

実践研究論文

佐賀県中堅教員を対象としたプログラミング講座

掛下 哲郎* ・ 角 和博** ・ 杉町 信行* ・ 前田 明子*

A Programming Course for Reliable Mid-Grade School Teachers in Saga Prefecture

Tetsuro KAKESHITA*, Kazuhiro SUMI**, Nobuyuki SUGIMACHI*,
and Akiko MAEDA*

【要約】

2020年度以降、小学校、中学校および高等学校で順次開始されるプログラミング教育を展望して、教員を対象としたプログラミング講座を開催した。講座の受講生は小学校教員4名、中学校教員1名、高校教員1名、特別支援学校教員3名であった。研修ではCode Studioを用いたプログラミング演習を中心として受講者のスキルアップを図り、プログラミング教育の意義や各種教材を紹介した。アンケートを通じて、受講者からも良好な評価を得た。

【キーワード】

初中等教育, プログラミング教育, Code Studio, 教員研修

1. 実践目的

学習指導要領の改訂に伴い、日本の小学校では2020年度からプログラミング教育が必修化される。また、中学校では2021年度からプログラミング教育が強化され、高校でも2022年度からプログラミング教育が必修化される。

プログラミング教育は、コンピュータを自由に使いこなすことで個人の生産性を高めると同時に、コンピュータに対する指示（プログラム）を書くことを通じて他者に指示ができるリーダー人材の育成を推進する上でも重要性が高い。日本を含む各国の政府もSociety 5.0（超スマート社会）を推進するための人的基盤を築くためにプログラミング教育を推進している。

このような社会的背景の中で、筆者らは小中高校の現職教員を対象とするプログラミング講座を行った。同講座には9名の参加があり、Code Studioのオンライン教材を用いて約60分間のプ

ログラミング演習を行い、良好な評価を得た。

本稿では、同講座の実践報告を行うとともに、現職教員のITリテラシーやプログラミング能力を調査し、Code Studioを用いたプログラミング実習による教育効果を測定する。また、学習効果に影響を与える要因について考察する。

2. 実践計画

2.1 プログラミング講座の全体構成

本プログラミング講座は、令和元年度中堅教諭等資質向上研修佐賀大学開講講座として開講され、2019年8月5日の午後2時から同4時50分まで約3時間に渡って研修を行った。本講座の構成を以下に示す。

- 主催者挨拶（5分）
- 講演「これからの情報社会Society 5.0とプログラミング教育」（25分）
- 紹介「Code Studioで学ぶプログラミング講

*佐賀大学理工学部

**佐賀大学教育学部

座」(20分)

- プログラミング演習 (60分)
- 市販プログラミング教材の紹介 (30分)
- 質疑応答および意見交換 (20分)

2.2 Code Studio

本研修の中で実施したプログラミング演習では、教材としてCode Studioを使用した。

Code.org は2013年に米国で立ち上げられた非営利団体である。全ての学校(初中等教育)において、全ての生徒がコンピュータサイエンスを学ぶ機会を提供し、女性やマイノリティが参加する機会を増やすことを目的としている。

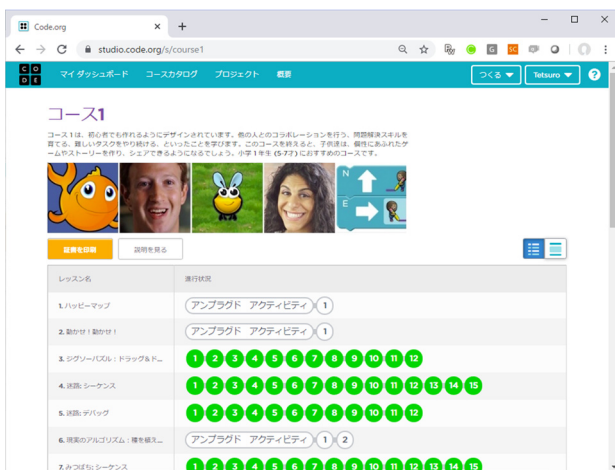


図1 コンピュータサイエンス入門 コース1

Code Studio (<https://studio.code.org/courses>) は、Code.orgが運営する無料のプログラミング教育サイトであり、Scratch[1,2]をベースとするプログラミングをWeb上で段階的に学習できるように構成されている。Code Studioはコンピュータサイエンス入門やHour of Codeから構成されている。コンピュータサイエンス入門は難易度の異なる4つのコース(下記)から構成されており、全てを学習するには約20時間を要する。

コース1: 小学校1年生を対象としており、ドラッグ&ドロップ操作、ステップの順次実行、デバッグ、ループの基本概念を学ぶ。

コース2: 小学校2~5年生を主な対象としており、ステップの順次実行、ループ、条件文、デバッグについて学ぶ。

コース3: コース2を終了した生徒を対象としてお

り、関数、条件文、入れ子のループ、デバッグについて学ぶ。主に小学校4~5年生を想定している。

コース4: コース2と3を終了した生徒を対象としており、両コースで学んだ基本概念を組み合わせるプログラミングを行うスキルを学ぶ。本コースを終了すると、生徒はループやパラメータを持つ関数を含む、複雑なスキルを要するプログラミングが行えるようになる。主に小学校4年生~中学生を想定している。

一方、Hour of Codeはその名のとおり1時間程度で終了する複数のチュートリアルから構成されており、一般的にはこちらの方が有名である。

今回のプログラミング講座では、コンピュータサイエンス入門コース1(図1)を使用した。コース2は18のレッスン(うち7つのレッスンはコンピュータを使用しないアンプラグド アクティビティ。1つは英語版のみのプログラミングレッスンのため、プログラミング講座からは除外した)から構成されている。プログラミングが必要なレッスン、課題の種類および問題数を表1に示す。コース1は合計で119の問題を含む。問題は徐々に難易度が上がるように構成されており、親しみやすいテーマを設定することで生徒の興味も持続しやすい。

表1 コース1のプログラミングレッスン

レッスン名	課題の種類	問題数
3. ジグソーパズル	ドラッグ&ドロップ	12
4. 迷路	順次実行	15
5. 迷路	デバッグ	12
7. みつばち	順次実行	15
8. アーティスト	順次実行	12
10. アーティスト	順次実行	10
13. 迷路	ループ	14
14. みつばち	ループ	13
16. プレイラボ	お話の作成	6
18. アーティスト	ループ	10

コース1の課題は定型課題(計116問。図2に例を示す)と自由創作課題(計3問。図3に例を示す)に大別される。どちらも問題文は画面右上に示されており、中央のブロックを右側のワークスペースにドラッグ&ドロップすることでプログラムを

作成する。図2のワークスペースに表示された「7/7ブロック」は「使用ブロック数/正解のブロック数」であり、学習者が自らのプログラムをより簡潔にするためのヒントになる。

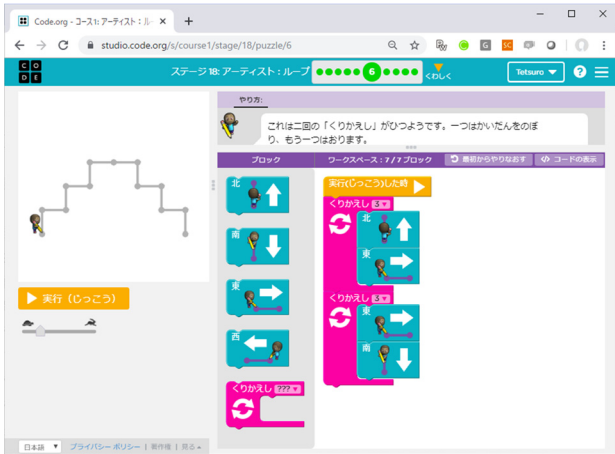


図 2 定型課題の例

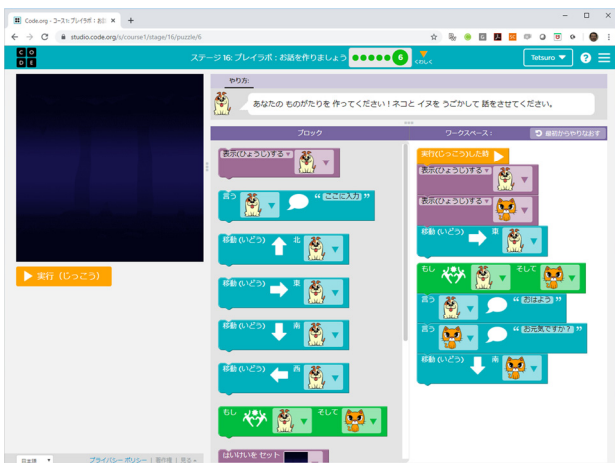


図 3 自由創作課題の例

学習者が作成したプログラムは「実行」ボタンを押すと直ちに実行され、結果もすぐに確認できる。定型課題の実行結果が題意に合わない場合にはアドバイスも表示されるため、学習者はそれを見ることで、自力で修正もできる。

なお、画面左下で数多くの言語を選択できるため、外国人でも学習できる。本サイトの日本語は英語版の翻訳のため、不自然な表現や誤訳も散見されるが、小中学生でもほぼ問題なく理解できるレベルである。

Code Studioは米国で開発された教材だが、オンラインで無料公開されており、世界各国で広く使用されている。英語版の教材も含めれば、多数

の演習課題が提供されており、様々なレベルのプログラミング教育に適している。また、教員用管理画面があり、学習者を登録することで、レッスン進捗状況を教員が確認することもできる。

同様のオンライン教材としては、ブロックリー・ゲーム (<https://blockly.games/>) や Code Monkey (<https://codemonkey.jp/>) などが知られている。ブロックリー・ゲームは無料で使用でき、Code Studioと同様、scratchベースのプログラミング教材を用いて研修を行うことができる。しかし、問題数は十分とは言えず、教員用管理画面も提供されていない。一方、Code Monkeyは多数の問題を提供しており、教員用管理画面も提供されている。しかし、利用した場合、料金が発生するため本研修講座では利用を見送った。

3. 実践過程

3.1 これからの情報社会とプログラミング教育

本講演では、文部科学省がプログラミング教育の必修化を決めた背景と、プログラミング教育の意義について紹介した。

IT（情報技術）は、情報革命に代表されるように社会に大きな影響を与えている。現代社会では、ITと様々な技術が結びついて、社会における様々なサービスを生み出すことで価値が創造される。これに伴って、人々の暮らしや仕事だけでなく、文化や価値観も変わりつつある。こうした社会を Society 5.0（超スマート社会）と呼び、新たな社会を牽引する専門人材や一般の人々にも新たな学びが必要とされている。

こうした学びの中核を構成するのがプログラミング教育であり、日本だけでなくイングランドやオーストラリア等でも必修化が始まっている。

プログラミングを学ぶことにより、人間が手作業で行ってきた業務を自動化し、コンピュータを使いこなすことができる。また、プログラムはコンピュータに対する指示書であることから、正しくプログラムを書ける人材は、他者に対して的確な指示を出すことができる。そのような能力を持つリーダー人材は、Society 5.0において重要な役割を担うことができるため、プログラミング教

育は社会的にも重要性が高い。

3.2 Code Studioで学ぶプログラミング演習

本研修では、Code Studioを教材として用いてプログラミング演習を行った。受講者には佐賀大学の一時アカウントを割り当て、佐賀大学 総合情報基盤センターに設置された教育システム端末を用いてCode Studioを利用した。

演習の冒頭、Code Studioの紹介を行い、コース1~4の学習内容およびレベルについて説明した。また、説明に合わせて受講者にCode Studioの操作を行ってもらい、演習の進め方を理解してから各自での演習に移行した。

演習の最後には、アンケート用紙を配布して、受講者からのフィードバックを収集した。アンケートでの質問項目は以下の通りである。

- 氏名、学校種
- 普段の仕事でのパソコンの利用頻度
- インターネットの閲覧頻度
- 電子メールの送信状況
- ワープロの活用状況、ワープロの種類
- Microsoft Excelの活用状況
- プログラム作成経験
- プログラミング教育の担当状況
- クリアしたステージおよびパズル番号
- 研修内容についての意見・質問・コメント

3.3 市販教材の実演

文科省が発表したプログラミング教育の手引きや学校などの利用状況から、「IoT・センサー編」の教材の需要が高まっており、様々な市販教材が販売されている。2019年度のプログラミング教材紹介サイト[3]等では、つぎのような製品が紹介されている。

まず、「IoT・センサー」としては、MESH, Little bits, micro:bitの3種類、「ロボット制作」では、レゴ®マインドストーム®, WeDo 2.0, KOOVの3種類、「ゲーム型ソフトウェア」としては、Osmo Coding, ソビーゴ BP1の2種類、「ロボット操縦」としては、Spero mini(Sprk+,Bolt), Ozobot, Vortexの3種類である。

MESH (図4) は、センサー、ボタン、LEDなどの機能毎に用意されたブロックを、直感的にプログラミングできる。

Little bits (図5) は、マグネット式の各モジュールをつなぎ合わせることで、電子回路を楽しく学べる。オープンソースの教育用の資料も多い。

micro:bit (図6) は、小型サイズのプリント基板に、動作をプログラミングできる25個のLEDと2個のボタンスイッチの他、加速度センサーと磁力センサー、無線通信機能を搭載している。



図4 MESHの外観



図5 Little bitsの外観

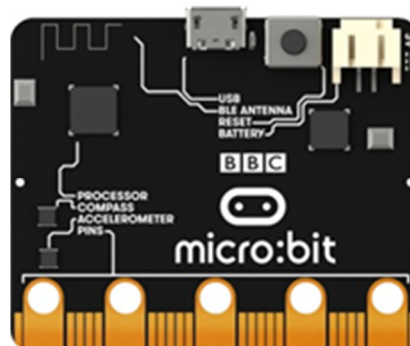


図6 micro:bitの外観

レゴ®マインドストーム® (図7) は、中高生向けに開発されており、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

プログラミングすることによって、自由に制御することができるロボティクス製品である。



図7 レゴ®マインドストーム®のアプリケーションソフトの画面



図8 mBotの外観

mBot (図8) は、ビジュアルプログラミング、電子工学、ロボット工学を手軽に体験することができるようにロボット学やSTEM教育のために開発された。



図9 Osmo Coding Awbieの操作の様子

Osmo Coding Awbie (図9) は、動きの命令を手元のブロックでプログラミングしてキャラクターを操作できる。命令ブロックはアイコン・矢印・数字の組み合わせで命令を作っていく。

Spheroシリーズ[4]は、mini, SPARK+, BOLT など様々な種類が開発されている。タブレットやスマホをコントローラーとして楽しむ、さらにプログラミングのための本格的なコーディングまでステップが用意されている。

受講生からは、毎年新しい製品が開発されており、学校種や学年に応じて教育目的に合わせて機種選定する必要があるとの意見があった。mBot については、1校で一人一台ずつ使用するために

38台を購入した事例もあり、機種選定に当たり費用の検討も重要である。

4. 実践結果

4.1 受講者のITリテラシー

我々は2019年9月に佐賀大学 教育学部 附属中学校の生徒を対象としたプログラミング講座を行い、33名の受講者を得た[5]。本節では、その際に収集した中学生のITリテラシーと本講座で収集した現役教員のITリテラシーを比較する。

図10に受講者教員と中学生のパソコン使用頻度の集計結果を示す。教員は日常的にパソコンを使用しているが、中学生の場合は学年が上がるに従って使用頻度が増す傾向にある。

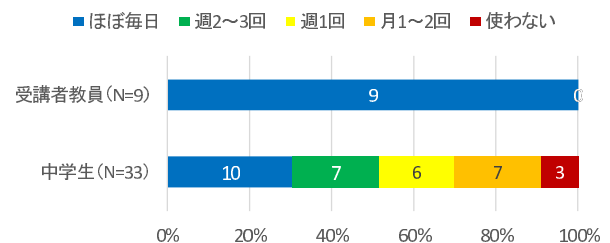


図10 パソコンの使用頻度

図11にインターネットの閲覧頻度に関する集計結果を示す。教員と中学生で大きな差はないが、中学生の場合はスマートフォンからの閲覧があるため、パソコンの使用頻度と比較してインターネットの閲覧頻度が多い。

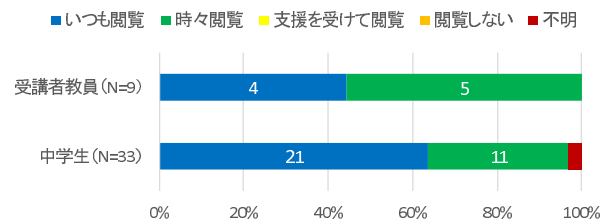


図11 インターネットの閲覧

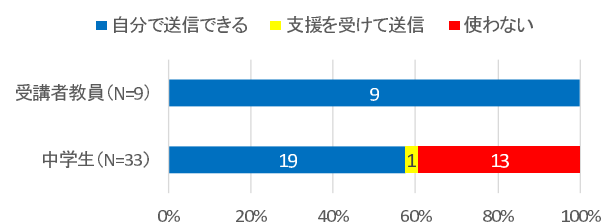


図12 電子メールの送信

図12に電子メールの送信についての集計結果

を示す。電子メールを使わない中学生は約40%いるが、教員の場合、仕事の中で電子メールの送信が不可欠なことが分かる。

図13にMicrosoft Wordの活用スキルに関する回答分布を示す。中学生と比較して、教員のWord活用スキルがより高いことが分かる。

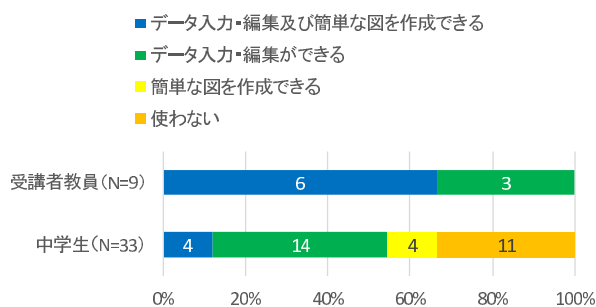


図13 Microsoft Wordの活用スキル

図14にMicrosoft Excelの活用スキルに関する回答分布を示す。アンケートでは重複回答を認めたため、それぞれの項目毎に「はい」と回答した受講者の比率を示す。中学生と比較すると、教員は全員がExcelを使ったことがあり、グラフ作成、四則演算、関数の利用などについて、中学生よりも高いスキルを有していることが分かる。

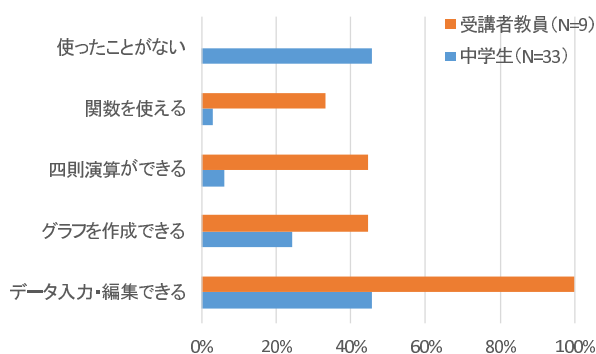


図14 Microsoft Excelの活用スキル

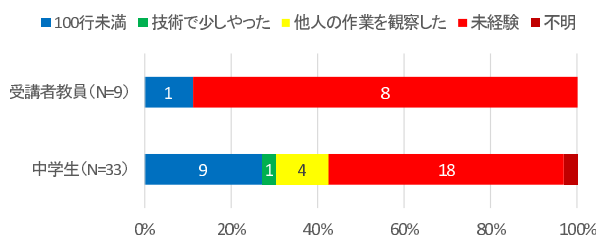


図15 受講者のプログラミング経験

図15に受講者のプログラミング経験に関する回答分布を示す。中学生の場合、学校の授業以外

でもプログラミングを経験する機会があるが、教員の場合には、そのような機会を活かしているケースはほとんどない。その結果として、ほぼ全員がプログラミング未経験者である。

図15に示す通り、プログラミング教育を担う小中高校の教員のプログラミングスキルの不足は大きな問題になっている。その理由として、(1) 小学校教員を育成する教員養成課程でプログラミング教育が行われていない、(2) 教員採用試験において、プログラミング能力が評価されることは基本的でない、(3) 現職教員の多忙化[6,7,8]もあり、採用後のプログラミング研修を受ける機会を得られる教員が限定されている、といった点が挙げられる。

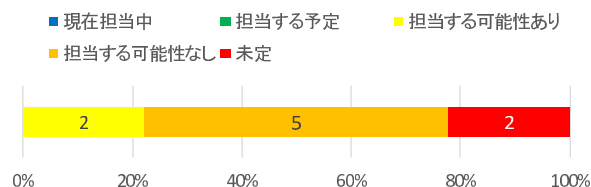


図16 プログラミング教育の担当

一方、図16に示すように、プログラミング教育を現在担当中または担当予定の教員はおらず、プログラミング教育を担当する可能性があるとして回答した教員も2名に留まった。これは、小学校におけるプログラミング教育の義務化が2020年度から開始されることになっており、講座実施時点で翌年度の担当が決まっていなかったためだと考えられる。

4.2 プログラミング講座の効果

本節では、受講者が時間内にクリアできたパズル数に基づいてプログラミング講座の効果进行分析する。また4.1節で分析した受講者のITリテラシーに関するアンケート結果を踏まえて、学習成果に影響を及ぼす要因について考察する。

コース1には18のステージがあり、総パズル数は139である。本講座では、コース1のステージ3から開始した。図17に受講者が約60分の間にクリアすることのできたパズル数の人数分布を示す。

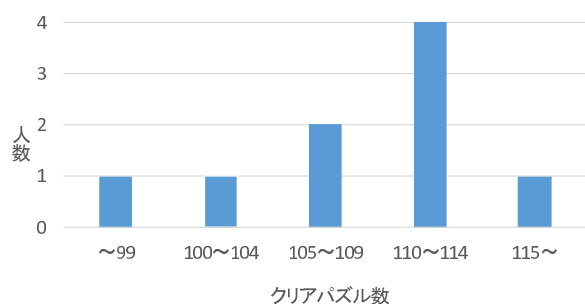


図17 クリアしたパズル数の人数分布

受講者がクリアしたパズル数の平均値は109であった。これは、ステージ14のパズル3に対応する部分で、「くりかえし」(ループ)を用い、ミツバチが蜜を集めて蜂蜜をつくるパズルである。最も進んだ受講者は唯一のプログラミング経験者(自力・100行未満)であり、解いたパズル数は121(ステージ16のパズル1)であった。ステージ16は、単純ループの学習が終わり、犬や猫のキャラクターを前後左右に動かしながら、「こんにちは」等のセリフを言わせて物語を作るステージである。また、解いたパズル数の最小値は96(ステージ13のパズル4)であった。

以上の結果から、どの受講者も順次実行やデバッグの課題は終わり、ループの学習に取り組んだことが分かる。未経験者を対象とした1時間程度のプログラミング講座としては、十分な学習効果があったと考えられる。各受講者は、1分間で2問程度のパズルに正解していることになり、スムーズに学習が進んだことも分かる。

次に学習成果に影響を及ぼす要因について考察する。著者らが別に行った中学生に対するプログラミング講座[5]では、パソコン使用頻度、インターネットの閲覧、電子メールの送信は、プログラミング学習の成果には影響しないことが示されている。一方、MS・WordやMS・Excel等のオフィスソフトウェアの利用度はプログラミング学習の成果に対して有意な差があった。

本講座の受講者は学校教員であるため、仕事でパソコンを使用する頻度は全員が「ほぼ毎日」であり、またインターネットの閲覧や電子メールの使用も日常的に使用している。そこで、以下ではMS・WordやMS・Excelの使用経験と正解したパズ

ル数の関係について考察する。

アンケートより、全員がワープロとしてMS・Wordを使用し、「データの入力、編集ができる」と答えている。その中で5人が「簡単な図を作成できる」と答えている。そこで、データの入力、編集のみができる受講者(4人)を基本活用群、それ以外の受講者(5人)を応用活用群として、クリアできたパズル数について検定を行った。F検定を行ったところ、両群が不等分散とはいえないことが示された($p=0.097$)。さらに、Studentのt検定を行ったところ、両群のクリアしたパズル数には有意な差はみられなかった($p=0.73$)。

上記の検定において、アンケートでは1名が「簡単な図を作成できる」項目で○ではなく△と回答していたため、基本活用群に含めた。なお、この1名を応用活用群に含めた場合でも両群に有意な差は見られないことを確認している。

また、アンケートより、全員がMS・Excelの「データの入力、編集ができる」と答えている。その中で5人が「グラフを作成できる」や「四則演算ができる」と答えている。そこで、データの入力、編集のみができる受講者(4人)を基本活用群、それ以外の受講者(5人)を応用活用群として、クリアできたパズル数について検定を行った。F検定を行ったところ、両群が不等分散とはいえないことが示された($p=0.699$)。さらに、Studentのt検定を行ったところ、両群のクリアしたパズル数には有意な差は見られなかった($p=0.239$)。

最初に述べたように、本講座の受講者は全員日常的にパソコン(MS・Word, MS・Excelなど)や電子メールを使っており、基本的なITリテラシーを身につけていたため、クリアパズル数では大きな差は出なかったと考えられる。また、受講者数が9名と少なかったため、統計的な有意差を検出することはできなかったと考えられる。

4.3 受講者からのコメント

本講座の受講者から収集したコメントを以下に挙げる。

- プログラミング学習は、とても細やかなステップで構成されていると感じた。子どもに対して

もだが、我々教員こそがこの考え方をより深めていかななくてはならないと感じた。ハード面が充実されないとむずかしい。(ネット環境も含め)

- プログラミングという技能を見につけ、考え方を理解することが大切かと思うが、そこをどのように行っていくかが知りたい。
- 今日のゲームは日本語でわかりやすくどんどん進めたくるので楽しくさせてもらいましたが、子どもたちにこれをさせていけばいいのかな?と疑問に思いました。自分もやり方がわかってさせたら楽しいと思うのですが、その先は・・・と不安になりました。他のプログラミングソフトを構内研修で扱いましたが自分だけでは進められそうになかったので、今日のものを使いたいと思いました。
- プログラミングを1時間近く、じっくり体験することができて、プログラミングとはどういうことを学ぶことができてよかったです。来年度から小学校ではプログラミング教育が始まるので、教師側が十分に体験することが大切と思い本講座を受講して、役に立ったなと思えました。もう少し、様々な研修(指導の仕方)を次は受けてみたいなと思えました。
- 来年度からプログラミング教育が実施されるので、それに向けて、「明日すぐ授業で使える」ものを、と思って参加しました。今日は体験ができて、終了の時刻になってもなかなか止めない子どもの気持ちがよくわかりました。あんな、遊んでプログラム433行も作成したなんて信じられません。
- 始めてプログラミングの研修を受けました。興味深かったです。
- プログラミング教育をどのようにして行っていくかを知ることができて、とても良かった。高等学校でどのような形で行っていくかも勉強したいと思った。
- 特別支援の生徒でも興味をもって取り組みそのようなプログラミングのサイトを教えて頂き、大変参考になりました。
- 最初の講義は難しく感じましたが演習はわか

りやすかったです。

現任教員に対してプログラミング教育を行うことで、受講者の多くを占めるプログラミング未経験者に対して「プログラミングとは何か?」を理解させることができ、一定のプログラミングスキルを身に付けさせることにも成功した。一方で、授業の中で、プログラミングをどのように教えるのが効果的か、については今回の研修では十分に盛り込むことはできなかった。

上記の点を改善するためには、プログラミング指導法に関する学習を研修に盛り込む必要がある。その際には、高校・情報科の教職課程に盛り込まれている情報科教育法[9,10]の内容を踏まえて研修を行うのが妥当だと考えられる。

5. 考察

日本の教員養成課程におけるプログラミング教育は、主に高校・情報科の教員養成課程でしか行われていない。小中学校の教員に対する情報教育は、教員免許法に定められている「情報機器の操作」で規定されているITリテラシーの教育に留まっている。小中学校の教職課程におけるプログラミング教育を取り上げた研究[11,12]もあるが、授業案の作成やカリキュラム開発が研究の中心である。文部科学省等から出されている様々なプログラミング教育教材や指導案[13,14]も同様の立場である。しかし、授業実施の前提となる教員自身のプログラミング能力向上には取り組んでいない。これは、泳げない先生が水泳の指導を行うのと同様の問題であり、早急な改善が必要である。

Scratchやビスケット[15]等、小学校からのプログラミング教育を志向したプログラミング言語も提供されている。しかし、1からプログラミングを行うのは、未経験者にとってハードルが高い。その点、Code Studioは1分から数分程度で解けるプログラミング課題を多数用意し、段階的に難易度を高めることで、学習者が自然にプログラミング能力を身に付けられるよう配慮されている。自由創作課題を通じて、学習者のアイデアを実現することもできるため、小学校等でのプログラミング教育により適すると考えられる。

6. 結論

今回は、講演、プログラミング演習、市販プログラミング教材の紹介などを組み合わせたプログラミング研修を小中高の現職教員を対象として行った。多くの受講者がプログラミング未経験者であり、かつ、次年度以降、プログラミング教育を担当することが確定していない状況ではあったが、プログラミングの概念を理解させることができ、ループを含む一定のプログラミングスキルを身に付けさせることにも成功した。約1時間のプログラミング演習を通じて、これらを達成したことは、特筆すべき成果だと考えられる。

一方で、プログラミング指導法に関する教育については、研修内容の改善が必要である。また、2020年度以降、小学校から順次、プログラミング教育が必修化される中で、授業を担当する教員のスキルアップに取り組む必要がある。

文献

- [1] MIT Scratch Team, Scratch HP, <https://scratch.mit.edu/> (参照 2019-10-20).
- [2] Resnick, M. et al., “Scratch: programming for all”, *Comm. ACM*, Vol. 52, No. 11, pp. 60-67, 2009.
- [3] 2019年のプログラミング教材11選のサイト : <https://matome.naver.jp/odai/2148575061271493101> (参照 2019-12-4).
- [4] Sphero : <https://sphero-edu.jp/athome/ex/> (参照 2019-12-4).
- [5] 掛下 哲郎, 草場 聡宏, 杉町 信行, “コンピュータ・プログラムを書こう : 中学生を対象としたプログラミング講座”, 情報処理学会コンピュータと教育研究会, 2019-CE-152, 23, pp. 1-8, 2019.
- [6] 黒田 昌克, 森山 潤, “小学校段階におけるプログラミング教育の実践に向けた教員の課題意識と研修ニーズとの関連性”, 日本教育工学会論文誌, Vol. 41, No. Suppl., pp. 169-172, 2018.
- [7] 教育ネット, “小学校のプログラミング教育, 先生の98%が「授業の実施に不安」”, 2019. <https://resemom.jp/article/2019/04/26/50334.html>, (参照 2019-10-20).
- [8] リベルタス・コンサルティング, “教員勤務実態調査 (平成28年度)”, 文部科学省委託研究, 2018. http://www.mext.go.jp/b_menu/houdou/30/09/1409224.htm, (参照 2019-10-20).
- [9] 久野靖, 辰己丈夫 監修, “情報科教育法”, 改訂3版, オーム社, 2016.
- [10] 岡本 敏雄, 高橋 参吉, 西野 和典 著, “情報科教育法”, 第2版, 丸善出版, 2015.
- [11] Hiroyuki Muramatsu, “Trends of Technology Education in Compulsory Education in Japan”, *Journal of Robotics and Mechatronics* 29(6), 952-956, 2017.
- [12] 齋藤ひとみ, 梅田恭子, 松永豊, 磯部征尊, “プログラミング学習における児童の自己評価と他者評価”, 日本教育工学会研究報告集, JSET18-1, pp. 71-75, 2018.
- [13] 日本作業技術教育学会編, “小・中・高等学校でのプログラミング教育実践 : 問題解決を目的とした論理的思考力の育成”, 九州大学出版会, 2019.
- [14] 文部科学省, 小学校を中心としたプログラミング教育ポータル, <https://miraino-manabi.jp/>, (参照 2019-10-20).
- [15] デジタルポケット, ビスケット, <https://www.viscuit.com/>, (参照 2019-10-20).