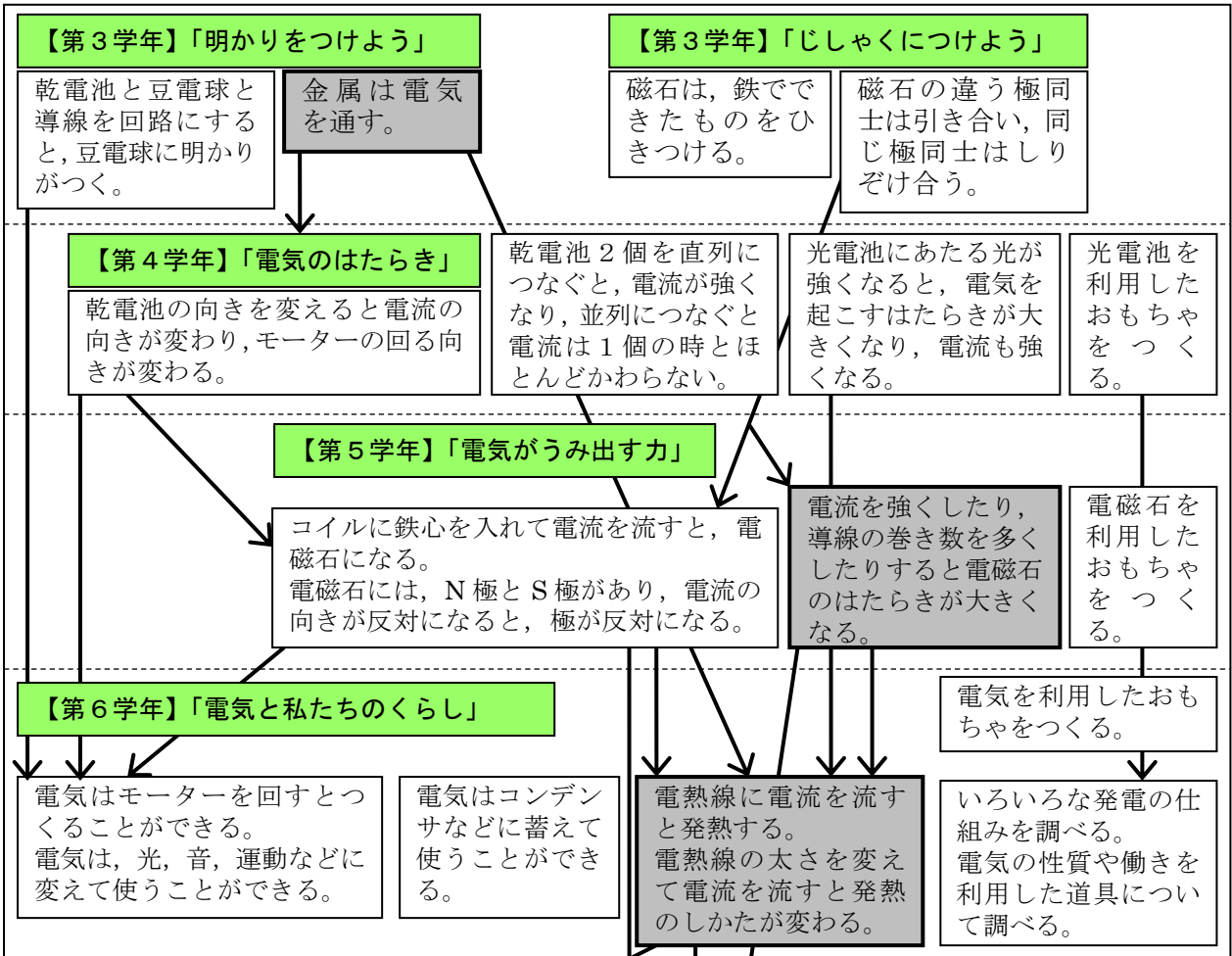
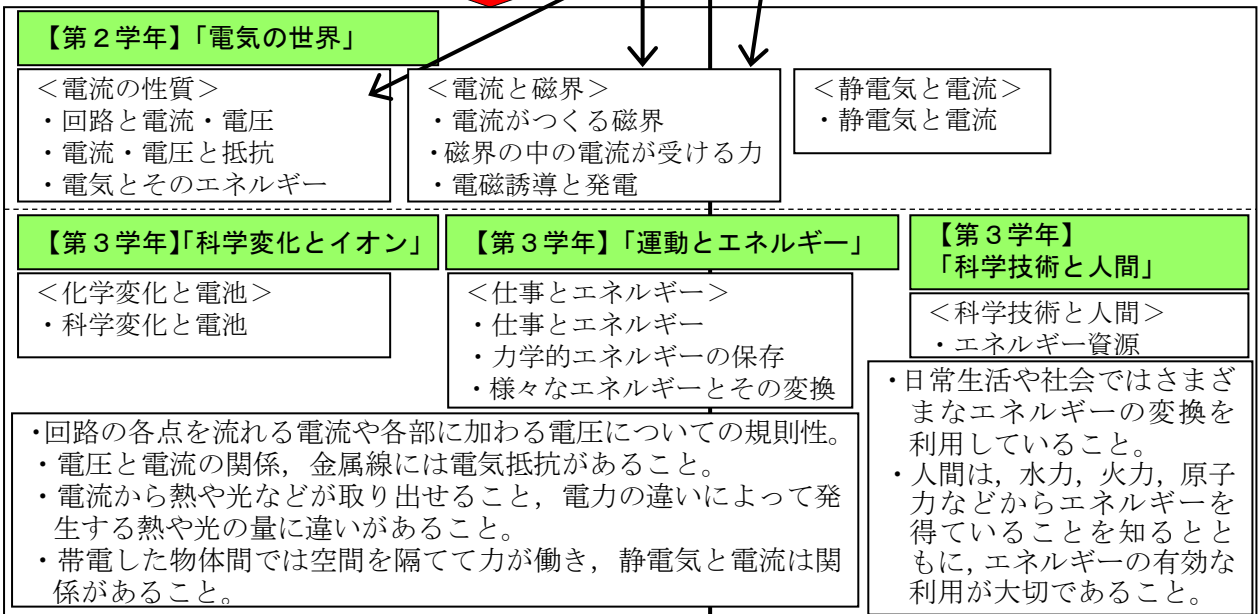


単元の系統図 「エネルギー（電気）」

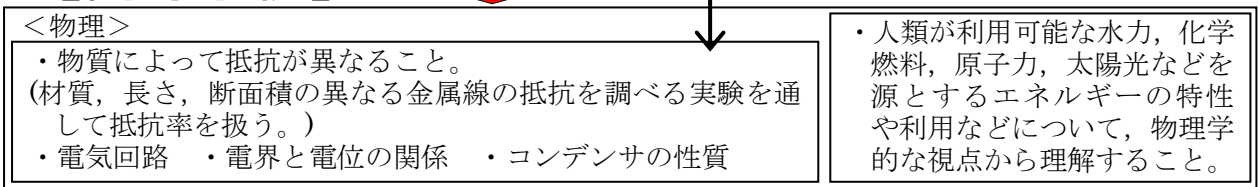
【小学校】



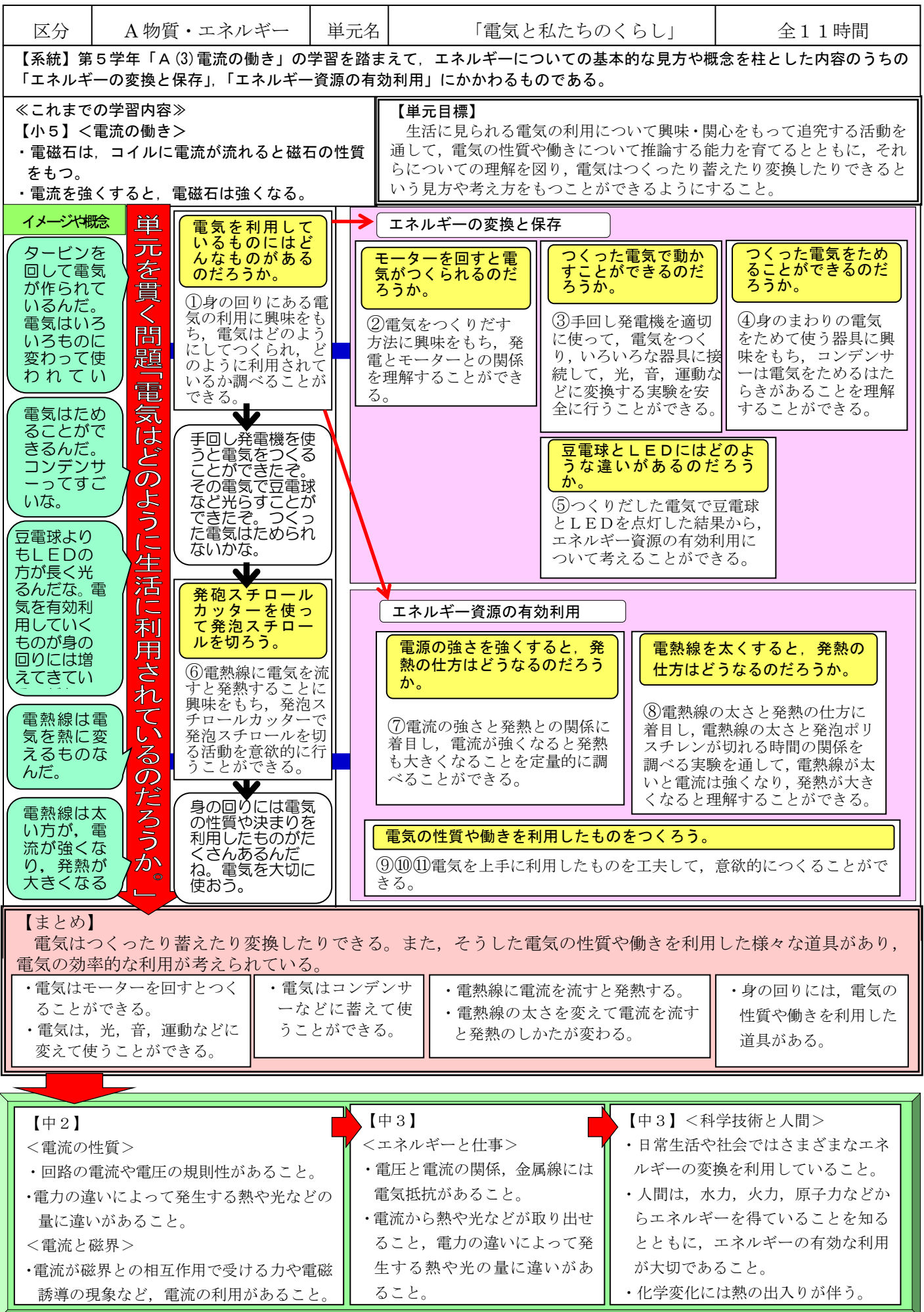
【中学校】



【高等学校】



配布資料 2 単元構造図



第6学年「電気と私たちの暮らし」資料編

長良西小学校 教諭 土屋 寿美

＜電気と発熱について＞

第6学年「電気の利用」は、平成20年の学習指導要領の改訂で新しく追加された単元である。内容の中に、「電熱線の発熱は、その太さによって変わることを学ぶ。電気と発熱については、昭和43年改訂の学習指導要領では、第5学年の学習内容として、電熱線の太さだけでなく、長さについても扱われていた。当時のB物質とエネルギーについては以下のように記されていた。

- （4）電流による発熱のしかたを理解させる。
 ア 同じ質の電熱線では、太さ、長さが変わると電流の量も変わることを。
 イ 同じ電熱線では、電流の量が多いほど多く発熱すること。
 ウ 発熱した電熱線の色や明るさは、電熱線の温度によって変わることを。

また、平成元年改訂の学習指導要領では、第6学年の学習内容として、「電熱線の発熱のしかたが電流の強さによって変わることを捉えさせる」ことを学習していたが、電熱線の太さによる発熱の程度までは求められていなかった。

表1. これまでの学習指導要領での電熱線と発熱の内容の扱い。

改訂年	昭和43年	昭和52年	平成元年	平成10年	平成20年
電熱線の発熱の取り扱い	あり	なし	あり	なし	あり
内容	電熱線の長さ と太さ	—	電流の強さ	—	電熱線の太さ

【電熱線（ニクロム線）の直径と抵抗値】

0.1mm	138Ω/m	0.5mm	5.401Ω/m
0.2mm	34Ω/m	0.6mm	3.82Ω/m
0.3mm	16.4Ω/m	1.0mm	1.356Ω/m
0.4mm	8.6Ω/m		

ニクロム線の径を半分にすると断面積は4倍になるので、抵抗値は約1/4倍になる。

名称	成分	融点℃	抵抗 ×10 ⁻⁸ Ωm	抵抗の温度係数 ×10 ⁻⁴ /℃
ニクロム(Ⅲ,Ⅴ) クロメルB	80Ni-20Cr	1430	108	1.1
	85Ni-15Cr			
ニクロムI クロメルC	60Ni-12Cr-26Fe	1400	106	1.7
	66Ni-22Cr-10Fe-2Mn		110	
カンタル(A,D)	23Cr-69Fe-6Al	1500	140	0.6

3. 誤差について（確実に確かめておくこと）

①細い電熱線の方が太い電熱線より発熱が大きくなる現象について

「電気による発熱」の実験において、細い電熱線の方が太い電熱線より発熱が大きくなり、細い電熱線の方が発砲スチロールを速く溶かすという現象がおこる。これは、電池の内部抵抗、リード線の抵抗、回路の接触抵抗などの影響により、太さの違う電熱線に等価な電圧がかかっていないことが大きな原因である。したがって、使用する電源を含めた実験道具について予備実験を行っておく必要がある。また、電熱線の抵抗に関する関係式とオームの法則を活用して、単位面積当たりの電熱線の発熱量を算出し、「太い電熱線と細い電熱線の発熱量の関係」についても吟味する必要がある。これらを踏まえて教材研究を行う。

②発熱量の差（または比）の定量的な理解

電熱線の長さや太さの関係、電源について等、きちんと定量的に確かめておく必要がある。

【メモ】

- ・スイッチや電池ボックスなどの接触抵抗によっても電圧が下がるので注意が必要となる。なるべく接触抵抗を減らすためには、新しいものを使ったほうがよい。
- ・導線にもわずかに抵抗があるので、なるべく太い導線を使った方がよい。
- ・内部抵抗が0.7Ωよりも大きくなると、抵抗の大きさにかかわらず発熱量にほとんど差が見られなくなる。
- ・太い電熱線の方が熱伝導がよいため、熱が空気中に逃げやすい。そのため、発熱量の差がわずかな場合、細い電熱線の方が発熱しているように見えることがある。
- ・発泡ポリスチレンを切断するには、2W程度以上の電力が必要になる。種類によって切れる速さが違うので注意が必要！
- ・電熱線の長さは5cmより10cmのほうがうまく計測しやすい
- ・みつろう粘土は、発泡ポリスチレンを使用するより、喚気にあまり気を使わなくてよい利点がある。

表2. 教科書会社各社で扱われている電熱線の太さと発熱量を比べる実験について.

		東京書籍	大日本図書	啓林館	学校図書	教育出版
使用する電源	電池	乾電池または充電池1個 電熱線(長さ50mm, 直径0.2mmと0.3mm)	乾電池2個 電熱線(長さ250mm, 直径0.2mmと0.4mm)	記述なし	乾電池または充電池2個 電熱線(長さ100mm, 直径0.2mmと0.4mm)	記述なし
	電源装置	乾電池1個相当 電熱線(長さ80mm, 直径0.2mmと0.3mm)	乾電池2個相当 電熱線(長さ100mm, 直径0.2mmと0.4mm)	乾電池2個相当 電熱線(長さ100mm, 直径0.2mmと0.4mm)	乾電池2個相当 電熱線(長さ100mm, 直径0.2mmと0.4mm)	乾電池2個相当 電熱線(ニクロム線)
発熱量の比較方法		発泡ポリスチレン片またはろうそく片を溶かす時間	液晶温度計による温度変化	発泡ポリスチレン片またはろうそく片を溶かす時間	みつろう粘土またはろうそく片を溶かす時間 デジタル温度計を用いた温度変化	水の温度変化(0→5分後)
まとめ		電熱線の太さを変えて電流を流すと発熱の仕方が変わる。	電気には熱を出すはたらきがあり、電熱線の太さによって発熱のようすはちがう。	太い電熱線の方がよく発熱する。	発熱する量は、電熱線が太いほど大きくなります。	電熱線の熱くなる程度は、その太さによって変わり、太い電熱線の方がより多く発熱する。

※配布資料1・2・3は全て2013年～2015年当時に実践した際の情報になります。

課題 **電気の利用はどのように行われているのだろうか**

【発電の仕組みと特徴】

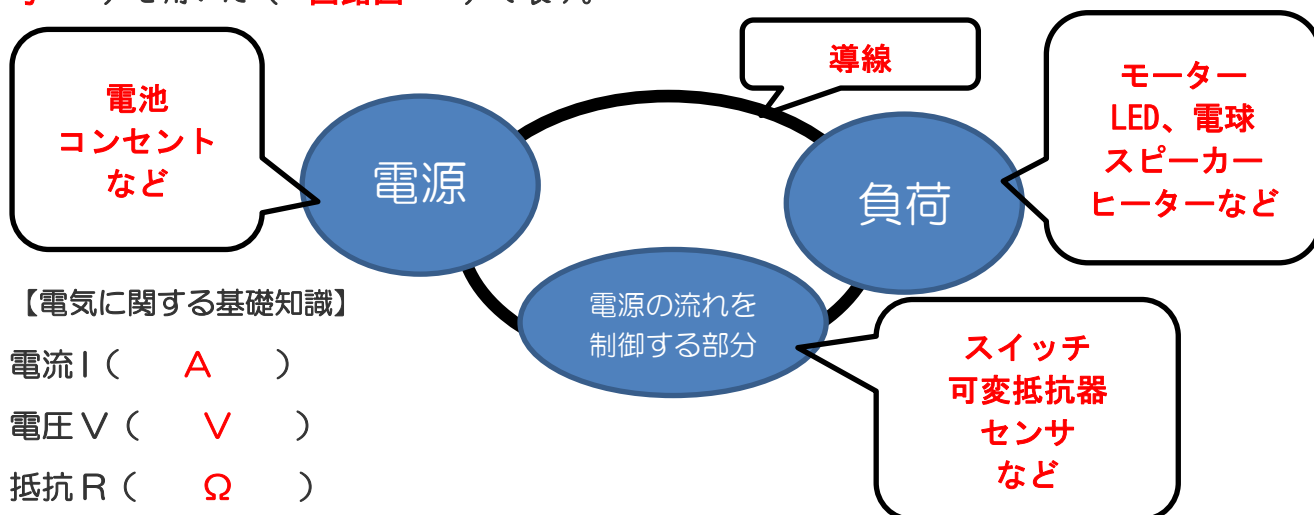
発電機とモーターはどちらも（ **コイル** ）と（ **磁石** ）からできている。コイルや磁石を動かすことで電流が流れる現象を（ **電磁誘導** ）といい、この仕組みは発電機その他、自転車のライトなどにも用いられる。発電機は（ **運動** ）エネルギーから（ **電気** ）エネルギーへ、モーターは（ **電気** ）エネルギーから（ **運動** ）エネルギーへとエネルギー（ **変換** ）が行われている。

日本のエネルギー自給率は12.6%（2023年）※前年度比0.7%減で、世界調査38か国中37位と低く、（ **エネルギーミックス** ）（発電方法の組み合わせ）を考えられないといけない。発電方法には化石燃料を利用した（ **火力** ）や核物質を利用した（ **原子力** ）などの地下資源の埋蔵量に限りがあるエネルギーを利用したものと、（ **水力** ）、（ **風力** ）、（ **太陽光** ）（ **地熱** ）などのように自然界において絶えず補充され、枯渇することのない再生可能エネルギーを利用したものがある。

発電所で作られた交流の電気を、配電用変電所まで送ることを（ **送電** ）、配電用変電所から家庭や工場などにおくすることを（ **配電** ）という。

【電気回路と生活】

電気機器には、（ **電源** ）、（ **導線** ）、（ **負荷** ）で構成される（ **回路(電気回路)** ）が組み込まれている。また、多くの場合、スイッチなど（ **電流を制御** ）する部品や仕組みも組み込まれている。電源は、電池のように時間が経過しても電流の向きが変わらない（ **直流** ）とコンセントのように電流の向きと大きさが時間と共に周期的に変わる（ **交流** ）が使われている。回路は、日本産業規格(JIS)で定められた（ **電気用図記号** ）を用いた（ **回路図** ）で表す。



【電気に関する基礎知識】

電流 I (**A**)

電圧 V (**V**)

抵抗 R (**Ω**)

オームの法則：電圧 V (V) = 抵抗 R (Ω) × 電流 I (A)

電力 P (**W**)

電力量 (**J**)

電力量 (W) = 電力 (W) × 時間 (s)

※実用的にはワット時 (Wh) やキロワット時 (kWh) が使われる。

電気用図記号

	名称	図記号		名称	図記号		名称	図記号
電源	コンセント		負荷	モータ		制御	スイッチ	
	電池または直流電源			ヒーター			ダイオード	
	電源プラグ (差し込みプラグ)			電球 (ランプ)			コンデンサ	
導線	端子		LED		抵抗器			
	導線の接続		ブザー		可変抵抗器			
	導線の交差		<div style="border: 1px solid black; border-radius: 15px; padding: 5px; width: fit-content; margin: auto;"> 電圧の異なる2つの電線が接触するなどして、電線(導線)に過大な電流が流れる(ショート(短絡))に気を付けよう！ </div>		光導電セル (Cds)			

【いろいろな回路】

<p>1. ドライヤーの回路(送風と温風の切替あり)</p>	<p>2. 階段ライトの回路(階上からも階下からもランプの点灯・消灯ができる)</p>
<p>3. 非常停止ボタンの回路(駅のホームに2カ所あり、どちらかを押しとベルが鳴る)</p>	<p>4. 方向指示器の回路(運転席のレバーの操作により、左右のLEDランプが点滅する)</p>

今日の振り返り

【岐阜県】開発教材・解説

No. 1

電気を通す物？通さない物？発見器

小学校 第3学年 単元「明かりをつけよう」

岐阜県関市立津保川中学校

教頭 土屋 寿美（関市立富岡小学校での実践より）

＜開発教材の概要＞

○開発した理由 開発に関わる4つのポイント
 【①簡単に操作・②1人1実験・③主体的で対話的な学び・④安くそろえる】

本単元では、身の回りの明かりに興味をもち、豆電球、乾電池、導線のつなぎ方と明かりのつき方とを比較しながら調べる。また、回路ができると電気が流れ、明かりがつくことをとらえたり、身の回りのいろいろな材質の物を回路につないで明かりがつくかを比較しながら調べ、物には電気を通す物と通さない物があることをとらえたりして、電気の回路についての考えをもつようになる。その際、子どもの主体的な問題を追究する活動を支え、対話的な学びを促進する教材にしたいと願って、次の4点について改善を図り、教材を開発した。

- ①単1乾電池を使うことが多いが、①子ども達にとって身近な単3乾電池を利用できるようにした。
 →身近な単3乾電池にすることにより、生活とのつながりをもって実験を行うことができる。
- ②単3乾電池を利用できるようにしたことで、④より安価にすると共に、キットを①軽量化して持ち運びができるようにした。
 →安価かつ軽量にすることで、②1人1実験を容易にするだけでなく、子どもが③主体的に問題を追究するための活動を仕組むことができる。
- ③容易に持ち運びができるように首かけ紐を付属したことで、子ども同士が③対話しながら実験ができるようにした。
 →机の上で教師が準備した物を実験するだけでなく、ペアやグループで対話しながら疑問や問題を解決するために確かめる実験を位置付けることができる。
- ④導線の先を洗濯バサミにしてアルミを巻いた端子にしたことで、挟む&押しつけるといった2つの方法で回路をつくって①簡単に確かめることができるようにした。
 →これまでうまく接触させることができなかった児童を減らすことができるとともに、指で導線を隠してしまうことがないため、接触している部分を明確にして実験することができる。

＜材料＞

ペットボトル（280 mL）×1、洗濯ばさみ（先が角ばったもの）×2、豆電球×1
 電球ソケット×1、ストラップ（調節付）×1、単三電池ホルダー×1、リード線、アルミ箔

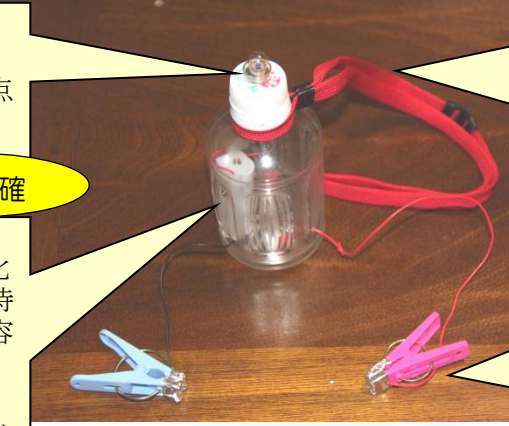
○教材の活用方法など

簡単！操

◇位置が固定された豆電球
ソケットをキット上部に
固定することで、豆電球の点
灯が簡単に確認することが
できる。

簡単！確

◇単3乾電池と透明容器
単3乾電池により、軽量化
を図り、子どもでも簡単に持
運びができる。また、透明容
器で内部の回路を確認する
ことができる。
応用として外側に電池ボッ
クスを取り付けることで、乾
電池の付け外しを容易にす
ることもできる。



<図1 電気を通す物？通さない物？
発見器の本体>

◇取り外しを子どもが容易に
できる首かけ紐
普段は外して実験し、水道
の蛇口やドアの取手など持ち
運んで確かめたいときに取り
付けることで、両手を使って
実験することができる。

◇明かりがつく物かどう
かを確かめる端子
子どもが持ちやすい大
きさの端子である。また、
端子の色を変えることで、
+極、-極を意識して実験
することができる。

安い！一人1実

◇明かりがつくかどうかを確かめる端子
先端をアルミ箔で覆うことにより、接触面を広くし
て子どもの操作でも電流が流れやすくした。
また、挟む構造にしたことで子どもでも圧着させや
すくなり、明かりがつきやすくなっている。
外側にもアルミ箔が巻いてあるため、挟むだけでな
く、押しつけることでも確かめることができ、厚みの
ある物や挟めない物にも対応できる。



簡単！理

安い・簡

<図2 端子部分>

本教材を使用することで、身近な物について、電気を通す物か通さない物かを子ども自身が考えて簡単に確かめることができた。授業では主体的に問題を追究する場面を位置付けることができ、与えられた物だけでなく、机や教室の中の物を自分の考えをもって確かめることができるようになった。



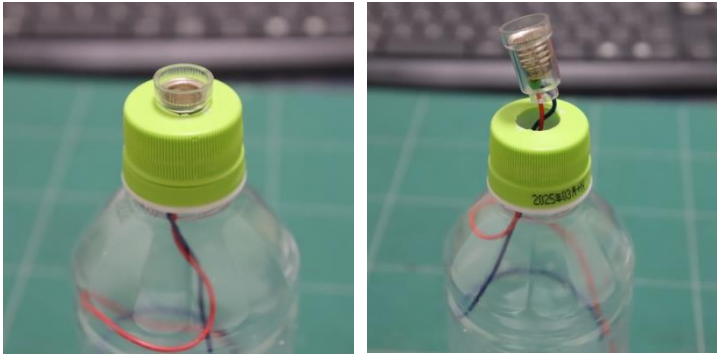
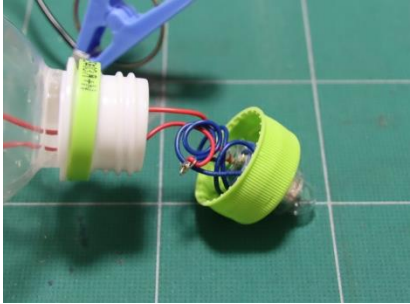
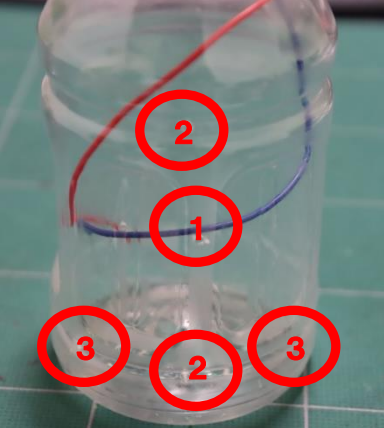
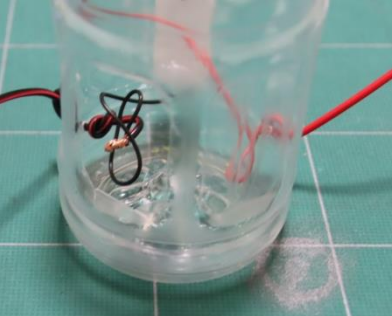
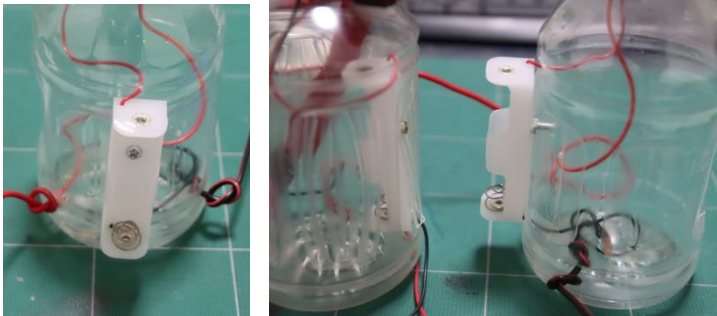
明かりがつく物とつかない物をいっぱい調べることで、電気が通る物がどんなものか分かったよ。
友達と話してわかったんだけど、ぴかぴかの金属だと回路に電気が流れて豆電球が光るんだよ。お母さんにもやって見せてあげたいな。

また、首にかけて持ち運ぶができるようになっていたため、両手を使って調べたい物に端子を接触させることができ、問題を解決する確かな結果を得ながら、追究していく姿を生み出すことができた。さらに、本教材が軽量・コンパクトなことから、自由に移動できるので、仲間と対話しながら多様な物を確かめることができた。

<教材の3段階の活用方法>

- ①「どんなものが明かりをつけるのだろうか」という問題を様々な物を使って確かめる。
- ②明かりがつきそうな物を予想して、主体的に実験して追究する。
- ③仲間と対話しながら電気を通して明かりをつける物について分類し、まとめることで問題を解決する。

「電気を通す物？通さない物？発見器」 簡易作成マニュアル

		ポイント
1		<p>ポイント</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ソケットがはまる穴をあける。 ※7mm径ドリルで開けるとよい
2		<ul style="list-style-type: none"> ・キャップの中に余分なケーブルはまとめて入れるとすっきりして見える。 ※接続部の接触を防ぐ効果もあり、接触に皮膜を巻かなくてもよくなる。
3		<ul style="list-style-type: none"> ・5か所穴をあけておく。 1…電池ボックス固定用 2…電池ボックスの導線をペットボトルの中に通す穴 3…端子（洗濯バサミ）に伸びる導線を通す穴 ※導線やビスによって穴のサイズは変わる・・・2. 5mmで開けました。
4		<ul style="list-style-type: none"> ・作業用の穴をあける。 ※ビスを止める、導線を通す、接続するなど中にアクセスするための穴となります。 ※電池ボックスの反対側の窓にすると作業しやすいです。
5		<ul style="list-style-type: none"> ・平ねじビスで電池ボックスを固定する。 ※今回は時間短縮のため外側に電池ボックスを取り付ける。 ・可能であれば両面テープで固定すると電池ボックスがずれない。

6		<ul style="list-style-type: none"> ・写真のように導線を軽く結んでおく子どもが扱った際に引っ張りすぎたりしなくなります。 <p>※写真は見やすいように外を結びましたが、ペットボトルの中を結びます。</p> <p>※外側は結ばなくてもよいです。</p>
7	 <p>※洗濯ばさみは先が角ばったものを使用する。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・洗濯ばさみの先に穴を2か所開けて、そこに皮膜を剥いた導線を通して結ぶ。 <p>→穴はあけておきました。</p> <p>※アルミ箔を先端にまく際に、ばねの金具（赤丸部）にアルミ箔が触れないようにする。</p> <p>→安全なものにするために気を付けてください。</p> <p>※一番負荷がかかる場所なので、取り付ける導線は太いものの方が丈夫です。</p>
8		<ul style="list-style-type: none"> ・豆電球を取り付けて、ストラップをセットしたら完成です。 <p>※導線は 30cm にしておくと、子供は扱いやすく、負荷も減ります。</p>

作成したものを実際に使ってみて、問題点や改良点を見つけて修正していくことが、教材開発です。その際に、修正する点を条件を整理してデータを取っていくとよりよい教材にしていくことができます。考えてみましょう。

<教材作成にかかわる資料>

乾電池の重さの比較

◇サイズ別（アルカリ乾電池）

枚	単1 TOSHIBA	単2 Panasonic	単3 Panasonic	単4 Panasonic
重	126.7g	63.8g	23.1g	11.0g
数	5.48	2.76	1	0.48

サイズが大きければ、当然質量も大きくなる。授業で扱う単1乾電池は単3乾電池と比べると5倍以上の質量となる。
据え置きで実験する場合は気にならないが、より手軽に持ち歩いたら軽い方がよいと考える。

メーカーによって多少の質量差があるが、単3アルカリ乾電池の質量は約23gである。
マンガン乾電池は、アルカリ乾電池より軽く、3分の2程度である。

◇メーカー別（単3）

枚	Panasonic EVOLTA	Panasonic アルカリ	マクセル アルカリ	TOSHIBA アルカリ	日本製ノーブランド	マクセル マンガン
重	23.7g	23.1g	23.3g	22.7g	21.6g	16.0g
数	1.03	1	1.011	0.98	0.94	0.69

◇メーカー別2（単3充電式乾電池）

枚	Panasonic eneloop	Panasonic eneloop pro	Panasonic EVOLTA			
重	25.7g	29.6g	26.8g			
数	1.11	1.28	1.16			

同じ単3乾電池でも、質量はニッケル水素乾電池>アルカリ乾電池>マンガン乾電池となる。

※Panasonic 単3アルカリ比







◇メーカー別（単2）

枚	Panasonic EVOLTA	Panasonic アルカリ	V-POWER アルカリ	Vselect アルカリ
重	65.3g	63.8g	68.1g	61.1g
数	2.83	2.76	2.95	2.64

単2乾電池でも、質量はメーカーによって違うが、約65gほどであった。

※Panasonic 単3アルカリ比

◇メーカー別（単4）

材質	Panasonic eneloop	Panasonic アルカリ	Panasonic アルカリ	Panasonic マンガン	三菱アルカリ	YAMADA アルカリ
						
質量	11.9g		11.0g	8.7g	11.2g	11.1g
電圧	1.11		1.28	1.16		
	オーム電機充電乾電池					
			<p>単4アルカリ乾電池でも、質量はメーカーによって違うが、約11gほどであった。 質量が小さい分、ほかのサイズの乾電池よりバラツキは小さめであった。</p>			
	11.3g					
	ニッケル水素乾電池					

○サイズが大きければ、質量も大きくなる。
 ○同じサイズの乾電池でも質量は、ニッケル水素乾電池 > アルカリ乾電池 > マンガン乾電池 となる。
 ○同じサイズの乾電池でもメーカーによって若干の質量差があるが、その差はわずかである。
 →据え置きで実験する場合は気にならないが、より手軽に持ち歩くなら軽い方がよいと考える。