

回路カードを用いた授業デザインの実践

大垣北高等学校 鈴木 規比

1 研究のねらい

回路カードを製作および回路カードを用いた具体的な授業デザイン案を構築する。回路カードを用いて授業を行うことで、生徒は複雑に見える電気回路を視覚的にわかりやすく理解することができる。また電気分野における演示実験および生徒実験を手軽に実施できるようになる。

2 実践した内容

(1) 回路カードおよび必要な素子部品の製作例

回路カード基盤の作成



- ①銅箔テープ(幅 10mm)，マグネットシート片(数 cm 程度の大きさに切断されているものがよい)，割り箸(1組を3または4分の1カットして使用)，単3アルカリ乾電池，豆電球，豆電球ソケット，抵抗器，幅広の輪ゴム(電池ケースがない場合)，マグネットボード(銅箔テープをマグネットボードに直接貼って基盤を作る場合)，普通紙(銅箔テープを普通紙に貼って基板を作る場合)
②回路カード基盤…マグネットボードまたは普通紙に銅箔テープを貼って製作。普通紙の場合は裏4隅にマグネットシートを貼るとホワイトボードやマグネットボードに貼って周囲に見せることができる。

以下、素子の製作についての説明

- ③電池…単3乾電池を使用。電池ケースがない場合は、写真のように電池の下にマグネットシートを敷いて端子部分と底面のマグネットシートを銅箔シートで繋げる。側面に輪ゴムを巻いて完成。
④豆電球…カットした割り箸の底面両端にマグネットシート片を貼り付ける。割り箸に豆電球ソケットの配線を銅箔テープで接着する。その際にマグネットシート片も銅箔テープで覆い、電球に通電するようにする。豆電球をソケットにつけて完成。
⑤抵抗…豆電球と同様に底にはマグネットシート片を付けて、抵抗を銅箔テープで割り箸に接着する。
⑥導線…割り箸にマグネットシート片を銅箔テープで接着し、表面に銅箔テープを貼る。

回路カード基盤(②)に
電池(③)と豆電球(④)の素子を乗せて製作した回路



※製作のポイント

最初は左の写真のように割り箸を使用せず、マグネットシートに直接銅箔テープを貼り付けて素子を作成したが、接触不良を起こしやすかった。割り箸を使用すること、また、裏に貼り付けるマグネットシート片はできるだけ強力なものを使用すると素子が回路から落ちることがなくて良い。

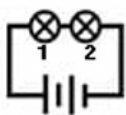
回路カードの製作に関して紹介したHPがインターネット上にいくつかあり、参考にさせていただいた。何回も試作し、現在の方法がよいと判断した。

(2) 回路カードを用いた実験の実践

【内容①】生徒がどちらの豆電球が明るいのか？の予想を立てる→回路カードで実験する
→立式して、消費電力を求め、考察する。

配布する授業プリント

Q1. 以下のように、2つの同じ豆電球を直列に接続した。
電池とつながると豆電球1と2ではどちらが明るいのか。



予想： 1が明るい 2が明るい 同じ明るさ

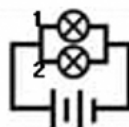
予想の理由：

回路カードを用いて実験した結果：

1が明るい 2が明るい 同じ明るさ

(1)豆電球1つの抵抗値を 3.0Ω 、電池の1つの電圧を $1.5V$ として豆電球1、豆電球2に流れる電流の大きさと消費電力をそれぞれ計算してみよう。

Q2. 以下のように、2つの同じ豆電球を並列に接続した。
電池とつながると豆電球1と2ではどちらが明るいのか。



予想： 1が明るい 2が明るい 同じ明るさ

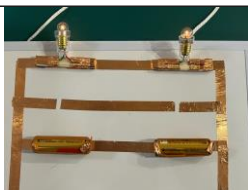
予想の理由：

回路カードを用いて実験した結果：

1が明るい 2が明るい 同じ明るさ

(2)豆電球1つの抵抗値を 3.0Ω 、電池の1つの電圧を $1.5V$ として豆電球1、豆電球2に流れる電流の大きさと消費電力をそれぞれ計算してみよう。

Q1 実験結果



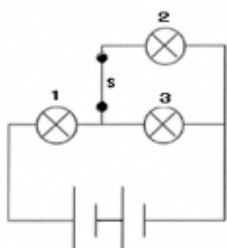
Q2 実験結果



配布する授業プリント

Q3. 以下のように、3つの同じ豆電球を接続し、
スイッチを開いて電池とつないだ。

(1)豆電球1と2と3を比較して明るさを不等号または
等号を用いて表せ。



予想：

予想の理由：

(2)スイッチ S を開くと、豆電球の明るさはそれぞれ、
はじめと比べてどうなるか。

予想： 豆電球1

豆電球2

豆電球3

(3)豆電球1つの抵抗値を 3.0Ω 、電池の1つの電圧を $1.5V$ としてスイッチ S を開く前、豆電球1、豆電球2、
豆電球3に流れる電流の大きさと消費電力をそれぞれ
計算してみよう。

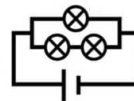
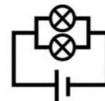
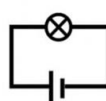
(4)スイッチ S を開いたとき、それぞれの電球に流れる
電流の大きさと消費電力を計算してみよう。

Q3 実験結果



【実践内容②】生徒が回路カードを用いて、豆電球の明るさの問題を作成する。

(問題例) 1番左の豆電球より明るい豆電球はどれか？



1番明るいのは？

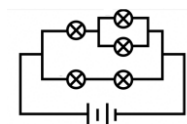
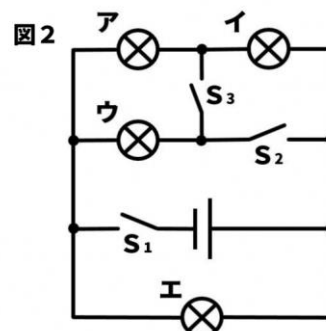
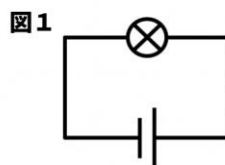


図2でスイッチを全部閉じるとき、豆電球の明るさは図1と比べてどうなるか？



Metamoji に入力し、問題を共有する(以下、Metamoji の入力欄)

①(G) からの挑戦 問題の説明	※回路カードの回路図(写真)をここに貼り付ける
---------------------------------	--------------------------------

3 実践中および実践後の生徒の変容 (生徒への実践ができない場合は、予想される変容)

生徒の意見

- ・自分自身で回路を作成することが簡単にできるのがよい。
- ・回路図通りに回路を組むことができてわかりやすい。
- ・回路を組んで問題を解くことが楽しい。
- ・実験の回数が増えたことがよい。
- ・自分で問題をつくって解きあうのが面白い。

4 研究のまとめ

回路カードを用いる利点

- ・回路図通りに回路を組むことが出来る。
- ・素子部品を置き換えるだけで、簡単に回路の変更ができるため効率よく実験ができる。
- ・回路カード基盤にマグネットを使用することでホワイトボードや黒板に貼り付けることができ、演示しやすい。
- ・既製品と比べ、はるかに費用がかからないので生徒用の実験器具を確保できる。

今後の課題

- ・今後も多種の素子部品を製作することで、これまで授業の場で実演が難しかった実験を演示または生徒自身が行うことができるようになることを考える。回路カードの活用場面を増加できるように研究を続けていく。
- ・回路カードを用いる利点は大いに感じているが、実際にリード線などを用いて回路を組む経験も必要であると考え。回路カードをどのような場面で活用していくかを判断することが重要である。

5 実践した授業の単元計画と学習指導案

学習指導案

岐阜県立大垣北高等学校

教 科	理科	科 目	物理	指 導 者		鈴木 規比	
指 導 ク ラ ス	省略（普通科クラス）						
実 践 日 時	令和6年7月18日（木）4限			使 用 教 室	物理実験室		
教 科 書	物理（数研出版）			使 用 教 材	授業プリント		
単 元 名	直流回路						
単 元 の 目 標	(1) 抵抗を直列・並列に接続したとき、電流、電圧がどのような関係にあるかを理解すること。 (2) 電池の起電力と電圧降下の意味を理解し、キルヒホッフの法則を正しく適用すること。						
単 元 の 評 価 規 準	知識・技能		思考・判断・表現		主体的に学習に取り組む態度		
	・抵抗を直列・並列に接続したとき、電流、電圧がどのような関係にあるかを理解している。 ・電池の起電力と電圧降下の意味を理解し、キルヒホッフの法則を正しく適用することができる。		・電池の起電力や内部抵抗について説明できる。 ・電圧計に含まれる内部抵抗の大きさを大きくする理由を考察し、説明することができる。 ・測定する抵抗の大きさによってどのような電気回路がより正しい値を測定できるかを判断できる。		・電気回路の各抵抗への電流が流れるや電圧の加わり方がどのようなになるかに興味を示している。 ・電気回路に流れる電流や加わる電圧の測定や、考察に主体的に取り組んでいる。		
単 元 の 指 導 と 評 価 の 計 画	時	ねらい・生徒の学習活動		重点	記録	評価規準・評価方法	
	1	抵抗の接続 ・直列接続と並列接続の合成抵抗の公式をつくる。また、回路カードを用いて合成抵抗の公式を確認する。		主	○	・回路カードを用いて回路を作成することで直列接続と並列接続の合成抵抗の法則を確認することができる。 評価方法：授業プリント [記述分析]	
	2	電流計・電圧計 ・電流計や電圧計の接続方法や数値の読み取り方、構造について理解する。		思		・電流計・電圧計の接続方法を学び、電気抵抗の接続の知識を応用して、分流器や倍率器の接続方法や抵抗値を表現できる。[行動観察]	
	3	電池の起電力と内部抵抗 ・電池の起電力と内部抵抗、端子電圧の関係を式で表現する。		知		・起電力と電圧降下の意味を理解しており、端子電圧との関係を式で表現できる。[行動観察]	
	4	キルヒホッフの法則 ・キルヒホッフの法則の使い方を、水流モデルとの対比によって理解する。		知	○	・キルヒホッフの法則を適用し、電流の流れや起電力と電圧降下の関係を式で表すことができる。 評価方法：授業プリント [記述分析]	
	5	回路カードを用いた直流回路の復習(本時) ・回路カードを用いて豆電球の明るさを観察する実験を行う。 ・実験結果を単元の知識を用いて説明する。		思	○	・授業プリントの問い(Q)に対して →予想 →回路カードを用いた実験 →単元で学んだ知識を用いて結果を考察することができる。 評価方法：授業プリント [記述分析]	

					【ICT 機器の活用】 ・Metamoji による生徒間での 作成問題の共有	
本時の主題		回路カードを用いた単元の振り返り			本時の位置	5 / 5 時間目
本時の目標		これまでの直流回路についての学びを振り返って、学んできた知識を活用し、現象を数式を用いて表現する。また、数式によって求められた電流や抵抗値によって定まる消費電力の値を、回路カードを用いて豆電球の明るさを観察することを確認する。 【課題】授業プリントのQ1、Q2、Q3の問いに対して、予想→回路カードの実験(豆電球の明るさの観察)→キルヒホッフの法則などを適用して立式し、各豆電球の消費電力を求めてみよう。				
評価の観点		「思考・判断・表現」 直流回路の単元の学習を振り返って、授業プリントの問い(Q)に対して、予想→回路カードを用いた実験(豆電球の明るさの観察)→キルヒホッフの法則などを用いて立式して、各豆電球の消費電力を求めることができる。(それにより、豆電球の明るさを考察できる。) 本時では、教員が作成した授業プリントを生徒に配布して、そのプリントに記載されている問い(Q1、Q2、Q3)への回答をもとに評価する。				
本 時 の 展 開						
学習場面	生徒の学習活動		学習活動における具体の評価規準		評価方法	
導入	前時の復習 ・豆電球の明るさと消費電力の関係 ・オームの法則 ・キルヒホッフの法則 ・授業目標を確認する。		・豆電球の明るさは消費電力で決まり、抵抗値が同じ豆電球の場合、電流の大きさによって明るさが決まることに気づく。		評価は提出された授業プリントで行う	
	課題 授業プリントのQ1、Q2、Q3の問いに対して、予想→回路カードの実験(豆電球の明るさの観察)→キルヒホッフの法則などを適用して立式し、各豆電球の消費電力を求めてみよう。					
展開①	・本時の内容を確認してQ1、Q2、Q3の予想を立てる。 ・回路カードを用いてQ1、Q2、Q3の実験を行う。 ・Q1、Q2、Q3の計算を行い、各豆電球の消費電力を求め、豆電球の明るさについて考察する。		・豆電球の明るさの予想を立てることができる ・回路カードを用いて実験をすることができる。 ・立式し、豆電球の明るさについて考察できる。			
展開②	・回路カードを用いて問題の作成し、Metamojiに掲載する。 ・Metamojiに掲載された問題に解答し、回路カードで答え合わせをする。		・回路カードを用いて問題を作成できる。 ・掲載問題を解くことができる。			
まとめ	・Q1、Q2、Q3の答え合わせをする。		・各Qの答え合わせをし、誤りがあれば再度考え、正答が出せる。			

【「思考・判断・表現」の評価例】

なお，以下の判断基準表を基にして評価する。

評価 A	Q 1，Q 2，Q 3 の予想がすべて記入してある。また，立式して各豆電球の消費電力がすべて正しく求められている。
評価 B	Q 1，Q 2，Q 3 の予想がすべて記入してある。また，Q1～Q3 のうち 2 つにおいて，立式して各豆電球の消費電力が正しく求められている。
評価 C	Q 1，Q 2，Q 3 の予想が 1 つでも記入されていない。 また，Q 1～Q 3 のうち，立式して各豆電球の消費電力が正しく求められているものが 1 つ以下である。

6 参考 website

- ・回路カードについて解説する website
- ・お茶の水女子大学理科教材データベース