは走行前に調整する時間が充分にあるとは限りません。対策として色センサを 2 個搭載する方法があります。WRO大会でも色センサ 2 個を搭載して出場している選手を多く見かけます。

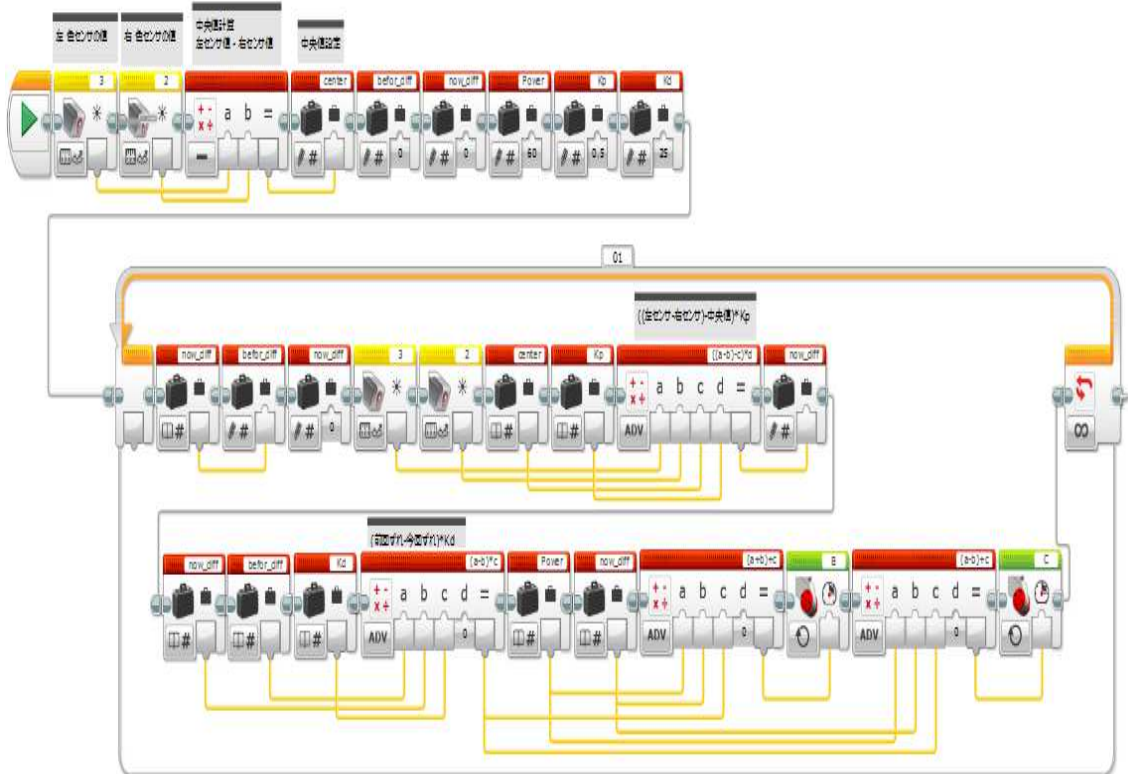
センサ 1 個での簡易 PD 制御ライトレース



参考資料 センサ 2 個搭載ロボットの簡易 P 制御トレース



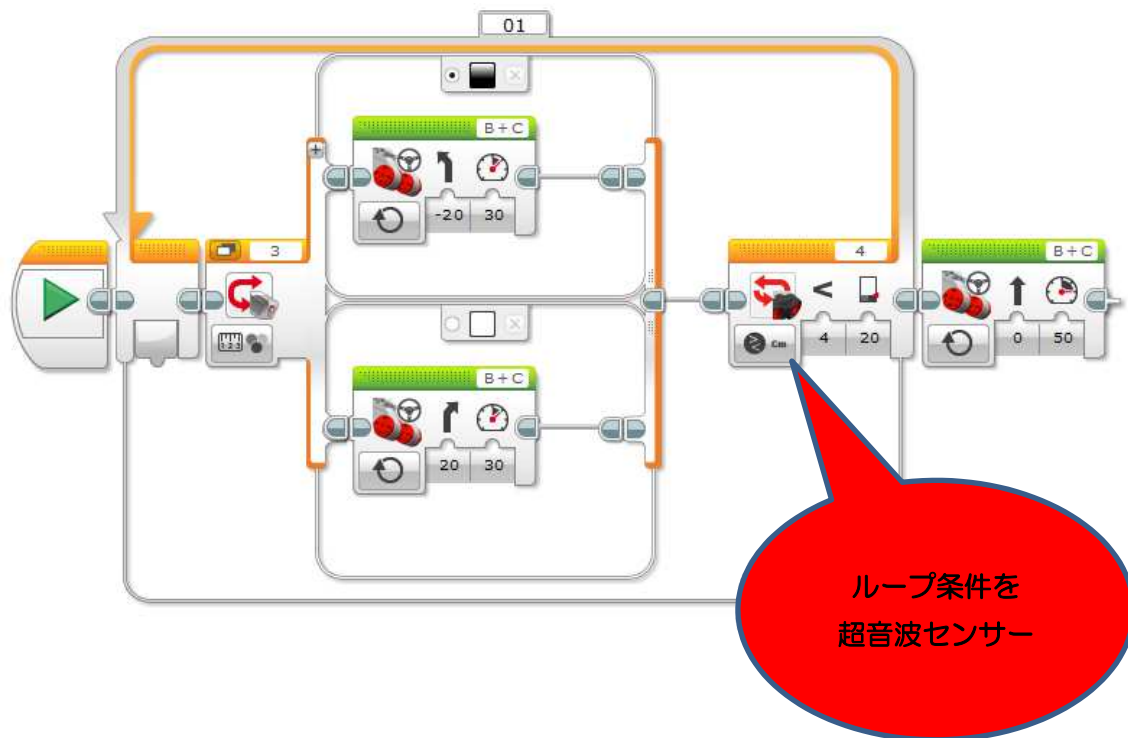
参考資料 センサ 2 個搭載ロボットの簡易 PD 制御トレース



補足 超音波センサの使い方

実習 8 障害物が見つかるまでライントレースする。

ライントレース中に障害物を発見したらロボットを停止するプログラムを作りなさい。



ループの終了条件を超音波センサの値にすることで、ライントレース中に障害物を発見した際ロボットを停止し衝突を回避することができます。