

### D (3) 「計測と制御で生物育成の未来を拓こう」

問題解決の分類：社会一般の問題解決

対象学年：第3学年

使用教材：時計型プログラミング教材40台、およびオプションセンサ・アクチュエータ

その他：教材の予備、乾電池

使用言語：教材付属の専用プログラミングアプリケーション（Scratchベース）

実行環境：コンピュータ室・ノートパソコン（WindowsOS）生徒機 40 台

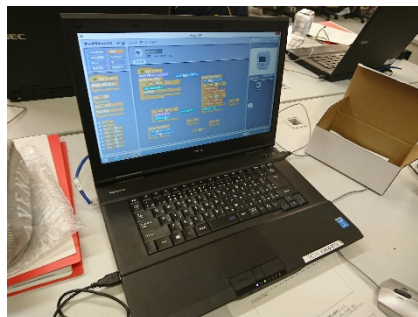
ネット環境：スタンドアロン

#### 学習活動の概要

##### ○授業の様子



導入は1人1台で基本的な操作を学習した後、2人1組で課題の解決に話し合いながら取り組む様子。



課題解決のプログラムを作成中の様子



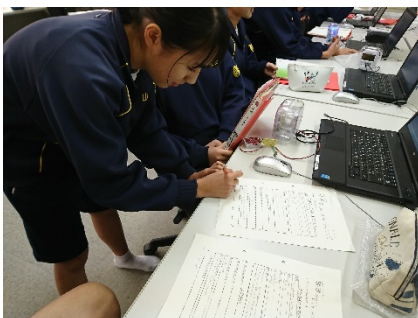
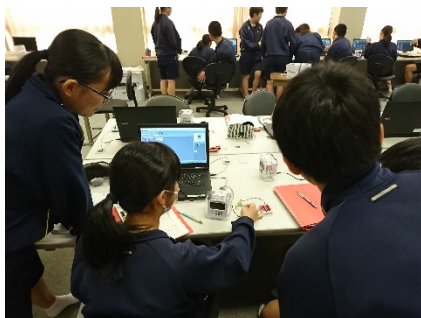
センサ類を自由に選択できるように配置している様子



完成した作品を発表している様子。発表は、ブース発表形式で行い、呼び込みを行う。



実際に作品を動かしたり、プリントでコンセプトやフローチャートを説明したりする様子



説明を聞き、感想やサインを書き込む様子

## ○使用教材について

時計型プログラミング教材とオプションのセンサ、エアコン実験キットなどを使用した。また、この教材でのプログラミングには、教材付属の専用プログラミングアプリケーションを使用した。

この教材の本体部分は、エネルギー変換の教材として電気回路の実習を行うこともできるため、「Cエネルギー変換の技術」との共通の教材としても利用可能である。また、ネットワークを利用したプログラミングも可能であり、汎用性の高い教材といえる。

### 【時計型プログラミング教材本体の機能】

- ・センサ4種類（温度、光、音、スイッチ）
- ・仕事をする部分3種類（フルカラーLED、ブザー、時計部バックライト）

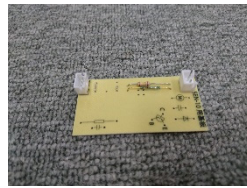
### 【センサオプションセット】\*信号出力端子に接続、複数使用不可。



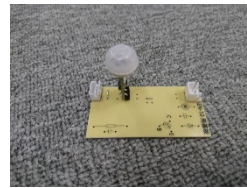
スイッチセンサ  
押しボタンを  
押すと外部セン  
サ入力が入ONにな  
る



圧力センサ  
感圧センサに  
圧力をかけると  
外部センサ入力  
が入ONになる



磁気センサ  
磁石をセンサ  
部分に近づける  
と外部センサ入  
力が入ONになる



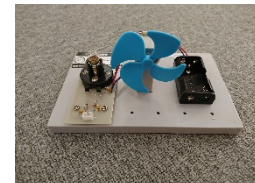
赤外線センサ  
赤外線センサ  
で動きを感知す  
ると外部センサ  
入力が入ONにな  
る



傾きセンサ  
傾きを感知す  
ると外部センサ  
入力が入ONにな  
る

### 【エアコン実験キット】

- ・信号出力端子に接続、センサオプションとの併用不可。
- ・豆電球とDCモータを制御する実験キット。
- ・豆電球を暖房、ファンを冷房と見立てて実験する。
- ・授業では、DCモータを動力に見立てるなどの使用もある。



エアコン実験キット

## 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

「生物育成の未来を拓くシステム」をテーマに、「B生物育成の技術」で学習した内容を振り返り、生物育成の課題を見つけ出し、制御と計測を用いたシステムにより解決を目指す。この学習を通し、計測と制御やそれにかかわるプログラム作成を身につけるだけでなく、既習の生物育成についても再考する機会とし、生徒にとって身近ではない生物育成の問題点を「未来を拓く」ために自分にかかわる解決すべき課題であることを認識させることも狙いとする。

この教材を通して作成できるシステムは、センサの数や精度、制御物の制限などがあるため、高度に連携したものにはなりにくい。ある程度の代替的な見立て（LED青の点灯＝水やりなど）をさせることで、多面的な思考ができるようにさせたい。また、簡易的なシステムであってもIoTの活用により、より効果的に活用できることにも触れ、「未来」について強く意識できるようにさせたい。

### 題材の指導計画（全 12 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"> <li>・身近な家庭生活や社会生活等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を知り、その流れを知る。プログラムの役割と機能を知る。(順次・分岐・反復)</li> <li>・時計型教材の操作・接続方法を知り、プログラム通りに動作させる。 (LEDの点灯, 色の変更)</li> <li>・時計型教材の簡単なプログラムの作成1。(順次・時間設定等) (LEDの色を順に変えていく)</li> <li>・時計型教材の簡単なプログラムの作成2。(分岐・反復・センサの理解) (押しボタン信号プログラムの制作)</li> <li>・時計型教材の簡単なプログラムの作成3。(分岐・反復・センサの活用) (エアコンプログラムの作成)</li> </ul>	7
課題の設定 技術に関する科学的理解 に基づいた設計・計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物育成における課題を解決するシステムの構想。【本時】</li> </ul>	1
課題解決に向けた制作	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物育成における課題を解決するシステムの構築。</li> </ul>	1
成果の評価 次の問題解決の視点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・課題を解決するプログラムの改善1。(プログラムの評価)</li> <li>・課題を解決するプログラムの改善2。(プログラムの活用)</li> <li>・計測・制御の技術の評価・活用。</li> </ul>	3

### 代表的な授業(第 8 時)

○**本時の目標**：生物育成の未来を拓くというテーマで設定した課題を解決するシステムを条件を踏まえて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**：生物育成の未来を拓くというテーマで設定した課題を解決するシステムを条件を踏まえて構想し, 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  
生物育成が抱える課題を解決するシステムについて, 利便性や環境負荷, 経済性にも配慮して, 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  
生物育成が抱える課題を解決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  
他者との意見交換の場を設定し, 自らの構想の問題点等を確認させる。

○**指導過程**：(8. 生物育成の未来を拓くシステム)

	学習活動	指導上の留意事項
導 入 (10)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・本時の学習内容を知る。</li> <li>・学習課題を確認する。 『生物育成の課題を解決し生物育成の未来を拓くシステムを計測と制御で実現する方法を考えてみよう。』</li> </ul>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> <b>生物育成の未来を拓くシステムを構想しよう</b> </div>

<p>展開 (35)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・生物育成の課題を考え、発表する。</li> <li>・ペアごとに課題を決め、その解決方法を話し合う。</li> <li>・話し合いの結果をワークシートに記入し、発表する。</li> <li>・決定した解決方法を実現するシステムについて使用するセンサや制御物を決め、フローチャートでプログラムの流れを確認する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・「B 生物育成の技術」の内容を振り返り、生物育成における課題を再確認するよう声かけをする。</li> <li>・学習したセンサ、制御物を活用したプログラムによる解決となるように指導する。</li> <li>・センサ、制御物は、別の動きに見立てて使用してもよいことを声かけする。</li> <li>・社会的側面、環境的側面、経済的側面についても検討させるように指導する。</li> <li>・他のペアの解決法のアイデアを聞き、自分たちの解決法に生かせることを取り入れてもよいと声掛けする。</li> <li>・フローチャートからプログラムを作成すること意識させ、命令実行のイメージを持たせる。</li> <li>・フローチャートが完成したペアは、他の完成したペアとお互いにフローチャートの解説を行い、内容の確認を行うことを指示する。</li> </ul>
<p>まとめ (5)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・完成したフローチャートからプログラムを作成するイメージを持つ。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フローチャートをもとにプログラムの作成を行うことを伝える。</li> </ul>

### 生徒の問題解決例

#### ○自動水やりシステム

明るくなったら、自動的に水やりを行うことで、地温が上がる前に散水できる。人が行う作業を減らすことで「人手不足（社会）・人件費の増加（経済）」の課題が解決できる。明るさだけだと、雨の日にも水やりをしてしまうので、エネルギーの無駄使い（環境）の課題が残るので改良が必要。

使用するセンサ：光センサ　仕事をする部分：LED水色（水やりを表現）

#### ○自動温度制御管理システム

外気温に応じてハウスなどの温度を調整することで、生物の適温での育成ができ安定した生育が期待できる。自動化することで、人の作業が減ったり、温度管理のミスが減ったりするので「人手不足（社会）・安定した収入（社会）」の課題が解決できる。温度の管理だけだと、外気温が適温でもハウス内が暑くなり冷房を使用するなど、エネルギーの無駄遣い（環境）の課題が残るので改良が必要。

使用するセンサ：温度センサ

仕事をする部分：エアコン実験キット（DCモータで冷房、豆電球で暖房を表現）

#### ○自動電照菊栽培システム

暗くなったら自動的に照明を点灯し、長日植物（菊）を安定的に栽培する。人の作業が減ったり、照明の付け忘れのミスが減ったりするので「人手不足（社会）・安定した収入（経済）」の課題が解決できる。暗くなったら照明がつく機能だけだと、24時間明るいままなので、エネルギーの無駄や育成不良の原因になるため、タイマーをつけるなどの工夫が必要。

使用するセンサ：光センサ　仕事をする部分：LED

#### ○獣害・窃盗防止システム

動物や人の動きを感知して、照明とブザーで警告をすることで獣害や窃盗を防ぐことができる。人が見まわる必要がなくなったり、動物が警戒して近づかなくなったりするので「重労働（社会）・獣害（環境）」の課題が解決できる。広い畑をカバーするためにはたくさんの装置が必要になるため、経済的な負担（経済）が大きいという課題が残る。



使用するセンサ：赤外線センサ 仕事をする部分：LED, ブザー

### ○収穫時期お知らせシステム

メロンなどの作物が十分な大きさ（重さ）になったら、ランプがついて知らせることで収穫時期を逃さない。人の作業が減ったり、出荷に適したサイズがわかったりするので「人手不足（社会）・安定した収入（経済）」の課題が解決できる。一つ一つにセンサをつけるので、経済的な負担（経済）が大きいという課題が残る。

使用するセンサ：圧力センサ 仕事をする部分：LED

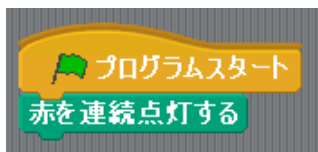
### ○自動タマゴ回収システム

ニワトリが卵を産んだらセンサが反応しランプがつき、ベルトコンベヤーが動いて回収される。回収にかかる作業が減ったり、必要な時だけ装置を動かしたりできるので「人手不足（社会）、省エネルギー（環境）」の課題が解決できる。全体的な装置が大掛かりになり、高額になる（経済）などの課題がある。

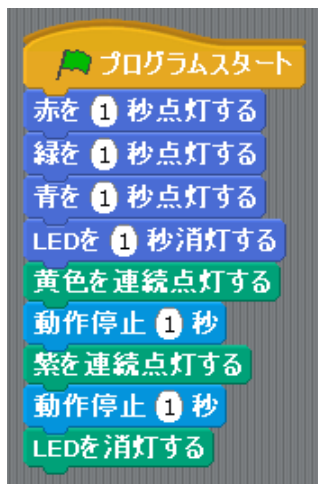
使用するセンサ：圧力センサ 仕事をする部分：LED, DCモータ（ベルトコンベアを表現）

### ○授業で作成したプログラム例

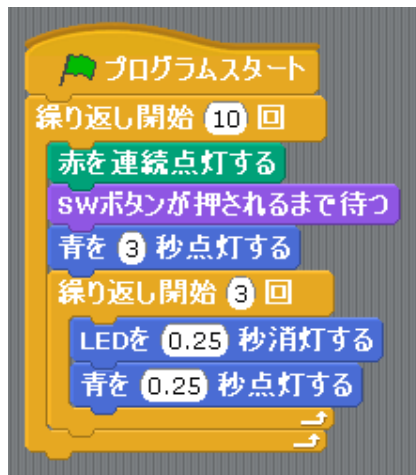
①第4時



・第5時

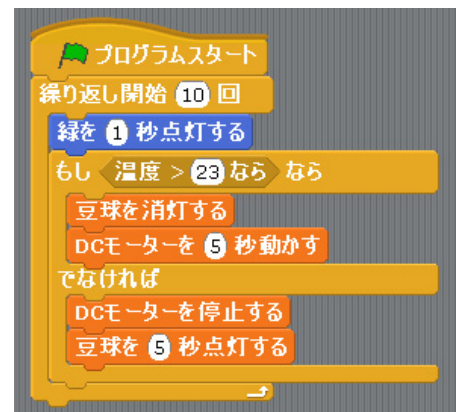


②第6時



\*SWボタンを他のセンサにしてもよい

③第7時



\*温度は室温+1度程度が良い

\*緑LED点灯中が温度測定中とする

### 生徒の姿

#### ○生徒の感想

- ・最初のほう（LEDを光らせるとき）は簡単だと思っていたけど、自分でプログラムを作るときはとても難しかったです。〇〇（ペアの相手）が、たくさんアイデアを出して説明してくれたので何とか完成できました。これからは、身の回りの自動で動いているものがどんなプログラムで動いているのか考えて使っていきたいと思いました。
- ・発表で見たシステムの中には、実際にもう使われているシステムに近いものがあると聞いてびっくりしました。栽培は、手作業で行われていることの方が多いと思っていたのに、近代化しているんだなあと思いました。でも、おいしい野菜を安定して作るためには、こういったシステムをどんどん実用化していくといいと思います。
- ・コンピュータは得意なので、プログラムの授業は楽しみだった。でも、実際にプログラムを作ってみると思い通りに動かなかったり、センサが変な反応をしたりして、うまくいかずにイライラした。でも、最後に思った通りに動いたときは、やってよかったと思った。

## 補助教材

### ○授業で用いたワークシート

計測・制御 (制御プログラムを作ろう) /5  
3年 組 番 氏名 \_\_\_\_\_

1 計測と制御を活用しよう

「生物育成の未来を拓こう」

生物育成の課題

計測と制御を活用して、生物育成の課題を解決しよう。

センサ：音、温度、光、SW ボタン、外部スイッチ、圧力、磁気、赤外線、湿度  
仕事をする部分：LED、ブザー、モータ、豆莢 \*下線のは同時に使用できない  
(仕事をする部分は何かの代わりとしてもよい。例：LED 青色=水)

課題

使用するセンサ

仕事をする部分

代わりにするもの

具体的な動き

2年生で学習した内容を踏まえ、生物育成の課題について考えて記入し、その中から計測と制御で解決しうる課題についてペアで話合う。

評価は、文章での表記を基本として、必要に応じて図やグラフなどを裏面に書く。

☆評価☆

社会に与える影響を評価しよう

環境に与える影響を評価しよう

経済に与える影響を評価しよう

このシステムを実用化するメリット

このシステムの実用化に必要な改良

## 本事例のお勧めポイントと留意点

### ○お勧めポイント

- プログラムの作成についてのレディネスに大きな開きがあり、導入ではプログラムやコンピュータの操作に戸惑う生徒もいる。本教材では、ブロックプログラミングを使用することで、基本的な操作はドラッグ&ドロップと数字の入力で操作できるので、導入はなるべく簡単な操作（LEDを点灯させるだけ）で、教材の操作感を身につけさせるとよい。
- 導入の基本操作の習得時には、教材を1人1台使用することで、作業にかかる時間を短縮し確実な技能の習得を目指す。発展以降は、1人1台配布するペアで課題を解決させることで、多面的に考えたり、教え合いで定着を図ったりすることができる。
- 完成品の発表は、クラスの半分が発表者、残りが観客（前後半で交代）のブース形式（自分の机で作品を動かしながら説明する方法）で行う。発表会形式と違い、観客のダイレクトな反応が期待でき、またその反応に応じて相手に伝わるように説明を変える工夫も必要となる。製品を売り込むといった場面を想定させて発表させると、観客を積極的に呼び込み作品の説明をしようとする意識が高まる。観客に「わかりやすいかどうか、感想・アドバイス」といった評価を記入させると、観客側の聞く意識を高めることができる。

### ○留意点

- 本教材は、動作不良が比較的起こりにくいですが、操作ミスや通信エラーといったトラブルは起こるため、その対処法を事前にサーチして指導しておくことが重要。また、不具合が起って生徒では対応できない時に教師だけで対策をするのではなく、プログラミングや機械の操作に長けた生徒にもその対策を説明しながら教えておくと同じ種のトラブルが発生した場合に、教えあい活動で解決できることが増える。
- センサにはそれぞれの特徴があるので、センサによる測定の原理や得手不得手について知らせておくと、センサの取り付けや使用方法を生徒自身で最適な方法を試行できる。ただ、授業時間内で説明するには時間が足りないうえに高度すぎることもあるので、プリントなどでトピック的に説明しておくとうい。

### D (3) 「みんなを幸せにする自動ドアのプログラムを作ろう」

問題解決の分類：社会一般の問題解決

実施学年：第2学年

使用教材：ロボットカーを利用した自動ドア模型を2人に1台、計20台準備（予備2台）

その他：トラブル対策で教材の予備や予備電池、修理工具（ドライバ、接着剤、ラジオペンチ等）を準備

使用言語：教材付属の専用プログラミングツール

実行環境：コンピュータ室・デスクトップパソコン（WindowsOS）生徒機40台

ネット環境：校内LANのみ（スタンドアロンでも実行可能）

### 学習活動の概要

#### ○授業の様子



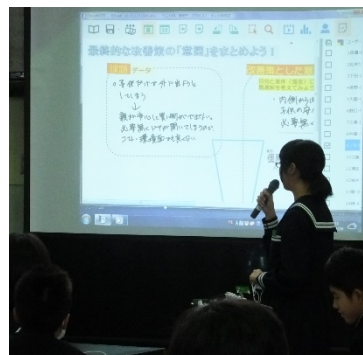
ペアでプログラムの改善案を検討している様子。実際に動きを確認しながらプログラム制作を行う。



光センサを動作させドアを開閉させている様子



側面のレーダーチャート式ワークシートを使って多様な視点から制作プログラムを評価する様子。

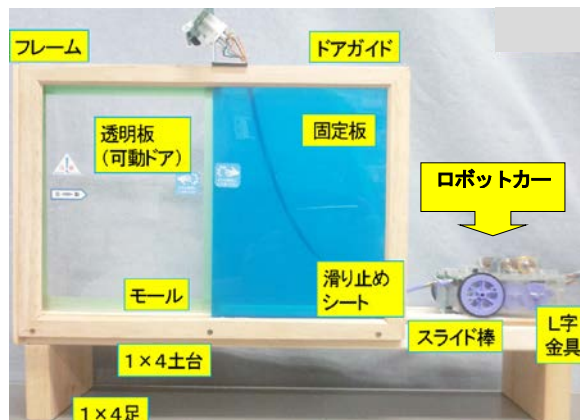


制作したプログラムの改善点や意図を学級全体に説明する様子。

#### ○使用教材について（ロボットカーを利用した自動ドア模型の仕組み）

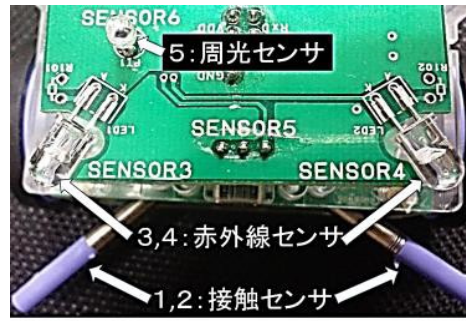
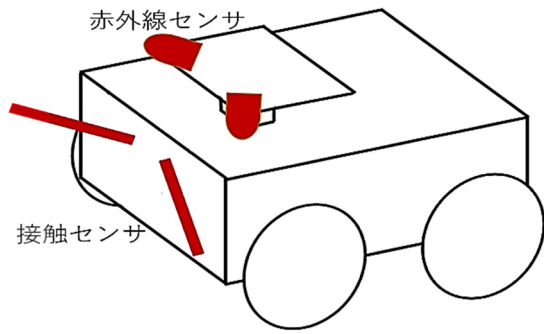
既存のロボットカーと自動ドア模型を組み合わせた。

- ① 前進⇒ドアを開ける，後進⇒ドアを閉める，で開閉動作に変換。
- ② 自動ドア模型の材料は安価で自作・量産が可能。
- ③ 製作工程を簡易化し，製作時間も30分程度で完成可能。
- ④ 4つのセンサを駆使したプログラム作成が可能。
- ⑤ 赤外線センサを実際の自動ドアと同じ位置に設置。センサは，ドアの内側と外側を向いているため，室内，室外を想定した幅広い工夫や改善が可能。ドアの開き終わりや閉じ終わり感知には，接触センサを使用。

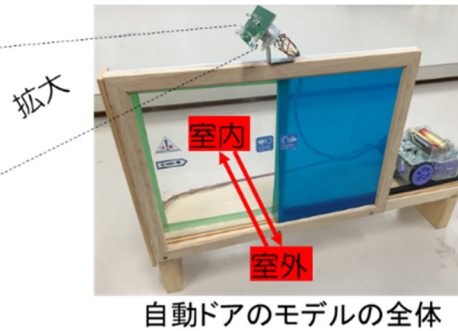
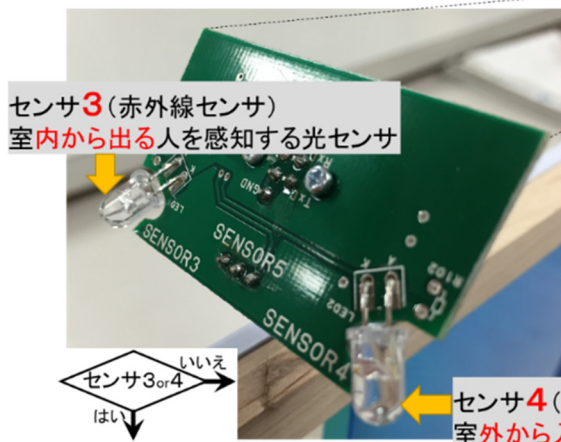




○教師側が設定・意図しているセンサの役割



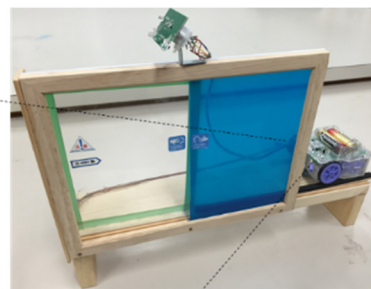
自動ドア模型に利用する前のロボットカーの様子



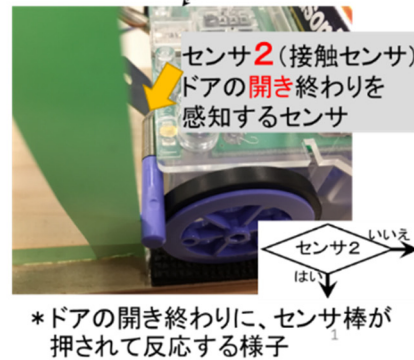
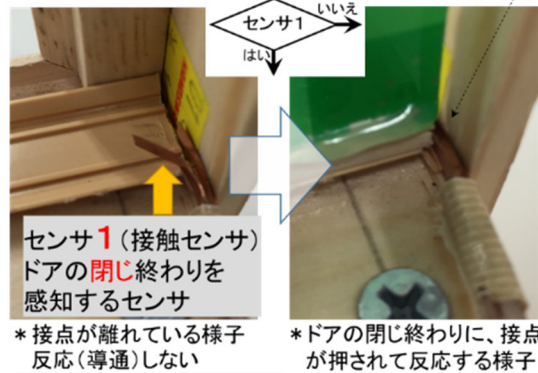
自動ドアのモデルの全体

ロボットカー本体に取り付けてあったセンサ基盤を、自動ドア模型の上部に取り付け配線。

自動ドア模型に利用した際のセンサ 3, 4 (赤外線センサ) の様子



ロボットカー本体にあった接触センサの接点を、ドアの閉じ終わりの場所に引き出し配線。



ドアの開き終わりはドアが接触センサのセンサ棒を押す力を利用して反応させる。

自動ドア模型に利用した際のセンサ 1, 2 (接触センサ) の様子



## 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

「子ども用品店の自動ドア」という場所を設定し、この場合に想定される問題を発見・予想させ、それに対応する課題を設定し、解決していく。例えば、生徒が安全面での問題（子どもが親の目を離れたときに勝手に店外に出て駐車場で事故に遭う可能性がある）を発見した場合、現在、自動で開いている光センサ3や4を、接触センサ1や2（押しボタン式）に変更する工夫が考えられる。これは、設置者側の管理面においてもプラスとなる。しかし、利便性の低下（両手がふさがった客が店から出づらい）という新たな課題も生まれる。そこで再度思考し、例えば、光センサの設置場所や感度を下げ、ある身長以上の場合のみ反応させる等も考えられる。ここまでは本自動ドア模型教材では試行はできないが、この教材があるからこそ出るアイデアでもある。

## 題材の指導計画（全 11 時間扱い）

学習過程	学習内容	時
既存の技術の理解 ※D (1) にあたる	<ul style="list-style-type: none"> <li>身近な家庭生活や社会生活等で利用されている計測・制御の技術を知る。</li> <li>計測・制御システムの基本的構成と仕組みを知り、その流れを知る。</li> <li>プログラムの役割と機能を知る。（順次・分岐・反復）</li> <li>自動ドアのプログラム制作。（順次・分岐・反復・センサの理解等）</li> </ul>	6
課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>みんなを幸せにする自動ドアのプログラムを作ろう。（子ども用品店に設置するという制約条件において）</li> </ul>	1
技術に関する科学的理解に基づいた設計・計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>一般的な自動ドアのプログラムを、子ども用品店という条件を踏まえて最適な動きとなるようプログラムの改善点を計画する。</li> </ul>	1
課題解決に向けた制作	<ul style="list-style-type: none"> <li>子ども用品店に設置する自動ドアのプログラムの改善。【本時】</li> </ul>	1
成果の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>改善したプログラムの評価（課題解決が図れたか）。</li> </ul>	1
学習のまとめ	<ul style="list-style-type: none"> <li>互いに開発した製品の発表と学習の振り返り。</li> </ul>	1

## 代表的な授業（第 9 時）

○本時の目標：作成したプログラムが子ども用品店に設置する自動ドアとして適切かを評価し、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：作成したプログラムが子ども用品店に設置する自動ドアとして適切かを評価し、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  
作成したプログラムについて、子供用品店に設置する自動ドアとして、利便性や安全性、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  
作成したプログラムについて、子供用品店に設置する自動ドアとして適切か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。
- ・「努力を要する」状況（C）と判断する生徒に対する手立て  
ペア学習を通して、相手のプログラム改善の意図を聞き取る時間を設定し、自分の考えの問題点を確認させる。

### ○指導過程：第 9 時

	学習活動	指導上の留意事項
導入 (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>本時の学習課題を確認する</li> </ul>	
	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">子ども用品店に設置する自動ドアのプログラムを改善しよう</div>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・前時に計画した改善点を確認する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実際にレベル9のプログラムを変更しながら動作確認を行い、改善していくことを確認する。</li> </ul>
展開(40)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・社会にある一般的な自動ドアを子ども用品店に設置した場合の問題点を探る。</li> <li>・改善策となるアイデアを出し合う。</li> <li>・改善策の意図をワークシートに記入する。</li> <li>・改善プログラム制作を行う。</li> <li>・自動ドアの動作から、さらなる改善策はないかを検討し、ワークシートに記入する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ペアでの対話と技術の見方・考え方(社会からの要求、安全性、経済性、環境負荷等)により、広い側面から問題点を探るよう指導する。 ※側面のレーダーチャート式教具の使用を勧める</li> <li>・プログラムによる改善となるように指導する。</li> <li>・トレードオフを発見させるよう声かけをする。</li> <li>・改善した目的や最優先とした側面等を明確にして改善プログラム制作に取り組みさせるようにする。</li> <li>・改善策の意図が自動ドアの動作に現れるように、技能面の指導に絞るようにする。</li> <li>・トレードオフの状態から最適化へつながったか等本時の学習目標を達成できたのかを検証させる。</li> </ul>
まとめ(5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・最新の自動ドア映像を視聴し、実社会にある技術の最適化の様子に気づく。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・実社会の自動ドアも目的や条件に即して、常に最適なプログラムに工夫・改善していることに気づかせ態度面の育成につながるような声かけを行う。</li> </ul>

生徒の問題解決例 (第9時)

みんなを幸せにする自動ドアのプログラムを作ろう  
子ども用品店に設置する自動ドアは、どのようなものが最適か考えよう

①ドアが閉まる時に、歩くのが遅い子どもや大きな荷物を買った人の安全性に課題があると指摘

子どもだけで店内から店外へ出て行くという危険性も指摘

④再思考により、自動ドアの上の方(子どもの手が届かない位置)に押しボタンをつけることにより、利用者の安全性も確保し、かつ設置者のコスト削減にもつながるといふ最適化につながるアイデアを思考している。

**問題点**  
お店から出る時に  
①歩くのが遅い子どもが通る時、危ない。  
②大きな荷物を買った人が大変だし、危ない。  
③小さい子どもだけで勝手に外へ出て行って危ない。

**改善策**  
ドアが開ききった時の停止時間を長くする。  
さらに、閉まる時のドアのスピードを落としたりもっと安全!!

**意図**  
子ども用品店に、そのまま取り付けたら危ないことが多かったので、利用者の安全が一番大事だと思った。  
ただ、ドアが開いている時間が増えるので、外から外気が入ってきて、エアコン代が今よりたくさんかかる。

**プログラムを修正し、動かしてみたのさらなる改善策**  
・店内側のドアの、子どもの手が届かない所に押しボタンをつける。  
→必要な時に大人が開けるから、今よりもエアコン代も少なくなるし、子どもも勝手に出られない。

**感想**  
・これから、安全面や便利さ、コストや環境面など多くの視点が同時に良くなるような自動ドアにしたい。

②改善点として、ドアが開ききって停止する時間を長くし、閉まるスピードを落とす策を思考

③最優先事項は利用者の安全だが、トレードオフとして、空調費コストがかかることに気づいている。

第9時の生徒のワークシート例

## 生徒の姿

### ○生徒の感想の例

- ・プログラムと聞いて、難しそうだなと思ったけど、操作がそこまで複雑ではなかったので（ほぼマウス操作）よかった。友だちもいつも教えてくれたので、遅れることなくプログラムを作ることができてよかった。
- ・自動ドアにさえプログラムが入っているので、たいていの家電製品には全部プログラムが入っていると思った。どんなプログラムになっているのかなと興味がわいた。自動ドアを通った後、後ろを振り返るようになった。
- ・プログラムは、いろんな人たちにとってバランスよくできていると思った。プログラムを作る時に、いろんな人たちにとっていいプログラムを作ろうとしたけど難しかった。けれど、まとめて見た最新の自動ドアのビデオでは、それができていたのすごいと思った。

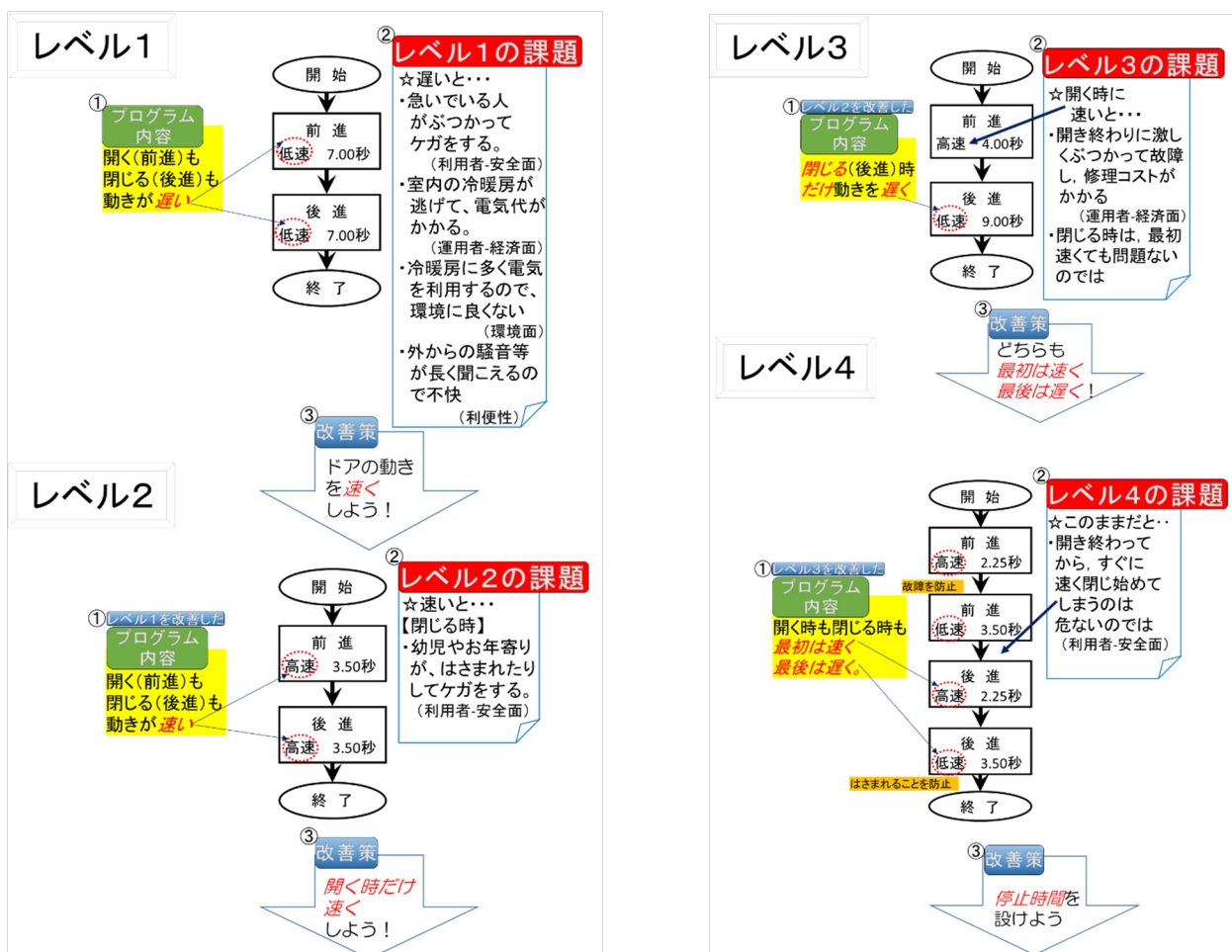


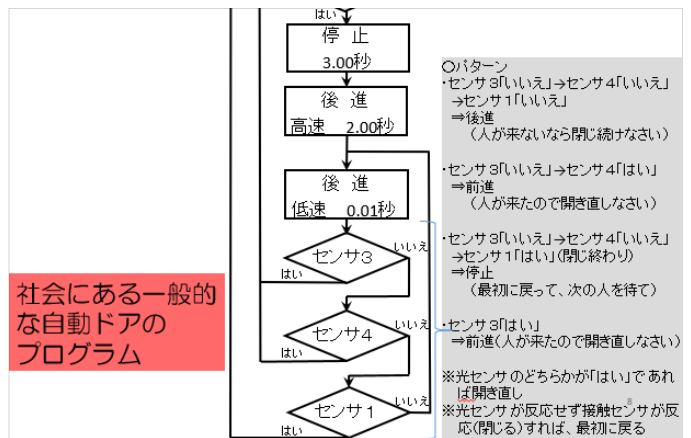
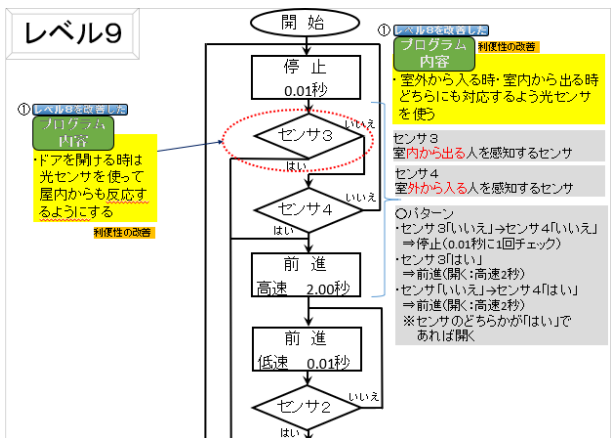
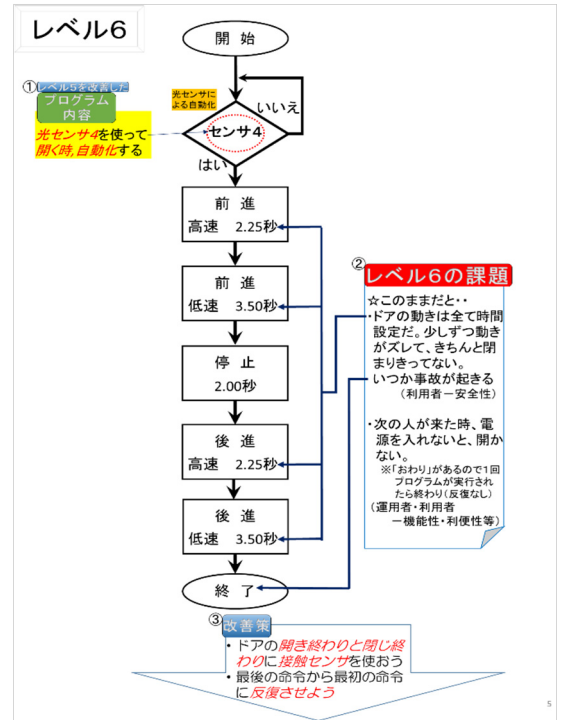
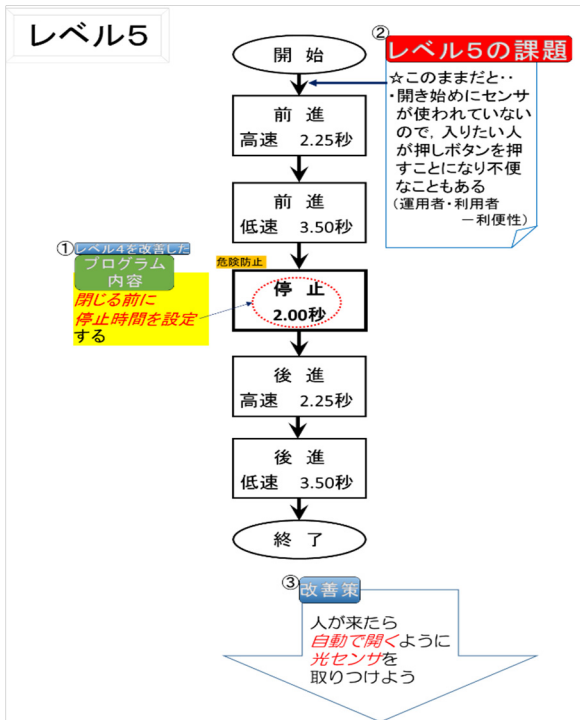
最適化を目指し試行錯誤する様子

## 補助教材

### ①スモールステップ式のプログラムシート

生徒のプログラミングへの苦手意識を少なくするために開発したものである。9段階を設定しており、このシートを加工し生徒に与えることにより、苦手な生徒にはヒントカードとして、得意な生徒には課題解決の方向性の提示資料として活用することができる。※レベル7, 8は省略。本時の授業はレベル9の改善について取り組む





**【レベル9プログラムの前半】**  
 人が店外から来たら、赤外線センサが反応してドアを開け、開き終わりを接触センサで感知するまでのプログラム

**【レベル9プログラムの後半】**  
 開き終わって停止し、閉じる動作に入るが、店内外から人が来たら再度開き、人が来ない場合は閉じきるようにしたプログラム

②側面のレーダーチャート式教具 (トレードオフの「見える」化, トレードオフの相互関連性を動的に捉える)

合板に3段階のレーダーチャートを赤線で示し、各ポイントに真鍮釘を打ち付けている。(次ページ写真)そこに評価した得点に合わせて輪ゴムをかけていくと、そのプログラムの特徴(側面のバランス等)が視覚的に捉えられる。色の違う輪ゴムを使い、元のプログラムの得点と重ね合わせることで比較が可能となる。この教具は、トレードオフの解決のために、社会にある技術は折り合い(バランスをとる)をつけながら問題解決をしていることを疑似体験させ、それが最適解であることを体感できる教具となる。手に持てるようにした教具だけでなくワークシート(1ページ写真参照)にも使用し、ペアで対話をしながら最適化を目指す活動ができた。





○第9時における、対話場面での本教具の活用例（前ページの生徒AとBの対話の記録より）

①社会にある一般的な自動ドアのプログラムの制作（レベル9）を2点（青色の輪ゴム）とし、このドアを子ども用品店に設置するとした時の評価（黄緑色の輪ゴム）の場面

生徒A  
このままだと、歩くのが遅い子どもや、大きな荷物を買ってお店から出て行く人が危ないよね。しかも、子どもが勝手に外に出て事故にあうかも・・・

生徒B  
そうね、じゃあ客の安全性はマイナス1ポイントで1点にしよう。どうしようか・・・

②停止時間を長くして、閉める時の速度を遅くするという改善点とした場面

生徒A  
あ、そうだ、ドアが開ききった時の停止時間を長くして、さらに閉まる時のドアのスピードを落としたりしたら安全になるよね。

生徒B  
なるほどね、これで最初のプログラムよりもさらに安全になったから3点にしてもいいよね。

③安全性を優先したため、トレードオフとして経済面の損失に気づく場面

生徒A  
そうかー、これがトレードオフなのね。安全性を優先した分、経済面にしわよせがきたのね。じゃあ、最初のプログラムよりコストがかかりそうだから、1点マイナスの2点にするね。何かコストのかからない方法ない？

生徒B  
あれ？でも待つて！ドアが開いている時間が長くなるということは、外から外気が入ってくるからエアコン代が今よりもたくさんかっちゃうよ、これでいいの？

④経済面の損失を埋めようとアイデアを出し、最適化を試みる場面

生徒A  
なるほど、いいね。しかもエコだよな。省エネにもなるから。じゃあ、経済面と環境面をアップさせよう！  
そういえば、近所のスーパーマーケットの自動ドアもそうだったよ。ただ、少し出る時に不便かもしれないね。また考えてみよう。  
(新たな課題発見)

生徒B  
こういうのはどう？店内側のドアの、子どもの手が届かない所に押しボタンをつけたら？  
そうしたら、必要な時に大人が開けるから今よりもエアコンのコストもかからないし、子どもも勝手に出られないよ。一石二鳥よ！

## 本事例のお勧めポイントと留意点

### ○お勧めポイント

- ・技術分野ならではの学習となるよう、D (1) の学習で気付かせた「生活や社会における事象を、技術との関わりの視点で捉え、社会からの要求、安全性、環境負荷や経済性等に着目して技術を最適化する」という技術の見方・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」の実現の視点から題材を検討することが大切である。本題材は社会の中から技術によって解決すべき問題を見出し課題を設定し、安全性や経済性等の側面の折り返いを付けて新たな自動ドアを開発するという学習を行うことができる。
- ・加えて、生徒にとって、プログラムを作るということは難しいことという意識が高い。そのため、自動ドアなど、生徒の生活に身近で解決したいと思える問題とするなど「主体的な学び」の実現の視点で題材を検討ことが望ましい。また、プログラム制作時にはスモールステップ式で、少しずつレベルを上げていくようにする。例えば、本実践のプログラム制作時には、まずレベル1として、ドアを時間設定で開けて閉めるだけのプログラムからスタートした。これにより、苦手意識を軽減することができたと考えられる。
- ・2人で1台の教材を使用させ、常にペアで互いに相談ができ、対話により思考が深まったり広がったりするという「対話的な学びの実現」の視点で学習活動を検討することも必要である。また互いに評価し合うことで、自らの成長が自覚でき、次のステップに主体的に取り組むという「主体的な学び」の実現が可能である。ただし、必ず個人で思考させる時間を確保して、自らの意見を持たせて対話をさせることが重要であると考えられる。
- ・対話場面でのレーダーチャート式教具は、目的と制約の折り返いをつけて最適化を図るために有効であったと考える。生徒は、口頭での説明よりも視覚的に表現ができる本教具を用いて、相互に深い思考を行う様子が見られた。このような深い思考を支援する教具等の開発は有効に働くと考えられる。
- ・指導面としては、プログラム制作のスキル等に目が行きがちであるが、本実践で感じたことは、いかにしてプログラムの改善策等の発想や思考を広く深くできるような環境を教師側が作るかが重要であるということである。本実践の生徒たちは、最終的には本自動ドア模型教材では試行できないアイデア（例えばハード面の改善等）まで幅を広げて思考することもあった。この教材で試行錯誤した経験があったためと考えられる。

### ○留意点

- ・教材（ハードウェア）にはトラブルが付きものである。代用教材や修理工具、電池のストック等、万全の体制が望まれる。生徒は見ているだけでは物足りなく感じ、生徒の関心・意欲・態度の低下につながる。
- ・また、他のクラスの生徒と共同で教材を使用させる場合、教材によってはスピードや直進の精度に個体差があったり、電池の消耗によりスピードに変化が現れたりすることも考えられることから、毎回同じもの（教材）を使わせる工夫や、替えの電池を常に準備しておく必要がある。

### 参考文献

- 1) Robert C. Merton. Innovation Risk : How to Make Smarter Decisions. Harvard Business Review, April, 2013, (有賀裕子訳「イノベーションが生み出すリスクは管理できるか」, DIAMONDハーバード・ビジネス・レビュー, 第39巻, 第2号, pp.12-24 (2014))
  - 2) 尾崎誠, 中村祐治, 上野耕史: 技術を評価・活用する能力と態度の到達レベルの設定とそれに基づく授業実践事例の分析, 日本産業技術教育学会誌, 55 (1), pp.43-52 (2013)
  - 3) 内田有亮, 西本彰文, 田口浩継: 計測・制御学習における評価・活用能力の育成を目的としたシステム思考教材の教育的効果の比較, 日本産業技術教育学会九州支部論文集, 23, pp.105-112 (2015)
  - 4) 内田有亮, 田口浩継: システム思考を導入した計測・制御学習カリキュラムの改善について, 技術科教育の研究, 21, pp.17-24 (2016)
  - 5) 熊本市技術・家庭科研究会D部会: 自動ドア教材の製作手順について (2015)
  - 6) 第59回九州地区中学校技術・家庭科教育研究大会熊本大会要録 (2015)
  - 7) 内田有亮: 自動ドアのモデル センサカーと自作模型を使った計測・制御実習, 技術分野でここまでできるプログラムの学習指導, 東京書籍, 中学校技術・家庭科教授用資料, pp.28-32 (2014)
- ※本事例のイラストは、いらすとや (<https://www.irasutoya.com/>) およびICOON MONO (<https://icoon-mono.com/>) を使用。

D (3) 「計測・制御の技術で医療・介護の問題を解決しよう」

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：ブロック型プログラミング教材

その他：教材の予備、段ボール等の資材を準備

使用言語：教材専用のプログラミングツール

実行環境：コンピュータ室・デスクトップパソコン (WindowsOS) 生徒機40台

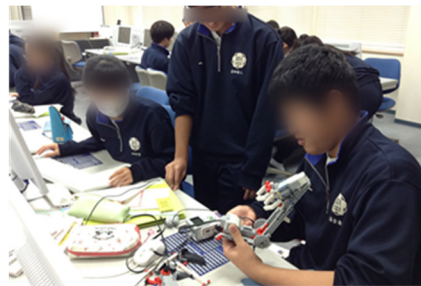
ネット環境：インターネット接続

学習活動の概要

○授業の様子



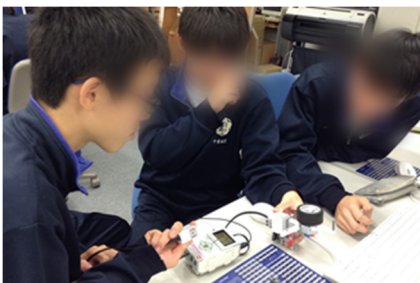
技術レビュー学習の調査内容を  
交流し、技術の見方・考え方に気  
付く場面。



設計に基づいて、チームで話し合  
いながら、製品モデルを試作して  
いる様子。



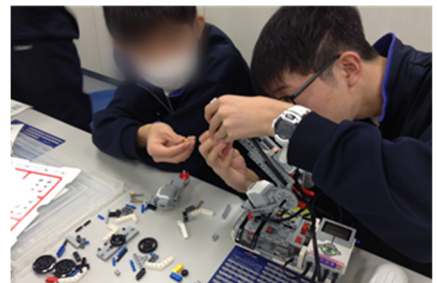
試作した製品モデルでプログラ  
ムを実行し、改善・修正すべき点  
を検討している様子。



センサ、コンピュータ、アクチュ  
エータの動作を確認し、解決策を  
考えている様子。



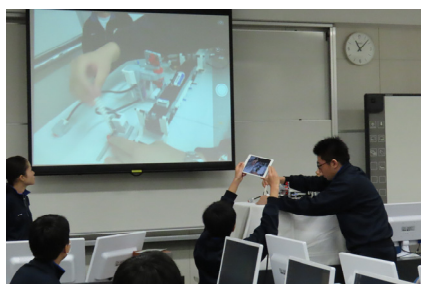
プログラムを読み解きながら、デ  
バッグする様子。必要に応じて、  
インターネットで情報収集する。



ハード面を改良し、チームで構  
想した動作に近づけるための力学  
的な機構を考える様子。



開発した製品モデルを動作させながら提案している様子。製品モデルの魅力伝えるためのプレゼン内容を考  
え、開発において検討・配慮する事項にどのように折り合いをつけてきたのかを伝えようとしている。



## ○使用教材について

ブロック型プログラミング教材とオプションのセンサ、段ボール等の資材を使用した。プログラミングには、教材付属の専用アプリケーションを使用した。この教材に含まれるセンサは、タッチセンサ、カラーセンサ、超音波センサ、ジャイロセンサ等であるが、生徒が構想した製品モデルに必要なセンサが無い場合は、最も近い性質のセンサを代替センサとして使用した。アクチュエータは、サーボモータ、スピーカ、液晶画面等である。加えて、さまざまな資材等を使用することで、製品モデルの形状の自由度を高めることができる。

### 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

75歳以上の「後期高齢者」が国民の4分の1を占める2025年の日本社会で、生徒たちが直面するであろう問題を考えさせ、その中から、題材のテーマを「医療・介護」と設定し、来るべき超高齢化社会の問題を計測・制御の技術で解決することとした。

本事例の問題解決における生徒の立場は、高齢や病気・けがなどで身体機能が低下した人の願いを叶えるための医療機器開発チームの一員である。自分の意志で思うように身体を動かすことができない患者さんの「自分の意志で好きなものをお皿から選んで食べたい」という願いを叶えるために製品モデルを開発する。患者さんのQOL（クオリティ・オブ・ライフ）を向上させるための問題解決は、技術には人間の「できない」を「できる」に変える力があるということ、技術には患者さんに「私もできる」という明るい兆しを与える力があるということを実感させることにつながる。

### 題材の指導計画（全 18 時間扱い）

学習過程	学習内容	時
既存の技術の理解 ※D (1) にあたる	<ul style="list-style-type: none"> <li>計測・制御システムの要素やインターフェースの必要性、プログラムの役割などの計測・制御システムの仕組みについて理解する。</li> <li>順次、分岐、反復という情報処理の手順や構造を図に表す力を身に付ける。</li> <li>生活や社会における計測・制御システムの再現を通して、プログラムの編集・保存、動作の確認、デバッグ等ができる技能を身に付ける。</li> <li>医療機器の開発・普及の要因と過程を追究し、技術に込められた問題解決の工夫について考える。</li> </ul>	8
課題の設定	<ul style="list-style-type: none"> <li>医療機器開発チームの一員という立場で、人間の機能不全を補填するために解決すべき課題を設定する。</li> </ul>	1
技術に関する科学的な理解に基づいた設計・計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>開発チームごとにコンセプトを設定し、条件を踏まえて構想し、開発する製品モデルをイメージ図にかき表し、全体構成やアルゴリズム、データの流れを図に表す。</li> </ul>	2
課題解決に向けた制作	<ul style="list-style-type: none"> <li>製品モデルの試作等を通じて解決策を具体化する。</li> <li>開発チーム内で役割を分担して、合理的な解決作業について考える。</li> <li>開発途中の製品モデルを評価し、ハード面、ソフト面の両面から改善及び修正をする。【本時4/5】</li> </ul>	5
成果の評価	<ul style="list-style-type: none"> <li>開発した製品モデルを提案、評価する。</li> </ul>	1
次の問題解決の視点 ※D (4) にあたる	<ul style="list-style-type: none"> <li>筋電センサで動作するロボットカーや人工知能搭載の電動椅子などの最先端の研究開発をしている大学教員によるデモンストレーションを見て、技術を概念化する。</li> </ul>	1



## 代表的な授業(第15時)

○**本時の目標**：完成した製品モデルが高齢者等がかかえる課題を解決できるかを評価するとともに、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**：完成した製品モデルが高齢者等がかかえる課題を解決できるかを評価するとともに、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  
完成した製品モデルを使用者や社会のニーズ、安全性や操作性、経済的負担等に注目して評価するとともに、必要に応じて改善・修正すべき点を見出し、具体的な解決策を考えている。
- ・「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  
完成した製品モデルを使用者や社会のニーズ、安全性や操作性、経済的負担等に注目して評価するとともに、よりよいものとなるよう改善・修正すべき点を見出している。
- ・「努力を有する」状況 (C) と判断する生徒に対する手立て  
開発において検討・配慮する事項を再確認し、改善及び修正についての話し合いが円滑に行われるように支援し、解決作業の方向性を確認する。

○**指導過程**：(15 医療・介護の製品モデルの改善・修正)

	学習活動	指導上の留意事項
導入 (5)	1. 学習内容を確認する。 (1) 社会の問題の中から見出した医療・介護の問題について、確認する。 (2) 技術レビュー学習で見出した検討・配慮すべき事項について確認する。 (3) 開発中の製品モデルについて、改善・修正の必要性を考える。 2. 学習課題を設定する。	・開発において検討・配慮すべき事項を確認する。
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;">             社会に受け入れられる製品モデルの提案するために、どのような改善・修正をすればよいか           </div>		
展開 (40)	3. 開発中の製品モデルについて、開発チームのコンセプトを踏まえて、改善及び修正点について話し合う。 4. 製品モデルの改善・修正 (1) ソフト面の改善・修正 (2) ハード面の改善・修正 (3) プレゼンテーション資料の作成	・製品モデルの開発において検討・配慮する事項(経済性、安全性、操作性、外観、小型・軽量化等)を踏まえて、改善及び修正点を考えさせ、開発チームのメンバーとの対話を通して、思考を広げ、深めさせる。(「対話的な学び」) ・さまざまな要求に折り合いをつけ、最適な解決策を考えて、トライアンドエラーを繰り返すことで、課題を解決させる。(「深い学び」) ・4.では、(1)～(3)の改善・修正を、開発チーム内で役割分担をさせて、合理的な解決作業を行うように促す。
まとめ (5)	5. 本時の学習の振り返り (1) 本時の解決作業について、開発チーム内で反省会を行う。(相互評価) (2) 自らの問題解決に向かう姿勢や開発チーム内での他者との関わり方について振り返り、記述する。(自己評価)	・開発チーム内でお互いの問題解決に向かう姿勢の良さを伝え合うことで、自らの問題解決に向かう姿勢を振り返らせ、次の学習に主体的に取り組もうとする態度を育成する。(「主体的な学び」)

## 生徒の問題解決例

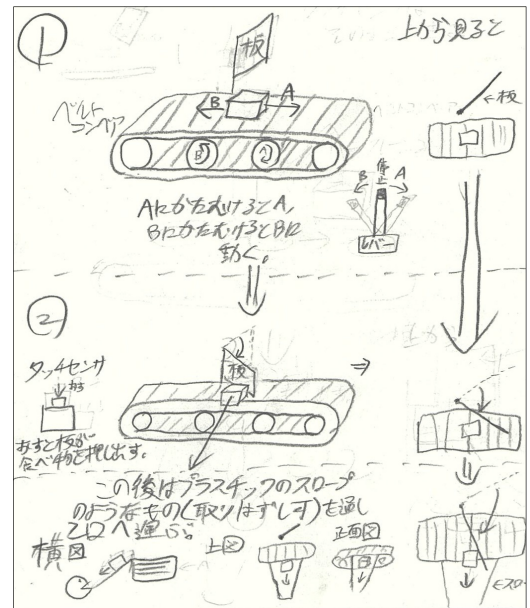
### ○問題解決例

ジャイロセンサが付いているレバーを傾けることでベルトコンベアを操作し、食べ物を自分の前まで移動してきたら、タッチセンサのボタンを押すことで、ベルトコンベア後方の板が回転して食べ物を押し出し、スロープをつたって口元まで運ぶことができる食事支援の製品モデル。

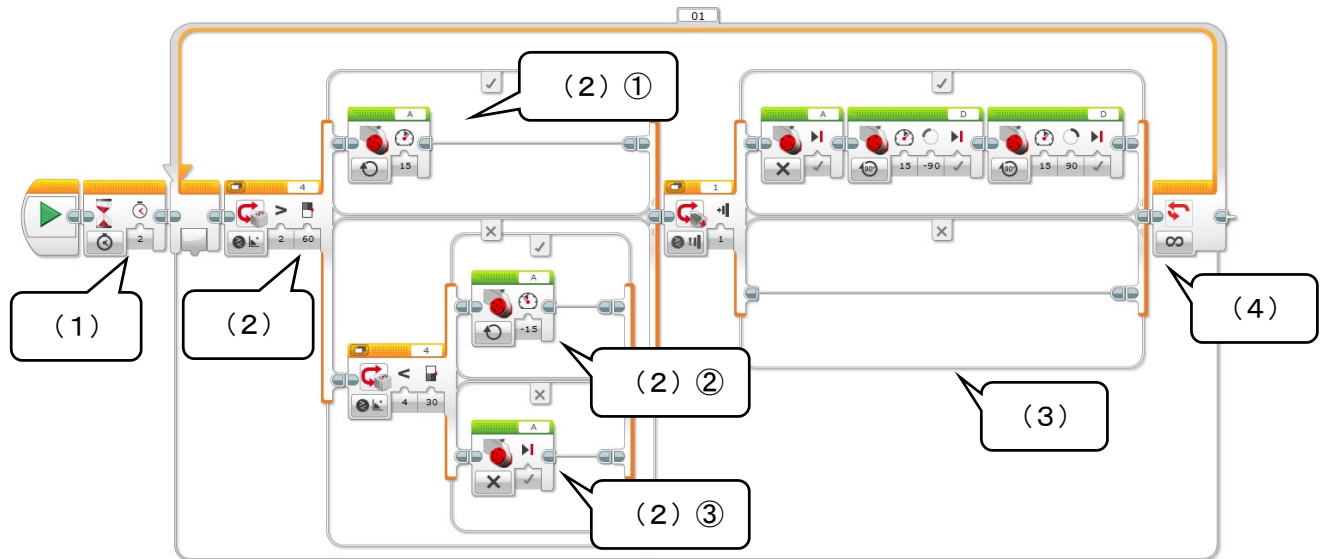
手首を傾げるだけの簡単な動作で、自分の意志で食事することが可能となる。使用するセンサやアクチュエータの数を抑えることで、使用者の経済的負担を軽減することをねらった。熱いものや汁物を食べることが困難であり、どんな食材にも対応させることが、今後の開発の課題である。

使用するセンサ：ジャイロセンサ、タッチセンサ

アクチュエータ：サーボモータ



生徒が構想した製品モデルのイメージ例



生徒が構想した製品モデルを動作させるためのプログラム例

#### <プログラムの説明>

- (1) ジャイロセンサを初期化するために2秒間待機する。
- (2) ジャイロセンサの傾きの角度を3つに分けるための分岐と閾値の設定をする。
  - ① 左に傾けるとベルトコンベアが左に流れる。
  - ② 右に傾けるとベルトコンベアが右に流れる。
  - ③ 左右に傾かないように立てるとベルトコンベアが止まる。
- (3) タッチセンサが押された時に、モータが90度回転し、ボードで食べ物を押し出し、モータが逆回転し、ボードが元の位置に戻る。
- (4) タッチセンサが押されなければ、(2)に戻り、この動作を無限に繰り返す。

## 生徒の姿

### ○生徒の感想例（題材の最後の時間）

- ・一部の人が望むものではなく、多くの人々に利益が生まれるように技術開発されるべきだと思いました。また、普及のためにどんな工夫をするのかを大切にしなければならないと思いました。
- ・技術は、人間の未来を明るくするものだと思います。医療・介護の技術について考えてみて、全身麻痺の方でも自分の意志で生活できると知り、この技術が発展した未来を想像するとワクワクしました。
- ・技術はものすごい進化をしていて、倫理がなければ恐ろしいことが起こると思いました。「人のため」という目的があるからこそ、技術は進化し続けることができるし、成り立っていると思いました。
- ・3年間、技術を学んできて、これからの社会に一番必要とされそうな教科だなと思います。ものづくりではなく、誰かのため、未来の社会のためなど開発の目的が、学年があがるたびに強くなっていったと思います。実際に開発を重ねる中で、何を優先するのか、多面的に考え「正しい答え」ではなく、ベストである納得できるものを開発することが大切であると考えます。

## 補助教材

### ① 製品モデルの開発において検討・配慮する事項をチームでまとめる学習シート

製品モデルの構想を考える際に、開発において検討・配慮する事項について、開発チームごとに話し合い、根拠に基づいた順位付けを行った。製品モデルの改善及び修正の場面では、この学習シートを確認しながら、開発中の製品モデルを評価し、改善及び修正の基盤とした。

製品モデルの開発において検討・配慮する事項	
順位	① 安全性    ② 機能性    ③ 経済性    ④ 使いやすさ    ⑤ デザイン
上記、順位付けの根拠	<p>使用者に信頼され、購入していただけるように、私たちは第一に「安心で安全な製品」を目指します。保険が使えることと、これから技術が進歩していく中で、費用は安くなることが考えられるので、使用者が満足できる機能を備えた製品をつくりたい。しかし、高機能な製品づくりには、複数のセンサやアクチュエータが必要になるため、価格が高くなってしまいます。必要最低限の部品で価格を抑えたい一方で、患者さんや介護する家族が使いやすい製品を提供することで、在宅介護が可能になり、施設費を削減することができます。外観や大きさも配慮し、使用者が外出先で使う時も、人の目を気にせず使用できるようなデザインを重視したいです。</p>

#### 学習シート（生徒記述例）

### ② 製品モデルの提案で使用するプレゼンテーション資料

製品モデルの開発と同時進行で、プレゼンテーション資料を作成した。プレゼンテーション資料の項目は、「製品名」「製品のPR」「計測・制御システムの開発について」「本製品の普及のために」の5つである。

資料作成担当者が中心となって話し合うことで、自分たちのチームがどのような問題解決をしてきたのか、どのような視点の長所・短所に折り合いをつけて技術を最適化したのかについて、整理された。

製品モデルの提案では、プレゼンテーション資料を基に、デモンストレーションを含めながら、開発した製品モデルの魅力が伝わるように工夫を凝らして行われた。

1. 製品名	S-DE1
2. 製品のPR	<ul style="list-style-type: none"> <li>・手が動きにくい人でもレバーをつけることで、扱いやすさを実現した。</li> <li>・レバーでベルトコンベアを操作し、食べ物が目の前に来たたらクレーンが口まで押し出してくれる。</li> <li>・コストを抑えるが、信頼性も重視する。</li> <li>・精神面でも支えになってくれる商品 → これを使うことで、救われる人が出ることを願う！！</li> </ul>
3. 計測・制御システムの開発について	
(1) 動機（何のために、どのような問題を解決しようとしたか）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・患者さんは、全身の筋肉が麻痺していて、手首だけしか動かすことができないという事なのであまり体を動かさなくても食事できるような製品を作ろうと思った。また、より簡単に身近にあるものがあつたとしたら、体が不自由な人はとても助かるだろうと思ったから。</li> </ul>
(2) 設計・制作（どんな科学、どんな技術を使おうとしたのか）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・歯車を使用することで、ベルトコンベアでの食べ物の運搬を可能にした。</li> <li>・ジャイロセンサの使用により、片手で左右に動かすことを実現した。</li> <li>・両手で1つずつのセンサを扱うことで、簡単な操作になった。</li> </ul>
(3) 成果（何ができるようになったか、どんな課題が見つかったか）	<ul style="list-style-type: none"> <li>・回転ずし形式で食べたいものを選びそれを簡単に操作し自分の口に運べるようになった。</li> <li>・課題としては、熱いものが食べられない。→ 熱いものだと火傷させてしまう可能性がある。つまり、冷めているものしか食べられない。何らかの対策・改善が必要だ。</li> </ul>
4. 本製品の普及のために	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コストを最大限に抑えて手に届きやすい商品にした。そのため、使用するセンサやアクチュエータ等が少ないが、構想した通りの動作を実現し、品質を下げず、信頼性を重視した。</li> <li>・ユニークな形にして、購入する人に興味を持たせられるようにした。</li> </ul>

#### プレゼンテーション資料（生徒記述例）

### ③ 製品モデルを評価するための評価シート

製品モデルの提案の授業では、提案する側の生徒も、聞く側の生徒も、技術の見方・考え方を働かせることができるよう、製品モデルの評価シートを活用した。製品モデルの構想段階で各開発チームがあげた「検討・配慮する事項」について集約し、その中から上位5項目を評価の観点とした。製品モデルの開発において、安全性や社会・産業に対する影響、環境に対する負荷、必要となる経済的負担などの複数の視点のトレードオフの関係にどのように折り合いを付けるかについて考えさせることをねらった。加えて、プレゼン力を評価の観点として設定し、「伝える」ことを意識した提案を考えさせた。

#### 本事例のお勧めポイントと留意点

##### ○お勧めポイント

- ・4～5人の開発チームで製品モデルを開発することで、チーム内で話し合いながら、思考を広げ深める「対話的な学び」が実現する。その際、生徒は、経済性、安全性、操作性、外観、サイズ、重量の他にも、患者の精神面の支援、清潔感、オーダーメイドといった医療技術ならではの見方・考え方を働かせることで、ニーズとシーズを考えながら、患者さんの願いを叶えるための製品モデルの開発に取り組むことができる。
- ・構想設計の場面で、製品モデルのイメージをチーム内で共有しているが、問題解決場面では、様々な価値観や異なる視点の考え方が融合し、新しい発想が生まれる。その発想が、生徒たちの構想を具現化するものであったり、想定を上回るようなものであったりした時、歓声が上がリ、大きな感動を味わうことができる。「考えたこと」「できたこと」で自己を肯定し、共に開発に力を注いだ仲間を認めることで、新しい発想が生まれやすい人間関係が構築できる。
- ・課題解決に向けた制作場面では、生徒は開発中の製品モデルを評価しながら何度も改善及び修正を繰り返す。患者さんになりきって身体の一部を動かしてみたり、実際に製品モデルを動作させて安全かどうかを確かめたりして、次の課題の解決策を考えていく。人の願いを叶えるための問題解決が実感できる事例である。
- ・本事例は、センサ、コンピュータ、アクチュエータと必要な資材が準備できれば展開可能な事例であり、特定の教材に依存する展開例ではない。授業者が、生徒が必要としている物品を調査し、事前に準備しておくことで、構想設計した計測・制御システムを具現化できる部分が多くなり、生徒の創造性を発揮させる問題解決につながる。

##### ○留意点

- ・生徒の新しい発想が生まれやすくするためには、どんな発想も否定せず、まず受け入れることを事前に指導しておくといよい。さらに、授業者が各チームの話し合いの様子を見ながら、さまざまな発想を認める言葉かけをすることが重要である。授業者が、正解ではなく最適解を求める姿勢で指導にあたることで、生徒は複数の解決策の可能性について考えながら作業を進めることができる。
- ・納期までに製品モデルやプレゼンテーション資料を完成させるためには、開発チームにおける役割分担が重要である。比較的頻繁に、解決作業を振り返らせることで、少しずつ解決作業が合理的なものになっていく。支援が必要なチームがある場合、授業者は、いくつか解決作業のパターンを示し、生徒に選択させることも考えられる。

##### 参考文献

- 1) 加藤佳昭, 宮川洋一, 上野耕史: 医療・介護技術に着目した技術レビュー学習の実践□計測・制御のプログラミングによって問題を解決する題材開発□, 技術教育分科会2019年度研究発表会講演要旨集, pp.59-60 (2019)
- 2) 加藤佳昭, 佐藤和史, 宮川洋一: 試行を通して問題の解決策を具現化する力を高める計測・制御のプログラミングの題材開発と実践, 日本産業技術教育学会東北支部研究論文集, 第10巻, pp.17-24 (2017)
- 3) 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, p.23 (2017)



D (3) 「計測・制御システムを活用して生活を豊かにしてみよう」

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：PICマイコン（2入力，8出力）

その他：模型製作に必要な材料，工具等

使用言語：教材付属の専用プログラミングツール

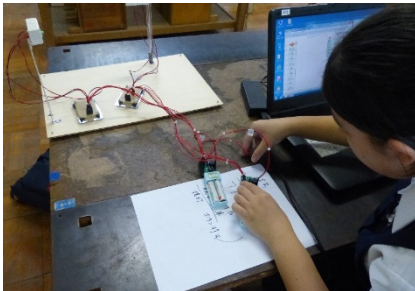
実行環境：技術科室・ノートパソコン（WindowsOS）生徒機40台

ネット環境：スタンドアローン

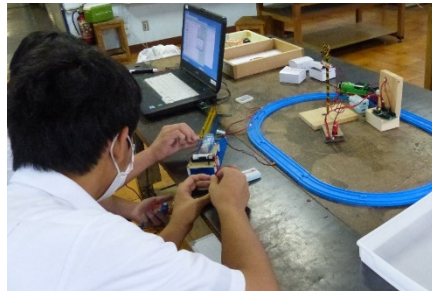
学習活動の概要

○授業の様子

計測・制御システムがどのような生活の問題を解決しているかを知り，自分たちで計測・制御システムを活用して生活の課題を解決する学習を行う。模型を製作し，複数のセンサで計測（入力）したり，複数のアクチュエータ（出力）を制御させたりして問題解決を行う。また，さらに多くの視点から改善策を検討してよりよい製品やプログラムを考えていく。



信号模型を製作し動作させていく



電車の動きに合わせて踏切を動作



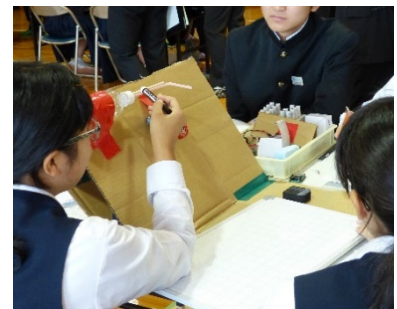
発表のリハーサル



発表と意見交換



新しい視点からの再検討



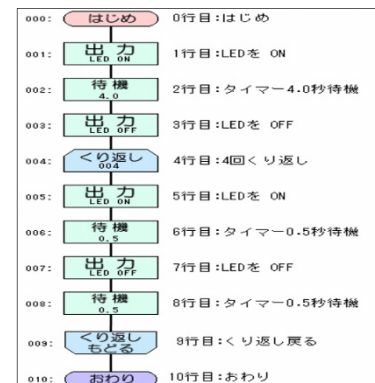
改善策に対する意見交換

○使用教材について

PICマイコンを活用した小型のボードを教材として活用した。この教材は，スピーカ，LED1つが内蔵され，入出力端子に光センサやLEDなどを追加することができる。PICマイコンにプログラムを書き込むことで，所定の動作を行うことができる。

また，モータドライブや5つの外部出力端子を備えているので，自作の教材やLEDなどのアクチュエータを差し込むだけで簡単に使用することができる。

ハードウェアの制御は，専用ソフトウェアで行う。プログラムは，フローチャートで制作する。



## 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

「計測・制御システムを活用して生活を豊かにしてみよう」と題材を設定し、計測・制御システムがどのようなところに使われているかを気づかせて関心をもたせる。また、様々な製品が、何を計測して何を制御することでどのような問題を解決しているかを知り、自ら生活や社会の問題に気づき、課題を設定して解決していく学習を進めることで、問題解決能力を高めていく。

また、ここでは模型を製作して光らせたり音を出したり動かしたりするなど、中学校3年間の技術の授業で学んできたA～Dの内容をフルに活用して学習できる効果も期待することができる。

## 題材の指導計画（全7時間扱い）

学習過程	学習内容	時
既存の技術の理解	・電気製品は生活のどのような問題を解決しているか考える。	1
	・基板LEDを青ランプとみなしたプログラミング実習。	
	・コンピュータによって計測・制御されている電気製品は、生活のどのような問題を解決しているか考える。	1
	・外部出力の赤LEDと青LEDを歩行者用信号とみなしたプログラミング実習。	
	・計測・制御システムの構成とプログラミングについて。	1
	・5つのLEDを自由に点灯・消灯させ、生活の課題を解決するプログラミング実習。	
課題の設定 技術に関する科学的 理解に基づいた設計・ 計画	・生活の課題を解決する模型を製作し、計測して制御しよう。 (1) 生活や社会の中から技術に関わる問題を見いだす。 (2) 見いだした問題から課題を設定する。 (3) 設定した課題から、解決策を構想する。	1
課題解決に向けた制作 成果の評価	(4) 構想した解決策を製作図等に表現する。 (5) 製作図等に表現したものを具体化する。	1
	(6) その具体化を評価する。【本時】	1
	(7) 評価から改善策を考える。	
	(8) 解決する力を養う（実感させる）。	
次の問題解決の視点	・生活の中にある計測・制御の技術の評価・活用について。	1

## 代表的な授業（第6時）

○本時の目標：完成した電機製品の模型が適切に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：完成した電機製品の模型が課題を解決できるかを評価するとともに、よりよいものとなるよう改善点や修正案を考える力を身に付けている。（思考・判断・表現）

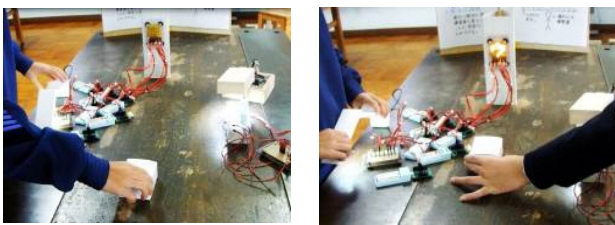
- ・「十分満足できる」状況（A）と判断する生徒の具体的な姿  
完成した電機製品の模型について、課題を解決できるかといった視点だけでなく、利便性や経済性、安全性などにも着目して評価し、必要に応じて、改善・修正案を示している。
- ・「おおむね満足できる」状況（B）と判断する生徒の具体的な姿  
完成した電機製品の模型について、課題を解決できるかについて評価するとともに、よりよいものとなるよう改善・修正案を示している。
- ・「努力を有する」状況（C）と判断する生徒に対する手立て  
利便性、経済性等の評価の視点を例示し、模型に改善すべき点はないか検討させる。

○指導過程：(6. この模型に新たな視点を入れてさらによいものにするには、どのようなことができるだろうか)

	学習活動	指導上の留意事項
導入 (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 前時までの学習の振り返り</li> <li>・ 本時までの学習目標を確認する</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">計測・制御システムを活用して生活を豊か（さらに便利）にするには、どのようなものが製作できるだろうか</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 学習課題を確認する</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 計測・制御システムを活用して生活の課題を解決しているところを確認する。</li> </ul>
展開 1 (20)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自分たちが製作してきた模型から問題解決を発表する</li> <li>・ 発表リハーサル（3分）</li> <li>・ 発表 班ごとに課題解決発表を行う 4分×2回（説明1回+参観1回）</li> <li>・ 問題解決発表の振り返り <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自分の考えを記入し、意見交換を行う</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 動作設定が中心とならないように留意し、課題の設定と解決策を示せるようにする。</li> <li>・ 模型の動作やアイデア、プログラム等様々な点から感想、意見等もてるようにする。</li> <li>・ 自分の班の発表を通して学んだことを振り返らせる</li> <li>・ 他の班の発表から学んだことをまとめさせる</li> </ul>
展開 2 (20)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 本時の学習課題を知る</li> </ul> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 10px auto; width: fit-content;">この模型に新たな視点を入れてさらによいものにするには、どのようなことができるだろうか</div> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ これまでの活動に新たな点を入れて再検討を行う。</li> <li>・ 個人で考えて書く活動（5分）</li> <li>・ グループ内で各自の意見を伝え、聞く活動（1分30秒×4人 6分）</li> <li>・ グループ内で協議する活動（5分）</li> <li>・ 個人で改めて考えて書く活動（4分）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 新たな視点は示すのではなく、様々な視点に気付けるようにする。</li> <li>・ 自分の考えをしっかりとめ、様々な意見から新たな考えをもったり、より確信的な意見になったりするように、個人の考えを育てるようにする。</li> </ul>
まとめ (5)	<ul style="list-style-type: none"> <li>○まとめ</li> <li>・ どのような視点から検討することができたか、また、その改善策に他の視点から検討して問題がないか考えさせる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 正解、不正解という評価ではなく、様々な視点をもって、各視点からのメリット・デメリットを検討できるようにする。</li> </ul>

### 生徒の問題解決例

#### ①例1「いろいろな交通安全」

<p>(1) 生活の問題への気づき 障害者が街中を歩く時に、車などが不安で安心して歩けない。</p> <p>(2) 課題の整理・設定 車を感知し「チュウイ（注意）」と表示して、車の運転手に知らせる。</p> <p>(3) 課題解決の方策の検討 光センサが暗さを感じると車が通過したとみなし、1台で5個のLEDを制御し、5台のマイコンで文字を作成する。</p> <p>(4) 解決した課題</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p>車が近づいてきたことを感知すると表示する</p>
---	---



障害者も車も安全に通行ができ、共生することができる。

(5) 新たな課題の検討（生徒の反応を含む）

人以外でもセンサが反応してしまう誤作動をすることあった。そのためにセンサの位置を再検討する。一度の反応で動作させるのではなく、複数回の反応で動作するプログラムにすることで、誤動作を防止したシステムとすることができる。



車が近づくと「チ」「ユ」「ウ」「イ」と表示

## ②例2「踏切」

(1) 生活の問題への気付き

電車が通過するとき、車、人などの交通を止めないと危険。

(2) 課題の整理・設定

電車が近づいてくると、警告音になり、信号が点滅する。さらに遮断機が閉じ、交通を止める。

(3) 課題解決の方策の検討

光センサが電車の通過を感知したら、警告音を鳴らし、信号（LED）を点滅させ、遮断機を降ろす。さらに、電車が通過したことを確認する光センサが感知したら、警告音、信号の点滅を止め、遮断機を上げる。

(4) 解決した課題

電車と人や車が交差する交通箇所も安全に通ることができる。

(5) 新たな課題の検討（生徒の反応を含む）

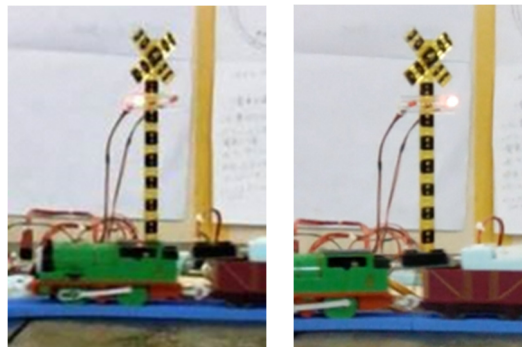
線路に埋めた光センサが反応して踏切を動作させたが、遮断機・警報・光信号のタイミングがとても難しかった。

センサを増やして電車の位置や速度を計測することで、踏切の適切な動作ができる。

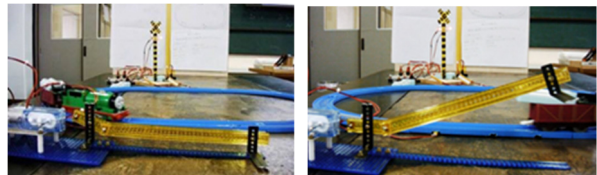
線路内の光センサが電車の通過を感知すると

①「カンカン」と警報音が鳴る

②踏切信号が交互に点滅する



③遮断機が降りる



遮断機が降りた状態

遮断機が上がった状態

④電車の通過後は、遮断機があがり、警報音、信号踏切は止まる

## ③例3「洪水から街を守る（水門）」

(1) 生活の問題への気付き

局地的大雨や大型台風による大雨などが増え、普段の排水機能では対応できない洪水が心配される。

(2) 課題の整理・設定

豪雨の時は、水門を閉じて、上流から一定の量までを溜めるようにして、急激な増水を防ぐ。また、遊水池に水を流すことも考えられる。

(3) 課題解決の方策の検討

模型では、光センサを圧力センサとみなし、水量を計測する。一定の量になったら水門に取り付けたモータを回転させ、水門の開閉を行う。

(4) 解決した課題

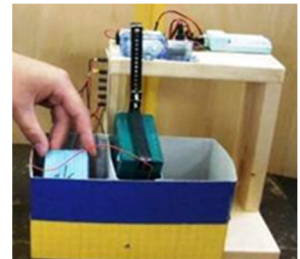
街を洪水から守ることができた。

(5) 新たな課題の検討（生徒の反応を含む）

動作では、門の上下運動の動きが雑だったので、回転部が滑らかになるようにボールベアリングを使う。プログラムでは、ゆっくりしまるよう動作を考えることで、より本格的な水門にすることができる。



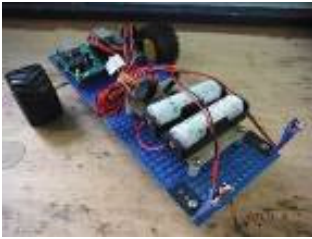
大雨の時は水門を閉める



水位が下がったら開ける

その他の作品

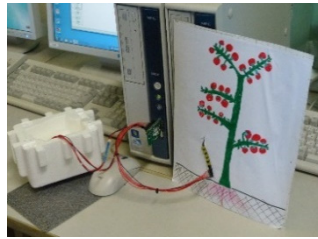
- |         |               |           |             |
|---------|---------------|-----------|-------------|
| ○交通安全装置 | ○タイマー式スプリンクラー | ○カードで閉まる鍵 | ○セキュリティーハウス |
| ○自動灌水機  | ○衝突回避自動操縦車    | ○自動扇風機    | ○恋占い        |
| ○信号機    | ○自動カーテン       | ○節電照明     | ○自動ドア       |
| ○交通信号   | ○センサ型エスカレータ   | ○冷蔵庫      | ○危険防止帽子 など  |



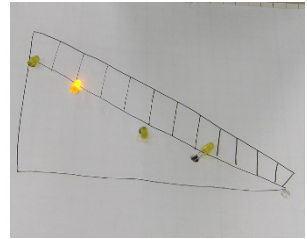
衝突回避自動操縦車



暑くなったら扇風機



土の湿度で水やり



エスカレータ

生徒の姿

○生徒の感想の例

- ・ 模型の製作では、2年生の時のロボット作りの経験が活かしてよかった。
- ・ プログラムはシンプルでも模型と連動させることでその難しさや奥の深い楽しさがあった。
- ・ すでに既製品としてあるかもしれないが、自分が開発したという自覚と自信をもった。
- ・ センサの位置や反応する（計測）の回数を変えるなど、プログラムの工夫も大切なことがわかった。
- ・ 人間の都合で川をふさいだりしてよいのかと思った。魚道を作るなど対策が必要だと思った。

補助教材

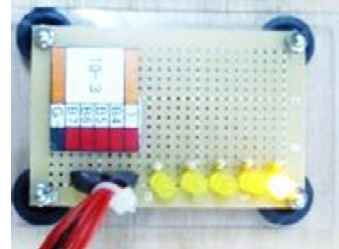
授業の実践にあたり、次に示す教材等を製作して授業や模型の製作に対する効率化を図った。



①歩行者用信号



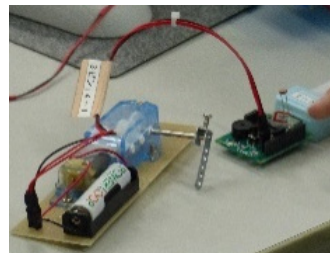
②3色信号



③5連LED



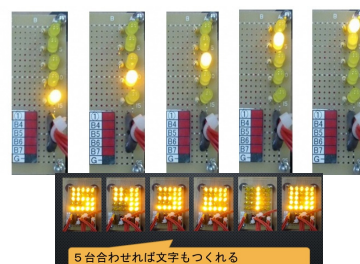
④電気信号分配器



⑤ギアボックス連結器



歩行者用信号機の動作のプログラミング例



LEDの点灯プログラミング例



**1 今日の目標（めあて）**

この模型に新たな視点を入れてさらによいものにするには、どのようなことができるだろうか。

計測・制御システムを活用した模型を製作することができました。完璧を思っていた製品も視点を加えて評価してみると、新たな課題が見えてきます。様々な視点から模型を見直し、さらによいものにしましょう。

**※視点の例**

誰にとってもステキなもの？

使いやすい？

社会的側面からの視点	環境的側面からの視点	経済的側面からの視点
安全からみた視点 地域にとっての視点 産業にとっての視点	地球環境にとっての視点 大量生産した時の視点	生産するときの視点 使用するときの視点 廃棄するときの視点 コストに関する視点

安全？ 誤作動？ 地球にやさしい？ コストは？

補助センサ 非常停止 生産する時 使う時 廃棄する時 プログラムは？

新たな視点を入れて検討するためのワークシート

**3 新たな課題から、どのような改良ができるか考えてみよう**

計測・制御システムの説明（イラスト等使って説明しよう）

生活の課題は？製品はどのような形状？センサは何？何を計測？何を制御？  
どのような動作？そして何を解決？ →地球防衛に成功！

最初は鉛筆  
2回目は赤ペン  
で記入しよう

友だちから受けたアドバイス、指摘等

最終的な自分の考え

思考の流れが整理できるワークシート

### 本事例のお勧めポイントと留意点

#### ○お勧めポイント

- 様々な製品が、何を計測して何を制御することでどのような問題を解決しているかを知り、自ら生活や社会の問題に気付き、課題を設定して解決していく学習を進めることで、D(3)の「生活や社会の中から問題を見いだして課題を設定し、解決策を構想し、実践を評価・改善し、表現するなど、課題を解決する力を養う。」を効果的に指導することができると考えられる。

#### ○留意点

- 模型の製作やプログラムの完成度も求めすぎると時間が必要になるため、問題が発見できる力と問題解決ができる力の育成にねらいの重点を置くようにする。

#### 参考文献

- 山本利一，齋藤雅宏：プログラミングによる計測・制御を学習する指導過程の提案－自動制御模型の製作とプログラムによる制御学習－，教育情報研究，第27巻，第1号，pp.25-32（2011）
- 外山茂浩，床井良徳，井山徹郎：中学校技術・家庭科の教材開発をテーマとしたエンジニアリングデザイン演習－レゴマインドストームを用いた「プログラムによる計測・制御」の教材開発－，自動制御連合講演会講演論文集，No.57，pp.539-543（2014）
- 萩嶺直孝，森山潤：中学校技術科「プログラムによる計測・制御」の学習指導に関する実践研究の展望と課題，兵庫教育大学学校教育研究センター紀要，No.26，pp.83-94（2014）
- 山本利一，川崎直哉，本村猛能：生活の中に組み込まれた自動制御の仕組みを学習する教員研修の提案，埼玉大学教育学部教育実践総合センター紀要，第12号，pp.9-14（2013）
- 永谷和俊，山本利一：生活や社会の問題を「プログラミングによる計測・制御」によって解決する授業実践，技術科教育の研究，第23巻，pp.31-39（2018）
- 第55回関東甲信越地区中学校技術・家庭科研究大会埼玉大会要録（第9分科会）（2016）
- 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）