

# プログラミング能力養成に向けた新たな試み

山 口 広 行\*

## A New Approach to the Training of Programming Ability

Hiroyuki YAMAGUCHI\*

### Abstract

A new approach to the training of programming ability is presented. The characteristics of this approach are as follows: the programming ability is classified into the ability to think about algorithm and the one to make program; the different methods are devised for training these abilities; the robots such as autonomous vehicles are also employed. From the result of a case study, it is confirmed that the students challenged the exercise actively.

**Keywords:** Programming Education, Programming ability

### 1. はじめに

プログラミング能力とは一般的に『プログラム言語の知識と作成能力』のことを意味する。この能力は、日本技術者教育認定機構<sup>1)</sup>(JABEE)の情報および情報関連分野においても分野別要件の一つとして取り上げられており、情報技術者として必要不可欠な能力であると言える。そのため当学科に限らず情報技術者の育成を目指す教育機関では、プログラミングに関する講義や実習をカリキュラム内に多数配置している。その一方でプログラミングに魅力を感じない学生が、近年増加傾向にあるように見受けられる。本来、プログラミングはソフトウェア分野における「ものづくり」であり、他の工学系分野と同様に「ものづくり」の楽しさ・魅力が存在する。そこでプログラミングの魅力を体感でき、能力向上も図れるプログラミング教育の新たな手法を確立することが、本研究の目的である。

本報告では、平成19年度より卒業研修(4年必修)の中で開始した、プログラミング教育の

新たな試みについて紹介する。この試みの主な特色は、次の2点である。

- 能力の細分化と項目別の養成方法
- プログラミングの対象(自律型ロボット)

1つめのプログラミング能力の細分化と項目別の養成方法とは、プログラミング能力を『アルゴリズムを考える力』(以下、アルゴリズム力)と『プログラム言語を用いて実装する力』(以下、実装能力)とに分け、異なる手法によって各能力の向上を図ることである。プログラミングを苦手に行っている学生は、プログラム言語の知識だけでなく、仕様を実現するための処理手順(アルゴリズム)を考える力が不足している場合が多い。そこで「アルゴリズム力」の養成には、プログラム言語の知識がなくともアルゴリズム(プログラム)の作成が可能なソフトウェアを用いることとした。

2つめのプログラミングの対象とは、自律型ロボットを制御するプログラムの作成を通してプログラミング能力の向上を図ることである。小さい頃からグラフィカルなゲームに慣れ親しんでいる世代には、文字や数字を画面上に表示するプログラムでは「ものづくり」の魅力が伝わり難いようである。そこで、画面上ではなく

---

平成19年12月17日受理

\* システム情報工学科・准教授

実際に動作するロボットを利用することで、プログラミングの魅力が体感できるのではないかと考えた。またロボットで高度な動作を実現するには、ハードウェアや制御等の知識・技術も必要となるため、総合的な学習にも活用できる可能性があると考えた。

次節以降では、教材（ハードウェアとソフトウェア）、教育手法と実施事例、そしてカリキュラムへの導入と高度技術者養成に向けた展望について紹介していく。

## 2. 教材（ハードウェアとソフトウェア）

本節では、教材として用いたハードウェアとソフトウェアを紹介する。前述の通り「アルゴリズム力」と「実装能力」という目的毎の養成を実現するため、利用するソフトウェアを2種類用意した。

### 【ハードウェア】

プログラミングが可能な自律型ロボットとして、本手法ではレゴ社のマインドストーム<sup>2)</sup>という製品を採用した。これは、レゴ社と MIT (マサチューセッツ工科大学) が共同で開発した製品で、1998 年から販売されている「RCX」と2006 年から販売されている「NXT」の2機種が存在する。この製品を採用した理由は、① レゴブロックを用いるため、専門的な知識がなくてもロボットの組み立てが可能であること、② マイクロプロセッサが組み込まれたブロック (インテリジェントブロック) を用いて、ロボットの制御を行うプログラミングが可能であること、③ C, C++, Java という一般的なプログラム言語も利用可能なこと、があげられる。図1は、(a) RCX と (b) NXT をそれぞれ用いて作成したロボットの例である。

### 【ソフトウェア I (アルゴリズム力の養成用)】

アルゴリズム力の養成に用いるソフトウェアは、プログラム言語の知識がなくともアルゴリ

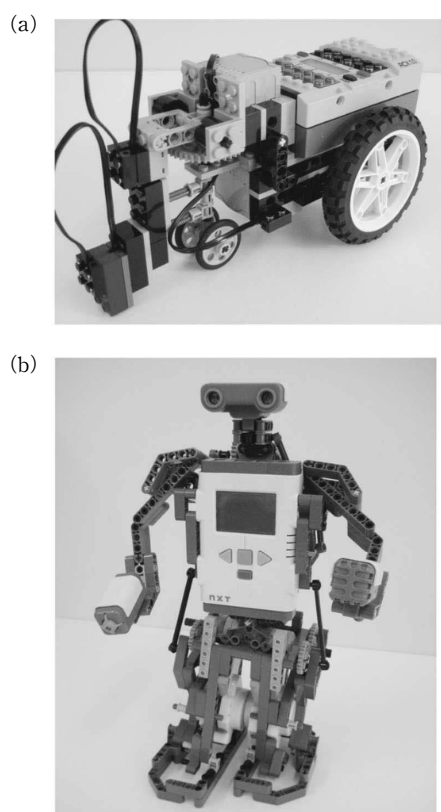


図1 マインドストームによるロボット例<sup>2)</sup>  
(a) RCX を利用した自走ロボット  
(b) NXT を利用した二足歩行ロボット

ズム (プログラム) の作成が可能であることが要件としてあげられる。そこで本手法では、レゴ社のロボラボ<sup>2)</sup>と呼ばれるソフトウェア製品を採用した。この製品を採用した理由は、① 図2に示すようなアイコン (絵) をマウス操作によって並べることでプログラミングが可能であること、② ループ (くり返し) 処理や分岐処理も実現可能なこと、があげられる。

### 【ソフトウェア II (実装能力の養成用)】

マインドストームのプログラミングを一般的なプログラム言語で実現するために、フリーの OS が公開されている。代表的な OS としては、brickOS<sup>3)</sup> (C, C++に対応) と leJOS<sup>4)</sup> (Java

に対応）がある。当研究室では卒業研修等において Java を利用するため、現在は leJOS を利用している。また開発環境は定評のある Eclipse<sup>5)</sup> を利用している。

### 3. 教育手法と実施事例

ここでは、プログラミング能力を養成するための教育手法と実施事例を紹介する。

教育手法は、アルゴリズム力と実装能力の養成を分けて行うことを目標に検討を進めた。その結果を以下に示す。

- ① 要求仕様（課題）の理解
- ② 課題を解決するためのアルゴリズム考案
- ③ プログラム言語による実装

① では、学習者のレベルに応じた養成を行うために、難易度の異なる仕様を用意することとした。② のアルゴリズム考案では、ロボラボを利用することとした。理由としては、ロボラボはプログラム言語の知識を必要とせず、マウス操作だけでプログラミングが可能のため、学習者はアルゴリズム（処理手順）の考案のみに専念できること、また作成したアルゴリズム（プログラム）をロボットに組み込んで動作させることで、学習者がアルゴリズムの確認や再考を行えることがあげられる。③ では、② で作成したアルゴリズムをプログラム言語によって実装することとした。② の段階でアルゴリズムは完成しているので、学習者はプログラム言語による実装のみに専念することができる。

これらの手法を、卒業研修の中で試みた事例を紹介する。まず、学生に最初に与えた要求仕様（課題）を、図 3 ならびに以下に示す。

- 2つの壁の間に置かれたロボットは、壁の間を往復（前進・後進）する。
- ロボットには、圧力センサとモータをそれぞれ2個まで付けられる。
- 圧力センサで壁への接触を検知したら、進行方向を反転させる。

次に、図 3 の課題を解決するために学生が考

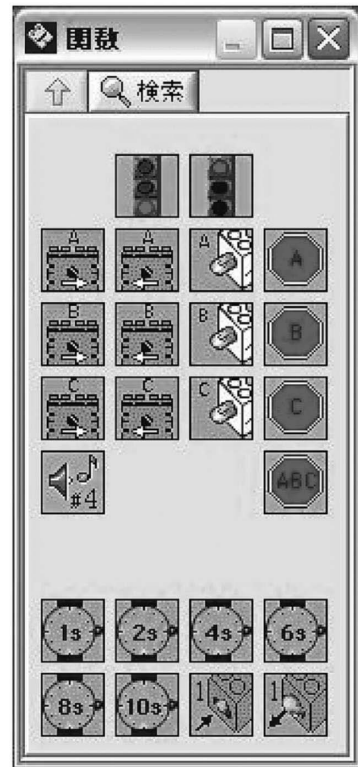


図2 ロボラボのアイコン例（関数パレット）

案したアルゴリズム例を、図 4 に示す。この図から、図 2 に示すようなアイコンを並べることでアルゴリズム（プログラム）の作成が可能であることが分かる。また、(a) の左から 2 番目と (b) の右から 2 番目のアイコンはループ端を示しており、ループ処理も実現できることが分かる。このようにロボラボのユーザインタフェースは非常に分かりやすいため、学生は短時間で使い方をマスターし、独力で図 4 のアルゴリズムを完成させた。また、図 4 の作成段階では、学生は作成したアルゴリズムをロボットに組み込み、問題点や妥当性を自主的に確認していた。

図 5 は、図 4 のアルゴリズムを Java で実装するために作成したクラス図である。前段階でアルゴリズムは完成しているため、図 4 の前半部分を前進メソッド、後半部分を後進メソッド

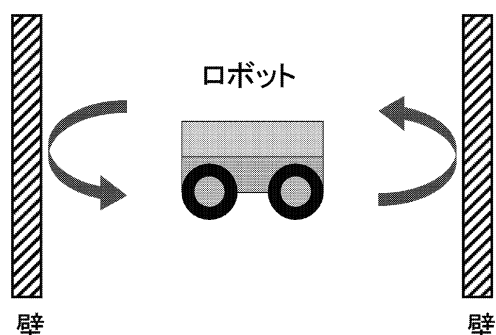


図3 要求仕様（課題）例

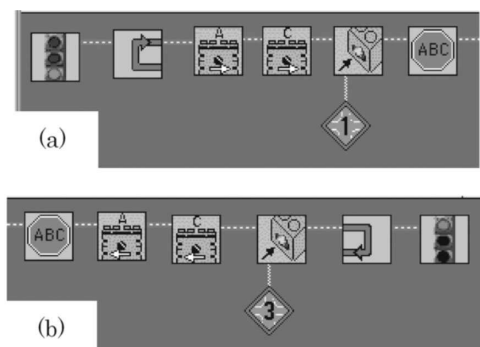


図4 考案したアルゴリズム例  
(a) 前半, (b) 後半

クラス	課題 1
フィールド	
メソッド	-前進 ( ) -後進 ( ) +メイン ( )

図5 実装用に作成したクラス図

にそれぞれ分けて実装するという方針提示のみで、学生は自ら実装を行った。ここで、モータの操作やセンサ値の読み込みには「leJOS API」を利用した。現在のソフトウェア開発は、既存のAPI(ライブラリ)を利用することが多いが、利用にあたっては利用方法が書かれたAPI仕様書を確認する必要がある。仕様書の確認を怠つ

て誤った使い方をすると誤動作の原因となるため、学生にはAPIを利用する際は必ず仕様書を確認するように促した。そのためか、API仕様書に対する学生の苦手意識は、徐々に減っているようである。

以上の事例を通して、学生は興味を持って課題に取り組むことを確認した。今後は課題の難易度を高めながら、プログラミング能力向上(教育効果)の検証を行う予定である。

#### 4. カリキュラムへの導入と高度技術者養成に向けた展望

ここでは、本教育手法のカリキュラムへの導入と高度技術者養成に向けた展望について紹介する。

まず、本教育手法をカリキュラムへ導入する際の学習順序例を以下に示す。

- ① 「アルゴリズム力」の養成（実習）
- ② プログラム言語の学習（座学・実習）
- ③ 「実装能力」の養成（実習）

この例では、まず前節で紹介した「アルゴリズム力」の養成を行う。これは、プログラム言語を学習する前に、プログラミングへの関心を高めることと、アルゴリズムを考案する力を養うことが、効果的と考えたためである。そして、プログラム言語（文法）を学習した上で「実装能力」の養成を行う。以上の学習手順を踏むことで、実践的なプログラミング能力が身につくと考えている。しかしながら、当学科のカリキュラムへ導入する場合は、次のような課題が残されている。

- 科目の配置方法（学習順序）
- 利用するプログラム言語

科目の配置は、本教育手法に関する科目だけでなく、既存のプログラミング関連科目（プログラム言語の学習科目など）との順序性も考慮して検討する必要がある。また現カリキュラムではプログラム言語としてC言語を採用しているため、学生が学習する言語の検討も必要であ

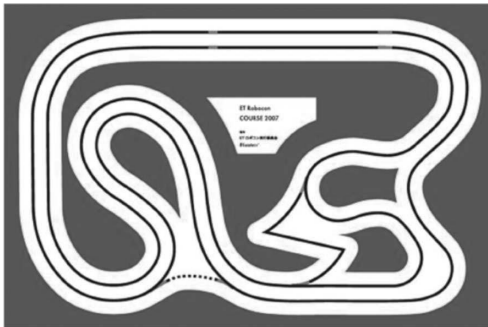


図6 ET ロボコンのコース図<sup>6)</sup>

る。今後、本手法の教育効果を見極めながら、導入に向けた検討を進めていく予定である。

次に、高度技術者養成に向けた展望について紹介する。ソフトウェア開発は、要求定義、設計、実装、テスト、運用の各工程から成り立つ。前節の教育手法は、開発工程の実装（プログラミング）に焦点をあてており、開発工程全般、特に上流工程と呼ばれる「要求定義」や「設計」をカバーしていない。そこで、マインドストームを利用したソフトウェア開発技術に関するコンテスト Embedded Technology Software Design Robot Contest<sup>6)</sup>（以下、ET ロボコン）に着目した。このコンテストは、RCX で作成した同一のハードウェア（車体）を用いて、「ロボット走行システムのソフトウェア設計モデル評価」と、図6のようなコースを自律走行する「ロボット走行性能（タイムレース）」の2つの側面で審査するもので、これまでに計6回開催されている。またET ロボコンは、教育機関だけでなく企業からの参加も多いのが特徴である。ET ロボコンの内容は上流工程を含めたソフトウェアの開発工程を体験するのに大変適しているので、当研究室では卒業研修の一環として来年度からコンテストへ参加する予定である。現在はシステムの要求定義を表現した図7のUML

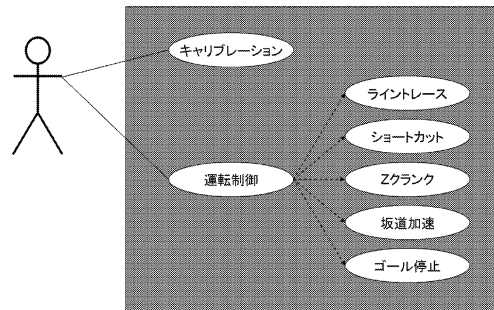


図7 UML（ユースケース）図

（ユースケース）図を作成し、設計・実装を進めている段階である。今後ET ロボコンへの参加を通して、高度技術者の養成方法を具体化していく予定である。

## 5. ま と め

プログラミング能力の向上を目的とした、新たな教育手法とその試みについて紹介した。本手法の特徴は、プログラミング能力を「アルゴリズム力」と「実装能力」とに分け、目的毎の養成方法を考案した点と、プログラミングの対象としてロボットを利用した点である。本手法を試みた結果、学生は興味を持って課題に取り組むことを確認した。今後は本手法の教育効果を見極めながら、カリキュラムへの導入と高度技術者の養成方法を検討していく予定である。

## 参考文献（URL）

- 1) <http://www.jabee.org/>
- 2) <http://www.legoeducation.jp/mindstorms/>
- 3) <http://bricksos.sourceforge.net/>
- 4) <http://lejos.sourceforge.net/>
- 5) <http://www.eclipse.org/>
- 6) <http://www.etrobo.jp/>