

マイクロロボットを用いたプログラミング導入教育の試み

山西 輝也*・杉原 一臣*・大熊 一正*

A Trial of Introductory Education for Computer Programming using Micro Robots

Teruya Yamanishi, Kazutomi Sugihara, and Kazumasa Ohkuma

Abstract: An introductory education for computer programming using Micro Robots was suggested, and experience learning of the programming was performed for high school students who are quite beginners of the programming. Course evaluation which was taken from the students was statistically estimated, and the result obtained by the estimation was discussed.

Keywords: Introductory education, Practice of computer programming, Robot, Information Science

1. はじめに

今日、情報通信技術（Information and Communication Technology : ICT）による社会の情報化は急速に進展し、今や情報通信ネットワークは我々が生活する上で不可欠なものとなった。政府はこのような高度情報通信ネットワーク社会の形成において迅速かつ重点的に施策を推進するため、平成 13 年、内閣官房に「高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部（IT 戦略本部）」を設置した。さらに、平成 22 年 5 月には「新たな情報通信技術戦略」として、情報主権を政府・提供者から国民への移譲を行った上で、市民レベルでの知識・情報の共有が行われる、国民主導の新たな「知識情報社会」への転換を実現し、国民の暮らしの質を飛躍的に向上させることを謳っている¹⁾。そこでは、ICT の徹底的な利活用により、地域の絆を再生し、さらに新市場の創出と国際展開を図ることを目指しているが、これらの早期実現には社会基盤を整備できる有能な高度 ICT 人材が必要不可欠である。しかしながら、現実には情報技術者が不足し、社内ネットワークの構築や運営に限定しても、「社内に専門家がない」という企業が多数ある。近年の統計では、情報技術者の求人倍率が 3.68 倍（厚生労働省/平成 19 年 3 月より）²⁾となり、急場しのぎ的にインドや中国系の技術者を雇用する企業が増え、我が国の国際競争力の低下が懸念されている。このような現状を捉え直し、良転させるには、若い世代に情報科学技術に興味を持たせ、将来の高度 ICT を担う優秀な技術者に育成することが重要である。平成 20 年 1 月、文部科学省の中教審による学習指導要領等の改善についての答申によれば、教科「情報」は現行の「情報活用の実践力」、「情報の科学的な理解」、「情報社会に参画する態度」の「目標の 3 観点」をより一層重視した構

成に見直し、平成 25 年度より「社会と情報」、「情報の科学」の 2 科目を設け、これらの 2 科目を通じて情報活用能力の育成を求めている³⁾。ここで大切なのは、児童や生徒の ICT 水準を底上げし、次代の技術者育成の観点で不足しているとする「情報处理的視点」を小・中・高等学校それぞれの発達段階に応じて生得することであり、課題の分析や系統的な解決策の構築、実行結果の検討と反復改良と言った「手順的な自動処理」プロセスの実体験から情報处理的視点の獲得である。そこで本論文では、コンピュータ言語によるプログラミングへの導入教育として、ロボットを活用した体験型プログラミング授業を実施し、児童や生徒達に情報分野に興味や関心、知的欲求を喚起させ、将来、高度 ICT 技術者を目指すきっかけとなる授業を提案する。

本論文は、第 2 節において、ロボットと、それを用いた授業とその方法を説明する。第 3 節では、前節で提案された授業の事例紹介、および受講生に対して行った授業アンケートの内容と結果について議論する。そして、第 4 節で本論をまとめ、今後の課題について考察する。

2. ロボットを活用した体験型プログラミング導入授業の実践

本節では、まず授業で用いるロボットを解説し、そのロボットを用いたプログラミング授業を提案する。

2. 1 マイクロロボット

本論文で用いるロボットは、「ロボカップサッカー」の「Mixed Reality リーグ」(MR リーグ)で使用されている小型ロボットの「マイクロロボット」である(図 1 参照)⁴⁾。

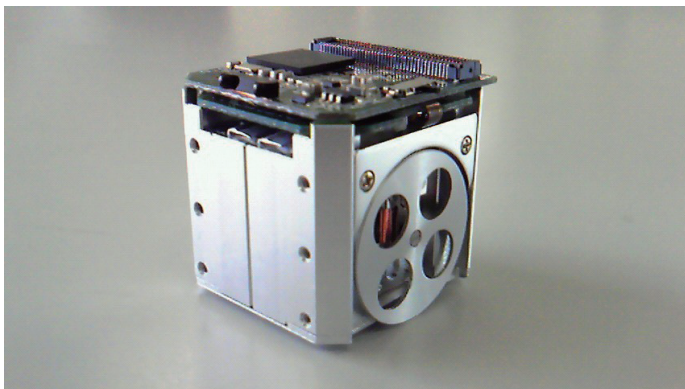


図 1: マイクロロボット

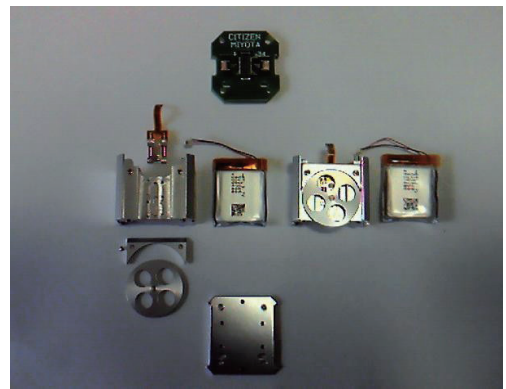


図 2: マイクロロボット分解写真

このマイクロロボットは、約 3 cm 立方の大きさで、ロボカップのサッカーリーグの中では、最も機体の小さいロボットである。図 2 にその分解写真を示す。ロボット上部には AVR^{注)}と ARM^{注)}のマイコンや赤外線(IrDA)送受信ポート等を搭載したコントローラーボードがあり、それぞれ 2 個ずつのリチウムイオンバッテリーとモーター、そして車輪で構成される。従って、ロボットは 2 つの車輪で移動し、上部にある IrDA 送受信ポートを介して赤外線信号によるロボットの動作制御ができ、また、搭載のマイコンに動作プログラムを書くことによりロボット単体でも動作が可能である。一方、2 つのモーターはステッピングモーターと呼ばれ、他のモーターに比べ構造が簡単であることから、その寿命は長い。制御は、コントローラーボードの AVR と ARM^{注)} AVR は RISC ベースの 8 ビット制御用 IC で、ARM は 32 ビット RISC CPU である。

マイコンにそれぞれプログラムを書き込み、プログラムがモーターを制御することによってマイクロロボットの動作を実現することができる。これらのマイコンはマイクロコントローラの1種で、情報処理に必要なCPUとRAM, ROM, I/Oポートを1つのチップ上で実装している。ここでは、AVRに「ATtiny84」が、ARMには「AT91SAM7X256-100-BALL-TFEGA」が使われている(図3参照)。

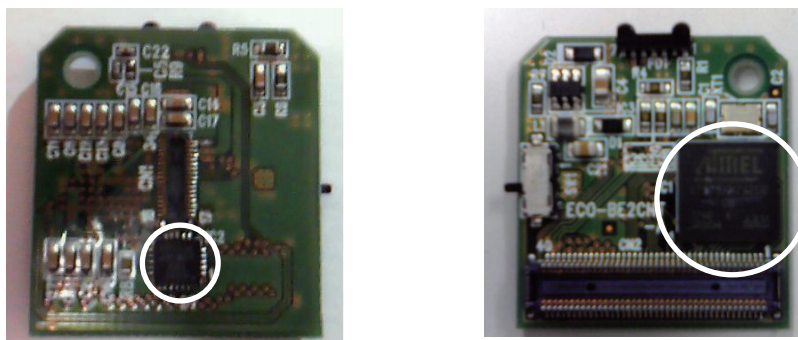


図3： AVR「ATtiny84」(左側) と ARM「AT91SAM7X256-10-BALL-TFEGA」(右側)

2. 2 ロボットを活用した体験型プログラミング授業

児童や生徒における「情報处理的視点」の習得においては、課題の分析や系統的な解決策の構築、実行結果の検討と反復改良と言った「手順的な自動処理」プロセスの実体験が重要である。このような観点からロボットの動作プログラムを作成し(プログラミング)、プログラムの実行、そして実際にロボットの動作を確認することによって、確実な「情報处理的視点」の育成が期待できるであろう。ただ、プログラム開発の経験が全くない、あるいはほとんどないような児童や生徒に、限られた時間でロボットのプログラミングをさせるのは容易ではないため、簡単な解説のみでプログラミングできるような環境を整備する必要がある。

さて、実際のマイクロロボットの車輪を動かすための関数は、表1に示すように

motor_left(int speed)	左車輪に速さを与える(速さ範囲:0~30)
motor_right(int speed)	右車輪に速さを与える(速さ範囲:0~30)
motor(int left, int right)	左車輪, 右車輪にそれぞれ速さを与える(速さ範囲 0~30)

表1：車輪動作のために用意されている関数

となっており、左右の車輪についているステッピングモーターの制御コマンドとなっている。これらの関数を用いて、それぞれの回転の速さの値(0~30)と、その回転時間を与え、直進や回転などを実現する。ゆえに、複雑な動作の実装を、左右の車輪の速さと時間の指定から行うことは容易ではなく、入力値の決定までに多くの試行錯誤を繰り返さなければならない。そこで、当授業では、種々の実測による動作測定より、表2のような関数を準備した。

直線動作	円弧動作
straight (int speed , int length)	turn (int no , int v , int angle)
速さと移動距離を与える 速さの入力値 (22, 24, 26, 28, 30)	回転方向と半径, 角度を与える

表 2 : 授業用として新たに用意した関数

従って, これらの straight 関数と turn 関数により, 生徒は簡単なプログラムの説明を受けるだけで動作を開発できるようになる. 作成例として, 「8 の字運動」のプログラムを図 4 に示す.

```
void cmd_demorun(void)
{
    static int act = 0
    switch(act) {
        case 0:
            turn(1 , 1 , 360);
            act = 1;
            break;
        case 1:
            turn(1 , 2 , 360);
            act = 0;
            break;
    }
}
```

図 4 : 8 の字運動のプログラム例

このような授業準備の下, 高校生対象の模擬授業を 2 度実施した.

授業事例 (その 1)

- 校種・学年
 - － 私立高等学校・2 年生英語クラス (約 40 名)
- 教科
 - － 出前講義形式 2 限連続授業 (5・6 時限)
- 実施日
 - － 2009/06/16
- 目標
 - － 活用するロボットと, 「手順的な自動処理」 (プログラミング) の理解

- 授業場所
 - － コンピュータ教室(各自にデスクトップ型 PC)
- 活用機器
 - － コンピュータ, プロジェクタ, クリッカー, USB, マイクロロボット
- 活用コンテンツ
 - － 自前 PPT スライド
- 授業形態
 - － 一斉授業, グループ学習
- 活用場面
 - － 導入, 展開, まとめ

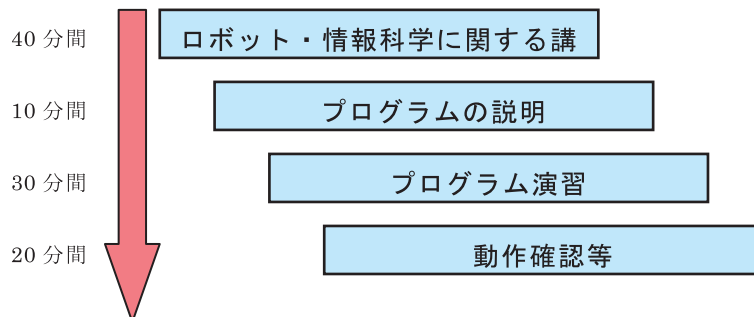


図 5 : 授業スケジュール

である。当日は 2 限続きの授業(50 分×2)であり、前半はロボットと情報科学についてスライドを用いて概説した。この時、オーディエンス・レスポンス・システムを使い、配布したクリッカー(応答用端末としての無線リモコン)で生徒達の回答を受けるようにして、アンケートやクイズを交えた双方向学習を行った。この双方向授業により、ロボットと情報科学に関する生徒達の理解を深め、興味を惹きつけることに努めた。休憩をはさんでの後半、生徒達はプログラムの説明を受けた後、プログラミングの実習に取り組んだ。プログラミング実習は、生徒を 5 人ずつのグループに分け、グループ学習の形態をとった。図 5 に、その際のタイムスケジュールを示す。

プログラムの説明については、ロボットを動かすための基礎から始め、図 6 に示すスライドを用いてプログラム作成方法を説明した。そして、実際のプログラミングに取りかかる前に、生徒達に以下のような練習問題を提示し、その解答を考えさせた。

問 1. 速さ 24 で、直線 30cm 動かすプログラムを作しましょう。

問 2. 半径 5cm で、左に 180 度回転させるプログラムを作しましょう。

正解開示と解説の後、グループ毎に思い思いの動作を計画させ、ロボットへの書き込みや動作確認を行わせた。

この事例では、アンケートを取ることはできなかったが、学習後のクリッカーによるアンケートでは、「情報処理の手順」について理解が深まったとの回答が多く得られた。

授業事例 (その 2)

- 校種・学年
 - － 私立高等学校・1 年生普通科クラス(約 30 名)
- 教科
 - － 体験授業形式 1 時間

18

プログラムの作成

```
1 void cmd_demorun(void)
2 {
3   static int act = 0 , count = 0;
4
5   switch(act){
6     case 0:
7       motor(0 , 0);
8       count ++;
9       if(count >= 500){
10         act = 1;
11         count = 0;
12       }
13       break;
14     case 1:
15       turn(1 , 1 , 360);
16       act = 2;
17       break;
18     case 2:
19       turn(1 , 2 , 360);
20       act = 3;
21       break;
```

ロボットを停止させる

書き換えない！

動作を資料を参考に記述

次の動作へ移動

図 6：ロボット動作生成用プログラミングの説明スライド

- 実施日
 - 2010/11/10
- 目標
 - 「手順的な自動処理」（プログラミング）の理解
- 授業場所
 - コンピュータ教室（5 人を 1 グループでノート型 PC を 1 台）
- 活用機器
 - コンピュータ，プロジェクタ，USB，マイクロロボット
- 活用コンテンツ
 - 自前 PPT スライド
- 授業形態
 - 一斉授業，グループ学習
- 活用場面
 - 導入，展開，まとめ

この授業は 1 時間であったため、授業事例（その 1）で実施したロボットと情報科学の概説（40 分間）は、ロボットに関する内容にとどめ、それ以降は、（その 1）と同様にロボット動作生成の

プログラムの説明と作成, および動作確認を行った。そして最後に, 授業に関するアンケートを実施した。

今回の受講者は高校1年生であったため, 情報教育の面では, 中学程度の情報リテラシー能力であると想像されるが, 生徒達はグループ内で相談しながらプログラミングを行った。グループの中には, 細かな動作をプログラムするところもあった。また, 作成したプログラムでロボットが動く様子を携帯電話のカメラで動画撮影する生徒もあり, このような体験学習が彼らにとって興味深いものであることが確認できた。図7に体験学習の様子を示す。



図7: 体験学習の様子

3. 授業アンケートの内容と結果

この章では, 前章で紹介した授業の事例授業(その2)の受講生30名を対象に行った, 授業アンケートの内容を紹介し, その集計結果について考察する。

授業アンケートでは, 以下のような設問を提示した。

受講態度に関する設問項目

(A1) 今日の体験授業でプログラムの意味について理解できましたか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(A2) 組み込みシステムについて理解できましたか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(A3) 体験授業を受けて, プログラムについて興味・関心を持ちましたか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(A4) ロボットについて興味・関心を持ちましたか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(A5) プログラムを作って, ロボットを動かせたと思いますか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(A6) 今日の体験授業は楽しかったですか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(A7) プログラムのことをもっと知りたいと思いましたか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(A8) ロボットのことをもっと知りたいと思いましたか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(次頁に続く)

受講者自身に関する設問項目

(B1) 数学は好きですか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(B2) 英語は好きですか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(B3) 国語は好きですか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(B4) パソコンを使うことに難しさを感じませんか。

5. 強くそう思う 4. そう思う 3. どちらとも言えない 2. そう思わない 1. まったくそう思わない

(B5) パソコンは何をするときに使いますか。該当するものにすべて○をつけて下さい。

ゲーム ワープロ インターネット 表計算 パソコンによる教材 (ドリルなど) その他

(B6) パソコンの使用はどれくらいですか。もっとも近いものに○をつけて下さい。

5. ほぼ毎日 4. 2～3日に1回程度 3. 1週間に1回程度 2. 1ヵ月に1回程度 1. 学校の授業で使う程度

(B7) これまでにプログラムを作ったことはありますか。

はい いいえ

(B8) (B7)で、「はい」と選んだ方に質問です。それは、どのようにして作りましたか。

学校の授業 クラブ活動 趣味として独学で 家族や友人に教えてもらった その他

(B9) 最後に、ご意見・ご感想などお願いします。

(以上)

というものである。我々は情報科学への興味と主要科目の得意度との相関の導出を目的としたため、このようなアンケート内容となった。結果を次に示す。

体験授業に関する質問	(A1) 今日の体験授業でプログラムの意味について理解できましたか。	5 強くそう思う 7 (23.33%)	4 そう思う 11 (36.67%)	3 どちらとも言えない 8 (26.67%)	2 そう思わない 2 (6.67%)	1 まったくそう思わない 2 (6.67%)	
	(A2) 組み込みシステムについて理解できましたか。	5 強くそう思う 5 (16.67%)	4 そう思う 12 (40.00%)	3 どちらとも言えない 8 (26.67%)	2 そう思わない 2 (6.67%)	1 まったくそう思わない 3 (10.00%)	
	(A3) 体験授業を受けて、プログラムについて興味・関心を持ちましたか。	5 強くそう思う 7 (23.33%)	4 そう思う 15 (50.00%)	3 どちらとも言えない 5 (16.67%)	2 そう思わない 1 (3.33%)	1 まったくそう思わない 2 (6.67%)	
	(A4) ロボットについて興味・関心を持ちましたか。	5 強くそう思う 5 (16.67%)	4 そう思う 13 (43.33%)	3 どちらとも言えない 8 (26.67%)	2 そう思わない 2 (6.67%)	1 まったくそう思わない 2 (6.67%)	
	(A5) プログラムを作って、ロボットを動かせたと思いますか。	5 強くそう思う 8 (26.67%)	4 そう思う 8 (26.67%)	3 どちらとも言えない 7 (23.33%)	2 そう思わない 3 (10.00%)	1 まったくそう思わない 4 (13.33%)	
	(A6) 今日の体験授業は楽しかったですか。	5 強くそう思う 7 (23.33%)	4 そう思う 15 (50.00%)	3 どちらとも言えない 4 (13.33%)	2 そう思わない 2 (6.67%)	1 まったくそう思わない 2 (6.67%)	
	(A7) プログラムのことをもっと知りたいと思いましたか。	5 強くそう思う 7 (23.33%)	4 そう思う 10 (33.33%)	3 どちらとも言えない 6 (20.00%)	2 そう思わない 4 (13.33%)	1 まったくそう思わない 3 (10.00%)	
	(A8) ロボットのことをもっと知りたいと思いましたか。	5 強くそう思う 3 (10.00%)	4 そう思う 11 (36.67%)	3 どちらとも言えない 10 (33.33%)	2 そう思わない 3 (10.00%)	1 まったくそう思わない 3 (10.00%)	
受講者自身に関する質問	(B1) 数学は好きですか。	5 強くそう思う 2 (9.52%)	4 そう思う 5 (23.81%)	3 どちらとも言えない 7 (33.33%)	2 そう思わない 2 (9.52%)	1 まったくそう思わない 5 (23.81%)	
	(B2) 英語は好きですか。	5 強くそう思う 4 (19.05%)	4 そう思う 3 (14.29%)	3 どちらとも言えない 6 (28.57%)	2 そう思わない 4 (19.05%)	1 まったくそう思わない 4 (19.05%)	
	(B3) 国語は好きですか。	5 強くそう思う 4 (19.05%)	4 そう思う 9 (42.86%)	3 どちらとも言えない 6 (28.57%)	2 そう思わない 1 (4.76%)	1 まったくそう思わない 1 (4.76%)	
	(B4) パソコンを使うことに難しさを感じませんか。	5 強くそう思う 4 (19.05%)	4 そう思う 1 (4.76%)	3 どちらとも言えない 8 (38.10%)	2 そう思わない 5 (23.81%)	1 まったくそう思わない 3 (14.29%)	
	(B5) パソコンは何をするときに使いますか。該当するものにすべて○をつけなさい。(複数選択)	ゲーム 9 (42.86%)	ワープロ 1 (4.76%)	インターネット 7 (33.33%)	表計算 0 (0.00%)	パソコンによる教材 1 (4.76%)	その他 0 (0.00%)
	(B6) パソコンの使用はどれくらいですか。もっとも近いものに○をつけなさい。	ほぼ毎日 7 (33.33%)	2〜3日に1回 3 (14.29%)	1週間に1回 4 (19.05%)	1ヶ月に1回 3 (14.29%)	学校の授業で使う程度 4 (19.05%)	
	(B7) これまでにプログラムを作ったことはありますか。	はい 6 (28.57%)	いいえ 15 (71.43%)				
	(B8) (B7)で、「はい」を選んだ方に質問です。それは、どのようにして作りましたか。(複数選択)	学校の授業 3 (50.00%)	クラブ活動 0 (0.00%)	趣味として独学 3 (50.00%)	家族や友人に教えてもらった 0 (0.00%)	その他 0 (0.00%)	

各設問間の相関関係を調べるために、アンケート結果のデータから相関係数を求めた。表3と表4に、感覚尺度を選択肢に持つ設問に関する相関係数を示す。なお、表3は体験授業に関する設問(A1～A8)間の相関係数、表4は体験授業(A1～A8)と受講者自身(B1～B4, B6)に関するものをまとめている。表3と表4の設問間に重複が見られるのは、受講者自身に関する設問の回答に一部不備があり、前者と後者のサンプル数に違いがあることを踏まえて、それぞれの結果を示すこととした。

	設問(A1)	設問(A2)	設問(A3)	設問(A4)	設問(A5)	設問(A6)	設問(A7)	設問(A8)
設問(A1)								
設問(A2)	0.8936							
設問(A3)	0.7696	0.8283						
設問(A4)	0.6615	0.7734	0.7980					
設問(A5)	0.6251	0.7612	0.6119	0.6785				
設問(A6)	0.7034	0.8369	0.8104	0.8141	0.7604			
設問(A7)	0.7194	0.7039	0.7046	0.4288	0.6543	0.6167		
設問(A8)	0.7122	0.8045	0.7172	0.6783	0.6065	0.6420	0.7335	

表3：模擬授業に関する設問間の相関係数(N=30)

相関係数	設問(A1)	設問(A2)	設問(A3)	設問(A4)	設問(A5)	設問(A6)	設問(A7)	設問(A8)	設問(B1)	設問(B2)	設問(B3)	設問(B4)
設問(A1)												
設問(A2)	0.9062											
設問(A3)	0.7079	0.8221										
設問(A4)	0.5906	0.7310	0.8391									
設問(A5)	0.7599	0.8083	0.6764	0.7036								
設問(A6)	0.7615	0.8923	0.8846	0.7970	0.8180							
設問(A7)	0.8242	0.7751	0.7270	0.4433	0.5644	0.6962						
設問(A8)	0.7321	0.8136	0.7490	0.7220	0.5967	0.7099	0.7233					
設問(B1)	0.6339	0.6239	0.6605	0.4034	0.5358	0.5241	0.7415	0.5818				
設問(B2)	0.2548	0.3660	-0.0086	0.1967	0.1907	0.0686	0.0791	0.3994	0.1051			
設問(B3)	-0.0765	-0.0292	-0.1318	0.0641	-0.0616	-0.1318	-0.0844	0.0446	-0.0374	0.4817		
設問(B4)	-0.2427	-0.0016	0.2521	0.3471	-0.0602	0.0699	-0.0943	0.2642	0.0501	0.2729	0.3153	

表4：全設問間の相関係数(N=21)

さらに、表3の結果が、偶発的であるかどうかを検証するために、帰無仮説を「相関係数が0である」、対立仮説を「相関係数を0でない」とする有意性検定（無相関検定）を行った。その結果を表5に示す。

P値	設問(A1)	設問(A2)	設問(A3)	設問(A4)	設問(A5)	設問(A6)	設問(A7)	設問(A8)	設問(B1)	設問(B2)	設問(B3)	設問(B4)
設問(A1)												
設問(A2)	0.0000											
設問(A3)	0.0003	0.0000										
設問(A4)	0.0048	0.0002	0.0000									
設問(A5)	0.0001	0.0000	0.0008	0.0004								
設問(A6)	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000							
設問(A7)	0.0000	0.0000	0.0002	0.0441	0.0077	0.0005						
設問(A8)	0.0002	0.0000	0.0001	0.0002	0.0043	0.0003	0.0002					
設問(B1)	0.0020	0.0025	0.0011	0.0698	0.0123	0.0147	0.0001	0.0057				
設問(B2)	0.2650	0.1027	0.9706	0.3928	0.4076	0.7677	0.7333	0.0728	0.6502			
設問(B3)	0.7416	0.9000	0.5690	0.7826	0.7908	0.5690	0.7159	0.8476	0.8721	0.0270		
設問(B4)	0.2891	0.9944	0.2703	0.1232	0.7955	0.7633	0.6843	0.2471	0.8291	0.2313	0.1639	

表5：全設問間の相関に関する無相関検定の結果(N=21)

表5における赤字および青字は、有意水準をそれぞれ両側1%および両側5%として有意であったものを示している。

これらの集計結果を基に考察を行うと、まず、体験授業の内容に関しては、受講者は肯定的であったと思われる。特に、設問A3の「プログラムに対する興味・関心」、設問A6の「体験授業

の楽しさ」という点では、受講生全体の 7 割以上が「強くそう思う」または「そう思う」と回答している。また、設問 A7 の「プログラムに対する興味・関心の増大」においても、「強くそう思う」または「そう思う」の回答が過半数を占めていることから、「体験型プログラミング授業」という点においては一定の成果があったと考えられる。一方、設問 A8 の「ロボットに対する興味・関心の増大」に関しては、肯定的な回答をあまり得られておらず、体験授業に対する受講者の理解は「ロボットはプログラミング学習の一教材」という傾向が強いと推測される。

次に、設問間の相関関係については、表 4 と表 5 の結果から、体験授業に関する設問間の相関は概ね有意であり、強い正の相関が表れている。一般的に、授業の理解度は興味・関心に直結すると言われていることから、この結果は妥当である。また、体験授業に関する設問群と設問 B1 の「数学に対する興味」との相関に有意な結果が得られている。特に、設問 A1, A2, A3, A7 との相関は有意水準 1% で有意で、強い正の相関が表れている。今回のアンケートにおける設問内容はそれぞれ、A1:「授業の理解度」、A2:「組み込みシステムの理解度」、A3:「プログラミングに対する興味・関心」、A7「プログラムに対する興味・関心の増大」であることを踏まえると、「数学に対する関心の比較的高い（低い）受講者は、授業に対する興味・プログラミングに対する興味・関心も比較的高い（低い）」という傾向を受講者から見出される。一方で、「数学以外の科目に対する興味（設問 B2, B3）」との相関については、有意な結果が得られなかった。先の集計結果を交え、と、「数学以外の科目に対する興味の有無に関わらず、体験授業は概ね肯定的である」という傾向が推測される。なお、この他の受講者自身に関する設問との相関に有意なものは存在しなかった。以上のことから、今回の体験型プログラミング授業には数学的な素養が必要であることが示唆されている。

4. まとめ

高等学校の情報教育におけるコンピュータプログラミング実習の導入授業として、マイクロロボットを用いた動作プログラム作成の体験学習を提案し、受講した生徒達にアンケートを実施した。体験学習では、課題の分析や系統的な解決策の構築、実行結果の検討と反復改良といった「手順的な自動処理」プロセスの実体験からの「情報处理的視点」の獲得を目標とした。2 校で約 60 名の文理系選択前の生徒に実施したが、いずれも十分な時間を取れず、新しい動作や微調整などの反復改良や、他グループと考の共有や統合の機会を得ることができなかった。今後、短期集中授業を実施する機会が得られれば、残りの内容についても実施し、その取り組みを十分に検証したい。

アンケート結果では、体験学習の内容について受講生全体の 7 割以上から肯定的な回答を得ることができ、また、一般に初学者には難解なプログラムにおいても過半数の生徒が興味を示したのは、ロボットを用いた体験学習であったことによると思われる。授業主要科目とプログラミングに対する興味・関心については、数学に対する関心が比較的高い（低い）生徒は、この授業に対する興味やプログラミングに対する興味・関心も比較的高い（低い）という傾向があり、数学

以外の科目に対しては有意な結果が得られなかった。しかしながら、多くの生徒の興味を得られているため、授業内容や手順の工夫により文系的な生徒にもプログラミングに対する興味や関心を持たせることができると考えられる。今後は、小・中校生にも体験学習を展開し、その結果を逐次フィードバックしつつ、情報科学への興味や関心が喚起し、情報处理的視点が育成される教材の開発を目指す。

謝辞

本研究は、科学研究費補助金(C・21500962)の助成を受けたものであり、ここに感謝の意を表します。また、福井工業高等専門学校 河原林 友美 先生には大変有意義な議論をして頂き、ここに深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 内閣官房 高度情報通信ネットワーク社会推進戦略本部 (IT 戦略本部), 「新たな情報通信技術戦略」(2010).
- 2) 厚生労働省 職業安定局雇用政策課, 「一般職業紹介状況 (平成 19 年 2 月分) について」(2007).
- 3) 文部科学省 中央教育審議会, 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について(答申)」(2008).
- 4) 例えば, ロボカップサッカーマイクロロボットリーグのフォーラムページ:
http://www-nomo.ist.osaka-u.ac.jp/mr_jp/ (2011 年 3 月現在) に詳しい.

(平成 23 年 3 月 31 日受理)