

## 小学校プログラミング教育用教材の開発と評価方法の提案

Proposal of evaluation method and teaching materials  
for Programming Education for Elementary School Student

高橋 等 永田 奈央美  
Hitoshi TAKAHASHI Naomi NAGATA

(令和元年 10 月 1 日受理)

### 要旨

2020 年度から実施される小学校のプログラミング教育には、論理的思考や問題解決に取り組む「プログラミング的思考」の育成というねらいがある。このねらいを実現するためには、プログラミングの知識を得ることも必要であるが、大切なのは①想定（こんなことをしたい）→②動作（プログラムを作成・実行）→③実際（動作の評価と改善案の再想定）の繰り返しを行う学習が必要であると考え、児童が自ら進んで取り組めるロボット教材を開発した。また、学習の進度を学習者自ら評価する評価シートを作成した。

【キーワード】プログラミング教育 教材開発 評価 ルーブリック

### 1. はじめに

2020 年度から実施される小学校のプログラミング教育には、教科を超えて論理的思考や問題解決に取り組む「プログラミング的思考」の育成というねらいがある。このねらいを実現するためには、プログラミングの知識を得ることも必要であるが、大切なのは①想定（こんなことをしたい）→②動作（プログラムを作成・実行）→③実際（動作の評価と改善案の再想定）を繰り返し行う学習が必要である。このような学習を実現するためにロボットをプログラム制御する教材が開発・市販されているが課題があり普及には至っていない。そこで、ロボット教材の普及を目指し独自の教材開発を行った。また、学習者の習得状況や学習指導と教材の良否を知るために、学習者自らが学習の進度を評価する評価シートを作成した。

### 2. ロボット教材

#### 2.1 市販ロボット教材の特徴

小学校用ロボット教材には表 1 のように完成機型とブロック型がある。ブロック型はモータ、センサ、機械的機構を自由に組み合わせることができることから、ロボットの機能から創造することができる。完成機型は機能を限定されるが、確実に動作するため、プログラミング学習に集中できる。両者ともプログラミング言語にはテキスト言語を使用しな

い。オゾボットは紙面に書いた線の色でプログラミングを行い、コード・A・ピラーは節状の胴体の組み合わせでプログラミングを行う。ブロック型のロボットはスクラッチ風のビジュアル言語でプログラミングを行う。マイクロビット、ラズベリーパイもビジュアル言語でプログラミングが可能である。なお、インターフェイスとセンサを搭載したボードなので、ロボットにするためには追加部品が必要である。市販のロボット教材にはそれぞれ特徴があり、教材としての工夫がなされている。しかし、学校への導入が進まない大きな要因は価格である。高額な教材は学校で購入をして共同で使用することも考えられるが、児童個々に準備することには無理がある。また、個人で購入する場合は数千円以内でないと保護者の理解を得にくい。

表1 主な小学校用ロボットプログラミング教材

製品名	発売元	プログラム言語	特徴	価格	備考
オゾボット		タンジブル	完成機	9,800 円～	
コード・A・ピラー	マテル・インターナショナル株式会社	タンジブル	完成機	4,000 円～	
マインドストーム	レゴ® エデュケーション	ビジュアル言語他	ブロック	62,000 円～	市販基本セット
アーテックロボ	株式会社アーテック	ビジュアル言語	ブロック	30,000 円～	市販ベーシックセット
マイクロビット	Micro:bit 教育財団	ビジュアル言語他	ボード	2,000 円～	基板のみ
ラズベリーパイ	Raspberry Pi Foundation	テキスト言語他	ボード	5,500 円～	基板のみ

※価格は2019.10Web調べ。個人販売価格。

(参考：未来の学びコンソーシアム)

## 2.2 ロボット教材の開発コンセプト

市販ロボットにはそれぞれの特徴があるが欠点もある。そこで、今回は次のようなコンセプトでロボット教材を開発した。

### (1) 個人持ちが可能な価格にする。

ロボット教材を学校で購入して共有すると、高機能のロボットを制御でき、協働作業を体験できる。一方で、一人の児童がロボットに触れる時間が少なく、個々の能力の評価も難しくなる。そこで、個人持ちの教材あるいは少人数の共同教材として購入可能な価格を目指した。ブロック型の市販ロボットを見ると、ギヤボックス（モータとギヤ）やセンサモジュール（センサ基板）など単体部品として海外から購入すると100円程度のものが多い。これらの部品を組み合わせることで価格を抑えられると考えた。

(2) ビジュアル言語でプログラミングできる。

小学生はキーボード入力や OS の操作経験が無いため、使用するプログラミング言語はビジュアル言語であることが必須と言える。そこで、価格を抑えることも考え、アーテック社のロボットに搭載している CPU 基板スタディーノ（3,000 円程度）を採用した。スタディーノは無料のスクラッチ風ビジュアル言語でモータやセンサの制御ができる。マイクロビットやラズベリーパイに比べて基板の価格は安くはないが、外部機器のインターフェイスが搭載しており、ピンによる接続も容易という特徴がある。

(3) センサの仕組みが見える。

完成機やブロック型のロボットではセンサはカバーに包まれていて、その形状や仕組みを見るのが困難である。そこで、センサモジュールを単体部品として使用することにより、センサの仕組みや調整方法を学習できると考えた。

(4) 動作の応用や発展ができる。

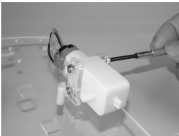
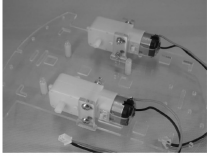
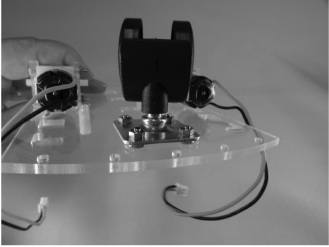
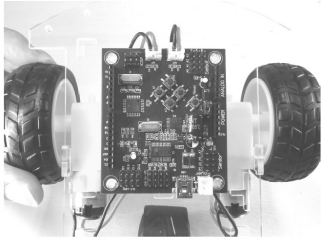
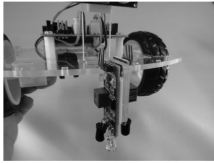
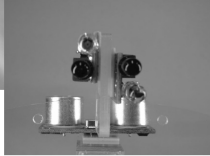
基本的な動作を学習した後は、動作を工夫したり、部品を追加したりして、自ら工夫した発展的な学習をさせたい。そこで、部品を追加できるように、できるだけ車体を大きくし、部品を取り付ける穴も配置した設計にした。

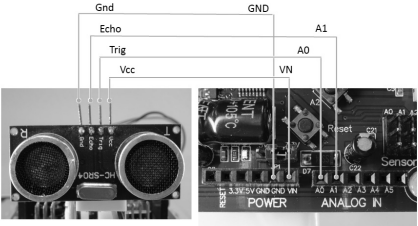
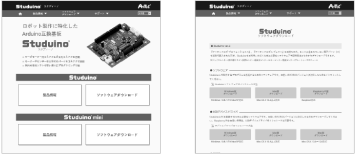
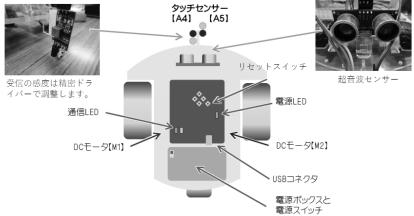

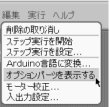

### 2.3 学習内容と教材テキスト

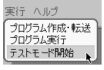


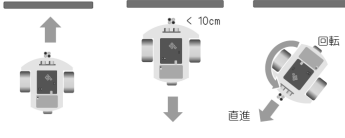

今回は小学生を対象とした学校外のプログラミング講座で授業を行った。受講者は女子 3 人男子 4 人で、授業は 1 回 3 時間を 2 日、計 6 時間で実施した。表 2 に学習内容と教材テキストを示す。


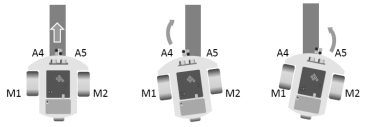
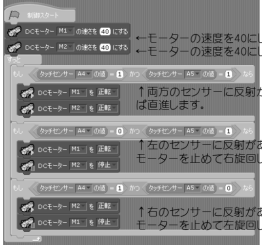


表 2 学習内容と教材テキスト

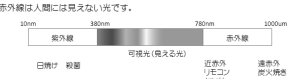

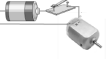

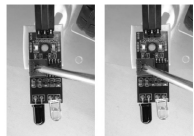
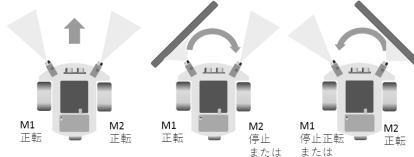
時間	学習項目	内容	テキスト (抜粋)
1 日目	ロボットを作って動かそう (ロボットを作ろう)		
1 時間	1 車体の部品	車体の部品を確認しましょう	<p>1 車体の部品</p> <p>車体の部品を確認しましょう</p> <p>車体 DCモーター タイガ</p> <p>キャスター センサー 電池ボックス</p> <p>モータ固定部品 金属ネジ プラスチックネジ スタディーノ</p>

	<p>2 車体の 組み立て</p>	<p>(1) ~ (4) 車体の組み立て</p>	<p style="text-align: right;">6</p> <p>(4) ドライバーでしっかりしめます。</p>  <p>もう一つのモーターも固定します。 こちらも赤のリード線が上です。</p> 
		<p>(5) キャスターの固定 (6) タイヤの取り付け</p>	<p style="text-align: right;">7</p> <p>(5) キャスターを4つのネジで固定します。</p> 
<p>2 時間</p>		<p>(7) ~ (11) 基板・超音波センサーの貼り付け</p>	<p style="text-align: right;">10</p> <p>(8) モーターのリード線をコネクタに接続します。コネクタには接続できる方向があります。</p> 
		<p>(12) 光反射センサーの貼り付け</p>	<p style="text-align: right;">14</p> <p>(12) 両面テープの裏紙を取って光反射センサー(フォトリフレクタ)を貼り付けます。センサーの頭と台の端を合わせます。</p>  <p>センサーの位置は、片方は先端に、もう片方は奥にずらして、フォトトランジスタ(黒い部品)が平行になるように配置します。</p>  <p style="text-align: center;">下から見たセンサー</p>

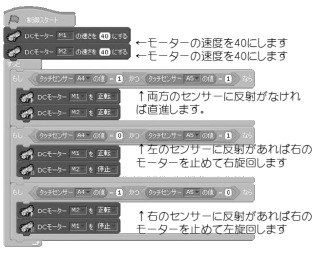


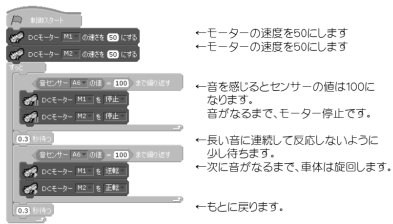
		<p>(13) ~ (19) センサー・モーターなどの配線</p>	<p>76</p> <p>(14) 配線は基板に書いてある文字を見て、まちがわないように接続します。</p>  <p>センサーの端子は、メーカーによる順番がちがうことがあります。</p>
		<p>ロボットを作って動かそう (ロボット動かそう)</p>	
<p>3 時間</p>	<p>0 スタディーノの準備</p>	<p>プログラミングソフトウェアのインストール</p>	<p>7</p> <p>0 スタディーノの準備</p> <p>プログラミングソフトウェアのインストール</p> <p>このロボットで能用するマイコンコンピュータは、アーテック社のスタディーノです。インターネットで「スタディーノ」を検索してダウンロードページを見つけてください。ダウンロードするソフトウェアは「Studuinoソフトウェア ver.2」です。必ず、「Studuinoソフトウェア ver.2」をダウンロードしてください。USBドライバも説明に従ってインストールしてください。</p> 
<p>3 時間</p>	<p>1 ロボットの構造</p>	<p>ロボットの構造とモーターやセンサーの番号確認</p>	<p>3</p> <p>光反射センサー (赤外線フォトリフレクター) 赤外線を体反射させて白っぽいものが戻ってくるのを確認します。ここでは、「タッチセンサー」として使います。</p> <p>超音波センサー 発射した超音波が壁などに反射して戻ってくるまでの時間を計測して、距離を求めます。</p> 
	<p>2 ロボットを動かそう</p>	<p>1 USB ケーブルの接続 2 オプションパーツの表示 3 入出力設定</p>	<p>4</p> <p>2 ロボットを動かそう</p> <p>ここでは、ロボットを動かすまでのプログラミングの手順を覚えましょう。</p> <p>1 USBケーブルの接続</p> <p>プログラミングソフト (スタディーノ) を起動して、ロボットとパソコンをUSBケーブルでつなぎます。この時ロボットの電源スイッチはOFFにします。</p>  <p>2 オプションパーツの表示</p> <p>編集メニューから「オプションパーツを表示する」を選択します。この設定はスタディーノを起動したときに必ず行ってください。</p>   <p>オプションパーツが表示されます。</p>

		<p>4 プログラミング 5 テストモードの実行 6 プログラムの転送 7 プログラムの保存 チャレンジ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・10秒間、右または左に回転するプログラムをつくろう。</li> <li>・3秒間、その場で回転するプログラムをつくろう。</li> </ul>	<p>7</p> <p>5 テストモードの実行 テストモードは、ロボットとパソコンをつないだままで、プログラムをテストする時に使います。実行メニューから「テストモード開始」を選択します。</p>   <p>通信LEDの点滅が終わると、センサーボードが表示され、センサーの状態が表示されます。緑の旗を押すとプログラムが開始します。なお、DCモーター、サーボモーターは電源スイッチをONにしないと動きません。終わりは、実行メニューから「テストモード終了」を選択します。</p>
<p>3 ぶつからないロボット</p>		<p>1 超音波センサー</p>	<p>10</p> <p>3 ぶつからないロボット 超音波センサーを使って、壁やいすにぶつからないようにロボットをプログラムします。</p> <p>1 超音波センサー 超音波センサーは、人間の耳では聞こえない高い音を出し、その反射がもどってくるまでの時間を計って距離を求めます。超音波は、部屋の色々なものに反射するので、あまり速くの距離は計測できません。だいたい100cmぐらいまで測れ、30cmより近いと正確になります。</p>  <p>←これが距離です このブロックに値が入ります。</p>
		<p>2 動作の計画</p>	<p>11</p> <p>2 動作の計画 ロボットの動作をつぎのように計画します。 (1) 超音波センサーの値が10cm以上なら直進します。 (2) 10cmより近づいたら1秒間バックします。 (3) 1秒間回転して別の方向を向いて、直進します。</p> 
		<p>3 プログラムの例 チャレンジ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・壁に近づいたときのバックや回転がうまく動くように、待ち時間の値を調節してみよう。</li> <li>・カルガモのヒナが、親鳥を追いかけるように、周りの中で、近いものの方に向かって動き、ぶつかる手前で止まるプログラムをつくろう。</li> </ul>	<p>12</p> <p>3 プログラムの例 ぶつからないロボットのプログラム例です。</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>←DCモーターの速さを50にします。</li> <li>←超音波センサーの値と10を比べます。</li> <li>←超音波センサーの値が小さければDCモーターを逆転します。</li> <li>←1秒待ちます</li> <li>←DCモーターの回転を逆にして、その場で回転します。</li> <li>←1秒待ちます。</li> <li>←超音波センサーの値が10以上なら直進します。</li> <li>←この動作をずっと続けます。</li> </ul>

2日目			14																	
1時間	4 ライントレーサロボット	1 赤外線フォトリフレクター	<p><b>4 ライントレーサロボット</b></p> <p>床に描いた黒い線にそって動く、ライントレーサロボットをプログラムしよう。</p> <p>1 赤外線フォトリフレクター</p> <p>床の白と黒い線を調べるために、赤外線フォトリフレクターを使います。太陽や蛍光灯などの光にじゃまされないように、人の目に見えない赤外線を発生して、その反射を計測します。この赤外線フォトリフレクターは、反射があれば0、なければ1の値を出力します。0が1の応答なので、タッチセンサーとして使います。</p>  <p>ラインを外れないように動きます。</p> <p>青い部品(半固定抵抗器)を精密ドライバーで回して、センサーの感度を調節します。</p> <p>反射する光が多いときは黒いストローで作ったパイプを固定します。</p>																	
		2 動作の計画	<p style="text-align: right;">15</p> <p>2 動作の計画</p> <p>ロボットの動作をつぎのように計画します。</p> <p>(1) 二つのセンサーに反射がなしたら直進します。 (2) 左のセンサーに反射があったら、右のモーターを止めて、右旋回します。 (3) 右のセンサーに反射があったら、左のモーターを止めて左旋回します。</p> 																	
		3 プログラムの例 チャレンジ	<p style="text-align: right;">16</p> <p>3 プログラムの例 ライントレーサロボットのプログラム例です。</p>  <ul style="list-style-type: none"> <li>← モーターの速度を40にします</li> <li>← モーターの速度を40にします</li> <li>↑ 前方のセンサーに反射がなければ直進します。</li> <li>↑ 左のセンサーに反射があれば右のモーターを止めて右旋回します</li> <li>↑ 右のセンサーに反射があれば右のモーターを止めて左旋回します</li> </ul>																	
超音波距離センサーのしくみ	超音波距離センサーのしくみ		<p style="text-align: right;">18</p> <p>超音波距離センサーのしくみ</p> <p>超音波は人間には聞こえない、高い周波数の音波です。</p>  <p>超音波の性質 まっすぐに飛んではね返るので、方向と距離が分かる。 音の速さ 毎秒340m 気温が高く、湿度が高いほど速くなる。水中は毎秒1500m。</p> <p>センサーの動き</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>時間と距離</th> <th>例え</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3.4km</td> <td>10秒</td> <td>例えは、10秒が飛んでくるまでの距離が3.4kmの音波が、0.0003秒で帰る。</td> </tr> <tr> <td>340m</td> <td>1秒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>100cm</td> <td>0.0003秒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10cm</td> <td>0.00003秒</td> <td></td> </tr> <tr> <td>1cm</td> <td>0.000003秒</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	時間と距離	例え	3.4km	10秒	例えは、10秒が飛んでくるまでの距離が3.4kmの音波が、0.0003秒で帰る。	340m	1秒		100cm	0.0003秒		10cm	0.00003秒		1cm	0.000003秒	
時間と距離	例え																			
3.4km	10秒	例えは、10秒が飛んでくるまでの距離が3.4kmの音波が、0.0003秒で帰る。																		
340m	1秒																			
100cm	0.0003秒																			
10cm	0.00003秒																			
1cm	0.000003秒																			

	赤外線フ ォトリフ レクター （光反射 センサー）	赤外線フォトリフレクター	<p style="text-align: right;">19</p> <p>赤外線フォトリフレクター（光反射センサー）</p> <p>赤外線は人間には見えない光です。</p>  <p>センサーの使い方</p> <p>反射があるとき出力 値は0になります。 LEDが点灯します。</p> <p>反射がないとき出力 値は255になります。 LEDが点灯しません。</p> <p>センサーの向き</p> <p>反射があるときセンサー LEDが点灯します。</p> <p>光の方向35度</p> <p>赤外線LED</p> <p>赤外線フォトリフレクタ</p> <p>赤外線400nm</p> <p>LEDがライバーで 検出を感知します。</p> <p>外からの光で動作する ときは、カバーをします。</p>
	D C モー ターの P WM制御	DCモーターのPWM制御	<p style="text-align: right;">20</p> <p>DCモーターのPWM制御</p> <p>DC(電流)モーターの回転速度は、電源の電圧を変えれば変化します。</p>  <p>でも、電源の電圧を変えるのは効率が悪くありません。</p> <p>PWM(パルス幅制御)は、電源のON-OFFを切り替える時間を、速度を変化します。</p>  <p>ONの時間が長く OFFの時間が短い 平均出力は小</p> <p>ONの時間と OFFの時間が同じ 平均出力は中</p> <p>ONの時間が長く OFFの時間が長い 平均出力は大</p> <p>平均出力</p> <p>スイッチをON-OFFすると、ガタガタ回転しそうですが、コンピュータが高速でスイッチを 切り替えるとスムーズな回転になります。スイッチの切り替えは1秒間に1000回から40000回です。</p>
ロボットを作って動かそう（ロボットを動かそう2）			
2時間	5かべを よけるロ ボット	1 赤外線フォトリフレクター	<p style="text-align: right;">22</p> <p>5 かべをよけるロボット</p> <p>かべをよけながら動くロボットをプログラムしよう。</p> <p>1 赤外線フォトリフレクター</p> <p>かべがあることを調べるために、ライントレーサで使った赤外線フォトリフレクターを使います。</p>  <p>フォトリフレクターを車体の前方両 側に両面テープで取り付けます。</p>  <p>光の反射がないときLEDは消え、反射が あるときは点灯します。青い部品(半固定 抵抗器)を回して感度を調節します。</p>
		2 動作の計画	<p style="text-align: right;">23</p> <p>2 動作の計画</p> <p>ロボットの動作をつぎのように計画します。</p> <p>(1) 反射が無ければ (2) 左のセンサーに反射があつたら、右のモーターを止めるか逆転して、右回転します。 (3) 右のセンサーに反射があつたら、左のモーターを止めるか逆転して、左回転します。</p>  <p>M1 正転 M2 正転</p> <p>M1 正転 M2 停止 または 逆転</p> <p>M1 停止 または 逆転 M2 正転</p>



		<p>3 プログラムの例</p> <p>4 うまく動かないとき チャレンジ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>正面にかべがある場合でも、かべをさけるようにプログラムを工夫してみよう。</li> <li>迷路を作り、スタートからゴールするまでの速さを競うゲームをしよう。</li> </ul>	<p style="text-align: right;">24</p> <p>3 プログラムの例 かべをよけるロボットのプログラム例です。</p> 
<p>6 音で操作するロボット</p>	<p>1 音センサー</p>		<p style="text-align: right;">27</p> <p>6 音で操作するロボット 音センサーを使って、拍手で操作するロボットをプログラムします。</p> <p>1 音センサー 音センサーは高性能マイクで音を検知し、設定した音量より大きい音がしたときに、信号を出します。マイクの感度は青色の半固定抵抗器で調節します。</p>  <p>調整は、一つのLEDが消えた状態から半固定抵抗器を回していき、二つのLEDが点灯した付近にします。そこからうまく動くように微調整します。</p> <p>また、音センサーがモーターの音に反応しないように、車体から離れたところにおきます。</p>
		<p>2 動作の計画</p>	<p style="text-align: right;">28</p> <p>2 動作の計画 ロボットの動作をつぎのように計画します。</p> <p>(1) 停止しています。(2) 拍手をすると回転します。(3) 拍手をすると停止します。</p> 
		<p>3 プログラムの例</p> <p>拍手をすると順番にちがった動作をするロボットのプログラム例です。</p> <p>チャレンジ</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>拍手をするとちがった動作をするように、プログラムを追加しよう。</li> <li>フォトリフレクターと音センサーを組み合わせたら、どんな動作ができるか プログラムを考えてみよう。</li> </ul>	<p style="text-align: right;">29</p> <p>3 プログラムの例 音で動くロボットのプログラム例です。</p> 

<p>3時間</p>	<p>7 サーボモーターを使ってみよう</p>	<p>1 サーボモーター</p>	<p style="text-align: right;">32</p> <p><b>7 サーボモーターを使ってみよう</b>                  サーボモーターを使って、動くアクセサリを作る。</p> <p>1 サーボモーター                  サーボモーターは、ラジコンの飛行機、ヘリコプター、自動車、船、ロボットなどに使われるモーターで、送信機の信号とおりの角度に回転します。                  ここでは、プログラムで角度を指定します。</p>  <p>サーボモーターを9の端子に接続します。      サーボモーターに、サーボホーンをさします。</p>
		<p>2 動作の確認</p>	<p style="text-align: right;">33</p> <p><b>2 動作の確認</b>                  サーボモーターの動きを確認します。</p>  <p>① サーボモーターのブロックの角度を調整して置きます。                  ② 角度を 0度 90度 180度 にします。                  ③ 実行モードから「テストモード開始」を選択します。                  ④ 電源をONにします。                  ⑤ サーボモーターのブロックをクリックします。</p> <p>0度      90度      180度</p>
		<p>3 アクセサリーの取り付け</p>	<p style="text-align: right;">34</p> <p><b>3 アクセサリーの取り付け</b></p> <p>サーボモーターのホーンに両面テープで矢印を取り付けます。                  サーボモーターと電池ボックスも両面テープでつけます。                  正確な角度はあとで調整します。</p> 
	<p>4 音声センサーのプログラムへ追加                  チャレンジ                  ・かべをよけるプログラムに、サーボモーターの動きを加えてみよう。</p>		<p style="text-align: right;">35</p> <p><b>4 音声センサーのプログラムへ追加</b>                  音声センサーを使ったプログラムに、サーボモーターの動きを追加します。</p> 

### 3. 評価シート

小学校でのプログラミング学習の評価は、資質・能力の三つの柱「知識・技能」「思考力・判断力・表現力等」「学びに向かう力・人間性等」と、この3つの柱に対応したプログラミング教育を通じて目指す育成すべき資質・能力「身近な生活でコンピュータが活用されていることや、問題の解決には必要な手順があることに気付くこと。」「発達の段階に即して、「プログラミング的思考」を育成すること。」「発達の段階に即して、コンピュータの働きを、よりよい人生や社会づくりに生かそうとする態度を涵養すること。」を基準としてさらに詳細な学習目標が立てられる。この学習目標規準としては、「プログラミングで育成する資質・能力の評価規準（試行版）」ベネッセコーポレーション【<http://benes.se/keyc>】や K-12 Computer Science Standards, Revised 2017【[csteachers.org](http://csteachers.org)】が参考になる。また、汎用的なプログラミン教育の評価ルーブリックである ProEEs： Rubric for Programming Education in Elementary School(小学生を対象にしたプログラミング教育のためのルーブリック)【齋藤 大輔ら 2018】は評価基準として参考になる。

しかし、児童生徒自身が自己評価に用いるには規準が抽象的であり、基準も詳細であるため適していないと考える。そこで、児童生徒自身にスキルチェックを行わせる目的で作成された「スキルチェックシート」【平成 28 年度 総務省プログラミング教育実証報告書 電脳商会 2016】を参考に表 3 のスキルチェックシートを作成した。

このシートでは、学習過程に沿ってチェックを行うことと、評価を「分かった」と「やれた」及び無回答の3規準にすることで児童生徒でも簡単に記入できるようにした。学習過程に沿った表のため、学習目標の規準とは異なった順番や冗長の項目があるが、それらはシート回収後に並び替えて整理することで対応できる。

### 4. まとめ

プログラミング講座はスクラッチプログラミングの経験がある受講生用に設定していたため、個人のレディネスには差があると想定していた。しかし、小学3年生から小学5年生の参加者全員がプログラミング方法を修得しており、大きな問題も無くプログラムを完成させていた。



図1 迷路づくりを協調作業する様子

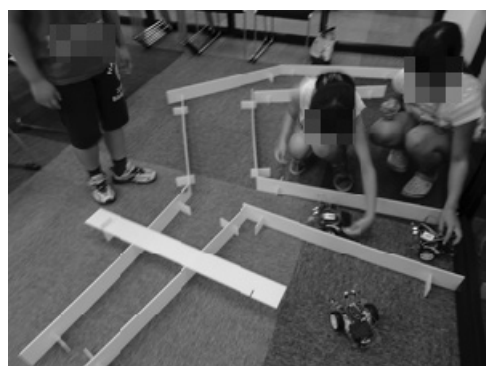


図2 ライントレースのコース作りの様子

学校外の授業であることと時間的な制約から、学習者に対する評価やアンケートなどの自己評価を行うことはできなかったが、図 1、2 に示すように、ライントレースのコース作りや、迷路づくりを行うと用具の譲り合いや協同作業が始まり、プログラムやセンサーの調整も学び合う姿が見られ、授業の目標は達成されたと考える。

しかし、学校の授業では多様な児童生徒を指導するため、今回作成したスキルチェックシートを利用して、個に対応した指導が必要である。

教材の目標であった価格については、オリジナル車体と市販部品を組み合わせて、約 6,000 円になってしまった。今回は初めての教材であるため、センサーの種類も多く試したが、音センサーは雑音を拾うため扱いにくく、サーボモータはアクセサリ的な役割なので、これらを除くことでコストを抑えることができる。また、プログラミング環境が無い自宅でも使用できるように、TV リモコン機能から操作できる機能を付加することで保護者の理解を得やすくしたいと考えている。

## 謝辞

本研究は、静岡産業大学特別研究支援経費“ICT・IoT に対応したプログラミング教育教材の開発”の助成を受けたものがある。ここに感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] 高橋等,永田奈央美：IoT 技術の活用を目指したプログラミング教材の研究，静岡産業大学情報学部研究紀要第 21 号，2019 年 3 月号，p217-p226.
- [2] 高橋等,永田奈央美：IoT の技術と活用方法の理解を目指した学習教材の研究，日本情報科教育学会第 10 回全国大会講演論文集，平成 29 年 7 月,p55-p56.
- [3] ベネッセコーポレーション：「プログラミングで育成する 資質・能力の評価規準（試行版）」，[https://beneprog.com/2018/08/31/2ndstandard/\(2018\)](https://beneprog.com/2018/08/31/2ndstandard/(2018)).
- [4] CSTA, K-12 Computer Science Standards, Revised 2017,  
[https://csteachers.org/\(2017\)](https://csteachers.org/(2017))
- [5] 齋藤 大輔, 佐々木 綾奈等：小学生を対象としたプログラミング教育のための ルーブリックの提案, STEM 教育研究 Vol.1,p41-p51,2018
- [6] 文部科学省：“小学校学習指導要領解説（平成 29 年告示）解説 総合的な学習の時間”  
[http://www.mext.go.jp/component/amenu/education/micro\\_detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018\\_9\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/amenu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018_9_1.pdf)
- [7] 文部科学省：“中学校学習指導要領（平成 29 年告示）解説 技術・家庭編”（2017）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018\\_9\\_1.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/05/07/1387018_9_1.pdf).
- [8] 文部科学省：“高等学校学習指導要領解説 情報編（平成 30 年）”（2018）  
[http://www.mext.go.jp/component/a\\_menu/education/micro\\_detail/\\_\\_icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073\\_11.pdf](http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2018/07/13/1407073_11.pdf).

小学校プログラミング教育用教材の開発と評価方法の提案

[9] 総務省：平成 28 年度 総務省プログラミング教育実証 実施団体別報告書，  
[http://www.soumu.go.jp/programming/data/gakujoken/gakujoken\\_report.pdf](http://www.soumu.go.jp/programming/data/gakujoken/gakujoken_report.pdf),(2016)

表3 スキルチェックシート

テキスト項目	学習項目	評価基準				
		分かった	チェック	やれた	チェック	
組み立て	組み立てる	部品の取り付け方が分かった		部品を取り付けることができた		
		ドライバーの使い方が分かった		ドライバーを使うことができた		
	配線する	部品を取り付ける順番が分かった		部品を順番に取り付けることができた		
		配線は決められた端子に接続することが分かった		配線を決められた端子に接続できた		
プログラムの準備	プログラムの準備をする	配線ごとに役割があることが分かった		配線の役割を考えながら接続できた		
		コネクタには方向があることが分かった		コネクタを方向どおりに接続できた		
		プログラミングソフトのインストール方法が分かった		プログラミングソフトをインストールできた		
		モータやセンサの番号が分かった		モータやセンサの番号を使った		
		USBケーブルの接続方法が分かった		USBケーブルを接続できた		
		オプションパーツの追加方法が分かった		オプションパーツを追加できた		
テストプログラム	プログラムの準備をする	入出力の設定方法が分かった		入出力の設定ができた		
		「基本」を使う	「制御スタート」ブロックのはたらきが分かった		「制御スタート」ブロックを使った	
		「モータ」を使う	「モータの動き設定」ブロックのはたらきが分かった		「モータの動き設定」ブロックを使った	
		「モータ」を使う	「モータの回転ブロック」のはたらきが分かった		「モータの回転」ブロックを使った	
		「テストモード」のはたらきが分かった		「テストモード」を使った		
		エディタを使う	プログラムの転送が分かった		プログラムを転送できた	
ぶつからないロボット	プログラムの準備をする	プログラムの保存が分かった		プログラムを保存できた		
		「モータ」を使う	左右に曲がる方法が分かった		左右に曲げられた	
		その場で回転する方法が分かった		その場で回転できた		
		超音波センサの使い方が分かった		超音波センサを使った		
ライトレーザ	プログラムの準備をする	ぶつからない動作の計画が分かった		ぶつからない動作の計画どおりに動かせた		
		「ループ」を使う	「ずっと」ブロックのはたらきが分かった		「ずっと」ブロックを使った	
		「論理」を使う	「もしも」「でなければ」ブロックのはたらきが分かった		「もしも」「でなければ」ブロックを使った	
		「制御」を使う	「待つ」ブロックのはたらきが分かった		「待つ」ブロックを使った	
かべをよけるロボット	プログラムの準備をする	うまく動かないとき、なおす方法が分かった		うまく動かないときなおすことができた		
		「フォトリフレクタ」を使う	赤外線フォトリフレクタの使い方が分かった		赤外線フォトリフレクタを使った	
		「論理」をつかう	ライトレーズの動作計画が分かった		ライトレーズができた	
		センサの状態の「かつ」が分かった		センサの状態の「かつ」を使った		
音で操作するロボット	プログラムの準備をする	条件の組み合わせが分かった		条件を組み合わせることができた		
		うまく動かないとき、なおす方法が分かった		うまく動かないときなおすことができた		
		「フォトリフレクタ」を使う	かべをよける動作の計画が分かった		かべをよける動作ができた	
		条件の組み合わせが分かった		条件を組み合わせることができた		
サーボモータを使ってみよう	プログラムの準備をする	うまく動かないとき、なおす方法が分かった		うまく動かないときなおすことができた		
		「音センサ」を使う	音センサの使い方が分かった		音センサを使った	
		音センサロボの動作計画が分かった		音センサロボを動かした		
		条件の組み合わせが分かった		条件を組み合わせることができた		
総合	プログラムの準備をする	うまく動かないとき、なおす方法が分かった		うまく動かないときなおすことができた		
		「サーボモータ」を使う	「サーボモータ」ブロックの使い方が分かった		「サーボモータ」ブロックを使った	
		プログラムの追加方法が分かった		プログラムの追加ができた		
		分解	プログラムの動きを小さな動きに分けることが分かった		プログラムの動きを小さな動きに分けることができた	
		抽象化	適切な部分だけ取り出し、他の部分を捨てることが分かった		適切な部分だけ取り出し、他の部分を捨てることができた	
		一般化	別のプログラムどうしで似ていることが分かった		別のプログラムとにている部分を取りだせた	
		「順次」組み合わせ	順番に処理するプログラムが分かった		順番に処理するプログラムを作れた	
		「繰り返し」組み合わせ	条件を満たすまで動作をつづけるプログラムが分かった		条件を満たすまで動作を続けるプログラムを作れた	
		「条件分岐」組み合わせ	条件によって動作が変わるプログラムが分かった		条件によって動作が変わるプログラムを作れた	
		プログラムの読解力	プログラムの読み方を知っている		プログラムを読むことができた	
		プログラムの編集力	プログラムの読んで、やりたい事を理解することが分かった		プログラムを読んで、やりたい事が理解できた	
		プログラムの仕組みを作る	人の作ったプログラムを変更するやり方が分かった		人の作ったプログラムを変更できた	
プログラムの評価	人のプログラムを自分のプログラムに反映させるやり方が分かった		人のプログラムを自分のプログラムに反映できた			
プログラムの評価	プログラムの目的が実現できているかを評価することが分かった		プログラムの目的が実現できているかを評価できた			
プログラムの評価	プログラムの目的が実現できていないときの対応方法が分かった		プログラムの目的が実現できていないときに対応できた			