

テーマ

【ロボットを活用した計測・制御のプログラミングによる問題の解決】

目的

ロボットを活用して、計測・制御システムの仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグなどができる。また、問題を見いだして課題を設定し、入出力されるデータの流れを元に計測・制御システムを構想して情報処理の手順を具体化するとともに、制作の過程や結果の評価、改善及び修正について考え、設定した課題を解決する。その上で、内容「D情報の技術」の「(3) 計測・制御のプログラミングによる問題の解決」についての授業設計ができる。

-
- STEP1 (講義) の目的：ロボットを活用して、プログラミングと計測・制御システムの仕組みを理解する。
 - STEP2 (演習) の目的：同一の問題に対する複数のやり方(課題)に着目し、ビジュアル型プログラミング言語を活用して実践的・体験的に課題を解決する活動を通して、D(3)の指導についての理解を深める。
 - STEP3 (演習) の目的：身近な生活の中から問題を見だし課題を設定し、ロボットを活用して解決するとともに、この経験を元に、授業でのロボットの活用方法を検討する。
-

研修概要と使用教材

1. 研修概要

本研修では、ロボット型の教材を取り上げ、基本的な知識と技能を習得するとともに、計測・制御のプログラミングによる問題の解決について実践的・体験的に学び、それらを用いた授業設計のための基本的な知見を身に付ける。ここでは、ロボットを活用してプログラミングと計測・制御システムの仕組みを理解する。ロボット型の教材は、形状を変更できるブロック型のものを用いることで、見いだした問題に対して、設定された複数の課題解決の学習が可能となる。また、ハードウェアとソフトウェアについての改善方法を組み合わせることにより、内容の取り扱い(6)のウに示された「統合的な問題」の解決にも対応できるものである。

2. 使用する教材

・ロボット型プログラミング教材

これらは、ブロックなどで形状を変更することができ、ハードウェアの工夫とソフトウェアの活用（プログラミング）で、内容の取り扱い(6)のウに示された「統合的な問題」の学習にも対応できる。

【ハードウェア】

・コンピュータ内蔵型ブロック

コンピュータが内蔵されている部品で、ロボットの頭脳の役割を果たしている。リチャージブルバッテリーで動作し、このブロックに、コンピュータで作成したプログラムを転送してロボットを動作させる。

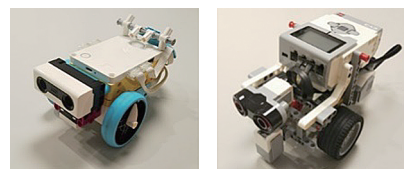


写真1 走行用ロボット

・カラーセンサ

明るさや色を検出する部品で、反射光の強さや色を読み取ることができる。センサの中には、フルカラーLEDとフォトセンサが組み込まれており、これらをマイコンで制御することで、明るさや色を数値として捉えることができる。



写真2 カラーセンサ

・距離センサ

物体との距離をセンチメートル単位で測定することができる。距離センサ（超音波）が物体へ放った超音波が、物体から、反射して戻ってくる時間を計測することで、距離を測定する。設定によって、インチで測定することもできる。



写真3 距離センサ

・モータ

モータ機能だけではなく、高精度の回転センサを内蔵しているため、回転角度まで正確に制御することができる。

回転した角度もコンピュータへ返すことができる。

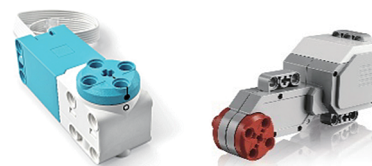


写真4 モータ

【ソフトウェア】

ロボットを制御するプログラミング言語には様々あるが、本稿では2種類のビジュアル型プログラミング言語について説明する。

- ・Scratch型プログラミング言語は、上から下へと縦にブロックをつなげていくタイプで、日本語でコマンドの説明がなされている(図1)。
- ・ブロック型プログラミング言語は、横にブロックをつなげていくタイプ(図2)で、プログラムの流れを考え、アイコンにパラメータを設定しながらプログラムを作成するものである。



図1 Scratch型プログラミング言語



図2 ブロック型プログラミング言語

内 容

【STEP1 講義と演習】

ロボットを活用して、プログラミングと計測・制御システムの仕組みを理解する。

(1) 研修のポイント

実際にロボットを動かしてみることで、利用するハードウェアとソフトウェアの特徴や、日常生活で使われている計測・制御システムとの関係を理解するようにする。

(2) 指導すべき知識

1. 利用するハードウェアとソフトウェアの特性を理解する。
2. 日常生活の中で使われている製品に含まれているコンピュータについて考える。
3. コンピュータで計測・制御するためには、データの入力や出力するためのポートなどが必要であり、それぞれのポートには、適切なセンサやモータが接続されていることを理解する。
4. 取扱うロボットプログラミング教材の入力ポート、出力ポートを確認するとともに、それらに接続する機器を選択する。
5. どのポートに、何がつながっているのかを確認することは、ソフトウェアを作成する時にも重要であること（ポート番号）を理解する。
6. 各種ハードウェアの構成を理解した後は、ソフトウェアを使って、目的の動作を行うために、プログラムを作成する。動作をアルゴリズムとして捉えることを理解する。
7. プログラムの構成要素は、「順次処理」、「反復処理」、「分岐処理」の3つであることを理解する。これらを組み合わせて目的の動作をフローチャートやアクティビティ図で書き示した後に、プログラムを作成する。

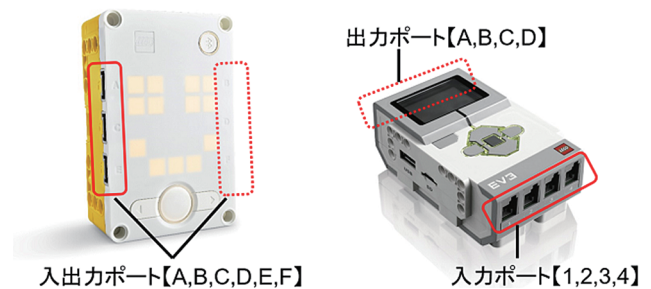


写真5 ロボット型教材のコンピュータ

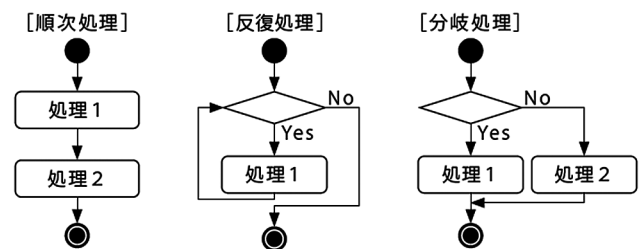
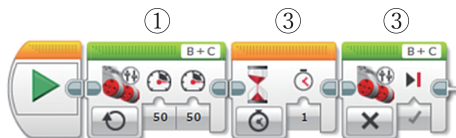
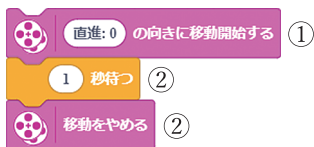


図3 プログラムの構成要素

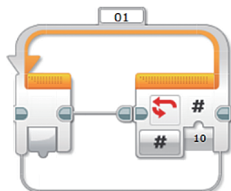
(1) 「順次処理」, 「反復処理」, 「分岐処理」を行うプログラムアイコンの意味を理解する。

「順次処理」



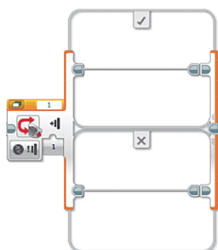
- ① 駆動モータを前進させる
- ② 1 秒待つ
- ③ 移動をやめる

「反復処理」



間に囲んだ処理を 10 回繰り返す。回数や秒数のくり返し指定ができる

「分岐処理」



センサなどの条件によって処理を二つに分ける

図4 プログラムアイコンの意味

簡単な基本プログラムを作成して動作・確認することを通して、プログラムの動き（アイコンの役割）とロボットの動きとの関連に着目し、それぞれのアイコンの意味や特徴を理解する。

下記に、基本プログラムの例を示し、各種アイコンの役割を解説（作成して動作を確認）する。

例1 「順次処理」を使う例：3秒前進して止まるプログラム



- ① プログラムのスタート
- ② モーターポートの設定
- ③ ロボットの進む方向の設定（直進）
- ④ 動作を3秒待つ（3秒間モーターが回転する）
- ⑤ モーターの動作を止める

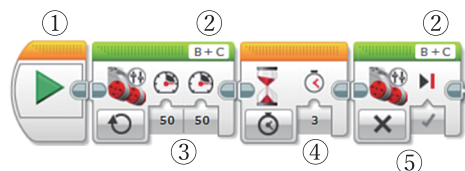


図5 順次処理の例

例2 「反復処理」を使う例：ジグザグに走行するプログラム



- ① プログラムのスタート
- ② モータポートの設定
- ③ 繰り返す（ずっと繰り返す）
- ④ ロボットの進む方向の設定（右に曲がる）
- ⑤ 動作を1秒待つ（1秒間モータが回転する）
- ⑥ ロボットの進む方向の設定（左に曲がる）
- ⑦ 動作を1秒待つ（1秒間モータが回転する）

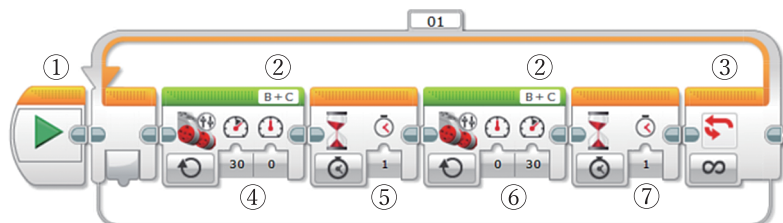


図6 反復処理の例

例3 「分岐処理」を使う例：赤は止まり，赤以外は進むプログラム



- ① プログラムのスタート
- ② モータポートの設定
- ③ カラーセンサの値が赤であることを判断
- ④ モータの動作を止める
- ⑤ 赤でないことを判断
- ⑥ 方向の設定（直進）
- ⑦ 動作を1秒待つ
- ⑧ 動作を止める

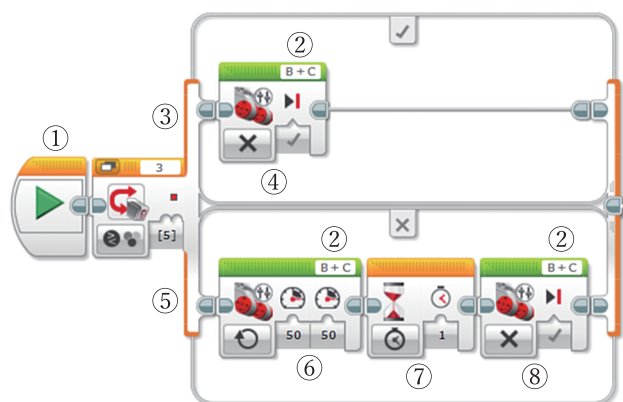


図7 分岐処理の例

【STEP2 演習】

同一の問題に対する複数のやり方（課題）に着目し、ビジュアル型プログラミング言語を活用して実践的・体験的に課題を解決する活動を通して、D(3)の指導についての理解を深める。

(1) 研修のポイント

一つの問題に対する解決策は一つではないことを踏まえ、他者の活動や発表から、多様な考え方を学び取るようにする。

(2) 指導すべき知識

1. 設定された課題に対して、様々なアプローチを考え、プログラムを作成する。
2. 最初の段階では、試行錯誤的に課題を解決させ、次に見通しを持ったプログラムを作成する。また、見やすく改善しやすいプログラムについても理解する。
3. できあがったプログラムの作成意図を共有化して、それぞれの考えを理解する。発表し合うことで、一つの問題に対して、複数の解決方法があることを学び合う。

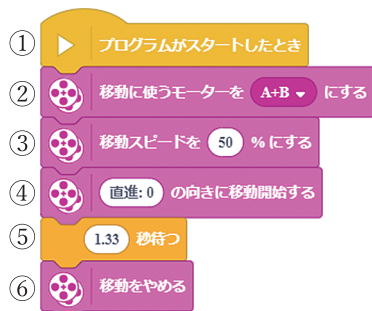
(3) 演習

ロボットを 30cm 移動させるプログラムを複数考える。

例 1 時間（秒数）設定で 30 cm 動かすためのプログラム（レベル 1）

ある一定のスピードで、ある時間だけ動かした時の距離を測定し、その測定結果を元に 30 cm 動かすための、スピードや、時間を試行錯誤的に変更し課題を解決する。距離は、スピード×時間であるという概念も体験的に理解できる。

・時間を調整して 30 cm 動かすためのプログラム



- ① プログラムのスタート
- ② モータポートの設定
- ③ モータを動かすスピードを設定
- ④ ロボットの進む方向の設定（直進）
- ⑤ 動作を〇秒待つ（30 cm 動かすための秒数を設定）
- ⑥ モータの動作を止める

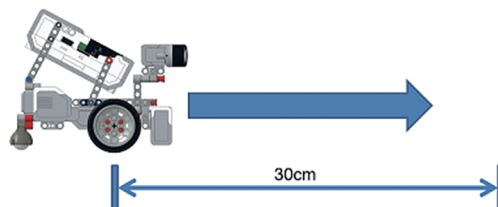


図8 30 cm 進むロボットのイメージ

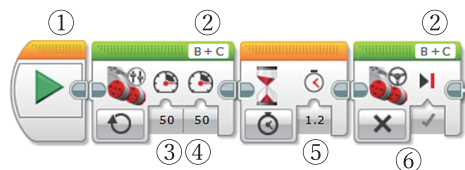


図9 時間設定で 30 cm 動かすためのプログラム例

例2 移動距離の計算を使う (レベル2)

タイヤの直径から、タイヤを1回転させた時に進む距離を計算し、30 cm 動かすためには、タイヤを何回転させればよいかを計算で求めた上で、プログラムを作成する。一定の見通しを持ったプログラムが作成できる。

タイヤのまわりの長さ

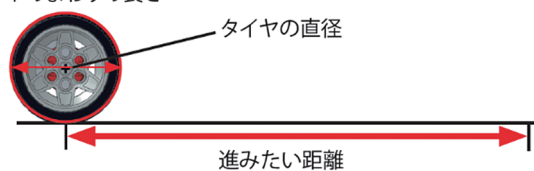


図10 タイヤの直径と進みたい距離

・回転数を利用して 30 cm 動かすためのプログラム



- ① プログラムのスタート
- ② モーターポートの設定
- ③ モーターを動かすスピードを設定
- ④ タイヤの直径から計算したタイヤの回転数を設定
- ⑤ モーターの動作を止める

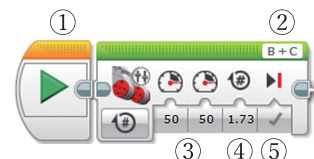


図11 タイヤの回転数で 30 cm 動かすためのプログラム例

例3 プログラムの中で、走行距離を計算する (レベル3)

目標の距離を走行するために、計算自体をプログラムの中で行い、目標距離やタイヤの直径を設定することで、目標距離やタイヤの大きさの変化にも対応できる、再利用性の高いプログラムを作成する。

・距離やタイヤの大きさに対応して 30 cm 動かすためのプログラム



- ① プログラムのスタート
- ② モーターポートの設定
- ③ モーターを動かすスピードを設定
- ④ プログラムの中で、走行したい距離と、タイヤの直径、円周率から、タイヤの回転数を計算してモーターを動作させる
- ⑤ モーターの動作を止める

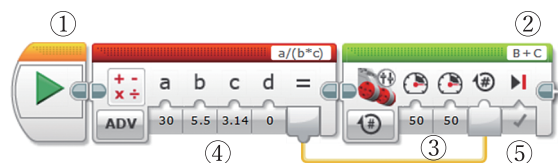


図12 距離やタイヤの大きさに対応して 30 cm 動かすためのプログラム例

【STEP3 演習】

身近な生活の中から問題を見だし課題を設定し、ロボットを活用して解決するとともに、この経験を元に、授業でのロボットの活用方法を検討する。

(1) 研修のポイント

身近な生活の中にある問題を見だし、課題を設定し、STEP1, STEP2 で学んだ知識と技能を活用して解決するようにする。

(2) 演習 1

ある範囲のゴミを効率よく収集する自動掃除ロボットを開発する。

条件を学習のレベルに合わせて設定する。ここでは、ある範囲内（黒い枠の中）を掃除する範囲と設定し、「その中をどのように動き回るのか」、「どのようにすると効率良くゴミを集めることができるのか」を考え、ハードウェアとともに効率の良いプログラムを考える。

1. ごみに見立てたクリップをまいた走行環境を提示する。
2. クリップを集めるための磁石をロボットのどこに装着するかを考える。
3. 自動掃除するためには、どのようなセンサの組み合わせが必要か考える。
4. どのような動きをすればよいか考え、フローチャートやアクティビティ図に示す。
5. ロボットを組み立て、プログラムを作成する。
6. 実際に動かして、プログラムを改良する。
7. 各自のプログラムの特徴や工夫点を共有化する。

– 部屋の中にちらかったクリップをあつめましょう。

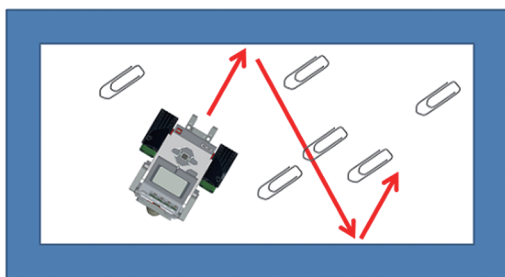


図 13 自動掃除ロボットのイメージ

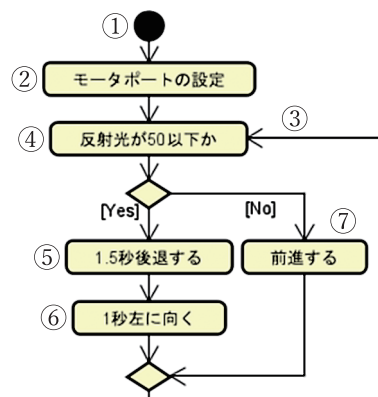


図 14 自動掃除ロボットのアクティビティ図



図 15 プログラム例 1

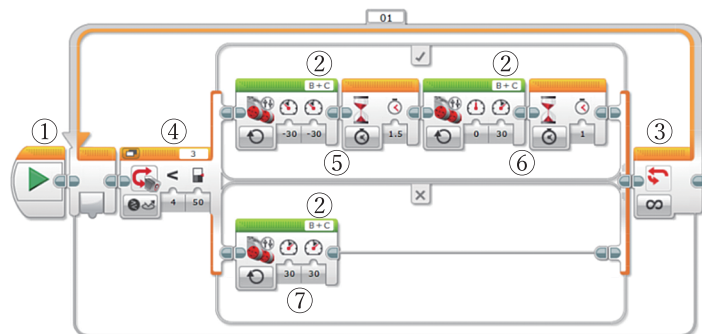


図 16 プログラム例 2

- ① プログラムのスタート
- ② モータポートの設定
- ③ 繰り返す（ずっと繰り返す）
- ④ カラーセンサの反射光が 50 以下を判断
- ⑤ 1.5 秒後退する
- ⑥ 1 秒左に向く
- ⑦ 前進する

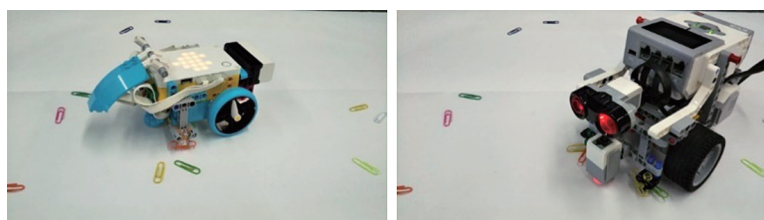


写真 6 動作時のロボットの様子

この活動ではセンサからの入力信号をどのように扱うか、ロボットの動きを「順次処理」、「分岐処理」、「反復処理」の 3つの構成要素に論理的に分解し、それらをどのように組み合わせるか考えることでよりよいプログラムを制作できるなど、STEP1 や STEP2 の内容を生かした演習となっている。

また、このように実際に問題を見だし課題を設定し解決する経験は、指導した生徒がどのように資質・能力を身に付けたかを評価するための評価規準の設定等にも生かすことができる。

D(3) を、第 3 学年で取り上げる場合は、これまでの学習を踏まえた「統合的な問題」について扱うことが求められている。ロボット型教材を活用することで、それらが比較的容易に実現できる。ここでは、紙面の関係で自動掃除ロボットを示したが、「ぶつからない車」、「植物工場」、「ゴミの選別装置」、「自動販売機」などの事例も考えられる。

今回示したプログラミング言語は、プログラムの流れを感覚的に捉えやすいことから簡単なプログラムは容易に制作できる。ただし、技術分野ではある程度複雑な事柄を課題として設定することが考えられるので、アルゴリズムをしっかりと考え、フローチャートやアクティビティ図に表現しながら、グループでの意見交換を促し、「技術による問題の解決」に取り組ませることが大切である。

また、設定した問題に対する回答は一つではないことを実践的・体験的に学習するとともに、よりよいプログラムを作るためには、どのような工夫が必要かを気付かせる指導も大切である。そのためには、単純な課題から複雑な課題へ、また、試行錯誤的な課題の解決から、見通しを持った課題の解決へと、生徒の実態等に応じた指導を検討することが大切である。

参
考
文
献

- 1) 文部科学省：中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説技術・家庭編，
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387018_009.pdf
- 2) 木村真人，山本利一，鈴木航平，軽部禎文：技術による統合的な問題解決を支援する「情報の技術」の指導過程の提案，埼玉大学紀要教育学部，Vol.69，No.1，pp.381-390（2020 年）
- 3) 中村 茉耶，山本 利一，軽部 禎文：LEGO MINDSTORMS EV3 と Python を用いた機械学習に関する教員研修と評価，日本産業技術教育学会誌，Vol.62，No.3，pp.277-285（2020 年）
- 4) 山本利一：レゴエディケーション SPIKE プライム 計測制御による問題解決（教師用授業ガイド），アフレル，pp.3-54（2020 年）
- 5) Masanao Satoh / Toshikazu Yamamoto, The suggestion of the plant factory model using MINDSTORMS EV3, Proceedings of 7th INTERNATIONAL SYMPOSIUM of World Robot Olympiad 2014 in Russia, pp.7-12（2014 年）

資
料

- 1) 中学校技術・家庭（技術分野）D(3) プログラムによる計測制御学習指導案（マインドストーム EV3 編），<https://legoschool.jp/mindstorms/img/guidance/guidance01.pdf>
- 2) 授業でそのまま使える授業案ダウンロードサイト：中学校技術・家庭（技術分野），
<https://legoedu.jp/lessonplan/?cat=2>