

## ロボットを用いた教材の開発

### Development of Teaching Material Using Robots

小松崎年雄\*, 横地弓夫\*, ○田名部義峰\*, 堰合哲志\*

Toshio Komatsuzaki\*, Yumio Yokochi\*, ○Yoshimine Tanabu\*,  
Satoshi Sekiai\*

\*八戸工業大学

\*Hachinohe Institute of Technology

**キーワード** : 教材 (teaching material), ロボット (robots), シミュレーション (simulation), ソフトウェア (software),  
プログラミング言語 (programming language), レゴ (LEGO)

**連絡先** : 〒031-8501 青森県八戸市妙字大開 88-1 八戸工業大学工学部電子知能システム学科  
小松崎年雄, Tel.: (0178)25-8037, Fax.: (0178)25-1430, E-mail: komatsu@hi-tech.ac.jp

## 1. はじめに

近年、小中学生の「理科離れ」<sup>1)</sup> や、それに起因する高校生・大学生の「理工離れ」が進み、資源の少ない科学技術立国日本にとって深刻な問題となっている。小中学生の「理科離れ」の防止方法として、教科書から学ぶ知識や理論ばかりではなく、「科学実験」や「もの作り」を取り入れた「理科の面白さ」を体験させる試みがなされている<sup>2)</sup>。その1つとして「ロボット作り」がある。小中学生を対象とした「ロボット作り」の教材が多く開発され、学校での授業および「ロボット教室」等で活用されている。たとえば、仙台市のボランティア（技術者、大学／小中学校の教員）グループが開発した車輪型の「梵天丸」<sup>3)</sup> というキット化されたロボットがある。このロボットのプログラム言語には、アセンブラ言語を基本とする日本語の「まきもの」が使用されている。その他に、マサチューセッツ工科大学 (MIT) とレゴ社が共同開発し

たマインドストーム<sup>4)</sup> という組み立て玩具を用いて組み立てるロボットセットがある。このロボットのプログラミングには、GUI を用いてアイコンを組み合わせる命令を組み立てる「RoboLab」というツールが使用されている。しかし、これらの教材は、高価である、回路がブラックボックス化されており内容を理解するのが困難、プログラムのテストをロボット本体にプログラムを転送して行うためプログラミングやデバッグがしにくいなどの問題点を持つ。そこで筆者らは、これらを改良した以下の特長を持つ「ロボット教材」の開発を行った。

- 1) 低価格である
- 2) 最小限の素子を用いた簡単な電気回路を用いる
- 3) ロボットの本体・機構は、レゴブロックのパーツを組み合わせる
- 4) C 言語ライクの日本語によるプログラミング言語を用いる



Table 1 変換テーブルの一部

日本語命令	C 言語命令
くりかえし	while(1)
もし	if
それ以外	else
右へ回れ	TurnRight();

ドを使用する。日本語の入力に一般に使われるローマ字入力は、ローマ字を十分に習得していない小学生にとって困難である。過去のロボット教室において実際にローマ字によるプログラムの入力を行った際、小学校の高学年の児童でもローマ字の理解度に差異が見られた。また、日本語という言語の性質上、助詞などの微妙な表現の違い（「右へ回れ」「右に回れ」など）によるプログラムのミスが生じた。そこで、命令がかかれたボタンを用意し、キーボードではなくマウスを用いて命令を入力することにより命令語の間違いを防止するようにした。ボタンによるプログラム入力画面を Fig.2 に示す。



Fig. 2 ボタンによるプログラム入力画面

### 3) 最小限のプログラムのみの記述

多くのプログラムでは、本来の処理の記述以外に、システムの初期化や関数・変数の宣言などの記述が必要である。これらのコードは、ロボットの動作に直接関係していないため、その意味や内容を小中学生が理解するのは困難である。そこで、ロボットの行動を記述する「繰

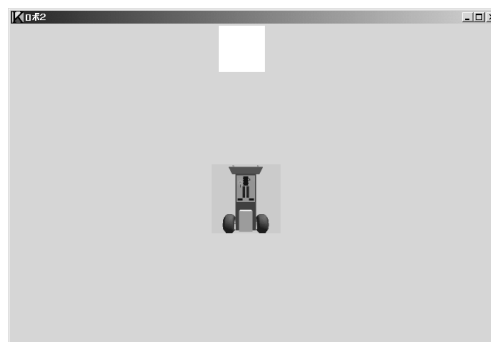


Fig. 3 シミュレーションソフトウェア

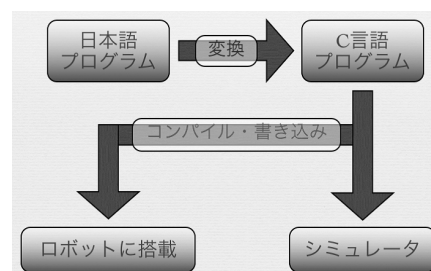


Fig. 4 プログラム作成の流れ

り返し」ループ内のみの記述を行い、それ以外をツール内部で補完することによりプログラムが完成するようにした。これにより、「動作の手順を記述する」というプログラム本来の役割や意味が明確となり、プログラムが理解しやすくなった。

## 3.2 シミュレーションソフトウェアの開発

ロボットに搭載されるプログラムの動作確認やデバッグは、PC上でプログラムのコンパイルとマイコンのROMへの書き込みを行った後、マイコンをロボットに搭載して実際に通电して行うのが一般的である。間違いが見つかった場合、再びマイコンをロボットから取り外し、PC上でプログラムの修正・コンパイルをした後再びROMに書き込んでロボットに搭載して動作確認をしなければならない。何度もマイコンをロボットに取り付けたり外したりしていくうちに、金属疲労などによりマイコンの端子がおれてしまう問題があった。また、ROMライターの数

制限などから、本来不必要な待ち時間が生じてしまうため、時間の効率が悪いという問題もあった。

そこで、ロボットのプログラムを PC 上でシミュレーションするソフトウェアを開発した。このソフトウェアを用いることで、プログラミングの効率の向上と時間の短縮が可能となった。シミュレーションソフトウェアの画面を Fig.3 に示す。このソフトウェアは、日本語で作成したプログラムを C 言語に変換した後、ソフトウェア内部の簡易版 C インタプリタによりプログラムを解釈して画面上のロボットを作成したプログラム通りに動かす。この流れを Fig.4 に示す。このソフトウェアによりシミュレーションでできるプログラムは、以下の通りである。

- 1) 1つの LED を点滅するプログラム
- 2) 2つの LED を点滅するプログラム
- 3) 赤外線センサの入力に従い LED を点灯するプログラム
- 4) 赤外線センサにより正面の障害物を検知することができるロボットを駆動するプログラム
- 5) 赤外線センサにより左右・正面の障害物を検知することができるロボットを駆動するプログラム

### 3.3 プログラミングの学習

前節で述べた日本語によるプログラム入力支援ツールとシミュレーションソフトウェアによるプログラムの学習手順を次に示す。

- 1) プログラムの流れをフローチャートで記述する (Fig.5)
- 2) フローチャートをプログラムに翻訳し、入力する
- 3) 入力支援ツールを使いプログラムを入力する
- 4) 入力したプログラムを C 言語に変換する
- 5) シミュレーションツールによりプログラムのシミュレーションを行う

- 6) マイコンにプログラムを書き込み、ロボットへ搭載する

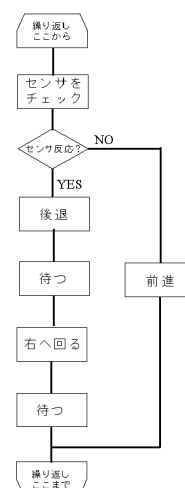


Fig. 5 ロボットのフローチャート (例)

## 4. 実施結果

本論で述べた「ロボット教材」を用いて、小中学生を対象とした「ロボット教室」を3回実施した。1回の募集人数は20名とし、日程は2日間とした。参加人数は3回合計で97名であった。

### 4.1 実施内容

1日目は、はじめに簡単な実験装置を用いた電気回路・素子の学習を行った。これにより、ロボットを構成する電氣的な基本要素について、実物にふれながら学習した。次に、レゴブロックを用いて製作するロボットに搭載するための電気回路の製作 (プリント基板への素子の取り付けと半田付け) およびレゴブロックによるロボット本体の組み立てを行った。2日目は、1日目に製作したハードウェアを駆動するためのソフトウェアの製作を行った。プログラミングの入門として、フローチャートによるプログラムの流れの学習と、シミュレーションソフトウェアで回路・ロボットのプログラムの作成と動作実験を行った。その後、ロボットに搭載するプログラムを作成し、シ

ミュレーションプログラムにより動作を確認した後マイコンに書き込み、1日目に児童らが製作したロボットにて動作実験を行った。「ロボット教室」で児童らが製作したロボットの作品例を Fig.6 に示す。

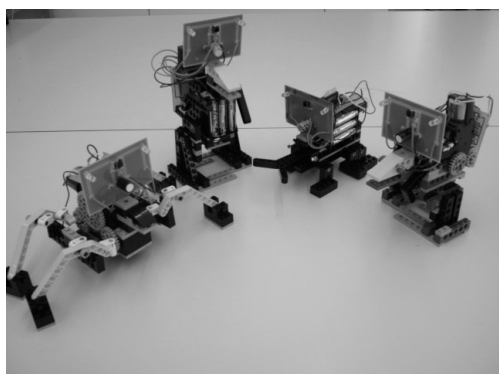


Fig. 6 児童らが製作したロボットの例

ロボット製作後、アンケート調査を行った。主な結果は次の通りである。

- 1) 「ロボット作り」で一番楽しかったのは何ですか？
  - 電気回路製作 16.3%
  - プログラム作成 20.4%
  - レゴブロックによるロボット本体製作 63.3%
- 2) 日本語のプログラムは理解できましたか？
  - とても理解できた 73.5%
  - だいたい理解できた 24.5%
  - 理解できなかった 2.0%

また、「シミュレーションソフトウェアはおもしろかったですか？」「次回のロボット教室に、また参加したいですか？」の問いには、全員が「おもしろかった」「参加したい」と答えた。

アンケート結果より、児童らはレゴブロックによるロボット製作にもっとも興味を持って取り組んだことがわかる。実際、児童らはロボットの製作にきわめて熱心に取り組み、予想以上の短時間でロボットを完成させた。また、ほかのパーツを組み合わせるなどし

て、自分たち独自のロボットへと改造していた。さらに、シミュレーションソフトウェアの使用法もすぐに理解し、ゲーム感覚で楽しみながらプログラムの作成と実行を行っていた。なお、作成したロボットは児童らに持ち帰ってもらった。

## 5. おわりに

本論では、はじめに著者らの開発したロボットを用いた教材について、次にこの教材を用いて実施したロボット教室の結果について述べた。本教材の特長は、

- 1) 創作意欲を持たせるレゴブロックによるロボット本体の製作
- 2) シンプルでわかりやすい電気回路
- 3) C 言語ベースの日本語を用いたわかりやすいプログラミング言語
- 4) シミュレーションによるプログラムの動作確認

等である。この教材には、部品であるレゴブロックの確保などの問題点がある。しかし、従来の「ロボット教室」と比較し、児童らは創作意欲を持って、楽しみながら「ロボット作り」に取り組んでいた。本教材を用いた「ロボット作り」が、「物作り」の楽しさを体感しながらロボットという最新技術と、その基盤となる基礎的な科学知識の学習や理論的思考の習得に役立ち、それが「理科離れ」の防止にも役立つものと確信する。

## 参考文献

- 1) 岡森昭, 他: 大学・高校理科教育の危機 -高校における理科離れの実情-, 高等教育ジャーナル(北大), **1**, 105/115, 1996
- 2) 榎本幹, 他: 2003年度リフレッシュ理科教室報告, 応用物理, **73-5**, 648, 2004
- 3) 岩本正敏, 他: 子どものためのロボットキット「梵天丸」の開発と教育実践, 日本ロボット学会誌, **24-1**, 2/6, 2006
- 4) 浪花智英, 仲田純人: 福井大学工学部知能システム工学科における MindStorms を用いた創造性教育, 人工知能学会誌, **21-5**, 532/536, 2006