

アルゴリズム的思考による計測・制御と問題解決学習

台車型ロボット Beauto Racer を使った授業実践

大阪府立東百舌鳥高等学校・稲川 孝司

1. はじめに

プログラム言語を学習して文法を理解し、例題や問題を解きながら基本的なプログラムが書けるようになるまでには多くの時間が必要である。さらに外部とのやりとりを行う計測や制御が可能なプログラムを作成できるようになるには、ハードウェアの学習も含めてより多くの時間が必要になる。

そのため、計測と制御の分野においては、単元の学習の必要性は理解できても、多くの学校では実際の制御までは時間の制約があり実習できていないのが現状である。実際、CECの平成20年度「高等学校における情報教育の実態に関する調査」^①によれば、コンピュータによる計測制御を教えている学校は普通科・総合学科で3.2%、全体で4.7%である。

新しい学習指導要領解説の「情報の科学」においては、「コンピュータやソフトウェアの操作方法の習得やプログラミング言語の記法の習得などが主目的にならないように留意し、ソフトウェアや処理手順の自動実行の原理を科学的に理解し、これらを必要に応じて活用できる能力の育成と活用方法の習得に重点を置くことが必要である。」^②となっており、プログラムに深入りしないよう記述されている。

今回、問題解決学習の単元において、ロボット教材を使って動作の手順を考えフローチャートで表現する授業を実施した。教材はプログラムまで深入りせずにフローチャート通りに動くので、アルゴリズムを考えて順次・繰り返し・条件分岐のフローチャートを記述するだけで計測と制御ができた。その結果、短時間で論理的思考力を向上させるツールになり、コースを考え自力で解く過程が問題解決学習につながった。

2. 教材の特徴

利用した教材はヴィンストン社製の台車型ロボットBeauto Racer(図1)とそのソフトウェアである。この台車型ロボットは、USB端子を持ち、パソコンと接続すると標準のデバイスとして認識されるため、特別のドライバーソフトのインストール作業が不要である。またソフトウェア自身もインストール作業が不要で、ファイルをコピーするだけで使うことがで

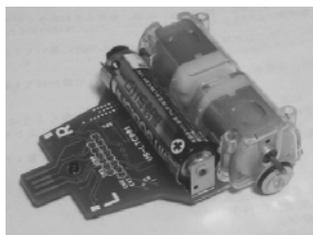


図1 台車型ロボット

きる。そのため、インストールが制限されていたりシン・クライアント環境になっていたりする学校においても使うことができるのが特徴である。そして、ソフトウェアが無償で入手でき、その中にシミュレータが入っているので、シミュレータを使った計測制御の授業を行うことも可能である。

ソフトウェアは「アクション・ブロック」というGUIを持っていて動作のアルゴリズムを考え、フローチャートに書くとプログラムが完成する。そして、シミュレータボタンを押すとそのプログラム通りに画面上を動く。またプログラムをロボットに書き込んでケーブルを外すと、スタンドアロンのコンピュータとしてプログラム通りに動く。

ロボット本体は、部品数も少なく10分程度で簡単に組立ができ、手の平に乗る大きさで机上のコースを走らせることができる。センサーを標準で左右に2個搭載しており、白黒の濃淡の違いをアナログ値で計測して、2個のモータを制御してライントレースができる。また、安価で一人1台での授業が可能である。

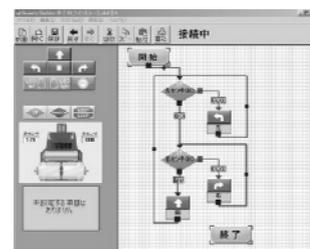


図2 プログラム例

3. 授業について

単元：問題解決学習

目標：問題解決の手順をアルゴリズムで表現するために必要な基本的な知識と技能を習得させ、順次・繰り返し・条件分岐の構造を理解してフローチャートを作成し、シミュレータを使ってロボットを動かす

方法：講義で知識を詰め込むのではなく、台車型ロボットのシミュレータ機能を使って、実習を通じて体験的に理解させる

3.1 順次型処理

はじめに順次型の簡単な例題を提示し、ソフトウェアの動かし方とシミュレーションの方法などの操作について学習させた。そして、コース1(図3)の、スタ

コース1のスクリーンショットには、スタートからゴールに向かうプログラムが実行中であることが示されています。画面には「ゴール」と「進入禁止エリア」の表示があります。また、タイム表示が0:00.000と9:59.999と表示されています。



図3 L字型コース

ートからゴールまで移動するフローチャートを作成させながら、JIS 規格で定まっている記号や線の意味を理解させ、前進時間・回転時間などを調整させてコースを完走する課題を学習させた。この課題の問題点は、前進を何秒に設定するのかと 90 度回転するには何秒に設定するのかを見つけ出すことである。このとき役立つのが、問題解決学習の P-D-C-A サイクルである。

3.2 繰り返し型処理

次に、図 4 のコース 2 を 1 周する順次型のフローチャートを作らせた。その際、前進 右回転 前進 右回転 前進 右回転 前進 右回転 という流れを線でブロックを結んでいくときに、プログラムがわかりやすいように、できるだけブロックを整理して置くよう指示した(図 5 左)。



図 4 一周コース

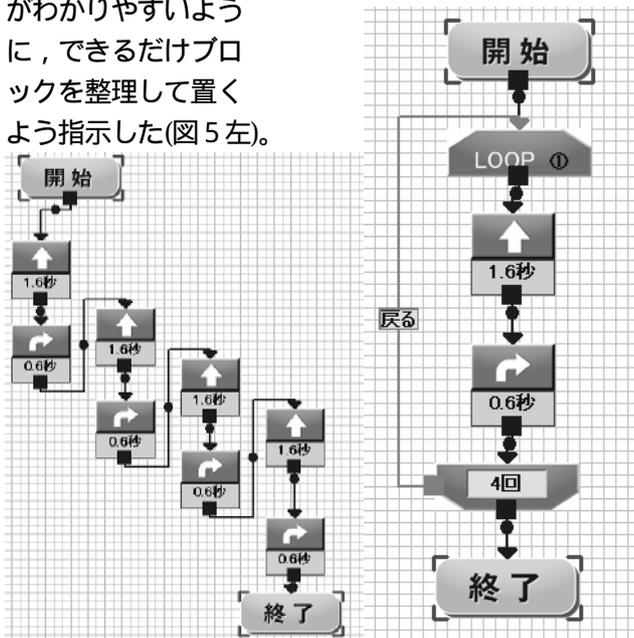


図 5 順次処理型(左)とその繰り返し型(右)

そして、繰り返し型のフローチャートの書き方を説明して、同じ手順が簡単に表現できることと繰り返す数を変更するだけでコースを 2 周・3 周できることを示した(図 5 右)。

3.3 条件分岐型処理

問題を解決するにあたり、手順を順に実行するだけで良いということは少なく、実際には様々な状況に応じて必要な処理を行うことが多い。

そこで、赤外線センサーの値によってモータを制御して黒い線で描かれた楕円上を動くラインレースをする課題(図 6)を考えさせ、条件分岐の考え方とその表現方法について学習させた。この問題は、左センサーが白か黒かを調べ、白ならまっすぐ進み、黒なら

少しだけ左へ回転するアルゴリズムで解決できる。それをフローチャートで表し(図 7)、台車型ロボットが動くためにソフトウェア上で書いたものが図 8 の条件分岐プログラム例である。

ここでは、構造化プログラミングの手法を用いて、条件分岐を無限ループで挟んでいる。



図 6 左回りコース

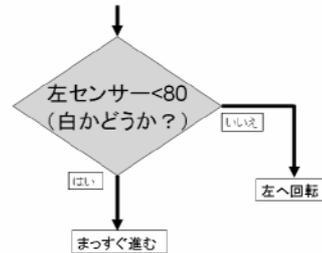


図 7 左回りの条件分岐

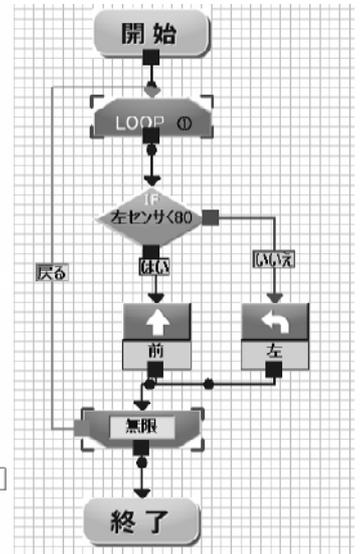


図 8 条件分岐プログラム

4. 結果・考察

ロボット教材を使った問題解決学習の手順を考え、それを順次・繰り返し・条件分岐の 3 つのフローチャートで表す授業を実施した。ロボットを実際に動かすことで、考えたアルゴリズムやフローチャートの間違いに気づき、自分で修正することができた。このことから、問題解決学習の手順であるアルゴリズムを考え、フローチャートの正しさをチェックしながら、2 巡目の P-D-C-A サイクルを実施する過程で、論理的な思考がさらに深まることがわかった。

この教材は、プログラム言語を記述せずにフローチャートのままロボットを動かすことができるため、短時間でアルゴリズムと順次・繰り返し・条件分岐のフローチャートの関係、ならびに計測・制御の概念が理解できる。また、無償で入手できるソフトウェアは、実機とシミュレータが同様に動き、実機がなくてもシミュレータ上だけでも効果的な学習ができる。

参考文献

1. CEC, 平成 20 年度「高等学校における情報教育の実態に関する調査」,
http://www.cec.or.jp/hsjoho/h21hsjoho_index.html
2. 文部科学省, 高等学校学習指導要領解説 情報編
3. 稲川孝司, 台車型ロボットによる問題解決学習, 日本文教出版, ICT・Education, No.43, pp21-25