文部科学省 平成26年度 東日本大震災からの復旧・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

| 1. 講座概要 | .3 |
|-------------------------------|-----------|
| 2. 教育版レゴ マインドストーム EV3 | .4 |
| 2.1. 教育版レゴ マインドストーム EV3 とは | .4 |
| 2.2. 教育版レゴ マインドストーム EV3 の仕様 | .7 |
| 2.3. 付属センサー・モーター | .8 |
| 2.3.1. カラーセンサー | .8 |
| 2.3.2. タッチセンサー | .8 |
| 2.3.3. 超音波センサー | .9 |
| 2.3.4. ジャイロセンサー | .9 |
| 2.3.5. L モーター・M モーター1 | 0 |
| 3. 教育版レゴ マインドストーム EV3 の使い方1 | 1 |
| 3.1.1. ロボットの組み立て1 | 1 |
| 3.1.2. プログラムの作成1 | 1 |
| 3.1.3. プログラムの転送1 | 2 |
| 3.1.4. 動かしてみる1 | 2 |
| 3.2. 教育版レゴ マインドストームの特徴1 | 3 |
| 4. 教育版 EV3 ソフトウェアを使ったプログラミング1 | 4 |
| 4.1. 3秒前進して止まる(プログラムの作り方)1 | 5 |
| 4.2. プログラミングブロックを並べる1 | 8 |
| 4.3. タッチセンサーを使う(ぶつかるまで前進)2 | 20 |
| 4.3.1. タッチセンサーを使ったプログラムの例2 | 21 |
| 4.4. カラーセンサーを使う(黒い線まで前進) | 22 |
| 4.4.1. カラーセンサーを使ったプログラムの例2 | 23 |
| 4.5. 超音波センサーを使う(壁まで前進)2 | 24 |
| 4.5.1. 超音波センサーを使ったプログラムの例 | 25 |
| 4.6. ジャイロセンサーを使う(90 度転回) | 26 |
| 4.6.1. ジャイロセンサーを使ったプログラムの例 | 27 |
| 5. ミニミニ競技会 | 28 |

目次

1. 講座概要

- 前提知識: 特になし
- 目的
 - ロボットやセンサー、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 イントロダクション:教育版レゴ マインドストーム EV3 とは 10:00 ロボット組立て

13:00 基本的なプログラム作成、タイマー制御、タッチセンサー カラーセンサー、超音波センサー、ジャイロセンサー 17:30 終了

- 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 終了

2. 教育版レゴ マインドストーム EV3

2.1. 教育版レゴ マインドストーム EV3 とは

教育版レゴ マインドストーム EV3 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、カラーセンサー、 タッチセンサー、超音波センサー等の入力と、モーター、ライトといった出力に、Bluetooth や Wi-Fi 通信機能を装備しています。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、シャフト等の複雑な部品もあり、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、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。



教育版レゴ マインドストーム EV3 基本セット

教育版レゴ マインドストーム EV3 基本セットの構成 ・ブロックパーツ 541 パーツ ・インテリジェントブロック EV3 1個 ・Lモーター 2個 ・M モーター 1個 ・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 ・USB ケーブル 1本 ・ケーブル (50cm:1本) / (25cm:4本) / (35cm:2本) ・リチャージブル DC バッテリー 1個

※充電用 DC アダプターは別売

2.2. 教育版レゴ マインドストーム EV3 の仕様

インテリジェントブロック EV3。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。



・メモリ 16MB Flash / 64MB RAM ・オペレーティングシステム ・ディスプレイ 178 x 128 pixels ・出力ポート 4つ ・入力ポート 4つ ・USB 通信速度 High Speed (480Mbit/s) • USB インターフェース EV3 同士の連結可能(最大4台) Wi-Fi 通信ドングル利用可能 ・SD カードスロット Micro SD カード 32GB までサポート ・スマートデバイス接続 iOS / Android / Windows ・ユーザーインターフェース 6ボタン/イルミネーション機能 ・プログラムサイズ (ライントレースの場合) 0.950KB ・センサー通信性能 1000 回/秒 ・データロギング 最大 1,000 サンプリング/秒 Bluetooth 通信 最大7台のスレーブと接続可能

・動力 リチャージブルバッテリー または、単3電池6本

2.3. 付属センサー・モーター

2.3.1. カラーセンサー

明るさや色を検出するセンサーです。反射光の強さモード、周辺の光の強さモード、色 モードの3種類のモードがあります。センサーの中にはランプ(フルカラーLED)とフ オトセンサーとマイコンが入っています。明るさや色を数値で検出します。



2.3.2. タッチセンサー

赤色の部分が動くようになっています。この赤色の部分が物にぶつかると押された状態 になり、何かにぶつかっているかどうかを知ることができます。オンとオフのスイッチと して使うこともできます。タッチセンサーが押されているときは「1」、押されていないと きは「0」を検出します。



2.3.3. 超音波センサー

物体との距離をセンチメートルまたはインチで計測することができます。超音波センサ ー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取得することで距離を計測し ます。



2.3.4. ジャイロセンサー

回転角度や角速度(回転の速度)を検出するセンサーです。ロボットの傾きを検出して、 倒立する様なロボットに活用されています。



2.3.5. L モーター・M モーター

高精度の回転センサーを内蔵しています。そのため EV3 の動きを正確に制御することが できます。モーター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。

Lモーターは、パワフルながらも、1[°]単位の精度でフィードバック可能な回転センサー を備えたモーターです。 内蔵された回転センサーにより、同じ速度で直進できるように他 のモーターと速度を合わせることができます。 また、外観はギアなどと組み合わせやすい デザインになっています。



M モーターは、低負荷・高速回転という特性を持っています。 また、精度の良い回転センサーを内蔵しているので、1[°]単位のフィードバックを取得し高精度の制御が可能になります。



3. 教育版レゴ マインドストーム EV3 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ーやセンサーを使ったり、装飾したりします。 センサーは入力ポートに、モーター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。センサーの情報をもとにモーター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、教育版 EV3 ソフトウェア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 EV3 にダウンロードしてロボットに記憶させます。EV3 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. 教育版レゴ マインドストームの特徴

教育版レゴ マインドストーム EV3 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、どこでつまずいてい るかといった「教育成果も見えやすく」なります。

例えば、黒い線をはずれないようにロボットを走らせるライント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、光センサーの入力によりモーター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ラインを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、センサー入力からモーター出力を、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になります。



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(センサーの数やモーターの数)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トレースする」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. 教育版 EV3 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。

教育版 EV3 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版レゴ マインドストーム EV3 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ーを使ったフィードバック制御、順次処理、繰返し処理、条件 分岐処理、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。



[教育版 EV3 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、プログラミングキャンバ スに移動させます。

プログラミングパレットには、動作パレット、フロー制御パレット、センサーパレット、 データ操作パレット、拡張パレット、マイブロックパレットがあり、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。

| 8 | 教育版レゴ マインドストーム EV3 Educator Edition | × |
|-----------------|-------------------------------------|----------|
| ファイル 編集 ツール ヘルプ | | |
| Project* × + | | LabVIEW. |
| 🖌 🗔 Program X 🛨 | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | -0-D |
| | TETETI | |
| | | |

◆プログラミングブロックをシーケンスプラグにつなげる

プログラミングブロックをシーケンスプラグに近づけるとグレーの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。

| S | 教育版レゴ マインドストーム | 8 | 教育版レゴ マインドストーム |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|
| ファイル 凝集 ツール ヘルプ | | ファイル 福美 ツール ヘルプ | |
| Program X | | C Program X + | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

「ステアリング」ブロックを使用して、指定の場所に置く

◆ブロックで設定を変える

プログラミングブロックの設定を変更します。プログラミングブロックによって、設定 できる項目は違います。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。



秒数を「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

EV3 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 EV3 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、EV3 から音が鳴ります。

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。 EV3 とコンピュータの接続が正しいか確認し、EV3 の電源が入っているか確認してください。

| ファイル、研究 ツール、ヘルプ | 教育版レゴ マインドストーム EV3 Educato | or Edition | |
|-------------------------------------|----------------------------|---|------------------|
| Project* × + | | | E LabVIEW |
| 📌 🗔 Program 🗙 🛨 | | | |
| | | | |
| | | ● EV3-1 ● マン-ムウエア: V1.06E ■ 細胞ウイア: U58 ● | |
| | | | |
| EV3-1 | | | |
| | | | |
| ファームウェア: | V1.06E | | |
| | | | ホダン |
| · 接続タイプ: US | В | Ju - | |
| | - | · | |
| | | | |
| | | | |

接続されているEV3の情報を表示

◆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、EV3 のボタンを操作して、ファイルナビ ゲーションタブ→「Project」→「program」を実行します。



EV3の画面に「MINDSTORMS program」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並べる

ブロックを並べることで、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、音ブロックをクリックし、プログラミングキャンバスに ブロックを移動させ、シーケンスプラグにつなげます。

「ファイルの再生」モードになっていることを確認して、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。

| 0 | 教育版レゴ マインドストーム EV3 Educator Edition | X |
|--|-------------------------------------|----------|
| ファイル 編集 ツール ヘルプ ③ Project * X + アロート Program X + | | |
| | | |
| | | |
| | | |



【2】3 秒前進させる

プログラミングパレットから、ステアリングブロックをクリックし、プログラミングキャンバスにブロックを移動させ、音ブロックの右側のシーケンスプラグにつなげます。

モーターのつながっているポートを設定して、秒数モードで3秒に設定します。ブレー キ方法が「真」になっていることも確認しましょう。







4.3. タッチセンサーを使う(ぶつかるまで前進)

待機ブロックのタッチセンサーモードを使用します。

- ① 「タッチセンサー>比較>状態」モードを選択します。
- ② タッチセンサー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。
- ③ タッチセンサーの動作を選択します。
 0:離れた を選択・・・タッチセンサーが離されるまで待ちます。
 1:押された を選択・・・タッチセンサーが押されるまで待ちます。
 2:バンプ を選択・・・タッチセンサーが押されてから離されるまで待ちます。



タッチセンサーの役割と特性を理解し、

プログラミングをする

4.3.1. タッチセンサーを使ったプログラムの例

タッチセンサーが押されたら「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ー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. カラーセンサーを使う(黒い線まで前進)

待機ブロックのカラーセンサーモードを使用します。

- ① 「カラーセンサー>比較>反射光の強さ」モードを選択します。
- ② カラーセンサー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 数値を設定します。初期値は50が設定されています。
- ④ 比較タイプを選択します。初期値は「4:<」が設定されています。



カラーセンサーの役割と特性を理解し、

プログラミングをする

4.4.1. カラーセンサーを使ったプログラムの例

カラーセンサーがセンサー値30より小さい値を読み取ったら止まります。







3番の入力ポートに接続されているカラーセンサーがセンサー 値 30よりも小さい値を読み取るまで待ちます。



モーターB、Cを停止させます。

4.5. 超音波センサーを使う(壁まで前進)

待機ブロックの超音波センサーモードを使用します。

- ① 「超音波センサー>比較>距離(cm)」モードを選択します。
- ② 超音波センサー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。
- ③ 数値を設定します。初期値は 50 が設定されています。
 cm 設定のときには 0~250、インチ設定のときには 0~100 の値を設定します。
- ④ 比較タイプを選択します。初期値は「4:<」が設定されています。



超音波センサーの役割と特性を理解し、

プログラミングをする

4.5.1. 超音波センサー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ーが 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. ジャイロセンサーを使う(90 度転回)

待機ブロックのジャイロセンサーモードを使用します。

- ① 「ジャイロセンサー>比較>角度」モードを選択します。
- ジャイロセンサー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。
- ③ 数値を設定します。初期値は90が設定されています。
- ④ 比較タイプ「0:=」を選択します。初期値は「4:<」が設定されています。



ジャイロセンサーの役割と特性を理解し、 プログラミングをする



4.6.1. ジャイロセンサーを使ったプログラムの例

右方向へ転回し、ジャイロセンサーが 90度を読み取ったら停止します。





2番の入力ポートに接続されているジャイロセンサーの値をリセットします。



モーターB、Cをパワー20で無限に右転回させます。



2番の入力ポートに接続されているジャイロセンサーが 90度を読み取るまで待ちます。



モーターB、Cを停止します。

5. ミニミニ競技会

競技ルールの把握

- 「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ーを使うこと。
 - ・ 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。



制約下でのソフトウェアによる問題解決

センサー・モーターをどのように制御し、要求を実現するか

平成 26 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・再生を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト

■推進協議会

| ◎ 佐藤 公一 | 東北電子専門学校 校長 |
|----------|---|
| 今野 幸信 | 東北電子専門学校 総務部 部長 |
| 與那嶺 尚弘 | 仙台高等専門学校 知能エレクトロニクス工学科 准教授 |
| 岩渕 喜悦 | 岩渕技術事務所(代表) |
| 町田 尚彦 | 宮城県黒川高等学校 教頭 |
| 木村 康弘 | 宮城県米谷工業高等学校 情報技術科 科長 |
| 白田 正樹 | 株式会社コー・ワークス システム開発事業部 |
| 渋谷 義博 | トライポッドワークス株式会社 先端技術開発部 部長 |
| 三方 雅仁 | 創造技研株式会社(代表取締役) |
| 羽曽部 恭美 | カストマシステム株式会社 エンベデソドシステムソリューション事業部 事業部長 |
| 須藤 敬行 | 宮城県経済商丁観光部 産業人材対策課 課長補佐 (研長) |
| 本圖 雅也 | 宮城県経済商工観光部 自動車産業振興室 技術支援班 主事 |
| 今井 和彦 | 宮城県震災復興・企画部 「「報産業振興室/ |
| | 産業技術総合センター機械電子情報技術部 情報技術開発班 |
| 吉岡 正勝 | 有限会社ザ・ライスマウンドマーケティングマネージャー |
| ■開発分科会 | |
| ◎ 坂藤 健 | 東北電子専門学校 組込みソフトエンジニア科 学科主任 |
| 高橋 敬 | 東北電子専門学校 CAD設計製図科 学科主任 |
| 阿保 隆徳 | 東北電子専門学校 デジタル家電科 学科主任 |
| 白田 正樹 | 株式会社コー・ワークス システム開発事業部 |
| 羽曽部 恭美 | カストマシステム株式会社 |
| | エンベデソドシステムソリューション事業部 事業部長 |
| 柴原 健次 | エキスパートプロモーション 代表 |
| 原田 賢一 | 有限会社ワイズマン 代表取締役 |
| 吉岡 正勝 | 有限会社ザ・ライスマウンド マーケティングマネージャー |
| ■講座運営分科会 | |
| ◎ 坂藤 健 | 東北電子専門学校 組込みソフトエンジニア科 学科主任 |
| 高橋 敬 | 東北電子専門学校 CAD設計製図科 学科主任 |
| 阿保隆德 | 東北電子専門学校「デジタル家電科」学科主任 |
| 小野寺 敬司 | 花壇自動車大学校 教頭 |
| 木村 康弘 | 宮城県米谷工業高等学校 情報技術科 科長 |
| 三方雅仁 | 創造技研株式会社(代表取締役 |
| 羽曽部 恭美 | カストマシステム株式会社 |
| | エンベデソドシステムソリューション事業部 事業部長 |
| 春木 賢仁 | 株式会社アフレル |
| 吉岡 正勝 | 有限会社ザ・ライスマウンド マーケティングマネージャー |

平成 26 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・再生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 27 年 2 月

東北の復興・再生を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト推進協議会

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

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。