

D (3) 「世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！お掃除の巻」

問題解決の分類：身近な生活における問題解決

対象学年：第2学年

使用教材：センサカー、卓上掃除機組み立てキットをグループに1セット

その他：センサカーの予備教材の予備、方眼紙入り厚紙、4つ切り画用紙、ホワイトボード

使用言語：教材用マイコンボード用のブロック型プログラミング言語

実行環境：コンピュータ室・タブレットパソコン (WindowsOS) 生徒機40台

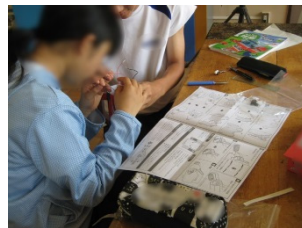
ネット環境：スタンドアロン

学習活動の概要

○授業の様子



□設計



②製作



□プログラム作成



③発表と評価

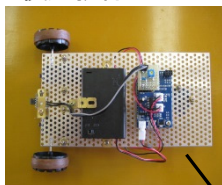
①設計 設計の構想では、与えられた課題に対するアイデアを個人で考え、アイデアを申請用紙に記入させる。さらに個人のアイデアをグループで検討し、全体で共有した上で、1つにまとめさせる。

②製作 製作では、必要な材料を各自持ち寄り、厚紙やペットボトルを活用して吸い込み口、羽根、ごみの収納部等を工夫し製作する。様々な形状を試し、掃除機の機能向上を検討しながら製作を進める。グループ全員で協力し、何度も試作・改良・再設計の試行錯誤を繰り返し、取り組む。

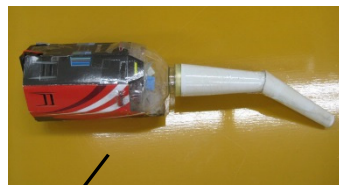
③プログラム作成 掃除をするエリア全体が掃除できるプログラムを作成する

④発表と評価 グループにおいてリーダーを中心に、伝える相手にわかりやすい発表と掃除ロボットのデモを課題として取り組みを行う。また、各グループの発表については、相互に評価させる。

○使用教材について

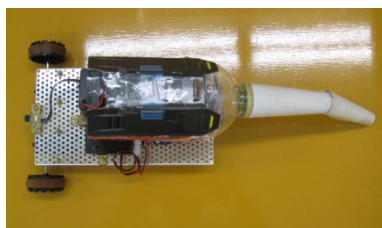


センサカー



掃除機

合体



自動掃除ロボットの作品例

題材の自動掃除ロボットは、掃除部分とセンサカーを合体させる仕様にした。掃除部分は、A社の教材部品を基に卓上掃除機製作キットとした。卓上掃除機製作キットの部品を基にペットボトルや厚紙等を使い、生徒に吸い込み口、羽根、スイッチの位置、ゴミの捨てやすさ等の工夫をさせた。センサカーはA社の教材部品やキャスターをアルミプレートに固定し、製作した。センサは赤外線フォトリフレクタ 1個をセンサカーの正面に取り付けた。制御は教材用マイコンボードを使用し、センサカーの制御プログラムは、マイコンボード用のブロック型プログラミング言語を用いて作成した。センサカーそのものは、各グループに1台準備し、改良は行わないこととした。

対象とする問題解決

○問題解決の分類：身近な生活における問題解決

「Bエネルギー変換に関する技術」および、「D情報に関する技術」におけるプログラムによる計測・制御の両方の内容を含め、ロボットを自動制御とし、現実の技術開発を模擬体験させる単元である。近年、急速に様々な自動化された製品が開発されている。そこで、生徒が実際に自分たちで製品開発の模擬体験をさせることで、その仕組みや技術開発のプロセスを学び、身の回りの技術が社会で果たす役割に気づき、技術を評価する力を養う。そのための題材としては身近な生活で使われている自動掃除ロボットの考案・設計・製作を行う。生徒は企業等における現実の製品開発のプロジェクトと同様に開発のためのチームでテーマを設定し、試行錯誤を繰り返して協働的な課題解決に取り組む。完成後は発表をすることで、情報を伝える技術を学び、ロボット製作とともに使用者や聞き手を意識した視点でものごとを考える力を養う。

題材の指導計画（全13時間扱い）

学習過程	学習内容	時
既存の技術の理解	・既存の計測・制御システムの仕組みとプログラムの基本の理解。	4
課題の設定	・お掃除ロボットを設計しよう。（お掃除部分・プログラム・広報ポスターの企画）	2
技術に関する科学的理解に基づいた設計・計画	・プロジェクトチームで考えよう。 ・チームで話し合い、1つのアイデアにまとめる。	1
課題解決に向けた制作	・お掃除ロボットを製作しようお掃除部分の製作・プログラム・広報ポスターの制作。	4
成果の評価	・お掃除ロボットを発表と評価しよう。【本時】	1
学習のまとめ	・学習のまとめと振り返り。	1

代表的な授業（第12時）

○本時の目標：完成したロボットが課題を解決できるかを評価し、改善点や修正案を考えることができる力を身に付ける。（思考力、判断力、表現力等）

○評価規準：完成したロボットが課題を解決できるかを評価し、改善点や修正案を考えることができる力を身に付けている。（思考・判断・表現）

- ・「十分満足できる」状況（A）と判断する生徒の具体的な姿
完成したロボットについて、課題を解決できるかといった視点だけでなく、利便性や経済性、安全性などにも着目して評価し、必要に応じて、改善・修正案を示している。
- ・「おおむね満足できる」状況（B）と判断する生徒の具体的な姿
完成したロボットについて、課題を解決できるかについて評価するとともに、よりよいものとなるよう改善・修正案を示している。
- ・「努力を有する」状況（C）と判断する生徒に対する手立て
他のグループからの評価結果を参考に改善すべき点はないか検討させる。

○指導過程：（12. お掃除ロボットを発表と評価しよう）

	学習活動	指導上の留意事項
導入 (5)	・本時の学習目標を知る	
	お掃除ロボットの発表をし、お互いに評価・改善しよう	
	・学習課題を確認する	◎授業のはじめに、グループのひとり活動内容とひ

	『アイデアを形に表現する』 ・グループで協力して発表の準備をする。	とり一人の取り組みを確認させる。 授業のおわりに、今日の活動について自分の役割や他の人の支援をしたことを記入させ、協働で製作することを意識させる。 ・お掃除ロボットの評価ポイントを確認し、グループで協力して発表について用意をさせる。
展開 (30)	・成果発表会『新商品開発会議』 ・自分たちの製作したお掃除ロボットやそのプログラムの良さを伝える。	・新商品開発会議：グループごとにお掃除ロボットのデモと発表をさせる。 ◎場面設定と課題確認評価シートを配布する。グループ発表（1グループ、3分） ・自分の班以外の発表を評価させる。 各班の発表後30秒程度記入の時間を与える。 お掃除ロボット評価ポイント ①ポスターを通して、作った人の開発の意図や主張が伝わってくるか。 ②ポスターの中の情報をわかりやすく読み取ることができるか。 ③お掃除ロボットの色合いやデザイン、ゴミの吸引力、取り出しなどの機能・使いやすさについてアイデアや工夫が、効果的であるか。 ④プログラムは、効率よくきれいにお掃除ができるものであるか。
まとめ (15)	・自分たちの評価結果を踏まえて改善策を考える。 ・今回の授業で体験した技術開発や発明が社会に貢献していることに気づく。	・各班が受け取った評価結果を基に、課題を解決できるよりよい改善策を考えさせる。 ・製作・改良の過程が実際の技術開発でも行われていることを伝える。

生徒の問題解決例

- ・設計では、掃除機について調べたことをもとに、吸い込み口の形状、スイッチの取り付け位置、羽根の形状、ごみの収納や捨てやすくする工夫、掃除部分全体のデザイン等を話し合い、よりよい設計になるように進めていた。例えば、グループAは吸い込み口を細くするアイデアと先端の下半分を吸いやすくカットするアイデアを話し合うことで融合し、ごみを吸い込みやすくする1つのアイデアにまとめていた。
- ・製作では、必要な材料を各自持ち寄り、厚紙やペットボトルを活用して吸い込み口、羽根、ごみの収納部等を工夫し製作していた。卓上掃除機製作キットはそのまま組み立てた場合、吸引力が弱く、ほとんどゴミを吸い込めない。そこで生徒は吸い込み口の形、太さや長さ、1枚1枚の羽根の大きさ、枚数、折り方による違いや2つの羽根を重ねる等、様々な形状を試し、掃除機の機能向上を検討しながら製作を進めていた。
- ・広報のポスター制作では、できあがった掃除部分を基にその特徴や性能を、伝える相手にわかりやすくまとめるためにグループで相談し工夫・改善を繰り返して制作していた。
- ・広報のポスター制作では、できあがった掃除部分を基にその特徴や性能を、伝える相手にわかりやすくまとめるためにグループで相談し工夫・改善を繰り返して制作していた。
- ・プログラムの作成では、例えばグループBは、自動掃除ロボットが首を振り、ゆっくり掃除をしながら進む動きから、壁に到達すると動きが速くなり、次の掃除場所へ迅速に移動して掃除をすることでエリア全体が掃除できるプログラムを作成するために試行錯誤を繰り返し作成していた。



生徒のプログラム例

お掃除ロボットのセンサは、正面にある赤外線センサの一つみであるため、壁に近づく方向によりセンサが反応せず、壁にぶつかってしまった。そこで、壁にぶつからずに掃除をするエリアのどこにゴミが落ちていても、全体を通ることができるようにプログラムを改良した。
 ※迷路を抜ける基本的なアルゴリズムである右手法を用いている

生徒の姿

○生徒の感想の例

- ・自分たちでお掃除ロボットを作ると聞いて、最初は無理だろうと思っていたけど、グループの中で意見がかたまっていくうちに楽しく進められるようになっていた。すごく協力してできたと思う。(中略) いろいろ大変なこともあったけどメンバー全員で一つひとつの問題に向き合い、解決していくことで納得のいくお掃除ロボットが作れた。やっぱり、こういう場面だけでなくいろんなところで人と協力することが大切だと思った。人と協力する大切さ、ものを発明する楽しさ、問題としっかり向き合う大切さを学んだ。将来、何の職業に就くか分からないけど、もし何かを開発する機会があれば、この授業を思い出して役立てていこうと思った。
- ・グループのみんなでアイデアを出し合い話し合うことはすごくいいことだと思った。(中略) 他のグループの発表を聞いてみて、自分たちのグループでは出なかったアイデアが出ていたりしたので、他のグループの発表を聞いてすごく良かったと思いました。「世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！お掃除の巻」という授業を行って、お掃除ロボットも作ることができたし、他の人の意見を聞いたり、自分の意見を発表したりすることはすごくいいことだということを学びました。
- ・他の人の意見も、「あー、なるほど！！」と思うような良いアイデアがあったので、班のみんなで、いろいろなアイデアを組み合わせ、いろいろ工夫したお掃除ロボットを作ることができました。(中略) この授業を行って自動でものを動かすためには、何度も何度もプログラムを調整し作り直す苦労があることもわかりました。(中略) これからもこの授業の時みたいに他の人のアイデアを積極的に取り入れたり、アイデアをよりよくするための工夫をしたりしていきたいです。
- ・アイデアを図や文章にして、周りの人に伝える能力を身につけられたと思う。今回はみんなで協力できて、工夫する力がついたと思う。(中略) 自分たち以外の班の発表を聞いたりみたりしていると、自分たちの班にはないものをいい形で使っていたので「すごいなあ」「そんな感じで使えばいいのかあ」他の人のアイデアや発明って面白いと思いました。それによってもっといいお掃除ロボットを作りたい、もっとうまくプログラムを作りたいと思うようになり授業に熱中していました。しかも、仲間と一つのお掃除ロボットを作ったので達成感もけっこう大きくもっというんなものを作りたいなあと思いました。
- ・今回の授業は“仲間と協力することの大切さ”、“アイデアを上手に表現することの大切さ”、“ものづくりの難しさ、楽しさ、喜び”などたくさん学ぶことができました。班の仲間とは、それぞれの人の長所や短所を見つけて、上手く役割分担をして活動できたと思います。(中略) 発表を聞いていて、他の人のアイデアのすごいところを見つけることができたので、見習いたいと思います。これからもアイデアを大切に有効活用していきたいです。

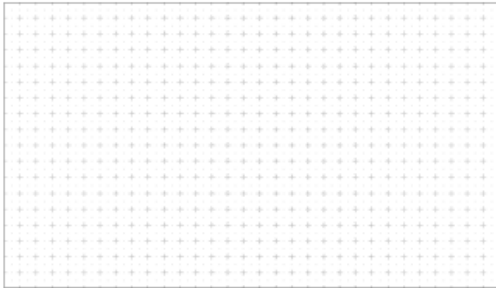
補助教材

①ワークシート

アイデア申請用紙

発明者: _____ チーム名: 1. お掃除ロボットのデザインとアイデアを考えよう。

- このアイデアが優れているところはどこですか。
- アイデアの内容が他の人に伝わるように図で表現してください。(図中に説明文を入れても良いです。)



4. 参考にしたアイデアや資料について書きましょう。

発明の特徴が分かる名称: _____ 提出: 月 日 時 分

世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！お掃除の巻

班	2年 組 番 名前 _____	
チーム名 (_____)		
	名 前	役割分担 (設計・製作・プログラム作成・広聴の責任者)
リーダー		
サブリーダー		
1. テーマ _____		
2. お掃除ロボットを考え、図と文章で表そう。(別紙プリントに記入)		
3. 必要な材料を考えよう。		
配入例	用途	
ペットボトル	掃除機のケースに使用する	
(MEMO)		

技術・家庭科 学習の記録				
世の中にちょっと役立つロボットを製作しよう！お掃除の巻				
班 _____ 2年 組 番 名前 _____				
チーム名		責任者		
自分の役割分担		責任者		
A たいへんよくできた B できた C あまりできなかった				
月日	今日の活動	取り組みの具体的な内容と反省	班の他の人の役割のお手伝い	自己評価
5/10	○○の作業	サイクロン掃除機の設計をまとめることができました。	○○さんの○△作業を助け、□△ができました。	A

班	ロボット掃除機発表 評価シート			
班より 代表記入者名				
*表裏に○を付けよう。				
1. アイデアについて		計	/ 15	
* オリジナリティ		3点	2点	1点
* 実現可能性		3点	2点	1点
* 実用性		3点	2点	1点
* 発展性		3点	2点	1点
* 面白さ		3点	2点	1点
2. プログラムについて		計	/ 6	
* センサで障害物を感じる。		3点	2点	1点
* ロボット掃除機の動きの工夫		3点	2点	1点
3. 発表ポスターについて				
* 見やすさ、わかりやすさ		3点	2点	1点
		総合	/ 24	
(アドバイス等) (ニギがよかった、こうすればもっと良くなるなど)				

②授業用スライド

今日の任務

- みなさんは、株式会社 _____ の社員です。(このところヒット商品がなく、経営状態は良くない。)
- 今日から商品開発部 技術課 に配属になり、社運をかけた**新商品開発プロジェクト**のメンバーに選ばれました。
- 今日の仕事は、ひとり一人がテーマにそったお掃除ロボットを考えることです。

アイデアを図と文章で書きましょう

- ポイント**
- 新規性
 - 有用性
 - 問題・課題の解決に役立つアイデアであるか
 - 実現性
 - こうしたら実現できるという技術的な見通し
- ・時間は15分間

お掃除ロボットを考えよう

- ワークシートにアイデアを書く(一人ずつ)
- グループ活動での話し合いのルール確認
- アイデアをグループ内で共有する(紹介し合う)
- グループで一つのアイデアにまとめ、一つの製品を作り出す(*ホワイトボードを利用しよう)
- アイデアをグループでまとめてアイデア申請用紙に書く。
- お掃除ロボットの設計・製作・プログラム制作・PRプレゼンを作成する。
- グループごとに発表する。自分のグループ以外のアイデアを評価する。(評価シートに記入する)
- どのグループのお掃除ロボットが良かったかを決める。

今日の仕事

- 8つのプロジェクトチームごとに開発します。チーム内で、ひとり一人が考えたお掃除ロボットのアイデアを説明・紹介します。
- 各アイデアを共有し、チームで一つのお掃除ロボットを考えまとめます。
- 最終的なアイデアは申請用紙に記入します。
- 優れたアイデアは、社内特許として認定(ポイントとして加点)

グループ活動の注意事項

- 相手のアイデアを否定しない
- お互いに話し合いを盛り上げる
- お互いのアイデアを組み合わせられないか考える
- オリジナルのアイデアを考える
- たくさんのアイデアを出して、そこからグループで一つに絞る
- さらに工夫できないかを考える
- 図に示し、相手に分かるように伝える
- 相手の話をよく聞き、お互いを認め合う。

戦略会議: アイデアの実用化検討

- 申請用紙に図と文章でわかりやすく記入し、アイデア出願

必要なことはたくさんある。

何を捨てればいいか？

アイデアの絞り込み。

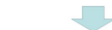
【他班との差別化】

できないものをできるようにするのが技術者(エンジニア)の姿勢。できないものはできない、できるものはできるというのは科学者の態度

アイデアを形に

- 吸い込み口の形状
- スイッチの位置
- ゴミの捨てやすさ など

いろいろな課題を発見し、もっと良くするアイデアを考える



他班との差別化！

新商品開発会議

- 今から、新商品開発会議を行います。
- 各プロジェクトチームのお掃除ロボットテスト・ポスター発表をもとに、我が社の社運をかけた新商品を決めます。
- 各チーム3分以内で発表してください。
- 果たして、社長賞はどのチーム????でしょうか。
- 自分のグループ以外の評価をする。(評価シートに記入する)

お掃除ロボット評価ポイント

- ①ポスターを通して、作った人の開発の意図や主張が伝わってくるか。
- ②ポスターの中の情報をわかりやすく読み取ることができるか。
- ③お掃除ロボットの色合いやデザイン、ゴミの吸引力、取り出しなどの機能・使いやすさについてアイデアや工夫が、効果的であるか。
- ④プログラムは、効率よくきれいに掃除ができるものであるか。

本事例のお勧めポイントと留意点

○お勧めポイント

- 本事例の実践では、B・D二つの内容が同時にできる。
- 毎時の授業スライドで課題やアドバイスの取り組み内容の指示確認を行ったことはとても有効であった。
- グループで、役割分担(設計・製作・プログラム・広報)を行い、一人ひとりが「責任者」として個人で担当するが、限られた授業時間の中では負担も大きいため、生徒は必要に迫られて自然にさらに他の分担にも積極的に関わり協働して取り組むことができる。どの作業においても、各担当の責任者とともに協力して取り組む等、複数や全員で支援し合い、課題を解決する様子が見られた。プログラム作成段階でも有効である。
- 本事例の実践では、生徒は協働での自動掃除ロボットの製作を通して、身近な掃除機について調べ、試行錯誤を繰り返し、自動掃除ロボットの開発による技術開発の模擬体験、アイデアを話し合う活動や他のグループの発表を評価する活動を行うことができる。その結果「仲間とのコミュニケーション力」、「仲間と協働して課題を解決する力」、「ものづくりに対する興味・関心」、「プログラムを作成する力」、「身のまわりの技術に関する興味・関心」、「技術に関わる仕事への興味・関心」、「発明についての興味・関心」、「工夫する力」、「他人のアイデアを尊重する姿勢」、「アイデアを図で示す力」、「情報を発表・発信する力」が伸びる。
- 生徒にとっては、身近で材料も扱いやすいロボット製作学習であり、アイデアが反映しやすく試作・改良・再設計・製作・制作を繰り返す試行錯誤が容易にできる。

○留意点

- ひとり一人にアイデアを考えさせる個人思考を行ってから、グループでアイデアをまとめる集団思考を行う。課題解決に向けた製作ではグループで相互に協力して製作を行い、成果の評価では学習の成果を広め他者のアイデアを尊重し評価を行う。具体的な活動としては、はじめにグループでの役割分担を決める。役割分担については、多様になるように配慮すると共にグループのメンバーがお互いに協力して取り組みやすいように各「責任者」という名称の分担とする。作業をする中で、1人で取り組むには難しく、仲間と共に協働で作業する必要性が生まれる課題設定をする。さらに成果発表会を行うことで成果の共有場面を提供すると同時に製作期限を設け、生徒に限られた時間を意識させる。

参考文献

- 1) 吉岡利浩, 松岡守, 村松浩幸: 協同・協働学習モデルを適用したロボット製作学習授業プログラムの開発とモデルの検証, 日本産業技術教育学会誌, 60(4), pp.191-199 (2018)

D (3) 「農業機械の自動化レベルに対応した自動走行農機のシステム開発」

問題解決の分類：社会一般の問題解決

実施学年：第3学年

使用教材：ロボットカーを3人に2台 予備を含め20台

その他：予備電池，マイコンボード20台

使用言語：Scratch, Makecode

実行環境：コンピュータ室, タブレット PC (WindowsOS) 生徒機 18 台

ネット環境：インターネット接続

学習活動の概要

○授業の様子

【既存の技術の理解】



「地元の農業に関する現状とこれからの新しい農業について調べよう」という課題のもと、共通理解を深める。



「スマート農業について調べよう」という課題のもと新聞記事などをを用いて調べる。その後マインドマップ法でまとめる。



「各班の調査結果をまとめよう」という課題のもと1枚の模造紙に各個人の意見をまとめ、グループごとに発表する。

【課題の設定】

自動走行農機①(農業機械の自動化レベル)

レベル0 手動操舵

・GPSガイドシステム(農作業用カーナビ)

レベル1 使用者が搭乗した状態での自動化

・自動操舵システム

レベル3 ほ場内やほ場周辺からの監視下での無人状態での自動走行

目標・2018年までに市販化
・ロボットトラクタ

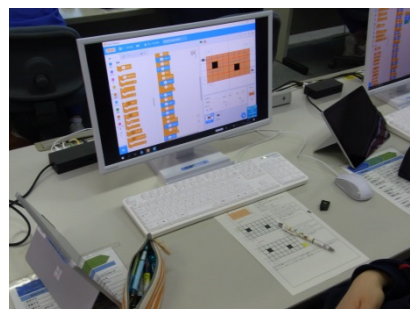
レベル4 遠隔監視下での無人状態での自動走行

目標・2020年までに実現
・農機が周囲を監視し、非常時の停止操作を実施



「農業機械の自動化レベルについて知ろう」という課題のもと、農林水産省の資料¹⁾から、自動化レベル2に焦点を絞る。

「自動走行シミュレーションを開発し、最短時間のルートを考えよう」という課題のもと、試行錯誤する。



「走行ロボット2台における最短時間のルートを考えよう(障害物あり)」という課題のもと、試行錯誤する。

※シミュレーションをスタートする際、Scratchの「イベント：緑色の旗のハットブロック」の利用が一般的であるが、試行段階において、その改善点の過程がわかるように、毎回そのプログラムに「名前をつけて保存」させるのではなく「aキーが押されたとき」、それ以降アルファベット順にするよう指導した。多い班では「aからkまでの11通り」のプログラムの改善が見られた。

【技術に関する科学的理解に基づいた設計・計画】



教室の床にモデルコース（障害物なし）を設定し、壁側にそれぞれの班のPCを設置した。



各ロボットカーの、床のタイル1枚を走行するためにかかる秒数、90度方向転換するのにかかる秒数等の個体特性に関わるデータを取得する。



手動制御によるロボットカーの走行試験（障害物あり）を行い、床面状況に合わせた微調整をする。

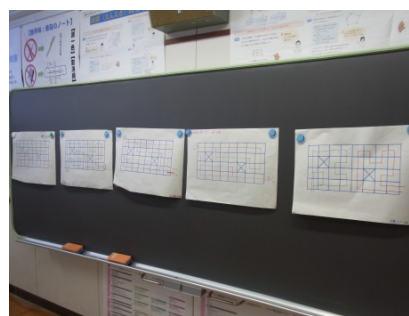
【課題解決に向けた制作】



手動制御用プログラムと走行試験の結果をもとに、自動走行用プログラムを作成する。



試作した自動走行用プログラムで2台同時走行をさせ、タブレットで動画記録をし、改善点を考える。



各班が考えたモデルコースを掲示することで全体共有した。「直線距離を長くする」「左右対称に走行ルートにする」などの改善点を考える

○使用教材について

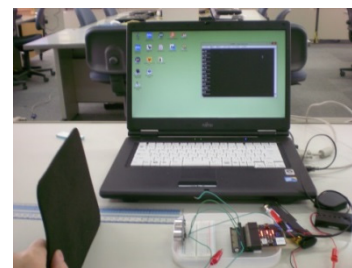
- ①ビジュアルプログラミング言語を使用したことで、走行ルートのシミュレーションおよびロボットカーのリモコンにおける遠隔操作ならびに自動走行のいずれのプログラミングも、生徒は抵抗感なく取り組めた。
- ②2台走行における走行ルートの合計秒数を計算する必要があるが、1マス動くのに1秒、90度回転するのに1秒と仮定して、プリントに書いて計算するより、プログラムのブロック数を数えて計算した方が効率的である。



実際に使用したロボットカー

【ロボットカーについて】

- ① ロボットカーには、マイコンボードに搭載された加速度センサを用いて、脱輪事故を防ぐ仕組みを想定したりや鳥などが近づいてきたときなどを知らせる圧電ブザーなどのアクチュエータを接続できるようにブレッドボードを搭載した。(図1参照)
- ② 音波センサを用いた自動ブレーキ装置のシステムは教師モデルだけで説明した。今回使用したマイコンボードでは、超音波センサの閾値の設定や割り込み処理のプログラムが複雑になり、本質的な問題解決の場面として設定しにくいと考えた為である。(図2参照)



超音波センサの実験

対象とする問題解決

○問題解決の分類：社会一般の問題解決

従前の「プログラムによる計測・制御」の実習題材として、ロボットカーを取り扱った実践例は多く、その教育効果の高さも既に実証されている。本実践では「自動走行」をキーワードにしたときに、いわゆる一般公道を走行する乗用車にそのプログラミングをはじめとする計測・技術を応用するのではなく、その走行範囲を狭くした農業トラクターの自動走行化に向けた問題解決の場面を設定することとした。その主たる理由は2点ある。1点目は小学校における稲作の農業体験をもとにした課題設定ができ、より現実的な最適解を想起できると考えたためである。2点目はB生物育成の技術を履修済みと仮定した場合、B(3)で取り扱う持続可能な社会の構築に向けて、生物育成の技術を工夫し、創造しようとする態度の1つとして、植物工場のかん水装置などの栽培技術に計測・制御技術を適応させるのとは別に自動走行トラクターシステムの開発に適応することで、従来取り組んできたロボットカーの実践に奥行きを広げることができると考えたためである。

題材の指導計画（全8時間扱い）

学習過程	学習内容	時
既存の技術の理解	・新聞やインターネットによる情報 ^{2) 3)} を活用し、スマート農業の現状を知る。	1
課題の設定	・スマート農業を実現するための技術の一つとして、農業用トラクターの自動走行化にむけたレベル1~4のうち「レベル2 圃場内や圃場周辺からの監視下での無人状態の自動走行」に課題を設定する。 ・リモコンによる手動操縦と完全自動走行のプログラムを考える。	1
技術に関する科学的理解に基づいた設計・計画	・シミュレーションソフトによる最短経路の計画を考える。 ・実際のコースに適合したロボットカーの性能を設定する。	2
課題解決に向けた制作	・シミュレーションソフトでブロックを効率化するために、繰り返し処理などを活用している。 ・ロボットカーを無線リモコンによる手動制御を体験し、自動走行におけるプログラムの修正箇所をより具現化できる。【本時】	3
成果の評価	・シミュレーションソフトで使用したブロックが効率化されている。 ・毎回のタブレットによる動画撮影によって、改善がなされている。	1
次の問題解決の視点	・レベル3・4等の遠隔地からの自動走行の他に、様々なセンサを駆使した無人収穫ロボットや農作業の労力軽減機械（アシストスーツ）やローンを活用した生育状況の確認など、その先端技術に視点を広げる。	1

代表的な授業（第6時）

○本時の目標：完成したロボットカーが課題を解決できるかを評価し、改善点や修正案を考えることができる力を

身に付ける。(思考力, 判断力, 表現力等)

○**評価規準**: 完成したロボットカーが課題を解決できるかを評価し, 改善点や修正案を考えることができる力を身に付けている。(思考・判断・表現)

- ・「十分満足できる」状況 (A) と判断する生徒の具体的な姿
手動のロボットカーと比較した動画記録をもとに, 完成したロボットカーの課題の解決状況を利便性や経済性などにも着目して評価し, 必要に応じて, 改善・修正案を示している。
- ・「おおむね満足できる」状況 (B) と判断する生徒の具体的な姿
手動のロボットカーと比較した動画記録をもとに, 完成したロボットカーの課題の解決状況を評価するとともに, よりよいものとなるよう改善・修正案を示している。
- ・「努力を有する」状況 (C) と判断する生徒に対する手立て
「何が思い通りになっていないか」という視点で再度動画を確認させた上で, グループで修正案について検討させる。

○**指導過程**: (2台のロボットカーを用いて, モデルコースを最短時間でゴールできるプログラムを考えよう。)

	学習活動	指導上の留意事項
導入 (10)	<p>前時の振り返り</p> <ul style="list-style-type: none"> ・無線による手動リモコン操作におけるロボットカーの性能の確認。 ・モデルコース(教室の床)の1マス分(タイル1枚分)を進むのに何秒間, 両方のモータを回転させるのか, 90度回転に何秒かかるのかを班ごとに確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ロボットカーのギアボックスの様々ネジ(ナベ小ねじや芋ネジ)が緩んでいないかを確認させる。 ・タイヤがまっすぐに取り付けられているかを確認させる。 ※ソフトウェアではなく, 機構要素に関する整備も怠らないように指導する。
2台のロボットカーを用いて, モデルコースを最短時間でゴールできるプログラムを考えよう		
展開 (30)	<ul style="list-style-type: none"> ・班ごとに考えた走行経路をまず1台目にプログラミングする。 ・タブレットによる動画撮影をしながらの試運転を重ね, 思い通りの走行経路になったら2台目のプログラミングに同様に取りかかる。 ・モデルコースの路面状況(多少のこぼこ)に対応するため, あらかじめコマンドブロックに用意されている出力(0~255)の速度調整も改善策に取り入れる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・試運転の際には, 1班を3人構成しているため2台それぞれのロボットカーのスタートボタンを押す生徒が2人, 動画撮影をする生徒が1人を役割分担させる。 ・路面状況の違いは, 現実問題として, 圃場には当然のこととして, 必要な課題設定のひとつであることを伝える。
まとめ (10)	<ul style="list-style-type: none"> ・班ごとに最初と最後に撮影した動画を同時再生させて, その工夫した点や改善点を発表する。 ・他の班から意見や質問を受け付ける 	<ul style="list-style-type: none"> ・同時に2つの動画を再生できるアプリケーションソフトウェアを活用し, プロジェクタや大型テレビに映し出す。

生徒の問題解決例

【Scratchを用いたシミュレーション編】

- ・なるべく直線距離を長くすることを意識し, 前進移動は繰り返し処理のコマンドブロックをたくさん使った。
- ・2台のスタート位置を色々変えることで, それぞれの走行コースの利点や欠点を考えることができた。
- ・90度回転の数をできる限り少なくしたり, できる限り一度通った経路は通らないようにした。

【モデルコース(教室の床)におけるロボットカーの実走編】

- ・人間の目には平らに見えるけど, 実際にロボットカーを走らせるとそうではなかった。そこでそれぞれの床に対応した速度調整を行った
- ・2台同時に走らせると, できる限り, 接触しないように離れたコースを走らせることを意識した

- ・無線リモコンを使った手動制御と違って、連続してプログラムが実行されると、予想しなかった不具合が起きた。そこで、モータの一時停止のブロックを手動制御の時よりたくさん使った。

生徒の姿

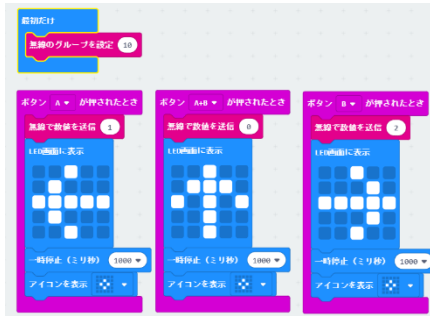
○生徒の感想

- ・教室の床でもまっすぐ進むことが難しいのに、実際の圃場ではもっと、それぞれの場所に合った設定が必要なのことがわかった。
- ・実際の圃場では、色々なアクシデントが起こる事が予想される。そのためにはたくさんのセンサが必要なのことがわかった。また、緊急停止ボタンは必要である。
- ・農業従事者の人口減に歯止めるためには労働の大変さを減らすことから始まるしかない。そのためにもスマート農業の充実は必要不可欠である。
- ・センサがあれば、夜間や悪天候でも様々なことができることがわかった。
- ・Scratchでのシミュレーションでは数学で習った「座標」という知識が必要であり、実際の圃場では社会で習った緯度や経度を活用した「GPSのシステム」が必要であることがわかった。
- ・今回学んだ技術システムの開発は、除雪車にも応用できることがわかった。道路の幅がわかる車道の除雪は簡単だが、路肩のない車道ではGPSを活用することで、運転者の技術を助けてくれることがわかった。
- ・単に「走る」といっても田植えの時期、農薬散布の時期、収穫の時期などそれぞれ路面状況が違うので、そのたびにトラクターの設定を変えなければいけないと思った。教室の床でさえ大変だったので、ものすごい技術だと思った。

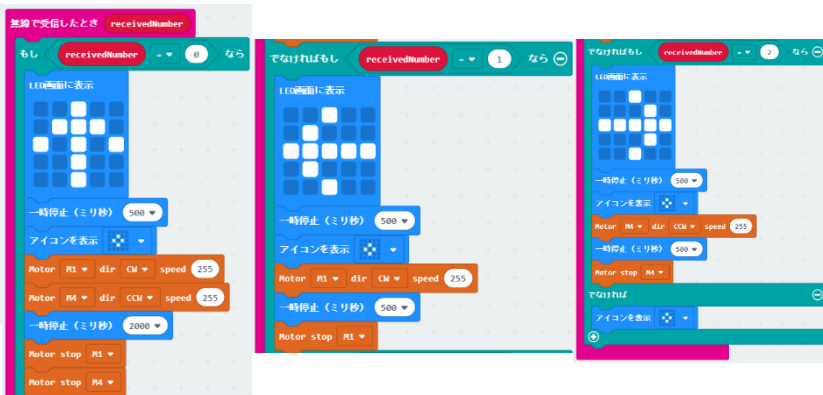
補助教材

【ロボットカーのサンプルプログラミング】

①手動制御のリモコン



②手動制御のロボットカー（※左から右へ1つの分岐処理ブロック）



②正方形を描くロボットカーのサンプルプログラミング



☆DC モータを扱うプログラミングの注意点

①CW : Clock Wise→時計回り, CCW : Counter Clock Wise→反時計回り

②Speed 調整はPWM 制御である。

Makcode の場合、「0~255」に分解している。最高速度が 255 である。回転速度そのものを大きく場

合、電源電圧を高めるしかない。

③「モータを回転させる」「モータを停止させる」は必ず対になっていなければいけない。

④モータは急停止できない。よって、プログラミングで設定した回転時間より若干、多めに回転する。

⑤ギアボックスの点検（ネジが緩んでいないか、グリスは適量にとふしてあるかなど）は正確な動作には必要なことである。



整理したアルゴリズムをもとに、実際にプログラミングをする



発表の際は、各班を会社に見立て、「新製品発表会」の場と設定し、他の班に考えたホームセキュリティのシステムについて紹介のプレゼンをする

○使用教材について

1つ1つの電子ブロックが、固有の機能を持つ。それぞれ個別に役割を持たせてプログラミングすることも可能であるし、複数の電子ブロックを連携させてプログラミングすることも可能である。7種類のブロックがあるが、本実践では、以下の6つのブロックを使用した。

- ① ボタンブロック………ボタンの押され方を感知する。
- ② LEDブロック………LEDを色々な方式で点灯させる。
- ③ 動きブロック………ブロックの動きを感知する。
- ④ 照度ブロック………まわりの明るさを感知する。
- ⑤ 温度・湿度ブロック…まわりの温度・湿度を感知する。
- ⑥ 人感ブロック………前方の人（動物）を感知する。



※ブロックのイメージ図

ブロックは機能毎に色分けされており、色の付いている部分が電源ボタンになっている。

対象とする問題解決

○問題解決の分類：家庭内の問題解決

自分たちの暮らしを守る、ホームセキュリティシステムについて考える。タブレットと電子ブロックを接続させ、また電子ブロック同士を連携させることなどを通してホームセキュリティシステムを実現させる。電子ブロックで実現可能なことは限られているが、擬似的にシステムを設計し、実現することを通して、自分たちの暮らしが安心・安全になるためには、どのようなことに注意をしなければならないか、またそれらの危険性を取り除くにはどのようなプログラムが必要なのかを考えてもらう。班で考えることで対話をうながし、班同士でも相互評価し合うことで、自分たちの技術について評価・改善を行い課題解決する力を養いたい。

題材の指導計画（全 10 時間扱い）

学習過程	学習内容	時
既存の技術の理解	<ul style="list-style-type: none"> 身近な家庭生活や社会などで利用されている計測・制御の技術を知る。 計測・制御システムの基本的構成と仕組みおよび仕事の流れの種類を知る。 プログラムの役割と機能を知る。 身の回りにある仕事の流れを整理し、各班に紹介をする。 与えられた図形を他者に伝える説明を考えて、実際に伝えて図形を再現させる。 タブレットPCの基本的操作、タブレット端末と電子ブロックとの接続方法、プログラムの作成および実行の方法を知る。 	5
課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> 自分の生活に安心・安全をもたらすホームセキュリティシステムについて考える。 	1
課題解決に向けた設計・計画・制作	<ul style="list-style-type: none"> ホームセキュリティシステムの設計とプログラムの作成。【本時1/2】 	2
成果の評価	<ul style="list-style-type: none"> ホームセキュリティシステムの発表会。 	1
学習のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> 各班のホームセキュリティシステムについての相互評価。 	1

代表的な授業（第 7 時）

○本時の目標：生活に安心・安全をもたらすホームセキュリティシステムを構想し図に表す力を身に付ける。
（思考力、判断力・表現力等）

○評価規準：生活に安心・安全をもたらすホームセキュリティシステムを構想し図に表す力を身に付けている。（思考・判断・表現）

- ・「十分満足できる」状況（A）と判断する生徒の具体的な姿
安心・安全な生活を実現するシステムについて、利便性等にも配慮して必要となるセンサやアクチュエータを選択し、情報の処理の手順を考え図に示している。
- ・「おおむね満足できる」状況（B）と判断する生徒の具体的な姿
安心・安全な生活を実現するシステムについて、必要となるセンサやアクチュエータを選択し、情報の処理の手順を考え図に示している。
- ・「努力を要する」状況（C）と判断する生徒に対する手立て
ペア、班での対話を通して、考えるべき問題は何か、入出力するデータにはどのようなものがあるかを再確認させる。

○指導過程：（7. ホームセキュリティシステムの設計とプログラムの作成）

	学習活動	指導上の留意事項
導入 (5)	<ul style="list-style-type: none"> 自分の生活に安心・安全をもたらすホームセキュリティシステムとして、どのようなものがあるか考える。 本時の学習目標を知る。 	<ul style="list-style-type: none"> 本時の学習課題を提示し、本時の授業の流れを確認する。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> <p>今日の学習の流れ</p> <p>手順 1：ホームセキュリティ構成表を考える。（前時に済）</p> <p>手順 2：命令カードを使用し、ホームセキュリティのアルゴリズムを整理する。（前時に済）</p> <p>手順 3：タブレット端末で、プログラミングアプリを使用し、プログラムを作成する。</p> <p>手順 4：タブレット端末のカメラ機能で、ホームセキュリティ構成表とプログラムの写真をとり、課題提出アプリで提出箱「ホームセキュリティ」に提出する。</p> <p>手順 5：本時の学習の振り返りとして、各班で、自分たちのプログラムの意図や、アルゴリズムの順番について、対話を通して、課題の設定および、入出力されるデータの流れを再確認する。</p> </div>

安心・安全 ホームセキュリティシステムを考えよう

<p>展開 (40)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 課題に対して、ホームセキュリティの構成表をワークシートに整理する。 命令カードを用いて、ホームセキュリティのシステム的设计を考える。 タブレット PC でプログラミングアプリを使用し、プログラムを作成する。 タブレット PC のカメラ機能で、ホームセキュリティ構成表とプログラムの写真をとり、課題提出アプリで提出箱「ホームセキュリティ」に提出する。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用可能な電子ブロックの種類、およびタブレット端末の制御可能な入出力について確認させる。 ホームセキュリティで考える状況を確認させながら、ワークシートに整理させる。 ホームセキュリティ構成表をもとに、命令カードを用いて、ホームセキュリティのシステムを設計させる。 各班が制作しているプログラムが、意図した動作になっているか、各班の活動を確認する。 プログラムの意図、アルゴリズムの順番についてお互いの理解が深まるように、対話をして確認するように指導する。 学習の成果を写真に撮らせ、課題提出アプリを使って、課題を提出させる。
<p>まとめ (5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> 本時の学習の振り返りとして、各班で、自分たちのプログラムの意図や、アルゴリズムの順番について、対話を通して、課題の設定および、入出力されるデータの流れを再確認する。 	<ul style="list-style-type: none"> 次時に自分たちのセキュリティシステムを新製品として発表をすることができるように、自分たちの班が、ホームセキュリティで安心・安全を妨げる問題として見いだして課題は何か、またプログラムで利用される入出力されるデータの流れは何かを再確認させる。プログラム制作の過程や結果の評価について考えさせる。

生徒の問題解決例

- ホームセキュリティとして、「空き巣対策」について考えた。
- 空き巣の侵入が心配であり、空き巣に家に入られないようにするために、家の周りに人感センサを設置し、人の感知したら写真をとり、音で家の人に異変を知らせるとともにスマートフォンに通知を送るというプログラムを考えた。

レシピ名: (空き巣対策)		班
安心・安全対策として: (心配なことは…)	空き巣の侵入が心配	
使用目的: (何のために…)	家に入られないようにするために	
使用条件: (どこで、どのように…)	家の周りで	
ホームセキュリティ製品の説明: (どのような機能があり、どのように使用するか…)	人を感知したら 写真をとり、 音を鳴らし通知する	

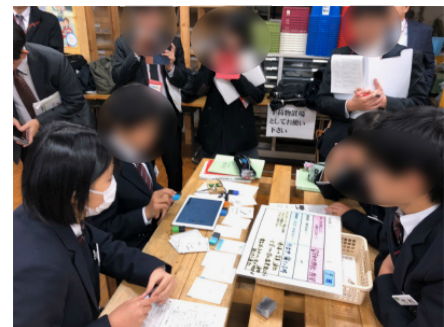
生徒の姿

○生徒の感想の例

本実践を終えて、アンケートをとった。その中で、

「次、この教材を使用するとしたら、どのようなことに使用したいか」という質問に対して、生徒は以下の様に答えている。

- このような電子ブロックを使う機会があれば、自分の興味・関心のあることにどんどん挑戦して利用したいです。
- 防犯などの対策に使用できることが分かったので使用していきたいと思う。そして、これからは高齢者向けのことにも役立てると思う。
- くらしが便利になるものなどに利用したいと思います。複雑なものにも挑戦してみたいです。
- 授業内では、ある程度決まった題材をつくるのがメインだったので、今度は自分で1から考えていろいろ作ってみたいと思いました。

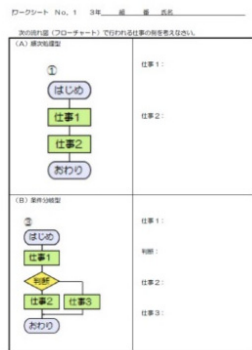


補助教材

生徒のアンケート記述を読む限り、興味・関心を持ち授業に参加していた事がわかる。また、具体的に次どのような事に取り組みたいか、自分たちの実践をもとに考える事ができており、自分達が考えた技術について、適切に評価し、改善しようとする課題を解決する力を養うことにつながったと考えられる。

①仕事の流れを再確認するワークシート

計測・制御に関する技術は、普段の私たちの生活にあふれており、私たちの行動にもプログラミング的思考が利用されているが、普段何気なくしていることなので、生徒は気づいていない。普段の私たちの行動を、プログラムの仕事の流れに当てはめると何型かを意識させるワークシートを作成した。個人で考え、班、学級と交流をし、情報を共有した。また、プログラムを設計する際、思考を整理するために思考ツールの様な表に整理させた。(思考ツールを用いた実践事例は、参考文献2, 3を参照)



レシピ名: (お薬飲んだか見守り隊)		班
安心・安全対策として: (心配なことは...)	高齢の親が心配	
使用目的:(何のために...)	薬を飲む状況を見守るために	
使用条件:(どこで、どのように...)	薬箱のフタが開いたら	
ホームセキュリティ製品の説明: (どのような機能があり、 どのように使用するか...)	薬を飲む状況を見守るため、 薬箱のフタが開いたら 通知する	

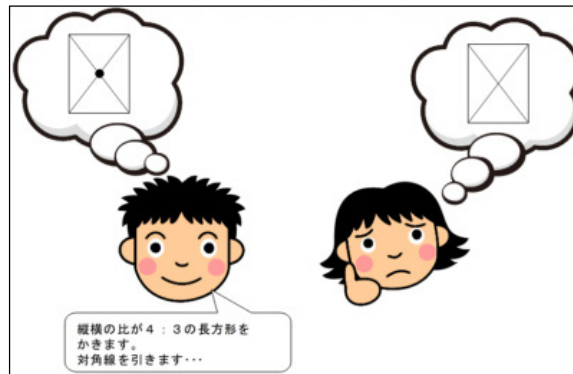
②アンプラグドでもプログラミング的思考を養う。

実際にタブレットPCを使用してプログラミングを行う前に、問題解決のためのアルゴリズムを整理する練習として、以下の活動を行った。

ア: 図形を人にかいてもらうように、伝えるにはどのように情報を整理し伝えればよいか考える。

(詳細は参考文献1を参照)

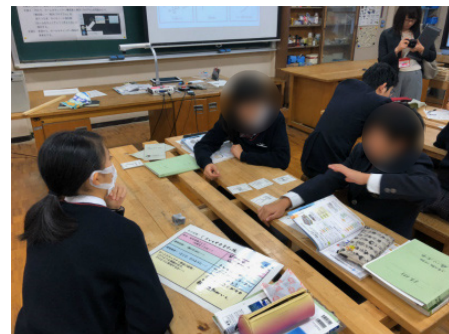
※活動イメージ



イ: タブレットPCでプログラムを考える際、命令をカード化したものを用いて、アルゴリズムを整理した。そのアルゴリズムを表すように、カードの置く順番を班で意見交換した。アルゴリズムを可視化することにより共有し、プログラムを作成する足がかりとした。



命令をカード化したものを利用し、システムのアルゴリズムを整理する



整理したアルゴリズムを班員と情報共有するため、手振りも交えて説明をする生徒

本事例のお勧めポイントと留意点

○お勧めポイント

- ・生徒にとって、計測・制御という内容は、その言葉自体がむずかしく感じさせるのか、最初は取っ付きにくさを感じているようであったが、身のまわりにある仕事の流れを考えることや、図形を相手に伝えるという活動を通して、計測・制御が自分たちに身近なものであると感じてもらえたと考えている。
- ・自分たちの生活で活用するホームセキュリティを考える上で、自らが解決したいと思う問題を取りあげ、自らの問題解決を振り返らせることで、成長を自覚させ次の学習に主体的に取り組もうとする態度を育成したりする「主体的な学び」につながったと考えられる。
- ・作業を班で行ったので、必然的に対話による情報共有が生まれ、仲間（ヒト）との対話をとおして思考を広げ深めることができた。プログラムを実際に動かした時、思い通りの動き（コト）にならなかった場合に、プログラムを見直し、場合によってはシステム設計（モノ）を見直すことも行い、プログラムを改善していた。トライアンドエラーで、プログラミングに取り組むことにより、「ヒト・モノ・コト」と対話をする「対話的な学び」を実現することができたと考えられる。
- ・ホームセキュリティを考え、実現することをとおして、「技術の見方・考え方を働かせて問題を見出し課題を設定し解決する」という「深い学び」を実現することができたと考えられる。

○留意点

- ・連続した授業では、タブレットPCの電池が無くなることもあったので、タブレットPCの電池状態を確認しておく必要がある。

参考文献

- 1) Trim Bell, Ian H. Written, Mike Fellows, 兼宗進, 正田良, 鎌田敏之, 紅林秀治: 『コンピュータを使わない情報教育アンブレグドコンピュータサイエンス』, イーテキスト研究所 (2007)
 - 2) 田村学, 黒上晴夫: 『考えるってこういうことか! 「思考ツール」の授業』, 小学館 (2013)
 - 3) 田村学, 黒上晴夫, 滋賀大学教育学部附属中学校: 『こうすれば考える力がつく! 中学校 思考ツール』, 小学館 (2014)
 - 4) リンダ・リウカス, 鳥井雪: 『ルビィのぼうけん こんにちは! プログラミング』, 翔泳社 (2016)
 - 5) リンダ・リウカス, 鳥井雪: 『ルビィのぼうけん コンピューターの国のルビィ』, 翔泳社 (2017)
 - 6) 黒上晴夫, 堀田龍也: 『プログラミング教育導入の前に知っておきたい思考のアイデア』, 小学館 (2017)
 - 7) 小林祐紀, 兼宗進: 『コンピューターを使わない小学校プログラミング教育“ルビィのぼうけん”で育む論理的思考』, 翔泳社 (2017)
 - 8) 一色秀之, 佐藤史人: プログラミング教育における教材の比較利用に関する一考察, 和歌山大学教育学部紀要, 第68巻, 第2号, pp.189-196 (2018)
 - 9) 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, 開隆堂出版 (2017)
- ※本実践は, 第43回 全日本教育工学研究協議会全国大会 和歌山大会における公開授業での内容を一部変更したものである。 (<http://www.jaet.jp/convention/2017/index.html>, 最終アクセス日: 2020年2月27日)
- ※ワークシート内のイラストは, 花子2019 (株式会社ジャストシステム) のイラストを使用した。

本事例集の作成に当たっては、以下の有識者、教員のご協力をいただきました。

■解説協力者一覧

伊藤 陽介	鳴門教育大学大学院学校教育研究科教授
上野 耕史	文部科学省情報教育外国語教育課教科調査官
宮川 洋一	岩手大学教育学部教授
森山 潤	兵庫教育大学大学院学校教育研究科教授

■実践事例協力者一覧

浅水 智也	宮城教育大学附属中学校教諭
一色 秀之	和歌山大学教育学部附属中学校教諭
磯部 征尊	愛知教育大学創造科学系准教授
内田 有亮	熊本市立西山中学校教諭
大澤 周平	瀬戸市立南山中学校教諭
尾崎 誠	厚木市立荻野中学校教諭
加藤 佳昭	岩手大学教育学部附属中学校教諭
木下 優奈	大府市立大府中学校教諭
小島 一生	大町市立仁科台中学校教諭
紺谷 正樹	北海道月形町立月形中学校教諭
末吉 克行	宝塚市立長尾中学校教諭
高橋 光広	岩手県立総合教育センター研修指導主事
岳野 公人	滋賀大学教育学部教授
永谷 和俊	さいたま市立大宮北中学校教頭
西ヶ谷浩史	焼津市立小川中学校教諭
服部 浩司	金沢大学附属中学校教諭
森田 綾	横浜市立横浜吉田中学校教諭
山田 哲也	鳴門教育大学附属中学校教諭
吉岡 利浩	津市橋北中学校教諭

■編集協力者一覧

安藤 明伸	宮城教育大学教育学部教授
市原 靖士	大分大学教育学部教授
川久保英樹	信州大学学術研究院教育学系准教授
紅林 秀治	静岡大学教育学部教授
小林 溪太	信州大学学術研究・産学官連携推進機構助教
田口 浩継	熊本大学教育学部教授
長谷川元洋	金城学院大学国際情報学部教授

村松 浩幸 信州大学学術研究院教育学系教授
山本 利一 埼玉大学教育学部教授

(50音順 敬称略 令和2年3月現在)

令和元年度 文部科学省受託

次世代の教育情報化推進事業

「中学校技術・家庭科（技術分野）におけるプログラミング教育推進のための実践事例等に関する調査研究」中学校技術・家庭科（技術分野）におけるプログラミング教育実践事例集

発行 令和2年3月24日

発行・編集 一般社団法人日本産業技術教育学会

日本産業技術教育学会事務支局

〒602-8048 京都市上京区下立売通小川東入ル 中西印刷株式会社 学会部内