

京都府内の小・中学校におけるプログラミング学習の実践

井上 泰仁¹ 香山 美知代² 射場 誠³ 川戸 慎也⁴ 品田 直毅⁵

1. はじめに

小学校・中学校・高等学校とも、各教科指導を通して、情報活用の実践力を育成するとされており、初等教育段階で情報手段に慣れ親しみ、中等教育段階でそれを積極的に活用できるようにすることが求められている。この各教科指導の中で獲得した「情報活用の実践力」を基盤として、中学校では「技術・家庭」、高等学校では「情報」において、「情報の科学的な理解」や「情報社会に参画する態度」を育成するという流れになっている。そのため、プログラミング教育用コンテンツ作成が必要となっていた。

著者らは、京都府における小学校の児童、及び、中学校の生徒を対象とするプログラミングの授業を実践してきたが、出前授業のための教育用コンテンツとして、新学習指導要領に沿えるソフトウェアやハードウェアの検討をしてきた [1-5]。具体的には、Viscuit [6]、Scratch [7]、micro:bit [8]、ドリトル [9]、そして、MESH [10] などが挙げられるが、その中から、小学校、および、中学校の新学習指導要領に沿った教育用コンテンツと指導案を検討している。その一環として、舞鶴高専電気情報工学科では、東舞鶴駅前緑地帯のイルミネーション設置に関する事業に取り組んでおり、昨年度は、micro:bit を学習した中学生が、実際のイルミネーションの点灯パターンを制御できる教育用コンテンツを開発している [11,12]。千葉県千葉市立おゆみ野南小学校では、小学 6 年生を対象に、情報の科学的な理解を深めるため、プログラムでロボットを制御させる協同学習を導入している。この授業の中では、学校用教育プログラミング言語ドリトルが使用されている。英語ではなく、日本語で命令を記述することができるため、小学生には最適な言語として利用されている [13]。

私たちは、出前授業や公開講座を実施するにあたり、小・中学校を訪問させて頂き、PC の台数、OS の種類、USB デバイスの可否、ブラウザのインストール状況などの 12 項目について、事前に教室の視察を行った [4]。文部科学省は、Society 5.0 時代に生きる児童、および、生徒にとって、PC 端末やタブレット端末は鉛筆やノートに並ぶ必需品である [14]。一人 1 台端末と高速大容量の通

信ネットワークを一体的に整備することで、公正に、個別最適化され、資質・能力が一層確実に育成できる教育 ICT 環境を実現することが可能となる。PC 端末、または、タブレット端末、校内 LAN 整備などの標準仕様が文部科学省から提示されており、2021 年度から始まる新学習指導要領の着実に実施するための環境整備に向け、各教育委員会によって、仕様策定、および、共同調達が行われている。数年間の間に、学校での ICT 環境が劇的に進化している可能性があり、プログラミング教育に関しても展開していくことが予想される。

本論文では、新学習指導要領やギガスクール構想などを見据えて、2019 年度に実施したプログラミング学習の出前授業の事例、児童・生徒の感想などを報告する。

2. 新学習指導要領

2.1 小学校新学習指導要領

2020 年度に小学校学習指導要領が改定され、児童のプログラミング的思考を育むために、順次、プログラミング教育が始まる [15]。その一方で、小・中学校の教員が、プログラミング教育用コンテンツの検討、準備、および、それを改善する時間を取れないと予想される。文部科学省が、2018 年 3 月に公開した「小学校プログラミング教育の手引き (第 1 版)」によると、新小学校学習指導要領における小学校段階のプログラミング教育についての基本的な考え方や教育課程内における指導例や、企業・団体や地域等との連携の例をの 5 つのカテゴリに分類している。「学習指導要領に例示されている単元で実施するもの」については、「正多角形の意味を元に正多角形を描く場面 (算数・小学校 5 年)」、「身の回りには電気の性質や働きを利用した道具があること等をプログラミングを通して学習する場面 (理科・小学校 6 年)」、「情報を探求課題に設定した学習場面 (総合的な学習の時間)」などを挙げている。

2.2 中学校新学習指導要領

2021 年度以降、中学校でも、従来の「計測・制御のプログラミング」に加え、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」について学習することになっている [16]。「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミング」を実施するためには、児童や生徒のネットワーク利用、USB デバイス、ブラウザの使用が制限されているため、中学校のコンピュータ室にある PC の設定と管理ポリシーが、地

¹ 舞鶴工業高等専門学校 電気情報工学科

² 京都府与謝野町立岩滝小学校

³ 京都府相楽東部広域連立和東中学校

⁴ 京都府京丹後市立丹後中学校

⁵ 京都府舞鶴市立城南中学校

方自治体に異なっているため、プログラミング教育の導入に遅延が発生する可能性があると考えられる。

3. 教育用コンテンツ

3.1 micro:bit

micro:bit は、安価に購入できると同時に、USB デバイスの認識を許可された PC 上で動作することが可能である。また、入力によって出力が異なる仕組みを持ち、Bluetooth を介してコンピュータの通信処理や問題解決をするためにセンサーやアクチュエーターの種類やそれらの組み合わせることも可能である (図 1)。

中学校技術・家庭では、新学習指導要領に、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツプログラミングによる問題の解決」、「計測・制御のプログラミングによる問題解決」が追加され、それぞれを満たす必要がある。そのため、micro:bit を題材としたプログラミング教育用コンテンツの検討を行った。micro:bit に内蔵されている Bluetooth を用いることで、通信を行うことが可能であり、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツプログラミングによる問題の解決」についての項目を満たすことができると考えている。また、気温センサー、明るさセンサー、そして、加速度センサーを用いることで「計測・制御のプログラミングによる問題解決」を満たすことができると考えている。また、micro:bit は、ブラウザに表示されるシミュレーターを通して、生徒自身が作品の評価やデバックを行うことも可能である。

3.2 Scratch, および, Scratch Jr

Scratch は、米国マサチューセッツ工科大学 (MIT) メディアラボが開発したプログラミング環境である。命令の書かれたブロックを組み立て、画面上のスプライトを動作させることが可能である。

Scratch Jr は、MIT が開発する小学校の児童を対象とするプログラミングのアプリである。インタラクティブに動く物語やゲームをつくることのできる優しいプログラミング言語である。ブロックを指で操作し、キャラクターを動かしたり、踊らせたり、歌を歌わせたりすることができる (図 2)。

Scratch 1.4 と同等の環境を iOS 上のタブレットで実現した Pyonkee [17] が登場したため、本校でも、iPad とその加速度センサーを利用したブロック崩しゲームの教育用コンテンツの開発を行ってきた。また、ネットワークも構築するため、簡易的なチャットシステムの開発も可能である。

3.3 Viscuit

Viscuit は、パソコンのディスプレイやタブレットに描いた絵を動かしたり、その描いた絵を使ってゲームやきれ

いな模様を作ったりすることが可能である (図 3)。文字は一切使わず、お絵かき感覚で使用できるため、micro:bit や Scratch などのビジュアルプログラミング言語とは使用方法が異なる。

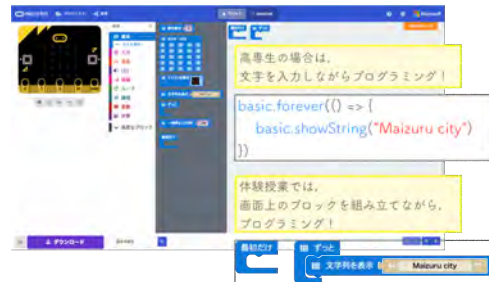


図 1: micro:bit



図 2: Scratch Jr

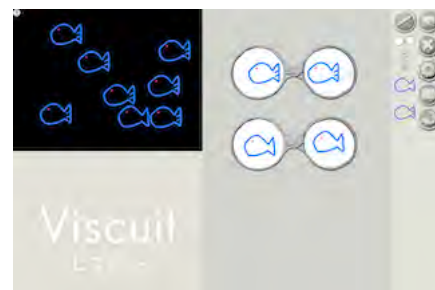


図 3: Viscuit

4. 事例

4.1 京都府京丹後市立丹後中学校での出前授業

2019年7月11日(木)に、京丹後市立丹後中学校にて、3年生2クラス、40名の生徒を対象に「小さなコンピュータを使ったプログラミング」と題して、micro:bitを利用したプログラミングの授業を行った。

この授業を通して、プログラムの処理手順を学習し、また、スピーカーを接続して、音を鳴らすプログラミングの課題を達成することができた。昨年度の出前授業では、一人一人がプログラミングを体験したが、今年度は、「人を楽しませる micro:bit」と題して、2~5名の生徒がグループとなり、課題に取り組み、それぞれのグループ

が独自のシステムを制作を試みた。各グループの発想には驚かされるシステムを製作しているグループもあり、「計測・制御のプログラミング」の単元の理解がさらに深まったと考えられる。授業の様子を図4に示す。

4.2 京都府相楽東部広域連立和東中学校での出前授業

2019年12月19日(木)に、京都府相楽東部広域連立和東中学校にて、2年生、18名の生徒を対象に「小さなコンピュータを使ったプログラミング」と題して、micro:bitを利用したプログラミングの授業を行った。一人1台ずつPCを利用することができたため、一人ずつ、プログラミングの課題を行った。micro:bitを利用したプログラミングを通して、コンピュータの処理手順を学習し、また、スピーカーを接続して、音を鳴らすプログラミングの課題を達成することができた。授業の様子を図5に示す。

4.3 京都府与謝野町立岩滝小学校での出前授業

2019年11月22日(金)、与謝野町立岩滝小学校にて、5年生の「総合的な学習の時間」の一環として、出前授業「プログラミングにチャレンジ」を実施した(図6)。出前授業には、2クラス52名の児童、教員、与謝野町教育委員会担当者が参加した。令和2年度より、小学校学習指導要領が改訂され、本格的に、プログラミング教育が導入されるため、その前段階として、児童と教員がプログラミングが体験できる出前授業の内容を検討してきた。

まず、身の回りにあるコンピュータを挙げてもらい、家電製品を含めるとたくさんのコンピュータがあることを紹介し、それらは、プログラミングをすることで動作していることを紹介した。次に、「朝の準備」に例え、プログラミングの基本である順次処理、分岐処理、反復処理を説明し、本題である絵を描きながら、プログラミングを体験した。キャラクターとプログラミングを組み合わせることによって、自分の考えた通りに自分で描いたキャラクターを動かすことができたため、プログラミング的思考を培うための第一歩になったと考えられる。

5. 形態素解析を用いた感想文の分析

岩滝小学校での出前授業終了後、児童、一人ひとりに、感想文を書いていただいた。日本語テキストを単語単位に分割することが可能な形態素解析器 MeCab を利用し、テキストマイニング手法を用いて感想の分析を行った[18]。表1、表2に、形容詞、および、名詞についての出現回数の多い単語(頻出語)の解析結果を示す。「楽しい」、「面白い」という単語の出現回数が多かったこともあり、タブレット端末を用いたプログラミングの学習をすることが楽しかったことが示唆される。

「プログラミング」、「楽しい」などの名詞や形容詞の前後に隣接している単語を共起語と呼ぶが、N-gram 統計を行い、共起ネットワークを作成した(図7)。「プログラミング」という名詞を中心としたネットワークが形成されている。プログラミングを体験し、Scratch Jr や Viscuit で、絵を描いたり、自分で描いた絵やキャラクターが動いたりすることに対して、「楽しい」、「うれしい(嬉しい)」、「面白い」と回答している児童がいた。

また、コンピュータの例として、PC やスマートフォン以外にも「せんたく(洗濯)機」や「すいはん(炊飯)器」がプログラムが動いている例として紹介しているので表示されている。

2013年に、小学生から中学生までを対象としたプログラミングの公開講座を実施したが、その際のアンケートでは、34名の参加者のうち、プログラミングを体験したことのある児童、及び、生徒は2名のみであった[1]。その当時は、タブレット端末の操作も含め「難しい」とアンケートに回答している児童・生徒が24名と多かったが、その頃と比較し、参加した児童のスマートフォンやタブレット端末の操作に関して「難しい」と感じた児童はいなかった。

感想文から得られたテキストデータに対し、形態素解析や共起ネットワーク分析によって、単語同士のつながりを定量的に、視覚的に把握することができ、テキストマイニング手法による分析が有効であるということがわかった。



図4: 丹後中学校でのプログラミング学習



図5: 和東中学校でのプログラミング学習



図 6: 岩滝小学校でのプログラミング学習

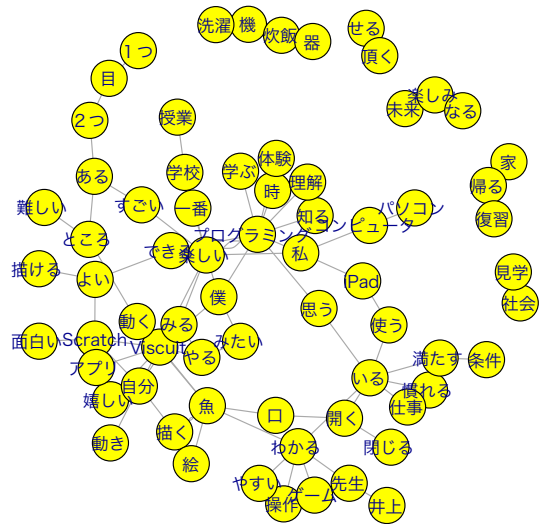


図 7: 共起ネットワーク

表 1: 頻出語（形容詞）の解析結果

| 単語 | 出現回数 |
|------------|------|
| 楽しい | 34 |
| 面白い | 13 |
| すごい | 7 |
| うれしい（嬉しい） | 6 |
| よい（良い） | 4 |
| むずかしい（難しい） | 4 |
| ない | 1 |
| うまい（上手い） | 1 |
| やさしい（優しい） | 1 |
| くわしい（詳しい） | 1 |

表 2: 頻出語（名詞）の解析結果

| 単語 | 出現回数 |
|------------|------|
| プログラミング | 40 |
| 僕 | 20 |
| 魚 | 18 |
| 自分 | 15 |
| 私 | 13 |
| Scratch Jr | 12 |
| Viscuit | 12 |
| コンピュータ | 11 |
| 口 | 10 |
| 絵 | 8 |

6. おわりに

本稿では、与謝野町立岩滝小学校、京丹後市立丹後中学校、および、京都府相楽東部広域連合立和東中学校の3校で実施したプログラミング学習の出前授業の事例について記した。Viscuit, Scratch, micro:bitで作成したプログラミングを通して、児童、および、生徒自身作成したプログラムが画面やハードウェアに結果が表示されるため、作品の評価やデバックを行うことも可能である。そのため、児童、および、生徒のプログラミング的思考を育むことの第1歩となった。

プログラミング学習に関する出前授業や公開講座を行うためには、ハードウェアの面での2つの課題がある。1つ目には、来年度には、PC 端末の OS である Windows 7 がサポートを終了となる一方で、GIGA スクール構想もあり、数年をかけて、順次、PC 端末やタブレット端末の更新が行われている一方で、教育委員会によって導入する端末が異なるため、端末に依存しないプログラミング環境が必要となる。2つ目には、USB デバイス認識やインターネット接続先の制限は、各自自治体の教育委員会や学校で定められていることもあり、教材によっては支障をきたす場合があるので、全国で統一した管理ポリシーが必要かもしれない。そのこともあり、実施にあたっては、各校の PC 室を利用するためには、同じシステムであったとしても、ソフトウェアの更新で、機能が変更される場合があり得るので、出前授業を実施する前に、事前に動作確認が必要となる。また、中学校では、「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツプログラミングによる問題の解決」の学習で、ネットワークや IP アドレスを学習できる課題が必要である。教科書出版社の副読本では、例として、IP アドレスを指定した上でのチャットシステムの課題が掲載されているものの、い

ずれもソフトウェアのインストールが必要である。

プログラミングの出前授業以前に、すでに、プログラミングを学んでいる児童、および、生徒も多かった。MMD 研究所では、10～15 歳の小・中学生 (174 名の小学生、261 名の中学生) を対象とし、「小中学生のプログラミング教育に関する意識調査」[19]を行った。この調査報告では、「プログラミングを学びたいか」という質問に対し、83.9%の児童、および、76.7%の生徒が、それぞれ、「学んでみたい」と回答している。一方で、保護者は、「プログラミングを学んで欲しい」と思われている保護者は、小学生の保護者で 78.6%、中学生の保護者で 78.4%であった。保護者の方にも、ご理解いただけるように、保護者向けの資料なども作成したいと考えている。

経済協力開発機構 (OECD) が、2021 年に実施される学習到達度調査 (PISA, Programme for International Student Assessment) の数学に関するテストでは、データサイエンス、サイバーセキュリティ、ネットワーク、機械学習、ロボット工学など、幅広い側面を持つコンピュータサイエンスの基礎となる論理的な考え方や問題解決能力といった「コンピューテーショナル・シンキング」を測る問題が追加される [20]。義務教育終了段階までに学んできた知識や技能の活用可能かを測るために、高校 1 年生相当が受験する。プログラミングスキルだけではなく、コンピュータを活用した問題解決力・表現力を育む必要がある。

また、小・中学校の教員向けの研修会、および、支援も必要であると考えている。文部科学省の「2019 年度市町村教育委員会における小学校プログラミング教育に関する取組状況等調査」[21] では、全国の教育委員会を対象とするアンケート調査を行っている。小学校では、プログラミング教育の実施に向けて、93%の教育委員会が各校で 1 名以上の教員が実践的な研修を実施したり、教員が授業実践や模擬授業を実施していると回答している。その一方で、小学校では 2020 年度以降、中学校では 2021 年度以降の新学習指導要領全面実施に向けて、近隣の小学校、中学校、および、教育委員会と情報交換が必要で、引き続き、コンピュータを活用した問題解決力・表現力を育むためのプログラミング学習の出前授業、模擬授業、公開講座を実施していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 井上 泰仁, 古林 達哉, 新池 一弘, 太田 泰雄: 公開講座「こどもプログラミング教室」の開催, 舞鶴工業高等専門学校情報科学センター年報, No. 41, pp. 53-55, 2013.
- [2] 井上 泰仁, 古林 達哉, 新池 一弘: 公開講座「わくわくプログラミング教室」の開催, 舞鶴工業高等専門学

校情報科学センター年報, No. 42, pp. 51-52, 2014.

- [3] 井上 泰仁: 「プログラミング教室」の開催: 舞鶴工業高等専門学校情報科学センター年報, No. 47, pp. 86-87, 2019.
- [4] 井上 泰仁, 奥田 真, 中川 重康: 中学校技術・家庭における micro:bit を活用したプログラミング教材開発, 情報教育シンポジウム論文集, No. 2019, pp. 336-340, 2019.
- [5] 井上 泰仁, 香山 美知代, 射場 誠, 川戸 慎也, 品田 直毅: 小・中学校におけるプログラミング講座の実施報告, 舞鶴工業高等専門学校紀要, No. 55, pp. 39-41, 2020.
- [6] Viscuit: <https://www.viscuit.com/> (2020.7.1 確認)
- [7] Scratch: <https://scratch.mit.edu/> (2020.7.1 確認)
- [8] micro:bit: <https://microbit.org/> (2020.7.1 確認)
- [9] ドリトルで始めるプログラミング: <https://dolittle-es.eplang.jp/> (2020.7.1 確認)
- [10] MESH: <http://MESHprj.com/jp/> (2020.7.1 確認)
- [11] 奥田 真, 中川 重康, 井上 泰仁: Scratch で学ぶプログラミング～ゲーム作りから地域貢献のためのイルミネーション・シミュレータ作成まで～, 舞鶴工業高等専門学校情報科学センター年報, No. 47, pp. 1-3, 2019.
- [12] 奥田 真, 山本 謙太, 中川 重康, 七森 公碩, 芦澤 恵太, 内海 淳志, 井上 泰仁, 片山 英昭, 小野 伸一郎: 舞鶴市イルミネーション等設置事業における中学生との共同プロジェクトについて, 舞鶴工業高等専門学校情報科学センター年報, No. 47, pp.4-15, 2019.
- [13] 佐藤 和浩: 情報の科学的な理解を深めるための学習設計—小学校の総合的な学習の時間で行う情報教育—, 情報処理学会コンピュータと教育研究会情報教育シンポジウム (SSS2007), pp.27-32, 2007.
- [14] GIGA スクール構想の実現について: https://www.next.go.jp/a_menu/other/index_00001.htm (2020.7.1 確認)

- [15] 文部科学省 小学校学習指導要領（平成 29 年告示）：
https://www.mext.go.jp/content/1413522_001.pdf (2020.7.1 確認)
- [16] 文部科学省 中学校学習指導要領（平成 29 年告示）：
https://www.mext.go.jp/content/1413522_002.pdf (2020.7.1 確認)
- [17] Pyonkee: <http://bit.ly/pyonkee> (2020.7.1 確認)
- [18] MeCab Yet Another Part-of-Speech and Morphological Analyzer: <https://taku910.github.io/mecab/>
- [19] MMD 研究所：小中学生のプログラミング教育に関する意識調査，2020.
- [20] PISA 2021 MATHEMATICS FRAMEWORK : <https://pisa2021-maths.oecd.org/> (2020.7.1 確認)
- [21] 文部科学省：市町村教育委員会における小学校プログラミング教育に関する取組状況等調査，2020.