

理科を学ぶことの意義や有用性を実感させる授業のあり方
～電力量とエネルギーの視点から～

1. 設定理由

本校の生徒たちは情報技術の発展もあり、様々な理科の知識を得る機会が多い。しかし、身に付けた知識を活用することは充分ではなく、自分の考えを科学的に思考し、表現することができる生徒は少ない。

そこで、日常生活の中で理科の知識を使う場面を設定することができれば、理科を学ぶことの意義や有用性を感じることができるようになると考える。

副題を「～電力量とエネルギーの視点から～」とした。2年次においては、この分野は難しいと感じる生徒が比較的多く見られる。それは電気（電流・電圧・抵抗）の概念は、電子の動きや性質が目に見えないことから理解を困難にしていると思われる。しかし、電気は日常生活では欠かすことのできないものであり、3年次に学習するエネルギーの変換との関連性は非常に深い。上手く思考がつながれば、生徒は理科を学ぶことの意義、有用性を実感し、省エネルギーのことまで考えて行動する力が身につくと考え、本テーマを設定した。

2. 研究仮説

生徒たちが既習の知識をもとに、実験に取り組むことができれば、理科を主体的に学ぶことができ、理科を学ぶことの意義や有用性を感じることができるようになるだろう。

3. 研究内容

- ①事前事後の実態調査から生徒の実態および変容の分析
- ②検証・実践する授業の精選と小単元の構成
- ③指導案の作成と教具の開発および検証授業の実践
- ④実践結果の分析と評価およびまとめ

4. 結 論

日常生活に関連した題材を扱うだけでなく、そこに科学的な見方やものの考え方が必要であることが分かった。生徒が既習事項を活用して科学的根拠にもとづいた予想・分析をし、それらをもとに筋道を立てて理論的な思考・表現をする流れを重視して行えば、生徒の学習意欲や興味関心が高まり、生徒は理科を学ぶ意義や有用性を実感できたと考え。

千葉市教職員組合
千葉市立有吉中学校
加藤 幹規
千葉市立花園中学校
小菅 政之

1 研究主題

理科を学ぶことの意義や有用性を実感させる授業のあり方
～電力量とエネルギーの視点から～

2 主題設定の理由

本校の生徒たちは情報技術の発展もあり、様々な理科の知識を得る機会が多い。しかし、身に付けた知識を活用することは充分ではなく、自分の考えを科学的に思考し、表現することができる生徒は少ない。

そこで、日常生活の中で理科の知識を使う場面を設定することができれば、理科を学ぶことの意義や有用性を感じることができるようになると考える。

また、千葉市学校教育の課題究明の視点から、得た知識を活用し、科学的根拠にもとづいた予想・分析・発想ができるようになれば、思考力・判断力・表現力が育まれ、理科を主体的に学習することができる生徒が育つだろうと考える。

副題を「～電力量とエネルギーの視点から～」とした。2年次においては、この分野は難しいと感じる生徒が比較的多く見られる。それは電気（電流・電圧・抵抗）の概念は、電子の動きや性質が目に見えないことから理解を困難にしていると思われる。しかし、電気は日常生活では欠かすことのできないものであり、生徒たちにとって、比較的身近なものとしてとらえやすい。この分野では、数値を扱うことで生徒たちが苦手と感じることが多い。しかし、あえて数値で扱うことでエネルギーを量として捉えることができ、容易に比較することができるようになるだろう。目に見えない電気に関する概念や電流のはたらきなどについてより理解が深まる。具体的には、生徒の身のまわりで起こる現象を実験で扱い、これまでに得た知識から、その現象で起こるエネルギーの変換や効率を計算処理して数値で考えさせる。そうすることで、単なる比較に留まらず、今日の社会でも問題になっている省エネルギーについても考えさせることができるだろう。以上の点から、理科を学ぶことの意義や有用性を実感させることができると考え本テーマを設定した。

3 研究仮説

生徒たちが既習の知識をもとに、実験に取り組むことができれば、理科を主体的に学ぶことができるようになり、理科を学ぶことの意義や有用性を感じることができるようになるだろう。

4 研究計画

(1) 生徒の実態調査について

本研究を実施するにあたって、電力量を扱い、量でとらえさせ、数値で表すことが生徒たちにとって難しいと予想される。物理分野の学習ということを踏まえて、アンケート調査や簡単なペーパーテストを行い、計算力をしっかり身に付けさせておきたい。

事前調査を行った対象は2学年7クラスで257人であり、項目①理科の計算が得意であるに対して得意であると答えた生徒は84人（32.6%）項目②自分の考えを友人に説明できるに対してできると答えた生徒は55人（21.4%）項目③理科の学習は生活に役立っているに対して役立っていると答えた生徒は129人（50.2%）となり、計算処理や

自分の考えを表現することに自信がもてないと感じている生徒が多いことが分かる。また、項目③の結果からも理科を学ぶ意義や有用性を感じさせる実践を行い、この事前調査の内容が改善するように研究を進めていきたい。

(2) 環境構成について

私たちにとって身近であり、様々なエネルギーへ容易に変換できる電気に注目させ、生徒に自らの問題として意識を持たせる。次に電力量を扱い、量でとらえさせるのと同時に数値で表すことにつなげていく。数値で表すことは生徒たちにとって難しいことではあるが、様々な現象を数値で表せば比較しやすくなり、より理解が深まると考える。さらに熱量を扱う実験を行うことで、エネルギー効率の損失を数値で表し、この数値を比較し違いを理解させることで省エネルギーの必要性を認識させていく。生徒たちがエネルギーを感覚でとらえるのではなく、科学的な根拠をもとに分析・考察をする場面を多く取り込んで本研究主題の解明に近づけたい。

5 研究内容

(1) 単元の構成について

この単元では数値を扱うことが多く、本時の授業を展開するまでに、計算処理の能力を確実に習得させておきたい。電力量を扱うにあたり、得た知識すなわち、オームの法則や電力を活用し、科学的根拠にもとづいた予想・分析・発想ができるようになれば、思考力・判断力・表現力が育まれ、理科を主体的に学習することができる生徒が育つだろうと考える。また、エネルギーという視点から、電力消費のちがいを数値でとらえ、限られた電気を有効に使おうとする態度が養われると考える。以上の点から、単元3「電流とその利用」1章「電流と回路」の最後の時間に設定した。

◎単元指導計画

1章 電流と回路 (14 / 14)

時数	小単元	学習内容	指導上の留意点
1	『電気が流れる回路』	・ p 162～p 163の図より、日常生活のなかで電気を利用している例や電気器具の例を考える。 ・ 電気用図記号を理解し、回路には直列回路と並列回路があることを知る。	・ 既習事項の確認をしつつ、電気の利用例を省エネの観点で考えられるよう促す。

2	『電流の 大きさ』	・電流計の使い方・電流の単位を知る。 ・豆電球の前後を流れる電流の大きさを調べる。	・アンペア (A) だけでなくミリアンペア (mA) の単位も説明する。 ・回路を流れる電流を水流のモデルで説明できることを伝える。
3	『直列回路や並列回路を流れる電流』	・直列回路と並列回路では、電流の流れ方にどのようなちがいがあるか調べる。	・測定ポイントと回路図をよく確認させながら正しく測定させ、規則性を見いださせる。
4	『電圧の 大きさ』	・電圧のとらえ方、単位を知る。 ・電圧計の使い方を知る。	・ボルト (V)、ミリボルト (mV) を理解させる。 ・電圧は水が流れ落ちる落差に例えて説明できることを伝える。
5	『直列回路や並列回路に加わる電圧』	・直列回路や並列回路では、各部分に加わる電圧にどのようなちがいがあるか調べる。	・測定ポイントと回路図をよく確認させながら正しく測定させ、規則性を見いださせる。
6 7	『オーム の法則』	・電源装置の使い方を知る。 ・回路を流れる電流と、回路に加わる電圧の大きさには、どのような関係があるか調べる。 ・得られた結果から、電圧と電流が比例関係にあること、電熱線によって電流の流れにくさがちがうことを見いだす。 ・オームの法則について知る。 ・例題や問いで計算練習をする。	・2つ以上の電熱線を使用して比較させる。 ・グラフを作るときに電流の単位がAであることを注意させる。 ・抵抗について説明する。 ・電圧・抵抗・電流のどれか2つが分かれば残りの1つが計算で求められることを説明する。

8 9	『抵抗の 接続』	・抵抗を2個つないだ回路では、全体の抵抗の大きさはどのようにになるか調べる。 ・実験結果から、直列回路、並列回路の全体抵抗の求め方を知る。 ・導体、絶縁体の説明を聞き、物質固有の抵抗があることを知る。 ・例題や問いで計算練習をする。	・抵抗の意味から、それぞれの回路の全体抵抗について説明する。 ・日常との関連で金属の抵抗が小さいことを確認させる。 ・例題や問いで簡単な計算練習をさせる。
10	『電気エ ネルギー と電力』	・電気エネルギーについての説明を聞く。 ・電力について知る。 ・例題や問いで計算練習をする。	・既習事項を確認しながら、日常と関連づけて考えさせる。 ・数値を扱う場面が多くなるのでなるべく苦手意識を持たせないように簡単な計算にする。
11 12	『電流に よる発 熱』	・電流によって発生する熱は、電力の大きさとどのように関係しているか調べる。 ・実験で得られた結果からグラフを作成し、電流を流した時間と水の上昇温度が比例することを見いだす。 ・熱量について知る。 ・例題や問いで計算練習をする。	・実験の条件を確認し、各班でデータを取り、クラスデータとしてまとめる。 ・電流を流した時間や電圧の大きさから電力が水の上昇温度と比例していることに気づかせる。 ・熱量の単位を説明し、カロリー(c a l)とジュール(J)のちがいを確認させる。

13 14	『電力量』 (本時 14/14)	・電力量について知る。 ・日常の電気器具で使う電力量を調べる。 ・白熱電球、蛍光灯電球、LED電球を使って、電力量を比較する。 ・電気エネルギーを有効に利用するにはどんなことに注意すればよいか話し合う。	・電力量の単位はワット秒(Ws)やワット時(Wh)があることを説明し、熱量と同じ単位であることから電気エネルギーについて触れておく。 ・明るさ、熱など測定できるものはできるだけ数値で扱うようにする。
----------	------------------------	--	--

(2) 実践授業

①題材名

電気エネルギーを有効に利用しよう

②ねらい

- ・LED、蛍光灯は消費電力や熱エネルギーへの損失が少ないという点で白熱電球よりも優れていることを電力量や発熱を調べた実験結果を根拠に考えることができる。
- ・3つの電球のエネルギーの移り変わりやエネルギー効率から、電気エネルギーを大切に使用する意識を高めることができる。

③本時の目標

- ・各測定器を正しく使うことができる。(観察・実験の技能)
- ・LEDや蛍光灯は消費電力や熱エネルギーへの損失が少ない点で白熱電球よりも優れていることを電力量や発熱を調べた実験結果を根拠に考えることができる。
(科学的な思考・表現)
- ・3つの電球のエネルギーの移り変わりやエネルギー効率から、電気エネルギーを大切に使用する意識を高めることができる。(自然事象への関心・意欲・態度)

④展開

過程	時配	主な学習内容と活動	指導や支援の手だて(◇は評価)
導入	10分	○3つの電球を提示し、その種類を確認する。 ・白熱電球 ・蛍光灯 ・LED ○白熱電球の生産中止要請の資料提示を提示する。	・同じ明るさ(同程度のW型)、同じ色のLED、蛍光灯、白熱電球を提示する ・世界の白熱電球の生産中止要請の資料を提示し、なぜ生産中止になったかを予想させる。

		○本時の学習課題を知る。 なぜ、白熱電球は生産中止になり、蛍光灯やLEDを使用するようになったのだろうか。																													
展開	30分	○3つの電球の消費電力（電気エネルギー）明るさ（光エネルギー）温度（熱エネルギー）を測定する。 ○測定結果をまとめる。 例 5分間使用した場合 <table border="1"> <thead> <tr> <th></th><th>白熱電球</th><th>蛍光灯</th><th>LED</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>明るさ（ルクス）</td><td>4100</td><td>4000</td><td>4200</td></tr> <tr> <td>電流（A）</td><td>0.6</td><td>0.18</td><td>0.1</td></tr> <tr> <td>電圧（V）</td><td>100</td><td>100</td><td>100</td></tr> <tr> <td>電力（W）</td><td>60</td><td>18</td><td>10</td></tr> <tr> <td>電力量（J）</td><td>18000</td><td>5400</td><td>3000</td></tr> <tr> <td>温度上昇（℃）</td><td>110</td><td>30</td><td>10</td></tr> </tbody> </table> ○実験結果からわかったことを発表する。 予想される発表例 ・明るさはどれもほぼ同じ。 ・3つとも光エネルギーはほぼ同じ。 ・温度上昇は、白熱電球＞蛍光灯＞LEDであった。		白熱電球	蛍光灯	LED	明るさ（ルクス）	4100	4000	4200	電流（A）	0.6	0.18	0.1	電圧（V）	100	100	100	電力（W）	60	18	10	電力量（J）	18000	5400	3000	温度上昇（℃）	110	30	10	・できる限りの数値を測定するための準備をする。 測定の仕方 【電力量⇒電気エネルギー】 ・デジタルテスターを使用する。 【明るさ⇒光エネルギー】 ・ルクス計を使用する。 【上昇した温度⇒熱エネルギー】 ・デジタル温度計を使用する。 ・消費電力、明るさ、温度を数値でとらえさせる。 ◇各測定器を正しく使うことができたか。（観察・実験の技能） ・明るさを測定するときは遮蔽をしたり、電球までの距離、ルクス計の角度を工夫したりして、同じ明るさになるようにする。 ・温度を測定するときは、電球の同じ場所を測定する。また、時間を決めて測定をする。 ・3つのデータを比較しやすいようにまとめる。 ・測定したデータをもとに考えさせる。 ・電気がどのように、何に変わっていくか注目させる。
	白熱電球	蛍光灯	LED																												
明るさ（ルクス）	4100	4000	4200																												
電流（A）	0.6	0.18	0.1																												
電圧（V）	100	100	100																												
電力（W）	60	18	10																												
電力量（J）	18000	5400	3000																												
温度上昇（℃）	110	30	10																												

		・白熱電球は100℃以上になった。他の電球の3倍以上だった。 ・白熱電球は熱エネルギーになる割合がとても高い。 ・電力量は白熱電球>蛍光灯>LEDであった。 ・白熱電球は他の電球と同じような明るさなのに、たくさん電気を使う。 ・白熱電球は無駄な電気をたくさん使うから生産中止になったと思う。 ・LEDや蛍光灯は熱エネルギーになりにくく、無駄な電気エネルギーを使わないからエコだと思う。だからよく使われるようになってきた。 など	・エネルギーの変換効率のちがいに注目させる。 ・実験結果を根拠にして、白熱電球は生産中止になり、蛍光灯やLEDを使用するようになった理由を考えさせる。 ◇LED、蛍光灯は消費電力や熱エネルギーへの損失が少ないという点で白熱電球よりも優れていることを電力量や発熱を調べた実験結果を根拠に考えることができる。 (科学的な思考・表現)
まとめ	10分	○本時のまとめをする。 例1 無駄なエネルギーを出さない電球を使用することで、地球にもエネルギー的にもエコになったと思った。 例2 白熱電球は熱エネルギーを多く出すので、エネルギーの無駄が多い。資源を大切にするために、生産が中止されたことが分かった。	・自分の生活と関わらせて振り返りを書かせる。 ・本時の学習のエコとは「エネルギー変換効率が良いこと」や消費電力が少ないことであること」を押さえる。 ・電気を大切に使う意識を持たせる。 ◇3つの電球のエネルギーの移り変わりやエネルギー効率から、電気エネルギーを大切に使用する意識を高めることができたか。 (自然事象への関心・意欲・態度)

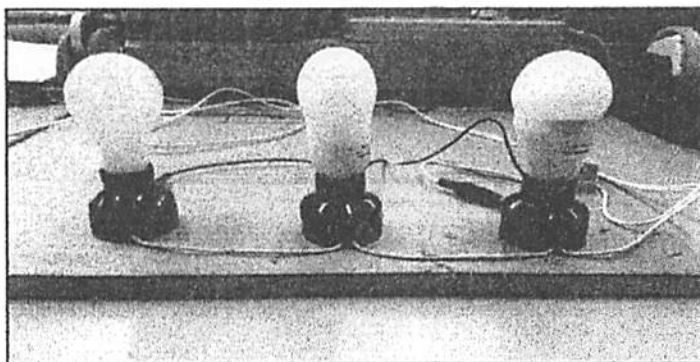
⑤評価

- ◇各測定器を正しく使うことができたか。 (観察・実験の技能)
- ◇LEDや蛍光灯は消費電力や熱エネルギーへの損失が少ない点で白熱電球よりも優れていることを電力量や発熱を調べた実験結果を根拠に考えることができたか。
- (科学的な思考・表現)
- ◇3つの電球のエネルギーの移り変わりやエネルギー効率から、電気エネルギーを大切に使用する意識を高めることができたか。 (自然事象への関心・意欲・態度)

学習課題を「白熱電球より蛍光灯電球やLED電球が使用されるようになったのはなぜか」として展開した。明るさが同程度の3つの電球（白熱電球・蛍光灯電球・LED電球）を用意し、それぞれの照度、電流の大きさなどを測定し、計算処理によって電力や電力量を求め、比較した。測定値を求める場面では、電流の大きさ、電力、電力量と順を追って計算するよう留意させ、値を求めさせた。明るさや消費電力を数値化して比較することは、白熱電球と比べて蛍光灯電球やLED電球のエネルギー効率が良いということがわかりやすく導き出せていた。また、放射温度計を用いて、それぞれの温度上昇についても測定をしたところ、エネルギー変換の際の損失まで考察する生徒もいた。

今回扱った実験のように数値を測定し、計算処理をする場面では、これまでの実践が役に立ち、想定していたよりも短い時間で進めることができた。まとめの場面では、2年生ではあるが、エネルギー保存の視点から、エネルギーの変換や効率、損失までを考えることができていたことから、仮説の検証ができたといえる。今後も、有用性を感じとれる授業を研究し、設定、実践していく必要がある。

3つの電球を比較する装置



6 研究のまとめ

(1) 研究の成果

本研究を行うことで、日常生活に関連した題材を扱うだけでなく、そこに科学的な見方やものの考え方が必要であることが分かった。生徒が既習事項を活用して科学的根拠にもとづいた予想・分析をし、それらをもとに筋道を立てて理論的な思考・表現をする流れを重視して行ってきた。以下に実践授業での生徒の感想を示す。

生徒Aさん

今の時代は電気をたくさん使うので、電気を無駄なく使うことは、とても大切なことだと思います。LEDは少ないエネルギーで、効率よく電気を使えるのですごいし、その方が地球にやさしいと思います。

生徒Bさん

今回実験をやってみて白熱電球は電気を多く使い、その割には光エネルギーに変わる量が少なく、省エネでないことが分かった。

生徒Cさん

以前までは、単にLEDはエコだともう、と考えていました。今回の実験をやってみると、なんでエコと言われているのかが、計算してみるとは、さき分かりました。

これらの感想から、まず、数値を大切に扱った成果が表れている。明るさ、電流、電圧、電力、電力量、温度上昇と、計測や計算でわかるものは全て数値で表して比較することができた。そのことで、生徒たちはエネルギーをはっきりと量でとらえることができたと感じる。また、温度上昇を測定することで、生徒たちは、本来、エネルギーの単元で学ぶ内容である、「エネルギーの保存」に近い考え方ができるようになった。さらに、電気を大切に使う意識が芽生えてきている。このことから、今回の検証授業の成果は大きかったと思える。また、事後調査の結果は以下の表に示す通りとなった。

項目	事前	事後
①理科の計算が得意である	84人／257人 (32.6%)	131人／258人 (50.7%)
②自分の考えを友人に説明できる	55人／257人 (21.4%)	96人／258人 (37.2%)
③理科の学習は生活に役立っている	129人／257人 (50.2%)	199人／258人 (77.1%)

①、②については、生徒たちが計算処理や自分の思考を表現することに自信が持てたと考える。また、③からは、生徒の学習意欲や興味関心が高まり、生徒は理科を学ぶ意義や有用性を実感できたと考える。

(2) 今後の課題

実態調査の結果から、自分の考えを説明することについては、まだ数値は高いとは言えない。その原因をさらに分析していくとともに、今後も本研究で得られたものを活かし、表現力の育成に努めていきたい。また、電気エネルギーの有効利用は3年生のエネルギーの単元につながるので、そこでの学習でもより発展させた実践を試みたい。

7 主な参考文献

中学校学習指導要領解説（理科編）

千葉市学校教育の課題 21世紀を拓く