

## Scratch を用いた実機ロボット制御とそのプログラミング教育における効果

恐神 正博<sup>\*1</sup>, 大熊 一正<sup>\*2</sup>, 四折 直紀<sup>\*3</sup>, 杉原 一臣<sup>\*1</sup>, 山西 輝也<sup>\*1</sup>

### Effects in Programming Education with Actual Robots Control Using Scratch

Masahiro OSOGAMI<sup>\*1</sup>, Kazumasa OHKUMA<sup>\*2</sup>, Naoki SHIORI<sup>\*3</sup>,

Kazutomi SUGIHARA<sup>\*1</sup> and Teruya YAMANISHI<sup>\*1</sup>

<sup>\*1</sup> Department of Management and Information Sciences

Recently, the ICT(Information and Communication Technology) engineers' workforce shortage has been occurred with the development of ICT progress. And in the new educational guideline of Japan, the learning contents about ICT have been extended. Along with this, effective teaching materials for learning programming are demanded. In this study, we constructed a programming learning environment which can control the actual robots using Scratch developed at MIT. And we verified the effects of the experience learning using the environment by the analysis of the questionnaire results. And by the results, it was confirmed that this environment is possible to improve the learning effect for any students regardless whether who likes originally computer operation or not.

**Key Words** : Programming Education, Scratch, LEGO Mindstorms, Micro Robots.

## 1. 緒 言

今日の情報化社会を支える Information and Communication Technology (ICT) 基盤は、発展の一途をたどっており、我々が生活する上で情報通信ネットワークは必要不可欠なものとなっている。しかしながら、平成 25 年 7 月に内閣府から出された年次経済財政報告によれば、我が国の ICT 関連産業の GDP (付加価値生産) に占める割合は、平成 7 年から平成 22 年に向けて 6%程度から 11%弱へと概ね倍増しているにもかかわらず、ICT 関連産業における雇用者数は 7%弱で推移するなど概ね横ばいで、ICT 技術者の慢性的な雇用不足が生じていると報じており<sup>(1)</sup>、我が国における ICT 技術者の育成は急務となっている。

このため、近年、学習指導要領が刷新され、小学校では平成 23 年度から、中学校では平成 24 年度から、高等学校では平成 25 年度から年次進行で新しい学習指導要領が施行されている。特に新しい学習指導要領では、小・中・高校のすべての課程において、「ICT の使い方」中心の学習から「ICT を活用した問題解決」の学習へと内容が拡充されるとともに、中学校の課程において「プログラムによる計測と制御」が必修化され、すべての生徒が受講すべき実習項目となっている。

一方、すべての生徒が受講することから、プログラミング学習における生徒の興味・関心を惹きつけつつ学習効果を保証する教材が求められており、各方面において様々な取り組みが行われている<sup>(2)(3)</sup>。我々も、それらの一環として、プログラミング初学者のためにロボットを活用したプログラミング学習環境を構築してきた<sup>(4)(6)</sup>。

この学習環境の特徴は、子供を含むプログラミング初学者でも直観的にプログラムを作成できるプログラミング環境 Scratch<sup>(7)</sup> を用いることにより、ロボットの制御アルゴリズムを視覚化した点にある。これにより、プログラミング初学者にとって 1 つの難関となるプログラミング言語の文法修得の段階を排除し、プログラミング学習において、最も重要とされるアルゴリズムの直感的理解を促し、学習効果の向上を図っている。

\* 原稿受付 2015 年 2 月 27 日

<sup>\*1</sup> 経営情報学科

<sup>\*2</sup> 岡山理科大学工学部情報工学科 (〒700-0005 岡山県岡山市北区理大町 1-1)

<sup>\*3</sup> 福井工業大学大学院工学研究科社会システム学専攻経営情報学コース修了

E-mail: osogami@fukui-ut.ac.jp

本論文では、この学習環境を用いた体験授業を実施し、その中で行ったアンケート調査の解析により、本学習環境の有用性を検証している。さらに、今回の調査対象は、プログラミングの講義・実習を受講したことのないプログラミング初学者が対象であるが、実際には、受講者のプログラミングに関する知識や経験が様々であることを考慮した上で、受講前のコンピュータに関する興味・関心の違いが、本学習環境を用いて行った授業後アンケートの結果に影響を及ぼしているかどうかについても検討を行った。

本論文の構成は次の通りである。2章においてプログラミング学習環境について説明を行い、3章では、2章の学習環境を用いて行った体験授業と、その中で行ったアンケートの集計・解析結果から、提案している学習環境の有用性を検証する。最後に、4章で本論のまとめを行い、今後の課題について考察する。

## 2. プログラミング学習環境

体験授業で利用したプログラミング学習環境は、以下に概説する Scratch 及び実機ロボットから構成される。これらを用いて、Scratch で作成したプログラム（スクリプト）によって、マイクロロボット及び LEGO マインドストームを選択的に制御可能にした。

### 2.1 Scratch

Scratch は、Massachusetts Institute of Technology (MIT) にある研究所の 1 つである MIT メディアラボが開発し、フリーソフトとして一般公開されている。

Scratch は、スプライトと呼ばれる画像オブジェクトに対する動きを、命令の書かれたブロックを組み合わせることでプログラミングできる環境であり、プログラミング初学者でも簡単に扱えるよう工夫されている。

Fig. 1 に示すように、Scratch の画面は主に①～⑤に示す 5 つの領域から構成されている。以下にそれぞれの領域について説明する。

#### ① コマンドグループパレット

プログラムを制御するためのブロックの種類を選択する。

#### ② ブロックパレット

プログラムを制作するために必要な命令文を記述したブロックが配置されているエリアである。①のコマンドグループパレットで、命令の種類を選択すれば、関連の命令ブロックが表示される。

#### ③ スクリプティングエリア

このエリアで②のブロックパレットからドラッグして移動させた命令のブロックを組み合わせ、プログラム（スプライト）を作成する。

#### ④ スプライト／ステージドッグ

プログラムで使用するスプライトとステージを指定する。

#### ⑤ アクションエリア

④のスプライト／ステージドッグで指定している各スプライトに対し、③で組み上げたそれぞれのスクリプトの動きがここで実行される。

Fig. 2 は、Scratch におけるスクリプトの例として、1 辺 100 歩分の長さに対応する正方形を、スプライトで描かせるスクリプトを示している。これを見ても分かるように、10 歩進むことを 10 回繰り返す（すなわち 100 歩進む）、その後左向きに 90 度回転するという動きを計 4 回繰り返している。このことで、スプライトで 1 辺が 100 歩分の長さの正方形を描く動きを作っている。



Fig. 1 Scratch の画面構成



Fig. 2 スクリプトの例

命令の書かれたブロックを組み合わせることで、Fig. 2 のようなスクリプトが作成でき、なおかつ、作られるスクリプト（プログラム）のアルゴリズムも視覚的に把握できることから、プログラミング初学者にとっては、直感的にアルゴリズムを理解できるというメリットがある<sup>†</sup>。

## 2.2 実機ロボット

試作した学習環境では、Scratch から Fig. 3 に示す実機ロボットを 2 機種制御することが可能である。

1 つは、Fig. 3(a)に示すシチズン時計株式会社製の小型ロボット（以下マイクロロボット）であり、前進や回転等の動きを可能にする左右それぞれの車輪の制御には、一般に、C++プログラムのライブラリ群を用いる。

もう一つは、Fig. 3(b)に示すレゴ社の LEGO Mindstorms®.NXT2.0（以下マインドストーム）で製作したロボットであるが、Scratch を用いた制御を実現するため、マインドストームのファームウェアをオープンソースの制御プログラム開発・実行環境「nxtOSEK」に差し替え、作成したプログラムの可読性が高いとされるプログラミング言語 Python を利用した制御が行えるように設定している<sup>(8)</sup>。

## 2.3 プログラム変換ソフトウェア

2.2 節に示した実機ロボットに対応する各制御プログラムへの変換は、本学習環境用に作成し組み込んだ、Fig. 4 に示す変換ソフトウェアを用いて行う。

先に記したように、マイクロロボットの制御には C++、マインドストームの制御には Python がそれぞれ用いられているが、それらの言語で制御プログラムを書くことは、プログラミング初学者にとってハードルが高い。このため、この変換ソフトウェアを用いて、Scratch で書かれたスクリプトをそれぞれの実機ロボット用の制御プログラムに変換し、プログラミング初学者でも、実機ロボットの制御ができるようにしている。また、変換を行う対象のロボットは、変換ソフトウェアの画面より選択できる。

例えば、Fig. 2 のスクリプトをテキスト形式で出力したものの一部を示すと Fig. 5 のようになっている。そこで、各命令、つまり「○回繰り返す」、「○歩動かす」もしくは「○度回す」（但し○は整数値を表している）に対し、各ロボット用に提供されている C++もしくは Python で書かれた対応する制御関数に順次変換を行う。また、繰り返しの範囲については、その命令の前にあるスペースの数を利用して範囲を定め、各言語に対応する繰り返し命令構文を範囲も含めて挿入している<sup>(5)</sup>。

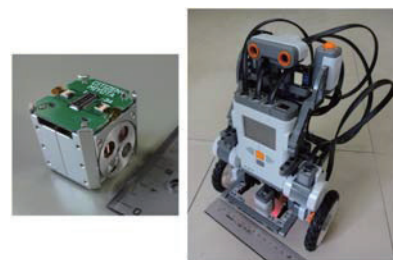
このように、対応する各プログラム言語への変換を行い、さらに変換された制御プログラムを実機ロボットに転送することで、Scratch において作られたスクリプトによるスプライトの動きを、実機ロボットの動きとして確認することができる。これにより、学習者は自分の作ったプログラムを単にディスプレイ上での動きとして確認するだけでなく、実機ロボットの動きとして確認できることで現実味が増し、プログラミングの学習効果向上が期待できる。

## 3. 体験学習とアンケート解析

ここでは、2 章で紹介した学習環境を用いて、高校生を対象に体験学習を行い、そこで行ったアンケートの解析結果について述べる。

### 3.1 授業デザイン

授業は、既に Scratch が利用可能なパソコンが設置されている教室で、以下の指導計画に基づいて行われた。



(a) マイクロロボット (b) マインドストーム

Fig. 3 本教材で用いられている実機ロボット

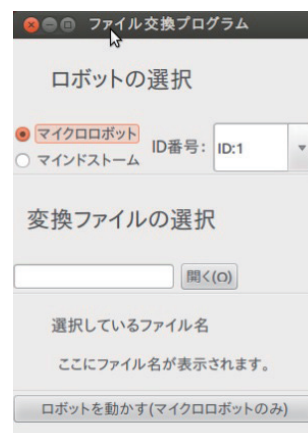


Fig. 4 変換ソフトウェア画面

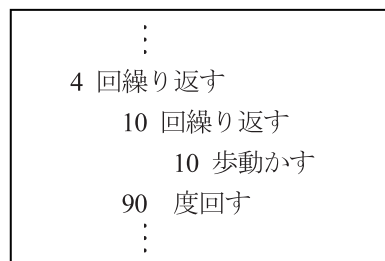


Fig. 5 Fig.2 で示したスクリプトをテキスト形式で出力したものの一部

<sup>†</sup>本学習環境用では変換の都合上、旧バージョンの Scratch1.4 を用いている。また、Scratch1.4 で書かれたスクリプトはテキスト形式で出力することが可能になっている。

ここで、あらかじめ Scratch がインストールされているパソコンを準備したのは、Scratch でスクリプトの動きまでを高校生らに作成させ、その後のロボット制御用のプログラムへの変換は指導者側で行ったためである。高校生らには自身が作成したスクリプトとそれに対応する実際のロボットとの動きを確認してもらった。なお、この授業デザインは、以前の報告<sup>6)</sup>で用いた内容と同じものである。Table1 に授業のデザインを示す。

Table1 授業のデザイン

段階	受講者の学習活動	教師の指導・支援
授業前 (5分程度)	● 授業前アンケートに回答する	● Scratch を起動する
開始 5分		● アンケート項目の説明を行う
	本時の目標：Scratch を用いて制作したプログラムでロボットを制御する	
導入 10分	● Scratch の基本的な操作方法を習得する  <u>例題：スプライト画像を前進させるプログラムを制作する</u> ● 順次処理“○歩動かす”ブロックと“○回繰り返す”ブロックを使ってプログラムを制作する	● Scratch によるプログラミング方法を説明する ● Scratch が異常な動作を示した時に積極的に支援する  ● 順次処理“○歩動かす”ブロックの○の値を変える方法と、ブロックを積み重ねる方法の違いを考えさせる ● 反復ブロックの使い方を“○歩動かす”ブロックを使って紹介する
展開 15分	<u>問題1：スプライト画像に正方形の軌道を描かせるプログラムを制作する</u> ● 順次処理“○歩動かす”ブロックと“○度回す”ブロックを使ってプログラムを制作する ● 反復処理“○回繰り返す”のブロックを利用してプログラムの簡素化を図る  <u>問題2：スプライト画像に正三角形の軌道を描かせるプログラムを制作する</u> ● 順次処理と反復処理ブロックを組み合わせさせてプログラムを制作する  <u>問題3：スプライト画像に星形（五芒星）の軌道を描かせるプログラムを制作する</u> ● 五芒星におけるひとつの角の角度を算出する ● 順次処理と反復処理ブロックを組み合わせさせてプログラムを制作する	● 順次処理ブロックだけで正方形を描くようにプログラミングするには、同じブロックの組み合わせを4回利用するだけでよいことに気付かせる  ● 正三角形のひとつの内角は60度であるが、スプライトが正三角形を描くように動かすにはスプライトを120度回転させる必要があることに気付かせる  ● スプライトが星形を描くように動かす場合には、スプライトを144度回転させる必要があることに気付かせる
発展 20分	● 順次処理と反復処理ブロックを組み合わせ、プログラムを自由に制作する ● 制作したプログラムによって、ロボットが制御されるところを見る	● プログラム変換ソフトウェアを用いて、実機ロボットの制御プログラムに変換する ● 実機ロボットに命令を送信して制御する
最後 10分	● Scratch を終了する ● 授業後アンケートに回答する	● アンケートの回答を行っているかを確認する ● 参加者全員のアンケートを回収する

### 3.2 受講者の構成およびアンケート結果

上記授業計画に基づいて行った体験授業の受講者は2校で70人であった。その構成は、Table 2 に示す通りである。ただし、内1名はアンケート回答の不備により除外している。

Table 2 受講者の構成

全体 69 人（男 43 人，女 26 人）					
学 校 別	A 高校	28 人	学	1 年生	13 人
	B 高校	41 人	年	2 年生	51 人
			別	3 年生	5 人



また、Table 2 に示した受講者に対し行ったアンケートの内容と結果を Table 3 に示す。選択肢の下にある数値は、回答数と全体に占める割合（回答率）を指している。

なお、このアンケートには以下に示す 2 つの特徴がある。

- ・各設問に対して肯定的な回答であるほど、選択肢番号の値が小さくなる。
- ・授業前と授業後の設問 B から設問 I は同一の内容である。

Table 3 授業前後で行ったアンケート内容と解析結果

授業前設問回答結果	回答結果			
前0) あなたの好きな教科を全て選択して下さい	1 国語 16(23%)	2 数学 13(19%)	3 理科 11(16%)	4 社会 11(16%)
	5 英語 24(35%)	6 体育 25(36%)	7 技術家庭科 8(12%)	8 芸術 25(36%)
前A) コンピュータの操作が好きですか	1 19(28%)	2 17(25%)	3 24(35%)	4 9(13%)
前B) コンピュータに関連する知識の勉強は大切だと思いますか	1 30(43%)	2 32(46%)	3 4(6%)	4 3(4%)
前C) 将来「コンピュータに関連する職業につきたいですか	1 6(9%)	2 22(32%)	3 24(35%)	4 17(25%)
前D) アプリケーションソフトウェアに興味がありますか	1 8(12%)	2 27(39%)	3 21(30%)	4 13(19%)
前E) ハードウェアに興味がありますか	1 12(17%)	2 16(23%)	3 28(41%)	4 13(19%)
前F) プログラミングによる機械制御に興味がありますか	1 5(7%)	2 24(35%)	3 22(32%)	4 18(26%)
前G) 情報系の授業では、実際にコンピュータに触れる方が好きですか	1 25(36%)	2 28(41%)	3 8(12%)	4 8(12%)
前H) 日常生活でコンピュータに関する知識は役に立つと思いますか	1 33(48%)	2 29(42%)	3 4(6%)	4 3(4%)
前I) 自分にとって将来コンピュータに関する知識は役に立つと思いますか	1 35(51%)	2 22(32%)	3 11(16%)	4 1(1%)
前J) 高校で習った情報の授業は理解できていますか	1 9(13%)	2 32(46%)	3 14(20%)	4 7(10%)
授業後設問回答結果	回答結果			
後A) 今回の授業内容を理解できましたか	1 25(36%)	2 40(58%)	3 2(3%)	4 2(3%)
後B) コンピュータに関連する知識の勉強は大切だと思いますか	1 31(45%)	2 33(48%)	3 3(4%)	4 2(3%)
後C) 将来「コンピュータに関連する職業につきたいですか	1 8(12%)	2 22(32%)	3 24(35%)	4 15(22%)
後D) アプリケーションソフトウェアに興味がありますか	1 14(20%)	2 29(42%)	3 18(26%)	4 8(12%)
後E) ハードウェアに興味がありますか	1 16(23%)	2 23(33%)	3 20(29%)	4 10(14%)
後F) プログラミングによる機械制御に興味がありますか	1 14(20%)	2 24(35%)	3 19(28%)	4 12(17%)
後G) 情報系の授業では、実際にコンピュータに触れる方が好きですか	1 28(40%)	2 30(43%)	3 4(6%)	4 7(10%)
後H) 日常生活でコンピュータに関する知識は役に立つと思いますか	1 36(52%)	2 26(38%)	3 5(7%)	4 2(3%)
後I) 自分にとって将来コンピュータに関する知識は役に立つと思いますか	1 31(45%)	2 26(38%)	3 7(10%)	4 4(6%)
後J) この授業は楽しかったですか	1 42(61%)	2 19(28%)	3 3(4%)	4 4(6%)

(※選択肢の意味 1：そう思う，2：どちらかと思えばそう思う，3：どちらかと言えそう思わない，4：そう思わない)

### 3.3 アンケート結果に対する解析

先述の通り，設問 B～I は授業前と後で同じである。そこで，設問 B～I について，授業前後の平均値の差を見ることで，アンケート結果を解析し，学習者の意識変化を検証する。

なお、これ以降の解析では、各設問（Table 4～6 については設問 B～I、Table 7～8 については設問 C～I）ごとに授業前後のそれぞれの平均値をとり、その差を求めている。また、それらにおいて、設問ごとのデータに対し F 検定を行い、すべての設問において、授業前のデータと授業後のデータそれぞれの分散には有意な差が認められないことを確認した上で、設問ごとに、有意水準を両側 5%とした t 検定を行い、それらの p 値を求めている。なお、統計的に有意である平均値の差については、値の左上に\*を付した。

Table 4 授業前と授業後における各設問の平均値等

	設問 B	設問 C	設問 D	設問 E	設問 F	設問 G	設問 H	設問 I
授業前の平均値	1.7101	2.7536	2.5652	2.6087	2.7681	1.9855	1.6667	1.6812
授業後の平均値	1.6522	2.6667	2.2899	2.3478	2.4203	1.8551	1.6087	1.7647
平均値の差	0.0580	0.0870	<b>*0.2754</b>	<b>*0.2609</b>	<b>*0.3478</b>	0.1304	0.0580	-0.0835
p (T<=t) 両側	0.4368	0.1093	0.0004	0.0011	0.0000	0.0832	0.4835	0.3880

まず、受講者全員を対象とした結果を示している Table 4 を見る。それぞれの設問における授業前後の差は、設問 I のみが負の値 (-0.0835) となっている他は、すべて正の値を取っている。特に、設問 D～F では他の設問よりも平均値の差が大きい。p 値を見る限り、設問 D～F の差は有意であると言える。よって、受講者全体を考えた場合、この授業における効果として「アプリケーションソフトウェア（設問 D）」、「ハードウェア（設問 E）」、および「プログラミングによる機械制御（設問 F）」に対する興味が向上したことが分かる。一方、唯一認識が低下した設問 I においてもその差が有意ではなかったことから、「コンピュータに対する知識が将来役に立つと考える」という認識が低くなったとは必ずしも言えないことがわかる。

### 3.3.1 コンピュータの操作が好きかどうかのグループ分けにおける解析結果

上述の解析により、受講者全体として、アプリケーション、ハードウェア、およびプログラミングによる機械制御に対する関心が向上していることが分かった。そこで、元々コンピュータに対する関心が高い者と、それほど関心が高くない者ごとにグループ分けをした上で、実施した授業が、各グループの受講者にどのような効果をもたらしたかの検証を行う。

グループ分けの方法としては、設問前 A の「コンピュータの操作が好きですか」に対する回答を用い、「1 と 2」すなわち、「そう思う」または「どちらかと思えばそう思う」と回答した 36 人のグループ（Table 5）を元々コンピュータに対する関心が高いグループと考え、また「3 と 4」すなわち、「どちらかと思えばそう思わない」または「そう思わない」と回答した 33 人のグループ（Table 6）をコンピュータに対する関心がそれほど高くないグループとして考え、それぞれのグループにおける解析を行った。

Table 5 コンピュータ操作が好きと回答したグループにおける授業前と授業後における各設問の平均値等

	設問 B	設問 C	設問 D	設問 E	設問 F	設問 G	設問 H	設問 I
授業前の平均値	1.4167	2.1944	1.9722	2.0278	2.3889	1.4167	1.3889	1.3889
授業後の平均値	1.3611	2.1389	1.8056	1.8056	2.0000	1.2778	1.2500	1.4444
平均値の差	0.0556	0.0556	0.1667	<b>*0.2222</b>	<b>*0.3889</b>	0.1389	0.1389	-0.0556
p (T<=t) 両側	0.5347	0.3242	0.0831	0.0187	0.0002	0.0576	0.0960	0.5710

Table 6 コンピュータ操作があまり好きでないと回答したグループにおける授業前と授業後における各設問の平均値等

	設問 B	設問 C	設問 D	設問 E	設問 F	設問 G	設問 H	設問 I
授業前の平均値	2.0303	3.3636	3.2121	3.2424	3.1818	2.6061	1.9697	2.0000
授業後の平均値	1.9697	3.2424	2.8182	2.9394	2.8788	2.4848	2.0000	2.1250
平均値の差	0.0606	0.1212	<b>*0.3939</b>	<b>*0.3030</b>	<b>*0.3030</b>	0.1212	-0.0303	-0.1250
p (T<=t) 両側	0.6245	0.2108	0.0017	0.0229	0.0056	0.3792	0.8385	0.5213

この結果、Table 5 に示すように、コンピュータ操作が好きと答えたグループにおいて、設問 E～F の平均値の差が統計的に有意であることから、コンピュータ操作が好きと答えたグループでは、授業によって、「ハードウェア」、および「プログラミングによる機械制御」に対する興味が向上したことが分かる。

次に、Table 6 に示すように、コンピュータ操作があまり好きではないと答えたグループでは、先ほどのコンピュータ操作が好きと答えたグループに比べ、設問 E における平均値の差が 0.2222 から 0.3030 と約 0.1 ポイント向上している。このことから、「ハードウェア」に対する興味については、あまり好きではないと答えたグループの方が好きと答えたグループよりも、授業後に向上したことが分かる。一方、設問 F の差は、0.3889 から 0.3030 と約 0.1 ポイント減少した。ここから、「プログラミングによる機械制御」に対する興味については、好きと答えたグループの方があまり好きではないと答えたグループよりも、授業後に向上したことが分かる。

以上の結果から、元々コンピュータの操作が好きなグループでは、より「プログラミングによる機械制御」に対する興味が向上し、また、元々コンピュータの操作があまり好きでないグループでは、より「アプリケーションソフトウェア」に対する興味が向上したことが分かった。これは恐らく、元々コンピュータの操作が好きでないグループの場合、「アプリケーションソフトウェア」というコンピュータの全体像といったイメージに対してより興味が高まったのに対し、元々コンピュータの操作が好きなグループの場合、「プログラミングによる機械制御」という、ソフトウェアおよびハードウェアを含めた構造や機能といったより具体的な内容に対する興味を持っていたためではないかと考えられる。

### 3.3.2 コンピュータに関連する知識の勉強は大切と考えているグループの中で、コンピュータの操作が好きかどうかについてグループ分けを行った場合の解析結果

3.3.1 項において行ったグループ分けの内、設問前 B (コンピュータに関連する知識の勉強は大切だと思いますか) に対する回答が、「1 と 2」すなわち、「そう思う」または「どちらかと思えばそう思う」と回答した 62 人のグループを取り上げる。

このグループに対し、3.3.1 項と同様に、設問前 A における『コンピュータの操作が好きですか』に対する回答が、「1 と 2」すなわち、「そう思う」または「どちらかと思えばそう思う」と回答した 35 人のグループ (Table 7) と、「3 と 4」すなわち、「どちらかと言えはそう思わない」または「そう思わない」と回答した 27 人のグループ (Table 8) に分けて解析を行った結果を Table 7 と Table 8 に示す。

Table 7 コンピュータに関連する知識の勉強は大切と考えていて、なおかつ、コンピュータの操作が好きと回答しているグループにおける授業前と授業後における各設問の平均値等

	設問 C	設問 D	設問 E	設問 F	設問 G	設問 H	設問 I
授業前の平均値	2.1714	1.9429	2.0000	2.3714	1.4000	1.3714	1.3429
授業後の平均値	2.1143	1.8000	1.7714	1.9714	1.2857	1.2286	1.4000
平均値の差	0.0571	<b>*0.1429</b>	0.2286	<b>*0.4000</b>	0.1143	0.1429	-0.0571
p (T ≤ t) 両側	0.4246	0.0097	0.0502	0.0086	0.6024	0.2320	0.4494

Table 8 コンピュータに関連する知識の勉強は大切と考えていて、なおかつ、コンピュータの操作があまり好きでない回答しているグループにおける授業前と授業後における各設問の平均値等

	設問 C	設問 D	設問 E	設問 F	設問 G	設問 H	設問 I
授業前の平均値	3.2593	3.0741	3.1111	3.0370	2.4444	1.7037	1.8148
授業後の平均値	3.1852	2.7407	2.8519	2.7407	2.3704	1.8889	1.9615
平均値の差	0.0741	<b>*0.3333</b>	0.2593	<b>*0.2963</b>	0.0741	-0.1852	-0.1467
p (T ≤ t) 両側	0.4246	0.0097	0.0502	0.0086	0.6024	0.2320	0.4494

コンピュータに関連する知識の勉強は大切と考えていて、なおかつ、コンピュータの操作が好きなグループとそうでないグループについては、どちらも、設問 D および設問 F における、平均値の差が向上しており、それらの値は統計的に有意であった。すなわち、設問 D の項目の「アプリケーションソフトウェア」に対する関心や、設問 F の項目の「プログラミングによる機械制御」に対する関心が向上したことが分かる。

一方、他の解析内容として、当初、コンピュータの知識は必要と考えていたにもかかわらず、コンピュータの操作があまり好きではなかったグループが、本学習環境による授業の結果、自分にとって将来コンピュータの知識は役に立つと考えるようになると予想をしていたが、今回の解析では、設問 H における平均値の差に統計的有意性は確認できなかった。

#### 4. 結 言

今日の情報化社会の進展に伴い、ICT 技術者の育成が急務となっており、新学習指導要領においても ICT に関する教育内容の拡充が図られ、中学校の課程においては「プログラミングによる計測・制御」が必修化されている。それに伴い、プログラミング学習における生徒の興味・関心を引き付けつつ学習効果を保障する教材が求められている。我々が提案しているプログラミングの学習環境は、プログラミング初学者にとって 1 つの難関となるプログラミング言語の文法習得の段階を排除でき、これにより、プログラミング学習において重要とされるアルゴリズムを視覚的に認識しつつ学習できるとともに、自作したプログラムにより実機ロボットの動作を確認できる特徴がある。

本論文では、提案している学習環境を用いたプログラミングの体験授業を行い、そこでのアンケート結果から、本学習環境の評価を行った。その結果、提案した学習環境を用いることにより、「アプリケーションソフトウェアに関する興味」、「ハードウェアへの興味」、および、「プログラミングによる機械制御への興味」に対し、受講者の興味・関心を向上させることが可能であることが確かめられた。さらに、これらの興味関心の向上については、もともとコンピュータの操作が好きな者も、そうでない者についても言えることが確かめられた。これにより、本学習環境が幅広い受講者に対し、学習効果の向上を見込めるものであると考えられる。

今後の課題としては、自分にとってコンピュータの知識は必要であると考えているのにもかかわらず、コンピュータの操作があまり得意ではない者に対し、コンピュータの操作が得意になったと感じられるような教材であるのかの検証も含め、本学習環境の更なる拡充があげられる。

#### 謝 辞

本研究の一部は科研費(課題番号 24501221)と、福井県大学連携リーグ連携研究推進事業、ならびに、福井工業大学学内特別研究費(クラスタ D) の助成を受けたものである。記して謝意を表する。

#### 文 献

- (1) 内閣府, “平成 25 年度年次経済財政報告”, [http://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je13/index\\_pdf.html](http://www5.cao.go.jp/j-j/wp/wp-je13/index_pdf.html) (参照日 2014 年 12 月 4 日).
- (2) 兼宗進, 中谷多哉子, 御手洗理英, 福井眞吾, 久野靖, “初中等教育におけるプログラミングの実践と評価”, 情報処理学会論文誌, Vol.44, No.SIG13 (2003), pp.58-71.
- (3) 千田和範, 野口孝文, 梶原秀一, 荒井誠, 稲守栄, “ロボットを用いた初心者のためのプログラミング教育”, 信学技法, ET-2006-25 (2006), pp.21-24.
- (4) 山西輝也, 杉原一臣, 大熊一正, “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”, 福井工業大学研究紀要第 41 号 (2011), pp.486-496.
- (5) 大熊一正, 恐神正博, 籠谷隆弘, 四折直紀, 杉原一臣, 山西輝也, “マイクロロボット制御アルゴリズムの見える化に向けて一組込みシステムの教材として”, 福井工業大学研究紀要第 42 号 (2012), pp.610-619.
- (6) 大熊一正, 恐神正博, 籠谷隆弘, 四折直紀, 杉原一臣, 山西輝也, “高校生を対象とした Scratch プログラミング体験授業の実施とその展開”, 福井工業大学研究紀要第 43 号 (2013), pp.426-437.
- (7) MIT Media Lab, “Scratch 公式サイト”, <http://scratch.mit.edu/> (参照日 2014 年 12 月 4 日).
- (8) Toshihiro Shikama, “Development of Teaching Materials for Computer Programming using a Robot Remotely Controlled by a PC through Wireless Communication”, *Proc. of IWIN2013*, Stockholm, Sweden, pp.135-141, Sept. 2013.

(平成 27 年 3 月 31 日受理)