

# プログラミング学習を取り入れた理科学習指導 —第6学年「電気の利用」の実践—

上 崎 博 輝 [鹿児島大学教育学部附属小学校]  
横 山 健 一 [鹿児島大学教育学部附属小学校]  
久 保 博 之 [鹿児島大学教育学部附属小学校]  
鮫 島 圭 介 [鹿児島大学教育学部附属小学校]

Teaching science lessons with programming learning

KAMISAKI Hiroki, YOKOYAMA Kenichi, KUBO Hiroyuki and SAMESHIMA Keisuke

キーワード：深い学び、電気の利用、プログラミング、MESH、学び合い

## 1. 実践の目的

小学校学習指導要領総則では、各教科等の特質に応じて、児童がコンピュータで文字を入力するなどの学習の基盤として必要となる情報手段の基本的な操作を習得するための学習活動や、プログラミングを体験しながらコンピュータに意図した処理を行わせるために必要な論理的思考力を身に付けるための学習活動を計画的に実施することが示された。小学校段階において学習活動としてプログラミングに取り組むねらいは、論理的思考力を育むとともに、プログラムの働きやよさ、情報社会がコンピュータをはじめとする情報技術によって支えられていることなどに気づき、身近な問題の解決に主体的に取り組む態度やコンピュータ等を上手に活用してよりよい社会を築いていこうとする態度などを育むこと、さらに、教科等で学ぶ知識及び技能等をより確実に身に付けさせることである（図1）。小学校学習指導要領解説理科編においては、『〔第6学年〕の「A物質・エネルギー」の(4)における電気の性質や働きを利用した道具があることを捉える学習など、与えた条件に応じて動作していることを考察し、更に条件を変えることにより、動作が変化することについて考える場面で取り扱うものとする。』と具体的な単元や学習内容が示された。

そこで、本実践では第6学年「電気の利用」の学習において、プログラミングをどのように導入していくことが効果的なのか検討し、実践することにした。

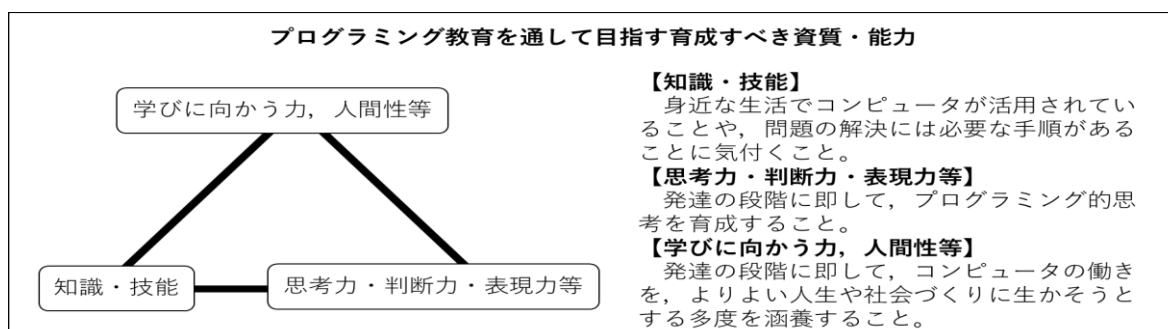


図1 「プログラミング教育を通して目指す育成すべき資質・能力」

表1 電気を効率的に利用するための工夫についての実態調査(質問紙法 33名)

人数	電気を効率的に利用するための工夫
14人	自動制御するセンサーの使用
8人	発光ダイオードの使用
3人	タイマーの使用
8人	その他(こまめに電気を消す等)

## 2. 実践の実際 『6学年「電気の利用」』

### 2.1. ねらい

電気の量や働きに着目して、それらを多面的に調べる活動を通して、発電や蓄電、電気の変換についての理解を図り、観察、実験などに関する技能を身に付けるとともに、主により妥当な考えをつくりだす力や粘り強く問題解決しようとする態度を育成する。

人感センサーなどを使って、エネルギーを効率よく利用している道具があることに気づき、実際に目的に合わせてセンサーを使い発光ダイオードの点灯を制御するなどといったプログラミングを体験することを通して、電気の効率的な利用の仕方について体験的に捉えさせる。

### 2.2. 実態

電気を効率的に利用するための工夫についての実態調査を行った(表1)。その結果、身の回りにセンサーを用いて自動制御している電気機器があることを捉えている児童は約4割であった。このことから、身の回りの多く電気機器がセンサーを用いたプログラミングによって電気を効率的に利用していることを体験的に捉えさせ、電気を有効に使っていこうとする態度を育むことが大切だと考え、本実践を行った。

### 2.3. 教材

子どもが、目的に応じてセンサーを用いたプログラミングを体験することができるようにするために、「MESH」(写真1)と「プログラミングボード」(写真2)を活用することにした。本教材は、自分の目的に応じてプログラムを作成し、実際に発光ダイオードを光らせるなどといった活動を行うことができ、論理的思考力を発揮させることができるものである。Ipadに「MESH」のアプリをインストールし、Ipad上でプログラミングをすることでセンサーを用いた様々な状況設定を行うことができる(写真3)。本実践では、暗い時に人が通った時だけ発光ダイオードが自動点灯し、しばらくすると消灯するプログラムを作成することにした。



写真1 「MESH」



写真2 「プログラミングボード」

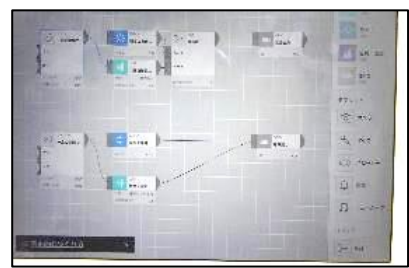


写真3 「Ipadのアプリ (MESH)」

## 2.4. 単元の見目標

- (1) 電気はモーターを回転させることによって発電することができ、その電気はためて音や光、運動エネルギーに変換できることや発光ダイオード及びセンサーを用いてプログラムをすることによってより効率的に電気を使うことができることを説明することができる。
  - ・ 発電や蓄電、電気の変換及び効率的な電気の利用の仕方について、電流計や手回し発電機、プログラミング機器を適切に用いて調べることができる。
- (2) 発電や蓄電、電気の変換及び効率的な電気の利用の仕方について、電気の量や働きに着目し、発電の方法や節電の仕方を多面的に調べ、より妥当な考えをつくりだし、表現することができる。
- (3) 発電や蓄電、電気の変換及び効率的な電気の利用の仕方について見いだした問題の解決に向けて、粘り強く調べることができる。

## 2.5. 指導計画(全12時間)

次	主な学習活動	教師の具体的な働きかけ
第一次 発電や蓄電、 電気の変換 ⑤	<p>手回し発電機を回すと防災用ライトが光る要因を話し合う。</p> <p>乾電池式のライト ← → 防災用ライト</p> <p>乾電池を入れていないのに、防災用ライトのハンドルを回すとライトが光るのは、どうしてだろうか。①②</p> <p>防災用ライトが光る要因について予想し、分解して確かめる。</p> <p>ハンドルを回すことで電気ができているはずだよ。</p> <p>中にモーターや充電できるものが入っていると思うな。</p> <p>防災用ライトを分解して中の仕組みを確かめる。</p> <p>LED・モーター ・コンデンサー</p> <p>モーターを回すと電流計の針が振れたね。</p> <p>ハンドルを回すと歯車が動き、モーターが回転して電気ができるからだと考えられる。</p> <p>火力発電や風力発電の仕組みについて調べる。③</p> <p>水力発電はモーターを回すことで発電しているんだね。</p> <p>風力発電などもモーターを回すことで発電しているんだね。</p> <p>蓄電、電気の変換について調べる。</p> <p>ハンドルを回さなくても防災用ライトが光るのは、どうしてだろうか。④⑤</p> <p>充電電池が入っているのかな。電気を蓄えていると思うな。</p> <p>ブザー(音) ← → コンデンサー → 発光ダイオード(光)</p> <p>プロペラ(運動)</p> <p>蓄電した電気は、音、光、運動のエネルギーに変えられるんだね。</p> <p>モーターを回して発電した電気が、コンデンサーに蓄電されているからだと考えられる。</p>	<p>○ 発電や蓄電、電気の変換について問題意識を焦点化するために、まず、手回し発電機がついている防災用ライトを用いて、ハンドルを回すとライトが光る事象を提示する。その際、「ライトの中には、何が入っていると思いますか。」と問い、防災用ライトを分解してその仕組みを調べてみたいという意欲を高める。</p> <p>○ モーターを回転させると発電できることを捉えさせるために、全員にモーターを渡し、指で軸を回して発光ダイオードを点灯する活動を設定する。その際、回路に電流計を組み入れて電流の強さに着目しながら調べることができるようにする。</p> <p>○ 実社会での発電の仕組みを捉えさせるために、水蒸気でタービンを回して発電する火力発電のモデル実験を設定する。</p> <p>○ 発電した電気は蓄電して別のエネルギーとして利用できることを捉えさせるために、手回し発電機を用いて発電した電気をコンデンサーに蓄え、発光ダイオードを点灯させる活動を設定する。その際、蓄えた電気を、光、音、運動に変換する実験を行い、電気は様々なエネルギーに変換できることを捉えさせる。</p>
第二次 電気の消費量 ②	<p>LEDと豆電球の電気の消費量の違いについて調べる。</p> <p>LEDの方が長持ちするのは、どうしてなのかな。</p> <p>豆電球よりも発光ダイオードの方が長持ちするのは、どうしてだろうか。⑥⑦</p> <p>豆電球 ← → LED</p> <p>電気の消費量が多い ← → 電気の消費量が少ない</p> <p>豆電球よりもLEDの方が、電気の消費量が少ないから長持ちするんだね。</p> <p>豆電球よりも発光ダイオードの方が電気の消費量が少ないからだと考えられる。</p>	<p>○ 発光ダイオードと豆電球では、電気の消費量が異なることを捉えさせるために、電流の大きさに着目し、発光ダイオードと豆電球の点灯時間を比較して電気の消費量の違いを調べる活動を設定する。</p>
第三次 電気の利用 ⑤	<p>人感センサーを用いたプログラミングを体験する。⑧</p> <p>センサーを用いた節電の仕組みについて調べる。</p> <p>暗い時に人が通ると自動で電気がつき数秒たつと消えるようにするにはどうすればよいか。(本時)⑨</p> <p>人感センサーと明るさセンサーを組み合わせると設定することができたよ。</p> <p>明るさセンサーと人感センサーを使い、暗い時だけ電気を流し、数秒経ったら電気をとめる設定にすればよい。</p> <p>自分が作ってみたいプログラムを試す。⑩⑪⑫</p> <p>思っていた通りのプログラムを組んで動作させることができたよ。</p>	<p>○ 効率的な電気エネルギーの利用の仕方を捉えさせるために、電気の量や働きに着目しながら、センサーを利用して発光ダイオードの点灯の仕方を制御するプログラミングを体験させる。その際、人が通ると自動でライトが点灯、しばらくすると消灯する学校のトイレの状況を提示し、節電するためにどのような設定になっているのか問う。そして、人感センサーと明るさセンサーを組み合わせる目的に応じたプログラムができるようにする。</p>

## 2.6. 実践

### 2.6.1. 【第1次】発電や蓄電，電気の変換

ハンドルを回していない時は何も反応しないが，ハンドルを回すとライトが付いたり，ラジオが聞けたりする防災用ライトを提示した。すると，子どもたちは，「電気を作ったり，ためたりする部品が入っていて，導線で繋がっているはずだよ。中が見てみたいね。」などと発言しながら発電，蓄電の仕組みについての問題意識を高めていた。防犯用ライトを分解すると「このモーターが回って発電しているんじゃないかな。」「思ったより部品が多いね。ここに電気を溜めているんじゃないかな。」と夢中になって調べる子どもの姿が見られた（写真4）。その後，モーターの軸を回転させて発電したり，コンデンサーに蓄電した電気を運動や光などに変換して使ったりする活動へと繋がった。また，タービンを用いた発電所のモデル実験を行った後は，自分たちが実生活で使っている電気を作るのは大変なので，大切に使いていきたいという子どもの感想が見られた。

### 2.6.2. 【第2次】電気の消費量

発光ダイオードと豆電球では，電気の消費量が異なることを捉えさせるために電流の大きさに着目し，発光ダイオードと豆電球の点灯時間を比較して電気の消費量の違いを調べる活動を行った。子どもたちは，豆電球と発光ダイオードを同時に光らせると，豆電球の方が先に光らなくなる事象をみて，豆電球よりも発光ダイオードの方が長持ちするのは，どうしてだろうか。という問題意識を高めていた。

### 2.6.3. 【第3次】電気の利用（MESHを用いたプログラミング体験）

本校のトイレは，周囲の明るさに関係なく人が通ると点灯し，しばらくすると消灯する仕組みになっている。どのような仕組みになっているのか，MESHでプログラムを作って再現する活動を設定した。「さらに電気を効率的に使うためにはどうすればよいのかな。」と問うことによって，「暗くなった時に人が通ると自動点灯し，しばらくすると消灯するプログラムを作成すればいいよ。」といったプログラムを作成しようとする子どもたちの姿が見られた。そこで，全員がプログラムを考えることができるようにするために，一人一人にミニタグプレートとホワイトボードを配布した（写真5）。その際，A君は，明るさセンサーを使ってはいるものの，人感センサーが反応したらライトがつくプログラムを作成していた。そこで，「A君とB君はプログラムが違うね。それぞれどのように考えているのかな。」と問い，グループの子どもと考えを交流させる働きかけを行った。すると，友達との対話を通して，「これだと人が通るとすぐ明かりがついてしまうね。明るさも人感も反応したら電気がつくようにしないといけないんだ。」と自分の考えを修正し，新しいプログラムを作成する姿が見られた（写真6）。また，授業の終末にMESHのレシピ集を視聴することで，「自分たちでもMESHを使った便利な道具を設計してみたい。」といった発言が聞かれた。単元の終末に書いた振り返りでは，プログラミングの体験を実生活と繋げて考えたり，電気を効率的に使って生活することの必要性に気付いたりする記述が見られた（写真7）。また，友達と話し合いながら，粘り強く取り組むことによって解決できたといった感想を書いている子どももいた。

第6学年 「電気の利用」 第9時 学習指導計画



目 標

暗いときに人が通ると自動で電気が点灯し、一定時間経つと自動で消灯する仕組みについて、目的に応じてプログラムを修正しながら多面的に粘り強く調べ、より妥当なプログラムを検討し合う活動を通して、電気の効率的な利用の仕方について説明することができる。

本時の展開に当たって

より効率的な電気の利用の仕方について問題意識を焦点化するために、明るい時も人が通ると自動でライトが点灯して一定時間で消えるプログラムが組まれた学校のトイレの事象を提示し、さらに節電する設定にすることができないか話し合う場を設定する。また、プログラムの妥当性を検討する学び合いを促すために、うまく動作しないプログラムをスクリーンに提示し、各班で作っているプログラムと比較させながらどこを修正すればよいのかについて話し合う場を設定する。

実 際

過程	主な学習活動	時間	教師の具体的な働きかけ
つかむ	<p>【明るい時も人が通ると電気がつく学校のトイレ】</p>  <p>明るくても電気がついてしまって、電気が無駄になるね。 暗い時だけ電気がつくようにするにはどうすればいいのかな。</p> <p>1 学習問題を確認する。</p> <p>暗い時に人が通ると自動で電気がつき数秒たつと消えるようにするにはどうすればよいか。</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ より効率的な電気の利用の仕方について問題意識を焦点化するために、明るくても人が通ると点灯する学校のトイレの状況を提示し「節電するためには、このプログラムで完璧なのかな。」と問う。</li> </ul>
見通す	<p>2 解決の見通しをもつ。</p> <p>【明るさセンサーと人感センサーの設定】 【タイマーによる自動消灯の設定】</p> <p>明るさセンサーと動きのセンサーを使うと暗い時だけ反応させることができるはず。 タイマーを設定して、5秒後に消えるように設定すればいいと思うな。</p>	15	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 明るさ、動き、時間の条件に視点を焦点化してプログラムを考えることができるようにするために、「必要なセンサーは何かな。自動で消灯するにはどのように設定すればよいか。」と問う。</li> </ul>
調べる	<p>3 より効率的な電気の利用ができるプログラムを考え、調べる。</p> <p>(1) 1人でプログラムを考える。</p> <p>暗い時だけ反応する設定にしよう。しかも、動きに反応するようにしたいといけな。</p>  <p>(2) 班でよりよいプログラムを考え、試す。</p> <p>【成功例】 ← 【失敗例】</p> <p>成功例: 0.1秒ごとにプログラムを実行 → 人感センサーが反応したら実行 → LEDに電流を流す → 5秒後に電流をとめる → 暗くなったら実行</p> <p>失敗例: 0.1秒ごとにプログラムを実行 → 暗くなったら実行 → 人感センサーが反応したら実行 → LEDに電流を流す → 5秒後に電流を流す</p>	20	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 一人一人が試行錯誤しながらプログラムを考えることができるようにするために、センサーやタイマーのカードを準備し、手元で動かしながら順序を検討できるようにする。その後、班でプログラムの妥当性を検討してホワイトボードにカードを貼り、順序を確認しながら活動できるようにする。</li> </ul>
吟味する	<p>暗くなったらライトがつくプログラムはできたけれど、どうして消えないのかな。どこが間違っているのかな。</p> <p>「5秒後に電流を流す。」になっているから消えないんだよ。「電流をとめる。」に設定し直したらいいよ。</p> <p>どの班も明るさと人感センサーの両方を組み合わせてプログラムを作っているね。 消灯するまでの時間は、できるだけ短い方が節電することになるね。</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ プログラムの妥当性を検討する学び合いを促すために、「○班のプログラムでは、うまく動かないみたいだけれども、どこをどのように直せばよいか。」と問い、各班が作ったプログラムを比較しながら修正する活動を設定する。その際、Ipadの画面をスクリーンに映して検討させる。</li> </ul>
まとめる	<p>4 考えをまとめる。</p> <p>明るさセンサーと人感センサーを使い、暗い時だけ電気を流し、数秒経ったら電気をとめる設定にすればよい。</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 問題に対する結論を導き出すことができるようにするために、問題に立ち返らせながら、作成したプログラムの順序を確認させる。</li> </ul>
振り返り	<p>5 日常生活に役立つプログラムについて話し合う。</p> <p>自分たちでもプログラムを組むことができたね。他の設定でもしてみたいな。</p> <p>MESHを利用したプログラム例</p> <p>寝転びで眺めた動画を撮影するプログラム → 窓が開いたらメールを送る防犯プログラム → 朝こぼれたら目覚ましブザーが鳴るプログラム</p> <p>色々なセンサーを使って、生活に役立つプログラムを作ってみよう。 動物が通ったら写真を撮るプログラムを作ってみよう。</p>	5	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 目的に応じてプログラムを作りたいという意欲を高めるために、MESHを用いたプログラム例を提示し、作ってみたいプログラムについて話し合う場を設定する。</li> </ul>

### 3. 成果と課題

- 防災用ライトを分解して仕組みを調べる活動を設定することによって、子どもが主体的に活動に取り組み、発電や蓄電、電気の変換についての問題意識を高めることができた。
- MESH を用いることで、暗い時に人が通った時だけ自動点灯してしばらくすると消灯するプログラムを作成し、電気の効率的な利用について体験することができた。操作するのに慣れることができれば、より短時間で自由にプログラムを組み替えることができるようになると思う。
- 一人一人にミニタグプレートとホワイトボードを配布し、自分でプログラムを考える活動を設定することで、全員がタグの順序や組み合わせを考えてプログラムを作ることができた。
- 他者と予想の根拠を比較させる発問を行うことで、自分の予想の妥当性を検討し、修正したり、より考えを確かにしたりする姿が見られた。
- ▲ 全員で同じ状況を再現するというプログラミングはすることはできたので、さらに個々の目的に応じて創造的にプログラムを考える活動を設定することが必要だと考える。例えば、自分の家で使ってみたいプログラム、防災につながるプログラムなどが考えられる。MESH のレシピ集などを参考に自由試行する学習活動を設定することも考えられる。

### 4. 付記

本報告は、鹿児島大学教育学部附属小学校平成 25～30 年度研究紀要で発表した研究内容等に基づき、理科教育において研究をさらに発展させ、その研究成果をまとめたものである。



写真4 「防犯用ライトの分解」



写真5 「自作のミニタグプレート」



写真6 「プログラムを作る子どもたち」

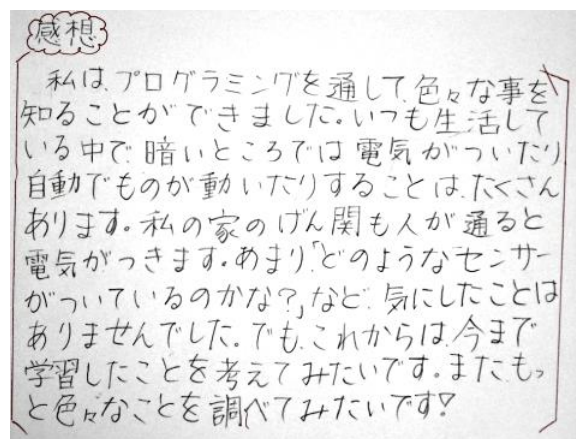


写真7 「単元終了後の子どもの振り返り」