琉球大学学術リポジトリ

中学校技術科への接続を意識した小学校理科におけるプログラミングの授業開発

メタデータ	言語:
	出版者: 琉球大学教育学部
	公開日: 2021-10-07
	キーワード (Ja):
	キーワード (En):
	作成者: 西原, 和希, 岡本, 牧子, Nishihara, Kazuki, Okamoto, Makiko
	メールアドレス:
	所属:
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/49859

中学校技術科への接続を意識した小学校理科における プログラミングの授業開発

西原　和希[1]，岡本　牧子[2]

Developing Science Classes in Elementary School
for the Link to Programming Education in Junior High School

Kazuki NISHIHARA[1], Makiko OKAMOTO[2]

要　約

沖縄県内のＩ市A小学校６学年を対象として，小学校学習指導要領理科の単元「電気の利用」の時間において，中学校技術科のプログラミング学習に必要なビジュアルプログラミング能力とプログラミング的思考の修得を目的とした授業案の開発を行い，実践を行った．独自のプログラミング能力テストの結果，児童らはプログラミングの基本処理「順次・繰り返し・分岐」の能力が向上し，授業後アンケートから，本授業実践は児童らにとって難しくあったが，面白かった授業であり，情報系の授業として苦手意識を植え付けることなく中学校技術科の学習に必要な基礎的なプログラミング能力を向上させるという目的は達成されたと推察された．

１．はじめに

2020年度から全面実施されている小学校プログラミング教育では，算数や理科，総合的な学習の時間を中心に各科目を学習するツールとしてプログラミングが位置付けられている（文部科学省，2020）．理科では第６学年理科「電気の利用」の学習内容において「㈼身の回りには電気の性質や働きを利用した道具があることをプログラミングを用いて理解する」ことが取り扱われており（文部科学省，2017c），例えば明るさセンサーを利用してLEDを点灯させるプログラム活動を通して電気を効率よく利用する学習が行われている（文部科学省，2017a）．小学校におけるプログラミング教育では，プログラミング能力そのものが目的ではなく，あくまで「理解する」ことが目的であるため，選択される教材と授業時間数によっては自分でアルゴリズムを思考せずに学習単元が終了してしまう（例えば，プログラミング操作を行う授業時間数を１時間とし，チュートリアル型教育ソフトを使用すると，操作方法とアルゴリズムの確認だけで終了してしまう可能性もある）．一方，2021年全面実施の中学校新学習指導要領において唯一プログラミング学習が必修となっている技術科では，小学校プログラミング教育必修化に伴い「D情報の技術」分野に「ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決」と「計測・制御のプログラミングによる問題の解決」が設定され，内容も充実し難易度も高くなっている（文部科学省，2017b）．よって，小学校プログラミング教育の段階においてある程度のビジュアルプログラミングの操作方法やプログラミング的思考（自分が意図する一連の活動を実現するために，どのような動きの組み合わせが必要であり，一つ一つの動きに対応した記号を，どのように組み合わせたらいいのか，記号の組み合わせをどのように改善していけば，より意図した活動に近づくのか，といったことを論理的に考えていく力）を児童達に修得させること

[1] 糸満市立真壁小学校　Itoman Municipal Makabe Elementary School
[2] 琉球大学　University of the Ryukyus

ができないと，生徒達が中学校技術科における学習で十分に力を発揮できないことはもちろん，情報分野への苦手意識が生徒達に植え付けられてしまう恐れもある．

本研究では，あくまで小学校学習指導要領理科の学習内容や時間数に沿いつつ，中学校技術科のプログラミング学習に必要なビジュアルプログラミング能力とプログラミング的思考の修得を目的とした授業案の開発を行い，実践を行ったので報告する．

２．実践の方法

2.1　児童らのプログラミング経験調査

本研究では，沖縄県内Ｉ市A小学校６学年を対象として，2020年12月に実践や教材開発を行った．研究の流れを図１に示す．本研究では，児童らの実態を把握するためのプログラミングの経験を調査するアンケートとプログラミング能力事前テストの実施，授業案作成と教材開発，授業実践，プログラミング能力事後テストの実施．児童らの学習経験やプログラミング能力に基づいた中学校技術科の計測・制御分野の授業案作成の順で研究を行った．プログラミングの経験を調査するアンケートでは，「プログラミングを知っていますか？」と「プログラミングの経験はありますか？」の問いについては，それぞれ100％と95％の児童が「はい」と回答したことから，プログラミングがどのようなものを指し，どのような事が行われるのか（行うのか）は児童へ十分周知されていると思われる．さらにプログラミング経験者に対して使用したことのある教育用プログラミングソフトについて問うたところ，図２に示すように，約58％の児童がScratch，約５％の児童がドリトル，残り36.8％の児童はその他と回答し，教育用プログラミングソフトとしてよく利用されているmicro:bitやMinecraftについては０％であった．よって，本研究では約６割の児童がブロックプログラミングの経験者ということがわかる．

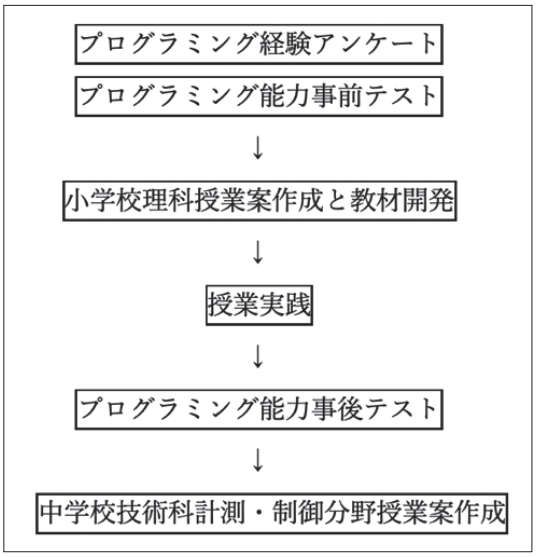


図１　本研究の流れ

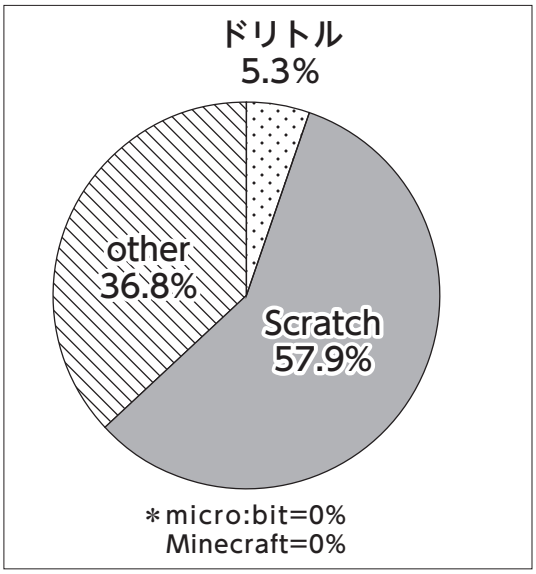


図２　経験したことのある教育用プログラミングソフト

2.2　プログラミング能力テストの内容と事前テスト

児童らのプログラミング能力を調査するため作成したテストを図３に示す．テストではプログラミングの基本となる３つの処理「順次・繰り返し・分岐」が記されたブロックプログラミングの画像（図３左側）を示めされ，対応する動作を３つの選択肢（図３右側）から選んで回答する．

micro:bitを経験したことがない場合でも動作がイメージしやすいように，micro:bitのイラストを中央に示している．また，実際のテスト問題はブラウザ画面と同様にカラー版で作成されている．例えば図３下行の問題③ではブロックプログラミングの画像として，「ずっと」ブロックの中に分岐のブロックが設定されており，「もし温度 > 25 なら，「呼び出し　扇風機をつける」，「でなければ」，「呼び出し　扇風機を消す」」のブロックが設定されているので，答えはイ「もしも温度が25度よりも高かったら扇風機をつける．でなければ扇風機が消える.」となる．本テストを用いて行ったプログラミング能力事前テストの結果を図４に示す．本テストでは順次・繰り返し・分岐ともに約50％の正答率であり，約半数の児童がブロックプログラミングを用いた基本処理を理解していることが確認できる．

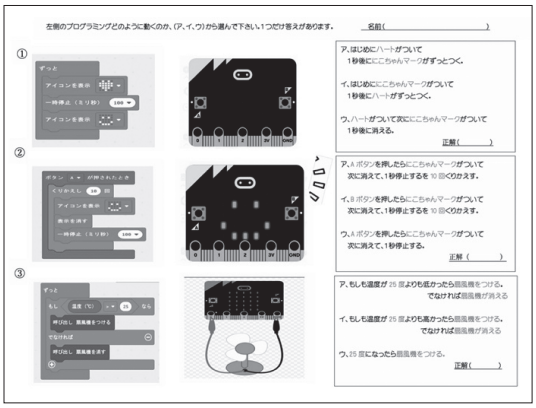


図３ プログラミング能力テスト
（実際にはカラー版）

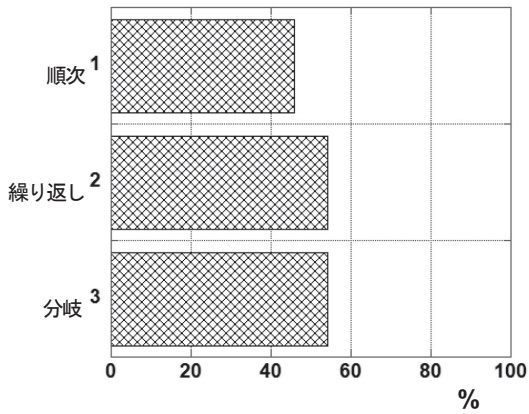


図４　プログラミング能力　事前テスト正答率

３．教材開発と指導計画

3.1　教材開発

「小学校学習指導要領解説理科編（文部科学省，2017c)」第６学年の内容の取り扱いにおいて,「身の回りには，温度センサーなどを使って，エネルギーを効率よく利用している道具があることに気づき,実際に目的に合わせてセンサーを使い,モーターの動きや発光ダイオードの点灯を制御するなどといったプログラミングを体験することによって，その仕組みを体験的に学習する」とあることから，本研究ではmicro:bitの温度センサーを用いて扇風機を制御する教材開発を行った．市販のモーターや羽根，ステレオコードなどを用いて製作した扇風機の模型を図５，サンプルプログラムを図６に示す.図６に示す通り,温度の条件によって扇風機に接続されている端子に信号を送り（デジタル出力“１”で扇風機ON,デジタル出力“０”で扇風機OFF)，自動で扇風機が回るプログラムとなっている．授業内で使用するブロックは主に入力ブロック（micro:bitの温度)，高度なブロック（デジタル出力),論理ブロック（もし…なら…）

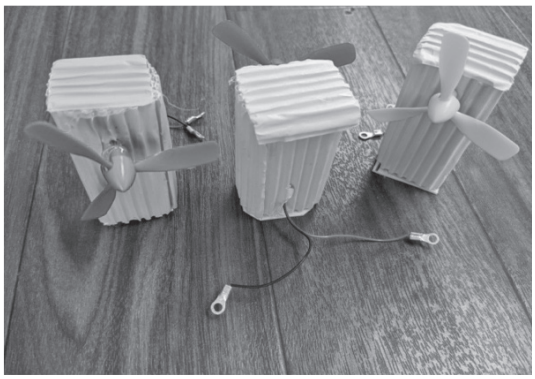


図５　扇風機模型

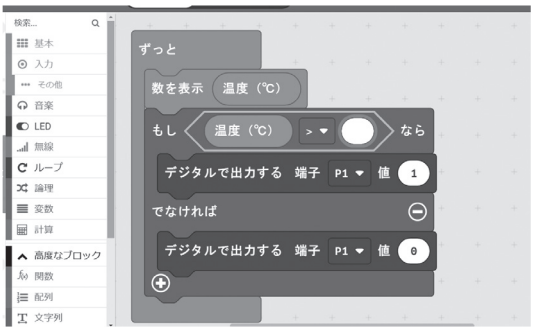


図６　サンプルプログラム

とした．授業内で児童のプログラミング活動を助ける手立てとして，図７に示すプログラミングヒント集といったような補助教材を作成し，児童らの学習活動を支える工夫も行った．

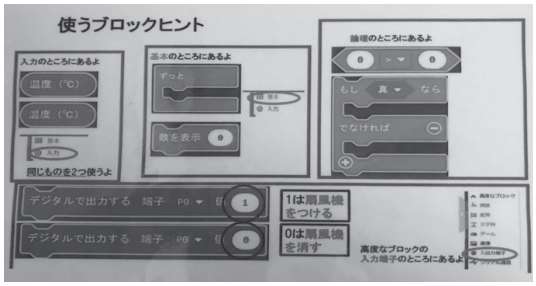


図７　プログラムヒント集（補助教材）

3.2　指導計画

本研究ではA物質・エネルギー⑷電気の利用の単元を全11時間として指導計画を行った．表１に概要を示す．第１次の１～５時では，手回し発電機やコンデンサーを用いて発電や蓄電について指導，第２時の６～７時では，豆電球や発光ダイオード（LED），電子オルゴールを用いてエネルギー変換の形態や省エネルギーについて指導，第３次の８～11時では，身のまわりの電化製品等に着目しながらプログラミングを用いて電気を制御（コントロール）することを指導する計画とした．プログラミングを扱う授業は第３次（４時間）のみである．さらに，micro:bitを用いて実際にプログラミングを行うのは第９時と第10時のみである．第11時は蓄電技術を使用している例として電気自動車を取り扱い，中学校技術科D領域⑶「計測・制御のプログラミングによる問題発見・問題解決」の自動運転システムの学習へつなげる内容となっている．

表１ 指導計画「電気の利用」

次	時	主な学習活動
1	１～５	電気を作り出したり，蓄えたりすることを理解する． ○自分たちの生活の中でどのように電気が使われているのか、どのように電気が作られているのか考える． ○モーターの軸を回すと電気を作り出せることを理解する． ○モーターを利用した手回し発電機をつくり，コンデンサーに蓄えることができることを理解する． ○発電機の回す向きにより電流の向きが逆になることを理解する． ○回す速さによって発電される量が変わることを理解する．
2	６～７	蓄えた電気を利用することができることを理解する． 電気は光や音，熱，運動などに変換され，様々な利用がされていることを知る． ○豆電球や電子オルゴール，手回し発電機などを使用して，電気は光，音，運動などに変えて利用することができることを知る．
3	８～11	身のまわりの電気が使われている道具をみつけ，どのようにコントロールされているのか自分なりの考えをもつこと．また身のまわりの道具はセンサーやスイッチを用いたプログラミングで動いていることを理解し，電気を無駄使いしない方法を考えること． 【８/11時】 ○電気は光や音，熱に変換して利用されていることや目的に応じて制御（コントロール）されていることについて理解する． 【９/11時】 ○「プログラミング」やプログラミング言語とは何かを具体的におさえるとともに，日常生活と結びつけて考える．またmicro:bitを用いたプログラミングを体験することで，論理的に考える力を身につける． 【10/11時】 ○モーター（扇風機）を制御するプログラムを仲間と一緒に考えることで，自分たちの身のまわりにあるエネルギーを効率よく利用している道具やプログラミングに興味を持つ． 【11/11時】 ○電気を貯めて利用するときには電式電池（バッテリー）が使われていることを理解する．

４．授業実践

本論文では，実際にmicro:bitを用いてプログラミングを行った第９・10時と電気自動車の紹介を取り扱った11時の授業実践について述べる．第９・10時の実践では，児童２人１グループに対しノート型タブレット端末（Dell製 Chromebook 3100 2-in-1）１台とmicro:bit １個を与えた．第９時では，micro:bitのスピーカーや論理ブロック，光センサーやスイッチを使ったプログラミングを体験することで，日常生活の中からプログラミングが使われていそうな道具を探すという活動を行った．第10時では前時の学習を発展させ，プログラミングを使って電気を無駄にしないためのプログラムを考えた．この２時間を通して図８・９に示すように，ペアで学びあい試行錯誤しながらプログラムを考えていくという場面が多く見られた．学習段階でプログラムにエラーがでることもあったが，グループで教えあって解決していくという場面も見られた．表２と表３にそれぞれ第９時と第10時の授業の流れを示す．

図８　micro : bitの体験（第９時）

図９　扇風機の制御（第10時）

表２　第９時の授業の流れ（micro:bitの体験）

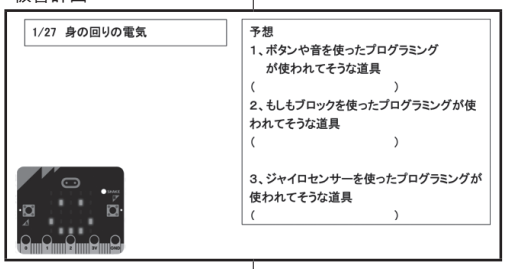
主な学習活動・発問	子ども達の反応（予想）・指導の留意点
［導入10分］ １．前時の復習をする． →前時に出てきたセンサーの確認をする．	１．前時の復習をする． ・温度センサーがあったよ ・光センサーがあったよ ・人感センサーがあったよ （前時のプリントを参考にして子どもの意見を引き出す）
→センサーで読み取った情報をどのように処理していると思うか？	・機械が処理する ・コンピュータが読み取る ・プログラミングで処理する （難しそうな場合は，自動ドアなどの例を出す）
２．micro:bitの説明をする． ・温度センサー ・光センサー ・ジャイロセンサー ・Bluetooth機能 ・スイッチ機能 などがついている．	（各センサーがついていることや機能をしっかり理解させる）
問題 micro:bitでプログラミングを体験して，身の回りのどこにプログラミングが使われているか考えてみよう．	
［展開30分］ ３．micro:bitの使い方を確認させる． ４．micro:bitでにこちゃんマークを表示させる． ５．スイッチ機能と音を体験する． ６．もしもブロックとジャイロセンサーを体験させる． ７．身のまわりのどこにプログラミングが使われているか予想しよう．	３．micro:bitの使い方を確認する． ４．micro:bitでにこちゃんマークを表示する． ５．スイッチ機能と音を体験する． ６．もしもブロックとジャイロセンサーを使う． （あまり意見が出ないときには，写真やイラスト図を使って予想がしやすい手立てを行う）
板書計画  	
８．グループごとに予想を発表させる．	
［終末５分］ まとめ	まとめをする
プログラミングは日常生活のいろいろなところに利用されている．	

表３　第10時の授業の流れ（扇風機の制御）

主な学習活動・発問	子ども達の反応（予想）・指導の留意点
［導入10分］ 1．前時の振り返りをする ・前の時間は何をしたかな？	1．前時を振り返る. ・プログラミングをしたよ ・身のまわりのプログラミングが使われている道具を見つけたよ.
2．身のまわりでは電気を無駄使いしないためにどのような工夫がされているかな？	2． ・こまめに電気を消す. ・玄関は暗くなったときだけ電気がつくよ. ・センサーを使う ・一人一人が無駄使いをしない. ・気温が上がったらエアコンがつくよ. ・タイマーを使う.
3．センサーを使って電気を無駄使いしない課題を設定する.	（センサーはプログラミングによって制御されていることを確認する）
問題 最初に温度を表示して，温度が上がった時に扇風機がつくプログラムを考えよう	
［展開30分］ 4．予想をたてる. ・どのセンサーを使ったらいいと思いますか？ ・どのブロックを使ったらいいと思いますか？	・温度センサー ・光センサー ・もしもブロック ・ずっとブロック
5．実際にmicro:bitを使ってプログラミングをさせる. →最初の５分間は自分たちで考えさせる.	5．micro:bitを使ってプログラミングをする. （２人１組でプログラミングをする）
6．ヒントを与える.	6．ヒントを見ながら思考する. （遅れているグループがあれば机間指導にて補助する）
7．面白いプログラミングが作れたペアがあれば随時共有させる.	7．面白いプログラミングが作れたペアがあれば随時共有する.
8．必要があればサンプルプログラミング（図６）を共有する.	8．必要があればサンプルプログラミング（図６）を見ながらプログラムを行う.
［終末５分］ 9．まとめをする. 時間があれば，プログラミングを行った感想を発表させる.	9．まとめをする. ・電気を無駄に使わないためにはプログラミングが必要だ ・身のまわりにはプログラミングを使った道具があることを知った.
10．結果	
結果 プログラムやセンサーを使うことで電気を無駄なく使うことができる.	

単元最後の第11時では，電気をためて利用する場合には電式電池（バッテリー）が使われていること理解するため，身のまわりの道具や電気自動車を取り扱った授業を行った．電気を移動手段の道具としての位置づけをここで行うことで，中学校技術科D領域⑶「計測・制御のプログラミングによる問題発見・問題解決」の自動運転システムの学習へつなげる内容となっている．表４に第11時の授業の流れを示す．

表４　第11時の授業の流れ（電式電池（バッテリー））

主な学習活動・発問	子ども達の反応（予想）・指導の留意点
［導入５分］ 1．前時の確認をする.	1．前時を振り返る. ・プログラミングをしたよ ・電気を無駄使いしない方法を知ったよ. ・センサーを知ったよ.
発問 電気をためて使っている道具はどのような物がありますか？	・コンデンサー ・バッテリー ・デジカメ ・充電池 ・携帯 ・スマホ
2．発問をする.	
問題 電気をためるためには、どのような道具が必要ですか？	
	・バッテリー ・コンデンサー ・手回し発電機 ・電池
［展開25分］ 3．理由を考えさせる.	3．理由を考える. ・携帯を充電するときに使っているから. ・デジカメも充電するから.
4．グループで共有させる.	4．グループで共有する. （意見があまりない場合はグループで共有することで意見を深める）
5．発表させる.	5．発表する.
6．具体的に電気自動車の紹介をする.	6．電気自動車の紹介を通して電式バッテリーを理解する. （電子黒板を使って電気自動車の紹介をする）
［終末５分］ 7．まとめをする.	7．まとめをする.
電気をためて利用するときには電式電池（バッテリー）が使われている.	

５．プログラミング能力事後テストと考察

2.2節で述べたプログラミング能力テストを授業実践の後に実施した結果を図10に示す．網掛けは図４と同様に事前テストの結果，黒塗りは事後テストの結果を示す．順次，繰り返し，分岐の問題の正答率は事前から事後でそれぞれ46％から71％，54％から62％，54％から71％に上昇していることから，本授業実践によってプログラミング能力は向上したと考えられる．繰り返しの問題については，授業実践で「くりかえし」のブロックを使用しておらず，影響が小さかったと考えられる．

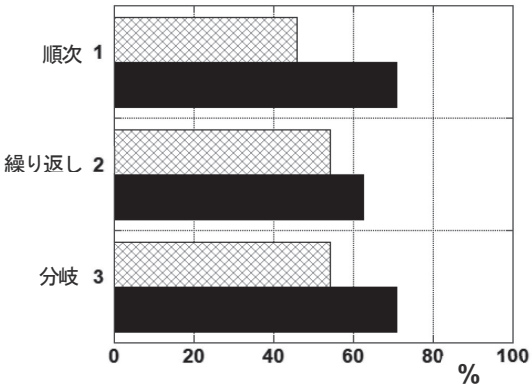


図10　プログラミング能力事前事後テスト正答率

図11に授業実践後に行ったmicro:bitを用いたプログラミングについてのアンケート結果を示す．図上段は難易度について，下段は面白さについてそれぞれ５段階評価で回答された．難易度については，「とても難しかった」が4.2％，「難しかった」が54.2％となり，約６割近くの児童がmicro:bitを用いたプログラミングが難しいと感じていることがわかる．面白さについては，「とても面白かった」が79％，「面白かった」が12.5％となり約９割の児童は面白いと感じている一方,「面白くなかった」,「とても面白くなかった」はともに０％であった．よって本授業実践は児童らにとって難しくあったが，面白かった授業であり，情報系の授業として苦手意識を植え付けることなく基礎的なプログラミング能力を向上させるという目的は達成されたと考える．

図12に児童らの授業実践後の感想文をもとに作成した共起キーワードの結果を示す．「私たち」，「みぢか」,「プログラム」,「体験」,「ちがう」,「設定」,「まちがう」,「しまう」，という共起キーワードがあることから，児童らは身近にはプログラムがあることを理解し，プログラムには設定があり間違ったりするという体験をしたことが読み取れる．

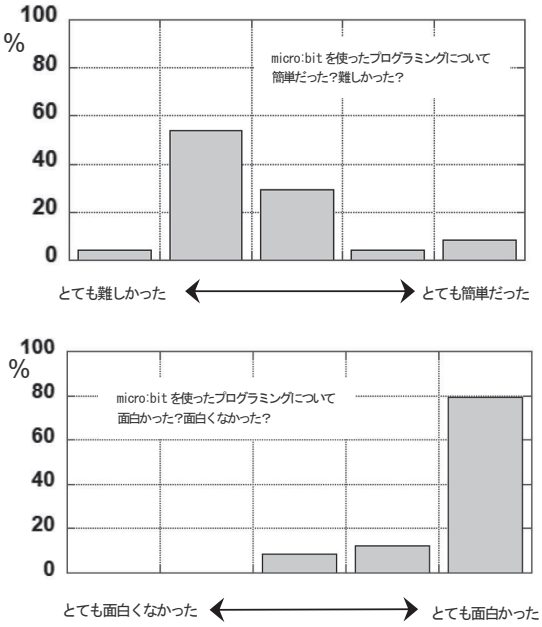


図11　授業後アンケート結果

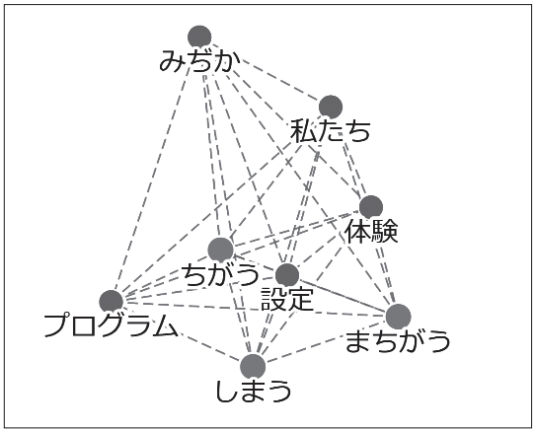


図12　児童らの感想文共起キーワード

６．中学校技術科の指導案と教材の提案

第４章までに述べてきた方法を用いて，小学校段階では身のまわりには温度センサーなどを使った道具があることを，プログラミングを通して体験的に理解できた．小学校の学習を踏まえ中学校技術科の学習では，小学校で学習した「身のまわ

りにはプログラミングを使った道具がある」という知識をさらに発展させ，それらの道具には「何か問題はないのか」「見つけた問題を生活や社会のためにプログラミングを使って解決できないか」考えることがねらいとなっている（文部科学省，2017b）．このような小学校理科と中学校技術科におけるプログラミング教育の関係を踏まえたうえで，中学校技術科においてはD領域「計測・制御のプログラミングにより問題発見・問題解決」の学習として「自動運転システムに生じる問題をプログラムで解決しよう」を提案する．指導計画を表５，製作した自動運転システム教材とサンプルプログラムを図13と図14にそれぞれ示す．教材は主にmicro:bit，超音波センサー（HC-SR04），モータードライバー（Keyestudio ks308）から構成されており，車体の前面に設置されている超音波センサーによって障害物との距離を計測しながらmicro:bitによってモーターを制御することによって，車の動きを制御する仕組みとなっている．同じ車体を２台使うと，前車の自動追尾運転の模擬も行うことが可能である．

表５　指導計画「自動運転システムに生じる問題をプログラムで解決しよう」

次	時	主な学習活動＜評価＞
1	1	1．小学校理科６年「身のまわりの電気」の復習を通して，私たちの身のまわりにはいろいろなセンサーを使ったプログラミングを使った道具があったことを思い出す．
		2．センサーを使って物を動かす仕組みには，計測・制御のプログラミングが関係し，センサーで読み取った情報をインターフェイスで処理し，アクチュエータ（仕事を行う部分）に伝えているということを理解する． ＜知識・技能＞ ワークシート，テスト
2	1	3．自動運転の仕組みについて紹介し，自動運転システムに生じる問題を見つけ，問題を解決するための課題，方法を考える． 4．問題を社会からの要求，使用者からの安全，利便性のどの視点に分類し，計測・制御のプログラミングによって解決する方法を考える． ＜知識・技能＞ ワークシート，テスト ＜主体的に学習に取り組む態度＞ ワークシート
3	2	5．前時に出た課題をプログラミングで解決するために必要なセンサーや仕事を行う部分をワークシートやイラストに記入することで具体化する． 6．実際にmicro:bitのプログラミング画面を見ながら使うブロックを具体化し，フローチャートを作成する．また，フローチャートをグループで共有することで友達の意見も取り入れながら活動していく． ＜知識・技能＞ ワークシート ＜思考・判断・表現＞ ワークシート，発表
4	3	7．前時で作成したフローチャートをもとにmicro:bitでのプログラミングを作成する．動作の確認は自動車の模型にプログラムを書き込みながら行う． 8．作成したプログラムをグループで共有することで最適なプログラムに修正する． ＜思考・判断・表現＞ ワークシート 発表
5	2	9．作成したプログラムをグループ毎に発表し，自分とは異なる問題解決の方法やプログラムの組み方について多面的に評価し，改善し合う． ＜主体的に学習に取り組む態度＞ 発表

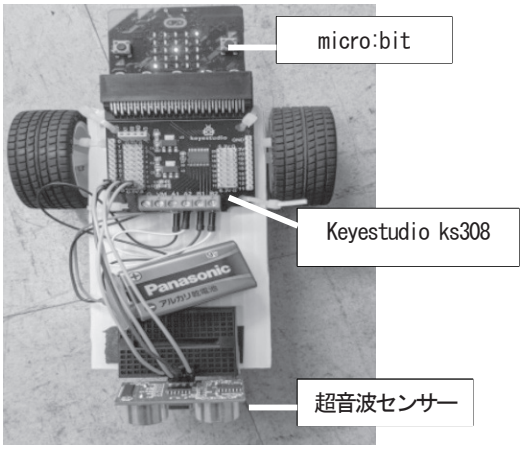


図13　自動運転システム教材

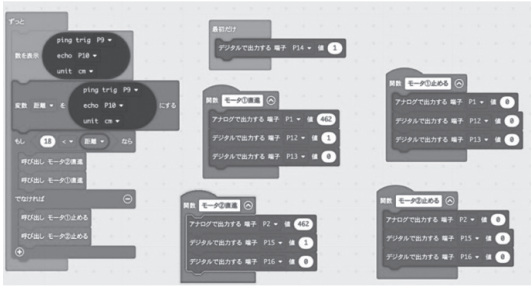


図14　サンプルプログラム

７．おわりに

本論文では，小学校学習指導要領理科の単元「電気の利用」の時間において，中学校技術科のプログラミング学習に必要なビジュアルプログラミング能力とプログラミング的思考の修得を目的とした授業案の開発を行い，実践を行った．得られた結果は以下の通りである．

⑴　小学校６学年理科「電気の利用」第３次の２時間において，micro:bitのセンサーを利用したプログラミングを用いた授業を実践することで，児童にプログラミングの操作方法やプログラミング的思考，ブロックの種類（入力ブロック，論理ブロック，デジタル出力）などの知識を身につけさせることができる．

⑵　小学校理科６学年において，micro:bitを用いるプログラミング学習を行うことにより，論理，温度センサー，光センサー，デジタル出力のON/OFFを体験することや，プログラミングをもとに身のまわりの物が動いているということを学習している．この学習経験は，中学校段階において，センサーからの入力，デジタル出力，分岐などのフローチャートを作成する際やプログラムを思考する際の基礎土台とすることができる．

参考文献

文部科学省（2020），「小学校プログラミング教育の手引き（第三版），令和２年２月告示」，https://www.mext.go.jp/content/20200218-mxt_jogai02-100003171_002.pdf，2020年７月24日

文部科学省（2017a），未来の学びコンソーシアム事務局，「小学校を中心としたプログラミング教育ポータル」，https://miraino-manabi.jp，2020年７月24日

文部科学省（2017b），「［技術・家庭編］中学校学習指導要領解説平成29年７月」，大日本図書．

文部科学省（2017c），「小学校学習指導要領解説理科編，平成29年３月告示」，https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/__icsFiles/afieldfile/2019/03/18/1387017_005_1.pdf，2021年３月12日

文部科学省（2017d），「［総則編］中学校学習指導要領解説平成29年７月」，大日本図書，p.2.

文部科学省国立教育研究所（2020），「指導と評価の一体化」のための学習評価に関する参考資料中学校技術・家庭科，教育課程研究センター．

子供のプログラミング（2019），Micro:bit（マイクロビット）で距離を測ってみよう，http://ict.pusiro.com/2019/01/06/microbit_hcsr04-２/)，2021年４月29日

高橋純（2019），これが知りたかった！すぐにできるプログラミング授業実践 小学校理科，東洋館出版社．

付記

本研究は，令和２年度琉球大学教育学部技術教育専修卒業論文の内容である．研究・授業実践にご協力頂いたＩ市A小学校の教職員並びに児童の方々に深謝する．