

研究課題	プログラミング的思考とセキュリティの関係を体感的に学ぶプログラミング体験授業の開発と実践
副題	～自分のシステムが勝手に動くのはなぜ！？どうすれば防げるの？を考えて情報セキュリティの重要さを知ろう～
キーワード	
学校/団体名	公立小野市立市場小学校
所在地	〒675-1327 兵庫県小野市市場町 816
ホームページ	http://itiba.ono.schoolweb.jp/

1. 研究の背景

新学習指導要領で必修化された小学校におけるプログラミング教育では、コンピュータを中心とする情報機器を意図した通りに動作させ、社会を便利にする人材の育成がねらいとなっている。そのためには、情報技術が実際に世の中を便利にしていることを実感させて「自分も何かの役に立ちたい」という思いを抱かせるとともに、自分が作ったプログラムに対して実際の動作がなぜそうなるのかを理解できるようになること（プログラミング的思考の育成）が重要である。

近年の新型感染症への対策として、「オンライン」を中心とする ICT の利活用が各所で急速に進んでおり、ICT を利用したシステムやツールにより、私たちの生活は便利になってきている。しかし、便利なツールは悪意をもって利用される場合も多い。近年発生した具体例としては、電子マネーやネット上の口座に対する不正操作が挙げられる。ユーザーの利便性を考えて、「誰でも簡単に」使えるようにシステム構築された点を悪用されたと言えよう。その他の例として電子クーポンや予約システムも挙げられる。支払いを伴うある条件を達成予定のユーザーに対し、クーポン取得可能日が到来すれば取得可能としていたところ、支払いを行わずに期日にクーポンが入手できたり、事前に対象者に配布した情報を用いて予約を行うシステムに対して架空の情報で予約ができたり、などである。これらは、残念ながら、ユーザーの良識ある行動を前提としていた点が悪用されたと言える。そのため、誰もが安全・安心に利用できるようにする仕組み（情報セキュリティ）を同時に考える意識が必要である。

2. 研究の目的

上述のような経緯から、子ども達が将来、ICT で新たな価値・サービスを創出するとき、そのシステムの脆弱性を見抜き、対策を講じる力が必要となるといえる。そして、このような力を育成するためにはシステムの動作を客観的に分析できる必要がある。具体的には、プログラムの構成・動作の流れなどから、「もし、こういう使い方をされると、このような結果を招いてしまう」という想像ができる必要がある。そして、この分析力は小学校の育成で狙うプログラミング的思考の延長線上に存在することは明らかである。そこで、本研究では、プログラムを上手に使うと便利になることを知るとともに、情報セキュリティの導入教育も兼ねて、悪意を持った使われ方が隣り合わせであることを体感的に知るプログラミング体験授業を構築・実践することを目的とする。また、GIGA スクール構想に基づき、今後、本研究内容を市内を中心として学外に配信

して同時実施して行くことも考えられる。その準備として、学内で授業配信し、オンライン授業としての実施可能性も検討する。

3. 研究の経過

本研究では、テレビのリモコンやレストランの呼び出しボタンの様に、誰でも操作経験があると考えられる無線による遠隔操作を題材とし、遠くのモノを動かせる便利なシステムが自分達でも作れる！という実感を与える一方、第3者からも操作できることを見せる。具体的は、なりすましによってシステムが操作されるため、子ども達から見ると、自分だけが動かせると思っている対象物が勝手に動作する様子を体感する。そして、プログラムの内容と発生している状況の対応を考察するとともに、情報セキュリティの必要性を知る。この一連の取組を明石工業高等専門学校（以下、明石高専）の先生と連携して実施することとした。緊急事態宣言発令などの影響もあり、7月にプログラミング的思考と情報セキュリティの関係を知るための研修会を実施し、11月末に授業を実施した。

4. 代表的な実践

授業の対象は、本校の5年生2クラスとし、授業時間は2コマ（連続実施）で実施した。また、オンライン会議アプリ（Google Meet）を利用し、一方のクラスから他方のクラスへ説明を中継した。教材は小学生向けのマイコンであり、グループ番号を揃えるだけで簡単に無線通信が行える micro:bit を各人2枚使用した。具体的には、無線送信機として、本助成金で購入させて頂いた micro:bit v2 を利用し（図1参照）、操作信号や停止信号を送るプログラムを作成させた。受信機は明石高専の先生が所持している microbit を使用し、micro:bit 本体に備わっている 5×5 の LED 画面の表示を受信信号に応じて切り替えるプログラムを作成させた。最後に、各人の受信機が第3者によって操作されることを体感し、その理由とプログラムの構成の関係を考えさせた。以下、各コマの授業内容について説明する。



図 1 : micro-bit v2

1コマ目の授業では、レストランの各テーブルに置かれている呼び出しボタンを想定した無線送信機のプログラムのみを作成した。イメージを図2に示す。実際に作成したプログラムの内容は以下の通りであり、作成例を図3に示す。

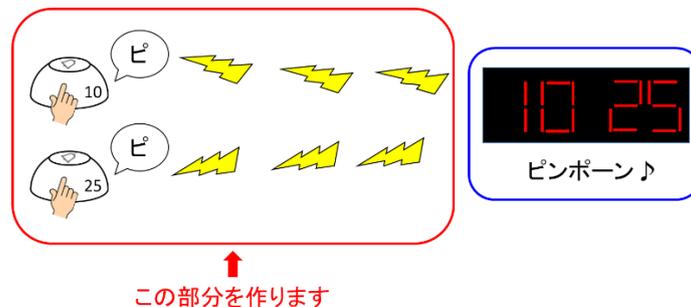


図 2 : 1コマ目に作るプログラムの動作イメージ

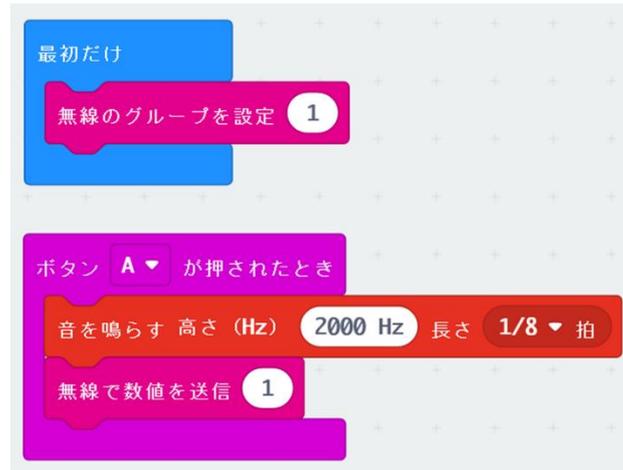
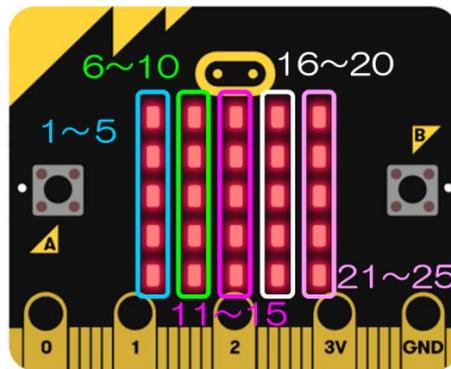


図 3：1 コマ目の授業で作るプログラム例

- 無線のグループ番号は全員「1」とする
- 無線で送信する情報は各自の出席番号とする
- micro:bit の A ボタンを押すと、ピッという音（2000kHz の短い音）がなり「1」が送信される

なお、児童が出席番号を送信できているかを確認するための受信機は用意した。受信機の動作概要を図 4 に示す。



* 26 番目以降は同様の順番で 2 枚目のマイクロビットで受信

図 4：受信機の動作概要（出席番号に応じた箇所の LED が ON/OFF する）

つぎに、2 コマ目の授業概要を説明する。2 コマ目は、各人が 2 枚の micro:bit を利用し、それぞれで無線操作できるようにするため、以下の内容のプログラムを作成した。作成例を図 5 に示す。

- 無線のグループ番号を各自の出席番号を基に決める。今回は 2 クラス同時としたため、1 クラス目は出席番号そのままとし、2 クラス目は「出席番号+100」とした。
- 送信機の A ボタンを押すと、ピッという音（2000kHz の短い音）がなり「1」が送信される
- 送信機の B ボタンを押すと、ピッという音（2000kHz の短い音）がなり「0」が送信される
- 受信機が「1」を受信すると、画面にアイコンが表示され、メロディが流れる。アイコンとメロディの種類は、プログラミング画面上で用意されている選択肢から各自が選ぶ
- 受信機が「0」を受信すると、画面のアイコン表示を消える

以上のプログラムを作成した後、各自が少し離れた位置からでも受信機が動作することを確認し、無線で遠隔操作する仕組みと、遠隔操作できることによる便利さを確認した。そして、明石高専の先生の話聞くように静かにしてもらったところで、「グループ番号が同一であれば通信可能であり、かつ、「1」を受信すると各自の micro:bit が動作して（させられて）メロディが流れる」という、今回のプログラムの性質を利用したなりすまし操作を行った。実際には、両クラスの間から、図 6 に示すプログラムを別の micro:bit で実行し、2 クラス全員の micro:bit を動作させた。児童たちは驚いた様子であったが、その理由が分かると納得していた。最後に、このような仕組みが実際に悪用されていること、情報セキュリティの重要性などについて説明を受けた。授業の一場面を図 7 に示す。

```

        最初だけ
        無線のグループを設定 1

        ボタン A が押されたとき
        音を鳴らす 高さ (Hz) 2000 Hz 長さ 1/8 拍
        無線で数値を送信 1

        ボタン B が押されたとき
        音を鳴らす 高さ (Hz) 2000 Hz 長さ 1/8 拍
        無線で数値を送信 0
    
```

(a) 送信機のプログラム例

```

        ボタン B が押されたとき
        変数 CC を 1 にする
        くりかえし n 回
        無線のグループを設定 CC
        無線で数値を送信 1
        変数 CC を 1 だけ増やす
        一時停止 (ミリ秒) 50
        変数 CC を 101 にする
        くりかえし n 回
        無線のグループを設定 CC
        無線で数値を送信 1
        変数 CC を 1 だけ増やす
        一時停止 (ミリ秒) 50
    
```

```

        最初だけ
        無線のグループを設定 1

        無線で受信したとき receivedNumber
        もし receivedNumber = 1 なら
            アイコンを表示
            メロディを開始する 歓喜の歌 くり返し 一度だけ
        でなければ
            表示を消す
    
```

(b) 受信機のプログラム例

図 5：2 コマ目の授業で作るプログラム例

図 6：全員の micro:bit を動作させるプログラムの例



図 7：授業の一場面

5. 研究の成果

本研究の成果を、授業後に実施したアンケート結果で示す。具体的には、本研究でねらっていた「設問 1：プログラムが暮らしを便利にすることが分かったか」、「設問 2：便利な技術は悪用されることもあることが分かったか」、「設問 3：情報セキュリティの重要性が分かったか」、「設問 4：オンラインでの説明は分かりやすかったか」についての回答結果から本研究の成果を示す。なお、回答数は 72 である。

まず、設問 1 に対する回答割合を図 8 に示す。「よく分かった・分かった」の回答率が合計で 87%であったことから、身の回りでプログラムが役立っていることを実感できたといえる。この結果が得られた理由は、身近にあるレストランの呼び出しボタンに類似したシステムを、送信機と受信機の両方を自分たちでプログラムし、動作確認できたためであると考えられる。次に、設問 2 に対する回答割合を図 9 に、設問 3 に対する回答割合を図 10 に示す。設問 2、3 に対する「よく分かった・分かった」の回答率が、合計でそれぞれ 95%、91%であったことから、実際に第三者から自分たちのシステムが操作されたことで、便利さの裏に悪意ある使われ方があること、そして、悪意ある使われ方を防ぐ仕掛け（情報セキュリティ）の重要性に気づいてくれたものと思われる。最後に、設問 4 に対する回答割合を図 11 に示す。今回は、一方のクラスから説明を

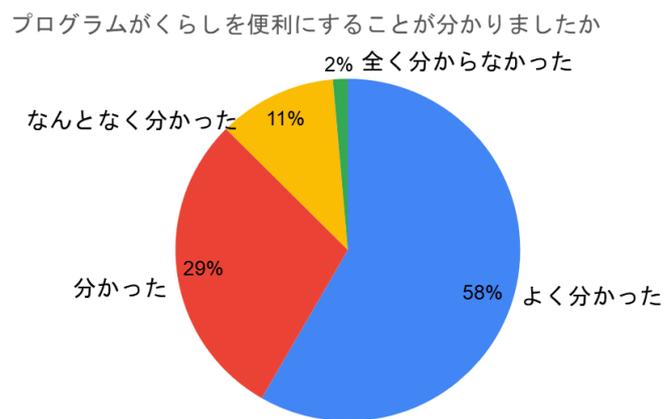


図 8：設問 1 の回答結果

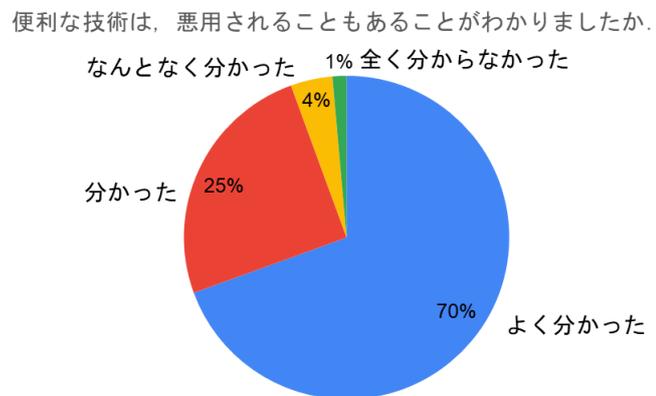


図 9：設問 2 の回答結果

配信しているため回答者の受講状況は異なるが、配信元のクラスについては配信先を意識しているため自クラスのペースで進めないこと、配信先のクラスについては直接説明を受けられないため完全対面形式よりも説明が伝わりにくいことが想定される。しかし、「とても分かりやすかった・わかりやすかった」の回答率が、合計で89%であることから、総じて、今回の授業はオンラインでも実施可能な内容であろうと考えられる。

情報セキュリティが重要であることがわかりましたか。

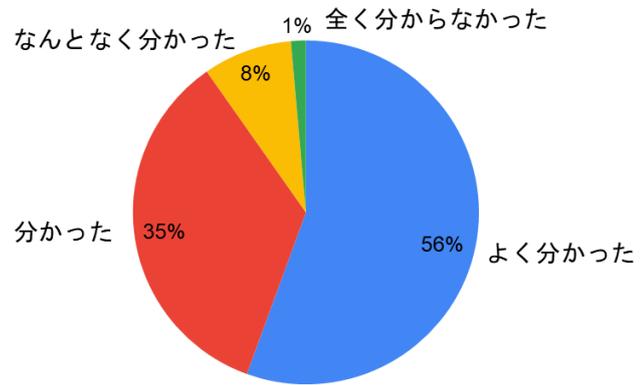


図 10：設問 3 の回答結果

6. 今後の課題・展望

本研究を通じて、子ども達に情報セキュリティの重要性を体感的に学ぶ授業は確立できたと考える。今後の課題として、5年生で実施した本授業への接続を意識し、1～4年生でプログラミング的思考を育成していく教育の体系化、および、この授業に続く6年生向けの授業内容の確立、などが考えられる。また、今後の展開として、本校以外の小学校とオンライン接続して授業配信することで、micro:bit を用意して頂く必要があるが、事例があまり見られない情報セキュリティを題材にしたプログラミングの授業の効果を広く波及させることが挙げられる。

オンライン授業での説明は分かりやすかったですか

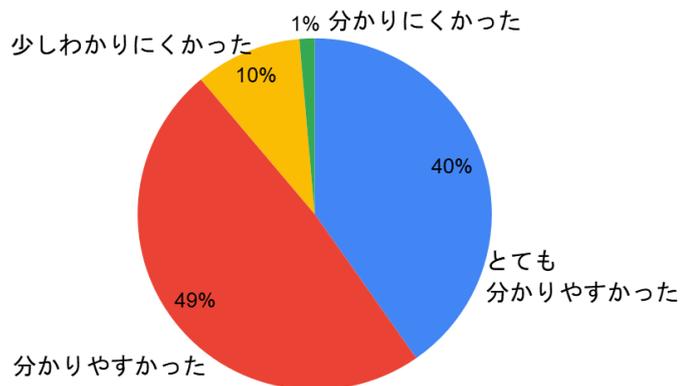


図 11：設問 4 の回答結果

7. おわりに

本研究を通じて、今後のスマート化社会を支える子ども達に、小学生の段階から情報セキュリティへの意識づけができる点は非常に価値があると考えます。このような機会を頂いたパナソニック財団の皆様に厚く御礼申し上げます。

8. 参考文献

- ・文部科学省：小学校プログラミング教育の手引（第3版）