

科学的な思考力を高める実験方法や指導法

—中学校理科「電流」の単元における教材・教具、実験方法・指導法の工夫—

大澤由美子 川越市立東中学校 (H22 4.1より川越市立野田中学校)
近藤 一史 埼玉大学教育学部理科教育講座
大向 隆三 埼玉大学教育学部理科教育講座

キーワード：回路、実験方法、実験器具、科学的な思考

1. はじめに

中学校学習指導要領解説 理科編(平成20年9月)¹⁾に、「観察、実験の結果を分析して解釈することにより、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を身に付けさせ、科学的な思考力を育成する」ことが示されている。本研究では、「科学的な思考力を育成する」ことに注目した。

学習指導要領解説の「第1分野の目標」において、「第1分野の特徴は、観察、実験が比較的行いやすく、分析的な手法によって規則性を見いだしやすいことである」と記されており、中学校理科の学習の中で、「電流」の単元は実験の結果を分析して解釈し規則性を見いだすことを行いやすい単元であると思われる。そこで、「電流」の単元の実験を、科学的な手順で調べることや結果を分析して解釈する場として有効に活用し、「科学的な思考力を高めていく」ことに役立てたいと考えた。

しかし、「電流」の単元は、多くの生徒が苦手とし、理解度も低い。「電流」の単元で、グループで実験を行うと、わかる生徒だけが実験を進め、わからない生徒は実験に全く手を出さずに終わり、何を目的に何をしたのかわからないまま、実験を通してさらに苦手意識を強め、その

苦手意識がさらにその後の理解の妨げになるという現象が見られる。

「電流」の単元は、その内容や特徴から、科学的な手順で調べることや結果を分析して解釈する場となり得るにもかかわらず、活用できないどころか、科学的に考えていく基礎となる力すらつけることもできていない。この状況は残念なことである。そこで、「電流」の単元の実験を通して科学的な手順で調べることや結果を分析して解釈し規則性を見いだす経験を積めるような実験方法や指導法を工夫したいと考えた。

2. 「電流」単元における理解の実態

「電流」の単元の基礎は「回路をつくること」である。次の段階として、「電流計や電圧計などの操作技能を習得し、電流や電圧の値を測定すること」、さらに、「直列回路や並列回路で、回路の電流や電圧を測定する実験を行い、その結果を分析して解釈し、回路の各点を流れる電流や各部に加わる電圧についての規則性を見いだすこと」へと進んでいくと考える。

2-1 先行研究

基礎である「回路をつくること」の生徒の理解について、先行研究を調べた。回路の接続に

ついて基礎的な理解がされているかを調査した沖花・辻井（2004）の研究⁵⁾では、図1の問題を大学生（国立大学中学校教員免許必修物理受講者102名）と高校生（A高校160名、B高校105名、共に高校での物理は未履修の1年生）に出題している。

この調査結果によれば、正答率は大学生7%、A高校生8%、B高校生0%と共に非常に低く、回路の接続を理解していないことがわかる。誤答では、「豆電球をソケットにつなぐ」、「電流計の+-端子が逆」、「すべて直列」、「電圧計が導線に並列」、などが見られた。また、問題用紙の余白に回路図を正しく描きながら、線で結ぶことができている誤答もあった（図2）。この研究でも「電気についての理解も必要だが、それよりも実際に実験をどれほどしたか、回路を組み立てることを経験しているかということが、大きく関係しているように思われる」「実態や

経験の伴う理解よりも、模式的、機械的な暗記による理解が強いと考えられる」と報告されているように、実際に回路を組み立てることや実験にどれだけ参加しているかということが、理解に大きく関係していると考えられる。

2-2 川越市内の中学校での理解度調査

著者の一人が勤務する中学校で、沖花らの研究⁵⁾を参考にして独自の調査を行い、「電流」についての理解の実態を調査した。調査は「電流」の単元の学習を中学校第2学年で終えている中学校3年生70人を対象に行った。調査はペーパーテストと実験の二つの方法で実施した。

(1) ペーパーテストによる調査

以下の①～⑤の課題について調査を行った。

①豆電球1、乾電池1、スイッチ。図を線で結んで、回路を完成させる（図3）。

この課題は94%の生徒が正解した。これは、小学校第3学年の学習内容であるため、高い正

豆電球、電源、電流計、電圧計を線（導線）でつないで、回路を完成させなさい。

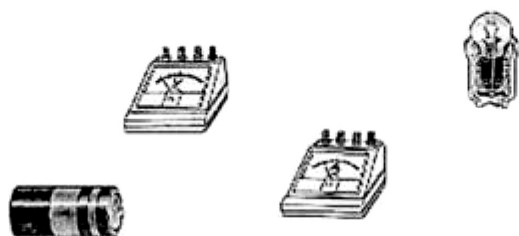


図1 電流回路の接続についての問題

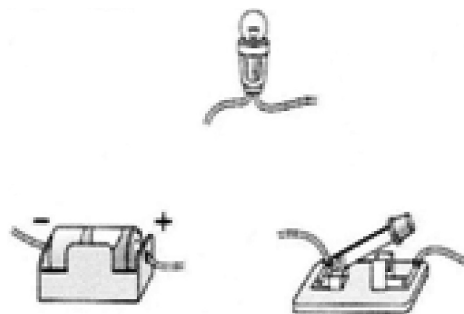


図3 ペーパーテスト①

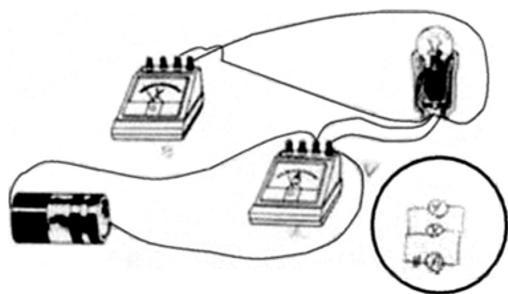


図2 回路図が描かれている誤答

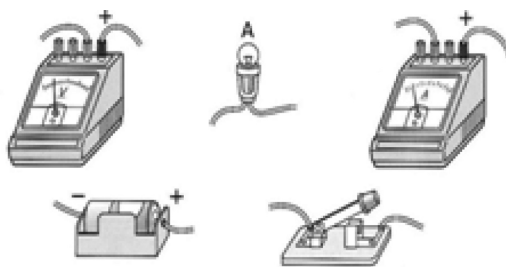


図4 ペーパーテスト②

答率となることは理解できる。しかし、小学校第3学年の内容ができない中学校3年生が6% (70人中4人) もいたことは問題である。

②豆電球1、乾電池1、スイッチ、電流計、電圧計。図を線で結んで、回路を完成させる(図4)。

この課題では正答率が11%と一気に下がる。電流計・電圧計という測定器が加わるだけで大きく正答率が下がるということは、ここがつまずきのポイントではないかと考えられる。

誤答で最も人数が多かったのは「電圧計を直列に接続している」もので、全体の60%にも達する(図5)。また、「端子の+を意識しない」でつないでいると思われるものもある。その他、「そもそも回路を理解していない」と思われる誤答もあった。あらかじめ電流計・電圧計から出る導線が印刷されているにもかかわらず、その先に何も描かれていないものもあった(図6)。全く何も描かれていないものも6%あった。

③豆電球2(直列)(並列)、乾電池1、スイッチ。図を線で結び、回路を完成させる(図7)。

正答率は直列80%、並列53%で、直列の方が

高い。これは、枝分かれのない直列の方が理解が容易であることを示しているようにも思われる。しかし、誤答を見ると、直列・並列共に直列につないでいるものが20%あったことから、直列と並列を正しく理解して直列を正解しているのではなく、簡単に結べる答えを両方に描いた結果、直列が正解となったものが含まれていると思われる。直列・並列共に正解したものは53%で、並列回路の正解者は全員直列回路を正解している。この53%の者が直列・並列回路を理解していると考えられる。

④豆電球2(直列)、乾電池1、スイッチ(③の直列)に、電流計・電圧計をそれぞれ入れ、図を線で結び、回路を完成させる。

この課題の正答率は電流計69%、電圧計17%であった。②で電圧計を直列に接続するという誤答が多かったことから、電圧計を入れる正答率が低くなったと思われる。その他、2個の豆電球の回路で、電流計を入れるときには豆電球を直列に、電圧計を入れるときには豆電球を並列につなぎ、電流計・電圧計は共に回路に直列に接続しているものもあった(図8)。これは、「電圧計は並列」ということを豆電球のつなぎ方と勘違いして記憶しているようにも思われる。

⑤豆電球2(並列)、乾電池1、スイッチ(③の並列)に、電流計・電圧計をそれぞれ入れ、図を線で結び、回路を完成させる。

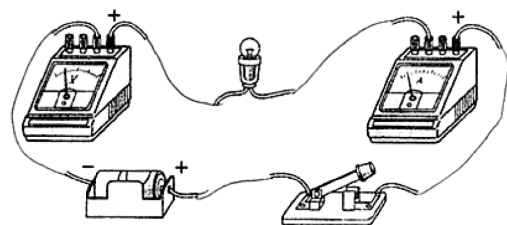


図5 電圧計を直列に接続している誤答

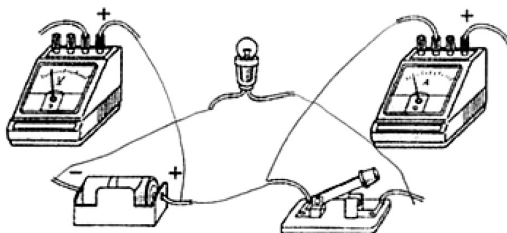


図6 回路を理解していないと思われる誤答

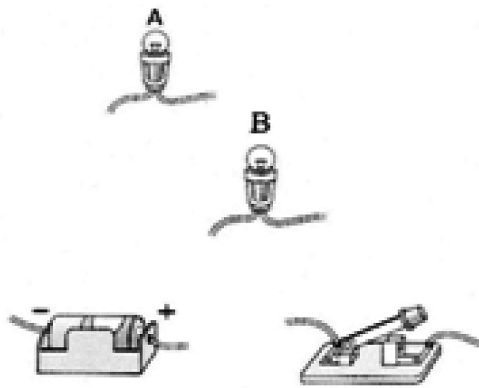


図7 ペーパーテスト③

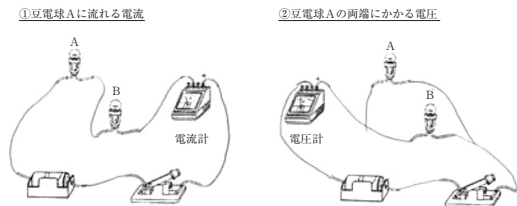


図8 電流計は直列、電圧計は並列の勘違いと思われる例

表1 実験による調査の内容

- | | |
|------|-------------------|
| 1 | 電池1、豆電球1、スイッチ |
| 2 | 電池1、豆電球2（直列）、スイッチ |
| 3 | 電池1、豆電球2（並列）、スイッチ |
| それぞれ | それぞれ |
| (1) | 電流計・電圧計なし |
| (2) | 電流計を入れる。 |
| (3) | 電圧計を入れる。 |

表2 実験による調査の結果

	1(1)	1(2)	1(3)	2(1)	2(2)	2(3)	3(1)	3(2)	3(3)	生徒が困難を感じている点
生徒A	○	○	×							<ul style="list-style-type: none"> ・電圧計を直列につなぐ。 ・電流計と電圧計を間違える。 ・一端子を5Aから500mAに変えると読めない。
生徒B	○	×								<ul style="list-style-type: none"> ・電流計を並列につなぐ。 ・1(1)で最初、豆電球を入れずに回路を作ろうとする。
生徒C	○	○	×							・電圧計のつなぎ方がわからない。
生徒D	○	○	×							<ul style="list-style-type: none"> ・電圧計を直列につなぐ。 ・一端子を5Aから500mAに変えると読めない。 説明後、正しく読めた。
生徒E	×									<ul style="list-style-type: none"> ・道具を前に塗方にくれる。 ・小テストでは1(1)は正解している。
生徒F	×									<ul style="list-style-type: none"> ・道具を前に塗方にくれる。 ・小テストでは1(1)は正解している。
生徒G	○	○	○	○	○	○	○	○	○	・小テストでは電圧計を直列につないでいる。
生徒H	○	○	○	×						<ul style="list-style-type: none"> ・「直列」がわからない。 ・電圧計を最初は読み間違える。説明後、正しく読めた。
生徒I	○	×								・電流計と電圧計の区別がつかない。
生徒J	×									<ul style="list-style-type: none"> ・道具を前に塗方にくれる。 ・小テストでは1(1)は正解している。

この課題の正答率は電流計16%、電圧計14%であった。今まで比較的良かった電流計の正答率も大きく下がった。③で述べたように、並列は直列に比べ正答率が低い。それゆえ、直列に比べて正答率が低くなっていると思われる。電圧計に関しては②で既に電圧計の誤答が多かったことから、直列・並列共に同程度の正答率の低さを示していると思われる。

(2) 実験による調査

ペーパーテストと同じ回路について実際に接続の実験を行い、どこでつまづいているか、ど

こで困難を感じているかを調査した(表1)。

この調査は前述(1)のペーパーテストを受けた生徒の中から、10名(生徒A~J)を選んだ。表2に結果を示す。正答の場合は○、助言してもできなかった場合は×とした。また、×以降(OKが出ない)については実験を中止した。

表に示すように、回路に電流計や電圧計を入れる段階1(2)、1(3)で困難を感じるものが多い。また、「豆電球の直列・並列がよくわからない」、「-の端子を変えると値を読めな

い」などの問題点があることがわかる。

また、図での接続と実際の接続が一致しない生徒がいる。生徒E、F、Jは、ペーパーテストでは1(1)〔乾電池1、豆電球1、スイッチをつないで回路をつくる問題〕は正しく線で結んでいた。しかし、実験による調査では実物を導線ですなぐことができず、途方に促されていた。

逆に、生徒Gは実験による調査では全て正解しているが、ペーパーテストの図では電圧計を回路に直列に接続するように線で結んでいた。電圧計の接続を問う全ての問題でそのように描いていることから、単なるミスで描き間違えたとは考えにくい。実験を行う際に実物の電圧計に触れて間違いに気づいたのかもしれない。

実験による調査と併せて、回路を組み立てるときにわからないところ・困難を感じることを書き出すアンケートを実施した。そこにも、「電流計や電圧計が入ると全然わからない」という内容が多く書かれており、回路に電流計や電圧計を入れる段階で生徒が困難を感じていることが明確になった。また、回路について全体的によくわからないと感じている様子もうかがえた。

2-3 理解度調査のまとめ

沖花らの研究⁵⁾、本研究での理解度調査から以下のようにまとめることができる。

- ・回路に電流計や電圧計を入れる段階で正答率が一気に下がる。よって、測定器の使用法、さらに電流・電圧について理解していないと考えられる。
- ・豆電球の直列・並列を理解していない。
- ・図では正しく結べていても、実物の部品と測定器などで回路をつくることができない。また、その逆の場合もある。図と実物の部品・測定器との対応ができない。

3. 電流の単元における実験方法の提案

3-1 ここでのねらい

沖花らの研究⁵⁾から「電流」の単元は教員免許取得希望の大学生においても非常に理解度が低いことがわかった。本研究の理解度調査からは、「回路に電流計や電圧計を入れる段階で解答の正答率が一気に下がり困難を感じる生徒が多いこと」、「豆電球の直列・並列の理解が不十分であること」、「図と実物の対応ができないこと」、などがわかった。これらの調査から、「生徒が実験そのものに困難を感じ、苦手であると感じている」ことが明らかになった。これは、著者の一人がこれまでの授業実践から感じていたこととも一致する。「電流」の単元の理解を難しくする理由の一つとして、小学校・中学校の学習内容のつながりの問題が考えられる。

小学校学習指導要領解説(平成20年8月)²⁾では、第3学年で「回路」について学習する。それを踏まえて第4学年では、乾電池の数やつなぎ方を変えると、豆電球の明るさやモーターの回り方が変わることを学習する。ここで変えているものは「乾電池」の数やつなぎ方で、乾電池の「直列つなぎ・並列つなぎ」である。中学校では豆電球などの「抵抗」を直列や並列につなぎ、「直列回路・並列回路の電流や電圧」に関する規則性を実験を通して見いだすことを扱っている。中学校で電池の直列つなぎ・並列つなぎと豆電球の直列つなぎ・並列つなぎを混同し、よくわからないまま学習を進めれば、その先の理解も困難になると思われる。

また、小学校学習指導要領により「興味・関心をもって追究する活動を通して」という点に重きを置いて学習してきた小学校から、中学校での学習内容は定性的から定量的な扱いになり一気に難しくなる。学習指導要領では、中学校でのねらいは「実験を行い、結果を分析して解釈し、規則性を見いだす」ことである。「実験は行ったが、規則性を見いだせるような結果は得られなかった」ということではねらいは達成で

きない。小学校で簡易検流計などを用いて実験することもあるが、その経験だけで中学校で電流計や電圧計を使いこなせる生徒は少ないと思われる。電流計や電圧計を測定の道具として扱って「実験を行い、結果を分析して解釈し、規則性を見いだす」学習活動は、生徒にとっては急激に難易度が上がったと感じられると思われる。

小学校で理科を学習する第3学年から第6学年までの全学年で「電気」に関わる初歩的な内容を学習してきている。しかし、小学校・中学校の学習内容は定性的から定量的な扱いへの大きな変化があり、学習指導要領に記された授業内容だけではよいつながりではない。また「直列・並列」が、「乾電池」か「豆電球などの抵抗」かといった問題も同様で、生徒にとって十分理解されていないという教員の認識がない。教員はこのことを認識して授業を進めていく必要がある。中学校での電流の学習が始まったばかりの段階でつまずき、そこからの学習が困難になれば、この単元の内容を理解することも、この単元の実験を通して科学的な手順で調べることや結果を分析して解釈し規則性を見いだすこともできなくなってしまう。したがって、基礎からひとつひとつ確実な理解を積み上げ自分のものにしていくことが重要である。これが実現して初めて「電流」の単元を、実験を通して科学的な手順で調べたり結果を分析して解釈する場とすることも可能になると考えられる。

そこで、小学校での学習を受けて、中学校第2学年で、電流の学習の初めにつながりを良くするために穴を埋めることが大切だと考えた。穴を埋めることなく、わからないまま、手を出せずに時間だけを重ねても力をつけることはできない。そのためには、改めて丁寧な指導が必要であると考えた。

この単元を、実験を通して科学的な手順で調べたり結果を分析して解釈する場とするには、

①自分の手で実験を行えるようにし、実験に対する生徒の苦手意識を取りのぞく。

②結果を分析して解釈し規則性を見いだせるような実験結果をだせるようにする。

この2つのことが必要である。そして、この2つを行うことにより実験が生きたものになり、科学的な思考力の育成にもつなげていくことができると考えた。

そこで、上記①②の観点から「回路」の実験方法の工夫と実験器具の作製を行った。

①自分の手で行える実験

実験を通して科学的な手順で調べることが学ぶには、自分の手で実験を行うことが大切である。基礎の段階でわからなくなっている生徒は、実験で何をしようとしていて、具体的に何をどうすればよいかわからないので、自分の手で実験を行いたいという気持ちがあったとしても手を出ることができない。その後の学習にもそのつまずきを引きずって臨むことになり、結局身に付くものがほとんど無いままに苦手意識だけを強めていく。これを解消するには、自分の手で実験を行えるようにして、生徒の苦手意識を取り除く工夫が必要である。

「電流」の単元の基礎は「回路をつくること」である。次に「電流計や電圧計などの操作技能の習得と電流や電圧の測定」、さらに、「直列回路や並列回路で、回路の電流や電圧を測定する実験を行い、その結果を分析して解釈し、回路の各点を流れる電流や各部に加わる電圧についての規則性を見いだすこと」へと進む。そこで、苦手な生徒もこれらの実験を自分の手で行えることをねらいとして実験方法を考え、実験器具を作製した。

②分析して解釈し規則性を見いだせる実験結果

実験の結果を分析して解釈し規則性を見いだすには、それができそうな測定結果が得られることが必要である。うまく実験ができなかった為に規則性を見いだすことができなかつたり、誤った結論を導き出してしまったら残念なことである。例えば、「意図している場所とは異なるところに測定器を接続していることに気づかずに電流や電圧の測定結果を読んでいる」、

「接触が良くないために測定するたびに値が変わる」、「電流計や電圧計の目盛りを読み間違える」、などが原因となって、「直列回路では〇〇の部分を通る電流が一番大きい」「並列回路の各点を通る電流には規則性はない」などといった間違った結論を導いてしまう状況が実際にある。したがって、多くの生徒が行うことに困難を感じている実験においては、困難なく実験を進められるようにする工夫が必要である。

手際よく困難なく実験を行うことができれば、求めていた測定結果が得られるようになるだけでなく、結果を分析して解釈し規則性を見いだす活動にかけける時間を増やすこともできる。

この時間を使って生徒が更にいろいろな回路について調べることが可能になる。ここで、回路をつくることや電流計や電圧計などの操作に自信を持てるようになっていけば、あれこれ考え意欲的に調べられるようになると考えられる。

3-2 実験方法の工夫と実験器具の作製

これまでの調査で、電流計や電圧計を入れて回路をつくる際に生じる具体的な問題点が明らかになってきた。これらの問題点を解消するために、以下の方法を考えた。

回路づくりに困難を感じている生徒の多くは、初めから電流計や電圧計を入れて回路を組み立てようとする。その結果、複雑になり、わかりにくくなる。また、「電流計や電圧計はあくまで測定器である」ということが理解されていないことの表れでもあると考えられる。そこで、初めに電流計や電圧計を入れずに回路を完成させることを徹底し、完成後に測定器を入れるようにすることが重要であると考えた。これにより、どこを測っているのかということもわかりやすくなる。これは、学習指導要領や教科書に示されている実験の一步前の段階である。しかし、小学校と中学校の学習内容をつないでいく上で重要な実験となると考えられる。

次に、ワークシート等の図と実物に対応させられないことも問題であると考えられる。図で

は描けるが、実物では回路をつくれないう状況や、図では測定点を印せても、電流や電圧の測定で回路のどこを測っているのかわからない状況がある。これでは、暗記はできても、実験を通して規則性を見いだすことはできない。この点を解消する実験方法として、A3サイズのホワイトボードを使用した実験を考えた。これは以下の手順で実験を行う。

まず、ホワイトボードに回路の図を描く(図9)。

続いて、ホワイトボード上の回路の図に、電流や電圧を測るところに印をつける(図10、11)。このことで、導線をつなぐときに作業しやすくなると共に、どこを測っているのか理解しやすくなる。さらに、電流計・電圧計の+-端子の接続をわかりやすくするため、印をつけた測定点の両側に電源の+側(+)、-側(-)も印すようにした(図11)。

回路を正しく描くことができたなら、その上に重ねるように豆電球・乾電池ボックス・スイッチなどを置いていき回路を組み立てる(図12)。このことで、回路の図と実物に対応しやすくなった。

電流計や電圧計はホワイトボード上に載せずに測定を行った(図13)。これは、電流計や電圧計は、あくまでも測定器であることをはっきりさせるためである。

また、部品についても工夫を行った。今までの実験では、回路をつくる時に豆電球・電池・スイッチなどが導線で引きずられる様子を目にしてきた。これらを導線をつなぐときに、それぞれの部品が動かないように固定することで実験は行いやすくなるはずである。そこで、豆電球・乾電池ボックス・スイッチなどの裏にマグネットを付け、ホワイトボードに固定できるようにした(図14)。

さらに、実験を行いやすくなるためには部品が引きずられないだけでなく、目で見て見やすい適当な長さの導線を用意する必要があると考えた。長すぎる導線は余って絡まり、回路をつくる時に扱いにくいだけでなく、組み立てた

回路も見づらくなる。そこで、通常よく使われるものの約半分の長さの導線を用意した。導線の両端はミノムシクリップをハンダ付けし、全

長（ミノムシクリップの端から端まで）で30cmの導線を作製した（図15）。

また、導線については色の工夫も行った。電

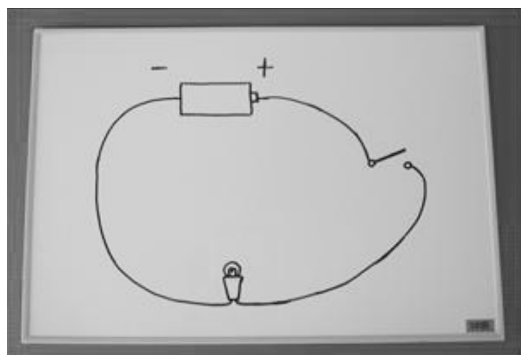


図9 ホワイトボードに回路の図を描く

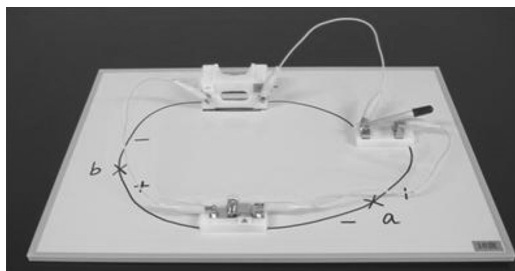


図12 回路の図に重ねるように部品を置く

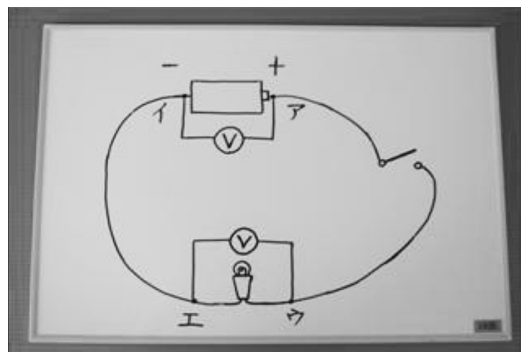


図10 電流や電圧を測るところの印

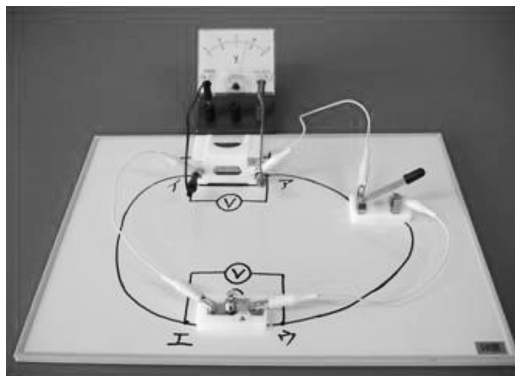


図13 測定器はホワイトボードに載せない

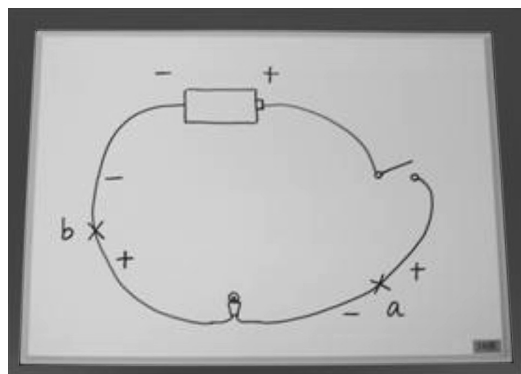
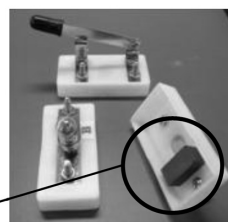


図11 測定点の両側に十



(マグネット)

図14 部品にマグネットを付ける

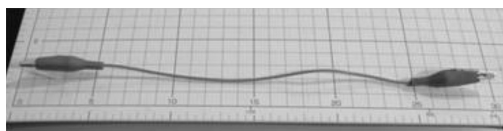


図15 30cmの導線

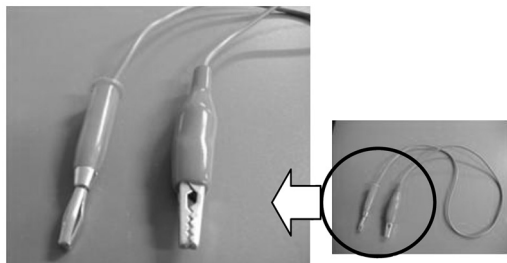


図16 バナナプラグ・ミノムシクリップの導線

流計や電圧計の+端子から出ているものを赤、-端子から出ているものを黒とし、その他、回路を組み立てる導線は赤・黒以外の色のもの（黄・白・緑など）とした。これは、組み立てた回路を見やすくするためである。これにより、回路がわかりやすくなり、接続の間違いも防ぐことができる。なお、電流計や電圧計の端子との接続はバナナプラグ、反対側はミノムシクリップとなる導線をつくった（図16）。端子側をバナナプラグにしたのは、-端子をつなぎ変える際に扱いやすくするためである。この導線は少し離れた場所もつなぎやすいように50cm程度にした。バナナプラグは電流計や電圧計に付けたままにし、測定器の一部として捉えられるようにした。

3-3 実験方法の提案と授業実践

3-2で述べた実験方法の工夫に基づき作製した実験器具を用いて、電流ならびに電圧の測定の実験を行った。

2-2の調査と同様に第2学年で「電流」の単元を学習している中学校3年生に対して、「電流の測定」（第1回目）、「電圧の測定」（第2回目）の2回の授業を行った。授業では次の①～③の3つの回路について、1授業時間で「電流の測定」「電圧の測定」を行った。

- ①乾電池1、豆電球1、スイッチ
- ②乾電池1、豆電球2（直列）、スイッチ
- ③乾電池1、豆電球2（並列）、スイッチ

2-2の理解度調査より、直列・並列つなぎ

のような基礎的な内容からつまづいている生徒が多いことがわかっていたので、ワークシートの図で乾電池、豆電球、スイッチなどをつなぐところから始めた。また、スイッチを理解していないと思われる生徒がいたため、スイッチとはどのようなもので、なぜ入れるのかといった説明も加えた。さらに、電圧計を直列につなぐ誤答が多かったことから、初めに作った回路を全く崩さずに電圧計を接続していくことを強調した。

実験は、35名を1班3～4名の男女別のグループに分けて行った。

授業の対象生徒は、電流・電圧の測定でホワイトボードを使用するのは初めてである。そこで、第1回目の授業「電流の測定」において、実験の手順書（資料1）を用いて「ホワイトボードを使用した実験方法」を説明した。「資料1」の裏面に「電流計の使い方」を入れてラミネート加工したものを各班に配布し、実験中も見られるようにした。

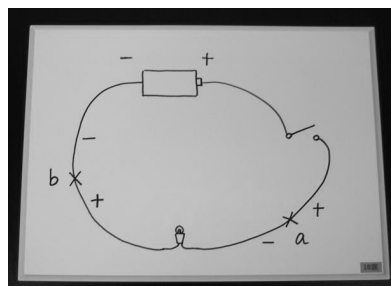
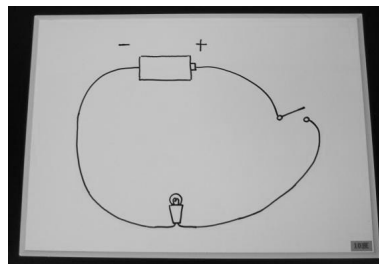
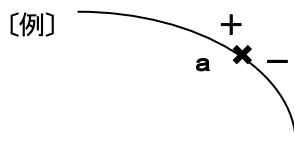
第2回目の授業「電圧の測定」においても同様に、「ホワイトボードを使用した実験方法」（資料2）を用いて実験を行った。

ホワイトボードに、回路を図で表そう!

1. ホワイトボードに回路を図でかく。
 - ・実際の形を簡単に表した図でかく。
 - ・豆電球、電池、スイッチ、導線のみに

※電流計は入れない。

2. (1) 電流を測定したい点 (a, b, c...) を、ホワイトボード上に記入する。
 (2) その点の両側に電源の+側 (+)、-側 (-) をかく。



実際に回路を組み立て、電流をはかろう!

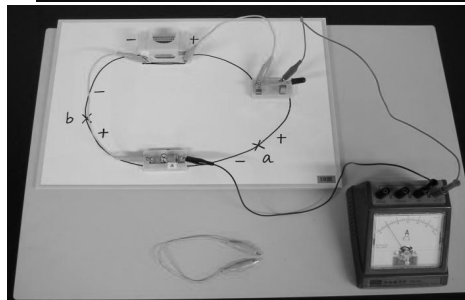
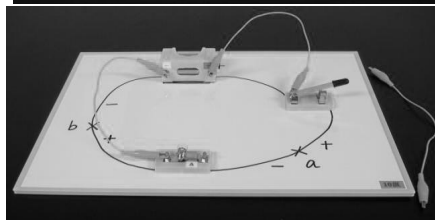
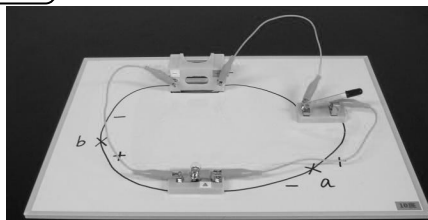
3. 回路を組み立てる。
 - ・ホワイトボード上の図に重ねて豆電球、電池、スイッチ、導線を置いていく。
 - (スイッチは切っておく)

※電流計は入れない。

4. 電流を測定したい点がある導線をはずす。

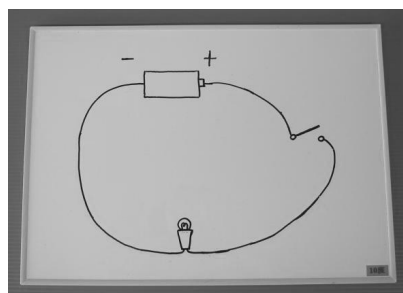
5. そこに、直列に電流計を入れて測定する。
 - ・電源の+側を電流計の+端子に、-側を一端子につなぐ。

※電流計はホワイトボード上に載せずに、机に置く。



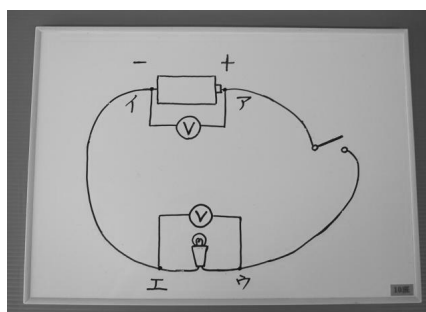
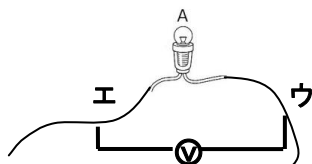
ホワイトボードに、回路を図で表そう!

1. ホワイトボードに回路を図でかく。
 - ・実際の形を簡単に表した図でかく。
 - ・豆電球、電池、スイッチ、導線のみ
 - ※電圧計は入れない。**



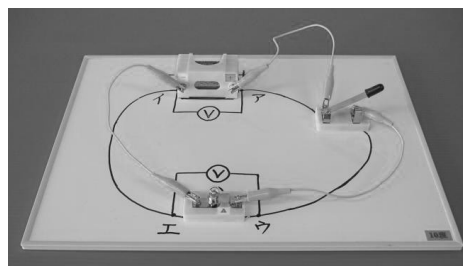
2. 電圧を測定したい部分（アイ間、ウエ間・・・）をホワイトボード上に記入する。

[例]

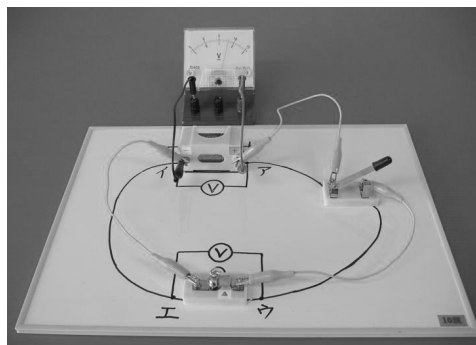


実際に回路を組み立て、電圧をはかろう!

3. 回路を組み立てる。
 - ・ホワイトボード上の図に重ねて豆電球、電池、スイッチ、導線を置いていく。
 - ※電圧計は入れない。**



4. できた回路は全く崩さずに、電圧を測定したい2点に並列に電圧計を接続し、電圧を測定する。
 - ・電圧計の+端子を電源の+側に、-端子を一側につなぐ。
 - ※電圧計はホワイトボード上に載せずに、机に置く。**



3-4 実験器具・実験方法について(アンケート調査)

実験を行った後、今回の実験器具・実験方法について、これまでの実験器具・実験方法と比べてどうであったかを問うアンケートを生徒(2回の授業に両方出席した32名)に実施した。アンケートの内容は以下のとおりである。

これまでの実験器具・実験方法と比べて、

今回の方法がどうであったか。

1. ホワイトボード上に回路の図をかき、その上に重ねて豆電球などをおいていったこと
2. ホワイトボード上の回路の図に、電流や電圧をはかりたいところの印をつけたこと
3. 豆電球、乾電池、スイッチなどにマグネットが付いていてホワイトボード上で位置を固定しやすくしてあったこと
4. 導線が余ってからまないように短い導線にしてあったこと
5. 初めに測定器(電流計・電圧計)を入れずに回路を完成させ、その後で測定器を入れたこと

アンケートの結果は図17のようになった。い

くつかの質問に「変わらない」という回答が3~9%(1~3人)見られた。これは、ホワイトボードを用いなくても回路を十分理解している生徒の解答と思われる。しかし、1、2-①、5-②で100%が「実験しやすい」「わかりやすい」と回答している。また、どの質問も「実験しにくい・わかりにくい」は0%である。このことから、今回の実験方法は生徒にとって行いやすいものであったと考えることができる。

4. 研究の成果と今後の課題

4-1 研究の成果

3-1で述べた実験方法の提案におけるねらいは、電流の単元を、実験を通して科学的な手順で調べたり結果を分析して解釈する場とするために、①自分の手で実験を行えるようにし、実験に対する生徒の苦手意識を取りのぞく、②結果を分析して解釈し規則性を見いだせるような実験結果をだせるようにする、であった。

2-2の理解度調査で豆電球1個、電池、スイッチをつないだ回路をつくれなかった生徒が、今回は自分の手で実験に取り組んでいた。これまで実験を人任せにしてきた苦手意識の強い生

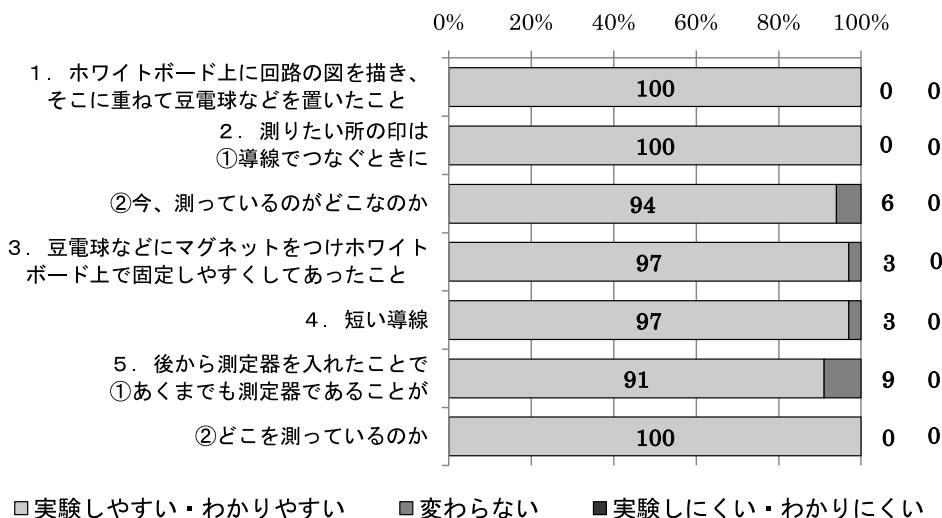


図17 実験器具・実験方法について(アンケート) 結果

徒達が皆、進んで実験を行っていた。生徒の感想にも「苦手意識がうすれた」「自分でやりたいと思えるようになった」「自分でやってみた方が絶対にわかる」と書かれている。上記①のねらいは達成できたと考えている。

また、実験を手際よく進めることができ、正しい測定を短い時間で行うことができた。結果として、実験結果を分析して解釈し直列回路・並列回路の電流や電圧の規則性を見いだすという過程を遂行できた。生徒記入のワークシートを見ると、結果を分析して解釈し規則性を見いだせるような実験結果を得ることができている。また、生徒の感想には「手際よくできた」「非常に良い結果だったし、はやくできた」とある。上記②のねらいは達成できたと考えている。

中学校学習指導要領解説 理科編⁴⁾ 第1分野の目標(1)に示されている「物質やエネルギーに関する事象・現象に対して主体的に進んでかわり、科学的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させること、そして、それらを通して科学的な思考力を育成すること」を受けて、本研究では、「電流」の単元の実験を、科学的な手順で調べることや結果を分析して解釈する場として有効に活用し、科学的な思考力を高めていくことに役立てることをねらいとした。基礎の理解が不十分であるために、科学的に考える何歩も手前で足踏みしている生徒にとっても意味のある実験となるように、苦手な生徒でもできる実験方法を提案した。検証授業での生徒の実験の様子や感想、アンケート調査の結果から、今回のねらいは達成できたと考えている。

目的を理解し、自分の手で実験を行い、自分で結果を得たことは、確かな理解につながる。そして、基礎的な実験技能を習得し、実験を通して科学的な手順で調べることや結果を分析して解釈する経験を繰り返し積むことで、科学的な思考力を高めることができるのではないかと考える。

4-2 今後の課題

直列回路や並列回路の電流・電圧についての理解を深める実験として、次の実験を行うことを考えている。

1 回路の各部分に一度に電流計(電圧計)を入れて測定し、それぞれの目盛りが指す値を同時に読む(図18)。

これは、電流・電圧を同時に測定することで視覚的にも捉えやすく、それぞれの回路で電流や電圧の値がどのようにになっているのかがわかりやすくなると考える。

また、つなぎ変えていく際の接触の不良による測定値の差もなくなり、測定結果を分析して解釈し規則性を見出す過程に上手くつなげられるのではないかと考えられる。

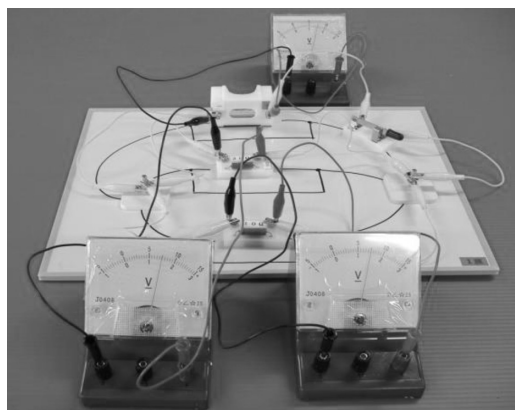
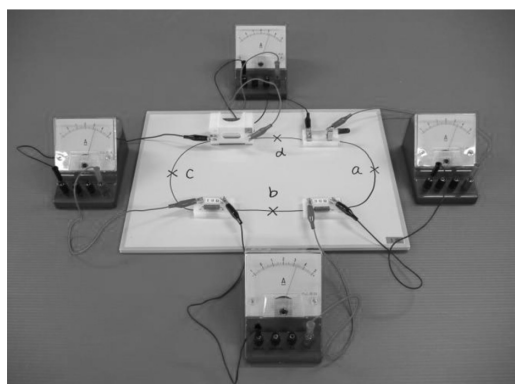


図18 同時に測定する

2 デジタルテスターを利用する (図19)。

従来の電流計や電圧計を使いこなせるようになることも大切な学習内容の一つである。ただ、これらの器具を、測定結果を分析して解釈し規則性を見出す為の実験の道具として捉えるならば、容易に使える道具を取り入れることも考えてよいのではないかと考えた。電流計や電圧計の目盛りの読み方がわからないことで実験結果を出せなかったり、値を読み間違えたことで、結果の分析・解釈がうまくできないのならば、それを解消する道具の導入を検討する価値はあると考える。

また、回路の作成、電流や電圧の測定などの基礎的な技能、直列回路や並列回路の電流や電圧についての理解を基に、さらにいろいろな回路について調べたり、日常の生活や身の回りの電気器具などと結び付けて考えるなど、学習を発展させていきたいと思う。

本研究では、科学的な思考力を育成する手立てとして、実験の結果を分析して解釈する学習活動の充実を図ることをねらいとした。そこで、単元の特徴から「電流」を取り上げ、研究を行った。同じように、他の単元にもそれぞれの特徴がある。その単元の学習内容や特徴を考え、単に内容を理解することに留まらず、そこでの学習を通して科学的に調べる力や考える力を育て

ていきたい。また、思考力と共に表現力の育成も重要である。自分の考えを表現し伝える力を育成するために、レポートの作成や討論、発表などの学習活動にも力を入れていく必要がある。データの処理やグラフ化、表や図で表す学習も大切な要素のひとつであると考え。さらに、原理や法則の理解などを目的とした「ものづくり」を取り入れて、科学的な見方や考え方を育成することも考えられる。「ものづくり」は原理や法則の理解を深めるだけでなく、科学的な原理や法則が日常生活や身のまわりの製品に関わっていることを実感させる良い機会となるはずである。

科学的な見方や考え方、表現力などは、数回の学習活動の中ですぐに身に付くものではなく、繰り返しの中で身に付き、高まっていくものである。これらを育成する取り組みは、小学校、中学校、さらにその先へと継続することも大切である。また、これらの力が付き始めれば、学校以外の日常生活の様々な場面でも事物・現象を科学的に捉え、科学的に考えることができるようになり、科学的な思考力が高まっていくと考える。

謝辞

本研究の一部は平成21年度科学研究費基盤研究 (C) の助成により行われた。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省『中学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書, pp.1, 33, 97, (2008)
- 2) 文部科学省『小学校学習指導要領解説 理科編』大日本図書, pp.26, 36, 47, 59, (2008)
- 3) 『新編 新しい科学 1分野上』東京書籍, pp.103, (2005)
- 4) 『新版中学校理科 1分野上』大日本図書, pp.97, (2005)
- 5) 沖花彰、辻井智子：「中学校理科第1分野—電気—に関する調査」, 京都教育大学 フォーラ

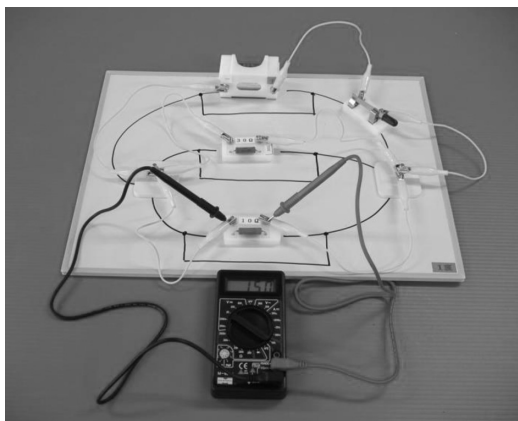


図19 デジタルテスターを使用する

- ム理科教育 No.6, pp.19, (2004)
- 6) 門馬徳夫, 吉田俊博:「中学生の電流理解に関する実態調査報告(1)(2)」, 福島大学教育実践研究紀要 41, pp.85, 42, pp.1, (2002)
- 7) 沖花彰, 谷口信一:「中学校電気分野における電位概念の導入と学習教材の開発」, 物理教育 vol.57, No.2, pp.97, (2009)
- (2010年3月31日提出)
- (2010年4月16日受理)