

プログラミング的思考を活性化する理科授業の創造と検証

－ 電気の利用の単元を通して －



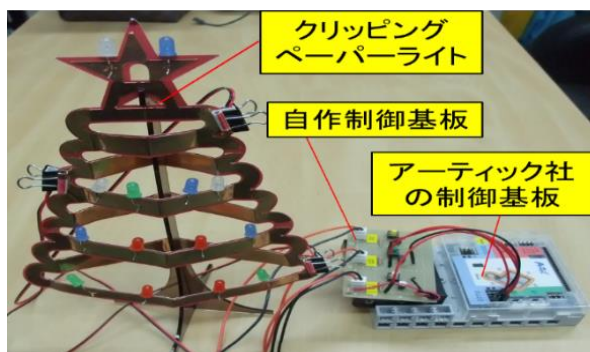
実施担当者 長野市立南部小学校
教諭 林 康成

1 はじめに

2017年に新しい小学校学習指導要領が告示された。新しい小学校学習指導要領には、プログラミングに関する内容の必修化が明記された。プログラミング教育で育成すべき資質・能力としてプログラミング的思考が示され、算数、理科、総合的な学習の時間での例示がなされている。

小学校段階で育成すべき資質・能力と効果的なプログラミング教育の在り方や、効果的なプログラミング教育を実現するために必要な条件整備等に関する内容が取り上げられている。これによると、小学校段階でのプログラミング教育は、コーディング(プログラミング言語を用いた記述方法)を学ぶことを目的とせず、コンピュータに意図した処理を行う体験を通して、「プログラミング的思考」を育むこととしている。この「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合せが必要であり、一つ一つの動きに対応した記号をどのように組合せたらいいのか、記号の組合せをどのように改善していけば、より意図した活動に近づくのか、といったことを論理的に考えていく力」とされている。これらの経過をふまえ、小学生を対象とした教育用プログラミングソフトを活用し、プログラミングを導入した学習を行うことは、「プログラミング的思考」を育むことと論理的思考力を育むことをつなげて考えていかなければならない。しかし、新学習指導要領には、プログラミングについての具体的な授業の流れが明記されていないため、すぐに教育現場で実践できないことが問題である。このような問題を解決するには、理科でのプログラミングを導入した授業実践を創造していくことが必要である。先行研究を調べてみると、数少ない理科におけるプログラミングを導入した授業実践事例として、単元「人と他の動物の体」において、心拍センサーをつけて心拍を測ってプログラミングすることで、体の仕組みについて理解を深める授業がある。他にも単元「電気の利用」で、様々なセンサー等を用いて、電気を利用した新しい道具の発明を行う授業もある。これらは、興味深く先端的な授業である一方、体験に終始してしまい、理科における問題解決学習にはなっていない課題が存在する。そこで、理科におけるものづくり場面に着目し、子供にとってブラックボックスになっている身近な電気の性質を利用した道具を分解し、その仕組みを調べる中で、その道具の特長の一つであるプログラミング制御を考えていくこととする。その際、現状ではプログラミングで制御している電気の性質を利用した道具を手動によって操作(制御)する中で、手動で制御した際に起こる問題を見いだし、その見いだした問題をプログラミング制御によって解決し、プログラミングの特長に気づき考えていく授業の創造を目指すこととする。

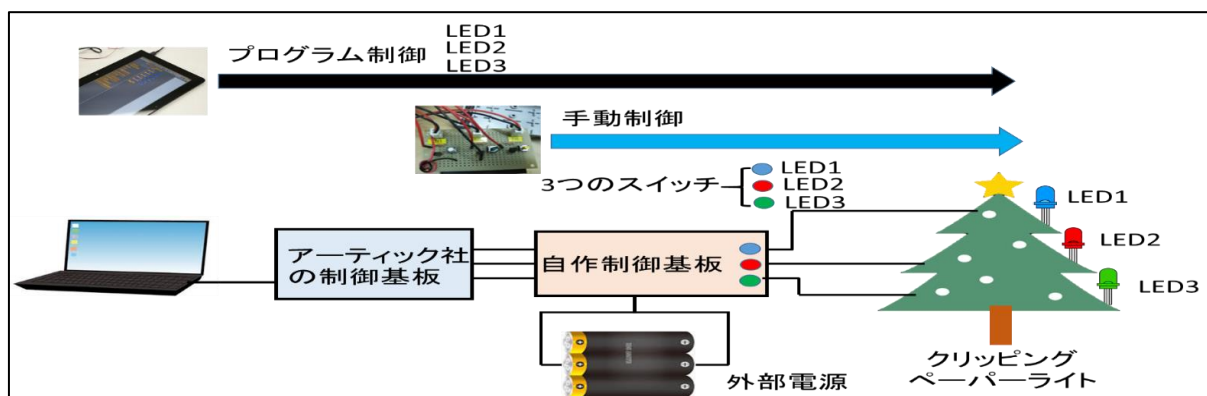
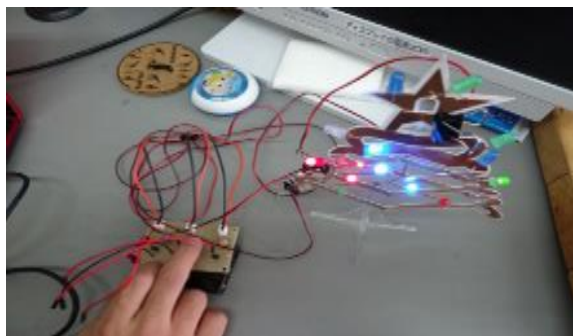
2 使用する教材



使用する教材は、アーティック社の制御基板と自作の制御基板とクリスマスツリー教材(クリッピングペーパーライト)を用いて、手動制御とプログラミング制御を同一教材で行えるようにする。アーティック社による制御基板からの信号を自作の制御基板(3つのスイッチでスイッチングできるもの)で受け、接続する回路を決める仕組みである。これは、手動制御の場合においては、3つのスイッチで3箇所のLEDを点灯させたり、消灯させたりすることができる。また、プログラ

ミング制御の場合においては、コンピュータからのプログラミング制御により点灯させたり、消灯させたりすることができる。これによって、同一教材で、手動制御もプログラミング制御も行えるため、子供は、それぞれの制御を比較しやすく、実際のイルミネーションがどうしてプログラミング制御されているのか体験を通して考えることにもつながる。また、クリッピングペーパーライトは、簡単に電流が流れ、回路の様子がとても分かりやすい

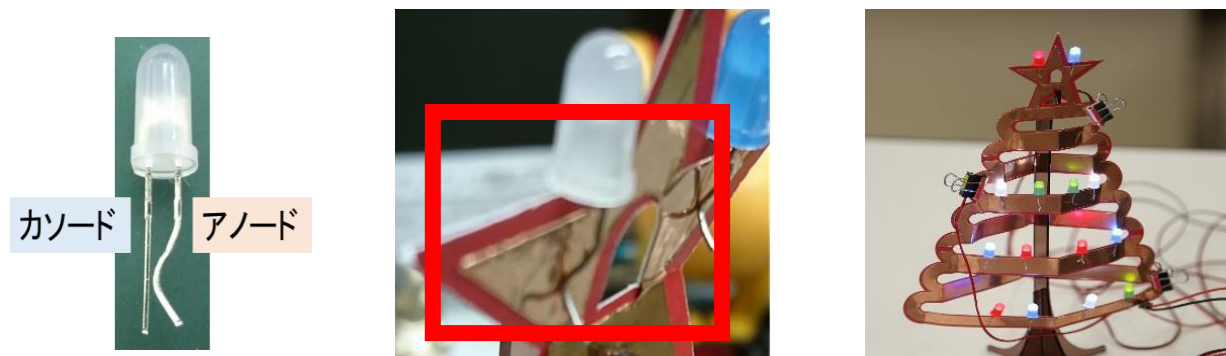
小学校におけるプログラミングを導入した理科授業を創造することを目的に、理科において、子どもにとってブラックボックスになっている身近な電気の性質を利用した道具を分解して調べる中で、その道具の特長の一つであるプログラミング制御を考えていくこととする。さらに、教科・領域横断的な視点による見方・考え方を働かせた主体的・対話的な問題解決学習を通して、プログラミングを導入した理科授業を創造し実践することで、理科における資質・能力を育成し論理的思考力を育てていくことを目指した。



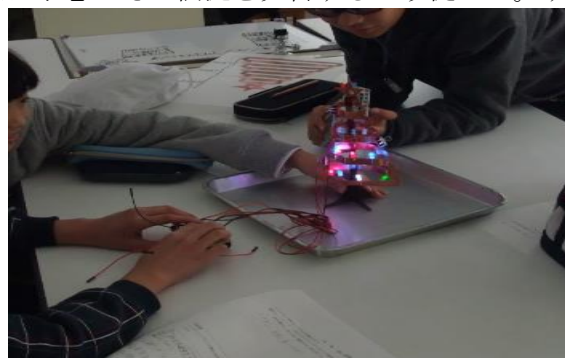
3 授業実践

3. 1 身近なイルミネーションの仕組みを調べる

子供は、身近にある電気の性質を利用した道具を当たり前物として見ている。そのため、その巧みな仕組みには目がいかない。そこで、身近にあり電気の性質を利用した道具の1つであるイルミネーションの仕組みを調べてみることにした。まず、イルミネーションを回路に分解してみた。分解した中身は、LEDである。今回使用したクリッピングペーパーライトは、表面が+極、裏面が一極になっているため、LEDの足をクリップ状に曲げて挟み込むだけで、LEDのアノードとカソードに電流が流れ、点灯することができる。ハンダ付けしたり、配線したりする必要もないため、簡単に電流が流れ、回路の様子がとても分かりやすい。このように、電気の性質を利用した道具は、普段中身が見えないようになっているが、分解するとその仕組みがよく分かる。乾電池とつないで電流を流すことにより、スイッチのオン、オフを行っているだけのものであることが分かりやすく見て取れた。子供は、「こんな感じでイルミネーションって光っているんだ。」と身近にあるイルミネーションの仕組みを驚きながらとらえていった。次に、実際に近隣にあるイルミネーションの制御順序(アルゴリズム)を自分達で調べ、ホワイトボードへ書き出した。相手に伝わる制御順序(アルゴリズム)にするためには、必要な制御や時間を互いに確認しながら話し合わなければならない。このような場面では、制御順序(アルゴリズム)を論理的に説明する力が欠かせない。子供達は、制御順序(アルゴリズム)を結論、根拠の順に話し合いながら、ホワイトボードに書き出していった。



その後、ホワイトボードに書き出した制御順序(アルゴリズム)でイルミネーションを手動で制御してみると、「(手動では)ずっとできない。」「思った通りにならない。」「イルミネーションだから正確なのに、正確にするのって難しい。」「1秒の時間の間隔がみんな違うから、各自でイルミネーションの点灯を分担するとばらばらになってしまう。」「手動だと一定のリズムでイルミネーションを光らせることができない。」とイルミネーションを手動で制御するときの問題点が出てきた。ここで、教師は、「イルミネーションを手動で制御したときの問題点を解決するには、どうしたらよいだろうか。」という疑問をもった子供達が、イルミネーションをプログラミングで制御することにより、元来手動で道具を制御して使用していた人間が、便利さを求めるために道具をプログラミングで制御するに至る歴史的な経過を自ら体験することを通して、プログラミング制御の特長に気づいていく姿を願った。そこで、学習問題を「イルミネーションを手動で制御したときの問題点を解決するには、どうしたらよいだろうか。」とし、子供に予想とその根拠を発言するよう促した。すると子供達からは、プログラミングで制御すると解決できるという予想が出てきた。また、その根拠には「プログラミングの制御なら、自動で制御できるから手動のように人間が動かさなくてもよいから。」「人間だと時間を感じることもそれぞれによって違って、プログラミングだとそんな違いが出ないから。」と述べ、その根拠には、プログラミング制御を行うことによって手動での制御の問題点を解決できるのではないかという期待が含まれていた。それは、プログラミングには、手動にはない良



さがあることを子供達は、おぼろげながら気が付いているということであった。そして、子供は「プログラミングで制御してみたい。」という気持ちを高めていった。そこで、教師は、学習課題を「ホワイトボードに書いたアルゴリズムをもとに、イルミネーションをプログラミングで制御して、プログラミングの良さを調べよう。」とし、実際にプログラミングでイルミネーションを制御する実験を行った。

3. 2 手動での制御の問題点を解決するために、プログラミングで制御する

子供達は、手動における制御の問題点が本当に解決できるのか、ホワイトボードに書いた制御順序(アルゴリズム)をもとにして、タブレット端末でプログラムを作った。そして、ホワイトボードに書きだした制御順序(アルゴリズム)で、イルミネーションをプログラミングで制御することを通して、手動にはないプログラミングの良さを考えてみることにした。このような一連の活動の中で試行錯誤してプログラムを作るためには、論理的に考えることが欠かせない。試行錯誤してプログラムを作ることもまた、論理的思考の育成につながることでありと示唆された。実際にプログラムでイルミネーションを点灯させたり、消灯させたりして、子供達は手動にはない制御の良さを感ずることができた。



3. 3 センサーを使つての条件分岐できるイルミネーション作り

自分たちの考えたイルミネーションができると、次にセンサーを加えたプログラミング制御も実施した。センサーは、現在の明るさを数値化することができる。その数値化した明るさが一定の値を下回るとイルミネーションが点灯し、一定の値を上回るとイルミネーションが消灯するというプログラミングである。このように条件によって異なるプログラミング制御することは、条件分岐するプログラミングと呼ばれ、今までの子供達が取り組んできた内容より高度なものがある。日常生活でも周囲が暗くなると車のライトが自動で点灯する道具を見ることを通して、子供にとって経験があることであるが、自らがプログラミングすることは初めてであった。そのため、なかなか意図した条件分岐ができない場面が見られた。イルミネーションをプログラミングした場面で同様のことがいえるが、できるにはどうするか考える場面では、グループを離れ、他のグループから教えてもらったり、聞き合ったりする姿が見られた。このことから、子供達は、必要感があるとグループを超えて、協力し合いながら学び合うことが示唆された。

4 まとめ

協働での問題解決学習を通して、主体性や教え聞き合える関わり合いが促進されて、論理的思考力が高まり、教える力・聞ける力（伝え合う力）についての資質・能力の向上が見られた。

謝 辞

本研究実践を行うに当たり、多大なるご支援をいただきました公益財団法人中谷医工計測技術振興財団に深く感謝し、この場を借りて御礼申し上げます。

参考文献

- 文部科学省：「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.
- 文部科学省：「小学校学習指導要領 解説総則編」，2017.
- 文部科学省：「プログラミング実践ガイド」，2016.