

平成 25 年度 「東日本大震災からの復興を担う専門人材育成支援事業」

自動車組込み基礎講座 テキスト

目次

1. 講座概要	4
2. 教育用レゴマインドストーム.....	5
2.1. 教育用レゴマインドストームとは.....	5
2.2. 教育用レゴ マインドストーム NXT の仕様	8
2.3. 付属センサ・モータ.....	9
2.3.1. 光センサ	9
2.3.2. タッチセンサ	9
2.3.3. 超音波センサ	10
2.3.4. 音センサ	10
2.3.5. サーボモータ	11
3. 教育用レゴ マインドストームNXTの使い方	12
3.1.1. ロボットの組み立て.....	12
3.1.2. プログラムの作成.....	12
3.1.3. プログラムの転送.....	13
3.1.4. 動かしてみる	13
3.2. 教育用レゴ マインドストームの特徴	14
4. NXT ソフトウェアを使ったプログラミング	15
4.1. 3秒前進して止まる（プログラムの作り方）	16
4.2. プログラミングブロックを重ね合わせる	19
4.3. タッチセンサを使う（ぶつかるまで後退）	21
4.3.1. タッチセンサを使ったプログラムの例.....	22
4.4. 光センサを使う（黒い線まで前進）	23
4.4.1. 光センサを使ったプログラムの例.....	24
4.5. 超音波センサを使う（壁まで前進）	25
4.5.1. 超音波センサを使ったプログラムの例.....	26
4.6. サウンドセンサを使う（音で前進）	27
4.6.1. サウンドセンサを使ったプログラムの例	28
4.7. くり返し処理.....	29
4.7.1. 永久ループを使ったプログラムの例	30
4.7.2. くり返し処理.....	31
4.7.3. 回数ループを使ったプログラムの例	32
4.8. 分岐処理.....	33
4.8.1. タッチセンサ分岐処理	33
4.8.2. 光分岐処理.....	34
5. ミニミニ競技会.....	35

1. 講座概要

- 前提知識： 特になし
- 目的
 - ロボットやセンサ、アクチュエータの仕組みを理解する
 - ロボットのソフトウェアによる制御を体験し理解する

一日目

09:30 インTRODクシヨN : LEGO マインドストームとは
10:00 ロボット組立て
13:00 基本的なプログラム作成、タイマ制御、タッチセンサ
光センサ、超音波センサ、サウンドセンサ
17:30

二日目

09:30 繰り返し、分岐、変数、モジュール化
13:00 競技会の説明、競技会向け開発、競技会
17:30

2. 教育用レゴマインドストーム

2.1. 教育用レゴマインドストームとは

教育用レゴ マインドストーム NXT は、MIT（米国マサチューセッツ工科大学）のコンピュータ教育の研究成果を LEGO 社（デンマーク）が製品化したもので、光センサ、タッチセンサ、超音波センサ等の入力と、サーボモータ、ライトといった出力にBluetooth通信機能を装備し、パソコンで作成したプログラムをロボットにダウンロードすることにより自律制御が可能となります。

ギア、シャフト等複雑な部品もあり、作成できるロボットは自在でありながら、ブロックによる組み立てが基本であるため、工具や工業専門設備が不要で取り組みやすいロボットキットとなっています。





組立て例

1998年にリリースされて以来、教育用レゴ マインドストームは世界中の教育現場でプログラミングや機械機構を学習する教育教材として活用されています。

特に日本ではロボット工学、機械工学、情報工学など大学・専門学校といった高等教育機関での理工系教育教材としての活用や、企業でのエンジニア育成・製品のプロトタイプ作成に至るまで幅広い活用が見られます。



教育用レゴ マインドストーム NXT 基本セット V2

教育用レゴ マインドストーム NXT 基本セット V2 の構成

- ブロックパーツ 約 430 パーツ
 - NXT インテリジェントブリック 1 個
 - サーボモータ 3 個
 - タッチセンサ 2 個
 - 光センサ 1 個
 - サウンドセンサ 1 個
 - 超音波センサ 1 個
 - 充電式バッテリー (DC) 1 個
- ※充電用アダプタは別売

2.2. 教育用レゴ マインドストーム NXT の仕様

NXT インテリジェントブリック。本体とも呼ばれるプログラミング可能なコンピュータユニットです。



- マイクロプロセッサ:32bitARM7 @48MHZ
- 256KB フラッシュメモリ
- 64KB RAM
- 8bit Atmel AVR マイクロコントローラ @4MHZ
- 4KB フラッシュメモリ
- 512 Bytes RAM
- 液晶ドットマトリクスディスプレイ 64×100 ピクセル
- USB 2.0 ポート
- Bluetooth 搭載
- input ports, 6-wire cable digital platform
- (One port includes a IEC 61158 Fieldbus Type 4/EN 50 170 (P-NET)
- compliant expansion port for future use)
- 3 つの 6 線ケーブルデジタルプラットフォームの出力ポート
- サードパーティ開発の外部デバイスを使用可能にするデジタルワイヤインターフェイス

2.3. 付属センサ・モータ

2.3.1. 光センサ

発光ダイオードから光が出力され、その反射光を受光素子が検出します。反射光を受けた受光素子は、光の強さに応じた電圧を発生させ、NXTはこの電圧の変化を読み取り 0～100 までの数値で表します。



2.3.2. タッチセンサ

物体がぶつかっているか、接触しているかどうかを検知し、状態を 0 か 1 の数値で表します。



2.3.3. 超音波センサ

物体との距離を計測します。超音波センサが物体へ放った超音波が物体に反射して戻ってくる時間を測定し、距離を表します。



2.3.4. 音センサ

デシベル (db) 音の大きさと、調整デシベル (dbA) 音の大きさを測定することができます。音圧レベルはパーセントで表します。



2.3.5. サーボモータ

高精度の回転センサを内蔵しています。そのためNXTの動きを正確に制御することができます。モータのスピードを変更したり、パワーを増大させたりするために、変速ギアを持ちます。モータの先端は穴が開いており、目的にあわせてシャフトなどを差し込んで使います。



3. 教育用レゴ マインドストームNXTの使い方

3.1.1. ロボットの組み立て

いろいろな部品を使ってロボットを作ります。ロボットの骨格を作ったりモータやセンサを使ったり、装飾したりします。センサは入力ポートに、モータやランプは出力ポートに接続する事に注意しましょう。



3.1.2. プログラムの作成

ロボットを制御するプログラムを作ります。センサの情報をもとにモータを動かしたり止めたり、試しながらプログラムを作っていきます。プログラムの作成には、ROBOLABという専用ソフトや、C言語、Java言語等を使います。



3.1.3. プログラムの転送

コンピュータとロボットを付属の USB ケーブルでつなぎ、コンピュータでつくったプログラムを NXT にダウンロードしてロボットに記憶させます。NXT の電源を入れた後に、プログラムのダウンロードを行います。



3.1.4. 動かしてみる

実際に動かしてみます。ロボットが自分の思った通りの動きをするか確認します。思い通りに動かない場合には、プログラムを修正し、再度動作を確認します。



3.2. 教育用レゴ マインドストームの特徴

教育用レゴ マインドストーム NXT の教育効果の特徴として「見える」ということが挙げられます。どのようにロボットを動かすかという考えをプログラムで表現します。

つまり学生の考えがロボットの動きとなってダイレクトに表れ、思い通りに動いた時には「感動」が生まれます。学生自身が「考え通りにできたのか」という「実習成果が見える」ようになるとともに、教員からすれば学生がどこまで理解でき、どこでつまづいているかといった「教育成果も見えやすく」なります。

例えば、黒い線はずれないようにロボットを走らせるラインレースをしましょう、という課題の場合、そのやり方はさまざまです。

この課題は、光センサの入力によりモータを制御することでロボットを走らせるというフィードバック制御になります。

- ①ラインはずれないためにはどのようにロボットを動かせばよいか？
- ②そのようにロボットを動かすにはセンサ入力からモータ出力をどう制御すればよいか？
- ③それをソフトウェア化（プログラミング）する。という手順を踏むこととなります。



直進し、線から外れたら
黒い線になるまで右に曲がる



黒い線と白い部分を交互に
読み取りながらジグザグ走行



黒い線の両側の白い部分を
読み取りながらジグザグ走行

図にあるように、やり方はいろいろあります。これは全て正解です。「ラインを外れずに走る」という要求に対して、答えはひとつではありません。例えるなら「3+5はいくつか？」ではなく、「 $A+B=8$ になるAとBは何か？」という課題解決となります。

ここで、ロボットの形（センサの数やモータの数）を規制することは重要で、それは「AとBには負の数ではない」「AとBには分数は使えない」といった制約条件下でいかに動かすかという問題解決型の実習となります。

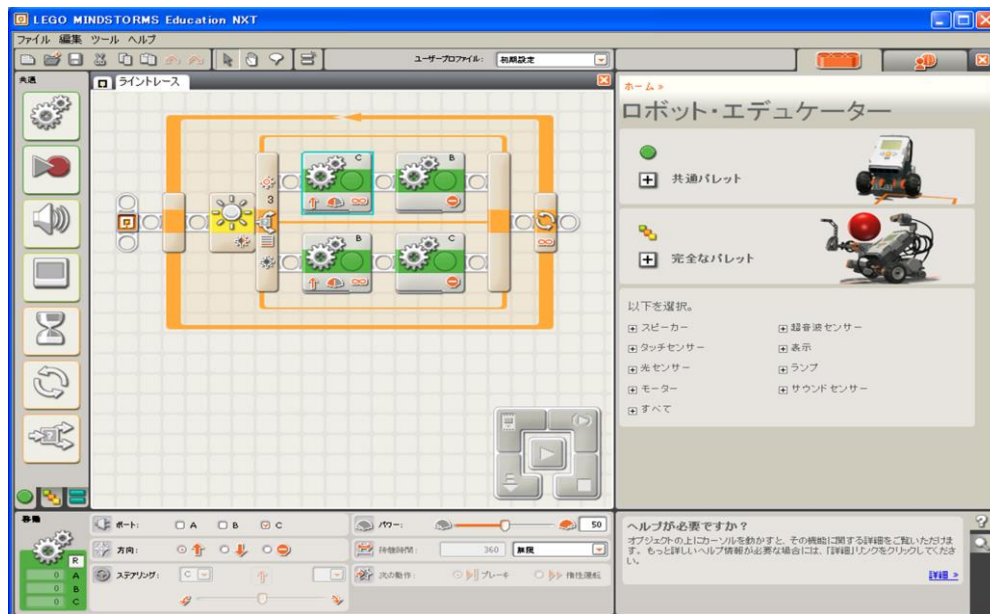
また、「なるべく速くラインレースする」といった追加課題により工夫も生まれます。こうした問題解決、性能改善といったことは「ものづくり」そのものであり、コンピュータ製品が同じ仕組みでつくられていることへの理解につながります。

4. NXT ソフトウェアを使ったプログラミング

今回の講座では、プログラムの基本動作を把握しやすくするため、アルゴリズムベースでプログラミングを考えていく実習としました。

教育用 NXT ソフトウェアはナショナル・インストゥルメンツ社によって開発された教育用レゴ マインドストーム NXT のためのプログラミングソフトウェアで、処理の一つ一つがアイコンで構成されているため、文法などの知識を有していなくても、フローチャートの流れでプログラミングが可能なソフトウェアです。

タイマー制御からセンサを使ったフィードバック制御、順次処理、繰り返し処理、条件分岐、並列処理、変数など、プログラミングに必要な考え方を視覚的に表すことができます。



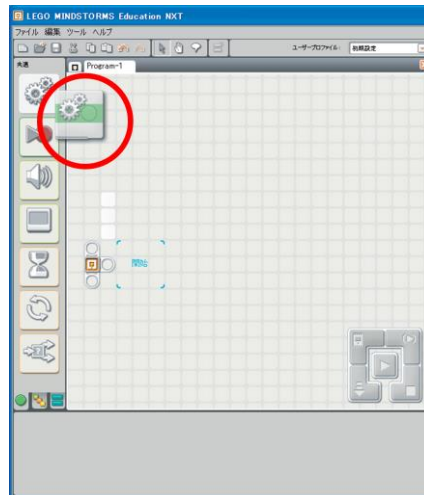
教育用NXTソフトウェア操作画面

4.1. 3秒前進して止まる（プログラムの作り方）

◆プログラミングブロックの選択

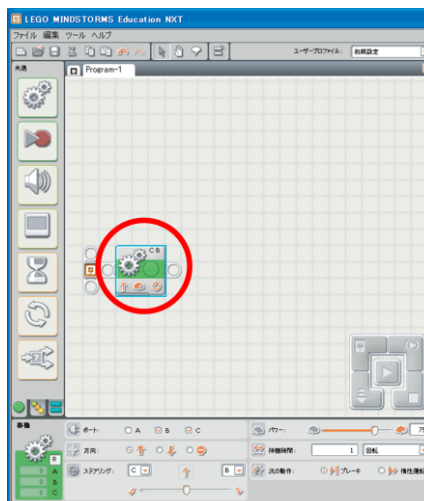
プログラミングパレットから、使いたいプログラミングブロックを探し、マウスをクリックするとプログラミングブロックが飛び出します。そのまま、ワークエリアに移動させます。

プログラミングパレットには、共通パレット、完全なパレット、カスタムパレットがあり、パレットを切り替えてプログラミングブロックを選択することができます。



◆プログラミングブロックをシーケンスビームにつなげる

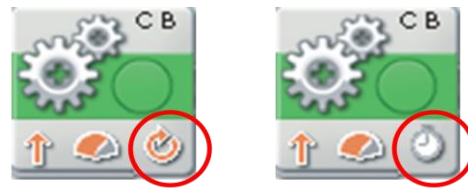
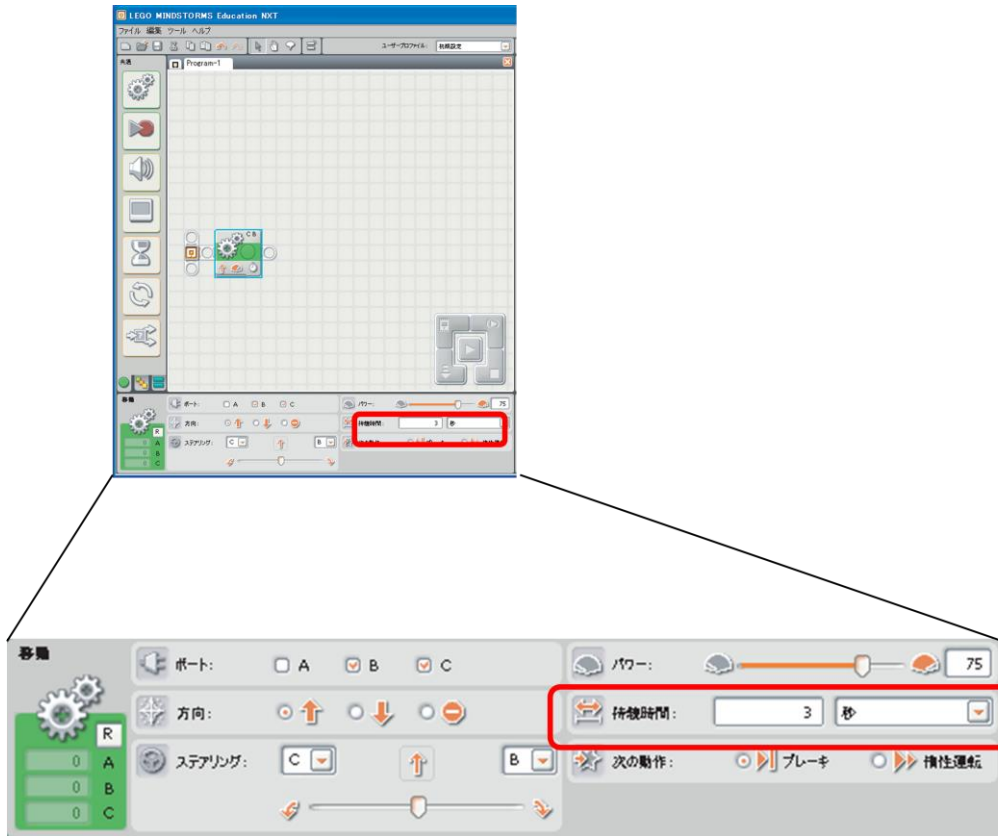
プログラミングブロックをシーケンスビームに近づけると白い領域が表示されます。この状態で、マウスをクリックすると、その場所にプログラミングブロックがつながります。途中にプログラミングブロックを入れることもできます。



「移動」アイコンを使用して、指定の場所に置く

◆設定パネルで設定を変える

プログラミングブロックをクリックすると設定パネルが表示されます。各プログラミングブロックによって、設定パネルに表示される項目は違います。それぞれのプログラミングブロックの特徴を良く考えて設定します。設定した様々な情報は、ワークエリアのプログラミングブロックにも表示されます。



継続時間を1回転から、3秒に変更

動作させる時間(条件)を値として設定

◆ダウンロード

プログラムをNXTにダウンロードするNXTとコンピュータが接続されているかを確認し、コントローラーを使ってプログラムをNXTにダウンロードします。ダウンロードボタンを押すと、ダウンロード中であることを表すウィンドウが表示されます。ダウンロードが終了すると、NXTからピッとという音が鳴ります。

ダウンロードが失敗したときには、エラー画面が表示されます。

NXTとコンピュータの接続が正しいか確認し、NXTの電源が入っているか確認してください。

ダウンロードボタン



正常時の表示



エラー時の表示

◆プログラムを実行する

プログラムのダウンロードが正常に終了したら、NXTのボタンを操作して、「My Files」→「Software files」→「program-1」→「program-1 Run」を実行します。NXTの画面に「program-1 Running」と表示しながらロボットが動きます。

**ロボットにプログラムを
転送して実行**

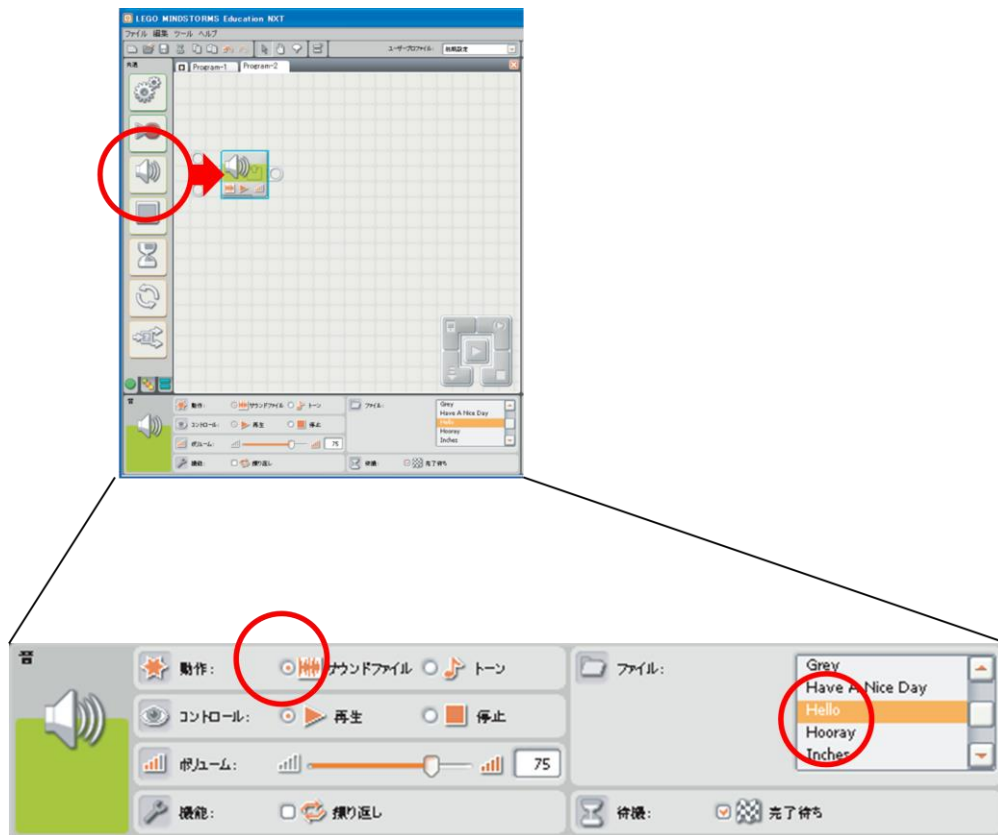
4.2. プログラミングブロックを重ね合わせる

アイコンを並べることで、処理の長いプログラムを作成していきます。

【1】音を鳴らす

プログラミングパレットから、サウンドブロックをクリックし、ワークエリアにブロックを移動させ、シーケンスビームにつなげます。

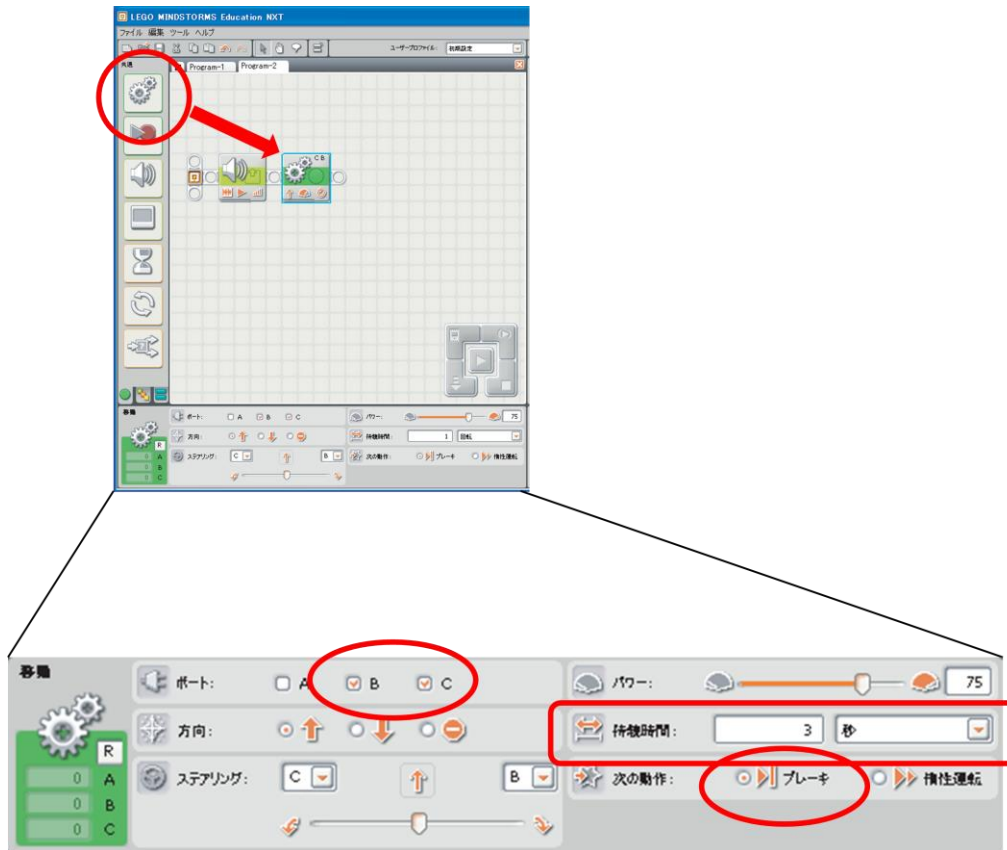
画面の下の設定パネルで、動作がサウンドファイルになっていることを確認して、ファイルで鳴らしたいサウンドファイルを選択します。ここでは、「Hello」を選択しています。サウンドファイルを選ぶとコンピュータから「Hello」という音が鳴ります。



【2】 3 秒前進させる

プログラミングパレットから、移動ブロックをクリックし、ワークエリアにブロックを移動させ、サウンドブロックの右側のシーケンスビームにつなげます。

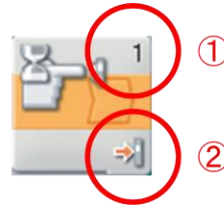
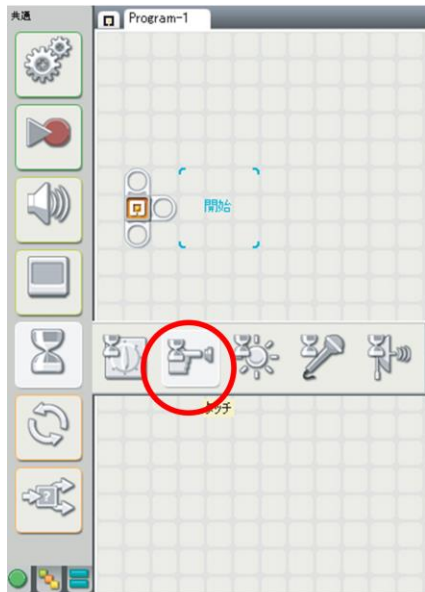
画面の下の設定パネルで、モータのつながっているポートを確認して、待機時間を 3 秒に設定します。次の動作がブレーキになっていることも確認しましょう。



- プログラムの処理の流れを知る
- モータ制御の考え方を理解する

4.3. タッチセンサを使う（ぶつかるまで後退）

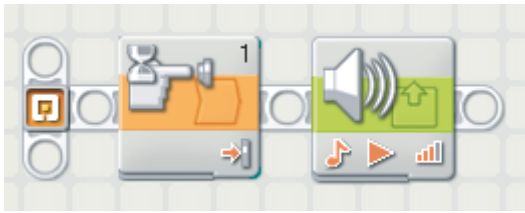
- ①タッチセンサが接続されている入力ポートを選択します。
初期値は1が設定されています。
- ②タッチセンサの動作を選択します。
押された を選択・・・タッチセンサが押されるまで待ちます。
解除された を選択・・・タッチセンサが解除されるまで待ちます。
ぶつかった を選択・・・タッチセンサが押されてから解除されるまで待ちます。



タッチセンサの役割と特性を
理解し、プログラミングをする

4.3.1. タッチセンサを使ったプログラムの例

タッチセンサが押されたら「ラ」の音を鳴らします。



1 番の入力ポートに接続されているタッチセンサが押されるまで待ちます。



75 の音量で「ラ」の音を 0.5 秒鳴らします。

4.4. 光センサを使う（黒い線まで前進）

①光センサが接続されている入力ポートを選択します。
初期値は 3 が設定されています。

②数値を設定します。
初期値は 50 が設定されています。

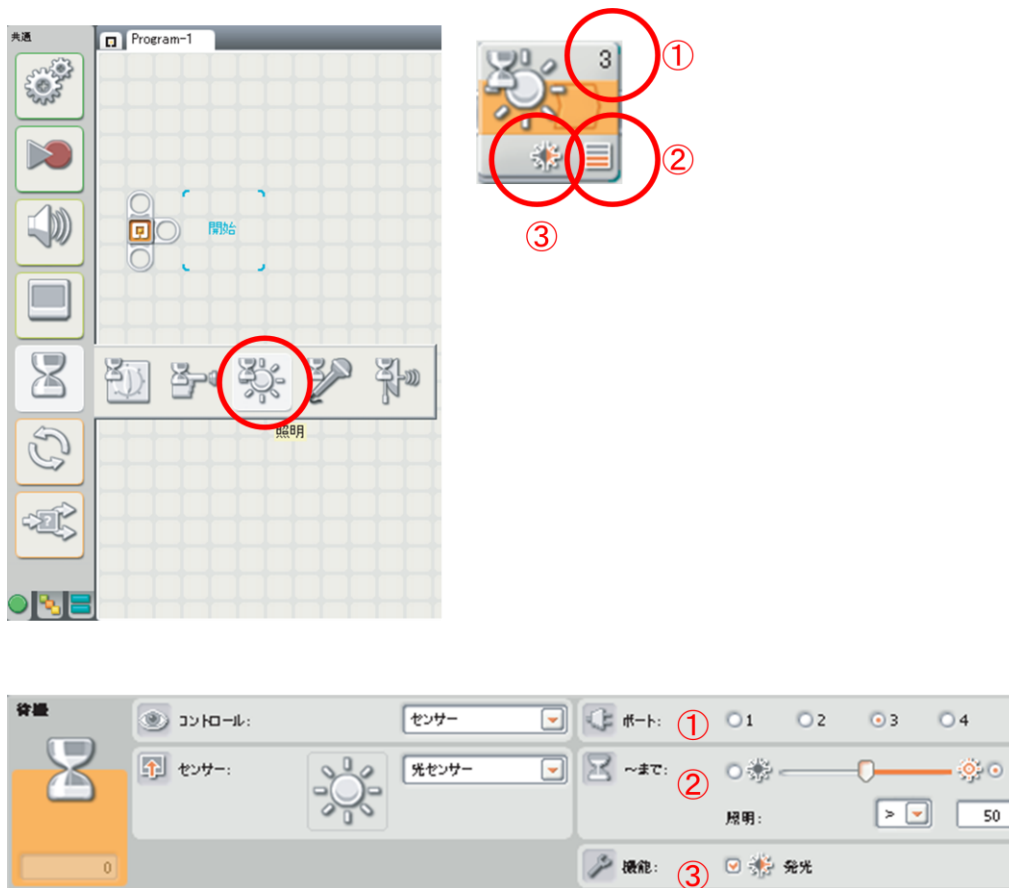
右側のラジオボタンを選択

・・・光センサが指定した数値よりも大きい値を読み取るまで待ちます。

左側のラジオボタンを選択

・・・光センサが指定した数値よりも小さい値を読み取るまで待ちます。

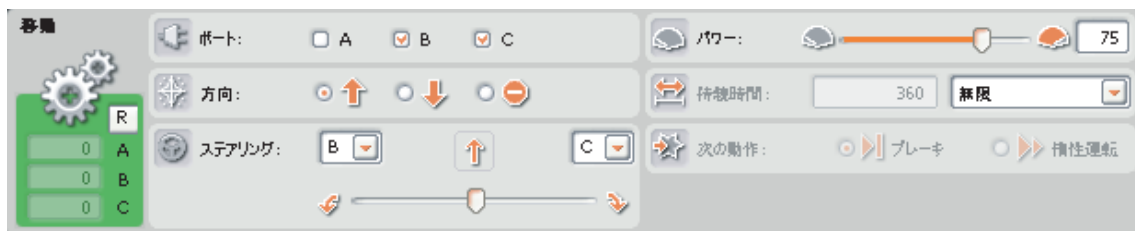
③「発光」をチェックすると、光センサはセンサ内の小さな光源をオンにして光ります。



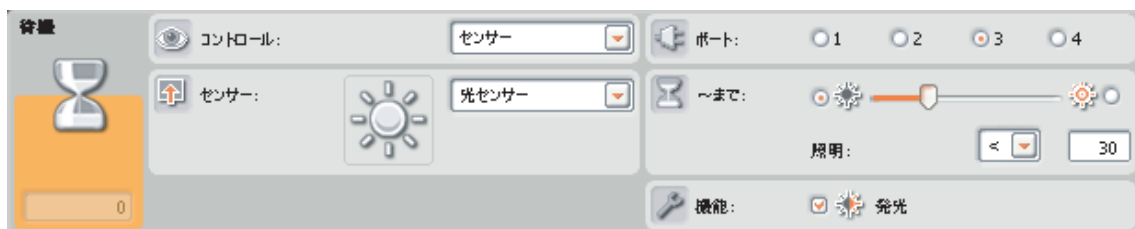
**光センサの役割と特性を
理解し、プログラミングをする**

4.4.1. 光センサを使ったプログラムの例

光センサがセンサ値 30 より小さい値を読み取ったら止まります。



モータ B, C をパワー75 で無限に前進させます。



3 番の入力ポートに接続されている光センサがセンサ値 30 よりも小さい値を読み取るまで待ちます。

モータ B, C を停止させます。



4.5. 超音波センサを使う（壁まで前進）

①超音波センサが接続されている入力ポートを選択します。

初期値は4が設定されています。

②数値を設定します。

初期値は127が設定されています。

センチメートル設定のときには0から250まで、インチ設定のときには0から100まで設定することができます。

右側のラジオボタンを選択

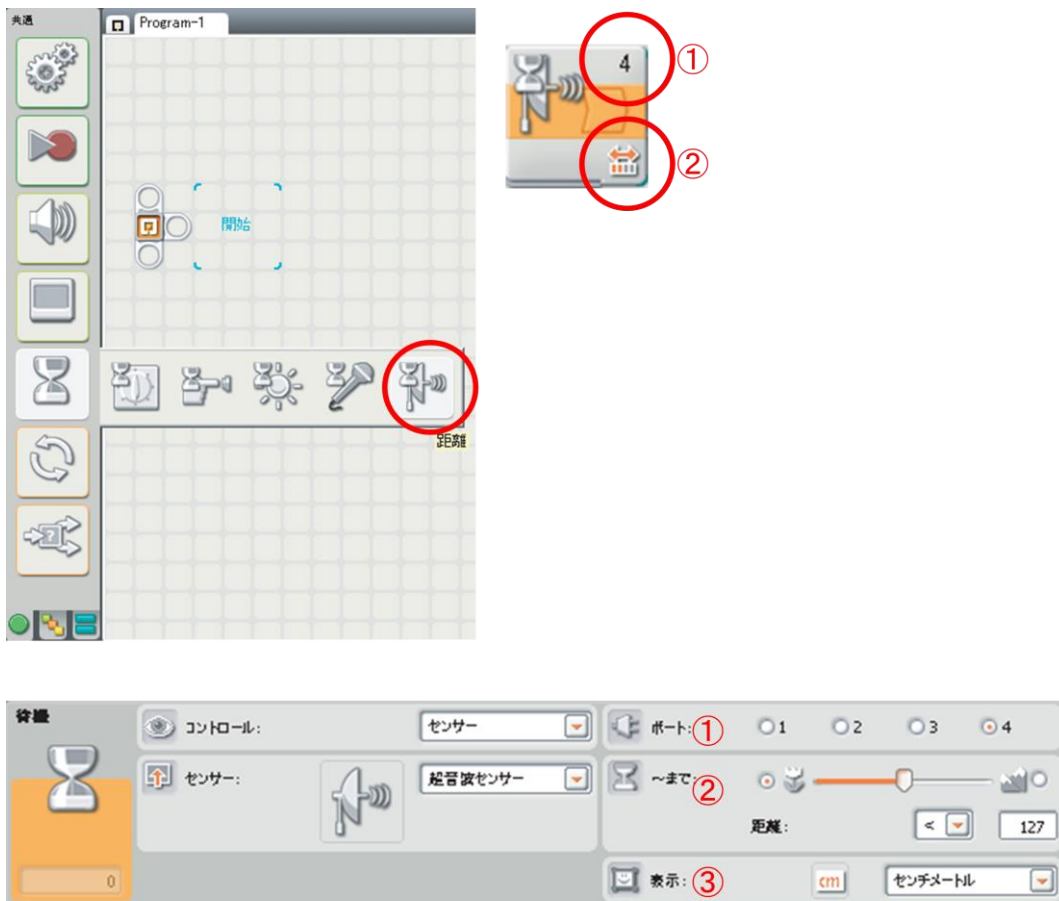
・・・超音波センサが指定した数値よりも大きい値を読み取るまで待ちます。

左側のラジオボタンを選択

・・・超音波センサが指定した数値よりも小さい値を読み取るまで待ちます。

③単位（センチメートルまたはインチ）を選択します。

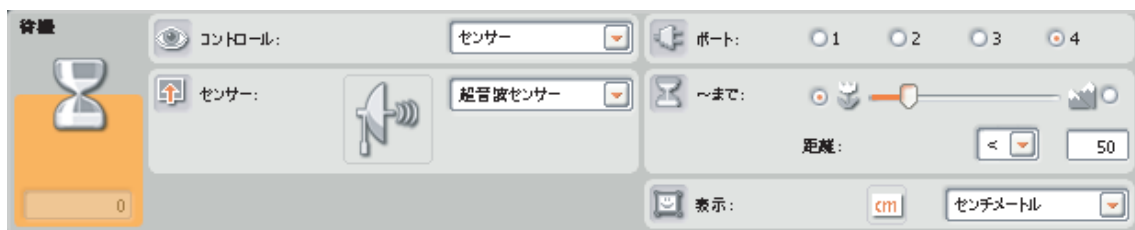
初期値はセンチメートルが設定されています。



**超音波センサの役割と特性を
理解し、プログラミングをする**

4.5.1. 超音波センサを使ったプログラムの例

壁から 50 cm まで近づいたら「ラ」の音を鳴らします。



4 番の入力ポートに接続されている超音波センサが 50 cm よりも小さい値を読み取るまで待ちます。



75 の音量で「ラ」の音を 0.5 秒鳴らします。

4.6. サウンドセンサを使う（音で前進）

①サウンドセンサが接続されている入力ポートを設定します。初期値は 2 が設定されています。

②数値を設定します。

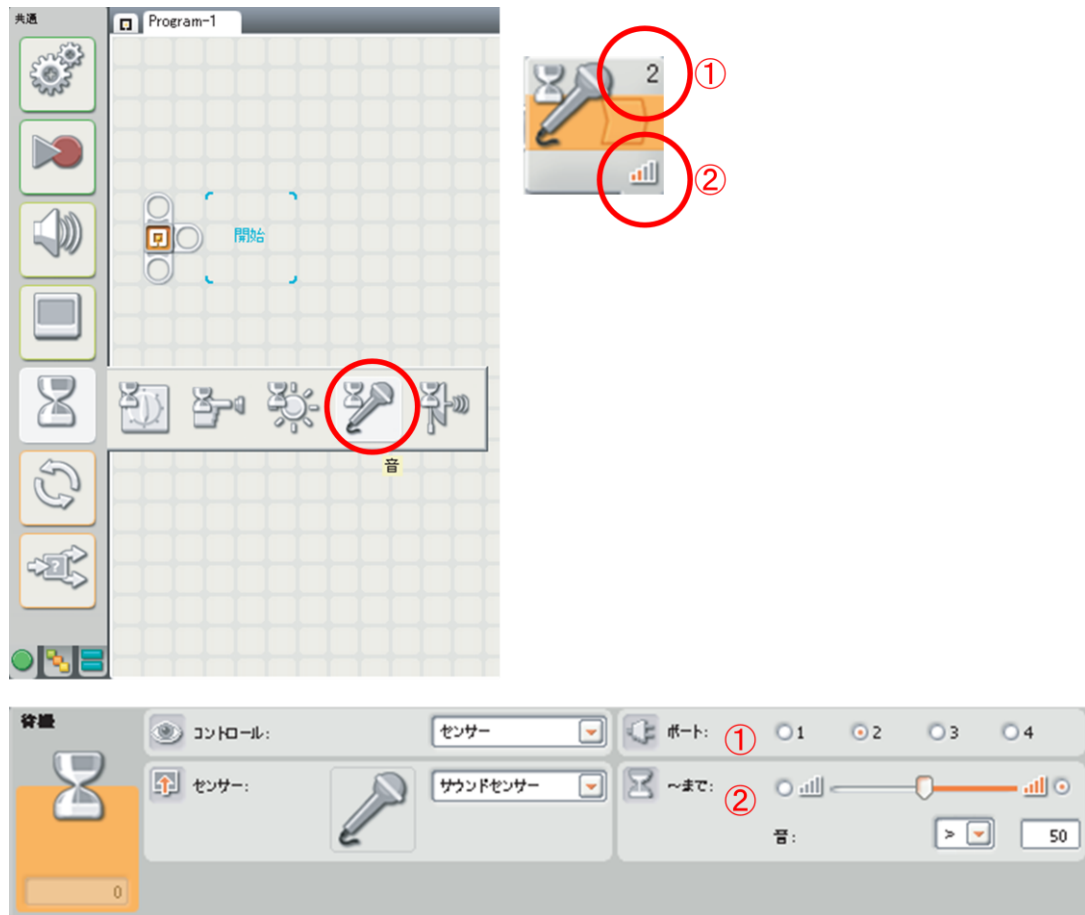
初期値は 50 が設定されています。

右側のラジオボタンを選択

・・・サウンドセンサが指定した数値よりも大きい値を読み取るまで待ちます。

左側のラジオボタンを選択

・・・サウンドセンサが指定した数値よりも小さい値を読み取るまで待ちます。



**サウンドセンサの役割と特性を
理解し、プログラミングをする**

4.6.1. サウンドセンサを使ったプログラムの例

サウンドセンサがセンサ値 30 より大きい値を読み取ったら「ラ」の音を鳴らします。



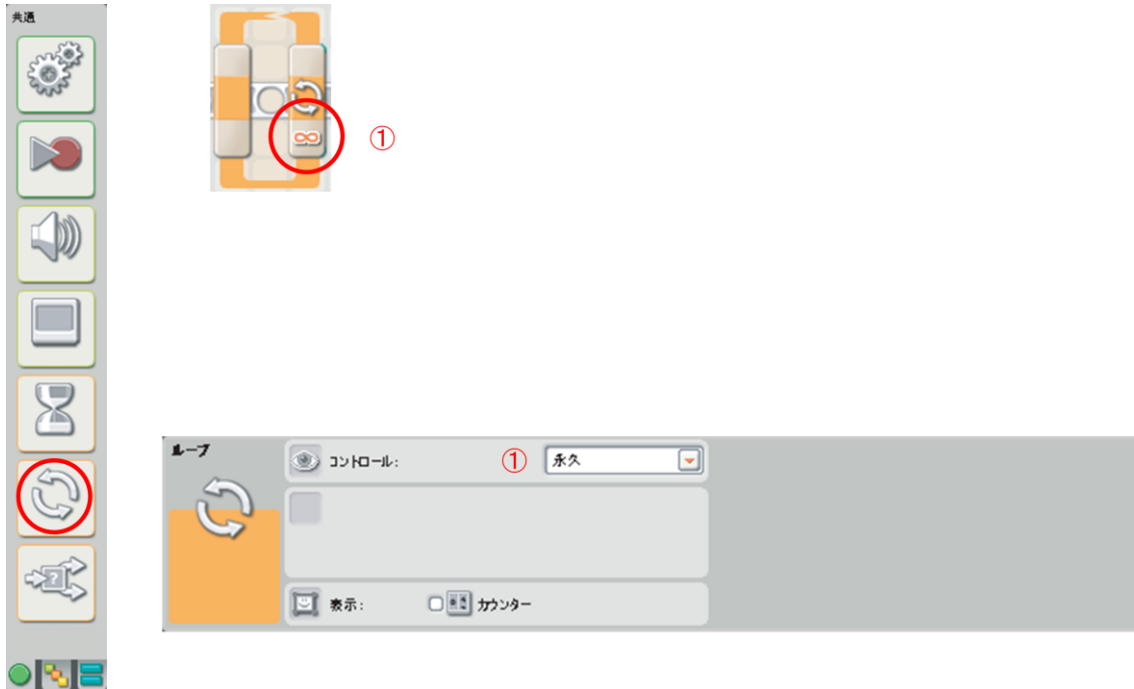
2 番の入力ポートに接続されているサウンドセンサがセンサ値 30 よりも大きい値を読み取るまで待ちます。

75 の音量で「ラ」の音を 0.5 秒鳴らします。



4.7. くり返し処理

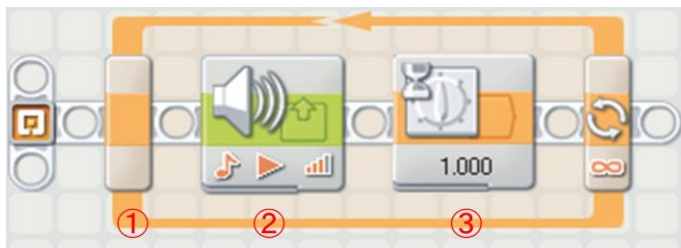
①永久ループはコントロールを「永久」に設定します。



**繰返し処理(永久に繰返す)の
考え方を理解し、プログラミングをする**

4.7.1. 永久ループを使ったプログラムの例

1 秒間隔で「ド」の音を 0.5 秒永久に鳴らします。



永久に処理を繰り返します。



75 の音量で「ド」の音を 0.5 秒鳴らします。

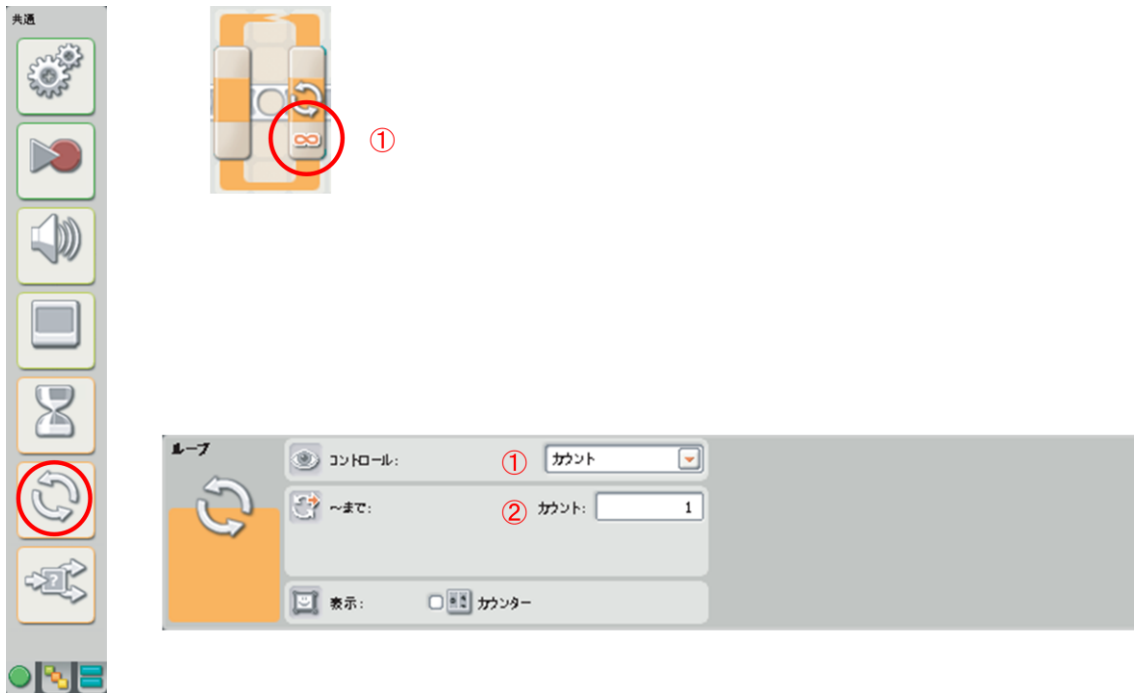


1 秒待ちます。

4.7.2. くり返し処理

「回数ループ」の理解

- ①コントロールを「カウント」に設定します。
- ②繰り返し処理の終了条件となる繰り返し回数を入力します。
初期値は1が設定されています。



繰り返し処理(回数を決めて繰り返す)の考え方を理解し、プログラミングをする

4.7.3. 回数ループを使ったプログラムの例

「ド」の音を0.5秒、1秒間隔で5回鳴らします。



5回処理を繰り返します。



75の音量で「ド」の音を0.5秒鳴らします。



1秒待ちます。

4.8. 分岐処理

4.8.1. タッチセンサ分岐処理

①センサーを「タッチセンサー」に設定します。

②表示「水平図」のチェックを取り外すと、下図のとおり表示されます。

条件のタブをクリックするとその条件のときに実行されるプログラミングブロックが表示され、編集することができます。

③タッチセンサが接続されている入力ポートを選択します。

初期値は1が設定されています。

④スイッチブロックの上側のスイッチエリアのブロックを実行させる条件を選択します。

下側のスイッチエリアは選択された条件以外るときに実行されます。

押されたを選択

・・・タッチセンサが押されたとき、上側のスイッチエリアのブロックを実行します。

解除されたを選択

・・・タッチセンサが解除されたとき、上側のスイッチエリアのブロックを実行します。

ぶつかったを選択

・・・タッチセンサが押されてから解除されたとき、
上側のスイッチエリアのブロックを実行します。



4.8.2. 光分岐処理

①センサーを「光センサー」に設定します。

②光センサが接続されている入力ポートを選択します。

初期値は 3 が設定されています。

③スイッチブロックの上側のスイッチエリアのブロックを実行させる条件を設定します。

下側のスイッチエリアは、設定した条件以外のときに実行します。

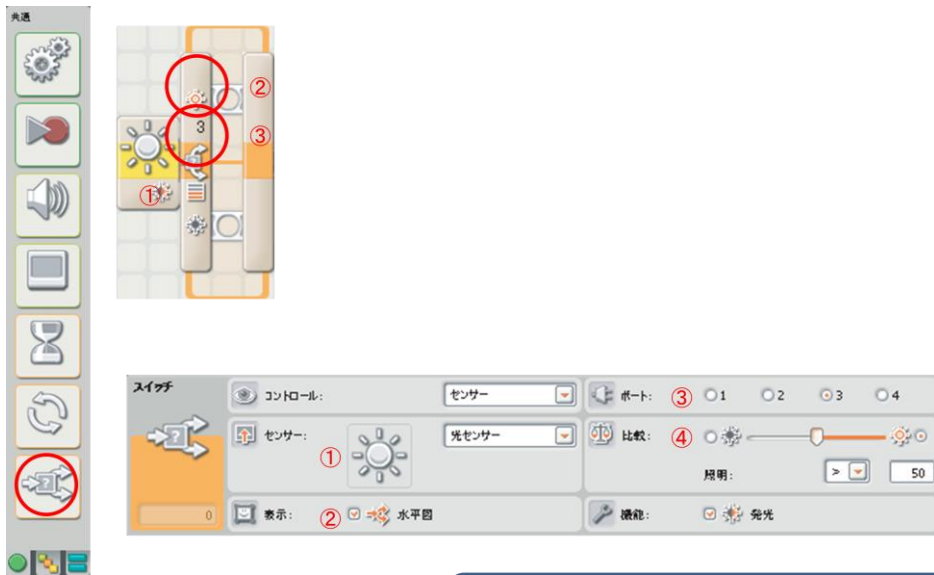
初期値は 50 が設定されています。

右側のラジオボタンを選択

- ・・・光センサの値が指定した数値よりも大きい値のとき、
上側のスイッチエリアのブロックを実行します。

左側のラジオボタンを選択

- ・・・光センサの値が指定した数値よりも小さい値のとき、
上側のスイッチエリアのブロックを実行します。

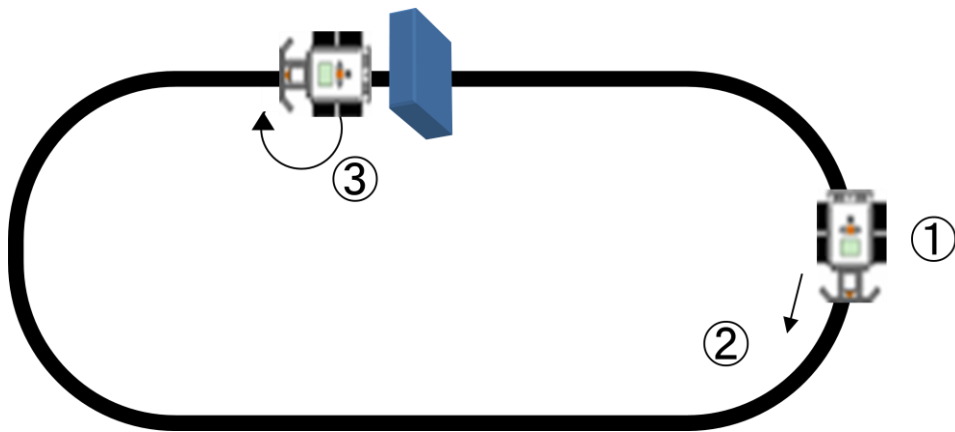


分岐処理の考え方を理解し、光
センサを活用したプログラミングをする

5. ミニミニ競技会

競技ルールへの把握

- 「スタート位置からスタートしゴール位置まで移動する。」
 - ・ スタートの指示は何らかのセンサを使うこと。
 - ・ 移動は線に沿って走ること。
 - ・ ゴール位置には壁がある。
 - ・ ゴール位置では壁と反対方向を向いて停止すること。
 - ・ 停止するまでの時間が早いこと。
 - ・ ベストタイムを申請する。



制約下の中でのソフトウェアによる問題解決

センサ・モータをどのように制御し、要求を実現するか

平成 25 年度文部科学省委託
「東日本大震災からの復興を担う専門人材育成支援事業」
東北の復興を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト

自動車組込み基礎講座テキスト

平成 26 年 2 月

学校法人日本コンピュータ学園（東北電子専門学校）
〒980-0013 宮城県仙台市青葉区花京院一丁目 3 番 1 号
TEL : 022-224-6501

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。