

# 小学校教員養成のためのプログラム学習 — 電流について —

橋高嘉弘 \*

Programmed Instruction about Electric Current for the Students of  
Elementary School Teacher Training Course

Yoshihiro KITAKA \*

(Received November 21, 1994)

キーワード：小学校教員養成、プログラム学習、電流

## 1. まえがき

近年、理科嫌い、理工科離れが大きな社会問題になっている。理科の中でも物理・地学が特にその傾向が強く、1994年4月12日に物理学・物理教育関係の3学会会長（日本物理学会会長 小林徹郎、応用物理学会会長 南茂夫、日本物理教育学会会長 霜田光一）の共同声明「理科教育の再生を訴える」が発表され、新聞・テレビでも報道されて、反響を呼んだ<sup>1), 2), 3)</sup>。その中で、高校時代に理科（物理）をほとんど学んでいない小学校教員が増えていることを指摘し、「教育系大学（学部）で十分な理科教育が行われるように、関係者による配慮とサポートがなされることを強く希望する。」と述べられている。

この声明でも述べられているように、小学校教員養成課程の学生の多くは、高校で文科のクラスに所属し、高校でも、大学の教養部でも、物理を選択していない者が多い。また、高校で必修の理科Iの物理的な内容は力学のみであるから、それ以後物理を履修していない大部分の学生にとっては、電気に関する学習は、中学校どまりであり、更に、中学校の内容ばかりか、小学校の内容すら、よく理解していないものも少なくない。科学技術立国が唱えられているのに、まもなく小学校教師になろうとする者が、「金属は電気をよく通す」という基本的なことも知らないようでは、将来が気遣われる。

これに対して、大学で電流について指導できる時間は少なく、本学部の場合、教科専門科目の初等科理科で、90分の授業が2回、もしくは教科教育法理科の授業で、電流について145分の授業時間1回を当てるだけである。しかも、後者の場合、指導法に重点を置くべきものであり、特に新学習指導要領で観察・実験の重要性が強調されている現在では、その方に時間を多く回さねばならない。更に、近い将来、この授業時間は90分に短縮される

\* 山口大学教育学部理科教育講座

のであるから、時間不足は一層激しくなる。以前報告したように、筆者は、授業の始めに、電磁気について簡単なプレテストとその解説を実施し、基礎学力の充実を図ってきた<sup>4)</sup>。これは学生にも好評であったが、貴重な授業時間を費やすのを防ぐのと、学習事項を定着させるために、Project Physics の、Programmed Instruction Booklet (ベクトル・方程式の解法等に関する自習教材)<sup>5)</sup>を参考に、幾つかの改良を加えて、力・光・音・熱・磁気について、自習教材を作って使用させてきた<sup>6), 7), 8), 9), 10)</sup>。いずれも、学生に好評であり、電流についても実施したので、報告し、御批判を仰ぎたい。なお、原子に関する内容については、小学校理科には直接出てこないもので、これで、物理関係の学習教材については、ひとまず終わることにする。

この教材は、1987年から初版を実施し、1993年に改訂した。また、本論文の一部は、1989年8月、日本科学教育学会第13回年会(所沢市、早稲田大学)で報告した<sup>11)</sup>。

## 2. ねらいと対策

ねらい・対策の趣旨は、これまで報告してきた他の領域の場合と同様なことが多いので、その部分は、要点を簡潔に記す。

(1) 小学校教師として必要な知識を確実に身につけさせる。

ア 小学校教師に必要な基礎知識を理解させる。

学習指導要領との関連を考慮し、その内容だけでなく、指導のバックグラウンドになること、例えば中学校で扱う程度のキルヒホッフの第1・第2法則等も取り上げた。

イ 学力の定着を図る。

(ア) 即時KRする。1ページ、3問解くとすぐKRが行われるシステムになっている。この項と、(ウ)の項のため、「電球マーク(詳細は後述)」を使用することにした。

(イ) 回答の誤り、または分からなかったことは、必ず赤鉛筆で訂正または記入させる。

(ウ) できなかった問題、自信の持てない問題は、後日再度行い、定着を図る。

KRで、できていることが示されている場合は、次回以降、その問題はとぼす。そうでない場合はその問題を再度行う。できるようになるまで、必要に応じて、3回、4回と繰り返して行うことができる。

(2) 電気・電流に付いて興味・関心を持たせる。

ア 表紙

表紙に雷の漫画と、電気を利用している図を記し、次のことを口頭で簡単に説明した(初版は図1、改訂版は図3)。

〔初版〕

湿度の高い日本の昔、まだ電流が使われず、プラスチック等の静電気の発生しやすい物のなかった時代には、電気現象は雷しかなかったであろうが、その正体は不明で「雷様」と呼んで、恐れられていたこと、それが現在では電気無しの生活は考えられないほど、多く用いられていることを話した。

図1の、現在、電気が広く用いられていることを示す図は、煌々たる照明の下で行われるナイター、そのテレビ放送(東京タワーの図)、それをエアコンの効いた部屋で、蛍光灯の照明の下、電気釜で炊いたご飯と冷蔵庫から取りだしたおかずを、食べ

ながら見るという電気漬けの生活を表現したものである。更に交通機関での電気利用の代表として、新幹線のひかり号を、また、産業での電気利用を代表してロボットを略画で示した。

〔改訂版〕

雷については、初版の場合と同じである。電気利用の図1はまとまりがないので、改訂版では、本学部美術教育研究室所属学生の福永史子さんに依頼して、図3のようにまとめたものにした。趣旨は初版の場合と同じであるが、学生の部屋に蛍光灯・電気時計・エレキギター・ラジカセ・電気湯沸かし器・ワープロ・電話・リモコン・電子ピアノがあり、学生の豊かな電化生活ぶりを示している。

イ 中程の見開きのページ

身近な事象や、生活との関連を図る一助として、見開きのページに、実用電気器具の直列・並列接続の問題、交流の周波数・電圧・波形の問題、雷の原理と避雷の問題を出し、これに答えさせた。この問題は、冊子の中央から右を、裏へ折り返すことにより、回答を見ずに答え、その後折り返した部分を元に戻して、答を見る仕組みにした。図5は、問題・解答と学生Aの記入例である。

ウ 裏表紙

〔初版〕

発明王エジソンの肖像画と白熱電球の図、及びその簡単な説明を記した(図2)。エジソンを選んだのは、電気が実用化されたのは電球の発明によることが大きく、また、彼が他にも多くの発明をしたその創造性に注目させたかったこと、及び、彼程の天才が、幼時、学校では受け入れられず、家庭教育で育ち、苦難に打ち勝って多くの発明を成し遂げたことを、学生に知って欲しかったからである。学校で、児童が、勉強ができないからといって、おろそかにしてはならないことを話しておいた。

次に、白熱電球を改良した日本の技術として、東芝による2重コイルと内部艶消し電球の発明のことを紹介した。また、問題が全部できるようになったら、この図の電球が光を放つよう、図に赤鉛筆で書き込むように指示した。

〔改訂版〕

改訂版では、身近なハイテク使用の例として、学生がパソコンを使用している図を描いておき、冊子による学習終了時に、そのディスプレイに、所感を文字か図で書かせることを計画した。しかし、都合でパソコンの図をワープロの図に変更し、画面が小さくなってしまった。そのためか、後述のように、学生から、画面を拡大するよう、求められた。今後改良を要することとなった。

(3) 興味・関心をもって学習させる。

前項のことは、興味・関心をもって学習させることにもつながるが、そのほか、次のようにしている。

ア 表紙に電流の2字のできた由来を図示した(図1・図3)。

この図は、藤堂明保の「小学生の漢字はかせ」<sup>12)</sup>によった。「電」の字は、「雨」と、稲妻の象形文字である「申」の会意形声文字である。又、「流」の字は、水と、生まれる赤子と羊水の流れる様の会意形声文字である<sup>13)</sup>。

イ できたか、できなかったかのKRと、再度見直す必要の有無を示すのに、電球による表示を用いた。

回答の正否は、普通○×△で表示するが、面白味が無く、光や力についてのプログラム学習教材では、D.Singerの方法<sup>14)</sup>を改良した顔による表示（にこにこマーク）を用いた。しかし、顔表示ばかりでは飽きるから、熱の教材ではろうそくの炎を、音の教材では音符を、また、磁気の教材では、磁石に鉄片が付く図（バッチリ・マークと仮称）で示すようにした。この電流の冊子では、電球を光らせる表示法（電球マークと仮称する）を用いた。

図6のように、各問題の上に、豆電球の絵を3つ書いておき、できた場合は左端の電球（1回目）を赤く点灯し（赤く塗る）、できなかった場合は、ともさない（黒で一部分斜線を引く）ようにした。半ばのできのときは、電球のフィラメントだけ、ほんのりとともす（フィラメントの部分に赤線を引く）ことにした。（別法として、正解のときは、電球が光るように、3本の光線（光芒）を描き、誤答のときは電球を黒く塗る方法もある。）

2回目、3回目についても同様である。

### 3. 教材の作成と実施

#### (1) 問題と略解

前記の如く、問題は、小学校教員として、このくらいは知っておいて欲しいと思うもの18問とした。正答は簡単明瞭にと心がけた。覚える必要の無いことは、参考と記してそのことを示した。

#### (2) 印刷・製本

用紙は、裏の文字・図が透けて見えないよう、厚手の藁半紙を用いた。B4判の用紙で印刷し、中央をホッチキスでとめて、二つ折りにした。

#### (3) 実施

教材の具体的使用法は、後述する。電流について、講義する前の時間に、この教材を渡し、ひとまず自宅で実施させ（1回目）、講義時間に、実験や補足説明をした。2・3・4回目は各自の判断に任せた。最終の授業時に提出させ、実施しているか否か調べた。このとき、1回目の回答を見ると、学生の素朴な考えが記されている。これは、近年話題になっている構成主義の学習指導で、素朴概念とか、日常知と呼ばれるものが多く、その把握は、指導の参考になることが多い。このことができるのは、この教材による指導の特長である。

### 4. 問題・解答と使用法及び使用例

図6のように、1ページに3問あり、問題1・2・3の1回目の解答を2ページの右半分を書く。この後、2ページを左へめくり、その半部分を折り返すと、図6のようになり、正答と比較できる（この段階で、4ページの右半分は白紙である。）誤りを赤鉛筆で修正し、わからなかったことを補い、電球マークで繰り返しの必要の有無を記す。その後、折り畳みはそのままにして、次の問題に進む。

1回目が全部終了して、しばらくたった日に、2回目に問題を解く。このときは、電球マークを見て、必要な問題だけ答える。正解と1回目の回答は、2ページの下に隠れて、見えないようになっている。2回目の回答は4ページの右側に書く。折り返した部分を左へめくれば、図6のようになり、問題・1回目の回答・正答・2回目の回答が並んで見え

る。必要な修正・補足を行い、2つ目の電球マークに記入して、次へ進む。

3回目は1ページと、2ページの左半分だけを出し、4ページ以降の紙を裏に折り畳めば、正答や1・2回目の回答を見ないで問題を解くことができる。3回目の回答記入欄に答を書く。4ページを元に戻せば、2回目の訂正済みの回答が見える。

4回目は1ページだけが見えるようにして、2ページ以降を裏側に折り畳めば、正解と前回までの回答を見ずに、問題を解くことができる。1ページの右半分に答を記入する。2ページ・4ページを元に戻せば、3回目・2回目の訂正済みの回答が見える。

## 問題と回答の例

図6は問題1～3とその解答、及び学生Aの記入例である。細い字が自分の回答で、太い字は修正または加筆したものである。

1回目の回答について

問1 電気の符号の決め方を尋ねた①で、「電流の上流を正、下流を負とした」と答え、訂正している。電球マークは、1回目が、暗いマーク、2回目がほんのり点灯、3回目で点灯している。

問2 電気の単位の記号と、定め方を尋ねた。電気量・電力量の単位について、知らない者が多い。Aもその1人である。

問3 初歩的な電気配線図の記号の問題である。Aは電球の記号を、以前使っていた記号のまま答えており、現在、中学校・高等学校で使っている記号に書き換えている。

問題4以降は問題と略解のみを記す(図7～図11)。

## 5. 実施後のアンケート

実施後のアンケートは2回行った。第1回の調査は、1988年に行ったもので、対象は本学部小学校教員養成課程の教科教育法理科Ⅱを履修した学生53名で、この冊子の初版を使用した者である。改訂版を使用した学生については、第2回の調査として、1993年に初等科理科Ⅱを選択した学生50名を対象に行った。ここでは第2回の調査結果を記す。

なお、実施回数・問題数の多少・紙の折り返し法の適否等は、既に行った力・光・音・熱・磁気の場合とほぼ同様の結果であったので、今回は記述を省略した。また、各事項毎に所見を簡単に記した。

1 問題の難易度はどうでしたか。

この程度でよい。 70%

難しすぎる。 30%

易すぎる。 —

難しすぎるという者は、中学校までしか電気を学んでいない者、忘れてしまったという者が多かった。また、説明が簡単すぎて理解しにくいという意見もあった。

2 できたか、できなかったか。もう一度する必要があるか否かを、豆電球を光らせる図で示すようにしましたが、どう思いますか。

- よい。 46%
- よくない。 4%
- どちらともいえない。 50%

3 電球マークの使用は、○×△に比べて、どう思いますか。

- 電球の方がよい。 54%
- ×△の方がよい。 20%
- どちらでもよい。 26%

○×△の方がよいと答えた理由は、この方が見やすいという理由である。

4 表紙に「電」・「流」の字のできた由来を示しましたが、どう思いますか。

- 有った方がよい。 62%
- 無い方がよい。 2%
- どちらでもよい。 36%

5 表紙に雷の漫画と、電気を多く利用している図を示しましたが、どう思いますか。

- 有ったほうがよい 62%
- 無い方がよい。 8%
- どちらでもよい。 30%

図から電気をよく使っていることは分かるが、ハイテクに関するものの方を期待するという声があった。

(初版の図では、まとめり、ストーリーが欲しいという意見が多かった。)

6 中程のページに、毎日使用している交流電気に関する問題を載せましたが、どう思いますか。

- 有ったほうがよい。 84%
- 無い方がよい。 -
- どちらでもよい。 16%

問題形式でなく、解説だけでよいから、もっと多くの情報を記載して欲しいという意見があった。

7 中程のページに、雷・避雷に関する問題を載せましたが、どう思いますか。

- 有ったほうがよい。 100%

これは全員が賛成してくれた。後に落雷・避雷のビデオを見せたが、大変良かったという声が多数あった。

8 裏表紙にワープロで、所感を書くようにしましたが、どう思いますか。

- 有った方がよい。 28%
- 無い方がよい。 6%
- どちらでもよい。 66%

無い方がよいという声は少なかったが、あまり乗り気でなかったようだ。その理由として、ワープロのディスプレイでは、記入欄が狭すぎる。パソコンのディスプレイにした方がよいという声が多かった。

(初版の場合、エジソンと電球の図・記事については、エジソンについてのエピソードや、電気器具の原理の解説を詳しく記して欲しいとの希望が多かった。)

このシリーズ全体については、難しいという意見が幾らかあった。しかし、中学校・高

等学校で学んだことを思い出したという声、繰り返すことによって、今度は身につくだろうという声、解説や演示実験で興味が湧いたという声が多かった。また、先生が、なんとかして理解させようと、いつも努力しているのがわかるという声もあり、効果はあったと思う。

## 6. あとがき

Project Physics の、ベクトルや方程式の解法等に関する Programmed Instruction Booklet を参考に、いくつかの改良を加えて、原子物理以外の物理の全領域について、自習教材を作り、使用してきた。幸い、いずれも、学生に好評であり、他大学の教官から、出版したらというお薦めも頂いたが、出版は実現していない。まだ、この教材も改善しなければならぬことが多いと思われるので、ご意見をお聞かせ頂きたい。

また、電流教材の表紙・裏表紙の図を書いて貰った福永史子さん、6冊の教材の印刷・製本のすべてを引き受けて下さった教務員の源田智子さんに厚く感謝の意を表す。

## 参考文献

- 1) 霜田光一、「『理科教育の再生を訴える』3学会長共同声明について」、物理教育、42巻2号、1994.
- 2) 日本物理学会誌、VOL. 49, No. 6 1994.
- 3) 応用物理学会誌、VOL. 63, No. 6 1994.
- 4) Gerald Holton, "Project Physics - Programmed Instruction Booklet", Holt, Rinehart and Winston, 1970.
- 5) 橘高嘉弘、「小学校教員養成課程の理科教材研究における電磁気の指導法の研究」山口大学教育学部研究論叢 第31巻 第3部、1981.
- 6) 橘高嘉弘、「小学校教員養成のためのプログラム学習——力学について」山口大学教育学部研究論叢 第38巻 第3部、1988.
- 7) 橘高嘉弘、「ブックレットによる光のプログラム学習」山口大学教育学部研究論叢 第40巻 第3部、1991.
- 8) 橘高嘉弘、「小学校教員養成のためのプログラム学習——音について」山口大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要 2号、1991.
- 9) 橘高嘉弘、「小学校教員養成のためのプログラム学習——熱について」山口大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要 4号、1992.
- 10) 橘高嘉弘、「小学校教員養成のためのプログラム学習——磁気について」山口大学教育学部附属教育実践研究指導センター研究紀要 5号、1993.
- 11) 橘高嘉弘、「小学校教員養成のためのプログラム学習——電流について」、日本科学教育学会第13回年会（所沢市、早稲田大学）論文集、1989.
- 12) 藤堂明保、「小学生の漢字はかせ」、学燈社、1980.
- 13) 藤堂明保編、「学研漢和大辞典」、学習研究社、1978.
- 14) Dabid Singer, "Latent Image Processing Can Bolster the Value of Qwizzes." Journal of College Science Teaching, Nov., 1985.

# 電 流

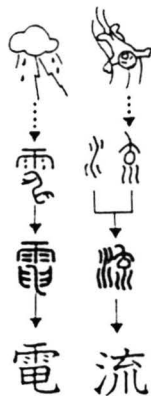
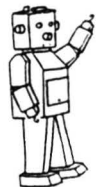


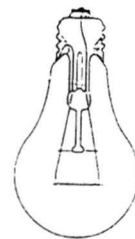
図1 表紙 (初版)



発明王 エディソン Edison, Thomas Alva

(1847~1931)

- 1871 印字通信機
- 1876 蓄音機
- 1879 白熱電灯
- 1881 中央発電所による配電システム
- 1883 エディソン効果
- 1893 活動写真
- 1896 X線透視装置
- 1900 アルカリ蓄電池
- その他、多数の発明をした。



現在の電球  
内部熱消し、二重コイルなど、  
日本で発明された。

学年 番号 氏名

図2 裏表紙 (初版)





図3 表紙 (改訂版)

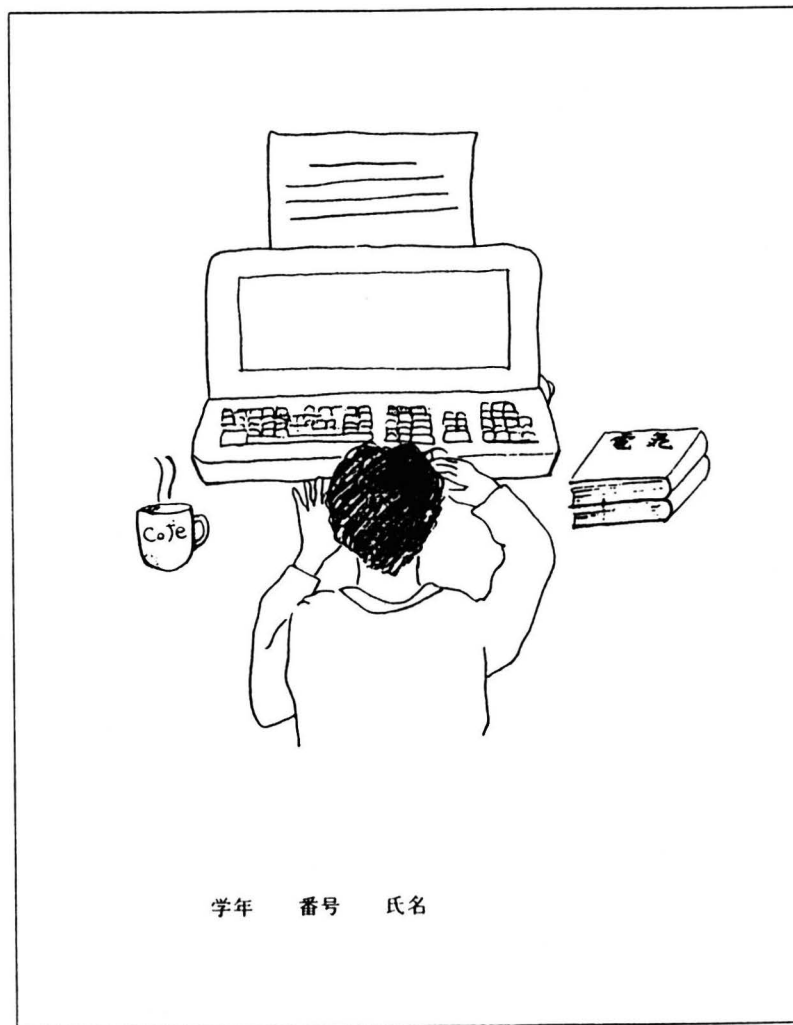


図4 裏表紙 (改訂版)

このページの問題の答は、次ページにあるので、次ページから後を裏に折り返し、答が見えないようにして、問題の右に答を書け。

- 1  
 ① 西日本で一般に使用されている交流の周波数、電圧はいくらか。  
 ② 時間と電圧の関係をグラフで示せ。

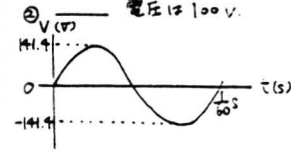
- 2  
 学校、家庭などで、一般に用いられている電気器具は、直列つなぎか、並列つなぎか。何故そちらになっているか、理由を述べよ。

- 3  
 雷はどのような原理で発生するか。

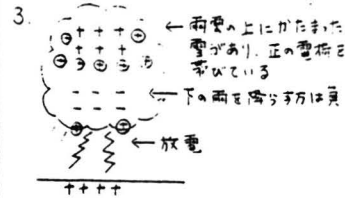
- 4  
 野原にいるとき、近くで雷が鳴りだした。次のことはよいか、よくないか。  
 ① 自動車の中にいる。  
 ② 大木のすぐ近くに立っている。

回 答

1.  
 ① 東日本の交流の周波数 50 Hz  
 西日本 " 60 Hz  
 ② 電圧は 100 V.

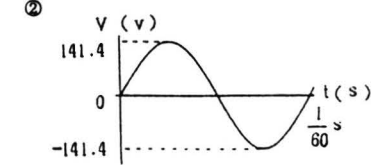


2. 並列つなぎ  
 X 並列つなぎの方が直列つなぎより電圧が揃えにくい。  
 電力が強く得られるから。  
 直列では電圧が揃えにくい。  
 1つの器具の電流を止めると、直列につな  
 がれたすべての器具の電流が止まる。



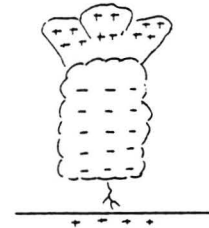
4.  
 ① よくない 安全である。電流は自動車の外を流れる。  
 ② よくない

- 1  
 ① 交流の周波数は、東日本では50 Hz、西日本では60 Hzである。交流の電圧(実効値)は100 Vである。



- 2  
 並列つなぎである。  
 直列つなぎでは、電圧が揃えにくいこと、及び、1つの器具の電流を止めると、直列につながれた器具の全ての電流が止まることである。

- 3  
 湿った空気が、温められて上昇するとき、断熱膨張すると気温が下がり、雲、あられやひょうができる。  
 軽い雲は上昇し、重いあられやひょうは下降するが、このとき摩擦によって、低温の雲は正に、雲より高温のあられやひょうは負に帯電するので、雲の上部は正に、下部は負に帯電する。  
 雲の上下で電圧が高くなると、放電し、雷となる。雲の下部が負に帯電するため、地表が正に帯電して、その間で放電すると落雷である。



- 4  
 ① 自動車の中は安全である。もし落雷しても、電流は自動車の外側の金属部を流れ、内部は流れない。  
 ② 高い木は落雷しやすく、そのすぐ近くに人が立っていると、人体を通して雷の電流が流れるので、危険である。

図5 見開きのページ
























	1回目回答	正 答	2回目回答
<p>1 </p> <p>① 電気の正負は、どのようにして定めたか。</p> <p>② 二つの電荷には、どのような力が働くか。</p>	<p>1. ① 電気が流れているとき その電流の上流を正とし、下流を電とした 絹布と摩擦したガラス棒の帯びる電気を正 毛皮と摩擦したエボナイト棒の帯びる電気を 負とした ② 引きあう(異種) 同種の反発する</p>	<p>1 ① 絹布と摩擦したガラス棒の帯びる電気を正、毛皮と摩擦したエボナイト棒の帯びる電気を負とした。 ② 同種の電荷は反発し、異種の電荷は引き合う。</p>	<p>1. ① ガラス棒と絹の布を摩擦して起す電気を正、エボナイト棒と毛皮を摩擦して起す電気が負 ② 同じ電荷は反発、異なるものは引き合う</p>
<p>2 </p> <p>次の単位の記号、読みを記せ。又、どのようにして定めたか記せ。</p> <p>電流</p> <p>電気量 (電荷)</p> <p>電圧 (電位差)</p> <p>抵抗</p> <p>電力</p> <p>電力量</p>	<p>2 電流 1A (アンペア) 2本の平行な電流間にはたらく力から定まる 電気量 1C (クーロン) 1Aの電流に対して1s間に流れる電気量 電圧 1V (ボルト) 1Cの電荷を電位の低いところから高いところへ運ぶのに1Jの仕事をするときの電位差 抵抗 1Ω (オーム) 1Vの電圧をかけたとき1Aの電流が流れる抵抗 電力 1W (ワット) 電流により1s間に1Jの仕事をするときの仕事率 電力量 1kWh (キロワット時) 1kwの電力を1時間使用したときの電力量</p>	<p>2 電流: A, アンペア, 2本の平行な電流間にはたらく力から1Aを定義する。 電気量: C, クーロン, 1C: 1Aの電流によって、1s間に運ばれる電気量 <math>1C = 1A \times 1s</math> 電圧: V, ボルト, 1V: 1Cの電荷を電位の低い所から、電位の高い所へ運ぶのに、1Jの仕事をするときの電位差 <math>1V = 1J / 1C</math> 抵抗: Ω, オーム, 1Ω: 1Vの電圧をかけたとき、1Aの電流が流れる抵抗 <math>1Ω = 1V / 1A</math> 電力: W, ワット, 1W: 電流により1s間に1Jの仕事をするときの仕事率 <math>1W = 1J / 1s = 1V \times 1A</math> 電力量: kW時, キロワット時, 1kW時: 1kWの電力を1時間使用したときの電力量 <math>1kW時 = 1kW \times 1時間</math></p>	<p>2. 電流 1A (アンペア) 2本の平行な電流間から定まる 電気量 1C (クーロン) 1C (クーロン) 1Aの電流を1秒流したときの電気量 電圧 1V (ボルト) 1Cの電荷を電位の低い所から高い所へ運ぶのに1Jの仕事をするときの電位差 抵抗 1Ω (オーム) <math>1V = 1J / 1C</math> <del>1Aの電流を1秒流したときの抵抗 1Vの電圧をかけたとき1Aの電流が流れる抵抗 電力 1W (ワット) 電流により1s間に1Jの仕事をするときの仕事率 電力量 1kWh (キロワット時) 1kwの電力を1時間流したときの電力量</del> <math>1Ω = 1V / 1A</math> <math>1W = 1J / 1s = 1V \times 1A</math> <math>1kW時 = 1kW \times 1時間</math></p>
<p>3 </p> <p>次の物の記号を書け。</p> <p>電池 (正負も書け)</p> <p>電球</p> <p>抵抗</p> <p>スイッチ</p> <p>直流電流計</p> <p>交流電圧計</p>	<p>3. 電池 </p> <p>電球 </p> <p>抵抗 </p> <p>スイッチ </p> <p>電流計 </p> <p>電圧計 </p>	<p>3  </p> <p>電池 電球</p> <p> </p> <p>抵抗 スイッチ</p> <p> </p> <p>直流電流計 交流電圧計</p>	<p>3. 電池 </p> <p>電球 </p> <p>抵抗 </p> <p>スイッチ </p> <p>電流計 </p> <p>電圧計 </p>

図6 問1～3 (左から問題、Aの1回目回答、正答、Aの2回目回答)

4 


次の物を、電気をよく通す物、ほとんど通さない物、中間の物に分けよ。  
アルミニウム、ガラス、木、ゴム、人体、鉄、銅、プラスチック。

4 電気をよく通すもの（導体）  
銅、アルミニウム、鉄——金属は導体。  
ほとんど通さないもの（絶縁体）  
プラスチック、ガラス、ゴム  
中間のもの  
木、人体

5 

① 次の物を電気抵抗率の小さい順に並べよ。  
アルミニウム、鉄、銅、ニクロム  
② 金属線の電気抵抗は、長さ、断面積とどのような関係にあるか。


① 銅、アルミニウム、鉄、ニクロム  
②  $(\text{抵抗}) = (\text{抵抗率}) \times \frac{(\text{長さ})}{(\text{断面積})}$

6 

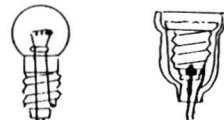
① 金属の中を電流が流れるとき、金属の中を動く粒子は何か。  
② 粒子の電荷は正か、負か。  
③ 粒子の動く向きを記せ。

① 電子  
② 負  
③ 電流とは逆の向き


図7 問4～6

7 

① 電球と、ソケットの構造を図示せよ。  
② 電球に電流が流れると光るのはなぜか。  
③ 電球に電流を流して光らせるとき、光を出すために失われているものは何か。


① 

② 電球のフィラメントは螺旋（らせん）状の細いタングステン線で、電気抵抗が大きく、電流が流れると、この部分で熱を生じ、高温となる。高温の固体は光を放つ。  
③ 電気エネルギーが光に変わる。（電子が光に変わるのではない。）

8 

① オームの法則を述べよ。  
② 金属の電気抵抗は、温度によって、どのように変化するか。  
③ ジュールの法則を述べよ。


① （金属）導体を流れる電流  $I$  と、両端の電圧  $V$  は比例する。比例定数を  $R$  とすれば  
 $V = R I$ 、 $R$  は抵抗である。  
② 金属の電気抵抗は、温度が高くなると大きくなる。  
③ 時間  $t$  (s) の間に抵抗  $R$  ( $\Omega$ ) を電流  $I$  (A) が流れるとき、発生する熱量（ジュール熱）を  $Q$  (cal) とする。又、このときの電圧を  $V$  (V)、電力を  $P$  (W)、熱の仕事等量を  $J$  (J/cal) とすると  
 $Q = \frac{1}{J} P t = \frac{1}{J} V I t = \frac{1}{J} I^2 R t$   
 $J = 4.2$  (J/cal)

9 


① 2.5V、0.5Aの豆電球を、2.5Vの電源につないだときの抵抗はいくらか。  
② 2.5V、0.5Aの豆電球を、1.5Vの電源につなぐと抵抗はどうなるか。  
③ 2.5V、0.5Aの豆電球を、3.0Vの電源につなぐと抵抗はどうなるか。

①  $R = V/I = 2.5/0.5 = 5$  ( $\Omega$ )  
② 電圧が低いので、規定の電流は流れず、フィラメントの温度が低いので、抵抗は  $5\Omega$  よりい。  
③ 電圧が高いので、規定以上の電流が流れ、フィラメントの温度が高くなり、抵抗は  $5\Omega$  より大きい。


図8 問7～9

10 

乾電池は、どのような原理で電気を流すか。

11 

電池の起電力、内部抵抗とは何か

12 

1.5 V, 0.5 Aの豆電球を1.5 Vの電源につないだ。  
電球の抵抗、消費電力、1分間の消費電力量、1分間に流れる電気量はいくらか。

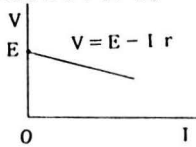
10

(-) Zn | NH<sub>4</sub>Cl (飽和) | MnO<sub>2</sub>, C (+)  
負極 Zn → Zn<sup>2+</sup> + 2e<sup>-</sup>  
正極 2NH<sub>4</sub><sup>+</sup> + 2e<sup>-</sup> → 2NH<sub>3</sub> + 2H<sub>2</sub>  
Zn<sup>2+</sup>はNH<sub>3</sub>と錯体をつくる。  
HはMnO<sub>2</sub>と反応して、水になる。  
乾電池の電圧は、約1.5 Vである。

11

電池が電流を流していないときの電池の両端の電圧を、起電力という。  
電池から電流が流れると、電流が大きいくほど、電池の両端の電圧(端子電圧)は小さくなる(図参照)。これは、電池内部に抵抗があるためと考え、電池の内部抵抗と呼ぶ。図では直線の傾きになっている。


V: 端子電圧  
E: 起電力  
I: 電流  
r: 内部抵抗  
とすると  
V = E - I r





12

抵抗 = 電圧 / 電流 = 1.5 / 0.5 = 3 (Ω)  
電力 = 電圧 × 電流 = 1.5 × 0.5 = 0.75 (W)  
電力量 = 電力 × 時間 = 0.75 (W) × 60 (s) = 45 (J)  
電力量 = 電流 × 時間 = 0.5 × 60 = 30 (C)

図9 問10~12

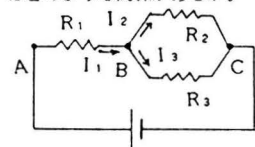
13 

14 

15 

13

① 図で、B点に流れ入る電流I<sub>1</sub>と、B点から流れ出る電流I<sub>2</sub>、I<sub>3</sub>の間には、どのような関係があるか。  
② AB間の電圧V<sub>AB</sub>、BC間の電圧V<sub>BC</sub>と、電池の起電力Eの間にはどのような関係があるか。



14

5 Ωの抵抗を2個直列につないで、1.5 Vの電池に接続した。  
① 回路図を記号を用いて描け。  
② 全体の抵抗はいくらか。  
③ 電流、抵抗1個の消費電力はいくらか。  
④ 抵抗1個だけを電池につないだ場合の電流、電力と比べてみよ。

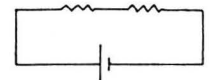
15

5 Ωの抵抗を2個並列につないで、1.5 Vの電池に接続した。  
① 回路図を記号を用いて書け。  
② 全体の抵抗はいくらか。  
③ 回路全体の電流、消費電力はいくらか。  
④ 抵抗1個だけを電池につないだ場合の電流、電力と比べてみよ。

13

① I<sub>1</sub> = I<sub>2</sub> + I<sub>3</sub>  
参考: キルヒホッフの第一法則  
回路の1点に流れ込む電流の和と、流れ出る電流の和は等しい。  
② E = V<sub>AB</sub> + V<sub>BC</sub>  
参考: キルヒホッフの第二法則  
回路の網目を一定方向へたどったときの起電力(電池の電圧)の和と、そのときの電圧降下(電流と抵抗の積)の和は等しい。  
ΣE = ΣIR  
図の場合、  
E = I<sub>1</sub>R<sub>1</sub> + I<sub>2</sub>R<sub>2</sub> = I<sub>1</sub>R<sub>1</sub> + I<sub>3</sub>R<sub>3</sub>

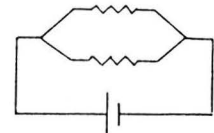
14



①

② 5 Ω + 5 Ω = 10 Ω  
③ 電流 I = 1.5 / 10 = 0.15 (A)  
④ 抵抗1個の電力は P = 0.15<sup>2</sup> × 5 = 0.1125 (W)  
⑤ 抵抗1個のときの電流、電力は I<sub>0</sub> = 1.5 / 5 = 0.3 (A)  
P<sub>0</sub> = 0.3<sup>2</sup> × 5 = 0.45 (W)  
であるから、どちらも小さくなっている。


15



①

② 求める抵抗をRとすると、  
1/R = 1/5 + 1/5 = 2/5  
∴ R = 5/2 = 2.5 (Ω)  
③ 電流 I = 1.5 / 2.5 = 0.6 (A)  
電力 P = 1.5 × 0.6 = 0.9 (W) である。  
④ 両抵抗の電流、消費電力は、抵抗1個のときと同じであるが、全体では電流、電力とも2倍である。


図10 問13~15

16 

1. 5Vの電池を2個直列につないで、5Ωの抵抗に接続した。

① 回路を記号で表せ。


② 電池が1個の時に比べて、全体の電圧、電流、電力はどうなるか。

17 

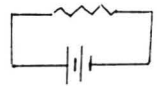
1. 5Vの電池を2個並列につないで、5Ωの抵抗に接続した。

① 回路を記号で表せ。

② 電池が1個の時に比べて、全体の電圧、電流、電力はどうなるか。

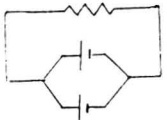
18 

1. 5Vの乾電池を用いて、6Vの電源にするには、どのようにすればよいか。

16 

①

② 電圧は2倍(3V)、電流は2倍(0.6A)、電力は2×2、すなわち4倍になる。  
(3V×0.6A=1.8W)

17 

①

② 全体の電圧、電流、電力は変わらない。電池1個から流れ出る電流は1/2になる。また、電池1個から供給される電力も1/2になる。

18

1. 5Vの電池を、4個直列につなぐ。

図11 問16~18

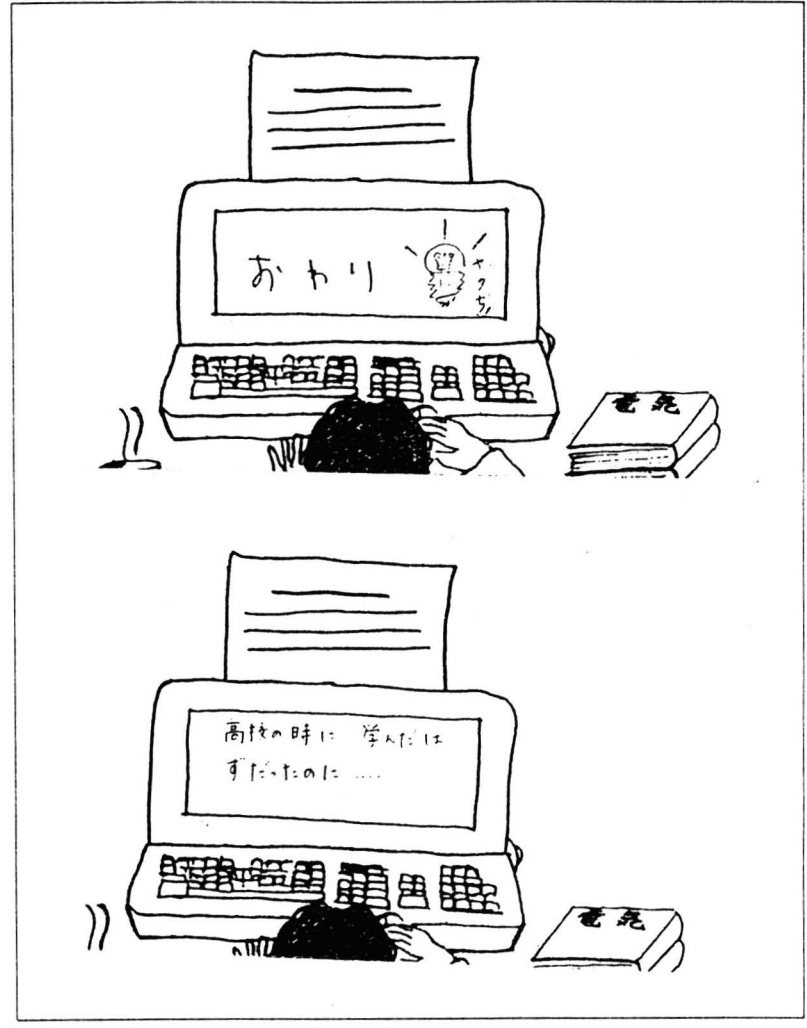


図12 裏表紙の記入例