

和歌山工業高等専門学校

ロボット先生をプログラミングで動かして学ぶ防災学習

企画概要

小学校において、「防災」は2020年度から必修化されたが、科目化されていない。そのため、学習に対する動機づけは特に大切であり、小学生が興味を示すような教材の開発が重要である。防災学習というと堅くて、特別な授業というイメージがある。しかし、文部科学省は、既存の科目や総合学習などで学習させることを求めている。本企画は、プログラミング学習の要素を取り入れて、生徒がゲーム感覚でロボットの動きをコントロールしながら、土砂災害について楽しく学習できる教材を開発し、実践を通じてその効果を計測した。

取り組み内容

検証内容

- 小学生に対する防災教育において、「自然災害に関する知識を得ること」、「災害から身を守ること」、「災害から人々を守る行動」の指導の重要性を考慮し、土砂災害の3つのカテゴリ(がけ崩れ、地すべり、土石流)の大型模型と、砂防堰堤など、それぞれの対策工の模型も作成した。これらの模型により、現象の理解、対策工の役割などについて学習してもらった。
- 自然災害のリスクを事前に確認し、前もって、避難の手順やルートを順序立てて考えておく。いざ災害が発生し、避難行動のスイッチが入ると、そのとおり実行できる。このような災害に対する思考と行動連鎖の過程が「プログラミング的思考」と共通する。この取り組みでは、小学生が自分たちで、ロボットを安全に避難されるための経路を考え、プログラミング+通信機能でロボットに伝えて避難させる授業を展開した。



取り組み成果・効果

取り組みを通じて得られた成果

- 1) 小学校で普段使われているプログラミング言語Scratchを使うことで、無理なく授業が行えた。
- 2) 那智勝浦町立市野々小学校で実践し、児童と教員にアンケート調査を行った結果、良好な評価が得られた。
- 3) 同校での授業には、和歌山県教育委員会、那智勝浦町教育委員会の教育長が視察し、また、テレビ局や新聞社の取材があり、大きな反響があった。
- 4) ロボットは安価に製作できるため、横展開も可能である。

ステークホルダーヒアリングで得られた取り組みへの期待

ロボット作りの楽しさを伝えるなどの目的で出前授業を展開している(株)村田製作所を訪問し、アドバイスを受け、また独自の技術で低コストの人間ロボットを作成して防災教育を行う企画に賛同して頂いた。

那智勝浦町立市野々小学校で授業の実践を行うにあたって、事前ヒアリングを行った。同小学校は、過去の大雨で大規模な土砂災害を経験しており、新たな方法による防災学習に対して、期待を寄せていただき、全面的に協力して頂いた。

1. 取り組みの経緯

平成29年に文部科学省の指導要領が改定¹⁾され、「防災教育」と「プログラミング教育」が必須化された。これは、ともに、既存の教科や総合学習の時間などで実施されることが求められている。

平成23年紀伊半島大水害により甚大な被害を受けた那智勝浦町に、和歌山県が土砂災害に関する研究および啓発の拠点となる施設として、土砂災害啓発センターが設置し、県内の小中学校を中心に土砂災害の啓発活動を行っている。

同センターの職員は、小学校の先生からプログラミング教育に相談を受けることがしばしばあり、プログラミング教育を土砂災害啓発に組み込んだ出前授業の教材を模索していた。

同センターから、和歌山高専に相談があり、協力を得ながら教材の開発に取り組むこととなった。

1) 文部科学省, 小学校学習指導要領(平成29年度告示), 2009.

2. 土砂災害教育とプログラミング教育のねらい

○土砂災害啓発教育の目標(国土交通省)²⁾

- A) 土砂災害の現象・種類やメカニズム、対策等を知り理解すること。
- B) 自発的・能動的に情報を収集し危険を察知するなど、自ら考え、主体的に判断することができるようになること。
- C) 自分の身は自分で守ろうとする態度や、地域の一員として協力しようとする態度等を身につけ、具体的な行動に結びつけること。

○小学校プログラミング教育のねらい³⁾

児童に「コンピュータに意図した処理を行うよう指示することができるということ」を体験させながら、「プログラミング的思考」^{注)}等をはぐくむこと。

2) 国土交通省砂防部:土砂災害防止教育支援ガイドライン(案), 2009.

3) 文部科学省:「小学校プログラミング教育の手引き」の改訂(第二版)について, 2018.

注)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合せが必要であり、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、記号の組合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。

3. 解決したい地域の課題とチャレンジしたいアイデア

■対象とする地域

和歌山県那智勝浦町

■解決したい地域の課題

学習指導要領の改正で、防災学習の必要性が指摘された。特に山間部の小学校では、土砂災害に対する防災教育が課題になっている。対象地域の那智勝浦町は、2011年紀伊半島大水害で、29名の死者・不明者があり、土砂災害に関する有効な教材の開発が望まれている。また、プログラミング教育も必須化され、体験的にプログラミング思考をはぐくむ教育が求められている。
しかし、普段多忙な小学校の先生にとって、教材開発は容易ではない。

■チャレンジしたいアイデア

防災学習というと堅くて、特別な授業というイメージがある。しかし、文部科学省は、理科や社会をはじめ既存の科目や総合学習などで学習させることを求めている。

今回チャレンジしたいアイデアは、プログラミング学習の要素を取り入れて、児童がゲーム感覚でロボットの動きをコントロールしながら、土砂災害について楽しく学習できる教材を開発し、実践を通じてその効果を計測するものである。

4. 期待される効果

小学校において、「防災」、「プログラミング」は2020年度から必修化されたが、科目化されていない。そのため、学習に対する動機づけは特に大切であり、小学生が興味を示すような教材の開発が重要である。ここで提案する教材の特徴を以下に示す。

○防災について

- ・自然災害に関する知識を得ること →土石流、がけ崩れ、地すべりをロボットが体験する。
- ・災害から身を守ること →土砂災害を避けてロボットを避難させる。
- ・災害から人々を守る行動 →土石流、がけ崩れ、地すべりの有効な対策を考える。

○プログラミングについて

- ・プログラミング的思考 →ロボットは、指示されたことしかしないので、その行動を分析して、順序立てて動作を組み立て直す。
- ・アルゴリズムからのプログラミング →アルゴリズムに従って、実際にプログラミングする。
- ・トライアル・アンド・エラー →ロボットの動きを観察し、うまくいっていない場合は、プログラムを書き換えるなど試行錯誤を行う。

- 自分自身がロボットになったような、ロールプレイングゲーム的な没入感と、ロボットが被災しないように避難させるための思考＋プログラミングが相まって、**これまでになかった防災教育教材**として、小学生の興味を引き付けることが期待できる。

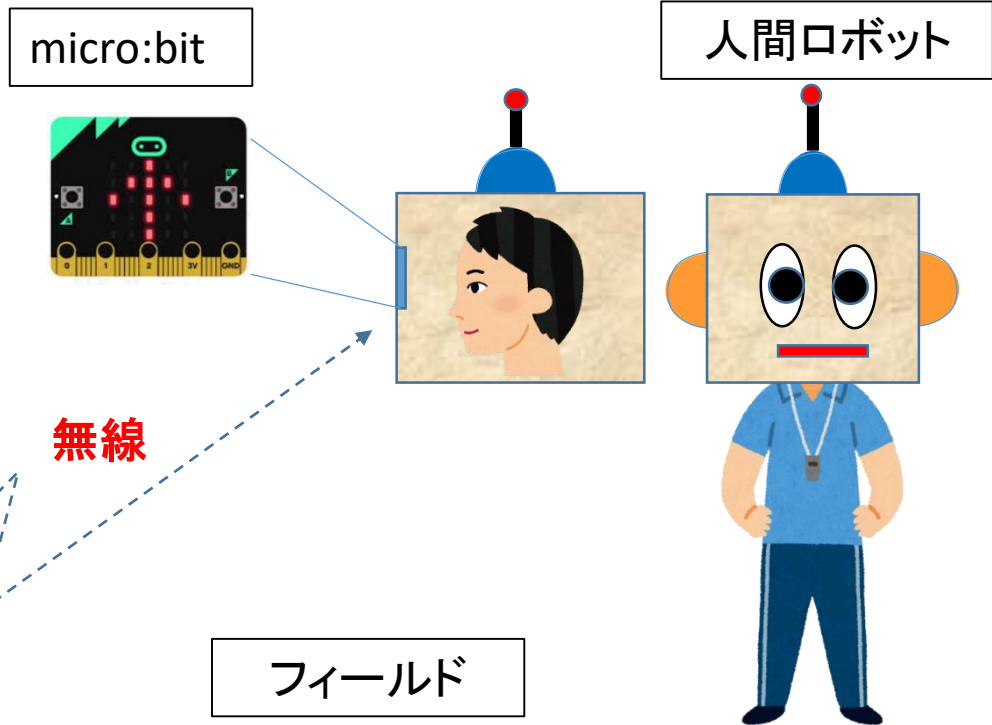
5. アイデアの概要(1)

■教材について

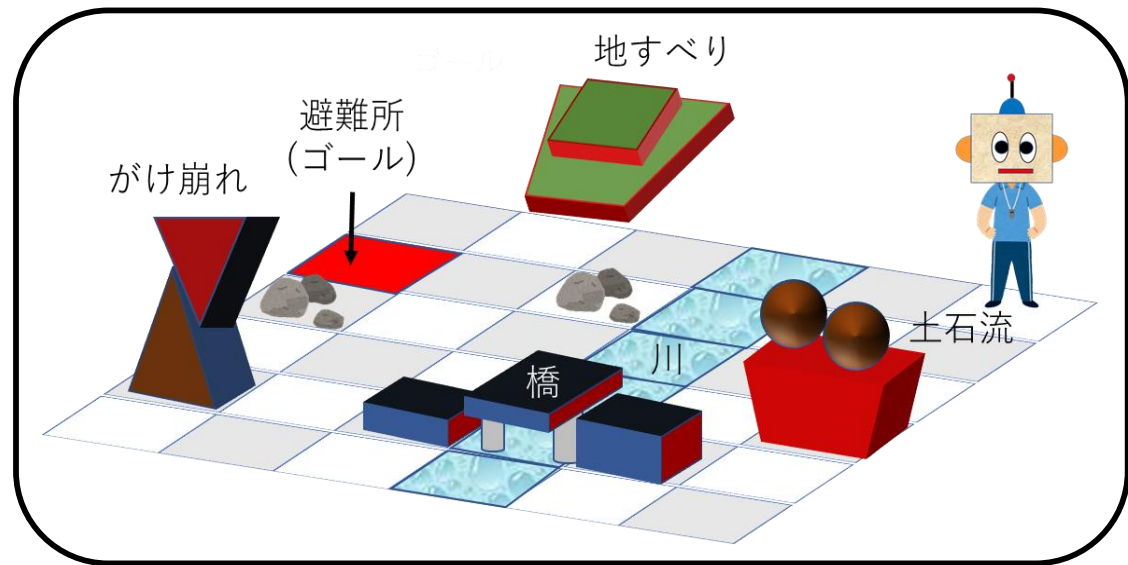
1) 概要と機器の構成

図に示すように、タブレットまたはPC、micro:bit、ロボットの着ぐるみ、土砂災害のフィールドなどから構成される。

多くの小学校で導入されているビジュアルプログラミング言語「Scratch」を使って、ロボットの動きをコントロールし、災害を避けて避難させる。



タブレットまたはPC

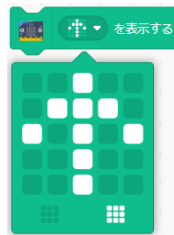


5. アイデアの概要(2)

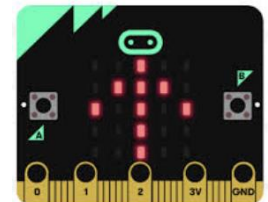
2) プログラミング言語「Scratch」とmicro:bitについて

Scratchは、MIT(マサチューセッツ工科大学)メディアラボで開発されたビジュアルプログラミング言語で、ブロックをつなげていだけでプログラミングできる。作ったプログラムがうまく動かなくても、簡単にやり直せるのが特長で、子どもたちが楽しく学習できることを優先させて開発された。無料で使えるので、多くの小学校で導入されている。

micro:bitは、イギリスのBBCが主体となって開発した教育用のマイコンボードで、Scratchから制御できる。ボード上には25個のLED(縦5×横5)が配置されている。また、micro:bitには無線による通信機能(Bluetooth)があるため、ロボットの頭部にmicro:bitを仕込み、Scratchが起動しているタブレットやPCからLEDをコントロールすることで、ロボットに対して動きを指示できる。



Scratchでmicro:bitに
矢印を表示するように
プログラムすると...



ロボットに仕込まれたmicro:bit
に無線で送られて表示

3) ロボットとフィールドについて

ロボット役は、実践する学校の先生に依頼する。ロボットは、段ボールなどで作った箱(ロボットの頭部)の内側に設置されたmicro:bitに、無線で送られてくるLEDの点灯パターンを見て、フィールド上で「一步前進」、「右を向く」、「段を上がる」などの動作をする。

フィールドは、市松模様とし、一つの格子がロボットの一步分とする。土石流、地すべり、がけ崩れなどの土砂災害の仕掛けがあり、対策なしで側を通ると被災する。

6. ステークホルダヒヤリング(1)

(株)村田製作所の取り組み「動け!!先生ロボット」に刺激を受け、令和5年5月23日に同社を訪問し、ヒヤリングを行った。

アドバイスをを受け、また独自の技術で低コストの人間ロボットを作成して防災教育を行う企画に賛同していただいた。



ヒヤリングの主な内容

- 1) コンセプト
 - ・キャリア教育・・・ロボット作りの楽しさなど
 - ・環境教育・・・温暖化など
 - ・プログラミング授業・・・論理的思考力など
- 2) プログラミング言語と通信
 - ・専用アプリを開発
 - ・ルーターを使ったLAN
- 3) 開発の費用
 - ・数百万円
- 4) その他
 - ・ロボット役は社員

分析と対応

- ・本企画では、防災教育の学習法としてプログラミングを位置付けているため、教育の目的は異なる
- ・論理的思考力の育成は共通
- ・小学校で実際に使っているプログラミング言語Scratchを使う
- ・小学校の環境を考慮→独自の技術を検討
- ・小学校が自前で用意できる程度の予算(横展開)で開発を検討
- ・ロボット役は先生または児童

6. ステークホルダヒヤリング(2)

アイデア検証の実践校である和歌山県那智勝浦町立市野々小学校を令和5年11月13日に事前訪問し、企画の説明とヒヤリングを行った。

同校から校長、教頭、和歌山県土砂災害啓発センターの所長はじめ職員4名、和歌山高専からメンバー2名と顧問教員1名が出席。那智勝浦町教育委員会は都合により欠席。

企画の概要を説明し、意見交換を行った。



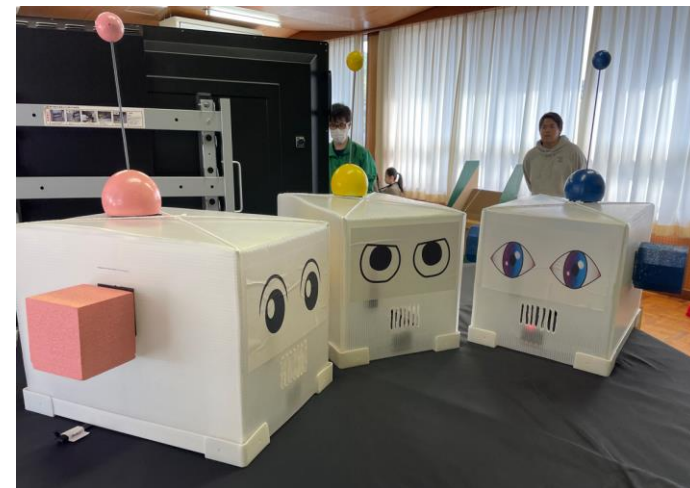
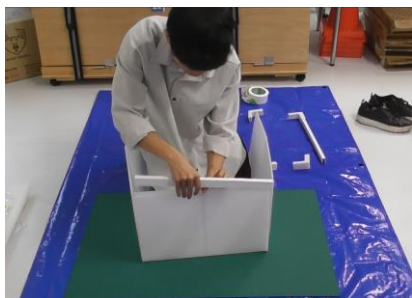
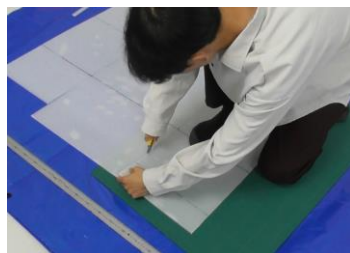
ヒヤリングの主な内容

分析と対応

- ・プログラミング言語はScratchを使っているが、
習熟しているとは言えない
 - ・45分授業2コマ分を利用する
 - ・学校のPC(クロームブック:一人一台)を使う
 - ・先生はロボット役を引き受けてくれると思う
 - ・児童は3チームに分かれて、それぞれ別々のフィールドを作ってほしい
 - ・ロボットは3台欲しい
- ・ロボットを動かすプログラミングの練習を授業に組み込む
 - ・一部と二部に分けて授業を計画
 - ・練習は一人一台のPCで実施
 - ・児童でも希望があればロボット役に
 - ・短時間にフィールドを変更するのは可能
 - ・表情が異なるロボットを3台作る

7. ロボットの製作と通信テスト

1) ロボットの製作



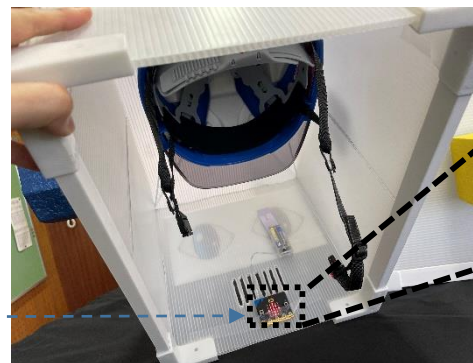
2) PCとマイロビットとの通信距離の測定

ソフトウェア等

- ・ Scratch 3.0 : 基本ソフトウェア
- ・ Scratch Link : Scratchとマイクロビットを接続するために必要なソフトウェア
- ・ Bluetoothのバージョン : 4.0



Bluetoothで30m程度の通信が可能
→小学校の体育館で利用できる



ロボットの頭の内部



マイクロビット

8. 土砂災害模型の製作

1) 製作過程

ステークホルダの土砂災害啓発センターの協力で、土砂災害の3つのカテゴリ(地すべり、がけ崩れ、土石流)の組立て式模型を製作した。砂防堰堤など対策工の模型も製作した。



ミニチュア(試作)



段ボール製



色付け



土石の模型(発泡スチロールに色付け)

2) 完成した大型模型



地すべり



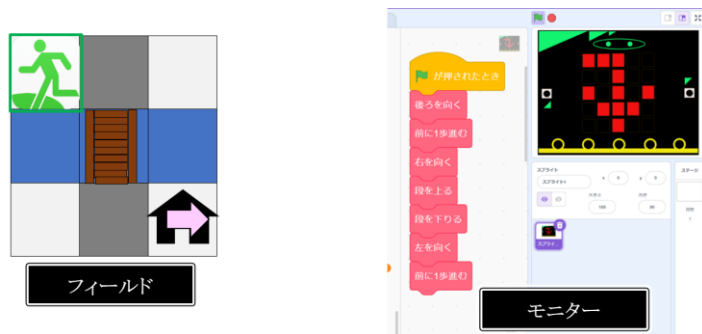
がけ崩れ



土石流

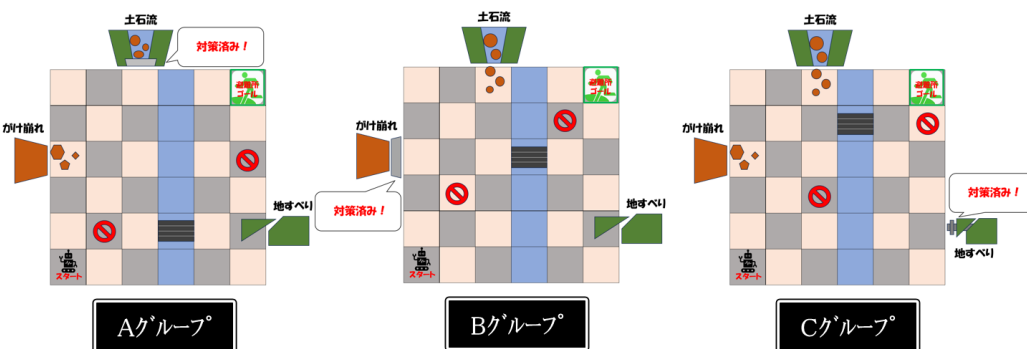
9. 授業の構成

授業は、令和5年12月14日に、右の表に示す構成で行うこととした。5限目(午後の一コマ目)の冒頭に、土砂災害啓発センターから土砂災害に関する講義があり、その後、以下に示すような練習用のフィールドで例題と簡単な演習を実施する。



6限目に、教室から実際のフィールドを設置した音楽室に移動し、まず、ロボットに被災体験させる。

その後、5、6年生を3グループに分け、グループごとに異なるフィールドについてプログラミングを行い、ロボットによる検証を行う。



タイムスケジュール		全体の流れ
5 限 目	13:20～ 13:40	・土砂災害の一般知識 ・対策工
	13:40～ 13:55	・教材の説明 ・PC上でのプログラミング演習
	13:55～ 14:05	・3×3のフィールドで実演
休憩	14:05～ 14:10	・休憩後音楽室に移動
6 限 目	14:10～ 14:25	・3班に分かれる ・導入 ・6×6フィールドでロボットの被災デモ(がけ崩れ、地すべり、土石流) ・班ごとに異なるフィールドの図面配布→プログラミング
	14:25～ 14:50	・第1班から順次プログラミングの実行→振り返り
	14:50～ 15:00	・生徒の感想とまとめ

10. 授業実践(6限目)



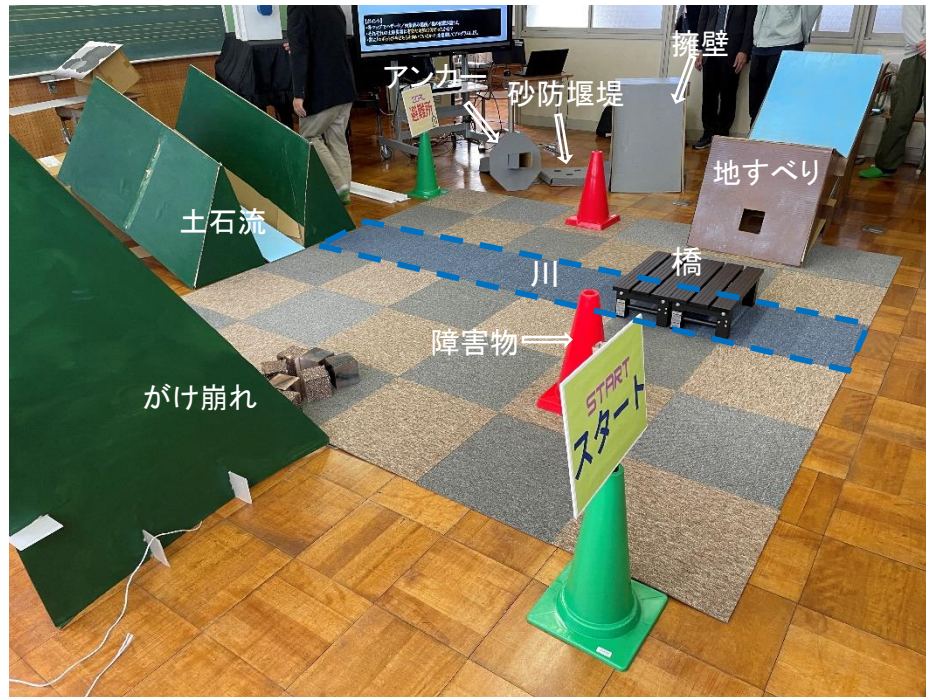
対策なし→ロボットが被災(デモ)



プログラムを相談するAチーム



プログラムを相談するBチーム



フィールドの例



地すべりの対策を試す児童



ロボット役になった児童



土砂災害のことを楽しく学べてよかった。



授業後の感想

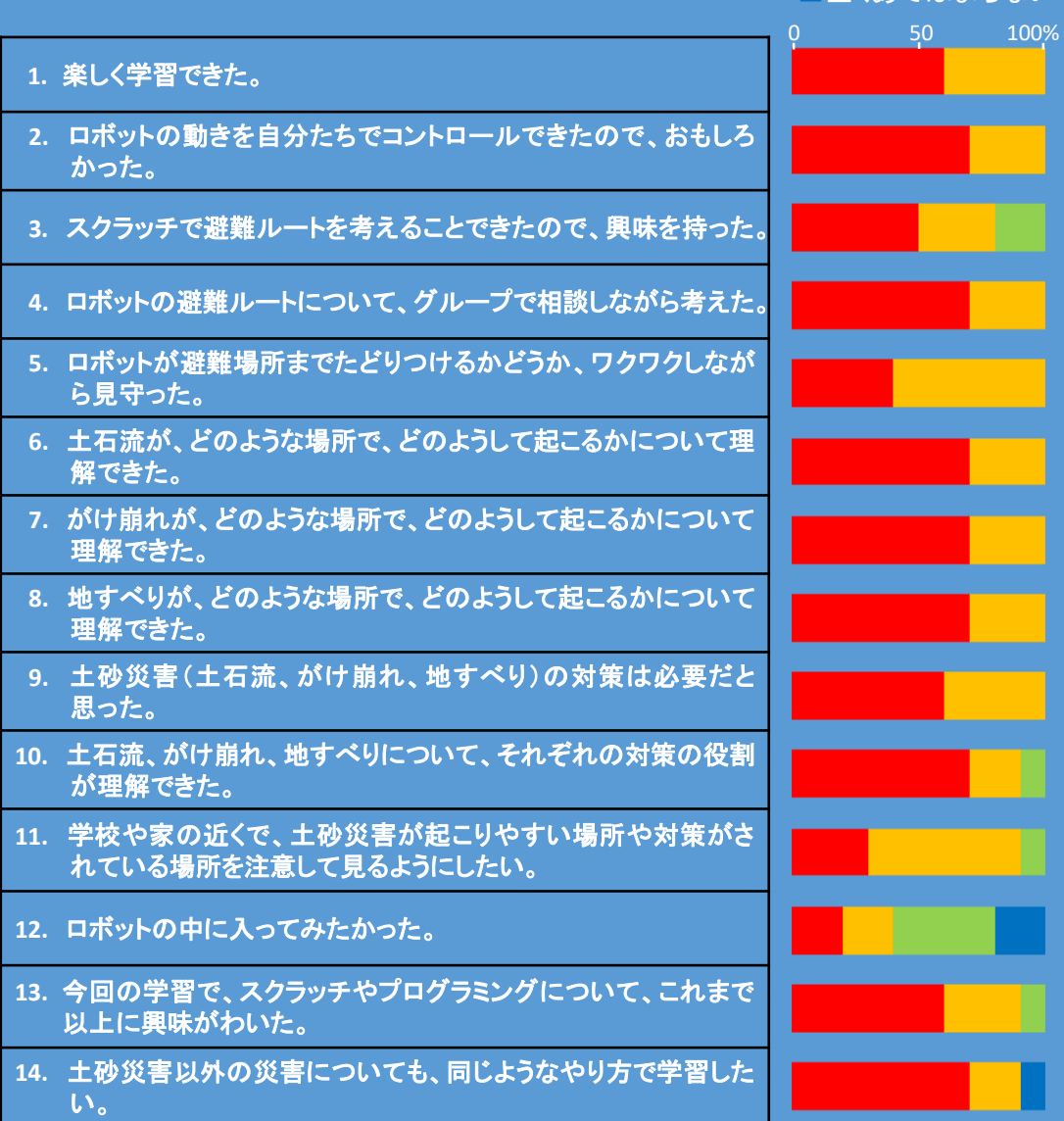


授業のまとめを聞く児童



11. 効果の計測(1) —児童のアンケートから—

児童のアンケート調査(設問)



アンケートに用紙に書かれた児童の感想

- ・土砂災害にもプログラミングにも興味を持てた。
 - ・ぼくは、たくさんのメディアが来るときにちょうするが、それがなくなるくらい面白かった。
- 他

新聞社の取材による児童の感想(掲載)

- ・M君:「プログラミング通りに動かして楽しかった。日頃から、災害時には山や川から離れるように意識しています。」(読売新聞)
- ・Yさん:「学習を参考にし、家族と避難ルートを確認したい。」(毎日新聞)
- ・N君:「楽しかったし勉強にもなった。またやってみたい。」(紀伊民報)
- ・Mさん:「プログラミングを体験しながら楽しく土砂災害についても学べました。もっと詳しく勉強してみたいと思いました。」(熊野新聞)
- ・O君:「楽しかった。3、4年生の時にScratchを使ったことがあり、感覚的に動かせた。災害は事前に準備することが大事。」(紀南新聞)

11. 効果の計測(2) —教員用アンケートから—

教員用アンケート

質問1 : 学習時の児童の様子はどうでしたか。

マスコミがたくさん来ていた影響もあると思いますが、とても集中し、主体的に取り組んでいました。

質問2 : このような教材を利用した学習は、児童の好奇心、やる気などの向上につながるとおもいますか。

今回のプログラミングの要素を取り入れた学習は「なるほど!!そういう視点があったか!!」という思いです。児童はとても関心をもって取り組んでいたのも、好奇心の高い知的な学習だったと思います。

質問3 : 機械仕掛けのロボットを使わずに、人がロボットに扮した形態にしました。プログラミング+ロボットというデジタルの組み合わせの中で、一部アナログを取り入れることで、児童への受け入れ易さをねらったものです。そのようなねらいと効果について、ご意見をお聞かせください。

ICT機器の処理のみで学習が完結していない展開がとても良かった。防災学習の大きなねらいの一つとして、人と人のコミュニケーション⇒自助から共助の視点が不可欠。プログラム+ロボットの効果はあると考える。

質問4 : 指示した通りにしか動かないロボットの動きを分析し、スクラッチでプログラミングするような方法と、児童のプログラミング(アルゴリズム)の学習効果との関係について、ご意見をお聞かせください。

このような学習は様々な場面に応用できる。行動を予測し、実際に動かし、誤っていたらその個所を修正するという作業は、まるでPDCA。これは算数や理科でも共通する。

質問5 : 防災学習を単独で行う方法と比較して、プログラミング学習とのコラボレーションの取り組みの効果や発展性について、ご意見やアイデアをお聞かせください。

今回の学習は防災学習の一環でしたが、脳科学や行動科学でいう「思考の自動化」と「行動連鎖」を学ぶ要素が大きかった。プログラミングを実生活と結びつけるのも、すごく面白い。

質問6 : より効果的な教材にするため、改善点、ご意見、その他お気づきの点などをお聞かせください。

素晴らしい学習でした。場の設定、準備や後片付け等の教具をいかに負担少なくするのが今後の課題だと思う。なぜなら、多くの学校に展開してほしいから。

12. まとめ

自然災害のリスクを事前に確認し、前もって、避難の手順やルートを順序立てて考えておく。いざ災害が発生し、避難行動のスイッチが入ると、そのとおりに実行できる。このような災害に対する思考と行動連鎖の過程が「プログラミング的思考」と共通する。

この取り組みでは、プログラミング学習の要素を取り入れて、児童がゲーム感覚でロボットの動きをコントロールしながら、土砂災害について楽しく学習できる教材を開発し、実践を通じてその効果を計測した。

取り組みをまとめると、以下のようなようになる。

- 1) 小学校で普段使われているプログラミング言語Scratchを使うことで、無理なく授業が行えた。
- 2) ステークホルダから、小学校における土砂災害啓発教育やプログラミング教育の現状などについてヒヤリングし、実践時の授業の展開案を作成した。
- 3) 那智勝浦町立市野々小学校で実践し、児童と教員にアンケート調査を行い、効果の計測を行った。
- 4) 同校での授業には、和歌山県教育委員会、那智勝浦町教育委員会の教育長が視察し、また、テレビ局(NHK、テレビ和歌山)や新聞社(読売、毎日、朝日、紀伊民報、熊野新聞、紀南新聞など)の取材があり、大きな反響があった。
- 5) ロボットは、PCやタブレットからの通信がコアであり、3,000円程度購入できる市販の電子基板(マイクロビット)を用いるため、安価に作成でき、横展開の障害にならない。

謝辞: 取り組みに対して、支援していただいた和歌山県土砂災害啓発センター、那智勝浦町立市野々小学校、那智勝浦町教育委員会、株式会社村田製作所の皆様、また、適切な助言をいただいたメンターの伊勢田様、阿部様、三木様に深く感謝申し上げます。