

■エネルギーの有効利用■

中学2年 理科

『電流とその利用』

総合的・多角的に 物事を判断する資質・能力を育成する

キーワード

白熱電球、LED電球、消費電力



1. エネルギー教育の視点

日本のエネルギー自給率は8%(2016年)であり、いまの豊かな生活は海外のエネルギー資源に頼って成り立っている。エネルギー問題についてよりよい解決策を見出していくためには、一つの問題の一面のみを考えるのではなく、総合的・多角的な広い視野で考えなければならない。そこで、エネルギー問題を自分事として捉え、未来の持続可能な社会を構築しようとする態度を育む手段として、身の回りで利用されている電球に目を向けた。「電流とその利用」の単元において電流の性質や利用について学習した後の発展的な学習として、生徒自らが実験を通して白熱電球とLED電球の特徴を比較し、さらに資料を用いて物事を総合的・多角的に判断する資質・能力を養うための学習である。

2. 白熱電球とLED電球は、どのように使い分ければよいのだろうか

同じような明るさの白熱電球とLED電球(以下、LEDとする)の電圧と電流を比較することにより、LEDが小さな電力でも光っている理由に気付かせたい。電気エネルギーが光エネルギーに変換する際に、白熱電球では多くの熱エネルギーが発生する。しかし、LEDで発生する熱エネルギーは小さい。これだけを見ると、LEDの方が優れているように見えるが、電球自体の価格が異なっているため、高価なLEDを家庭で用いる電球のすべてにすることは簡単ではない。また、電球を点灯する実際の時間や電気代を含めて、総合的に判断することが必要である。その際に、根拠(資料)に基づいて白熱電球やLEDを使い分けるという力を育みたい。

実験は次のように行う。図1のように実験装置を組み立てて白熱電球またはLEDをつなぎ、加える電圧を0.0~3.0Vと変化させて電流の値を読み取る。その際に消費電力や明るさ、電球の温かさなどを記録する。生徒は実験結果から、白熱電球よりLEDの方が少ない消費電力でも明るく発光し、発生する熱が少ないと気付く。考察の段階で資料を示し、白熱電球とLEDの値段や電気代、使用寿命、エネルギー変換効率などの違いを知る。白熱電球よりLEDの方が使用寿命は長く、使用時の電気代も安くなるが、電球1個の値段は白熱電球の方が多いが、実際の生活で使うときの目的や場面などを考え、様々な角度から総合的に電球の利用について判断する必要性に気付くことができる。

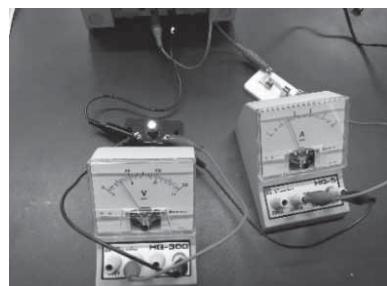
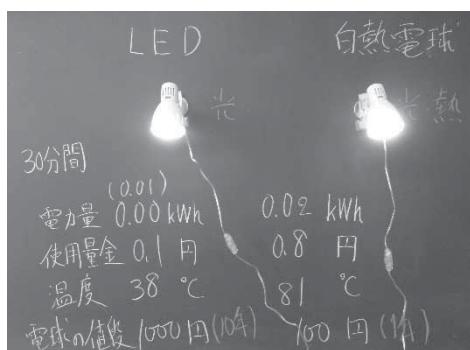
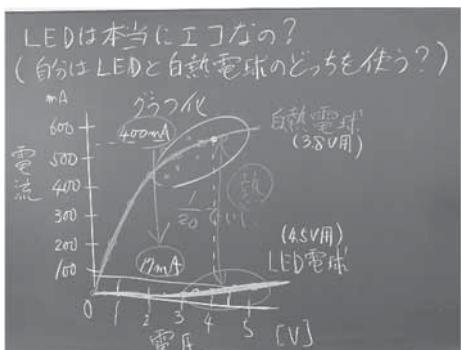


図1 実験装置(LED, 3V, 25mA)



3. 単元構成 32時間扱い

「電流の性質とその利用」(啓林館)

- ・第1章 電流の性質・・・・・・ 15時間
- ・第2章 電流の正体・・・・・・ 5時間
- ・第3章 電流と磁界・・・・・・ 10時間
- ・発展 総合的・多角的に考える・・・ 2時間（本時）

本時①白熱電球とLED電球には、どのような違いがあるのだろうか

本時②白熱電球とLED電球は、どのように使い分ければよいのだろうか

※学習指導要領に基づいた電流の学習だけでは、日常生活における「エネルギーの有効利用」に迫りにくいため、発展的な学習の場を設定した。

～コラム～

①白熱電球が発光する仕組み

白熱電球は、アルゴンガスという気体が封入されたガラスの中に、タンクスチーンという金属をコイル状に巻いたフィラメントが入っている。そこに電流が流れると、フィラメントが加熱されて発光する。



②蛍光灯が発光する仕組み

蛍光灯は、ガラスの筒の両端にフィラメントがついていて、ガラスの内側には蛍光塗料が塗られている。フィラメントに電流が流れると電子が放出され、この電子が蛍光塗料に当たって発光する。



③LEDが発光する仕組み

LEDは、発光ダイオードと呼ばれる電子部品である。電気が流れると、N型半導体とP型半導体の接合部分が光る。半導体のため、電流の向きを逆にすると光らない。

ダイオードは、N型半導体(電子が余った状態)とP型半導体(電子が足りなく空洞になっている状態)をはり合わせてつくっていて、P型半導体とN型半導体の間に整流作用がある。



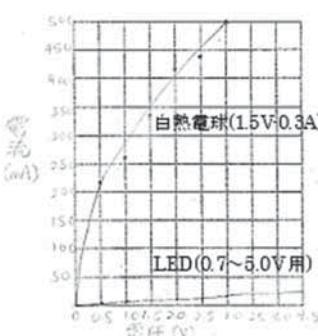
④光と睡眠の関係

人は、脳の松果体という器官から分泌されるメラトニンというホルモンの量が増えると眠くなる。メラトニンは、光を感じている瞬間の時間帯では、その分泌は抑制され、光が弱くなる夕方から分泌量が増え始める。だから、夕方から夜にかけて明るい環境にいると、メラトニンの分泌が抑制され、睡眠に悪影響を与える。睡眠の質を高めるためには、寝室の電球を光が強すぎないものにするのが良い。また、ブルーライトもメラトニンの分泌を妨げるため、寝る前の「スマホいじり」を控えた方が良質な睡眠につながる。

4. 展開①

◆授業のねらい

白熱電球と LED 電球の違いを調べる実験を正しく行い、消費電力と明るさや発熱温度の関係を考察し、生活経験と結びつけながら探究することができる。

主な学習活動	指導上のポイント
<ul style="list-style-type: none">身の回りで利用されている白熱電球や LED 電球の写真を見て、問題意識を抱く。 <p>白熱電球と LED 電球には、どのような違いがあるのだろうか？</p> <ul style="list-style-type: none">白熱電球と LED 電球には、どのような違いがあるのか仮説を立てる。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"><ul style="list-style-type: none">電力電気代明るさ電球の値段発熱温度使用寿命など</div> <p>○実験：それぞれの電球に加える電圧の大きさを変え、電圧と電流、明るさなどの関係を調べる。</p> <ul style="list-style-type: none">測定値を表にまとめ、電圧と電流のグラフを作成する。それぞれの電球の光り方や発生する熱など、気が付いたことを記録する。それぞれの電球の明るさや発生する熱と消費電力との関係について考える。	<ul style="list-style-type: none">発光する身近なものの画像を見せ、課題を引き出す。
 <p>グラフから得られた結果から、白熱電球よりも LED 電球の方が、小さな電圧でも明るく光る。また、LED 電球が環境にやさしいといわれるのは、小さな消費電力でも明るく光るからである。</p> <ul style="list-style-type: none">実験を通してわかったことを、ワークシートにまとめる。実生活の中での LED の利用について、改めて考える。	<ul style="list-style-type: none">生活体験と結びつけて考えるように促す。オームの法則を調べるときの実験方法を想起させる。電圧を変化させた時の電流の値だけではなく、明るさや熱の発生状況についても目を向けさせる（照度計や赤外温度計があれば用いる）。白熱電球は高温になるので、やけどをしないように注意を促す。オームの法則のような直線的なグラフにならないが、測定データから誤差が少なくなるような曲線をかくように支援する。実験結果を実生活の場面に当てはめて考えるよう促す。

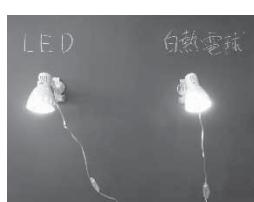
◆授業の評価

白熱電球と LED 電球の違いを調べる実験を正しく行って消費電力と明るさや発熱の関係を考察し、生活経験と結びつけながら探究することができたか、観察評価やワークシートへの記述により評価する。

5. 展開②

◆授業のねらい

白熱電球と LED 電球の時と場所に応じた活用の仕方について、科学的な根拠をもとに考え、物事を総合的・多角的に判断して生活に活かそうとすることができる。

主な学習活動	指導上のポイント															
<ul style="list-style-type: none">前時の実験を振り返る。白熱電球と LED 電球の寿命や製品の値段、電気代などの情報について知る。 <p>白熱電球と LED 電球は、どのように使い分ければよいか？</p> <p>○前時の実験結果や本時の資料をもとに、白熱電球と LED 電球の違いを捉え、どのような場面でどちらの電球を用いるのが適切かを考える。</p> <p>＜白熱電球と LED の参考資料＞</p> <table border="1"><thead><tr><th></th><th>白熱電球</th><th>LED</th></tr></thead><tbody><tr><td>電源の電気エネルギーを 100%としたとき</td><td>約 10%を光エネルギーに変換</td><td>30~35%を光エネルギーに変換</td></tr><tr><td>電球の寿命 →1 日 10 時間使用したと仮定すると</td><td>1000 ~ 2000 日間 →寿命約 3 ~ 6ヶ月</td><td>40000 ~ 60000 日間 →寿命は約 11 ~ 16 年</td></tr><tr><td>電球 1 個の価格の値段</td><td>100 円 ~ 300 円</td><td>1000 ~ 2000 円</td></tr><tr><td>1 時間あたりの使用料金(電気代) →1 年間あたりの使用料金(電気代)</td><td>約 0.5 円 →約 4380 円</td><td>約 0.1 円 →約 876 円</td></tr></tbody></table> <ul style="list-style-type: none">家庭でのお風呂、リビング、キッチンや、屋外に見られるイルミネーション、信号機、街灯、照明など、具体的な場面に適した電球の使用について、根拠をもとに仲間と交流する。寒い場所では、発熱する電球が役立つという見方を知る。 <p>白熱電球と LED 電球の消費電力の違いや、製品の値段、使用に伴う電気代などを総合的・多角的に考え、適した電球の使い方をすることが大切である。</p> <ul style="list-style-type: none">よりよい電気エネルギーの使い方について、改めて考えたことをまとめる。		白熱電球	LED	電源の電気エネルギーを 100%としたとき	約 10%を光エネルギーに変換	30~35%を光エネルギーに変換	電球の寿命 →1 日 10 時間使用したと仮定すると	1000 ~ 2000 日間 →寿命約 3 ~ 6ヶ月	40000 ~ 60000 日間 →寿命は約 11 ~ 16 年	電球 1 個の価格の値段	100 円 ~ 300 円	1000 ~ 2000 円	1 時間あたりの使用料金(電気代) →1 年間あたりの使用料金(電気代)	約 0.5 円 →約 4380 円	約 0.1 円 →約 876 円	<ul style="list-style-type: none">物事の一面(実験結果)だけではなく、多角的に考えられる情報を提示する。演示用として、白熱電球と LED 電球の両方を黒板に設置し、エコワットなどをつないで点灯させるとよい。  
	白熱電球	LED														
電源の電気エネルギーを 100%としたとき	約 10%を光エネルギーに変換	30~35%を光エネルギーに変換														
電球の寿命 →1 日 10 時間使用したと仮定すると	1000 ~ 2000 日間 →寿命約 3 ~ 6ヶ月	40000 ~ 60000 日間 →寿命は約 11 ~ 16 年														
電球 1 個の価格の値段	100 円 ~ 300 円	1000 ~ 2000 円														
1 時間あたりの使用料金(電気代) →1 年間あたりの使用料金(電気代)	約 0.5 円 →約 4380 円	約 0.1 円 →約 876 円														
	<ul style="list-style-type: none">教師は価値観の押しつけはせず、正確な資料の提示に努め、判断は子どもたちに委ねることが大切である。															

◆授業の評価

白熱電球と LED 電球の時と場所に応じた活用の仕方について、科学的な根拠を基に考え、物事を総合的・多角的に判断して生活に活かそうとしているか、観察評価やワークシートへの記述により評価する。

<参考文献>

Electronics Data(監修)(2007). 電気のことがわかる事典 西東社

芳賀 大二郎・佐藤 深・森山 正樹(2018). 総合的・多角的に物事を判断する資質・能力を育む授業

実践 -中2理科「電流の性質とその利用」における白熱電球と LED 電球を用いた実験を通して-
日本エネルギー環境教育学会 第 13 回全国大会論文集 pp.144-145

中2理科 資料

総合的・多角的に物事を判断する 資質・能力を育む授業実践

～中2理科「電流の性質とその利用」における
白熱電球とLED電球を用いた実験を通して～

1

実践のねらい

☆エネルギー環境教育で育みたい子どもの資質・能力☆

①物事にはリスクとベネフィットが伴うことを
理解すること

②立場や状況で解が変わるが、
その時々の最適解を求めるここと

③様々な根拠をもとに、総合的に判断すること

1つの物事を総合的・多角的に捉え、判断する
力を養うため、中2理科・電流の単元で授業
実践を行なった。

2

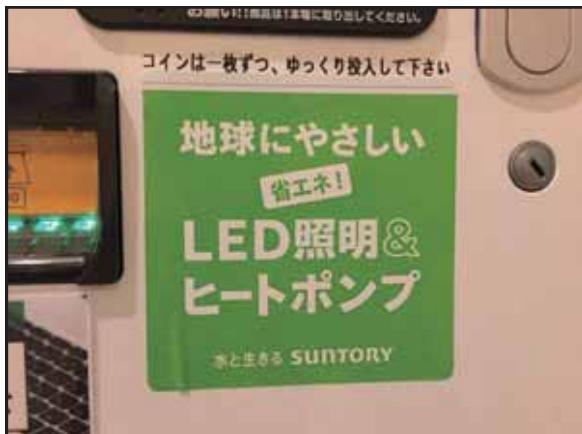
～中2理科「電流の性質とその利用」～ 指導計画(32時間扱い)

- ・1章 電流の性質(15時間)
- ・2章 電流の正体(5時間)
- ・3章 電流と磁界(10時間)
- ・発展 総合的・多角的に考える (2時間)

【課題】

- ①白熱電球とLED電球には
どのような違いがあるのだろうか
- ②白熱電球とLED電球は
どのように使い分ければよいのだろうか

3



4

本時① 実験を通して調べる
LEDは「省エネ」「エコ」だと言われているが、
何が違うのだろう?

課題 【白熱電球とLED電球には
どのような違いがあるのだろうか】

明るさ	電球1個の値段
発熱温度	電気代
消費電力	使用寿命

実験で
検証可能

資料の提示で
確認

5

本時① 実験を通して調べる

実験方法

白熱電球(1.5V - 0.3A)
LED電球(0.7V~5.0V用)

- 電圧と電流を同時に測定できる
よう、右図のように回路をつくる
- 電圧を0.5V, 1.0V, ..., 3.0V
と変化させ、電圧計と電流計の
値を同時に読み取る
- 白熱電球とLED電球を付け
替えて、同様に実験を行う

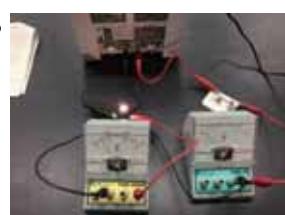
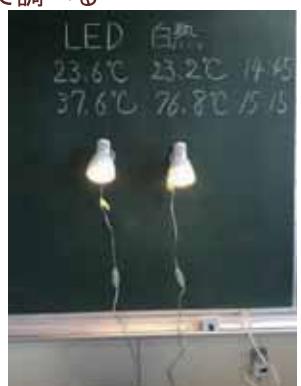


図.授業で用いた実験装置(白熱電球)

6

本時① 実験を通して調べる

発熱温度の違い



7

本時① 実験を通して調べる

明るさの違い

LED電球



白熱電球



8

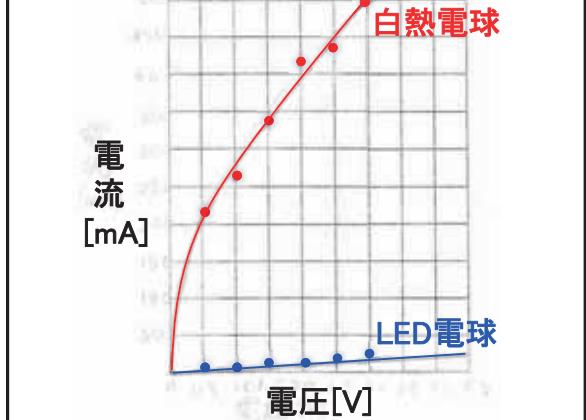
本時① 実験を通して調べる

消費電力の違い

電圧[V]	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
白熱電球	0	220	270	340	420	440	500
LED電球	0	1.0	1.5	9.0	13.0	18.0	25.0

$$\text{消費電力[W]} = \text{電圧[V]} \times \text{電流[A]}$$

9



10

本時① 実験を通して調べる

考察

同じ電圧をかけた時、LEDの方が電流が小さいことから、LEDの方が必要な電力が少ないと見える。また、同じ電圧をかけた時、LEDの方が明るく光ったことから、LEDの方が明るく光ると言える。
また、同じ電圧をかけた時、白熱電球の方が熱くなるので、LEDの方が省エネだと言える。

11

本時② 実験結果+資料から考える

課題 【白熱電球とLED電球はどのように使い分ければよいのだろうか】
提示した資料

	白熱電球	LED電球
電球の寿命 →1日10時間使用したと仮定すると	1000～2000時間 →約3～6ヶ月	40000～60000時間 →約11～16年
電球1個の値段	100～300円	1000～2000円
1時間あたりの電気代 →1年間あたりの電気代	約0.5円 →約4380円	約0.1円 →約876円

12

本時② 実験結果+資料から考える
それぞれの電球が使用されている場所



13

本時② 実験結果+資料から考える
それぞれの電球が使用されている場所



14

本時② 実験結果+資料から考える
それぞれの電球が使用されている場所



15

本時② 実験結果+資料から考える
それぞれの電球が使用されている場所



16

本時② 実験結果+資料から考える
コンビニや街灯など ての証 リビングなど

LEDは、少ない電力で明るく光って長持ちするので、24時間使用するところや明るさが必要なところに使えばいいと思う。
白熱電球は、発熱しやすく単価が安いので、豪雪地帯での街灯や信号機、普段あまり使用しないところに使えばいいと思う。

総合的・多角的

物置やお風呂など

本時② 実験結果+資料から考える
授業の感想・疑問

自宅では多くの場所に白熱電球を使用しているが、LEDに買い換えない理由として、単価が高く、保証のことがあると思う(家の人は話していないが)。電気代が高くなってしまっているが、LEDにしたとしても故障せずに11年使えるか分からないと思う。寿命が短くても、もう少し単価が安いものを販売できればいいのにと思った。

17

18

本時② 実験結果+資料から考える
授業の感想・疑問

イルミネーションにも使われていて、LEDには様々な色があるが、例えば青色のLEDと赤色のLEDでは、電気代が変わるのか知りたいです。

19

本時② 実験結果+資料から考える
授業の感想・疑問

電球を変えるだけで犯罪や地球温暖化などを防ぐことができるのではないかなどと思いました。でも、すべてをLEDにするとデメリットもでてきてしまうので、よく考えた上でLEDを使うか白熱電球を使うかを見極めたいなと思いました。

20

本実践の成果

- 「持続可能な社会の構築」に向けて、身近に存在する電球の違いに着目し、自分事としてとらえ、総合的・多角的な視点で物事を考える態度を育成することができた。
- 実験結果や資料、仲間の意見など、たくさんの情報の中から必要な情報(根拠)を選択し、自分の考えを表現することができた。

21

本実践の課題

- △LED電球は、種類によって特性が異なるため、教師がしっかりと予備実験を行う必要がある。
- △技術・家庭科や数学科等でもLEDに関わる内容を学習している場合があり、他教科との連携を意識したカリキュラムを構築する必要がある。

22

最後に

子どもの身近にあるもの(生活に根ざしたもの)を教材化することで、実生活と目の前の問題を結びつけ、自分事としてとらえることができる。

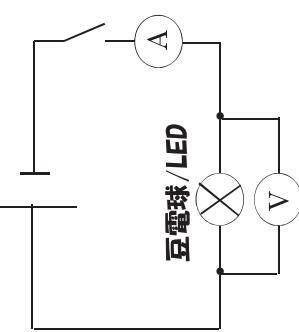
持続可能な社会を構築するために必要な資質・能力は様々だが、本実践では一つの物事を総合的・多角的に考える学びの場を提供することができた。

23

<課題>

<予想・仮説>

<実験方法>



- 1 豆電球とLEDを用いて、左図のような電圧と電流を同時に測定できる回路をつくる。
- 2 電源装置で電球に加える電圧(電圧計の値)を0.5V、1.0V、…、3.0Vと変化させ、そのときの電流の値を電流計から読み取る。
- 3 一度電圧を0Vにもどす。
- 4 豆電球とLEDを交換して、同様に調べる。

<実験結果>

電圧[V]	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
電流 [mA]	豆電球						
	LED						

<気づいたこと・メモ>

<課題に対する結論>

<考察>

<感想・疑問・これから学びたいこと>

<前回の学習で分かったこと>

<白熱電球と LED の参考資料>

	白熱電球	LED
電源の電気エネルギーを 100%としたとき 電球の寿命 →1 日 10 時間使用したと仮定すると	約 10%を光エネルギーに変換 1000～2000 時間 →寿命は約 3 か月～6 か月	30～35%を光エネルギーに変換 40000～60000 時間 →寿命は約 11 年～16 年
電球 1 個のあよその値段 1 時間あたりの使用料金(電気代) →1 年間あたりの使用料金(電気代)	100～300 円 約 0.5 円 →約 4380 円	1000～2000 円 約 0.1 円 →約 876 円

<課題>

<前回の学習で分かったこと>

<課題に対する自分の考え方>

<感想・疑問・これから学びたいこと>

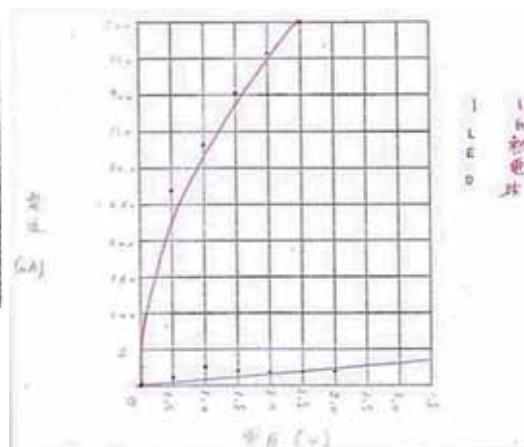
中学校第2学年 『白熱電球とLED電球は、どのように使い分ければよいのだろうか』 授業実践記録

1時間目 「白熱電球とLED電球には、どのような違いがあるのだろうか」

白熱電球とLED電球にはどのような違いがあるのか、他教科の学びや生活体験を生かして、仮説を考えた。その仮説をもとに、実験で検証可能なものは実験で確かめ、実験ですぐに検証不可能なものは、教師からの資料を参考にして、違いについて考えることにした。

<実験結果>							
発熱温度 白熱 > LED							
電圧[V]	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0
電流 [mA] 豆電球	0	270	335	400	452	500	550
LED	0	12	22	29	30	30	30

明るさ 白熱 < LED 電力 白熱 > LED



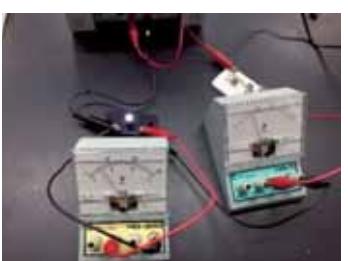
<考察>

LEDの方が豆電球と同じ電圧をかけたときに電流が小さいから、LEDの方が消費電力が少ないと考える。また、LEDの方が同じ電圧をかけたときに明るく光ったことから、LEDの方が明るくなるといえる。豆電球の方が同じ電圧をかけたときに光くなつたので、LEDの方が少ない電力を明るく光り、多くの電力が発生しないといえる。



<考察>

白熱電球よりもLEDのほうが流れた電流が少なかったから、電力はLEDのほうが多いと考えられる。
また、同じ時間、電流を流した場合、LEDのほうが電力が少ないことから、発熱量もLEDのほうが少ないと考えられる。



<感想・疑問・これから学びたいこと>

④今と昔、どの使用した電力を比較していいし、どちらの方が安いのか、今と昔、電気料金がどうかと思うから。



<感想・疑問・これから学びたいこと>

LEDには3色、色があるので、色によって電力や、明るさや発熱温度が変わるのが調べてみたいと思いました。でも、同じLEDなので、変わらないかなとも思いました。

2時間目 「白熱電球とLED電球は、どのように使い分ければよいのだろうか」

前時の実験結果（消費電力、明るさ、発熱温度など）と教師からの資料（使用寿命、電球の値段、

電気代など)をもとに、白熱電球とLED電球の違いを踏まえた上で、実生活ではどのように使い分けていくべきかを考えていった。身近な電球に着目することで問題を自分事としてとらえ、実験結果や資料、仲間の意見などたくさんの情報を参考にして総合的・多角的に考えることができた。

例えば、LED電球は白熱電球に比べると、同じ電圧をかけたときに少ない電流で明るく発光する。しかもあまり発熱せず、消費電力が少ない。発光の際に無駄な熱エネルギーを出さないLEDの方が、エネルギー変換効率は良いということになる。しかし、札幌のような豪雪地帯では、信号機や車のヘッドライトにLED電球を用いると、熱が発生しないために表面についた雪が溶けないという問題が起きることがある。そう考えると、発光に伴って熱を発生させてしまう(変換効率が悪い)という白熱電球のデメリットが、雪を溶かしてくれるというメリットに変わるという気づきも生まれた。

<白熱電球とLEDの参考資料>		
	白熱電球	LED
電源の電気エネルギーを100%としたとき	約10%を光エネルギーに変換	30~35%を光エネルギーに変換
電球の寿命 →1日10時間使用したと仮定すると	1000~2000時間 →寿命約3~6ヶ月	4000~6000時間 →寿命約11~16年
電球1個のあたりの値段	100円~300円	100~200円
1時間あたりの使用料金(電気代) →1年間あたりの使用料金(電気代)	約0.5円 →約4380円	約0.1円 →約876円

LED **白熱電球**

<課題に対する自分の考え方>

- LEDの良いところは、電球の寿命が長く、1時間あたりの使用料金が安いので、長く電気を使う場所に使えば良いと思います。
例) はし機・外灯、お店・宅急
- 白熱電球の良いところは、電球1個の値段が安く、温かみのある色なので、たくさん電球を使いたいときは良いと思います。
例) テル・ネーション家
- LEDと白熱電球の良いところを併せあれば良さだと思います。

<感想・疑問・これから学びたいこと>

白熱電球なんかわからませんでした。(何という言ふ電球は、どれくらいの寿命があるのか?)また、使用料金はどれくらいかかる?どんな色をしているのか、タリタリたいと思いました。LEDにはいろいろな色がありましたが、例えは、青色のLEDを探してみると、赤色のLEDです。使用料金は変わません。ヨリたいてです。

<課題に対する自分の考え方>

LEDは、長持ちし少ない電力を明るく光るので、24時間使用するもOK。
明るさが必要なところだけに使えばいいと思う。

白熱電球は、LEDには適さない。パリアトリ施設(日々障害をすりには LED けっこうかかる)などや、豪雪地帯での街灯(雪をみて程度とかすこがでたらから)等、ほとんど使用しないもの(LEDより身体がいいから)に使おうと思う。

<感想・疑問・これから学びたいこと>

家庭では白熱電球を使用しているけれど、LEDに買い換える理由として、電気代が高いこと、保険の火災が原因ではないかと思われる。電気代が高いために、LEDにしても故障すれば1年で使える分がないので、寿命は短くなる。
もう少し実体験をもつて販売すればよかと思った。