

4 「理究」の考えるシームレスな理科授業モデル

事例2 「電気」の原理を既習や生活と結びつけ、追究し達成感を味わう

小学校理科では、「電気」について「磁石」と関連づけながら、次のように学習していきます。

[第3学年]単元「明かりをつけよう」…電気の通り道について追究する活動を通して「回路」について

[第4学年]単元「電気のはたらき」…乾電池の数やつなぎ方、光電池について

[第5学年]単元「電流が生み出す力」…電磁石について

[第6学年]単元「電気と私たちの暮らし」…エネルギーの変換と保存に関わる内容について

この学びの経験を持って、子どもたちの学びは中学校での電気の学習へつながっていきます。

この小学校の学習では、「電気」の性質を実験結果から帰納的に追究します。しかし、小学生には、目に見えない事象や抽象的な概念を捉えることが難しいという発達段階にあります。そこで小学校理科では、事象を体験することを何度も繰り返して概念として獲得したり、体験している学習内容と新たな問題から見いだされた実験結果を関係づけて考えたりするなど、調べたいという意欲を高めながら学習していきます。

小学校の学習内容では、「電流の流れる向き」や「並列つなぎと直列つなぎの電流の大きさのちがい」の理由は学習しません。「どうしてかな？」と問題を持った生徒は中学校の理科学習で小学校の学習を生かしながら、予想し、追究することにより、それらの問いを解決出来る喜びを持つことができます。

小学校理科での子どもたちのつまずきに、3年「回路」の理解と4年「電流の流れ」の可視化があります。H29、H30の田村市立滝根小学校の実践をご紹介します。

○ 単元を通して何度も出てくるキーワード「一つの輪」 ～第3学年「明かりをつけよう」～

導入では、どのようにしたら明かりがつくのかという問いを持てるように、豆電球に明かりがつく簡単なおもちゃを提示した。

C: うわあ！光った！ぼくも作ってみたい！ C: どうやったら明かりがつくのかな？

T: この線はどうなっているんだろうね。

C: 電池につながっている！

各自自由に豆電球と乾電池のつなぎ方を考える活動に入り、明かりがつくときとつかないときを比較しながら、明かりがつくときは電気の通り道が「一つの輪」のようにになっていることに気付くことができた。

その後も、「一つの輪」という概念をさらに深めるために、「ソケットなしでも明かりがつくのか」「導線の中ではどんなことが起きているのか」「電気を通す物と通さない物」など焦点化された問いから、実験・観察を繰り返す。児童は、実感を伴いながら「一つの輪」になっていることを確認し、電気が通るイメージ概念や金属を回路に使うと明かりがつくという概念を獲得することができた。

○ おもちゃ作りにも「回路」「一つの輪」だね！ —一つの輪になった回路のさらなる意味づけ—

今までに学んだ知識を活用して仕組みを説明する場を設けるために、単元の終末に明かりがつくおもちゃ作りを行った。

「どうやって遊ぶの？」

「クイズに正解すると回路がつながって明かりがつくよ！」

おもちゃ作りを通して、導線の長さや回路の関係や明かりがつかない理由などが明らかになり、「一つの輪になった回路」についての理解がより深まった。



一つの輪の仕組みを使ったおもちゃ

子どもたちは単元学習での様々な問いを「回路は一つの輪」という概念を繰り返し検証することにより、確実な理解につなげています。

次は、第4学年「電気のはたらき」で見えないものを可視化することで理解につなげた実践です。

○ 電気はどのように流れているのだろう ―検流計を使った電流の視覚的な確かめ―

「3年生でこんな実験をやったよね。」「回路や一つの輪になっていることを学習した！」など復習と同時に、残っていた子どもたちの疑問「電流はどう流れる？」を提示した。

C：＋極と－極からそれぞれ出て、豆電球のところでぶつかって明かりがつくと思う。(右図：左)

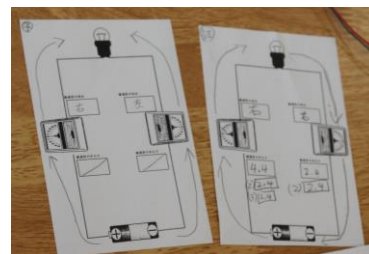
乾電池に赤い線と緑の線をそれぞれつないだときについたから！

C：ぼくは＋極から－極に向かって流れていると思うよ。豆電球に明かりをつけて、－極に帰ってくると思う。(右図：右)

C：ぼくもそう思う！電気が「マラソン」みたいになってる。

電気の流れを調べる実験道具として、検流計があることを指導した。

＋極から豆電球までの検流計の針については全員が「右」と納得したが、豆電球から－極に向かう電気の流れについては、あちこちで疑問の声が挙がり、何回もつなぎ直して検流計の針を凝視している。他のペアに結果を聞きに行き、話し合いながら学ぶ姿(右図)が見られた。



電流の向きを予想したシート



予想を確かめる子どもたち

○ ミニ扇風機を作ってみたよ！でも、風がこない、、、一乾電池の向きが変わると何が変わる？―

ミニ扇風機を作ることにした回路図を書く際には、しつこいようだが(3年生からのつながりで)ここでも「一つの輪」を確認した。ミニ扇風機が完成したが、ここである問題が起きた。

C：風が来ない・・・。

C：何かまちがっているのかな。

C：あ、乾電池の向きがちがう！

「乾電池の向きを変えるとモーターの回る向きが変わるのか」という問いができた。

再び検流計を用いて調べることになった。検流計を用いて調べた結果、乾電池の向きを変えると検流計の針の向きが変わったこと、乾電池の向きを変えるとモーターが回る向きが変わることが分かった。

○ プロペラをもっと速く回したい！一乾電池が2つになると速く回る？―

教師は乾電池を2つにしたことを児童には秘密にして、とても速く回るミニ扇風機を提示した。児童は乾電池が2つになったからだ予想した。

乾電池が2つの場合の回路図をかいてみることにした。すると、直列つなぎの回路図をかいた児童がほとんどだったが、並列つなぎの回路図をかいた児童もいた。そこで、直列つなぎと並列つなぎ、どちらも実際にプロペラを回してみる。

C：やっぱり2つにすると速く回るよ！

C：あれ？でも、つなぎ方がちがうと速くならないよ？

検流計をつかって直列つなぎと並列つなぎの電流の大きさを調べてみることにした。

C：並列つなぎは乾電池1つのときと同じ数値だ！

C：だから、並列つなぎの時はあまり速く回らなかったんだね。

児童は直列つなぎと並列つなぎを比較しながら、違いを理解することができた。

検流計を使うことで、目に見えない電流を回路図にモデル化し、電流の存在を確かに意識することができました。

次に、R3 都路小第6学年「電気と私たちの暮らし」と都路中第2学年「電気の世界」の実践をご紹介します。

◎ 小学校と中学校をシームレスにつなぐ「問い」

小学校6年「電気と私たちの暮らし」では、身の回りに電気を使う製品があふれていることを改めて意識し、手回し発電機での「発電」を体験します。4年時には乾電池でモーターを回すことを学んでいますが、ここではモーターを回すと発電もできることを経験します。

Iさんは発電を学んだ後、右図のように「電気は、どうやって作っているのか？」と新たな問いが生まれました。しかし本単元では、その原理は追究しません。そこで担任は、学級全員でこの問いを共有し、「この問いは中学校で学ぶことができるよ。」と期待を持って進学できるようにしました。

このように、小学校での「問い」は、中学校理科学習でその原理を学ぶことが出来ます。

P8に掲載した理科が好きだという福島大学の学生の言葉に「目の前のことから分かった瞬間がすごく好きだった」とあります。理科によって、自分の問いの原理を解明できたとき、既習と結びついて新たな概念を構築できたときなどの喜びは、児童生徒の理科学習がシームレスにつながる大切な要素だと考えます。

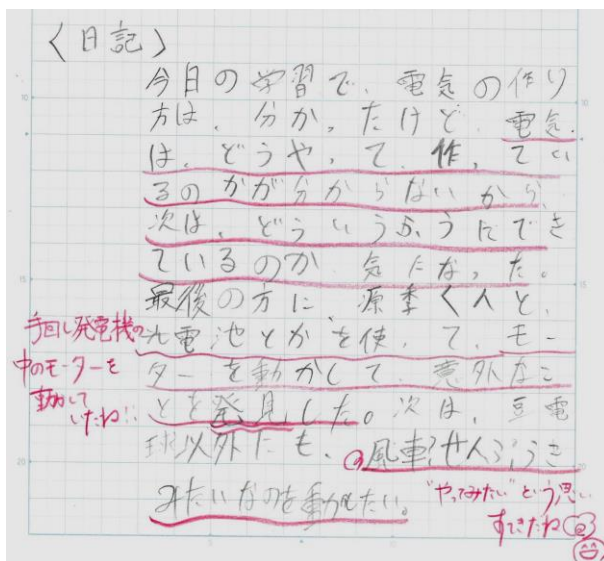



図 発電に対する新たな「問い」

◎ 「小中共通の柱」とシームレスな問題解決

6年「電気と私たちの暮らし」では、5年生までに学習した「電気」に関する内容を踏まえ、量的・関係的な見方を働かせながら、発電や蓄電、電気の変換について問題解決を展開していきます。一貫校の都路中学校理科担当とTTなどで協力しながらの実践は、児童生徒の問いが繋がる「単元構想図」にまとめました。また、小・中の理科担当が互いの学習内容を照らし合わせ、小学校の学習内容から『小中共通の柱』を協働で設定しました（P27左）。P27右は、小学校の学習を基にした中学校との主な関連事項をまとめました。

この「小中共通の柱」を小学校、中学校理科担当がともに意識することで、子どもたちの「問い」が繋がりが、シームレスで主体的な問題解決が出来ると考えます。また中学校では、常に小学校での学習内容をふり返り、確認することで小学校での学びが中学校につながります。（P27 )

「小学生の時に学習した〇〇って、こういうことだったんだね！」

「だからあの時、こうだったのか！」

と、生徒が小学校で学習した事象の原理を説明できるようになる姿を期待しています。

このように、児童生徒が学びのつながりを実感することが、自らの既習事項や生活経験など、自身を取り巻く環境とのつながりを意識して主体的に学ぶ「深い学び」につながるのではないのでしょうか。

P28、P29は、小学校の単元構想と同様の考えで構想した都路中学校の実践です。生徒の問いと言葉が明確になっていることで授業者の評価と授業改善に生かすことができました。さらに、小学校でも働かせてきた「定量的な見方」をもとに実験を進めていきます。

静電気って知ってる？ → **静かな電気？**

よく冬にバチバチっとなるやつ → **電気？**

下敷きで髪が立ち上がる → **静電気を感覚的にとらえていることを把握**

この二つって、同じ「静電気」なの？

静電気がたまっているか、静電気が(電気のように)流れていくかの違い？

どちらもこすると起こるから同じものかな？

実験方法は提示し、目的意識を持たせることを重視した

情報提示

ストローと紙袋を使って、髪が立ち上がる現象と同じような実験をすることができます。

静電気の性質について確かめていきたい！

静電気の性質について知る 1時目

実験 こすり合わせたストローや紙袋を近づける

して考察	ストロー しりぞけ合う。	ストロー 同じしりぞけ合う。	ストロー しりぞけ合う。
	紙袋 引き合う。	紙袋 引き合う。	紙袋 引き合う。

磁石と同じ性質だ！

紙袋とストローをこすることで、二つの極に分かれた！
(期待する気づき)

電気の+と-が磁石のSとNの関係になる！

同じ極どうしは引き合い、異なる極どうしはしりぞけあう。(小3)

静電気は、+や-に**帯電**している電気のことである。磁石のように**反発したり引き合ったり**する。

バチバチっとなる方の静電気はどうなっているのかな

わざと間違った言葉の使い方で問いかけ

帯電した電気が飛び出す？ → **既習事項からの考察**

情報提示

前時にまとめたモデルを使って原理の解説をした

実はその通りです。帯電した電気が、元に戻る時に、こすった時とは逆の電気の移動が起こりますね。このバチバチっと言うのは、正しくは静電気が「**放電**」すると言います。

マイナスの電気が移動することは濁しておいた

誤認の訂正

帯電した静電気が、±0の状態に戻ろうと移動することで、**放電**が発生する。

放電って、ヒトのからだは大丈夫なのかな？

静電気は弱そうだから大丈夫なはず！

雷とかは危ないけど、静電気の放電は大丈夫。

情報提示

教科書で雷について確認した”電圧”についてはまだ詳しく扱っていないため、電気を流そうとする力とらえさせた

雷も静電気の仲間ですよ！

え、じゃあ危ない！


帯電しすぎると危ないのかな

放電についても詳しく知りたい

放電について詳しく知る 2時目

演示 誘導コイルを使って、真空放電管に放電する様子を観察する

誘導コイル



真空放電管



放電

陰極線

情報提示

日常生活で帯電した電気は、**誘導コイル**の放電ほど電気を流そうとする力が強くないから、そこまで危険ではありません。

コンセントで感電するってテレビでやった！ **疑問をつなげる**

お、じゃあそれは単元の後半に詳しく調べていこうね！さて、蛍光板にスリットがある**真空放電**から、放電した電気の特徴を考えよう。

ノートに図で表し考察した

光みたいになすすぐに進んでいく
(期待する気づき)

電気は黄色い？ → それは蛍光塗料の色だよ！

電気を流そうとする力が大きい**放電**は危険。放電した**電気**は、**光**のように**まっすぐ直進**する。

電気が流れるって言葉使ってきたけど、電気の流れることを何ていうんだっけ。

電流! → 電流の向きってどうなるんだっけ

電流は+から-に向かって流れる (小3) ← **復習!** → …どうだっけ。

針が動いている方に流れていた!

「電流」って何がどう流れているのかな。電気の種類は+とか-とか出てきたけどさ・・・

十の電気が、一極の方に流れるから、+から-に電流が流れる? → 十の電気は一極に移動して、-の電気は+に移動する?


十の電気が流れているのを見て確認したことある? → じゃあなぜ電流の向きは+から-なんだろうね。

ないです。 → じゃあ調べよう! につながる「**困り感**」を引き出す発問 → …。

電流とは、何がどのように流れているのかを確かめたい

電流の正体 (何がどのように流れているか) を調べる **3時目**

演示 クルックス管の放電を観察する

予想 

根拠の少ない「想像」で予想を立てる生徒が多かったため、結果を示し、近い予想の生徒をピックアップ

→ 向きにポイントを絞るための演技

→ 十極から光を当てたようになる!

ごめん! 先生間違っって電極をみんなで確認した方と逆にしてた! みんなが言っていた方に繋ぎ変えるね! → 金属板のシルエットが見えなくなる

一極の方から電気が出ている? → +極からは電気が出ないから反応しない!

電流の向きと逆向きってこと?(期待する気づき) → 後ほど振り返るため、簡単に気づきを共有した

クルックス管からは、放射線がでて危ないね。近寄らないようにしましょう。

情報提示 → 後半に学習する放射線について危険性のみ簡単に触れた。

電気が流れる向きはわかってきましたね。どんなものが流れているかも考えていきましょう。ちょっと危ない実験なので、動画を見せます。

演示 陰極線に帯電したものを近づける

電極板に高電圧をかける実験器具がないため、磁石を使った疑似的な実験を行った。磁石ではなく「帯電したもの」と捉えさせることで、静電気の特徴から現象を説明する思考にさせた。

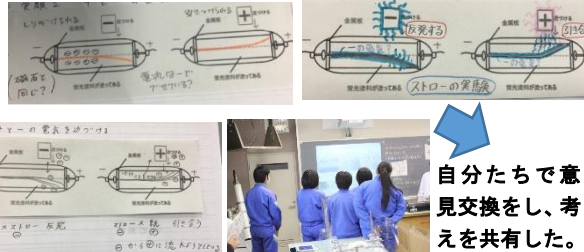
静電気と同じ! → 一の電気の性質だ!

「-」極だから、そっちから-の電気が出ている!

電気は、-の電気が一極から+極に向かって流れている。

なんで電流の向きは+から-って習ったんだろう・・・。(期待する気づき) → 電流についての歴史や、電流の向きの決まりについて目を向けさせた。

自分たちで意見交換をし、考えを共有した。

考察 

情報提示 → 陰極線、トムソンについてもまとめる

一の電気の正体は電子で、これは電流の向きを決めた後に発見されたんです。

小学校で嘘を教わったわけじゃなかったんだ!

さて、実験で危険だと言っていた放射線は、どんな種類があるのでしょうか。

α線、β線、宇宙線などコンピュータで学んだ! → 今回の実験で見た放射線はどれだろう。 → 放射線についてはある程度知識があることを把握

前回は発生した放射線の種類を知りたい

放射線の種類について知る。 **4時目**

クルックス管からは X線が出ていたんだ!

レントゲンは聞いたことある!

放射線の透過性を知ろう!

放射線は、α線、β線、γ線やX線などがあり、種類によって放射線を遮る(弱める)方法が異なる。

