

視覚障害児のプログラミング授業に 3D プリンタを用いる提案

A Proposal to Use 3D Printers in Programming Classes for Visually Impaired Children

松本 章代, 菅原 研

Akiyo MATSUMOTO, Ken SUGAWARA

東北学院大学教養学部

Faculty of Liberal Arts, Tohoku Gakuin University

Email: akiyo@mail.tohoku-gakuin.ac.jp

あらまし: 視覚障害がある児童にプログラミングの授業をおこなう場合、既存のプログラミング環境を利用することは困難である。そこで我々は全盲の児童にもプログラミングができるシステムを独自に開発した。QR コードと点字を貼ったブロックを用いてプログラミングをおこなう仕組みである。本研究ではそのブロックで作成したプログラムを 3D モデルに変換して 3D プリンタで出力するシステムを構築する。本システムによって視覚障害児も健常児と同じように図形を描画するプログラムを作成し、実行結果を確認することが可能となる。

キーワード: 視覚障害, 小学校, プログラミング教育, 3D プリンタ, STEM 教育

1. はじめに

平成 29 年度の調査結果⁽¹⁾によると、視覚障害のある児童のうち、盲学校（視覚特別支援学校）に在籍する児童は 574 名、弱視特別支援学級の児童は 413 名、通級による指導の児童は 176 名となっている。障害者権利条約に示されているインクルーシブ教育システム構築の流れのなかで、ここ十数年における盲学校の児童数は減少傾向にあり、特別支援学級や通級による指導で学ぶ児童数は増加傾向にある。

一方、2020 年度より小学校においてプログラミング教育が始まっている。障害が視覚のみの児童生徒は、学習指導要領に準ずる教育を受けることになっているため、プログラミングを学ぶ必要がある。しかし、子どものプログラミング教育において一般的に用いられているビジュアル型言語によるプログラミングは、視覚に大きく依存する形で行われるため、既存のプログラミング環境を利用することは困難である。

そこで我々は全盲の子どもたちにもプログラミングができるシステムを独自に開発した⁽²⁾。QR コードと点字を貼ったブロックを用いてプログラミングをおこなうことにより、micro:bit を制御する仕組みである。このシステムは入手が容易な市販製品を組み合わせで作成しており、かつ電子回路などの知識や半田付けなどの技術が無くても現場の小学校教員が再現可能である。そのため、現場における導入コスト（費用・手間）を抑えることができ、普及のしやすさがメリットであると言える。一方、プログラムを動かすための装置として micro:bit を採用しているため、（視覚に頼らない）出力装置としてはスピーカーやモーターに限られており、画面に図形を描画するようなプログラムには対応していない。たとえば小学 5 年生の算数の教科書に掲載されている「多角形を描くプログラム」を扱うことは難しい。

そこで本研究では、プログラムから 3D モデルを作成し、3D プリンタで出力することで 2 次元図形を描くシステムを構築する。本システムによって視覚障害児も健常児と同じように図形を描画するプログラムを作成し、実行結果を確認することが可能となる。

2. 既存システムとの比較

プログラムで 3D モデルを作成することを「スクリプトモデリング」といい、たとえばモデリングソフトの Blender を利用し Python でモデルの作成をおこなうことが可能である⁽³⁾。ただし、Blender や Python の知識・経験がある程度必要であり、未経験者や小学生が容易にできるものではない。

一方、我々の提案するシステムは、3 次元の図形は作成できない。作成できるのは 2 次元の直線（厚さ 1mm、幅 2mm）を組み合わせた図形である。本システムは出力装置として熱溶解積層方式の 3D プリンタを想定しており、モデルの厚さを 1mm にすることで短時間（数分間）で出力可能となることから授業で利用することができる。また、小学生には 3 次元空間の座標を扱うことは難しいと思われるため、2 次元の図形を描画するプログラミングを Scratch のような簡単な命令で提供することに意義があると考えている。

3. 開発システムの概要

開発システムの構成およびプログラムの実行手順について述べる。

3.1 開発システムの構成

本研究で提案するシステムは、①QR コードと命令（点字・墨字）を貼ったブロック、②読み取った QR コードから STL ファイルを生成するウェブサービス、③QR コードを読み取るための PC とバーコー

ドリーダ, ④3D プリンタ, から構成される。

3.1.1 命令ブロック

上記①を本稿では「命令ブロック」と呼ぶ。

命令ブロックの作成にあたり, おもちゃのブロックとして市販のアーテックブロックを採用している。類似品でも基本的に問題ないが, アーテックブロックは他のブロックと比較し, 命令ブロック同士を結合したときにばらばらになりにくく扱いやすいという特徴がある。

命令ブロックに貼られた QR コードは UCB Logo の Turtle Graphics⁽⁴⁾に準拠したソースコードとなっている。QR コードのシールはテプラで作成している。

命令ブロックに貼る点字は, Scratch (日本語) の表記を参考にしつつ, できるだけ簡潔な言葉になるよう配慮した命令文である。

さらに晴眼者がわかり易いように点字の元の文字もテプラで作成して貼っている。Scratch のように, ブロックの色も命令のタイプごとに分けている。

3.1.2 プログラミング教材例

本システムにおいて, 図形を描くためのサンプルプログラムを図 1 に示す。(A)の命令ブロックの QR コードを読み込んだものが(B)の Turtle Graphics のソースコードである。命令ブロックを組み立てる際には図 1 (A)のように範囲(スコープ)を意識してブロックをずらしてはめ込むことを想定している。

3.1.3 STL ファイルとは

STL ファイルとは, 3D プリンタで用いられるファイルフォーマットの 1 つである。3D モデルを多数の三角形のみで表現するファイル形式であり, 三角形の頂点の座標と法線ベクトルによって定義した三角ポリゴンで構成される。

3.1.4 変換システム TTL2STL

TTL2STL は我々が開発した Turtle Graphics のソースコードを 3D モデル (STL ファイル) に変換するウェブサービスである。

現在は, ペンの上げ下げ (penup, pendown), 直線移動 (forward), 進行方向の設定 (left, right), 繰り返し (repeat) の 6 種類の命令にのみ対応している。

3.2 プログラムの実行手順

命令ブロックで作成したプログラムを実行するには以下の手順を進める。

1. バーコードリーダーを PC に USB 接続し, TTL2STL の入力フォームの中に QR コードを読み込んでいくと Tutle Graphics のソースコードが入力されていく。
2. 入力がひととおり終わったら, Download ボタンを押すと STL ファイルがダウンロードされる。
3. 3D プリンタで STL ファイルを出力する。

3.3 授業の実施スタイル

本システムは視覚障害の有無にかかわらず利用可能である。3.1.1 節で示した命令ブロックは, Scratch

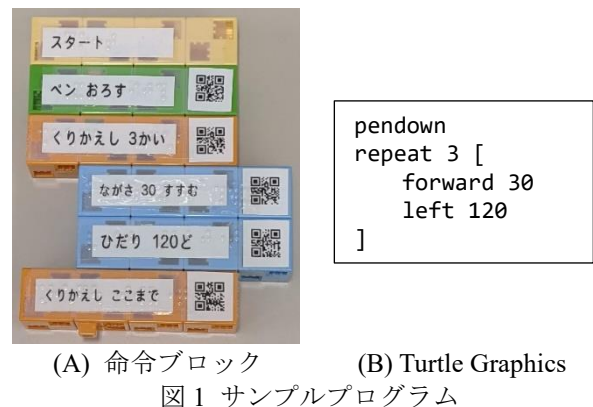
のペン機能と同等のプログラムを作成できる。画面描画を利用したプログラミングの授業を同じ内容で行うことが可能である。

したがって, 視覚特別支援学校や弱視特別支援学級のみならず, 通常の学級で障害のない児童と一緒に学習することも可能である。その際, 障害のない児童は Scratch を使っても問題はないが, STEM 教育が推進されている現代においてはすべての児童にとって 3D プリンタを利用する機会はむしろあった方がよい。ゆえに, 本システムを用いて障害のある児童とない児童と一緒に学習することができればより有意義であると考えられる。

4. まとめ

本研究では, 視覚障害のある児童が図形を描画するプログラムを作成し, その実行結果を 3D プリンタで出力できるシステムを構築した。このシステムを利用し, 小学校のプログラミングの授業に 3D プリンタを用いることを提案する。

今後は, 本システムを用いて宮城県立視覚支援学校小学部において実際に授業をおこなう。そして小学部の先生方とともに本システムを用いた授業内容の検討をおこなっていく。



謝辞

本研究は, 学校法人東北学院共同研究助成金の支援を受けました。

研究にご協力いただきました宮城県立視覚支援学校の教職員の方々に深く感謝いたします。

参考文献

- (1) 全国盲学校長会: “新訂版 視覚障害教育入門 Q&A”, ジアース教育新社 (2018)
- (2) 松本章代, 高橋幹太, 菅原研: “視覚障害をもつ子ども向けプログラミング環境の開発”, 日本教育工学会研究報告集, Vol.19, No.5, pp.143-148 (2019)
- (3) 大西武: “Blender ユーザーのための Python 入門”, シーアンドアール研究所 (2021)
- (4) Cynthia J. Solomon, Seymour Papert: “A case study of a young child doing Turtle Graphics in LOGO”, In Proceedings of the June 7-10, 1976, national computer conference and exposition, pp.1049-1056 (1976)