

事例 2 生徒実験「非直線抵抗の特性」

1 ねらい

豆電球などでは、電圧と電流について単純な比例関係が成り立つとは限らないということを、理解させる。

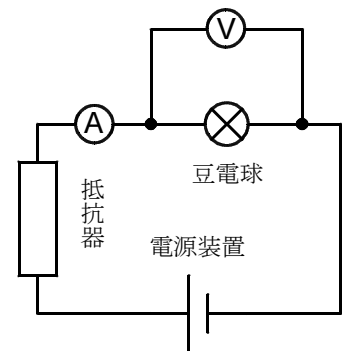
2 準 備

電流計、電圧計（またはテスター）、直流電源、抵抗器、豆電球、リード線

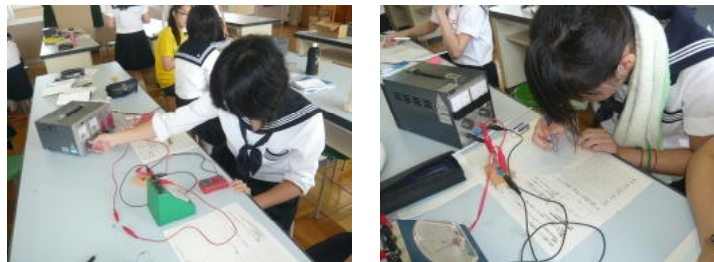
3 手 順

《実験①》：非直線抵抗（豆電球）の特性曲線を描く。

- (1) 図1の回路図を参考に、回路を組む。このとき、豆電球の許容電圧を確認し、抵抗器は適切な値のものを選択する。
- (2) 豆電球の許容電圧の範囲内で直流電源を操作し、電圧計の値を見ながら、なるべく多くのデータを取る。このとき低電圧（2V程度以下）では0.1V単位で、それ以上では0.5V単位で電圧を変化させる。デジタルテスターを使えないグループでは0.1V単位は難しいので、低電圧域でも0.5V単位程度で構わない。このとき、電圧変化が速すぎると良いデータが得られないので、注意する。
- (3) 横軸を電圧、縦軸を電流として、方眼紙に、グラフ（特性曲線）を描く。



【図1】



【図2 実験の様子】

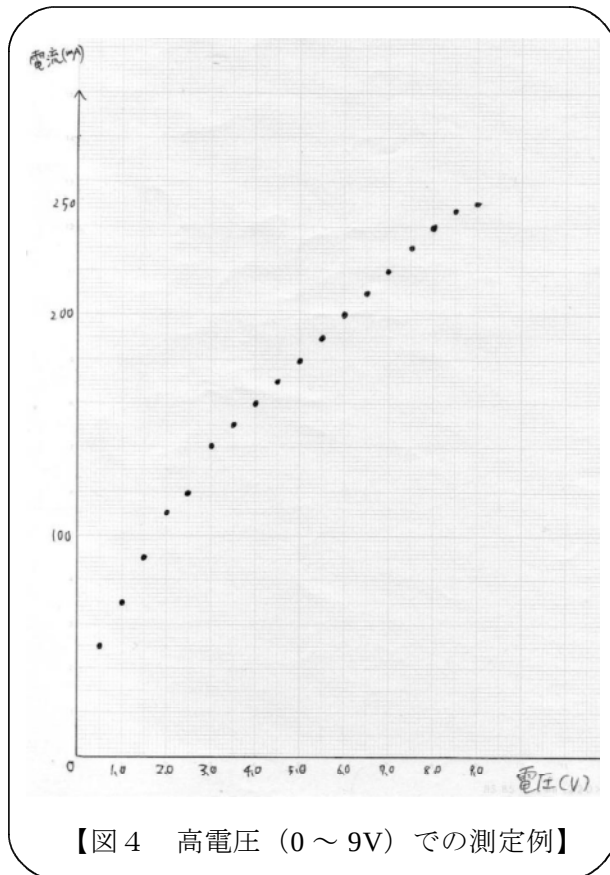
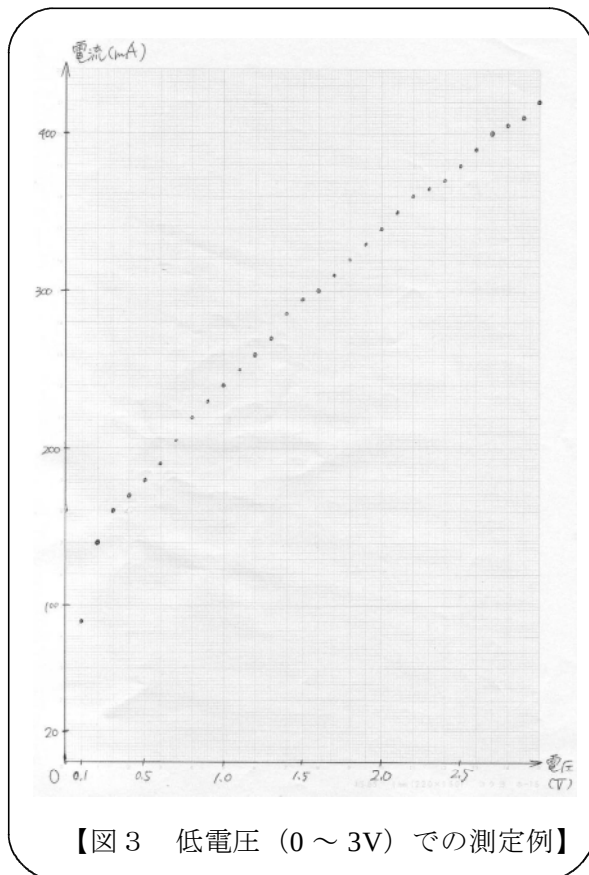
《実験②》：非直線抵抗（豆電球）を含む回路に関する演習問題を作り、実験①で得られた特性曲線を利用して、その問題を解く。また実際にその回路を組み、豆電球に流れる電流を測定し、理論値と実験値を比較する。

- (1) 実験①のものとは異なる回路を自分で考え、その回路図を描く。このとき、回路中の豆電球に流れる電流を求める演習問題を解いてみる。
※なるべく演習問題として手応えのある回路を考えるよう工夫させる。
- (2) (1)の回路を実際に組んで、豆電球に流れる電流を測定する。次に誤差を計算し、理論値と実験値を比較する。

4 結果 (2人でグループを組み、8つのグループで実験を行った。)

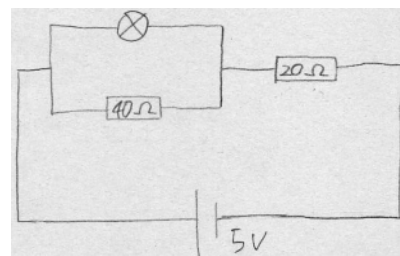
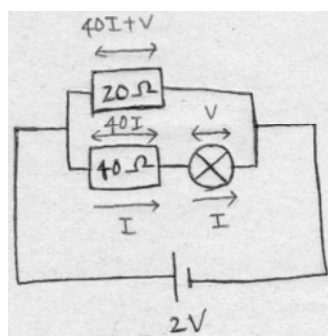
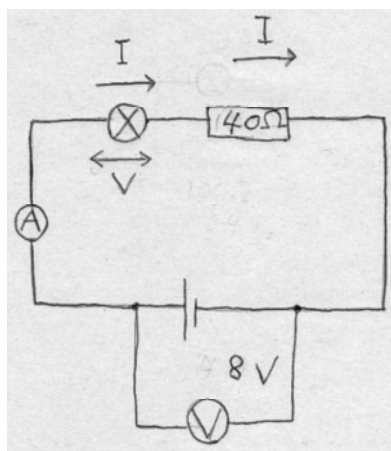
《実験①》

生徒の描いたグラフの例を図3、図4に示す。各グループで使用した抵抗器が異なるため、同じ電圧でも電流の値は同じにならない。グラフから、電流と電圧が比例しないことが分かる。



《実験②》

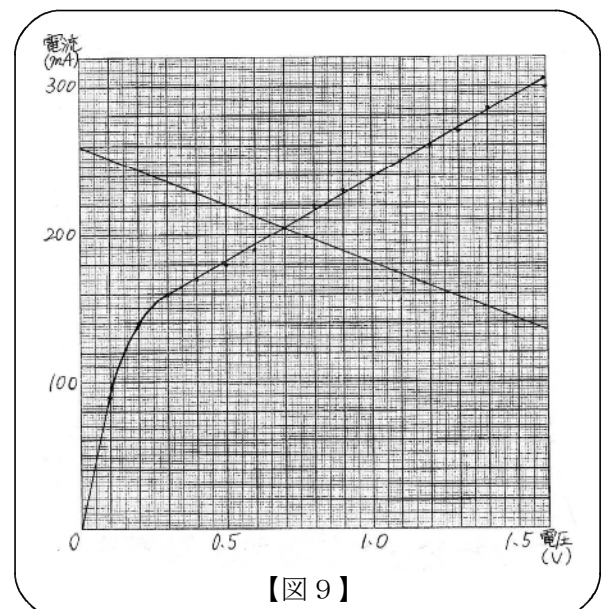
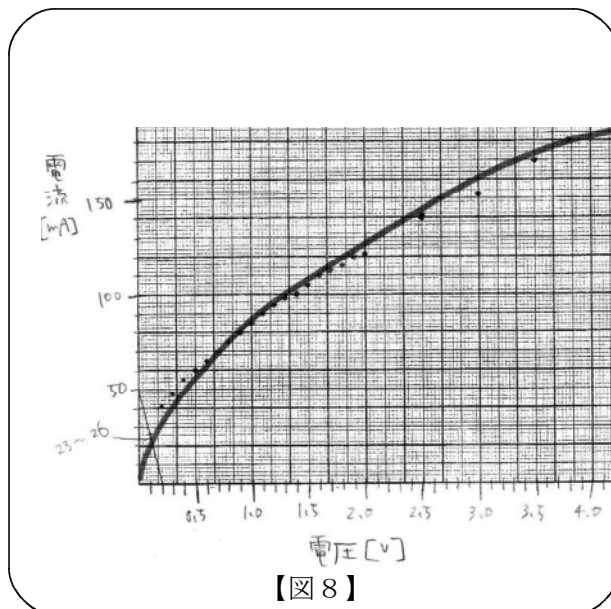
(1) 生徒の考えた回路図例を示す。ほとんどのグループが、図5のような単純な回路であったが、中には図6、図7のように何とか工夫しようとしたグループもあった。



(2) 自分で考えた回路を実際に組んだときの理論値と測定値は、下表のとおりである。プロットした点を、なめらかな曲線のグラフで表すことが大変難しかったようである。しかし、理論値と測定値が思っていた以上に近い値になったグループが多く、生徒の感想からも満足感が高かった様子が分かる。

	理論値 [mA]	測定値 [mA]	備考
第1グループ	205	210	図9
第2グループ	114	125	
第3グループ	200	185	
第4グループ	78	75	
第5グループ	95	95	
第6グループ	191	190	
第7グループ	28	53	
第8グループ	23~26	36	図8

図8、図9に、生徒が理論値を求めたときのグラフを示す。特に図8では、曲線の引き方に雑な部分があり、大きな誤差を生んでしまった。



(3) 生徒の感想等（抜粋）

《実験①》特性曲線に関して

- ・ 結構低い電圧から曲がり始めてしまうんだなあと思った。
- ・ 特性曲線が本当に教科書と同じ形になると実感して感動した。

《実験②》理論値と測定値の比較に関して

- ・ 自分で計算した値と測定した値が近かったのが嬉しかった。
- ・ グラフの描き方で値が変わってしまうのが難しかった。
- ・ 予想通りにうまくできて感動した。
- ・ 誤差がひどかった。

《その他》

- ・ 初めて回路を自分で考えて、それを作って楽しかった。
- ・ (直流電源の) 電圧の調整が難しかった。
- ・ 回路を作るのは思った以上に難しかった。

5 この事例のポイント

中学校までは、抵抗値が一定で、電流と電圧の間に比例関係が成り立つような場合しか、定量的には扱わない。そのため、電流と電圧が比例しないということは生徒にとっては、にわかには信じ難いことである。そういう意味で、豆電球や白熱電球を用いて、実際に電流電圧特性を調べることは大切である。

今回の事例では、さらに自分たちで演習問題を作り、その解答を実際の回路で確認するというところを行っている。電磁気学の分野に限らず、生徒たちに演習問題を解かせた後で、その解答を実際の実験で再現して確認することは、生徒の興味・関心を高める上で有効である。また、今回のように演習問題を自作にすると更に意欲的になる。

6 実験プリント (次ページ)

<目的>

豆電球にかかる電圧と、流れる電流の関係を調べよう。

<準備>

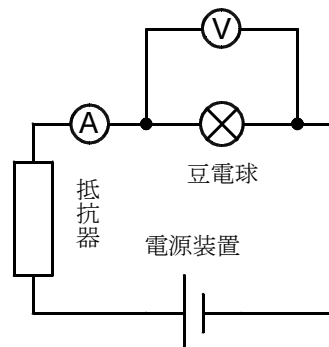
直流電源、電流計、電圧計（またはテスター）、抵抗器、豆電球セット、リード線、方眼紙

<実験①>電流－電圧の特性曲線を求める。

手順1：右図を参考に回路を組もう。

<注意>

- 電気抵抗は、豆電球にかかる電圧のことを考えて、適切な値のものを選択すること。すべり抵抗器を使ってもよい。
- 回路は見た目にも美しく、分かりやすい配線になるように注意すること。
- 低電圧のグループは、電圧計の代わりにテスターで測定すること。



手順2：測定開始。豆電球にかけていい電圧、流していい電流に注意してなるべく多くのデータを取る。

必要ならば、抵抗器を変えて、豆電球にかかる電圧を工夫すること。

電圧										
電流										

電圧										
電流										

電圧										
電流										

電圧										
電流										

手順3：方眼紙に特性曲線を描こう。

<考察>

1. 電流と電圧は比例していたか。

2. この実験で何か分かったこと、感じたことを書いて下さい。

<目的>

実験①で求めた豆電球の特性曲線を用いて、この豆電球を含む回路の問題を作る。それを解いて、実際に測定して、その答えを確かめる。

<準備>

直流電源、電流計、電圧計（またはテスター）、抵抗器、豆電球セット、リード線、電気抵抗、方眼紙

<実験②>前回の実験結果から、電流－電圧の特性曲線を改めて描いてみる。

手順1：方眼紙にきれいなグラフを描こう。このとき、データをプロット（点を打つ）したら、それらを基になるべくめらかに曲線を描こう。必ずしも隣りあう点どうしをつなぐ必要はありません。

手順2：適当な抵抗器をつないで、豆電球と抵抗器を含む、なるべく独自性のある回路を考え、回路図に表す。次に、その回路中の豆電球に流れる電流を、手順1で描いたグラフを使って求める。

<考えた回路>

手順3：実際に手順2で考えた回路を組み、豆電球に流れる電流を測定する。

測定結果

<考察>

1. 理論値と測定値を比較して、誤差を計算しよう。

2. この実験で何か分かったこと、感じたことを書いて下さい。