

第 6 学年 理科 学習指導案

1 単元名 電流による発熱

2 単元の目標

電流が光や運動、磁力に変えられるように、電熱線に電流を流すことで電気が熱に変えられることをとらえることができる。

異なる太さの電熱線に電流を流した時の発熱の仕方を比較して、電熱線の太さと発熱の仕方の関係が分かる。

3 提案

理科の学習において、子どもの問題意識の中から課題を設定し、実験結果の仮説を立て問題解決学習を行ってきた。しかし、子どもに論拠のない仮説を立てさせて実験を行っても、その結果が当たりはずれで終わってしまい、考察が深まらなかった。その結果、自然事象への科学的な見方や考え方がしっかりとてななかった。論拠のある自分の仮説を立てさせなかったため、仮説の実証性・再現性を検証して結論を導く科学的な思考力を高めることができなかった。

そこで、論拠の明確な仮説を設定することで、科学的な思考力を高めていこうと考えた。そして、主体的な問題解決を行わせることにより、自分で解決することができたという実感を得させていきたいと考えた。

○ 単元で目指す子どもの姿

- ・電熱線と電流の働きについて、「電熱線の発熱の要因は、電熱線と電流の働きによるものである」という見方や考え方ができる。
- ・発砲スチロールカッターを取り入れ、発砲スチロールを切ることで、電気が熱に変換されることや電熱線の太さと発熱の仕方の関係を実感できる。

○ 実感を伴った理解をした子どもの具体的な姿

- ・電熱線の発熱の要因を、実験結果を基に仮説やイメージ図と関連させて考察し、自分の言葉や図で説明することができる。
- ・学んだ電流の働きを生かして、発砲スチロールカッターを作り直し、自分の考えていた通りの結果を得ることができる。

4 単元の構想

「電流による発熱」の単元においては、電熱線の中を流れる電流の働きによって、電熱線が発熱すること、電熱線の太さによって発熱の仕方が変わることを観察・実験によって理解させる必要がある。しかし、電熱線の中を流れる電気の姿を実際に見ることはできない。また、電熱線の発熱については、現象自体はおもしろく興味をもつことができるが、電気が熱に変換されるという本質的なところまで実感を伴って理解することが難しい。見えない世界をどのようにイメージし、目の前に起きる現象と結び付けることができるかが、実感を伴った理解への大きなポイント

になる。自然事象の本質的なつくりや仕組みにまで目を向けさせ、子どもの見方や考え方を表出させ、子どもが推論しながら主体的な問題解決学習をさせることとした。そのために以下の手立て講じた。

(1) 他教科と連携した課題設定

子どもたちは、「電流のはたらき」の学習で「電池が熱くなる」「導線が熱かった」などから「電気は熱にも変わるのではないか」と電気の熱へのエネルギー変換に目を向け始めていた。このような中、図工の学習における発泡スチロールを使った作品づくりで、カッターやはさみで加工することのやりにくさを感じていた。そこで、発泡スチロールを簡単に加工できる道具として発砲スチロールカッターを紹介し、これを使って実際に作品づくりをしていく中で、子どもたちが気づいた疑問を理科の学習で解決する課題として設定する。

(2) イメージ図への表現

電熱線の中を流れる電気の働きは、既習事項や生活経験を基にした見方や考え方だけでは、なんとなく起こる現象の予測はできても、論拠の明確な仮説を立てることは難しい。

そこで、目に見えない自然事象のつくりや、仕組みが分かりにくい自然事象に対する自分の見方や考え方を明確にさせるために、イメージ図として表現させる。イメージ図は、モデルの数、方向、場所など表現方法を限定して書かせる。表現方法を限定する意図は、観察や実験の視点が明確になり見通しをもって取り組むことができるからである。また、明確な視点に沿って考察することで、実験結果とイメージ図の関係を明らかにすることができる。さらに、実験結果から得られた事実に基づいてイメージ図を書き直すことで、結論を考えるための論拠をもたせ、科学的な見方や考え方を構築させていく。また、イメージ図にはそのようにイメージ図を考えた理由を書かせる。これは仮説を考える論拠となる見方や考え方をもつことを助けるからである。

(3) 論拠を明確にした説明活動

既習事項や生活経験を基にした見方や考え方だけでは、電熱線がどのように発熱するか現象を説明することができても、本質的に何が起こって電熱線が発熱したのか説明することは難しい。そこで、事象の変化が、なぜ起こったのか、質的变化に目を向けさせるために、イメージ図を活用した説明活動を行う。イメージ図を用いて、仮説の説明活動を行わせることで、自分の見方や考え方を表出させることができ、変化の本質的な仕組みまで考える視点がはっきりし、論拠の明確な仮説を設定することができる。

説明活動は、グループごとに、自分の立てた仮説をイメージ図を使って論拠を明確にしながら説明し合う。また、観察・実験の結果として得られた事実に基づいて、イメージ図を見直させることで、科学的な見方や考え方を構築する。さらに、見直したイメージ図を用いて、結論の説明活動を行わせることで、妥当な見方や考え方に基づいて、論拠を明確にしながら自然事象を説明することを促していく。

(4) 本單元における 実感を伴った理解のとらえ

- ① 具体的な体験を通して形づくられる理解
 - ドライヤー、電熱器、発泡スチロールカッターを使う体験
 - 見えないものをイメージするモデル体験
 - 仮説を検証するための実験
- ② 主体的な問題解決を通して得られる理解

- 単元全体を通して解決していく課題設定
 - 自分の見方や考え方を表現するイメージ図
 - 論拠の明確な仮説の設定
 - イメージ図を用いた論拠を明確にした説明活動
- ③ 実際の自然や生活との関係への認識を含む理解
- 発砲スチロールカッターを使った作品作り

5 指導計画

	主な学習活動	留意点												
第1時	<ul style="list-style-type: none"> ○ 電流のはたらきには、どのようなものがあったか。 <ul style="list-style-type: none"> ・ 電流は豆電球を光らせたり、モーターを回したり、電磁石になったりした。 ・ 実験中に電池や導線が熱くなった。 ・ 電流は熱にも変わるのではないかな。 ・ 身の回りには、ドライヤー、電気ストーブ、電熱器などがある。 ○ 発砲スチロールカッターを作ろう <ul style="list-style-type: none"> ・ 発砲スチロールカッターで発砲スチロールを切ってみせる。 ・ 自分の発砲スチロールカッターを作り、いろいろな発砲スチロールを切ってみる。 <p>電熱線に電流を流すと、電熱線は発熱する。</p> <p>電流は光に変えることができるのと同様に、熱に変えることができる。</p> <p>薄い発砲スチロールは簡単に切れるが、厚いものはなかなか切ることができない。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既習事項・生活経験を振り返りながら、電流のエネルギー変換を整理する。 ・ 子どもたちの気付きから、電気の熱への変換に目を向けさせる。 ・ ドライヤー、電熱器は実物を用意する。 ・ 電気を熱エネルギーに変換した道具として発砲スチロールカッターを提示する。 ・ 材料（電池2個、電熱線0.1mm・6cm） ・ 発砲スチロールは薄いものから厚いものまで用意する。 ・ 電熱線の扱いは注意させる。 												
第2時	<ul style="list-style-type: none"> ○ 厚い発砲スチロールを簡単に切るにはどうしたらよいだろうか。 <ol style="list-style-type: none"> ① 電流（電池の数）を変える ② 電熱線の太さを変える <ul style="list-style-type: none"> ・ モデルを使ったイメージ図をかく。 ・ イメージ図と関連させた理由を書く。 ・ 自分の仮説を立てる。 <p>「電気が金属にたくさんぶつかると熱くなる だから 太い電熱線の方が細い電熱線に 比べて 熱くなる。」</p> <p>「よって 0.1mmと0.4mmの発熱を 比べる実験をして0.4mmの方が熱くなれば 仮説が正しい。」</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ グループで自分の立てた仮説をイメージ図を使って説明し合う。 ・ 条件制御を行い、実験計画を立てる。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>変える条件（調べたいこと）</th> <th colspan="2">そろえる条件</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>①</td> <td>電流（電池の数） 1本 2本 3本</td> <td>電熱線の長さ 6cm</td> <td>電熱線の太さ 0.1mm</td> </tr> <tr> <td>②</td> <td>電熱線の太さ 0.1mmと0.4mm</td> <td>電熱線の長さ 6cm</td> <td>電池の数 2本</td> </tr> </tbody> </table> 		変える条件（調べたいこと）	そろえる条件		①	電流（電池の数） 1本 2本 3本	電熱線の長さ 6cm	電熱線の太さ 0.1mm	②	電熱線の太さ 0.1mmと0.4mm	電熱線の長さ 6cm	電池の数 2本	<ul style="list-style-type: none"> ・ 子どもの問いから課題設定する。 ・ 他の考えも出てくると予想されるが、与えられた材料で考えさせる。 ・ 電気と電熱線のモデルを提示する。 ・ 限定したイメージ図（モデルの数、矢印、熱エネルギーへの変換） ・ モデルを使ったイメージ図をかく。 ・ イメージ図と関連させた理由をキーワードを参考にして書く。 ・ イメージ図と理由を論拠に仮説を設定する。 ・ 仮説を検証するための実験計画を立てる。
	変える条件（調べたいこと）	そろえる条件												
①	電流（電池の数） 1本 2本 3本	電熱線の長さ 6cm	電熱線の太さ 0.1mm											
②	電熱線の太さ 0.1mmと0.4mm	電熱線の長さ 6cm	電池の数 2本											
第3時	<ul style="list-style-type: none"> ○ 電流のはたらきを調べよう① 実験① 電流（電池の数）を変える <ul style="list-style-type: none"> ・ 仮説を確かめてから、実験を行う。 ・ グループごとに、発砲スチロールの溶ける速さを比べる。 ・ 結果を黒板の表に書き出す。 ・ 全員で仮説の妥当性を検討する。 ・ イメージ図と理由を書き直す。 ・ 自分なりの結論を導く。 <p>「実験の結果は 乾電池2本の方が熱くなった。」</p> 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 実験①は意見の対立がほとんどないと考えられる。 ・ 実験の視点を明確にする。互いのモデルを使ったイメージ図で比較・検討したいところに焦点を当てる。 ・ ストップウォッチで計測して、データを収集する。 ・ 考察では、イメージ図と理由を書き直し、それを論拠にして自分なりの結論を導かせる。 ・ 主体的な問題解決を通して満 												

	<p>「それは 乾電池 2本の方が1本に 比べて 電気が金属に早くぶつかって熱くなったからである。」</p> <ul style="list-style-type: none"> グループで自分の出した結論をイメージ図を使って説明し合う。 <p>電流は強い方が発熱量が多い。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 足感をもって理解させる。 電熱線の扱いは注意させる。
第4時 本時	<ul style="list-style-type: none"> ○ 電流のはたらきを調べよう② 実験② 電熱線の太さを変える 自分の仮説で作り直した発砲スチロールカッターで発砲スチロールを切ってみる。 自分の仮説の立場を明らかにしてから、実験を行う。 グループごとに、発砲スチロールの溶ける早さを比べる。 結果を黒板の表に書き出す。 全員で仮説の妥当性を検討する。 イメージ図と理由を書き直す。 自分なりの結論を導く。 <p>「実験の結果は 0.4mmの太い電熱線の方が熱くなった。」</p> <p>「それは 太い電熱線の方が細い電熱線に 比べて 電気が金属にたくさんぶつかって熱くなった からである。」</p> <ul style="list-style-type: none"> グループで自分の出した結論をイメージ図を使って説明し合う。 演示実験する。 <p>電熱線は太い方が発熱量が多い。</p>	<ul style="list-style-type: none"> 実験③は意見の対立が考えられる。 なんとなく、多分など自分の感覚（主観）だと曖昧なので、実験で、実証性・再現性を検証しようという意欲を持たせる。 実験の視点を明確にする。互いのモデルを使ったイメージ図で比較・検討したいところに焦点を当てる。 ストップウォッチで計測して、データを収集する。 考察では、イメージ図と理由を書き直し、それを論拠にして自分なりの結論を導かせる。 主体的な問題解決を通して満足感をもって理解させる。 電熱線の扱いは注意させる。
第5時	<ul style="list-style-type: none"> ○ 発砲スチロールカッターを作り直そう 電熱線を 0.4mmにした発砲スチロールカッターを作り、いろいろな発砲スチロールを切ってみる。 	<ul style="list-style-type: none"> 実際の生活との関連への認識を含み、学んだことの有用感をもって理解させる。 電熱線の扱いは注意させる。

6 本時の指導

(1) ねらい

太さの違う電熱線に電流を流し、電熱線の太さと発熱の仕方との関係に気付くことができる。

(2) 指導の構想

前時までには、子どもの電流による発熱に対する見方や考え方を表出させて、論拠をもって仮説を立てさせた。本時では仮説を検証する実験を繰り返しながら、自分なりの結論を導き、科学的な見方や考え方に変容させることで、実感を伴った理解にまで高めていく。

前時の①「電流（電池の数）を変える」実験では、全員が「電気が多いとたくさん発熱する」「電気が速く流れてたくさん発熱する」というような論拠で仮説を立てると思われる。そして、仮説を検証する実験を行い、結果から自分の納得いく結論を導かせていく。

しかし、本時の②「電熱線の太さを変える」については、「太い方が電気がたくさんぶつかってたくさん発熱する」「細い方が電気が勢いよく流れてたくさん発熱する」というような論拠で、仮説が分かれることが予想される。そこで、自分の見方や考え方が実験結果を基に科学的な見方や考え方に変容したことを実感させるために、次の二つの手立てを講じることにした。

①イメージ図で、自分の見方や考え方を明確にする。

②論拠を明確にして、結論を説明する。

手立て① イメージ図で、自分の見方や考え方を明確にする。

実験前に、ガラス球（電気）と釘（金属）のモデルを提示し、見えない世界をイメージさせ「太さが変わると何がかわるのか」「電気はどのようにして熱に変わったのか」この二つの視点をもって実験に取り組みさせる。また、仮説を基に実験結果を予想し、「太い方」「細い方」に分けた黒板に自分の仮説とイメージ図を掲示する。何人かに仮説を説明してもらい、自分の考えを確認する。イメージ図と理由を論拠とした自分の見方や考え方を表出させ確認することができる。

実験後に、実験結果を基にして、イメージ図と理由「電気はどのようにして熱に変わったのか」を書き直す。実験前の見方や考え方と比較して、科学的な見方や考え方に変容したことを実感させたい。

手立て② 論拠を明確にして、結論を説明する。

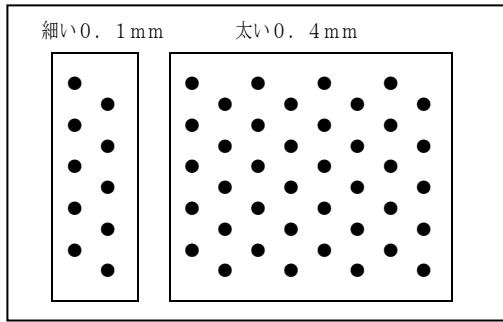
実験後に、「太さが変わると何がかわるのか」「電気はどのようにして熱に変わったのか」という二つの視点に沿って、思考の流れが分かるワークシートで、実験結果を仮説やイメージ図と関連させて考察させる。グループごとの実験結果を黒板の表に書いて整理したものを、自分の立てた仮説やイメージ図と「合っていたところ」「違っていたところ」を分析する。特に、結果が予想と違っていた場合はなぜそうなったかをよく考えさせる。また、学級全体で実験結果から仮説の妥当性を検討する。書き直したイメージ図と理由「電気はどのようにして熱に変わったのか」を、結論を導くための論拠にする。そして、自分の出した結論を、グループでイメージ図を使って論拠を明確にしながらか説明することで、自分の考えを確認したり、修正したりさせて考察を深める。

本時における実感を伴った理解の三つの側面は、発砲スチロールカッターを用いた具体的な体験をとおして行う。

また、主体的な問題解決を通して得られる理解として、仮説を検証するため発砲スチロールの溶ける速さを比べる実験、実験結果に基づいたイメージ図の修正、イメージ図を用いた仮説や結論の説明活動を行う。

(3) 本時の展開

時間	児童の活動・見方と考え方	活動への支援・留意点
課題把握 3分	<ul style="list-style-type: none"> ○ 自分の仮説で作成した発砲スチロールカッターで発砲スチロールを切ってみる。 ・太い電熱線の方が発砲スチロールが溶けてよく切れそうだ。 ・細い方がスーと発砲スチロールが切れていく。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> <p>太さのちがう電熱線に電流を流してみよう。 発熱の仕方は変わるだろうか。</p> </div>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 手ごたえや切れやすさなど、なんとなく分かるがはっきりはしないので、実験をして数値で確かめていこうという意識を高めさせる。
仮説確認 5分	<ul style="list-style-type: none"> ○ 太さの違う電熱線の発熱するイメージ図と仮説を発表する。 ・太いモデルの方が、ガラス球が釘にぶつかる音が大きい・ ・太いモデルの方が、ガラス球が釘にたくさんぶつかっている。 ・細いモデルの方が、ガラス球の転がるスピードが速い。 <ul style="list-style-type: none"> ・電気が金属にたくさんぶつかる熱くなる。だから、太い電熱線の方が熱くなる。 	<ul style="list-style-type: none"> ○ ガラス球（電気）と釘（金属）のモデルを提示し、見えない世界を説明していこうとする意識を高める。 ○ イメージの視点を明確にする。 <ul style="list-style-type: none"> ・太さが変わると何がかわるのか。【ガラス球（電気）、釘（金属）】



・電気が勢いよく流れるとたくさん金属が熱くなる。だから、細い電熱線の方が熱くなる。

○ 太さの違う電熱線の発熱の仕方を調べる。

	変える条件 (調べたいこと)	そろえる条件	
③	電熱線の太さ 0.1mmと0.4mm	電池の数 2本	電熱線の長さ 6cm

・グループごとに、発砲スチロールの溶ける早さをストップウォッチで計測して調べる。

電熱線	細い (0.1mm)	太い (0.4mm)
1回目	秒	秒
2回目	秒	秒
平均	秒	秒

・太い電熱線は、発砲スチロールを置いたらすぐに溶けた。
・太い電熱線は「ジュー」と音を立てて溶けた。
・細い電熱線は、すぐには溶けない。

○ 実験結果から、電流による発熱について考える。
・予想した通り、太い電熱線の方が発熱量が多かった。
・細い方が電気の勢いがあるって発熱量が多いと思っていたが違っていた。
・電気が金属にたくさんぶつくと熱になることが分かった。

○ 演示実験で電熱線の発熱の様子を液晶温度計、デジタル温度計を使って観察する。
・太い電熱線の色が早く変わった。
・太い電熱線の色が広く変わった。
・細い方は39℃しか上がらない。
・太い方は97℃まで上がった。

電熱線は太い方が発熱する

・電気エネルギーはどのようにして熱エネルギーに変わったのか[摩擦説、衝突説]

○ 限定したイメージ図

モデルの数

0.1mm 金属10

0.4mm 金属40

矢印

向き：進む方向 太さ：速さ、勢い

丸印

大きさ：熱への変換量

○ 実験前に、仮説、イメージ図を黒板に掲示して、自分の見方や考え方を確認し立場を明確にして実験に取り組ませる。仮説をもとに予想を立てさせることで、見通しをもち、問題意識を高めさせていく。

○ スイッチを入れる人、発砲スチロールを置く人、ストップウォッチで計る人などグループで役割分担をさせる。

○ 電源を入れてから約10秒後に発砲スチロールを電熱線の上に置く。

○ 電熱線は熱くなるので、火傷には十分注意させる。

○ 0.1mm、0.4mm電熱線の発熱の仕方を別々に計測する。

○ 調べて結果が分かったグループから黒板の表に書き入れさせていく。

○ 全部のグループが書き終わったら、全員で仮説の妥当性を検討する。

○ 実験結果を基にイメージ図を書き直す。

○ 仮説やイメージ図と関連させて考察し、自分なりの結論を出す。

○ グループでイメージ図を使って自分の結論を論拠を明確にしながら説明する。

○ 熱変化の細かい部分まで観察が可能となるように、「電気が熱に変換される」「太い電熱線の方が発熱する」という見方を用いる状況を演示する。

実験
15分

考察
17分

まとめ
5分

(4) 教師の手立ての検証

- イメージ図で、自分の見方や考え方を明確にすることは、自分の日常的な見方や考え方が科学的な見方や考え方に変容したことを実感させることに有効であったか。
- 論拠を明確にして、結論を説明することは、自分の考えを確認したり、修正したりさせて考察を深めることに有効であったか。