

身近な電気製品を題材とした小学校プログラミング教育の 検討と実践

宮本賢治*, 青木大将**

本研究は、2020年度から必修化される小学校プログラミング教育に向けて、理科や総合的な学習との教科横断的な授業を検討・実践した。身近な電気製品にプログラムが使われていることを学習させるために、電気ポットを取り上げ、お湯の保温にプログラムが活用されることを学習内容とした。小学校5年生30名(男子14名、女子16名)を対象に計3時間の授業時間とした。授業後の確認テストから、電気ポットで、プログラムによって保温される仕組みは、児童が概ね理解できたことが分かった。しかし、ハードウェア的にコンピュータにより制御されることやセンサーの役割についての理解は不十分であり、今後の課題であることが示された。

[キーワード: 情報教育, 小学校プログラミング教育, 教科横断, 計測・制御]

1. はじめに

近年、飛躍的に人工知能が発展し、社会の在り方が大きく変わっていくと予測されている一方で、「人工知能の進化により、人間が活躍できる職業はなくなるのではないか」、「今、学校で教えていることは時代が変化したら通用しなくなるのではないか」といった不安の声もあり、それを裏付けるような未来予測も多く発表されている。

人工知能は、所与の目的の中で処理を行う一方、人間は、みずみずしい感性を働かせながら、どのように社会や人生をよりよいものにしていくのかなどの目的を考え出すことができ、その目的に応じた創造的な問題解決を行うことができるなどの強みを持っている。こうした人間の強みを伸ばしていくことは、学校教育が長年目指してきたことでもあり、社会や産業の構造が変化し成熟社会に向かう中で、社会が求める人材像とも合致するものとなっている。

教育界には、変化が激しく将来の予測が困難な時代にあっても、子どもたちが自信を持って自分の人生を切り拓き、よりよい社会を創り出していくことができるよう必要な資質・能力を育んでいくことのできる教育が求められている[1]。2017年3月に告示された新学習指導要領[2]では、情報活用能力を学習の基盤となる資質・能力と位置付け、教科横断的に育成する旨を明記するとともに、小・中・高等学校を通じてプログラミング教育を充実させることが記されている。

特に、2020年度から小学校プログラミング教育が必

修化され、プログラミング的思考の育成が求められている。プログラミング的思考とは、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み合わせが必要であり、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、記号の組み合わせをどのように改善していけば、自分の意図した活動により近づけるのか、といったことを論理的に考えていく力と定義されている[3]。これを踏まえて、様々な小学校プログラミング教育の先行研究例や授業実践例が報告されている[4-11]。

本研究では、子供たちに、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を育む授業の考案を目的とする。その際に、新学習要領のポイントで述べられているように、小学校プログラミング教育は、多様な教科・学年・単元などで取り入れることが求められている[12]。すなわち、教科横断的な授業の構築が必要である。そこで教科横断的な授業を構築するために、理科や総合的な学習の時間を用いた授業を検討した。

電気製品の例として電気ポットやこたつに使われている、自動温度制御を取り上げた。小学校理科では、電気の利用の仕方について調べることや電気の性質について考えること、光や音、熱などに変えることができることを学習する。また、身の回りには電気の性質や働きを利用した道具があることを学習するため、身近な電気製品にプログラムが使われていることを体験させながら、プログラミング教育を実践した。

2. 教材について

本授業では、ブロック型のプログラミング言語であ

* 鳴門教育大学 大学院 自然・生活系教科実践高度化コース (技術・工業・情報)

** 徳島市立加茂名南小学校

る Scratch2.0[13]を以下のように活用した。

- PCのマイク・イヤホンの入出力端子を通して電圧の信号の送受信を行う。
- 温度センサーからの出力電圧を、マイク端子から入力する。入力された電圧をScratch2.0で作ったプログラムで観測する。
- 同様に、Scratch2.0で作ったプログラムを用いて電圧をイヤホン端子から出力し、温度の制御も行う。

授業では、電気製品の例として電気ポットやこたつに使われている自動温度制御を取り上げる。自動温度制御では、まずは水を加熱し、設定の温度まで上がると温度を保つために加熱を停止する。設定温度を下回ると再びスイッチが入り、水を加熱して温度を上げ、設定温度を上回るとスイッチを切り加熱を停止するということを繰り返し、温度を一定に保とうとする。

この温度制御についての模擬的な回路を作成し、ブレッドボード上で組み立てた。Scratch2.0で作成したプログラムを用いて温度を計測し、ヒーターを制御することで自分の身近な電気製品にプログラムが活用され条件に応じて動作していることに気付く学びを図る。

2.1 温度の計測

ヒーターで水を温め、その温度を温度センサーにより計測する。温度センサーからの出力電圧を、マイク端子から入力し、入力された電圧をScratch2.0で作っ

たプログラムで観測する。

温度計測用の回路を図1に示す。温度センサーからの出力電圧は直流であるのに対し、マイク端子には交流電圧を入力する必要がある。温度センサーからの直流電圧を交流電圧へと変換するために、タイマー用IC555とダイオードを用いた。IC555は矩形波を作る一種の発振器の役割を、またダイオードはスイッチの役割をする。この回路において、温度センサーからの直流電圧は、IC555からの矩形波と同じ周波数の交流電圧へと変換される。

温度を計測するプログラムは、計測された電圧をマイク端子からコンピュータに入力し、その電圧を音量の変化としてとらえることができるものとなっている(図2)。音量の変化に合わせて、オシロスコープのように画面上でペンが動いて値を表示することで、電圧が変化していることを視覚的にとらえることが可能となっている。

2.2 ヒーターの制御

ヒーターを加熱する動作をコンピュータから行う。イヤホン端子とヒーターを接続し、ヒーターを動作させる。その際の回路を図3に示す。イヤホン端子から出力される電圧は数10mVと微弱なため、反転増幅回路により、電圧を700mV以上になるように増幅する。この電圧を2段のトランジスタの前段側のエミッターベース間電圧へ印加して、トランジスタをオン/オフすることで、ヒーターの加熱を制御する。後段のトラ

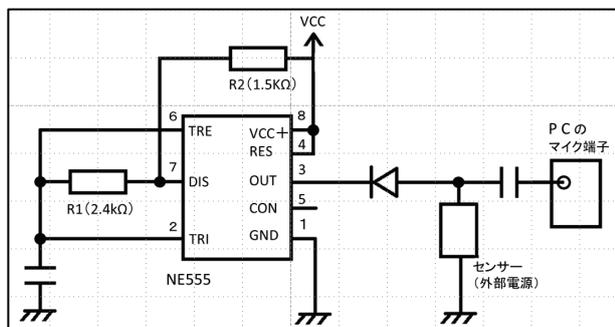


図1 温度計測用回路

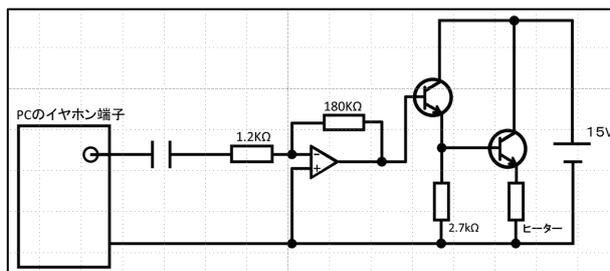


図3 ヒーター制御用回路

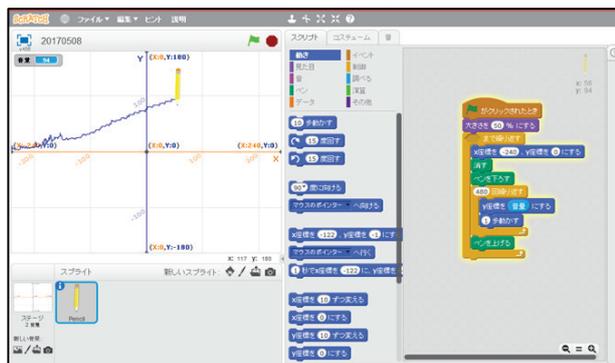


図2 温度計測用プログラムと温度計測の様子

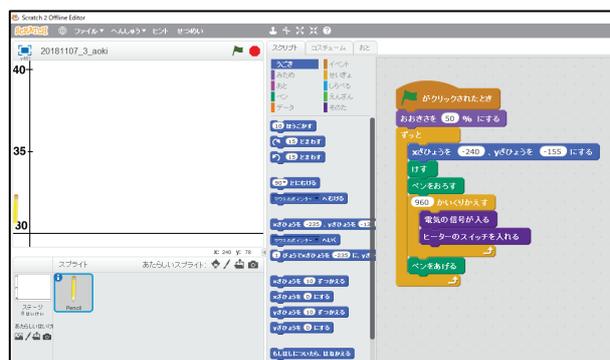


図4 ヒーター加熱用プログラム

ンジスタにて、ヒーターの加熱用の数 A のコネクタ電流を流す。また、Scratch2.0 で作ったプログラム(図 4)を起動させることにより、上記のようにヒーターを動作させ、容器に入れた水を温めることができるようになっていく。

3. 授業実践

徳島市立A小学校の5年生30名(男子14名、女子16名)を対象に2018年11月5, 8, 9日に授業を行った。授業時間数は計3時間である。

1時間目は電気ポットの仕組み、および、保温の仕組みについての授業を行った。電気ポットの構成を表したイラストを用いて、温度センサーで温度を測り、ヒーターで加熱することの理解を図った。保温には測定した温度と設定温度を比較することで、ヒーターを加熱したり停止したりする必要があること(図5)を学習し、そのときの温度変化の様子をグラフに描くことを行った。

2時間目はセンサーについて授業を行った。センサーでは音や光、温度を測ることができることを学習した。センサーの利用の一例として、プログラムとマイクを用いて自分の声をコンピュータ上で確認することや、温度センサーの仕組みについての理解を図った。

3時間目はヒーターの加熱と保温機能のプログラムについての授業を行った。Scratch2.0 で作ったプログラムを用いて、コンピュータからヒーターのスイッチを制御できることを学習した。図6は、測定温度と設定温度との比較により、ヒーターのスイッチのオン/オフを行うプログラムである。赤い四角で囲まれているブロックが、測定温度と設定温度との比較によりヒーターのスイッチのオン/オフを操作する部分である。図7は、図6に示したプログラムを実行したときの水の温度変化の様子を示す。授業では、この水温変化を動画で児童に見せた。ここでは測定温度と設定温度の比較によってスイッチが入ったり切られたりするので、温度が一定で保たれている様子を確認することができる。

また、身の回りの電気製品とその仕組みについていくつか紹介し、理解を図った。最後に、3回の授業に関する確認テストを行い、学習内容の定着を図ると同時に、理解度をチェックした。

4. 確認テストの結果と考察

4.1 確認テストの問題

授業の理解度を図るために、3回目の授業終了後に確認テストを行った。確認テストの問題を図8に示す。

(1)の問題は、授業で学習した温度センサーとヒ-

ーターの働きが理解できているかを確認することを狙いとしている。配点は、それぞれ1点ずつとした。

(2)の問題は、電気ポットの保温のプログラムにおいて、ヒーターを制御しているプログラムの箇所が理解できているかを確認することを狙いとしている。スイッチを切る、スイッチを入れる、の部分で囲むことができれば正解とし、2点とした。

(3)の問題では、電気ポットで保温されているときに、測定温度と設定温度を比較し、条件によってスイッチを入れたり切ったりしていること、その時のグラフの様子が理解できているかを問っている。①の○を付ける小問は各1点、また②のグラフを描かせる小問は2点の配点とした。

(4)の問題については、クーラーを想定しているならば「室温が上がると風量を強くし、室温が下がると風量を弱くする」、ヒーターを想定しているならば「室温が上がると風量を弱く、室温が下がると風量を強くする」という解答を模範解答とし、状況に応じて

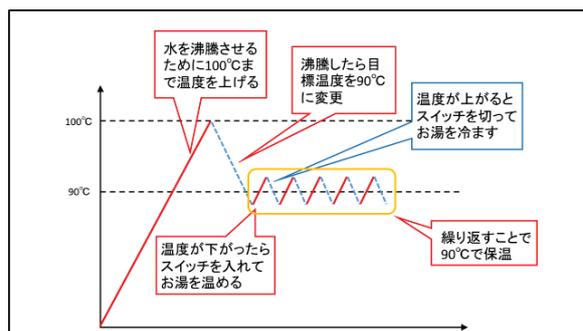


図5 保温の仕組みを説明するスライド

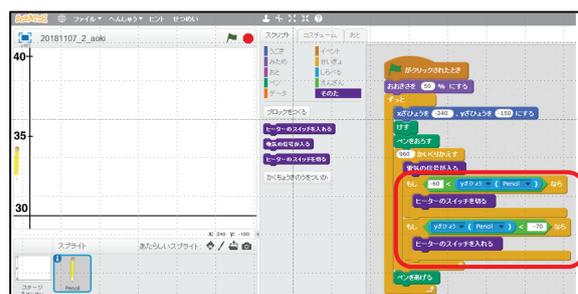


図6 保温の仕組みを説明するスライド

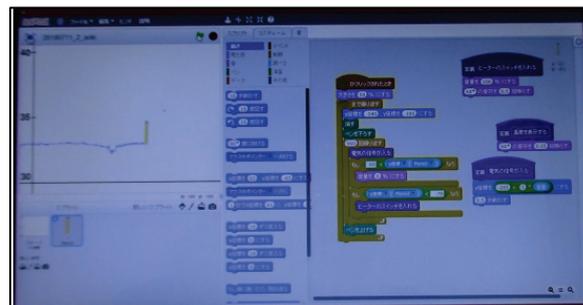


図7 図6のプログラムが実行中の水の温度変化

変化することが書けている解答の得点を3点とし、「センサーに反応して温度が変わる」「センサーの働きがあるから」など、センサーが働いていることは分かっているが、状況に応じて変化をするところまでは捉えられていない解答の得点を1点とした。

(5)の問題に関しては、「熱、音、光などを感知するもの」、「熱や音、光に反応する」などの解答の得点を3点とし、「熱」、「音」、「光」などを扱うことが書けている解答の得点を1点、何に対してかは書けていないが、「感知する」、「反応するもの」と書けている解答の得点は2点とした。

4.2 結果と考察

確認テストの結果を図9に示す。(1)の問題は、約6割の児童が、正解であった。1点となっている児童は、温度センサーの役割についての間違いが大半を占めていた。温度センサーの役割について、「温度を調節する」、「温度を保つ」、「温度を表示する」という誤答があった。また、ヒーターの役割の誤答は「水を給湯ポンプに送る」というものがあった。

(2)の問題では、8割以上の児童が電気ポットの保温のプログラムについて一定の理解ができていると考えられる。誤答の中には、「ヒーターのスイッチを入れる」という部分のみを囲んでいるものや、Scratch2.0上でのペンの操作に関する部分まで囲んでいるものがあり、それらの解答は1点とした。

(3)の問題では、保温の様子について言葉とグラフによる理解を図ったが、7割以上の児童が正確に解答できていた。グラフを描いていなかった児童が2名、温度とスイッチの関係を間違っていた児童が4名、無回答の児童が2名だった。

(4)の問題において、解答を正確にかけているのは半分弱であった。センサーが入っていることは理解しているが、(1)と同様にセンサーが温度を調節してくれるという働きと認識してしまっていると考えられる誤答が多かった。

(5)の問題も(4)と同様に、回答が正確に書けていたのは半分弱だった。「測る」、「測定する」という解答(2点)を書いていた児童は2名、「音や温度を扱う」という解答(1点)を書いていた児童は5名だった。誤答では、音や温度を調節するが最も多かった。

5. まとめと今後の課題

本研究では2020年度から必修化される小学校プログラミング教育に向けて、身近な電気製品にプログラムが使われている、ということ学習させるために、理科や総合的な学習と教科横断的なプログラミング教育を検討・実践した。具体的には、電気製品の例として

確認テスト

年 組 番 氏名 ()

(1) 下の図は電気ポットの仕組みを表したものです。それぞれの部分がどんな働きをしているか、書きましょう。

①温度センサー

②ヒーター

(2) 下の図は電気ポットの保温の様子を表すプログラムです。ヒーターを操作している部分に○をつけましょう。

(a) 表面

(3) 下のグラフはポットの保温の様子を表しています。

① と 中の動きで正しい方に○をつけましょう。

② の部分のグラフを完成させましょう。

(4) エアコンで風量が自動的に調整されるのは、どのような仕組みがあるからだと思いますか。なるべく詳しく書いてください。

(5) センサーはどのような働きをするものか書きましょう。

(6) 授業の感想があれば、自由に書いてください。

(b) 裏面

図8 確認テスト

電気ポットを取り上げ、お湯を保温するためにプログラムが活用されている、ということ学習内容とした。

徳島市立A小学校の5年生30名(男子14名、女子16名)を対象に3時間の授業時間とした。

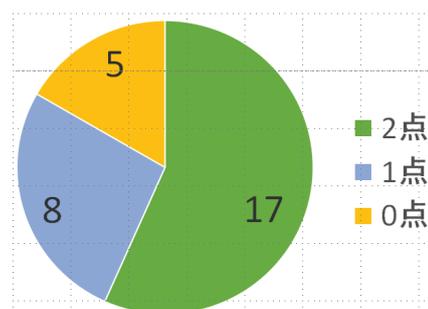
授業後の確認テストから、以下のことが分かった。

- ① 電気ポットでは、プログラムによって保温されているという仕組みは概ね理解することができた。一方で、ハードウェア的に、コンピュータにより、温度制御ができるということの理解は不十分であった。
- ② 温度センサーの役割については、半分程度の児童しか理解ができていなかった。特に、コンピュータによる制御と混同している児童が見られた。
- ③ 他の電気製品の動作もプログラムにより制御されていることを類推できていた児童は、半分程度だった。

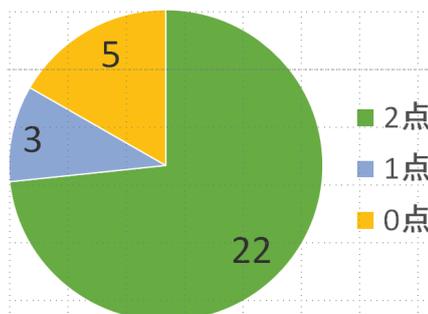
これを踏まえた今後に向けた課題として、センサーに関する理解度を向上させられるように、授業を改善することが挙げられる。その際に、ハードウェア的にはコンピュータが電気製品を制御していることも教える必要がある。また、温度センサー以外のセンサーを取り入れたり、電気ポット以外の身の回りにある電化製品と、プログラムを関連させたりする授業の検討も挙げられる。

参考文献

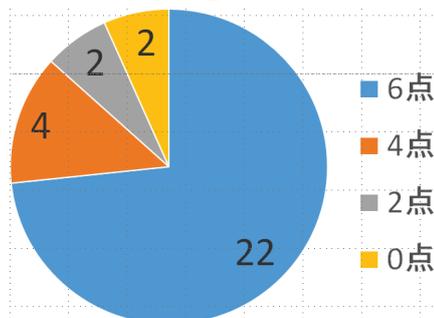
- [1] 文部科学省(2016) 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ) 平成28年6月23日教育課程部会 小学校部会 資料5-1, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chukyo/chukyo3/074/siryu/_icsFiles/afieldfile/2016/07/07/1373891_5_1_1.pdf (最終アクセス日:2020年1月9日)
- [2] 文部科学省(2017) 小学校学習指導要領, http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/09/26/1413522_001.pdf (最終アクセス日:2020年1月9日)
- [3] 小学校段階における論理的思考力や創造性、問題解決能力等の育成とプログラミング教育に関する有識者会議(2016) 小学校段階におけるプログラミング教育の在り方について(議論の取りまとめ), http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/chousa/shotou/122/attach/1372525.htm (最終



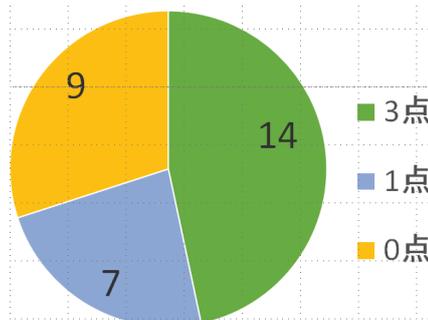
(1)の問題の得点分布



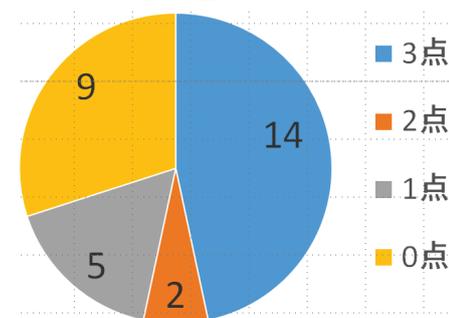
(2)の問題の得点分布



(3)の問題の得点分布



(4)の問題の得点分布



(5)の問題の得点分布

図9 確認テストの結果

アクセス日：2020年1月9日)

- [4] 村上綾香(2018) 算数科の加法・減法における小学校プログラミング学習の提案と活用事例, 日本産業技術教育学会誌, 第60巻, 第3号, pp. 149-153
- [5] 黒田昌克(2019) 小学校段階におけるプログラミング教育のカリキュラムデザインと試行的授業実践, 日本産業技術教育学会誌, 第61巻, 第1号, pp. 53-58
- [6] 宮本賢治・河野翔(2018) 小学校におけるScratchを用いたプログラミング授業の実践と検証, 日本産業技術教育学会誌, 第60巻, 第1号, pp. 19-28
- [7] 山本利一・山内悠・岳野公人(2017) Petsを活用した小学校低学年向けプログラミング学習の提案, 日本産業技術教育学会第32回情報分科会(上越)研究発表会論文集, pp. 77 - 78
- [8] 大森康正・萱津理佳・吉田研一・伊藤寿晃・山脇智志(2017) 小型ロボットを用いた小学生向けプログラミング教育教材の開発とその活用方法, 日本産業技術教育学会第32回情報分科会(上越)研究発表会論文集, pp. 29 - 32
- [9] 大森康正・山脇智志・栗林聖樹(2016) 初等・中等を対象とした体形的プログラミング教育カリキュラムの開発, 日本産業技術教育学会第31回情報分科会(佐賀)研究発表会論文集, pp. 5 - 8
- [10] 川島芳昭・菊地章・小林剛大・石川賢(2015) 情報科学と情報技術の観点に基づくアルゴリズム学習の評価基準の提案, 日本産業技術教育学会誌, 第57巻, 第4号, pp. 213 - 222
- [11] 森英樹・杉澤学・張海・前迫孝憲(2011) Scratchを用いた小学校プログラミング授業の実践～小学生を対象としたプログラミング教育の再考～, 日本教育工学会論文誌, 第34巻, 第4号, pp. 387 - 394
- [12] 文部科学省(2019) 新学習指導要領(小学校及び中学校：平成29年3月告示)～情報教育・ICT活用関連部分のポイント～, https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2019/05/21/1416331_001.pdf (最終アクセス日：2020年1月9日)
- [13] 伊藤一成(2011) Scratchを用いた授業実践報告, 情報処理, Vol. 52, No. 1, pp. 111-113