

# プログラミング教育前世代に対する基礎的な プログラミング教育手法開拓

——市販エデュケイショナル・トイを用いる可能性の考察——

高 瀬 剛  
横 山 修

## 要 旨

日本では西暦 2020 年度からプログラミング教育が本格的に開始される。しかし、それ以前に教育を受けた世代である「プログラミング教育前世代」における教育的な手当てについては特段議論されていない。「プログラミング教育前世代」の教師や学生は今後プログラミング教育を行う立場として教壇に立つことになる。このような世代の人々に向けたプログラミング教育の可能性について考察する。

**キーワード：**プログラミング教育、プログラミング教育前世代、エデュケイショナル・トイ、プログラミング、STEM

## 1. 背景と目的

日本では文部科学省の学習指導要領改訂により、西暦 2020 年度の小学校 3 年生から本格的なプログラミング教育が開始される [1]。既に英国では数年前から開始されており、先般、教育の取り組みを取りまとめた文書が発行されている [2]。また、日本や英国だけでなく、世界の各国で既に情報通信技術 (Information and Communication Technologies、以降 ICT と略記) 教育や政治的な取り組みがなされている [3] [4]。このように様々な観点から ICT についての取り組みが行われる背景としては次のようなことが挙げられる。

ここ 30 年ほどのコンピュータやインターネット等の技術革新の成果が社会や生活に急速に取り入れられ、現在ではコンピュータやインターネットの無い社会・生活は困難であろう [5]。コンピュータやインターネット等を含む、いわゆる ICT 技術は今後ますます発展することが期待されている [6]。現在、ICT 技術の最先端で研究・開発されているものとして、モノのインターネット (Internet of Things; IoT)、システムやデバイスのスマート化 (スマートフォン、ス

スマートスピーカー、スマート家電等)、ビッグデータ、人工知能(特に機械学習、深層学習)、ブロックチェーン、ロボティクス、量子コンピュータ、量子通信、量子暗号等が挙げられる。これらは、基礎研究段階のものもあれば、既に応用段階に入ったもの等もあり、社会の有り様すらも変革してしまうような技術が多く研究開発されている。これらの技術の応用は現実の社会の広範にわたる領域部分について可能である。このような ICT 技術が社会システムと結合するとすれば、そこで生きる我々人間もこの様な新しい ICT に技術に対応せざるを得なくなるであろう [6]。そのような社会では、社会を支える人々がコンピュータの挙動(セキュリティ、コンピュータパフォーマンス、人間の差配するシステムでのデータ処理高効率化)を理解することで、資源やエネルギー等の効率面においても人間の労働効率の面においても省力化に大きく貢献できると期待されている。これは日本において西暦 2019 年から施行される「働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律」の労働の質向上とも関係している [7]。

以上のような背景から、多くの人々が今以上に ICT を使いこなすことを目的として、前述の通り日本では義務教育の段階からプログラミング教育を行うこととなった。このプログラミング教育は、アメリカ合衆国で西暦 2000 年頃には既に議論が始まっていた STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) 教育と関係が深いと考える [8]。学習者が「コンピュータの挙動について理解していくための基本的な能力」を醸成するのがプログラミング教育であり、STEM 教育の第一歩と捉えることも可能である。しかし、プログラミング教育は「新しい ICT 社会」の構成員全員に向けたものであることは注意を要する。

ここで、本稿で言うプログラミング教育は、文献 [9] に示されているものを指している。この文献 [9] から引用すると、

- ①「プログラミング的思考」を育むこと
- ②プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータ等の情報技術によって支えられていること等に気付くことができようになるとともに、コンピュータ等を上手に活用して身近な問題を解決したり、よりよい社会を築いたりしようとする態度を育むこと
- ③各教科等での学びをより確実なものとする

であり、上記 3 つ要素で構成されているものを指す。この①から③に示されたプログラミング教育の考え方によると、これまで種々の教科の内容で論理的な思考を醸成することは可能であり、それをさらにプログラミング指向の思考方法に結びつけて行くことが大切であろう [10] [11]。逆に、西暦 2000 年代以降で言及されてきたコンピュータの基礎的な使い方としてのいわゆるコンピュータリテラシだけではプログラミング教育が目指す上記の分野のごく一部対応できないことは明白である。西暦 2000 年代の観点からすると、今後の社会ではコンピュータリテラシに加

えて STEM 的な要素が必要であるということである。

これからの日本社会は労働人口が減少し、それに連動した働き方改革が要求されている [12]。このような問題に対応するために、これからの社会を担う人材にとってコンピュータ関連分野の能力は必要不可欠となる。このことから、STEM 教育指向のプログラミング教育はひろく実施されるべきと考える。

前述のような現状を受けて、西暦 2020 年度からは小学生より順次新学習指導要領の本格運用開始によりプログラミング教育が開始される。しかしながら、現時点では

- 教育コンテンツの準備不足（コストの問題、事例が少ない等）
- 教師のトレーニング（高負担）

の様な問題について、学校現場や社会全体として十分な準備や対策がなされているとは判断できない [13] [14]。

一方で、プログラミング教育を受けていない世代（プログラミング教育前世代）にも前述のような社会変容の影響を受ける。西暦 2020 年度からのプログラミング教育を主導するプログラミング教育前世代の教師およびプログラミング教育前世代の特に端境期となる世代である現大学生についてのプログラミング教育のサポートは、これからの社会を支える上で特に重要であると考ええる。

このような課題認識の下で、ここでは新学習指導要領でのプログラミング教育における教育コンテンツが準備段階であることを考慮し、プログラミング教育の教材としての市販エデュケイショナル・トイの試行を通じてプログラミング教育を請け負う教師のトレーニングにおける問題点および現大学生を対象としたプログラミング教育前世代向けプログラミング教育を考案するための具体的な問題点を明かにすることを目的とする。

## 2. エデュケイショナル・トイの試行

### 2.1 LEGO Boostの特徴

まず、エデュケイショナル・トイがプログラミング教育に利用可能かを検討するためにエデュケイショナル・トイを選定しエデュケイショナル・トイ自体の試行を行った。

今回利用したエデュケイショナル・トイはLEGO社のLEGO Boostという市販キットである。LEGO Boostの外観を図1に示す。この市販キットを選定した主な理由は次のAからDの4つの点

- A) 対象年齢が小学1年生からである点、
- B) 他の同様のキットと比較して概ね同等以下の安価である点、
- C) 日本では2018年2月から入手可能な新しい製品である点、
- D) LEGO社の製品であり入手が容易である点

である。この市販キットに、別途用意するタブレット端末（以下、コントローラ）に導入したLEGO Boost専用アプリケーションソフトウェア（以下、LEGO Boostアプリ）を使い、LEGO Boostで組立てた「ロボット」を操作することができる。コントローラでプログラムした内容を、Bluetooth経由で「ロボット」と通信し、コントローラと「ロボット」が協調して動作する。従って、事前準備として、コントローラとなるタブレット端末に無償のLEGO Boostアプリを導入する必要がある。また、このタブレット端末のオペレーティングシステム（Operating System、以降OSと略記）はMicrosoft社のMS-Windows、Google社のAndroid OS、Apple社のiOS等を選択できる。今回タブレット端末としてMS-Windowsタブレット端末とAndroidタブレット端末を試してみた。どちらのタブレット端末でもLEGO Boostアプリを導入はできた。執筆者らが準備できたMS-Windowsタブレット端末では「ロボット」と問題なく通信できたがもう一方のAndroidタブレット端末ではBluetoothのペアリング<sup>1</sup>がうまくいかなかった。従って、Bluetoothのバージョン、OSのドライバ、LEGO Boostアプリの適合具合等、導入前に十分検討を行う必要がある<sup>2</sup>。コントローラと「ロボット」で最初のBluetoothペアリングが終了すると、「ロボット」の中核のLEGO Boostモジュール（以下、モジュールと略記）のファームウェアのアップデートが行われる。このBluetoothのペアリング

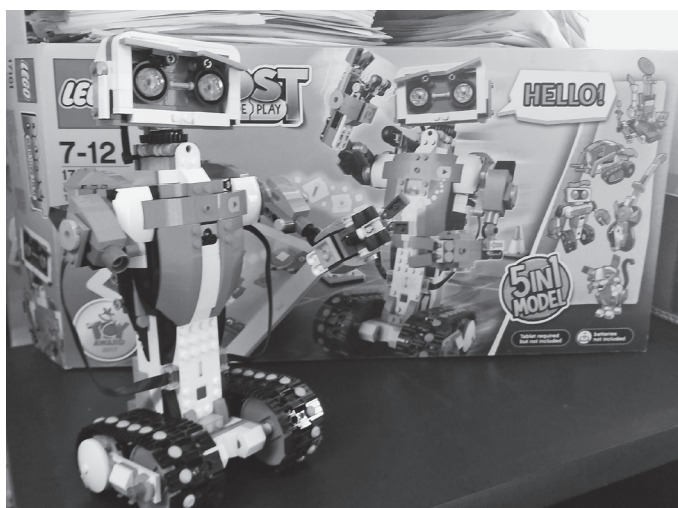


図1 LEGO Boostの「ロボット」（製作途中の状態）

からモジュールのアップデート終了までの初期設定に約1時間かかった。

このLEGO Boost では標準で次の5種類のを組み立てることができる。

- ロボット (Vernie the Robot)
- レゴの生産ライン (the AutoBuilder)
- 変形する車 (Multi-Tooled Rover 4)
- ギター (Guitar4000)
- ネコ (Frankie the Cat)

それぞれの組立てマニュアルについては、LEGO Boost アプリ内からも参照可能である他、LEGO 社の Web サイトからも PDF 版の組立てマニュアルを入手可能である [15]。

## 2.2 LEGO Boostの試行と結果

LEGO Boost の可能性を探るための試行を次の要領で行った。

この試行は保護者の同意の下、下関市内在住小学生1年生の男女各1名の協力を得て行った。男女各1名の児童による協働作業で13:40から16:10の約2時間半の間、途中適宜休憩を挟みながらLEGO Boostを試行した。協力を得られた児童は、それぞれLEGOブロック使用歴が3年以上あり、普段からよくLEGOブロックで遊んでいるとのことである。また、この児童たちは普段からよく遊んでいる仲の良い友達関係にある。今回は、LEGO Boostでロボット (Vernie the Robot) を組み立ててもらった。組立ての際にはインストラクターとして著者の1人が立会い、組立て作業の難しい部分等は指導しながら行った。また、作業の途中で動作確認のためコントローラを使用する場合、LEGO Boost アプリの起動等はインストラクターが行ってから児童たちに操作してもらった。なお、事前にモジュールテストは行っていたので、今回はマニュアルで指示されたモジュールのテスト段階 (マニュアルで約20ページ分) を省略している。

2人の児童が協働して組立てること自体に特に大きな支障は無く順調に進んだ。しかし、組立てに要する作業分量が多い [15]。マニュアルに示された第1段階 (本体と頭部) まで約150ページ分あり、その作業に1時間以上掛かった。第2段階 (第1段階に加えて脚部のキャタピラ、この分だけでマニュアル約110ページ) までしか完成しなかった (図1の状態)。マニュアルでは3段階に分けて組み立てるようになっており、各段階の状態で動作確認を兼ねてコントローラによる操作である程度動作させることができるようになっている。

今回児童たちが到達できた組立て状態でのロボットの動作としては、

- 第1段階の動作 頭部の回転とコントローラによる発話をコントローラからプログラム制

御可能

- 第2段階の動作 第1段階の動作に加えて、キャタピラによる前後左右や回転等の移動をコントローラからプログラム制御可能

の所までであった。また、児童によるコントローラでのプログラム制御も特に大きな支障は無く操作してみることができた。事後の児童たちの感想として「とても楽しかった。また続きをやりたい」の言葉を得たことや、インストラクターによる作業中の様子の観察等から2人の児童は強い興味を持って作業にあたったものと推定できる。

### 3. エデュケイショナル・トイの位置づけの理解 — Scratchとの比較 —

#### 3.1 Scratch の概要

LEGO Boost の位置づけを理解するにあたり、STEM 教育やプログラミング教育の話題でよく取り上げられる Scratch を比較対象として取り上げる [14] [16]。

Scratch は、米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) メディアラボ (media lab) のライフロン・キンダーガートン・グループ (Lifelong Kindergarten group) が子ども向けに開発したプログラミング言語の学習環境である。最新版は Web 版の Scratch 2.0 であり、2018 年 10 月時点では Web にて Scratch 3.0 beta 版 (<https://beta.scratch.mit.edu/>) を利用可能である (図

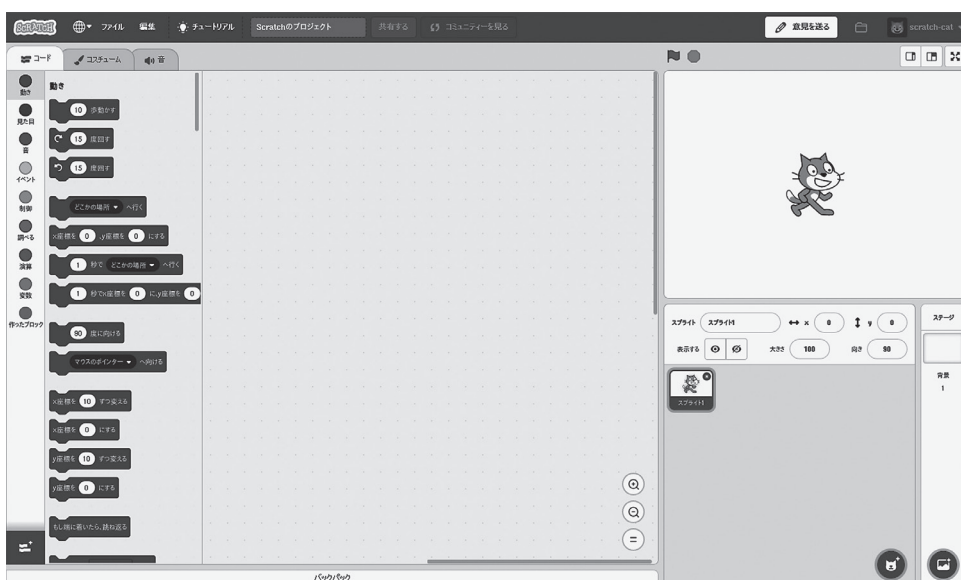


図2 Scratch 3.0 beta 版スクリーンショット  
(<https://beta.scratch.mit.edu/> 2018年10月12日15:42)

2 参照)。基本的には図 2 の右側上方のキャラクターに様々な動きを与えるようにプログラミングする。Scratch でのプログラミングは視覚的に行うことができる。図 2 の画面の左側のボタンで動作・挙動を選び、それを中央の空白部分に並べてキャラクターの動作を決定していく。Scratch を利用した教育の事例については文献 [16] 等にある。

### 3.2 Scratch と LEGO Boost の対比

ここでは、Scratch 3.0 beta 版と LEGO Boost について、授業等で活用することを念頭に置き、次の 7 つの視点で比較を行う。ここで言う 7 つの視点とは、「プログラミングスタイル」、「動作」、「動作設定の自由度」、「事前準備」、「インストラクタートレーニング項目」、「児童の興味」、「授業で使用する場合の作業単位（個人または協働作業）」である。このそれぞれについて簡単に述べていく。ここでは、Scratch 3.0 beta 版の試用は著者自身で行っていることを注記しておく。

#### 3.2.1 プログラミングスタイル

Scratch LEGO Boost どちらも機能別タイル（アイコン）を画面上に配置・連結して動作を規定する。Scratch は LEGO 社の連携で LEGO Mindstorm 等の製品も手がけており、LEGO Mindstorm に類する製品である LEGO Boost は Scratch のプログラミング環境の動作思想に近いと考えられる。

#### 3.2.2 動作

Scratch は画面上のキャラクター（情報）がプログラムにより動く。LEGO Boost では組み立てた LEGO ブロックのキャラクター（ロボット等の実体のあるもの、具体的）がプログラムにより動く。Scratch では、抽象的情報を操作するだけであるのに対して、LEGO Boost では具体的な実体を操作できる。

#### 3.2.3 動作設定の自由度

Scratch では画面に表示する情報を制御するので様々な動作を実行可能である。これに対し、LEGO Boost は組み立てたキャラクターとそれに対応するアプリで実行可能な動作にある程度制限がある。ただし、2018 年 9 月発売された「The LEGO BOOST Idea Book」では、様々な応用例が掲載されているようである [17]。LEGO Boost は動きを制御するモーターが 2 つであるので、動作の種類はモーター数の制約を受けるのに対して、Scratch は理論的に画面内でのあらゆる動作を行わせることができる。

### 3.2.4 事前の準備

Scratch においてはネットワーク整備、使用するコンピュータの準備、ウェブブラウザの準備、ユーザ登録（ログインアカウントの準備）等が必要である。一方 LEGO Boost ではネットワーク整備、使用するコンピュータの準備、専用アプリの導入、コンピュータと LEGO Boost モジュールの Bluetooth ペアリング（およびファームウェアアップデート）、LEGO Boost の組立て等が必要である。

どちらの場合でも、操作を実行するためのインフラストラクチャの準備はそれなりに必要である。学校現場において、コンピュータネットワーク（インターネット）やコンピュータは整備済みの所もあるようなので、それらの設備が利用可能であれば、準備する物事は Scratch におけるユーザ登録や LEGO Boost の Bluetooth ペアリングと組立て等だけになり省力化できる。

### 3.2.5 インストラクター（教師）トレーニング項目

Scratch ではネットワーク、コンピュータ（ウェブブラウザの操作等を含む）、Scratch 自体についてのトレーニングが必要である。これに対し LEGO Boost ではネットワーク、コンピュータ、専用アプリ（含む Bluetooth ペアリング）、LEGO Boost 組立て等のトレーニングが必要となる。

授業として展開する場合には、インストラクターが上記の項目にある程度精通している必要がある。教師がインストラクターとして学校教育の場で実施する場合、教師の興味や専門性等との兼ね合いもあるが、少なくとも上記項目のトレーニングが必要となる。

### 3.2.6 児童の興味

Scratch では操作の対象が論理的な情報であるので、プログラミングの意味がある程度分からなければ興味を引きにくいと考えられる。一方 LEGO Boost では操作の対象に（例えばロボット等）実体があるので興味を引き易いと考えられる。

児童による LEGO Boost 試行の観察から、やはり手に取って触ることができる実体を伴うものは興味を引き易い可能性が高い。また、同じ児童1人に対して簡便に Scratch の試行を試みたが5分ほどで興味を失った。児童にとっての作業継続時間の長短から、少なくとも当該児童においては関心の程度は Scratch よりも LEGO Boost の方が高いと考えてよい。ただし、Scratch 試行の際のコンピュータの入力はマウスで行ったことや、Scratch で操作するキャラクターの図柄の入れ替え等、興味を引くための措置を行うことで関心の程度は同程度となるかもしれない。

### 3.2.7 授業で使用する場合の作業単位（個人または協働作業）

Scratch は個人または協働でも可（どちらかという個人）であると考えられる。また、



LEGO Boost でも個人または協働でも可であると考えられる。ただし、どちらの場合でも使用するコンピュータの入力装置はキーボードとマウスのセットではなく、タッチパネルのあるもの（タブレット端末等）がよい。

### 3.2.8 7つの視点のまとめ

前述の7つの視点を簡単にまとめると、LEGO Boost は興味をより喚起し易いと判断できるところからプログラミング教育の初期導入に向いており、Scratch は操作の自由度が高いことから、プログラミング教育の第2段階での教材として利用するのに適していると考えられる。

## 4. 教材として利用する場合の留意点

LEGO Boost の試行を通じ、これを教材として用いる場合の留意点を価格、授業時間・指導案、教師トレーニングの点でまとめる。

- キットの価格

LEGO Boost はLEGO社の他の教育向けキット（教育版LEGO Mindstorm EV3, LEGO WeDO2.0）に比べて安価であるものの、学校教材として見たときにキットが必ずしも十分安価とは言えない。従って、1クラスで児童または生徒1人につき1台といった規模の台数の確保は予算等の都合で困難である可能性がある。これは、グループでの作業を行う等で必要台数を減らしていくことで対処可能である。

- 授業時間・指導案

授業時間の制限から、45分1回分の授業でこのキットをそのままマニュアル通りに全部やり通すことは困難である。このキットの動作確認用の簡単なロボットの部分までを利用するのであれば、時間内に収めることは可能である。あるいは、複数回に分けて授業を構成することも可能である。

- 教師へのトレーニング

授業で市販のキットを取り扱う場合の教師（指導者）へのトレーニングも必要である。教師には、キット自体についての理解はもちろんのこと、連動するタブレット端末についての理解、タブレット端末で動作するアプリについての理解、アプリの初期設定についての理解、アプリ初期設定に必要なインターネット接続の仕組みについての理解が要求され、さらにこのキットを動作によるプログラミング教育性を理解する必要がある。このうち、アプリの初期設定やインターネ

ットの仕組み等については、プログラミング教育のサポートグループで事前に準備することも可能であろう。もちろん授業自体をプログラミング教育のサポートグループがアシストすることも可能である。ただし、やはり児童や生徒等の受講者が直接触れる Table PC やアプリの使い方については教師へのトレーニングが不可欠である。

上述の3つの留意点を考慮して、プログラミン教育を実施する環境構築について、次の提言を行う。

プログラミング教育への取り組みについて現状では教師の自助努力の側面もあり、指導案をほとんど0から考案するような状況であるため、今後教師の負担も今以上に大きくなると予想される。例えば、「小学生を中心としたプログラミング学びポータル」ウェブサイトにおける西暦2018年10月9日時点での実践例 A では合計4件、実践例 B では7件である [18]。総務省の若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業全40事業の中でも工業高校の生徒や大学生等地域の人材を活用した事例も散見される [19]。このような地域の人材を活用し、その地域のプログラミング教育のサポートグループを形成して教師や学校と協働できるような仕組みを作れば教師負担の大幅な軽減ともに地域活性にもつながるであろう。特に、大学、高等専門学校、工業高校等での学修成果物がそのまま中学校や小学校の教材として利活用できるならば、市町村規模での地域全体としての教育部材コストの削減も期待でき、教育資源をうまく循環させることにもつながるであろう。ただし、小学校でのプログラミング教育は必ずしもコーディング（プログラムのコードを記述する）教育ではないことから、教育部材がコーディングを前提としないものであることには改めて注意が必要であろう。

また長期的な視野に立ち、このような教育グループによる教育研究の一貫として、継続的な教育効果の測定と教育手法やコンテンツフィードバック可能な体制の構築が必要であろう。このための各地域での事例ナレッジベースの構築や、学習進捗の系統的把握のためのデータベースシステム等を市町村自治体と協働で管理・運営する必要もでてくる。ただし、学習者の個人情報保護の観点からデータの取扱いには十分な注意を要する。ここで得られたデータについては統計処理等の上で、各教育事例について教育効果の定量的な把握や教育事例間の相関や既存の教科でのプログラミング教育要素と相関等総合的な検討を行っていく必要がある。このような教育研究および教師サポートのためのプログラミング教育サポートグループを地域毎に構成しておくことで、今後の教育内容についてより効果的に検討及び推進できるものとする。

## 5. 大学生への応用の可能性

ここでは、大学生を対象として LEGO Boost 等のエデュケイショナル・トイを用いたプログ

プログラミング教育を行う場合についての検討を行う。

特に、プログラミングに親しんでいない大学生に対してプログラミング教育を行う場合でも、最終的にプログラムコードの理解は重要な項目となる。LEGO Boost のような市販キットを用いることで、「プログラムのコーディングによって動作の規定を行うと、それに応じて実物が規定した通りに動く」ことが実感を伴って経験できる。この様に、コーディングの理解を体験的に得られることから、市販キットはコーディング教育の導入に向いていると考える。

また、プログラミングに親しんでいない大学生にとっては、学生個々のこれまでの経験によって、すでにプログラミング思考や数学的内容等にネガティブな印象を持っている場合もあると考えられるが、この様なキットを用いた実体験型のコーディング学習によって、それらの悪い印象を払拭するきっかけとなる可能性も十分にある。

この予想を今後検証するためには、特に次の①および②を探求していく必要がある。

- ① 市販キットを用いた学習についての観察と学習直前直後のインタビューを通してプログラミング教育の導入部分で利用可能性の判断
- ② 同じ世代で市販キットを用いた学習を行ったグループとそうでないグループの追跡調査によって、プログラミング思考をより身につける方向に成長しているかどうかについての検証

上記①②について、いくつかの年代グループに対し客観的な手法で検証を行っていく必要がある。

また、別の観点から学生の教育可能性を指摘しておく、学生であれば Project Based Learning (PBL) の一貫として、前章で述べたような地域のプログラミング教育サポートグループへ参加することもできる。このような場合には、市販キットを使うことでコーディングのトレーニング（経験や知識）なしでプログラミング思考のエッセンスを学ぶことできる。この様な PBL により、学生自身のプログラミングの理解を深められる可能性がある。

## 6. 本稿のまとめ

本稿では、プログラミング教育前世代に対して基礎的なプログラミング教育手法を開拓することを目的とした。プログラミング教育が実施される世代向けのエデュケイショナル・トイを試行することで、プログラミング教育そのものの問題とそれをプログラミング教育前世代に適応可能かどうかについて検討した。

市販エデュケイショナル・トイとして LEGO Boost を使用し、下関市内在住の児童の協力を得て LEGO Boost の試行を行った。この試行を通じて LEGO Boost 自体の使い易さやプログラミング教育への応用可能性等を検討した。さらに、子ども向けのプログラミング言語である

Scratch との比較を行った。この二者は使用感等が非常に似ている部分等も多くあるが、実物が動作するかどうかが決定的な違いとなっている。この違いから、教育の導入部分においては LEGO Boost を使い、導入後のプログラミング教育を本格的に始める場合に Scratch が向いていると考える。

これらの比較検証を通じて、プログラミング教育を請け負う教師の負担についての問題点を指摘した。これらの問題に対応するため、プログラミング教育に係る教師トレーニングの必要性と、教師トレーニングやプログラミング教育を支えるための地域全体に対応できる教育研究グループの創設等の提言を行った。また、現役大学生を対象とした「プログラミング教育前世代」向けプログラミング教育を考案するための LEGO Boost 等の応用可能性について言及した。これをさらに深く議論して教育コンテンツを構成するために必要な検証事項についても言及した。

本稿を通じて、LEGO Boost 等の市販エデュケイショナル・トイについて、西暦 2020 年開始の新学習指導要領でのプログラミング教育に応用可能であること、また現役大学生や教師トレーニングについても適用可能性がある結論付ける。

#### 注

- 1 Bluetooth のペアリングとは、Bluetooth での通信を行うための初期設定である。
- 2 ちなみに、最初の試行から 3 ヶ月経過したのちに再度試行した際には Bluetooth のペアリングが成功して制御することができた。この 3 ヶ月間に Android 版の LEGO Boost アプリも幾度かアップデートがなされ LEGO Boost アプリ側での対応状況が改善されたものと見られることを注記しておく。

#### 参考文献目録

- [1] 文部科学省, 文部科学省告示 平成 29 年度 3 月 小学校学習指導要領, 2019.
- [2] The Royal Society, *After the reboot: computing education in UK schools*, 2017.
- [3] 李元揆, “変わりつつある情報教育: 6. 海外の情報教育の動向,” *情報処理*, 第 48 巻, 第 11 号, pp. 1207-1212, 11 2007.
- [4] 総務省, 平成 28 年版情報通信白書, 2016.
- [5] 総務省, “第 5 章 第 2 節 ICT サービスの利用動向,” 著: 平成 30 年版情報通信白書, 2018, pp. 235-274.
- [6] 総務省, 平成 30 年版情報通信白書, 2018.
- [7] 厚生労働省, *働き方改革を推進するための関係法律の整備に関する法律*, 2018.
- [8] M. Sanders, “STEM, STEM Education, STEMmania,” *The Technology Teacher*, 第 68 巻, pp. 20-26, 1 2009.
- [9] 文部科学省, *小学校プログラミング教育の手引 (第一版)*, 2018.
- [10] 小. 兼宗進, *コンピューターを使わない小学校プログラミング教育 “ルビィのぼうけん” で育む論理的思考*, 翔泳社, 2017.
- [11] 小林祐紀 兼宗進 白井詩沙香 白井英成, *これで大丈夫! 小学校プログラミングの授業 3 +  $\alpha$  の授業パターンを意識する (授業実践 39)*, 翔泳社, 2018.

- [12] 内閣府, 平成 30 年版 高齢社会白書, 2018.
- [13] 利 . 佐藤智, 先生のための小学校プログラミング教育がよくわかる本, 翔泳社, 2017.
- [14] 東洋経済新報社, “特集「発進! プログラミング教育」,” *週刊東洋経済* 2018/7/21 号, pp. 14-47, 21 7 2018.
- [15] LEGO 社, “LEGO Boost マニュアル,” [オンライン]. Available: <https://www.lego.com/ja-jp/service/buildinginstructions/search?initialthemesearch=10000-20268#?theme=10000-20268>. [アクセス日: 18 10 2018].
- [16] 若菜啓孝, “小学生を対象としたプログラミング教育について,” *長崎大学 大学教育イノベーションセンター紀要*, 第 7, pp. 35-40, 3 2016.
- [17] 五十川 芳仁, *The LEGO BOOST Idea Book: 95 Simple Robots and Clever Contraptions*, No Starch Press, 2018.
- [18] 未来の学びコンソーシアム, “小学生を中心としたプログラミング学びポータル,” [オンライン]. Available: <https://miraino-manabi.jp/>. [アクセス日: 9 10 2018].
- [19] 総務省, “若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業,” [オンライン]. Available: 若年層に対するプログラミング教育の普及推進事業. [アクセス日: 9 10 2018].
- [20] MIT メディアラボ ライフロンギンダーガーテングループ, “Scratch の概要,” 10 2018. [オンライン]. Available: <https://scratch.mit.edu/about/>. [アクセス日: 18 10 2018].
- [21] 文部科学省, “プログラミング教育実践ガイド,” 3 2015. [オンライン]. Available: [http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming\\_zirei/](http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming_zirei/). [アクセス日: 18 10 2018].

#### 登録商標の注記

Microsoft、MS-Windows、Google、Android、Android OS、Apple、iOS、LEGO、LEGO ブロック、LEGO Boost、LEGO Mindstorm EV3、LEGO WeDO2.0、Bluetooth、Scratch 等の商標は各社または各団体のものです。