http://www.edu.pref.kagoshima.jp/ （通巻第１７８２号）

指導資料 理　科 第293号

鹿児島県総合教育センター

－ 高等学校，特別支援学校対象 －

平成25年10月発行

高等学校物理におけるコンデンサーの指導の工夫
－小・中学校での学習内容を生かして－

電化製品に多く使われているコンデンサーが，平成20年度の学習指導要領改訂により小学校で扱われることになった。

これまで，高等学校物理におけるコンデンサーの学習については，イメージが捉えにくいなどの理由で理解が難しいとされてきた。

そこで本稿では，小・中学校での学習内容を想起させながら指導を行うことにより，生徒の興味・関心を高め，基礎的・基本的な知識・技能の習得を図るための指導の工夫について述べる。

1　小学校・高等学校におけるコンデンサーの学習

コンデンサーの学習内容について，小学校と高等学校の学習指導要領解説には，次のように記されている。

(1)　小学校理科第６学年

> A 物質・エネルギー
> (4)　電気の利用
> 手回し発電機などを使い，電気の利用の仕方を調べ，電気の性質や働きについての考えをもつことができるようにする。
> ア　電気は，つくりだしたり蓄えたりすることができること。
> (中略)
> ここで扱う対象としては，電気を蓄えるものとして，例えば，コンデンサなどの蓄電器が考えられる。

ここでは，**写真１**のような実験を通して，児童が自分で電気をつくりだしたり，蓄えたり変換したりすることにより，エネルギーが蓄えられることや変換されることについて体験的に捉えるようにする。

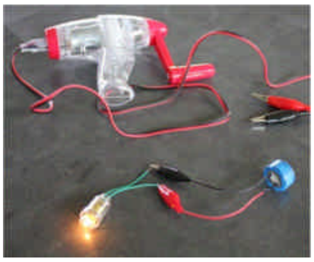

写真１　コンデンサーによる豆電球の点灯実験

(2)　高等学校物理

> (3)　電気と磁気
> ア　電気と電流
> (ｳ)　コンデンサー
> コンデンサーの性質を理解すること。

ここでは，手回し発電機による充電及び放電，平行板コンデンサーの電気容量を調べる実験などを行い，コンデンサーの性質を理解させることがねらいである。

このように，コンデンサーの学習については，小学校と高等学校で扱われる内容の関連性が強い。一方，中学校では，理科においてコンデンサーは取り扱われない。技術・家庭科技術分野の「B　エネルギー変換に関する技術」において，教科書によっては写真付きで紹介されているのみで，小学校での学習内容を踏まえた記述はない。また，紹介されている写真もセラミックコンデンサーであり，小学校で使用した電解コンデンサーとは形が違うため，小学校での学習を振り返る生徒は少ないと思われる。

そこで，高等学校物理でコンデンサーの指導をする際には，小学校での学習内容を想起させ，関連付けながら理論を積み上げていくことが効果的であると考える。

2　コンデンサーの充電と放電の指導の実際

小学校では，手回し発電機を用いてコンデンサーに充電し，「つくった電気はためることができる」ことを学ぶ。次に，充電したコンデンサーの放電によって豆電球を点灯させ，「電気はコンデンサーなどにためて使うことができる」ことを学習する。そこで，高等学校での学習においても，導入時に実物を使って充電と放電を体験させることで，生徒は，小学校での学習を振り返ってコンデンサーを身近に感じることができるため，学習意欲の高揚が期待できる。

(1)　コンデンサーと電源の接続

写真２のような，様々なリード形電解コンデンサーを観察させると，生徒は，筒状の本体にラインが引かれていること，リード線の長さが違う場合はライン側のリード線が短いことに気付く。

写真２　リード形電解コンデンサー

小学校で赤と黒のリード線が付いたコンデンサーを使用した場合，色分けしていないと接続を間違える可能性があるので，極性があることを確認させる必要がある。そして，極の正負が分かったら，充電時には電源の極とどのように接続すればよいかを考えさせる。このことは，自動車のバッテリーの起電力が低下した時の充電などで必要な知識となる。

(2)　手回し発電機を使用した充電と放電

充電については，乾電池を用いる方法もあるが，小学校での学習を想起させ，エネルギーを蓄えることを体感させるため，初めは手回し発電機を用いる。このとき，電気容量が 1.0Ｆ程度のコンデンサーを使うと実験しやすい。

手回し発電機で充電させるときは，ハンドルを回転させる手応えに着目させる。しばらく回転させると手応えが軽くなることに気付く。その理由を考えさせることで，充電終了の意味を理解させる。

充電終了後，ハンドルから手を放すとハンドルは回転させていた向きに回転し続ける。このとき，コンデンサーは放電し，手回し発電機はモーターとなっていることを理解させる。

次に，充電終了の意味を，手応えではなく視覚的に確かめるための方法を考えさせ，豆電球を使った検証を行わせる。

写真３のように，手回し発電機とコンデンサーの間に直列に豆電球を接続して充電し続けると，豆電球の明るさが暗くなっていく。つまり，豆電球の明るさを観察することで，充電終了を確認できる。

写真３　豆電球を接続した充電

次に，この状態で手を放すと，ハンドルは同じ向きに回転し，豆電球は点灯する。ここで，ハンドルが回転しないように手で支えると，豆電球の明るさは明るくなる。その理由を考えさせることで，

中学校で学習した，直列接続と消費電力を復習し，後に学習する「(ｴ) 電気回路」へとつなげることができる。

(3)　充電時と放電時の電流の向き

この手回し発電機，コンデンサー，豆電球の直列回路の，充電時と放電時の電流の向きを考えさせる際には，コンデンサーの極を意識させると，充電時と放電時では電流の向きが逆になることが予想できる。そこで，それを確かめる方法を考えさせた後，LEDを使った検証を行わせる。LEDについては，小・中学校で扱っているので，豆電球の代わりに使えばよいことを思いつくと考えられる。その際，LEDにも極性があることに着目させ，充電時に電流が流れるように接続することを気付かせる必要がある。

実際に，豆電球の代わりにLEDを接続して充電し，ハンドルから手を放してみる。すると，充電時に点灯していたLEDは手を放した瞬間に消灯し，ハンドルは静止する。つまり，電流が流れていないことが分かる。

そこで，**写真４**のように，LEDを反対向きに接続し直すと，LEDは点灯するので電流が流れていることが分かる。しかし，コンデンサーの電圧やLEDの種類によっては，ハンドルが回転しない場合がある。その理由を考えさせることで，豆電球とLEDの消費電力の違いを理解させることができる。実際に電流を測定すると，この実験で使用した高輝度LED（3.7V－20mA）に流れている電流の大きさは，豆電球（3.8V－0.3A）に流れている電流の大きさの 10 分の１以下であった。

写真４　LEDを接続した放電

このように，LEDを使用することによって，充電時と放電時では電流の向きが逆になることを確かめられた。しかし，ハンドルの回転の向きは，充電時と放電時で同じであった。このことに着目させることで，後に学習する「イ　電流と磁界」へとつなげることができる。

3　コンデンサーの接続における指導の実際

コンデンサーの接続の学習においては，中学校で学習した抵抗の接続の学習で身に付けた知識・技能が欠かせない。生徒は，中学校第２学年で，直列回路，並列回路それぞれにおける電流，電圧の規則性について，実験を通して学習している。そこで，この規則性と電気容量 1.0Ｆのコンデンサーを使って，電気容量が未知のコンデンサーの電気容量を調べさせる。

(1)　並列接続

1.0Ｆのコンデンサー A を 2.0Ｖに充電したあと，**写真５**のように，充電されていない電気容量が未知のコンデンサーＢを導線で並列接続する。並列接続なので，電圧が等しくなるまでＡからＢへ電荷が移動する。しばらく経ってからＡ，Ｂの電圧を測定すると，ともに 0.42Ｖであった。つまり，移動した電気量は 1.58Ｃであり，Ｂの電気容量は，3.8Ｆと求められる。

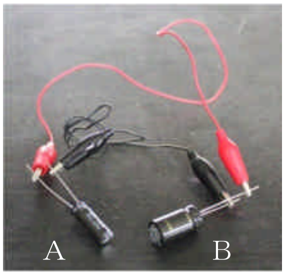

写真５　コンデンサーの並列接続

次は，Ｂを 2.0Ｖに充電したあと，充電されていないＡと並列接続し，電圧を測定してみると，Ａ，Ｂともに 1.58Ｖとなった。この場合も，移動した電気量は 1.58Ｃであり，Ｂの電気容量は，3.8Ｆと求められる。

(2)　直列接続

写真６のように，充電されていない 1.0Ｆのコンデンサー Ａと電気容量が未知のコンデンサーＢを導線で直列接続して電源に接続する。

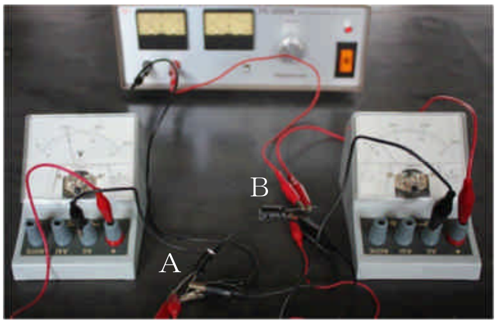

写真６　コンデンサーの直列接続

そして，電源電圧を変化させ，Ａ，Ｂの電圧を測定した結果を**表**に示す。

表　コンデンサーに加わる電圧

V_A [V]	0.51	0.69	0.81	1.05
V_B [V]	0.13	0.18	0.22	0.30
$\frac{V_A}{V_B}$	3.9	3.8	3.7	3.5

直列接続の場合，Ａ，Ｂに流れる電流は等しい。つまり，Ａ，Ｂが蓄える電気量は等しい。よって，Ａ，Ｂの電圧は，Ａ，Ｂの電気容量の逆比になる。よって，V_A／V_Bの値がＢの電気容量として求められるが，結果は，加える電圧が大きくなるとV_A／V_Bの値が小さくなっている。

このことから，コンデンサーの定量的な実験は，得られたデータの正確性にのみ着目させるのではなく，データと法則をどのように使えば求めたいものを得られるのかを考えさせ，論理的な思考を育てることに重点を置きたい。

４　二次電池との違いについての指導の実際

充電と放電ができる身近なものとして，二次電池が挙げられる。二次電池は身の回りに多く見られ，小・中・高等学校を通じて扱われるため，コンデンサーを二次電池と混同してしまう傾向があり，一つの電化製品になぜ両方入っているのか疑問に思う生徒は少なくない。そこで，両者の違いについてはしっかりと理解させたい。

その際，仕組みの違いを理解させるだけではなく，実験で体験した「コンデンサーの放電は定常電流ではない」という点に着目させ，コンデンサーの日常生活における利用法を考えさせることで，二次電池との違いを明確に理解させることができる。

コンデンサーの学習のように，生徒がイメージを捉えにくいため興味・関心が高まらず，苦手意識をもちやすい内容については，実物を使って体験させることが必要である。

そこで，小学校理科で行った実験をベースに，中学校で学習した理論を付加して，高校生の学習段階に応じて思考できる内容に発展させていくことは，基礎的・基本的な知識・技能の習得を図り，科学的な思考を高めるために有効だと考える。

－参考文献－

○　文部科学省『小学校学習指導要領解説－理科編－』平成 20 年８月

○　文部科学省『高等学校学習指導要領解説－理科編　理数編－』平成 21 年 12 月

（教科教育研修課）