

10 キープログラミング教材による地域 ICT クラブの実践

木室義彦^{†1} 牟田口幸紘^{†2} 酒井洋一^{†3} 家永貴史^{†1}

概要: 我々は、晴眼盲弱を区別しない教育用ロボットプログラミング教材を開発している。この教材を用い、島原市において地域 ICT クラブ活動を実施した。このクラブの対象者は、地元の小学校 1 年生から 6 年生であった。全員が同じカリキュラムを受講し、活動を行った。この活動中、一般の視覚障害者との交流も実施することができた。この論文では、ロボットプログラミング教材および地域 ICT クラブの活動について報告する。

キーワード: 10 キープログラミング, 視覚障害, ロボットプログラミング, ICT クラブ

Numeric key programming material and Regional ICT club activity

Yoshihiko Kimuro^{†1} Yukihiro Mutaguchi^{†2} Yoichi Sakai^{†3} Takafumi Ienaga^{†1}

Abstract: We have developed a new and easy programmable robot kit, which can be used by visually impaired. Using the robot kit, we have made a robot programming club for school children at Shimabara city. In this paper, we will show both the detail of our robot kit and results of the robot programming club.

Keywords: numeric key programming, visually impaired, robot programming, ICT club

1. はじめに

今日の情報化社会では、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]。これは、障害の有無を問わない。しかし、初学者向けプログラミング教材は GUI を用いるものが多く、全盲弱視の児童生徒には利用不可能なものが多いとあった。また、文科省は 2020 年度から小学校でのプログラミングを必修化するが、課題は山積している[2]。盲学校に限らず、PC やタブレット、スマートフォンの利用が機材や指導者のスキルの観点で容易ではない学校現場では、より簡単な、晴眼盲弱も区別しないレベルで利用可能なプログラミング教材が必要と我々は考えている。

これまで我々は、視覚障害のある中高生を対象としたプログラミング教材を開発し、その有効性を確認してきた[3]。また、全国の盲学校へのアンケート調査により、盲学校小学部でプログラミング教育を行う場合もロボット教材が有用との示唆を得た[4]。これらに基づいて新たなプログラミングロボット教材を設計、開発してきた。本報告では、この教材の仕様と直感的な操作という特徴について、報告する。また、小学校でのプログラミング必修化に伴い、地域における ICT 教育のモデル事業が、複数の省庁により実施されている。本報告では、新たに開発したプログラミング教材を用い、実際に小学生に対し、地域 ICT クラブとして実践を行ったので、その内容について報告する。

2. コンピュータの動作原理とプログラミング教育

我々は、簡単なプログラミング教材を開発しているが、その目的は、プログラミング言語の教育ではなく、コンピュータの動作原理を教えることである。すなわち、コンピュータはプロセッサとメモリとで構成され、メモリに記憶されたプログラムをプロセッサが読み出し、実行する、というものである。これにより、コンピュータはプログラムされたとおりに動作するし、間違ったプログラムは、間違ったとおりに動作する。人間がプログラムできないことは、コンピュータもできない。児童生徒は、プログラミングを通してこれらを体験、理解することができる。

初等中等教育で用いられるプログラミング言語は、Scratch のようにマウスを用いてブロックを操作するといったビジュアルプログラミングと呼ばれるものが多い。文科省の「小学校プログラミング教育の手引き (第二版)」にも同様の記述がある[5]。この手引きでは、テキスト型プログラミング言語について、キーボード操作や言語の文法の理解、ある程度の授業時数や児童自身の強い興味・関心が必要とも記述しており、テキストプログラミングの障壁として広く認知されているといえる。佐藤は、文献[6]で、アルファベット (英単語) を用いるテキスト型プログラミングは、ローマ字を習い始める小学校中学年 (3, 4 年生) が導入時期と考察している。

以上のような障壁を解消とするビジュアルプログラミングの謳う簡単さの要因として、Bau らは、以下の 3 つを挙げている[7]。

^{†1} 福岡工業大学 Fukuoka Institute of Technology.
^{†2} (株)ケーブルテレビジョン島原 Cable Television Shimabara
^{†3} 島原ソフトウェア(株) Shimabara Software Corp.

1. コマンドは暗記ではなく選択が容易
2. プログラムの構造をブロックで理解可能
3. 上2つの結果として文法エラーが生じにくい

しかし、この特徴は、コンピュータの動作原理を教えようという我々の目的には適さないと考えている。コンピュータがプログラムされたとおりに動作することを理解するには、アルゴリズムのミスやキー入力ミス、文法ミスを生じにくいようにするのはなく、そのミスの結果としてコンピュータの動作を体験できた方が良く考える。また、初学者の障壁と考えてタイピングを除外するよりも、マウスよりも簡単にタイピングができ、ミスの結果を直ちに、かつ面白く体験できれば良い。すなわち、我々の考える簡単さとは、次の3つである。

1. マウスと GUI に依存するのではなく、キーの数や命令語の長さを減ずることで、入力し易く、覚えやすく、すぐに「タッチタイプ可能」
2. 単に「見て分かる」ということではなく、「既に身につけている概念の延長として理解」できる「直感的」な教材
3. 文法エラーも含めて、プログラムの実行結果を「システム単体で確認」でき、エラーも含めて楽しめる教材。他に PC などの外部機器を要しない。

以上の検討により、次節で述べるように、プログラミングに必要なキーを数字キー10個のみと制限を付けた。プログラミングの対象は、児童生徒の興味を引きやすい移動ロボットとし、コマンドは、10種類。プログラムの実行はインタプリタ型とし、文法エラーがあっても実行する。素のCPUと同じである。

3. ロボット言語仕様と実装

3.1 移動ロボットの命令セット

移動ロボットへの命令は、移動とビープ音に関する5つの基本命令、および、繰り返しと条件分岐を実現する制御命令のみである (Table 1)。

Table 1 Robot programming commands

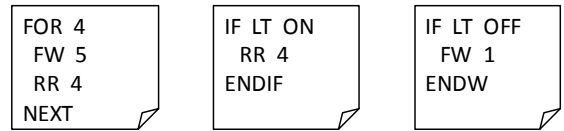
Cmd	Param	Description
FW	d	move forward (0:random)
BK	d	move backward (0:random)
LR	d	CCW rotation (0:random)
RR	d	CW rotation (0:random)
BP	d	musical scale (0:random)
FOR	d	loop block (d times, 0:inf)
NEXT	-	end of loop
IF	sid & ss	conditional branch block
ENDIF	-	end of IF block
ENDW	-	end of while block (with IF)

基本命令では、1から9の1桁の数字で移動や回転の動

作時間を、ビープ音の場合は、音階を指定できる。[基本命令]+「0」の場合は、停止や無音ではなく、実行時に0~9の乱数が自動的にセットされる。

制御命令の繰り返し処理では、FOR と NEXT に囲まれたブロックを FOR に続く数字1桁の回数だけ繰り返す。0を指定すると無限回となる。9回以上繰り返す場合は、入れ子構造で実現する。Figure 1(a)は、前進(FW)と右回転(RR)を4回繰り返す、四角形を描くプログラムの例である。

条件分岐は、IF と ENDIF で囲まれたブロック構造とし、条件文は、IF+センサの識別子とセンサの状態(ON/OFF)で表す (Figure 1(b))。コード中の「LT」は、左タッチセンサの意である。この他、条件付き繰り返しの WHILE 文を用意している (Figure 1(c))。ただし、キーの数を10個に制限するため、WHILE と IF を共通化し、ENDW が GOTO 文のように動作する。また、この節では、FOR や IF など、英文コマンドのように説明したが、日本語でも他言語でも自由に取り決めてよい。次節で述べるようにそれぞれボタン1個に対応しているだけだからである。



(a) loop (b) conditional branch (c) while loop

Figure 1 Sample Programs

3.2 プログラム入力方式

初学者の場合、PCやマウスの操作さえも不慣れなことが多い。また、指導者自身、プログラミングやロボットの専門家ではないことも多い。そのため、プログラムの入力方式も10個の数字キーのみの最小限かつ身体的に直感的なものとする事とした。

数字キーの配置としては、PCのテンキー、または、電話のボタン配置を用いる。ロボットへの動作命令のうち、前進や後退、左右回転は「5」キーを中心として上下左右に配置する (Figure 2)。テンキー配置とダイヤル配置は数字の並びが昇順か降順かの違いがあるが、数字そのものではなく、キーの空間的な配置に着目することで、ロボットの移動の直感的な操作を実現する。一方、制御命令やセンサ選択については、空いているキーに配置する。我々のこれまでの実験授業の経験から、制御命令の学習では、FOR文を先に教えた方が児童生徒の理解は早かった。このため、FOR と NEXT は、キーボード上段左右に配置することとした。その後には学ぶ IF と ENDIF は、下段左右とした。また、センサ選択キーの配置は、実際のロボットのセンサ配置(左右や上下等)に一致させることで、視覚的に、また、視覚障害のある学習者には触って対応するセンサを理解できるようにしている (Figure 3)。実行/停止とリセットは、「0」キーの左右に配置している。プログラムの入力モードや実

行モードを切り替えるボタンはない。命令の入力中でも実行可能である。

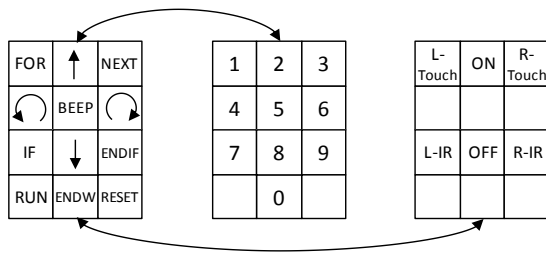


Figure 2 Commands layout and its state transition

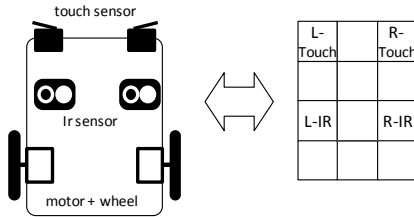


Figure 3 Layout of Sensors and key

3.3 実装

ロボット教材のベースは、市販ロボット玩具 (MR-9172 / MR-9192 EK-JAPAN) である。2つのモータ、2つの光センサとタッチセンサ、ブザー等を搭載している。これに、Arduino UNO ボードとシールド基板 (SU-1201 EK-JAPAN), および、16個のタクトスイッチを搭載した4×4キーパッド (アイロジック) を設置する (Figure 4)。キーパッドは、抵抗分圧式の回路となっており、Arduino のアナログ端子1ピンに接続することで、16個のキーを区別して入力することができる [8]。「5」キーのキートップには、通常のキーボードや電話のボタンと同様、凸部を設け、キーボードを見なくても、視覚障害のある児童生徒でもキーの配置が分かるようにしている。なお、キーパッドの右端4個は、現時点では、プログラミングには未使用である。

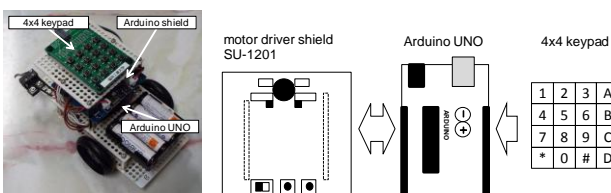


Figure 4 Mobile Robot (KOROBO) + Arduino + 4x4 keypad

前節で設計したロボット言語のインタプリタは、Arduino 上にファームウェアとして実装している (Figure 5)。電源オンと同時にインタプリタが起動し、キーパッドからプログラム列を入力し、実行することができる。また、入力されたプログラム列は、マイコンのEEPROMにも保持され、電源オフ後も再実行可能となっている。現在のファームウェアでは、入力可能なプログラムは256ステップであり、FOR文、IF文、およびWHILE文の入れ子は、それぞれ10段まで可能である。なお、本実装では、モニタを有していない。学習者は頭の中でプログラムを考え、他者には自

分の言葉やロボットの動きでプログラムを伝えることになる。プログラムが長くなると紙に書くなどの工夫が始まる。

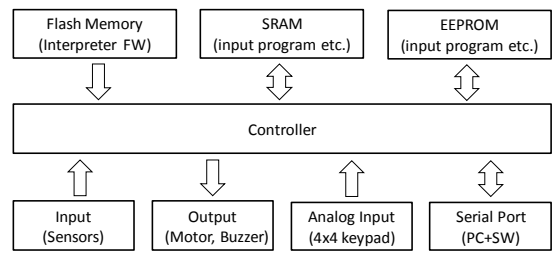


Figure 5 Block diagram

また、これまでの開発経緯から、キーパッドからだけではなく、マイコンボードのUSBポートからも、マイコン書き込みといった特別な操作なしにプログラム列を入力することができる。このため、USBポートを持つPCやタブレットを接続し、視覚障害のある児童生徒向けにボタン操作時に音声ガイドを行ったり、ビジュアルプログラミングの結果としてのプログラム列の送信やエディタを用いたテキストプログラミングも可能である。

4. 地域 ICT クラブにおける実践

4.1 地域 ICT クラブ実施の背景

2020年度からの小学校プログラミング必修化に向けて、文科省・総務省・経産省が連携して、各種事業を展開している。現状、小学校にはプログラミングを専門とする教員はいないことから、指導教員の養成や企業による講師派遣・参画が試みられている。その一つとして、地域にICTクラブを構築し、学校外でのプログラミング学習体験を可能にしようとするものがある。

総務省は、「地域におけるIoTの学び推進事業」として、2018年度から地域ICTクラブのモデル構築事業を行っている。この中では、都市圏とは異なり、プログラミング学習塾や科学館が少ない地方や離島、少子高齢化で学校単独ではクラブ活動が成立しない地域、また、各種身体的な障害により、通常のプログラミング授業が実施困難な学校など、さまざまなパターンに対し、事業を公募し、その実施事例を公開する。2018年度、長崎県南部に位置する島原市が、この事業に応募することになり、その教材として、10キープログラミング教材を選定、実施することとなった [9]。

4.2 「島原 ICT クラブ」の実施体制

ICTクラブを実施するために、島原市役所政策企画課、およびプログラミングスクールも運営する地元ケーブルテレビ局がコーディネータとなり、島原ICTクラブ推進協議会を設立した。このメンバーには、島原市役所、ケーブルテレビジョン島原の他に、地元ICT企業の島原ソフトウェア、福岡工業大学が参画した。また、実験授業の実施には、長崎盲学校の協力も得た。計画では、「島原ICTクラブ」を島原市内の2ヶ所に設置し、全5回各2時間のクラブ活動として実施することとなった (10/21, 10/28, 11/11, 11/25,

12/2の各日曜日の13時から15時)。

参加者は、小学校1年生から6年生とし、学年による区別はしないこととした。島原市教育委員会を通じ、市内全小学校にICTクラブ募集のリーフレットを配布し、希望者を募った。全5回のクラブ活動全てに参加できることを条件とし、市内7つの小学校から、2会場それぞれ16名の全32名の参加者を選定した (Table 2)。

Table 2 Participant of the ICT club

	小1	小2	小3	小4	小5	小6	合計
男子	3	4	3	8	7	1	26
女子	1	1	1	2	1	0	6
合計	4	5	4	10	8	1	32

クラブ活動は、2会場を同時時間帯に実施し、各会場には、コーディネータ1名、ICTクラブ活動の進行を行うメンター2名、サポーター7名を配置した。この他、ロボット教材開発者を各会場1名待機させた。各会場間はTV会議システムで接続し、他会場の様子が確認できるようにした。

メンターは、地域に住む現役のICT技術者が担当し、事前に移動ロボット教材 (KOROBO SP と呼称) 研修、およびケーブルテレビジョン島原+CA Tech Kids 監修資料によるコミュニケーション研修を受けた[9]。その上で、クラブ活動の授業計画立案と実施を行った。福岡工業大学の大学生サポーターは、これを補助するという形態とした。移動ロボット教材開発者は、ロボットプログラミングの事例を40通りほど準備しただけで、他は、進行を含めメンターとコーディネータが全てを担当した。ICTクラブに協力したメンターは、のべ7名、サポーターはのべ36名であった。

4.3 カリキュラムと追加教具

地域ICTクラブ活動ということで、活動内容については、楽しさや遊びを優先したカリキュラムがメンターにより設計された。Table 3は、授業計画の概要である。また、Figure 6は、第1回から第4回までの授業風景である。

Table 3 Curriculum

回	テーマ	概要
1	・ロボット組立て ・基本命令の理解	半完成状態の KOROBO SP をドライバーで組み立てた後、ファームウェア書き込み基本命令を学習後、全員でダンスプログラム
2	・乱数の理解 ・繰り返し処理の理解 ・外装デザイン	ジョイントマットのコースを設置し、繰り返し処理を交えた走行のプログラム 外装デザインは自宅での宿題
3	・外装組み立て ・条件分岐の理解 (タッチセンサ)	全学年の児童が楽しめるようオリジナル外装の作成 タッチセンサを利用した条件分岐の学習
4	・障害物回避プログラム ・視覚障害の体験 ・条件分岐の理解 (光センサ)	タッチセンサを利用した障害物回避 視覚障害者との交流を考え、アイマスク着用の歩行体験やプログラミング体験 光センサを利用したライトレースとコースの協働作成
5	・競技会準備	会場間の授業進度調整と競技会の準備



(a) Robot assembly (b) Robot dance (c) Course running



(d) Collision avoidance (e) Line trace (f) Walking with eye mask

Figure 6 Snapshots of experiments

今回のICTクラブ活動は、晴眼盲弱を区別しないことを目標とし、基本命令や繰り返し処理のレベルでは、児童は頭の中でプログラミングを行っていた。ある程度複雑になると、配布したメモ用紙にコードを記録し始めた。また、プログラムの1命令を1枚の紙のカードにしたカード型プログラミング環境も準備し、希望する児童に使ってもらった。なお、盲学校用には、このカードに点字シールを貼り、晴眼盲弱を区別せず、同時に利用できるようにした。

4.4 競技会

ICTクラブ活動のまとめとして、競技会を実施した。学齢に合わせて3種類の競技を設定した (Table 4)。一応、参加推奨学年を指定したが、上位学年の種目への参加も自由とした。

ダンスコピー競技は、予めプログラムされた KOROBO SP のダンスの動きを観察・解析して同じようにダンスをするプログラムを入力、正確性を競うものである。逐次処理と機能を分解する能力で競えるようルールに配慮を行った。ボウリング競技は、エリア内に設けられたピンを制限時間内に倒すプログラミングを行い、倒したピンの本数を競う。繰り返しと基本動作のみでプログラミングができるが、技量により差が出るようルールに配慮を行った。障害物回避レース競技は、8の字に設置されたコースを完走したタイムを競う。繰り返し処理の理解・センサの活用等、クラブ活動で学んだすべての要素を組み合わせる必要がある。

Table 4 Competition rule and aim

競技/対象学年	ルール	競技の目標
ダンスコピー 1~2年生	模範ダンスを観察し、制限時間内に同じ動作のプログラムを作成	基本命令の理解 機能の分解力 再現する表現力
ボウリング 競技 3~4年生	制限エリア内に設置された棒を時間内に何本倒せるかを競う	基本命令の理解 繰り返し処理の理解 戦略(思い描いたプログラム)を作る表現力
障害物回避 レース 5~6年生	8の字に設置されたコースを走破するタイムを競う	基本命令の理解 繰り返し処理の理解 センサによる条件分岐の理解 戦略考案と調整の表現力

Figure 7 は、各競技のスナップショットである。ダンスコピー競技では、プログラムをメモする姿が、ボウリング競技では、2回の試技の間にメモを片手にその場でプログラムを修整する姿が見られた。この競技の他、視覚障害者との交流を目的として、障害物回避レースの優勝者と地元在住の視覚障害者 M 氏、教材開発者とのエキシビジョンマッチレースを行った。M 氏は、フーバーテクニックという白杖を用いた歩行の手法をロボットにプログラミングし、レースに参加。レース後に (1) 自分のプログラムの解説、(2) 身の周りの生活に役立つ電子機器、(3) プログラミングを含むさまざまな勉強の必要性について、話してもらった。

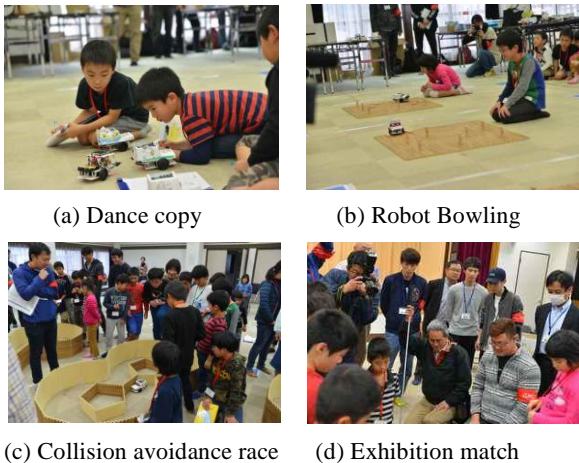


Figure 7 Snapshots of competition

4.5 従来の取り組みとの違い

我々は、これまでに複数回、開発した 10 キープログラミングロボットを用いた実験授業を実施している。この内、福岡盲学校において全盲および弱視の小学生と中学生 6 名に対して行った実験授業では 15 分以内で逐次処理までのプログラミングを行うことができている[10]。また、不特定多数の来場者があるイベント Maker Faire Tokyo 2018 (2018/8/4-5) でのワークショップでは、127 名にプログラミング実験に参加してもらい、小学生を含むほぼすべての年代において平均 5 分以内で、逐次処理までのプログラミングができるようになったとの回答が得られている[11]。すなわち、開発したロボット教材により、視覚情報の利用状況に関わらずプログラムの基礎を学ぶことができることを報告してきた。

一方、今回の地域 ICT クラブは、これまでの取り組みとは以下の点が異なっている。

1) 授業実施の主体：従来は教材やカリキュラムの開発者が授業を行ってきた。地域 ICT では、教材の開発者以外の第三者が授業を行った。

2) 授業時間の長さ：盲学校等では授業の 1 コマを利用、ワークショップでは数十分程度であった。地域 ICT では、2 時間×5 回の授業を数か月にわたって実施した。

3) 授業の位置づけ：盲学校等では授業の一環であるためプログラミングの体験と基礎知識の習得という点、ワー

クショップでは簡単にプログラムできることを体験することを重視した。一方、地域 ICT ではクラブ活動であるため、まず楽しむことを重視し、その上でプログラムの基礎を学べるように考えた。

4) カリキュラム及び実施内容：これまでは時間が限られており、プログラミングの時間が大部分という内容であった。地域 ICT では、ロボットの組み立てやロボット外装のデザイン、走行コースレイアウトの設置など、ものづくりの要素も体験できるものとなった。

5) 対象年齢と補助者の数：盲学校においては、各児童生徒に 1 名の補助者を付けることが多く、年齢も小学校の高学年以上であった。また、イベント会場でのワークショップでは、1 回の実験がごく少数での実施であり、特に小学生については保護者が横についているケースが多かった。一方、地域 ICT では小学校の 1 年生から 6 年生まで幅広く、また年齢によらず児童 2 名に 1 名のサポーターという構成で実施した。

4.6 アンケート結果と考察

地域 ICT クラブ内で行ったアンケート調査の一部について報告する。

まず、ICT クラブの最終回 (12/02) に実施した児童向けのアンケート (有効回答数 29 名) の結果について述べる。プログラミングの講座については、28 名が楽しかったと回答していた。そのため、今回最も重視していた楽しむことについては達成できたと考えられる。なお、「いいえ」と回答した 1 名も「今後も講座に参加したい」と回答していた。

講座において何が楽しかったかについて、あてはまるもの全てを選択させた (Table 5) ところ、プログラミングができるようになったこと (19 名)、一緒に学ぶ友達ができたこと (16 名)、プログラミングの仕組みがわかるようになったこと (13 名)、プログラミングを最後までやり遂げ、自分だけの作品が完成したこと (11 名) の順に多く選択された。学びや達成感だけでなく、仲間づくりが楽しかったという部分が、授業の一環ではなく、クラブ活動として行った特徴と考えられる。

Table 5 Reasons to enjoy this activity

プログラミングができるようになったこと	19
一緒に学ぶ友達ができたこと	16
プログラミングのしくみが分かるようになったこと	13
プログラミングをやりとげ、自分の作品が完成したこと	11
作ったものを周りの人に説明したり見てもらったこと	4
その他 (優勝したこと / 自分でプログラムを作れた)	2

難易度については、「講座が簡単だった (はい：6 名、少し難しかった：17 名、難しかった：4 名)」、「ロボットの使い方が難しかった (はい：14 名、いいえ：13 名)」、「先生の使う言葉が難しかった (はい：5 名、いいえ：21 名)」、「進み方が早かった (はい：10 名、いいえ：16 名)」、「プ

プログラミングが思ったようにうまくいかないことがあった（はい：21名、いいえ：8名）」とやや難しさを感じた児童もいたのだが、「プログラミングなどをしてみてロボットがどのようにして動くのかわかるようになった（はい：20名、いいえ：7名）」、「あきらめずに自分なりの答えを考えられるようになった（はい：18名、いいえ：2名）」との結果が得られており、達成感を感じられる内容になっていたと考えられる（Figure 8）。

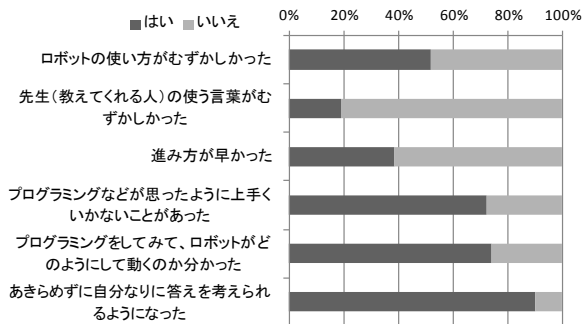


Figure 8 Results of questionnaire for kids

次に、メンターに対して行ったアンケートのうち、自由記述の内容からは、講座の難易度として、低学年には難しい内容が含まれていたのではないかという意見が複数見られた。また、特にロボットの断線などハードウェアの故障について言及するものが複数見られ、小学生が雑に扱っても壊れないものという意見が見られた。教材開発者としては、ブラックボックス化された部分を極力減らしてできるだけ多くを触れること、雑に扱えばロボットが壊れてしまうことを学ぶことも重要だと考えているが、授業を実施するメンターの立場としては計画通りに活動すべきだという考えがあったと思われる、改善の要望という形につながったのではないと思われる。

最後に、保護者向けアンケートにおいて、「クラブへの参加前後で ICT に関する関心が高くなりましたか？」という質問に対し、とても高くなった（5名）、やや高くなった（9名）、変わらない（2名）、やや低くなった及び低くなったはともに 0名という結果が得られた（Figure 9）。子供の活動を通じて、親の関心が高まっていることから、親子あるいは親子孫 3 世代が参加できる教室を生涯学習の一つとして開催することも、情報技術の一般常識化あるいは移り変わりの早い情報技術の再教育を行うための方法として、有効なのかもしれない。

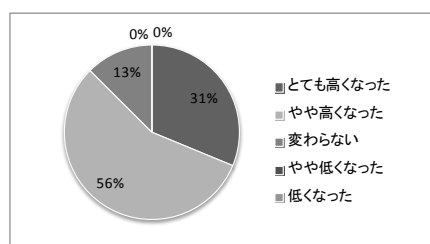


Figure 9 Results of questionnaire for the parent

5. おわりに

視覚障害のある児童でも利用可能な簡単なプログラミング教材を開発し、これを用いた地域 ICT クラブ活動を計画・実施した。この実証実験により、小学生であっても、直感的に短時間でプログラミングを習得できること、企業人や自治体職員、教員が、各々の考え方でプログラミングの指導ができることが分かった。「島原 ICT クラブ」は継続しており、その内容や動画は、ウェブで公開されている。

また、ロボット教材の次のステップとして、我々は中高生対象の CPU シミュレータによるアセンブラプログラミングとその有効性を報告していた[12]。今後は、10 キーボードプログラミングから、このシステムへの接続も考えたい。

なお、本研究の教材開発に係る部分は、文科省科研費（17K00992）によるものである。また、実践授業に係る部分は、総務省平成 30 年度「地域における IoT の学び推進事業」実証事業によるものである。

謝辞 島原市 ICT クラブに参加頂いた小学生、保護者、関係者、また、ICT クラブ活動に協力、支援を頂いた島原市役所中村氏、長崎県立盲学校田川教諭、ケーブルテレビジョン島原、島原ソフトウェア、福岡工業大学社会連携室、学生サポーターに謹んで感謝の意を表する。

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] 文部科学省, "教育委員会等における小学校プログラミング教育に関する取組状況等について", 2017.
- [3] 木室他, "視覚障害のある中高生のためのロボットを用いたプログラミング教育", 信学論 D, Vol. J95-D, No.4, pp.940-947, 2012.
- [4] 木室他, "視覚障害をもつ児童生徒のための携帯電話を介したロボットプログラミング教育の可能性", 電気通信普及財団研究調査報告書 No.29, 2014.
- [5] 文部科学省, "小学校プログラミング教育の手引き（第二版）", 2018.
- [6] 佐藤, "小学校の教科に位置付けたテキスト入力型プログラミング言語の導入についての考察", CIEC PC Conference 2017, pp.149-150, 2017.
- [7] D. Bau et.al, "Learnable Programming: Blocks and Beyond", Communications of the ACM, pp. 72-80, 2017.
- [8] ALTERA, "Using MAX II CPLDs as Analog Keyboard Encoders", ALTERA Application Note 426, 2006.
- [9] 総務省「地域における IoT の学び推進事業」実証事業成果発表会「プログラミング教育・地域 ICT クラブ推進フォーラム」資料, http://www.soumu.go.jp/main_sosiki/joho_tsusin/kyouiku_joho-ka/02ryutsu05_04000170.html (2019/05/14 確認)
- [10] 木室, 家永, 沖本, "晴眼盲弱を区別しない小学生向け非教育用プログラミング言語とロボット教材", 日本機械学会ロボティクス・メカトロニクス講演会, 2018.
- [11] 木室, 家永, 川下, 岩金, "晴眼盲弱を区別しない直感的なプログラミングロボット教材", 第 81 回情報処学会全国大会, 2019.
- [12] 木室, 松本, 安浦, "ラジコンカーを用いた計算機の動作原理教育", 情報教育シンポジウムシリーズ, Vol.2002 (SSS2002), No.12, pp181-186, 2002.