

視覚特別支援学校における 10 キープログラミング教材の評価

Evaluation of Numeric-key Programming Materials in Visual Special Needs Schools

月野 駿佑[†]木室 義彦[†]家永 貴史[†]

Shunsuke TSUKINO Yoshihiko KIMURO Takafumi IENAGA

1. はじめに

今日の情報社会では、児童生徒もプログラミングを経験し、コンピュータでできることできないことを体験することが重要である[1]。2020 年からは小学校においてプログラミング教育が必修化され、順次、中学、高校とプログラミング教育が展開されている。しかし、初学者向けはビジュアルプログラミング言語がほとんどであり、視覚障害のある児童生徒には利用困難であった。

これに対し我々は、10 個の数字キーのみでプログラミング可能な移動ロボット教材を開発してきた[2]。この教材は、晴眼盲弱の区別なく使用できるだけでなく、各種センサや無線通信、データロギングを可能とし、小中高で利用可能なものとなっている[3]。しかし、学校現場での教材利用は未検証であった。このため、全国の視覚特別支援学校にプログラミング教材を提供、授業等を実施してもらい、教材に対するアンケート調査を行った。ここでは、その詳細について報告する。

2. PC を使わない micro:bit プログラミング

2.1 micro:bit と 10 キープログラミング

micro:bit は、小学校高学年向けに設計されたマイコンボードであり、ボタンや LED といった入出力機能の他に、加速度、磁気、光、温度センサ、無線通信機能を標準搭載している。この micro:bit にキーボードを接続し、テキストプログラミングを行う。プログラミング対象としては、移動ロボットを基本とし、前進後退、左右回転、BEEP 音の基本命令を[5]キーとその上下左右に、繰返しや条件分岐の制御命令は、残りの 5つのキーに配置しており、FOR 文、IF 文、WHILE 文を記述できる(Figure 1)。

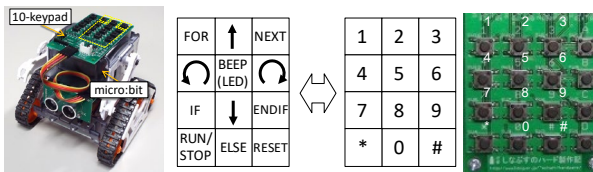


Figure 1 micro:bit with numeric keypad & commands

2.2 micro:bit とセンサ

micro:bit や移動ロボットに搭載されている各種センサも 10 キーから選択できる(Figure 2)。キー配置は、センサの物理的または意味的な位置と一致させている。micro:bit 基板左右の A, B ボタンと中央の光センサ (LED アレイ) は、キーボード中段に、磁気センサと加速度センサは、[5]キーの上下に配置している。温度センサは、最下段である。ロ

ット前方の超音波センサは、キーボード前方左右および残りの 2つのキーに配置している(Figure 2 網掛け部分)。

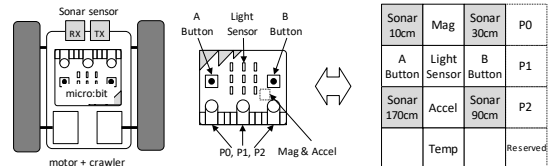
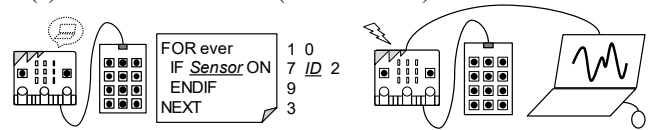


Figure 2 Sensor layout on numeric keypad

2.3 micro:bit とデータロギング、無線通信

教材に搭載のすべてのセンサは、ロギング可能となっている。モード設定コマンド ([#]+[0]+[5]) をタイプするだけで、IF 文の実行と同時にそのセンサデータを USB ポートから出力し、併せて micro:bit のフラッシュメモリにも記録する。センサを用いる最も簡単なプログラムは、Figure 3 (a) に示す 4 行のコード(7つの数字列)である。



(a) Programming

(b) Radio & logging

Figure 3 Data logger and radio with micro:bit

micro:bit の無線通信もモード設定で実行できる。モードは、無線機能の起動 ([#]+[0]+[3])、および送信側設定 ([#]+[0]+[2]) のみである。これにより、入力されたプログラム中の IF 文に現れるセンサデータを複数の micro:bit 間で送受信することができる(Figure 3 (b))。

以上のシステム開発には Arduino IDE と Nordic Semiconductor nRF5 based boards ライブラリを用い、micro:bit の v1.5 と v2.0 の両方に対応している。

3. 視覚特別支援学校における教材の評価

3.1 調査対象と提供資料

全国の視覚特別支援学校 62 校に対して、教材提供の手紙や全国盲学校校長会を通じた教材の紹介、全日本盲学校教育研究大会での教材デモ等を通じ、2023 年および 2024 年、教材を希望された 42 校の視覚特別支援学校に試験提供した。提供した資料は、(1) プログラミングロボット 1 台 (追加希望には、別途対応)、(2) コマンド一覧表 (A4 用紙 2 枚)、(3) プログラミング説明書 (教材の使用方法を口語で記述した読み物 (A4 用紙 10 枚)) のみである。我々開発者による教材のレクチャなどは一切行わず、現場の教員が独力で教材を使用することを前提とした。

この試験利用に対し、各年度の 12 月に児童生徒および教員に対するアンケート調査を依頼した。質問項目は、児童生徒に対しては、プログラミング経験の有無、ロボットプログラミングの楽しさと難易度、ボタン操作の難易度、

[†] 福岡工業大学 Fukuoka Institute of Technology

教材の面白かった・良かった点、教材の感想（自由記述）とした。一方、教員に対しては、プログラミング経験の有無と使用言語・教材、本教材を利用した学年・科目や使用した教材の機能、教材に関する感想・改善点、学校でのプログラミング教育の現状を自由記述で回答してもらった。

3.2 集計結果

3.2.1 集計概要

2025 年 4 月末時点でアンケート回答は 28 校、回答者は、児童生徒 80 名、教員 37 名であった。児童生徒の回答者の内訳は、小 1～小 3 が 10 名、小 4～小 6 が 36 名、中学 15 名、高校 13 名、専攻科 5 名、未記入 1 名であった。内、全盲 30 名、弱視 50 名、性別は、男 44 名、女 32 名、未記入 4 であった。教材をプログラミング初学者向けと説明していたことから、小学校高学年での利用が最も多かったが、他の学年でも広く使用されていた。なお、プログラミングについては、児童生徒の半数が学校や自宅で経験していた。一方、教員は、校種が小学校 20、中学 4、高校 7、未記入 6、障害の別では、晴眼 27 名、盲 2、弱 2、未記入 6。性別では男 24、女 8、未記入 5 であった。プログラミング経験については、回答者の 4 割弱（14 名）がプログラミング未経験者であった。

3.2.2 プログラミングの難易度と学齢・障害の別

プログラミングを「楽しい」と回答した児童生徒は、全体の 87.5%。「やや楽しい」を含めると 98.8%であり、これまでの晴眼児童生徒の場合と同じ傾向であった。これに対し、プログラミングに感じる難易度は、学齢や障害により差が見られた (Figure 4)。弱視より全盲の児童生徒の方が外部から得られる情報が少ないことから難易度は上がる傾向にあるが、難易度は学齢に反比例しておらず、小学校低学年と中学、高校生に難しいと感じる児童生徒がいる。

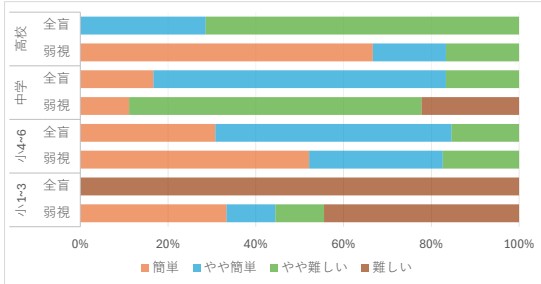
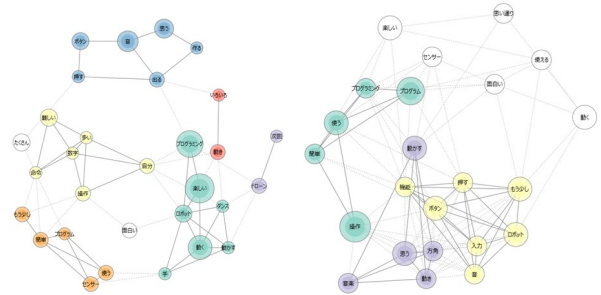


Figure 4 Programming difficulty by grade level and disability

これについて、学齢別、障害別で自由回答を共起ネットワークで解析したところ違いが現れた (Figure 5)。低学齢児は、動かせる＝簡単と判断しているようだが、高学年になると、自分の考えた通りに動かせたか、プログラムの内容やセンサをちゃんと理解しているかなど、より深く「難しさ」を判断していることが示唆された。しかし、全学齢を通して、難しくてもプログラミングは楽しいと感じていたことから、小中高と継続した学びにつながると思われる。また、面白かったところとして、動き(65)や音(49)、操作が簡単(46)、センサ(32)の他、友だちや先生と一緒に学べた(41)ことが挙げられていた。全盲弱視の児童同士の学びあいが見られたとの報告もあり、プログラミングの結果を児童生徒や教員とで共有することも重要と考えられた。



(a) Elementary School grade 4-6 (b) High School Students
Figure 5 Co-occurrence network by grade level

3.2.3 教員による教材評価

Table 1 は、教員が用いた機能と今後教えたいという機能である。移動や音の基本命令、反復命令の後、IF 文やセンサ、無線機能へとステップアップしたいと考えている。また、教員の感想では、PC のスキルを必要とせず、ロボットの命令を移動や音として即座に確認できること、盲弱の別なく小中高まで幅広く利用可能なことを評価していた (Figure 6)。特にプログラミング未経験の先生も含めて、語り口調の説明書で簡単にプログラミング学習の導入が行えたこと、学齢に応じた仮名混じり文や点字に直すことで児童生徒自身で自習できたことを評価していた。

Table 1 Functions

機能	今回	今後
移動命令	23	9
音命令	22	12
有限ループ	20	10
基本命令	18	8
無限ループ	13	10
IF 文	11	11
センサ	11	15
無線	3	9

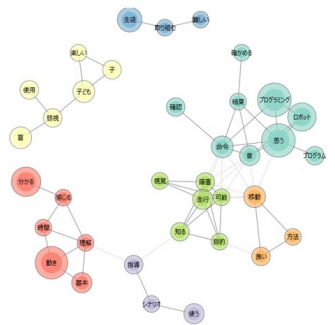


Figure 6 Impressions by teachers

4. おわりに

全国の視覚特別支援学校にプログラミング教材を提供し、教材の有用性や課題について調査を行った。この結果、児童生徒にとってプログラミングを楽しく学べること、プログラミング未経験の教員でも指導可能なこと、中学校技術や高校情報で利用可能なことが確認された。なお、ロボットの回転角度を正確にできると小学校の算数（正多角形を描く）に使えるとの意見があり、これについては、回転角度調整可能なファームウェアの改良を進めている。

今後は、引き続き、中学、高校向けのカリキュラムの作成や追加機能の検討などを小中高の教員と協力しながら進める予定である。なお、本研究は、文科省科研費(23K02826)によるものである。

参考文献

[1] 安浦, "情報技術を社会常識にするためには", 情報処理, Vol.40, No.1, pp. 47-49, 1999.
 [2] 木室他, "晴眼盲弱を区別しない, PC を使わない micro:bit プログラミング環境の提案", 情報教育シンポジウム SSS2021, 2021.
 [3] 木室他, "micro:bit PC -10 キープログラミングによるデータロガーと無線通信-", 第 85 回情報処理学会全国大会, 2023.