

災害現場で活躍するロボット～レスキューロボットをつくろう～

岩国市立灘小学校

1 本単元で育成したい資質・能力（目標）

災害現場で活躍するロボットについて知り、その機能や役割について調べたり、レスキューロボットのプログラムを考えたりする活動を通して、情報通信技術やプログラミングが防災に役立っていることを理解するとともに、基本的なプログラミングの考え方を身に付ける。

2 本単元におけるプログラミング教育について

mBot をベースとしたコントローラーで遠隔操作することができるレスキューロボットを製作する。センサーを活用した安全機能を追加していく活動を通して、条件分岐など必要な命令の組み合わせを考えたり、それらを改善したりしながらロボットを操作するプログラムを作成することでプログラミング的思考の育成を図る。また、情報通信技術が防災に役立っていることが理解できるようにする。

3 単元計画（全8時間） ※本単元は、「身近な安心・安全を守ろう～自然災害と防災への取り組み～」内に位置づけられた小単元である。

時	学習活動・学習内容	主な評価規準	備考
1	災害現場で活躍するロボットについて調べ、単元の課題を考える（PP）。 ・災害対応ロボットの機能や役割（センサー機能を含む） ・情報通信技術（無線通信、IoT等を含む） ・ロボットがプログラムによって動いていること	災害現場で活躍するロボットについて、意欲的に調べることができる（主体性）。	・レスキューロボットとしてR-5.0（長岡技術科学大学他）とQuince（千葉工業大学他）を中心に取り上げる。
2 3	作成するレスキューロボットの機能について考え、ロボットをコントローラーで操作する方法について考える（PP）。 ・ビジュアル型プログラミング言語 ・メッセージ処理 ・順次処理（メインルーチン） ・条件分岐（条件判断文） ・繰り返し（メインループ）	レスキューロボットの製作上の課題を設定し、学習の見通しを持つことができる（課題の設定）。 基本的なプログラミングの考え方を理解し、プログラムを作成することができる（知識及び技能）。	・ロボットは、mBotを使用する（ない場合はソフトウェア上のロボットで対応可）。 ・使用言語はScratchベースのものとする（mBotの場合、mBlokを使用）。
4 5 本時	災害現場の想定コースを作り、ロボットが衝突を防止する機能や音や光で状況を知らせる機能について考える（PP）。 ・操作支援システム ・センサーの役割（超音波、照度、ライントレース）	災害現場の状況を想定し、そこで安全に情報収集活動が行えるプログラムを多面的に考えることができる（整理・分析）。	・ICT支援員を要請し、児童のプログラミングの補助をする。
6 7	災害現場想定コースを、カメラによる遠隔操作で走行し、災害救助対策を考える。 ・災害対応ロボットによる救助計画の必要性 ・災害対応ロボットの課題	災害対応ロボットが、救助計画の立案や2次被害の防止に役だっていることを理解することができる（知識及び技能）。	・小型無線カメラをmBotに取り付け、別室等から操作させ、災害現場（想定）の状況を分析させる。
8	これからの災害対応ロボットについて考え、交流する。 ・情報通信技術の発展とその活用	・自分と実生活・実社会の間の問題解決に取り組もうとすることができる（社会参画）。	・レスキュー隊員をゲストティーチャーとして招き、災害救助の苦勞や工夫などを聞く。

※評価規準の観点とは、総合的な学習の時間全体計画による。

4 本時案 (4 / 8 時)

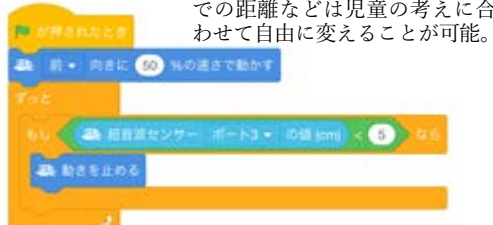
(1) 目 標

超音波センサーを活用した安全機能を追加していく活動を通して、災害現場を想定して条件分岐など必要な命令の組み合わせを考えたり、プログラムを改善したりすることができる。

(2) 主な準備物

mBot (児童2人に1台), mBot 用Bluetoothコントローラー, iPad, PC, 試走動画, センサー説明掲示

(3) 展 開

過程	学習活動・学習内容	○指導上の留意点 ◆評価 ☆プログラミング的思考を育むための手立て
つかむ	<p>1 災害想定コースとレスキューロボットの企画書をもとに、mBot にさらに追加したい機能について考え、本時の課題をつかむ。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動車の衝突防止などの安全機能</li> <li>・ センサーの役割</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○第2時に作成した企画書をもとに、ロボットをよりよいものに改良していこうという意欲をもたせる。</li> <li>○安全機能のない状態で災害想定コースを走らせ、ロボットが衝突する動画をみせ、操縦者を支援する機能の必要性を考えさせる。</li> <li>○自動車の安全機能にはセンサーが利用されていたことを想起し、mBot には3つのセンサーがあることを知らせることで、本時の課題をつかませる。</li> <li>○児童とともに本時のループリックを設定する。</li> </ul>
／	<p>センサーを使って、mBot に安全機能をつけよう</p>	
考える	<p>2 超音波センサーの働きと使い方(基本的なプログラミング方法)を知り、ロボットが衝突を防止するプログラムを考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 超音波センサーの仕組み</li> <li>・ センサー用の命令ブロック</li> <li>・ 条件分岐(「もし～なら」ブロック)</li> </ul>	<p>☆mBot を自分に置き換えて、条件判断と動きを考えさせることで、条件分岐の考え方やその順序性について考えさせる。</p> <p>☆ロイロノート・スクールでフローチャートを作成させることで、プログラミングで実現したい動き(の手順)を明確にさせる。</p>
深める	<p>3 mBlock を使ってプログラミングし、考え通りに動くか実際に mBot を操作し試してみる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ センサーを使ったプログラミング</li> </ul> <div data-bbox="242 1585 778 1863" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>作例：動き(青色ブロック)や障害物までの距離などは児童の考えに合わせて自由に変えることが可能。</p>  </div>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○センサーを利用したプログラムを例示し、個々に内容を考えられる部分がどこかを示すことで、児童一人ひとりが創意工夫してプログラミングできるようにする。</li> <li>☆災害想定コースは、班で相談して自由に組み替えてもよいことすることで、児童同士の対話を促進するとともに、様々な被災状況を考え、プログラムを改善しようとするができるようにする。</li> <li>◆災害現場の状況を想定し、超音波センサーを使って安全に操作できるようプログラムを改善できたか(思考・判断・表現, チャートとプログラム)。</li> </ul>
／まとめ	<p>4 本時の学習を振り返り、次時の課題を考える。</p> <p>※本時は、単元の第4・5時の2時間続きの設定の授業であるため、ごく簡単なふり返りのみを行います。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○残りの2つのセンサーについて取り上げ、企画書をもとにさらに実現したいことを考えさせる。</li> </ul>

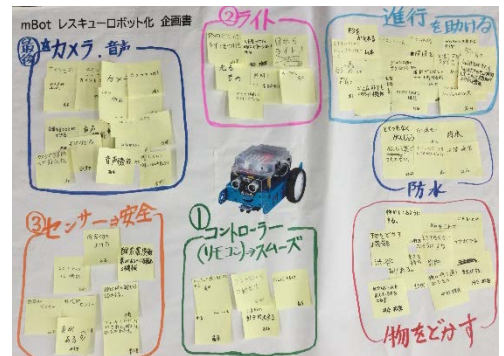
## 5 授業のようす

第2・3時において、mBot をレスキューロボットにするために、どんな機能があればよいか、児童がふせんに書いたものを分類して企画書を作成した。児童は企画書をもとに、まずは、遠隔操作できるようにすることを目標とした。コントローラーのボタンを押しても、mBot が反応しないことを確認させ、コントローラーによる操作もプログラミングをする必要があることを知らせた。ペアごとに、ロイノートを用いて、コントローラー操作の設計を考えた。その後、条件判断文「もし～なら (if 文)」を使って、プログラムを作成することができた。さらに、児童が音やライトのコントローラー操作をプログラムし、要救助者を発見したときに鳴らすなどの工夫も見られた。

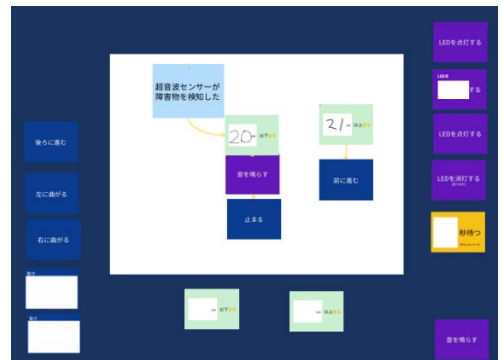
公開授業である、本時（第4時）の導入では、教師が、安全機能のない状態のmBot で災害想定コースを走らせ、mBot が衝突したり落下したりする動画を見せた。児童は、壁に衝突する場面や、穴に落下する場面を見て、「あー。」などの歓声をあげたり、「これじゃあ失敗だ。」などの感想を述べたりした。そして、企画書をもとに、「センサーを使って安全機能をつけよう。」というめあてを設定した。その後、mBot に3つのセンサーがあることや、超音波センサーの仕組みについて押さえた。次に、比較演算子を使った条件判断文という、今までにない組み合わせの要素が入るため、判断の仕方を整理した。その際、児童をmBot の立場に立たせて、障害物まで距離がある場面と、そうでない場面の2つの場面で、どんな判断をするから、どんな行動をとったらよいかを考えさせた。そうすることで児童は判断の仕方には、「～cm以上ならどうする。」と「～cm以下ならどうする。」の2パターンあることをつかんでいた。

その後、ロイノートで、超音波センサーを使った安全機能の設計図を作成した。どのペアも、「以上なら前に進む。」、「以下なら止まるなど障害物を検知し、避けるなどの行動を適切に設計することができており、2通りの判断の仕方を上手く使い分けることができていた。

センサーを使ったプログラムをmBlock で作成する際に、教師が基本的なプログラムの作成の仕方を演示したり、4人分の作成例を示したテキストブックを配付したりすることで、考えるための手がかりを示した。また、設計図のカードの色を条件分岐ならオレンジ色にするなど、プログラムする際のブロックの色と同じにし、スムーズに活動できるように配慮した。児童は、自分たちのプログラムに近い例を参考にしながら、条件判断文を考えたり、条件分岐をプログラムのどこに組み合わせればよいのかを考えたりして、プログラムを作成することができた。また、安全性



児童が作った企画書



児童が作った設計図



判断の仕方は、2通りあったよね。



私たちは、この子の例に近いかもね。

を高めるために音で危険を知らせる、動きを止めると障害物との距離で2段階の安全対策をプログラムする児童も見られた。

プログラムを作成した児童は、その場で自分たちの作ったテストコースを走らせ、センサーを使った安全機能が意図したとおりに働くかどうかを試した。1度では意図した通りの動きをしていない児童も多く見られたが、すぐにデバッグ・修正を行い、自ら進んでプログラムの改善を図る姿が見られた。他のペアが上手くいっていることを知ると、「どうやってやったの、教えて。」と、友だちのプログラムを見に行き、それを参考に自分たちのプログラムを修正する児童も見られ、他のペアと交流を行いながら完成を目指すことができていた。

第5時(後半)には、全てのペアが、超音波センサーを使って、自分たちの意図する衝突を防ぐ機能をつけることができた。更に、光センサー、ライントレースセンサーを使って、オートライトや落下防止機能など、さらなる安全機能をつけているペアも多く見られた(表1)。



児童が作成したプログラム  
(全文は本章最後に示す)

表1 第5時終了時のセンサーを使った児童のプログラム  
(ペア14組, うち第4時欠席ペア1を含む: 括弧内は延べ数)

児童が考えた安全機能のうち、意図通りに動作しているもの	ペア数(組)
超音波センサーを使って衝突回避防止の機能を付けている	14
・動かすブロック→動きを止めるブロックで停止している※。	(3)
・後退することで衝突を回避している。	(6)
・〇待つブロックで一時停止をしている。	(2)
・音を〇秒鳴らすことで注意喚起、一時停止をしている。	(10)
・条件判断文(if文)を入れ子にして、進めるかどうか判断してから前進している。	(5)
・もし□なら～でなければ～(if-else文)を使って、進む、進まないを制御している。	(1)
ライントレースセンサーを使って落下防止の機能を付けている	10
・動かすブロック→動きを止めるブロックで停止している。	(4)
・後退することで衝突を回避している。	(3)
・〇待つブロックで一時停止をしている。	(1)
・音を〇秒鳴らすことで注意喚起、一時停止をしている。	(5)
・条件判断文(if文)を入れ子にして、進めるかどうか判断してから前進している。	(2)
・もし□なら～でなければ～(if-else文)を使って、進む、進まないを制御している。	(1)
・光らせることで注意喚起している。	(1)
ライントレースセンサーを使って落下防止機能を付けようとしているが上手くいっていない。	4
光センサーを使ってオートライト機能を付けている	11
・条件判断文を2つ使い暗くなると点灯し、明るくなると消灯するようにしている。	(4)
・暗くなるとLEDを〇秒点灯するようにしている。	(5)
・暗くなると点灯しているが消灯は自動で行わない。	(2)
・暗くなるとオプションパーツのLEDを点灯させようとしている(未装備)。	(1)
光センサーを使って、暗くなると音がなるようにしている。	1
光センサーを使った条件判断文を書いているが、処理が決まっていない。	1

※ 〇秒動かすブロックの動きは、動きを止めるブロックで止めることができない。



第6・7時では、児童がmBotにWi-Fiカメラをつけて、教師が設定した災害想定コースを実際に走らせ、要救助者の検索を行い、救助計画を立案する活動に取り組んだ。災害想定コースは、特別教室一部屋全て使って作成し、5分以内にmBotで情報を集め、それをもとに救助ルートを考えることを目標とした。カメラの映像ごしに操作する難しさを感じる児童も見られたが、今まで自分たちがプログラミングしたロボットを使って、災害現場の情報を収集しながら、要救助者を発見することができた。ペアで交代しながら操作をし、実際の災害現場の情報を収集するように、真剣に画面を見つめながら操作する児童も見られた。検索活動後、救助ルートについて班で相談し、全体で意見を共有した。要救助者をより早く救出することだけでなく、救助する人もより安全に要救助者を救出し、戻って来られることを重視してルートを設定する児童も見られた。



## 6 成果と課題

- ◎ 授業を参観された山口大学の鷹岡教授より、「導入の際に、教師の試走動画を見せ、カメラで操作すると難しいことが伝わっていた。そのことで、センサーの必要性に気づくことができ、今日の学習の動機付けを行うことができていた。ループリック評価で目標も確認できていてよい。」とご意見を頂いた。また、テストコースを走らせ、プログラムを修正する活動を繰り返すことで、児童がmBotの動きを、より意図した通りのものに近づけていくことができた。以上のことから、フィジカルプログラミングの学習活動においても、実際に、または擬似的にプログラムを実行し、試してみる場を設定することは、児童に考えの修正・デバッグの必要性を感じさせ、プログラミング的思考を育成していくことに有効であると考えられる。
- ◎ 2つの比較演算子を使った条件判断の仕方があることを全体で指導してから、ロイロノートで設計図（フローチャート）を作成して動きを確認し、プログラムを作成した。全ての児童が条件判断文を正しく書いて（組み合わせで）条件分岐をし、意図する動きに近づけることができており、児童のプログラミング的思考の育成につながったと考えられる。
- ◎ センサーを使ったプログラムを4つ例示した。児童は、それらを参考に試行錯誤を繰り返しながらプログラムを作成したり、修正したりすることができていた。中には、条件分岐を入れ子にしたり、「もし〜でなければ」ブロックを使ったりする児童も見られた。このことから、プログラムの作例を複数示すことは、児童の考えを広げ、プログラミングの創意工夫を促すことに役立つと考えられる。
- ◎ 実際に、第6・7時に、教師が作成した災害想定コースを走らせた後に、開発者は、どのようなことを考えながら開発をしていたと思うかを発表した際に、「被災者のことを一秒でも早く助けたい。」「レスキュー隊の人の安全も守りたい。」「次にロボットを開発する人のためにもがんばりたい。」「被災者の家族のためにも開発したい。」など、様々な人の役に立てるように開発しているのではないかと考えを発表することができた。2月9日には、災害対応ロボット、クインスの開発に携わる千葉工業大学未来ロボット技術研究センターの先川原先生にも、オンラインで講演をして頂く予定にしている。実際に開発に関わっている方の思いを知ることで、災害救助を支援する人々（研究者）の存在をより深く理解できるようにしたい。

△ 一方で、災害想定コースを走らせた際に、衝突防止センサーが働いたことで、mBot がそれ以上動かなくなってしまう児童も見られた。前時までの活動の際に、ただ衝突を避けばいいのではなく、実際の災害現場を想定して、センサーが感知した後の動きなどを適切に修正しておく必要があったことに気づくことができた。しかし、そのプログラムの修正をする時間を確保できていなかった。児童がより災害現場をイメージしてプログラムを修正していくことができるように、単元計画の工夫をしていくようにしたい。

The image displays two screenshots of Scratch code for an mBot robot. Both programs start with a 'when mBot (mcore) starts' event and a 'forever' loop.

**Left Screenshot (Completed Program):**

- When mBot (mcore) starts: forever loop.
- Trigger 1: Ultrasonic sensor (port 3) value > 15 cm. Action: Move forward at 50% speed for 0.1 seconds.
- Trigger 2: Button ↑ pressed. Action: Move forward at 50% speed for 0.1 seconds.
- Trigger 3: Light sensor (port 2) value = 0. Action: Wait 1 second.
- Trigger 4: Light sensor (board) value < 400. Action: Turn all LEDs white for 1 second.
- Trigger 5: Button ← pressed. Action: Move left at 50% speed for 0.1 seconds.
- Trigger 6: Button → pressed. Action: Move right at 50% speed for 0.1 seconds.
- Trigger 7: Button ↓ pressed. Action: Move backward at 50% speed for 0.1 seconds.
- Trigger 8: Button 2 pressed. Action: Turn all LEDs green for 1 second.
- Trigger 9: Button L1 pressed. Action: Play note A7 for 1 second.
- Trigger 10: Button R1 pressed. Action: Play notes G2, C3, F3, A5, D2, B2 sequentially, each for 0.25 seconds.

**Right Screenshot (Program with Note Sequence):**

- When mBot (mcore) starts: forever loop.
- Trigger 1: Button ↑ pressed. Action: Move forward at 70% speed.
- Trigger 2: Button ← pressed. Action: Move left at 70% speed.
- Trigger 3: Button → pressed. Action: Move right at 70% speed.
- Trigger 4: Button ↓ pressed. Action: Move backward at 70% speed.
- Trigger 5: Button L1 pressed. Action: Turn all LEDs red for 5 seconds.
- Trigger 6: Button R1 pressed. Action: Stop movement.
- Trigger 7: Ultrasonic sensor (port 3) value < 5 cm. Action: Stop movement, then move backward at 50% speed, and play notes C8, G2, C6, D6, E6, A6 sequentially, each for 0.25 seconds.
- Trigger 8: Light sensor (board) value < 500. Action: Turn all LEDs yellow for 5 seconds.
- Trigger 9: Light sensor (port 2) value = 0. Action: Stop movement.

### 児童が作成したプログラム

(右側は、第4時公開授業中に超音波センサーを使ったプログラムを書いたがテスト走行できなかったペアのもの)