

小中学校で実施されるプログラミング教育の意義と課題

-本学における小中学生および教員向け講習会を事例として-

The Value and Task of Programming Education Conducted at Elementary and Junior High Schools

- A Case Study of Workshops for Elementary and Junior High School Students as well as
Teachers Held at Miyako College -

大志田 憲 昇高 茂樹

OHSIDA Ken SHOTAKA Shigeki

【キーワード】 プログラミング, 初等中等教育, Scratch, Raspberry Pi, LEGO MINDSTORMS

<目 次>

- 1 はじめに
- 2 プログラミング教育について
- 3 本学にて実施をしたプログラミング講習会事例
- 4 まとめ

1. はじめに

情報化社会が進展し、今後はさらに IOT (Internet of Things)、AI (Artificial Intelligence) 等の技術が進歩していく中で、情報科学の知識が重要になり、情報教育の必要性が高まることが予想される。2016 年に政府は 2020 年度からの新学習指導要領にプログラミング教育を取り入れる方向で議論すると発表し、¹⁾「小学校段階におけるプログラミング教育の在り方」として取りまとめが報告されている。そして、2020 年度からは小学校において「プログラミング教育」が必修化されることになっている。プログラミング教育は日本国内においてのみ議論されているわけではなく、国外においても科目として取り入れる国は増加している。しかしながら、現状ではプログラミング教育自体の本来の目的が十分に広まっていない、あるいは認識されておらず、コーディング技術の習得等の技術的な面でのみ捉えられている場合も少なくはない。導入にあたって実際の現場での混乱やとまどいの声も少なくはない。本論文では、政府資料やこれまでのプログラミング教育に関する先行調査研究等から、初等中等教育におけるプログラミング必修化の経緯や目的、教育効果について整理し、2017 年に本学教員が講師を担当した小中学校の生徒と保護者、教員向けのプログラミング講習会の実施事例を踏まえて、これからプログラミング教育を進めていくにあたっての課題を提示する。2 章においてプログラミング教育必修化の経緯や諸外国の状況等、政府資料や他の研究報告から取りまとめ、3 章で本学における講座の事例を報告、4 章をまとめとする。

2. プログラミング教育について

これまで初等中等教育におけるプログラミング教育は、中学校において 2012 年から「技術・家庭」の科目の中で、「プログラムによる計測・制御」という位置づけで実施されてきた。しかし、2016 年に行われた「第 26 回産業競争力会議」¹⁾において、初等教育でのプログラミング教育の必修化を明言しており、文科省による「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(議論の取りまとめ)」、「幼稚園、

小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について（答申）（中教審第 197 号）」を経て、2020 年からプログラミング教育が初等教育において必修化されることとなった。²⁾³⁾

表1 プログラミング教育を含む情報教育の状況

国	全国	初等	中等	開始年
英国	○	必修	必修	2015
オーストラリア	○	必修	必修	2016
フィンランド	○	必修	必修	2016
イスラエル	○		必修	2000
ロシア	○	必修	必修	2010
韓国	○		必修	2007
シンガポール			選択	2009
インド		必修	必修	2005
日本	○		必修	2012

太田⁴⁾より作成

諸外国における状況を太田⁴⁾らの報告から見てみると、世界的にプログラミング教育が本格化しており、英国、フィンランド、イスラエル、ロシア等多くの国々でプログラミング教育が正式にカリキュラムに導入されている。米国においては州ごとに教育内容が異なるが、NPO 団体である Code.org⁵⁾によりプログラミング教育イベント等が積極的に開催されていると報告されている。また、オバマ大統領によって「Computer Science for All」⁶⁾として、すべての子供たちにコンピュータサイエンスを学べるように 40 億ドルの拠出計画を出したことも記憶に新しい。太田らによると、諸外国では小学校低学年においては、ロボットやパズルを使用した手順の指示、高学年ではビジュアル言語を使用しての分岐や反復を含むプログラム作成、中学高等学校ではテキスト型言語を使用して複数のデータ型やモジュールプログラムの開発を行っているところが多いと報告されている。河原⁷⁾によると、日本国内においては、プログラミング教育が必修化されることに伴って、民間や NPO 法人等によるプログラミング教室の需要が徐々に高まり増え始めている事が述べられている。また総務省⁸⁾の調査から、まだまだ都市部を中心にではあるが、プログラミング教室や講座が増えて来ている事が分かっている。

しかしながら、プログラミング教育の重要性が指摘される一方で、文科省による「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（議論の取りまとめ）」²⁾の中で、以下のように誤解もまだ少ない事が述べられている。該当箇所を以下に一部引用する。

『小学校段階におけるプログラミング教育については、学校と民間が連携した意欲的な取組が広がりつつある一方で、コーディング（プログラミング言語を用いた記述方法）を覚えることがプログラミング教育の目的であるとの誤解が広がりつつあるのではないかとの指摘もある。“小さいうちにコーディングを覚えさせないと子供が将来苦勞するのではないかと”といった保護者の心理からの過熱ぶりや、反対に“コーディングは時代によって変わるから、プログラミング教育に時間をかけることは全くの無駄ではないか”といった反応も、こうした誤解に基づくものではないかと考えられる。』（文科省²⁾より引用）

このように、プログラミング言語を用いた記述法を覚えることが教育の目的であることとした誤解も少な

くはない。しかしながら、初等中等教育におけるプログラミング教育とは、議論の取りまとめにもあるように「プログラミング的思考」を身につけることである。コーディング知識は、一般的には大学や専門学校等で学ぶべきもので、プログラムを構築していく上での必要最低限のコーディング知識として「順次」、「反復」、「分岐」程度の仕組みの理解が必要とは考えられるが、プログラミング言語の記述法などは初等中等教育におけるプログラミングの学習目的内容ではない。

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（議論の取りまとめ）²⁾より、プログラミング教育と、プログラミング的思考について表でまとめたものが以下となる。

表 2 プログラミング教育とプログラミング的思考

プログラミング教育
子供たちに、コンピュータに意図した処理を行うように指示することができるということを体験させながら、将来どのような職業に就くとしても、時代を超えて普遍的に求められる力としての「プログラミング的思考」などを育成するもの
プログラミング的思考
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

文科省²⁾より作成

つまり、今後の情報化社会においてコンピュータは必要不可欠なものである事を踏まえ、コンピュータは人間の指示通りに処理を行うものである事を学び、ある問題や目的をクリアする、あるいは自身が作りたいものを創造していくために、試行錯誤（トライ＆エラー）を繰り返し、手順を組み立てながら「問題解決能力」や「論理的思考力」を身につけていく事をプログラミングを通して学んでいく、として初等中等教育におけるプログラミング教育を捉えることができる。そして、このプログラミング教育を、新規科目ではなく、既存の科目の中に取り入れるという事が新しい指導要領が示していることである。あくまで、ツールとしてのコンピュータのプログラミング環境があり、そのツールをもとに、創意工夫しつつ論理的に考えて、新しいものを作りだす、あるいは問題を解決する力を身につけるという事を意味している。

プログラミング教育を実施する事で、どのような教育的な成果、意義があるかについては、山本⁹⁾¹⁰⁾らが、以下の表 3 のようにまとめている。

表 3 プログラミング教育の意義や学習効果

<ul style="list-style-type: none"> ・新たなものを生み出したり、難しいものに挑戦しようとする探求力 ・アルゴリズム的思考、論理的思考力 ・物事や自己の知識に関する理解力 ・自分の考えや感情が発信できる表現力や説得力 ・知恵を共有したり他者の理解や協力して物事を進めたりする力 ・プログラミングを通して情動的なものの見方や考え方を身につけることができる
--

山本⁹⁾¹⁰⁾より作成

つまり、プログラミング教育の効果は、論理的思考力が身につくことや、これからの社会における自分で

ものを作る事、新しい価値あるものを生み出す力を身につける事であると述べられている。

本章では政府資料や、先行研究報告例からプログラミング教育の必修化の経緯や、意義などを示したが、2020 年の本実施に向けてまだまだ実例も少なく指導要領についても抽象的と捉えられる面もある中で、小学校でのプログラミングの事例として、品川区立京葉小学校の事例¹¹⁾や、松田による事例紹介¹²⁾等が挙げられる。これらの事例や民間のプログラミング教室においては、自ら意図したものを作るだけでなく、チームを組んで協働しながらつくる、あるいはその作り出したものを発表するという事も重要な観点としてとらえており、学習効果として表現や発信力、プレゼン能力なども身につくことが期待されている。

3. 本学にて実施をしたプログラミング教育講習会事例

3.1 開講講座について

2 章でも述べたように、プログラミング教育の必修化や民間のプログラミング教室が都市部で開講され始めていることなども踏まえ、筆者らは 2017 年度に本学開催、宮古短大協力会や市教育委員会開催のものも含め、小中学生やその保護者、教員向けの計 5 講座にて講師を務めた。3 章ではその事例を紹介する。

開講された講座は表 4 に示す 5 講座である。生涯学習講座は、本学が毎年地域貢献の一貫として地域住民を対象に実施している講座である。他には、本学協力会主催の中学生向けのロボットプログラミング教室、さらに、市教育委員会から小学校のプログラミング教育の必修化に向けた教員向けのプログラミング体験研修会依頼があり、2 種類の講座を実施した。

表 4 2017 年度開講講座

岩手県立大学宮古短期大学部 地域連携事業 生涯学習講座	
	<ul style="list-style-type: none">・親子で楽しむプログラミング講座 講師：大志田憲 日時：平成 29 年 6 月 28 日（水）18:00～20:00 場所：本学（岩手県立大学宮古短期大学部）情報処理演習室 1 参加者：親子 3 組（6 年生の親子 2 組、4 年生の親子 1 組）、一般 2 名 [計 8 名]
	<ul style="list-style-type: none">・簡単な電子制御プログラミング 講師：昇高茂樹 日時：平成 29 年 7 月 14 日（金）18:00～20:00 場所：本学（岩手県立大学宮古短期大学部）情報処理演習室 2 参加者：一般 2 名
岩手県立大学宮古短期大学部協力会主催 中学生対象ロボットプログラミング教室	
	<ul style="list-style-type: none">・みやこロボットプログラミング教室 講師：昇高茂樹 日時：平成 29 年 7 月 30 日(土) 10 : 00～15 : 00 場所：本学(岩手県立大学宮古短期大学部) 語学演習室 参加者：市内中学生 18 名
宮古市教育委員会主催 小中学校教員対象プログラミング研修会	
	<ul style="list-style-type: none">・Scratch（スクラッチ）によるプログラミング・プログラミングの基本と図形描画 講師：大志田憲 日時：平成 29 年 8 月 4 日（金）9:30～11:30

	場所：本学（岩手県立大学宮古短期大学部）情報処理演習室 1 参加者：宮古市内小学校教員 18 名、中学校教員 1 名 [計 19 名]
	・Scratch（スクラッチ）によるプログラミング・スイッチと LED を使った電気回路- 講師：昇高茂樹 日時：平成 29 年 8 月 4 日（金）13:00～15:00 場所：本学（岩手県立大学宮古短期大学部）情報処理演習室 2 参加者：宮古市内小学校教員 18 名、中学校教員 1 名 [計 19 名]

3.2. 講座で使用したプログラミングツール

3.2.1 Scratch

Scratch¹³⁾は、MIT メディアラボにより開発されたビジュアルプログラミング開発環境であり、2007 年の公開以来ユーザ数は年々増え続け、2017 年 9 月現在で、世界で約 2,000 万人、日本国内でも約 20 万人のユーザ登録数がある。Scratch の主な対象年齢が 8～16 歳であり、図 3-1 のようにプログラミングはテキストでプログラムを組むのではなく、プログラムの命令が書かれたブロックをマウスで組み合わせていくもので、視覚的にわかりやすいツールである。

Scratch は、Windows、MacOS、Linux 用のインストール版である Scratch1.4 と Web ブラウザ上から利用できる Scratch2.0(2017 年 9 月現在)があり、どれでも無料で利用できることから、多くのユーザやプログラミング教室などでも利用されている。

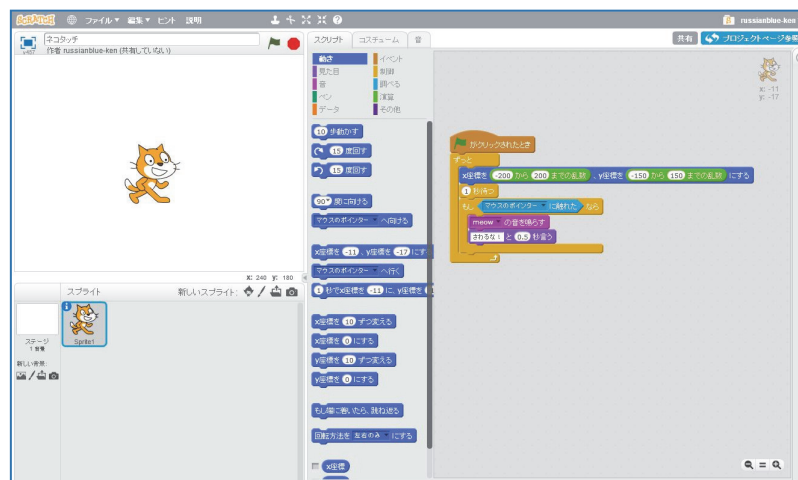


図 3-1 Scratch 画面

3.2.2 Raspberry Pi

Raspberry Pi¹⁴⁾は、イギリスのラズベリーパイ財団によって開発された学校での基本的なコンピュータ科学の教育を促進するために作られた安価な小型コンピュータで 2012 年の発売以来世界中で販売されており、2016 年 11 月までに累計 1,100 万台販売されている。Raspberry Pi の特徴の一つに汎用入出力(GPIO)が搭載されていることがあげられる。この GPIO を用いて通常のパーソナルコンピュータでは特殊な装置が必要となるコンピュータ外部と低レベルでの情報のやり取りが可能となっている。

3.2.3 LEGO MINDSTORMS

MINDSTORMS¹⁵⁾はデンマークの玩具メーカーによって販売されているセンサーとモーターなどの入出力装置を使ってプログラミングが可能なロボットブロックであり、ブロックを組み立てることで簡単にロボット等を作ること、Scratch と同様にビジュアルプログラミング開発環境を使用しロボットのプログラミングを行うことができ、ロボットの仕組みやプログラミングを学習することが可能となっている。また、現在多くのプログラミング教室などでも利用されている。

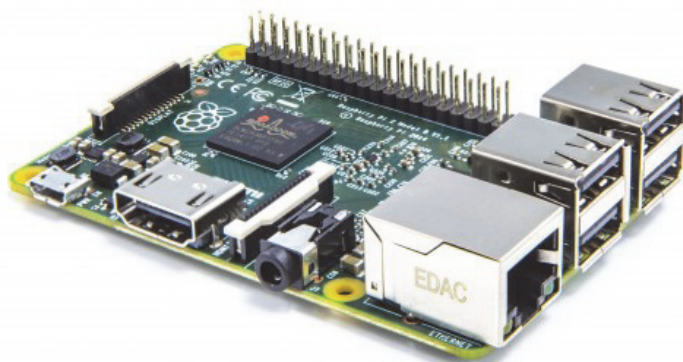


図 3-2 Raspberry Pi



図 3-3 LEGO MINDSTORMS

3.3 各講座の実施状況

3.3.1 岩手県立大学宮古短期大学部生涯学習講座

「親子で楽しむプログラミング講座」

Scratch を用いて、以下の内容の講座を演習形式で実施した。

- ・プログラミングの基本構造である、順次処理、分岐（場合分け）処理、繰り返し処理
- ・正方形、三角形の図形描画
- ・簡単なゲーム作成

対象を主に小学4～6年生およびその保護者とし、内容については小学生がこれから授業の中でプログラミングが必修化されることで取り入れられる可能性が高い算数における三角形等の図形作成を中心に講習を行った。Scratch を用いてプログラミング的思考を学ぶために必要最低限のコーディング知識、順次、繰り返し、分岐を説明した。Scratch のキャラクターであるネコを使って画面上に正三角形や正方形を書くためには、例えば単純に線をひとつひとつ描いていく方法と、繰り返しの命令を使って線を描く「くり返し処理」を用いてプログラムを簡単化する方法があるが、受講者らは親子で楽しみながら、試行錯誤し取り組んでいた。また、簡単なゲーム作成については、乱数という概念を説明し、画面上のあちこちに出現するキャラクターをマウスでクリックして遊ぶもぐら叩きのようなゲームを作成した。初めにサンプルをこちらで用意し、それを動かすことにより動作を説明し、子供たちに対して、「すばやくキャラクターがあちこちに出現するにはどうしたらよいか？」といった問い等を与え、プログラムの内部を書き換えることによって各自サンプルを改造し理解を深めてもらった。

「簡単な電子制御プログラミング」

前述の小型コンピュータ Raspberry Pi と Scratch を用いて小学校の理科で学習する電気回路を対象として簡単な電子制御を行う講座を演習形式で実施した。

講座の中では、ブレッドボードを用いて LED の点灯回路とスイッチによる入力回路を作成し、作成した回路と Raspberry Pi の GPIO を用いて身近な電子機器（今回の場合信号機）制御のプログラミングを行った。プログラミングでは 1)LED の点灯と消灯、2)「繰り返し処理」を用いた連続点滅、3) スwitch の入力に対して「条件分岐」を用いた押しボタン信号の 3 つのプログラムの作成に取り組んでもらった。



図 3-4(a)

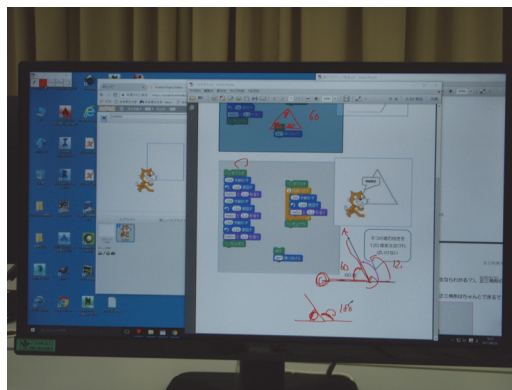


図 3-4(b)



図 3-4(c)



図 3-4(d)

図 3-4 生涯学習講座

アンケート結果からは親子で楽しくできたという意見ある一方で、比較的簡単だったのでもう少し難しいものにチャレンジしてみたいという意見もあった。生涯学習講座としてもプログラミング教室は初めての実施であり、難易度的にどこに設定をするか難しい点もあったが、プログラミングに興味を持つ小学校高学年であれば簡単なサンプル等があれば自分から工夫をして様々なものを作り上げる事が可能な事、今後はより高度な内容を準備する必要がある事もわかった。また後者講座では、小さな部品もあり難しかったとの意見もあったが自分の作ったプログラムで LED の点灯を制御できたことへの満足度が高いものであった。

3.3.2 岩手県立大学宮古短期大学部協力会主催 中学生対象ロボットプログラミング教室

「みやこロボットプログラミング教室」

宮古市内の中学生を対象として、LEGO MINDSTORMS を用いたロボットプログラミング教室を実施した。教室の中では、実際にロボットを組み立て、組み立てたロボットを、ビジュアルプログラミングツールを用いてモーター（出力装置）や各種センサー（入力装置）の基本的なプログラミング方法を取得したり、ライントレースによるタイムレースを行ったりした。ライントレースのプログラムを作成する中では「繰り返し処理」やセンサーの状況による「条件分岐」が必要不可欠であり、移動量や閾値を工夫しながらライントレースの正確さや速さに取り組んでもらった。

アンケート結果からは少し難しかったが満足した回答が多く寄せられ、次回も参加したいといった意見が多くみられた、今回初めての実施の為分量の調整が難しかったがプログラミングやロボットに興味を持つことに貢献できたと思われる。



図 3-5(a)

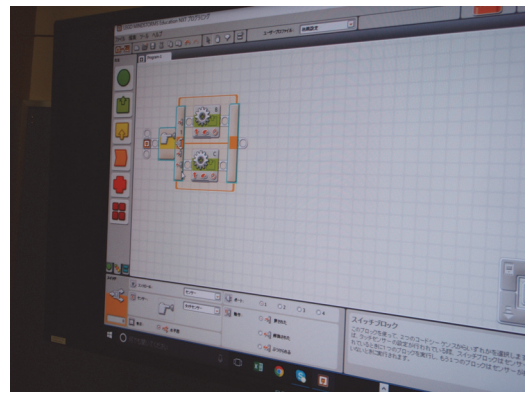


図 3-5(b)



図 3-5(c)

図 3-5 みやこロボットプログラミング教室

3.3.3 宮古市教育委員会主催 小中学校教員対象プログラミング研修会

「Scratch（スクラッチ）によるプログラミング -プログラミングの基本と図形描画-」

生涯学習講座の「親子で楽しむプログラミング講座」をベースに

- ・プログラミングの基本構造である、順次処理、分岐（場合分け）処理、繰り返し処理
- ・正方形、三角形の図形描画

- ・簡単なゲーム作成
- ・いくつかの事例をもとに **Scratch** で作成したサンプル提示

を実施した。3.3.1 と同様に、プログラミングにおいて論理的思考力を身につけるために最低限の知識は必要不可欠であると考え、基本構造の順次処理、分岐（場合分け）処理、繰り返し処理を説明し、生涯学習講座での親子プログラミングにおける生徒の様子も説明した。

サンプル提示については、参考文献等をもとに小学校の各科目に関連するような内容の **Scratch** でのサンプルプログラムを紹介した。**Scratch** には画像や音声の取り込みも可能なことから、宮古市内の地図を使った実際の市役所移転場所を説明するプログラムや、市内の観光地案内プログラムなど、小学生が興味を持ちやすいであろうサンプル題材について紹介を行った。

「**Scratch**（スクラッチ）によるプログラミング・スイッチと LED を使った電気回路-」

生涯学習講座の「簡単な電子制御プログラミング」をベースに小学校の理科を対象として

- ・電気の通り道としての電気回路
- ・電気の利用としてコンピュータによる制御

を実施した。3.3.1 と同様に電気回路の作成と **Raspberry Pi** と **Scratch** を用いた電子制御のプログラミングを通して、人間の代わりにコンピュータに電流の制御をさせること、エネルギーの効果的利用のためのプログラミングの説明を行った。



図 3-6(a)



図 3-6(b)

図 3-6 小中学校教員対象プログラミング研修会

アンケート結果からは、「**Scratch** は使いやすいプログラミング言語のようだ。」「予想していたプログラミングとは異なり、子どもたちが興味を持ちやすそうだと感じた。」「ある目的に対して、どんな手順を組んで何を用意すればいいのか思考する力が育まれていいなと思いました。」「当初、プログラミングの技術の学習かと思ったが、プログラミング的思考を身につけさせることが第一だということを聞いて納得した。」「『専門的な知識や技術を持っている人たちの世界』と思っていたことを体験することができ、子どもたちへ授業の中で使っていけそうだとことを実感することができた。」との肯定的な意見等が多くあったが、一方で、課題や不安点として「**Scratch** の操作が難しいと感じた。」「子どもたちの個人差が出そうなので、初めはグループ学習で教えあいながらの取り組みが必要だと思います。」「プログラミングを教科に取り入れる際に、どの教科のどの内容を、どのようにして時間（時数）を確保するか。そのための方策

は？」等の意見もあった。中でも大きな課題として、「今後のプログラミング教育に向けて取り組んでいきたいが、トラブルが出たときに対応できないと思います。専門的な方に入っていただけると心強いです。」「自分で一から実践するのは非常に難しいです。人的、物的サポートがあれば心強いです。」との意見が少なくなかった。この事からも、プログラミング教育を実際に導入するにあたって人的、物的サポートが、ある程度の期間は必要であろうと考えられる。

4. まとめ

本論文では、近年情報化社会が進展し情報教育の必要性が高まっている中で、これまでの中学校での実施に加え、2020年からの新学習指導要領にて小学校においてもプログラミング教育が必修化される事から、政府資料による小中学校段階におけるプログラミング教育の在り方や、先行研究等から、プログラミング教育必修化の経緯や目的、教育効果について整理をした。また、それらを踏まえ 2017 年度に筆者らが講師として参加をした、本学開催、協力会、市教育委員会主催の講習会事例について報告を行った。講習会のアンケートの結果から、子どもや保護者からは面白く興味を持って取り組めると意見が多かった。一方で現場の教員からは、プログラミング的思考の教育を行う事の効果や必要性は認識しつつも、実際にコンピュータを用いてプログラミング教育を行う際の準備等も含めた時間的な問題、指導時やトラブル対応などの、人的、物的サポートが必要との不安や戸惑いを感じる意見も多かった。これは 2020 年からの本実施にあたって、当面は専門家などによるサポート期間が必要であろうと考えられる。今年度の講座の内容は講師側の内容提案という形での実施でもあったので、今後、特に教員向けの同様の講習会を考えた場合には、実際の現場としてどのような内容を実施していきたいのかのといった要望を把握し、その内容に沿う形で行う必要がある。

謝辞

プログラミング講習会等の実施にあたり、ご支援ご協力いただきました岩手県立大学宮古短期大学部事務局長瀧澤信一氏に感謝いたします。

参考文献

- 1) 首相官邸日本経済再生本部産業競争力会議, 第 26 回議事要旨, 2016.
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisei/skkkaigi/dai26/gijiyoushi.pdf>
- 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 (議論の取りまとめ)」, 2016.
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm
- 3) 文部科学省初等中等教育局教育課程教育課程企画室, 中央教育審議会, 「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善及び必要な方策等について (答申) (中教審第 197 号)」
http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo0/toushin/1380731.htm
- 4) 太田剛, 森本容介, 加藤浩: 諸外国のプログラミング教育を含む情報教育カリキュラムに関する調査ー英国, オーストラリア, 米国を中心としてー, 日本教育工学会論文誌, Vol.40.No.3, pp.197-208, 2016.
- 5) Code.org, <http://code.org/>
- 6) obamawhitehouse.archives.gov, "Computer Science For All", 2016.
<https://obamawhitehouse.archives.gov/blog/2016/01/30/computer-science-all>
- 7) 河原和好: 小学生を対象にしたプログラミング教育について, 新潟国際情報大学情報文化学部紀要 Vol.3, pp.27-35, 2017.

- 8) 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」,2015.
http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01ryutsu05_02000068.html
- 9) 山本 利一,本郷健,本村猛能,永井克昇:初等中等教育におけるプログラミング教育の教育的意義の考察,教育情報研究,Vol.32,No.2,pp.3-12,2016.
- 10) 山本 利一,本郷健,本村猛能,斎藤実,永井克昇,石田祐輝:初等中等教育におけるプログラミング教育の必要性:プログラミング教育の教育的意義,日本教育情報学会年会論文集 31,pp.170-173,2015.
- 11) 情報処理学会誌,「学校まるごとわくわくプログラミング - 品川区立京陽小学校の事例-」,Vol.57,No.12,pp.1216-1238,情報処理学会,2016.
- 12) 松田孝, 小学校の「プログラミング授業」実況中継, 技術評論社,2017.
- 13) Scratch, <https://scratch.mit.edu/>
- 14) Raspberry Pi, <https://www.raspberrypi.org/>
- 15) Lego Mind Storms,<https://education.lego.com/ja-jp>
- 16) 吉田葵, 阿部和広, はじめよう!プログラミング教育・新しい時代の基本スキルを育む-, 日本標準, 2017.
- 17) 上松恵理子,小学校にプログラミングがやってきた!,三省堂,2016.
- 18) 黒上晴夫,堀田龍也, プログラミング教育導入の前にとっておきたい思考のアイデア,小学館,2017.

