

15	豊川	豊川市立西部中学校	ホンダ ユウヤ 本田 佑哉
分科会番号	5	分科会名	理科教育（中学校）

研究題目

学んだことを生かすことで、自信をもって探究し、学びの有用性を感じる生徒の育成
 ～「OPPシート」と「ロータリースイッチ」を使用した中学2年「電化製品の回路って？」の実践を通して～

1 主題設定の理由

本学級の生徒は、元気で明るく、グループ活動に積極的に取り組むことができる。化学変化を扱う単元では、水中で花火が燃え続ける現象の仕組みを、グループの仲間と相談しながら解き明かそうとする姿が見られた。花火の酸化剤として硝酸カリウムが使われていることを伝えると、硝酸カリウムに酸素原子が含まれていることに気づき、何らかの形で分解されることで酸素が生み出されるのではないかと考え、それを確かめる実験を行っていた。このように、見通しがもてれば、さまざまな活動において非常に意欲的に取り組むことができる。ただ、個々の生徒は予想に対する根拠が乏しい傾向にあり、見通しをもって探究するところまで至っていない。また、実験結果が思うようにならなかった際に自信をもつことができず、学級単位では自分の考えを発信することが苦手であると感じた。また、単元の振り返りを見ると、目新しい事象に驚き、仲間と実験を考え、問題を解き明かす過程に満足している記述は多く見受けられるが、理科の授業において学んだことが、生活に生かされていることに気づいている記述は少ない。生徒の中で、理科の授業で学んだことが、生活の中にあふれているさまざまなものものもととなっているという意識が弱く、日々の学習が生活に生かされているという学びの有用性を実感する姿はあまり見られないことがわかった。そこで、学んだことを生かして、自分の考えに自信をもって自然の事物・現象の仕組みを探究し、学びの有用性を深く実感できるようになることを願い、研究主題を「学んだことを生かすことで、自信をもって探究し、学びの有用性を感じる生徒の育成」とした。

2 研究の構想

(1) 目ざす生徒像

研究主題を具現化する生徒像を次のように捉え、本研究ではその実現を目ざす。

- | |
|---|
| I 学んだことを生かすことで、自信をもって探究する生徒
II 学びの有用性を実感する生徒 |
|---|

(2) 研究の仮説

以上のような生徒を育てるために、次のような仮説を立てた。

- | |
|---|
| 仮説 I 学んだことをもとに根拠のある予想を立てさせ、実験を通してその正しさを確かめさせれば、自信をもって探究できるだろう。
仮説 II 学んだことを応用して考えることができる体験をさせれば、学びの有用性を感じるだろう。 |
|---|

(3) 具体的な手立て

仮説 I の手立て

- I-① 学んだことを記録した OPP シート（1枚ポートフォリオシート）をもとに、電気ヒーターの回路を予想させたり、探究が滞ったとき、探究を終えたときに立ち返らせたりする。
- I-② それぞれの予想をグループで共有し、グループとしての予想を立てさせる。

I-③ 予想をもとに、グループ単位で、実験を通して電力の切り替えができていることを証明させる。

仮説Ⅱの手立て

Ⅱ-① 電気ヒーターのロータリースイッチの仕組みについて考えさせる。

Ⅱ-② 身の周りにあるロータリースイッチが使われた電化製品を調べさせる。

3 研究の計画

(1) 単元構想 (全7時間完了)

学習の流れ (学習活動)	支援・手だて
<p style="text-align: center; border: 1px solid black; padding: 5px;">身近な電化製品の回路はどうなっているのだろう</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">電力調整可能な電気ヒーターの回路について考えよう ①</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">電力調整が可能な電気ヒーターに出会う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・スイッチを押すだけで暖かさを調整できるよね。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">電気ヒーターの回路を予想する</p> <ul style="list-style-type: none"> ・直列回路でも調整できるのかな。 ・並列回路になっていて、スイッチで切り替わっているのだろうか。 	<ul style="list-style-type: none"> ・実物を提示し、身近なものである実感をもたせる。 ・OPPシートを振り返り、根拠をもって予想を立てさせる。 【手だてⅠ-①】 ・個人で予想を立てた後、グループで考えを共有させ、グループの予想を立てさせる。 【手だてⅠ-②】
<p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">予想をもとに、電力調整ができることを証明しよう ②③④</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">電力の違いを考える</p> <ul style="list-style-type: none"> ・並列回路にすれば、流れる電流は大きくなるよね。 ・並列回路にスイッチをつなげば、調整ができそうだ。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">実験を通して証明をする</p> <ul style="list-style-type: none"> ・並列回路に同じ電熱線を2つ接続して、スイッチで切り替えることで、空気の上昇温度に違いが出た。 	<ul style="list-style-type: none"> ・グループの予想をもとに、実験を通して電力の切り替えができていることを証明させる。 【手だてⅠ-③】 ・計画や実験が滞っているグループには、再度OPPシートを振り返るように伝える。 【手だてⅠ-①】
<p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">各グループの考えを共有しよう ⑤</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">意見交流をする</p> <ul style="list-style-type: none"> ・並列回路に同じ電熱線を2つ接続して、スイッチで切り替えることで調整できた。 ・電力の切り替えで、空気の温度上昇に違いが出た。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">実際のスイッチはどのようなものか予想しよう ⑥⑦</p> <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">意見交流をする</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実際は1つしかスイッチがないから、枝分かれ部分に、電力調整できるようにしていると思う。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">ロータリースイッチが使用されている回路に出会う</p> <ul style="list-style-type: none"> ・勉強したことを応用すれば、実際に使われているものを予想できた。 <p style="border: 1px solid black; padding: 5px;">学びを振り返る</p> <ul style="list-style-type: none"> ・OPPシートを使えば、きちんと計画を立てて実験することができて、自分の考えに自信をもてた。 	<ul style="list-style-type: none"> ・生徒が作成した回路図や、各グループの実験データをテレビ画面に映し、それをを用いて説明させる。 【手だてⅠ-③】 ・グループで考えをまとめさせ、それぞれの考えを共有させる。 ・ロータリースイッチを使用し、ヒーターの回路を再現したものを提示し、どんな仕組みになっているか考えさせる。 【手だてⅡ-①】 ・身の周りにある、ロータリースイッチが使われた電化製品に気づかせる。 【手だてⅡ-②】

(2) 検証の方法

抽出生徒Aの変容を追うことにより、仮説における手だての有効性を検証することにする。生徒Aの実態と本実践における願いは以下の通りである。

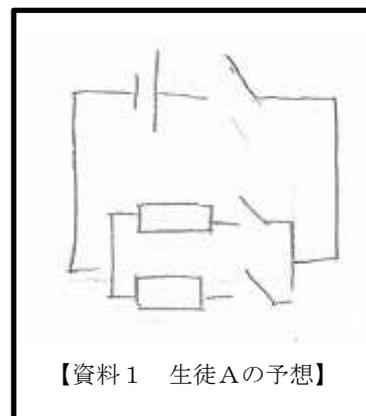
生徒Aはまじめで明るく、観察や実験においては、グループ活動に積極的に取り組む様子がある。いろいろな化学変化の単元では、常に自分なりの予想を立てることができていた。しかし、予想に対する根拠が乏しく、自分のイメージだけで考えを構築することが多い。そして、それぞれが立てた予想を自由に発表する場面では、自分の考えが正しいのか自信がもてず、発言する姿は少ない。仲間の考えに耳を傾け、グループ単位の実験を意欲的に行うことができるが、振り返りには、実験が楽しかった等の記述が多く、学びが深まった様子はあまり見られない。

そこで、生徒Aには本実践を通して、学んだことをもとにして根拠のある予想を立て、仲間と実験を行っていく中で、自分の考えに自信をもち、学びの有用性を実感できるようになる姿を期待する。

4 研究の実際と考察・検証

(1) 電力調整が可能なヒーターの回路を予想しよう (第1時)

本実践は、肌寒く感じるようになってきた11月に行った。本単元で題材とする電気ヒーターを提示し、生徒に実際に使用させると、「とても暖かい。」「確かに強弱の差はあるね。」と反応を見せた。その後、「これからは、この電気ヒーターを題材に授業を進めていきます。突然ですが、この電気ヒーターはどのような回路になっていると思いますか。」と問いかけると、それまで楽しそうな表情をしていた生徒は戸惑いを見せていた。そこで、「電熱線は2本ありますね。スイッチで切り替えを行っています。難しいように思えますが、もう勉強したことを使えばこの電気ヒーターの回路を予想できそうではないですか。学んだことを振り返ってみましょう。」と話すと、生徒は前単元でまとめたOPPシートを取り出し、電流と回路の性質について振り返っていた。ここで、「学んだことをもとにして、電力の強弱が切り替えられる電気ヒーターの回路を予想し、回路図を書いてみましょう。」と学習課題を提示した。(手だてI-①) 電気ヒーターの回路を予想し、回路図を記入させると、生徒Aは【資料1】のような予想を立てた。ここで、生徒Aとの対話を通して、OPPシートを振り返り、なぜ電熱線に電流を流すと熱が発生するのか、学びを振り返らせた。すると、生徒Aは自身のOPPシートを振り返り、「たしか、熱量が関係していました。熱量は電力の大きさに比例するから…。」とつぶやき、学んだことをもとに、予想に根拠をもたせようとしていた【資料2】。

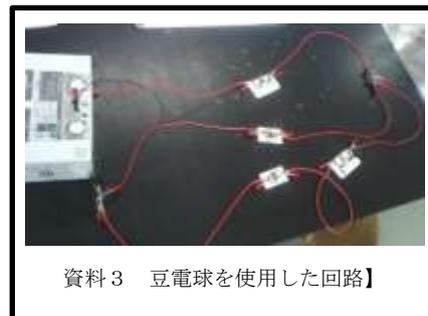


⑦ 今日の授業で「わかったこと」をまとめよう。(11/6)
 $熱(J) = 電(W) \times 時間(s)$ $電熱量(J) = 電(W) \times 時間(s)$
電流によって発生する熱量は、電の大きさと電流を流した時間に比例する。

【資料2 生徒AのOPPシートの記入①】

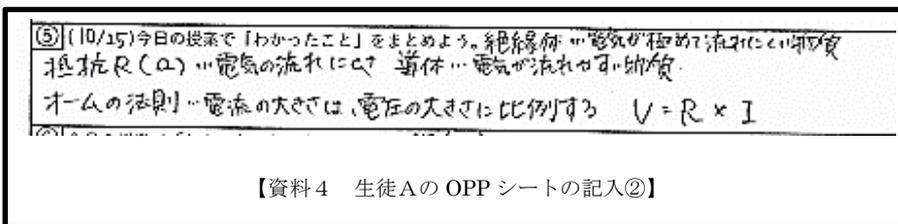
その後、グループの仲間とそれぞれの予想を話し合い、グループとして一番納得のいく回路図の予想を決めようと伝えた。(手だてI-②) 生徒Aと同じグループの生徒Bは、2本の電熱線が直列につながれている回路を予想していた。この考えにふれた生徒Aは、「直列回路でもできるのかな」と悩む様

子があった。そこで、並列回路と直列回路の違いを可視化させるために、教師から「電熱線を豆電球に置き換えて、回路を組み立ててみても構いません。」と伝えた。生徒は実際に予想した並列回路を組み立て、題材の電気ヒーター同様に、点灯する豆電球が1つのときと2つのときをスイッチにより切り替えることができる事を確認した【資料3】。その後、生徒Bの予想の直列回路も組み立てて試してみると、切り替えはできるが、豆電球の光が弱くなることに気づいた。「なぜだろう」と考えをめぐらせる姿があったため、教師から「さっき復習した熱量とか電力とか、勉強したことから、直列回路だと光が弱くなる理由を説明できるのではないか。」と声かけを行うと、グループの仲間との対話を始めた。教師の声かけにより、電力に注目するようになったが、なぜ電力の違いが生まれるのかという点までは考えを深められていない様子があった。



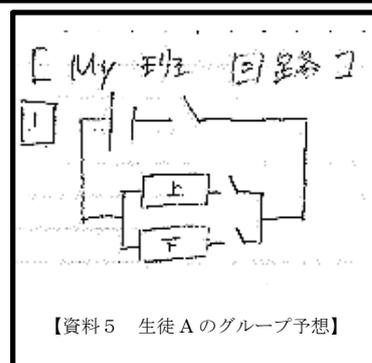
資料3 豆電球を使用した回路

生徒AがOPPシートを振り返っていたため、さらに「電力ってどういうものだったかな」と問いかけると「1秒で消費する電気エネルギーです。電流と電圧をかければ計算できました。」と答えた。「そうでしたね、実物に戻して考えてみましょう。コンセントの電圧はずっと一緒ですが、それでは電力の大小は何の差で生まれるのでしょうか。」と問うと「電流かな」と自信がなさそうに答えた。ここで、それを聞いていた生徒Bが「合成抵抗で考えれば、直列回路は回路全体の抵抗が大きくなるから、電流が小さくなるよ」と、生徒Aに伝えた。生徒Aは、生徒Bの話すことに熱心に耳を傾けて少しずつ考えを深め始めたが、自身の中で明確に理解ができていない様子があった。ここでさらに、オームの法則について振り返りをさせる声かけをすると生徒AはOPPシートを振り返り、「V(電圧)は変わらないから、R(抵抗)の大きさがI(電流)が変わる…あ！そういうことか。」と納得する様子を示した【資料4】。



【資料4 生徒AのOPPシートの記入②】

最後にグループの考えをノートにまとめさせた【資料5】。生徒Aは、自身の学びの振り返りや仲間との対話を通じて、電気ヒーターの回路は並列回路であるという予想への自信を強め、仲間もそれに賛同する形になった。教師が「電力の強弱の切り替えはどのようにするのか」と問いかけると、「弱の時は、上の電熱線にだけ電流が流れるようにスイッチを閉じます。強のときは、上下に電流が流れるように閉じます。強のときみたいに並列回路にすると、全体の抵抗が小さくなって流れる電流が増えます。あと、並列回路はそれぞれの電熱線に加わる電圧は等しいので、電力の強弱が調整できるはずです。」と自信をもった様子で答えた。



【資料5 生徒Aのグループ予想】

(2) 予想をもとに、電力調整が可能であることを証明しよう (第2～4時)

グループごとに前時に立てた電気ヒーターの回路の予想をもとにして、実際に電熱線を使って回路を組み立て、実験データを取ることで電力の強弱の調整ができていることを証明する時間を3時間設けた。(手だてI-③) 生徒Aは、仲間と対話を交わし、ビーカーの中に電熱線を入れサララップを使い密閉した空間をつくり、予想した強と弱の際の空気の上昇温度の違いを調べていた【資料6】。実験結果をまとめた生徒Aのノートには、5



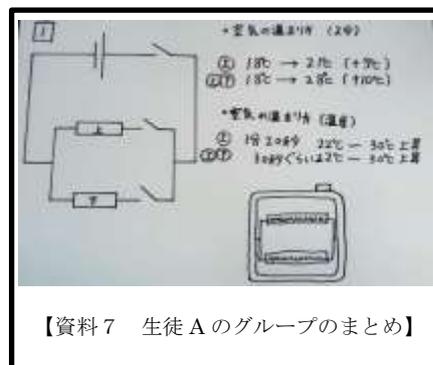
【資料6 実験の様子】

Vで2分間空気を温めると、弱のときは3℃、強のときは10℃温度が上昇し、上昇温度の違いが出たと記入されていた。生徒Aに実験はうまくいったかと聞くと、「見てください。空気の上昇温度に違いが出ました。予想通りです。」と嬉しそうに報告してくれた。

(3) 各グループの予想や結果を共有しよう (第5時)

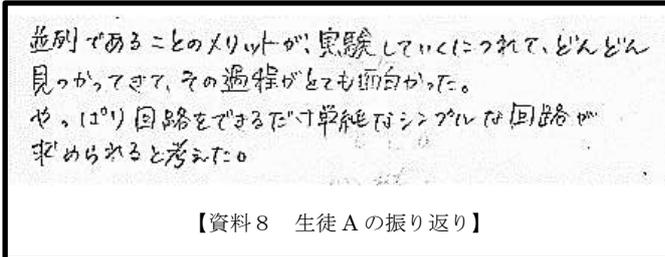
3時間の探究の後、各グループの最終的な予想や実験結果を共有する時間を設けた。多くのグループが、2つの電熱線は並列につながれており、電力調整が可能になっていると発表をする中で、生徒Aは【資料7】を用いて、自分達のグループで立てた予想と、それを証明する実験結果を堂々と発表していた。

意見交流の途中に、直列回路になっているのではないかという予想のもと探究を進めてきたグループが「自分達は直列回路で実験をしました。一応強と弱で温度の差が出ましたが、誤差かもしれません。」と話した。最後に全体に対し「並列回路なのか直列回路なのか、結局どちらなのでしょう。」と問いかけると、各々の生徒は「並列だよ」「だって電力が…」とつぶやいていた。生徒Aが「OPPシートを見たい」とつぶやいたので、全員にOPPシートを見て、もう一度考えるように伝えた。その後生徒Aを指名し、考えを発表させると「直列に2つの電熱線をつなぐと回路だと、全体の抵抗が大きくなるので電流が小さくなるから、調整はできないと思います。学んだことで考えると、並列回路だと抵抗が小さくなるから電流が大きくなるので、並列回路だと思います。」と話した。教師から「みんな納得ですか。」と全体に呼びかけると、ほとんどの生徒が大きくなるはずだった。



【資料7 生徒Aのグループのまとめ】

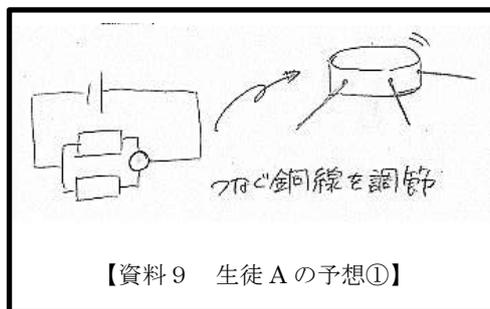
その後、生徒が実際はどうなっているのか知りたいと話したので、電気ヒーターを分解し、中身を見せた。生徒は「すごい！やっぱり並列回路だ。」と笑顔を見せ、拍手が沸き起こった。生徒Aの振り返りを見ても、学びを生かして探求する中で自信がもてたり、電化製品の回路の実用性に注目したりする記述があった【資料8】。



【資料8 生徒Aの振り返り】

(4) 実際のスイッチはどのようなものか予想しよう (第6, 7時)

単元の最後に、電気ヒーターのスイッチの仕組みに注目させ、その構造を予想させる時間を設けた。(手だてII-①)授業のはじめに、電気ヒーターのロータリースイッチを回して見せ、「実際のスイッチは一つですが、これってどんなものが回路のどこについているのでしょうか。予想を立ててみましょう。」と課題を投げかけた。生徒Aの予想を見ると、枝分かれ部分にスイッチがあると思われるが、どのような構造になっているかはわかっていないようであった【資料9】。ここで、



【資料9 生徒Aの予想①】

各グループで意見を交流して、考えを深めてみようと言った。生徒Aのグループの様子を見ていると、生徒Cが「並列回路の枝分かれ部分に、T字になっている導体があって、それが回転することで切り替えができるのではないかな。」と自分の考えを語っていた。生徒Aは熱心に聞き入り、「なるほど！それならうまくできそうだね。」と納得する姿が見られた。最後に、グループの予想を立てさせると、生徒A

は生徒 C の考えを取り入れて、最終的に【資料 10】のような予想を立てた。

その後、各グループの考えを発表させてそれぞれの考えを共有させた。生徒 A のグループの際、生徒 A が自分の図をテレビに映して欲しいと申し出たため、タブレット端末を使用し、テレビに映した。それを利用して仲間に考えを伝えると、他の生徒から「A さんの考えはすごくわかりやすい。」と声があがり、全体的に授業のはじめより、スイッチの仕組みに迫れている様子が見られた。

最後に「では、答えを発表します。実はこのスイッチは『ロータリースイッチ』と呼ばれていて、1 つだけで回路の切り替えができるもので、仕組みは A さんのグループのものが一番近いものです。実際に回路を再現しました。」と話し、生徒を教卓の周りに集めてロータリースイッチと、視覚的にわかりやすくするため、電熱線を豆電球に置き換えた回路を提示した【資料 11】。

豆電球の光で電力の強弱の切り替えを演示すると「本当だ！すごい！」と歓声が沸いた。「実はこの理科室にもロータリースイッチはたくさんありますよ。」と伝えると、生徒は「扇風機もそうだね。」「放送の音量を調節するものもそうじゃないかな。」と反応した。(手だてⅡ-②)「身の周りの電化製品は、みんなが理科の授業で勉強することを基礎として、ちょっとだけ応用したものであふれています。」と伝えて、単元を終えた。生徒 A の振り返りを見ると、学びと生活の関連に思いをさせ、学びの有用性を実感している記述があった【資料 12】。

5 おわりに

生徒が学んだことを生かして、自分の考えに明確な自信をもち自然の事物・現象に関わる中で、理科の授業で学ぶことの有用性を実感できるようになることを願って本実践を構想した。生徒 A は、学んだことを振り返り、それを活用することで電気ヒーターの回路を考えることができた経験から、学ぶことの有用性や楽しさを実感し、今まで以上に真剣に教師の話に耳を傾けるようになった。本実践の次の単元である「電流と磁界」の授業で、電流が磁界から受ける力を利用してゲーム機のコントローラーが振動することを伝えると、授業後に「先生、今日勉強したことは、スマートフォンのバイブレーションも同じですか？」と質問をするなど、学ぶことへの関心が高まり、学びと実生活とのつながりを意識できるようになった。

生徒 A に限らず、本校の生徒はまじめに授業に向き合い黙々と教師の話を聞くことができる一方で、受け身な傾向があり、自分の考えに自信をもって仲間に発信することは苦手としていると感じる。それを克服していくためには、教師が常に個々の生徒に対して学びの蓄積を可視化させることを意識し、それを日々の授業実践を通して自信へとつなげていくことが必要になる。自分自身もさらに自己研鑽を積むことで授業内容を改善していき、生徒が大きく成長できるような実践を行っていきたい。

