

# Blockly Games を利用したプログラミング教育における 学習過程明確化のための操作ログ取得システムの開発

岡本 恭介

教科教育学域（情報科教育）

概要：情報教育における3つの目標の中のひとつである「情報の科学的な理解」の内容の中に含まれている「プログラミング」は小中学校と高等学校で必修化となっている。しかし、小学校では特定の教科で扱うようには指定されていないため、現場の教員が必要を感じていない部分がある。そこで、主に小学校プログラミング教育を推進し、プログラミングの学習者特性における学習過程を明確にするために、Web コンテンツである Blockly Games の操作ログを取得できるシステムを開発した。本システムを試行した結果、動作自体に大きな不具合は見られなかったが、積み上げられたブロックと出力されるテキストに乖離が見られたため、改善の余地があることが判明された。

キーワード：情報活用能力、プログラミング教育、学習過程、操作ログ、Blockly Games

## 1. はじめに

### 1.1. 背景

近年の先端技術の発展はめまぐるしく、ビッグデータの利活用やそれらを踏まえた AI の開発には目を見張るものがある。特に生成 AI の発展は社会で大きなインパクトを与えているが、生成 AI だけではなく先端技術を効果的に活用することが求められている。効果的に活用するためには、先端技術がどのような仕組みになっているのか理解することで、情報や情報技術の利用を適切に判断でき、有効な活用方法を考案できるだろう。このような先端技術の仕組みの理解、について学校教育に位置する部分として、文部科学省(2020)では、情報教育における3つの目標の中のひとつである「情報の科学的な理解」に該当している。そして、その「情報の科学的な理解」の内容の中には「プログラミング」が含まれている。学習指導要領上でプログラミングの学習内容が記されているのは、中学校技術家庭科の技術分野や高等学校情報科となっている。小学校でもプログラミングの学習は必修化されているが、特定の教科で扱うようには指定されていない。そして、特定の教科で扱うようには指定されていないため、現場の教員としてはプログラミング教育をどのよ

うに実施すればいいか、困難を要している。

### 1.2. プログラミング教育の課題

特定非営利活動法人みんなのコード(2023)の調査によると、小学校のプログラミング教育に重要性を感じていない教員の割合が37%ほどいる。このような結果になる理由としては、大きく3点が考えられる。

1点目はプログラミングを学ぶ機会が少なく、知識や技能が不足することで苦手意識が生まれ、重要性を理解できない、ということである。ただし、2022年度から教職課程を学ぶ学生においては「情報通信技術を活用した教育の理論及び方法」という授業が必修化されたため(文部科学省 2021)、この授業を学んでから教員になった場合は一定の知識や技能を取得し、重要性を理解していることが予想される。現職の教員においては、各自治体で研修を重ねることで徐々に重要性や知識、技能を身に付けることができると想定される。

2点目は学校における他の業務が忙しく、新しい内容を考えたり学んだりする機会が不足している、ということである。教員の業務の多忙化は社会問題となっているため、業務をスリム化するために校務の見直しや情報化が進められている。課題は多いが、地道に進めることで解消に向かうだろう。

3点目はプログラミング学習者の学習過程を把握しきれていないため、学習者への対応が困難になることで苦手意識が生まれ、重要性を理解できない、ということである。国語や理科などの現存する教科における学習過程は、これまでの知見や経験から、ある程度把握することができる。しかしプログラミング学習においては、知見や経験が少ないため、学習過程を把握することが困難である。これはプログラミングの学習者によって学習過程にどのような違いがあるのかを把握できれば、教師からの効果的なアプローチ方法を考案することができる。そして、効果的なアプローチ方法を示すことができれば、教師はプログラミング教育に自信を持って指導することができ、苦手意識を克服でき、重要性も理解できるのではないか。

以上の理由から、主に小学校プログラミング教育において、プログラミングの学習者特性における学習過程を明確にし、教師がプログラミング教育を推進できるような研究が必要と考えた。

## 2. 先行研究・目的

### 2.1. 学習者特性

日本教育工学会編(2000)によると、学習者特性とは「学習者の知的能力、パーソナリティ、学習方法、学習への興味・関心、学習に関わる信念・価値観、学習への感情・動機付けからなる」とされている。また山川ら(2016)は、学習者特性として、学習者の学習館と学習動機、精神的回復力を取り上げている。これらを心理学的な尺度で測定し、可視化できる情報システムを構築している。さらに松島・尾崎(2021)は、学習者特性として、自己調整学習方略、自己効力感、協働方略、学習の持続性、学習への積極的関与を取り上げている。そして、それらがオンライン授業に関する評価とどのように関連するのかを検討するために大学生を対象に調査を実施している。このように学習者特性は一義的ではなく、技術の発展によっても変化があり、多様な方面から学習との分析が進められている。

### 2.2. プログラミング教育の学習者特性

プログラミング教育における学習者特性について、今野ら(2006)は、プログラミング教育を行う上での学習意欲と学習者の性格特性の関係について検討している。また匂坂・渡辺ら(2009)は、プログラミング初学者を対象に二つの調査を実施し、学習方略と理解

度の面から学習者の傾向を掴むことを行い、これらの結果に基づき、支援ルールを作成している。このようにプログラミング教育と学習者特性に関する研究は進められているが、心理的な診断にとどまっており、プログラミングの学習過程との関連は明確にされていない。

### 2.3. 研究目的

近年はコンピュータから取得された学習に関するデータを用いて分析を行う、ラーニングアナリティクスという研究分野が出てきている。プログラミング教育においては、基本的にコンピュータを利用するため、システムを利用することでコンピュータを操作した履歴を取得できる。

そこで、本研究ではプログラミング教育の学習者特性における学習過程を明確化するための操作ログシステムの開発を行う。

## 3. システム開発

### 3.1. Blockly Games

操作ログを取得する上で、Blockly Gamesを対象としてシステム開発を進めることとした。Blockly GamesはGoogle社が開発したプログラミング学習ができるWebコンテンツである。Blockly Gamesを対象とした理由は、安藤ら(2019)によって、プログラミングに関する学びに対して有効と示唆され、Webコンテンツで今後も利用される可能性が高いと考えたためである。Blockly Gamesには「パズル」「迷路」「鳥」「タートル」「動画」「音楽」「ポンド・チューター」「ポンド」の8個のコンテンツが用意されている。今回はその中にあるビジュアルプログラミングを行える「迷路」を取り上げることにした。その画面構成は、図1のようになっている。左側の①部分は「実行結果パネル」で、組み合わせたプログラムを実行した際、実行結果が表示される部分である。中央の②部分は「基本ブロックパネル」で、組み合わせるための基本ブロックが表示されている部分である。右側の③部分は「プログラミングパネル」で、実際にプログラミングをする部分である。



図1 「迷路」のプログラミング画面

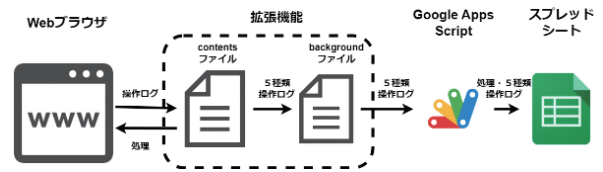


図2 システム構成図

3	2024-03-02T09:40:02.693Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja	omousedown	まっすぐ進むまっすぐ進む
4	2024-03-02T09:40:02.773Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja	クリック	まっすぐ進むまっすぐ進む
5	2024-03-02T09:40:08.984Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja	omousedown	まっすぐ進むまっすぐ進む
6	2024-03-02T09:40:13.793Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja&level=2&ski	クリック	まっすぐ進む左を向く・まっすぐ
7	2024-03-02T09:40:19.253Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja&level=2&ski	クリック	まっすぐ進む左を向く・まっすぐ
8	2024-03-02T09:40:21.041Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja&level=2&ski	クリック	まっすぐ進む左を向く・まっすぐ
9	2024-03-02T09:40:22.011Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja&level=2&ski	omousedown	まっすぐ進む左を向く・まっすぐ
10	2024-03-02T09:40:18.125Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja&level=2&ski	クリック	まっすぐ進む左を向く・まっすぐ
11	2024-03-02T09:40:27.115Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja&level=2&ski	omousedown	まっすぐ進む左を向く・まっすぐ
12	2024-03-02T09:40:32.471Z	g9999@本	href=https://blocky.games/maze/?lang=ja&level=3&ski	クリック	「まっすぐ進む」実行まっすぐ進む

図3 保存された操作ログ例

### 3.2. システム開発

開発環境として、Blockly Games は Web コンテンツのため、Chrome ブラウザの拡張機能を利用することにした。拡張機能では、基本的な情報や説明などを定められた形式で書く manifest ファイル、実際の動作をさせる contents ファイルや background ファイルなどを用意し、Chrome ブラウザにインストールすることで開発した機能を利用することができる。

操作ログとして、操作イベントによって、「イベント実行時の日時」「Web 上に保管した固定名」「アクセスした URL」「実行イベント」「イベント実行時のブロック状況」の 5 種類を取得することとした。「Web 上に保管した固定名」とは、ブラウザ上には保存できる領域があり、その領域に固定名を保存することとした。操作イベントとしては、「クリック」「右クリック」「マウス押下」となる。「クリック」はマウスを押下した後のマウスから指を離した時に実行される。また、「クリック」で見られることとして「基本ブロックパネルからブロックをドラッグしてプログラミングパネルへドロップ」「ブロック中の条件変更」となる。「マウス押下」で見られることとして「実行ボタンの押下」「リセットボタンの押下」「右クリック後の動作」となる。「実行時のブロック状況」とは、実行イベント時の組み合わせられているブロックのテキスト部分を取得するようにした。本システム構成図は図 2 のようになり、Web ブラウザと contents ファイルで操作ログを踏まえた処理を実施し、実行イベントにより、background へ 5 種類の操作ログが出力される。その 5 種類の操作ログは Google Apps Script を用いて処理され、Google スプレッドシート上に操作ログが出力・保存される (図 3)。

## 4. システム試行

### 4.1. 試行・分析方法

開発したシステムを試行する上で、①レベル 1 から 10 まで実施する②実施する上で、レベル 9 までは間違いが無いように進める③レベル 10 では複数の操作確認を行う、といった条件とした。

分析方法として、操作ログの状況を確認するために、プログラミングをしている画面の動画を録画した。その上で、操作イベントと相違ないか、想定している操作イベントに対して操作ログが取得されているか、さらにブロック状況が想定しているテキストに出力しているか、を評価することとした。

### 4.2. 試行結果

まず、本システムが停止することは無く、レベル 1 から 10 までの操作ログが取得された。取得された操作ログの行数は 82 であり、操作イベント数の内訳として、「クリック」が 60、「右クリック」が 1、「マウス押下」が 21 となった (表 1)。「クリック」における「基本ブロックパネルからブロックをドラッグしてプログラミングパネルへドロップ」が 37、「ブロック中の条件変更」が 4、「その他」が 19 となった。この「その他」の内訳としては「実行ボタン押下の次の動作」が 9、「次へ進むボタン押下の次の動作」が 1、「クリック確認の動作」が 1、「不明」が 8 となった。「マウス押下」における「実行ボタンの押下」が 11、「リセットボタンの押下」が 0、「右クリック後の動作」が 1、「その他」が 9 となった。「リセットボタンの押下」は 1 度行ったが、操作ログが取得できなかった。「その他」については「次へ進むボタン押下」が 4、「レベル 10 最初のボタン押下」が 1、「不明」が 4 となった。

ブロック状況に置いて、積み上げられたブロックと

出力されるテキストに乖離が見られた操作ログは82個中29個あり、重複しているものを抜くと、13個であった。

イベント	回数	内訳	回数
クリック	60	ドラッグ&ドロップ	37
		条件変更	4
		その他	19
右クリック	1		
マウス押下	21	実行ボタン	11
		右クリック後	1
		その他	9

表1 操作イベントの内訳

#### 4.3. システム評価・考察

本システムがバグによって停止することは無く、操作ログは一定の想定通りに取得することができた。

「クリック」についてはブロックをドラッグアンドドロップする操作と条件変更については問題なく動作していた。しかし、想定していなかった部分の操作ログが出力されており、クリックの動作がマウスを押下した後のマウスから指を離した時に実行される、マウスアップによるイベントのためだと考えられる。そのため、実行ボタンを押下した後のマウスアップで9回実行が見られた。ただし、全部の実行で操作ログが取得されたわけではなく、一定のタイミングによってイベントが実行されるものと考えられる。さらに、レベルの次に進む場合に表示されるボタンの押下した後にも見られる場合があり、出力された操作ログで分析を進める際は、プログラム上で制限するより、操作ログから判定する方が効率的だと考えられる。また、不明な動作が8回あり、プログラムの方のイベント判定で複数回実行されたものと考えられる。これは、人間が意図するマウスの操作では1回としていても、コンピュータ上では軽微な動作を複数回として判定する場合がある。このような判定を押さえることができないか、プログラム上での改善が必要である。

「マウス押下」における「実行ボタンの押下」「右クリック後の動作」については問題なく動作していた。しかし、リセットボタンを押下した際の操作ログが取得できていないため、まずはこの部分の改善が必要である。マウスを押下する際にイベントが反応する場

合は、ブラウザ上のボタンを押下する時のため、次のレベルへ進む際に表示されるボタンにも反応していた。ただし、このボタンを押下する場合に、タイミングによって判定されたりされなかったりするため、4回という回数となっている。また、不明な判定が4回あり、マウスを押下するタイミングと離すタイミングによってコンピュータの判定が変わっているものと考えられる。不明な動作を最小限にするように改善が必要である。

ブロック状況における、積み上げられたブロックと出力されるテキストの乖離とは、例えば、図4のようなブロックの場合、「「まで繰り返す」実行もし右に進めるなら ▼実行右を向くまっすぐ進む」となっている。これは、if文やif-else文にあたるブロックがある場合、同じような状況が起きている。特に複数のifやif-elseブロックを利用したり、入れ子で利用したりすると、想定とは違うテキストが出力される。理由としては、ブロックを積み上げた際にブラウザ側で出力されるHTMLコードの仕組みの動的な変化によるものである。改善するためにHTMLコードの解析を詳細に行い、テキスト出力への反映が必要である。

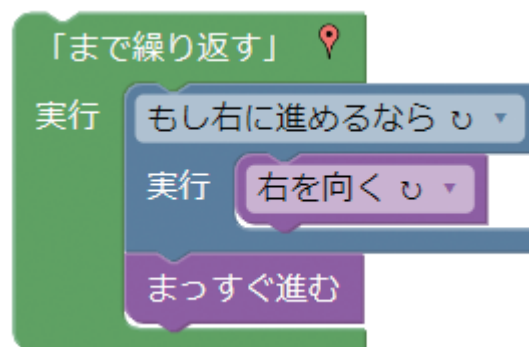


図4 ブロックとテキストが乖離している例

#### 5. さいごに

今後、抽出された課題を改善し、プログラミングの学習過程を明確にし、指導する際に生かすための方略作成を進めることが重要となるだろう。



## 参考文献

- 安藤明伸・岡本恭介・浅水智也・蘆田優 (2019) Blockly Games を用いたプログラミング教育導入の可能性. 日本産業技術教育学会第62回全国大会講演要旨集, 200
- 匂坂智子・渡辺成良 (2009) プログラミング初学者の学習方略と段階的理解度に関する調査および支援ルールの作成について. 教育システム情報学会誌 Vol.26, No.1, 5-15
- 今野紀子・土肥紳一・宮川治 (2006) プログラミング教育における学習者の性格特性と学習意欲の関係. 第5回情報科学技術フォーラム, 333-334
- 松島るみ・尾崎仁美 (2021) 大学生のオンライン授業に関する評価と自己調整学習方略および学習者特性との関連. 日本教育工学会論文誌 45(Suppl.), 5-8,
- 文部科学省 (2020) 教育の情報化に関する手引き―追補版―. [https://www.mext.go.jp/a\\_menu/shotou/zyouhou/detail/mext\\_00117.html](https://www.mext.go.jp/a_menu/shotou/zyouhou/detail/mext_00117.html) (参照日: 2024.1.4)
- 文部科学省 (2021) 教育職員免許法施行規則等の一部を改正する省令の施行等について (通知). [https://www.mext.go.jp/b\\_menu/hakusho/nc/mext\\_00030.html](https://www.mext.go.jp/b_menu/hakusho/nc/mext_00030.html) (参照日: 2024.2.29)
- 日本教育工学会編 (2000) 教育工学事典, 実教出版
- 特定非営利活動法人みんなのコード (2023) 「全国の学校教育における「2022年度 プログラミング教育・高校「情報I」実態調査」を公開」 <https://code.or.jp/news/20230809/> (参照日: 2024.1.4)
- 山川広人・たなかよしこ・小松川浩 (2016) 学習者特性を診断・可視化するシステムの開発と評価. 教育システム情報学会誌, 33(2), 104-109