

小学校第3学年の総合的な学習の時間におけるプログラミング教育のカリキュラム開発の試み

小池 翔太

千葉大学教育学部附属小学校

平成32年4月1日から施行される小学校学習指導要領のもとで、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に関する実践研究の数については、各教科等の特質によって多少の差があった。特に、小学校第3学年の総合的な学習の時間において、どのようにプログラミング教育のカリキュラムをデザインすればよいか、具体的な授業実践に基づいて検討する必要がある。そこで本稿では、ゲーミフィケーションの考え方を活用して、小学校第3学年の総合的な学習の時間におけるプログラミング教育のカリキュラム開発の試みについて報告する。研究の結果、計画から大きなカリキュラムの変更がなかったことなどから、開発したカリキュラムが実践可能であることが示唆された。研究の課題は、成果の一般化に向けて、カリキュラムの詳細な分析を行うことである。

キーワード：小学校、総合的な学習の時間、プログラミング教育、カリキュラム開発、ゲーミフィケーション

1. はじめに

1.1. プログラミング教育の実践研究動向

平成32年4月1日から施行される小学校学習指導要領のもとで、プログラミング教育が必修化される。平成29年3月公示の小学校学習指導要領の総則においては、各教科等の特質に応じて「児童がプログラミングを体験しながら、コンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動」を計画的に実施することが明記された（文部科学省2017a、p.8）。

では、プログラミング教育の実践研究は、どの程度蓄積されているのだろうか。国立情報学研究所による学術情報ナビゲータのCiNiiで、「小学」「プログラミング」をキーワードとして、「論文検索」を行ったところ、218件が一致した¹。この一致した学術情報について、さらに各教科等の名称をキーワードとして追加して、同様に検索を行った²。以上の実践研究の結果をまとめたところ、表1のようになった³。

各教科におけるプログラミング教育の実践研究は、算数科が8件と最も多く、次いで国語科が5件、理科が4件、図画工作科が2件、家庭科が1件であった。他方、社会科・生活科・音楽科・体育科については、1件も確認できなかった。最も多い算数科については、本郷・山下(1993)のように1990年代からプログラミング教育の実践研究が確認できた。具体的な研究内容は、正三角

表1 「小学」「プログラミング」CiNii 検索分類結果

語句[一致件数]	実践研究の例
小学 プログラミング [218]	深谷・宮地(2012)、森ほか(2011)等
国語[5]	三井(2017)、小林ほか(2017)、池田(2016)、上野(2016)、水谷・岩本(2001)
社会[0]	該当なし
算数[8]	杉山(2017)、小林ほか(2017)、稲垣ほか(2009)、本郷・山下(1993)等
理科[4]	小林ほか(2017)、佐藤ほか(2017)、今井・植野(2017)、伊藤ほか(2016)
生活[0]	該当なし
音楽[0]	該当なし
図工・図画工作[2]	谷田ほか(2017)、西下(2016)
家庭[1]	三野・村松(2017)
体育[0]	該当なし
道徳[0]	該当なし
外国語・英語[0]	該当なし
総合的な学習 [8]	藤沼・坂本・松原(2017)、鶴田・北澤(2017)、片山(2017)、松田(2016)、佐藤(2010)、佐藤(2009)、上野山ほか(2004)、水谷・岩本(2001)
特別活動・学級活動・学活・クラブ[6]	長谷川(2017)、長谷川ほか(2016)、勝沼(2015)、原田ほか(2014)、竹原ほか(2010)、澤本ほか(2006)

形・正方形の作図のプログラムを作成させるような課題解決方法の分析に関するものであった。

教科以外については、総合的な学習の時間が8件と

Shota KOIKE : An Attempt to Develop a Curriculum for Programming Education in the "Period for Integrated Studies" for Third Grade Elementary School Students
Elementary School Attached to Faculty of Education

最も多く、特別活動が6件であった。「特別の教科 道徳」と外国語活動については、1件も確認できなかった。

以上のことから、プログラミング教育の実践研究については、各教科等の特質によって多少の差があり、研究の蓄積が必要であるといえる⁴。もちろん、文部科学省のウェブサイトに掲載されている『プログラミング教育実践ガイド』のように、幅広い教科・学年における実践内容の報告事例は確認できる。しかし、実践研究により科学的な検証を行うことにより、新たに必修化されるプログラミング教育のあり方について検討することができるだろう。

1.2. 小学校第3学年の総合的な学習の時間におけるプログラミング教育の実践研究の必要性

プログラミング教育の実践研究のうち、特に小学校第3学年の総合的な学習の時間において、どのようにプログラミング教育のカリキュラムをデザインすればよいか、具体的な授業実践に基づいて検討する必要がある。その理由について、以下2点に分けて述べていく。

1点目の理由は、小学校第3学年から始まる総合的な学習の時間において、コンピュータの基本的な操作を身に付けさせることと併せて、プログラミング教育のカリキュラムをデザインできる可能性があるにも関わらず、そのような実践研究例が無いからである。

そもそも、現在の小学校教育において、文字入力能力を身に付けさせるといったコンピュータの基本的な操作の指導について、一定の課題がみられている。平成20年6月公表の小学校学習指導要領解説の総則編には、「コンピュータや情報通信ネットワークなどの情報手段の活用にあたっては、小学校段階ではそれらに慣れ親しませることから始め、キーボードなどによる文字の入力(中略)などの基本的な操作を確実に身に付けさせる」

(文部科学省 2008a, p.80)と記述されている。また、同解説の国語編には、「ローマ字表記が添えられた案内板やパンフレットを見たり、コンピュータを使う機会が増えたりするなど、ローマ字は児童の生活に身近なものになっている。これらのことから、これまでは第4学年であったものを、今回の改訂では、第3学年の事項とし、ローマ字を使った読み書きがより早い段階においてできるようにしている」(文部科学省 2008b, p.88)と記述されている。しかし、平成25年10月から平成26年1月に行われた、文部科学省(2015)で報告されている情報活用能力調査における文字入力調査によると、「小学校では、1分間に5字未満が最も多く、平均は5.9字」という結果で、「濁音・半濁音、促音の組合せからなる単語の入力に時間を要している傾向がある」(文部科学省 2015, p.137)と考察がなされている。

こうした中、プログラミング教育の必修化にあたり、

平成29年6月公表の小学校学習指導要領解説の総合的な学習の時間編によれば、「プログラミングのための言語を用いて記述する方法(コーディング)を覚え習得することが目的ではない」(文部科学省 2017b, p.60)や、「全ての学習活動においてコンピュータを用いてプログラミングを行わなければならないということではない」(文部科学省 2017b, p.61)などのように、コンピュータの基本的な操作を身に付けさせる指導と切り離して考えてもよいと解釈できるような内容が記述されている。一定の教育水準を確保するという学習指導要領の性質上、様々な学校があることを踏まえると、多様な教育のあり方を認めることも必要であるかもしれない。

しかし、プログラミング教育について、コンピュータの基本的な操作を身に付けさせることと併せてカリキュラムをどうデザインすることができるか、具体的な授業実践に基づいて検討する必要があるだろう。例えば、藤沼・坂本・松原(2017)は、小学校3年生を対象にしたプログラミングの授業実践について報告しているが、「パソコン機器を扱う学習は、本年度初めてということもあり、マウスの操作やキーボードの操作が出来ていない児童が多く見られた」(p.443)という。TAが複数人いるという環境もあることから、「小学校で実践可能なプログラミングの授業を提案したい」(p.444)とまとめている。また、平成29年公示の小学校学習指導要領においては、「カリキュラム・マネジメント」⁵(文部科学省 2017a, p.4)に努める必要があるということから、プログラミングの体験やコンピュータの基本的な操作に関する教育課題を解決するために、カリキュラムのデザインのあり方を実践的に検討していかなければならないだろう。

2点目の理由は、総合的な学習の時間において、児童がプログラミングを体験するような学習活動は取り入れやすいと考えられるにもかかわらず、これまでの実践研究において、第3学年におけるカリキュラムのデザイン方法について詳しく検討された事例が無いからである。

総合的な学習の時間において、児童がプログラミングを体験するような学習活動は取り入れやすいと考えられる理由は、平成29年6月公表の小学校学習指導要領解説の総則編の以下の記述からも明らかである。

小学校学習指導要領では、算数科、理科、総合的な学習の時間において、児童がプログラミングを体験しながら、論理的思考力を身に付けるための学習活動を取り上げる内容やその取扱いについて例示している(文部科学省 2017c, pp.85-86)

しかし、表1に挙げている総合的な学習の時間に関

するプログラミング教育の実践研究、特に具体的なカリキュラムのデザインの方法については、第 3 学年でない発展的な内容を扱っていたり、コンピュータの基本的な操作の指導との関連が曖昧だったりするものしか確認できない。

例えば片山 (2017) は、第 6 学年においてコミュニケーションロボットを用いたプログラミング体験により、将来の自分の生活や生き方とつなげて考えるカリキュラムのあり方について論じられている。プログラミング体験では、「コレグラフ」⁶ (p.46) というプログラミング言語を扱っている。しかし、このプログラミング言語の開発環境には、英語が多く使われていることや、「ボックス」という定義をつなげることなどから、コンピュータの初学者が使用するの、難しい言語であると考えられる。更に、コミュニケーションロボットとの共生社会について考えることは、抽象的な概念を取り扱うこととなり、コンピュータの初学者にとっては難しい内容であると考えられる。

そこで本稿では、小学校第 3 学年の総合的な学習の時間におけるプログラミング教育のカリキュラム開発の試みについて報告する。カリキュラムの開発にあたっては、ゲーミフィケーションの考え方を活用する。その理由は、(1)対象とする実践校の児童全員が授業においてコンピュータを利用した学習が初めてであること、(2)コンピュータへの苦手意識を持つ児童に対してもプログラミング体験を楽しみと思えるようにすること、などの理由からである。次章以降で述べていくゲーミフィケーションをカリキュラム開発に活用する方法については、藤川 (2016) に基づいたものとしていく。

2. 研究の目的と方法

2.1. 研究の目的

小学校第 3 学年の総合的な学習の時間におけるプログラミング教育のカリキュラムを開発し、どのようなカリキュラムが構成可能かどうかを、実践を通して明らかにする。

2.2. 研究の方法

前節で述べた目的を踏まえて、カリキュラムを開発し、2017 年 4 月から 10 月までに千葉大学教育学部附属小学校の第 3 学年 1 学級を対象に実践していく。

カリキュラムの開発にあたっては、実践校の児童の実態を踏まえた上で、藤川 (2016) に基づいてゲーミフィケーションの考え方を活用し、工夫する。

授業の分析にあたっては、(1) 授業者による写真記録、(2) カリキュラム終了後のアンケートをもとに、総合的に考察する。

3. カリキュラムの開発

3.1. 実践校の児童の実態

カリキュラムを開発するにあたり、実践校の児童の実態を述べていく。

実践校は、筆者の勤務校である千葉大学教育学部附属小学校を選定した。簡潔に実践校の ICT 環境について述べていく。同校所有のタブレット端末は、約 60 台ある。Wi-Fi のアクセスポイントは、1 学年 3 学級あたり 1 つ設置されている。その他に、コンピュータールームがあり、デスクトップ PC が 40 台ある。

今回の実践の対象となる児童は、第 3 学年 1 学級の児童 33~35 名⁷とした。児童は、学校でのコンピュータを利用した学習やプログラミングの学習が、今回が初めてであった。タブレット端末を活用した授業については、一部の児童は体験していたが、コンピュータの電源のつけ方やマウスの持ち方については、知らない児童が多数いると想定できた。なお、授業者は筆者であり、筆者は対象学級の担任を受け持っている。

3.2. カリキュラムのねらい

前章まで述べてきた内容を踏まえて、カリキュラムのねらいは、次の 3 点とした。

1 点目は、「キーボードなどによる文字の入力」などの「基本的な操作を確実に身に付けさせる」(文部科学省 2008a, p.80) ことである。

2 点目は、プログラミングに慣れ親しみ、かつ探求的に学ぶ意欲を引き出すことである。

3 点目は、プログラミングを体験することを通して、「生活を便利にしている様々なアプリケーションソフトはもとより、目に見えない部分で、様々な製品や社会のシステムなどがプログラムにより働いていることを体験的に理解する」(文部科学省 2017b, p.85) ことである。

3.3. カリキュラム開発の工夫

前節までの実践校の児童の実態、カリキュラムのねらいを踏まえて、40 時間程度の総合的な学習の時間のカリキュラムを開発していく。

実践校の児童の実態を、ゲーミフィケーションの考え方を踏まえて、次の 3 点のカリキュラム開発の工夫をすることとした。なお、本稿におけるゲーミフィケーションの考え方は、藤川 (2016) に基づき、ジェイン・マクゴニガル (2011) がゲームの定義としている「ゴール」「ルール」「フィードバックシステム」「自発的な参加」の 4 つの要素を援用する。

1 点目は、導入時に『ちびっこプログラマー』になって、文化祭で全校児童にプログラミングを教えられる

ようになろう」と、「ゴール」を明確に伝えることである。第3学年の児童の発達段階を考慮すると、対象になりきりような名前や目標をつけることで、動機付けになると考えた。その際、「プログラマー」という仕事に憧れを持てるように、「自分たちが使っているコンピュータや機械の仕組みを作っているプロの人」などと説明していく。なお、実践校の学校行事として、毎年10月に学級単位で学習成果を発信するような文化祭がある。この行事を実践の対象となる児童が経験しているため、自分たちが「ちびっこプログラマー」になって、プログラミングを全校児童に教えるということは、「ゴール」のイメージを持たせやすいと考えた。また、「ちびっこ」という名前はついているものの、「プログラマー」になるという架空の設定をすることによって、カリキュラムの1点目のねらいである「キーボードなどによる文字の入力」などの「基本的な操作を確実に身に付けさせる」ことが期待できると考えた。

2点目は、「文化祭では、経験したプログラミングの学習アプリのうち、自分が気に入ったものを発表する」という「ルール」を明確にし、自分が気に入った学習アプリを選ばせることによって、「自発的な参加」を保障したことである。児童はコンピュータの初学者であることから、今回のカリキュラムで使用するプログラミング学習ツールは、直観性・自由度・難易度を踏まえて、表2の4つを選定した⁸。初めは直観性が高いツールを使用して、徐々に自由度が高かったり、モノへのプログラムができたりするツールに挑戦するような工夫をした。文化祭では、この4つのツールのうち、気に入ったツール1つについて、探究的に学んだりその成果を発信したりするようにした。

3点目は、序盤の学習においては、プログラミング学習ツールを「ドリル型」を選定することによって、前向きな「フィードバックシステム」を確保したことである。初学者にとって、プログラミングに対して苦手意識を持ってしまわないように、表2中の「LightBot」や「Minecraft Hour of Code」といったドリル型の学習アプリは、目標を細分化したデザインとなっている。特に

「LightBot」の初めの問題は、操作のチュートリアルも兼ねているため、直観的にプログラミングをすることができ、クリアすると登場人物であるロボットが、「やったね!」「がんばってね!」などと前向きなフィードバックをしてくれる。これにより、2点目のカリキュラムのねらいである、「プログラミングに慣れ親しむ」ことが期待できると考えた。ただし、「探求的に取り組む意欲を引き出すこと」や、3点目のねらいである「プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていることに気付く」ことは、ドリル型学習アプリだけでは不十分であると考えた。そこで、より自由度が高く現実の世界観に近づいている「Minecraft: Education Edition(Code Builder)」や、シングルボードコンピュータ⁹へのプログラムができる「micro:bit」を取り組むようにした。この2点は、「ドリル型」のような前向きなフィードバックは無いが、自分の思うとおりにプログラムができたかどうかについては、明確なフィードバックが来るものとなっている。

3.4. 開発したカリキュラムの内容

前節までに述べてきたカリキュラムのねらいと開発の工夫を踏まえ、全7次40時間構成の総合的な学習の時間のカリキュラムを開発した(表3)。以下、簡単に各次の設定の意図について述べていく。

第1次は、オリエンテーションとして位置付けた。初めてコンピュータを利用してもらう楽しみを損なわないように、「コンピュータ室に行く前の入門」のような位置づけで、情報モラルの学習をするようにした。資料は文部科学省(2011)の資料『少しだけなら』を選んだ。その理由は、登場人物が総合的な学習の時間の一環でコンピュータを使うが、ルールを破ってしまったが故に、トラブルに巻き込まれそうになり、罪悪感を覚えてしまうという場面設定が、今後の学習においても想定されると考えたためである。

第2次は、「LightBot」を使った学習である。前節でも述べたように、目標を細分化したドリル型のデザインで、初めの問題は操作のチュートリアルも兼ねているた

表2 選定したプログラミング学習ツール

実施順	ツール名	概要	直観性	自由度	難易度
1	LightBot	矢印などを使い画面上のロボットに動きを命令するドリル型学習アプリ	高	低	易～難
2	Minecraft Hour of Code	世界中で流行しているゲーム「Minecraft」が舞台となっている、ドリル型学習アプリ	中	低～中	易
3	Minecraft: Education Edition(Code Builder)	Minecraft: Education Edition(教育版マイクラフト)において、ブロック型のプログラミングをすることができるツール	低	高	難
4	micro:bit	BBCが開発したシングルボードコンピュータ。25個の赤色LED、2個のボタン、加速度センサー、磁力センサー、入出力端子などがある。	中	高	易～難

表3 開発したカリキュラムの内容

次	学習内容	時	学習活動
1	<ul style="list-style-type: none"> ・情報モラルについて考える。(道徳において実践) ・コンピュータの基本的な操作について理解する。 	1	<ul style="list-style-type: none"> ・文部科学省(2011)の資料『少しだけなら』を通して、情報機器を利用するにあたってのルールのあり方と必要性について考える。
		1	<ul style="list-style-type: none"> ・コンピュータ室のルールを聞く。 ・PCの電源を入れ、マウスの操作に慣れる。
2	<ul style="list-style-type: none"> ・矢印を使った基本的なプログラミングができる。 ・「プロシージャ」の良さを理解する。 	5	<ul style="list-style-type: none"> ・自分のペースで1人1台のPCを使い、ドリル型の「LightBot」をプレイする。 ・「プロシージャ」を使って、少ないプログラムの仕方を考える。
3	<ul style="list-style-type: none"> ・目的に応じてゲーム上の人物にプログラミングができる。 ・「反復」や「選択」(条件分岐)の良さを理解する。 ・身近なゲームにはプログラムされていることを理解する。 	10	<ul style="list-style-type: none"> ・自分のペースで1人1台のPCを使い、ドリル型の「Minecraft Hour of Code」をプレイする。 ・「反復」や「選択」(条件分岐)を使って、ゲーム上の人物に複雑な動きをプログラムする仕方を考える。 ・Minecraft以外のゲームにも、様々なプログラミングがされていることを知る。
4	<ul style="list-style-type: none"> ・「Minecraft」の世界で、ロボットにプログラミングをして、自分の思い通りに建物などを作ることができる。 ・ロボットとの共生について考える。 	6	<ul style="list-style-type: none"> ・2人1台のPCを使いペアで協力して、「Minecraft: Education Edition(Code Builder)」をプレイする。 ・ロボットを活用した効率的な建物の建て方や、案内の仕方について、プログラミングをしながら考える。 ・自分たちがプログラミングしたようなロボットが、もし現実世界にいたらどのような社会になるかを考える。
5	<ul style="list-style-type: none"> ・プログラミングの学習成果を発表できるように、文字の入力の仕方を身に付ける。 	2	<ul style="list-style-type: none"> ・キーボード検定サイト「キーボー島アドベンチャー」の使い方を知り、自分のペースで1人1台のPCを使ってプレイする。 ・夏休み期間中に家庭学習として取り組んでいく。
6	<ul style="list-style-type: none"> ・自分の思い通りにシングルボードコンピュータ(micro:bit)へプログラミングができる。 ・身近なモノにはどのようなプログラムがされているか考える。 	6	<ul style="list-style-type: none"> ・1人1台のPC、2人1台の「micro:bit」を使いペアで協力して、「ボタンを押したり振ってみたりするとLEDが光る」などのように、自分の思い通りにプログラミングをする。 ・信号機や自動ドアなど、身近なモノにはどのようなプログラムがされているかを考えて、発表する。
7	<ul style="list-style-type: none"> ・これまで経験した学習ツールのうち、気に入った内容を紹介する資料を作成したり、探究的に学んだりする。 	10	<ul style="list-style-type: none"> ・文化祭で第1学年～第6学年までの全校児童・保護者に対して、お気に入りの学習ツールについて探究的な学習をした成果を、発表できるように準備をする。

め、ほとんど説明をしないで取り組ませるように考えた。プログラミングの要素として挙げられる「順次」「選択」「反復」¹⁰のうち、「反復」にあたる「プロシージャ」¹¹という考え方が出てくるために、その良さについては体験をした上で考えさせるような学習活動を取り入れるようにした。

第3次は、「Minecraft Hour of Code」を使った学習である。Minecraftは世界中で流行しているゲームであり、第3学年でも好きな児童がいると考えられた。Minecraftが好きな児童は、このツールで没入して学ぶと考えられるが、Minecraftを知らない児童には一定の配慮が必要であると考えられた。また、プログラミングの要素として挙げられる「順次」「選択」「反復」のうち、「選択」「反復」の考え方が出るため、その良さについては、第2次と同様に体験をした上で考えさせるような学習活動を取り入れるようにした。

第4次は、「Minecraft: Education Edition(Code

Builder)」を使った学習である。難易度が第3次までとは異なり非常に難しくなるため、飽きたり挫折したりする児童が出ないよう、多くの時間を取り過ぎないようにした。また、「Minecraft」の広大な世界の中でロボットを操作させることから、ロボットとの共生について考えるような学習活動も取り入れることにした。なお、プログラミングの開発環境は、「Microsoft MakeCode」におけるブロック型のプログラミングを選定した。

第5次は、プログラミングとは異なる文字入力の仕方に関する学習を設定した。学習のためのツールは、キーボード検定サイト「キーボー島アドベンチャー」を選定した。第4次まででプログラミングに慣れており、コンピュータの操作にも自信がついてくる時期であることと、国語科においてローマ字の学習が終わる時期であることを踏まえて、第5次として設定した。また、操作スキルのみを身に付けることを目的としてしまうと、総合的な学習の時間で求められる探究的な学習とし

て位置づかないと考え、夏休み期間中に家庭学習として取り組ませるように設定した。

第6次は、「micro:bit」を使った学習である。「micro:bit」をプログラムして動かすためには、外部デバイスとしてPCと接続したり、リムーバブルディスクとしてデータを保存したりするなど、第3学年の発達段階を考慮すると、発展的なコンピュータの操作スキルが求められるため、第6次として設定した。なお、プログラミングの開発環境は、第4次と同様に「Microsoft MakeCode」におけるブロック型のプログラミングを選定した。

4. カリキュラムの実践と考察

開発したカリキュラムを、前章で述べた実践校の児童を対象に、2017年4月から10月に実践した。以下では、各次の児童の様子とカリキュラム終了後のアンケートをもとに、総合的に考察を行っていく。

4.1. 第1次

情報モラルの学習では、実施時期が4月であることと、「コンピュータ室に行く前の入門」という言い方をしたために、感想では「これからがたのしみです」「ルールはたいせつだと思いました」などの前向きなものが多くみられた。

基本的な操作に関する学習では、第2次の「LightBot」を先取りして一部紹介することにした。最初のステージは、マウスの基本的な操作である左クリック・ドラッグを学ぶことができると考えたためである。次時以降への期待を膨らませた上で、計画よりも先取りした学習内容・活動を取り入れて実践をすることができた。

4.2. 第2次

1人1台のPCを利用して「LightBot」に取り組んだため、没入してドリル型の課題に取り組むことができていた(図1)。

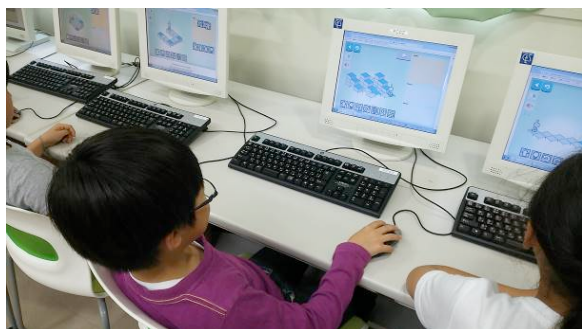


図1 「LightBot」に取り組む児童の様子

第7次の様子を先に述べることになってしまうが、文化祭で「LightBot」の発表を選んだ児童は、33名中12名であり、4つの学習ツールのうち最も人気の高いものであった。そのうちの女兒1名は、「ライトボットを青いパネルまで動かすのが楽しかった。文化祭で発表しやすかった」と述べており、初めてプログラミングをする学習者に「LightBot」が適切であることが示唆された。別の男児1名は、「最初は「むずい」と思っていたけれど、友だちにアドバイスをくれてうれしかったです」と振り返っていた。このことから、協働的に取り組んだと実感していることも伺えた。

4.3. 第3次

第2次の「LightBot」とは異なり、「Minecraft Hour of Code」には様々なプログラムが出てくるが、設定された10時間で前向きに取り組むことができていた。男児1名の感想「パズルのようにプログラミングするのがとても楽しかった。作るのも、おもしろかった」に象徴されるように、自分で表現したいものをプログラムできたと実感している児童の姿が確認できた。

「Minecraft」が好きであるという女兒は、以下のような感想を述べていた。

だいすきなマイクラフトのスティーブたちがしゅじんこうでたのしかったです。にわとりがなきながらあるいてずっとてつをおとしてる...

この児童は、鶏のキャラクターを出現させるプログラムをした後に、鳴きながら鉄を産み落とすような現実の鶏には考えられないようなプログラムをさせて喜んでいった。「ドリル型」のプログラミング学習アプリではあるが、本アプリの最終ステージでは、自分の思う通りにゲームをデザインすることができることから、このような学びが実現できたのだと思われる。

以上のような探究的に取り組む意欲を引き出すことができたことは、カリキュラム開発の工夫として、3点目に挙げたゲーミフィケーションの考え方「前向きな「フィードバックシステム」を確保」したことによって実現できたといえるだろう。

別の児童は、以下のようなゲームに対する捉え直しをしていることがうかがえる感想を述べていた。

マイクラアドベンチャー・デザイナーは、ゲームというより作るゲームです。いろいろ作れました。

12

この感想から、学習者自身がゲームのプレイヤーではなく、作り手であるということに気付いて、自分なりに

そのことを言語化したと解釈できる。これは、同じ「ドリル型」学習アプリである「LightBot」では見られなかった感想である。カリキュラムの3点目のねらいである「プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられている」(文部科学省 2017b, p.85) について、ゲームという枠組みの中で理解することができたと評価できるといえるだろう。

4.4. 第4次

これまでとは異なり、自由度の高い「Minecraft: Education Edition(Code Builder)」であったため、2人1台端末で取り組ませたところ、活発に話し合いをしながら建物を建てている様子が見られた(図2)。



図2 「Minecraft: Education Edition(Code Builder)」に取り組む児童の様子

本ツール上で「エージェント」と呼ばれるロボットへのプログラミングをする際には、図3のように反復のプログラムを、「エージェントを前に2ブロック移動」を「9000000000000000000回」「くりかえし」などのように、膨大に反復するようなプログラミングをする児童が数名確認できた(図3)。

これは、第3次までに「反復」の学習をしていたことを、応用できた姿であると考えられる。しかし、「Minecraft」の世界観を活かして、思い通りの建物を建てるためにロボットへプログラミングする児童の姿は確認できなかったため、達成感は薄かったと思われる。



図3 膨大な「反復」のプログラムをする画面の様子

第4次6時間目の授業では、以下のように「エージェントくんとの生活を考えよう」というテーマで、学習を振り返った(図4)。

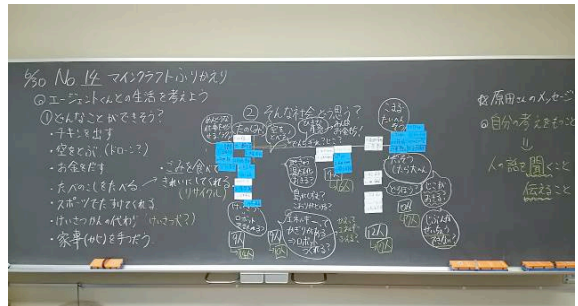


図4 学習の振り返り「エージェントくんとの生活を考えよう」の様子

この学習で、児童は次の2点について考えた。

1点目は、「もしエージェントと一緒に生活できたら、どんなことができそうか」ということである。「チキンを出す」「空をとぶ」などの「Minecraft」の基本的な操作に関する内容から、「ごみを食べてきれいにしてくれる」「家事を手伝う」などの社会的な内容まで意見が挙がった。

2点目は、「そのような社会をどう思うか」ということである。黒板に書いた直線上の左端が「楽しみ」、右端が「困る・大変そう」として、自分の考えに近い場所に、1人1人の児童の名札を黒板に貼らせて、その理由を議論させた。その後、意見交換を踏まえ、意見を変えた児童は名札を移動するように伝えた。「楽しみ」から

表4 「エージェントくんとの生活を考えよう」で「そのような社会をどう思うか」の議論前後の結果(N=34)¹³⁾

	楽しみ	まあまあ楽しみ	どちらでもない	やや困る・大変そう	困る・大変そう
議論前の児童の人数	9名	9名	4名	12名	0名
議論の内容	・面倒な仕事をロボットにやらせる ・ロボットの警察が守ってくれる	・空をとべる。 ・暇な生活になり、みんなお金持ちになる ・地球温暖化が起きても大丈夫かもしれない	・空でじこがおきる ・でんちぎれをおこす ・みんなお金もちで、ひまな生活になる	・どろぼうがでる? ・必要なエネルギーが増えてしまい大変	・ロボットが脱走したら大変 ・自分が成長できない
議論で意見を変えなかった児童の人数	3名	0名	3名	7名	0名
議論後の児童の人数	14名	0名	6名	7名	7名

「困る・大変そう」までを4段階に分けて議論前後の結果をまとめたところ、表4のようになった。

議論前に「困る・大変そう」と回答した児童は1名もいなかったが、議論後に7名となった。これは、「エネルギーが増えてしまい大変」など、ロボットの負の側面について、議論をしたためであると考えられる。ただし「楽しみ」と回答した児童も、議論前では9名であったが14名と増加している。「面倒な仕事をロボットにやらせる」など、ロボットとの共生に関する良い点について、共感できた児童もいたためだと考えられる。

以上のことから、ロボットとの共生について、小学第3学年の段階でも検討できることが示された。

4.5. 第5次

キーボード検定サイト「キーボー島アドベンチャー」の夏休み中の利用について、保護者への協力をもらって学習させたところ、児童の文字入力速度は、2018年2月15日現在で表5のような結果となった。

表5 「キーボー島アドベンチャー」による児童の文字入力速度 (N=35)

入力内容	入力数 (/分)	人数
「あ」～「た」行のひらがなの単語 (正確さ 80%)	10文字	3名
濁音・拗音を除くひらがなの単語 (正確さ 80%)	20文字	8名
拗音・促音を除いたひらがなの単語 (正確さ 80%)	20文字	9名
ひらがなの単語 (正確さ 80%)	30文字	3名
ひらがなの短文	45文字	3名
	50文字	2名
	60文字	3名
漢字を含む短文	25文字	1名
漢字・カタカナを含む短文	30文字	1名
漢字・アルファベット等を含む長文	40文字	1名
	60文字	1名

文部科学省(2015)の情報活用能力調査で課題となっていた「濁音・半濁音, 促音の組合せからなる単語の入力に時間を要している傾向」に関して、20名の児童は「キーボー島アドベンチャー」で学習するステージまでいかなかったが、35名中31名は小学校第3学年の段階で、濁音・拗音を除くひらがなの単語を80%の正確さで入力できるようになった。残りの3名の指導については、個別指導を行うなどの課題が残った。

4.6. 第6次

前章でも述べた通り、「micro:bit」を外部デバイスとしてPCと接続したりするなど、発展的なコンピュータの操作を求めたが、ペアで協力するような授業形態をとったため、計画通り6時間の授業時数で実践することができた。ただし、男児2名が「ほぞんするのが大へんだった」「こんらんしたりした」と述べていた。今回は、操作に関するテキスト等は作成しなかったため、そ

のような教材を作成する必要があったと考えられる。

しかし、第7次の様子を先に述べることになってしまいが、文化祭で「micro:bit」の発表を選んだ児童は、33名中5名いた。そのうちの女児1名は「マイクロビットはとてもたのしくて、ぶんかさいでもやりました」と学習を振り返っていた。

4.7. 第7次

文化祭では、これまで学んだプログラミング学習ツールのうち、「ちびっこプログラマー」として発表したいものを選ばせたところ、「LightBot」が12名、「Minecraft Hour of Code」が9名、「Minecraft: Education Edition(Code Builder)」が6名、「micro:bit」が5名であった。

協働して探究的な学びを促すために、同じツールを選んだ児童のうち、2～4名のグループを組んで、協力して資料を作ったり発表の分担をしたりするようにした。ただし、1名のみ、プログラミング学習ツールではない「キーボー島アドベンチャー」を選択した男児がいた。この男児は、文字入力の学習に懸命に取り組んでいたために、選択を希望してきた。カリキュラム開発の工夫として、1点目に挙げたゲーミフィケーションの考え方『「ちびっこプログラマー」になって』という趣旨からは外れるが、その意欲を否定することができなかったため、発表を認めることにした。

発表の準備では、発表を聞いてもらう相手を意識させるために、アイデアシートとスケジュールシートを書かせた。その結果、ワープロソフトで作成した資料を印刷したものを配布資料にしたり、紙芝居のように提示したり、手描きの紙芝居を作成したりするなど、各グループによって工夫を凝らす姿がみられた(図5)。



図5 ワープロソフトで作成した資料で発表する様子

以上のような姿から、カリキュラム開発の工夫として、1点目に挙げたゲーミフィケーションの考え方『「ちびっこプログラマー」になって』という点と、2点目に挙げた「文化祭では、経験したプログラミングの学習アプリのうち、自分が気に入ったものを発表する」という点は、有効に機能したと考えられる。

4.8. 選択式アンケートの回答結果からの総合考察

カリキュラムのねらいを踏まえ、①プログラミングの学習は楽しかったか、②自分から進んで学習ができたか、について考察していく。カリキュラム終了時、アンケートで選択肢「とても」「まあまあ」「あまり」「全く」の4件法で尋ねた。結果を表6に示す。

表6 選択式アンケートの回答結果 (N=32)¹⁴

	とても	まあまあ	あまり	全く
①プログラミングの楽しさ	28名 87.5%	4名 12.5%	0名 0.0%	0名 0.0%
②進んで学習したか	10名 31.3%	16名 50.0%	5名 15.6%	1名 3.1%

「①プログラミングの楽しさ」は、全員が肯定的な回答をしていたことから、ゲーミフィケーションの考え方を活用したことの有効性や、カリキュラムの2点目のねらい「プログラミングに慣れ親しみ、かつ探求的に学ぶ意欲を引き出す」が達成できたことがうかがえる。

一方で、「②進んで学習したか」については約2割の児童が否定的な回答をしていた。それらの児童の自由記述を確認すると、「はじめは不安や心配の気持ちでいっぱいだった」「さいしょはどうやってやるのかわからなかった」といった、カリキュラム初期の不安について、学習後に振り返っている点が共通している。カリキュラム初期において抱くような不安を取り除くことによって、学習後に「②進んで学習したか」について、より肯定的な回答を得ることができた可能性があるだろう。

5. 研究の成果と課題

本研究の成果は、計画から大きなカリキュラムの変更がなかったことなどから、開発したカリキュラムが実践可能であることが示唆されたことである。

本研究の課題は、成果の一般化に向けて、カリキュラムの詳細な分析を行うことである。本研究においては、各次の児童の様子とカリキュラム終了時の学習を振り返った感想による考察のみであった。情意面の評価だけではなく、児童がプログラミング教育を受けて、どのような資質・能力が向上したかについて、多様な分析を行っていく必要がある。

¹ 2017年12月24日現在の検索結果である。

² 各教科等の名称は、一致しやすいうえ省略して検索を行った。例えば、「国語科」の場合は「国語」で検索を行った。

³ 表1における各教科等の名称は、脚注2に示したように省略して検索を行った語句を表記している。ただし、「外国語活動」は「英語」、「特別活動」は「学級活動」等の名称も追加した検索結果を示している。また、表1における各教科等の一致件数については、明らかに重複した研究内容や、プログラミング教

育の実践研究でない、と筆者が判断できた検索結果については、除外している。

⁴ 平成29年6月に公表された小学校学習指導要領解説の総則編に記述されている「プログラミングの思考」(文部科学省2017b, p.85)の育成については、黒上・堀田(2017)のように各教科等における授業実践について報告されている例もある。しかし、後にも述べていくように、プログラミングの体験について、コンピュータの基本的な操作を身に付けさせることと併せてカリキュラムをデザインする実践研究の蓄積が必要であると考えため、本稿においては、児童がプログラミングを体験することに関する実践研究に着目していく。

⁵ 文部科学省(2017a)による定義は、「児童や学校、地域の実態を適切に把握し、教育の目的や目標の実現に必要な教育の内容等を教科等横断的な視点で組み立てていくこと、教育課程の実施状況の評価してその改善を図っていくこと、教育課程の実施に必要な人的又は物的な体制を確保するとともにその改善を図っていくことなどを通して、教育課程に基づき組織的かつ計画的に各学校の教育活動の質の向上を図っていくこと」(p.4)である。

⁶ 原文ママ。コミュニケーションロボット「Pepper」の開発ツール「Choregraphe」のことであると考えられる。

⁷ 7月までの在籍児童数が35名、8月以降の在籍児童数が33名であるため、このような表記にしている。

⁸ 表2における「直観性」「自由度」「難易度」は、4つのアプリを比較して筆者が評価を行ったものである。

⁹ デジタル大辞泉「シングルボード-コンピューター (single board computer)」の以下内容を参照。「一枚の回路基板にCPU・メモリー・各種入出力端子など、コンピューターとして動作する最低限の機能・部品を搭載したもの」

¹⁰ デジタル大辞泉「構造化プログラミング」の以下内容を元にした。「論理構造が明確で、わかりやすいプログラムを作成するための手法。(中略)プログラム全体を機能ごとに分割し、処理の手順を順次・選択・反復のみによって表すことを目指す」

¹¹ デジタル大辞泉「プロシージャ (procedure)」の以下内容を参照。「コンピューターのプログラムにおける処理単位の一。繰り返し行う一連の処理をまとめたもの」

¹² 「ゲーム」の強調の傍点は原文のまま。

¹³ 7月に実践を行ったため、脚注7に基づけば児童数は35名だが、欠席児童が1名いたために、全体数が34となっている。

¹⁴ 授業終了後に行ったため、脚注7に基づけば児童数は33名だが、欠席児童が1名いたため、全体数が32となっている。

引用文献

- 池田真乃 (2016) 「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- : 3. 国語科におけるプログラミングの活用」、情報処理 (一般社団法人情報処理学会)、Vol.57 No.12, pp.1226-1227
- 伊藤満里奈・森田裕介・齊藤貴浩・森秀樹・栗山直子・西原明法 (2016) 「小学校のプログラミング学習における批判的思考の影響に関する検討」日本教育工学会研究報告集、JSET16-3, pp.77-82
- 稲垣卓弥・阿部和広・山崎謙介・横川耕二 (2009) 「「教具」としての Squeak eToys とその小学校算数教育への適用」、社団法人情報処理学会 研究報告、CE-98(9), pp. 57-63
- 今井慎一・植野洋一郎 (2017) 「小学校理科の単元「電気の働き」を題材としたプログラミング教育教材の開発」電気学会研究会資料、CT、41, pp.7-12
- 上野美智恵 (2016) 「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- : 5. 国語科におけるプログラミングの活用 (2年生) -お話を楽しみ、表現し合おう-」、情報処理 (一般社団法人情報処理学会)、Vol.57 No.12, pp.1230-1231
- 上野山智・吉正健太郎・高田秀志 (2004) 「SqueakToys を活用した授業の実践と「総合的な学習の時間」への適応」、社団法人情報処理学会 研究報告、CE-75(5), pp.33-40
- 片山敏郎 (2017) 「総合的な学習におけるプログラミング教育

- カリキュラムのあり方」、日本デジタル教科書学会発表予稿集、Vol.6、pp.45-46
- 勝沼奈緒実 (2015) 「初等中等教育における ICT の活用」：8. 素人がプログラミング学習環境を作ってみた」情報処理 (一般社団法人情報処理学会)、Vol.56 No.4、pp.348-349
- キーボー島アドベンチャー <http://kb-kentei.net/>
- 黒上晴夫・堀田龍也 (2017) 「プログラミング教育導入の前に知っておきたい思考のアイデア」、小学館
- 小林祐紀・藤原晴佳・中川一史 (2017) 「小学校2年生・3年生を対象とした教科学習における小学校プログラミング教育の実践」、日本デジタル教科書学会発表予稿集、Vol.6、pp.67-68
- 佐藤和紀・荒木貴之・板垣翔太・斎藤玲・堀田龍也 (2017) 「小学校理科におけるプログラミング教育の効果の分析：第5学年「ふりこのきまり」を事例として」日本教育工学会研究報告集、JSET17-4、pp.115-120
- 佐藤和浩 (2010) 「学習指導要領移行期における小学校情報教育の取り組み」、情報処理学会研究報告 ISPJ SIG Technical Report、Vol.2010-Ce-103 No.18、pp.1-8
- 佐藤和浩 (2009) 「小学校中学年におけるロボット教材を導入した学習実践について・9 オの情報教育」、社団法人情報処理学会 研究報告、CE-98(16)、pp.105-111
- 澤本和憲・菊池佑太・山崎謙介・伊藤一郎・横山正 (2006) 「初等教育における創造的情報教育の授業デザイン—Squeak eToys による授業実践—」、社団法人 情報処理学会 研究報告、CE-83(11)、pp.77-83
- ジェイン・マクゴニガル (2011) 『幸せな未来は「ゲーム」が創る』(妹尾堅一郎監修、武山政直・藤本徹・藤井清美訳)、早川書房
- 杉山一郎 (2017) 「算数科×プログラミングの可能性を探る」、日本デジタル教科書学会発表予稿集、Vol.6、pp.35-36
- 竹原陽道・岡本秀輔・鎌田賢・米倉達広 (2010) 「ロボット制御プログラミング環境に対する小学校での使用評価」、情報処理学会論文誌 プログラミング、Vol.3 No.4、p.60
- 鶴田翔平・北澤武 (2017) 「総合的な学習の時間による小学校プログラミング教育の実践と評価：マインドストームを活用した学級担任による授業を通じて」、日本教育工学会研究報告集、JSET17-1、pp.249-254
- デジタル大辞泉 (「コトバンク」ウェブサイト内) <https://kotobank.jp/> (2018年2月15日確認)
- 西下義之 (2016) 「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-」：6. 小学校図工科におけるプログラミングの活用 -1年生の取り組みを通して-、情報処理 (一般社団法人情報処理学会)、Vol.57 No.12、pp.1232-1234
- 長谷川春生 (2017) 「小学校クラブ活動におけるプログラミングの実践と評価」、日本デジタル教科書学会発表予稿集、Vol.6、pp.77-78
- 長谷川春生・伊藤一成・竹中章勝 (2016) 「小学校コンピュータクラブにおけるプログラミング学習の実践」、日本デジタル教科書学会年次大会発表原稿集、Vol.5、pp.89-90
- 原田康徳・勝沼奈緒実・久野靖 (2014) 「公立小学校の課外活動における非専門家によるプログラミング教育」、情報処理学会論文誌、Vol.55 No.8、pp.1765-1777
- 深谷和義・宮地晶子 (2012) 「小学生向けプログラミング授業のための「プログラミン」利用の検討」、日本教育工学会論文誌、36(Suppl.)、pp.9-12
- 藤川大祐 (2016) 「ゲーミフィケーションを活用した「学びこむ」授業の開発」千葉大学教育学部研究紀要 64、pp.143-149
- 藤沼航・坂本弘志・松原真理 (2017) 「小学校3年生を対象にしたプログラミングの授業実践」、宇都宮大学教育学部教育実践紀要、第3号、pp.441-444
- プログラミング教育実践ガイド http://jouhouka.mext.go.jp/school/programming_zirei/ (2017年12月25日確認)
- 本郷健・山下成明 (1993) 「プログラム作成プロトコルによる思考過程の診断予測：小学校算数科における一考察」日本教育情報学会第9回年論文集、pp.84-85
- 松田孝 (2016) 「プログラミング教育必修化 小学校現場導入における年間指導計画づくりのための基本的視座—ビジュアル・プログラミング言語、その体系化の試み—」、日本デジタル教科書学会年次大会発表原稿集、Vol.5、53-54
- 水谷好成・岩本正敏 (2001) 「国語教育と技術教育」、電子情報通信学会技術研究報告、pp.39-44
- 三井一希 (2017) 「小学校国語科の「書く活動」へのプログラミング導入による学習効果」、教育システム情報学会誌、Vol.34 No.1、pp.60-65
- 三野たまき・村松浩幸 (2017) 「教員養成におけるプログラミング教育への試み：小学校家庭科の教材作りに関連して」、信州大学教育学部研究論集、第11号、pp.249-2557
- 森秀樹・杉澤学・張海・前迫孝憲 (2011) 「Scratch を用いた小学校プログラミング授業の実践：小学生を対象としたプログラミング教育の再考」、日本教育工学会論文誌、34(4)、pp.387-394
- 文部科学省 (2017a) 「小学校学習指導要領」 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2017/05/12/1384661_4_2.pdf (2017年12月25日確認)
- 文部科学省 (2017b) 「小学校学習指導要領解説 総合的な学習の時間編」 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2017/10/19/1387017_14_2.pdf (2017年12月25日確認)
- 文部科学省 (2017c) 「小学校学習指導要領解説 総則編」 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2017/07/12/1387017_1_1.pdf (2017年12月25日確認)
- 文部科学省 (2011) 「小学校道徳 読み物資料集」 http://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/doutoku/detail/1303863.htm (2018年2月15日確認)
- 文部科学省 (2015) 「情報活用能力調査」 <http://jouhouka.mext.go.jp/school/joukatu/index.html> (2018年2月13日確認)
- 文部科学省 (2008a) 「小学校学習指導要領解説 総則編」 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2009/06/16/1234931_001.pdf (2017年12月25日確認)
- 文部科学省 (2008b) 「小学校学習指導要領解説 国語編」 http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/fieldfile/2010/12/28/1231931_02.pdf (2017年12月25日確認)
- 谷田親彦・河野展大・磯部征尊・三根和浪 (2017) 「小学校図画工作科におけるプログラミングによる動的表現を取り入れた授業開発」、学校教育実践学研究 (広島大学大学院教育学研究科附属教育実践総合センター)、第23巻、pp.39-47
- CiNii Articles- 国立情報学研究所 <https://ci.nii.ac.jp/> (2017年12月25日確認)
- LightBot <http://lightbot.com/flash.html> (2018年2月12日確認)
- micro-bit <http://microbit.org/> (2018年2月12日確認)
- Microsoft MakeCode <https://makecode.com/> (2018年2月15日確認)
- Minecraft: Education Edition <https://education.minecraft.net/> (2018年2月12日確認)
- Minecraft: Education Edition(Code Builder) <https://education.minecraft.net/trainings/code-builder-for-minecraft-education-edition/> (2018年2月12日確認)

謝辞

本実践をするにあたり、日本マイクロソフト株式会社によるご支援をいただきました。心より感謝申し上げます。