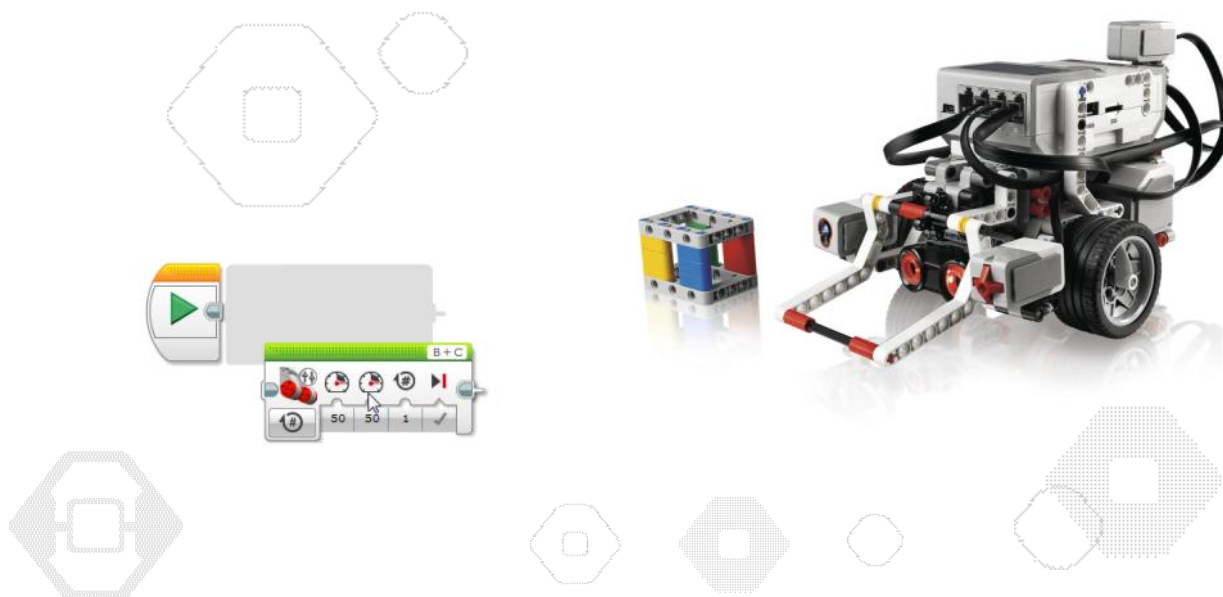
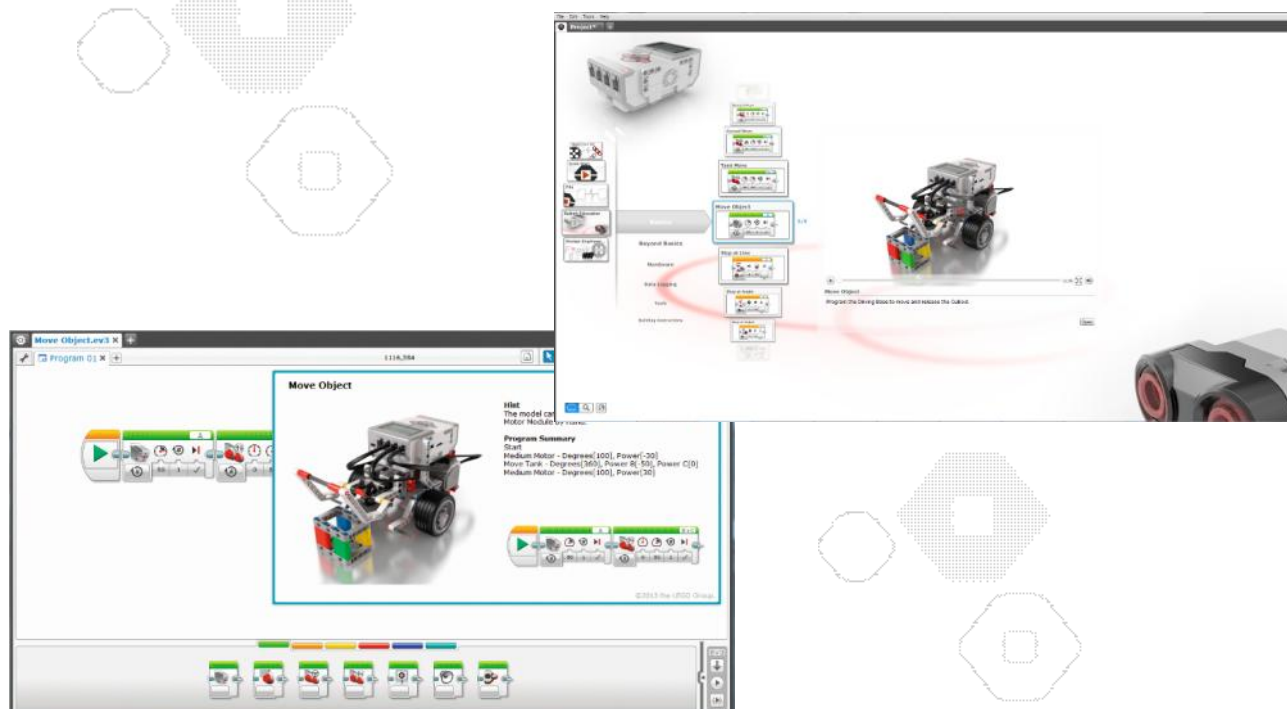


教育版LEGO® Mindstorms® EV3ソフトウェア ロボット・プログラミング ワークショップ テキスト



プログラムの基本構造

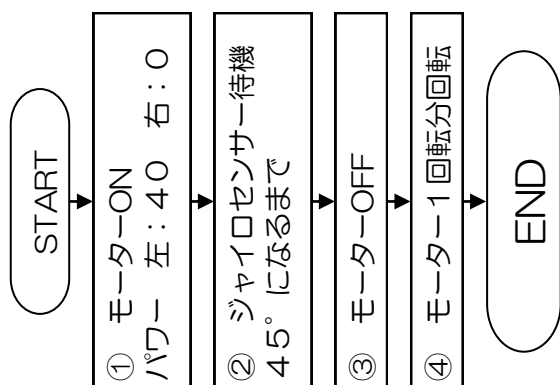
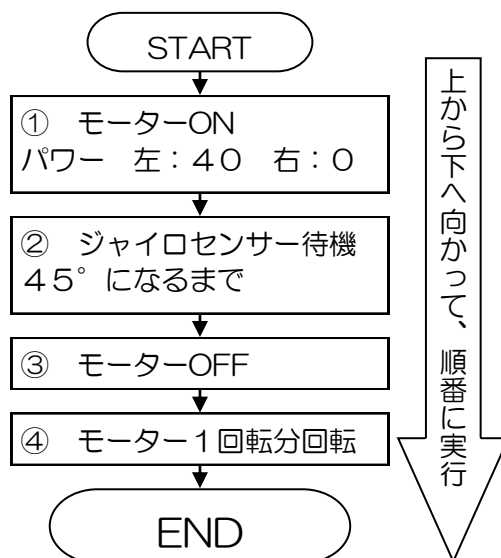
EV3ソフトウェアに限らず、プログラムの構造には基本的な3つの構造があり、全てのプログラムはこの基本構造の組み合わせで作られています。この基本構造を理解できていると、他のプログラミング言語を習得しようとするときにその言語特有の表現方法や文法さえ理解するだけでプログラムは作れるようになります。

また、この構造を理解していると問題解決の流れや計算のアルゴリズム(手法)を論理的に考えることができるようになります。フローチャートと共に基本構造を良く理解することがプログラミング上達(ひいては、論理的思考能力の向上)の近道と言えるでしょう。

1. 順次処理(シーケンス処理; Sequential Processes)

一番基本の構造。

「プログラム」とは、コンピュータへの命令を並べたものであり、コンピュータは並べられた命令を決まった順番(上から下、または左から右)に実行します。



フローチャートを90度回転してみると、EV3ソフトウェアのプログラムとそっくりになります。EV3ソフトウェアのプログラムは、いわばフローチャートをそのままプログラムにしたようなものです。

2. 分岐処理(スイッチ;Switch)

条件によって処理の流れを変えます。

分岐処理には、**スイッチコマンド**を使い、2つの流れに分岐する場合と、3つ以上の流れに分岐する場合があります。

2つに分岐する場合は、条件式(比較式)が成立しているか否かで判定され、成立している場合を「**True;トゥルー(真;しん)**」と言い、成立していない場合を「**False;フォルス(偽;ぎ)**」といいます。このような「True(真)」、「False(偽)」を表すデータのことを「**論理(ロジック)データ;Logic**」といいます。

条件式(**比較式**)とは、測定値(センサーの値)等と基準値(しきい値)とを比較する式のことで、**等号(=)、不等号(<、>、≤、≥)**を使用した式です。

例えば、超音波センサーで測定した距離と、しきい値との大小を比べるような式は

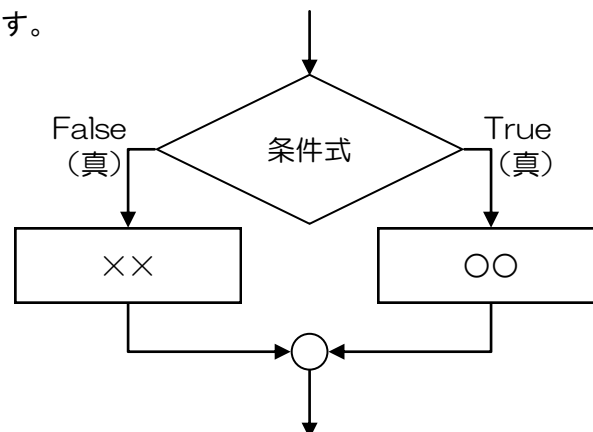
「超音波センサーの値<しきい値(具体的な数値)」

と表現され、センサーの値がしきい値よりも小さければこの関係は成立して、「True(真)」の判定とされます。大きければ(または等しければ)、関係は成立せずに「False(偽)」判定となります。

このような処理の流れは、

「**もし ~(条件式) ならば、〇〇する。違うなら、××する。**」

と表現する(考える)事ができ、これが分岐処理の基本的な考え方となります。これをフローチャートで表現すると次のようになります。



C言語やJAVA、VisualBasicなどといったプログラム言語では、この考え方を英語で表現した形で使われることが多いので、考え方そのものを覚えておけば他のプログラミング言語でも簡単にプログラムを書くことができますようになります。

例えば、C言語の例、VisualBasicの例を示しておきます。

```

if ( sensor > 50 ){
    TurnRight();
}else{
    TurnLeft();
}
  
```

C言語の例

もし (IF)、「sensorの値が50より大きい(条件式)」**ならば**、TurnRight()を実行する。**違うなら (else)**、TurnLeft()を実行する。

```

If a > 50 Then
    Label1.Text = "High"
Else
    Label1.Text = "Low"
End If
  
```

VisualBasicの例

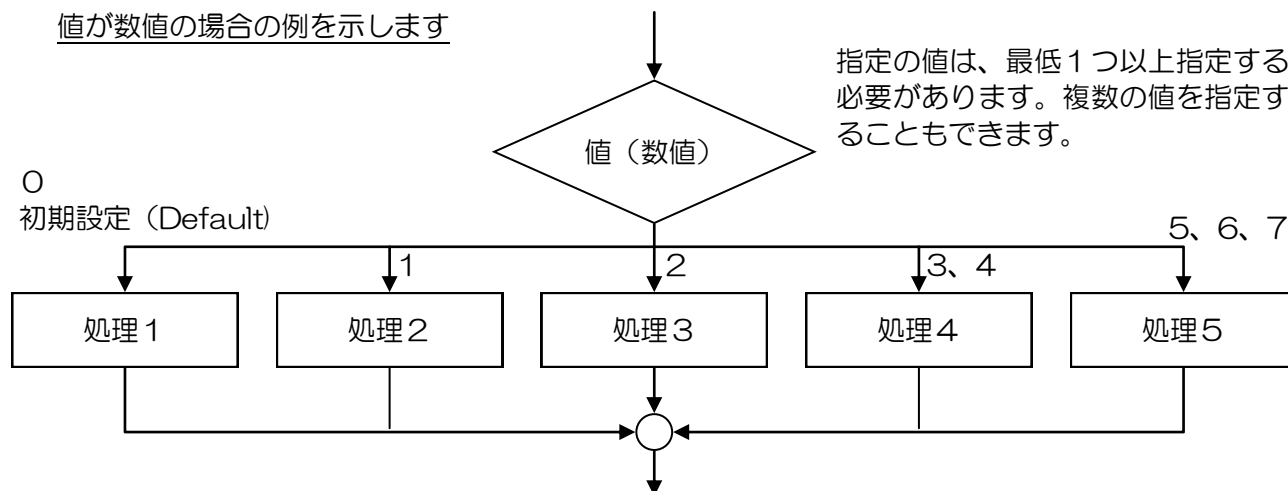
もし (IF)、「aの値が50より大きい(条件式)」**ならば (Then)**、Label1に“High”を表示する。**違うなら (else)**、Label1に“Low”を表示する。

このことから、2つの流れに分岐するような条件分岐処理を、「If~Then~」分岐処理ということもあります。

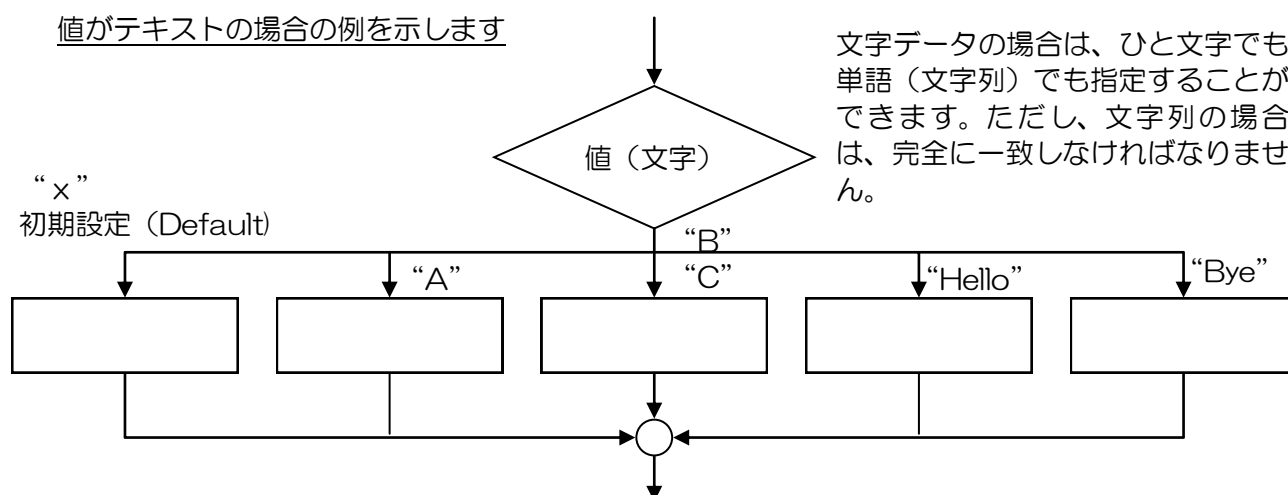
次に、3つ以上の複数の流れに分岐する場合があります。

この場合の条件は、「**入力された値が指定の値と一致**」するかどうかで、一致するときだけそちらの流れに進みます。また、指定の値にまったく一致しなかった場合のことを考え、「初期設定(Default; デフォルト)」として、その場合に進む道を決めておきます。入力できる値は、「数値」、「テキスト(文字)」です。これをフローチャートで表現すると次のようになります。

値が数値の場合の例を示します



値がテキストの場合の例を示します



このような多分岐型の分岐処理を「Switch(スイッチ)～Case(ケース)型」分岐処理といいます。

カラーセンサーの場合、センサーから入力されるデータは「色ごとの番号」＝「数値」データなので、この分岐方法が選択できます。他にも、状態によって一定の数値データを測定するセンサー、具体的には、各ボタンを番号で測定する本体ボタン、IRビーコンの種類を番号で測定するIRセンサーでこの分岐方法を選択できます。



スイッチブロック
本体ボタン測定モードでの多分岐



スイッチブロック
IRセンサー測定遠隔モードでの多分岐

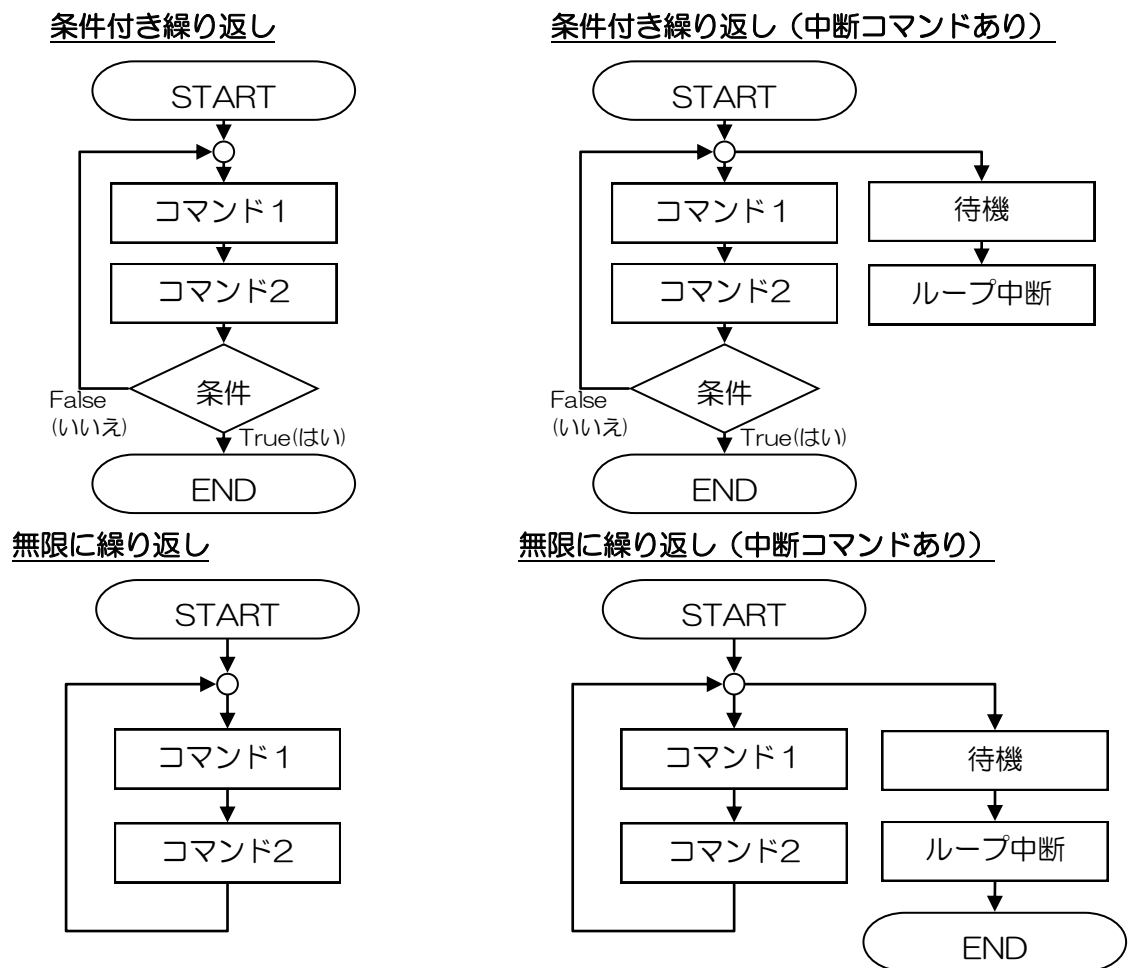
3. 繰り返し処理(ループ; Loop)

一定の処理を繰り返します。繰り返し処理には、**ループコマンド**を使います。

繰り返し処理を終了する条件には、センサー、時間、カウント、ロジック、無限を選ぶことができます。また、ループ中断コマンドを使うと、ループの名前を指定して中断することもできます。

ループの修了条件は、Switch(スイッチ)の2分岐の場合と同様に、条件式(比較式)が成立しているか否かで判定され、条件が「True(真)」になると終了します。「無限」にした場合は、終了する条件が無いので電池が無くなるか、本体の「戻る」ボタンが押されてプログラムが強制終了される、もしくは**そのループの名前を指定して「ループ中断コマンド」が実行**されるまで繰り返されます。「ループ中断」コマンドは、条件付きのループに対しても有効です。

これらを、フローチャートの例で表現すると、次のような形で表現されます。



EV3ソフトのループコマンドの様に、ループ内の一連の処理を実行したのち、繰り返し実行するかを判断する形で、条件が「真」になるまで繰り返すループ形式を、「Do(実行) ~ Until条件式(まで)」(先ず処理を実行して、条件が真になるまで繰り返す)型のループといいます。また、「カウンタ」の様に、予め繰り返し実行する回数を決めておくループの形式を「For ~ (Next)」型ループと言ったりします。

そのほかのループの形式としては、以下の物があります。

- 「Do ~ While条件式」型(先ず実行して、条件式が真の間繰り返す)
- 「While条件式 ~ 」型(条件式が、ループの先頭にあり、真の間繰り返すが、一度もループ内の処理を実行しない場合もある)
- 「Until条件式 ~ 」型(条件式がループの先頭にあり、真になるまで繰り返すが、一度もループ内の処理を実行しない場合もある)

EV3ハードウェア概要



教育版レゴ マインドストームEV3は、本体（インテリジェントブロック）に、モーターやセンサーを付属のケーブルで接続して使用します。また、PCとの接続は、USBケーブルまたはブルートゥース（無線）が標準で使用できます。

1. ハードウェア構成

教育版レゴ マインドストームEV3は次のようなハードウェアから構成されます。

- ◇ インテリジェントブロック
- ◇ インタラクティブサーボモーター（L、M）
- ◇ 各種センサー
 - タッチセンサー
 - ジャイロセンサー
 - カラーセンサー
 - 超音波センサー

モーターやセンサーは、付属のケーブルを使用して、インテリジェントブロック（EV3本体）の出力ポートまたは入力ポートに接続して使用します（写真1）。

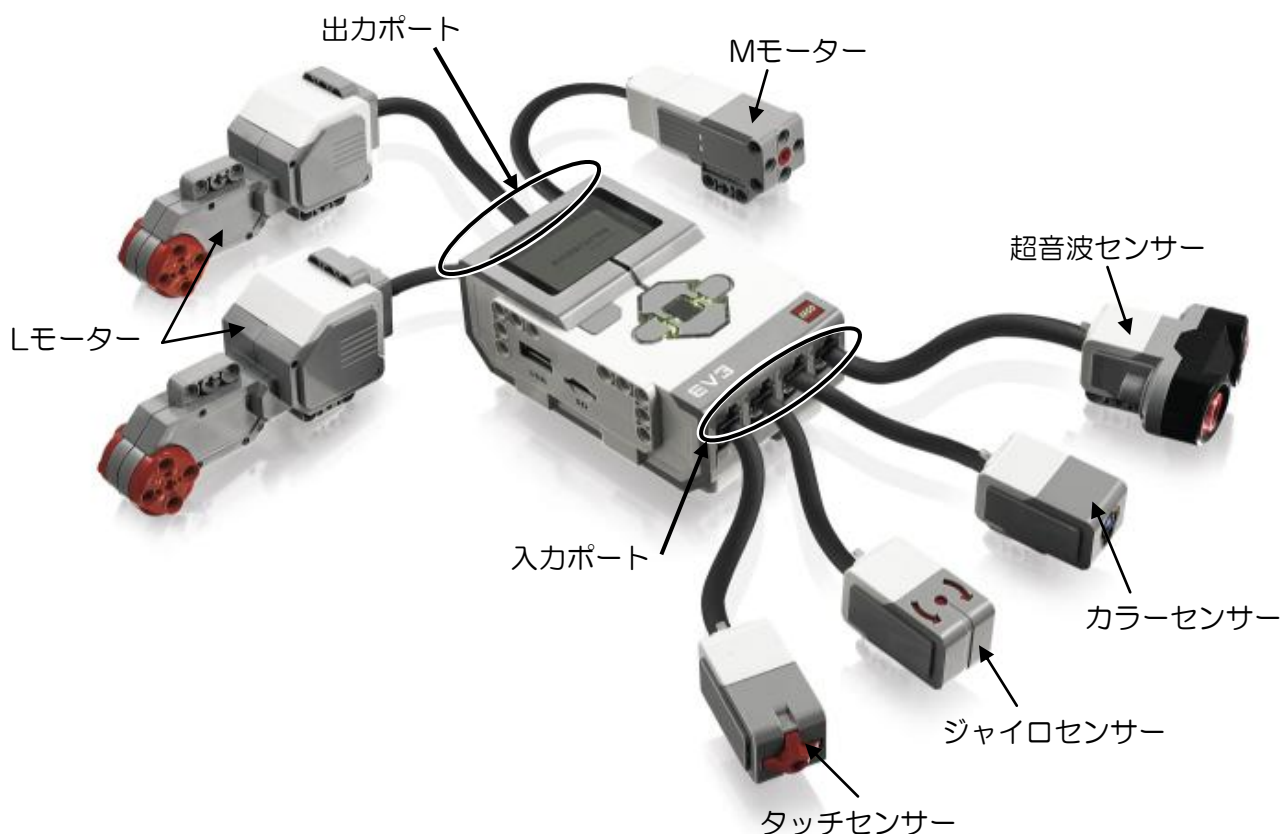


写真1 インテリジェントブロックとモーター、センサーの接続

2. 入力ポート/出力ポート

EV3本体（インテリジェントブロック）には、モーター、センサーを接続するための「ポート」が用意されています。

入力ポート (Input Port)

1～4の数字の番号が付けられたコネクタは「入力ポート (Input Port)」です。
 入力ポートは、ケーブルでセンサーを接続して使用します。
 プログラムの中でポートの番号 (1～4) を指定することで、そこに接続されているセンサーの値を読み取ったり、センサーの動作設定を制御したりします。
 入力ポートには、モーターを接続しても動作しません。



出力ポート (Output Port)

A～Dの記号が付けられたコネクタは「出力ポート (Output Port)」です。
 出力ポートは、ケーブルでモーターを接続して使用します。
 プログラムの中でポートの記号 (A～D) を指定することで、そこに接続されているモーターを制御したり、モーター内蔵の回転センサーの値を読み取ったりします。
 入力ポートに、センサーを接続するとセンサーが故障する恐れがありますので注意してください。

ミニUSBコネクタ

PCと接続するUSBケーブルを接続したり、USBケーブルでホストEV3とデジチェーン接続するのに使用します。



USBコネクタ

WiFi Dongleを接続したり、USBケーブルで他のEV3とデジチェーン接続するのに使用します。

SDカードスロット

マイクロSDメモリーカードを使用できます。
 32GBまで外部メモリを拡張できます。



EV3のセンサーとPort View

EV3の基本セットには、4種類、5個のセンサーが付属しています。

1～4のポートに接続して使用します。どのポートにどのセンサーを接続するかは決まっています。EV3では、AUTO ID（オートID）という機能があり、どのポートにどのセンサーが接続されているか自動で認識されます。



タッチセンサー
(2個)



カラーセンサー
(1個)



ジャイロセンサー
(1個)



超音波センサー
(1個)

タッチセンサー

プッシュスイッチになっています。ボタンが押されると電気が流れ、離されると流れなくなり、何かにぶつかっているかどうかを判断することができます。

カラーセンサー

色モード（カラーモード; COLOR）

赤、青、緑のLED（白色光）を発光し7色（黒、青、緑、黄、赤、白、茶）＋無色を識別します。

反射光の強さモード（反射モード; REFLECT）

赤のLED（赤色光）を発光し、その反射光の強さを計測し、0～100%の値で表示します。

周辺の光の強さモード（環境光モード; AMBIENT）

LEDの発光を止め、センサーに入力される光の強さを計測し、0～100%の値で表示します。

ジャイロセンサー

1軸（センサーケース上の赤マルを通る軸）周りの回転角速度（度/秒）を計測します。また、回転角速度から回転角度を計測することもできます。時計回りが＋、反時計回りが－の値になります。

超音波センサー

距離計測モード（センチメートル/インチ）

超音波を発射して、反射して帰ってくるまでの時間で対象物までの距離を計測します。1cm～250cmの範囲で±1cmの精度で測ることができます。距離の単位は、センチメートル（cm）またはインチ（in）が使用できます。

超音波検知モード

他の機器から発信された超音波を検知することができます。

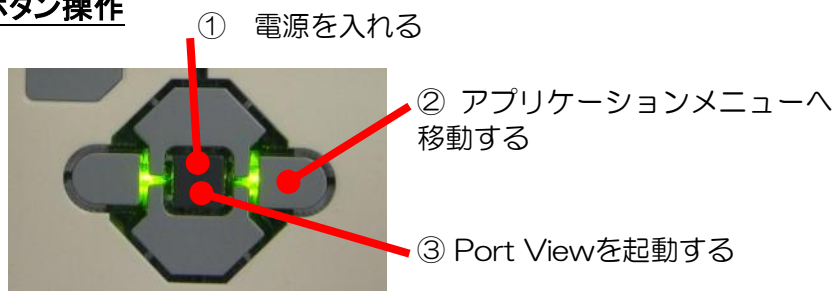
【Port Viewについて】

Port Viewは、EV3本体のファームウェアに予め用意されているアプリケーションの一つで、EV3の各ポートに接続されているセンサーの状況（入力値）を確認するための物です。出力ポート（A～D）にモーターを接続している場合は、モーターに内蔵されている角度センサー（ポテンションメーター）の値を確認することができます。

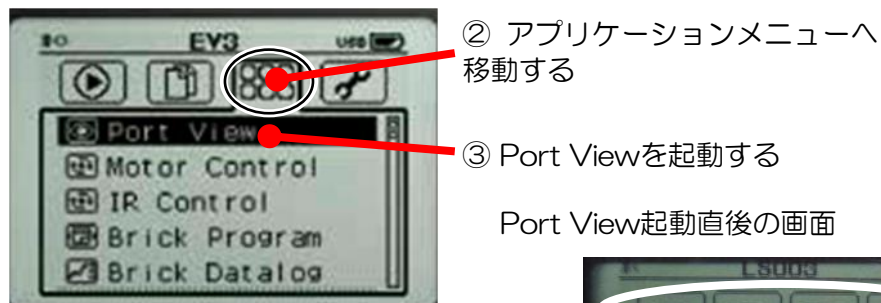
【Port View使用手順】

- ① EV3の電源を入れます
- ② 右ボタンを押して、アプリケーションメニューへ移動します
- ③ アプリケーションメニューの1番目が「Port View」で、すでに反転し選択されているので、真ん中ボタンを押して、Port Viewを起動します。

ボタン操作

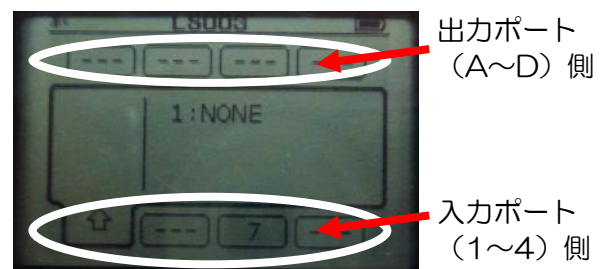


画面表示



Port View起動直後の画面

Port1 が選択されているが、Port1には何も接続されていない状況



【ジャイロセンサーの取り付けと計測について】

ジャイロセンサーは下の写真1のように、L字リフトアームを使用して、本体側面に、本体と平行に固定すると本体を左右に回転(ヨー方向の回転*注1)させたときの回転角度、回転角速度を計測することができます。



写真1 ジャイロセンサーの取り付け方法例

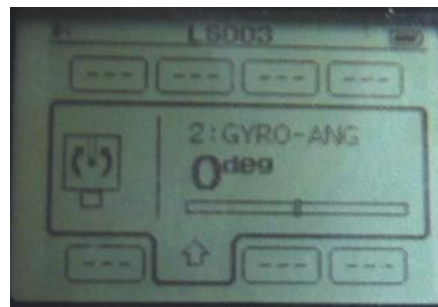
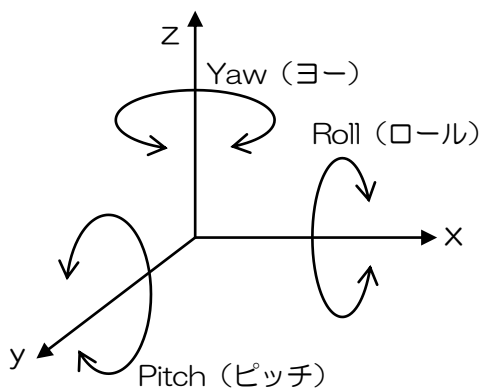


写真2 ジャイロセンサー値(角度)の表示画面

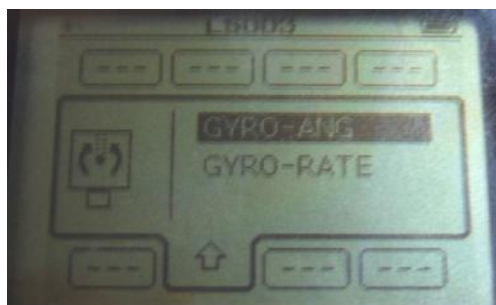
ジャイロセンサーは、電源が入ったときの状態を初期状態(0度)として初期化(イニシャライズ)されます。動いたりすると初期化が不安定になり、数値が増え続けたり、減り続けたりする現象(ドリフト現象)が現れます。そのような場合は、一度本体側のジャックを抜き、挿し直してください。挿し直すときは、なるべくセンサーを動かさないようにしてジャックを挿入します。きちんと初期化されると、初期状態の「0deg」と表示されます。

注1 回転の方向について



座標軸を上図のように設定し、進行方向をxとした場合、x軸周りの回転をロール、y軸周りの回転をピッチ、z軸周りの回転をヨーと言います。どの回転についての角度を計測したいのかをよく考えて、センサーを取り付けてください。写真1の場合は、本体のヨー回転を計測します。

ジャイロセンサーの計測モード



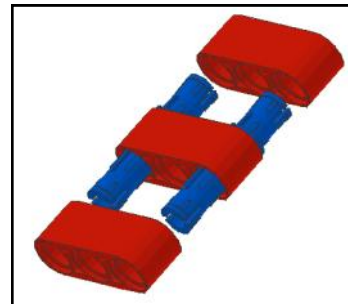
ジャイロセンサーの計測モードは、「GYRO-ANG」(角度計測モード)と「GYRO-RATE」(角速度計測モード)があります。

【カラーセンサーの取り付けと計測について】

カラーモードでカラーブロックの計測をする場合、カラーセンサーを写真3のようにL字リフトアームに取り付け本体横に固定するとよいでしょう。また、計測対象とするカラーブロックは、3ポッチ長のリフトアーム3つを図のようにつなげて平らなタイル状にして、カラーセンサーにかざす(下写真4)と楽に計測できます。



写真3 カラーセンサの取り付け例



カラーブロックの作例

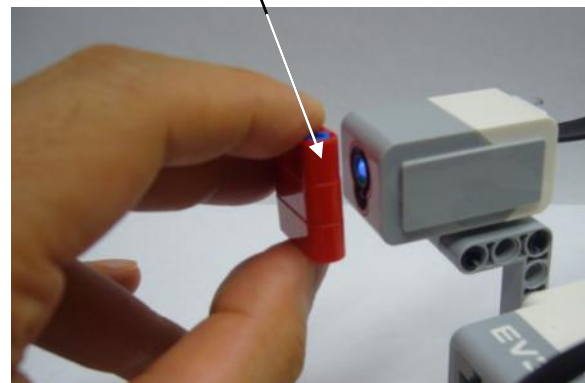


写真4 カラーブロックの計測例

カラーセンサーで計測する場合、計測対象をカラーセンサーから1～2cm離して計測すると安定して計測できます。それよりも遠すぎるとうまく計測できません。

カラーセンサーの反射モードで計測する場合、計測対象(床面など)から垂直に1～2cm離して計測できるようにセンサーを取り付ける(固定する)と安定して計測できます(写真5、6参照)。それよりも遠すぎたり、極度に傾いていたりすると、反射光をうまく受光することができずに安定して計測することができません。



写真5 カラーセンサー(反射モード)固定例

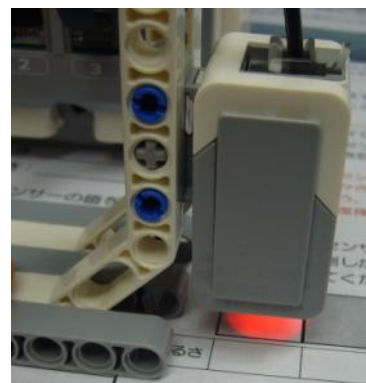


写真6 カラーセンサー(反射モード)計測例

カラーセンサーのモード変更画面



Port Viewでポート入力値を確認中に、真ん中ボタンを押すとセンサーのモード変更が可能になります(多数の計測モードが存在するセンサーの場合)。カラーセンサーの場合3つのモードがあるので、真ん中ボタンで変更して計測してください。

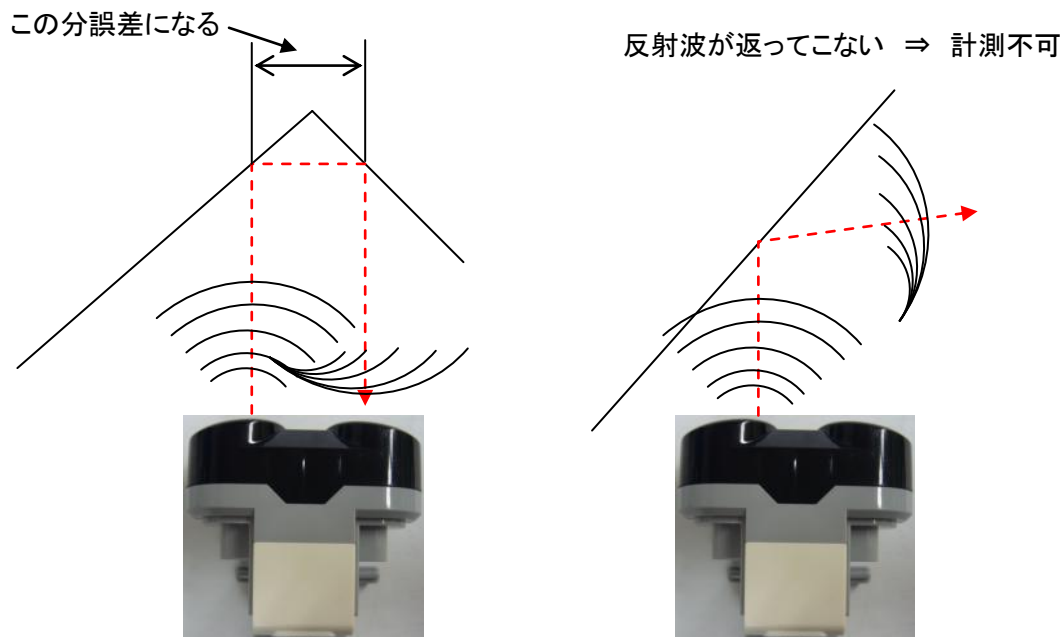
「COL-REFLECT」(反射モード)
「COL-AMBIENT」(環境光モード)
「COL-COLOR」(色モード)

【超音波センサーの取り付けと計測について】

超音波センサーで距離を計測する場合、センサーの取り付け方・固定方法などくに注意しなければならない点はありません。しかし、「超音波」の特性上、計測方法、計測対象物によっては誤差が大きくなる場合がありますので注意してください。

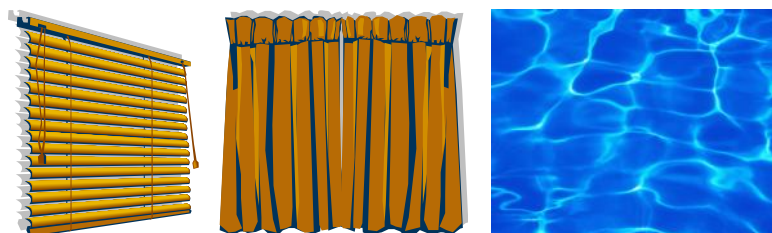
計測方法で誤差が生じる例

超音波距離センサーの原理は、センサーから超音波を発射して、対象物にあたり反射して帰ってくるまでの時間を計測して距離を計算するものです。つまり、うまく反射波を捕らえられなかったり、反射波の帰ってくるルートが実際とずれていたりすると誤差の原因になります。



計測対象で誤差が生じる例

超音波距離センサーの原理から、超音波を効率的に反射できない素材や形状の計測対象については、誤差が生じることがあります（「何かがある」という判断はできるが、正確な距離の計測値は違う可能性があるということ）。



表面がでこぼこしているブラインド（カメラのオートフォーカスも効きづらい）や、ひらひらとしている薄手のカーテンのような布、ゆらゆらと波打っているような水面（水自体、超音波を伝道してしまうため反射しにくい特性もある）などの素材や形状は正確な距離を計測しづらいものです。一方、木材やコンクリート、ブロックなどの平滑な壁、板や箱のような物は正確な距離を計測しやすい素材、形状と言えます。

いろいろな素材、形状の物に対する距離を超音波センサーと物差し（メジャー）で計測し比較してみるというのもよいでしょう。

超音波センサーの計測画面



「cm」単位での距離計測をします

NOTE



EV3ソフトウェア概要

教育版EV3ソフトウェア（以下EV3ソフト）は、米国National Instruments社のLabVIEWをベースとして開発された、LEGO® Mindstorms® EV3プログラム開発用ソフトウェアです。

1. EV3ソフトの起動画面 「Lobby」

EV3ソフトを起動すると、次のような画面が表示されます。この画面は、EV3ソフトの入り口（玄関）であり、LOBBY（ロビー）と呼ばれます。プログラミングの他、チュートリアル、ロボット組み立てガイド、ユーザーガイドなどのすべてのコンテンツにアクセスする基本画面となります。



左側から、「メインメニュー」、「サブメニュー」、「コンテンツ」と並び、順番に選択していくことで希望のコンテンツを開くことができます。

メインメニューは、次の5つのカテゴリーがあります。



クイックスタート

ユーザーガイド、各機能の紹介ビデオを見ることができます



モデル コアセット

基本セットで組み立てることのできるサンプルモデルのプロジェクトを開きます



ファイル

新規のプロジェクトを開いたり、既存のプロジェクトを開いたりします



モデル 拡張セット

拡張セットを組み合わせることのできるサンプルモデルのプロジェクトを開きます



ロボットエデュケーター

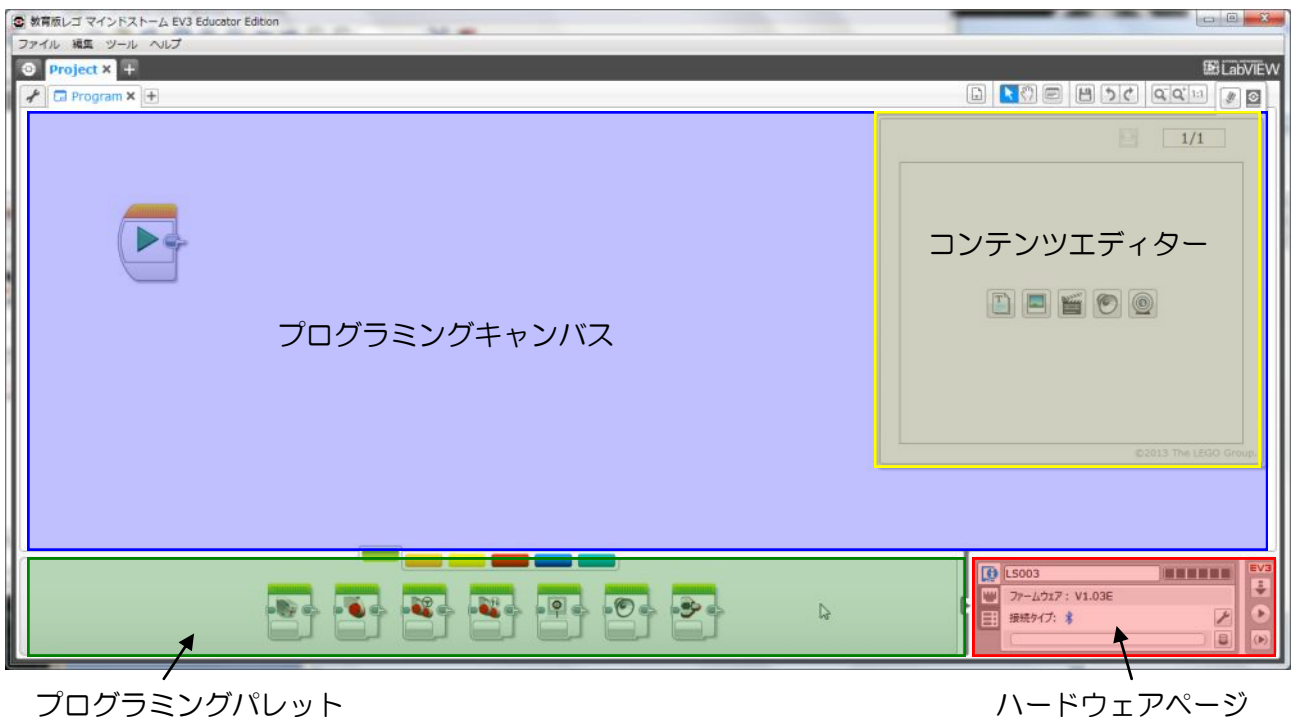
チュートリアルを開きます

2. プログラム作成画面

新しいEV3プログラムを作る場合は、次の手順でプログラム作成画面を開きます。



するとプログラム作成画面が開きます。
プログラム作成画面の主要部分の名称と役割を簡単に説明します。



- プログラミングキャンバス：ここにコマンドブロックを並べてプログラムを作ります
- プログラミングパレット：プログラムを作るためのコマンドブロックが置かれています
- ハードウェアページ：インテリジェントブロックの情報が表示されます
- コンテンツエディター：チュートリアルの内容が表示されたり、自分でプロジェクトについてのコンテンツを編集することができます。

プログラミングパレットは、タブで切り替えることができ、6つのカテゴリーでコマンドブロックが分類され置かれています。ここでは主要5カテゴリーのパレットを紹介します。

動作パレット



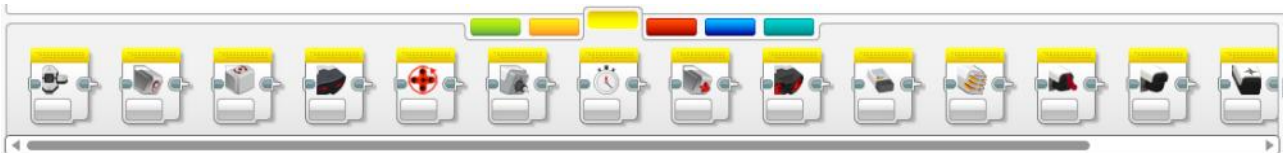
モーターを動作させるコマンドや、音、画面表示など出力系のコマンドブロックが置かれています

フロー制御パレット



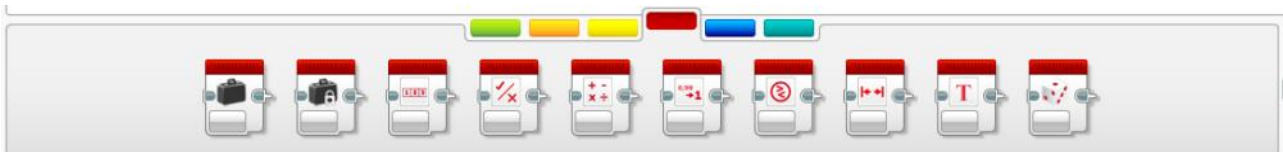
プログラムの流れをコントロールするためのコマンドブロックが置かれています

センサーパレット



センサーからの値を取得する入力系のコマンドブロックが置かれています

データ操作パレット



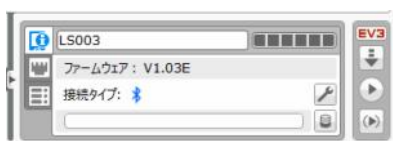
変数や各種演算などデータを操作するためのコマンドブロックが置かれています

拡張パレット



ファイル操作やBluetooth通信など拡張機能のコマンドブロックが置かれています

ハードウェアページは、左のアイコンで切り替えることができ、インテリジェントブロックについての3種類の情報を表示させることができます。



インテリジェントブロック情報
PCと接続中のインテリジェントブロックに関する情報を表示



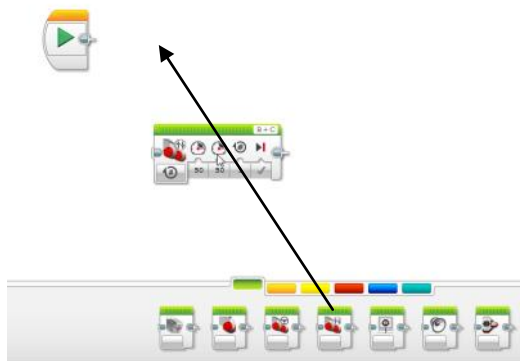
ポートビュー
各ポートに接続しているセンサーの値を表示



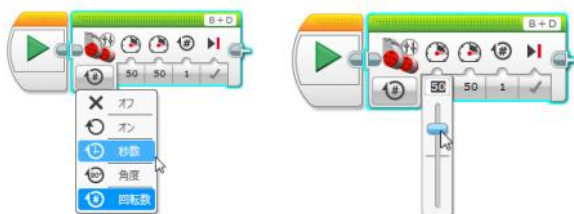
利用できるインテリジェントブロック
接続中および接続可能なインテリジェントブロックを表示

3. プログラム作成からダウンロードまでの手順

- i. プログラミングパレットからコマンドブロックをドラッグ&ドロップでキャンバスに置く



- ii. コマンドの設定をする



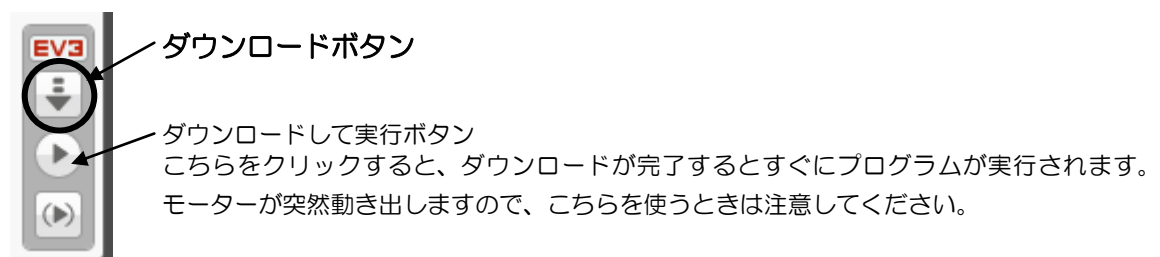
- iii. i. ~ ii. を繰り返して、プログラミングコマンドをつなげて並べプログラムを作る



- iv. EV3インテリジェントブロックの電源が入っていることを確認し、USBケーブルでPCと接続する（無線接続もできます）



- v. ハードウェアページで接続が確認できたら、ダウンロードボタンをクリックする



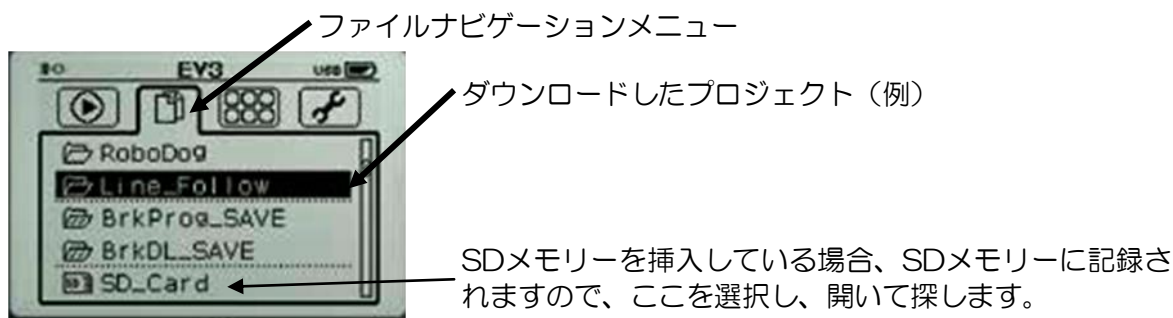
- vi. EV3から「ピポッ」と音がしたらダウンロード完了
USBケーブルを外し、本体ボタンを操作して実行するプログラムを選択して実行します

4. プログラムの実行と停止

EV3ソフトで作成したプログラムをインテリジェントブロックにダウンロードしたら、次の手順で、本体のボタンを操作してダウンロードされたプログラムを探し、実行します。

プログラムの実行手順

- i. ファイルナビゲーションメニューを選択
- ii. ダウンロードしたプログラムが含まれるプロジェクト名を探して選択（上下ボタンでカーソルを移動して反転表示させる）
プログラムはプロジェクト単位で本体に転送されプロジェクト名を付けたフォルダで管理されます。



- iii. プロジェクト名のフォルダを開く（真ん中ボタンを押す）
- iv. 実行したいプログラムを選択（上下ボタンでカーソルを移動して反転表示させる）
プロジェクトに含まれるファイル（プログラム、イメージ、サウンド）全てがダウンロードされ保存されているので、その中からプログラムを選びます。



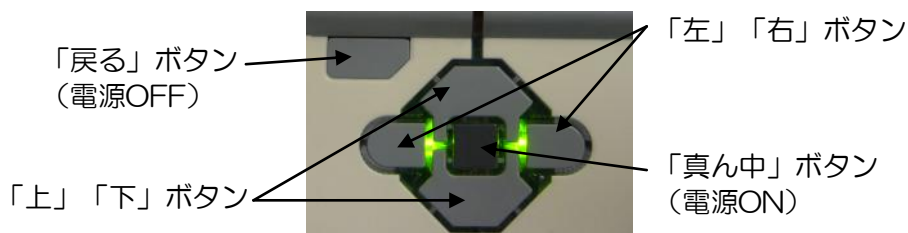
- v. プログラムを実行（真ん中ボタンを押す）

プログラムの停止（強制停止）

プログラムを途中で強制的に停止する場合は、戻るボタンを押します。

それでも止まらないような場合は、本体OSがフリーズしている可能性もありますのでリセットしてください。リセットの仕方は、「真ん中」+「左」+「戻る」を同時に押します。画面が消えたら「戻る」を離し、起動画面になったら全て離します。

EV3インテリジェントブロックボタン



NOTE



LEGO, the LEGO logo and MINDSTORMS are trademarks of the LEGO Group.
©2017 The LEGO Group and its licensors.
本書中の製品名およびブランド名は各社の商品及び登録商品です。
本書の内容を無断で複製使用することを禁じます。