

# ROBOLAB を用いた実践的創造教育の試み

土江田 織枝\* ・ 高坂 宜宏\* ・ 林 裕樹\* ・ 大貫 和永\*

## Experiment Creative Learning with ROBOLAB

Orie DOEDA Yoshihiro TAKASAKA Hiroki HAYASHI Kazunaga OHNUKI

**Abstract** — The department of information engineering of our college has used ROBOLAB as a teaching material for practices since 1999. In this paper, we report various problems in practicing with ROBOLAB and improvements in those problems. In addition, we report situations of our extension courses with ROBOLAB for elementary and junior high school students conducted since 2002.

**Key words** : practice with ROBOLAB, practice report on web-page, extension with ROBOLAB

### 1. はじめに

本校情報工学科では、以前は、プログラミング演習を中心とするソフトウェア実習に加え、グループで行うハードウェア実習を3学年において行っていた。しかし、ソフトウェア関連の内容を充実させるためにハードウェア実習を全て廃止し、その時間をソフトウェア実習に充てることとした。

ソフトウェア実習の単位が増えたことにより、実習内容も以前に比べより高度になり、学生のプログラミング能力の向上も伺えた。しかし、ソフトウェア実習はあくまでも個人で考えながらプログラムを作り上げるスタイルの実習がほとんどであるため、他人との共同作業を通して物を完成させるためにコミュニケーションをとったり、他人の意見を聞き理解したりといった、グループで実習を行うことで身につける能力を培うことが出来ない。一方で、ソフトウェア実習の中にグループ実習を取入れることは、グループ内でプログラミングが得意な学生ばかりがプログラミングをしまい、そうでない学生は人任せにしてしまいがちになるため、プログラミングが苦手な学生の能力向上が

余り期待できないことなどから、実施は難しい。

しかし、個人的に行う実習に加えて、コミュニケーション能力を高めるためにグループ実習を行うことは重要であると考えられたことから、コンピュータだけを使用して行う演習ではなく、手を動かしグループで話し合いながら実際に何か物を作り、それを自分達で作ったプログラムで動かすことが出来、更に多くの学生が興味を持って取り組むことが出来る教材を模索した。その結果、レゴ・エデュケーション・ディビジョン社とマサチューセッツ工科大学が共同開発したROBOLAB (ロボラボ) が適当ではないかという結論に達した。ROBOLABは、プログラミング言語の知識の有る無しに関係なくプログラミングを簡単に体験することが出来るキットであるということも重要な点であった。

ROBOLABの実習がコミュニケーション能力を身に付けるきっかけとなり、以後の学生生活に活かせる時期を考え、また、入学直後の緊張状態ではスムーズなコミュニケーションが難しいことから、1学年で開講しているコンピュタリテラシーの後期のカリキュラムに組み入れることとした。平成11年度より試行的に実施した。

---

\* 釧路高専情報工学科

## 2. ROBOLABの概要

### 2-1 キットの構成

ROBOLABの特徴は、RCXと呼ばれるマイクロコンピュータの搭載したコンピュータブロック（図1）にある。RCXには、外部入力ポート、外部出力ポートが用意されていて、入力ポートにはセンサーを、出力ポートにはモータやライトを、それぞれ3つまで接続することができる。プログラムによって、これらのセンサー信号を検出しながら、モータの回転方向を変更することにより動きを制御することができる。

ロボットの組み立ては、キットの715個のブロックから必要なブロックを組み合わせるだけであるため容易であり、このキットから「情報」や「制御」について学ぶことができる[1][2]。

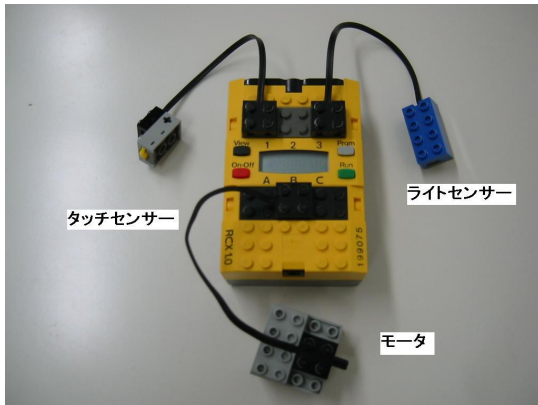


図1 RCX

### 2-2 プログラミング言語

ROBOLABのプログラムは、図2に示すように、制御する内容を示したアイコンを並べ、順に線で結ぶことで作成することができる。このようなアイコン方式のプログラミング言語はアイコンを並べるだけのプログラムなので、初心者でも簡単にプログラムを作成することができ、機械の制御手順も直感的に理解し、プログラミング言語を学ぶ以前の人にもプログラミングの本質を理解してもらうことができる。

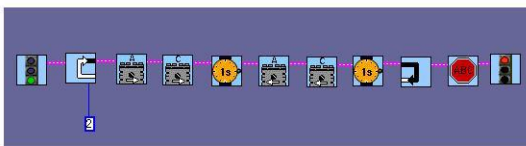


図2 アイコン方式のプログラミング例

また、ROBOLABでは、C言語に似たNQC（図3）というプログラミング言語も使用することができる。アイコン方式のプログラミング言語に比べ複雑で、細かい処

理についてもプログラミングできるのが特徴である。しかし、アイコン方式に比べるとやや難しいため、C言語などのプログラミング言語を習得した人向けの言語である。そこで、プログラミング経験の無い学生の多い1学年の実習では、アイコン方式のプログラミング言語を使用した。

```
task main()
{
    OnFwd (OUT_A+OUT_C);
    Wait (300);
    OnRev (OUT_C);
    Wait (200);
    OnFwd (OUT_C);
    Wait (300);
    OnRev (OUT_A+OUT_C);
    Wait (300);
    Float (OUT_A+OUT_C);
}
```

図3 NQCによるプログラミング例

### 2-3 プログラムのRCXへの転送

コンピュータで作成したプログラムは赤外線タワー（IRタワー）を介してRCXへワイアレスで転送する。この時、IRタワーの性能が良いため、誤って他の班のRCXへもプログラムが転送されてしまうことが多発したため、図4のようなカバーを被せて使用することで誤転送の問題を解決した。



図4 IRタワー使用時のカバー

## 3. 実習の班編成

ROBOLAB導入当初は、キットが12セットであったため、4名を1つの班として実施せざるをえなかった。4名それぞれにROBOLABキットのマニュアルに沿ってリーダー、広報係、教材係、連絡係などの役割を持たせ、役割毎

に責任を担った形式で実習を行ったが、1つのキットに対する人数が多すぎたために時間を持て余す学生も見受けられた。実習終了時に行った学生アンケートの結果からも、班の構成人数を少なくしても良いのではないかと回答が多かったことから、次年度より、キットの個数を増やし2名で1つの班を編成するようにした。

実習に際しては、なるべく違う相手と組むようにするため、作品のテーマが変わる毎に班を再編成した。再編成は、各自のログイン名を入力すると、自動的に班が決定するソフトウェア（林教員作成）を使うことにより、本人の意思とは関係なくランダムに相手が決まるようにした。

4名で1班を構成した場合と比べ、2名で1班を構成した場合は、仕事の分担や話し合いが比較的順調に行われる様子が見受けられ、学生が時間を持て余すということがほとんど無くなった。

#### 4. プログラミング習得時の問題点と改善

ROBOLABは、自分達で学習を進めていく方式で実習を進める。グループ毎に、各自のパソコンから流れる説明音声を聞き、説明画像を見ながらROBOLABの使い方を理解する。プログラムは、初心者用のPilot（図5）コースと、上級者用のInventor（図6）コースの2つの開発ツールが用意されており、それぞれのコースでプログラミングの仕方を習得する。テーマに沿った作品作りは、両コースの終了後に行う。

この方法では、作品作りのときにスムーズにプログラミングできないグループが年に1、2班あった。これは、PilotとInventorでは開発環境の自由度が異なり、使用できるアイコンの数が違うため、複雑なプログラムを作成するためにはInventorの環境が必要になるのに対して、プログラミングの習得をPilotから始めるとプログラミングを得意としない学生が、応用的なプログラムの作成にもPilotの開発環境を使いたがる傾向にあった。この結果、複雑な制御が必要なプログラムを作成しようとする、思っている動作をプログラムで表現しきれずに失敗してしまっていたようである。

そこで、平成15年度より、Pilotレベルのプログラムに関しては、パソコンの説明に沿って行うのではなく、口頭でプログラミングの方法などを説明する方式に改めた。Inventorレベルのプログラミングは、以前と同様に各グループで自習形式で習得する。その結果、以前のようにPilotの開発環境でプログラミングを行う学生はいなくなった。

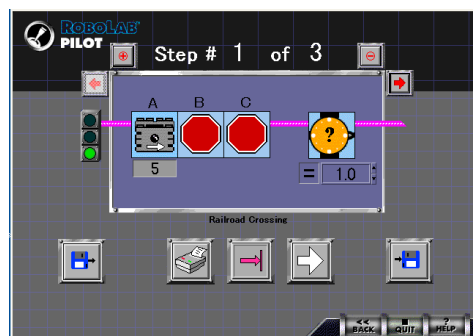


図5 Pilotコースの開発ツール

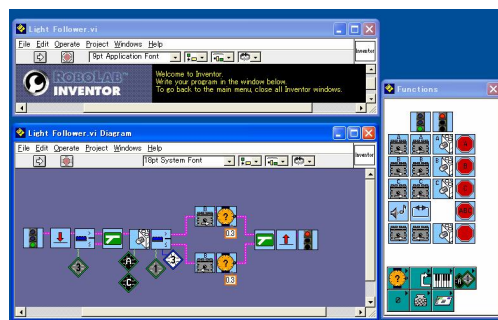


図6 Inventorコースの開発ツール

#### 5. 実習の概要

##### 5-1 実習の時間配分

実習は、各グループ2名一組で実施した。実習では、一人1台のパソコンを使うが、1台はROBOLAB専用のマシンとして主にプログラミングなどに使用し、もう1台はWebで公開したROBOLABの説明を見るために使用させた。年度によりテーマや内容などに多少の違いはあるが、ここでは2005年度の実習例を図7に示す。回数は2コマで1回としており、実際の実習は、週に2回各2コマで実施している。

回数	実習内容
1	パーツの整理，基本的な使い方
2	センサーを使って車を動かす
1	自由課題－色々なセンサーを使う
5	ブロックを押す車の作成
1	競技
1	パーツの整理，基本的な使い方
4	ライトレースをする車
1	競技
1	競技，パーツの整理

図7 ROBOLAB実習の実習例

## 5-2 パーツの保守管理

パーツの整理をROBOLAB 実習開始の回、テーマが変わった回、最終回のあわせて3回行っている。ROBOLAB キットのパーツは細かくて種類が多く、紛失しやすいため、テーマが変わるごとにパーツの整理を行うことが管理上も重要な作業である。パーツの整理には1時間弱の時間が必要であるが、慣れてくると40分弱で終了するようになるので、2コマの中でレポートの仕上げなどを組み合わせている。また、パーツ整理には専用のチェック表を用意し、それに沿って行っている。

## 5-3 作品の製作

作製した作品は、競技をする形で他の班への公開を行っている。これは、競技という目標に向かって創作意欲を湧かせるためでもある。あらかじめ競技日を伝えることで、その日を期限とし、進度を各班で決めて計画的に取り組んでいる。

一つ目の作品のテーマは、ブロックを押す車 (図8) である。これは、岩に見立てた木製のブロックを制限時間内に相手コートへ押し入れる対戦競技である。プログラムは比較的簡単に作るができるが、岩を押しやすいように車の形状を工夫する必要があり、毎年さまざまな形状の車が発表される。このテーマでは、各班に車とプログラムを1つずつ作成させる。

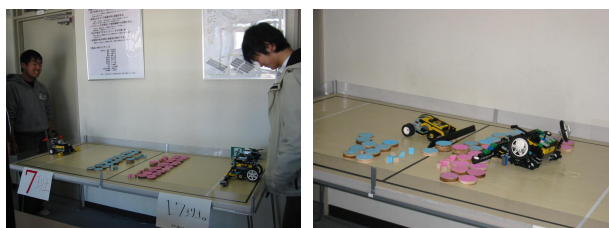


図8 ブロックを押す車競技の様子

二つ目の作品のテーマは、ライントレースする車である。図9のような黒いラインをトレースしながら進み、ゴールするまでの時間で競技を行う。これは、車には工夫はあまり必要ないが、プログラムには多くの状況に対応できる工夫が必要とされる。

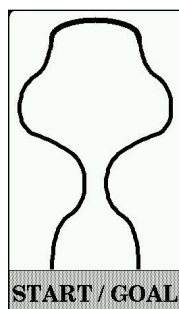


図9 ライントレースの競技コート

ライントレースする車では、キットの使い方にも慣れているということを前提に、二人で作った車に一人一人別のプログラムを作成させた。当初、同じ動きをする車を作る班が多いのではないかと懸念されたが、そのようなことはなく、それぞれが自分の考えた動きをするプログラムを作成したように見受けられた。このように各個人がプログラムを作るということで、プログラミングに苦手意識を持っていた学生でも意欲的に取り組むようになった。また、車は共同で使うので、二人でよく検討し製作に取り組んでいた。

## 6. 実習報告ホームページの作成

本実習では、各班に簡易デジタルカメラ (C@Mail) を一台ずつ与えている。これは、作成した作品や実習の様子を記録するために使用する。この実習では、実習報告用のホームページ (図10) を作成させ、実習が行われる毎に随時内容を更新し、その中で適宜写真を使用するように指導している。ホームページ作成の実習を、ROBOLABキットを使った実習の前に3回行っているため全員がHTML言語によりホームページを作成できるようになっている。

体裁を特に指定せず、各自思い思いのレイアウトでホームページを作成させているが、ホームページにより反省や疑問点なども含めて実習の報告をまとめることは、ホームページ作成の技術向上や、写真画像の扱いに慣れる他、実習記録をまとめる力も備わるといった効果が期待できる。

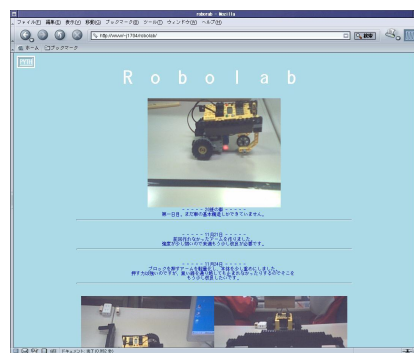


図10 ROBOLAB実習報告ホームページ例

## 7. 公開講座の実施

本実習を終えた後には、ほとんどの学生から、楽しかった・もう少し挑戦したかった・もっとこのようにしたらうまくいったと思うのでもう少し時間が欲しかった、と言った前向きな感想が多く聞かれた。実習中の学生の真剣に取り組む様子などから、このキットを使

っての実習は概ね良好であると思われる。

また、楽しそうな学生の様子から、本校の学生以外の子供達に対してもROBOLABキットを使った、ものづくりの楽しさを味わってもらいたいと考え、平成14年度から小学生の高学年から中学生までを対象とした公開講座(図11)を実施している。公開講座では、昨年からは、ROBOLAB実習を終えてまだ時間が経っていない2学年の学生を中心に、学生スタッフとして実習の手伝いに参加してもらっている。普段は教えられる立場の学生が教える立場として受講生に接することは、学生にとっても成長できる良い機会だと思われる。

公開講座では、基本的に保護者の付き添いはいらませんが、今年度の公開講座では、ROBOLABキットに興味のある保護者が子供と一緒に作品作りに取り組む姿が多く見られた。図12のアンケート結果からも、ROBOLABキットを使った講座の満足度が高いことがわかる。



図11 公開講座の様子 (H18年度実施)

アンケートの回答

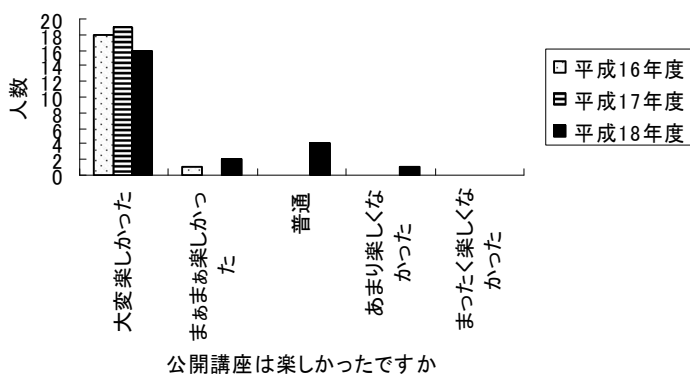


図12 公開講座アンケート結果

また、平成14年度と15年度については、本校近郊の幌呂中学校において出前公開講座も実施させて頂いた。現在では、ほとんどの中学校にはパソコン室があるため、中学校のパソコンを使用させていただき、ROBOLABキットだけを持って行くことで、他校での公開講座が実施可能であった。試行で2年間実施したが、要望があ

れば今後も是非実施したい。



図13 出前公開講座の様子 (H15年度実施)

## 8. 考察

平成11年度にROBOLABキットを実習に導入をしたときには、IRタワー使用時のアクシデント、パーツの保守管理など、細かい問題が多々生じた。しかし、7年経過した現在ではノウハウを蓄積し、ほぼ問題なく実習を行えるようになった。

また、ROBOLAB導入当時では、国内の教育機関においては、教材としてROBOLABを取り入れているところは少なかったが、現在では教材として取り入れ教育的効果を上げていることは多数報告されている[3]。

本学科においても、作品の様子を見ながらモーターやセンサーを追加で購入することで作品の幅を広げ、高度な作品に取り組んでいる学生も多い。

また、実習報告をホームページで作成させることにより、ROBOLAB以外に情報メディアの操作も強化させることもできた。このことから教育的効果があったことがわかる。

## 9. おわりに

公開講座アンケートの自由記述には、二足歩行のロボットを作製したいとの希望が数件あった。7年前は最新であったROBOLABであるが、二足歩行ロボットの作製は使えるパーツの種類が限られるなどの問題があり困難を極める。しかし、今年度10月に発売予定の「教育用レゴマインドストームNXT」は最新の技術を駆使して作られた新しいキットであり、二足歩行ロボットの作製が可能である。今まで以上に本校の学生や公開講座の受講生の創造力を高め、質の高い実習を行うことが重要であるため、今年度の実習から取り入れることを予定している。NXTの購入に必要な経費には、本年度採択された校長裁量経費を充てる予定である。

## 参考文献

- [1] Brian Bagnall, “マインドストーム・プログラミング入門”, CG出版社
- [2] Jin Sato, 白川裕記, 牧瀬哲郎, 倉林大輔, 衛藤仁郎, “MINDSTORMS パーフェクトガイド”, 翔泳社
- [3] 黒木, 富永, 中西, ” RoboCupJuniorを通してプログラミング教育とその教育的効果”, 高専教育, 第28号