

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

大熊一正*, 恐神正博*, 竈谷隆弘†, 四折直紀‡, 杉原一臣*, 山西輝也*

Lecture on experience-based Scratch programing for high school students and its developments

Kazumasa OHKUMA, Masahiro OSOGAMI, Takahiro KAGOYA,
Naoki SHIORI, Kazutomi SUGIHARA, Teruya YAMANISHI

This is a practical report that we performed experience-based lecture about computer programming using Scratch programming environment for high school students. The lecture for 60 minutes is composed by introductory part of Scratch programming environment and practice part of Scratch programming. We carried out a questionnaire about computer system of interest before and after the lecture. The questionnaire results from the students who took this lecture were discussed based on statistical procedure. We found male students tend to become interested in software system by this lecture though statistical significance was not so strong.

Keywords: Scratch, プログラミング教育, アンケート解析

1 はじめに

今日の情報化社会を支える Information and Communication Technology (ICT) 基盤は、発展の一途を辿っている。この発展は、利用者が、容易に高度な情報処理を行える環境（インターフェース）を作り出した反面、利用者にとっての ICT 機器は、ブラックボックス化されたものとなりつつある。この結果、ICT 機器に初めて触れたり、利用し始める年齢層が低くなった一方で、現在でも文字（コマンド）入力によって行われることが一般的であるプログラミング作業には、より親しみづらくなっているように思われる。このような事態を鑑みてか、平成 24 年度より全面施行された中学校の学習指導要領¹⁾から、「プログラムによる計測・制御」が、必修の実習項目として明記され、義務教育において、プログラミング教育の拡充がなされた。この単元「プログラミングによる計測・制御」においては、

ア コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組みを知ること。

イ 情報処理の手順を考え、簡単なプログラムが作成できること。

の事項を指導することになっている。特に、事項 イ に関して、学習指導要領解説²⁾には、

情報処理の手順には、順次、分岐、反復の方法があることを知ることができるようにする。また、目的や条件に応じて、情報処理の手順を工夫する能力を育成するとともに、簡単なプログラムを作成できるようにする。

この学習では、プログラムの命令語の意味を覚えさせるよりも、課題の解決のために処理の手順を考えさせることに重点を置くなど、コンピュータを用いた計測・制御に関する技術の目的を意識した実習となるよう指導する。

* 経営情報学科, † 仁愛大学 人間生活学部, ‡ 大学院 社会システム学専攻 経営情報学コース 院生

とあり、特定のプログラミング言語にとらわれることなく、順次、分岐、反復によるプログラムの制御構造を理解させるアルゴリズム教育を重要視している。しかしながら、既に、プログラミング教育が行われている高等学校におけるプログラミング教育では、C 言語や Visual Basic 等を利用したプログラム言語教育の側面が強く、無機質なプログラムの命令語の意味やその構文を覚える必要がある。その結果、洗練された Graphical User Interface (GUI) を当たり前のごとく利用している今日の学習者にとって、プログラミング言語の命令語とその使い方を覚える作業が、最初の難関として立ちはだかり、本当に理解すべきアルゴリズムの学習が疎かになる傾向があることは否めない。

そこで、アルゴリズムの学習に重点を置いたプログラミング教育への試みとして、プログラムの命令語が書かれたタイルブロックを組み合わせることによって、視覚的に制御構造を理解しながらプログラムを作成できる Scratch を利用したプログラミング体験授業を高校生を対象として実施した^{#1}。ここでは、実施した授業内容が、受講者にどのような効果を与えたかを推察するために行ったアンケート調査の結果を報告する。

本論文は、次節において、授業で使った Scratch について紹介し、その後、第3節において、実施した授業内容を紹介する。続く、第4節において、授業前と授業後に行ったアンケート項目及びその結果解析を示し、結果を考察する。そして、第5節において、本稿を総括する。

2 プログラミング環境としての Scratch

本節では、まず Scratch についての簡単な紹介を行い、その後、Scratch によるプログラミングの基礎事項について述べる。

2.1 Scratch

Scratch は、Massachusetts Institute of Technology (MIT) にある研究所の一つである MIT メディアラボ^{#2}が、子供向けに開発したプログラミング環境³⁾であり、フリーソフトとして一般公開されている^{#3}。

Scratch は、スプライトと呼ばれる画像を制御するプログラムをコマンドブロックを組み合わせて作成する環境であり、図1に示すように、主に4つの領域から構成されている。そして、それぞれの領域は、(図1の①から④に対応して)；

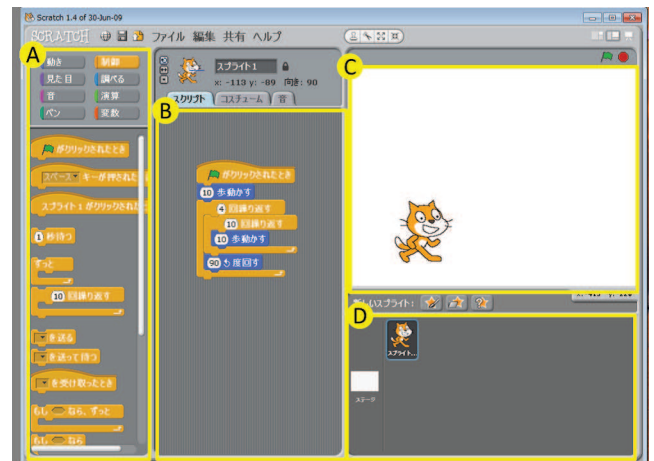


図1 Scratch

- ① コマンドパレット：プログラミングに必要な命令ブロックの一覧を表示するエリアであり、上部で、命令の種類を選択すれば、下部に上部で選択された命令に関連する命令ブロックが表示される。
- ② スクリプティングエリア：このエリアで①のコマンドパレットからドラッグした命令ブロックを組み合わせてプログラム（スプライト）を作成する。

^{#1} 中学生や小学生を対象とした授業も実施したが、参加人数が少なく統計的な議論が出来ないため、以後、本稿では、高校生を対象として実施した授業に的を絞って議論を展開する。

^{#2} MIT メディアラボ Web ページ：<http://www.media.mit.edu/> 参照（2013年3月31日現在）

^{#3} Scratch は、<http://scratch.mit.edu/> からダウンロード可能（2013年3月31日現在）

- ㉞ **スプライト／ステージ ドック**：作成しているプログラムで使用する（使用できる）スプライトとステージ画像を一覧表示する．
- ㉟ **アクションエリア**：㉞ のスクリプティングエリアで組み上げたプログラムがどの様に動作するかを確認できる．

である．

2.2 Scratch による制御構造の表現

どのようなプログラミング言語を用いたとしても，目的の処理を行わせるプログラムは，順次処理，分岐処理及び反復処理の組み合わせによって作成される．この大前提により，プログラミング教育では，それぞれのプログラミング言語に固有なコマンドであったり，構文の学習よりもアルゴリズムの学習が重要視されるべきであることは，第 1 節で抜粋した新しい中学校学習指導要領解説の文言からも見て取れる．

つまり，Scratch は，以下に示す特徴；







- 命令ブロックには，例えば“○歩動かす”，“△が押されたとき”や“○回繰り返す”と表記されており（ここで，○は数値，△は対応するキーをそれぞれ表す．），アルゴリズムを言葉として理解しやすい（図 1 の ㉞ 参照）．
- プログラミングは，命令ブロックの組み合わせによって行うが，構文として成り立たない場合はブロックが組み合わないため，構文を覚える必要がない．
- Scratch によって作成されたソフトウェア（主にゲーム）及びそのプログラムも Scratch の Web ページから参照でき，それらを利用した自主学習が可能である．

から，アルゴリズムの学習には最適なプログラミング環境の一つであると言える．この Scratch においては，順次処理，分岐処理及び反復処理が表 1 に示すようなブロックによって表現されているので，これらを組み合わせながらプログラミングが実施できる．また，分岐処理や反復処理の際に必要な比較演算や論理演算に関する処理ブロックも表 2 のように用意されており，これらを表 1 の制御処理ブロックにはめ込むことによって，処理条件を指定することができる．

表 1 Scratch における主要制御処理コマンドブロック

処理命令ブロック	処理内容
 	順次処理
 	分岐処理
 	反復処理

表 2 Scratch における主要演算ブロック

演算ブロック	演算内容
  	比較演算ブロック
  	論理演算ブロック

3 Scratch プログラミングの体験授業

本節では、前節で紹介した Scratch を用いて行った高校生を対象とした授業の内容について述べ、受講者に関する情報も紹介する。

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。

段階	受講者の学習活動	教師の指導・支援
授業前 5 分	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 授業前アンケートに回答する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● アンケート項目の説明を行う。 ● しっかりアンケートの回答を行っているかを確認する。
	<u>本時の目標：Scratch を用いてスプライト画像が図形を描くプログラムを作成する。</u>	
導入 10 分	<ul style="list-style-type: none"> ◦ Scratch を起動する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● Scratch が起動できない受講者には積極的に支援する。 ● Scratch によるプログラミング方法を説明する。
	<u>例題：スプライト画像を前進させるプログラムを作成する。</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 表 1 の順次処理 “○歩動かす” のブロックを使ってプログラムを作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 順次処理 “○歩動かす” のブロックの○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。
展開 25 分	<u>問題 1：スプライト画像に正方形を描かせるプログラムを作成する。</u>	
	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 表 1 の順次処理 “○歩動かす” のブロックと “○度回す” のブロックを使ってプログラムを作成する。 ◦ 表 1 の反復処理 “○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。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 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れば、同じブロックの組み合わせを 4 回利用することに気付かせる。 ● 反復処理ブロックの使い方を “○歩動かす” のブロックを使って紹介する。
	<u>問題 2：スプライト画像に正三角形を描かせるプログラムを作成する。</u>	

	<ul style="list-style-type: none"> ○ 順次処理と反復処理ブロックを組み合わせるプログラムを作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 正三角形の1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。
発展 15分	<p>問題3：スプライト画像に星形（五芒星）を描かせるプログラムを作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ 五芒星の1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るプログラムを作成する。 	
まとめ 10分	<ul style="list-style-type: none"> ○ Scratch を終了する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● 今回使わなかった分岐処理に関する説明を行う。 ● どのようなプログラムも順次処理、反復処理、分岐処理の3つの組み合わせで作れることを説明する。
授業後 5分	<ul style="list-style-type: none"> ○ 授業後アンケートに回答する。 	<ul style="list-style-type: none"> ● しっかり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

上記授業計画に基づいて行った Scratch プログラミングの体験授業は、高校生の男女63人に対し、2回に分けて実施された。学年及び男女の構成は、表3に示す通りである。

表3 受講者の構成

全体 63人					
学	1年生	0人	性	男	50人
年	2年生	19人		女	11人
別	3年生	44人	別	無記入	2人

4 アンケート結果とその解析

本節では、今回の授業前後に実施したアンケート項目を提示した後、アンケート結果とその解析結果を紹介する。

4.1 アンケート内容

今回は、授業実施前後で、受講者の ICT に関する意識が変わるかを調べるために、授業実施前後で、ほぼ同じ項目のアンケートを行った。実際に行ったアンケート項目は、以下の通りである。

授業前アンケート

(前0) あなたの好きな教科を全て選択してください。

・国語 ・数学 ・理科 ・社会 ・英語 ・体育 ・技術家庭科 ・芸術（図画工作、書道、音楽）

以下の質問で、あなたが適切だと思う回答の数字に○をしてください。

(前A) コンピュータの操作が好きですか。

4 そう思う 3 どちらかといえばそう思う 2 どちらかといえばそう思わない 1 そう思わない

(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。

4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(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。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(前D) ハードウェア（パソコン本体など）に興味がありますか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(前E) アプリケーションソフトウェア（Word や Excel などコンピュータで利用するプログラム）に興味がありますか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(前F) 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。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(前G) 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。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(前H) 自分にとって将来、コンピュータの知識は役に立つと思いますか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(前I) 高校で習った情報の授業は理解できていますか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
<u>授業後アンケート</u>			
以下の質問で、あなたが適切だと思う回答の数字に○をしてください。			
(後A) 今回の授業内容を理解できましたか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(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。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(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。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(後D) ハードウェア（パソコン本体など）に興味がありますか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(後E) アプリケーションソフトウェア（Word や Excel などコンピュータで利用するプログラム）に興味がありますか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(後F) 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。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(後G) 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。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(後H) 自分にとって将来、コンピュータの知識は役に立つと思いますか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
(後I) この授業は楽しかったですか。			
4 そう思う	3 どちらかといえばそう思う	2 どちらかといえばそう思わない	1 そう思わない
また、その理由は何ですか。			

4.2 アンケート結果とその考察

表 4 に、今回実施したアンケートの集計結果を示す。表 4 の設問（前 0）より、受講者の多くは、理数系科目が好きであることが分かる。この理由としては、この授業の参加者は、基本的に自らの意思と興味に基づいて受講しているため、理数系科目に近い情報系科目に全く興味が無い受講者及び情報系科目が嫌いな受講者は参加していないからであると考えられる。従って、受講者全体の 8 割超が、設問（前 A）「コンピュータの操作に対する関心」、（前 B）「コンピュータに関連する知識の重要性」、（前 F）「情報系の授業における実技志向」、（前 G）「日常生活におけるコンピュータ知識の有用性」、（前 H）「将来におけるコンピュータ知識の有用性」において、「そう思う」または「どちらかといえばそう思う」と回答していることは当然と言える。

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

表 4 アンケートの集計結果

(前 0) あなたの好きな教科は何ですか。	国語 16 (25.40%)	数学 23 (36.51%)	理科 14 (22.22%)	社会 8 (12.70%)
	英語 12 (19.05%)	体育 31 (49.21%)	技術家庭 6 (9.52%)	芸術 8 (12.70%)
(前 A) コンピュータの操作が好きですか。	4 そう思う 34 (53.97%)	3 どちらかといえばそう思う 20 (31.75%)	2 どちらかといえばそう思わない 8 (12.70%)	1 そう思わない 1 (1.59%)
(前 B) コンピュータに関する知識の勉強は大切だと思いますか。	4 そう思う 41 (65.08%)	3 どちらかといえばそう思う 20 (31.75%)	2 どちらかといえばそう思わない 2 (3.17%)	1 そう思わない 0 (0.00%)
(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。	4 そう思う 17 (26.98%)	3 どちらかといえばそう思う 31 (49.21%)	2 どちらかといえばそう思わない 11 (17.46%)	1 そう思わない 4 (6.35%)
(前 D) ハードウェア（パソコン本体など）に興味がありますか。	4 そう思う 18 (28.57%)	3 どちらかといえばそう思う 24 (38.10%)	2 どちらかといえばそう思わない 19 (30.16%)	1 そう思わない 2 (3.17%)
(前 E) アプリケーションソフトウェアに興味がありますか。	4 そう思う 21 (33.33%)	3 どちらかといえばそう思う 29 (46.03%)	2 どちらかといえばそう思わない 9 (14.29%)	1 そう思わない 4 (6.35%)
(前 F) 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。	4 そう思う 37 (58.73%)	3 どちらかといえばそう思う 20 (31.75%)	2 どちらかといえばそう思わない 4 (6.35%)	1 そう思わない 2 (3.17%)
(前 G) 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。	4 そう思う 35 (55.56%)	3 どちらかといえばそう思う 25 (39.68%)	2 どちらかといえばそう思わない 3 (4.76%)	1 そう思わない 0 (0.00%)
(前 H) 自分にとって将来、コンピュータの知識は役に立つと思いますか。	4 そう思う 44 (69.84%)	3 どちらかといえばそう思う 16 (25.40%)	2 どちらかといえばそう思わない 3 (4.76%)	1 そう思わない 0 (0.00%)
(前 I) 高校で習った情報の授業は理解できていますか。	4 そう思う 18 (28.57%)	3 どちらかといえばそう思う 32 (50.79%)	2 どちらかといえばそう思わない 9 (14.29%)	1 そう思わない 4 (6.35%)
(後 A) 今回の授業内容を理解できましたか。	4 そう思う 29 (46.03%)	3 どちらかといえばそう思う 28 (44.44%)	2 どちらかといえばそう思わない 6 (9.52%)	1 そう思わない 0 (0.00%)
(後 B) コンピュータに関する知識の勉強は大切だと思いますか。	4 そう思う 40 (63.49%)	3 どちらかといえばそう思う 21 (33.33%)	2 どちらかといえばそう思わない 2 (3.17%)	1 そう思わない 0 (0.00%)
(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。	4 そう思う 23 (36.51%)	3 どちらかといえばそう思う 28 (44.44%)	2 どちらかといえばそう思わない 10 (15.87%)	1 そう思わない 2 (3.17%)
(後 D) ハードウェア（パソコン本体など）に興味がありますか。	4 そう思う 25 (39.68%)	3 どちらかといえばそう思う 22 (34.92%)	2 どちらかといえばそう思わない 15 (23.81%)	1 そう思わない 1 (1.59%)
(後 E) アプリケーションソフトウェアに興味がありますか。	4 そう思う 29 (46.03%)	3 どちらかといえばそう思う 26 (41.27%)	2 どちらかといえばそう思わない 7 (11.11%)	1 そう思わない 1 (1.59%)
(後 F) 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。	4 そう思う 43 (68.25%)	3 どちらかといえばそう思う 15 (23.81%)	2 どちらかといえばそう思わない 4 (6.35%)	1 そう思わない 1 (1.59%)
(後 G) 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。	4 そう思う 42 (66.67%)	3 どちらかといえばそう思う 20 (31.75%)	2 どちらかといえばそう思わない 1 (1.59%)	1 そう思わない 0 (0.00%)
(後 H) 自分にとって将来、コンピュータの知識は役に立つと思いますか。	4 そう思う 42 (66.67%)	3 どちらかといえばそう思う 18 (28.57%)	2 どちらかといえばそう思わない 3 (4.76%)	1 そう思わない 0 (0.00%)
(後 I) この授業は楽しかったですか。	4 そう思う 39 (61.90%)	3 どちらかといえばそう思う 20 (31.75%)	2 どちらかといえばそう思わない 4 (6.35%)	1 そう思わない 0 (0.00%)

しかしながら、(前 C)「コンピュータ関連の職業に対する志望」における肯定的な回答は全体の 76.19% であり、前述の設問 5 つに比べるとそれほど多くはなかったことは残念である。また、(前 D)「ハードウェアに対する関心」では、全体の 3 分の 2 に留まっていて、コンピュータの操作が好きでもハードウェアには関心を持たない受講者がいることも分かった。

授業後の質問では、授業の理解度（後 A）や楽しさ（後 H）に加え、授業前の設問と同じ内容（後 B～後 H）を設定した。この回答結果を見ると、理解度や楽しさに関しては、受講者全体の 9 割超が「そう思う」または「どちらかといえばそう思う」と回答している。また、授業前後で、同様の質問の回答傾向に変化があったかを見るために、t 検定と f 検定を行ってみた。その結果、授業前後で、回答傾向に変化があったことを示唆するような統計的有意差は見られなかった（表 5 参照）。しかしながら、表 6 に示したように、男子受講者の回答のみに注目すると、両側 5% で有意ではなかったが、設問 E（前 E・後 E）「アプリケーションソフトに対する興味」の回答結果に大きな差が表れ、Scratch を用いた授業の効果が現れた可能性が高い。

次に、各設問間の相関を調べるために、アンケート結果のデータから、感覚尺度を選択肢に持つ設問に関する相関係数を求め、表 7 に示した。ここで、表 7 は、体験授業前の設問（前 A～前 I）、及び、授業後の設問（後 A～後 I）に関するものをまとめている。また、相関係数の値が、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。なお、表 4 における「**」及び「*」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。

表 7 の結果から、まず授業前の質問において、(前 A)「コンピュータの操作に対する関心」、(前 C)「コン

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

表 5 模擬授業の前後における回答結果の有意差検定（全体）

設問	設問内容		平均値	標準偏差	F 値	t 値
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。	授業前	3.6190	0.5515	0.9884	-0.1611
		授業後	3.6032	0.5547		
C	将来、「コンピュータに関連する職業」につきたいですか。	授業前	2.9683	0.8418	1.1063	1.1931
		授業後	3.1429	0.8003		
D	ハードウェア（パソコン本体など）に興味がありますか。	授業前	2.9206	0.8482	1.0377	1.3780
		授業後	3.1270	0.8326		
E	アプリケーションソフトウェアに興味がありますか。	授業前	3.0635	0.8590	1.3594	1.7813
		授業後	3.3175	0.7367		
F	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。	授業前	3.4603	0.7583	1.2180	0.9850
		授業後	3.5873	0.6871		
G	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。	授業前	3.5079	0.5922	1.3327	1.4472
		授業後	3.6508	0.5130		
H	自分にとって将来、コンピュータの知識は役に立つと思いますか。	授業前	3.6508	0.5725	0.9741	-0.3092
		授業後	3.6190	0.5800		

表 6 模擬授業の前後における回答結果の有意差検定（男子）

設問	設問内容		平均値	標準偏差	F 値	t 値
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。	授業前	3.6000	0.5714	0.9889	-0.1745
		授業後	3.5800	0.5746		
C	将来、「コンピュータに関連する職業」につきたいですか。	授業前	2.9400	0.8668	1.1253	1.3058
		授業後	3.1600	0.8172		
D	ハードウェア（パソコン本体など）に興味がありますか。	授業前	2.9400	0.8901	1.0777	1.1443
		授業後	3.1400	0.8574		
E	アプリケーションソフトウェアに興味がありますか。	授業前	3.0400	0.9026	1.4506	1.9287
		授業後	3.3600	0.7494		
F	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。	授業前	3.5000	0.7626	1.2955	0.6965
		授業後	3.6000	0.6701		
G	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。	授業前	3.4800	0.6141	1.6471	1.6348
		授業後	3.6600	0.4785		
H	自分にとって将来、コンピュータの知識は役に立つと思いますか。	授業前	3.6000	0.6061	0.9901	-0.1646
		授業後	3.5800	0.6091		

ピュータ関連の職業に対する志望」，（前 F）「情報系の授業における実技志向」の 3 つの間には正の強い（有意水準 1%）相関が表れている．このことは，「コンピュータの操作が好きな（好きではない）受講生は，実技中心の授業を好む（避ける）と共に，情報系職業に対する志望がある（ない）」ということを示している．また，（前 D）「ハードウェアに対する興味」と（前 F）「情報系の授業における実技志向」には相関が見られないものの，それぞれが（前 E）「アプリケーションソフトに対する興味」との間に強い正の相関を持っていることから，「ハードウェアに対する興味の高さ（低さ）と情報系の授業における実技志向（座学志向）は，アプリケーションソフトに対する興味の高さ（低さ）に左右される」ことを示唆している．同様に，（前 B）「コンピュータに関連する知識の重要性」と（前 G）「日常生活におけるコンピュータ知識の有用性」の（前 H）「将来におけるコンピュータ知識の有用性」との相関についても同様のことが言える．その他に，（後 A）「コンピュータの操作に対する関心」と（後 I）「授業の楽しさ」との間に強い相関が見られた．一方，授業後の質問に目を向けると，強い相関のある設問は非常に限定されていて，（後 A）「コンピュータの操作に対する関心」と（後 I）「授業の楽しさ」，（後 B）「コンピュータに関連する知識の重要性」と（後 D）「ハードウェアに対する興味」，（後 D）「ハードウェアに対する興味」と（後 E）「アプリケーションソフトに対する興味」との間でのみ強い正の相関が見られた．ここで，授業前と授業後の質問で，変わらずに強い正の相関

が見られたのは、

相関 (1) : (A) 「コンピュータの操作に対する関心」と (I) 「授業の楽しさ」

相関 (2) : (B) 「コンピュータに関連する知識の重要性」と (D) 「ハードウェアに対する興味」

の 2 組のみであった。逆に、

相関 (3) : (D) 「ハードウェアに対する興味」と (I) 「授業の楽しさ」

の組において、授業の前後に関係なく、相関が見られなかった。全体の 9 割を超える受講生が授業に肯定的であったにも関わらず、ハードウェアに対する関心が高まらなかったことは、授業設計において、ハードウェアに関する項目が含まれていないことに起因すると考えられる。

また、アンケート項目（後 I）の回答に対する選択理由を記述する欄には、以下のような記述があった。

⊕ 選択肢 4 もしくは 3 を選んだ受講者の理由：

- 面白い内容で分かりやすく楽しくプログラミングできたから。
- 初めて実際にプログラミングを体験できたから。
- C 言語よりも簡単にプログラミングできたから。
- 将来に役立ちそうだから。
- 猫（スプライト）を思った通りに動かすことができたから。
- 猫（スプライト）の動きが面白かった。

⊕ 選択肢 2 もしくは 1 を選んだ受講者の理由：

- プログラムを作るのが予想以上に難しかった。

先にも、記したが（後 I）の回答とその理由を見る限り、多くの受講者は、今回の Scratch プログラミングを楽しんだようである。その一方で、思うようにプログラミングができなかった受講者も若干名いたことも事実であり、その理由は、ほぼ全員（無記入の受講者を除いて）上記の理由“プログラムを作るのが予想以上に難しかった。”であった。これは、指導する教員数を増やすことによって、解決できる可能性が高いと思われるが、正三角形の内角や五芒星の内角を計算するような課題を出したことによって、数学を苦手とする受講者の嫌気が差した可能性も否定できない。

表 7 模擬授業に関する全設問間の相関係数(全体)

	(前 A)	(前 B)	(前 C)	(前 D)	(前 E)	(前 F)	(前 G)	(前 H)	(前 I)	(後 A)	(後 B)	(後 C)	(後 D)	(後 E)	(後 F)	(後 G)	(後 H)	(後 I)
(前 A)	0.3847																	
(前 B)	0.6402**	0.4947*																
(前 C)	0.4663*	0.5205*	0.3578															
(前 D)	0.4500*	0.3583	0.5159*	0.6048**														
(前 E)	0.6608**	0.2332	0.6549**	0.4088	0.5239**													
(前 F)	0.4171*	0.4538*	0.4858*	0.4347*	0.3795	0.4766*												
(前 G)	0.4890*	0.6447**	0.5121*	0.4403*	0.4722*	0.4506*	0.7219**											
(前 H)	0.5432**	0.1539	0.2769	0.2987	0.4496*	0.4225*	0.1142	0.3502										
(前 I)	0.1992	0.2126	0.0506	0.2852	0.1301	0.1108	0.1795	0.2164	0.1666									
(後 A)	0.3591	0.7105**	0.3180	0.4462*	0.2907	0.1728	0.4270*	0.5724**	0.1186	0.3163								
(後 B)	0.5116*	0.3811	0.6293**	0.1833	0.3385	0.4214*	0.1167	0.3219	0.3596	0.1758	0.3114							
(後 C)	0.4762*	0.6339**	0.2820	0.7225**	0.5298**	0.2636	0.3577	0.5006*	0.3925	0.3572	0.5648**	0.3838						
(後 D)	0.5219**	0.3422	0.4586*	0.4281*	0.6813**	0.3982	0.3268	0.4966*	0.4386*	0.2907	0.4316*	0.4142	0.6169**					
(後 E)	0.7278**	0.2169	0.5068*	0.3027	0.3731	0.7729**	0.4045	0.4478*	0.4345*	0.2327	0.2828	0.4316*	0.4032	0.4860*				
(後 F)	0.1786	0.2633	-0.0261	0.2318	0.0511	0.1711	0.4340*	0.4568*	0.0509	0.1455	0.4120	0.0449	0.3320	0.2554	0.2709			
(後 G)	0.4019	0.4970*	0.3382	0.2654	0.2759	0.2585	0.4315*	0.6616**	0.3133	0.2871	0.4750*	0.3276	0.4692*	0.4008	0.4491*	0.4130		
(後 H)	0.1244	0.3005	0.0967	0.3325	0.2065	0.1342	0.1866	0.2387	0.1397	0.5282**	0.3250	0.2289	0.3317	0.3512	0.2454	0.3174	0.3308	
(後 I)																		

5 まとめ

今回、授業に使用した **Scratch** は、制御命令が書かれたタイルブロックをマウス操作で組み合わせるだけで、プログラミングが可能であり、ブロックも制御構造を直感的に理解できる形になっている。さらに、間違った構文の場合、ブロックが組み合わせられないため、正しく制御されるかどうかは別としても、制御対象であるスプライトは、何らかの動きをしてくれる。この結果、**Scratch** を用いることによって、プログラム言語固有の命令文や構文を特に覚える必要がなく、比較的容易にアルゴリズムの学習が可能となる。

そこで、**Scratch** を利用して、画像（スプライト）に図形を描かせるプログラミングの授業を高校生対象に実施した。そして、この授業の前後に、アンケート調査を行い、受講者が、受講したプログラミング授業をどのようにとらえ、情報技術に対する考え方やイメージがどのように変わったかを調べた。その結果、約 9 割の受講者が授業を楽しめたと回答してくれた。よって、授業内容は、高校生向けとしては適切であったと考えられる。

また、授業前後で、受講者のコンピュータシステムに関する興味・関心に変化があるかを統計学的検定法により調べた。結果として、授業前後で受講者の興味・関心に変化したという統計的な有意差は見られなかったが、男子受講者に関しては、この授業を通じてアプリケーションソフトウェアに関する興味・関心を高めることができたようである。今回の授業内容は、ソフトウェア開発的な側面が強かったため、このような傾向を得ることができたと想像できる一方で、ハードウェアに関する授業内容が含まれていなかったため、ハードウェアに関する興味を高めるには、至らなかったと考えられる。

しかしながら、我々は、この授業プログラムの延長として、**Scratch** を用いて、ロボットを制御する授業内容を試案中であり⁴⁾、既に、高校生に対してロボットを用いた授業⁴⁾を行い、好評を得ている⁵⁾。よって、今後、**Scratch** を用いてプログラミングした画像（スプライト）の動きを実機ロボットで再現するような教材及び授業内容を考案し、受講者のソフトウェアだけでなく、ハードウェアに関する興味・関心も高めることができるようにしたい。また、近年では、タッチパネルで操作可能な ICT 機器が増加していることも踏まえると、タッチパネルで **Scratch** を操作する授業も考案すべきであろう。一方で、今回の授業では、順次処理及び反復処理だけで実習が行えるようになっていたため、今回扱っていない分岐処理や分岐処理と反復処理の組み合わせを今後どのようにロボット制御に反映させるか等、解決すべき問題が残っていることも事実である。

Barbara Smail が、その著書⁶⁾のなかで、男女のものの見方を考察し、“男子は、規則や法則、機械、無生物の制御に関心があり、分析的・手段的な見方をし、女子は、関係性、人、生物の飼育などに関心があり、養育的な見方をする”。と報告しているが、今回の授業アンケート結果にも、同様の傾向が見られる。つまり、授業が楽しめた理由として、“猫の動きが面白かった”と回答したのは、全員女子受講者であり、女子の特徴である、養育的な見方からの回答であると考えらる。一方、男子受講者の多くが“猫（スプライト）を思った通りに動かすことができたから。”と回答しており、無生物の制御に関心があるという見解と一致している。結果として、今回、**Scratch** を使ったことによって、**Scratch** のマスコットロゴとなっている猫が、（参加人数は少数であるが、）女子受講者の興味も引き付け、授業を楽しませたとも考えられる。従って、プログラミング教育の導入として、C 言語等のコマンドベースなプログラミング言語を利用するよりも、**Scratch** の

⁴⁾ この授業では、ロボット制御プログラミングに際して、C 言語を用いている。

ような、キャラクターを制御するプログラミング環境が、男女共に興味・関心を高める意味で、有効な教材であるように思われる。

謝辞

本研究は、一部、日本学術振興会 科学研究費補助金 (基盤 C 24501221)、福井県大学連携リーグ研究推進事業及び福井工業大学特別研究費クラス研究 D からの補助を受けて実施された。

参考文献

- 1) 文部科学省, “中学校学習指導要領”, 東山書房, 2008 年.
- 2) 文部科学省, “中学校学習指導要領解説 (技術・家庭編)”, 教育図書, 2008 年.
- 3) M. Resnick, J. Maloney, A. Monroy-Hernández, N. Rusk, Evely Eastmond, K. Brennan, A. Millner, E. Rosenbaum, J. Silver, B. Silverman, and Y. Kafai, ”Scratch: Programming for All”, Communications of the ACM, Vol. 52, No. 11, 60–67, 2009
- 4) 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 42 号, 610–619, 2012.
- 5) 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 41 号, 486–496, 2011.
- 6) B. Smail, “Girl-friendly science: Avoiding sex bias in the curriculum”, Longman, 1985.

(平成 25 年 3 月 31 日受理)