

視覚支援学校のための低学年向けプログラミング教育支援システム

Programming education support system for lower grades for schools for the visually impaired

○ 高橋凌人, 加藤真琴, 羽柴歩夢, 菅原 研, 松本章代

○ Ryoto Takahashi, Makoto Kato, Ayumu Hashiba, Ken Sugawara, Akiyo Matsumoto

東北学院大学 教養学部 情報科学科

Department of Information Science, Tohoku Gakuin University

キーワード：視覚障害者(visually impaired person), ユーザビリティ(usability),
プログラミング教育(programming education),

連絡先：〒981-3193 仙台市泉区天神沢 2-1-1 東北学院大学教養学部情報科学科
菅原研, Tel/Fax:022-773-3306, E-mail: sugaken@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

1. はじめに

2017年に学習指導要領が改訂され、2020年度から小学校教育課程においてプログラミング教育が必修化されている¹⁾。この必修化は通常の小学校だけでなく、特別支援学校の小学部にも適用されており²⁾、視覚障害を持つ児童を対象とする教育課程内外においても、プログラミング教育が実施されている³⁾。

プログラミング教育は大きく分けて、プログラミング的思考に関する教育と、コンピュータプログラミングに関する教育がある。コンピュータプログラミングの学習において、通常の小学校では理解しやすいビジュアルプログラミング言語を用いる。しかし、視覚障害を持つ児童が、視覚情報を必要とするビジュアルプログラミング言語を用いることは困難である。そのため、直観的に理解しやすく、視覚情報に頼らないプログラミング教育環境の導入が必要である。

我々は2019年から宮城県立視覚支援学校の低学年の児童を対象としたコンピュータプロ

グラミング学習の支援を行ってきた⁴⁾。ビジュアルプログラミングブロックを実際に触ることができるリアルなブロックに置き換えることで、触覚情報によりプログラムを組むことができるシステムを構築した。リアルなブロックのプログラム内容をQRコードに埋め込み、それを読み込むシステムが提案されている。本稿では提案されたシステムの概要とそのシステムを運用する中で見えてきた問題点の改良、それをを用いて実践した授業内容について報告する。

2. システム概要

提案されたシステムは、マイコンボードとプログラムブロック、プログラミングボードで構成されている。

マイコンボードは、音や動きなどの視覚に頼らない出力が可能なmicro:bitを使用する。広く普及していることから資料も多いというメリットがある。プログラミングエディタはMicrosoft MakeCodeを使用する。Scratchと

同様のビジュアル言語である上、JavaScriptにも直接変換できるため、本研究で用いるマイコンボードとして最も適したものと判断し導入した。

プログラムブロックはLEGO社のDUPLOを使用する。通常のレゴブロックの2倍の大きさであるため、低学年児童も扱いやすいサイズである。プログラムブロックの正面には文字と点字のシールを貼り、児童と教員はともにブロックの役割を読み取ることができる(Fig. 1)。右側面にJavaScriptのプログラムが埋め込まれたQRコードを貼り付ける。このプログラムブロックを順に重ねることでプログラムを作成する。



Fig. 1 プログラムブロック

プログラミングボードはプログラムブロックのQRコードの内容を順に正しく読み取るためのボードである(Fig. 2)。サイズは465mm × 350mm × 50mmである。QRコードリーダー、読み取り位置をDUPLOブロックのサイズだけスライドさせるためのスライダー、プログラムブロックの最初の位置を固定するための起点ブロックが配置されている。また、micro:bitへプログラムをダウンロードするためにPCを必要とする。



Fig. 2 プログラミングボード

プログラミングする手順を以下に述べる。Scratchなどと同様にブロックを並べることでプログラムを作成する。それを起点ブロックにつなげ、順にQRコードリーダーで奥から手前に1つずつスライドして読み取る。この作業を最後のブロックまで繰り返す。

読み取ったプログラムコードはPC内のプログラムに送られ、コード番号からJavaScriptのプログラムへ変換される。変換されたJavaScriptのプログラムは、エディタであるMakeCodeを介してmicro:bitへダウンロードされる。

3. 運用する中で見えた問題点

提案されたシステムを導入して実際にプログラミングの授業をする中で、見えてきた問題点が2つある。①プログラムブロックに貼り付けるプログラムが埋め込まれたQRコードに自由度がない点と、②視覚障害を持つ児童のプログラムブロックの判別方法が点字を読む方法だけである点である。

① QRコードの自由度がない

QRコードのサイズはDUPLOブロックの右側面に貼り付けるため縦幅19.2mm以内に収める必要がある。埋め込むプログラム内容が多いほどQRコードの解像度が増し、QRコードリーダーが正確かつ確実に読み取れない問題が発生した。さらに、QRコードはあらかじめプログラムブロックに貼るため、コードの内容に誤りがあったとしても修正するにはQRコードを貼りなおす必要があり、即時修正が困難であった。

② ブロックの判別に点字しか使えない

点字のみのプログラムブロック判別方法について、点字の読めない児童はブロックの判別ができない。そのため、協力者による説明が必要であった。

4. 改良

挙げた2つの問題点の改良方法を述べる。

① QRコードの自由度を上げる

JavaScriptのプログラムコードを直接QRコードにしていた方法から、JavaScriptのプログラムコードにそれぞれコード番号を対応付け、このコード番号をQRコードにする方法を導入した。

② 音声案内の導入

ブロックを判別する方法として、プログラムブロックをQRコードリーダーで読み取った際にブロックの内容を音声で教えてくれるシステムを導入した。点字が読めない児童でも音声でブロックの判別をすることができる。

システムには、プログラムブロックを判別するためにQRコードを読み取ったら音声を出力させる機能と、プログラムブロックのJavaScriptのプログラムを読み取る機能の2つがある。コード番号からJavaScriptのプログラムコード、音声ファイルに変換できるようにデータベースで管理をした(Table. 1)。

Number	JavaScript	Voice
1	<code>if(input.buttonIsPressed(Button.A)) {</code>	もし、A
2	<code>for (let index = 0; index < 2; index++) {</code>	くりかえし2回
3	<code>music.playTone(262, music.beat(BeatFraction.Whole))</code>	音を鳴らす
4	<code>pins.servoWritePin(AnalogPin.P0, 100)</code>	モーターを回す

Table. 1 コード番号の対応付けの例

QRコードリーダーでQRコードを読み取る際、同一のコード番号のため変換先がプログラムコードであるか音声ファイルであるかが判断できず2つのシステムが競合してしまう。そのため機能の切り替えをする必要がある。機能の切り替え方法は以下のとおりである。

- ・ 音声を出力する機能

プログラムブロックをQRコードリーダーで読み取った際、コード番号からブロックに対応した音声に変換して出力する。

- ・ ブロックのJavaScriptコードを読み取る場合

「プログラム始め」と「プログラム終わり」というプログラムブロックを使用する。「プログラム始め」のQRコードを読み取ると、次から読み込まれるプログラムブロックのコード番号がJavaScriptのコードに変換され書き込まれる処理が起動する。「プログラム終わり」のQRコードを読み取ると、書き込まれたプログラムが自動的にMakeCodeに送られた後micro:bitにダウンロードされる処理が起動する。そのためプログラムを作成する際、並べたプログラムの最初には「プログラム始め」、最後には「プログラム終わり」というプログラムブロックを必ずつける必要がある。

5. 授業で使用した教材

今年度、宮城県立視覚支援学校にて5回のプログラミングの授業を実施した(Fig. 3)。対象となる児童は小学部に在籍する1年生予2年生の児童2名である。「順序、条件分岐、繰り返しを理解する」ことを授業の目標とした。

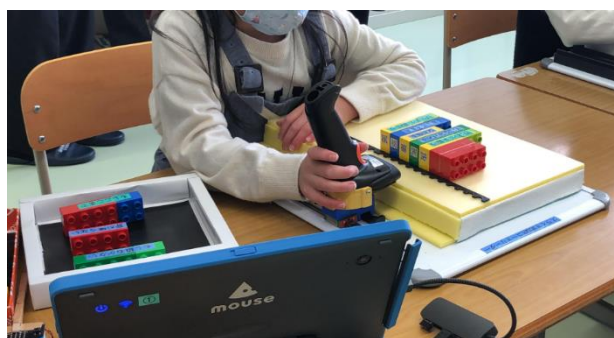


Fig. 3 授業中の様子

順序と繰り返しを理解するために、車ロボットが決まったルート通りに動くように命令をする内容を授業教材とした(Fig. 4)。指で触ることで道を確認できるボードを使ってスタートからゴールまでのルートを考え、「前に進む」、「右を向く」、「左を向く」を順番通りに並べて

実行することで、順序を理解できると考えた。また、「前に進む→右を向く」という命令を4回繰り返すと1周まわるということからプログラミングの「繰り返し」について学習した。

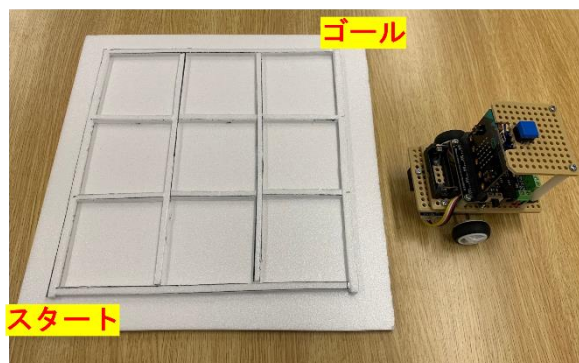


Fig. 4 教材として用いた移動ロボット

条件分岐を理解するために自動販売機のシステムのプログラミングを授業教材とした。飲み物の値段分お金を入れてボタンを押すと飲み物が出てくるというシステムは条件分岐を学習できると考えた。

6. 評価

評価として、授業中の児童の様子や授業後の担任の先生にアンケート調査を実施した。

システムに関して、「音声で教えてくれることが分かりやすかった」「点字を読める児童でも音声で確かめる方が分かりやすいと思う」という音声補助に関する回答をいただいた。音声補助によるプログラムブロックの判別の誘導は有用であったと考える。

教材に関して、授業中の生徒の様子から、どの授業も楽しんでプログラミングを学習している様子であった。さらに授業後のアンケートでは、「楽しかった」や「またやりたい」という言葉をいただいた。また、自動販売機を授業教材に取り入れたが、視覚障害を持つ児童にとってはあまり身近なものではなく、理解が難しい場面があった。

7. まとめと今後の課題

QRコードを番号にして管理することでQRコードを小さく、低解像度ですぐに編集することが可能になり自由度が増した。また、プログラムブロックに対応する音声を出力する音声補助機能により、触覚のみならず聴覚を用いたより容易なプログラミングができる環境が構築された。

今後の課題として、他教科との関連性が挙げられる。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行うことが求められている。学習指導要領の内容に合わせながら、低学年児童が学習する教科とプログラミング学習の連携を強めた教材にする必要がある。また、児童が作成したプログラムの誤りを検知する機能が実装されていないため、授業の協力者が間違いを指摘する形になっている。プログラムの誤りを検知して児童に知らせるシステムが求められる。

参考文献

- 1) 文部科学省:「小学校学習指導要領(平成29年告示)解説総則編」
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_001.pdf
- 2) 文部科学省「特別支援学校教育要領・学習指導要領解説総則編(幼稚園・小学部・中学部)」
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/02/04/1399950_3.pdf
- 3) 文部科学省「特別支援教育におけるプログラミング教育への期待」
https://www.soumu.go.jp/main_content/000497004.pdf
- 4) 高橋 幹太, 菅原 研, 松本 章代: 視覚障害者向けプログラミング環境の試作, 情報処理学会東北支部研究会 2-1 (2019)