

試行錯誤と言語化から生まれる学び

～中学校2年 電気の世界～

阿賀野市立安田中学校 宇尾野 卓巳 (23年度)

主張

生徒に追究したいという気持ちをもたせたまま、学んだことをもとに課題を解決させるためには、①自分ごとになるような疑問を生じさせる導入課題の設定、②生徒の思考やイメージを言語化する教師の働きかけ、③既習事項や仮説をもとにした導入課題の再検証、を取り入れた「単元構成」の工夫が有効だった。

I 主題設定の理由

私はこれまで探究の過程を意識して単元を構成し、授業を行ってきた。しかし、教師の指示に従って、探究の過程に沿って進めるだけでは、生徒を“追究したい”という気持ちにさせることが難しく、単元の学習内容を学ぶ意欲も持続しなかった。

そこで、追究したいという気持ちをもたせたまま、学んだことをもとに課題を解決できるよう単元構成を工夫する。まず、生徒が追究したいと思える課題を提示し、単元の学習内容に必要感をもたせる。そして、探究の過程において、仮説や考察を自分なりの表現で話したり、記述したりさせることで課題解決への見通しをもたせる。併せて、生徒の記述内容や発言に対して教師が問い返すことで、生徒のもつイメージや、既習を活かした表現を引き出していき、意欲を持続させる。単元には、導入課題を再検証する場面を設け、導入時の疑問を解決できるようにする。

II 実践の方法と内容

1 解決できない事象から、新たな疑問を生じさせる導入課題の設定

単元の導入で、学習内容がわかっていないと解決できない事象を提示する。生徒が「やってみたい」という気持ちのままに実験を行い、解決できない経験をすることで自然と「どうしたらうまくいくのか」を知りたくなり、課題が“自分事”になる。生徒が立てた仮説をもとに課題を解決させることができれば、さらに主体性が高まるだろうと考える。

2 生徒の思考やイメージを言語化する教師の働きかけ

仮説や考察を記述させつつ、記述の内容について教師が問い返しを行う。問い返しで別の言葉で言えるよう促すことで、既習事項とつなげたり、具体物とつなげたりする表現に改善されることが期待できる。併せて、生徒の発言を学級全体に紹介し、その内容について吟味させることで、理解が深まると考える。

3 既習事項や仮説をもとにした導入課題の再検証

導入課題での疑問を単元末で再度提示する。既習事項を活かして課題を解決することで、単元の学習への有用感がさらに高まると考える。

III 指導の実際

(1) 実践1 第1章 静電気と電流 (静電気でもポリエチレンのひもを浮かせる ～電気クラゲ～)

第1時に電気クラゲを演示すると、生徒はすぐにやってみたい!と言い出した。その後、生徒が実験を行うと、ひもの大きさ・重さ・裂き方・塩ビ棒のこすり方等様々な要因により、上手く浮かべられない。生徒はなぜうまくいかないのか、教師との違いは何か注目して、2回目の演示実験を見た。「ひもより先に塩ビ棒をこすっているのは関係あるのかな?」「ひもの方はあまりバチバチ音がしていない」「ティッシュに何か原因があるのでは?」など演示中に様々な発言があった。その後、生徒が再度、実験を行った。生徒たちは「ひもの結び目の上を切って軽くする」「細かく裂く」といった工夫をしていたが、うまく浮かべることができなかった。教師の演示と同じ道具で、同じように実験して

いるのに上手いかないことで、「電気クラゲを浮かべたい」という意識がさらに高まった。

表 1 学習の流れ (第 1 章 静電気と電流 の一部)

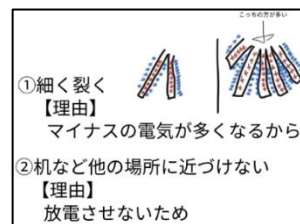
	□教師 ■生徒	
1 時	□電気クラゲを演示する。■電気クラゲを作る・浮かべる。…失敗！ □再度、演示する。■仮説を立てる。 ■再度、電気クラゲを作る・浮かべる。…失敗！ ■工夫と結果をまとめる。	<p>ポリエチレンのひもをうかせよう</p>
2 時	■教科書実験 (ストロー) を行う。 ■実験結果を、電気クラゲに置き換えて考える。	
3 時	■静電気で水道水を曲げる実験を行う。 □水も電気をもっていること、水に触れると帯電していたマイナスの電気が水に移動することを説明する。 ■電気クラゲをうまく浮かべる方法を考察する。■仮説を立てる。	
4 時	■仮説をもとに再度、電気クラゲを作る・浮かべる…成功！ ■考察を記述する。	

第 2 時では、教科書実験 (電気を帯びたストロー同士が退け合う) から、プラスとマイナスの電気について学んだ。以下は、マイナスの電気の移動の話の後の生徒 S1 と教師 T のやりとりである。

S1 「還元っぽいよね、還元って関係ありますか？」 T 「というと？」
 S1 「還元の時はずっと酸素を奪いやすかったって話だったから、どっちが電気を奪いやすいかな。」
 T 「すべての物体は 2 つをこすり合わせるとどっちがマイナスを受け取りやすかったってのは決まっています。ストローとティッシュならストローが。みたいな。」
 S1 「そういう意味では酸化還元のどっちが酸素を奪いやすかったってのと一緒かと。」

生徒 S1 は、2 つの物質をこすり合わせるとマイナスの電気が一方に移動するという現象を、既習事項である還元(単元：原子・分子と化学変化)と結びつけている。知識の転移(還元の学習が静電気の学習に影響を与えている)が見られた場面だった。さらに、生徒 S1 の発言を教師が取り上げ、学級全体へ投げかけた。生徒 S1 の発言内容の意味についてペアで話をさせた後、他の生徒を指名し、発表させたところ、「S1 さんの考えは、電気を奪いやすい方が決まっているという意味だと思いました。」と述べた。始めは S1 だけのものだった考えが、全体の共通認識へと変わるとともに、生徒の言葉で既習事項とつなぐことができた。

第 3 時では、水道水を静電気で曲げる実験を通して、水も電気をもつことや水に触れると静電気が起きにくくなることを学んだ。その後、学習したことを活かして電気クラゲを成功させるための方法を考えた。考えさせる際には①電気クラゲのつくり方、②浮かべるまでの動き、の 2 点について、改良することや気を付けることを仮説としてまとめさせた。右図は生徒の記述である。細かく裂くことの利点を静電気と結びつけて理解していることが分かる。浮かべるまでの動きについても、放電させないように保つ必要があることを理解していることが分かる。多くの生徒が“マイナスの電気”、“反発”、“放電”などの用語を使い、仮説を記述したり、図示したりしていた。また、仮説を立てる際には、机間指導でその考えに至った理由を尋ねて回った。以下は、生徒 S2、S3 とのやりとりである。



“細かく裂く”と記述した生徒
 T 「細かく裂くとどんないいことがあるの？電气的には？」 S2 「マイナスの電気が増える。」
 T 「なんで？」 S2 「柔毛と同じ。表面積が増える。裂いた分だけマイナスが増える」
 T 「というと？」 S2 「たとえば手をこう(くっつけて)こすると、こう(指の間に指が絡むように)こするとこち(指が絡む方)が静電気起きる」
 T 「なんで？」 S2 「ティッシュと触れる表面積が大きい」

“ティッシュを2枚使う”と記述した生徒

T「どんな作戦？」 S3「ティッシュ2枚」

T「なんで？」 S3「ティッシュ2枚ならプラスとマイナスが多くなるから、こすったら、たくさんマイナスがうつる」

S2 に対し、教師が別の言葉で言えるように促すことで、「マイナスの電気が増える」という既習事項とつなぐ発言や「指が絡むイメージ」という指の側面にあたる部分にも電気があるという「断面積」という微視の視点の表現を引き出すことができた。さらに、生徒 S2 の発言を教師が取り上げ、学級全体へ投げかけた。S2 の発言内容の意味についてペアで話をさせたことで、各々が自分の言葉で相手に伝えようとしており、S2 の考えが理解できたようだった。全体へ投げかけ、説明し合う活動を行うことで、あいまいな表現を具体へとつなぐ力を発揮させることができた。

S3 とのやり取りも S2 と同様に、教師が問い返すことで、既習事項である電氣的な性質とつなぐことができた。

第4時では、それぞれの仮説をもとに電気クラゲの実験を行った。乾燥させた方が水分の影響を受けにくいため、ヒーターの前に生徒が殺到するなど、学習を活かして取り組む様子が見られた。以下は生徒の考察である。

・うまく浮かべるには、ひもがねじれないようにしながらこすることだと思う。ねじれなければ表面積が増えて、マイナスの面が増えるから。他には友達から「必要のない部分は切って軽くすると良い」というアドバイスが良かった。

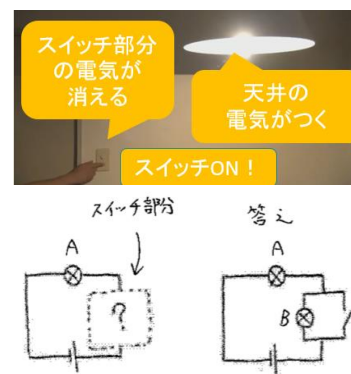
・電気クラゲを小さくすればいいと思っていたが、ただ軽くするだけではダメで、静電気がたまる表面積を大きくしつつ、軽くしなければならぬことが分かった。

・一人は塩ビ棒をこすり、もう一人はクラゲをこするという分担が効果的だった。棒もバチバチと電気がたまり、クラゲも足が広がっていた。2人で分担し、お互いにさわらないようにすることで、放電を防ぐことができたと思う。

単元を通して、電氣的な性質を理解したうえで、成功させる方法を見出ししている様子が見えてくる。

(2) 実践2 第2章 電流の性質 (部屋の電気のスイッチ)

第1時にアクティブ10「電気抵抗」の序盤を見せた。部屋の電気はスイッチをONにすると天井の電気が点き、スイッチ部分の電気が消える。身近でよく目にするものだが、どんな回路になっているかを考えたことはなかったようで、想像もつかない様子だった。黒板に、スイッチ部分を隠した図を書き、「簡易スイッチ」「豆電球 B(3.8V0.3A)」「導線」を使ってスイッチ部分の回路を作らせた(※豆電球 A は 1.5V0.3A)。生徒は試行錯誤しながら回路を組み、10~15分程で正解にたどり着くことができた。正しく回路を組むことができた生徒に「ON のとき(OFF のとき)、電流はどう流れていると思う？」と聞き、回路をなぞらせた。右はその時の生徒と教師の会話である。



T「ON のときはどう電流が流れてる？」

S4「こう(回路を枝分かれするよになぞる)かな。」

T「でも豆電球 B 光ってないけど」

S4「うーん、B には電流が流れてるのかな、流れてないのかな。」

生徒 S4 は電流が流れるイメージと光り方の違いから疑問をもっていた。さらに、S4 の疑問を教師が取り上げ、学級全体へ投げかけた。全員共通の疑問となったところで

疑問を解き明かすための方法を考えたところ、「電流計でそれぞれの豆電球に流れる電流の大きさを確かめられそう！」という意見が出た。生徒の“疑問”を解決可能な“課題”へと変えることができた。

第1時で生徒が持った疑問をもとに、第2時以降の学習を進めていった。単元の終わりに、再び部屋の電気の回路について考えさせた。図は、生徒の考察である。スイッチ ON のとき、並列回路では抵抗

の少ない方を多くの電子が通ること、電力（電流×電圧）の大きい豆電球 A が明るく光ることをまとめている。OFF のときについても、実験で確かめた電圧の違いをもとにまとめることができていた。

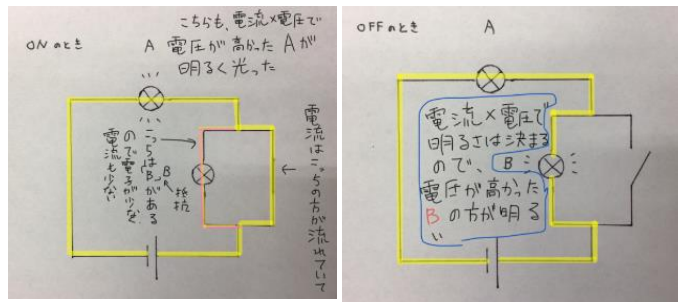
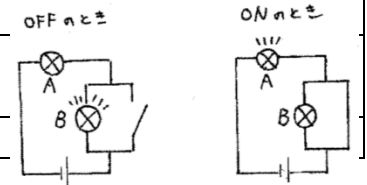


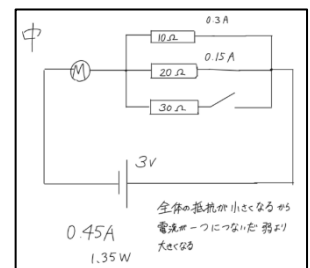
表 2 学習の流れ（第 2 章 電流の性質 の一部）

	□教師 ■生徒
1 時	□アクティブ 10「電気抵抗」を途中まで見せる。■部屋の電気の回路を組む。…試行錯誤 ■ON のとき、OFF のときに電流がどのように流れていたと思うか図に書き込ませる。
2～ 4 時	■直列回路の電流を測定する。…豆電球の明るさは電流の大きさだけでは決まらない。 ■並列回路の電流を測定する。…枝分かれするとき、抵抗の大きさによって電流が分かれる比率が変わる。
5・ 6 時	■直列回路の電圧を測定する。…抵抗の大きい豆電球の方に大きい電圧がかかっている。 ■並列回路の電圧を測定する。…各部に同じ電圧がかかるので、抵抗の小さい電球に多くの電流が流れる。
7 時	■直列回路・並列回路の電流と電圧を測定する。 …豆電球の明るさは電流と電圧両方によって決まる。
8 時	■部屋の電気の光り方が変わるはどんなしくみか。



(3) 実践 3 第 2 章 電流の性質（扇風機の弱・中・強）

オームの法則を学習した後、扇風機を作る実践を行った。「3 種類の抵抗器を使って、扇風機の『弱・中・強』を作るにはどうしたらよいか」を課題に、各班に 10Ω、20Ω、30Ω の抵抗器を 1 つずつ、モーター 1 個、簡易スイッチ 3 つ、乾電池 2 個を与えた。一見、それぞれを単純回路でつなげばよさそうだが、実験をすると 20Ω や 30Ω の抵抗器は電池 2 個ではモーターが回らない。想定していた通りにモーターが回らなかったことで、「モーターを回したい」「扇風機(弱・中・強)を作りたい」という意欲が高まった。生徒は試行錯誤しながら、並列つなぎを利用して扇風機(弱・中・強)の回路を組んだ。回路を組んだ後、電源が 3V だとすると、弱・中・強のときモーターには何 A の電流が流れているか、計算させた。生徒は既習事項のオームの法則や並列回路の性質を思い出しながら、計算し、図にまとめた(右図)。以下は生徒の感想である。多くの生徒に身近な回路への興味をもたせることができた。



・並列つなぎは便利だと思った。今日の学びのおかげで、今後、電化製品を見たときに、脳内で回路図を考えてしまいそうなので、正しい回路を組めるようにしたい。

IV 成果

生徒の振り返りでは以下のような記述があった。

- ・日常生活で使える知識や、今まで知ってそうで意外と知らなかったことを他の单元より多く学習できた。
- ・疑問を解決するのに、人の意見を参考にしたり、仮説を立てたりすることが大切だと思った。
- ・最初に疑問に思ったことが、学習が進むにつれて解決していくのが面白かった。

これらの生徒のように多くが「“疑問”から始まる单元構成」の有用性を感じていたことがわかる。また追究していく様子も主体性が持続し、生徒が進んで試行錯誤している様子が印象的だった。

〈参考文献〉 三市北蒲原郡地区理科教育センター「令和 4 年度 研究収録」