

1 単元のねらい

エネルギーについての理解を深め、エネルギー資源を有効に利用することが重要であることを認識させるとともに、科学技術の発展の過程や科学技術が人間生活に貢献してきたことについての認識を深め、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について多面的、総合的に捉え、科学的に考察し、適切に判断する態度を養う。

2 単元の内容

エネルギー資源の利用や科学技術の発展と人間生活との関わりについて認識を深め、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について科学的に考察し判断する態度を養う。

- ア エネルギー (ア) 様々なエネルギーとその変換 (イ) エネルギー資源
 イ 科学技術の発展 (ア) 科学技術の発展
 ウ 自然環境の保全と科学技術の利用 (ア) 自然環境の保全と科学技術の利用

この単元では、中学校第3学年「(5) 運動とエネルギー」で学習したエネルギーについての理解を更に深め、身の回りでは電気エネルギーを中心として様々なエネルギーを互いに変換しながら利用していることを理解するとともに、エネルギー資源を有効に利用することの重要性を認識することが大切である。また、エネルギーに関わるだけでなく、身近な様々な分野で科学技術が人間生活に大きく貢献していること、そしてその科学技術の発展は先人達の努力と研究の成果であることを認識し、これからの科学技術はどのように発展していくべきなのかを考えられるようにしたい。その際、科学技術の発展だけに目を向けるのではなく、「(7) 自然と人間」と関連付けながら自然環境の保全の視点なども含めて多面的、総合的に捉え、科学的に考えることが重要である。

また、中学校3年間の総括的な単元であり、これまでの既習事項を活用するとともに、札幌市の教育が目指す人間像「自立した札幌人」として「未来に向かって、創造的に考え、主体的に行動できる」ようにしたい。札幌は、年間降雪量が6mを超える雪国でありながら、人口およそ200万人の大都市である。このような札幌の発展を可能にしたのも様々な科学技術であり、生活熱を利用した融雪施設や雪氷熱の利用、札幌駅や札幌ドームで活用されているコージェネレーションシステムなど私たちの生活を支えている科学技術を身近に見ることができる。このような札幌の施設や取り組みを知り、持続可能な社会を創っていくことの重要性を認識し、科学的に考え行動できる力を養うことが大切である。

3 評価規準の設定例

自然事象への 関心・意欲・態度	科学的な思考・表現	観察・実験の技能	自然事象についての 知識・理解
様々なエネルギーとその変換、エネルギー資源に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	様々なエネルギーとその変換、エネルギー資源に関する事物・現象の中に問題を見出し、目的意識をもって観察、実験などを行い、エネルギー資源の安定な確保と有効利用が大切であることなどについて自らの考えを導いたりまとめたりして、表現している。	様々なエネルギーとその変換、エネルギー資源に関する観察、実験の計画的な実施、結果の記録や整理などの仕方を身に付けている。	様々な形態のエネルギーが相互に変化されることを理解し、エネルギー資源の有効な利用が大切であることを認識している。
科学技術の発展に関する具体的な事例に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、事象を日常生活との関わりでみようとする。	科学技術の発展に関する具体的な事例の調査などを行い、科学技術が人間の生活を豊かに便利にしてきたことについて自らの考えをまとめ、表現している。	科学技術の発展に関する具体的な事例の調査などを行い、結果の記録や整理、資料の活用の仕方などを身に付けている。	科学技術の発展の過程を理解し、科学技術の発展や科学技術が人間生活を豊かに便利にしてきたことについて認識している。
自然環境の保全と科学技術の利用に関する事物・現象に進んで関わり、それらを科学的に探究しようとするとともに、科学的な根拠に基づいて意思決定しようとする。	自然環境の保全と科学技術の利用に関する事物・現象の中に問題を見だし、テーマを設定して調査を行い、自然環境の保全と科学技術の利用の在り方について、科学的な根拠に基づいて考えを導いたり判断したりして、表現している。	自然環境の保全と科学技術の利用に関する事物・現象について調査を行い、結果の記録や整理、資料の活用の仕方などを身に付けている。	自然環境の保全と科学技術の利用について理解し、持続可能な社会をつくることの重要性を認識している。

4 単元における観察、実験の位置付け

学 習 活 動	備 考
<p>エネルギーの種類についての学習</p> <p>【課題】電気エネルギーはどのようなものに変換することができるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験①】電気エネルギーの変換について調べる実験</p> <p>↓</p> <p>電気エネルギーは、運動、光、化学、熱エネルギーなどへ相互に変換できることを見いだしている。</p>	<p>身の回りでは、電気エネルギーを様々なエネルギーに変化して利用していることを確認しておく。</p>
<p>【課題】同じ明るさなのにどうして白熱電球よりLED電球の方が消費電力は少ないのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験②】白熱電球とLED電球の消費電力や発熱量を比較する実験</p> <p>↓</p> <p>LED電球は、白熱電球よりも熱として逃げるエネルギーの量が少ないため、同じ明るさでも、消費電力は少なくなることを見いだしている。</p>	<p>消費電力計があると便利であるが、交流用電圧計と電流計を使用して、消費電力を計算によって求めることもできる。</p>
<p>熱の伝わり方についての学習</p>	
<p>エネルギー資源や化石燃料についての学習</p>	
<p>様々な発電方法の短所と長所についての学習</p>	
<p>【課題】放射線にはどのような性質があるのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験③】放射線の性質を調べる実験</p> <p>↓</p> <p>放射線には透過力があるがどんなものでも通り抜けられるわけではないこと、また放射線の線量は線源（放射性物質）から離れるほど小さくなることを見いだしている。</p>	<p>札幌市青少年科学館、貸し出し教材の活用 札幌市「エネルギー・環境に関する指導資料」の活用 (http://www.city.sapporo.jp/) 文部科学省「放射線等に関する副読本」の活用 (http://www.mext.go.jp/)</p>
<p>コージェネレーションシステムやベストミックスについての学習</p>	<p>札幌市パンフレット「手に入れよう！無限の力を！～再生可能エネルギーの活用～」(札幌市環境局)の活用 (http://www.city.sapporo.jp/)</p>
<p>科学技術の発展に関する学習</p>	
<p>【課題】プラスチック製品のゴミを減らすにはどうしたらよいのだろうか。</p> <p>↓</p> <p>【実験④】発泡スチロールの油化実験 【実験⑤】ペットボトルの繊維化実験</p> <p>↓</p> <p>プラスチック製品を適切にリサイクルすることで、ゴミの量を減らすことができるとともに、不要となったプラスチック製品を新たな資源として活用できることを見いだしている。</p>	<p>札幌市青少年科学館、貸し出し教材の活用 札幌市環境教育プログラムの活用 (http://www.city.sapporo.jp/)</p>

5 本單元における観察、実験例

【課題】電気エネルギーはどのようなものに変換することができるのだろうか。

【実験①】電気エネルギーの変換について調べる実験

(1) 実験前の指導の手だて

身の回りには様々なエネルギーの姿があり、それらのエネルギーを互いに変換しながら利用していることを理解することが大切である。例えば、朝起きてから登校してくるまでの間にどのようなエネルギーを利用したかを考えてみるとよい。アナログ式または機械式の時計は、電気エネルギーを運動エネルギーに変換して時計を動かしていたり、デジタル式の時計は電気エネルギーを光エネルギーに変換して液晶の数字を光らせていたりしている。また、温かい物を飲んだり食べたりするためには、ガスコンロは化学エネルギーを熱エネルギーに変換しており、電気ポットは電気エネルギーを熱エネルギーに変換していたりしている。これらのことに理解するとともに、現代の生活においては電気エネルギーを様々なエネルギーに変換して利用していることに気付くことが大切である。本時は電気エネルギーとその他のエネルギーが相互に変換できることを実験によって確かめるようにする。

(2) 実験について

【主な準備物】手回し発電機、発光ダイオード(LED)を並列に接続したもの、電子オルゴール、電気分解装置、うすい水酸化ナトリウム水溶液(約2.5%)、ペルティエ素子、導線、ライト、保冷材、保護眼鏡

【実験の手順】

手回し発電機の仕組みの確認【運動→電気→運動】

- ① 2台の手回し発電機を接続し、一方の発電機のハンドルを回すともう一方の発電機のハンドルも回ることを確認する。
- ② ①のまま、一方の発電機のハンドルを回しながら、2つの発電機を接続している導線を外すとハンドルを回す手応えが軽くなることを確認する。

発光ダイオード【運動→電気→光、光→電気→音】

- ③ 手回し発電機と発光ダイオードを接続し、ハンドルを回して発電する。
- ④ 手回し発電機を外して電子オルゴールを接続し、発光ダイオードに光を当てる。

電気分解装置【運動→電気→化学、化学→電気→音】

- ⑤ 手回し発電機をうすい水酸化ナトリウム水溶液の入った電気分解装置に接続し、ハンドルを回して発電する。
- ⑥ ⑤で、電極に気体が溜まったら、手回し発電機を外し、電極に電子オルゴールを接続する。

ペルティエ素子【運動→電気→熱、熱→電気→音】

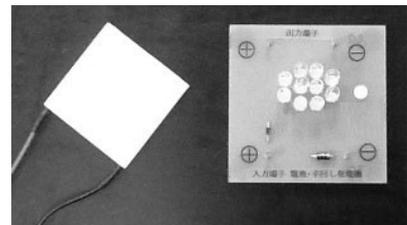
- ⑦ 手回し発電機とペルティエ素子を接続し、ハンドルを回して発電する。その後、ペルティエ素子の上部を触る。
- ⑧ 手回し発電機を外して電子オルゴールを接続し、ペルティエ素子の下に保冷材を置き、上部を手で触る。

【実験の結果】

- ・手回し発電機を接続してハンドルを回すと、発光ダイオードは点灯し、電気分解装置は両方の電極に気泡が付着し、ペルティエ素子は一方の金属板が熱くなり反対側が冷たくなる。
- ・手回し発電機のハンドルを回す手応えは、それぞれの器具に接続した時に重くなる。また、ハンドルを回す速さを速くすると、それぞれの器具の変化は大きくなる。
- ・それぞれの器具に電子オルゴールを接続すると電子オルゴールから音が出る。

【安全上の注意】

- ・電気分解装置に入れるうすい水酸化ナトリウム水溶液が皮膚に付かないように注意し、目に入らないように保護眼鏡を着用する。
- ・電気分解装置から水素が発生するので、必要以上に気体を発生させないように注意する。また、途中でハンドルを反対向きに回すと水素と酸素の混合気体が集まる可能性があるため、手回し発電機は常に同じ向きに回すように指導する。
- ・発光ダイオードにライトで光を当てる場合、ライトが高温になることがあるので火傷などに注意する。



左：ペルティエ素子
右：並列に接続した発光ダイオード

[指導のポイント]

- ・手回し発電機やその他の器具を壊さないように、ハンドルは勢い良く回すのではなく、始めはゆっくりと回し徐々に回す速さを上げるようにする。
- ・発光ダイオード、電子オルゴール、電気分解装置、ペルティエ素子にはそれぞれ極性があるので、接続を間違えないように注意する。また、手回し発電機にも極性があり、ハンドルの回す向きによって極性も変化するるので、注意が必要である。

(3) 実験後の指導の手だて

器具を接続して手回し発電機のハンドルを回すと、手応えが重くなることから、手がハンドルを回すという仕事によって電気エネルギーが作り出され、さらにそれが各器具によって光や熱、化学エネルギーに変換されているところを見いだすことができるようにする。また、各器具はそれぞれのエネルギーを電気エネルギーに変換する逆の反応も起こすことができることに気付くようにする。

【課題解決の姿】電気エネルギーは、運動、光、化学、熱エネルギーなどへ相互に変換できることを見いだしている。

【課題】同じ明るさなのにどうして白熱電球よりLED電球の方が消費電力は少ないのだろうか。

【実験②】白熱電球とLED電球の消費電力や発熱量を比較する実験

(1) 実験前の指導の手だて

白熱電球がLED電球よりも消費電力が少ないことは多くの人が理解していることである。ここでは、どうして白熱電球よりもLED電球の方が消費電力は少ないのかを、エネルギーの移り変わりの視点から考えられるようにする。

(2) 実験について

[主な準備物] 同じ明るさの白熱電球 (40 W) とLED電球 (40 W相当)、消費電力計、赤外線温度計

[実験の手順]

- ① 白熱電球を消費電力計につなぎ、消費電力を測定する。
- ② 白熱電球を点灯して1分後の電球表面の温度を赤外線温度計で測定する。
- ③ 白熱電球をLED電球に換えて、①②と同様に消費電力と表面温度を測定する。



消費電力を測定する様子

[実験の結果]

- ・消費電力は白熱電球よりもLED電球の方が少ない。
- ・電球表面の温度は白熱電球よりもLED電球の方が低い。

[安全上の注意]

- ・白熱電球は非常に高温になることがあるので火傷に注意する。また、電球を直接手で触らないように指導する。

[指導のポイント]

- ・第2学年の「電流とその利用」において、電力量(消費電力)については学習している。また、白熱電球よりもLED電球の方が消費電力が少ないことも一般的に知られている事柄である。ここでは、LED電球が白熱電球よりも消費電力が少ない理由についてエネルギーの変換効率の観点から考えるようにする。

(3) 実験後の指導の手だて

この実験を通して、エネルギーの有効利用について考えることが大切である。白熱電球の場合は、光の他に熱が発生するため、光への変換効率は低くなる。しかし、白熱電球から出る熱を利用して、鏡の曇りを防止する仕組みが備わっている洗面台照明などもあることを知っておきたい。また、火力発電などに伴う熱を給湯などの熱源として利用するコージェネレーションシステムなどもエネルギー変換の際に発生する熱エネルギーを有効利用するためのものであり、JR札幌駅周辺には天然ガスを使ったコージェネレーションシステムが導入されていることを知り、身の回りと関連付ける。

【課題解決の姿】LED電球は、白熱電球よりも熱として逃げるエネルギーの量が少ないため、同じ明るさでも、消費電力は少なくなることを見いだしている。

【課題】放射線にはどのような性質があるのだろうか。

【実験③】放射線の性質を調べる実験

(1) 実験前の指導の手だて

東日本大震災に伴う福島第一原子力発電所の事故などもあり、放射線や放射性物質は危険だというイメージしかもっていない人が多い。ここでは放射線や放射性物質について正しい知識をしっかりと身に付けることが大切である。そのために、放射線は原子力発電に使われるような核燃料だけでなく、身の回りにある食物や岩石などからも出ていることや宇宙からも常に放射線が降り注いでいることを知っておくこともとても重要である。

(2) 実験について

【主な準備物】放射線検知器、アクリルや鉄などの遮蔽物、モノザイト（放射線源）、霧箱、ドライアイス、エタノール（札幌市青少年科学館の放射線実験セットを借用するとよい）

【実験の手順】

放射線（の軌跡）を観察する

- ① 霧箱を使って自然放射線を観察する。
- ② 霧箱を使って、モノザイトなどの放射線源から出る放射線を観察する。

放射線の遮蔽性や線源からの距離と線量の関係について調べる

- ③ 放射線検知器を使って自然放射線の線量を測定する。
- ④ 線源を置き、放射線検知器の位置を変えながら線量を測定する。
- ⑤ 線源と放射線検知器の距離を一定にして、遮蔽物がある時とない時の線量の違いや遮蔽物の種類による線量の違いを調べる。



札幌市青少年科学館「放射線実験セット」
右：霧箱 左：遮蔽実験装置

【実験の結果】

- ・霧箱では、線源となるものを入れなくても、放射線を観測することができる。霧箱の中に線源となるものを入れると、はっきりと放射線が通過した軌跡を観察することができる。
- ・身近に放射線源となる物質がなくても、放射線を検知することができる（自然放射線）。
- ・線源から離れるほど、放射線量は小さくなる。
- ・線源と放射線検知器の間に遮蔽物を置くと、検知器に届く線量は小さくなる。

【安全上の注意】

- ・身の回りで容易に手に入れることができる物質から出る放射線の量は比較的微量であるが、それらの物質が体内に入ることは避けた方がよいため、直接手で触らないなどの扱い方についての指導を行う。

【指導のポイント】

- ・日常的に自然放射線を浴びていることを見いだせるようにする。
- ・霧箱は、放射線そのものを見るのではなく、飛行機雲のように放射線が通過した軌跡を見るものであることを確認しておく。
- ・医療現場では、放射線を治療に役立てていることなどにも触れ、放射線や放射能、放射性物質について正しい知識を持つことが重要であることに気付けるようにする。
- ・放射線量の単位には、吸収線量を示すグレイ（Gy）や生物学的影響（線量当量）を示すシーベルト（Sv）、被曝の強さを表す毎時シーベルト（Sv/h）などがあり、それぞれの単位が示す意味などを理解しておく必要がある。

(3) 実験後の指導の手だて

本実験では、身の回りにも自然放射線が飛んでおり、自然放射線のような微量な放射線は人体に直ちに影響を及ぼすようなものではないことを理解できるようにする。また、放射線には様々な性質があり、ある程度管理することは可能であるが、直接目で見ることができないものではなく、安易に扱えるものではないことも理解することが非常に重要である。

【課題解決の姿】放射線には透過力があるがどんなものでも通り抜けられるわけではないこと、また放射線の線量は線源（放射性物質）から離れるほど小さくなることを見いだしている。

【課題】プラスチック製品のゴミを減らすにはどうしたらよいのだろうか。

【実験④】発泡スチロールの油化実験

【実験⑤】ペットボトルの繊維化実験

(1) 実験前の指導の手だて

現代社会の生活において、プラスチック製品は欠かせないものである一方、プラスチックの製造には材料として石油が必要であることや、自然界では容易には分解されず焼却する際にも有害な物質が出るものがあるなど廃棄する際にも複数の課題があることを確認し、持続可能な社会の構築のためにプラスチック製品とどのように関わっていけばよいのかを考えられるようにする。

(2) 実験について

【主な準備物】ガスバーナー、丸底フラスコ、集気瓶、ガラス管付きゴム栓、シリコン管、発泡スチロール球、ペットボトル繊維製造機（札幌市青少年科学館のリサイクル学習キットを借用するとよい）

【実験の手順】

発泡スチロールの油化実験

- ① 図のように丸底フラスコに発泡スチロール球を入れ、加熱し蒸留する。
- ② フラスコに残ったものや集気瓶に集められたものの臭いを確認したり、火を付けて燃え方を確認したりする。

ペットボトルの繊維化実験

- ③ ペットボトルをきれいに洗った後、しっかりと乾かしてから細かく裁断し、フレーク状にする。
- ④ ③のPETフレークを繊維製造機の中に入れ、加熱しながら、繊維製造部を高速で回転させ、綿飴を作るのと同じ要領で、PETフレークを繊維状に加工する。

【実験の結果】

- ・発泡スチロールを加熱し蒸留することにより、気体成分、液体成分（ナフサ相当）、粘性の高い液体成分（重油相当）に分離することができる。
- ・ペットボトルを繊維状に加工することができる。

【安全上の注意】

- ・発泡スチロール球を加熱する際や、ペットボトルを繊維状に加工する際は、非常に高温になるため、火傷に十分注意する。
- ・発泡スチロール球を蒸留した際に出てくる気体成分は、ドラフト内へ送るなど室内に留まらないようにする。また、色の付いた発泡スチロールを使用すると有害な気体が発生することもあるので、発泡スチロールは白いものを使用した方がよい。
- ・集めた液体に火を近づけて燃え方を調べる際、液体を少量別の容器に移し、燃やす量が必要最小限となるようにする。

【指導のポイント】

- ・本実験の油化実験も繊維化実験も実際に大型の装置を使い工場などで行われているものであり、それらを理科室内で再現したものであることを確認する。
- ・実験④と実験⑤をグループ毎に選択して実験した後、全体で結果や様子を交流してもよい。

(3) 実験後の指導の手だて

ペットボトルリサイクルによる製品を提示するなどし、実際にペットボトルやその他のプラスチックがリサイクルされていることを理解できるようにする。また、自然に分解されるプラスチックが開発されたり、原料として石油を使わないプラスチックなどが開発されたりしていることを伝え、持続可能な社会の実現に向けて自分たちに何ができるか考えることができるようにすることが重要である。

【課題解決の姿】プラスチック製品を適切にリサイクルすることで、ゴミの量を減らすことができるとともに、不要となったプラスチック製品を新たな資源として活用できることを見いだしている。

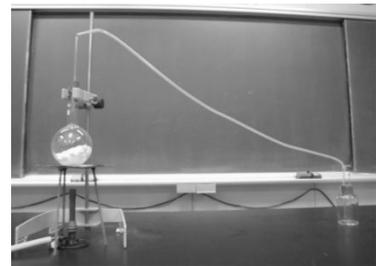


図1：発泡スチロールを油化する蒸留装置の様子

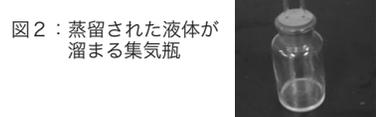


図2：蒸留された液体が溜まる集気瓶



図3：ペットボトルから作った繊維