

探究活動における情報活用能力の育成

～micro:bit を活用した実践事例～

Fostering the ability to utilize information in inquiry activities

～Practical example using micro:bit～

山 本 江 津 子

Etsuko YAMAMOTO

要 旨

1人1台端末環境を活かした探究活動として、第1学年の自主研究探究基礎Ⅱ（自主研究ゼミ）、第2学年の理科「電流とその利用」において日常生活との関連を意識したテーマを設定し、情報活用能力の育成を試みた。いずれの実践も本学サイエンス&エデュケーションセンターと連携し、回路カードとmicro:bitを用いた個別実験を探究活動の中心に置いた。micro:bitを用いたプログラミングでは、関係する量や必要な条件を見極め、それらを適切に制御していくことが求められる。予想外のトラブルに直面した時、何が原因でどのように対処していくか、原因究明の段階から状況を把握し解決に向けて行動していく学習経験、問題を解決することで得られる達成感が、さらに次の探究活動への意欲につながることで生徒の活動の様子や振り返りの記述から読み取れた。

キーワード : 情報活用能力、探究活動、回路カード、micro:bit

I はじめに

1. 探究活動における情報活用能力

本校では令和2年度に1人1台端末の環境が全学年で整い、生徒の学習環境が大きく変化した。探究活動に重点を置いた学習活動を展開していく上で、生徒の学習環境や実態に合わせた活動の在り方、授業展開の工夫が強く求められている。新しい探究活動の在り方を模索する上で、「情報活用能力」育成の視点は欠かすことができない。小学校、中学校、高等学校の新学習指導要領において「情報活用能力」は、言語能力、問題発見・解決能力とともに学習の基盤となる資質・能力として位置付けられ、「各教科等の特質を生かし、教科等横断的な視点から教育課程の編成を図るものとする」¹⁾とされている。次世代の教育情報化推進事業「情報教育の推進等に関する調査研究」成果報告書²⁾では、情報活用能力の要素を表1のように例示している。ここから、情報活用能力は情報モラル、情報セキュリティの他、ICTを活用する力も含めて探究活動と密接に関連していることがわかる。同報告書ではさらに、IE-School（情報教育推進校）における情報活用能力の育成に関わる事例を学習内容という観点から整理し、想定

される学習内容として表2の4つに分類し、資質・能力の3つの柱に沿った分類と「想定される学習内容」を組み合わせ、要素ごとに発達の段階を踏まえた情報活用能力の体系表列(次世代の教育情報化推進事業(情報教育の推進等に関する調査研究)成果報告書第2章2節参照)³⁾を示している。

本実践は、この体系表列のB思考力、判断力、表現力等、ステップ4「問題の解決に向け、条件を踏まえて情報活用の計画を立て最適化し、解決に向けた計画を複数立案し、評価・改善しながら実行する」に相当する情報活用能力の育成を念頭に第1、第2学年と2年間に渡って実施したものである。1年目の第1学年での実践は自主研究探究基礎Ⅱ(自主研究ゼミ)の中で、2年目の第2学年での実践は第1学年での学びをもとにした発展学習として理科「電流とその利用」の中で行った。

2. 教材について

本実践では探究活動を支える教材として1年目、2年目いずれも回路カード(図1)とmicro:bit(図2)を使用した。

本学サイエンス&エデュケーションセンターが開発した回路カード⁴⁾は葉書きサイズのスチール製シートに、銅箔テープを貼った磁石シートを導線として並べることで回路を組むことができる。従来の導線、乾電池、豆電球でつくる回路では、導線が絡まったり、どこどこをつないでいるかわからなくなってしまったりする煩雑さがあったが、回路カードは四角い回路のなかに豆電球や乾電池などのパーツを組み込んでいくので、とてもシンプルで理解しやすく、回路図とも関連付けやすい。コロナ禍で感染防止の徹底が求められる中、1人で行う個別実験に適した教材である。

micro:bitは明るさセンサ、温度センサ、加速度センサなどの他、マイク、スピーカー、端子などがついたマイコンボードで、イギリスのBBC(英国放送協会)が主体となって開発したものである⁵⁾。プログラミングソフトはブラウザ上(<https://makecode.microbit.org>)あるいはmicro:bitというアプリをダウンロードして行うが、使用にあたって事前の設定などは必要なく、使用するデバイスがイン

表1 IE-Schoolにおける実践研究を踏まえた情報活用能力の要素の例示(平成30年度版)(平成31年3月次世代の教育情報化推進事業(情報教育の推進等に関する調査研究)成果報告書第2章2節より抜粋)

分類	
A. 知識及び技能	1.情報と情報技術を適切に活用するための知識と技能
	2.問題解決・探究における情報活用の方法の理解
	3.情報モラル・情報セキュリティなどについての理解
B. 思考力、判断力、表現力等	1.問題解決・探究における情報を活用する力(プログラミング的思考・情報モラル・情報セキュリティを含む)
C. 学びに向かう力・人間性等	1.問題解決・探究における情報活用の態度
	2.情報モラル・情報セキュリティなどについての態度

表2 情報活用能力育成のための想定される学習内容(平成31年3月次世代の教育情報化推進事業(情報教育の推進等に関する調査研究)成果報告書第2章2節より抜粋)

想定される学習内容
基本的な操作等
問題解決・探究における情報活用
プログラミング(次世代の教育情報化推進事業では、問題解決・探究における情報活用の一部として整理)
情報モラル・情報セキュリティ

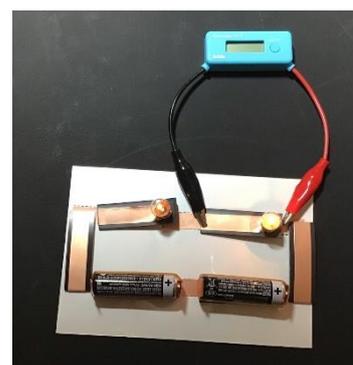


図1 回路カードで組んだ乾電池と豆電球の直列回路(右上の器具は回路カードとあわせて利用したデジタルの直流電流計)

ターネットにつながっていれば、すぐにプログラミングが可能である。無線通信機能も搭載しており、micro:bit 間の無線通信に加え、PC、スマートフォン、タブレットなどのほかのデバイスとも Bluetooth で接続可能である。センサの豊富さに加え、サイズも小さく軽く手軽に取り扱えることから、回路カード同様コロナ禍の個別実験にも適しており、様々な教科、分野での活用が考えられる。



図2 電池ボックスをつけたmicro:bit (左 表面、右 裏面)

実践にあたっては、本学サイエンス&エデュケーションセンターの「新たな災害時に途切れない教育システムの開発と検証」プロジェクトに参加するかたちで協力・連携を図り、回路カード、micro:bit などの器具を生徒 1 人に 1 セットずつ借用し、すべて個別実験で実践を行った。

Ⅱ 1 年目 第 1 学年自主研究探究基礎Ⅱでの授業実践

1. 授業計画

本校では第 2, 第 3 学年において、「自主研究」という探究的な学習プログラムに全員が取り組んでいる。第 1 学年では、第 2, 第 3 学年で取り組む「自主研究」の準備学習として「自主研究探究基礎Ⅱ (自主研究ゼミ)」というプログラムを実施しており、仮説検証, 課題生成, 創作開発をテーマに、各自が探究的な学習に取り組む方法や技術を学んでいる。問題解決につながる条件を考え、計画、実行、評価・改善の一連の流れを繰り返すプログラミング体験は、上記三つのいずれのテーマにも深く関係しており、情報活用能力の育成につながる探究活動の基本姿勢を学ぶことに直結する活動であると考え、実践を計画した。教材として用いる micro:bit は多数のセンサが搭載されているだけでなく、信号に対するアウトプットも LED の画面表示を変えたり、メロディーが鳴るようにしたり、回路に流れる電流を制御したりすることなどが可能である。しかしそれゆえに、micro:bit を初めて使う生徒たちに何をどのように課題として提示すればよいか悩み、授業計画の段階で課題の設定にはかなりの時間を要した。プログラミング体験は実践の中に組み込むものの、micro:bit に詳しくなることや、プログラミングの知識を得ることが授業のねらいではないこと、プログラミングを通して探究活動を行うことで、何が必要で何が必要でないか、目的達成のためには何をどうしていけばよいか、などの情報活用能力の育成に焦点をあてたいことなどから、できるだけシンプルに、使用するセンサを限定し、ある一つの現象について徹底的に探究できるような課題を考えた。

もう 1 つ、課題を設定する上で意識したのが、日常生活との関連である。「自分でそうしたわけではないのに、自動で何かが変わる」というのは、興味深い現象であるが、世の中は、そのようなもので溢れている。筆者は、人が近づくと自動で開く自動ドアや、暗くなると自動で点灯する照明などをヒントに、micro:bit の明るさセンサを使用して「明るくなると自動で止まる車」をつくることを課題に考えた。さらに、探究活動そのものは個別の活動であっても、他者との学び合いの場を確保できるようロボコンの要素を取り入れ、達成すべき課題もレベル 1、レベル 2 とレベルアップできるように設定した。レベルクリアの判定については授業者が行うことにした。もう一つこだわった点は、「100%指示通り動くものを作る」ということである。自動ドアで考えたとき、人が近づいても 10 回中 1 回しか開かない自動

ドアでは、自動ドアとは言えない。10回人が近づいたら10回ともすべて、完璧に動作しなくてはいけないのは当たり前である。100%成功しなくては実社会では意味がないことを実感して欲しいとの思いもあり、「偶然うまくいった」は課題クリアの対象にしないというルールで行うことにした。

2. 情報活用能力の育成を図る工夫

本実践での情報活用能力の育成を図る工夫は、次の通りである。

情報活用能力の育成を図る工夫

micro:bit に表示される明るさをモニタリングしながら車が自動で止まるための条件を見いだす活動を通し、何をどのように改善していけば車が指定された場所で自動的に止まるのか論理的に考えさせることで、複数の条件を関連付けながら、問題解決のために必要な条件、情報を見抜く力を育成することを目指す。

3. 授業の流れ

(1) ねらい

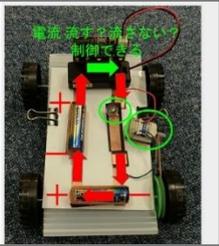
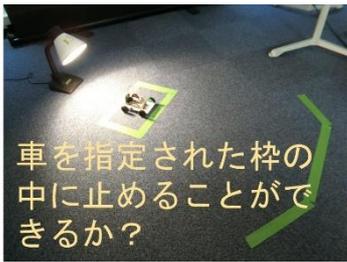
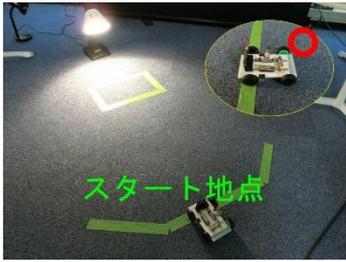
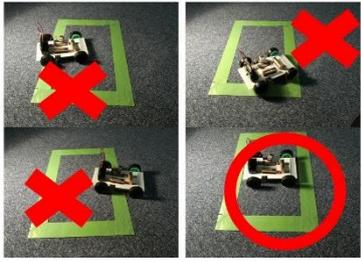
- ① 走っている車が指定された枠の中に自動で止まるために、必要な条件を見いだす。
- ② micro:bit の明るさセンサとモーターに流れる電流の ON/OFF を関連付けて考え、どのような関係性をもたせれば、課題解決につながるか見いだす。
- ③ 車を走らせる実験を行いながら、課題解決に向けてコードを改良したり、回路カードの配線を工夫したりする。



図3 実践のようす。スタート地点から車を走らせ、ライトの下の枠の中で車が自動的に止まるようプログラミングする。

(2) 展開 (50分×2時間 計100分)

	主な学習内容と活動	指導上の留意点・支援内容
導入 30分	<ul style="list-style-type: none"> ● micro:bit を知る。明るさを表示できる機能が備わっていることを知る。 ● 練習課題を知る。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>練習課題</p> <p>現在の明るさを自分の micro:bit に表示させてみよう。</p> <p>【やってみよう①】他の micro:bit と表示された数値を比較してみよう。</p> <p>【やってみよう②】明るいと、暗いところ、場所を変えて表示された数値が変わるか確認しよう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ● サンプルコード①を受け取る。 ※サンプルコードは 5. 補足参照。 ● micro:bit へのコードのダウンロードの仕方などを練習する。 	<p>操作がうまくいかない生徒のサポートを行う。</p> <p>練習課題を示す。</p>
		練習課題のサンプルコード①を示す。

	<ul style="list-style-type: none"> ● 同じ場所においても、micro:bit によって明るさの数値が異なることに気づく。 ● 明るいところ、暗いところで明るさの数値が変わることを確認する。 	<p>同じ場所においても micro:bit によって明るさの数値が異なることはこの後の作業で大切になる。ここでは周りとの数値をよく比較するよう伝える。</p>
<p>展開 50分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 回路カードに台車、モーター、乾電池、豆電球などを組み込んで示された回路(図4)をつくり、モーターが回転すると台車が動くことを確認する。 ● 探究課題1を知る。 	<p>ショート回路に注意させる。</p> <div data-bbox="938 450 1380 696" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>車の上に micro:bit を載せて、このような配線をしてみよう!</p> <p>電流が流れるように配線して、電球とモーターは並列つなぎだね。</p>  </div> <p>図4 生徒に示した回路</p>
<p>探究課題レベル1</p> <p>ライトの下でピタッと止まる車をつくろう。</p> <p>【ルール①】決められた場所から車をスタートさせ、ライトの下の決められた枠の中に自動でピタッと止まれば合格。</p> <p>【ルール②】途中、車を手で押ししたり引いたりしてはいけない。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="277 987 624 1249" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>車を指定された枠の中に止めることができるか?</p>  </div> <div data-bbox="635 987 981 1249" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>スタート地点</p>  </div> <div data-bbox="992 987 1353 1249" style="border: 1px solid black; padding: 5px;">  </div> </div>		
<p>発問1：車が止まるということはどういうことだろう？</p>		
<p>発問2：明るさセンサはどのように使えばよいか？</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ● 動いている車が止まるために必要な条件を考える。 ● 明るさセンサとモーター、回路を流れる電流について、車の動きと関連付けながらそれらの関係性を見いだす。何に対してどのような指示を出せば車が止まるのか考えさせる。 		<p>全体に問いかけ、相談させながら、出てきた考えは共有する。何に対してどのような指示を出せば車が止まるのか論理的に考えさせる。</p>
<p>情報活用能力の育成を図る工夫</p>		
<ul style="list-style-type: none"> ● サンプルコード②を受け取る。 ● 実験を行いながらコードを改良する作業を繰り返す。 ● 課題レベル1を連続してクリアすることができ、合格を得たら、課題レベル2に進む。 		<p>サンプルコード②を示す。「偶然うまくいった」は課題クリアの対象にはしない。</p>

	<p>探究課題レベル2</p> <p>レベル1のさらに80cm後ろから車をスタートさせ、レベル1と同じ枠の中に自動で止まるように改良しよう。</p>	
振り 返り 20分	<ul style="list-style-type: none"> ● 全員で車を走らせ、レベル判定をする。 ● 振り返りを行う。 	
	<p>発問3：今日は「明るさに反応して止まる車」に挑戦しました。身の回りで何かに反応して動きが変わる仕組みを持ったものには、どのようなものがあるだろう？</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ● 他者の意見や考えを聞く。 ● 振り返りを自分の言葉でまとめる。 	<p>出てきた意見は共有し、考えや発想を広げる。</p>

4. 授業を振り返って

ほとんどの生徒にとって、回路カードも micro:bit もプログラミング体験もすべて初めてであった。20名程度の生徒を対象に同じ実践を6回行ったが、数式の記号を間違えていたり、micro:bit にコードをうまくダウンロードできなかつたり、乾電池の向きが逆であったり、回路の接触が悪くモーターがまわらなかつたり、モーターの回転が台車にうまく伝わらなかつたり、等の「思い通りに動かない」アクシデントに、ほぼ全ての生徒が一度は遭遇する状況であった。筆者も授業者として対応にあたったが、もちろんそれでは手が足りず、生徒は互いに教え合いながら自ら原因を突き止める作業に時間をかけていた。今回の実践のポイントは「明るさのしきい値」を自ら実験によって見だし、その値によって電流が制御されるようにプログラミングし、指定された場所に車を確実に止めることであったが、そのことよりもむしろ「予想外のトラブルに対し、原因を見極め、対処する」作業がこの実践最大の学びのポイントであったことに実践後に気づかされた。「教わった手続き通りに作業を行ったつもりでも、いざ車を動かそうとしたとき、まったく動かない」という状況に遭遇した時、原因がソフト面にあるのか、ハード面にあるのか、見極めていくことは大変地道な作業であり、場合によっては相当な時間を費やすこともあったと予想される。授業者である筆者を呼ぶ生徒ももちろん多数いたが、筆者を呼んでもすぐに原因が判明することばかりではない。「〇〇は大丈夫かな?」、「□□はうまくつながっているかな?」、「もう一度ダウンロードしてみたらどうかな?」といった具合に1つ1つ考えられる原因を一緒に確認していくことになる。そのような中であっても、どの生徒も大変意欲的に学習に臨めたのはプログラミングに対する興味関心の高さが根本にあったように感じる。振り返りの記録(資料1)からもこのことは明らかであり、まさに学習意欲の高さによって支えられた実践であったと感じている。多くの生徒が探究課題レベル1をクリアするかどうか、というところで授業が終わったが、レベル2を授業内でギリギリクリアできた生徒も数名いた。コードに改良を加え、スピードが出すぎないように工夫する生徒もおり、課題のレベル、状況設定は妥当であったと感じている。

資料1 生徒の振り返りの記述の一部

<ul style="list-style-type: none"> ● 難しかったし最初はうまく動かなかつたけれど、最後の方にはきちんと決められた枠に車を止めることに成功して嬉しかった。 ● いつもは何度も失敗するのは嫌に感じるが、この課題では何回もロボットに期待し何回も失敗し、試行錯誤しながらやるのが楽しかった。 ● 私は、実際にプログラミングをしてみて、「AをBしたらCになるはず」などと考える必要があり、大変だったりもしたけれどうまくできた時の達成感や、楽しさを味わうことができた。私はその仮設、実験、実証の過程を自分が自主研究をするときも見失わないようにしたい。 ● 何回も失敗するけれど最後に成功したときの快感がすごかったです!!改善点や、良かった点などたくさん考え
--

- ことができましたと思います。そして、パソコンを使うのは難しかったけれどもとても勉強になりました。
- 自分で実験してみたり、なぜ成功しないのか追求する時間が長くて、とても頭を使った。ロボットのプログラミングなんてやったことなかったし、難しそうだったけど、やってみたらすごく面白くて、家でもたまにスマホでやるようになった。
- 失敗しても、それならどうすればいいのかということを考えるのが楽しかった！
- プログラミングは初めてだったが、ロボットが思い通りに動いたときに達成感を感じられた。また、うまく行かなくても、プログラミングをして、ロボットを調節するのが面白かった。
- 普段からロボットに触れることがなかったし、プログラミングみたいなことに苦手意識を持っていたので、今回やってみて面白さが分かった。
- 自分で試行錯誤しながらどれくらいの速さにしたら光に反応するのかをぴったり当てられるようになったときの、達成感と、試行錯誤して車を正確な位置に止めるのが楽しかった。
- 自分で考えながらロボットを操作するのがいかにも自主研究のようだった。自分で考えどこでこの出力をすればいいかととても考えさせられ、とてもいい経験ができてよかった。
- 活動が、かんたんにはうまくいかず、自主研でも、かんたんに実験で成功するのは難しく、そのときの考察が大切だと思い、学びになった。
- プログラミングをすることが初めてでとても面白く、興味深かった。今まで、機械系は苦手だったので、こういうことはやった事が無かったのですが、初めて今回やってみたら、楽しかったので印象に残った。
- 自分で、プログラミングをして、ロボットを動かすのが難しかったけれど、楽しかった。車が止まったときには達成感があった。
- 実際に自分で工夫したり、どうしたら動くのか考えたりしながらロボットを作ることができた。

5. 補足

【実践の会場作り】

車を走らせる関係で、授業場所にはある程度のスペースが必要である。筆者は本校の PC 室を授業場所として使用した。図 5 のようにライトを 3 台設置し、スタート地点、ゴールの枠を予め床にセットして授業を行った。

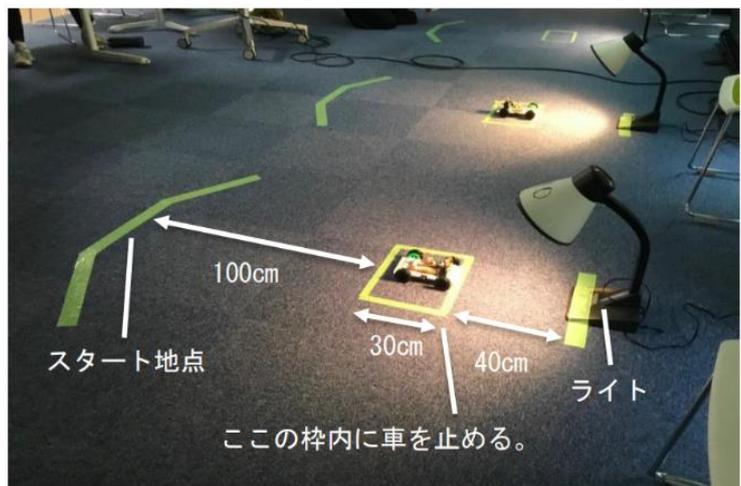


図 5 授業場所のようす 床がカーペットかタイルかによってタイヤに加わる力も変わってくるので、距離や枠の大きさは予め予備実験をして決めておく必要がある。

【サンプルコード】

サンプルコード①



※「明るさ」は「入力」から選ぶ。

サンプルコード②



※「明るさ」のしきい値は自分で変更する。

サンプルコード③



車に勢いがついてうまく止まれない場合のコードの改良例。電流 ON/OFF を短い時間で繰り返し、少しずつ車を進ませるように工夫している。

Ⅲ 2年目 第2学年理科「電流とその利用」での授業実践

1. 授業計画

第2学年で学習する「電流とその利用」では、電流、電圧、抵抗、電力、電力量と新しい量が次々に登場する。特に電圧は、電流と共にその後単元の学習を進める上で大きな鍵を握る大切な概念であるが、ただ測定を行うことに焦点が絞られてしまい、測定そのものの意味を考える機会はないまま学習が進みがちである。しかし実際は電流や電圧をモニタリングし、その値に応じて動く機械や装置が身の回りには溢れている。危険をいち早く察知するためにモニタリングし、ある値以上になると制御装置が作動するなどの場合もあるであろう。中学校理科の新学習指導要領には「理科を学ぶことの意義や有用性の実感及び理科への関心を高める観点から、日常生活や社会との関連を重視」¹⁾する旨が示されている。このことを受け、電圧の測定はどのような場面で重要になり、測定結果からどのようなことがわかるか、日常生活と関連付けて考える学習を計画した。用いた回路は回路カードにモーターと豆電球(2.5V、0.3A)、乾電池を組み合わせた図6の回路である。この状態では豆電球は光らないが、図7のようにモーターに手で負荷をかけると、豆電球が光る。この現象をもとに、「モーターに加わる力を調べるには回路の何を測定すれば良いか」考えさせ、このような仕組みを用いたものにはどのようなものがあるか考えさせる展開を考えた。

中学校理科の新学習指導要領には、コンピュータや情報通信ネットワークなどの活用に関して、各種のセンサを用いた計測についても触れている。「電流とその利用」ではデジタル表示の測定器具を使用することも考えられる¹⁾としている。実践当時すでに世の中は新型コロナウイルス感染拡大で複数名での実験、理科室の使用人数や時間等を制限されていたため、一般教室での個別実験が可能な回路カードを用いて学習を進めた。先に述べた実践事例の通り、前年度にも回路カードと micro:bit を使った経験があることを踏まえ、本実践も回路カードで回路を組み、電圧を測定する器具として micro:bit を用いる方法を考えた。micro:bit は単に電圧を測定するだけでなく、表示を数値、グラフなど必要に応じて切り替えられ、値に応じた電流制御も可能である。さらに無線通信機能を使って他の micro:bit に簡単にデータを送ることができる。つまり、ある回路の電圧の変化を離れたところでモニタリングできるのである。

今回の実践の中で、先に述べた第1学年自主研究探究基礎Ⅱでの「明るさに応じて電流を制御する」実践と関連させ、PDCA サイクルを意識して取り入れた要素がある。それは「少しでも力が加わったらすぐに豆電球が点灯するようにする」という課題の「少しでも力が加わったらすぐに」という部分である。第1学年で明るさを確認しながら電流を制御したのと同様に、負荷によるわずかな電圧の変化に反応して電流を制御するようにサンプルコードを改良し、微調整していくことが求められる。共に実験する仲間から値を教えてもらい、そのままコードに入力しても決してうまくいくとは限らない。自分のモーター、自分の micro:bit で実験を行い、確認していく必要がある。自分自身の手で「実験→数値確認→適切かどうか評価→コード

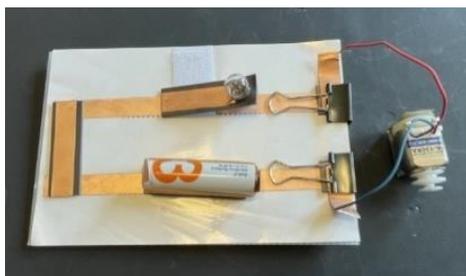


図6 モーターが回転している。この状態では豆電球の点灯は確認できない。

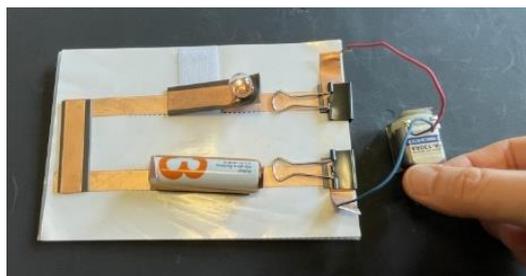


図7 モーターに手で力を加えると、ある程度力を加えたところで、豆電球が点灯する。

に反映」を繰り返す作業は探究活動に欠かせない基本姿勢と考え、じっくり取り組めるよう配慮した。

2. 情報活用能力の育成を図る工夫

本実践での情報活用能力の育成を図る工夫は、次の通りである。

情報活用能力の育成を図る工夫

モーターに負荷をかける実験を基に、負荷がかかることで加わる電圧が変化することを見だし、モーターにかかる負荷を捉える仕組みをつくる活動を通し、電圧測定の意味や必要性を理解し、得た知識を実社会での活用方法や活用場面にあてはめて考える力を育成することを目指す。

3. 授業の流れ (50分×2時間 計100分)

(1) 1時間目

① ねらい

図6の回路について、図7のようにモーターに力が加わったことを知るためには、回路の何を測定すればよいか見だし、電圧をモニタリングすることの意味や重要性を理解する。

② 展開

	主な学習内容と活動	指導上の留意点・支援内容
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ● 回路カードで乾電池、豆電球、モーターの直列回路を組む。 ● モーターが回転しているときは、豆電球は光らないこと、モーターに手で力を加えると、豆電球が光ることを確認する。 	
展開 35分	<ul style="list-style-type: none"> ● 探究課題1を知る。 	
	<p>探究課題1：モーターに力が加わったことを知るための方法を考えよう。</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ● モーターに力が加わると、豆電球が光り始めたことから、豆電球の消費電力が変化したことに気づく。 ● 回路の電圧を調べれば、モーターに力が加わったこと知ることができるのではないかと予想する。 ● 探究課題2を知る。 	豆電球が光ったことに注目させ、豆電球の明るさは消費電力で決まることを思い出させる。
	<p>探究課題2：モーターに力が加わったことをいち早く捉えよう。</p> <p>Step 1) モーターに加わる電圧を micro:bit でモニタリングしよう。</p> <p>Step 2) モーターに少しでも力が加わったら、エラーが表示されるようにしてみよう。</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> ● Step 1のサンプルコード①を受け取り、micro:bit にダウンロードする。※サンプルコードは 5. 補足参照。 ● micro:bit を図8のように電圧計と同様にモーターに対して並列に回路に組み込む。 	サンプルコード①を配布する。

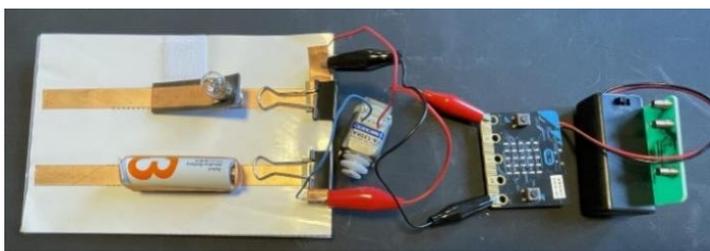


図8

- モーターに手で負荷をかけながら、モーターに加わる電圧をモニタリングする。
- micro:bit の LED 表示を見ながら、モーターに加わる負荷と電圧の変化の 관계に気づく。
- Step 2 のサンプルコード②を受け取り、micro:bit にダウンロードする。
- 少しでも負荷がかかったらエラーが表示されるようにコードを改良する。

micro:bit の表示を数値ではなくグラフにかえると、より変化を捉えやすくなる。

サンプルコード②を送る。

注目すべき値は何か考えさせる。

振り 返り 10分	<ul style="list-style-type: none"> ● モーターに力が加わると、モーターに加わる電圧が小さくなることを全体で確認する。 ● 新しく学んだこと、気づいたこと、実験の感想などを 入力する。 	個別実験のため、結果の共有は欠かさず行う。
-----------------	---	-----------------------

(2) 2 時間目

① ねらい

離れたところでモーターに加わる電圧をモニタリングする体験を通し、日常生活のどのような場面でモーターに加わる電圧のモニタリングが必要とされているか考える。

② 展開

	主な学習内容と活動	指導上の留意点・支援内容
導入 5分	<ul style="list-style-type: none"> ● 前時に学んだことを確認する。 	指名しながら全体での共有を意識して展開する。
展開 35分	<div data-bbox="295 1451 1375 1713" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>探究課題3 : モーターに力が加わったことを離れたところでいち早く捉えよう。 Step 1) モーターに加わる電圧を離れたところにある micro:bit でモニタリングしてみよう。 Step 2) モーターに少しでも力が加わったら、離れたところにある豆電球がすぐに光るようにしてみよう。</p> </div> <ul style="list-style-type: none"> ● 班で1つのグループをつくり、負荷をかけるモーターを一つ決める。 ● Step 1 のサンプルコード③を受け取り、送信側になるのか、受信側になるのか確認してから、micro:bit に必要なコードをダウンロードして、実験を行う。 ● Step 1 がうまくいったら、Step 2 に進み、サンプルコ 	<p>グループになるよう指示し、負荷をかけるモーターを決めるよう指示する。</p> <p>Step 1 のサンプルコード③を送る。</p>

	<p>ード④を受け取り、micro:bit に必要なコードをダウンロードし、実験を行う。</p>	<p>Step 2 のサンプルコード④を送る。</p>
	<div style="border: 1px dashed black; padding: 5px;"> <p>発問：モーターに加わる力を知る必要があるのは、どのような時だろう。離れた場所で知る場合も含めて、考えてみよう。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 発問について考える。 ● 他者と意見を共有する。 <p style="text-align: center; background-color: #cccccc; padding: 2px;">情報活用能力の育成を図る工夫</p> </div>	<p>ここでは正解を求めるより、電圧を測定することの意味や重要性を見いだすことを重視する。</p>
<p>振り返り 5分</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● 電流や電圧の変化から読み取れる情報があることを理解し、電流や電圧測定の意味や重要性を確認する。 ● 新しく学んだこと、気づいたこと、実験の感想などを入力する。 	

4. 授業を振り返って

電流や電圧をモニタリングし、その値に応じて動きを変えたり、アラームを表示したりする機器は日常生活で数多く存在しているが、なかなかその仕組みを考えることは無い。今回はモーターに加わる力に焦点を当てた展開であったため、モーターを用いた機械としてエレベーターやエスカレーターなどを例として提示した。例えばエレベーターでは、モーターで安全に持ち上げられる限界以上の大きい力が加わった場合、ブザーが鳴るなどして重量オーバーであることを知らせる機能がある。重量オーバーとすることは、モーターに加わる力を電圧を測定する方法で調べる方法が考えられるが、生徒からは電圧測定以外にも、床のへこみ具合で重量オーバーかを調べる、ロープに加わる力の大きさに注目する、などの意見が出た。今回の実践は、正解を問うというより、日常生活で誰もが経験している何気ない機械の動きに注目させ、どのようなことが引き金になり機械が動作しているのか考えるきっかけとして意味があったと考える。

授業の振り返り（資料2）と授業後アンケート（図9）では、第1学年時の micro:bit での学習経験を活かせたという内容のものもあり、肯定的な意見が目立った。やはりプログラミングそのものに学習意欲が向いている生徒が大半で、自分でコードを改良し、モーターに加わる力の大きさによって表示を何段階にも分けたり、LED 表示や音など様々な機能を用いてアレンジしたりすることに夢中の生徒が多く見られた。If 文の作り方などは全体に説明したわけではないが、生徒はサンプルコードの内容をもとに自分なりに改良し、互いにコードを共有しながら自発的に学習を進めていた。

筆者はモーターが回らない、うまくダウンロードできないなど様々なトラブルに遭遇している生徒の対応にあたったが、前年度から使用している回路カードと micro:bit ということもあり、操作にはかなり慣れてきている印象を受けた。また、うまくいかないことがあっても、現象を自分なりに分析しながら原因を突き止め、解決していく姿が目立った。

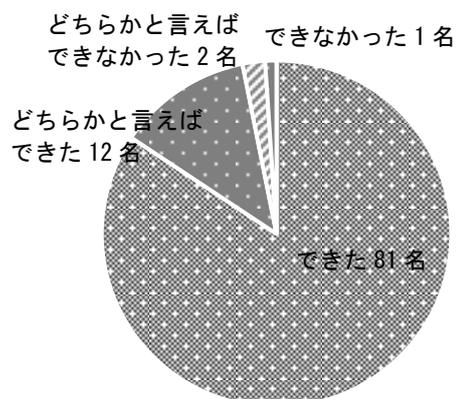


図9 自分から進んで実験ができましたか？という問いへの回答 96名回答

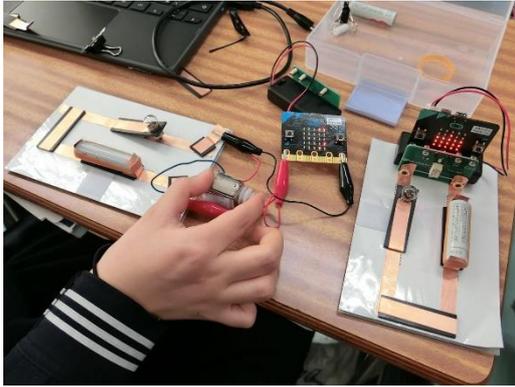


図10 実践のようす モーターに加わる電圧を測定しながら、その値を離れたところにある micro:bit に送っている。



図11 実践のようす 右下の生徒が自分のモーターに負荷をかけると、他6名の生徒の手元の豆電球が点灯する仕組みをつくった。

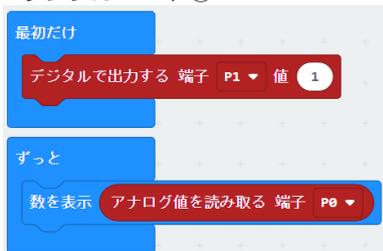
資料2 生徒の振り返りの記述の一部

- 去年自主研で少し触れたマイクロビットについて理解を深められました！
- 友達と協力して、実験を成功させるのは楽しかった。また、コードを変えれば本当にたくさんのことができるのは興味深かった。去年やったことを生かしてできたので良かったです。
- 日々、なかなか経験できないことができて楽しかったです。好きだけど機械音痴な私にとって最初は難しかったけれど、できてとても嬉しかったです！
- 最初はマイクロビットの仕組みが良くわからなくて上手く送信や受信が出来なかったけれど、だんだんと理解できるようになって自分の力で送信出来たときは嬉しかったです。最後に1人が送信して数人が受信するというのをしましたが、凄く楽しかったです。
- 途中で不具合が出たり、上手く行かない時間が多かったので、できたときの喜びはひとしおでした。みんなで協力しながら取り組むのが楽しかったです。
- ブロックを組み立ててプログラミングをすることで自分の好きなように操れるのが面白かった。
- プログラミングは普段そう簡単にできることじゃないので新鮮で面白かった。またやってみたい。
- マイクロビットは色々なことができるのに驚きました。また、2人だけでなく、何人でもつながることができてすごいと思いました。最後の大人数での実験が特に楽しかったです！
- 回路の組み方が複雑だったり友達と通信したりするのが特に難しかったです。その分成功したときに達成感があったし楽しかったです。
- すごい高度で面白いことをできて楽しかったです。去年よりもマイクロビットの理解が深まりました。
- マイクロビットはプログラミングの基礎的なものだと思いますが、実際にコードをダウンロードするとそれが反映されてマイクロビットが作動するのが良いと思いました。さらに自分でコードを作れば様々なことを命令することができるので、楽しみ方は無限大だと思います。次回はもっと難しいものに挑戦したいです。
- 一年前にもやったことがあるのである程度は知っていましたが、作業がシンプルなのでやりやすかったです。最初の工程？(手順) さえ覚えてしまえばあとはかんたんなのでパソコンや機械に弱い私にとってもわかりやすい説明でした。また、機会があったら来年もやりたいです。
- 使い方さえわかればこれから色々なことに活用できるかと思いました。コードを組むのは難しかったのですが、いざ成功すると達成感がありました。次は音楽を鳴らすコードを組んでみたいです！
- 一つのことを習得するとまたどんどん新しいことに挑戦したくなり、とても楽しかったです！また、音を出すのもやってみたいなと思いました。
- 無線で通信することが楽しかった。1年前にマイクロビットをしたときよりも、はるかに内容を理解することができた。

5. 補足

【サンプルコード】

サンプルコード①



サンプルコード②



電圧の数値を区切り、段階的に表示を変えることで、モーターに加わる負荷に応じて表示を変えることが可能である。

サンプルコード③



サンプルコード④

受信側（送信側はサンプルコード③と同じ）



IV 最後に

生徒のプログラミングに対する興味関心が非常に高く、いずれの実践事例も生徒の高い学習意欲によって展開された授業であった。理科の教科学習で実物と向き合った観察、実験が学びを深めるのと同様に、プログラミングについても、フローチャートを書いたり、複数のものの因果関係を書いてまとめただけでなく、実際にPCやタブレット、プログラミング機材を目の前に体験することが重要であることを改めて実感した。今回の実践は情報活用能力に焦点を当てた課題設定になっており、micro:bitをある量をモニタリングし、電流を制御したり通信したりする装置として回路に組み込んでいる。「ある明るさ以上になった時にモーターを止める」、「ある値以下の電圧を受信したら豆電球をつける」といった具合に、因果関係を見極めながらプログラミングしていく必要がある。また、そのしきい値も各自が実験により定めなくてはならないものである。ソフト面だけでなくハード面においても回路を正確に組むことはもちろん、思わぬ接触不良や動作不良に対応しながら探究活動を進めていかななくてはならない。この点において、どの生徒も恐らく一度は「あれ、おかしい・・・」と手探りで原因を突き止めながら学習を進める必要があったと思われるが、この経験こそ情報活用能力の育成に直結する学習経験であり、うまく成果が出た時の満足感や達成感につながるものが振り返りの記述にもあらわれていた。試行錯誤した上で得られる達成感は、さらに次の探究活動への意欲を高めることにもつながったと思われる。

一方、理科の教科学習の中で micro:bit を用いる際は、プログラミング体験自体が学習の最終目的にならないよう、授業のねらいや課題設定の仕方に留意すべきとも感じた。

micro:bit は今後さらに活用の幅が広げられるツールであると感じている。中学校理科の学習の中では、実社会ではあまり目にしないようなアナログ表示の測定器具も多数取り扱うが、それらは、その原理や仕組みを考えるだけでも深い学びにつながるものばかりである。一方、デジタル表示の測定器具や micro:bit のような多機能なマイコンボードにも、それらを用いることで現象をとらえやすくなったり、データを活用しやすくなったりするなどのメリットがある。アナログ、デジタルと2つに分けて考えるというより、例えば同じ電圧を測定する器具であっても、それぞれ得意な方面があり、用途に合わせてベストな器具を選択し、使い分けていくことが必要だと感じている。

今回の実践は本学サイエンス&エデュケーションセンターの「新たな災害時に途切れない教育システムの開発と検証」プロジェクトに参加するかたちで連携を図り、実験機材を借用し、実施することができた。令和2年度は休校から始まり、2021年4月現在も理科室の使用や器具の扱いについて制限された状況の中、観察、実験を行っている。従来のように4人で班をつくり実験を行うことができない状態が1年以上続いており、すべての実験を個別あるいは2人1組で行っている。限られた授業時間、人員、場所、器具や機材をどのように運用していくか、工夫が求められている中、今回のような他の組織・機関との連携はますます重要になると考えられる。様々な社会資源を活用し、他の組織・機関と連携を図りながら今後もさらに新しい実践を開発していきたい。

謝辞

実践にあたり、ご協力をいただきました本学サイエンス&エデュケーションセンターの貞光千春先生、大崎章弘先生、榎戸三智子先生に感謝いたします。

V 参考文献

- 1) 文部科学省「中学校学習指導要領解説 理科編」2017
- 2) 文部科学省「次世代の教育情報化推進事業（情報教育の推進等に関する調査研究）成果報告書 情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン」2019
- 3) 文部科学省「次世代の教育情報化推進事業（情報教育の推進等に関する調査研究）成果報告書 情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン」2019
第2章2節 https://www.mext.go.jp/content/20201014-mxt_jogai01-100003163_002.pdf
- 4) 榎戸三智子ほか7名「中学校理科電流単元における回路カードを使った実験教材の開発と検討」日本科学教育学会第43回年会論文集2019
- 5) スイッチエデュケーション編集部「micro:bit ではじめるプログラミング」2019