
群 教 せ	G08 - 02
	平 14.208 集

ロボットの動きで実感できる！ プログラミングの新しい学び方

主題 プログラミングの基礎が学べる
ROBOLABを活用した実習指導の工夫
- 段階的なロボット制御学習を通して -



特別研究員 入内島 雅明（群馬県立高崎工業高等学校）

研究の概要 工業高校の情報技術科におけるロボット制御実習において、ロボット制御とプログラミングの基礎的な能力を身につけるために ROBOLAB を活用した実習指導の工夫をした。シンプルカーを題材にした競技的課題、アルゴリズムの基本構造学習、さらに創作課題としてオリジナルロボットの製作を段階的に学習できるように工夫したものである。

キーワード 【工業 職業教育 ロボット制御 プログラミング 課題解決学習】

I これからの情報技術教育に必要な学習を目指して

なぜROBOLABなのか

情報技術（IT）の進歩に伴い、技術・知識を教えると共に創造性、考える力を育成することも工業教育に必要なものとなっている。しかしながら、本校情報技術科に入学してくる生徒の多くがコンピュータには興味はあるが、ものづくりに対する経験やプログラムなど自分の頭で考えようとする意欲が非常に乏しいようである。そこで、そのための一方策として市販のロボットキット（以下ROBOLABとする）を活用してロボット実習を実施することにした。このロボットキットは、レゴ・ブロックとパソコンを組み合わせ、ロボットの動きを自由にプログラミングでき、欧米の学校では、IT教育や創造性・問題解決能力を高める教材として広く使われている。利点としては、ロボット製作が容易であること、プログラミングが直感的にできることなどがあげられる。

ROBOLABの利点を生かしながら、段階的に課題を設定し、学習が進められるよう実習指導の工夫をした。それにより、知的好奇心を呼び起こし目的意識を持たせながら実習ができればロボット制御とプログラミングの基礎的な能力が身につく次学年でのプログラミングや制御の学習に意欲を持たせられると考えた。

ROBOLABを活用した実習指導

従来のプログラミング学習の課題

本校情報技術科では、「プログラミング技術」を2年間で5単位習得する。現在この授業では、C言語の学習が行われている。また、1学年の「情報技術基礎」の授業ではBASICを2単

えをプログラムとして工夫できることを実感する。

【応用】

- (4) アルゴリズムの基本を知り、応用的なプログラムを組むための方法を知る。
- (5) プログラミングの知識・技術を身につけていく上で最も大切な考え方を、ロボットの制御を通して学ぶ。

【発展】

- (5') さらに高度なプログラミング手法を学びたい生徒が選択し、理解を深める。

【総合】

- (6) 学習した内容を生徒自身が消化し、自分なりの発想で工夫する。
- (7) 身についた力をもとに、さらに学習しようとする関心、意欲、態度を身につける。
- (8) 学習した内容を生徒自身が消化し、自分なりの発想で表現する。
- (9) 自分たちの作品で工夫したことや、身につけた知識、技術を共有する。

学習項目について

学習内容として、「導入(シンプルカーの作成)」、「基本(Pilot 段階)」、「応用(Inventor 段階)」、「発展(VisualBasic プログラミング)」、「総合(オリジナル作品の製作)」という5つの学習項目を設定した。

「導入(シンプルカーの作成)」：シンプルカーのモデルをもとにして、ロボットを動かすためには何が必要なのか、制御における学習に興味を持って取り組めるようにする。

「基本(Pilot 段階)」：どうすれば上手にシンプルカーを動かせるのかについて競技的要素を取り入れながら学習をする。(Pilot 段階とは、ROBOLABソフトウェアの初級レベル)

「応用(Inventor 段階)」：プログラミングの基本となる流れ図を意識させながらアルゴリズムの学習をする。(Inventor 段階とは、ROBOLABソフトウェアの上級レベル)

「発展(VisualBasic プログラミング)」：アルゴリズムを実際のプログラム言語を用いて記述してみる。

「総合(オリジナル作品の製作)」：創作的要素を取り入れた課題としてオリジナル作品の製作を行い、生徒の発想をロボットの形とプログラムで表現する。

授業実践

- (1) 題材名 「ROBOLABによるロボット実習」
- (2) 期間 平成14年9月～10月
- (3) 対象 高崎工業高等学校情報技術科1年(10名)
- (4) 目標 ROBOLABのロボット製作と制御を通して、プログラミングの基礎的な能力を身につけるとともに、各学習段階の課題に応じてロボットの形状を工夫したり制御のプログラムを作成する。
- (5) 評価規準
 - ロボットの製作に興味を持ち、基本アルゴリズムを組み合わせて、プログラムを進んで組もうとしている。
 - (関心・意欲・態度)
各段階の課題を解決するためにロボットの形状やプログラムを考えている。
 - (思考・判断)
課題を解決するためのロボット製作と、その制御プログラムを組むことができる。
 - (技能・表現)

ロボットの製作方法と制御をするためのプログラムのつくり方を理解している。
 (知識・理解)

(6) 実践経過(3時間×5週)全15時間

週	学習項目	学習内容	評価基準
1	シンプルカーの組立 (内蔵プログラム)	<ul style="list-style-type: none"> ・レゴブロックの各パーツの特徴及び作成手順を説明する。 ・内蔵プログラムで動作を確認する。 	ROBOLABに興味を持ち、ロボットが動く仕組みを理解しようとしている。 (関心・意欲・態度)
2	プログラミングの学習1 (Pilot段階)	<ul style="list-style-type: none"> ・RCXとパソコンを対比させながら入出力の関係を説明する。 ・Pilot段階のプログラムでロボットの動作を確認する。 ・シンプルカーを改造し、カーレースに取り組む。 	ロボットの製作方法と制御の仕方を理解している。 (知識・理解) カーレースの課題を解決するために主体的にプログラムを考えている。 (思考・判断)
3	プログラミングの学習2 (Inventor段階)	<ul style="list-style-type: none"> ・Inventor段階のプログラムと流れ図を対比させながらプログラムの基本構造を説明する。 ・Inventor段階のプログラムでロボットの動作を確認する。 	コマンドアイコンとプログラムの作り方を理解している。 (知識・理解) 基本的なアルゴリズムを理解し、これらを組み合わせることでプログラムを組むことができる。 (技能・表現)
4	オリジナル作品の製作1 (設計製作)	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒のアイデアやプログラムの構造を企画書にまとめる。 ・自分たちで設計したロボットを実際に動かす。 	創作課題を解決するため、ロボットの形状やプログラムを主体的に考えている。 (思考・判断) 基本アルゴリズムを組み合わせ自分の思いをロボットの形状やプログラムで表現しようとしている。 (関心・意欲・態度) 企画書にもとづきロボットを製作し、プログラムを組むことができる。 (技能・表現)
5	オリジナル作品の製作2 (プレゼンテーション)	<ul style="list-style-type: none"> ・自分たちのロボットを説明し、実演する。 ・お互いの作品の評価をしてみる。(自己評価表) 	作品発表で自分たちのロボットの特徴をわかりやすく表現し、説明できている。 (技能・表現)

授業実践での成果

1. シンプルカーを題材にしたプログラミング指導（シンプルカーの作成～Pilot 段階）

生徒は、シンプルカーを題材にして簡単にロボットの製作・制御ができることを知ることができた。この題材をもとに例題のプログラムによる動作確認、競技のためのプログラミング作成などに主体的に取り組み、最終的にカーレースという形で競技を行った。カーレースとは、2本のビニールテープの間を往復し、その時間を競うもの。

授業の様子やレポートの内容から、カーレースにおける思考過程は表1のように捉えることができた。

表1 カーレースにおける生徒の思考過程

思考順序	操作	生徒の思考
1	タッチセンサでリモコン操作をする。	メカの機構を考える。 (プログラムの工夫はしない)
2	ライトセンサを利用してみる。	センサの数値情報を調べることによって測定場所による光度の違いに気づく。
3	モータの回転速度を変化させる。	モータの回転が速すぎるとセンサの数値情報が変化してしまうことを知り、ポジションに応じてスピードを変える必要性に気づく。
4	モータの回転速度とセンサ情報の組み合わせ	プログラム上でどう表現させるか考える。 (どの組み合わせパターンがいいのか試行錯誤を繰り返す)

この思考過程の様子から、Pilot 段階において学習した内容を応用させながら課題を解決している様子がよく分かる。また、思考過程においてつまづいてしまっている生徒も「友人のロボットも意識しながら、違う方法に気づいた」というように、真似るという形から新しい考え方に気づき課題を解決していった。思考順序4において、表1のように試行錯誤を繰り返しながら課題を解決するためにプログラムを工夫した様子がうかがえる。ほとんどの生徒が「改造してみたい」「速く走らせたい」という強い意欲をもって、目標を具体的に捉えることができ、その目標に対して自分の考えをプログラムとして工夫できることを実感していた。

The figure shows a student's report with handwritten text and a diagram. The text describes the process of trial and error in programming, mentioning that the student tried different combinations of motor speed and sensor information to solve the problem. The diagram shows a car on a track with a sensor and a motor. The text is written in Japanese and includes the following points:

- 1. 試行錯誤 (Trial and error)
- 2. 試行錯誤を繰り返して、課題を解決しようとしている (Repeating trial and error to solve the problem)
- 3. 解決できた充実感が伺える (It can be seen that the student felt satisfied with the solution)
- 4. プログラムの工夫が表現されている (The student's ingenuity in programming is expressed)

図2 生徒のレポートより

2. 創作課題としてのオリジナルロボット製作 (Inventor 段階～オリジナル作品の製作)

創造的要素を取り入れた発想表現学習では、オリジナルロボットの構想となる企画書を作成する中でロボットのイメージスケッチや動きの構成を流れ図で表現することにより、生徒が主体的にさまざまなアイデアを考え出してきた。その結果、自分たちのオリジナルロボットを動かすために「ものを認識するためのセンサの使い方」「ものを移動させるための方法」「音楽と一緒に演奏する方法」等さまざまな応用的プログラムを生徒自ら考え出すことができた。

図3は生徒作品例についてデザイン、プログラム、評価をまとめたものである。最初は同じようなプログラムを用いていたが、次第に異なるプログラムを考えるようになり、最終的にはロボットのデザイン、プログラムともに個性あふれる作品になった。これは、最初は例題のプログラムをそのまま実行していたものが、Inventor 段階での学習成果を生かし、次第にプログラムを理解し自分自身で考えてプログラミングできるようになっていったからである。また、「絶対完成させるぞ!」という生徒の姿勢には大変驚かされた。やはり、自分たちのロボットを完成させて動かすという大きな目標がこのような主体的な活動につながったように思われる。ロボットの構造は各チームの自由であったが、プログラムには、順次・分岐・反復というプログラムの基本構造がしっかりと組み込まれていた。

授業後の生徒の感想においても「簡単な命令だけでも、組み合わせることによって自分なりのプログラムをつくることができた」というように、生徒は自分の考えがプログラムの形で表現できたことを実感している。

以上のような生徒の感想や様子から、創作課題としてのオリジナルロボットの製作は、知的好奇心を呼び起こし、プログラミングの基礎的な能力の理解と定着に有効であったと考える。

	作品例 1	作品例 2
ロボット作品		
プログラム		
評価	犬をモチーフにした作品。かわいらしいデザインの外、ライトセンサで餌を検知してくわえるというユニークさがよい。	多重ループやタッチセンサの使い分けによりさまざまなコントロールが可能。プログラム工夫が素晴らしい。

図3 生徒作品例

まとめ

これまでのプログラミング学習では、流れ図、命令記述、実行という一連の作業を繰り返して学習させていた。しかし、結果が数値のみの単純なものでしかなく意欲を失ってしまった生徒も多い。やはり、プログラミングの導入段階ではいかに生徒に興味をもって取り組ませることが大切であるかが課題としてあった。

本研究の実践授業では ROBOLAB を活用することにより、興味・関心をもって生徒自ら主体的、意欲的に実習を進めることができた。また、カーレースの課題やオリジナル作品の製作を通して、目標を具体的に与えることができ、その目標に対して自分の考えをプログラムとして工夫できることを実感することができたと考える。結果として、アルゴリズムの基本を知り、プログラミングの知識・技術を身につけていく上で最も大切な考え方を、ロボットの制御を通して学ばせることができた。

今後の課題としては次の2点があげられる。

- 第1の課題は、指導内容の問題である。この題材は、生徒にとって大変興味ある題材だけに熱中して取り組むことができるので、形だけであればロボットを完成させて動かすことができる。しかしながら、それだけに固執してしまうと生徒に何を身に付けさせたいのを見失ってしまう。今回は、ロボット制御を通してプログラムの理解を深めさせることに重点を置いたが、もっと踏み込んだ指導をすることを考えるならば、ロボットの機構としての仕組みについても触れておく必要がある。
- 今回の実習では、制御プログラムの動きが視覚的に見ることで「どうすればロボットが動くのか」、「別の方法はないだろうか」と意欲的な取り組みができた。この姿勢を今後のプログラミング教育にどのように継続させていけばよいのだろうか。プログラミング言語の学習は、自分の頭で試行錯誤を繰り返しながらマスターしていくものである。したがって、他のプログラミング実習では、どんな教材や指導法が効果あるのかさらに検討していく必要がある。