

プログラミング教育における教材の比較利用に関する一考察

Evaluating Teaching Materials for Programming Education : A Comparative Study

一色 秀之

Hideyuki ISSHIKI

(和歌山大学教育学部附属中学校)

佐藤 史人

Fumito SATO

(和歌山大学教育学部)

2017年9月15日受理

Abstract

The Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology (MEXT) has decided that all students in elementary school, at the discretion of each school, will learn programming education from 2020. In this paper, we compare the features of 3 programming education packages: Lego's "educational version mindstorm EV 3", "WeDo 2.0", and SONY's "MESH", as examples of teaching materials for programming education.

And, we examine the points of similarity and difference for programming education using these products. As the aim of this paper is to evaluate programming educational materials and practices corresponding to developmental stages in elementary and junior high school, we found that Lego's WeDo 2.0 was appropriate for elementary school, mindstorm EV3 for junior high school, and SONY's MESH for both levels.

Keywords : Lego mindstorm EV 3/WeDo 2.0/MESH/Programming Thinking
Subjective, Interactive and Deep Learning

はじめに

文部科学省は、幼稚園・小学校・中学校に関する新学習指導要領等を2017年3月に公示した¹⁾。2020年度から全面実施となる小学校の新学習指導要領において、プログラミング教育が必修となった。新学習指導要領における「プログラミング」の記述は、総則、算数、理科、総合的な学習の時間の項目において見られる。そこでは、「プログラミング」を「体験しながら～」、もしくは「体験すること～」と記述がなされており、「プログラミング」を「体験」ということがポイントとなることがわかる。

文部科学省は2016年に、小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について、小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議(以後、有識者会議)を3回開催し、2016年6月16日に、有識者会議の「議論のとりまとめ」²⁾が発表された。「議論のとりまとめ」では、前述の算数、理科、総合的な学習の時間に加え、図画工作、音楽、特別活動の時間におけるプログラミング教育の活動例が挙げられている。

そこでは、コンピュータを利用したプログラミングではなく、コンピュータを使わずに紙と鉛筆で行う「アンプラグドコンピュータサイエンス」の考え方によるプログラミング教育となっている。

小学校におけるプログラミング教育の実施にあたっては、「議論のとりまとめ」において、「コーディングを覚えることが目的ではない³⁾とされており、ポイントとなるのは、「コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということを経験しながら⁴⁾とあるように、「コーディング」ではなく、プログラミングを「体験」させることで「プログラミング的思考」を育むことにある。「プログラミング的思考」とは、「議論のとりまとめ」の定義によれば、

自分が意図する一連の活動を実現するために、どのような動きの組合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号を、どのように組み合わせたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力

とされている⁵⁾。「プログラミング的思考」を育むプログラミング教育の方法として、コンピュータを使わない「アンプラグドコンピュータサイエンス」によるものと、実際にコンピュータを使い、意図した処理を行うように体験するものもあり、コンピュータを使う場合と使わない場合、両方の活動例が挙げられている。

プログラミング教育については、文部科学省が「プ

プログラミング教育実践ガイド⁶⁾を作成しており、小学校での事例も紹介されている。ここでは、プログラミング教育におけるプログラム言語として、「VISCUIT」や「Scratch」を使用した実践が紹介されており、また具体的な対象物を制御する実践として、ヤマザキ社の「プロロボ」やレゴ社の「教育版レゴマインドストームEV3 (以後「EV3」)」が紹介されている。

「プログラミング教育実践ガイド」以外にも実践事例として、「レゴWeDo2.0 (以後「WeDo」)」を使用した事例⁷⁾や、「Sphero」を使用した事例が報告されている⁸⁾。他にも「MESH」とよばれるプログラミング教材もある。

2017年9月1日時点において、CiNii Articlesにおいて、次のキーワードで論文検索をすると、以下のとおりであった。「マインドストーム プログラミング」では14件、「EV3 プログラミング」では5件、「WeDo プログラミング」では1件、「MESH プログラミング」⁹⁾では0件であった。

それぞれの実践においては、使用したプログラミング教材の特徴について、簡単に触れられており、実践において、どのような成果と課題がえられたかが報告されている。しかし、複数のプログラミング教材の製品そのものの比較や、特徴について整理がなされていない報告はみられない。

そこで本研究では、プログラミング教材の中から、レゴ社の「EV3」、「WeDo」、SONY社の「MESH」の3つのプログラミング教材の特徴を整理し、比較をすることにより、新学習指導要領における「プログラミング的思考」を育む目的に適合しているか、また各製品の共通点と相違点について、考察を試みる。

1. プログラミング教材としての「EV3」、「WeDo」、「MESH」の製品紹介とそれらの選択理由

1.1 「EV3」、「WeDo」、「MESH」について

まず、3つの製品の簡単な紹介を行う。今回は、3製品の全ての機能について比較することはできず、対象年齢や、部品数、使用可能なセンサやアクチュエータに着眼点をおいた比較とする。

「EV3」は、

レゴブロックで組み立てたロボットを頭脳部品インテリジェントブロックにプログラムすることによって、自由に制御することができるロボティクス製品

とされている¹⁰⁾。特徴となるのは、レゴブロックの組み合わせ次第で、様々なロボットを形作ることができることであり、2016年度1月時点で、世界70カ国以上、導入教育機関50,000以上の実績をほこる¹¹⁾。

「WeDo」は、

レゴブロックを組み立て動かすことで、子どもたちが楽しく簡単にプログラミングとものづくりができる、小学生向けのサイエンス&プログラミング教材

とされている¹²⁾。特徴としては、「EV3」同様、レゴブロックの組み合わせでロボットを形作ることができるに加えて、小学生向けと明記されているように、児童にもわかりやすいよう、アプリ上で、アニメーションを用いた授業プロジェクトの説明が用意されているなど、工夫が見られる。

サイエンス&プログラミング教材と表記されているように、授業例として、例えばカエルの成長、災害と救助など、科学的な内容が含まれており、サイエンス&プログラミングというネーミングにふさわしい授業プロジェクトが用意されている。

「MESH」は、

電子工作やネットワークなどの高度で専門的な知識がなくても、IoTやセンサなどを活用した仕組みを作ることができる

とされている¹³⁾。特徴となるのは、「EV3」や「WeDo」のように、一からブロック等で形をつくり、形づくったものを制御するというのではなく、今ある製品に機能を追加したり、プログラムを作成する際に用いる情報端末に付属しているマイクやカメラなどの機能と連携し、新しい仕組みをつくり、その制御を考えるといるところにある。

1.2 比較対象としての「EV3」、「WeDo」、「MESH」の選択理由について

まず、プログラミング教材比較検討の対象として、その3つを選択した理由について説明する。

3つを取り上げた理由は、次のとおりである。

まず、「EV3」の選択理由について、説明する。2015年6月に総務省がまとめた、「プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究 報告書」の中で、「プログラミングに関する教育に用いられる主なハードウェア」として「EV3」が紹介されている¹⁴⁾。

報告では、プログラミング教室・講座で利用されているプログラミング言語として、

Scratchが最も多く、続いてJavaScriptやJava、レゴマインドストームEV3という結果になった¹⁵⁾

とされている。

「EV 3」は、プログラミング教育におけるプログラミング言語としても一定の評価がされており、加えて、「Scratch」のように、PCのソフトウェア上だけでなく、ロボットというハードウェアも実際に扱うことができるプログラミング教材であると考えたので、比較対象に選択した。

次に、「WeDo」の選択理由について、説明する。前述の報告書に、次のようなヒアリングがなされている。

EV 3 自体は基本的には10歳から21歳が対象となっていて、小学生に教えるためにはわかりやすい教材をつくってあげる必要がある¹⁶⁾

つまりこのヒアリング結果は、「EV 3」の価値については評価をしつつも、10歳以下の児童にはわかりにくいということの表れである。しかし、レゴ社が小学生向けとして販売をしている「WeDo」であれば、同報告書におけるプログラミング教材としての「EV 3」に対する評価を担保しつつ、小学生に教えるための、わかりやすい教材となるのではないかという考えから、比較対象として「WeDo」を選択した。

最後に、「MESH」について説明する。「MESH」は、2015年7月に発売された。先述の報告書は、2015年の6月になされたので、「MESH」についての記述は

ない。先ほども述べたが、「MESH」は、「EV 3」や「WeDo」とも異なり、ブロックで一から形をつくり、計測・制御を行うというのではなく、今ある製品と、小さなブロック形状のタグを組み合わせ、新しい仕組みを生み出すことができる。また、公式Web上で、授業やワークショップでの活用事例として、小中高校向け以外にも、大学生向け、社会人向け等の利用事例が紹介されており¹⁷⁾、対象年齢が幅広い。

今後のプログラミング教育における可能性のある教材と考えたため選択した。

2. 製品比較

次に「EV 3」、「WeDo」、「MESH」の3つの教材について、いくつかの観点に注目し、表にまとめて比較をする。

2.1. 部品数について

まず、製品に含まれる部品数について比較をする。

「EV 3」や「WeDo」においては、制御対象物を構成する部品として、レゴブロックや、動く機構などで使用する歯車、タイヤやホイールなどが用意されている。「EV 3」には541、そして「WeDo」には280の部品が用意されている。

「EV 3」は、部品数が500を超え、「WeDo」はその

表1. 「EV 3」、「WeDo」、「MESH」比較表

比較項目	「EV 3」	「WeDo」	「MESH」
対象年齢	10歳～21歳	5歳～9歳	推奨は小学3年生以上
部品数	ブロックや歯車、タイヤ等 パーツ数541	ブロックや歯車、タイヤ等 パーツ数280	タグ7種類 ※無線でつながる各種ブロックのことを、MESHではタグとよぶ。 (3つセットや個別販売あり)
センサ	標準：4種類 カラーセンサ ×1 超音波センサ ×1 タッチセンサ ×2 ジャイロセンサ×1 別売：2種類 温度センサ ×1 赤外線センサ ×1	2種類 モーションセンサ×1 チルトセンサ ×1	6種類 ボタンタグ ×1 人感タグ ×1 動きタグ ×1 温度湿度タグ ×1 明るさタグ ×1 GPIOタグ ¹⁸⁾ ×1
アクチュエータ	インタラクティブサーボモータM×1 インタラクティブサーボモータL×2	モータ ×1	LEDタグ ×1 GPIOタグ ×1
ポート数	入力ポート ×4 出力ポート ×4	入出力ポート ×2	EV 3やWeDoのような物理的ポートは存在しない
価格	53,040円(税別)	24,000円(税別)	アドバンスセット (全7種類のタグ) 37,980円(税込) スターターセット (ボタンタグ、LEDタグ、動きタグ) 14,980円(税込) ※タグ毎の購入可能

約半分の部品数である。「EV3」の方が、部品数が多いので、多くの部品を用いて制御対象を設計することが可能となる。したがって、「EV3」の方が「WeDo」と比較すると、部品の選択肢がより多く、制御対象物の設計の幅が広がる可能性があるが、その選択肢の多さゆえに、部品を使いこなせない可能性もある。

部品の管理については、収納トレイに部品ブロック整理用のシールが用意されている。部品の片付け場所分類シールを使い、整理がしやすいような工夫はされているが、250、500を超える部品の管理には注意が必要となる。

一方「MESH」は部品として、無線でつながるブロックが用意されており、そのブロックのことを「MESH」ではタグと呼ぶ。それぞれのタグは単体で完結しているということに特徴がある。電源は内蔵の充電電池から供給しており、充電はMicroUSBケーブルを用いてPCやACアダプタから行う。

配線もタグの中に納められており、見た目はシンプルで、サイズおよび形状については、幅24mm、高さ48mm、奥行き12mm(一部タグ 最大奥行き20mm)の直方体のブロック形状である。

管理については、ブロック状のタグを整理するだけであるので、「EV3」、「MESH」と比較すると管理については簡便である。

2.2. 入力について

「EV3」は、入力としてカラーセンサ、超音波センサ、タッチセンサ、ジャイロセンサが標準で用意されており、別売りとして温度センサ、赤外線センサが用意されている。「WeDo」には、モーションセンサとチルトセンサが用意されている。「EV3」の超音波センサと「WeDo」のモーションセンサ、「EV3」のジャイロセンサと「WeDo」のチルトセンサが同じ役割をすることとなるので、「WeDo」で構築可能なことは、「EV3」でも可能となる。

「MESH」は、7種類のタグが用意されている。7つのタグのうち、センサとして使用できるのが、ボタンタグ、人感タグ、動きタグ、温度湿度タグ、明るさタグの5つである。それに加えて、GPIOタグは、別途センサ部品をGPIOタグに接続することで、センサとして使用することができる。例えば、タッチセンサの役割を持たせる回路部品をGPIOタグにとりつけければ、GPIOタグをタッチセンサとしても使用することができる。

センサとして使用できる数を整理をすると「EV3」が6つ、「WeDo」が2つ、「MESH」が6つとなり、センサのはたらきは異なるが、センサの数は「EV3」と「MESH」の方が、「WeDo」の数よりも多く、より多くの状況を検知することができるので、プログラミングの選択の幅が広いといえる。

2.3. 出力について

「EV3」、「WeDo」とともに、アクチュエータとしてモータが用意されており、「EV3」本体の入力ポート、「WeDo」本体の入出力ポートにモータを接続して使用する。モータの数は「EV3」が3つ、「WeDo」が1つである。

「EV3」の3つのモータのうち、Mモータが1つ、Lモータが2つとなっている。2つのモータの性能比較について、EV3の説明書を参照すると、次の表に整理される¹⁹⁾。

表2. Lモータ、Mモータ性能比較

	Lモータ	Mモータ
実行トルク	20Ncm	8Ncm
ストールトルク	40Ncm	12Ncm
回転毎分	160~170	240~250

※両モータとも、分解能1度の回転センサを内蔵している。

「WeDo」では、モータが1つであるが、「EV3」では、LモータとMモータの性能の異なる2種類のモータが用意されている。2種類用意することにより、トルクによるモータの使いわけができるということは、回転をさせる異なる対象について想定しており、制御対象物の多様性につながることとなり、モータが1つの「WeDo」よりも「EV3」は充実しているといえる。

一方、「MESH」には、モータにあたる直接的なアクチュエータは用意されていないが、GPIOタグに別途モータを接続すれば、モータを制御することが可能となる。

また、モータの回転方向の制御を可能とするモータドライバとよばれる電子回路の別部品がある。モータドライバをGPIOタグに接続し、モータドライバにモータ用電源とモータを接続すれば、「MESH」でモータの速度と回転方向を制御することが可能となる。このように、「MESH」については、別途モータおよびモータドライバを用意する必要があるが、「EV3」、「WeDo」、「MESH」の3つともアクチュエータとして、モータを使用することができる。

モータを扱う際に、「EV3」、「WeDo」においては、それぞれ本体の入力ポート、入出力ポートに接続するだけでよいが、「MESH」の場合は、別途モータサーバやモータ用の電源を用意する必要があるなど、別部品を用意する手間とコストが増える。「MESH」の特徴として、タグ単体で完結していることがあげられるが、GPIOタグにおいては、タグそのものでは何もできない。公式ページにも記載がなされているが、少し上級者向けとしてGPIOタグが位置づけされていることの

表れともいえ、GPIOタグのみで行う事ができないモータ制御については、オプション的な扱いといえる。

出力としてのモータの扱いについては、「EV 3」、「WeDo」の方が「MESH」よりも簡便と評価できる。

「MESH」には他にも、出力としてLEDタグが用意されている。また、「WeDo」と「MESH」は、タブレット端末のスピーカから音を出力することができる。「EV 3」についても、本体から音を出力することは可能である。

ここで、1989年に告示された学習指導要領準拠の、開隆堂中学校技術科の教科書において、計測・制御に関する記載を見ると、制御対象の例として、LED・モータ・電球・スピーカが紹介されている²⁰⁾。1998年に告示の学習指導要領準拠の教科書では、仕事をする部分として、電子ブザー、LED、モータが紹介されている²¹⁾。2008年に告示の学習指導要領準拠の教科書では、仕事をする部分として、電子ブザー、LED、モータが紹介されている²²⁾。

このように、学習指導要領の改訂が重ねられても、アクチュエータとして、LED、モータ、スピーカや電子ブザーなど音を出力するものが紹介されているということは、アクチュエータとして、動くものや光るもの、音を出すものは、本質的に制御対象として、魅力を持っているという表れでもあり、また扱うべき教育効果があるものとして認められている。

また、2017年度版の中学校技術・家庭技術分野の教材カタログ(株式会社トップマン)で確認をしたところ、計測・制御の教材の商品に関して、14点あり、「モータ」の動きを制御する商品7点、「LED」で光を制御する商品5点、「ブザー」で音を制御する商品5点であった(※光と音を制御するなど重複あり)。

中学生対象の教材カタログとして、一定の蓄積と実績があるトップマンの商品について比較をしてみても、「EV3」、「WeDo」、「MESH」におけるアクチュエータとしての「モータ」、そして「LED」の選択は、図らずも教材で採用されているアクチュエータと一致しているものが用意されており、注目することができる。

2.4. 入力ポート数と出力ポート数について

「EV 3」については、センサの入力ポートが4つ、アクチュエータの出力ポートが4つ搭載されている。他にも、PCと接続するために使うポート等もあるが、今回は割愛する。

「WeDo」のポートについては、入出力ポートとして、2つ搭載されている。1つのポートで入力も出力も両方可能であることは、特徴の1つといえる。そして、入出力として2つのポートであるので、例えばモータを接続すると、使えるセンサはモーションセンサかチルトセンサのどちらか1つとなる。「EV 3」の方

が「WeDo」よりも入力と出力に使用できるポートが多く、多くの状況を検知し、複数のモータ等を接続することでき、選択肢が広がると言える。

「MESH」については、「EV 3」や「WeDo」のような物理的なポートは搭載されていない。MESHアプリ上で入力と出力を管理することとなる。入力で使用できる数、出力で使用できる数に特に制限はなく、利用可能な入力ポートの数、出力ポートの数を考える必要が無く、「EV 3」、「WeDo」よりも自由度が高いといえる。

2.5. プログラミングについて

2.5.1. 「EV 3」および「WeDo」について

プログラミングについては、専用のアプリが用意されており、PC(Windows、Mac)やiOS端末、Android端末を用いてプログラミングが可能である。テキストベースのプログラミングではなく、命令をキーボードでタイプし、コーディングをする必要はない。命令は、命令のかたまりのブロックとして用意されており、命令ブロックをマウスや指でドラッグ&ドロップすればプログラミングを行う事ができる。プログラミングに関する操作は直観的で、わかりやすい設計となっている。

この設計により、テキストベースのプログラミングでは必要な、言語の命令や構文、書き方などについての学習の必要がない。またタイプミスによるシンタックスエラーなどに悩まされることはない。

また、「EV 3」、「WeDo」ともプログラミング言語「Scratch」との連携が可能であり、標準の専用プログラミングアプリではなく、「Scratch」を用いてもプログラミングが可能であることも特徴といえる。

2.5.2. 「MESH」について

「MESH」で部品として用意されているものは、小さなブロック形状の電子タグである。それぞれのMESHタグには、タグの名称に関連する機能が備えられている。例えば、ボタンタグには単純なボタンの機能、人感タグには人を感知する事ができる機能、LEDタグにはLEDを点灯する機能などである。

iOS端末やAndroid端末に、専用アプリをインストールすることで、MESHタグは、無線でMESHアプリを通して端末と接続され、各タグの制御が可能となる。MESHアプリの画面上で、MESHタグとMESHタグをつなぎ、MESHタグの動きを選択し、つなげることが、「MESH」でのプログラミング作業となる。その際、難しいプログラミングや電子工作の知識は必要ない²³⁾。

「EV 3」や「WeDo」同様、「MESH」でのプログラミング作業においても、テキストベースのコーディングをする必要はなく、ドラッグ&ドロップでプログ

ラミングをすることが可能であり、プログラミング作業における操作は直観的で、タイプミスによるエラーや、構文の間違いによるシンタックスエラーなどに悩まされることもない。

「MESH」では、タグの機能を組み合わせ、プログラミングをすることにより、タグそのものでも、仕組みをつくることができる。また、タグを今ある製品にマスキングテープ等で貼り付け、プログラミングをすることで、製品に機能を追加し、新しい仕組みをつくることもできる。

その際、プログラムの作成に用いる情報端末付属のマイクやカメラなどの機能も使用することができる。

また「MESH」は、IFTTT²⁴⁾に対応している。MESHアプリには、あらかじめIFTTT連携のしくみが組み込まれているので、例えば、Googleスプレッドシートに記録をしたり、LINEでのメッセージを送信するなど、そのようなネットワークサービスとの連携が可能である。MESHの公式Webサイトによると、350以上のスマートデバイスやホームオートメーション機器、Webサービスとつながるとされている²⁵⁾。IoT(モノ・コトのインターネット化)を活用した仕組みが「MESH」を用いると、簡単に設計することができる。

しかし、学校現場でのプログラミング教育において、そのようなIFTTT連携の技術を、どのような課題で活用するのか、そもそも活用することが学校現場での授業で可能かどうか、そしてつながる350以上もの選択肢を現場で無理なく使用することが可能かどうか、検討することが必要となる。

3. 授業での活用について

3.1. 「EV3」について

「EV3」について、教師は収録されているコンテンツ・エディタを用いて、教員それぞれの授業内容・デザインに従ってカスタマイズでき、生徒用デジタルワークブックによる実習の進捗管理や評価が可能である。

また、製品付属の教育版EV3ソフトウェアに収録されているロボットエディタ機能は、48の課題で段階的に「EV3」の使い方とプログラミングの方法、ロボティクスの基礎を学ぶ事に加え、「EV3」を使用した授業例をダウンロードすることができる²⁶⁾。また授業用テキストも教師用、学習者用と販売されている²⁷⁾。資料が充実していることから、授業での多様な活用の可能性がうかがえる。

3.2. 「WeDo」について

「WeDo」について、カリキュラムパックには、プロジェクトと呼ばれる授業素材が、入門4つ、基礎8つ、発展8つの合計20プロジェクトが用意されており、40時間以上の授業を行うことができる。そして、さらに「プログラミング的思考」プロジェクトも基礎4つ、

発展4つも追加され、新学習指導要領の「プログラミング的思考」を明確に意識した構成となっている。

教師用授業ガイドや学習評価の観察基準シート、児童用の学習者用自己評価などのワークシートも用意されている。そして「EV3」同様、授業例をダウンロードすることができる²⁸⁾。授業プロジェクトが用意されているだけでなく、授業者である教師用資料、学習者である児童用資料も充実しており、授業活用の即時性が期待できる。

3.3. 「MESH」について

「MESH」についても公式Webページにおいて、ワークショップ運営マニュアル²⁹⁾が紹介されている。

マニュアルの記載をみると、プログラミングの制御・操作においては、対象物として100円ショップ等で入手可能な様々なグッズを準備物として含んでいる。それらのグッズにMESHタグをマスキングテープで貼りつけることで、プログラミングを体験できる。

これは、「EV3」や、「WeDo」に見られる制御対象物の素材がレゴブロックに限定されることと大いに異なる点である。つまり、「MESH」では、プログラミングをとおして、既存の100円ショップなどの身近な生活用品に付加価値を高め、動きの自由度に幅を与えることが可能となる。

Webページでは他にも、「レシピ」という名称で、「MESH」の活用事例が紹介されている³⁰⁾。その中で「人気レシピ」、「シーン別」、「使用タグ別」で整理されており、参考にすることができる。しかし「EV3」、「WeDo」の様にパターン化された授業プランではないので、授業者の授業デザインや、授業者が生徒に高めてもらいたい資質・能力についての見方・考え方にかかってくる。

4. 小学校におけるプログラミング教育事例について

藪田ら(2015)³¹⁾は、中学校技術科教師と小学校担任の連携による授業事例を報告している。授業を年間計画に位置づけて取り組み、小学校でのプログラミング教育を通して、問題解決能力の育成をねらいとしている。授業者は、小学校教師ではなく、校区内の中学校技術科教師である。兼務辞令を発令することにより、中学校技術科教師が専門的知識を生かした授業を行う事を目的としている。授業実践を通して問題解決能力の育成以外に、柔軟な思考や丁寧な作業する態度、諦めない気持ちなどの資質向上がみられたとしている。専門的な知識を有する中学校技術科教師が授業を行う事により、プログラミングの指導の経験が少ない小学校教師の不安を払拭することになる。また、中学校技術科の教師としては、いずれ中学校へ入学する生徒が、小学校において、どのようなプログラミング教育を受けてきたか、またそれを受け、どのように中学校の技

術科においてプログラミング教育を行うのか、系統立てた指導計画を立てることが可能となる。しかし、和歌山県のように、技術科の免許保有者が少ない地域³²⁾においては、中学校教師の専門的知識を生かすににくいという課題が予想される。

三井(2016)³³⁾は、小学校でのプログラミングの授業において、学習者同士が教え合い、学び合う相互作用を軸に授業をデザインした実践を報告している。作品の仕上がりについては、学習者同士の交流が少なくても優れた作品を制作することができるかとされている。操作を理解した児童が、独力で作品を制作したためとしているが、制作過程で学習者全員が他者との交流を行っている事実があり、結果的には学習者の相互作用が働いているとしている。授業後のアンケート結果でも「自分から進んで学習できた」、「先生に教えてもらわなくても学習できた」と回答をしている児童がいる。しかし、作品におけるプログラムで使用された命令に注目すると、視覚的にわかりやすい「動き」を中心としたものが多く、児童が気付いていない働きの命令がある。そのことから指導者として、教師がどの程度介入する必要があるのかは、検討課題といえよう。

しかし授業前には、「Scratch Jr.」を使用したことがなかった児童が、実践を通してプログラミングに親しみ、興味関心を高めることができたこととされており、本実践から、プログラミング教育において、学習者は「主体的・対話的で深い学び」につながる契機となったといえる。

以上の実践報告から見られるように、プログラミング教育を通して、プログラミングに関する興味関心が高まり、小学校教育からプログラミングの基礎基本の習得が可能となること、また問題解決能力を育成する可能性や、学習者同士の相互作用としての働きが期待できるとともに、関連したコミュニケーション力など問題解決能力以外の資質の向上にも寄与するといえる。

おわりに

従来、各校独自の取り組みとして実践がなされてきた小学校におけるプログラミング教育が、2020年度からは、新学習指導要領が全面実施となり、全国において小学校におけるプログラミング教育がなされる。

本研究では、様々なプログラミング教育のプログラミング教材の中で、「EV 3」、「WeDo」、「MESH」を取り上げた。まとめとして、それぞれの共通点と相違点を整理する。

共通点について

プログラミングの作業について、「EV 3」、「WeDo」、「MESH」とともにコーディングをすることなく、命令を指やマウスでドラッグ&ドロップをするだけで作成が可能で、直観的で分かりやすいといえる。また、ソフトウェア上だけでなく、具体的な制御対象

物が存在し、アクチュエータとして、「モータ」、「LED」、などが対象とされており、制御をすることができる。また1989年、1998年、2008年告示の学習指導要領準拠の中学校技術・家庭科技術分野の教科書記述と比較しても、選択されている制御対象は一致しており、評価できる。結論として、有識者会議における「議論のとりまとめ」にあるように、プログラミングを「体験」させるという内容に、「EV 3」、「WeDo」、「MESH」ともに当てはまるといえる。

相違点について

「EV 3」、「WeDo」、については、学校現場で教材としての使用を意識した製品となっている。複数の授業パッケージが用意されており、教師用および学習者用の資料も充実している。また、「WeDo」については、対象が小学生と明記されてあるように、アプリ上での授業プロジェクトの説明にアニメーションが用意されているなど、児童が興味・関心を持ちやすいような工夫がなされている。そして、「プログラミング的思考」を意識した授業プロジェクトも用意されており、新学習指導要領や有識者会議の「議論のとりまとめ」を意識した製品内容となっている。

「MESH」については、「EV 3」、「WeDo」のような授業者用、学習者用の資料は用意されていない。しかし、「MESH」を用いたプログラミングはわかりやすく、特に付加資料がなくとも、コーディングを行うことなくプログラミングを「体験」させることは十分可能である。また、「EV 3」、「WeDo」のように、制御対象物を一から作る必要がなく、100円ショップで購入可能な既成の対象物を活用することで、制御対象物形成時間を省き、プログラミングの制作に重点をおいた授業展開が可能になる。課題としては、「MESH」のプログラミングにおいては、IFTTTの技術など、制御可能な選択肢が多いため、授業者側が適切な課題設定をすることが求められる。

今回は、3種類のプログラミング教材の特長、共通点・相違点について教材の比較利用に関する一考察を行った。

今後は、プログラミング教育に関する実践を通して、プログラミング教育のねらいに立ち返りつつ、小学校・中学校・高等学校の児童生徒の興味・関心に沿うもの、知識な発達段階に応じて、「深い学び」を実現するよう知識や技能をつなぐ系統立てたプログラミング教育について、引き続き検討していきたい。

注

- 1) 文部科学省、「学習指導要領等」2017年3月、(http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/new-cs/1384661.htm 2017年8月31日閲覧)。
- 2) 小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議、「小学

- 校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論のとりまとめ)」、2016年6月、(http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm 2017年8月31日閲覧)。
- 3) 前掲2。
 - 4) 前掲2。
 - 5) 前掲2。
 - 6) 文部科学省、『プログラミング教育実践ガイド』2015年、(http://jouhouka.mext.go.jp/school/pdf/programing_guide.pdf 2017年8月31日閲覧)。
 - 7) 例えば、山本利一、鳩貝拓也、弘中一誠、佐藤正直、「ScratchとWeDoを活用した小学校におけるプログラム学習の提案」、『教育情報研究』日本教育情報学会30(2)、pp.21-29、2014年。
 - 8) 例えば、中村好則「算数科におけるプログラミング的思考と数学的な見方・考え方の育成に関する考察—Spero SPRK Editionを活用した「速さ」の指導事例を通して—」『日本科学教育学会研究会研究報告』2016年 Vol.31 No. 3、pp.9-12。
 - 9) 実際は「MESH プログラミング」の検索結果は25件であったが、検索の結果が、SONYのMESHに関する内容ではなかったので、ここでは0件とした。
 - 10) EV3製品詳細ページ、(<http://afrel.co.jp/product/ev3-introduction> 2017年9月1日閲覧)。
 - 11) Afrel商品取り扱いページ、(<https://afrel.co.jp/product/ev3-introduction> 2017年9月1日閲覧)。
 - 12) WeDO製品詳細ページ、(<http://afrel.co.jp/product/wedo2.0-introduction> 2017年9月1日閲覧)。
 - 13) MESH公式Webページ、(<http://meshprj.com/jp/> 2017年9月1日閲覧)。
 - 14) 総務省、『プログラミング人材育成の在り方に関する調査研究 報告書』2015年6月、p.13。
 - 15) 前掲1、p.28。
 - 16) 前掲1、p.30。
 - 17) MESH公式Webページ、(<http://lp.meshprj.com/jp/education.html> 2017年9月1日閲覧)。
 - 18) GPIOとは、General Purpose Input Outputの頭文字であり、汎用I/Oポートとも呼ばれ、入力にも出力にも使える便利なデジタル信号の出入口のことを意味する。
 - 19) レゴエデュケーション、『ユーザーガイド』、(http://www.legoedu.jp/ev3/pdf/ev3_user_guide.pdf 2017年9月1日閲覧)。
 - 20) 開隆堂、『技術・家庭 上』開隆堂、1996年12月、p.215。
 - 21) 開隆堂、『技術・家庭 技術分野』開隆堂、2004年2月、p.205。
 - 22) 開隆堂『技術・家庭 技術分野』開隆堂、p.224。
 - 23) GPIOタグを使用し、モータ等を制御する場合、簡単な電子工作が必要となることがある。
 - 24) IFTTTとは、「IF This Then That」の頭文字で、「もし、これが、このとき、あれする」というように、あるアプリ等で、特定の操作がなされる、あるいは、ある条件を満たしたときに、別のアプリ等が起動するといったような、お互いのアプリ等が連携して利用することができるサービスである。
 - 25) MESH公式Webページ、(<http://meshprj.com/jp/> 2017年9月1日閲覧)。
 - 26) EV3公式Webページ、(<http://www.legoedu.jp/ev3/> 2017年9月11日閲覧)。
 - 27) アフレルEV3テキストラインナップ、(<https://afrel.co.jp/product/ev3-text> 2017年9月1日閲覧)。
 - 28) WeDo公式Webページ、(<http://www.legoedu.jp/wedo2/> 2017年9月11日閲覧)。
 - 29) MESH公式Webページ (http://support.meshprj.com/hc/article_attachments/209419748/MESH_Workshop_Guide.pdf 2017年9月11日閲覧)。
 - 30) 前掲8。
 - 31) 藪田拳美、山本朋弘、「問題解決能力を高める小学校プログラミング教育の展開—中学校技術科教師と小学校担任の連携による授業事例から—」、『第41回全日本教育工学協議会全国大会富山大会誌』2015年、pp.268-271。
 - 32) 和歌山県中学校技術・家庭科研究会、「平成29年度和歌山県技術・家庭科免許保有アンケート結果」2017年。
 - 33) 三井一希、「学習者の相互作用を軸とした小学校低学年におけるプログラミング教育の実践」、『コンピュータ&エデュケーション』2016年Vol.40、pp.61-66。