

本校研修主題

志を抱き、たくましく生き抜くための確かな学力の育成  
 ー思考力・判断力・表現力を高める言語活動の充実ー

理科研究主題

科学的思考力を育むための理科の授業

I 前時までの学習内容

1 静電気の実験から電流の正体を見つける（3時間）

1 時間目

ストローを使った静電気の実験を行い、静電気には+と-の2種類があり、同じ種類の電気では反発し、違う種類の電気では引き合うことを学習する。原子の構造を説明し、摩擦することによって-の電気をもった電子が移動して、+に帯電したり、-に帯電したりすることを理解する。

2 時間目

図1のワークシートを用い、-に帯電する塩ビパイプにネオン管を近づけると光るが、+に帯電する布にネオン管を近づけるとネオン管がつかないことから、電子が移動することによってネオン管が光ることに気付く。そしてネオン管が光ることから電流の正体は電子であることに気付く。

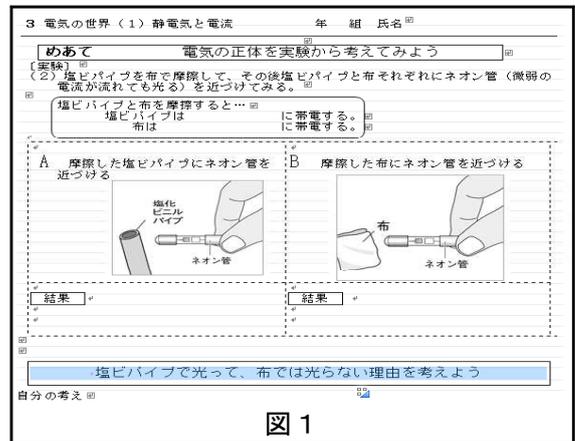


図1

3 時間目

誘導コイルを用い、放電中に紙を入れて、紙に穴が空く様子や、十字のクルックス管を使い、極を変えると十字が写らないことなどから、一極から電子が出ていることを確認し、陰極線について理解する。

あわせて、導線に流れている電流も、導線の中の電子が移動していることを理解する。

2 電流計や電圧計を用いて実験を行い、規則性を見つける（8時間）

1 時間目

豆電球2個と、できるだけ少ないコードを使って、一方の豆電球を緩めるともう一方が消えてしまう回路（直列）と消えてしまわない回路（並列）をつくり、それぞれ直列回路、並列回路であることや電気用図記号、回路図の書き方を理解する。また、同じ豆電球を使っているのに、直列と並列とで豆電球の明るさが違うことに気付く。

2～3 時間目

直列と並列とで豆電球の明るさが違うことを、電流計を使って、回路に流れる電流の大きさを考え、直列回路、並列回路の電流の関係をまとめる。

4～5 時間目

直列と並列とで豆電球の明るさが違うことを、電圧計を使って、回路の各部分に加わる電圧の大きさを考え、直列回路、並列回路の電圧の関係をまとめる。

6 時間目

今まで学習した、直列回路、並列回路の電圧・電流の関係をまとめる。

7～8 時間目

電気抵抗を使い、電気抵抗に加わる電圧と回路に流れる電流を測定し、電圧と電流の間には、 $V=RI$  という比例の関係があることを見いだす。（オームの法則）

## Ⅱ 公開授業指導案

# 理 科 学 習 指 導 案

10月27日(火) 5校時 2年1組 指導者 森 泰一

### 1 ねらい 電流を粒子でとらえる

○電気抵抗の大きさが導体の太さにより変化することを実験結果から見だし、電気抵抗と電流の関係を粒子で説明することができる。

### 2 教 材 「電気抵抗」

### 3 学習のとらえ方

#### (1) 生徒は、電気抵抗を導体の形状という視点で考えた経験がない。

1年生の物質の性質の学習で、木、ガラス、金属の3種類の物質を加熱したり、電流が流れるかを調べたりする実験を行った。電流が流れるか調べると、生徒の予想通り金属だけが電流を流し、その他の物質では電流は流れなかった。ここでは、電流が流れたかどうかを、豆電球が点灯するかしないかで判断し、電流の流れやすさの違いは考えていない。

生徒は、日常生活の経験から金属は電流が流れやすく、ガラスなどの物質はほとんど電流が流れないことを知っている。しかし、金属の種類により電流の流れやすさが異なることや、同じ金属でも長さや太さを変化させると流れやすさが変化するとは感じていない。また、そのことを説明しようとしても、電気抵抗を導体の形状という視点から考えたことがないため、事象のしくみを説明できないのである。

#### (2) 電流の性質を目に見える現象でとらえることができる教材である。

導線に電圧をかけると、自由電子は同じ向きに動きはじめ、そのとき導線の中の原子核と衝突し流れが妨げられる。これが電気抵抗である。電圧と電流の間には、 $V=RI$ という比例の関係があることを見いだすことができ、電気抵抗は電流、電圧とともに電気の性質を理解するために重要な要素である。電気抵抗の値は、同じ物質でも断面積が大きいほど単位時間内に、その断面を移動する電子の数が増え、小さくなる。その際、電子の移動のエネルギーは、熱や光に変わってしまうので「流れにくさ」を目に見える現象として観察できる。電気抵抗が電子の「流れにくさ」であるというイメージは、電流を電子という粒子の流れとしてとらえるために有効である。

このように、電気抵抗は事象と電子の流れとを関連付けることができ、電流の性質を目に見える現象でとらえることができる教材であると考えている。

#### (3) 自然事象の起こる理由に疑問をもち、新たな視点から考えようとする生徒を育てたい。

本単元は、金属線などに加える電圧と流れる電流の大きさを調べ、それらの関係を見だし、電気抵抗の概念を身に付けることがねらいである。

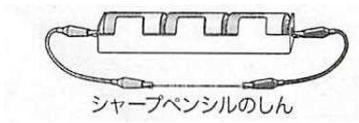
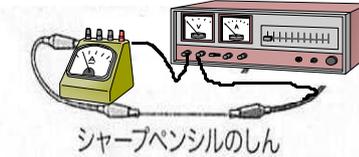
本時はシャープペンシルの芯を使って実験する。シャープペンシルの芯は太さが違って長さと同じであるため、太さによる電気抵抗の変化を比較しやすいからである。さらに、細い芯ほど電流値が小さくても発熱したり、光を放ったりする現象を視覚的に観察でき、電気抵抗が大きいほど熱や光によってエネルギーが失われていることをイメージしやすいという利点もある。そこで、この理由を粒子モデルを使って考えさせることで、細いものほど電流は流れにくくなることに気付かせ、電気抵抗の概念をとらえさせたい。このように、電流という目に見えない自然事象でも、それが起こる理由に疑問をもち、粒子モデルなどに置き換えて視覚的にとらえようとする生徒を育てたい。

### 4 学習計画

- (1) 静電気の実験から電流の正体を見つける。…………… 3時間
- (2) 電流計や電圧計を用いて実験を行い、規則性を見つける。…………… 7時間
- (3) 電気抵抗の値が太さにより変化する理由を考える。…………… 2時間 (本時1/2)

5 本時の学習指導

- (1) 主眼 電気抵抗が導体の太さにより変化することを実験結果から見だし、その理由を電子の動きと関連付けて説明できる。
- (2) 授業の過程

学習内容 および 学習活動	生徒の反応	教師の手だて
<p>①シャープペンシルの芯を乾電池につなぎ、芯が光るようすを見る。</p>  <p>シャープペンシルのしん</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・芯が光ることに驚くだろう。</li> <li>・細い芯の方が早く切れてしまうことに驚くだろう。</li> <li>・芯から煙が出ることに驚くだろう。</li> </ul>	<p>①シャープペンシルの芯を乾電池につなぎ、芯が光るようすを見せる。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・太さの違う2種類の芯に電流を流してみる。</li> <li>・煙は、芯が発熱して出ていることを伝える。</li> </ul>
<p>シャープペンシルの芯の太さによって電流の大きさが変化するか実験で確認してみよう</p>		
<p>②3種類の太さの違うシャープペンシルの芯を用いて電流と電圧の関係を調べる実験を、結果を予想した後に行う。</p> <p>③実験結果をまとめ、考察する。</p>  <p>シャープペンシルのしん</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・太い方が良く流れると考えているだろう。</li> <li>・細い方が早く切れたことから細い方に電流が良く流れると考えているだろう。</li> <li>・太さによって電気抵抗が変化することに疑問を感じ、その理由を考え始めるだろう。</li> <li>・電気抵抗の大きさが変化することを不思議に思う生徒がいるだろう。</li> </ul>	<p>②本時は実験から太さによる電流の大きさの関係を調べることを伝える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ワークシートを配布し、芯の太さによって電流の大きさはどう変化するか予想させ記入させる。</li> </ul> <p>③回路が確認できたら実験を始めるように指示し、実験が終わった班から結果をまとめるように伝える。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・電源装置の電圧は1.5Vと3.0Vにし実験を行い、その時の電流の大きさを記入させる。</li> <li>・結果を確認し、シャープペンシルの芯の電気抵抗が太さによって変化したことを確認する。</li> </ul>
<p>芯が細いほど電流が流れにくい理由を説明してみよう</p>		
<p>④電流の大きさと太さの関係を考え各班ごとホワイトボードに記入する。</p> <p>⑤本時のまとめをする。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・水道のホースをイメージして説明する班もあるだろう。</li> <li>・電子の流れやすさをイメージして説明する班もあるだろう。</li> </ul>	<p>④ホワイトボードを配布し、電流の大きさと太さの関係を、電子に注目して考えるように指示する。</p> <p>⑤各班の書かれたホワイトボードを用いて、太さによって電気抵抗が変化することをまとめさせる。</p>

### Ⅲ 本時について

#### 1 本時授業の流れ (○ ) は教師の手だて)

##### ① シャープペンシルの芯を乾電池につなぎ、芯が光るようすを見る。

- ・シャープペンシルの芯に電流が流れると思っていない生徒 えっ?? 流れるの?
- ・芯が光ったり、煙が出たりすることによって驚く生徒 → 何で光ったり、煙が出るのだろうか? おもしろそう…
- ・細い芯の方が早く折れてしまうことに気づく生徒 → 電流がよく流れる? 流れにくい?

○0.3mmの芯に流れる電流の大きさを電流計で確認する(演示実験)

→「芯の太さを変えると電流の大きさはどうなるだろうか」

○予想を挙手させる

##### ② 2種類の太さの違うシャープペンシルの芯を用いて実験を行う。

- ・変わらない、太い方が電流の大きさが小さいと考える生徒は、予想に反して細い方が電流の大きさが小さいことに疑問を感じる。

○細い芯の方が電流が流れにくいことをまとめる

#### 芯が細いほど電流が流れにくい理由を説明してみよう

○電流は何であったか確認し、電子のモデルを使って図で説明することを伝える

- ・電子モデルを使って、事象を説明すること。
- ・学んだことや既存の知識を使い、話し合いの中で自分の考えを再構築していく。

#### 2 教具について

シャープペンシルの芯は鱗口クリップで挟むと折れやすいが、ゼムクリップではさむと折れずに固定しやすい。

そこで、ゼムクリップを固定するために、100円ショップで販売している入れ物と、リーンクリップ(図2・3)

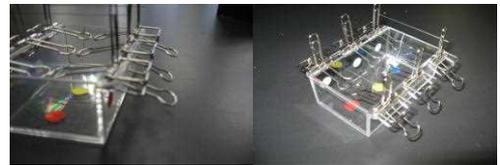


図2

図3

を使用し実験装置をつくった。リーンクリップの真ん中の折り返し部分にゼムクリップをはさみ、ゼムクリップを持ち上げる。するとゼムクリップがリーンクリップに挟まるしくみとなっている。

### Ⅳ 授業後の考察と研究協議での意見

芯が細いほど電流が流れにくい理由を説明しよう

6班: 芯が細い... 甘いため流水量が少い。太い... 流水量が多くなる。(例) 食道管が太いと... 流水量が多くなる。

2班: 細いホースには水は少ししか流さない。太いホースを使えば水はたくさん流れる。ホースを細くすると少ししか流れない。

4班: 電子の移動範囲が小さい(少ない)ので電流が流れにくい。太い方がよく流れる。

8班: 芯が細いほど、電子が移動できる範囲が狭くなるから。

9班: 芯が細いほど、電子の流れる面積が小さいから、電流の量が少なくなる。細い方がよく流れる。

3班: 細いと流れる面積が小さいので流れる量が少なくなる。太いと流れる面積が大きいので流れる量が多くなる。太い方がよく流れる。

電圧	0.2	0.4	0.6A	1.6A
3.0V				

電流の大きさが小さくなる → 電流が流れにくい

7班: 太さが変化すると(電流)の数量が変化する。芯が細いと芯の幅もせまくなり電流(電子)が流れる幅も小さくなるから。芯が細いほど電流が流れる幅も狭くなる。細いほど電流が流れる幅も狭くなる。(ホースの場合)水の流量も狭くなる。

図4 授業後の板書

## 1 授業後の考察

前ページの図4は授業後の板書である。どの班も発問の「芯が細いほど電流が流れにくい理由」を電流を電子や水の流れ、食道管などで表し、めあてに対する生徒の考察はどの班もほぼ正解に近い説明をしている。これは発問の後の手だてである、**○電流は何であったか確認し、電子のモデルを使って図で説明することを伝える**ことや、すぐに、班で話し合わせるのではなく、個人で考え、書く時間を設けたことによって、生徒一人ひとりの思考を深めることができたためではないかと考える。しかし、言語活動の充実のためにも主眼が“説明できる”であれば、各班の意見を生徒たちに分類させたり、生徒同士で意見交換をさせたりする時間を設け、最後に個人で考えをまとめるなどの手だてが必要だったのではないかと考える。

## 2 研究協議での意見

授業後の研究協議は、6人組8班によるワークショップ形式で行った。図5・図6・図7はそのときの記録である。

まず、教材については、身の回りのシャープペンシルの芯を使ったこと、教具の工夫や生徒の実験に取り組む姿勢などが成果としてあげられた。

課題としては、図5に示しているように、生徒の思考では“流れやすさ”が自然なのだが、教師が生徒に“抵抗”を意識させるために、“流れにくさ”に誘導しているという意見があった。

図6や図7のように、主眼が“説明できる”であれば、各班の意見を生徒たちに分類をさせたり、生徒同士で意見交換をさせたりする時間を設け、最後に生徒一人ひとりが考えをまとめる時間をとるなど本校の研究主題でもある「言語活動の充実」についての意見もあった。

指導助言では、本時の授業で生徒はどこまでできればよかったのかが不明確で、そこまで生徒を到達させるための手だてが教師側に用意できていなかったという指摘があった。

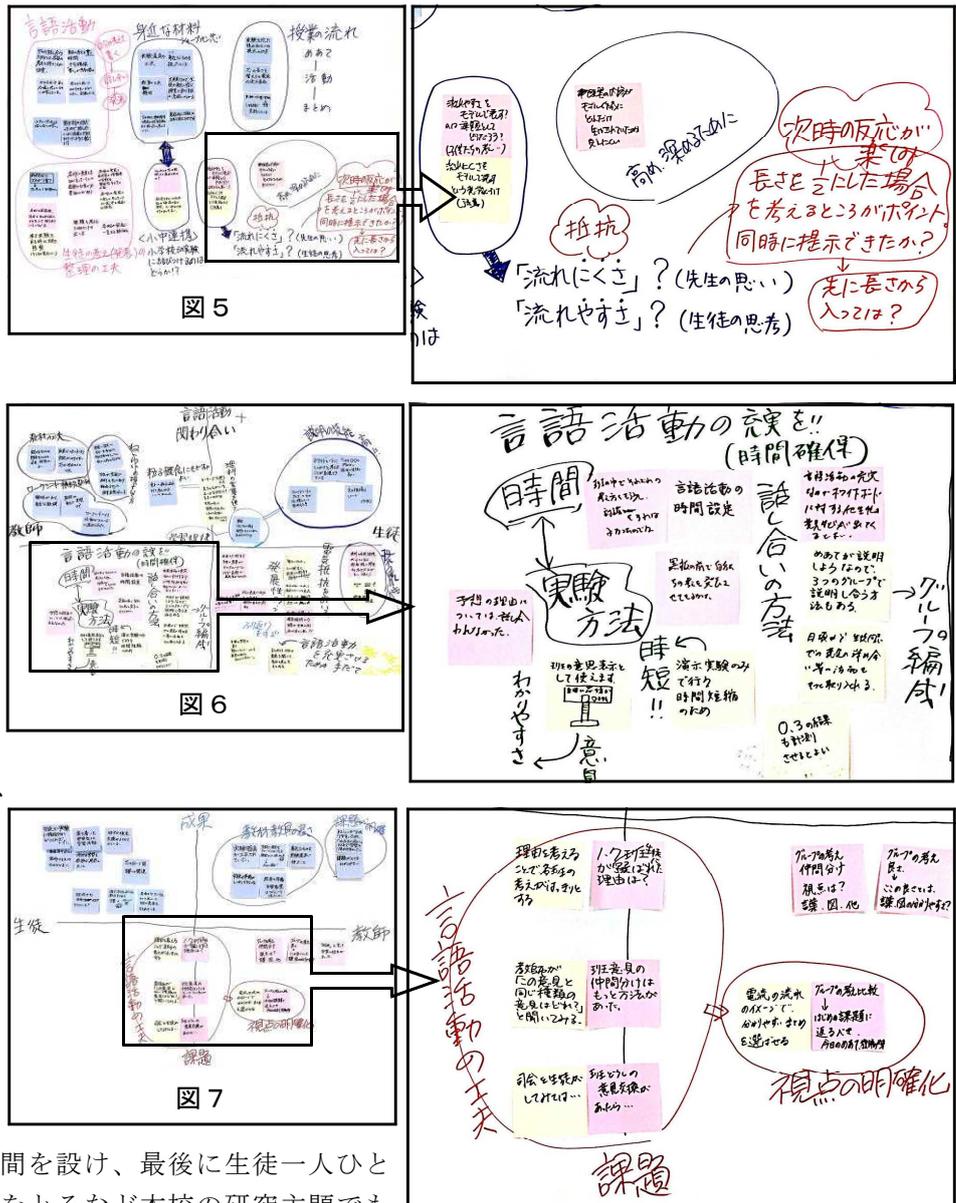


図5

図6

図7

## V 実践の成果と今後の課題

2 森くんは図のような装置をつくり、同じ長さで太さの違うシャープペンシルの芯にそれぞれ3.0Vの電圧を加えたときの電流の大きさを電流計で測定し、芯の太さと電流の大きさの関係を調べる実験を行った。下の表はその時の結果である。これについて次の問いに答えなさい。



電圧 [V]	0.2mm芯	0.3mm芯	0.5mm芯
3.0V	0.3 A	0.6 A	1.5 A
抵抗	( ① ) Ω	( ② ) Ω	( ③ ) Ω

(1) それぞれの芯の抵抗は何Ωか。 \*知識・理解\*

(2) 結果から言えることを、「芯の太さ」と「電流の大きさ」の言葉を使って説明しなさい。 \*思考・表現\*

(3) (2) のような結果になる理由を「芯の太さ」と「電子」という言葉を使って説明しなさい。 \*思考・表現\*

(4) 森くんは0.5mm芯を半分に折って、3.0Vの電圧を加え同じ実験を行いました。このときの電流の大きさはどうなりますか。次のア～ウから選んで記号で答えなさい。 \*思考・表現\*

ア. 1.5Aより大きい。 イ. 1.5Aより小さい。 ウ. 1.5Aと同じである。

**図 8**

左の図8は、今回実践した内容を定期テストに出題した問題であり、表1は各問いの正答・誤答数、未記入者を示している。

	正答	誤答	未記入	正答
(1)①	74人	20	5人	10Ω
(1)②	69人	25	5人	5Ω
(1)③	71人	21	7人	2Ω
(2)	77人	14	8人	
芯の太さが太いほど電流の大きさが大きくなっている。				
(3)	66人	16	17人	
芯の太さが太いほど、電子が通りやすくなるので、電流の大きさが大きくなる。				
(4)	59人	37	3人	ア
	イと解答	20人		
	ウと解答	17人		

表1 各問いの正答・誤答数、未記入数 (99人)

どの設問についても約6割の生徒が正答を答えることができている。特に、設問(2)・(3)の記述問題については、未記入の生徒が全体の約2割と少ない値になっており、今回の授業での言語活動を重視し、考察の場面で「書く」ことを取り入れることにより、よい結果が得られたと考えられる。

今後の課題として、授業を行うにあたり、教材研究をしながら、主眼について、生徒が何をどこまでできればいいのか、そのためにはどのような手だてが必要かなどを十分準備する必要があると感じた。

## VI おわりに

理科の授業では、生徒があつと驚くような教材を教師は選択することが多い。しかし、授業前半の驚きだけでは、生徒の思考は継続しない。生徒があつと驚く素材の中から、教師がその教材の価値を吟味し、生徒に何を考えさせたいかという、意図をもって授業を仕組むことが重要になってくる。さらに生徒に考えさせたいことに向かわせるために、生徒の意見を整理したり、全体に投げかけたり、事実を確認したり、新たな視点を与えたりという教師の手だてが重要になってくる。そのためには、生徒が思わず考えたくなる素材探しは勿論のこと、単なる素材から科学的思考力を育成する教材になるように、教師が教材を吟味し、生徒の立場に立ち、その教材に対して生徒はどのように考えるかなどの思考の流れ、理科で生徒につけさせたい力を常に考えている必要がある。

今後も教科に対する研究を続け、「理科が楽しい」だけでなく、「理科について考えたくなる」生徒を育てていきたい。