

27	田原	田原市立田原中学校	イシハラ リュウヤ
分科会番号	5	分科会名	理科教育（中学校）
			名前 石原 瑠也

対象を自分事化しながら追究し、考えを更新できる生徒の育成

—中学2年理科「夜の学校ってなんであんなに怖いんだろう…

ああ～こんな近くにスイッチあってよかった～」の実践を通して—

1 はじめに

2学期当初、本学級38名に理科の学習についてのアンケートを行った。このアンケートから、9割以上の生徒が理科の学習に対して好感をもっており、特に実験をしたときがおもしろいと思っていることがわかった（資料1）。

昨年度行った「凸レンズを使った望遠鏡づくり」の単位では、多くの生徒が遠くの文字が見える望遠鏡の作成を自分事の課題とし、主体的に追究に取り組むことができた。しかし、その仕組み（最適な凸レンズの組み合わせ）を科学的な根拠をもって説明することができなかった。遠くの文字を見ることができたら、そこで満足し追究が止まっていた。これは、実験の目的を見失ってしまい、実験の意図がわからなくなってしまうことが原因として考えられる。

そこで本研究では、単元「回路のつながり方」において、身近な照明とスイッチがどのような電気回路でつながっているのかを取り上げ、その仕組みを明らかにする中で主体的に問題に取り組む力を育てたいと考えた。また友達と関わり学び合うことで、生徒一人一人が自分の考えを振り返り、個人の追究をよりよい考えに更新できるようにしていきたい。

以上の思いから、本研究の主題「対象を自分事化しながら追究し、考えを更新できる生徒の育成」を設定し、目指す生徒像を以下のように設定した。

2 目指す生徒像

- ・対象を自分事化しながら、粘り強く追究することができる生徒
- ・自分の考えをもち、更新することができる生徒

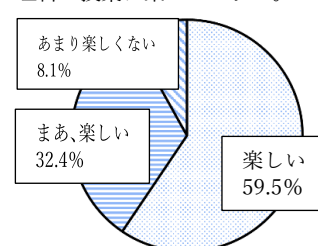
①「対象を自分事化する」とは

生徒が対象（三路スイッチを用いた電気回路）について興味をもつだけではなく、なぜそうなるのか、どうしたらそのようなことができるのか、知りたい、解決したい、という思いをもち、自ら試行錯誤し、自分なりの考えを構築していく姿とする。

②「考えを更新できる」とは

追究により、自らの考えを構築した状態から、他者の考えを聞くことで新たな視点を獲得し、自分と他者の考えを比較したり、関連付けたりすることで、自分の考えをより深めることができる姿とする。

【資料1】アンケート結果
理科の授業は楽しいですか。



理科の授業で面白いと思うのはどんなときか。（複数回答可）

実験をしたとき・・・34人
友達との話し合いをするとき・・・13人
不思議な現象を見たとき・・・14人
新たな知識を得たとき・・・1人
計算をして問題を解いたとき・・・3人
現象を理解したとき・・・6人

3 研究の方法

(1) 研究の仮説と具体的な手だて

〈仮説1〉

教材との出会わせ方を工夫し、小課題を解決する場を段階的に設定したり、自らの考えを構築する場を設定したりすれば、対象を自分事化しながら粘り強く追究することができるだろう。

〈手だて①〉教材との出会わせ方の工夫

学習課題を自分事として捉えるためには、「なぜだろう」という疑問をもつことが必要になる。さらに、その疑問を身近に存在するものから得ることができれば、解決したいという思いが高まると考えた。毎日目にしている学校の照明とスイッチだが、どのスイッチを使えばどの照明をつけたり消したりできるかを、完璧に把握している生徒はいない。そこで、生徒自ら学校内のスイッチと照明の関係を調べ、同じ照明を操作できるスイッチが2つ、3つあることに気づかせる。そこから、なぜスイッチが1つではないのか、複数あると何が違うのか、という疑問をもち、解決したいという思いを引き出せると考えた。

〈手だて②〉小課題を解決する場を段階的に設定する研究計画（次頁【資料2】参照）

電気回路の学習は、小学校4年生以来の学習となるため、単純な直列回路から回路図、並列回路を学びながら課題の解決に取り組む必要があると考えた。小学校4年生では、電池の直列つなぎと並列つなぎを学習するが、回路を組み立てるという経験が少ない。そこで、導入で取り扱った学校の電気回路を使って、4つの課題に取り組んでいく。課題解決のために、単純なものから複雑なものへと、回路を組んだり、回路図で表現したりすることで、生徒は1つ1つ知識を獲得し、学びをつなげながら、追究活動に粘り強く取り組むことができると考えた。また、段階的に学んだことをまとめる場を設けることで、対象を自分事化することができると考えた。

〈仮説2〉

意図的な指名や、考えの焦点化を組み込んだ仲間との意見交流の場を設定すれば、自らの考えを更新することができるだろう。

〈手だて③〉意図的な指名や、考えの焦点化を組み込んだ意見交流の場の設定

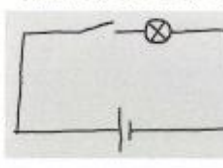
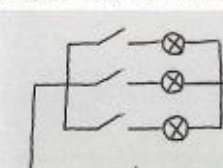
構築した考えをさらに深めるために、意見交流の場を設定する。考えを構築しているときには、自分と同じ考えの人もいれば、やろうとしていることは同じだけれど、考え方が違う人、そもそも全く違うことを考えている人がいる。そこで、意見交流の中に、意図的な指名を取り入れ、注目させたい考えに焦点化を行う。注目させたい考えに焦点化させることで、課題解決の道筋をはっきりとさせ、最終的な結論にたどり着くことができると考える。一度構築した考えからもう一度考えてみることで、自らの考えを更新し、より深い理解につながると考えた。

(2) 仮説の検証方法

生徒Aの変容を分析することで、仮説に対する手だての有効性を検証する。

生徒Aは、普段の学生記にも授業で学んだ理科の内容を書いてくるような理科が好きな生徒である。授業のノートもきれいにまとめることができる。しかし、考えをまとめることが苦手で、全体場で意見を言うこともなかなかできない。そこで、本研究を通して、対象を自分事化することで、自らの考えの構築に向けて粘り強く追究してほしいと考えた。また、追究を通して作った自らの考えをまとめ、他者の考えを聞き、新たな視点を獲得し、自分と他者の考えを比較したり、関連づけたりすることで、考えをより深めることができるようになってほしいと考えた。

【資料2】研究計画

段階	生徒の思い・考え、焦点化したい考え	教師の手だて
つなぐ	学校内のスイッチと照明の関係を調べよう ① ・スイッチ1つで照明が1つ光るものが多いな ・1つの照明を2つとか3つのスイッチで操作する場所もある スイッチの操作で照明を操作できる仕組みを知りたい ②③④ ＜段階分け＞ ・トイレと教室、廊下、階段、スイッチと照明の関係を考えると、トイレが一番簡単そう ・まずはトイレから考えてみよう  ＜電気の流れ＞ ・電気が流れる道(回路)がつながっていることが豆電球が光るためには必要 ・並列につなげることで、電気の流れを2本にすることができるのか  ＜回路図＞ ・回路を回路図で書いて残しておくことで、次につなげることができる ・回路の見た目は違うけど回路図で書いたときは同じになることがある  トイレと教室の回路がわかった。回路がつながっているかどうかを調べることが大事なんだ。次は、1つの照明を複数のスイッチで操作する廊下や階段の回路を考えたい	教材との出会わせ方の工夫 田原中学校の電気回路を明らかにしたいという気持ちをもつために、学校内の照明とスイッチの関係性を調べる時間をつくる。 小課題を解決する場を段階的に設定 学んだことを生かし、新しい課題に考えをつなげていくことができるように、学んだことの共有やワークシートのポートフォリオ化をし、段階を踏んで課題を解決する活動を取り入れる。 
つくる	どのスイッチでも豆電球の ON/OFF を操作するためには、どうすればよいか(個人追究)⑤⑥⑦ ＜並列回路＞ ・スイッチを直列でつなげても意味がないから、スイッチは並列につなげるのかな ＜回路のつくり方＞ ・スイッチ、豆電球、電池の位置を変えることしかできない。これらを入れ替えて試してみよう ＜スイッチの種類＞ ・普段使っているスイッチ以外にも違う形のスイッチがある。試しに使ってみよう	考えを構築する場の設定 実験結果をもとに根拠のある自分の意見をもつことができるように、教師の朱書きや教師、仲間との対話を含む、仮説や予想を立てて自らの考えを構築する場(個人追究)を設定する。
つぎつめる	どのスイッチでも豆電球の ON/OFF を操作するためには、どうすればよいか⑧ ・並列の部分にスイッチを使ってみた  ・スイッチの種類を変えてみた  ・スイッチで並列回路を作ってみた  より良い回路はどれだろうか なぜその回路だと「どのスイッチでも豆電球の ON/OFF が操作できる」のだろうか ・一方がつながっているともう一方で操作しても照明が消えない、だからダメだ ・どちらのスイッチを操作しても ON/OFF が切り替えられた。これはいける ・スイッチを使うことで回路を切り替えることができるのか。この考えは使える 焦点化 スwitchで回路を切り替えることができるというのは本当か。電気がどう流れているのか、調べてみたい ・スイッチを回路を切り替えるために使うことができたのか ・スイッチを操作することでつなぐ導線を変えることができるのか 並列回路の分岐の部分に三路スイッチを使うことで、どのスイッチでも豆電球の ON/OFF が操作できる。この回路を使うことで2か所から照明の ON/OFF の操作ができるのか スイッチが3つ以上になったらどうなるのだろうか⑨ ・スイッチが3つ以上になっても同じようにできるのかな ・光る回路、光らない回路を切り替えるようにスイッチを使うのかな ・スイッチが3か所になったら生活の質がもっと上がりそうだな	意見交流の場の設定 仲間との考えを交流し、生徒が新しい視点をもてるように、意図的な指名や、注目したい考えの焦点化を組み込んだ、意見交流の場を設ける。

4 研究の実際と考察

(1) 学校内のスイッチと照明の関係を調べよう<手だて①>

単元の導入として、1枚のプリントを配り（資料3）、夜の学校について話をした。プリントのようなときに、みんなだったらどうするかと聞かけると、「電気をつければいい」「教室をつけたままにして、廊下の電気をつければいい」などという声が上がった。さらに、電気をつけられる場所を知っているかと聞かけると、「なんとなく」や「たぶん」といったあいまいな答えが返ってきた。そこで、どこスイッチを操作すれば、どこ照明がつくのかを、自分たちで調べることにした。

生徒Aは、トイレには照明とスイッチが1つずつ存在すること、教室には照明とスイッチが3つずつ存在すること、廊下には照明が1つで、それを操作できるスイッチが2つ存在していることに気づいてワークシートにまとめている（資料4）。さらに、

わからなかったこと、疑問に思ったこととして、「どうして2つのスイッチで全く同じところがつくのか」と記述した。他の生徒も同じような疑問をもっていたことから、「廊下のように2つのスイッチで1つの照明を操作することができる仕組み」を明らかにすることをクラス全体の単元の課題として設定した。生徒Aの記述から、生徒の身近に存在するスイッチを導入として用い、スイッチの数の違いに着目させたことで、そのスイッチの謎について解決したいと思いをもち始めたことがわかる。

(2) スwitchの操作で照明を操作できる仕組みを知ろう<手だて②>

この段階では、前時の課題とした「廊下のように2つのスイッチで1つの照明を操作することができる仕組み」の解明に向けて、必要な知識の習得を目ざした。また、段階を踏んで課題を解決していくことで獲得した知識を使って次の疑問の解決にたどりつけるように、クラス全体の課題も含めて4つの回路づくりを課題とした。

- ・トイレの回路（スイッチ1つ、豆電球1つ）
- ・教室の回路（スイッチ3つ、豆電球3つ）
- ・廊下の回路（スイッチ2つ、豆電球1つ）
- ・階段の回路（スイッチ3つ、豆電球1つ）

トイレの回路作成後の生徒Aの振り返りからは、回路が一つにつながることで、電流が流れる条件であることを理解し、スイッチの役割にも注目していることがわかる（資料5下線部①）。また、生徒Aは、メインの課題である廊下の回路についての予想をたてていた（資料5下線部②）。ここから、小課題で得た学びをつなげて追究活動に取り組もうとしていることがわかる。教室の回路作成では、回路図をつかって表現し、つながりを確認することで、正しく照明がつく回路を

【資料3】導入プリント内容

夜遅い時間になればなるほど、学校内は真っ暗になる。それでも、3階のこの教室まで暗い中、1階の職員室から来なければいけない。真っ暗な中では、階段もろくに登れないため、階段、廊下、教室と明かりをつけて登ってくる。そんな時に、明かりのありがたさに気づく。教室に行くときはよいのだが、職員室に戻るときにたまにあるのが、廊下や階段の明かりが消えていることだ。教室の明かりを消すと、真っ暗になって、どうしようと思うときがある。

【資料4】第1時 生徒Aのワークシート

わからなかったこと わからなかったこと、疑問に思ったこと

・2階も3階も、3つずつのスイッチは同じ場所にある。
 ・3階はライトが複数あつて1つのスイッチで、その階の3つのライトは全てつく。
 ・1つのスイッチで複数ライトがつく。

・どうして教室は1つのスイッチで全てつかないのか。
 ・どうして2つのスイッチで全く同じところがつくのか。

廊下：ス2つ 電1つ★
 階段：ス3つ 電1つ★
 教室：ス3つ 電3つ
 トイレ：ス1つ 電1つ

【資料5】第2時の生徒Aの授業日記

- ① 電気を流すものどうにかつなげて、1つの回路に電球から光らせるの仕組みを考えた。スイッチをつけているときは、金属の部分がぶれあつていて回路がつながつていないので光らないんだと思ひました。
- ② 廊下や階段は、1つの回路にスイッチが2つあるのかもしれないと思ひました。でも、そうだとすると、どういふしくつなげるかなと人に思ひました。

作成することができた。振り返りでは「並列つなぎをすることで、電池1つで3つの回路ができることがわかりました。」と書いていた(資料6)。小課題により、並列つなぎや回路図を使った表現を獲得し、粘り強く追究に取り組むことができたと言える。

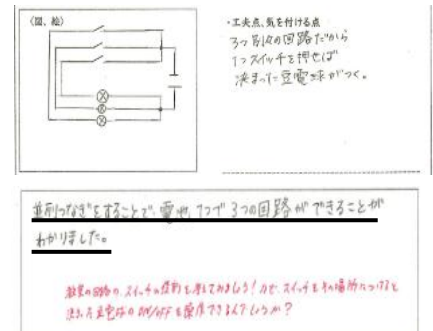
(3) 「どのスイッチでも豆電球の ON/OFF を操作するためには、どうすればよいか」考えてみよう<手だて②>

メインの課題である廊下の回路の仕組みについて自由に追究し、まとめを作成する場を設定した。生徒Aは、始め教室の回路と同じように、並列につなぐことを考えたが、どのスイッチでも豆電球の ON/OFF を操作する仕組みにならず、正解にはたどりつかなかった。生徒Aは、三路スイッチは使っているものの、自分の考えた回路だと、片方のスイッチが豆電球がない方につながっていると、もう片方のスイッチで豆電球を ON にできないことに気づいており、わからないこともふくめて、自分なりの言葉でまとめていた。生徒Aが対象を自分事化しながら粘り強く追究していることがわかる(資料7)。

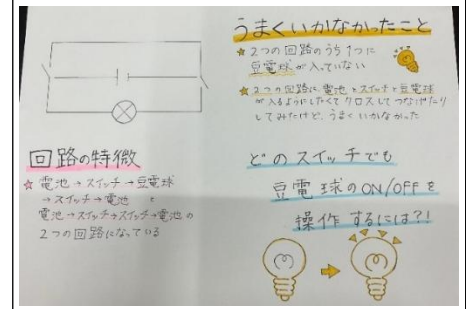
(4) 新しい視点をもとに自分の考えを更新しよう<手だて③>

課題の解決に向けて仲間の考えを聞き、自分の考えに足りなかったことに気づき、考えを更新できるように、意見交流の場を設定した。新たな視点を与えるための意図的な指名と、注目したい考えに焦点化を行いながら意見交流を行った(資料8)。

【資料6】第4時の生徒Aのワークシート



【資料7】生徒Aの発表資料

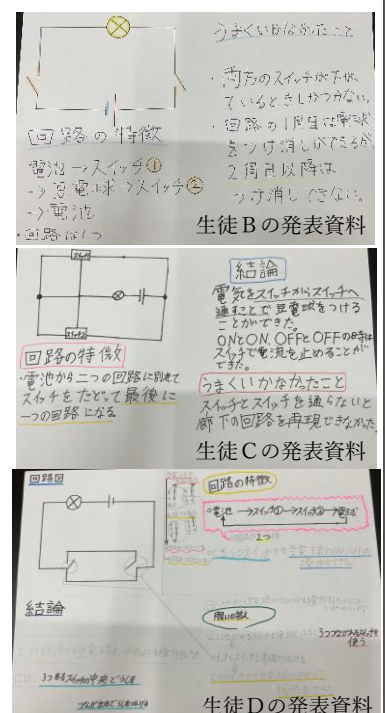


【資料8】第8時の授業記録(波線:意図的な指名する意見、黒枠:焦点化する考え)

- 教師 : 「どのスイッチでも豆電球の ON/OFF を操作するためには、どうすればよいか」
うまういかなかったけど発表してくれる人はいますか
- 生徒B : 両方のスイッチが下がっているときしか豆電球は光らない。1周目は豆電球をつけて消すことができるが、2周目ができない
- 教師 : では、他の人はどうかな
- 生徒A : 回路を2つ作ってみたけど、片方の回路の中に、豆電球が入っていなかったから豆電球が光らない時があった
- 教師 : 他にもうまういかなかった人もいると思うけど、今度はうまういった人に聞いてみましょう
- 生徒C : 電気をスイッチからスイッチへ通すことで、豆電球を光らせることができた。スイッチが ON と ON、OFF と OFF の時は電流を止めることができる
- 教師 : スイッチとスイッチをつなげることが大事なんだね。他の人にも聞いてみよう
- 生徒D : 導線を3つつなげられるスイッチを使って、中央同士をつなげ、左右の端同士をつなげることで、どちらのスイッチでも豆電球の ON/OFF の操作ができる
- 教師 : 生徒Cと生徒Dの回路のようにスイッチを組み込むと、本当にうまういのか、実際に作って試してみましょう

・・・検証・・・

- 教師 : どうだったかな。では、うまういった人たちの共通点は何だろう
- 生徒 : 導線を3つつなげられるスイッチを使っている
- 生徒 : スイッチ同士の同じ場所をつないでいる
- 生徒 : 全く同じものを通る回路が2つある
- 教師 : スイッチを使っている場所についてはどうだったかな
- 生徒 : 回路が2つに別れる場所と1つにまとまる場所に使われている
- 教師 : では、「どのスイッチでも豆電球の ON/OFF を操作するためには、どうすればよいか」この問いに対する答えをまとめてみましょう



生徒Aは、この意見交流に臨む前は、電流の流れに着目することができておらず、スイッチを

使って、つなぐ導線を切り替えるという発想をもっていなかった。意見交流後のまとめでは、「スイッチ同士をつなげれば、どちらを操作しても、回路をつなげたり、切ったりできるということがわかりました」と書いていた(資料9)。

【資料9】第8時の生徒Aのワークシート

スイッチ同士をつなげれば、どちらを操作しても、回路をつなげたり、切ったりできるということがわかりました。
私たちが考えた回路は、できなかつたけれど、豆電球と電池のとなりの真ん中のところに入れれば、できなかつたんじゃないかな。

電流の流れを切り替えるためにスイッチを用いるという友達の考えを理解し、自分のまとめと比較することで、新たな視点をもつことができている。意図的な指名と考えの焦点化を組み込んだ意見交流の場の設定によって、自らの考えを更新することができたといえる。

5 研究の成果と課題

(1) 仮説1について

手だて①では、校舎が暗い中、1階から3階まで行かなくてはならないというエピソード(資料1)と身近に存在する照明とスイッチを調べることで、生徒A自ら廊下のスイッチの仕組みについて疑問をもつことができた。生徒Aは、わからなかったこと、疑問に思ったこととして、「どうして2つのスイッチで全く同じところがつくのか」と書いており(資料4)、対象を自分事化するための手だてとして、有効だったといえる。

手だて②では、課題を段階ごとに提示する研究計画を考えた。1つできたら、次の課題に進むという形で授業を進めていったことで、生徒Aは、教室の回路を通して得た「電池以外を並列でつなぐことができる」という知識(資料6)を用いて廊下の回路を考えている様子が見られた。このことから、小課題を解決する場を設けて段階的に学習したことは、生徒が1つ1つ知識を獲得し、学びをつなげ、対象を自分事化しながら粘り強く追究することに有効だったといえる。

(2) 仮説2について

手だて③では、意図的な指名や、考えの焦点化を組み込んだ仲間との意見交流の場を設定した。生徒Aは、廊下の照明の仕組みを考える際に、始めは電流の流れに着目できずに、正解の回路を作ることができなかった(資料7)。意見交流後では、電流の流れに着目し、スイッチの正しいつなぎ方を考えることができた(資料9)。このことから、手だて③は、自らの考えを更新することに有効だったといえる。

(3) 今後の課題

段階を踏んで課題を解決する活動を取り入れたことで、知識や技能を獲得しながら追究に取り組むことができたが、「2つのスイッチで照明のON/OFFを操作できる回路の解明」という大きなテーマから意識が遠ざかってしまう生徒も多く見られた。今後は、大きなテーマを解決していく中で知識を身につけることができるような単元構想の工夫をしていきたい。今回はスイッチの使い方というところで終わってしまい、「なぜ」その使い方をすると廊下の回路が再現できるのか、「スイッチでつなぐ導線を切り替える」という考えまでいけなかった。今後は、理科の見方・考え方にもう少しふれられるよう、生徒との対話や朱書きを行えるようにしていきたい。

6 終わりに

本実践で、3つの手だてにより、課題解決に向けて進んでいく生徒Aの姿が見られた。理科を学ぶうえで、一番楽しいことは日常の中にさまざまな現象が存在していることだと考える。日常で起こることに疑問をもち、その疑問の解決に向かっていける生徒が増えていくことを目指し、今後も主体的に問題に取り組む力を育てていくために、研究を重ねていきたい。