

小学生を対象としたプログラミング教育について

若菜 啓孝*

*長崎大学 大学教育イノベーションセンター

Study of Programming Education for Elementary Students

Hiroataka WAKANA*

*Center for Educational Innovation, Nagasaki University

Key Words : Programming Education, Elementary Students, 21st-Century Skills

1. はじめに

新学習指導要領では、児童生徒がコンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段を適切に活用できるようにすることが重要とされており、情報教育及び教科指導における ICT 活用の充実が求められている。第2期教育振興基本計画（平成25年6月閣議決定）では、平成26年度から29年度までの「教育のIT化に向けた環境整備4か年計画」が新たに策定され、教育分野でのICT活用により、子供たちの主体的な学びの推進、21世紀にふさわしい学びの実現を図っている。

さらに、平成26年に改訂された「世界最先端IT国家創造宣言」（平成26年6月24日閣議決定）によると、「初等・中等教育段階におけるプログラミングに関する教育の充実に努め、ITに対する興味を育むとともに、ITを活用して多様化する課題に創造的に取り組む力を育成することが重要」となっている。ただし、ここで述べられているプログラミング人材育成の取組とは、プログラミングに関する高度な技術者を直接的に育成することを指しているものではなく、発達段階に応じたプログラミングに関する教育を行おうというものである。この背景には、諸外国の「プログラミング教育」に対する動向にも影響を受けている。例えば、イギリスでは、プログラミングをメディアリテラシーとコンピューターサイエンス・ITを統合した概念でとらえ、2013年に初等中等教育に新科目「Computing」が加わり、2014年9月のカリキ

ュラム改訂で5歳～16歳でのプログラミング教育を必修化している。また、韓国では、2007年に必修科目としてメディアリテラシー、2011年に選択科目として「コンピューショナルシンキング」を導入、2015年から全中学校に正課外のプログラミング教育を実施し、2018年にはプログラミング教育を含む「ソフトウェア」学習を正式科目に採用予定であるという。また、エストニアでは、小学校1年からプログラミング教育が必修となっており、課題解決やゲームデザインの技術やメカニズムを利用する学習活動が行われ、フィンランドでは、2016年のカリキュラム改訂で7歳～16歳でのプログラミング教育を必修化する動きである。その他、アメリカ、中国、スウェーデンなど、「プログラミング教育」が、国の経済成長には必須としてとらえている国が多くなっている。

このように諸外国で初等中等教育段階からのプログラミング教育の導入が進んでいることを踏まえ「日本再興戦略（改訂2015）」¹⁾において、IT利活用の更なる促進＜若年層に対するプログラミング教育の推進＞の中で、「これまでの学校教育や民間企業、NPO法人等による取組成果を活用しながら、平成27年度中に小・中・高等学校におけるプログラミングに関する指導手引書を策定したうえで、平成28年度中に教育現場での活用を促進するとともに、プログラミングも含めた情報活用能力の育成に関する体系的な指導モデルの策定や、学校教育における円滑なICT利活用を図るための

支援員の養成に着手する。」と提言している。

これに関して、文部科学省は平成26年に教師向けの事例集「プログラミング教育実践ガイド」を発行し、平成27年度には「情報教育指導力向上支援事業」としてプログラミング教育に関する実証授業を実施するなどの動きがある。さらに、既存の枠組み（中学：技術家庭科、高校：情報）に留まらず、平成30年の学習指導要領改訂への反映も視野に、積極的にプログラミング教育の実践を増やしていく考えもある。

現在、このような国の教育政策におけるIT、プログラミング教育の積極導入の方向、さらには、小学生でも使えるプログラミング言語の登場により、学校外のスクールでのワークショップは大盛況となっている。²⁾

今回、ここで報告するものは、実際の教育現場におけるプログラミング教育とは異なり、学校外のスクールに関連した実践例についてのものである。

2. 概要

本学では、「未来の科学者養成講座」として、平成22年度からJST（科学技術振興機構）の支援を受け、理科、算数・数学、情報やロボットが大好きで得意な子どもたちを対象に、その力をもっと育てることを目的として講座を開設している。特に、ロボット系の講座の人気は高く多くの小・中学生らが応募している。本年度、情報・基礎の講座でプログラミング教育を絡めた講座を開設した。この講座では、昨年度、アンプラグド・コンピューティング³⁾に基づき「情報科学」に関して展開されている。CSアンプラグド（Computer Science Unplugged）とは、ニュージーランドのTim Bell博士らが考案したコンピュータ科学を教えるための手法である。その内容は12のアクティビティ（学習活動）に分けられ、その特徴としては、ゲームやグループワークなど体験的な「活動」を通してコンピュータ科学の本質を理解する道が作られていることにある。この手法では、一切コンピュータは使わないものの、高等学校の情報の授業でも生徒の興味・関心を持たせることができ、内容の理解もしやすいことから有効な授業方法とし

て知られている。平成26年度の展開を表1に示す。

表1. 平成26年度「未来の科学者養成講座」(情報・基礎)

学習活動	内容
2進数	二進数についての基本的な考え方
白黒画像、カラー画像	画像のデジタル表現について
テキスト圧縮	テキストがどのように圧縮されるのか原理説明
エラー検出とエラー訂正	パソコンでエラーとは何か、検出と訂正の方法
情報理論	情報とは何か
探索アルゴリズム	大量のデータから情報を探しこむ原理
整列アルゴリズム	整列アルゴリズム、並び替えネットワークについて
最小全域木	最小全域木の一般的な適用の仕方
ネットワーク、ルーティング	ネットワークの仕組み、ルーティングの仕組みについて

昨年度は、実際にPCに触れることなく、これらの学習項目について、クイズやゲームを交え、体験的にコンピューターの働きを学んでいる。今年度は、前述の「日本再興戦略（改訂2015）」などを考慮して、実際にプログラミング教育のあり方について検証を行った。

一般に、プログラムデータは、C、FORTRAN、JAVA、BASIC、Ruby、Perl、JavaScriptなどのようなプログラミング言語を使い、それぞれの文法・ルールに基づいて書かれたテキストデータでコーディングされたものであり、これらのプログラムの書き方や指示を与えるための命令を覚える事に多くの時間を費やされる。今回、「未来の科学者養成講座」（情報・基礎コース）の受講生は、小学5、6年生が受講対象であることを考慮し、ビジュアルプログラミング言語を利用することとした。（この言語の多くは、ブロックと呼ばれるツールを利用したものである。）

このビジュアルプログラミング言語としては、Googleが提供する「Blockly」⁴⁾ 文部科学省が開発した子ども向けサービス「プログラミン」⁵⁾、NTT

研究所による「ビスケット」⁶⁾などがあり、さらには都市圏を中心とした学校外のスクールでのワークショップの多くで利用されている、MITによる「Scratch」⁷⁾などが著名である。特に、「Scratch」は、世界中で利用され評価も高く、「プログラミン」の原型とも言われている。さらに、利用方法を記述したサイト、書籍の発行なども数多く、参考となるコーディング例が揃っている。よって、情報・基礎コースでは、ビジュアルプログラミング言語として「Scratch」を取り扱うこととした。ただし、プログラミングする事ばかりでなく、その中で利用される画像の取扱いや動作に必要なアルゴリズムなど基本的事項については、別に学習することにした。

よって、前半は、身近なものを使ったクイズや手品などの遊びを通してコンピュータや情報処理のしくみについて学び、後半は、ソフトウェアの基本となるプログラミングとはどういうものなのか、「Scratch」を利用し、PCを操作しながら仕組みについて学んでいくものとしている。

3. 実践

平成27年度の「未来の科学者養成講座」(情報・基礎コース)では、作文・面接を経て、5名(小学5,6年生)の受講者であった。



図1. 講座の様子

講座は7月から10月中旬までの間、土曜日2時間、計8回開催し、そのスケジュールは表2に示される。

表2. (情報・基礎コース) スケジュール

回	内容
①	アンプラグド・コンピューティング (2進数、画像表現)
②	アンプラグド・コンピューティング (テキスト圧縮、エラー検出)
③	アルゴリズムの基本とプログラミング
④	Scratch 基本(簡単なアルゴリズム)
⑤	Scratch 基本(変数、論理式活用とアルゴリズム)
⑥	Scratch 基本(変数、乱数活用とアルゴリズム)
⑦	応用(「九九の問題」「図形描画」)
⑧	応用(「アナログ時計」、自作作品の紹介)

以下、具体的な内容を簡単に示す。

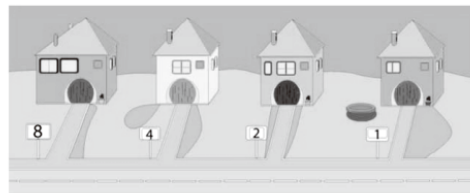
①

2進数の考え方がなぜ、パソコンの世界に取り入れられているのか、2進数の面白さを体験する。さらに、画像(白黒画像、カラー画像)表現に関する2進数の考え方について学ぶ。教材としては、アンプラグド・コンピューティングの際、よく利用される「数当てゲーム」などを用い、さらには、「国際情報科学コンテスト Bebras」⁸⁾の問題を解くなどして、情報科学に対する関心を持たせるようにしている。(図1)

画像に関しては、プログラミングを行う際に、自分が設定するキャラクターや背景の設定において必要となる画素数の考え方、ビットマップ画像、ベクトル画像の特色についても学習させている。

2011-06. ピザの配達 (BenjaminB, CadetA)

ピ太郎は11枚のピザを3軒の家に配達しようとしています。
家の前には、ピザを何枚注文したかを示す札が立ててあります。
1軒の家はピザを注文していないのですが、以前注文したときの札が出っばなしになっていました。



ピ太郎はピザを注文した家を区別して配達する必要があります。

ピザを注文していない家はどれでしょう?

- ① 8を出している家
- ② 4を出している家
- ③ 2を出している家
- ④ 1を出している家

図1. Bebras の例

②)

データのやり取りは正確かつ効率的に行う必要があるため、そのための工夫として、データの圧縮（テキストの圧縮）やエラーチェックの仕組み、身近にあるバーコードの仕組みなどについて学び、実際の書籍のISBNコードなどで確認を行った。（図2）



図2. エラーチェックの例

さらに、今後利用するPCの起動、「Scratch (Ver.2.0)」のインストールのやり方などについて実習を行い、自宅PCへの導入方法を体験し、復習などに役立てるようにしている。

③)

プログラミングを行うためには、その手順などを示すフローチャートやそのもとになるアルゴリズムが必要である。アルゴリズムとは何か、簡単な例題を解きながら、プログラミングの基礎について学ぶ。今回、「Scratch」というビジュアルプログラミング言語を利用し、ブロックで組み立てていくが、その組立手順は重要であり、図3のような流れは、他のプログラム言語でも必要となる。ただ単にプログラムを作っていくのではなく、常に、「アルゴリズム」を念頭に置くために、サイトの例題⁹⁾を解きながら進めていった。

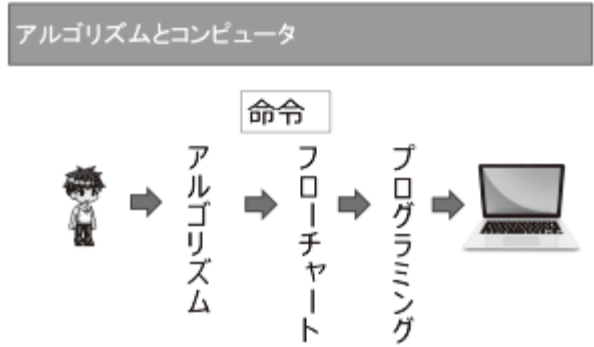


図3. アルゴリズムとプログラミング

④⑤)

「Scratch」の画面構成、ツール（スプライト、コスチューム、音）の使用法、特に、スプライトにおける各ブロックの組み合わせ方、変数、論理式、乱数などの利用に関して、例題を含む独自のマニュアルを作成することとした。また、座標系（プラス、マイナス）、変数、論理式（不等号含む）、乱数については、小学生にも理解しやすいように、操作関連のマニュアルとは別に資料を作成し、簡単な授業後にプログラム作成する手順を進めていった。（図4）



図4. 論理記号や乱数の説明例

マニュアルの構成としては、一連の動きを確かめる簡単な例題について説明し、その応用問題を解かせていくこととした。特に、応用問題に関しては、まず、アルゴリズムを考えブロック化するように指導し進めていった。

（例えば、図5）

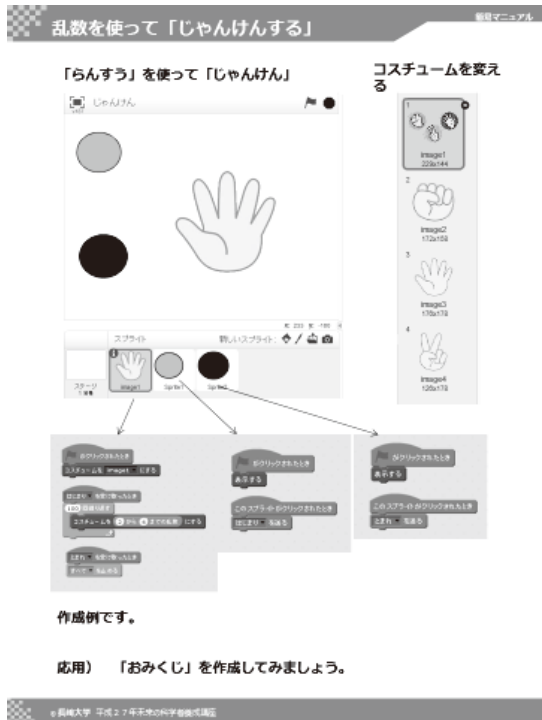


図 5. 乱数の例

⑥⑦⑧)

プログラミング中の「乱数」「論理記号」の利用は、ゲーム作成には欠かせないものであり、シナリオ等の広がりが出てくる。同時に、小学校で習う他科目（算数・理科など）にも関係する要素となる。例えば、「九九の計算」は乱数の取り方によって、2桁、3桁の問題へと広がりを見せ各学年のレベルに合わせ変化させることも可能である。「図形描画」は、キャラクターの軌跡をスクリプト（ペン）を利用することによって描くことができる。そのためには、キャラクターを何度回転させるのかを考える必要がある。すなわち、正三角形、正方形、正六角形など各辺が作る角度を知っておかなければならない。(図6)

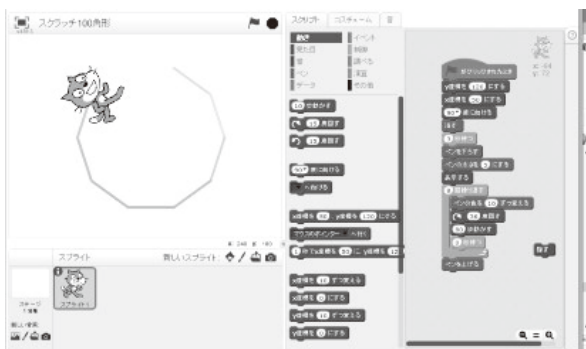


図 6. 図形描画

今回、対象が小学生であるため、関数描画は実施していないが、高次の関数・三角関数など様々な関数描画が可能であり、プログラミングだけではなく他科目との融合も可能である。

今回、最終日に「アナログ時計」の作成を行っている。(図7) この場合、各針が時間とともに何度動くのかわかっていても実際に動かすための論理式の入れ方が難しい例となった。しかしながら、小学校の新学習指導要領の中、「生きる力」を育むという理念のもと、知識や技能の習得とともに思考力・判断力・表現力などの育成を重視する」における思考力・表現力の育成には寄与する問題であると考えられる。

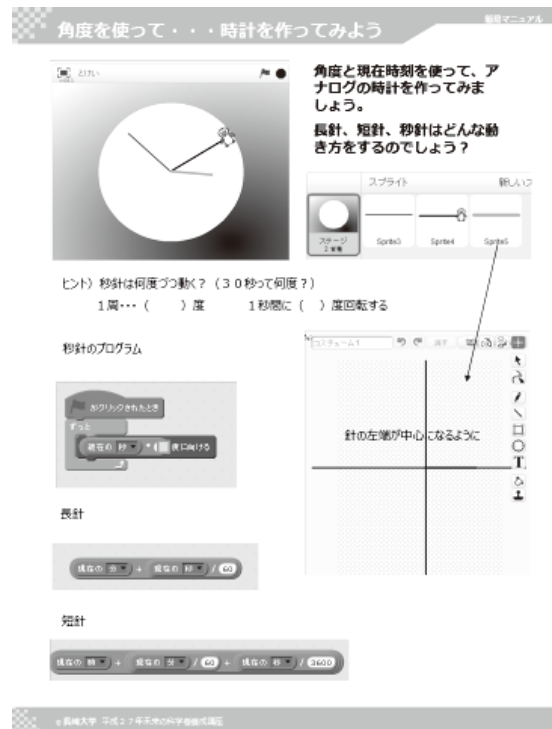


図 7. アナログ時計

本学の「未来の科学者養成講座」(情報・基礎コース)において、全8回中5回(10時間)に関し、プログラミング実習を行った。講座中、それぞれが知恵を出し合って問題解決していく過程ができたことは非常に価値があったと思われる。ただし、今回、自作のものを発表し相互評価する時間があまり取れなかった事は反省点のひとつであり、授業計画の見直しも考える必要がある。

ただし、この講座では、レンタルサーバー上に教育用 CMS「NetCommons」を立ち上げ、受講生

を登録し、連絡事項・掲示板の機能を活用し、作成した作品のアップやプログラミングに関する質問の投稿を行っている。これは、ネットワーク上でのコミュニケーションの方法、投稿のマナーのあり方の学習にも通じるものがあるが、講座終了後も継続的にアクセスがあり、質問等を受け付けている。(図8)受講生5名中3名は、継続的にプログラムの新規作成・評価を行っている。

通常、ScratchはWeb上のアプリとして動かし、作成されたプログラムはMITが提供するサーバーに保存され公開されている。今回、受講生の作品をCMS上にアップし、各自のプログラムを公開、評価する仕組み、今後、教育現場での情報共有のひとつの方法として応用できる。



図8. 受講生用CMS

4. おわりに

平成28年度中に中央教育審議会により改定内容が答申される次期学習指導要領においては、知識偏重から脱却すると同時に、思考力や表現力を育成する方針が示されているという。その中で、小学校で英語が教科として本格的に導入され、その改定は小学校が32年度に全面実施される予定されている。諸外国の動向も踏まえ、プログラミングも含めた情報活用能力の育成に関しても改定に含まれることが予想される。特に、現在でも「総合的な学習の時間」という授業の中でもプログラミング教育を実施している学校もあり、今後、時間帯に組み込まれることが考えられる。

今回、小学生を対象にプログラミング教育を実施したが、かなりの労力であり、少人数であり、学校外のスクール形式だから実現できた。実際の

教育現場で実施するには、体系的な指導手引書・指導モデルが必須であり、今年度策定予定の手引書などに期待したい。

参考文献

- 『日本再興戦略』改訂2015—未来への投資・生産性革命—
<https://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/>
(2015.10.17)
- 子どもにプログラミングを学ばせるべき6つの理由：南場智子、インプレス(2015)
- コンピュータを使わない情報教育アンプラグドコンピュータサイエンス、Tim Bell, Ian H. Witten and Mike Fellows、兼宗 進 監訳、イーテキスト研究所(2008)
- Google Blockly
<https://developers.google.com/blockly/>
- プログラミン
<http://www.mext.go.jp/programin/>
- VISCUIT (ビスケット)
<http://www.viscuit.com/>
- Scratch
<https://scratch.mit.edu/>
- 情報オリンピック
<https://www.ioi-jp.org/>
- ITなるほど委員会 (NTT Data)
<http://pr.jp.nttdata.com/naruhodo/think.shtml>
(2015.9.5)