

B

中学校エネルギー環境 教育実践指導プラン



パーク＆ライド

I 実践指導プランの特長と使い方

1. 実践指導プランの特長

エネルギー環境教育に関係する学習内容は全ての教科・領域にあると言ってもよいが、現在の学習指導要領や教科書にある内容だけではおよそ十分とは言えない。本書の実践指導プランは、小学校や中学校からエネルギー環境教育を教科の中に位置付けることによって、発達段階に応じて系統的・発展的に学習してほしいという願いのもとに作成している。

実践指導プランは、小学校は低学年用、中学年用、高学年用の三つから、中学校は社会科地理的分野、歴史的分野、公民的分野、理科第一分野、第二分野、技術・家庭科技術分野、家庭分野の七つからなっている。そして、それぞれのプランにおいて「児童・生徒用読本」「指導の手引き」「ワークシート」が用意してある。これらを利用すれば、すぐにでもエネルギー環境教育の実践ができるようになっているのである。

本実践指導プランの中に用意された教材は、先に掲げたエネルギー環境教育の授業づくり等の視点を踏まえるとともに、次のような点を重視して作成してある。

①エネルギー環境教育を系統的・発展的に積み重ねられるようにすること

本実践指導プランの教材は、小学校から高等学校までの12年間を見通したカリキュラムに基づき、エネルギー環境教育を発達段階に応じて系統的・発展的に展開できるように配慮してある。小学校低学年では体験を通してエネルギーを感じることから出発し、中学年では身近な生活の中のエネルギー問題に関心をもち、高学年では国土や産業との関連からエネルギー問題を考えるようになっている。また、中学校では、エネルギー問題を歴史的視野、世界的視野からとらえられるようにしている。

②「認識形成」「学び方形成」「人間形成」を統合的に図るようにすること

環境教育における三つの視点である「環境について学ぶ」「環境から学ぶ」「環境のために学ぶ」は、環境問題を解決していくための確かな認識を形成する「認識形成」、自ら学ぶ力を形成する「学び方形成」、さらに、豊かな人間性やより良い環境を創造していくための能力や資質を形成する「人間形成」に置き換えることができる。本実践指導プランでは、これらの統合的育成を図るべく、ねらいを「認識形成」「学び方形成」「人間形成」のそれぞれに対応させて設定してある。

③発達段階に応じた「学び方」の工夫をすること

学習においては、問題をつかむ、予想する、調べる、話し合う、表現する、発展させるといった一連の探求型学習を重視し、その中で児童・生徒が自ら「学び方」を獲得していくことが求められる。特に「調べる」活動では、体験、観察、測定、調査、実験等の具体的活動が重視されなければならない。本実践指導プランの教材は、こうした探求型学習を基本としつつも、子どもの発達段階に応じて、体験型学習、参加型学習、問題解決型学習等を組み込んで構成してある。

④子ども自らが価値判断していくための「認識形成」を図ること

確かな「認識形成」を図るためには、環境をしっかりとらえる視点が必要である。本実践指導プランの教材では、先に述べたように環境をとらえる視点として「存在」「有用」「有限」「有害」「保全」の五つを設定し、これらの視点からエネルギーを総合的かつ適切に認識できるように配慮してある。こうした認識に基づき、「循環」「抑制」「共生」といった

価値観の合意・共有を図りたいと考えるものである。

2. 重点単元とエネルギーパーツ

エネルギー環境教育に特に関連が深い教科は、生活科、社会科（地理歴史科、公民科）、理科、家庭科（技術・家庭科）の四つである。そして、その四つの教科の中でもエネルギー環境教育によりかかわりが深い単元をピックアップし、「重点単元」と位置付けた。また、その単元中に挿入するエネルギー環境教育に関する内容を「エネルギーパーツ」と名付け、小学校から中学校までの各発達段階において、各教科間の連携をとりながら、「重点単元」と「エネルギーパーツ」を設定することとした。

エネルギーパーツを設定するに当たっては、時間数的には1～4時間程度の内容とし、重点単元の内容を標準の時数で学習する中に無理のない範囲で挿入できるように考えた。また、現在すでに単元中にあるエネルギー環境教育に関連のある内容とも絡めるなど、負担があまりかかることなく実践できるようなスタイルにした。なお、エネルギーパーツは順番にしたがって学習を進めていくようになっているが、順番を入れ替えたり、一部を省略したり、部分的に取り出したりして、柔軟に学習を展開することも可能である。

3. 実践指導プランの使い方

本書後半では、中学校の各教科におけるエネルギー環境教育の「学習用教材」として、社会科、理科及び技術・家庭科の各実践指導プランで構成している。それぞれの実践指導プランでは、まずその発達段階や教科の特性とねらい及び重点単元とエネルギーパーツを示し、その扱いについても詳しく解説している。そして、実際の学習で用いることができる「生徒用読本」「指導の手引き」「ワークシート」がそれぞれ用意され、すぐにでもエネルギー環境教育に関する学習に取り組めるように配慮してある。

なお、学習基本表に示した学校段階ごとの認識形成を確かなものとするには、いずれかの教科において、教科間の学びを統合する学習を設定するのが望ましい。本書では、社会科をこのための統合教科に当て、小学校6年生及び中学校3年生の社会科最終エネルギーパーツを、それまでの学習を統合する内容として構成している。

●生徒用読本

コピー印刷して生徒に配布し、テキストとして利用できるようになっている。学習テーマごとにその都度配布したり、まとめて印刷してとじてから配布したり、利用形態はいろいろ工夫できる。また、拡大コピー機や投影機を利用して、提示用としても活用できる。

●指導の手引き

学習テーマごとに指導の手引きが用意してある。学習のねらいや展開の仕方、指導上の留意点などが示してある。さらに、補充資料や参考文献なども紹介してある。

●ワークシート

学習テーマごとに生徒用ワークシートが用意してある。生徒用読本と対応させてあるので、生徒が自ら学習を進めていくこともできる。そのままコピー印刷しても使用できるが、場合によってはA4版に拡大して使用するのもよい。また、必要な形に作成し直しても構わない。ワークシートの利用は、生徒の変容の分析や学習の評価に関して有効である。

（石原 淳）

エネルギーパーツ一覧表

中学校社会科

分野	学年	重点単元	エネルギーパーツ
地理的分野	1 年	① 中東の自然と人々の暮らし	中東の石油生産と輸出
	2 年	② 日本の資源・エネルギーと産業	日本のエネルギー問題
	2 年	③ 地域の開発と環境保全	地域の開発とエネルギー利用
歴史的 分野	2 年	① 欧米諸国の近代化とアジア進出	産業革命と近代工業の発展
	2 年	② 日本の産業・文化の近代化	日本の産業革命
	3 年	③ 日本の発展と国際社会	日本経済の高度成長
公民的 分野	3 年	① 国民の生活と政府の役割	公害の防止と環境保全
	3 年	② 世界平和と人類の福祉	エネルギー資源をめぐる国際競争 地球環境問題に対処する国際社会 資源・エネルギーに関する将来ビジョン

中学校理科

分野	学年	重点単元	エネルギーパーツ
第一 分野	1 年	① 物質の姿と状態変化	熱の利用と状態変化
	2 年	② 電気とそのエネルギー	L E D の利用
	3 年	③ 化学変化と電池	燃料電池
	3 年	④ エネルギー資源の利用	放射線の性質とその利用
第二 分野	1 年	① 地層の重なりと過去の様子	化石にもいろいろある
	2 年	② 前線と天気の変化	気候変動
	3 年	③ 自然界のつり合い	地球を循環する再生可能な資源って？

中学校技術・家庭科

教科	学年	重点単元	エネルギーパーツ
技術 分野	1 年	① ものづくりの技術を生活に生かそう	動力を効率よく伝える仕組み
	2 年	② エネルギーを変換して利用しよう	これからの技術とエネルギー利用
家庭 分野	1 年	① 日常食の献立と食品の選び方	食品選びで省エネルギーをしよう
	1 年	② 衣服の選択と手入れ	衣生活とエネルギーのかかわりを探ろう
	2 年	③ 住居の機能と住まい方	冷暖房・照明機器から考える省エネルギー
	3 年	④ 消費生活と環境	エネルギーを意識してライフスタイルを見直そう

(注) 学年は目安であり、必ずしもこの通り実施する必要はない。

Ⅱ 中学校社会科実践指導プラン

1. 中学校社会科の特性とエネルギー環境教育

中学校社会科は、地理的分野・歴史的分野・公民的分野の3分野に分かれ、1、2学年で並行して学習する地理・歴史の知識や見方・考え方を基礎に、3学年の公民的学習において社会科としての成果をまとめるという形をとっている。しかし、現実には、各分野の独立性が強く、分野相互の関連的な把握、認識は希薄になりがちである。

資源、エネルギー、環境の問題は、主に地理及び公民両分野で取り上げることになっているが、歴史的分野においても、例えば、産業革命などエネルギー利用の進展に伴って生活や産業、社会の仕組みなどに大きな変化をもたらした歴史的事実をとらえさせる必要がある。総じて、社会科としては、エネルギー環境に関する内容を取り上げ、それらが人々の生活や政治・経済・社会の変化とどうにかかわっているのかをつかませるとともに、そこに生ずる様々な問題に対し解決しようとする能力や態度を身に付けさせることを目指している。

したがって、学習に際しては、3分野の関連を進め、総合的に把握できるよう全体の指導計画を整備することで、まとまりのある概念形成を図ることが大切である。また、小学校における学習の積み上げを取り込むことも忘れてはならない。

2. 社会科地理的分野におけるエネルギー環境教育

(1) 地理的分野の特性

社会科における地理的内容を系統立てて学習する分野で、授業は第1～2学年の2年にわたり計120単位時間（1年に世界地理55時間ほど、2年に日本地理65時間ほど）を、歴史的分野と並行し展開する。主な学習視点は次の3点である。

- ①世界の諸地域における、人々の生活と環境とのかかわりや諸地域の多様性について理解するとともに、世界に目を開き自国の特色を認識する。
- ②我が国の諸地域の特色ある事象をとらえることで、地域的特殊性や一般的共通性を理解し、国土に対する認識を深める。
- ③地図や資料の読図、読解や作図などの地理的技能を身に付けるとともに、身近な地域の調査などを通して、課題解決や地域参加などの能力・態度を養う。

(2) 地理的分野のねらい（学習指導要領による）

- ア. 日本や世界の地理的事象に対する関心を高め、広い視野に立って我が国の国土及び世界の諸地域の地域的特色を考察し理解させ、地理的な見方や考え方の基礎を培い。我が国の国土及び世界の諸地域に関する地理的認識を養う。
- イ. 日本や世界の地域の諸事象を位置や空間的な広がりとかかわりでとらえ、それを地域の規模に応じて環境条件や人間の営みなどと関連付けて考察し、地域的特色や地域の課題をとらえさせる。
- ウ. 大小様々な地域から成り立っている日本や世界の諸地域を比較し関連付けて考察し、それらの地域は相互に関係合っていることや各地域の特色には地方的特殊性与一般的共通性があること、また、それらは諸条件の変化などに伴って変容していることを理解させる。

エ. 地域調査など具体的な活動を通して地理的事象に対する関心を高め、様々な資料を適切に選択、活用して地理的事象を多面的・多角的に考察し公正に判断するとともに適切に表現する能力や態度を育てる。

(3) 地理的分野におけるエネルギー環境教育のねらい

- ①認識形成
- ・世界におけるエネルギー資源その他の地下資源は偏在していることを理解し、資源の供給をめぐる国際関係の重要性に関心をもつ。
 - ・資源を外国からの輸入に頼る我が国のエネルギー事情について説明できる。
 - ・我が国のエネルギー消費事情を理解するとともに、環境保全の大切さを指摘できる。
- ②学び方形成
- ・資源、エネルギーに関する調査や資料収集をし、課題を整理して発表できる。
 - ・世界、日本のエネルギー事情に関心をもち、問題点について多角的な考察ができる。
- ③人間形成
- ・エネルギー事情についての理解を通して、国際協調の重要性を考え表明できる。
 - ・我が国のエネルギー問題について公正に判断し、自分の生活と結び付けエネルギー利用に関する必要な実践を行なうことができる。

(4) 重点単元とエネルギーパーツ

地理的分野においてエネルギー環境の問題を取り上げる箇所は様々な想定できるが、特に、①「世界の諸地域」の学習において、エネルギーに関する際立った事象を有する地域や国を取り上げる ②「日本の様々な地域」の学習において、「資源・エネルギーと産業」に関する地域や事象を取り上げる ③「日本の諸地域」の学習において、ある地域を取り上げ、環境問題や持続可能な社会の構築のための環境保全の事例を考察する、以上の三つのテーマが重要だと考えられる。

次に、①、②、③の学習について、重点単元を構成し、エネルギーパーツを設定する。①は第1学年対象、②、③は第2学年対象とする。

学年	重点単元（小単元）	エネルギーパーツ
1 年	①中東の自然と人々の暮らし（3 時間） 〔大単元「アジア」の中の 1 小単元〕	中東の石油生産と輸出 （1 時間）
2 年	③日本の資源・エネルギーと産業（4 時間） 〔大単元「世界と比べた日本の地域的特色」の中の 1 小単元〕	日本のエネルギー問題 （1 時間）
2 年	③地域の開発と環境保全（5 時間） 〔大単元「日本の諸地域」の中の 1 小単元〕	地域の開発とエネルギー利用 （1 時間）

(5) 重点単元とエネルギーパーツの扱い

① 中東の自然と人々の暮らし（第1学年）

〈小単元の目標〉（3 時間）

- ・乾燥帯の厳しい自然の中で営まれる中東の人々の生活を、宗教との結びつきにも注目して理解する。
- ・中東地域の油田の分布を調べ、世界最大の石油供給地としての役割と、我が国との関係について理解する。

エネルギーパーツのねらい

【中東の石油生産と輸出】（1 時間）

- ・中東の石油の生産の現況ならびに中東と我が国のつながりを、石油の輸入量や輸送ルートから説明することができる。
- ・石油を通して、日本のエネルギー利用やエネルギーセキュリティについて関心をもつ。

小単元名「中東の自然と人々の暮らし」（3 時間）

中東の国々 中東地域の自然と気候、 オアシス農業と遊牧 (1h)	中東の人々の暮らし イスラム教と生活の関係 (1h)	中東の石油生産と輸出 中東の石油生産と輸出 中東の石油に頼る日本 (1h)
---	----------------------------------	--

中東地域に関する生徒の関心は概して低いのみならず、学習時間が少なく知識が十分でないのが現状である。日本は石油の大半を中東に依存しており、中東情勢は日本の政治経済や我々の暮らしに大きな影響をもたらす。また、石油は中東地域に偏在しており、世界的にますます中東依存が高まると予想されている。これらを考慮すると、学習の機会を増やし、中東地域への認識を確かなものにすることは、我が国のエネルギーセキュリティの観点から必要不可欠なことである。

エネルギーパーツは、「石油は我々の日々の生活の中で、様々な場面や状況の変化とかかわっていることに気付かせる」ことから始まる。地図や様々な統計資料を用いて石油の原産地や日本と中東地域とのかかわり、将来の石油生産の動向に関する見通しについて学習するだけでなく、日本への石油の運搬ルート（シーレーン）について知ること、石油を中東地域に依存することによる脆弱性など、日本のエネルギー事情に対する理解を深めさせたい。

② 日本の資源・エネルギーと産業（第2学年）

〈小単元の目標〉（4時間）

- ・世界的視野に立って我が国の資源及びその消費の現状と産業の特色をとらえるとともに特に、エネルギー問題が重要であることを認識する。
- ・我が国における国土利用の状況とその特色について理解し、そこに見られる主な環境問題をとらえ解決の方途を考える。

エネルギーパーツのねらい

【日本のエネルギー問題】（1時間）

- ・電力を通して、発電方式ごとのエネルギー資源の特徴を学び、それぞれの長所や短所など特徴を説明することができる。
- ・将来の発電方法の組み合わせの検討を通して、知識を活用して多面的に考察する機会をもつ。

小単元名「日本の資源・エネルギーと産業」（4時間）

資源及びその消費の現状 世界的視野から見た我が国の資源及びその消費の現状 (1h)	我が国の産業の特色 輸入に頼る資源、高い技術力と貿易立国 (1h)	日本のエネルギー問題 輸入に頼るエネルギー資源と電力事情 (1h)	我が国の国土利用 国土利用の状況及びその特色と環境問題 (1h)
---	---	---	--

この小単元は、我が国の資源・エネルギーの消費の現状を理解させるとともに、国内の産業の動向、環境やエネルギー利用についての課題を取り上げて、我が国の資源・エネルギーや産業の有様の特色をとらえさせることが眼目であるが、大単元「世界と比べた日本の地域的特色」という視点を踏まえ、世界的視野に立って大観させる学習展開に留意しなければならない。

エネルギーパーツでは、社会科地理的分野として学習する第1時、第2時の学習に続いて、国産のエネルギー資源が乏しい中、エネルギー源の多様化等の方策で我が国の産業や国民生活を支えている電力供給を通して、これからの我が国の資源・エネルギー利用のあり方や課題について考察させる。我が国の電源別発電電力量の実績と見通しから、発電に利用されているエネルギー源の実状を正確に把握した後、利用について賛否が分かれる原子力発電をきっかけに、現代の我々の生活が電力によって支えられていることを再認識させる。また、原子力発電だけでなく、化石燃料、自然エネルギーも含めた各種エネルギー資源の特徴を、経済性、環境影響、供給能力などの様々な視点でとらえさせる。そして、これらの学習を踏まえて、今後も安定して利用するために求められる対策について考えさせる。なお、根拠の乏しい空論とならないよう、自分たちはどのような将来社会に暮らしたいのか、それを実現するために自分や家族の生活はどのような影響を受けたり払ったりしなければいけないのかなど、様々な視点から多面的に検討させ、将来のエネルギー選択を自らの問題、自分たちが担う課題として考えさせるように指導したい。

③ 地域の開発と環境保全（第2学年）

〈小単元の目標〉（5時間）

- ・私たちの県を取りまく地域の産業や人々の生活の有様をとらえ、その特色を理解する。
- ・地域の開発や環境問題を調べ、環境保全が持続可能な社会の実現にとって大切であることを認識し、保全に向けて実践する態度を培う。

エネルギーパーツのねらい

【地域の開発とエネルギー利用】（1時間）

- ・地域における開発とエネルギー利用の実情を調べ、人々の生活や環境問題との関係を説明することができる。
- ・地域の人々の環境保全への努力を知り、その重要性を説明できる。

小単元名「地域の開発と環境保全」（5時間）

私たちの県を取りまく地域の特色と地域全体から見た私たちの県の特色 例・近畿地方 (1h)	地域の開発と様々な環境問題、環境保全（1） －都市化地域－ (1h)	地域の開発と様々な環境問題、環境保全（2） －都市近郊地域－ (1h)
地域の開発とエネルギー利用 例・京都の事例 (1h)	持続可能な社会形成のための環境保全の努力 (1h)	

この小単元は、ある地域（日本全体を7区分した地域の一つを想定）の地誌的内容を、環境問題や環境保全を中核に考察する学習である。ここでは、例として近畿地方を取り上げ、エネルギー利用や環境問題及び環境保全を中心に据えながら、産業や地域開発の動向、人々の生活の有様などを関連付けて地域の特色を理解させようと構想した。

授業を通して、持続可能な社会を構築するためには環境保全や良き環境の創造が大切であることに気付かせ、生徒自身の生活とつなげて保全、創造の態度形成を目指したい。エネルギーパーツの授業内容は、取り上げる地域によって適当な事例を扱えばよいが、エネルギー利用を中核に構成することが望ましい。

（高山博之、小林広和、石原淳、鈴木真、柳澤彰紀）

【単元の執筆者】

①中東の石油生産と輸出：小林広和、石原淳

②日本のエネルギー問題：小林広和、鈴木真

③地域の開発とエネルギー利用：柳澤彰紀

1 中東の石油生産と輸出

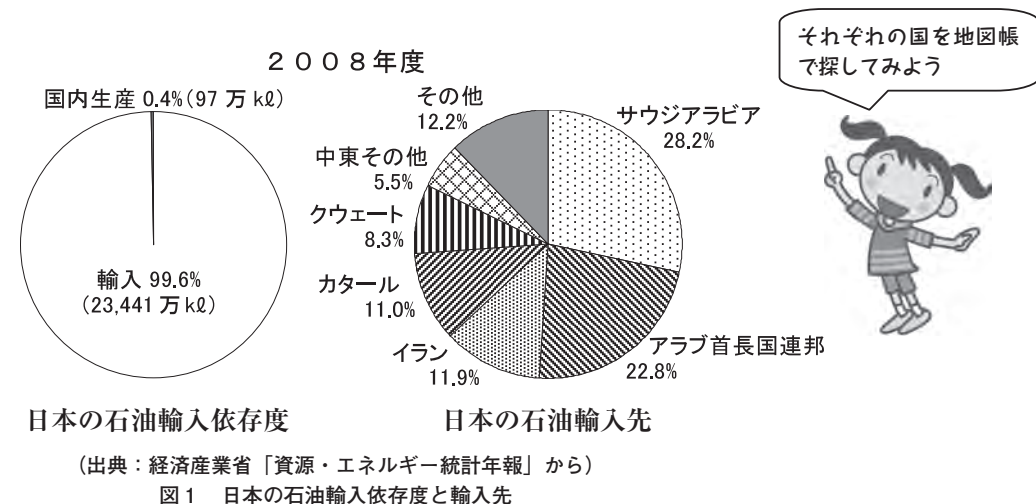
1. エネルギーの源を調べよう

私たちが使っているエネルギーは、化石燃料（石油・石炭・天然ガス）、原子力、新エネルギー（太陽光、風力）などをその源としており、これらは**一次エネルギー**と呼ばれている。それに対して、電力や都市ガスなどを**二次エネルギー**と呼び、これは一次エネルギーを使いやすいように加工したものである。

1970年代の石油危機の時、日本の一次エネルギーの源は8割近くが石油であったが、石油危機以降エネルギー源の多様化が進み、天然ガスや原子力が増えた。しかし、石油は今でも日本の一次エネルギーの約半分を占めており、重要なエネルギーの源であるとともに、化学産業の重要な原料でもある。

2. 日本は石油をどの程度中東地域に依存しているか調べよう

図1から分かるように、日本の一次エネルギーの約半分を占める石油は99.6%輸入に依存している。しかも、輸入先はほとんど中東地域である。



中東地域の石油は約12000kmを20日くらいかけて輸送されてくる。図2に示すように、安定供給のために二つの輸送ルートがあり、平均すると、1日に2隻を超えるタンカーが日本に入ってくる。マラッカ海峡を通るルートの方が短く、通常はこのルートを使って石油が輸送されている。

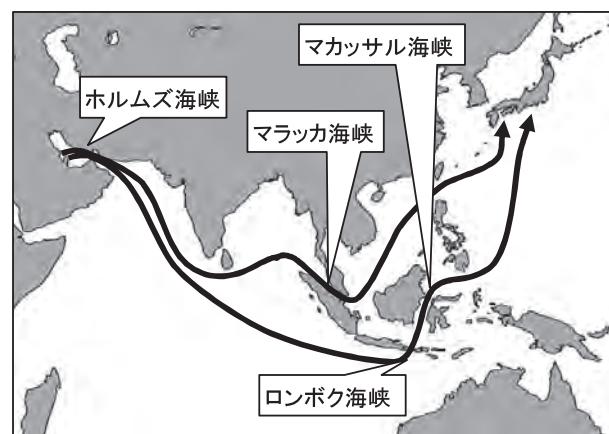


図2 中東から日本への石油輸送ルート



3. 中東の石油生産の現状を調べよう

日本が中東地域の中で最も多くの石油を輸入している国はサウジアラビアである。サウジアラビアは世界的にも有数の石油産出国である。図3と図4に示す2枚の世界地図を比べて、気付いたことや考えたことなどを話し合ってみよう。

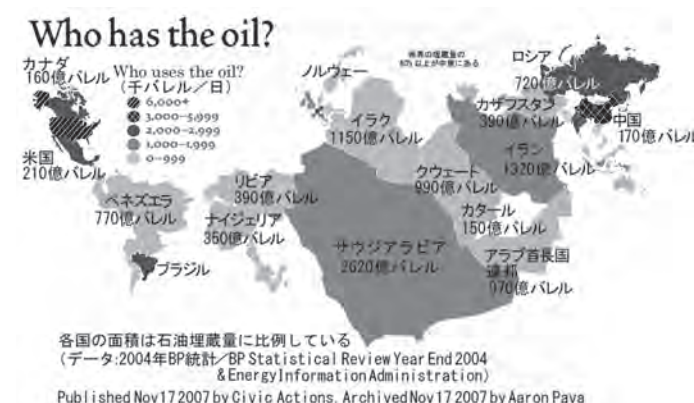


図3 Who has the oil? (石油があるのはどの国?) という地図

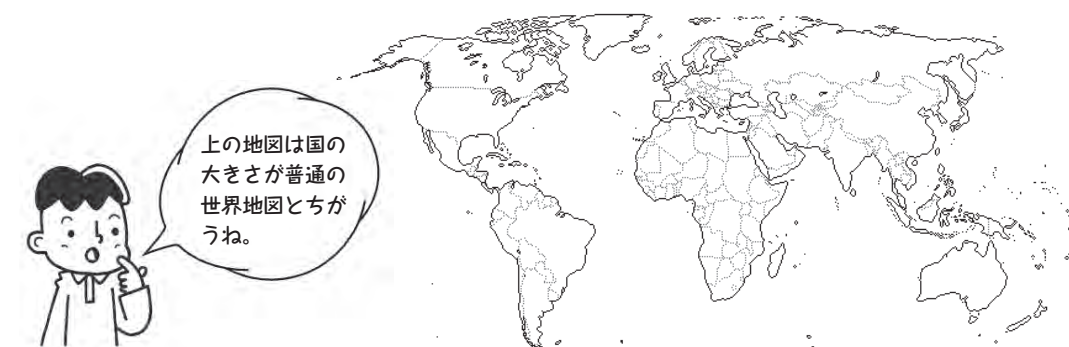
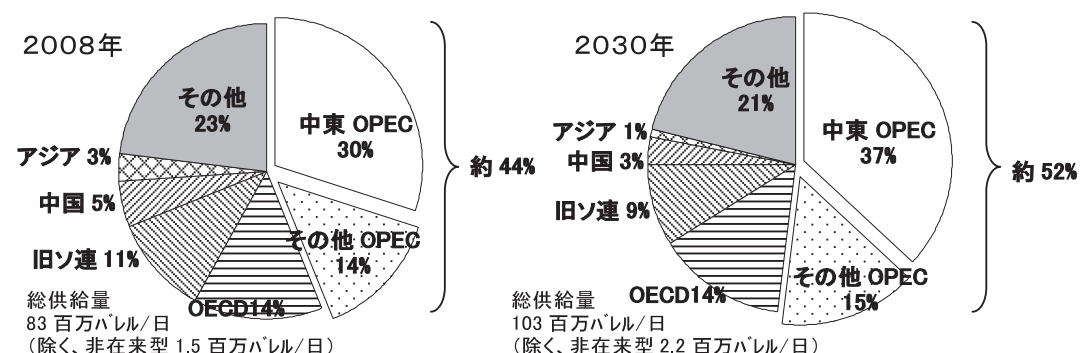


図4 一般的な世界地図

また、図5に示すように、世界の石油供給における中東地域を中心とするOPECへの依存度は、現在でも総石油生産量の4割あまりを占めている。そして、将来的に2030年にはそれが5割以上になるとも予測されている。



出典：iea / World Energy Outlook 2009

OPEC：石油輸出国機構（Organization of the Petroleum Exporting Countries）、1960年に中東産油国が欧米の国際石油資本に対抗するため設立した国際組織。その後南米、アフリカ及びアジアの一部の産油国も参加し、現在の加盟国は12か国

図5 世界の石油供給における中東及びOPEC依存度の現状と見通し

Ⅰ 中東の石油生産と輸出

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・中東地域は石油の産出量が多く、我が国の石油の大半がシーレーンを経由して中東地域から運ばれていること、並びに、埋蔵量が豊富で世界の石油供給が今後ますます中東地域に依存する傾向が高まると考えられていることを説明できる。
 - ・石油を題材に、エネルギー利用やエネルギーセキュリティに対する関心を高める。

②指導の手だて

1 エネルギーの源を調べよう

まず、イラストも手助けとしながら一次エネルギーと二次エネルギーをとらえさせ、一次エネルギーの代表格である石油に注目させる。石油危機以来転換が図られてきたとはいえ、石油がまだ一次エネルギーの半分以上を占めていることや、今や生活に欠かせないプラスチックやゴムなどの化学製品の原料となっていることなどもつかませたい。

2 日本は石油をどの程度中東地域に依存しているか調べよう

日本は石油をほとんど輸入に頼っている上に、中東の国々への依存度も高いことをグラフから読み取らせたい。石油を輸送するのには二つのルートがあることに注目させたい。また、石油を積んだ復路や大型のタンカーは、より水深の深いロンボック海峡ルートを使うということも補足したい。

3 中東の石油生産の現状を調べよう

二つの地図上でサウジアラビアとオーストラリアにそれぞれ色をつけさせ、何を基準に国の大きさを変えているかを考えさせるなどの手だてをとることで、上の地図「Who has the oil?」における国の大きさが石油の埋蔵量を表していることに気付かせたい。また、世界全体で見ても石油の中東依存度は今後高まる方向にあるということもつかませ、可能ならば自分の生活や日本の産業に及ぼす影響なども考えさせられるとよい。

石油危機(オイルショック)と原油価格の変化

	第1次オイルショック	第2次オイルショック	湾岸危機
時 期	1973年10月～1974年8月	1978年10月～1982年4月	1990年8月～1991年2月
危機の経緯	第4次中東戦争を契機に OPEC諸国の原油供給削減	イラン革命の進展により イラン原油生産激減	イラクによるクウェート侵攻 イラクに経済制裁 湾岸戦争に発展
一次エネルギー供給に 占める石油の割合	77.4%(73年度)	71.5%(79年度)	58.3%(90年度)
原油価格上昇幅 (危機直前とピーク時の比較) (ドル/バレル)	3.9倍 73年10月 3.0 → 74年1月 11.6	3.3倍 78年9月 12.8 → 80年11月 42.8	2.2倍 90年7月 17.1 → 90年9月 36.99
備蓄水準	67日分(73年10月末) 民間備蓄 67日分 国家備蓄 ゼロ	92日分(78年12月末) 民間備蓄 85日分 国家備蓄 7日分	142日分(90年12月末) 民間備蓄 88日分 国家備蓄 54日分
原油輸入量	2億8,861万㎏(73年度)	2億7,714万㎏(79年度)	2億3,848万㎏(90年度)
原油の中東依存度	77.5%(73年度)	75.9%(79年度)	71.5%(90年度)

東電「環境学習ブック」より

出所:エネルギー環境教育情報センター

(2) 補充資料

中東の政治情勢が石油の価格変化にもつながることに注目させるのもよい。

1. エネルギーの源を調べよう

重要なエネルギーの源である石油について、分かったことなどを書こう。

2. 日本は石油をどの程度中東地域に依存しているか調べよう

日本の石油の輸入依存度と輸入先を書こう。

輸入 依存度		輸入先	
-----------	--	-----	--

中東地域から日本までの石油の輸送ルートについてまとめよう。

3. 中東の石油生産の現状を調べよう

2枚の地図を比べて、気付いたことや考えたことなどを書こう。

中東やOPECへの石油生産の依存度が高くなるとどうなるか考えて書こう。

2 日本のエネルギー問題

我が国のエネルギー問題を、電力を通して考えてみよう。

1. 発電のために使われるエネルギー資源

我が国のエネルギー自給率は、わずか4%である^{*1}。発電のために使われるエネルギー資源のうち、石油、石炭、天然ガスの化石燃料と、原子燃料（ウラン）は、ほとんどを輸入に頼っている。これが、我が国のエネルギー問題の大きな特徴である。

図1を見ると、石油による発電の割合が減少し続けていることが分かる^{*2}。これは、1970年代の石油危機を契機に、我が国が石油依存からの脱却を目指すとともにエネルギー資源の多様化を進めてきたことの現れである。しかし、全体の発電量は増え続け、石炭、天然ガス、原子力が大きく増えている。化石燃料には、資源の枯渇、燃焼に伴う二酸化炭素等の排出といった問題があるが、当分は主力電源の役割を担うことになる。原子力は安全確保を最優先に進める必要があるが、運転中に二酸化炭素を排出しないことからより基幹電源としての役割が期待されている。水力は、安定して約1割程度をまかなっているが、増え続ける電力利用に対応して新たに大規模なダムを開発するのは困難である。地熱及び新エネルギー（太陽光、風力、バイオマスなど）は、その量はまだ全体のわずか1%に過ぎないが、再生可能でクリーンな国産エネルギーとして、技術開発が期待されている。

- ※1 原子燃料（ウラン）は少量でも大出力が得られ、原子力発電所に装荷すると燃料補給なしでも1年間にわたって連続運転できるなど備蓄性が高いことから、準国産エネルギーとみなすことができる。原子燃料を国産とみなすと、我が国のエネルギー自給率は約18%になる。
- ※2 石油は、自動車のガソリンとして使用されたり、化学製品の原料にしたりするなど非常に優れた資源であるため、我が国のエネルギー供給全体で見ると約5割もの割合を占めている。

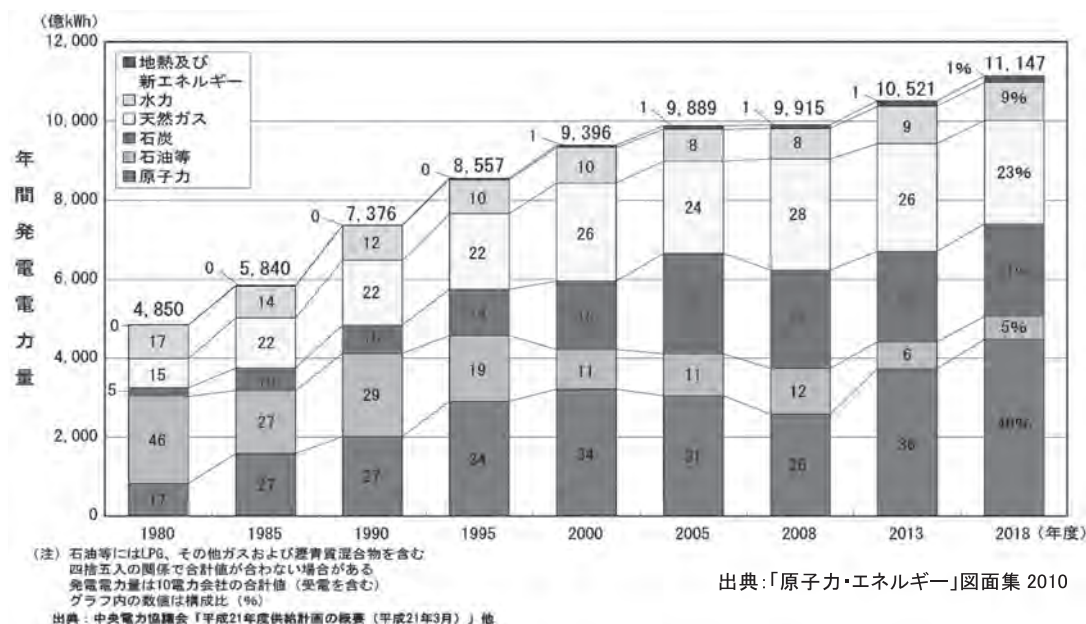


図1 我が国の電源別発電電力量の構成の変化

2. いろいろなエネルギー資源の特徴をまとめよう

発電のために使われているエネルギー資源の特徴をまとめよう。発電にかかるコスト（費用、環境への影響）、資源の供給安定性などを調べ、今後の我が国の発電方法を考えてみよう。

表1 各発電に伴うコスト及び環境負荷等の比較

発電方式	発電単価 (円/kWh) ^{*1}	CO ₂ 排出量 ^{*2}	汚染物質等 の排出	資源の供給 (可採年数) ^{*3}	発電規模 (発電量)
水力	8.2～13.3	11	無	再生可能	小～大
石油	10.0～17.3	742	SOx, NOxなど ^{*4}	42年	大
LNG	5.8～7.1	608	NOxなど ^{*4}	60年	大
石炭	5.0～6.5	975	SOx, NOxなど ^{*4}	122年	大
原子力	4.8～6.2	22-25	放射性廃棄物 ^{*5}	100年（ウラン） ^{*5}	大
太陽光	46	53	無	再生可能	小
風力	10～14	30	無	再生可能	小

- ※1 発電方式別の発電原価試算結果（1kWh当たりの発電費用）
使用データ：（財）エネルギー総合工学研究所「やさしいエネルギー解説集」より
- ※2 単位電力量当たりのCO₂排出量
使用データ：資源エネルギー庁「核燃料サイクルのエネルギー政策上の重要性（2002）」より
- ※3 可採年数 使用データ：資源エネルギー庁「日本のエネルギー 2010」より
- ※4 SOx（硫黄酸化物）、NOx（窒素酸化物）の排出は、我が国の発電所では、大幅に削減されている。
- ※5 使用済み核燃料から分離される高レベル放射性廃棄物の最終処分場がまだ決まっていない。
- ※6 核燃料サイクルが完成すれば千年のオーダーに増加すると見込まれている。

3. 日本で電力が安定して利用し続けるために必要な対策を考えよう

平成20年に経済産業省が出した「Cool Earthーエネルギー革新技術計画」によると、今後、我が国が重点的に取り組むべきエネルギー革新技術として、発電部門では次の五つがあげられている。

- ①高効率天然ガス火力発電 発電効率52%を2025年までに60%まで向上させる。
- ②高効率石炭火力発電 発電効率を42%から2025年までに55%、更に65%まで向上させる。
- ③二酸化炭素回収貯留（CCS） 火力発電所からの二酸化炭素排出をゼロにする。
- ④革新的太陽光発電 一層の低コスト化、発電効率40%超を目指す。
- ⑤先進的原子力発電 2030年前後の代替炉建設に向けた技術革新、高速サイクル技術の商業化を目指す。

電力を安定して利用できる社会を持続するために、社会全体で取り組むべきこと、個人として取り組むべきことを考えてみよう。

② 日本のエネルギー問題

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・電力を通して我が国のエネルギー事情をつかみ、将来のエネルギー選択において必要となる様々なエネルギー源の特徴について説明できる。
 - ・電力を将来にわたって安定して利用できるようにするための対策を自分なりに立てることを通して、これまでに習得した情報を用いて説明できる。

②指導の手だて

1 発電のために使われるエネルギー資源

前時までの学習を振り返り、我が国のエネルギー資源が輸入に頼っている（自給率4％）という事実を踏まえる。次に、発電のために使われているエネルギー資源の現状と今後の見通しをつかむ。グラフを読み取る中で、各エネルギー源の特徴や、石油危機、柏崎刈羽原子力発電所の地震による運転停止などの社会的事象をつかみ、新エネルギーなどをはじめとする技術革新の重要性などに関心を高めるようにする。

2 いろいろなエネルギー資源の特徴をまとめよう

様々なエネルギー資源を比べ、その特徴を説明できるようにする。それぞれに長所・短所があることを確かめる。善か悪かといった単純な見方や、偏った見方に陥らないように、具体的な資料をもとに多面的に考察させる。家庭用の燃料電池の普及、太陽光発電の電力を電気自動車の電池に貯める、水を電気分解して水素を得て燃料電池で使うなどの新しい技術開発についても触れたい。

3 日本で電力が安定して利用し続けるために必要な対策を考えよう

革新技术計画を参考に、今までの学習を踏まえて考えさせたい。

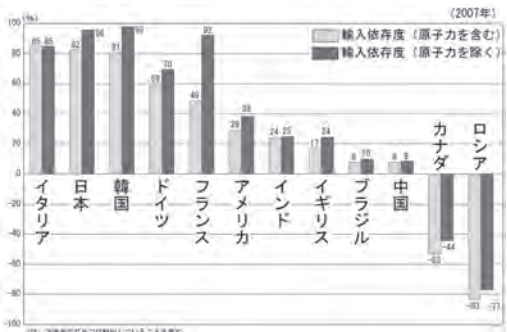
(2) 補充資料

- ①我が国のエネルギー事情（上図）

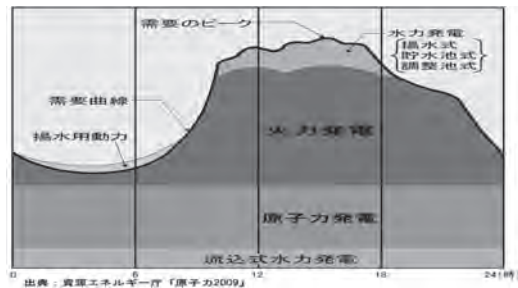
エネルギー自給率の低さが大きな課題。
- ②電源のベストミックス（下図）

石油依存からバランスのよい構成へ。
- ③新潟県中越沖地震の影響

2007年（平成19年）7月16日の地震で、東京電力柏崎刈羽原子力発電所が停止し、CO₂排出量や電力料金に影響。



主要国のエネルギー輸入依存度



需要変化に対応した電源組み合わせ（ベストミックス）
出典：「原子力・エネルギー」図面集2010

1. 発電のために使われるエネルギー資源

我が国のエネルギー自給率は（ ）％である。

石油の割合が減り、天然ガスや石炭が増えている理由について考えをまとめよう。

今後、原子力の割合が高まると予想される理由をあげてみよう。

あなたは、どのようなエネルギー資源で発電された電力を使いたいですか。

2. いろいろなエネルギー資源の特徴をまとめよう

長所と短所をあげて比較してみよう

エネルギー資源	長 所	短 所

3. 我が国が電力を安定して利用し続けるために必要な対策を考えよう

電源の確保と環境保全を目的とした20年後の我が国のエネルギー政策を考えてみよう。化石エネルギー資源、原子力エネルギー、自然エネルギー、省エネルギーの言葉を用いて説明しよう。

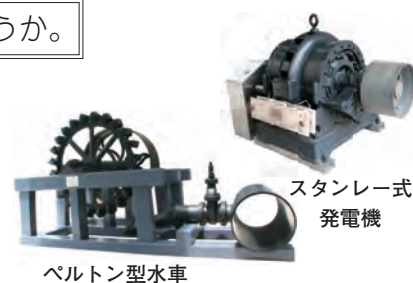
3 地域の開発とエネルギー利用

1. 京都における電力の利用

日本初の発電所は、どこにつくられたのだろうか。

京都では、1892年、琵琶湖疏水を使って、約33mの落差を生かした水力発電所が、蹴上で発電を開始した。これは、日本で最初の水力発電事業である。

この発電所で発電された電力を用い、1895年に国内初の市内路面電車が走った。その後、路面電車は83年間にもわたり市内各地を走り、地域の重要な交通機関としてその役割を果たした。



ベルトン型水車

スタンレー式発電機

琵琶湖疏水記念館にて撮影

図1 蹴上発電所の当時の発電機

現在、京都府近隣には、どんな発電所があるのだろうか。



写真提供：関西電力㈱

図2 京都府近隣の主な発電所の分布

【出力の大きさ順に並べると】大飯発電所（原子力）→高浜発電所（原子力）→舞鶴発電所（火力）→美浜発電所（原子力）……→喜撰山発電所（水力）

【原子力発電所の主な立地条件は】

- ①地震に耐える硬い岩盤がある。②海が近くにあり、冷却水が豊富。
- ③まとまった広い土地がある。

【舞鶴発電所の燃料はどこから】海外から輸入される石炭

京都府でのエネルギー利用は、どのような状況にあるのだろうか。

①京都府の人口と使用電力量の推移

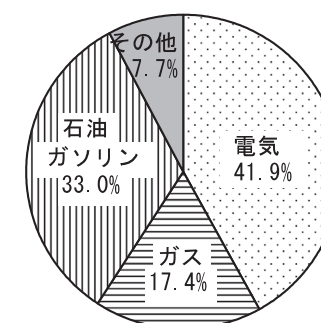
表1 京都府の年度別人口と使用電力量

年度	1985	1990	1995	2000	2005
人口（万人）	258.7	260.2	263.0	264.4	264.8
使用電力量（百万kWh）	3,255	4,280	5,272	5,779	6,330

（人口は国勢調査、使用電力量は『データでみる県勢2009年版』より作成）

人口増加と比べたときの使用電力量の増加ペースは、どうなっているのだろうか。

②京都府のエネルギー使用量の割合



エネルギーの大量消費はどのような環境問題を引き起こしているのだろうか。

（京都府文化環境部『地球温暖化対策プラン（平成21年度改定版）』より作成）

図3 京都府のエネルギー源別使用割合（平成19年）

2. 「環境共生型都市」・京都

京都市の「環境への負荷が少ない持続可能なまち」づくりはどのようなものだろうか。

取り組み例

①「DO YOU KYOTO ?デー」（環境にいいことをする日）

京都議定書が発効した2月16日にちなみ毎月16日に設定。例えば、京都タワーなど屋外照明を609か所（平成21年8月現在）を消灯する行動を統一して実施する。

② 景観に配慮して環境を保全

風致地区内にある蹴上浄水場に設置された太陽光パネルには、外観を落ち着いた黒に統一したり、表面に反射防止加工をするなどの工夫がこらされている。

③ 全市立学校・幼稚園で「環境宣言」を策定

「環境に優しい学校」の認定を目指す。

④ 環境に優しい観光の推進

歩いて楽しむ観光用に「まちかど駐輪場」を設置する。

⑤ 使用済みてんぷら油の回収

バイオディーゼル燃料を精製し、ごみ収集車や一部のバスで使用する。



図4 蹴上浄水場の太陽光発電設備

③ 地域の開発とエネルギー利用

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・京都における電力利用の特色を、地理的及び歴史的な側面から説明することができる。
 - ・京都でのエネルギー利用の状況と環境共生都市づくりの取り組み例から、持続可能な社会のあり方について考えをまとめることができる。
- ②指導の手だて
 - 1 京都における電力の利用について
 - ・本時は、近畿地方について「環境問題や環境保全を中核とした考察」を行う指導事例の一環とする。まず、エネルギー源としての琵琶湖の水に着目させ、日本で最初の水力発電事業を開始した蹴上の水力発電所や日本で初めて走った路面電車を取り上げ、地域におけるエネルギー利用について歴史的なものの見方をもたせる。
 - ・現在の京都への電力供給元を、地図を活用して調べさせ、立地条件を考えさせることで地理的なものの見方を育てる。
 - 2 「環境共生型都市」・京都
 - ・統計資料の読み取りを通して、京都府の使用電力量が増加の一途をたどっていることやエネルギー使用量の中で電力が占める割合の大きさに気付かせる。
 - ・環境共生型都市を標榜する京都市の取り組み例を知らせ、エネルギー利用と環境保全とのかかわりを、実感をもってとらえさせ、持続可能な社会のあり方についての考えを深める。
 - 3 教材化の視点
 - ・本教材は京都地域での一つの事例を示したものであり、地域の開発とエネルギー利用に関して、生徒にとって実感や驚きをもって地域の特色を追究できるような地理的事象を選定し、教材化を行う。

(2) 補充資料

部門別二酸化炭素排出量（単位：万トン）（京都市）（出典：『京都市環境政策局資料』）

	1990年	2004年	内 容
産業部門	208（26.8%）	141（18.1%）	農林業、鉱業、建設業、製造業における電気、燃料の使用
運輸部門	201（25.9%）	191（24.6%）	自動車、鉄道における電気、燃料の使用
民生・家庭部門	174（22.4%）	211（27.1%）	家庭における電気、燃料の使用（自家用自動車は運輸部門で算出）
民生・業務部門	168（21.6%）	205（26.3%）	事務所・ビル、商業、サービス業における電気、燃料の使用
その他	26（3.3%）	26（3.3%）	一般廃棄物及び産業廃棄物（プラスチック等）の燃焼

京都市においては、民生部門の二酸化炭素排出量が増加している。民生部門でのエネルギー利用の増加が要因であり、自分たちの生活を見直しさせるために活用できる。

1. 京都における電力の利用について

(1) 日本で最初の水力発電事業について調べてみよう

発電所の名称（ ）

発電所の場所（ ）

発電のためのエネルギー源（ ）

発電の開始年（ ）

発電電力が利用されたことがら

（ ）

(2) 京都府への電力供給元を調べてみよう。

・主な発電所を出力順に並べてみよう。

・原子力発電所の立地条件とは何だろう。

(3) 二つの京都府に関する資料を見て、下の問いに答えよう。

・「京都府の人口と使用電力量の推移」の表を読みとり、人口と使用電力量の関係について考察してみよう。

・京都府のエネルギー使用量の割合（平成19年）を見て、京都府におけるエネルギー利用の特徴や、このようなエネルギー消費がどのような環境問題を引き起こしているかについて考察してみよう。

2. 「環境共生型都市」・京都

「環境共生型都市」・京都は何を目指すものか、取り組み例をあげて考えてみよう。

取り組み例



目指すこと

3. 社会科歴史的分野におけるエネルギー環境教育

(1) 歴史的分野の特性

社会科における歴史的内容を系統立てて学習する分野で、授業は1～3学年の3年間にわたり、計130単位時間（1年で50時間、2年で40時間、3年で40時間見当）を配当する。

1～2年では、地理的分野と並行して展開する。

主な学習視点は、次の3点である。

- ①世界の歴史を背景に我が国の歴史を系統的に学習し、時代の特色や移り変わりをとらえるとともに、我が国の伝統・文化について考え、国民としての自覚をもつ。
- ②歴史上の人物や文化遺産を時代や地域との関連において理解するとともに、世界に目を広げ、国際関係や文化交流にも視点をおき広い視野で歴史をとらえる。また、近現代史を重視し現在の生活の成り立ちを考える。
- ③様々な歴史的資料を活用・考察して、歴史的思考力を培う。

(2) 歴史的分野のねらい（学習指導要領による）

- ア. 歴史的事象に対する関心を高め、我が国の歴史の大きな流れを、世界の歴史を背景に、各時代の特色を踏まえて理解させ、それを通して我が国の伝統と文化の特色を広い視野に立って考えさせるとともに、我が国の歴史に対する愛情を深め、国民としての自覚を育てる。
- イ. 国家・社会及び文化の発展や人々の生活の向上に尽くした歴史上の人物と現在に伝わる文化遺産を、その時代や地域との関連において理解させ、尊重する態度を育てる。
- ウ. 歴史に見られる国際関係や文化交流のあらましを理解させ、我が国と諸外国の歴史や文化が相互に深くかかわっていることを考えさせるとともに、他民族の文化、生活などに関心をもたせ、国際協調の精神を養う。
- エ. 身近な地域の歴史や具体的な事象の学習を通して歴史に対する興味・関心を高め、様々な資料を活用して歴史的事象を多面的・多角的に考察し公正に判断するとともに適切に表現する能力と態度を育てる。

(3) 歴史的分野におけるエネルギー環境教育のねらい

- ①認識形成
 - ・歴史の進展とともにエネルギー利用が進み生活が変化してきたこと、また、新しいエネルギー利用の発見・工夫が時代の発展をもたらしたことを理解し説明できる。
 - ・産業革命により産業や人々の生活、社会のあり方が大きく変化、発展したことを理解しその変化の様相を説明できる。
 - ・エネルギー利用の増大に伴い経済的に豊かな社会が実現したものの、環境汚染、資源枯渇など新たな問題が生じたことを理解し、環境保全、節約などの大切さを指摘できる。
- ②学び方形成
 - ・エネルギー利用の進歩に伴う生活や社会の変化の学習を通して、時代の変遷の把握、今昔の比較などの歴史的思考力を養う。
 - ・産業革命以前と以後の生活や社会の違いを多面的に考察できる。

③人間形成

- ・先人のエネルギー利用の工夫や創造を学び、その努力や知恵を継承・発展させようとする態度をもつ。
- ・現代の消費生活やエネルギー利用を自分に繋げて考察し、問題を指摘するとともに、社会の持続的発展のためになすべきことは何かを話し合う。

(4) 重点単元とエネルギーパーツ

歴史的分野におけるエネルギー環境教育に関する重要な内容としては、ア. 農耕の開始に伴う生活革命 イ. 16世紀に始まる鉄砲、火薬の使用、戦術の変革 ウ. 18世紀のイギリスに始まる産業革命（農業革命、技術革命、動力革命、交通革命、生活・社会の変化を伴う）エ. 19世紀末からの日本の産業革命 オ. 戦争と近代兵器 カ. 第二次世界大戦後の高度経済成長・エネルギー革命、石油ショック等々である。

ここでは、ウ、エ、カを重点単元としてエネルギーパーツを展開する。この3パーツは2学年、3学年に配置されるので、1学年においてもエネルギーパーツをといる際は、歴史的分野の冒頭「時代区分や歴史の移り変わり」の項で、例えば、「交通の移り変わり」をテーマに産業革命以前・以後の違いを、エネルギー利用を通して学習させることも一つの方法であろう。

学年	重点単元（小単元）	エネルギーパーツ
2年	①欧米諸国の近代化とアジア進出（6時間） [大単元「近代の日本と世界」の1小単元]	産業革命と近代工業の発展（1時間）
2年	②日本の産業・文化の近代化（5時間） [大単元「近代の日本と世界」の1小単元]	日本の産業革命（2時間）
3年	③日本の発展と国際社会（5時間） [大単元「現代の日本と世界」の1小単元]	日本経済の高度成長（1時間）

(5) 重点単元とエネルギーパーツの扱い

① 欧米諸国の近代化とアジア進出（第2学年）

〈小単元の目標〉（6時間） ・欧米諸国における近代社会の成立を17～19世紀の市民革命、産業革命を通して理解する。 ・資本主義経済の進展に伴う欧米諸国のアジア進出の様相をとらえ、その影響が日本の近代化への動きを促進したことを理解する。	エネルギーパーツのねらい 【産業革命と近代工業の発展】（1時間） ・イギリスで始まった産業革命により産業の近代化や社会の変化が進んだことを説明できる。 ・産業革命の中核にそれまでの家畜・薪炭・水車などの利用から化石燃料の利用へとエネルギー源の転換があり、現代社会の繁栄をもたらすと同時に地球規模の問題を引き起こすことになった人類史上において特記される一大変革があったことを説明できる。
---	---

小单元「欧米諸国の近代化とアジア進出（6時間）

市民革命と議会政治の発達 （1） イギリス革命、アメリカの 独立 （1h）	市民革命と議会政治の発達 （2） フランス革命、ナポレオン 帝国 （1h）	産業革命と近代工業の発展 イギリスの産業革命、機械 工業 （1h）
革命による社会の変化 自由主義、民主主義、資本 主義経済 （1h）	欧米諸国のアジア進出（1） 世界の工場イギリスとイン ド支配 （1h）	欧米諸国のアジア進出（2） アヘン戦争、アジアの植民 地化 （1h）

この小单元は、我が国の明治維新の背景をなす欧米諸国の近代社会成立の動きを17～19世紀の市民革命、産業革命、資本主義経済の発達という大きな変革を通して理解させるのがねらいである。特に、欧米諸国がアジア進出を強めてきた結果、植民地化が進み、日本へも外国船の来航など大きな影響を与え、危機をもたらした点をとらえさせ、我が国の近代化胎動の原因を世界史的視野で理解させる構成とされている。

産業革命については、それまでの家畜・薪炭・水車などから化石燃料へと利用するエネルギー源の変化が始まったことを重視し、自然エネルギー利用の制約がなくなることによって、技術革命とともに動力革命、交通革命、機械工業へと進展したことを中心に扱う。また、同時に、人々の生活や社会が変化し、現代社会の様々な課題・問題に通じるひずみ・影響がもたらされたことにも目を向けることが大切である。

② 日本の産業・文化の近代化（第2学年）

〈小单元の目標〉（5時間） ・我が国の近代産業が富国強兵、殖産興業政策の下で進み、産業革命を経て発展したしたことと社会の変化について理解する。 ・明治期に教育、学問、科学技術、文芸、芸術などの進歩が著しく、近代文化が形成され普及したことを理解する。	エネルギーパーツのねらい 【日本の産業革命】（2時間） ・19世紀末からのエネルギー利用の革新、軽工業の機械化、交通機関の発達などの進展を説明できる。 ・20世紀初頭に重工業が発達し、近代産業が確立していったことを説明できる。
--	--

小单元「日本の産業・文化の近代化」（5時間）

日本の産業革命（1） 動力、機械の革新と軽工業の発達、鉄道網の拡大・汽車 （1h）	日本の産業革命（2） 八幡製鉄所、鉱山開発、資源輸入、重工業の発達 （1h）	国民生活と社会の変化 資本主義経済の広がり、労働問題、環境問題のおこり （1h）
近代文化の形成（1） 学問、科学の発達、教育の普及 （1h）	近代文化の形成（2） 文芸、芸術の近代化、文化の大衆化 （1h）	

この小单元は、我が国が近代国家として発展する基盤をなした産業・文化の近代化の様相をとらえさせることがねらいである。明治維新から約半世紀で近代国家の体裁を整えたことは、まさに驚異的であった。教育の普及をとってみても、その速度はほかに例を見ず、江戸時代以来の民度の高さが背景にある点を見落としてはならない。

日本の産業革命については、富国強兵・殖産興業政策に基づく政府主導の産業振興から始まったが、日清戦争前後に軽工業中心の第一次産業革命、日露戦争前後に重工業中心の第二次産業革命が達成された過程を扱う。これらの背景には、技術革新、動力革命（蒸気機関など）による機械工業の発達、鉄道・船舶などの交通革命の進展があった等々多面的に把握させる工夫が望ましい。

③ 日本の発展と国際社会（第3学年）

〈小单元の目標〉（5時間） ・高度経済成長の様相を多面的にとらえ、我が国が経済的に急速な発展を遂げたことを理解し、国民生活の向上に気付く。 ・高度経済成長以後の我が国の動きを、世界の動向と関連付け大観する。 ・国際社会における我が国の役割を多面的にとらえ、今後の進路を考える。	エネルギーパーツのねらい 【日本経済の高度成長】（1時間） ・高度経済成長の様相と技術革新、エネルギー革命を説明できる。 ・生産・消費・輸出の増大を具体的事実をあげて説明できる。 ・経済大国としての国際的役割が増大したことを説明できる。
---	--

小单元「日本の発展と国際社会」（5時間）

日本経済の高度成長 技術、エネルギーの革新、生産・消費・輸出の拡大、国際的役割 （1h）	経済の発展と環境問題 国民生活の向上、公害の発生、環境問題 （1h）	多元化する世界と国際関係の進展（1） 中東戦争、冷戦と雪どけ 多元化の世界 （1h）
多元化する世界と国際関係の進展（2） 日中・日韓関係、沖縄返還、石油危機 （1h）	日本の進路と世界 冷戦の終結、局地戦争、貧困の世界、日本の役割と進路 （1h）	

第二次世界大戦後の歴史については、「ア. 日本の再建と二つの世界（6時間）」「イ. 日本の発展と国際社会（5時間）」の2小单元で構成した。後者を重点单元とし、エネルギーパーツは日本の高度経済成長の学習においた。

この小单元は、歴史学習の最終段階であり、現代の日本・世界の動向と直接かかわる事項を扱うことになる。歴史的事象として未だ評価の定まらないものが多く、また複雑で理解が困難になりがちであるから、節目となる大きな出来事を軸に大観させる工夫が必要となる。見方も一方に偏しないよう注意しなければならない。

高度経済成長については、1960年前後の重化学工業化、オートメーション化、石油コンビナートなどの諸事象を取り上げ、輸出主導の経済発展をとらえさせることになるが、科学技術の進歩と技術革新、エネルギー革命にも焦点を当てて展開するとよいであろう。
（高山博之、藤田恒久、柳澤彰紀）

【単元の執筆者】

- ①産業革命と近代工業の発展 ②日本の産業革命：藤田恒久
③日本経済の高度成長：柳澤彰紀

1 産業革命と近代工業の発展

1. 動力源の変化とエネルギー源

イギリスの綿工業の発展を動力の面から調べてみよう。

図1は紡績工場とそこで用いられた紡績機の変化を示したものである。紡績機や力織機に蒸気機関が取り付けられるようになると、綿工業は渓流沿いの山間部から立地条件のよい平野部へと進出し、こうしてマンチェスターを中心とするランカシャーが綿業王国に成長した。

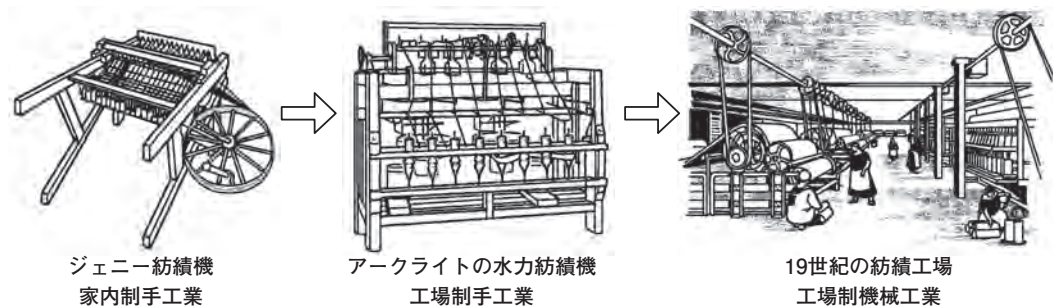
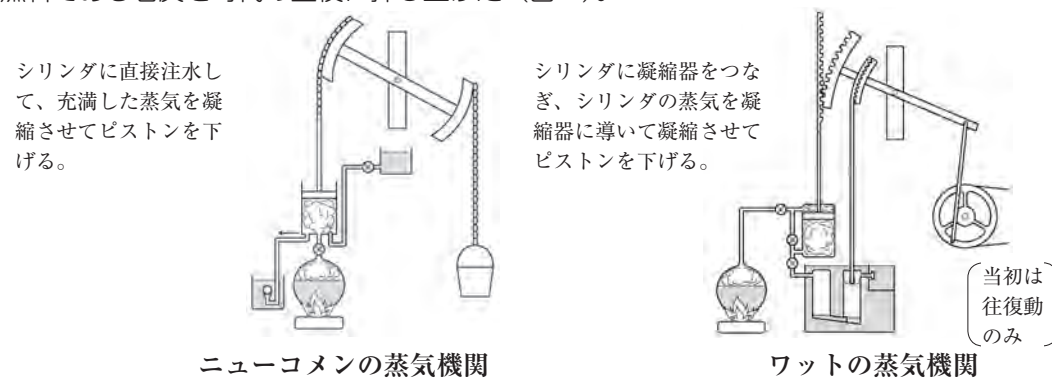


図1 紡績工場とそこで用いられた紡績機の変化

- 工場制手工業と工場制機械工業を比較し、立地条件について考えよう。
水力紡績機を使う工場が、なぜ、山間部に位置していたのか。
蒸気機関を動力とすることで、なぜ、工場が平野部に進出できたのか。
- イギリスの都市形成と動力の変化との関係を説明しよう。

水力から蒸気力への転換について調べてみよう。

鉱山のわき水を汲み出すのに使われていたニューコメンの蒸気機関をワットが改良し、燃料である石炭を時代の主役に押し上げた（図2）。



ニューコメンの蒸気機関

ワットの蒸気機関

図2 ニューコメンとワットの蒸気機関（概念）の比較

- ニューコメンとワットの蒸気機関の違いを読み取ってみよう。
- ワットの蒸気機関はどのようなことに応用して使うことができるか考えてみよう。

2. 蒸気力の利用が社会に及ぼした影響

蒸気力への転換は、どのような分野に影響を及ぼしたか調べてみよう。

蒸気力への転換は、燃料としての石炭の増産（図3参照）に結び付いた。また、工業生産力の増加は、原材料と製品の大量輸送の手段を必要とした。

元々灌漑用につくられた運河が、この時期には物資の運搬に利用されるようになった（図4参照）。その後、蒸気機関車が発明されると急速に鉄道網が整備されていった（図5参照）。

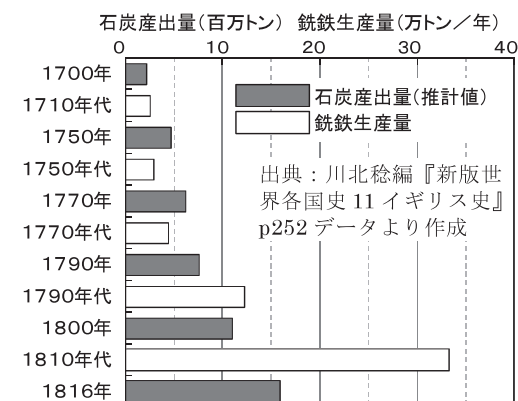


図3 石炭産出量と鉄生産量の推移

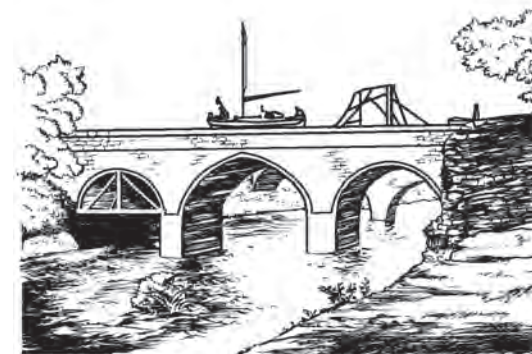


図4 ブリッジウォーター運河を航行する運搬船の光景

- 資源に限らず人や食料など様々な物を輸送し、都市と都市を結び付ける役割を担う中心となったのは、どちらかを考えよう。
- このような、機械や交通網の発達を支えた資材は何かを考えよう。



図5 鉄道網の発達

森林の枯渇とエネルギー転換について考えよう。

建築業や造船業は、木材を素材としていた。また、当時の製鉄業はコークスではなく木炭を燃料としていた。鉄生産量の増加は、「森林の枯渇」に直面することとなった。

- 鉄生産量の増加による「森林の枯渇」をどのように克服したかを調べよう。

鉄の生産に、木炭ではなく何を使えるようになったのだろう。

- 産業革命とは、エネルギーと人とのかわり方をどのように変化した出来事だったのでしょうか。また、現代のエネルギーと人とのかわり方についても考えてみよう。

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・イギリスで始まった産業革命は、労働生産性を飛躍的に向上させ産業を近代化するとともに、人々を様々な労苦から解放し、社会を変革させていったことを説明できる。
- ・産業革命の中核に石炭の利用というエネルギー源の転換があり、これは石油に引き継がれて現代社会の繁栄をもたらすが、同時に地球規模の様々な問題の原点でもあることに気付き、当時のエネルギーと社会の変革を振り返ることを通して、現代社会のエネルギー利用のあり方について考えをまとめることができる。

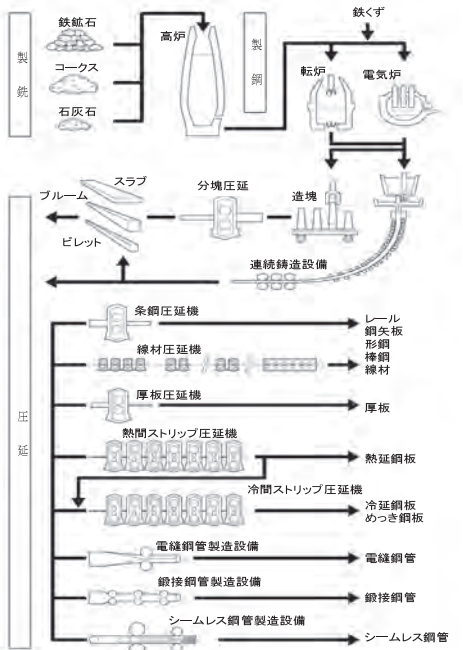
②指導の手だて

1 動力源の変化とエネルギー源

イギリスの綿工業の発展を動力革命の視点からとらえ直す。人力→水力→蒸気力への変化は、生産形態や工場の立地条件に強く影響していることに気付かせ、産業革命や社会の変化の背景には、エネルギーと人とのかかわりの変化があることを知る。同時に、イギリスの工業都市が形成される理由としてもとらえさせる。また、蒸気機関の発明や改良が、生産性の向上や交通の発達に結び付く重要なポイントであることに気付かせ、蒸気機関の特色から、石炭や鉄が重要な資源や素材であることに見方を広げさせる場面とする。

2 蒸気力の利用が社会に及ぼした影響

蒸気力への転換を、石炭の消費量の増加をとらえさせる切り口として扱い、石炭の急激な増産が産業革命の背景にあることに気付かせる。石炭を大量に輸送することが、交通革命に結び付いており、特に鉄道の発展が人々の生活に結び付くことを理解させる。また、製鉄技術の進歩を、木炭から石炭へのエネルギー転換をとらえる題材として扱う。それまでのエネルギー資源の中心は木材あり、産業革命進展の背後に「森林の枯渇」の克服があったことに気付かせ、人とエネルギーとのかかわりについての考察を深めさせる。



鉄鉱石から製鉄鉄鋼製品ができるまでの工程
(鉄鋼連盟Webページ等から作成)

(2) 補充資料

①ワットの改良点

シリンダ内部を冷却しないので熱効率が良くなり、熱料炭を大幅に節約できた。

②製鉄の工程について（右図）

コークスとは石炭を蒸し焼きにして不純物を取り除いたもので、鉄鉱石を高温で溶融させ、鉄への還元反応を起こしやすくする。

1. 動力源の変化とエネルギー源

(1) イギリスの綿工業の発展を動力の面から調べてみよう。

・ジェニー紡績機から19世紀の紡績工場までで、使われた動力を（ ）に書こう。
ジェニー紡績機 → アークライトの水力紡績機 → 19世紀の紡績工場
（ ）力 （ ）力 （ ）力

・工場制手工業と工場制機械工業を比較し、立地条件について考えよう。
水力紡績機を使う工場が山間部に位置していた理由を考えよう。

蒸気機関を動力とすることで、工場が平野部に進出できた理由を考えよう。

・都市形成と動力の変化の因果関係を考えよう。

(2) 水力から蒸気力への転換について調べてみよう。

・ニューコメンとワットの蒸気機関の違いを読み取ってみよう。

・ワットが改良した蒸気機関は、どのようなことに応用されたか考えよう。

2. 蒸気力の利用が社会に及ぼした影響

(1) 蒸気力への転換は、どのような分野に影響を及ぼしたか調べてみよう。

・資源に限らず人や食料など様々な物を輸送し、都市と都市を結び付ける役割を担う中心となったのは、運河と鉄道のどちらでしょうか。

・機械や交通網の発達を支えた資材は何かを考えよう。

(2) 森林の枯渇とエネルギー転換について考えをまとめよう。

・銑鉄生産量の増加による「森林の枯渇」をどのように克服したかを調べよう。
鉄の生産に、木炭ではなく何を使えるようにしたのでしょくか。

・産業革命とは、エネルギーと人とのかかわりをどのように変化させた出来事だったのでしょくか。自然条件とのかかわりも考えて、文章で書こう。また、現代のエネルギーと人とのかかわりについても自分の考えを書いてみよう。

2 日本の産業革命①

1. 製糸業と紡績業の発展を動力(源)の面から比べてみよう

製糸業の発展を調べてみよう。

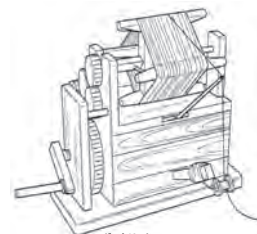


図1 座繰り機（幕末～）



フランスの繰糸機や蒸気機関等を導入した日本初の器械製糸工場（国立国会図書館Webページから転載）

図2 富岡製糸場（1872年～）



天竜川の水車

イタリアとフランスの特徴を取り入れた諏訪式繰糸法が発達、動力に天竜川の水力を利用（1870年末～）

（岡谷インターネット美術館から転載）



岡谷駅の引込線

その後、蒸気力が導入され、全国から石炭が岡谷駅に運ばれた（大正時代）

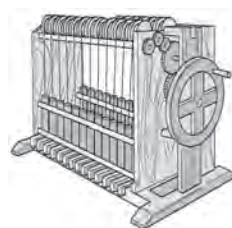
図3 岡谷の器械製糸場

欧州から器械製糸の技術が導入され（図2）、日本の状況に合わせて改良され（図3）、明治末期には世界一の生糸生産国となった。

・これらの資料の動力源に着目しよう。

年代の移行とともに動力源がどのように変化しているか整理しよう。

紡績業の発展を調べてみよう。



日本独自のガラ紡機（1876年考案）



図4 ガラ紡（1876年～）



矢作川の船紡績
三河地方を中心にガラ紡績機を使用して、山間部の水車紡績や、外輪船のような水車を利用した船紡績が栄えた。

写真提供：日本和紡績工業組合

（浪華商工技芸名所知稼
大阪府立中之島図書館
請求記号【542.3-6】）

図5 大阪紡績会社（1883年～）



当初はガラ紡による紡績が発達したが、1883年開業の大阪紡績会社（東洋紡の前身）は、蒸気力を動力源とし西洋式機械紡績の基礎を築いた。この会社の成功が紡績業の大工業化に結び付き、鐘淵紡績（カネボウ）や倉敷紡績（クラボウ）などが次々と設立された。

・これらの資料の動力源に着目しよう。

年代の移行とともに動力源がどのように変化しているか整理しよう。

・大阪紡績会社は開業1か月後に24時間操業を始めている。これはどんなエネルギーの利用を促進したか考えよう。

製糸業と紡績業が蒸気力で近代化されていく当時の電力事情について調べてみよう。

多くの製造業が先をいく欧米の技術を導入し追いつける形で進展した中、電気事業は当時の欧米においても新しく出現した技術であり、ほぼ、欧米と時間遅れなく日本に導入され発達していった。エジソンが白熱電球を実用化（1879年）し、ニューヨークで世界最初の電灯事業が始められた年（1882年）の5年後（1887年）には、東京電灯が我が国初の電灯事業を開始している。その後、日本各地で多くの電灯会社と水力電気会社（電灯会社に電気を販売）が民間資本によって設立されていった。

蒸気力の利用には巨額の初期投資が必要であり大資本の技術であったが、電動機の利用は初期費用が少なくすみ、中小の企業でも容易に導入できた。すなわち電気エネルギーの利用が分散型の生産システムへの道を開き、その後の日本の産業構造の発達に大きな影響を及ぼした。



東洋紡の前身、大阪紡績会社は1886年に蒸気力を利用した日本初の自家発電で電気照明を開始した。

図6 大正期における東洋紡の様子

2. 繊維産業の発展と日本の経済発展

紡績業の産業革命は、日本の経済発展にどのように役だったのかを調べよう。

綿花などから糸を製造する紡績業は、もともと綿作が盛んであった東海地方や大阪南部で発達し、輸入綿花を使用することによって、国際競争力をもつ日本の主要産業に成長していった（表1参照）。

・表1から、紡績業の進展と貿易量の変化の関係を読み取ろう。

表1 綿糸の生産量と輸出入量の推移（単位：万梱）

	1886	1888	1890	1892	1894	1896	1898	1900	1902
生産	1.6	3.3	10.8	21.8	30.4	42.8	67.0	64.5	77.0
輸出	—	—	0.003	0.01	1.1	4.1	22.9	20.8	19.7
輸入	8.2	15.8	10.6	8.1	5.3	6.7	5.4	3.0	0.8

出典：農商務省編纂『日本綿糸紡績業沿革記事』134-135頁

・産業はその他の様々な産業とかわりあって発展する。繊維産業の発展はその他のどのような産業の発達に影響しているか考察しよう。

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・産業革命を牽引した製糸業と紡績業の発展過程を動力源の変遷過程からとらえ、エネルギー源の転換と産業の進展とのかかわりを説明できる。
- ・繊維産業が大規模化し国際競争力のある産業へと成長する過程の学習を通して、エネルギーの活用と近代化の進展について考えをまとめられる。

②指導の手だて

1 製糸業と紡績業の発展を動力（源）の面から比べてみよう

伝統的な生産体系を生かしながら進展した製糸業と、輸入綿花と新型機械の導入にスムーズに移行した紡績業を対比的にとらえ、両者の動力（源）とのかかわりに焦点を当てることで、積極的なエネルギー源の転換が近代化を進めたことを理解させ、産業の発展に対するエネルギー利用のかかわり方の重要性に気付かせる。また、人力・自然エネルギーの利用から動力（源）としての蒸気力（石炭）の利用への転換のみならず、電気エネルギーというこの時代における次世代のエネルギーの利用が、すでに重要な意味をもっていることに気付かせる。

2 繊維産業の発展と日本の経済発展

繊維産業の産業革命が日本社会の発展を先導したことを認識させるとともに、製品やエネルギー資源の輸送、生産機械や輸送機械の生産、輸送のための社会基盤の整備など、社会基盤が整備され発展していくこととのかかわりでとらえさせることによって、次時の追求の視点の一つに位置付け、学習に連続性をもたせる。

(2) 補充資料

- ・製糸業＝蚕の繭から絹糸を生産。動力源として人力と水力と蒸気力が併存した。
- ・紡績業＝綿花など比較的短い繊維から糸を生産。東海地方や大阪南部で綿作が盛んであったことと、安い輸入綿花を使うことから、愛知や大阪で発達した。
- ・座繰器＝幕末の製糸業の主体となっていた道具。木製歯車で巻き取り速度が速くなっている。イラストのハンドルから、人力であることが分かる。
- ・富岡製糸場＝繭の産地と石炭の産地に近いことから、富岡の地に設立された。
- ・諏訪式製糸器械＝イタリア式とフランス式を模倣し、多くの部分が木製で、安価で購入することができた。
- ・ガラ紡＝臥雲辰致が考案し、1877年の第1回内国勧業博覧会で賞を得た。人力から水力に移行しているが、機械紡績に圧倒された。
- ・紡績機＝多くの大工場は、最新式のリング式精紡機を導入していた。
- ・大阪紡績会社はランプ照明によって24時間操業を開始したが、電球照明を導入することによって綿くず等への引火による火災発生の危険性を低減することができた。
- ・電灯会社の発電は石炭ボイラと組み合わせた蒸気機関によって開始された。日本初の商業水力発電は1892年に京都市営・蹴上発電所で、日本初のタービン発電機による火力発電は1906年に東京電灯・千住火力発電所で始まった。

1. 製糸業と紡績業の発展を動力（源）の面から比べてみよう

(1) 製糸業（蚕の繭から絹糸を製造）の発展を調べてみよう。

- ・年代の移行とともに動力源がどのように変化しているか整理しよう。

座繰器	=	() 力	年代 ()
富岡製糸場	=	() 力	年代 ()
岡谷の製糸工場	=	() 力	年代 ()
岡谷の製糸工場	=	() 力	年代 ()

(2) 紡績業（綿花など比較的短い繊維から糸を製造）の発展を調べてみよう。

- ・年代の移行とともに動力源がどのように変化しているか整理しよう。

ガラ紡	=	() 力	年代 ()
矢作川の水紡績	=	() 力	年代 ()
大阪紡績会社	=	() 力	年代 ()

- ・大阪紡績会社が24時間操業を始めたことはどんなエネルギーの利用を促進したか。

エネルギー： 用途：

(3) 製糸業と紡績業が蒸気力で近代化されていく当時の電力事情について調べてみよう。

- ・製糸業と紡績業が欧米に追い付くことを目標に発達したのに対し電気の利用はどのように発達したか、その違いを考えてみよう。

- ・動力源としての蒸気力と電動機の違いが産業の発達に及ぼした影響の違いについて考えてみよう。

2. 繊維産業の発展と日本の経済発展

紡績業の産業革命は、日本の経済発展にどのように役だったのかを調べよう。

- ・表1から、紡績業の進展と貿易量の変化の関係を読み取ろう。

- ・産業はその他の様々な産業とかかわりあって発展する。繊維産業の発展はその他のどのような産業の発達に影響しているか考察しよう。

2 日本の産業革命②

1. 交通機関の発達

工業の発達が、交通機関の発達を促したことを調べよう。

工業の発達は、イギリスにおける産業革命同様、製品や原料・燃料の運送手段の発達を促した。



鉄道博物館提供

鉄道作業局137号機関車、日本国有鉄道の前身である逓信省鉄道庁が製造した日本初の国産蒸気機関車

図1 国産第1号機関車（1893年）



三菱重工業㈱長崎造船所提供

主機関に蒸気タービンを搭載した東洋汽船向け客船。燃料に初めて重油を使用した。

図2 天洋丸（東洋汽船、1908年完成）

表1 遠洋航路の開拓

年	海運会社	就航開始航路
1893	日本郵船	インド、ボンベイ（ムンバイ）航路
1896	日本郵船	ヨーロッパ航路・北米航路・オーストラリア航路
1896	日本郵船	台湾航路
	大阪商船	台湾航路
1898	東洋汽船	北米、サンフランシスコ航路
1905	東洋汽船	南米、チリ航路
1909	大阪商船	米、タコマ航路

- ・鉄道や海運が発達する時期を調べよう。
- ・大量生産や大量輸送の実現と機関車や船舶の国産化との関係を考えよう。
- ・生産機械や輸送機の国産化に必要な資材は何かを考えよう。

2. 製鉄業の発展

日本の製鉄業の発展の様子を調べ、エネルギー資源とのかかわりを考えよう。

官営八幡製鉄所は、1400万円の巨費を投じて福岡県八幡村（現、北九州市）に建設された。中国の大冶鉄山の鉄鉱石を用い、九州筑豊の石炭を燃料とした。1897年に着工し、1901年から操業を始めた。当時の首相、伊藤博文も製鉄所を訪れ、記念写真（図3）を撮っている。

- ・官営八幡製鉄所と日清戦争との関係を調べよう。
- ・当時の日本における官営八幡製鉄所の重要性について考えよう。

表2 日本の鉄供給量の推移 (単位：千トン)

	1900	1902	1904	1906	1908	1910
総供給量	45	69	131	242	241	293
国内生産量	23	40	68	141	146	188
(内、八幡製鉄所)	—	10	32	100	103	129
輸入量	22	29	63	101	95	105
国内生産量の%	51%	58%	52%	58%	61%	64%

出典：大江志乃夫著『日本の産業革命』p294より抄録

石炭の産出量は、1880年頃に約100万トンであったものが、1895年頃には約300万トンに増えている。筑豊炭田が開かれてからは、1905年頃に約1200万トンを産出し、1910年頃には約1600万トンと急増している。

- ・日本の鉄生産量の推移を調べ、八幡製鉄所が果たした役割を考えよう。
- ・鉄生産量と石炭産出量の間接関係を考え、日本の重工業の発達とエネルギーとの関係を説明しよう。

図4に、当時の粗鋼生産量とセメント生産量の増加状況を人口の推移とともに示す。セメントと鋼材はあらゆる建設投資に使われるので、社会の発展や工業力の進展を測ることができる。また、鋼材もセメントもその生産には大量のエネルギーを必要とするため、エネルギー消費量も急速に増加している。



明治33年（1900年）内閣総理大臣、伊藤博文が視察と激励に訪れたときの記念撮影。

図3 建設中の官営八幡製鉄所 東田第一高炉

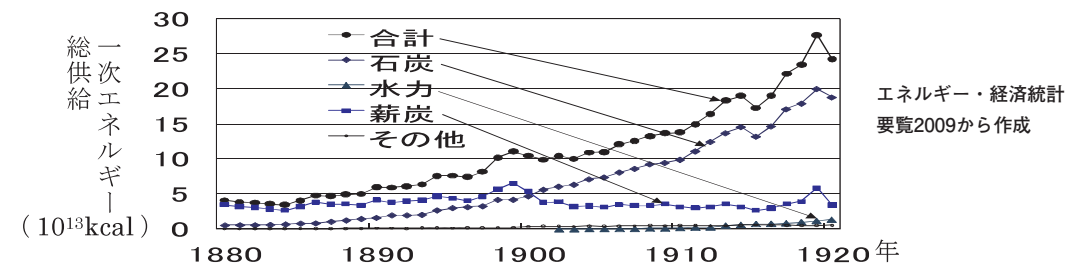
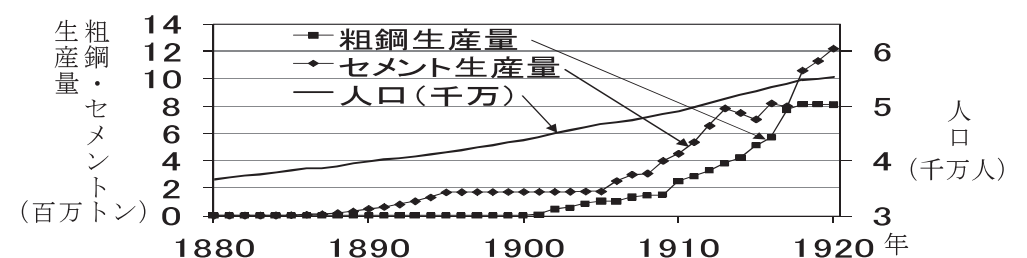


図4 我が国の粗鋼・セメント生産及び1次エネルギー総供給の推移

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・繊維産業に代表される軽工業や交通網の発達、重工業部門での産業革命につながっていること、さらに、日本の産業革命は日清・日露戦争とのかかわりが強いことを説明できる。
- ・重工業はエネルギー多消費産業である。その発達はエネルギー資源の開発と密接に結び付いていることを説明できる。

②指導の手だて

1 交通機関の発達

繊維を生産する機械や蒸気機関車、蒸気船などに目を向けさせ、それらを生産したり輸送したりする機械や装置の整備には鉄が欠かせず、鉄の確保が重要であることに気付かせる。そして、これらの生産技術の革新と動力革命が結び付きながら、日本の産業を進展させることを理解させる。

2 製鉄業の発展

官営八幡製鉄所を設立するのに必要な資金や、八幡という位置の優位性を考えさせ、日清戦争とのかかわりの大きさを理解させる。また、官営八幡製鉄所の規模の大きさや、伊藤博文が訪れていることなどから、政府をあげての重要政策であったことを理解させる。

日本の銑鉄の確保が、輸入依存から国産中心に変化していく過程を調べさせ、その中で八幡製鉄所の重要性に気付かせる。国内の重工業の発達を、石炭というエネルギー資源の開発と関連付けて理解させるとともに、日本の国内での銑鉄生産量が大きく増加する時期を調べさせ、日本の第2次産業革命が軌道に乗ることと日露戦争との関係を考えさせる。また、工業化の進展や社会基盤の整備は大量のエネルギー消費に支えられていたことの認識を深める。

(2) 補充資料

- ・鉄鋼生産力の高まりを、生産する企業の設立年との比較でとらえることもできる。

鉄鋼生産企業の設立年と製鋼能力

企業名	設立年	1913年の製鋼能力 (t)
八幡製鉄 (官営)	1901	375,000
住友製鋼	1901	23,000
神戸製鋼	1905	11,000
日本製鋼	1907	158,000
日本鋼管	1912	38,000

〔出典：大江志乃夫著『日本の産業革命』p295より抄録〕

- ・粗鋼とは圧延や鍛造などの加工を施す前の鋼で、最終的に加工されて耐久消費財や建築材料となることから、粗鋼生産量は経済評価の指標として用いられる。セメントはあらゆる建設投資に使われるが長期保存ができないことから、固定資産投資の増減を測る指標となる。

1. 交通機関の発達

工業の発達が、交通機関の発達を促したことを調べよう。

- ・国産の機関車や海運が発展する時期はいつ頃か。
- ・大量生産や大量輸送の実現と機関車や船舶の国産化との関係を考えよう。

- ・大量生産や大量輸送の実現のために必要となる資材は何か。

2. 製鉄業の発展

日本の製鉄業の発展の様子を調べ、エネルギー資源とのかかわりを考えよう。

- ・官営八幡製鉄所と日清戦争との関係を調べよう。
八幡製鉄所の設立にかかわる費用や資源の確保について調べよう。

- ・当時の日本における官営八幡製鉄所の重要性について話し合おう。

- ・日本の銑鉄生産量の推移を調べ、八幡製鉄所が果たした役割を考えよう。

国内での銑鉄生産が急増する時期は？

国内生産量が輸入量より安定して上回る時期は？

官営八幡製鉄所が果たした役割について説明しよう。

- ・銑鉄生産量と石炭産出量の間関係を考え、エネルギー資源の開発が、産業の発展に及ぼした影響について説明しよう。

3 日本経済の高度成長

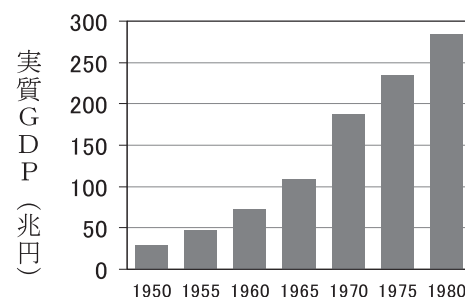
1. 高度経済成長の始まりとその進展

今、当たり前の経済的豊かさは、どのように生まれたのだろうか。

朝鮮戦争（1950～53年）により、トラック、石炭、自動車修理などでアメリカ軍の注文が相次ぐ特需があった。これにより日本経済は戦前の水準を上回った。1956年の経済白書で「もはや戦後ではない」と言われた。日本経済の成長に関連する流行語例は次の通り。

- ・もはや戦後ではない（1956年） 太平洋戦争後の復興が終了したことを指す言葉。
- ・消費は美德（1959年） 消費の増大で豊かさや幸せが手に入るという考え。
- ・所得倍增計画（1960年） 池田内閣の下で策定された長期経済政策。
- ・レジャーブーム（1961年） 余暇への関心が高まり行楽地に人が集まった現象。
- ・金の卵（1964年） 地方の中学の卒業生は貴重な労働力であるという考え。
- ・昭和元禄（1968年） ぜいたくで気楽に過ごす人の多さを風刺した言葉。

資料を活用して高度経済成長の様子を確認しよう。



出典：日本統計年鑑から作成

図1 国内総生産（GDP）の推移
GDPは、1955年からの20年間で約5倍に増加し、1967年にはGDP世界第2位の経済大国になった。

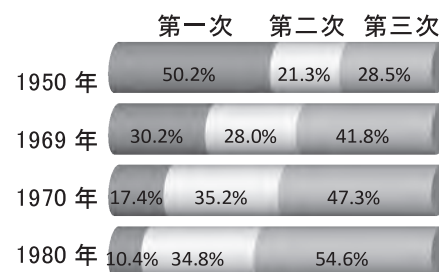
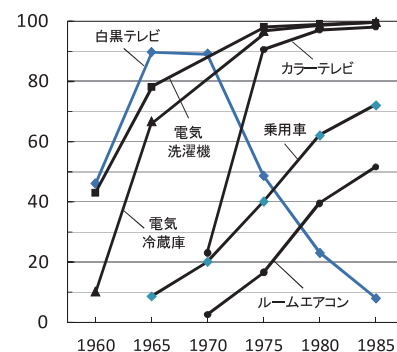


図2 産業別就業者割合の推移

経済成長の中で、第一次産業から第二次産業・第三次産業へと就業割合が変化した。これは、先進国に共通して見られた。



出典：内閣府経済社会総合研究所「経済要覧」から作成
図3 耐久消費財の普及率の推移



図4 三種の神器の切手

豊かさの象徴であった「三種の神器」の普及の背景には、エネルギーの安定供給があり、豊かな生活を支えていた。

切手に見られる「3C」も豊かな生活の象徴であった。

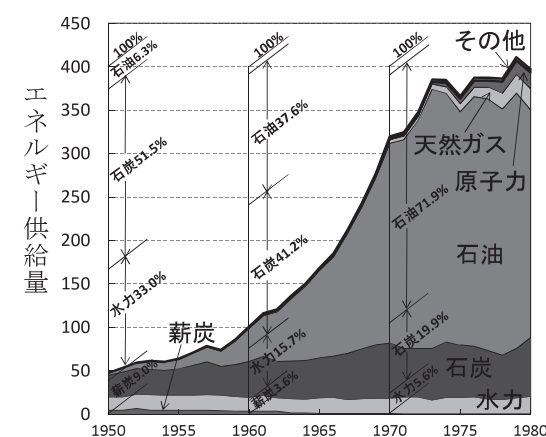
2. 高度経済成長期におけるエネルギー革命や技術革新を調べてみよう

エネルギー革命や技術革新は経済成長をどのように後押ししたか説明しよう。

【エネルギー革命と生活の向上】

高度成長を支えたのは、安価な海外の石油であった（図5参照）。石油は単位重量当たりの発熱量が石炭に比べて多く、また取り扱いや輸送に優れているので、工業製品の原料だけでなく多様な二次エネルギーに変換されて広範囲に利用されていた（図6参照）。日本における1960年代の石油によるエネルギー革命は、産業の発展と生活水準の大幅な向上をもたらしたが、国内での石油の産出量は乏しく、エネルギー資源の海外依存を急速に強めることともなった（自給率は、1950年：80%→1970年：20%未満と大幅に低下した）。

発電の主力エネルギー源についても1950年～1970年の間に水力・石炭から石油に切り替わっていった。



出典：エネルギー・経済統計要覧2009から作成

図5 一次エネルギー供給量と内訳の推移

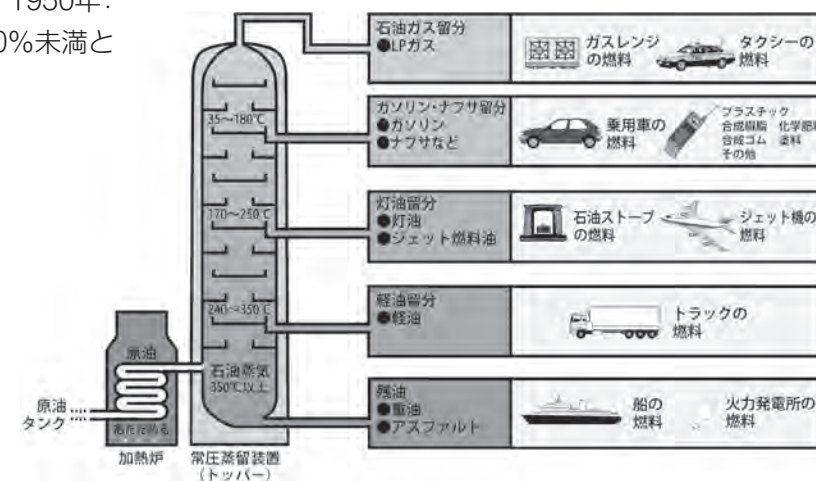
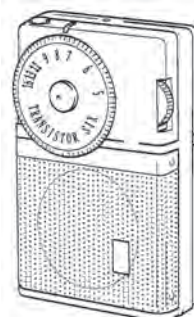


図6 石油の精製工程と用途 出典：石油連盟「石油基礎資料」から

【高度経済成長期の技術革新例ートランジスタラジオ】

それまでの真空管を利用したラジオと比べ小型化され、消費電力も少なくなった。

1957年、日本で生産された当時世界最小のトランジスタラジオは、ポケットに入るまでに小型化が進んでいた。



航空機がチャーターされ、トランジスタラジオがアメリカに大量空輸された。固定していた円とドルの交換比率も日本製品の輸出を促す要因であった。

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・高度経済成長の始まりとその進展を、当時の流行語や諸資料を活用して説明できる。
 - ・高度経済成長の要因や大工業地帯の形成をエネルギー革命や技術革新と関連付けて説明できる。
- ②指導の手だて

1 高度経済成長の始まりとその進展

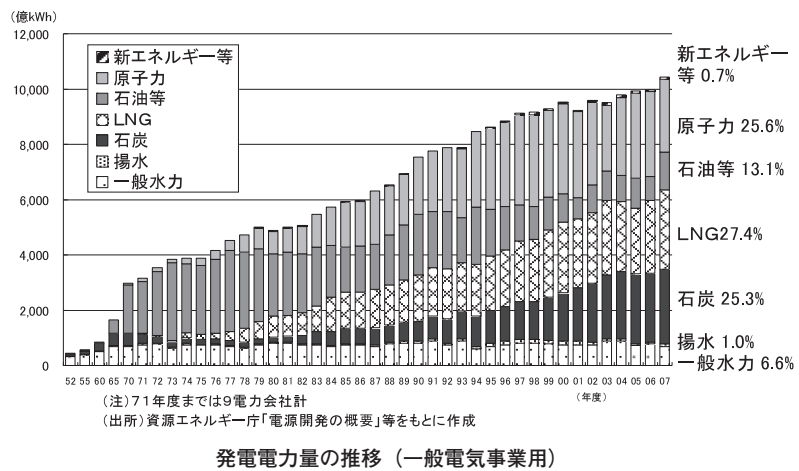
まず、高度経済成長の始まりを朝鮮戦争による特需と結び付けてとらえさせたい。その後の経済状況については、当時の流行語を取り扱い、とく観念的になりがちな経済的分野について内容の理解を深める。また、GDPの伸び、産業構造の変化、耐久消費財の普及といった多様な視点でグラフを読み取らせ、資料の有効活用を図りたい。

2 高度経済成長期におけるエネルギー革命や技術革新を調べてみよう

エネルギー革命や技術革新は高度経済成長の要因の一つである。特に、エネルギー革命と関連させて、授業では一次エネルギーから二次エネルギーへの加工・変換を取り上げ、石油の有用性を実感させたい。また、石油の輸入に伴うコンビナートの形成により、臨海部に巨大埋立地が見られるようになったことを把握させ、地理的分野における産業学習との関連を図るとともに、次時の環境問題の学習につなげる。

(2) 補充資料

このエネルギーパーツの学習では、次の補充資料を用いて発電電力量の推移を扱う。この資料を効果的に活用することで、現在及び将来のエネルギー問題について討論する場を別にもつこともできる。



〈補充資料を用いた発問例〉

【このエネルギーパーツでの学習】

- ・1970年代前半までにおいて、発電の中心となっているエネルギー資源は何だろう。

【現在及び将来のエネルギー問題について討論する学習（後日）】

- ・新エネルギーで、現在の発電量をまかなうことはできるのだろうか。
- ・将来、どのような発電の構成が望ましいあり方なのだろうか。

1. 高度経済成長の始まりとその進展

- (1) 1956年の流行語「もはや戦後ではない」は、どのような状況を表しているのだろうか。「特需」という言葉を必ず用いて説明しなさい。

- (2) 資料を活用して、次の質問に答えなさい。

- ・日本の国内総生産（GDP）は、1955年から75年の20年間で約何倍に増加したか。
- ・経済成長の中で、産業別就業者割合はどのように変化していったのだろうか。

- ・「三種の神器」について説明しなさい。

「三種の神器」とは何か。

その普及率が高くなっていったのは西暦何年から何年頃のことか。

「三種の神器」の共通点は何か。

2. 高度経済成長期におけるエネルギー革命や技術革新を調べてみよう

エネルギー革命や技術革新は、なぜ高度経済成長を後押ししたのだろうか。その理由を話し合おう。

グループでの話し合い

学級での交流で明らかにした内容



4. 社会科公民的分野におけるエネルギー環境教育

(1) 公民的分野の特性

広い視野に立って公民としての教養を培うことを主たる役割とし、社会科の最終目標である公民的資質の基礎を養うことと直結している。地理・歴史両分野の学習を踏まえ、社会科のまとめとして第3学年に配置されている。授業数は100単位時間である。

主な学習視点は、次の3点である。

- ①国民主権を担う公民として欠くことのできない個人の尊厳と人権の尊重や民主主義に関する理解を中心に、国民・市民としての基礎的教養を身に付ける。
- ②政治・経済・社会の重要な事象に関する学習を深め、現代社会についての見方・考え方を養うとともに、国際関係にも注目して問題をとらえ、平和や福祉に貢献しようとする意欲や態度を培う。
- ③様々な資料を多面的、総合的に考察し、公正な社会的判断力を養う。

(2) 公民的分野のねらい（学習指導要領による）

- ア. 個人の尊厳と人権の尊重の意義、特に自由・権利と責任・義務の関係を広い視野から正しく認識させ、民主主義に関する理解を深めるとともに、国民主権を担う公民として必要な基礎的教養を培う。
- イ. 民主政治の意義、国民の生活の向上と経済活動とのかかわり及び現代の社会生活などについて、個人と社会とのかかわりを中心に理解を深め、現代社会についての見方や考え方の基礎を養うとともに、社会の諸問題に着目させ、自ら考えようとする態度を育てる。
- ウ. 国際的な相互依存関係の深まりの中で、世界平和の実現と人類の福祉の増大のために、各国が相互に主権を尊重し、各国民が協力し合うことが重要であることを認識させるとともに、自国を愛し、その平和と繁栄を図ることが大切であることを自覚させる。
- エ. 現代の社会的事象に対する関心を高め、様々な資料を適切に収集、選択して多面的・多角的に考察し、事実を正確にとらえ、公正に判断するとともに適切に表現する能力と態度を育てる。

(3) 公民的分野におけるエネルギー環境教育のねらい

- ①認識形成
 - ・経済活動が活発になるとエネルギー消費が増えて環境汚染や公害を伴うことがあるが、行政や企業はそれらの問題を防止し改善する社会的責任を担っていることを説明できる。
 - ・資源・エネルギーの需給をめぐって国際的な競争が激しいことを理解し、その動向について説明できる。
 - ・地球温暖化や地球的規模の環境問題について理解し説明できるとともに、持続可能な社会の形成に向け取り組むべき課題を指摘できる。
- ②学び方形成
 - ・経済活動・エネルギー利用・環境問題三者の関係を多面的に考察できるとともに、課題解決のための考えをまとめることや意見の表明ができる。
 - ・エネルギー消費や資源の需給にかかわる国際関係や地球的規模の課題を調べ、それら

を総合して考えをまとめることができる。

③人間形成

- ・エネルギー利用や消費生活のあり方を自分の生活と結び付けて考察し、問題点をあげ、持続可能な社会の形成者としての態度をつくることができる。
- ・地球的規模の環境問題について理解を深め、一人ひとりの個人がなすべきことは何かを考え、実践的な態度をつくることができる。

(4) 重点単元とエネルギーパーツ

公民的分野では、地理・歴史両分野の成果を生かし現代社会の問題を追求する学習が展開されるから、内容が重複することも多々あるが、それらを総合するとか課題解決的に取り組むなどの授業が期待される。

エネルギー環境教育に関する重要な内容は、「ア. 経済活動におけるエネルギー消費とそれに伴う公害や環境問題」「イ. エネルギー資源の需給をめぐる国際社会の動向や国際競争」「ウ. 地球温暖化と地球環境問題」「エ. 持続可能な社会の形成を目指す国や国際社会の努力」等々であり、これらを重点単元としてエネルギーパーツを展開する。イ、ウ及びエの3パーツは第3学年の最終段階に配置されるので、3年間の社会科学学習のまとめとして、また、理科や技術・家庭科等での学びも含めた中学校3年間におけるエネルギー環境教育のまとめとして、自己の生き方につなげ、意思決定を迫る授業の工夫、展開が求められるであろう。

学年	重点単元（小単元）	エネルギーパーツ
3年	① 国民の生活と政府の役割（7時間） [大単元「私たちと経済」の1小単元]	公害の防止と環境保全（2時間）
3年	② 世界平和と人類の福祉②（7時間） [大単元「国際社会の諸課題」の1小単元]	エネルギー資源をめぐる国際競争（1時間） 地球環境問題に対処する国際社会（1時間） 資源・エネルギーに関する将来ビジョン（1時間）

(5) 重点単元とエネルギーパーツの扱い

① 国民の生活と政府の役割（第3学年）

〈小単元の目標〉（7時間） ・国民生活と福祉の向上を図るために、国や地方公共団体が行っている社会資本の整備、公害防止などの環境保全、消費者保護などについて理解し、政府の経済的な面での役割の重要性を考える。	エネルギーパーツのねらい 【公害の防止と環境保全】（2時間） ・公害や環境汚染の実情をあげ、エネルギー利用との関係を説明できる。 ・公害防止や環境保全に対する行政や企業の努力について説明できるとともに個人協力の大切さも指摘できる。
--	--

小单元「国民の生活と政府の役割」（7時間）

課題把握と調査計画 国民生活における 様々な課題につい ての研究計画 (1h)	社会資本の充実 公共事業 生活関連の社会資 本の充実 (1h)	公害防止と環境保全 (1) 公害や環境汚染の 実態とエネルギー の関係 (1h)	公害防止と環境保全 (2) 公害防止や環境保 全に関する行政、 企業、個人の努力 (1h)
消費者の保護 消費者保護の法と 運用、行政や企業 の努力 (1h)	社会保障の現状と課 題（1） 様々な社会保障の 種類と実情 (1h)	社会保障の現状と課 題（2） 社会保障の課題と 行政、企業、個人 の役割 (1h)	

この小单元は、国民生活と福祉の向上を図るために、国や地方公共団体が行っている様々な事柄について理解を深め課題をとらえるとともに、その解決に向けて行政や企業は何をなすべきか、個人はどう協力できるかを考察することがねらいである。

エネルギー環境教育の面から見れば、公害や環境汚染を引き起こしている原因を追求しエネルギー消費との関係なども把握して、問題に取り組む行政や企業の努力を調べ理解すると同時に、自分は何ができるか、何をすれば良いかなど個人の協力のあり方についての意思決定を求め態度形成を図ることが期待される。

② 世界平和と人類の福祉②（第3学年）

〈小单元の目標〉（7時間）
・世界平和を守るためには、自国の主権を守るとともに、他国の主権を尊重し相互に協力して、人類全体の福祉を発展させることが大切であることを理解する。
・国際社会が抱える様々な課題について理解を深め、課題解決の方途と我が国が担うべき役割、努力を考え、参加の意欲をもつ。
・身近な地域の生活を世界につなげて考察し、諸課題解決への方策を主体的に探り合い、討論を通じ、将来への展望をもつ。

エネルギーパーツ（1）のねらい

【エネルギー資源をめぐる国際競争】
(1時間)

・発展途上国の工業化進展とともに、偏在する資源・エネルギー資源の獲得競争が激化している事実を説明できる。

・資源問題に関する我が国の事情を理解し、資源の有効利用や開発が大切であることを説明できる。

エネルギーパーツ（2）のねらい

【地球環境問題に対処する国際社会】
(1時間)

・地球温暖化その他の環境問題に対処する国際社会の努力や国際会議について説明できる。

・地球環境問題に対する我が国の役割やエネルギー開発、公害防止などの技術貢献について説明できる。

エネルギーパーツ（3）のねらい

【資源・エネルギーに関する将来ビジョン】（1時間）

・地球温暖化防止に向けて、日本が世界から期待されていることを自覚する。

・温室効果ガス削減に向けて、主体的に意見を出し合い、話し合うことができる。

・それぞれの意見を相互に尊重し合って様々な観点から多面的に検討し、グループとして合意形成に至ることができる。

・グループとして合意したことについて自らが具体的に実践できることを考え、行動につなげようとする。

小单元「世界平和と人類の福祉②」（7時間）

飢餓と飽食の矛盾 飽食の先進国の一 方で飢餓にあえぐ 人々が多い事実 国際的な援助の重 要性 (1h)	人口・食糧問題 爆発する人口と日本 や欧米の少子化 人口問題が引きおこ す課題 近づく食料危機 (1h)	資源枯渇の問題 生産活動と資源 資源の偏在と枯渇の 問題 資源の有効利用や 節約の重要性 (1h)	エネルギー資源をめぐる 国際競争 エネルギー資源の偏 在と各国のエネル ギー戦略 我が国のエネルギー 事情と政策 (1h)
地球環境問題に対処 する国際社会 地球温暖化の問題 自然破壊など地球 規模の環境問題 京都議定書その他 の国際協力 (1h)	資源・エネルギーに関 する将来ビジョン 世界のリーダーとし ての日本 日本の将来展望 (1h)	明るい未来を目指して 社会科学習のまとめ (予め課題把握と調べ 学習を進めておく) (1h)	

この小单元は、中学校社会科の最終段階にあり、まとめの学習として世界的な視野で我が国の現在・未来及び国際社会の動向や課題を考え、世界平和と人類の福祉を志向する。

地理・歴史両分野の学習成果を十分に生かし、国際社会が抱える課題をとらえ、課題解決の方途を考察するとともに我が国の地位や果たすべき役割を認識することがねらいである。同時に、それらの課題を自分の生活と結び付けて考え、個人として貢献できることは何かを探り変革、実践する意志や態度の形成を確かめることを目指している。

なお、大单元「国際社会の諸問題」は、前段の国家主権と国際社会、国際連合、国際協力、南北問題、局地戦争、核兵器と軍縮などを取り上げる小单元（7時間）と本小单元の2小单元で構成する。

（高山博之、山本照久、高谷美保）

【単元の執筆者】
①公害の防止と環境保全：山本照久 ②-1エネルギー資源をめぐる国際競争 ②-2地球環境問題に対処する国際社会 ②-3資源・エネルギーに関する将来ビジョン：山本照久、高谷美保

1 公害防止と環境保全①～公害を改善した四日市から学ぼう～

1. 公害被害の拡大とエネルギーの関係

四日市公害の被害拡大を知ろう。

表1の年表は、公害対策基本法の制定に至るまでの、初期の公害被害の拡大とその対策を示している。

1959 (昭和34) 年
第1コンビナート稼働
1960 (昭和35) 年
東京築地中央卸売市場で「伊勢湾の魚は油臭い」と言われる
塩浜地区自治会が公害について市に陳情
三重県が四日市地域で降下ばいじんと硫酸化物の測定開始
磯津でぜんそく症状を訴える人が出始める
1962 (昭和37) 年
市が住民健康調査を毎年行うようになる
1963 (昭和38) 年
第2コンビナート稼働
磯津の漁民が、工場の排水溝をふさぐ実力行使をはかる
1964 (昭和39) 年
磯津の漁民に補償金が出るが、総額3,600万円であった
(年間被害額は8,000万円以上であった)
公害患者が肺気腫で死亡
市が小学校・幼稚園に空気清浄機設置
1965 (昭和40) 年
市単独の公害患者認定制度開始
勧告によりコンビナートの高煙突化が始まる
1966 (昭和41) 年
コンビナート隣接地域の住宅移転
県が大気汚染の常時監視始める
1967 (昭和42) 年
第3コンビナート誘致を市議会が決定
公害対策基本法の制定

出典：四日市公害資料館Webページ

<http://www.city.yokkaichi.mie.jp/kankyo/nenpyo.html>

の「第1期 公害のおこりと経過」から抄録

表1 四日市公害の初期段階における経緯

図2の2枚の写真が示すように、石油化学コンビナートの稼働によって、四日市の海と空は汚れ、多くの被害が発生した。

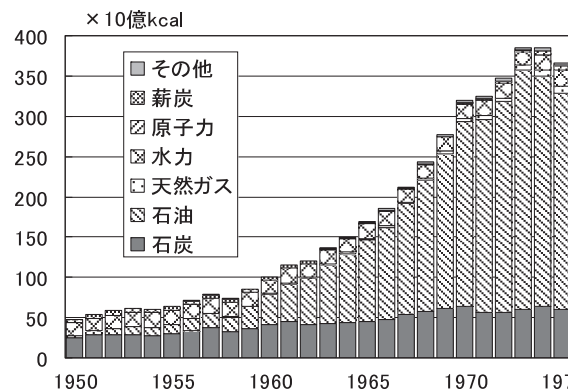


図3 日本の一次エネルギー供給の推移

出典：エネルギー・経済統計要覧2010から作成



図1 四日市コンビナートの配置図



四日市公害資料館提供
図2 当時の四日市の空と海の状態

どうして石油化学コンビナートが必要だったのだろう。

高度経済成長とともに、エネルギーの需要が高まり、当時、安価で安定して供給できる石油が注目された(図3参照)。また、石油は、工業原料としての用途が多く、図4のように、関連会社が集まると、輸送費の無駄が省け、生産効率もよいので、全国各地で海岸沿いの埋め立て地に石油化学コンビナートが建設された。

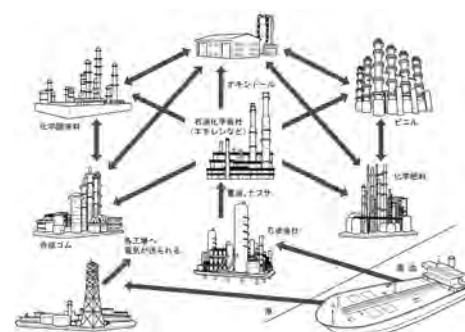


図4 石油化学コンビナートの概要

2. 公害被害拡大の要因とその対応

漁業補償や高煙突化の効果はあったのか。

異臭がする魚は、商品にならず、漁業被害は深刻であった。しかし、その被害額に見合った漁業補償がなされず、多くの漁業関係者の生活が脅かされた。

また、高煙突化は(図5参照)、工場周辺には効果があったが、排出物に対する総量規制がなかったため、低濃度ではあるが汚染物質を遠くに拡散させ、大気汚染を広げることになってしまった。

四日市公害の被害が拡大した要因を考えよう。

直接の原因は、石油化学コンビナートからの排水に含まれる有毒物と石油を燃焼した際に発生する二酸化硫黄(SO_2)などがあげられるが、死者が出るほどの被害が出るようになったのは、様々な社会的要因が考えられる。

住民・行政(国・県・市)・企業のそれぞれの立場における被害を拡大させた要因を、表1や昭和45年度版「公害白書」からの抜粋を読んで考えよう。

〈進展した公害対策〉(第2節「公害対策の進展と今後の課題」から抜粋)

- 第1は、公害対策推進の目標となる環境基準の設定
- 第2は、特定地域の公害防止のための総合的計画の推進
- 第3は、各種規制法の整備と規制措置等の強化
- 第4は、被害者救済制度及び公害紛争処理制度の樹立
- 第5は、公害防止技術の開発の進展及び公害防止のための総合的な調査
- 第6は、企業の公害防止施設の整備に対する助成

〈今後の課題と方向〉

公害防止事業に関する企業の費用負担原則

企業が地域社会と融和し、結集して自主的に公害を防止しようとする努力
公害防止のため広い視野と高い立場から一貫した公害対策を推進



澤井余志郎氏提供
図5 磯津より望む
第一コンビナートの煙突
(1972年1月27日撮影)

Ⅰ 公害防止と環境保全①

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・経済が発展すると必然的にエネルギー消費の増加を伴うことになるが、エネルギー資源の不適切な利用は環境汚染や公害などの深刻な影響を伴うことを説明できる。
 - ・公害被害が拡大した要因を探求しながら、住民・行政・企業の立場を多面的に考察し、問題を防止し改善するための、それぞれの役割や責任について考えをまとめることができる。

②指導の手だて

1 公害被害の拡大とエネルギーの関係

- ・当時の写真を通して、公害の悲惨さを伝える。
- ・四日市公害初期の年表や地理・歴史で学習したことをもとに、高度経済成長時のエネルギー供給を支えた石油と、その結果として発生した公害の関係を考えさせる。

2 公害被害拡大の要因とその対応

- ・四日市公害初期の年表から、住民・行政・企業が、公害に対してどんな対応をとってきたのかをつかませる。
- ・公害は、その発生原因や範囲等の点できわめて多種多様であるため、高煙突化対策を例に、実効性のある対策を実施するには、各種施策を計画的かつ統一的に推進して、総合的に推進する必要性があることをとらえさせる。この考え方は対策が急務となっている温暖化対策の検討にも通じるものである。
- ・四日市公害初期において、様々な公害対策があったにもかかわらず、被害が拡大した背景には、住民・行政・企業それぞれに要因があったことを、資料や地理・歴史で学習したことをもとに、班で考えさせる。

(2) 補充資料

旧塩浜小学校校歌

作詞 伊藤 信一

港のほとり 並びたつ
科学の誇る 工場は
平和を護る 日本は
希望の希望の 光です
塩浜っ小 塩浜っ小
明日の日本 築きます

僕達は

四日市市立塩浜小学校校歌

作詞 伊藤 信一

一、南の国から 北の国へ
世界のつなぐ 船は
希望の希望の 日本は
塩浜っ小 築きます
あすの子の日本 築きます

二、みたひ移った 学舎は
平和を築く 人々の街の
塩浜っ小 歴史は
あすの子の平和を 護ります

三、潮風を この庭に
励ましと 競い合つ
塩浜っ小 築きます
あすの子の力を 鍛えます

僕達は

(四日市市立塩浜小学校許諾)

1. 公害被害の拡大とエネルギーの関係

- ・表1に示されている公害名を書こう。
① () ② ()
- ・表1の公害の発生源は何だろう。
()
- ・どうして、石油化学コンビナートが必要なのか、考えよう。

2. 公害被害拡大の要因とその対応

- ・表1の年表を見て、公害に対する住民・行政・企業の対応をそれぞれあげよう。

〈住 民〉	〈行 政〉	〈企 業〉

- ・表1の年表と図3の石油消費量のグラフを見て、分かることを書こう。

- ・高煙突化は、公害対策として、どんな効果があるのかを書いてみよう。

- ・公害への対応がなされたにもかかわらず、被害が拡大していった要因(問題点)を、住民・行政・企業に分けて、班で考えよう。

住 民
行 政
企 業

1 公害防止と環境保全②～公害を改善した四日市から学ぼう～

1. 裁判の結果とその後の公害対策

四日市公害裁判を知ろう。

1967(昭和42)年 公害患者が、コンビナート企業を相手に損害賠償請求の訴訟を起こす
1972(昭和47)年 判決は原告勝訴となり、大気汚染に対する企業責任が認められる

判決文より

「人の生命、身体に危険があるような汚染物質を出すとき、
企業は経済性を度外視して世界最高の技術知識を動員して防止すべきである」

裁判が始められた以降の公害対策を見てみよう。

○企業の代償

主な企業18社が、「四日市公害対策協力財団」を設立し、1973～1978(昭和48～53)年度の6年間で、約30億円の補償金を支払った。

○行政の法整備と対策

1967(昭和42)年

公害対策基本法制定
三重県公害防止条例制定

1969(昭和44)年

緩衝緑地として中央緑地が完成

1972(昭和47)年

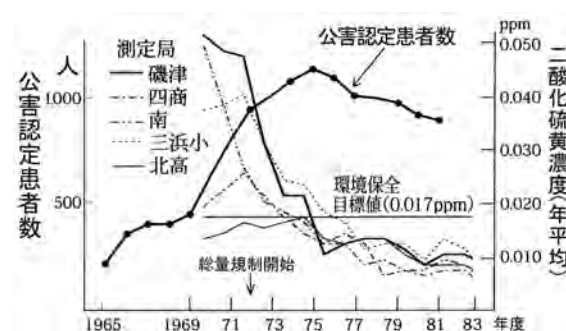
三重県条例による硫黄酸化物の総量規制が始まる(全国で初)

1973(昭和48)年

公害健康被害の補償等に関する法律(公健法)制定

1977(昭和52)年

市内の全測定局で二酸化硫黄の環境基準を達成(1976年度測定結果)(図1参照)



出典：朴恵淑編「四日市学講義」のp102 図4とp104 図5-1をもとに組み合わせた
図1 四日市の二酸化硫黄濃度と公害認定患者数の推移

公害対策から環境保全を目指す社会へ。

1966(昭和41)年から1971(昭和46)年にかけて、民間の公害防止設備投資額は対前年度で34%から69%の伸び(昭和51年度環境白書から)を見せた。設備投資全体に占める公害防止投資の比率は1970(昭和45)年度には約5%、1975(昭和50)年度には17%にまで上昇した(昭和52年度環境白書から)。

企業は厳しい排出基準に適合するため、様々な公害防止技術・ノウハウを開発して設備投資を進め、世界最高水準の公害防止設備を誇るに至っている。また、その技術の蓄積が、現在の省エネやエネルギー関連技術の開発につながっている。

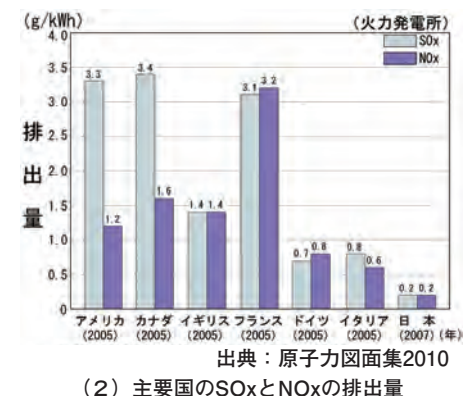
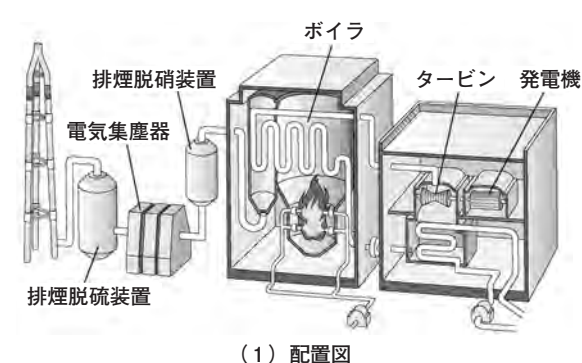


図2 火力発電所と排煙脱硫・脱硝装置

2. 公害を改善した日本(四日市)が果たすべき役割

公害を改善した日本(四日市)は、今後、何をすべきか。

高度成長期における産業型公害以降、我が国の公害や環境問題に対する関心は、生活型公害(安定成長期)、そして地球環境問題(近年)へと変化してきた。以下に示す取り組み例を参考に、今後の日本が果たすべき役割を考えてみよう。

○住民(個人)

- 公害の悲劇とその改善の歴史を知り、伝える
- 行政・企業の環境への取り組みに参画する
- 地球にやさしい行動をする

○行政(国・地方公共団体)

- 規制・監視の強化
- 公害防止のための法令・条例等の整備
- 廃棄物処理施設・下水道等の整備
- 公害の歴史を次世代に伝える
 - ・水俣病資料館(水俣市：1993年)
 - ・新潟水俣病資料館(新潟県：2001年)
 - ・イタイイタイ病資料館(富山県：2010年末完成予定)

●環境(公害防止)技術を世界に伝える

- ・三重県と四日市市：ICETT(財団法人国際環境技術移転研究センター)を設立
- ・水俣市：みなまた環境テクノセンター
- ・北九州市：KITA(財団法人北九州国際技術協力協会)

●環境先進都市として範を示す

- ・環境モデル都市(水俣市、富山市、北九州市など)

○企業

- ・公害対策の継続
- ・環境・公害対策技術の開発
- ・環境・公害対策技術の海外への移転



ICETT(財団法人国際環境技術移転研究センター)提供
図3 企業における現場研修

Ⅰ 公害防止と環境保全②

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・公害防止や環境保全に対する行政や企業の努力について説明できるとともに、その努力が公害を改善し、省エネやエネルギー関連技術などの新たな技術の創出につながっていることを指摘できる。
 - ・発展途上国や日本の将来を担う次の世代へ、公害の改善を通して得られた教訓と技術を伝えるために、行政（国・地方公共団体）、企業、住民（個人）が果たすべき役割を説明することができる。

②指導の手だて

- 1 裁判の結果とその後の公害対策
 - ・グラフをもとに、公害対策の不備が、多くの公害病患者を苦しめ、その代償が大きかったことをつかませる。
 - ・抜本的な公害対策の進展に、大きな変化をもたらしたのが、住民運動であり、損害賠償裁判であることに気付かせる。そして、公害裁判をきっかけに、法整備が進み、行政や企業の公害対策が大きく変化したことを理解させる。
 - ・行政や企業の努力下、公害が改善され、その過程で培われた技術が、現在の省エネ技術の開発に生かされていることを通して、苦難を乗り越える人々の努力が時代を切り拓く原動力であることを認識させる。

2 公害を改善した日本（四日市）が果たすべき役割

- ・これまでの四日市公害に関する学習をもとに、公害を改善した日本が果たすべき役割を、住民（個人）・行政（国・地方公共団体）・企業の立場にたって班で話し合う。その際、エネルギー消費が急増している中国・インドなど発展途上国とのかかわりについても考えさせる。

(2) 補充資料

昭和50年度科学技術白書は、技術目標が、昭和30年代後半の「効率性第一主義」から「効率性と環境保全・安全性・省資源との調和」へと、変わりつつあると指摘している。昭和54年度同白書は、研究開発のもととなる技術的シーズ(種)の所在の調査結果を載せている。開始時点で、約6割のシーズが既に存在し、このうち8割が社内技術である。当該技術開発のために社内で研究を始めたものを合わせると、全体の約8割が自社技術として進められており、戦後の技術革新を通じて、企業が多く技術を社内に蓄積させてきたことが分かる。この蓄積がその後の省エネやエネルギー関連技術の開発につながっている。

具体的な例としては、排出ガス規制強化を受けて、社運をかけて資金・人材を集中的に投入し、世界に先がけてそれぞれ独自の方法でこの難局を乗り切った自動車産業が、これらの技術をベースに、エンジンの改良、触媒の改良、ハイブリッド化等を進め、より一層の省エネルギー化を進めている例などがあげられる。

1. 裁判の成果とその後の公害対策

- ・判決で、大気汚染の企業責任が認められたが、最も問題となった汚染物質を答えよう。()
- ・上の汚染物質によって発生した公害病を答えよう。()
- ・判決以後、公害認定患者数が増えているのはなぜか、考えよう。

- ・企業が開発した主な公害防止設備を調べよう。

2. 公害を改善した日本（四日市）が果たすべき役割

- ・これまでの学習を通して、公害を改善した日本は、今後、何をすべきかを住民・行政・企業の立場にたって、班で考えよう。

〈住 民〉	〈行 政〉	〈企 業〉

- ・判決文を参考に、これからの地球市民としての心構えを書こう。

2-1 エネルギー資源をめぐる国際競争

1. 世界のエネルギー事情について

電気エネルギーの消費量の多い国や地域はどこだろう。

図1は『夜の地球』を写したものである。白く見える部分は電気の灯りで、光り輝いている国や地域ほど電気エネルギーの消費量が多い。

北半球
先進国
人口密集地

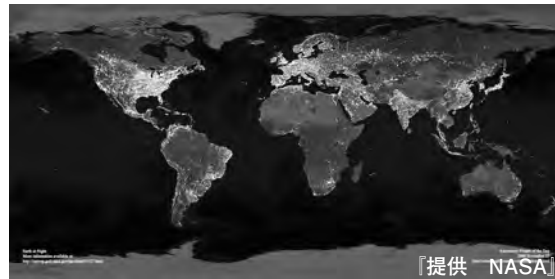
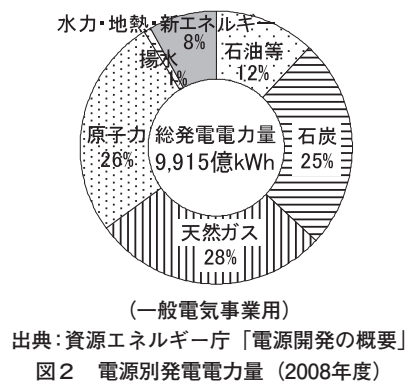


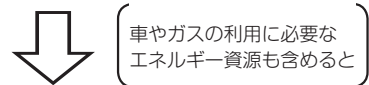
図1 夜の地球

資料：世界最大のエネルギー消費国アメリカの1人当たり消費量は、石油換算で8.2トン／年にのぼり、世界平均（1.8トン／年）の4.5倍に達する。世界第2位の中国の2007年消費量は前年比約9%も増加したが、一人当たりでは1.5トン／年で、まだ世界平均以下である。日本は全体で世界第5位、一人当たりは世界平均2倍強のエネルギー消費国である。（2007年のデータによる）

日本のエネルギー自給率を確かめよう。

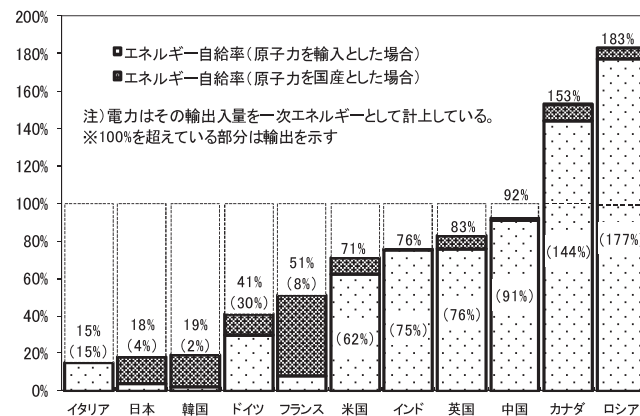


日本は、発電に必要なエネルギー資源を輸入に頼っている。



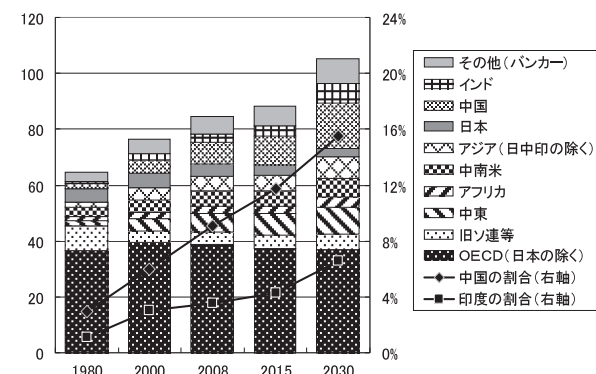
日本のエネルギー自給率は、
4%

化石燃料の輸入依存度
原油（2008年） 99.6%
石炭（2007年） 99.7%
天然ガス（2008年） 96.2%



2. 資源エネルギーに関する今後の課題

限られたエネルギー資源をめぐる、主な国のエネルギー戦略を確かめよう。



世界全体の一次エネルギー資源の可採年数

原油 42年 石炭 122年
天然ガス 60年 ウラン 100年

出典：BP統計2009（石油、天然ガス、石炭：2008）
OECD/NEA-IAEA Uranium 2007（ウラン2007）



今後、エネルギー資源の獲得競争は激化する。次の五つの国のエネルギー戦略から、日本のエネルギー戦略を考えよう！

《主な国のエネルギー戦略》

- ① アメリカ合衆国（世界一のエネルギー消費国）**
 - ・世界一のエネルギー消費国
 - ・石炭、石油、天然ガスの豊富な資源大国
 - ・グリーンニューディール政策
- ② フランス（資源に乏しい資源輸入国）**
 - ・化石燃料の乏しい資源小国原子力開発
 - ・世界第2位の原子力大国
 - ・技術を生かした資源外交
- ③ ロシア連邦（資源輸出国）**
 - ・世界最大の天然ガス資源保有国（世界の25% / 2007年末）
 - ・エネルギー輸出に頼る経済
 - ・エネルギー資源を外交に利用
- ④ サウジアラビア（資源輸出国）**
 - ・世界最大の石油埋蔵量
 - ・エネルギー資源で、外貨を獲得
 - ・豊富な資金を国家の将来の持続的成長に投資
- ⑤ 中華人民共和国（世界大2位のエネルギー消費国）**
 - ・資源は豊富だが、それをはるかに超える消費
 - ・エネルギー資源獲得に向けた外交
 - ・積極的なエネルギー開発



日本が、今後、エネルギー資源を確保するために大切なことは何だろうか。

直接的：代替エネルギーの開発、省エネの推進、資源保有国の支援や共同開発など
間接的：エネルギー環境教育の充実、日本の将来を担う人材育成など

2-1 エネルギー資源をめぐる国際競争

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・発展途上国の工業化進展とともに、偏在する資源・エネルギー資源の獲得競争が激化している事実を指摘できる。
 - ・資源に乏しい我が国が、安定した資源を確保するための方策を説明できる。

②指導の手だて

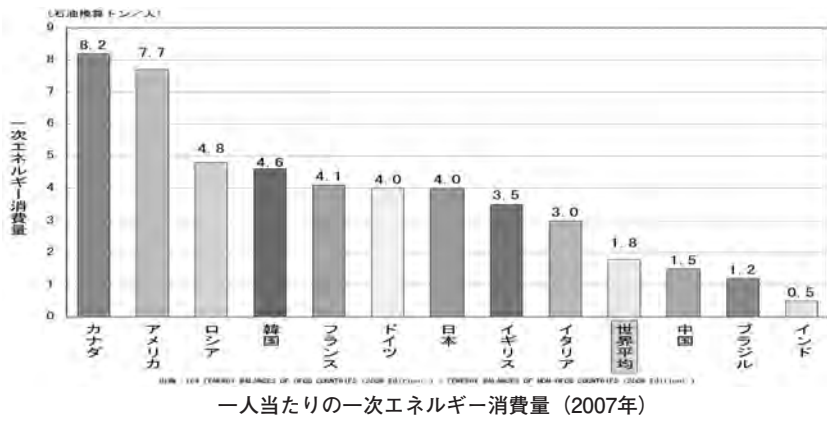
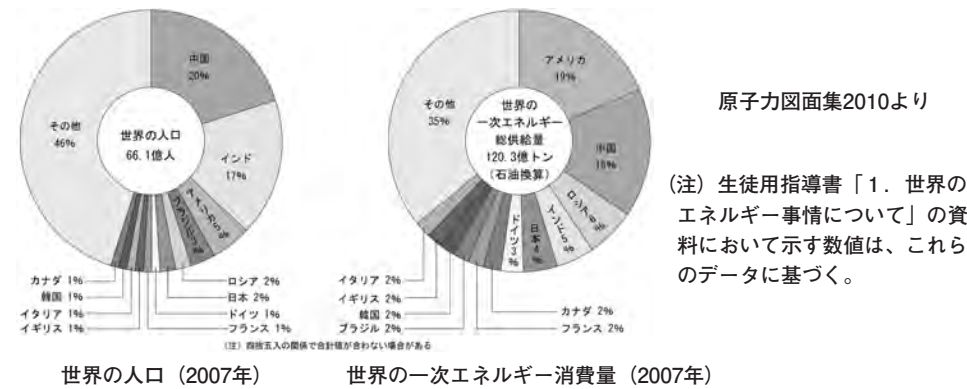
1 世界のエネルギー事情について

- ・「夜の地球」の写真から、エネルギー消費の多い国や地域を確認させ、エネルギー資源が偏って存在していることやエネルギー資源が枯渇していくことを認識させる。
- さらに、世界の人口増加、発展途上国の工業化進展など様々な問題により、資源獲得競争が激化していくことを実感させる。

2 資源エネルギーに関する今後の課題

- ・資源に乏しい日本は、エネルギー資源の輸入依存度が高いので、今後限られたエネルギー資源をどう安定して確保するかが重要である。その方策を、主な国のエネルギー戦略や資料をもとに多面的・多角的に考えさせる。

(2) 補充資料



ワークシート2-1エネルギー資源をめぐる国際競争① 名前（ ）

1. 世界のエネルギー事情について

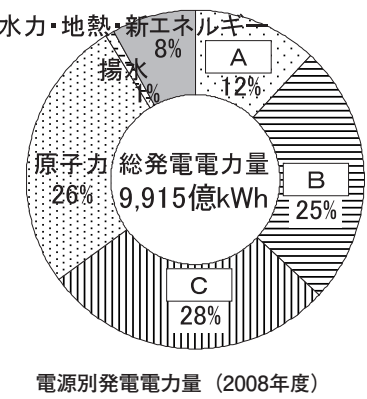
(1) 電気をたくさん使用している国や地域はどこですか。

(2) 日本の発電方法を確認しよう。

グラフのA～Cにあてはまるエネルギー資源を書く。

- A ()
B ()
C ()

(3) 日本のエネルギー自給率は？ %



2. 資源エネルギーに関する今後の課題

(1) エネルギー資源の可採年数はどれくらいですか。

- 石油 () 年
○石炭 () 年
○天然ガス () 年
○ウラン () 年

これらは『 』と呼ばれる。

(2) 可採年数と地域別石油需要の予測のグラフから気付くことを書こう。

日本のエネルギー戦略

主な国のエネルギー戦略を参考に、日本のエネルギー戦略を考え、まとめよう！

アメリカ合衆国のエネルギー戦略

世界一のエネルギー消費国

- ・70%近くを自給し、エネルギーバランスがとれた国
- ・消費は約20%。石油生産は世界全体の約9%。

石炭・石油・天然ガスの豊富な資源大国

- ・石炭埋蔵で世界の29%、ウラン埋蔵量で約6%を占める。
- ・広大な国土には、石炭、石油、天然ガスなどのエネルギー資源が豊富に存在。

2001年5月に、「国家エネルギー政策」を発表。原子力を地球環境保全とエネルギーの安定供給に重要な役割を果たすものとして位置付ける。

グリーンニューディール政策

- ・オバマ大統領は、再生可能なエネルギーの供給量を今後3年で10%増にすると明言。
- ・2015年までにハイブリッド車100万台導入。

フランスのエネルギー戦略

資源輸入国

- ・日本同様、石油などの化石燃料に乏しく、海外に依存

資源小国ならではの原子力開発

- ・原子力発電開発により、エネルギー輸入依存度軽減
- ・アメリカに次ぐ世界第2位の原子力大国。自給率も50%を超え、発電コストが廉価な原子力の推進により、電気料金が欧州諸国の中で最も低い国の一つとしても有名。

技術を生かした資源外交

- ・中東での石油・ガスの権益取得の見返りとして、原子力発電事業計画を表明
- ・世界レベルのエネルギー企業

石油・ガス：Total、Gas & Power: EDF、GDF-Suez

原子力：Areva

日本のエネルギー戦略

ロシアのエネルギー戦略

世界最大の天然ガス資源保有国（世界の27%）

- ・最も多くを生産し（世界の22%）、輸出量も世界の天然ガス貿易量の21%と最大を誇る。
- ・ガスプロムは、ロシアの天然ガスの90%を生産し、パイプラインなどの輸送ネットワークを独占する企業。同社は、欧州が消費する天然ガスの25%を賄う。

エネルギー輸出に頼る経済

- ・2003年より、石油・ガス資源への国家管理を強化し、輸出入の拡大が経済の最優先課題。高い石油・ガス収入依存度（2008年上期：輸出収入の67%）。

エネルギー資源を外交に利用

- ・2006年1月には、ウクライナへの供給を停止し、エネルギーを政治の手段として利用したと話題になった。

サウジアラビアのエネルギー戦略

世界最大の石油埋蔵量

- ・石油資源を豊富に有するが、技術力が低い。
- ・石油資源の枯渇を予想し、原子力への転換も考えている。

エネルギー資源で、外貨を獲得

- ・1970年代の石油ブームの時、潤沢なマネーを得る。

豊富な資金を国家の将来の持続的成長に投資

- ・2009年9月、アブドラ国王科学技術大学を開校し、世界中の優秀な研究者を受け入れた。国家予算の4分の1を教育費にあてる。
- ・国内6か所に「メガ経済特区」を設け、外国企業を誘致。
- ・アジアやアフリカなどの農地を確保し、食糧保障に備える。

中華人民共和国のエネルギー戦略

世界第2位のエネルギー消費国

- ・一次エネルギー消費は、約7割が石炭。埋蔵量は世界第3位、生産量は世界第1位。2008年の原炭生産量は、前年比7.5%増の27億2000万トン。

エネルギー資源獲得に向けた外交

- ・海外資源の探鉱開発の推進や資源企業の買収
- ・2009年2月、胡錦濤国家主席が、サウジアラビア、マリ、セネガル、タンザニア、モーリシャスの5か国を公式訪問。

積極的なエネルギー資源開発

- ・2009年9月、中国華電集団は、新エネルギー開発のための子会社を設立し、各種類の「新エネルギー」開発を計画。
- ・東シナ海におけるガス田開発。

2-2 地球環境問題に対処する国際社会

1. 危機的な地球環境

地球温暖化の原因とその影響を考えよう。

- ・図1に示すツバルは平均海拔が1mしかなく、地球温暖化によって世界で最初に沈む国と言われている。近年では、地域によっては潮の高いときには地中から海水が沸きだし、畑に侵食して作物が被害を受けている。また、海水温の上昇によってサンゴ礁が白化し、漁獲高も減っている。

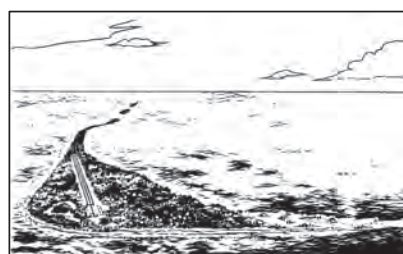


図1 ツバル フナファラ島

- ・産業革命以降の温室効果ガスの増加が温暖化の原因と考えられている（理科の授業を思い出そう）。これまでに排出された温室効果ガスの2/3が化石燃料に起因する二酸化炭素であり（図2参照）、すなわち、「温暖化問題＝エネルギー問題」である。

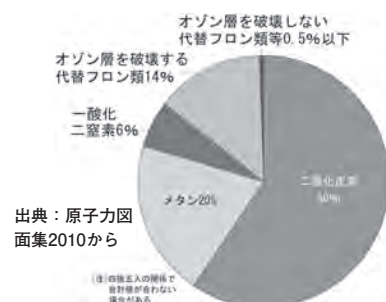


図2 産業革命以降、世界で人為的に排出された温室効果ガスによる地球温暖化への寄与度

- ・地球温暖化の影響

- ①極地の氷が融ける、氷河の後退など
- ②海面の上昇
- ③食糧生産への影響
- ④植物が育ちにくい、動物の減少
- ⑤異常気象の多発
- ⑥砂漠化
- ⑦マラリアなどの感染症の増加
- ⑧健康への影響

地球温暖化を防止するためにどのような方法があるか考えよう。

〈地球温暖化への対策〉

- ①人間活動に伴うエネルギー消費を少なくする

- ・エネルギー消費が少なくなる社会システムの構築 公共交通機関の整備と利用促進制度、流通システムの変革、カーボンフットプリントによる情報提供の仕組みなど
- ・省エネ技術の開発と普及促進 省エネ電化製品、ハイブリッド自動車、省エネ住宅などの開発とエコポイントやラベリングなどによる普及制度
- ・生活様式の見直し エアコンの温度設定等、日常生活における省エネ行動、グリーン購入などへの意識の向上

- ②低炭素・脱炭素エネルギーを使う

- ・低炭素・脱炭素エネルギーの開発・普及 再生可能エネルギー（太陽光、風力、地熱、バイオ燃料など）の開発・普及と原子力発電の利用
- ・技術革新の進展 燃料電池、電気自動車、ヒートポンプなどの低炭素・脱炭素燃料技術の開発と普及

- ③二酸化炭素を吸収したり、一時的に回収・貯留したりする

- ・森林の増加 植樹活動、里山の保全
- ・二酸化炭素の回収・貯留 火力発電所燃焼ガスの回収・貯留技術の開発

2. 地球環境防止への国際的な協力

京都議定書の意義と内容を理解し、取り組み状況を知ろう。

1997年12月、気候変動枠組条約第3回締約国会議（COP3：地球温暖化防止京都会議）において、地球温暖化防止に向けて国際社会が初めて第一歩を踏み出した京都議定書が採択された（図3参照）。

- ①先進国にのみ削減目標、2001年米国が離脱
- ②2005年2月に発効
- ③172か国が批准（2009年2月）
- ④発展途上国は、経済発展優先で、削減目標なし
- ⑤京都メカニズム（京都議定書の柔軟性措置）

- ・共同実施：先進国同士で共同して温暖化防止対策を行い、削減分を配分する制度。
- ・クリーン開発メカニズム（CDM）：先進国の技術・資金等の支援の元に行った途上国での温暖化防止のプロジェクトによって追加的な排出削減があった場合、その削減分を自国の排出削減枠として活用できる制度。
- ・排出権取引：各国の削減目標達成のため、締約国同士が排出量を売買する制度。

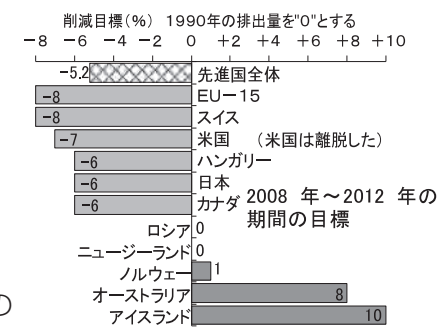


図3 京都会議で決められた主要国の温室効果ガス削減目標

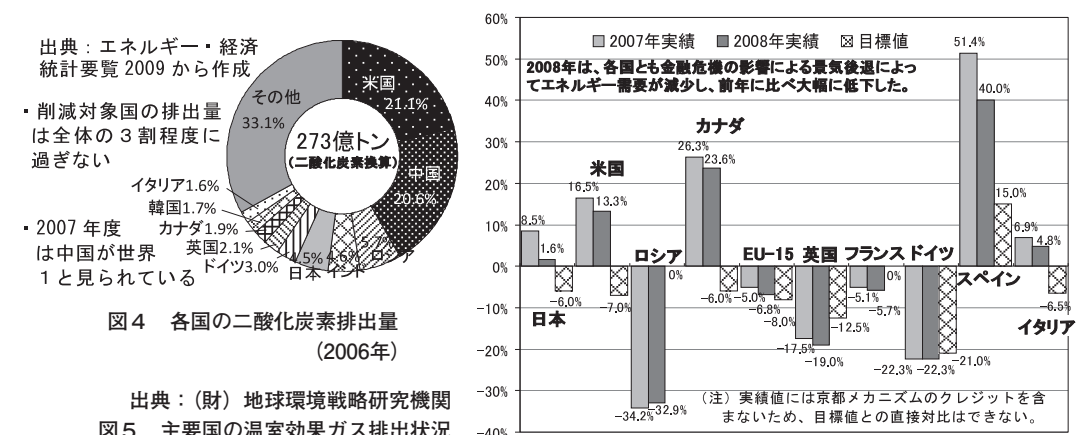


図4 各国の二酸化炭素排出量（2006年）

図5 主要国の温室効果ガス排出状況

京都議定書後の取り決めにに関する議論の行方に注目しよう。

- ◇北海道洞爺湖サミット2008年7月

2050年までに世界全体で50%の削減、そのため野心的な国別中期目標の設定で合意。「低炭素社会づくり行動計画（2050年に現状から60～80%の削減）」を閣議決定。

- ◇国連気候変動サミット2009年9月

鳩山首相：2020年までに1990年比25%の温室効果ガス削減を国際公約

- ◇気候変動枠組条約第15回締約国会議（COP15）－2009年12月 コペンハーゲン
ポスト京都議定書策定に向けた会議。2013年からの新しい枠組みの設定に向けた話し合いは合意に至らず、一年後にメキシコで開催されるCOP16に先送りされた。

2.2 地球環境問題に対処する国際社会

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・地球温暖化を例に地球環境が危機的な状況であることへの認識を深め、課題解決の方策を指摘できる。
 - ・地球環境問題に対処する国際協力の実情を知り、問題点を理解させ、これから日本が果たすべき役割について説明できる。

②指導の手だて

1 危機的な地球環境

- ・地球温暖化防止のための方策を付箋に書き、グループ分けをさせることで、日常生活の見直しと、国家の枠を越えた取り組みが必要であることを認識させる。
- ・グループ分けの作業は班ごとに行い、話し合いの中で新たな方策が出るように工夫する。

2 地球環境防止への国際的な協力

- ・京都議定書の目標達成状況から国際協力の実情と問題点をつかませたうえで、これから日本が果たすべき役割を考えさせる。
- ・国際交渉の過程で地球温暖化を防止するために長期的に達成されるべき数値目標については合意がなされている。これらの数値を確実に押さえることによって、感覚的ではなく定量的な議論をする態度に結び付ける。

(2) 補充資料

- ・温暖化によって日本で予測される異変

- ・高潮の被害が増え、東京湾、大阪湾、伊勢湾と西日本で浸水し、52万人が被害を受ける。
- ・冷涼な気候を好むブナ林が現在の44%以下になる。白神山地のブナ林も今世紀末には消失する。
- ・2040年～60年はコメの収量が増加するが、その後はたびたび不作となり、収量が不安定になる。
- ・2071年～2100年には夏季の降水量が1971年～2000年よりも約20%増える。集中豪雨も増え、洪水被害額が年間1兆円増える。
- ・蚊の分布が拡大する。(デング熱を媒介するネッタイシマカが千葉県南部まで、ヒトスジシマカが北海道まで分布を拡大する。)

温暖化影響総合予測プロジェクト「地球温暖化日本への影響」より

- ・日本全土に対する海面上昇の影響評価

単位：面積 (km²)、人口 (千人)、資産 (兆円)

	現状 (0.0m)			0.3m上昇			0.5m上昇			1.0m上昇		
	面積	人口	資産	面積	人口	資産	面積	人口	資産	面積	人口	資産
高潮+満潮、津波発生時	6,268	11,740	288	6,662	12,300	302	7,583	13,580	333	8,893	15,420	378

(注) 満潮水位以下の地域、いわゆるゼロメートル地帯を常時海の影響を潜在的に受ける地域とみなしている。
出典：環境庁「海面上昇データブック2000」(平成12年1月)より作成

1. 危機的な地球環境

- ◆地球温暖化の原因は？ ⇒ () などの温室効果ガスの増加による気温上昇。
- ◆温暖化問題 = () 問題

2. 地球温暖化防止への国際的な協力

- ◆1997年 地球温暖化防止_____会議
(京都議定書)
 - ・() にのみ温室効果ガスの削減目標を設定。
 - *日本の温室効果ガス削減目標は、マイナス() %
 - * () は、批准していない。
- ◆京都メカニズム
 - ・() 実施
先進国同士で共同して温暖化防止対策を行い、削減分を配分する制度。
 - ・() 取引
各国の削減目標達成のため、先進国同士が排出量を売買する制度。
 - ・() (CDM)
先進国の技術・資金等の支援の元に行った途上国での温暖化防止のプロジェクトによって追加的な排出削減があった場合、その削減分を自国の排出削減枠として活用できる制度。

- ◆2007年には中国が世界最大の二酸化炭素排出国になったとみられている。中国の排出量が急増している理由は何だろう。

- ◆2007年から2008年にかけて多くの国で排出量が低下している。この理由は何だろう。

- ◆地球温暖化防止に向けた国際協力の問題点をあげてみよう。

2-3 資源・エネルギーに関する将来ビジョン

1. 世界のリーダーとしての日本

鳩山前首相の国際公約の意味を知ろう。

◇2020年までに1990年比25%の温室効果ガス削減

・海外の評価

「こう着している先進国と途上国の（削減目標などの）議論を前へ進める力になる」

（WWF インターナショナルの気候変動リーダー、カーステンセン氏）

「日本は大きな一歩を踏み出した」（デンマークのヘデゴー気候・エネルギー相）

・実現には

「多大な費用負担が企業の国際競争力をそぎ、家計を圧迫する」との声も

例：太陽光発電が現状の55倍（以前の政府目標では20倍）、新車販売の約9割（同5割）を電気自動車など次世代車に切り替えることが必要

2. エネルギー・環境マニフェスト

グループ（政党）ごとに、エネルギー・環境マニフェストを作成しよう。

政権公約（マニフェスト）作成担当者として、国民に向けてどのような政策をうち出すのか、日本の国際公約を受けて、国際社会の中で何をしていくべきなのか、以下の例を参考に、これまで社会科、理科及び技術・家庭科などで学んだことも思い出して考えよう。

◇税 制

環境税・グリーン税制の活用

エネルギー消費を対象に二酸化炭素の排出量または化石燃料の消費量に応じて課税、環境影響の度合いに応じて減税または増税しエコ商品の購入を促進。



◇交 通

パーク＆ライド・自動車交通規制

最寄り駅近隣の駐車場に駐車し公共交通機関（主に鉄道やバス）に乗り換えて通勤する方法、街中活性化や渋滞防止のため自動車の乗り入れを制限。



◇建築（土木）・都市設計

省エネ住宅の普及・コンパクトシティの推進

ペアガラスの使用や高断熱の住宅購入を普及、市街地の規模を小さく保ち徒歩圏または公共交通機関利用の範囲内に生活に必要な機能を整備。



◇電 力

原子力発電の推進・新エネルギーの普及

二酸化炭素の排出が少ない発電の増加・普及を推進、太陽光発電・風力発電・バイオマスなどの新エネルギーの普及を促進。



◇学校（教育）

エネルギー環境教育の推進・学校のエコ化（スクール・ニューディール）

エネルギー環境問題に対する理解のためエネルギー環境教育を推進、学校の耐震化にあわせて太陽光発電装置の設置や高断熱化などを促進。



◇研究開発

メタンハイドレート・スマートグリッドの研究

新たな国産エネルギー資源として期待されているメタンハイドレートの研究。太陽光発電や電気自動車の大量導入に対応できる次世代電力系統の研究。



◇産業振興

エコツーリズム・グリーンビジネス

自然環境の保全に配慮しながら自然と触れあう体験ツアーを推進する「エコツーリズム」、環境・地域資源を活かしたり環境に良い商品・サービスを提供したりする仕事。



◇外 交（国際協力）

資源国との協調・途上国支援の実施

資源国への技術支援や資源の共同開発などにより安定したエネルギー資源を確保、開発途上国へのクリーン開発メカニズムや技術支援により温室効果ガスを削減。



◇生 活

温暖化防止対策への国民的運動・地産地消の実践

チャレンジ25などの温暖化防止運動により省エネや3Rを推進、地元産品を優先的に消費しフードマイレージの低減と地元産業の振興。



◇商業（商品）

エコポイントの導入・グリーン購入の推進

脱温暖化型商品・サービスの購入に対して経済的価値があるポイントを付与し購入を促進、エコラベルや環境ラベルが付いた商品の購入を促進。



各グループ（政党）名を考えよう。

グループ（政党）名に、将来、どんな国や地域にしたいかの思いをこめよう。

各グループ（政党）のマニフェストを検証しよう。

- ・各党で最重要政策（マニフェスト）を三つに絞り込む。
- ・各政党公約（マニフェスト）の課題とその解決策を検討する。
- ・優先順位をつける時のポイント（以下の五つを意識しながら）

- ・実現可能性はあるか。
- ・科学的根拠はあるか。
- ・費用がかかり過ぎないか。
- ・時間がかかり過ぎないか。
- ・誰（どの組織）が、実行するのか。



メリット、デメリットをあげる。

エネルギー・環境マニフェスト実現のために、実践すべきことを考えよう。

2.3 資源・エネルギーに関する将来ビジョン

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・国際社会がかかえる資源・エネルギー問題と地球環境の問題を踏まえ、日本の将来展望を指摘できる。
- ・日本の将来展望を実現するために、国民意識を変えることの必要性を説明できる。

②指導の手だて

1 世界のリーダーとしての日本

- ・鳩山首相の国連気候変動サミットでの発言は、日本が、地球温暖化防止推進のリーダーに立つと国際社会に示したことを認識させる。
- ・国際政治において、国益を守りながらリーダーシップを発揮するには、世界各国が納得できる明確な理念とその理念の実現に向けた具体的な展望をもつことが不可欠である。国際社会におけるリーダーシップと責任とは何かを考える機会とともえたい。

2 エネルギー・環境マニフェスト

- ・これまでの学習を統合させる観点から、社会科、理科及び技術・家庭科などで学んだことを思い出させ、新聞記事や資料集なども活用して、現在の日本の政策や諸外国の取り組みを多面的・多角的に検討させマニフェストを考えさせる。
→まとめの時間であるので、生徒一人で考えさせることが重要。
- ・班を政党に見たて、政党名(グループ名)は、資源・エネルギー、環境、経済性(生活様式)の面で、将来、どんな国や地域にしたいかの思いを込めたものにさせる。
→(例)CO₂ゼロ党、エネルギー安心党、脱車社会党、原始生活党、原子力推進党など。
- ・班(政党)で、班の方針に基づくマニフェストの優先順位を考えさせ、必要性和緊急性の高いマニフェストを三つに絞り込ませる。
→班で考えさせる前に、個人で考えさせる方法もある。
- ・各党(班)のマニフェストを検証させ、その実現のために、国民が実践すべきことがらを考えさせる。

◇国や企業任せにせず、国民みんなで行動する
◇国民一人一人が、これまでのライフスタイルを見直す
◇世界の環境先進国として、国際社会の牽引するリーダー国に
◇世界トップレベルの省エネ技術の向上と後継者(人材)育成
◇エネルギー環境教育の推進により、国際社会に生きる人材育成

(2) 補充資料

◇チャレンジ25キャンペーン (<https://www.challenge25.go.jp/index.html>)

◇右のようなカードを用意し、時間があれば、今までの学習を通して考えられるマニフェストを分野ごとに記入させる。時間がなければ、分野ごとにマニフェストを記入したカードを用意し、カードからマニフェストを選択させる。

《交通》

○パーク・アンド・ライド

{ 学習時間に余裕がある場合
分野のみ記入した物を用意 }

ワークシート 2.3 資源・エネルギーに関する将来ビジョン 名前()

エネルギー・環境マニフェスト (党)

◆この政党名にした理由を書きましょう。

◆あなたの政党の重要方針となる政策を三つ書こう。

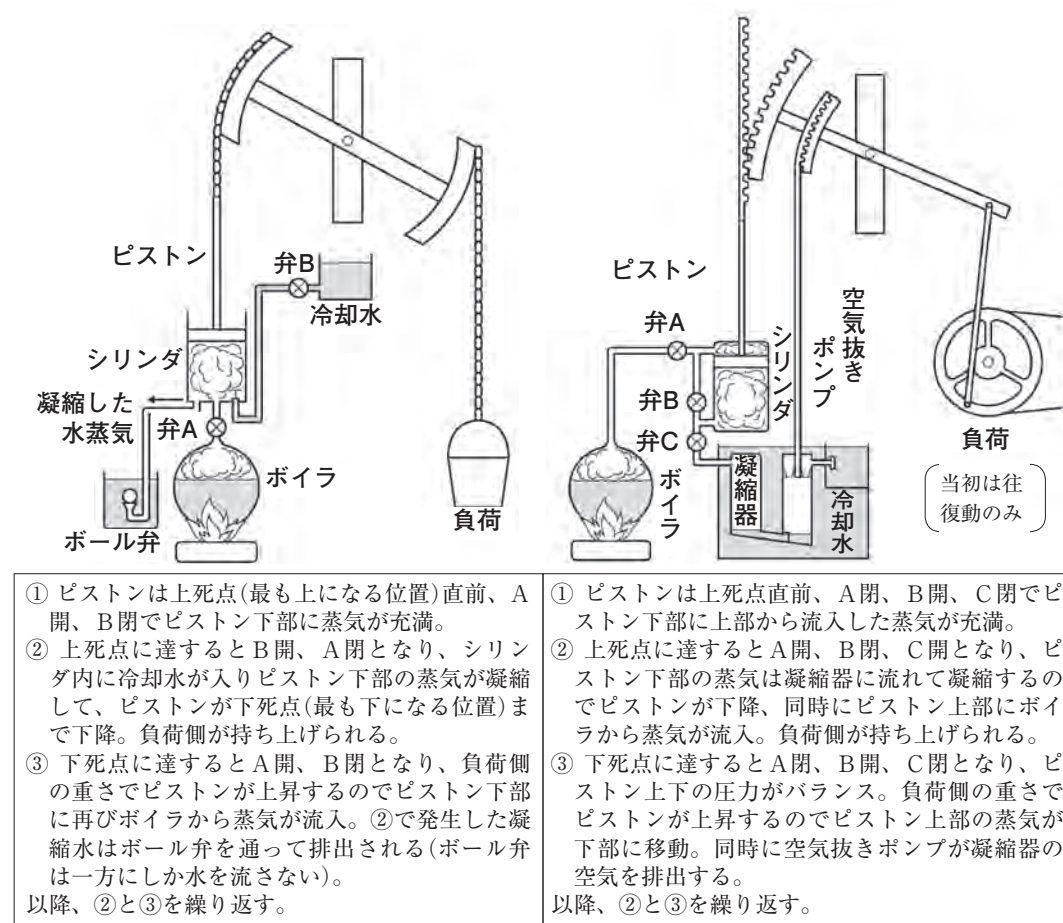
分野	優先順位	実施項目	優先した理由
	1		
	2		
	3		

◆その他の政党のマニフェストをメモしよう。

◆このエネルギー・環境マニフェストを実現するために、私たち国民が実践しなければいけないことを考えよう。

図1及び図2にニューコメンとワットの蒸気機関の概念図を示す。

高压ボイラがまだつくれなかったので、ニューコメンの蒸気機関の駆動力はシリンダ内の蒸気が凝縮することによる吸引力（すなわち大気圧力）であり、正確には大気圧機関である。毎分12回程度往復運動した。シリンダ内にサイクルごとに直接冷却水を注入するので毎回シリンダを加熱する必要があり、言わばどれだけ走ってもエンジンが温まらない自動車みたいなものなので、非常に効率が悪い。鉱山の湧水をくみ出す用途に用いられたが、掘り出した石炭の1/3程度を消費し、熱効率は1%にも達しなかった。



ワットは別に凝縮器を設ける工夫をして、シリンダを毎回加熱する無駄をなくした。これによって2倍以上の効率改善が図れ、石炭を大幅に節約できた。しかし、原理的に蒸気圧を上げることは可能であったが、ボイラの耐圧に課題があったので、駆動力はまだ大気圧であった。高压蒸気を用いた真の意味での蒸気機関の実用化はワット以降になる。

参考:「A HISTORY OF THE GROWTH OF THE STEAM-ENGINE.」

<http://www.history.rochester.edu/steam/thurston/1878/> (橋場隆)

Ⅲ 中学校理科実践指導プラン

1. 中学校理科の特性とエネルギー環境教育

科学的に探究する能力の基礎と態度を育てるとともに自然の事物・現象についての理解を深め、科学的な見方や考え方を養うことを目標とする理科は、中学校では、物理的領域及び化学的領域で構成される第一分野と、生物的領域及び地学的領域で構成される第二分野に大別されている。第一分野で柱となる科学の基本的見方や概念としては「エネルギー」「粒子」が、そして第二分野では「生命」「地球」があげられている。自然の事物・現象をこれらのフレームを通して鳥瞰し、生徒自らが問題を見出し、観察・実験などの科学的手段を使って問題解決に努め、自然を探究する能力や態度を育成するとされている。

改めて述べるまでもないが、理科で学び育まれる能力や態度は、エネルギー環境教育においても最も必要とされるものの一つでもある。「エネルギー」と「粒子」概念の学習を通して育まれたエネルギーやエネルギー資源に対する科学的な知見は、エネルギーのより良い利用方法に関する知識基盤が築く。「生命」「地球」に関する学習は、地球上で暮らす人類や動植物の生命基盤である地球への科学的な理解を深め、エネルギー利用に伴う影響をより科学的で客観的に考察することを可能とする。

また、平成20年度告示学習指導要領では、理科を学ぶことの意義や有用性を実感する機会を持たせる観点から、実社会・実生活との関連を重視することと、持続可能な社会の構築が求められている状況に鑑み、環境教育の充実を図る方向が打ち出されている。二つとも従来からエネルギー環境教育が重視してきたものであり、エネルギー環境教育に対する理科の重要性、関係性がより一層明確になったと評価される。

多くの単元でエネルギー環境教育との関連が深い理科ではあるが、この特性をエネルギー環境教育に効果的に生かすには、理科の学習内容との調整だけでなく、社会科や技術・家庭科での学習内容も含めて総合的に調整・整理し、理科の学習の中で求められる内容を明確にして進める必要がある。小学校は学級担任制であるため、教科間調整は担任教師が得意とする教科を中心に据えて行うのが普通と考えられる。たとえ教科間にアンバランスがあったとしても教師の内面で自動的に適切な補正が図られることが期待できる。しかし、教科担任制を敷く中学校以上の校種ではこのような機能は期待できないので、教科の役割、特に社会科との関係を予め明確にしておくことが望まれる。エネルギーや環境の話題は近年メディア等で取り上げられることが多い。そのため、生徒は多くのことを見聞きしている。しかし、全体を体系的に学ぶ機会が少ないため知識が断片的になり、科学的に誤った解釈をしている場合も多い。正しい理解のもとに、社会全体として合意可能でかつ効果的な解決策を考える姿勢を育むことが、理科に求められる重要な役割であろう。

本書で示す実践指導プランは、前述(49ページ参照)のように、エネルギー環境教育としての統合教科を社会科に設定しているので、持続可能な社会の構築に向けた施策の検討や提案などの統合的な学習活動は社会科に譲り、理科は、その検討や提案のもととなる科学的根拠を学んだり、エネルギー環境問題の課題学習を通して合理的・客観的な発想力を身に付ける学習活動を展開したりすることに重点をおいた。しかし、平成20年度告示学習指導要領において、実社会・実生活との関連の重視と持続可能な社会の構築に向けた環境教育の充実が打ち出されており、もちろん、理科を中心とする展開も可能である。

2. 理科第一分野におけるエネルギー環境教育

(1) 第一分野の特性

「エネルギー」と「粒子」概念を柱に科学に関する基本的概念を身に付けさせるとともに、科学技術と人間、エネルギーと環境などへの総合的な見方を育てる分野である。力学的エネルギーや電気とその作用など、エネルギーそのものやエネルギー現象がかかわる現象を直接学ぶ分野であるため、これらの関連実験を演示したり、体験させたりするだけでエネルギー環境教育を実践していると誤ってとらえられやすい。発達段階に応じたエネルギー環境教育の到達目標を振り返り、持続可能な社会の構築に主体的に参画できる人間教育としての最終目標を意識して、理科の学習素材を生かして学習を展開する。主な学習の視点は次の4点である。

- ①光と音、力と圧力などの身近な物理現象、さらに、身のまわりの物質の形態や状態がエネルギーと大きくかかわっていることを理解し、実社会や実生活で使われているものや現象などとエネルギーの関係に対して興味・関心をもつ。
- ②電流とその作用や運動とエネルギーに関する学習などを通して、発電と電気エネルギーの利用方法や力学的エネルギーの基礎的な理解に必要な知識・認識を、実感をもって体験的に身に付けさせ、エネルギーの有効利用の必要性の認識やエネルギー関連の科学技術や開発・応用に対する興味・関心につなぐ。
- ③物理的、化学的な事物・現象に関する学習を通して、科学技術と人間、エネルギーと環境のかかわりなどに対する総合的なものの見方を学び、エネルギー利用と社会の関係や将来のエネルギー選択のあり方に対する客観的・合理的な認識を深める。
- ④科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒自身が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を活用して、問題点の所在や論点を正しくとらえるとともに、問題に積極的にかかわり解決に向けて努力しようとする能力・態度を育成する。

(2) 第一分野のねらい（学習指導要領による）

- ア. 物質やエネルギーに関する事物・現象に進んでかかわり、その中に問題を見出し意欲的に探究する活動を通して、規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。
- イ. 物理的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、身近な物理現象、電流とその利用、運動とエネルギーなどについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- ウ. 化学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、身のまわりの物質、化学変化と原子・分子、化学変化とイオンなどについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- エ. 物質やエネルギーに関する事物・現象を調べる活動を行い、これらの活動を通して科学技術の発展と人間生活とのかかわりについて認識を深め、科学的に考える態度を養うとともに、自然を総合的に見ることができるようにする。

(3) 第一分野におけるエネルギー環境教育のねらい

①認識形成

- ・石油などの化石燃料、水力、太陽光、風力及びバイオマスなどの自然エネルギー並びに原子力エネルギーの長所・短所や性質などの基礎的事項を説明できる。
- ・エネルギー変換や力学的エネルギー保存のなど、エネルギーに関する基礎的事項や初歩的な見方について、実感を伴った説明ができる。身近なエネルギーである電気エネルギーについては、発電原理、エネルギー源、新しい発電方法などについても説明できる。
- ・日常の道具や産業を支える機械に様々なエネルギーが使われていること、エネルギーの有効利用や環境保全の観点から、科学技術を応用して省エネ機器や低炭素エネルギーを使った機器の開発が進められていることを簡単に説明できる。

②学び方形成

- ・エネルギー資源やエネルギー変換の課題について、生徒自身が目的意識をもって探究方法を考え、観察・実験などを主体的に行うとともに、結果を表現することができる。
- ・実生活や実社会におけるエネルギーを利用した機器や装置に関心をもち、エネルギーの利用のされ方について科学的な考察ができる。

③人間形成

- ・エネルギー資源やエネルギー利用に関する科学的な理解に努め、エネルギーの有効利用の重要性や方法を自覚し自ら実践するとともに、周囲の人々に対して正しく伝えようとする事ができる。
- ・エネルギー問題、エネルギー利用に伴う環境の問題を科学的思考で正しく理解しようと努め、社会的に公正な判断と合理的な対策に結び付けようとする事ができる。

(4) 重点単元とエネルギーパーツ

第一分野は、ほとんどの単元がエネルギーに関連している。エネルギー環境教育の観点からは、様々なエネルギーに関する学習を一通り終え、エネルギーについて幅広い知識を身に付けた3年生が適している。しかし、時間配分や他教科との協調を考慮すると、ほかの学年でも順次取り上げるのが好ましい。この考えに基づき、各学年の単元において取り上げるにふさわしい内容を選定した。①「身の回りの物質」の学習において、生活場面における熱エネルギーの有効利用に関する基礎的な知見を深める内容を取り上げる ②「電流とその作用」の学習において、節電方法や省エネ技術の動向を取り上げる ③「化学変化と原子・分子」の学習において、燃料電池を切り口に新エネルギーの開発状況を取り上げる、④「科学技術と人間」では、平成20年告示学習指導要領で新たに触れることが求められている放射線を取り上げ、原子力発電所における放射線管理について学習する。

上述に基づき、①、②、③及び④の学習について、重点単元を構成し、エネルギーパーツを設定する。①は第1学年を、②は第2学年を対象とする。③及び④は第3学年を対象とする。

学年	重点単元（小単元）	エネルギーパーツ
1 年	① 物質の姿と状態変化（7 時間） [大単元「身の回りの物質」の中の 1 小単元]	熱の利用と状態変化 （1 時間）
2 年	② 電気とそのエネルギー（12 時間） [大単元「電流」の中の 1 小単元]	L E D の利用 （1 時間）
2 年	③ 化学変化と電池（4 時間） [大単元「水溶液とイオン」の中の 1 小単元]	燃料電池 （1 時間）
3 年	④ エネルギー資源の利用（9 時間） [大単元「エネルギー」の中の 1 小単元]	放射線の性質とその利用 （2 時間）

(5) 重点単元とエネルギーパーツの扱い

① 物質の姿と状態変化（第 1 学年）

〈小単元の目標〉（7 時間）

- ・物質の状態変化についての観察、実験を行い、状態変化によって物質の体積は変化するが質量は変化しないことを理解する。
- ・物質の状態が変化する時の温度の測定を行い、物質は融点や沸点を境に状態が変化することや、沸点の違いによって分離ができることを理解する。

エネルギーパーツのねらい

【熱の利用と状態変化】（1 時間）

- ・状態変化には熱の出入りが伴うことを学び、生活の中で状態変化を利用して、熱を効果的に利用した例に気付く。
- ・具体的な事例を通して、状態変化を利用した熱回収や断熱など熱の効果的利用方法（省エネ）について学ぶ。

小単元名「物質の姿と状態変化」（7 時間）

物質はどのように姿を変え、体積や性質はどうか (2h)	状態変化と熱 (1h)	熱の利用と状態変化 (1h)	物質が状態変化する時の温度は決まっているか (1h)	蒸留を利用して沸点の違う物質を分けることができる (2h)
--------------------------------	----------------	-------------------	-------------------------------	----------------------------------

この単元では、物質を加熱したり冷却したりして状態を変化させ、その様子の観察や前後における体積や質量の比較実験を通して、状態変化とは物質そのものが変化するのではなく物質の状態の変化であることを、粒子の運動の様子と関連付けて考えさせる。

エネルギーパーツ「熱の利用と状態変化」では、この粒子の運動の変化が熱に関係していることを理解させるとともに、日常生活と関連付けて、状態変化を上手に利用した熱の効果的・効率的利用について考えさせたい。

状態変化に伴う熱の出入りが関係する身近な現象や行動に、風呂上がりに体を拭くとか、鍋にふたをしてお湯を沸かすこと、または「打ち水」などがある。地域のエコ活動の一つとして「打ち水」に取り組んでいる例を取り上げ、状態変化を利用したその他の事例をいくつか考えさせたい。

また後半では、蒸発熱を少なくするためにふたをする効果が大きい事実を確かめさせるとともに、断熱を用いた熱伝導を防ぐ工夫にも触れていきたい。

このように日常生活の中には、潜熱を利用した様々な工夫が多いにもかかわらず、授業で学習する機会はほとんどない。新学習指導要領において、状態変化を粒子の運動と関連付けて学習するようになった流れをとらえ、生活の中にある熱の効果的・効率的な利用について考えさせたい。

② 電気とそのエネルギー（第 2 学年）

〈小単元の目標〉（12 時間）

- ・身近な電気器具や発光ダイオード、豆電球やモーターを用いた模型自動車などに電流を流す実験を行い、電流から熱や光、音を発生させたり、その他の物体の運動状態を変化させたりすることができることを理解する。
- ・電力の違いによって発生させることのできる熱や光、音の量や強さ、その他の物体に対する影響の大きさに違いがあることを理解する。

エネルギーパーツのねらい

【L E D の利用】（1 時間）

- ・電流から熱や光、音などを発生させて利用する時、多くの場合は発生させたいエネルギー以外にも別のエネルギーが発生することを指摘できる。
- ・電流を効率よく目的のエネルギーに変えることが、電流の有効利用につながることを説明できる。

小単元名「電気とそのエネルギー」（12 時間）

電流の利用 (2h)	電力と発熱 (2h)	L E D の利用 (1h)	電力と電力量 (1h)	磁石のまわりにはたらく力 (3h)	モーターと発電機 (3h)
---------------	---------------	-------------------	----------------	----------------------	------------------

この単元では、身近な電気器具や電球などに電流を流す実験を通して、電流から熱や光、音を発生させたり、その他の物体の運動状態を変化させたりすることができることを見出し、その際の効果の大きさは電力によって変化することを学習する。また、電力や電力量、発熱量などは電流や電圧の大きさ、電流を流している時間に関係していることを、実験を通して理解させる。

エネルギーパーツ「L E D の利用」は、前時までの学習内容「電流の利用」「電力と発熱」からの発展として展開する。

学習の前半では、身近な電気器具の中から照明器具に注目し、性能がほぼ等しい3種類の電球（白熱電球、電球形蛍光灯、L E D 電球）について、エコワット（ない場合は交流電流計）を用いて消費電力を算出させる。ここから、同じ明るさの電球でも、その種類によって消費している電力が大きく異なることに気付かせる。

後半では、3種類の電球の放射温度測定や、分光器を使ったスペクトル観察を行い、L E D 電球が小さな消費電力で、その他の電球と同じような明るさを実現できる理由を見つけ出させる。そして、消費電力の違いは発光方式の違いに大きく関係していることを理解させる。

③ 化学変化と電池（第3学年）

〈小単元の目標〉（4時間）

- ・電解質水溶液と2種類の金属を用いて金属につないだ回路に電流が流れることから、水溶液と2種類の金属が電池になっていることを見出すことができる。
- ・電池の中では、物質の持っている化学エネルギーが化学変化によって電気エネルギーへ変換されていることを理解する。

エネルギーパーツのねらい

【燃料電池】（1時間）

- ・物質の持つ様々なエネルギーを私たちに必要な電気エネルギーに変換する技術開発が進んでいることを指摘できる。
- ・燃料電池をつくる実験を通して、燃料電池の原理と仕組みを説明できる。

小単元名「化学変化と電池」（4時間）

電気エネルギーへの 移り変わり (1h)	電池をつくるための 条件 (2h)	燃料電池 (1h)
--------------------------------	-----------------------------	------------------

この単元では、様々な水溶液や金属を用いた実験を通して、電解質水溶液と2種類の金属を用いることで外部に接続した回路に電流が流れ、電池となることを見出し、電池の中では化学変化が起こり、化学エネルギーが電気エネルギーに変換されて取り出されていることを学習する。

エネルギーパーツ「燃料電池」は、前時までの学習内容「電気エネルギーへの移り変わり」「電池をつくるための条件」からの発展として展開する。

学習の前半では、様々な分野で開発が進められている電気エネルギーを取り出す技術の一つの例として燃料電池を取り上げ、簡単に原理について理解する。その中で、実際に燃料電池をつくる実験を行い、その仕組みについて理解させる。

後半では、燃料電池をはじめとする新しい技術がどのように利用されているかを知るとともに、これから実用化が進むと考えられている技術についても学習する。

④ エネルギー資源の利用（第3学年）

〈小単元の目標〉（9時間）

日常生活や社会では様々なエネルギーの変換を利用していることを理解する。その実際として、水力、火力、原子力、太陽光などによる発電の仕組みやそれぞれの特徴について理解する。さらに、エネルギーの大量消費に伴う問題点や、代替エネルギーや新エネルギーのあり方について考える。

エネルギーパーツのねらい

【放射線の性質とその利用】（2時間）

原子力発電ではウランなどの核燃料からエネルギーを取り出していること、核燃料は放射線を出していることや放射線は自然界にも存在すること、放射線は透過性などをもち、医療や製造業などで利用されていることなどを説明できる。

小単元名「エネルギー資源の利用」（9時間）

いろいろなエネルギーとその移りわり (3h)	電気エネルギーはどこからくるか (1h)	放射線の性質とその利用 (2h)	エネルギーの大量消費がもたらすもの (2h)	効果的にエネルギーを使うには (1h)
---------------------------	-------------------------	---------------------	---------------------------	------------------------

この単元においては、エネルギーは、様々な形態のエネルギーに変換できることや、石油や石炭、天然ガス、核燃料、太陽光などによるエネルギーを利用して発電が行われていることを理解させる。さらに、エネルギー大量消費の問題点やその対策を考えさせるとともに、エネルギー資源の安定な確保と有効利用が重要であることを日常生活や社会と関連付けて認識させる。

最初の項目では生活場面や目的に応じてエネルギーを変換して利用していることを身近な事例や実験を交えて（熱の伝わり方なども含む）理解させる。その際に、変換の前後でエネルギーの総量は保存されるが、一部は目的外の熱損失となって利用できないことや、有効に利用できる割合を表す効率についても扱う必要がある。

次の項目では、発電の仕組みについて理解させる。発電についてはそれまでに何度か学んでいるが、エネルギー変換の観点から、発電は石油や石炭、天然ガス、核燃料、太陽光などのエネルギーを電気エネルギーに変換する仕組みであること、発電の過程で発生する熱損失がエネルギー変換（発電）効率に関係していることをとらえさせる。

次の項目「放射線の性質とその利用」の2時間をエネルギーパーツとして扱う。新学習指導要領では「放射線の性質と利用についても触れる」とされており、ここで用意した内容の大部分は教科としての理科の内容に対応していると考えられる。しかし、この内容はエネルギー環境教育の観点からも重要であり、30年ぶりに復活した“放射線”教育のため、あえて本書では放射線教育で参考にしてもらうための一例として、発展的な内容も含めたエネルギーパーツとした。この放射線の学習では、以下のような放射線についての二つの扱い方を組み合わせて、よりバランスの取れた放射線利用の学習につなげる必要がある。

〔 X線の発見を端緒とする科学技術の発展に伴うもの（X線発生装置、加速器）〕
〔 原子力エネルギー開発と結び付いたもの（ウラン等の放射性同位体の核分裂）〕

1時間目では、放射線の発見の歴史に合わせて放射線の基本的事項に触れさせるとともに、自然放射線の測定を通して、身のまわりに放射線が存在することを体験的に確認させる。2時間目では、まず放射線の人体への影響と放射線利用の状況について学ばせる。放射線は危険性の伴うものであるが、同時に医療や製造業で利用され人間生活の向上に寄与していることに触れる。その後発展的に、原子力発電所では、どのように放射線を閉じ込めているのかなど原子力発電の技術について調べさせ、再処理による長期的なエネルギー供給の可能性についても触れる。

そして、ここまでの学習事項を踏まえて、エネルギーの大量消費に伴う影響や問題を自分たちの問題としてとらえさせ、エネルギーの有効利用への態度と、環境への負荷が小さいエネルギー資源の開発と利用が課題であるとの認識を育みたい。

（橋場隆、荒川誠、保木康宏、小鍛冶優）

【単元の執筆者】

- ①熱の利用と状態変化：荒川誠 ②LEDの利用 ③燃料電池：保木康宏
④放射線の性質とその利用：小鍛冶優

1 熱の利用と状態変化

1. 「打ち水」の効果

昔から、夏の暑い日に、打ち水^{※1}をして涼を楽しむ習慣がある。どうして打ち水をすると涼しくなるのでしょうか？



※1 ほこりを消したり涼気をとったりするために、お風呂の残り水などを地面にまくこと。

〈確かめよう：蒸発するときの温度の低下〉

- (1) 準備物 エタノール 脱脂綿
- (2) やり方 エタノールを脱脂綿に含ませ、手の甲に塗ってみる。

図1は、固体や液体、気体の状態にある時の、粒子の運動の様子を表している。固体に熱が加わると粒子の運動が活発になり、粒子がゆるくつながった液体になり、さらには粒子同士が自由に動き回る気体へと状態を変えていく。反対に気体から液体や固体になる時には、粒子の運動が小さくなり、やがて相互に結びつきを強めていく。このときには熱が放出される。このように物質が状態を変える時には、必ず熱の出入りが伴う。

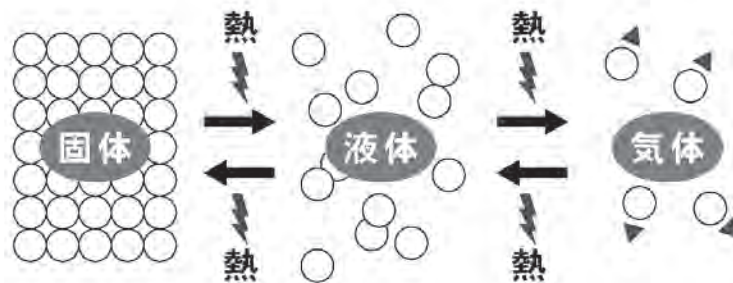


図1 状態変化と粒子の運動

打ち水によって地面にまかれた水は、熱くなっている地面の熱によって、水蒸気へと状態を変える。水が水蒸気へと状態を変える時、地面から熱を奪うので、気温は下がる^{※2}のである。

※2 気温が変化するのは、日光によって地面が暖められ、その熱によって空気が暖められるからである。

〈考えよう：状態変化を利用した事例〉

(1) 緑カーテン

最近、「緑のカーテン」や「屋上緑化」を目にする機会が増えている。そこでは、大きな葉を持ち水分を多く必要とするゴーヤやヘチマなどの植物が育てられている。どういう効果があるのだろうか。

(2) 冷える壺

図2の写真は、スペイン・バレンシア地方につたわる「冷たい水ができる不思議な壺」である。粘土を低い温度で焼いてできている。壺の表面は、中からしみ出した水で常にぬれている。どうしてこの壺で、冷たい水ができるのだろうか。



図2 冷える壺

植物は、根から吸い上げた水分を、葉の気孔から水蒸気として大気中に放出している。気孔がある葉の表面では、葉の中にあつた水分が水蒸気へと状態を変える時、熱を奪っていく。そのため、植物の近くでは、気温が上がりにくくなっている。緑のカーテン（図3）などは、このような植物のはたらきを、巧みに利用したものである。



図3 緑のカーテン

2. 温かいスープを冷めないようにするために



カップに入れた温かいスープは、しばらくすると冷めてしまう。冷めないようにするためには、カップのまわりを保温材^{※3}でおおったり、ふたをしったりするなどの工夫が考えられる。

温かい液体の温度を効率よく保つためには、どのような方法が適しているだろうか。

※3 発砲ポリスチレンなど、空気を多く含む物体の温度を保つ素材。

〈実験：お湯の温度変化を調べよう〉

- (1) 準備物 紙コップ（3個）、保温材、アルミホイル、デジタル温度計、タイマー
- (2) 方法 ①紙コップA～Cに、電気ポットのお湯を一杯に注ぎ、それぞれの水温を測定する。
②紙コップBには、アルミホイルでふたをする。
③紙コップCのまわりは保温材でおおう。
④それぞれの温度を1分ごとに3分間測定する。
- (3) まとめ ①A～Cの中で、一番熱が逃げにくかったのはどれか？
②そのコップは、どうして熱が逃げにくかったのか？



図4 お湯の温度変化の実験

実験の結果から、温かいお湯が水蒸気へと状態を変える時に熱が奪われることが分かる。そのため、熱を逃げにくくするには、お湯が水蒸気へと状態変化することを防ぐ手だてが効果的な方法として考えられる。

また、温かい缶コーヒーなど状態変化を伴わない時には、保温材でおおうことで熱を逃げにくくすることができる。

〈考えてみよう：熱を逃がさない工夫〉

身のまわりから、熱を逃がさない工夫や製品を探してみよう。

熱は、私たちの生活にとってなくてはならないものである。しかし熱は、一か所にとどめておくことは難しい。また、一度逃げてしまった熱を、再び集めることは難しい。熱を効率よく利用したり、逃がさないように工夫したりすることは、エネルギーを大事にするという点で大切なことである。

Ⅰ 熱の利用と状態変化

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・「打ち水」や「緑のカーテン」などは、状態変化の際の熱の出入りが関係していることを説明できる。
- ・簡単な実験から、気化などの状態変化を抑制することが熱損失の低減につながることを説明できる。
- ・日常生活の中から、効果的な熱利用の例を見つけることができる。

②指導の手だて

1 「打ち水」の効果

エタノールの気化熱を体験することから、「打ち水」の効果を実感させ、状態の変化には、熱の出入りが伴うことをしっかりと理解させたい。また、不思議な壺などが、状態変化による気化熱を利用して水温を下げていることなどを紹介し、近年増えてきている「緑のカーテン」や「屋上緑化」などの取り組みと、状態変化の関係に気付かせたい。

2 温かいスープを冷めないようにするために

お湯の温度を保つためには、ふたをして気化を防いだり、側面を保温材で覆ったりする工夫が考えられる。その効果を簡単な実験を通して確かめさせる。その際、状態変化を伴わない時には、保温材等で覆うことが適していることにも触れておきたい。最後に、日常生活において熱を効率的に利用するための様々な工夫を考えさせることで、効率的・効果的なエネルギー利用の意識を高めたい。

(2) 補充資料

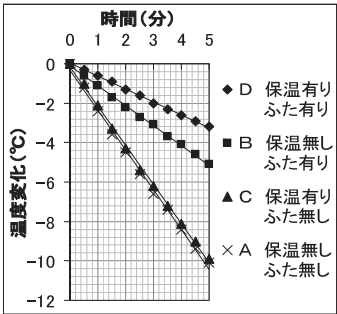
1 顕熱と潜熱

10℃の水を80℃まで加熱した時、「水」という状態は変わらずに温度だけが変わりその温度変化は実際に温度計で見ることができる。これが顕熱である。

潜熱とは、物質が「固体」「液体」「気体」と変化する時に、その状態変化のみに費やされる熱量である。蒸発熱や気化熱（水から水蒸気）、凝縮熱（水蒸気から水）や融解熱（氷から水）や凝固熱（水から氷）などである。すなわち、「100℃の水→100℃の水蒸気」、「0℃の水」→「0℃の水」のような状態の変化に費やされるのが潜熱である。

2 気化熱の影響

お湯から熱が逃げていく仕組みは、容器から伝わる伝導熱と気化熱である。右の図は、紙コップにお湯を注ぎ（コップのぎりぎりまでお湯を入れる）、いろいろな条件での温度変化を測定したものである。気化熱の影響が大きいことが分かる。なお、お湯の温度は約80℃で室温との差が大きいため、グラフは直線で示している（室温との差が少ない時には対数曲線になる）。



1. 打ち水の効果

〈確かめよう：蒸発する時の温度の低下〉
手の甲にエタノールを塗ると、どうして冷たく感じるのだろうか？

〈考えよう：状態変化を利用した事例〉

緑のカーテン、冷える壺

2. 温かいスープを冷めないようにするために

〈実験：お湯の温度変化を調べよう〉
実験結果を表にまとめよう

	A 何もしていない時	B ふたをした時	C 保温材で巻いた時
はじめ	℃	℃	℃
1分後	℃	℃	℃
2分後	℃	℃	℃
3分後	℃	℃	℃
差（はじめ－3分後）	℃	℃	℃

- ① A～Cで、一番熱が逃げにくかったのはどれか？ ()
② そのコップは、どうして熱が逃げにくかったのか？

そのコップはその他のコップと比べて何が違うか？	違いによって、熱が逃げにくくなった理由を考えてみよう？
-------------------------	-----------------------------

〈考えてみよう：熱を逃がさない工夫〉
身のまわりから、熱を逃がさない工夫を探してみよう

2 LEDの利用

1. 電球の明るさと消費される電力

三つの電球、違いは何だろう。

電気器具の性能は、消費電力(W【ワット】)で表わされる。私たちが家庭で使う照明器具も同じである。電気屋に行くと、ほぼ同じ性能(ワット数)で表示されているのに、形や価格が異なるいろいろな電球が販売されている。白熱電球、電球形蛍光灯、LED電球・・・これらはいったい何が異なるのだろうか。調べてみよう！



図1 三つの電球

○実験1：3種類の電球について調べてみよう！

- (1) 準備物 白熱電球(100V-60W)、電球形蛍光灯(100V-60W相当)、LED電球(100V-60W相当)、ソケット(三つ)、エコワット*または交流電流計、あればルクス計(照度計)

*エコワット……調べたい電化製品のコンセント部分に取り付けるだけで、その電化製品の消費電力量やCO₂排出量、電気代などが数字で表示される。貸し出しを行っている自治体などもある。

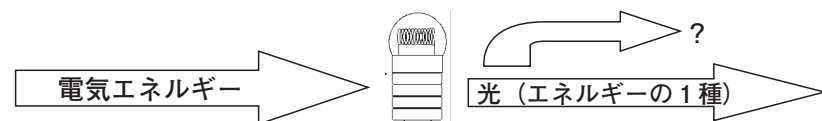
- (2) 方法
- ①同じワット数に相当する白熱電球、電球形蛍光灯、LED電球を点灯させ、明るさを比較する。
 - ②エコワットや交流電流計を用いて、それぞれの電球の消費電力を測定する。ルクス計で明るさを測定したり、ものの見え方を比べてもよい。
- (3) まとめ
- 3種類の電球の消費電力にはどれくらいの差がみられたか。各グループでまとめてみよう。

同じような明るさの電球なのに、どうして消費電力に大きな差があるのだろうか。
みんなで話し合ってみよう！

2. 効率よく電気を使うために

小さな消費電力で大きな効果を生み出す秘密はどこにあるのだろうか？

照明器具は、電気エネルギーを光に変換する道具である。残念ながら、現在の科学技術では、もとのエネルギーを100%光に変換できる電球はない。残りはどうなったのだろうか。光以外に、どのようなものが発生しているのだろうか。調べてみよう。

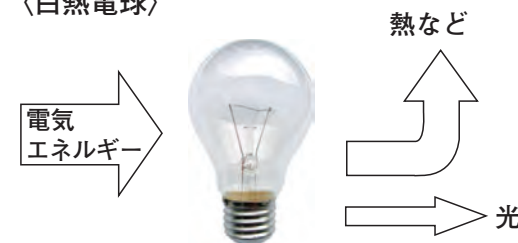


○実験2：三つの電球の秘密は何だろう？

- (1) 準備物 実験1で用いた3種類の電球、温度計、分光計
- (2) 方法
- ①3種類の電球を点灯させた後しばらく放置し、表面の放射温度を測定する。
 - ②分光器(ない場合はCDなどで簡単に自作できる)を用いて、それぞれの電球から放射される光について調べる。
- (3) まとめ
- 電球の表面の温度に差はみられたか。また、電球が出している光には違いがあったか。

ここまでの実験で調べたように、白熱電球に比べると、電球形蛍光灯やLED電球は消費電力が少なく、電気エネルギーを効率よく光に変えている。分光器で観察した光の様子から、異なる方法で発光していることが、変換効率に関係していると考えられる。これらの違いを、もう少し具体的に図に表わしてみよう。

〈白熱電球〉



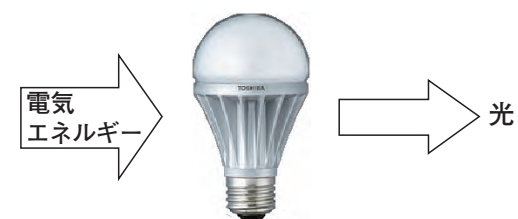
高温になったフィラメントから、熱とともに光が放射される。フィラメントの温度は2000℃にもなる。電球の寿命は1000～2000時間。

〈電球形蛍光灯〉



蛍光管の中での放電によって発生した紫外線を蛍光物質に当てて発光している。光への変換効率が、白熱電球のおよそ5倍(消費電力は1/5)、寿命は白熱電球の10倍程度。

〈LED電球〉



種類の異なる半導体中を移動した電子とその抜けがら(正孔)が再結合する際に放出される光を利用。理論上は電子の持つエネルギーがほぼ全て光に変換される。消費電力は白熱電球の1/10、寿命は白熱電球の40倍。

電気エネルギーを効率的に利用するには、光や熱、音や力に変えて使う時、目的以外のものの発生を可能な限り少なくすることが大切なポイントである。身のまわりの電気器具などでも、省エネルギーを実現する一つの方法として、効率よく変換することを目指している。

② L E Dの利用

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・「電力」や「電力と熱」に関連付けて白熱電球、電球型蛍光灯及びL E D電球を比較し、L E D電球はエネルギー変換効率が高く、電力消費が少ないことを説明できる。
 - ・省電力化やエネルギー効率の向上には、目的の機能へのエネルギー変換効率を高めることが重要であることを説明できる。また、それを通してエネルギーの有効利用の大切さに気付かせる。
- ②指導の手だて

1 電球の明るさと消費される電力

現在の科学技術によって、私たちの生活を変えずに、省エネルギー化が進められていることに気付かせることがねらいである。原理を理解する前に、エコワットやルクス計などを用いて、同じような明るさの電球でも消費電力が大きく異なるという事実を知ること、省エネルギー化に向けた科学技術の発達への興味・関心を高めたい。

2 効率よく電気を使うために

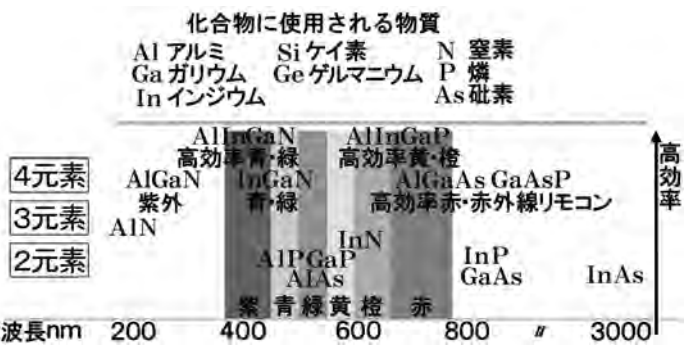
小さな消費電力で大きな効果を実現している背景として、不必要なエネルギーへの変換が行われていないことに気付かせたい。そのために、それぞれの電球の表面の放射温度を測定させたり、分光器によるスペクトルの違いを観察させたりすることが大切である。スペクトルについては、詳しく扱う必要はないが、出している光の種類が異なることを気付かせるきっかけ程度に扱いたい。「何が何でも省エネ!」という応用の効かない生徒ではなく、正しい知識で正しい判断ができる生徒を育成したいものである。

(2) 補充資料

L E Dの発光色は、Ga (ガリウム)、N (窒素)、In (インジウム)、Al (アルミニウム)、P (リン) など、半導体を構成する化合物によって、放出される光の波長が異なる。

光の波長は、右図に示す通り450nm前後が青色、520nm前後が緑色、660nm前後が赤色に見える。この波長の違いが、L E Dの発光色を決めている。白色光は2色以上の光を混ぜて白色に見せる手法をとるが、補色を混色するより、赤、青、緑の3原色を混色した方が、より自然な白色に見える。

L E Dの発光と太陽光発電とは全く逆の原理である。そのため、L E Dに光を当てると発電する (高輝度タイプをいくつか並列にすれば電子メロディを吹鳴できる)。



1. 電球の明るさと消費される電力

実験1. 3種類の電球について調べてみよう!
同じような明るさに見える三つの電球について調べてみよう!

電球の種類	明るさ	見え方の違い	消費電力
白熱電球			
蛍光灯			
L E D			

話し合ってみよう!
実験1のように消費電力に大きな違いが見られたのはなぜだろう。

〈みんなの意見〉

2. 効率よく電気を使うために

実験2. 三つの電球の秘密は何だろう?
三つの電球の温度や光の性質まで詳しく調べてみよう!

電球の種類	表面の放射温度	分光器で見た光の様子
白熱電球		
蛍光灯		
L E D		

気付いたことをまとめてみよう!
温度や光の性質の違いと消費電力の違いにどんな関係があるのだろうか。

〈消費電力の違いとの関係〉

電気器具の消費電力をおさえるために大切なポイントは何だろう。

3 燃料電池

1. 私たちの暮らしを変える新しい電池

私たちの暮らしを支える電気エネルギー。新しい電気エネルギーの供給源として注目されている燃料電池とはどのようなものだろう。

電解質水溶液と2種類の金属を用いて電池をつくれることは学習した。この原理は、私たちの暮らしにも乾電池や蓄電池として利用されている。

私たちの暮らしは、電気エネルギーによって支えられている。我が国の低いエネルギー自給率と地球環境問題を考慮すると、安定供給と二酸化炭素排出削減につながる方法で電気エネルギーを得ることが今後の課題である。

現在、いろいろな分野で研究が進み、新技術が開発されている。その中の一つに燃料電池がある。

燃料電池とは、いったいどのようなものなのだろう。まずは原理を簡単に理解しよう。水に電気エネルギーを加えると、水素と酸素に分解することができる。これを水の電気分解と言う。では、水素と酸素が結び付くと何が起こるであろう？答えは簡単である。先ほどの電気分解とは逆の反応なので、水が生成して、さらにエネルギーを取り出すことができる。実はこれが燃料電池の原理である（図1）。

燃料電池は、私たちの暮らしにどのように利用されるのでしょうか。すでに、国内では燃料電池自動車が生産、一部販売もされている。また、最近では、家庭で給湯器及び発電機として使用できる燃料電池が登場した（図2）。

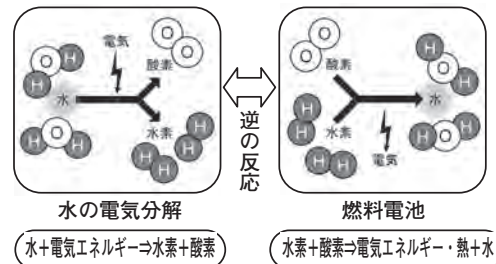


図1 燃料電池の原理



図2 家庭用コージェネレーションシステム

2. 燃料電池をつくってみよう！

(1) 準備物

紙おむつ（中の超吸水性樹脂〈ポリマー〉を使用）
手回し発電機または乾電池、炭素電極
100mlビーカー、ワニ口クリップ、電子オルゴール

(2) 方法

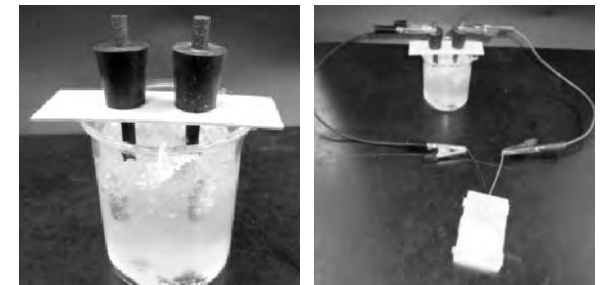
- ①紙おむつの吸収部分から超吸水性樹脂を取り出す。
- ②ビーカーの7分目あたりまで水を入れる。
- ③少量の超吸水性樹脂を加える（しばらくすると、どんどん水を吸収していくので、超吸水性樹脂の量は水の量に併せて調整。超吸水性樹脂は、水を吸うとゲル状に変化する）。



図3 取り出した超吸水性樹脂

- ④超吸水性樹脂の中に鉛筆の芯を2本突き立てる。このとき鉛筆の芯が接しないように注意する。
- ⑤炭素電極に手回し発電機をつなぎ、電気分解を行う。
- ⑥電子オルゴールを接続すると、音が鳴り始める。

(注) 超吸水性樹脂を触った手で、目をこすったりしない。目に入った場合はすぐに水で洗い流すこと。



装置の様子

完成

図4 制作する燃料電池

3. たくさんの技術が支える明るい未来

私たちの暮らしを様々なエネルギーが支えているが、はじめに述べたように、日本はエネルギー自給率が低いという大きな課題を抱えている。

現在、エネルギー問題の解決に向け、様々な方面で研究が進み、新しい技術が次々と開発され、今後の実用化に向けて動き出している。例えばどのような技術があるだろう。

【電気自動車】

家庭用の電源から充電できるプラグインタイプの電気自動車がすでに実用化されている。ガソリンを燃料としないので、走行時にCO₂などを排出しない。

スマートグリッドの整備によっては、更に活用の幅が広がる可能性もある。



図5 充電中の電気自動車

【ヒートポンプ】

冷房の時は、室内の空気の熱を室外へ、暖房の時は、室外の空気の熱を室内へ、ポンプのようにくみ上げて移動させる仕組みを、ヒートポンプと呼ぶ。冷蔵庫やエアコンの技術として広く普及している。使ったエネルギー（圧縮機などを動かす）を上回る熱エネルギーを移動でき、新しい製品では3～6倍に達し、省エネルギーに貢献している。最近では給湯器にも利用されている（図6）。



図6 自然冷媒ヒートポンプ給湯機

【核燃料サイクル】

原子力発電の燃料となるウランは限りのある資源である。

発電に使用した使用済み燃料の中にはリサイクルして利用できるものが含まれている。核燃料サイクルとは、使用済み燃料の再処理によりプルトニウムなどの有用な物質を分離回収し、再び発電用に使用して、ウラン資源を有効利用することである。

使用済み燃料をそのまま処分した場合に比べ、再処理してプルスーマルで再利用した場合には、1～2割のウランが節約できる。高速増殖炉を用いた核燃料サイクルが実用化されれば、より一層のウラン資源の有効利用を図ることが可能となる。また、再処理を行わずに直接処分すると、使用済み燃料は高レベル放射性廃棄物となるので、核燃料サイクルは、放射性廃棄物の低減にも役立つ。

③ 燃料電池

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・化学変化と電池の発展として、電気エネルギーを得る技術の一つとして開発が進められている燃料電池の制作実験を行い、燃料電池の原理を説明できる。
 - ・日本のエネルギー自給率の現状や地球環境問題などに関連させて、エネルギーの安定供給を目指した新技術の開発に興味・関心をもつ。

②指導の手だて

1 私たちの暮らしを変える新しい電池

すでに学習している電気分解、化学電池の知識をもとに、燃料電池の原理を理解させる。その他の化学電池とは異なる点として、外部から燃料供給が必要なことと幅広い用途との関連にも気付かせたい。

2 燃料電池をつくってみよう！

燃料電池を身近に感じるために、生徒実験として取り組ませたい。今回紹介した方法以外にも、たくさんの方が開発されているので、生徒の実態に応じて準備のしやすい方法を利用して実験に取り組ませるとよい。

3 たくさんの技術が支える明るい未来

燃料電池のほかにも、私たちの未来の暮らしを支えてくれる可能性のある技術の研究・開発が進んでいることを理解させたい。ここでは、題材として電気自動車、ヒートポンプ、核燃料サイクルを取り上げたが、生徒たち自身がこういった技術を調べ、発表するような活動を取り入れることが望ましい。

(2) 補充資料

燃料電池にはいろいろな種類があるが、一般的には電池反応に関与しているイオン導電種（水素イオン（陽子）以外もある）の伝導する電解質の種類によって分類される。

	固体高分子型 (PEFC)	りん酸形 (PAFC)	熔融炭酸塩形 (MCFC)	固体電解質形 (SOFC)
原 料	都市ガス、LPG 等	都市ガス、LPG 等	都市ガス、LPG、石炭 等	都市ガス、LPG 等
作動気体	水素	水素	水素、一酸化炭素	水素、一酸化炭素
電解質	陽イオン交換膜	りん酸	炭酸リチウム 炭酸カリウム	安定化ジルコニウム
作動温度	常温～約90℃	約200℃	約650℃	約1000℃
発電出力 発電効率 [LHV]	～50kW (35～40%)	～1000kW (35～42%)	1～10万kW (45～60%)	1～10万kW (45～65%)
開発状況	実用化	実用化	研究段階	研究段階
用途と段階	家庭用、小型業務用 自動車用、携帯用 導入普及段階	業務用、工業用 導入普及段階	工業用、分散電源用 実証段階 (1MWプラント開発)	工業用、分散電源用 試験研究段階 (数kWモジュール開発)

1. 私たちの暮らしを変える新しい電池

燃料電池の原理はどのようなものだろう？

2. 燃料電池をつくってみよう！

〈方法〉

- ①紙おむつの吸収部分から超吸水性樹脂を取り出す。
- ②ビーカーの7分目当たりまで水を入れる。
- ③少量の超吸水性樹脂を加える。（しばらくすると、どんどん水を吸収していくので、超吸水性樹脂の量は水の量に併せて調整。超吸水性樹脂は、水を吸うとゲル状に変化する。）
- ④超吸水性樹脂の中に鉛筆の芯を2本つき立てる。このとき鉛筆の芯が接しないように注意する。
- ⑤炭素電極に手回し発電機をつなぎ、電気分解を行う。
- ⑥電子オルゴールを接続する。

〈結果〉

〈考察〉

3. たくさんの技術が支える明るい未来

開発が進められている新技術の例をみんなであげてみよう。

新技術の例

その技術によって何が変わる？

4 放射線の性質とその利用①

1. 放射線って何だろう

放射線とは何だろう。また、どういう仕組みで発生するのだろうか。

図1に原子番号6番、自然界にある炭素原子の構造を模擬的に表す。中心の粒子の固まりは原子核と呼ばれ、その周囲を電子が運動している。電子はマイナスの電荷（電気）を、原子核はプラスの電荷を持ち、お互いに電気的な力で引き合っている。原子核は陽子と電荷のない中性子からなり、陽子の数は原子番号に等しい。

陽子と電子の数は等しく、全体として電気的に中性である。陽子の数は元素によって決まるが、中性子の数は、同じ元素でも違っているものがあり、これを同位体と言う。 ^{13}C や ^{14}C は、炭素の同位体であり、 ^{14}C には放射線を出す性質がある。同位体を表すときには、元素記号の左肩に陽子と中性子の合計数（質量数）を書き添えて「 ^{14}C 」と表記し、炭素14、あるいはカーボンフォーティーンと読む。

★★★ ^{14}C の放射線はどこから？★★★

原子核は、プラス電荷の陽子だけだと反発して不安定なので、電荷のない中性子加わりつなぎとめられている。陽子数と中性子数のバランスが悪い不安定な（すなわちエネルギーが高い）原子核は、徐々にエネルギーを α 線、 β 線、 γ 線などの放射線として放出して、陽子数と中性子数の割合がより安定な原子核に変わり、最終的に放射線を出さない安定な原子となる。 ^{14}C は中性子が多いので、中性子1個が β 線（高速で飛ぶ電子（-の電荷））を出して陽子となり、安定な窒素原子 ^{14}N になる（図2）。

放射線には次の2種類がある。また、原子核から発生するだけでなく、粒子に電圧をかけて加速し人工的に放射線をつくる方法も、素粒子研究や医学分野で行われている。

★★★放射線と放射能★★★

放射線には粒子線と電磁波の2種類がある。	放射線の発生には、大きく2種類ある。
粒子線： α 線、 β 線 など	原子核の壊変（ ^{14}C など）
電磁波： γ 線、X線 など	シンクロトロン・サイクロトロン（粒子加速器）

放射線を出す物質は放射性物質と呼ばれ、放射能とはこの放射線を出す能力のことである。例えば、ウランは、自然に放射線を出すので、放射能を持つと言う。

光……………放射線

懐中電灯……………放射性物質

光を出す能力…放射線を出す能力（放射能）

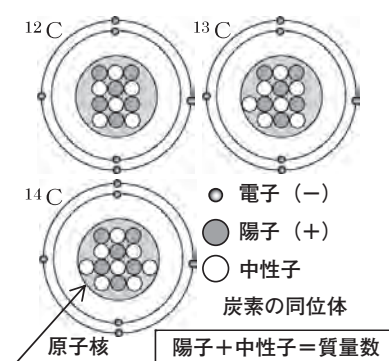


図1 炭素原子の構造

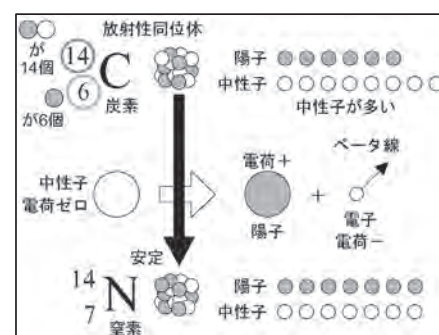


図2 放射性炭素原子の壊変

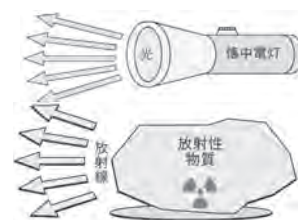


図3 光と放射線の比較

2. 放射線を測定してみよう

放射線は自然界に普通に存在する。身のまわりの放射線を測定してみよう。

放射性物質は、地球誕生時から地球に存在しており、人類を含めて生物は放射線の存在する環境の中で進化してきた。自然界に存在する放射線を自然放射線と呼び、空から降り注ぐ宇宙線をはじめ、大地の放射性物質からの放射線、食物の中に含まれる放射性物質からの放射線、更に空気中のラドンなどに起因する放射線がある。私たちはこうして自然界から、年間平均で2.4ミリシーベルト*の放射線を受けている。

*放射線による人体への影響度合いを表す単位

★★★学校のまわりの自然放射線を測ろう★★★

「はかるくん」などの簡易放射線測定器（図5）を使って、教室内、階段、通路、門柱、建物の壁、池の水面のそばなど、学校の内外の様々なところで放射線の強さを測定してみよう。測定値を比較しその理由を考えてみよう。

この実験より、私たちは、いろいろな物質から発生する放射線の中で生活していることが分かる。

※簡易測定器によって、測定できる放射線が異なるので確認すること。

※かこう岩やカリ肥料、湯ノ花、コンクリートなどから出る自然放射線は比較的大きいので測定してみよう。



霧箱があれば見えない放射線の軌跡を観察できる。興味があれば自作してみよう

図4 手作りの霧箱



出典：はかるくんWebから
図5 簡易放射線測定器

3. 放射線発見の歴史を調べてみよう

○レントゲン

1895年、レントゲンは真空放電の研究中に未知の放射線が出ていることに気付いた。この放射線は、透過力が強く、写真乾板を感光させ、蛍光を光らせる性質を持っており、X線と名付けられた。これが最初に発見された放射線である。

○キュリー夫妻

1898年、キュリー夫妻は放射性元素ポロニウム、そしてポロニウムより強い放射線を出すラジウムを発見した。「放射線」「放射能」という名を考案したのもこの人である。

○ラザフォード

1898年、ラザフォードはウランを用いて磁界を通過する放射線の様子を観測し、曲がり方の異なる2種類の放射線がウランから出ていることを見出した。1900年には、ヴィーラルがX線に似た強い放射線を発見した。これらの放射線はラザフォードにより、 α 線、 β 線、 γ 線と名付けられた。さらに、1932年、チャドウィックにより中性子が発見されている。ラザフォードは、 α 線と β 線の発見、ラザフォード散乱による原子核の発見、原子核の人工変換などの業績により「原子物理学（核物理学）の父」と呼ばれる。



図6 X線照射によって感光したフィルム

④ 放射線の性質とその利用①

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・放射線の発生原理や基本事項を説明できるとともに、自然放射線の測定体験を通して、身のまわりに放射線が存在することを指摘できる。
- ・放射線の発見には、多くの科学者たちによる、物質の構造解明への探究心と、仮説と実験の繰り返しの苦勞と努力、そして輝かしい発見の歴史があったことを説明できる。

②指導の手だて

1 放射線って何だろう

X線や放射性物質の発見などの歴史を踏まえて、2年生の「電流」で学んだ陰極線発生の実験を振り返り、それに伴って発生するX線の発見の話をしたたり、原子の崩壊に伴う α 線・ β 線・ γ 線の発生についても学習したりするなどしたい。放射線と放射能、放射性物質の関係については誤解している場合も多いのでしっかりと押さえない。

2 放射線を測定してみよう

簡易放射線測定器に付属している試料の放射線測定を行った後に学校の内外の様々なところの測定値を比較させる。測定値が場所によって異なる理由を試料の結果から推察させるとよい。

3 放射線発見の歴史を調べてみよう

原子の仕組みが解明されていった過程におけるレントゲンやキュリー夫妻、ラザフォードの活躍を調べさせ、19世紀末から20世紀初頭の輝かしい科学の発展の歴史を知らせたい。



全国其自然放射線量



体内、食物中の自然放射性物質

(2) 補充資料

- ・「はかるくん」は、(財団法人)日本科学技術振興財団から、無料で借りることができる。Webページは、次の通り：<http://hakarukun.go.jp/index.html>
- ・自然放射線の量は場所によって異なる。最も高い岐阜県は年間1.19ミリシーベルトであり、神奈川県は0.81ミリシーベルトの約1.5倍である。身体の中の放射性物質は、食品を通じて取り込まれたものである。主なものは、カリウム40、炭素14など数種類であり、これらは全て自然に存在し、最も多いカリウム40は、いろいろな食品に含まれている。しかし、放射性物質は崩壊して少なくなり、また排泄によって体外に排出されるので、体内にたまっていく心配はない。

〈参考となる資料・Webページ〉あとみん<http://www.atomin.go.jp/atomin/>

「放射線・放射能の基礎」NPO法人放射線教育フォーラム 2009年3月

1. 放射線って何だろう

- ・学習を始める前に放射線に対するイメージと放射線はどこからくるのか書こう。
- ・放射線と放射能を懐中電灯に例えると何に当たるだろう。

イメージ：	放射線：
どこからくる：	放射能：
放射線の種類は：	

2. 放射線を測定してみよう

「はかるくん」で自然放射線を測ってみよう(10秒ごとに変化する値を3回記録する)。

場所(物質)	1回目	2回目	3回目	平均	気付いたこと

3. 放射線発見の歴史を調べてみよう

レントゲン、キュリー夫妻、ラザフォードなどの人物について、資料やインターネットを利用して、どのようなことをした人が調べて発表しよう。

④ 放射線の性質とその利用②

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・放射線被ばくによる人体への影響は被ばく線量に関係しており、少量であれば問題はないこと、一方で放射線の性質を利用して医療や製造業で利用されていることを説明できる。
- ・原子力発電所における放射線及び放射性物質の管理について基本的な説明ができる。

②指導の手だて

1 放射線を受けるとどのような影響があるのだろう

放射線の影響は被ばく線量に関係しており、情緒的に怖がるのではなく、その危険性を認識したうえで、科学的・合理的に怖がる（対応する）ことの必要性を認識させたい。

2 放射線の利用について調べてみよう

放射線利用技術の一つひとつを生徒が理解するのはなかなか難しいことであるが、多くの分野で利用されており、なくてはならない技術の一つである。放射線がどんなところで利用されているかを調べながら学ばせたい。

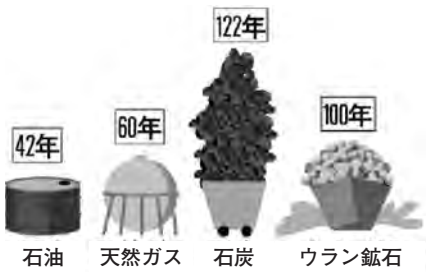
3 原子力発電所と放射線について調べてみよう

原子力発電では、放射線や放射性物質を閉じ込める工夫とともに、発電所内で働く人々の被ばく量を低減するために様々な工夫がなされている。また、そのために、発電所内外の放射線について厳重な監視を行っている。これらについても調べ学習を通して学ばせたい。



(2) 補充資料

- ・放射線は、図に示すように我々の生活の様々なところで利用されており、なくてはならないものである。
- ・原子力発電所周辺はその他のところに比べて放射線が高いと思っている人が多い。しかし「図1 被ばく線量と体への影響」に示すように、自然放射線よりずっと小さいレベルに管理されており、発電所運転中に境界付近で測定しても自然放射線の値と変わりはない。
- ・地中に埋まっている天然資源の量、とくに最近ではエネルギー資源の埋蔵量がしばしば話題になる。正確な埋蔵量を推定するのは、大変むずかしい問題なので、普通は可採埋蔵量を使う。これは現時点で確認されている埋蔵量のことである。これを1年間の消費量で割ると、確認されている資源の埋蔵量を今と同じ割合で消費していけばあと何年もつかという年数が出る。これを可採年数と言う。なお、ウランは、高速増殖炉によって、ウラン（238）をプルトニウム（239）に変える技術が開発されれば、数千年程度は利用できると考えられている。



1. 放射線を受けるとどのような影響があるのだろう

体に影響が出るとされる被ばく線量は自然放射線による被ばくの何倍か計算してみよう。

2. 放射線の利用について調べてみよう

放射線が我々の生活の中で、どのように利用されているか調べてみよう。

人々が自然放射線の3倍程度の被ばくをしてもCT検査を受けるのはどうしてだろう。

3. 原子力発電所と放射線について調べてみよう

放射線や放射性物質を封じ込めたり、周辺地域の放射線量を監視したりするためにとられている措置をまとめてみよう。

放射線を閉じ込める工夫：

放射線を監視する工夫：

発電所で働く人々の被ばく量を低減するためにとられている工夫をまとめてみよう。

限りあるウランを有効に活用する方法を調べてみよう。

3. 理科第二分野におけるエネルギー環境教育

(1) 第二分野の特性

「生命」「地球」の視点から生命とその存続基盤である地球に対する科学的な基本概念を身に付けさせるとともに、科学技術の進展・利用の拡大と生命や地球とのかかわりについて総合的な見方・考え方を育てる分野である。第一分野に比べてかかわりが少ないと思われるが、生命現象も大自然の挙動も元を正せばエネルギーが駆動するものであり、工夫次第でエネルギーとのかかわりや影響を様々な切り口で総合的に学ばせることが可能である。主な学習の視点は、次の4点である。なお、④は第一分野と共通である。

- ①生物の観察や体のつくりとはたらきなどの学習を通して、身近な生物の暮らしから地球規模の生態系の営みまでエネルギーと大きくかかわっていることを理解し、エネルギーと生命、生存基盤としての地球環境とのかかわりに対して興味・関心を持つ。
- ②大地の成り立ちや気象の変化などの学習を通して、大地の変化や大気現象がエネルギーや人類のエネルギー利用とかかわりあっていることを体験的に学び、エネルギーの有効利用の必要性の認識やエネルギー関連の科学技術や開発・応用に対する興味・関心につなぐ。
- ③生物学的、地学的な事物・現象に関する学習を通して、科学技術と人間、エネルギーと生態系のかかわりなどに対する総合的なものの見方・考え方を学び、エネルギー利用と社会の関係や将来のエネルギー選択のあり方に対する客観的・合理的な認識を深める。
- ④科学的な思考力・表現力の育成を図る観点から、生徒自身が目的意識をもって観察・実験を主体的に行うとともに、観察・実験の結果を考察し表現するなどの学習活動を活用して、問題点の所在や論点を正しくとらえるとともに、問題に積極的にいかわり解決に向けて努力しようとする能力・態度を育成する。

(2) 第二分野のねらい（学習指導要領による）

- ア. 生物とそれを取り巻く自然の事物・現象に進んでかかわり、その中に問題を見出し意欲的に探究する活動を通して、多様性や規則性を発見したり課題を解決したりする方法を習得させる。
- イ. 生物や生物現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、生物の生活と種類、生命の連続性などについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- ウ. 地学的な事物・現象についての観察、実験を行い、観察・実験技能を習得させ、観察、実験の結果を分析して解釈し表現する能力を育てるとともに、大地の成り立ちと変化、気象とその変化、地球と宇宙などについて理解させ、これらの事物・現象に対する科学的な見方や考え方を養う。
- エ. 生物とそれを取り巻く自然の事物・現象を調べる活動を行い、これらの活動を通して生命を尊重し、自然環境の保全に寄与する態度を育て、自然を総合的に見ることができるようになる。

(3) 第二分野におけるエネルギー環境教育のねらい

- ①認識形成
 - ・食物連鎖や炭素の循環などの生態系における現象を、エネルギー利用やエネルギー変換と関連付けて簡単に説明できる。
 - ・気候変動の主因と考えられている温室効果ガスが地球温暖化を引き起こす仕組みを、エネルギーと関連付けて簡単に説明できる。
 - ・生態系や地球環境を持続可能な状態とするには、エネルギー利用等に伴う地球環境への影響を、地球の自浄能力の範囲内にする必要があることを説明できる。
- ②学び方形成
 - ・生態系や地球環境とエネルギーが関連する課題について、生徒自身が目的意識をもって探究方法を考え、観察・実験などを主体的に行うとともに、結果を表現することができる。
 - ・生態系や地球環境におけるエネルギーの流れや自然界の挙動とエネルギーの関係に関心を持ち、生命現象や地球環境で出現している現象に対するエネルギーの影響について科学的な考察ができる。
- ③人間形成
 - ・生態系や地球環境の持続可能性に関する科学的な理解に努め、地球環境全体が健全な状態に維持される適正なエネルギーの利用の重要性や方法を自覚し自ら実践するとともに、周囲の人々に対して正しく伝えることができる。
 - ・エネルギー問題、エネルギー利用に伴う環境の問題を科学的思考で正しく理解しようと努め、社会的に公正な判断と合理的な対策に結び付けようとする事ができる（第一分野に同じ）。

(4) 重点単元とエネルギーパーツ

第二分野は、エネルギー環境問題における地球環境問題や生態系とエネルギーのかかわりについて、科学的な知見を育み総合的な理解・認識に結び付けるのに役立つ。①「大地の成り立ちと変化」の学習において、化石燃料の特徴や性質について知見を深める ②「気象とその変化」の学習において、エネルギー利用の環境面における最大の課題である気候変動の仕組みを科学的に理解する ③「自然と人間」では、炭素循環を題材に生態系と自然エネルギーについて学習する。

上述に基づき、①、②及び③の学習について、重点単元を構成し、エネルギーパーツを設定する。①は第1学年を、②は第2学年を、そして③は第3学年を対象とする。

学年	重点単元（小単元）	エネルギーパーツ
1年	① 地層の重なりと過去の様子（9時間） [大単元「大地の成り立ちと変化」の中の1小単元]	化石にもいろいろある（1時間）
2年	② 前線と天気の変化（7時間） [大単元「気象とその変化」の中の1小単元]	気候変動（1時間）
3年	③ 自然界のつり合い（7時間） [大単元「自然と人間」の中の1小単元]	地球を循環する再生可能な資源って？（2時間）

(5) 重点単元とエネルギーパーツの扱い

① 地層の重なりと過去の様子（第1学年）

〈小単元の目標〉（9時間）

- ・地層を観察し、構成物の種類、粒径や形、色や硬さ、化石の種類や産状などの特徴からでき方を考察して、地層の重なり方や広がりの方の規則性を見出すことができる。
- ・地層を構成する岩石や産出する化石などから、地層の堆積環境や生成年代を推定することができる。

エネルギーパーツのねらい

〈化石にもいろいろある〉（1時間）

- ・石炭を燃やす実験を通して、化石燃料が過去の生物体であることを説明できる。
- ・木炭をつくる実験を通して、バイオマスなどの再生可能なエネルギー資源について説明できる。
- ・ウランなどの鉱物性エネルギー資源について調べることができる。

小単元「地層の重なりと過去の様子」（9時間）

地層のでき方	地層をつくるもの	地層からわかること	化石にもいろいろある	身近な大地の歴史
(2h)	(1h)	(2h)	(1h)	(3h)

この単元では、野外観察などから地層のでき方を考察し、重なり方や広がり方についての規則性を見出し、現在の生物の生態の観察を踏まえて、示相化石が過去の環境の推定に有効であること、古生代、中生代、新生代の第三紀及び第四紀の地質年代の特徴と、示準化石が地層の生成年代の推定に有効であることを学習する。

前時の学習内容「地層からわかること」からの発展で、エネルギーパーツ「化石にもいろいろある」を学ぶ。

学習の前半では、石炭、石油、天然ガスのでき方を理解させる。石炭はなじみのない物質であり、燃やす実験を通して、石炭が形成された年月の重みと、これらが生物体由来することを理解させる。また、話し合いを通して、化石燃料ができる条件として、長い時間と酸素と遮断される環境が必要であり、生物体さえあれば、どこにでも化石燃料が形成されるものではないことを確認させる。以上のことに加えて、化石燃料の形成にかかわって、過去の二酸化炭素濃度が大きく減少したことを知らせる。

後半では、バイオ燃料などの再生可能なエネルギー資源の名称と特徴について知らせる。とくに、割りばしを乾留する実験では、酸素から遮断された試験管の中で、木材が木炭に変化していく様子は驚きであり、木材から可燃性ガスが発生することや、酸や油の含まれている木タールが発生することを確認させて、化石燃料とバイオ燃料の共通点に気付かせたい。最後に、それぞれの可採年数について比較する。また、地球上には、生物に由来するエネルギー資源だけでなく、ウランなどの鉱物性エネルギー資源があることを理解させる。

② 前線と天気の変化（第2学年）

〈小単元の目標〉（7時間）

- ・前線の通過に伴う天気の変化や観測結果などから、その変化を暖気と寒気と関連付けてとらえるとともに、日本の天気の特徴を日本付近の気団や大気の動き、海洋の影響と関連付けて理解する。

エネルギーパーツのねらい

【気候変動】（1時間）

- ・温室効果ガスの増加による地球温暖化現象のメカニズムや、その結果生じる気候への影響等を科学的な視点で説明できる。
- ・気候変動の影響は、自然環境だけでなく人間生活にも様々な影響を及ぼすことを知り、温室効果ガス削減に向けた対策について考察できる。

小単元「前線と天気の変化」（7時間）

気団と前線	前線と天気の変化	天気の変化を予測しよう	日本の天気の特徴	大気の動きと海洋の影響	気候変動
(1h)	(2h)	(1h)	(1h)	(1h)	(1h)

天気は日常生活と深くかかわり合う自然現象であり、科学的な見方や考え方を養うために適した教材と言える。身のまわりの気象情報を用いて気象予測の実習を設定し、気象情報の重要性や学習内容を用いて実際に気象予測ができることを経験することで、生徒の気象学習への関心を高めるようにする。

従来の気象学習が、とすると断熱膨張などの原理の理解や大気圧の測定、湿度の計算などに偏る傾向があったが、観察・実験を大切にしながら、風や雲、空の様子などの自然をありのままに観測し、その結果をもとに気象や天気の変化について考え、理解を深めることが大切であると考える。

昨今の地球環境意識の高まりから、生徒も気候変動についての関心をもち、いくつかの現象について知識ももっている。これまでになかった気温上昇や局地的豪雨といった現象は日本各地で起こっており、過去とは違った気象の変化も実感している。しかし、その原因や仕組みについては、きちんと教えられたことがないため、メディア等からの断片的な情報をもとに勝手に誤った解釈をしている場合が少なくない。エネルギーパーツ「気候変動」では、地球温暖化のメカニズムや、その結果生じる気候への影響を科学的な視点で探り、先入観を排して、ものごとを客観的に考察することの重要性を認識させ、温室効果ガス削減に向けた対策等を考える社会科の学習等につなげていく。

エネルギーパーツの前段では、地球温暖化の仕組みを温室効果ガスとの関係で科学的にとらえさせる。現象を正しく理解することが的確な対策を講じるための基本であり、学習を通して誤解が認められた場合は、正しい理解を待つだけでなく、必要に応じ積極的に誤解を解消することが求められる。

次に、地球が温暖化することによって引き起こされる降水量の激変と海水面の上昇について科学的に検討する。降水量の激変については、温暖化に伴う海水の蒸発量の増加や大気の水蒸気を取り込む能力を示す飽和水蒸気量に着目させて考察を深めさせる。海水面の

上昇については、温暖化によって融けると報告されている氷山・氷河や海水温の上昇との関係を、簡単な実験を通して考察させる。これらの実験を通して、複雑な現象と言えども客観的な考察に基づき一つひとつ実証を積み重ね、合理的な評価や判断に結び付けることの重要性を認識させたい。

③ 自然界のつり合い（第3学年）

〈小単元の目標〉（7時間）

- ・微生物のはたらきを調べ、植物、動物及び微生物を栄養の面から相互に関連付けてとらえるとともに、自然界では、これらの生物がつり合いを保って生活していることを理解する。

エネルギーパーツのねらい

【地球を循環する再生可能な資源って？】（2時間）

- ・ピーナッツや砂糖を燃やして水を温めることができる実験を通して、光合成によってエネルギーがたくわえられたことを確認し、生物体やその生成物がエネルギー資源になることを学習する。
- ・化石燃料とバイオスを比較し、バイオマスを利用した炭素循環システムは二酸化炭素の排出を抑制できる可能性があることを学習する。

小単元「自然界のつり合い」（7時間）

生物のつながりはどうなっているのか (2h)	生物のからだをつくる有機物はどうなっているのか (1h)	物質は自然界でどう循環しているのか (1h)	自然界のつながりはどう保たれているのか (1h)	地球を循環する再生可能な資源って？ (2h)
---------------------------	---------------------------------	---------------------------	-----------------------------	---------------------------

これまでに生徒は身近な生物のからだのつくりや生活の特徴について調べ、植物は光合成によって有機物をつくり、動物は有機物である植物または動物を食べるということで相互につながっていることを学んできた。本単元ではさらに微生物も加えて、自然界における生物の生活や生物同士のつながりを栄養という観点からとらえさせるとともに、自然界における生物のつり合いがどのように保たれているかを考えさせる。また、微生物が有機物を分解して無機物とし、それを植物が利用していることや、この過程で炭素が自然界を循環していることに気付かせる構成となっている。

物質の循環とエネルギーの関係は、エネルギー問題や地球温暖化問題の本質を正しく理解し、その解決に向けた対策の方向性を認識するために重要な知識である。エネルギーパーツ「地球を循環する再生可能な資源って？」では、植物が光合成のはたらきによって作り出した有機物には多くのエネルギーが含まれていること、有機物をつくる過程で空気中の二酸化炭素を吸収する役割も担っていることを押さえる。有機物はエネルギー源（バイオマスエネルギー）であり、利用した過程で排出される二酸化炭素は有機物生成過程で吸収されたものとみなすことができ、大気中の二酸化炭素総量の増減に影響を与えない（カーボンニュートラル）再生可能なエネルギーの一つとして利用・開発が進められている。化

石燃料も過去の長い年月の間に太陽から放出されたエネルギーがたくわえられたものであるが、その大量消費に伴って発生する二酸化炭素は地球の炭素循環で吸収される能力を超えており、大気中に蓄積されることによって地球温暖化を促進していることを、バイオマスの利用と比較させて考えさせるとよい。

しかし、再生可能なエネルギーであるバイオマスの多くは一方で食糧でもあり、エネルギーと食糧資源としての競合、生産地での環境破壊などの多くの課題があることについても触れておく。

（橋場隆、澤田一彦、岩崎俊文、宇野秀夫）

【単元の執筆者】

①化石にもいろいろある：澤田一彦 ②気候変動：岩崎俊文

③地球を循環する再生可能な資源って？：宇野秀夫

1化石にもいろいろある

1. 化石燃料

化石燃料には、石炭、石油、天然ガス、メタンハイドレートなどがあり、エネルギー資源として役立っている。

石炭は植物化石である。その多くは3億5千万年前の古生代につくられた。古生代には、太さ2m高さ30m程のシダ植物の大森林があり、この大木が埋もれ、地層の圧力や地熱によって炭化して石炭に変化した。その他に、中生代の地層から産出される石炭は、当時栄えていたソテツやイチョウなどの裸子植物の化石であり、新生代の層から産出される石炭は、現在に近い被子植物の化石である。石炭は古い時代のものほど炭化が進み、硬く、燃える時の煙やにおいが少なく、強い火力が得られる特徴がある。

〈考えてみよう〉古い時代の地層から産出した石炭はどちらか考えてみよう。

1. 準備物 無煙炭^{れきせいたん} 瀝青炭または褐炭 るつばさみ ガスバーナー
2. 方法 ①手ざわりや指でこすった時の汚れを比べる。
②石炭をるつばさみで持ち、ガスバーナーで点火して、炎や煙が出る様子を比べる。

3. まとめ 硬く、燃える時の煙やにおいが少ないのはどちらか。

油田から採掘される石油と天然ガスは、地層をつくる砂のすき間に、スポンジに含まれたような状態で閉じこめられている。油層の圧力で自噴しなくなると、地上からガスや水を送り込み、絞り出すようにしてとり出している。これらは、百万年以上の長期間にわたって、海洋のプランクトンなどの遺がいが厚い土砂に埋もれ、地層の圧力や地熱によって変化したものである。

メタンハイドレートは、大量の生物を含んだ堆積物が海底で長期間にわたって結晶化してできたものだとされている。結晶化するためには、高い圧力のほかに低温が必要なため、深い海底の地層にあり、採掘が困難である。

〈話し合おう〉化石燃料の共通点を出し合ってみよう。

〈化石燃料ができた頃〉

古生代には石炭紀とよばれる時期があり、その名が示す通り、石炭が世界の各地で大量に形成された。この時期には、シダ植物が二酸化炭素を吸収し、二酸化炭素濃度が大きく減っている。

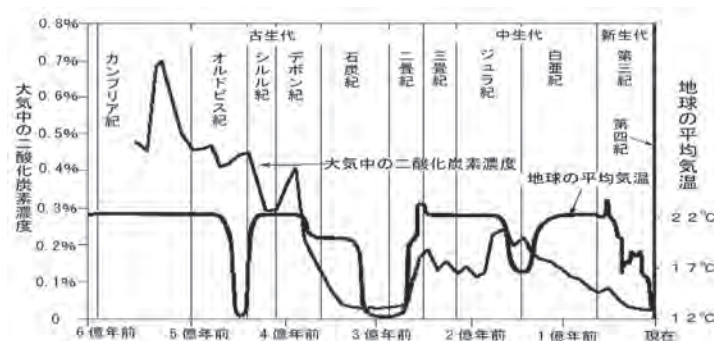


図3 古代の大気中二酸化炭素濃度と平均気温の推移
Webページ「PLANT FOSSILS of West Virginia」から作成



図1 古代の様子



図2 石炭の燃焼

2. バイオ燃料

化石燃料が過去の生物であるのに対して、現存する生物からつくる燃料をバイオ燃料とよぶ。例えば、薪や動物の排泄物、発酵させてつくるアルコールやメタンガス、木炭や生物を絞ってつくる油などがある。バイオ燃料は、生物体そのものであったり、加工されたものであったり、身近なところで利用されており、その種類は様々である。

アブラナの種子を絞ってつくる菜種油などを燃やすことは、光合成によってたくわえられた昨年の太陽の光や熱と、吸収した二酸化炭素を放出していると言える。

〈やってみよう〉木炭をつくってみよう。

1. 準備物 わりばし(2cm 2本) 試験管 ガラス管つきゴム栓 ガスバーナー スタンド マッチ
2. 方法 ①わりばしを試験管に入れ、ガラス管つきのゴム栓をする。
②試験管の底が口よりも高くなるようにスタンドに固定し、ガスバーナーで加熱する。
③ガラス管の先から煙が出てきたら、マッチで点火する。
④煙が出なくなったら加熱をやめる。
⑤試験管が冷えてから、木炭と液体(木タール)を取り出す。
3. まとめ 煙(木ガス)は燃えたか。木炭はできたか。



図4 わりばしの乾留

3. 可採年数

化石燃料は過去の生物の化石であり、量に限りがある。エネルギー資源の確認されている可採埋蔵量と可採年数は表の通りである(2002年にまとめられた資料より)。可採とは、現在の技術で採掘ができる範囲を示すため、地球上の総量ではない。採掘技術の進歩や新たな場所の発見などで可採埋蔵量が増える可能性があるが、エネルギー消費量は年々増えており、可採年数がさらに短くなる可能性もある。

表1 エネルギー資源の可採年数

	石油	天然ガス	石炭	ウラン
確認可採埋蔵量	1兆2580億バレル	185兆200億m ³	8260億トン	547万トン
年生産量	299億バレル	3兆656億m ³	67.8億トン	5.5万トン
可採年数	42.0年	60.4年	122年	100年

出典: BP統計2009、NEA「URANIUM2007」

鉱物に含まれるエネルギー資源「核燃料」

原子力発電の核燃料に使われているウランなどの重い放射性元素は、地球ができるよりもっと以前に宇宙でつくられた物質であり、ごくわずしか地球上に存在しない。火成活動などの特別な条件が重ならない限り、鉱山のように高濃度に集まることはないが、これらの元素は岩石中に普通に含まれているため、私たちの身近に広く存在している。

Ⅰ 化石にもいろいろある

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・地質時代における二酸化炭素のゆくえと化石燃料の形成が関連していることやバイオ燃料との比較を通して、化石燃料は生物の化石であること、その形成には時間と一定の条件が必要であり、二度と再生しないことを説明できる。
- ・ウラン資源も含めて、枯渇性のエネルギー資源の可採年数について説明することができる。

②指導の手だて

1 化石燃料

ここでは、石炭、石油、天然ガス、メタンハイドレートのでき方を理解する。とくに、石炭を実際に目の前で燃やす実験は、たとえ頭で理解していても、驚きを伴う体験となる。赤々と燃える化石燃料のすばらしさを実感させたい。これらは、一定の技術が伴うので教師の演示実験で行い、無煙炭、瀝青炭または褐炭を比較観察させることによって、前者ほど炭素の割合が高いため、硬く、燃える時の煙やにおいが少なく、強い火力が得られる特徴があることに気付かせ、洗練される時間の重みを実感させたい。

全ての化石燃料の形成には、長期間が必要であり、地層に生物体が埋没し、酸素からと遮断されるなどの一定の条件も必要であることを理解させたい。また、化石燃料として、大気中の莫大な二酸化炭素が、地中に貯蔵されていることに気付かせたい。

2 バイオ燃料

現存する生物からつくるバイオ燃料は、化石燃料に比べて、蓄積年数が少ないため、エネルギーの総量が少ないという短所と、再生産可能な長所がある。ここでは、木材から木炭をつくる生徒実験を通して、生物体から、固体、液体、気体それぞれの燃料が得られることを理解させたい。実験は10分程度で全て終了し、印象に残るものである。

3 可採年数

有限な化石燃料について改めて確認させたい。「鉱物に含まれるエネルギー資源『核燃料』」は、化石燃料やバイオ燃料などの生物に由来するエネルギー資源だけでなく、星そのものの形成に関連したエネルギー資源もあることを補足するのに活用できる。

(2) 補充資料

バイオ燃料

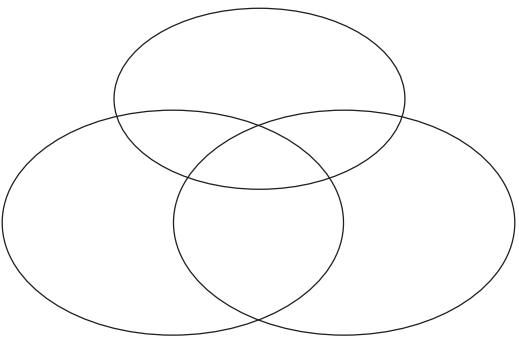
- ・輸送用バイオマス燃料として小規模ながら国内外で実用化されているもの
バイオエタノール、エチルターシャリーブチルエーテル（ETBE）、バイオディーゼル
- ・古来から利用されているもの
生物体そのものや生物の排出物、あるいはそれをいったんガス化や炭化したもの
薪、木炭、油、メタンガス

1. 化石燃料

	無煙炭 (古生代の地層に含まれる植物化石)	瀝青炭または褐炭 (中生代または新生代の地層に含まれる植物化石)
色や硬さ、燃える時の様子など		

化石燃料が地層に埋もれてできるのはなぜか考えを出し合ってみよう。

化石燃料ができる条件



【みんなの考え】

2. バイオ燃料

できた木炭（固体）、木タール（液体）、木ガス（気体）の特徴は何か。

	木炭	木タール	木ガス
特徴			



3. 可採年数

可採年数の意味を確認しよう。

可採年数とは：

2 気候変動

1. 地球温暖化現象

地球温暖化現象の原因を探ろう。

(1) 地球温暖化現象とは

地球温暖化とは、地球表面の大気や海洋の平均気温が長期的にみて上昇する現象である。約2万年前の氷河期以降、地球の気温は4℃上昇した。しかも、このうちの0.6℃は20世紀に入ってからの100年足らずの間に上昇したものである。この現象は、現在も続いており、21世紀には地球の平均気温が1.1～6.4℃上昇するとされている(図1)。

(2) 地球温暖化と温室効果ガス

温暖化現象の原因と言われているものの一つが、温室効果ガスの増加である。温室効果ガスは、学問的には「赤外放射活性気体」と呼ばれ、これらのガスが大気中に含まれていると赤外放射が大気中で吸収・放出を繰り返すため、大気から地表へ入射する赤外放射が増大したのと同じ結果をもたらすことになる(図2)。

(3) 大気中の二酸化炭素濃度と気温の関係

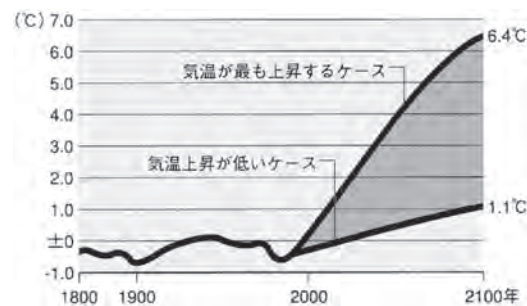
主要な温室効果ガスとして注目されているのが、二酸化炭素である。近年の大気中二酸化炭素濃度の上昇に対応するように、気温も上昇している(図3)。

18世紀中ごろに産業革命が起こる前まで、大気中の二酸化炭素の量は280ppm程度だったと推定されているが、2007年度には、383.1ppmにまで増加している。この増加分のほとんどは、石油や石炭などの化石燃料の使用によるものであると考えられている。

2. 地球温暖化と気候変動

地球温暖化は、どのような気候変動をもたらすのだろうか。

温室効果ガスが増加し気温が上昇すると、次の気候変化が起きると考えられている。



出典：IPCC AR4 SPM 図5の予測幅の上限と下限
図1 世界平均地上気温の予測結果

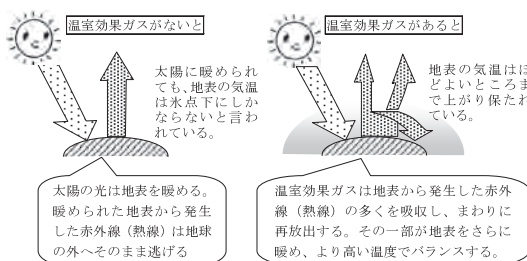
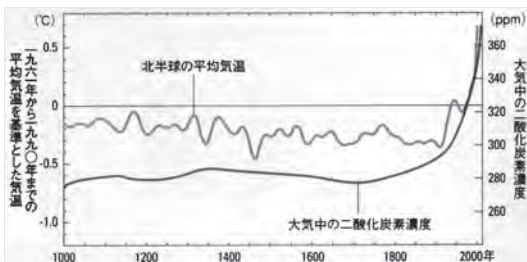


図2 温暖化の仕組み



出典：IPCC AR3科学的根拠 SPMの図1bと
図2aを組み合わせて作成

図3 過去1,000年間の大気中CO₂濃度と
北半球気温の推移

- ①乾燥・半乾燥地域での砂漠化の進行
- ②集中的な降水の増加
- ③積雪域・凍土の縮小
- ④海水面の上昇・海洋の酸性化

その結果、自然環境には次のような影響が考えられる。

- ①森林の衰退（特に半乾燥地域）
- ②環境の変化に適応しきれなかった種の絶滅
- ③海岸線の変化

また、社会的・経済的には次のような影響が考えられる。

- ①農業・畜産・林業への影響
- ②水利利用への影響（洪水・渇水の増大）
- ③海岸沿いや島嶼住民の移住・港湾施設の破壊
- ④凍土地域での地形の不安定化、浸食・地滑りの増大

温暖化によって、どうして降水量が激変するのだろうか。

気温が上がると海面からの水蒸気蒸発量が増える。気温上昇で大気の水蒸気を取り込む能力を示す飽和水蒸気量も大きくなっているため、大気中含まれる水蒸気量が増加することになる。その結果、地域によって降水量の変動が激しくなることが予想され、集中豪雨の地域が増える一方で干ばつによる被害の増加も懸念されている。台風やハリケーンは海水からエネルギーを得て強力な上昇気流をつくり出すので、海水温の上昇によるエネルギー源の増加は、巨大台風やハリケーンの出現につながる。

3. 海水面の上昇と地球温暖化現象

海水面の上昇は、どのような現象によるものだろうか。

(1) 氷が融ける状況を観察しよう

容器からこぼれ落ちる寸前まで注いだ水の中に浮かんだ氷が融ける様子を観察しよう(図5)。どうなるだろう。

氷が全部融けたら新しい氷を一つ入れてみよう。どうなるだろう。

最初の氷と、後から入れた氷は、自然界の何に対応するだろう。

(2) 水を加熱してみよう

こぼれ落ちる寸前まで水を注いだ透明なペットボトルをホットプレートに置いて、最小出力で加熱してみよう(図6)。しばらくするとどうなるだろう。

この現象は自然界では何を意味するだろう。



図4 北極の白熊

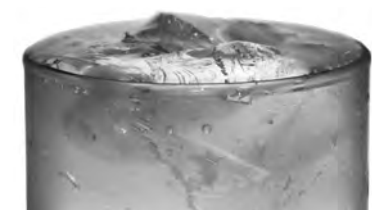


図5 氷が融ける様子の観察実験



図6 水を加熱した時の様子の観察実験

② 気候変動

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・温室効果ガスの増加による地球温暖化現象のメカニズムや、その結果生じる気候への影響等を科学的な視点から説明できる。
 - ・気候変動の影響は自然環境だけでなく人間生活にも様々な影響を及ぼすことを知り、温室効果ガス削減に向けた対策について考えを社会科の学習に活用できる。

②指導の手だて

1 地球温暖化現象

小学校での学習やメディア情報等を受けて地球温暖化について意識している生徒は多い。しかしながら、地球温暖化現象と温室効果ガスとの関係を正しく理解している生徒は多くない。温室効果ガスのはたらきについて理解し、太陽エネルギーの収支のバランスを考えることができるようにする。代表的な誤解例として、強力な温室効果ガスでもあるフロンによるオゾンホール破壊と結び付けて、オゾンホールの拡大が太陽光の入射増加を招き温暖化するとの考え方が国際的にも多いことが知られている。発言等から誤解している生徒が多いと推定される場合は、まず誤解を解消することから始めるのもよい。

2 地球温暖化と気候変動

地球温暖化がどのような気候の変化につながり、それが自然環境や人間生活にどのように影響するかを体系的に考えさせる。降水量の激変が大気中の水分増加と関係していることを例に、様々な形で発生する現象が、理科で学ぶ基礎的な物理法則に基づく現象が連続的につながって発生していることを実感させる。また、様々な影響があることを知り、地球温暖化防止への意識化につなげる。

3 海水面の上昇と地球温暖化現象

海水面の上昇を、実験を通して科学的にとらえる。実験室内での変化を地球規模の現象と対比してとらえることを通して、現象やそれに対する情報を感覚的にではなく、科学的に正しく考察して理解することの重要性を認識させる。

(2) 補充資料

地球上における水の分布を次表に示す。大気中に含まれる水分が多いことが分かる。

	体積 (10 ³ km ³)	水の割合	淡水の割合
海水とその他の塩水	1,361,500	97.5%	－
氷河及び万年雪	24,064	1.7%	69.3%
地下水 (淡水)	10,530 [※]	0.75%	30.3%
湖 (淡水)	91.0	0.007%	0.26%
沼地・湿地・土壌中	28.0	0.002%	0.08%
大気中	12.9	0.0009%	0.04%
河川	2.12	0.0002%	0.006%
生物	1.12	0.0001%	0.003%

出典：2003国連世界水開発報告書

※ほとんどが掘削が困難な地下深くにある

1. 地球温暖化現象

世界の気温は、氷河期の頃と比べて何度上昇したのだろうか。そのうち、20世紀に入ってから、何度上昇したのだろうか。

氷河期の頃と比べて	20世紀に入ってから
℃	℃

地球温暖化の仕組みについてまとめよう。

温室効果ガスがないと地球はどうなるだろう。	温室効果ガスはどのようなはたらきをしているのだろうか。	地球温暖化とは温室効果ガスがどうなることなのだろうか。

2. 地球温暖化と気候変動

地球温暖化によって、どうして降水量が激変するのだろうか。

3. 海水面の上昇と地球温暖化現象

氷が融ける状況の観察実験において、それぞれの氷は自然界の何に対応するだろう。

最初の氷	後から入れた氷

水を加熱する実験は、自然界ではどういうことを意味するのだろうか。

3 地球を循環する再生可能な資源って？①

1. 地球上で姿を変えて循環する炭素

炭素は、いろいろな物質に姿を変えて、大気と物質の間を移動している。植物は、生産者として、光合成によって炭素を二酸化炭素の形で取りこみ、有機物を合成する。一方、動物は、無機物から有機物をつくり出すことができないので、消費者として植物やほかの動物を食べることによって有機物を取り入れ、それを自分の体の有機物につくり変える。また、植物も動物も、呼吸によって酸素を取り入れて、有機物から生きるためのエネルギーを取り出し、炭素を二酸化炭素の形で放出している。さらに、分解者は生物の死骸や排出物を分解する際に、無機物、水とともに、炭素を二酸化炭素として放出している。

炭素は地球上で姿を変えて循環している。

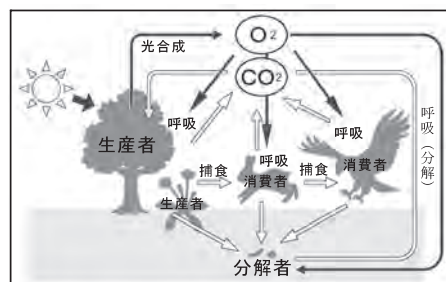


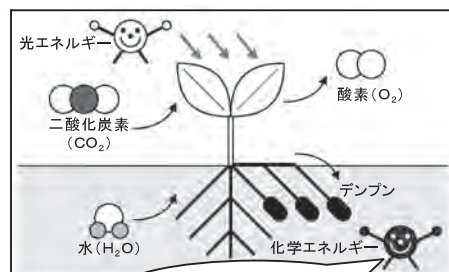
図1 生態系のシステム

2. 光合成によってエネルギーとしてたくわえられる

(1) 光合成で何がつくられているの？

植物は、細胞に葉緑体をもっている。葉緑体では光合成によって有機物をつくり出すことができる。

光合成とは、二酸化炭素と水を材料として、太陽エネルギーを利用しながら、デンプンなどの有機物を合成し酸素をつくり出すことである。



植物は光エネルギーを化学エネルギーとしてたくわえたものなんだ。

図2 光合成の仕組み

(2) ピーナッツや砂糖には、エネルギーがたくわえられている

落花生やサトウキビは、光合成により太陽エネルギーを利用し、有機物をつくり出す。その時、太陽エネルギーは、化学エネルギーの姿で有機物となり体内にたくわえられる。ピーナッツや砂糖には、化学エネルギーがたくわえられていると言える。



図3 太陽エネルギーが植物にたくわえられる流れ

(3) ピーナッツ1粒、砂糖1さじでどれくらいのエネルギーを出すの？

燃やしてお湯を温めて、上昇温度を測ってみよう。



出典：「ヒカルとチカラのエネルギー実験室」

図4 ピーナッツの燃焼実験

- ①メスシリンダーで100mlの水を量り、空き缶に入れ、水温（E）を測定する。（水は室温より5℃～10℃低いものを使うとよい。）
- ②皮をむいたピーナッツ（砂糖）をアルミケースにのせ、電子てんびんで質量を量る。（A）
- ③ピーナッツ（砂糖）に火をつけて、空き缶の水を温めながら水温を測定する。水温が室温より10℃ぐらい高く（D）になったら火を止める。
- ④残ったピーナッツ（砂糖）をアルミケースにのせて質量を量る。（B）

(4) それぞれの食品に含まれるエネルギーってどれくらい？

実験結果から、ピーナッツ（砂糖）がもつエネルギーは次のようにして求められる。

初めの質量（A） [] g	—	後の質量（B） [] g	=	消費された質量（C） [] g
加熱後の水温（D） [] ℃	—	最初の水温（E） [] ℃	=	上昇した水温（F） [] ℃
上昇した水温（F） [] ℃	×	水の質量 100 g	=	水の得た熱量（G） [] cal

ピーナッツ（砂糖）1 g当たりのエネルギー

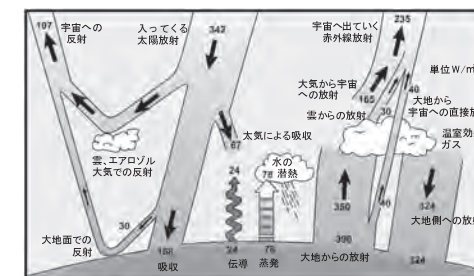
$$\frac{\text{水の得た熱量（G）} \text{ [] cal}}{\text{消費された質量（C）} \text{ [] g}} = \text{ [] cal / g} \rightarrow 1 \text{ calは} 4.2 \text{ Jなので} \text{ [] J / g}$$

ピーナッツ1 gに対して熱量6400cal、エネルギー 26880 J、砂糖1 gに対して熱量3540cal、エネルギー 14868 Jがたくわえられている。

3. バイオマスエネルギーの可能性

太陽から地球に届くエネルギーは約17万4千TW（テラワット）、大気等による反射や吸収を受け、約半分が地表に到達する。大気や地表、海洋を暖めた後、赤外線などとして全て宇宙へ再放射される。地球温暖化は、このエネルギー収支の均衡が崩れて起きる現象である。

大気圏内に到達した太陽エネルギーは、大気や水を循環させ、植物の光合成などを通じて生命活動の源となる。光合成によって固定されるバイオマスエネルギー量は100TWになるが、約60%が未利用と考えられている。一方、世界のエネルギー使用量は約15TWである。未利用バイオマスエネルギーの利用促進で、世界のエネルギー事情を改善できると考えられ、技術開発が進められている。



出典：IPCC AR4 WG1第1章図1から

図5 地球のエネルギー収支

① 地球を循環する再生可能な資源って？

(1) 本時のポイント

①ねらい

炭素は二酸化炭素や植物や動物の有機物として姿を変えながら地球上を循環していることを理解し、エネルギー資源として有機物の中に取り入れられていることを説明できる。

②指導の手だて

1 地球上で姿を変えて循環する炭素

植物は動物と違って光合成をすることができる。植物は光合成によって太陽エネルギーを利用し二酸化炭素と水から有機物をつくり出している。そして、植物の有機物を動物は消化と吸収によって生きるためのエネルギーを得ている。さらに、動物や植物の有機物が菌類や細菌類によって分解されることで、二酸化炭素や水、窒素化合物として分解され、炭素は二酸化炭素として空気中に放出される。炭素は、二酸化炭素、有機物として地球上を循環していることを理解させたい。

2 光合成によってエネルギーはたくわえられたか？

植物は光合成を行い、炭素を有機物として体の中に取り入れる。太陽エネルギーを利用しながら、植物は有機物として生物体の中に化学エネルギーを内包することになる。この植物が持つエネルギーを実験によって求めることをねらいとしている。内包するエネルギー量が多いピーナッツや砂糖を使って、有機物はエネルギーをもつことを実感させるようにしたい。

3 バイオマスエネルギーの可能性

植物が太陽エネルギーを利用して、光合成によって体内に固定するバイオマスエネルギーは100TWと推定され、一方で世界のエネルギー使用量は約15TWである。バイオマスエネルギーの約60%は未利用と考えられ、未利用バイオマスエネルギーを利用することで、世界のエネルギー事情を改善できる可能性があることにも触れるようにする。

(2) 補充資料

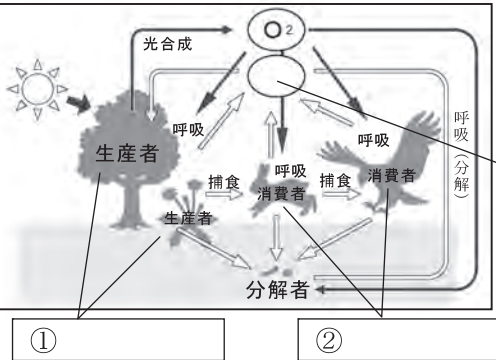
・カロリー表示

レストランに行くと必ずメニューに、カロリーが書かれている。菓子袋等の裏にも表示されている。食材のもつエネルギーから導き出されたものである。これらの情報を紹介したり現物を教材として示したりすることで、植物も動物も有機物でできており、エネルギーを持っていることに関心を向けさせることができる。

大きな数字と小さな数字の接頭辞

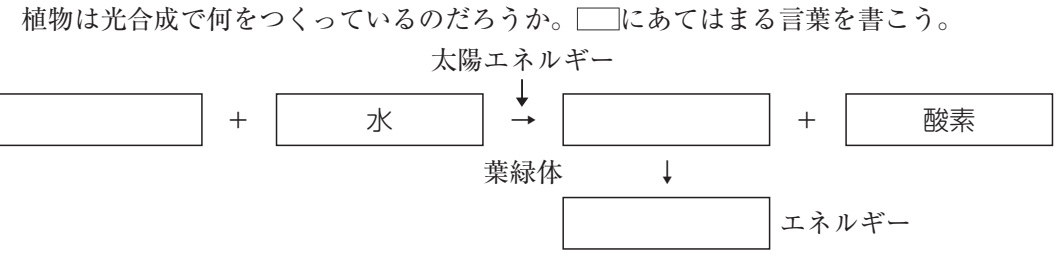
10^{15}	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10^1
P (ペタ)	T (テラ)	G (ギガ)	M (メガ)	k (キロ)	h (ヘクト)	da (デカ)
10^{-15}	10^{-12}	10^{-9}	10^{-6}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}
f (フェムト)	p (ピコ)	n (ナノ)	μ (マイクロ)	m (ミリ)	c (センチ)	d (デシ)

1. 地球上で姿を変えて循環する炭素



炭素は、姿を変えて地球上を循環している。①～③では、炭素は、どのような物質として存在しているのだろうか。物質名を書こう。

2. 光合成によってエネルギーとしてたくわえられる



ピーナッツ（砂糖）のもつエネルギーを実験によって確かめてみよう。

初めの質量 (A)	—	後の質量 (B)	=	消費された質量 (C)
[] g		[] g		[] g
加熱後の水温 (D)	—	最初の水温 (E)	=	上昇した水温 (F)
[] °C		[] °C		[] °C
上昇した水温 (F)	×	水の質量	=	水の得た熱量 (G)
[] °C		100 g		[] cal

ピーナッツ（砂糖）1 g 当たりのエネルギー

水の得た熱量 (G)
[] cal

消費された質量 (C)
[] g

$\frac{[] \text{ cal}}{[] \text{ g}} = [] \text{ cal/g} \rightarrow 1 \text{ calは} 4.2 \text{ Jなので}$
[] J/g

3. バイオマスエネルギーの可能性

世界のエネルギー使用量	[] TW
バイオマスエネルギー量	[] TW
未利用バイオマスエネルギーの割合	[] %

3 地球を循環する再生可能な資源って？②

1. 植物や動物を原料としたものは再生可能な資源として利用できる

バイオマスとは、動植物から生まれた再生可能な有機性資源のことである。家畜の排泄物、生ゴミなどの廃棄物系バイオマス、稲わら、残材などの未利用バイオマス、糖質、デンプン、油脂などの資源作物などがある。炭素は姿を変えて、バイオマスに含まれる。

これらのバイオマスは、未利用のままに終わっているものもある。持続可能な社会の構築を目指し、食品廃棄物や林地残材などの未利用バイオマスの利用を拡大する取り組みが始められている。



出典：平成18年度農林水産省バイオマス・ニッポン
総合戦略高度化推進事業パンフレットから
図1 バイオマスの日本国内における賦存量と利用状況

バイオマスの長所と短所を化石燃料と比較して、みんなで話し合ってみよう。

	化石燃料	バイオマス
長所	- エネルギー密度が高い。(バイオエタノールの発熱量は石油の6割程度である) - 取り扱いやすい。	- 再生可能な資源としての利用が可能である。 - 成長過程で二酸化炭素を吸収するため、二酸化炭素の排出を抑制できる。 - 国産の資源である。
短所	- 枯渇性の資源である。 - 大気中の二酸化炭素の増加を招き、地球温暖化へつながる。 - 偏在しており、日本はほとんどを輸入に頼っている。	- 原料の生産量が限られ、持続的な利用をしなければ、生態系の破壊につながる懸念がある。 - 化石燃料に比べてコストが割高になる。 - 食糧と競合すると、穀物の供給不足や価格高騰などの問題を起こす場合がある。

2. バイオマスの将来への利用

(1) バイオマスとカーボンニュートラル

バイオマスの燃焼等により二酸化炭素が発生しても、もともと大気中の二酸化炭素を植物が光合成により固定したものであるため、実質的に大気中の二酸化炭素濃度を増加させないとみなすことができる。これを「カーボンニュートラル」と言う。ただし、利用に伴って追加的に必要なエネルギーが十分少ないことが条件になる。うまく利用することによって地球温暖化を防止し、持続可能な循環型社会の構築に生かすことができると期待されている。

(2) バイオマスの利用の試み

未利用な資源を将来的には再生可能なエネルギーや物質として、利用しようとする試みが始められています。

○可燃ごみの燃料等への利用

可燃ごみを受け入れて炭化処理し、製造した炭化物はコークス燃料や保温材として製品開発されている。

○バイオマスプラスチックの利用

バイオマスを利用し生分解性樹脂、非分解性樹脂を開発し、生ゴミ袋、トレー、食器などに利用されている。



梱包材の例

○バイオガス利用

下水処理施設からでるバイオマスを利用し、メタンガスを発生させバスの燃料として利用されている。



こうべバイオガスステーション

出所：(独)土木研究所Webマガジン Vol.12

○木質バイオマスの利用

バイオマスを利用し、ペレットに加工され、ペレットストーブとして利用されている。



木質ペレット
写真提供：若狭町



福井県若狭町内小学校のペレットストーブ

○バイオ液体燃料の開発

石油にかわる燃料として、バイオ液体燃料が開発されています。バイオ液体燃料には原料となる油脂からグリセリンをエステル交換するなどの化学処理をして取り出すバイオディーゼルと、デンプン系や糖質系、セルロース系を原料とし発酵させるバイオエタノールがあります。それぞれ、軽油、ガソリンの代替として製造されています。

(3) バイオエタノール開発の課題

バイオエタノールは、トウモロコシ、サトウキビなどの穀物からつくる(第一世代)。穀物を酵母により糖化しブドウ糖にした後、発酵させ、バイオエタノールと二酸化炭素を発生させる方法である。しかし、食糧供給や穀物価格の高騰等の問題により、未利用の廃材や食糧以外のバイオマスからの燃料(第二世代)の開発が進められている。

第一世代は簡単に分解できる食糧を原料とするのに対し、第二世代では植物の幹などを構成するセルロースが原料となる。植物の主成分であるセルロースは(C₆H₁₀O₅)_nで表される炭水化物多糖類で、天然の植物質の1/3を占め、地球上で最も多く存在する炭水化物である。しかし、このセルロースは結合力が強く、化学的に安定しており、粉碎し分解し糖化する前処理に技術的な課題がある。現在、セルロースからバイオエタノールを取り出すための研究開発が進められている。

① 地球を循環する再生可能な資源って？②

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・バイオマスは、再生可能な有機性資源であり、うまく利用することによってカーボンニュートラルとみなすことができることを指摘できる。
- ・バイオマスの特徴を生かして、再生プラスチックなどの材料として、またバイオ液体燃料などのエネルギー資源として、持続可能な社会の構築に向けた取り組みが進められていることを説明できる。

②指導の手だて

1 植物や動物を原料としたものは再生可能な資源として利用できる

バイオマスは、再生可能な有機性資源であることを押さえ、食品廃棄物、林地残材など未利用な資源が多くあることに気付かせる。一方でまだ課題も多いので、長所と短所を化石燃料との比較を通して考察させ、良いところだけでなく問題点についてもしっかりと眼を向けさせることが大切である。

2 バイオマスの将来への利用

バイオマスはカーボンニュートラルとみなすことができる再生可能な資源であり、その特徴を生かして、再生プラスチック、バイオディーゼル、バイオエタノールなど、持続可能な社会の構築に向けた様々な研究開発が進められ、一部については実用化に向けた取り組みが始まっていることを認識させたい。

なお、すでに米国やブラジルで大規模に進められているトウモロコシやサトウキビなどの穀物を利用したバイオ燃料の製造（第1世代）には、食糧と競合する問題があり、そのような問題がない植物の主成分であるセルロースを利用した製造技術（第2世代）の開発が進められていることにも触れるようにする。

(2) 補充資料

バイオリファイナリー

再生可能な資源であるバイオマスを原料とし、エネルギー・化学品を生産する技術体系を意味した米国エネルギー省による造語である。この概念は1999年の米国クリントン政権で出された大統領令「バイオ製品・バイオエネルギーの開発の促進」とブッシュ政権下の2002年に出された新大統領令「米国におけるバイオエネルギーとバイオ製品ビジョン」により打ち出された。20世紀に発達した石油化学工業を、根本的に変える可能性があり、原料となるバイオマスは、植物の光合成による二酸化炭素の固定化によってつくられるため、地球温暖化と資源枯渇問題の切り札になると期待されている。地球温暖化対策としてだけでなく、ポストゲノムに代表されるバイオテクノロジーの急速な進展をもととする産業化の強力な推進を図るための国家科学戦略として位置付けされている。米国産業界では21世紀の産業革命とも認識されている。

1. 植物や動物を原料としたものは再生可能な資源として利用できる

バイオマスにはどのようなものがあるのだろうか。

長所と短所を化石燃料と比較して、みんなで話し合ってみよう。

	化石燃料	バイオマス
長所		
短所		

2. バイオマスの将来への利用

バイオマスは今後どのようなものに利用されるのだろうか。

バイオエタノール開発の課題を考えよう。

図1はカットしたCDとティッシュの空箱でつくった分光器である。この分光器のスリットを図2の電球型蛍光灯の方向に向け、のぞき穴から観察すると、図3に示すような光（スペクトル）が見える。太陽の光を見ると色が連続的に変化するきれいな虹が見える。蛍光灯の光は太陽の光と異なり、断続的に色が登場する。白熱電球やLED電球の光も調べてみよう。どのような光（スペクトル）が見えるだろう。これが消費電力とどのように関係しているのだろう。

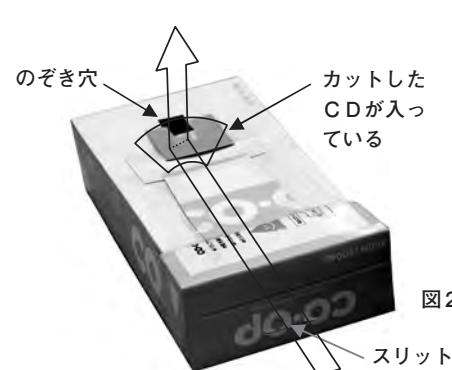


図1 手作り分光器



図2 点灯中の電球型蛍光灯

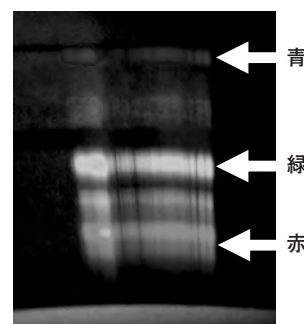


図3 電球型蛍光灯の光（スペクトル）

図4に波長で分類した電磁波と光の種類を示す。光は電磁波の仲間である。しかし人間が明かりとして認識できる電磁波の領域は太陽の光の波長のほぼ中心部分(可視光線領域)に限られており、照明装置からその他の領域の光（電磁波）が出ていても我々の眼は明るいと感じない。効率の高い照明装置とは、入力エネルギーを選択的に可視光線領域の光（電磁波）に変換できる装置である。

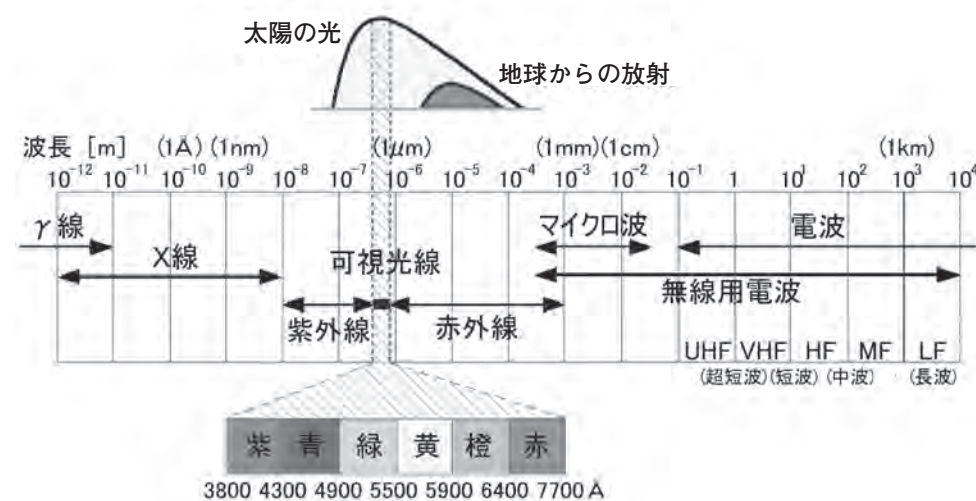


図4 波長による電磁波と光の種類

（橋場隆）

IV 中学校技術・家庭科実践指導プラン

1. 中学校技術・家庭科の特性とエネルギー環境教育

エネルギー環境教育における中学校技術・家庭科での視点は、他教科等との関連を明確にし、系統的・発展的に指導ができるよう配慮することが重要となる。理科、社会科での学習内容を踏まえ、両者を統合し家庭生活に即した内容にまとめ直したり、ライフスタイルの確立における考え方を補足的・発展的に扱ったりすることが望まれる。

また、実践的・体験的活動から生活に必要な知識や技能を習得するという教科本来の目的は、エネルギー環境教育の目的とも一致するものであり、欠かすことのできない視点となる。さらに、そこから得られた知識・技能を活用し、生徒自ら進んで生活を工夫し、これからの創造的な生活に見通しが立てられるようにしていきたい。

2. 技術・家庭科技術分野におけるエネルギー環境教育

(1) 技術分野の特性

技術分野の内容は、A材料と加工に関する技術、Bエネルギー変換に関する技術、C生物育成に関する技術、D情報に関する技術の四つがある。授業時数については、3学年間を見通した全体的な指導計画に基づき、いずれかの分野に偏ることなく配当して履修させることとなっている。

(2) 技術分野のねらい（学習指導要領による）

ものづくりなどの実践的・体験的な学習活動を通して、材料と加工、エネルギー変換、生物育成及び情報に関する基礎的・基本的な知識及び技能を習得するとともに、技術と社会や環境とのかかわりについて理解を深め、技術を適切に評価し、活用する能力と態度を育てる。

(3) 技術分野におけるエネルギー環境教育のねらい

① 認識形成

- ・エネルギー利用に関する技術の進展が、資源やエネルギーの有効利用に貢献していることを説明できる。
- ・技術の進展と資源・エネルギー・環境との関係について説明できる。
- ・エネルギー利用に関する技術が我が国の伝統や文化を支えてきたことについて説明できる。

② 学び方形成

- ・エネルギー変換に関する製作や操作の技能を身に付ける。
- ・エネルギー変換に関する実践的・体験的な学習活動を通して、自ら課題を発見し解決の方法を見出す。

③ 人間形成

- ・エネルギー変換に関する技術にかかわる倫理観を育む。
- ・工夫・創造の喜びを体験する中で、勤労観や職業観、協調する態度を育む。
- ・実践的・体験的な学習活動を省み、次課題へ生かそうとする。

(4) 重点単元とエネルギーパーツ

技術分野では、実践的・体験的な学習活動を通して、エネルギー利用に関する基礎的な知識のみならず、技能を習得することも目標の一つである。そして、これからの生活において進んで技術を活用し、エネルギー利用や環境保全に対して工夫し創造する能力と態度を育てることが望まれる。

エネルギー環境教育に関しては、これから期待される動力伝達技術や身近な機械の保守・点検を通して省エネルギーを考える内容、及びこれまでのエネルギー利用の問題点を知り、これから期待されるエネルギー利用の仕方を考える内容としている。

学年	重点単元	エネルギーパーツ
1 年	① ものづくりの技術を生活に生かそう (15時間) [大単元「材料と加工に関する技術」の中の 1 小単元]	動力を効率よく伝える仕組み (2 時間)
2 年	② エネルギーを変換して利用しよう (15時間) [大単元「エネルギー変換に関する技術」の中の 1 小単元]	これからの技術とエネルギー利用 (2 時間)

(注) 技術・家庭科では「単元」ではなく「題材」と表現することが多いが、他教科に合わせて、技術分野及び家庭分野とも「単元」と表現した。

(5) 重点単元とエネルギーパーツの扱い

① ものづくりの技術を生活に生かそう (第 1 学年)

この単元は、食料生産、工業生産を通して、国民生活とエネルギーの密接な関連を学習するよう意図して作成した。社会科の食料生産、工業生産の学習の中で扱えるようになっている。また、エネルギー関連特設単元としてまとめて扱うことも可能である。産業活動を支えるエネルギーの有用性を調べ、その重要性を理解するとともに、我が国のエネルギー自給率の低さに着目させ、今後のエネルギー利用のあり方を考えさせる。

〈小単元の目標〉(15時間)

ものづくりの構想から完成までを、自分なりに工夫したり、仲間と協力したりする過程で、道具や機械の仕組みを知り、安全で能率のよい使い方を身に付ける。また、資源・エネルギー・環境と技術のかかわりを考え、自分なりに技術の利用の仕方について判断する。

エネルギーパーツのねらい

【動力を効率よく伝える仕組み】
(2 時間)

摩擦や摩耗によるエネルギー損失を減らすことは省エネルギーにつながることを知り、機械の保守・点検及びこれからの動力伝達技術についての、機械的な工夫や技術を説明できる。

小単元名「ものづくりの技術を生活に生かそう」(15時間)

製作品の 構想・設計 (2h)	製作 (9 時間)				動力を効率よく 伝える仕組み (2h)	これからの 生活と技術 (1h)
	材料取り (3h)	部品加工 (3h)	組み立て (2h)	仕上げ (1h)		

この単元では材料と加工に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得させるとともに、材料と加工に関する技術が社会や環境に果たす役割と影響について理解を深めることをねらいとしている。

本エネルギーパーツでは、機械要素の学習からの発展的内容と位置付けた。材料と加工に関するものづくりでは、製作時間短縮のため卓上ボール盤や糸のこ盤といった機器を使用した加工をする場面が多くみられる。そこで、機器操作の体験を生かし、機械要素の学習に発展させ、これまでどのような知恵や技術を用いて機械的なエネルギー変換におけるエネルギーの損失を軽減してきたか、また、これから期待される動力伝達技術や身近な機械の保守・点検を通して機械的な省エネルギーについて考える内容とした。機械要素による動力の伝達は技術分野における学習の特色の一つである。他教科で扱う省エネルギーは、節電やエネルギー資源（化石燃料等）の有効利用としての内容で扱われることが多い。そのため、機械的なエネルギー損失を減らすことで省エネルギーが図れるという内容は技術分野で扱うべきものである。

なお、本エネルギーパーツを技術分野の学習のガイダンス的な内容として扱うことも、カリキュラムに応じて変更可能である。

② エネルギーを変換して利用しよう (第 2 学年)

〈小単元の目標〉(15時間)

エネルギー変換に関するものづくりを通して、身のまわりのエネルギーにはどのようなものがあるか知り、その変換方法や利用の形態を考え、環境に配慮したエネルギーの有効な利用の仕方を身に付ける。

エネルギーパーツのねらい

【これからの技術とエネルギー利用】(2時間)

ものを運ぶ技術の進展についての学習を通して、技術の進展とエネルギー利用には密接なかかわりがあることを知り、これから期待される環境に配慮したエネルギー革新技術について説明できる。

小単元名「エネルギーを変換して利用しよう」(15時間)

エネルギー変換に関する技術を利用した製作品の設計・製作 (12h)	生活に生かそう (1h)	これからの技術とエネルギー利用 (2h)
--------------------------------------	--------------	-------------------------

この単元ではエネルギー変換に関する基礎的・基本的な知識及び技術を習得させるとともに、エネルギー変換に関する技術が社会や環境に果たす役割と影響について理解を深めることをねらいとしている。

本エネルギーパーツではまず、人やものを運ぶ技術とそのエネルギー変換効率について扱う。蒸気機関の仕組みは、現在でも火力発電・原子力発電で利用されている蒸気タービンによるエネルギー変換技術につながるものであり、問題点のみでなくその有用性の高さも理解させたい。そして、技術の進展により、エネルギー変換効率のより高い自動車が開発されているが、一般に普及するまでには技術的課題と社会的課題が混在していることに気付かせたい。その上でこれから期待される再生可能エネルギーを利用したエネルギー変換技術に触れるが、これも普及するまでには技術的・社会的課題の混在があり、枯渇性エネルギー資源をどれだけ効率よく利用するかも重要な視点であることを押さえたい。まとめとして、国が重点的に取り組むべきエネルギー革新技術についても具体例をあげ、これからのエネルギー利用を考えられるような内容としている。（井元りえ、前田浩平）

【単元の執筆者】

①動力を効率よく伝える仕組み ②これからの技術とエネルギー利用：前田浩平

1 動力を効率よく伝える仕組み①

1. 「からくり」の仕組みを探究しよう！

「からくり」の仕組みを調べ、特徴をまとめよう。

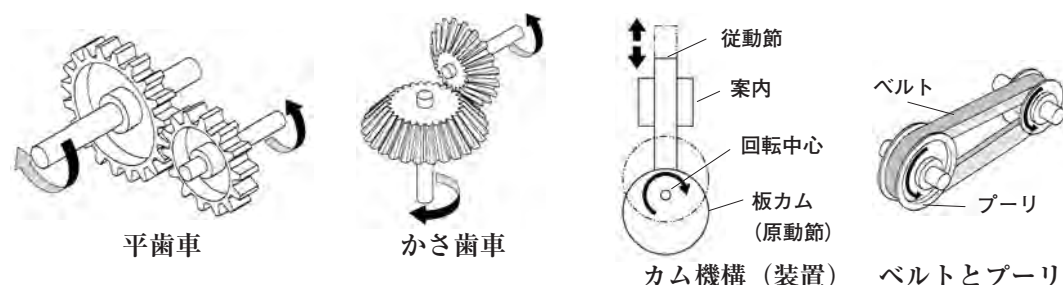


図1 動力を伝達する仕組み

2. 水車は巨大なからくり屋敷

東京都三鷹市には、1808年頃につくられた新車と呼ばれる日本でも有数の水車が今も残っている。

〈新車の規模〉

- ・水輪
直径4.8m
幅 97cm
- ・木製歯車の数
大小あわせて19個
- ・挽臼
4斗張り(72斗)12個
2斗張り(36斗)2個
- ・挽臼
2台
- ・せり上げ(昇降機)
2台(図2には1台のみ表示)

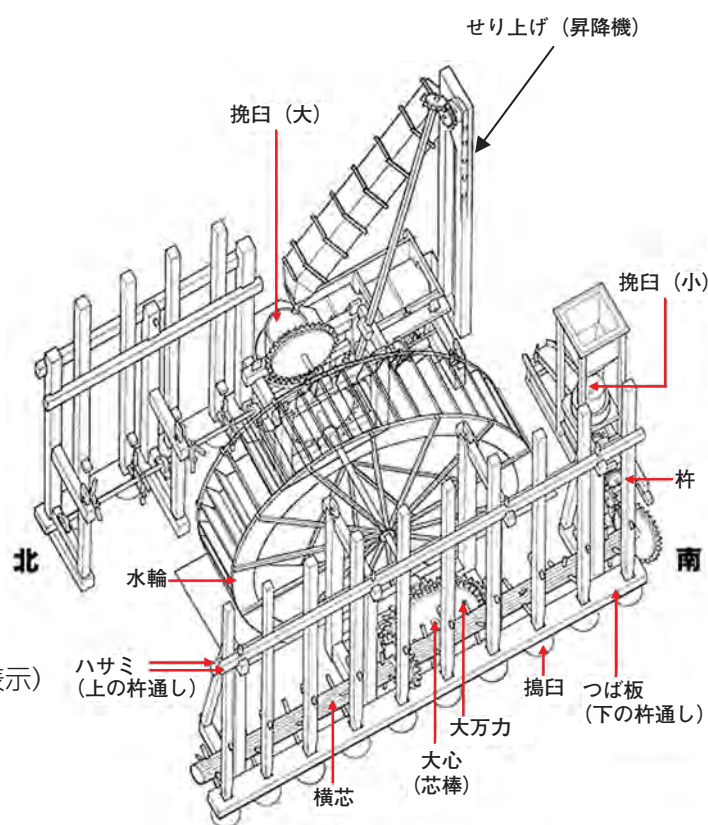


図2 新車の概要 みたか水車博物館Webページから転載

エネルギーは変換装置がなければ利用できない。その中で、動力を伝達する仕組み（からくり）は「機械要素」と呼ばれるものの一つである。水車は、水が流れるエネルギーを水輪が受け止め、回転するエネルギーに変換する。当時の人々は回転するエネルギーを、さらにどのように変換して利用していたのだろうか？

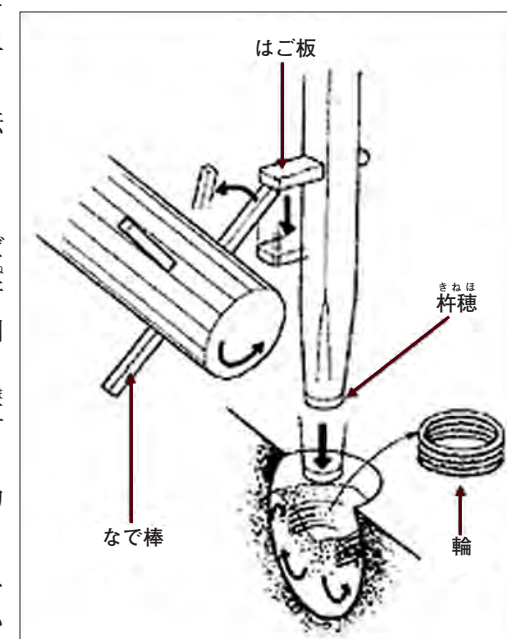
杵と搗臼

玄米は薄くて硬い皮が付いているので、そのままでは食べにくい。そこで杵を上から落とすことによって、搗臼の中の玄米の皮を取って白米（精白）にして食べた。まず、水輪の回転は、心棒・歯車・搗心棒に伝えられる。搗心棒には、なで棒が4本ずつ付いている。このなで棒は回転に伴って、杵に付いている羽子板を持ち上げ、少し高くなるとはずれる。すると、杵が下へ落ちる。このようにして、回転運動を上下運動に変えた。

また、杵が搗臼の中にまっすぐ落ちるように、上と下に杵通し（ハサミとつば板）がある。杵が上下に動くと、この杵通しに杵が当たり減る。そこで、杵の側面にはぎ板を付け、それを交換することによって減りを防いでいる。特に、新車の杵はケヤキの5寸（約15cm）角で、長さ1丈（約3m）、重さ18貫（約67.5kg）と大きい。

ほかにも、杵の先（下方）に切り込みを入れ、ケヤキをつけて、杵が減らないようにし、さらにその先に松の杵穂をつけて穀物へのあたりを柔らかくしている。

小坂克信（産業考古学会水車と臼分科会代表）／みたか水車博物館Webページから引用



杵が上下に動く様子

エネルギーを変換して利用する時には、エネルギーの「損失」が起こる。また、部品が擦れ合うところや、ぶつかり合うところは消耗するため、定期的に交換が必要となる。エネルギーを変換する時の損失（熱・音・振動等）を減らし、いかに多くのエネルギーを生活に利用できるようにするかといった問題や、一つひとつの部品を長く使えるように、なるべく消耗させないようにするといった問題は、昔も現在も変わりはない。

そして、エネルギーを効率よく変換する技術は、少ないエネルギーで多くの仕事を可能とすることから、省エネルギーにもつながる。

① 動力を効率よく伝える仕組み①

(1) 本時のポイント

①ねらい

「からくり（動力を伝える仕組み）」の特徴をまとめ、水車の規模や用いられた動力伝達の仕組みを知ることで、機械的なエネルギー変換技術について説明できる。

②指導の手だて

1 『からくり』の仕組みを探究しよう

動力を伝える仕組みを子どもに受け入れやすいよう「からくり」という言葉を用いた。

摩擦やかみ合いで回転を伝える仕組みや、リンクやカムの学習のまとめとして扱いたい。この時、教科書の図による説明に加え、機械（卓上ボール盤等）の内部を提示したり、模型を製作したりした説明を加えることが望ましい。

2 水車は巨大なからくり屋敷

約200年前には、水が流れるエネルギーを巨大な木造機械によって有効利用していた事実に気付かせたい。

- ・水車の規模を示すには、具体物での説明が有効である。教室の机やいすを重ね、水輪の実際の大きさ（直径4.8m）がどれくらいであったか提示したい。
- ・水輪の回転がどのように伝達されていったかは図を見ただけではイメージしにくい
ため、心棒・歯車・搗心棒^{つきしんぼう}の位置関係をじっくり確認したい。
- ・搗臼^{つきうす}や挽臼^{ひきうす}、精米や製粉についての認識が浅い場合、具体例を出しながらの補足説明が必要である。

現在、身近なところでの水車の利用はほとんどなく、「機械＝電気で動くもの」と認識されがちである。ここでは、電力利用のない時代から、自然界のエネルギーを有効利用するための知恵と技術について理解を深める内容としている。

そして、「省エネルギー＝節電・節約」のみではなく、機械的な工夫や技術が省エネルギーに貢献していることにつなげていきたい。

(2) 補充資料

- ・手軽な教材として「からくりの素」（集文社 2007）がある。ペーパークラフトによる工作だが、リンクやカム、歯車の動きが立体的にとらえられる点で効果的である。
- ・「みたか水車博物館」Webページ
<http://www.city.mitaka.tokyo.jp/suisya/>

1. 「からくり」の仕組みを知ろう

「からくり」についての特徴をまとめよう。

名称	特 徴
平歯車	・回転の〈 〉や方向（ 度）が変えられる。
かさ歯車	・回転の〈 〉や方向（ 度）が変えられる。
カム機構（装置）	・回転運動を〈 〉に変えられる。
ベルトとプーリ	・回転の〈 〉や方向が変えられる。 ・ベルトで〈 〉ことができる。

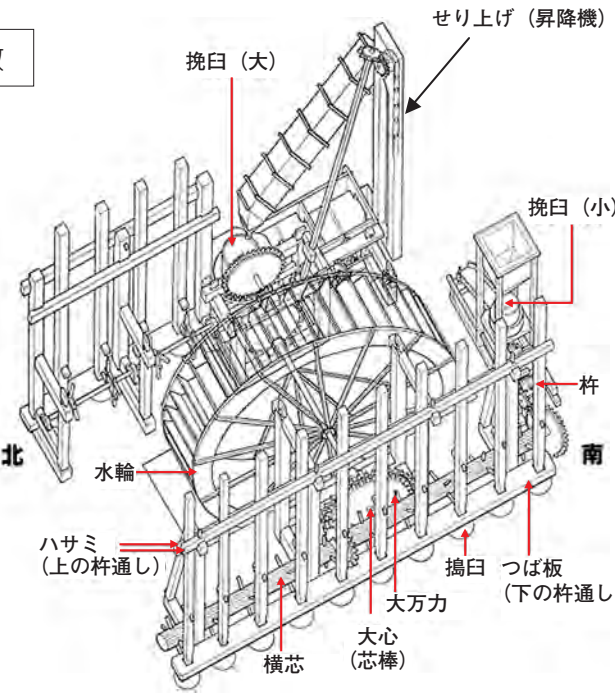
2. 水車は巨大なからくり屋敷

新車^{しんぐるま}についてまとめよう。

- ・新車^{しんぐるま}は今から約〈 〉年前につくられたものである。
- ・新車^{しんぐるま}の水輪^{みすわ}の直径（4.8m）は、教室の机約〈 〉脚分の高さに相当する。

- ・図から探して、○で囲む。
歯車^{はぐるま} 搗臼^{つきうす}
挽臼^{ひきうす} せり上げ（昇降機）

- ・杵^{きね}を上から落とす仕組みは、まず、水輪の回転が〈 〉に伝えられる。搗心棒^{つきしんぼう}についている4本の〈 〉が杵^{きね}についている〈 〉を持ち上げ、はずれたところで杵^{きね}が下へ落ちる。こうして、回転運動が〈 〉に変わっている。



1 動力を効率よく伝える仕組み②

1. エネルギーを効率よく利用する技術

(1) 動力伝達の大敵「摩擦」と「摩耗」

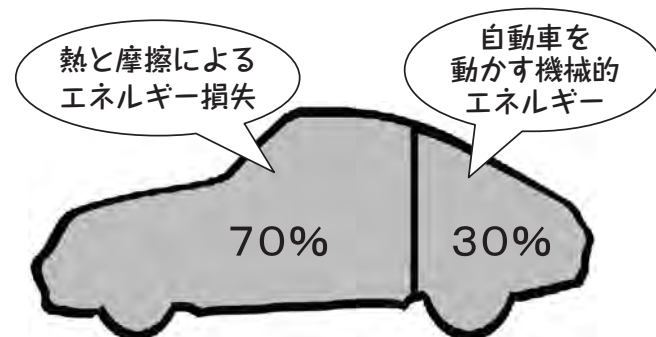


図1 車のエネルギー効率

「摩耗」(こすれて減っていくこと) してしまい、大きな事故につながることもある。

自動車のエンジンにおいて、ガソリンの燃焼で発生するエネルギーを100%とすると、そのうち自動車を動かすための機械的なエネルギーは最大で30%ほどにしかならない。残りの60%程度は熱として逃げ、摩擦により10%程度が失われてしまう。

機械が巨大になると「摩擦」も大きくなる。その結果、

(2) 軸受けについて調べよう

回転の動力を伝えるためには、回転の軸を支える「軸受け」が必要である。軸受けは回転部分の摩擦を低減する機構部品で、エネルギーの効率利用に貢献している。

新幹線は、40年以上の歴史の中で軸受けの性能が格段に向上した。開業当初は200万km走行ごとに軸受けを交換する必要があったが、現在は一度組み付けば交換不要でそのまま使い続けることができる。設計、素材、潤滑、加工法、全ての技術が40年間で段違いに良くなった。

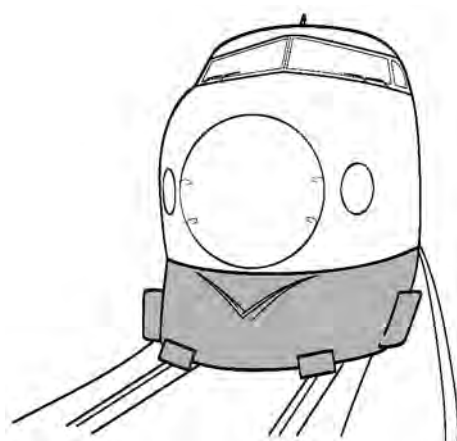


図2 新幹線0系電車

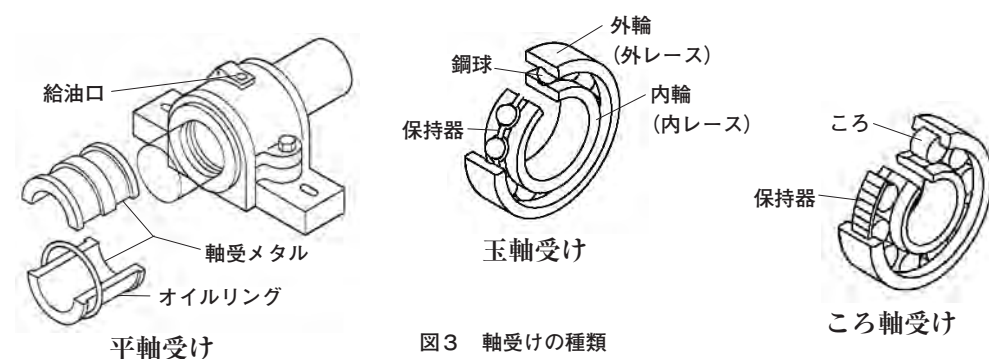


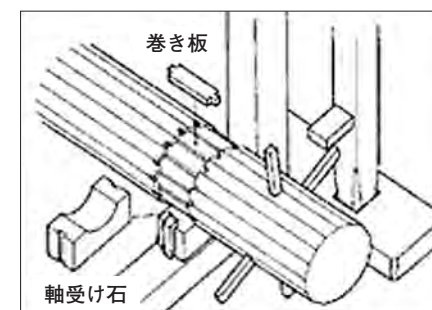
図3 軸受けの種類

平軸受けは軸との接触面積が大きいので、大きな荷重に耐えられる。玉軸受けやころ軸受けは接触面積が小さく転がるので、摩擦による動力の損失が少なくなる。

(3) 水車を支えた 知恵と技術

心棒・軸受け

水の力で水輪が回ると、その中央にある心棒も回る。この心棒を支える台が軸受けであり、上部は心棒がのるように丸くへこんでいる。心棒はケヤキを使ったが、大きくて長いものは高価だった。そこで、心棒そのものを交換しなくて済むように、軸受けがあたるところは巻き板を埋め込んだ。巻き板が摩耗しても巻き板のみ取換えれば、高価な心棒はそのまま使うことができる。巻き板はカシで、1か所12枚使った。巻き板のすき間には菜種油をしみこませた米糠をつめ、毎日油を注して滑らかに回るようにした。



水車にみられる軸受けの工夫

同様に、杵と搗臼にも摩擦や摩耗に対する知恵と技術がある。このように、機械を扱うということはその便利さの裏で、摩擦や摩耗といかにうまく付き合っていくかという知恵や技術が重要な役割を担っている。

小坂克信(産業考古学会水車と臼分科会代表) / みたか水車博物館Webページから引用

(4) 動力伝達ののり

リニアモーターカー

車両の超電導磁石が高速で通過すると、地上の浮上・案内コイルに電流が流れ電磁石となり、車両を押し上げる力(反発力)と引き上げる力(吸引力)が発生し浮上する。そのため、地面とタイヤによる摩擦や軸受けによる摩擦はない。

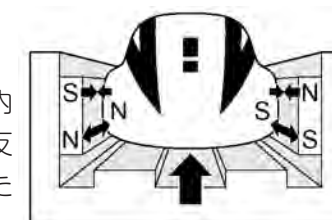


図4 浮上する原理

流体軸受け

受け側と軸側との間に、気体や液体などの流体をはさむことで、受け側と軸側とが直接触れ合わないようになっている。受け側と軸とが直接触れ合わないことから、摩擦抵抗は非常に小さく、発生する抵抗は流体の抵抗のみである。コンピュータのハードディスクドライブやファンで採用されている。

2. 動力を効率よく利用しよう

省エネルギーは、使用時間や使用回数を減らしたり、節電を心がけたりすることのほかに、エネルギーの損失を機械的な技術や工夫によって低減することも考えられる。

省エネルギーのために、これから期待される動力伝達の技術や、身のまわりのもので、動力を効率よく利用するためにできる機械的な工夫を考えてみよう。

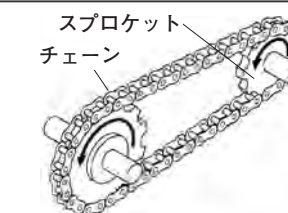


図5 自転車の動力伝達機構

① 動力を効率よく伝える仕組み②

(1) 本時のポイント

①ねらい

摩擦や摩耗によるエネルギー損失を減らすことは、省エネルギーにつながることを知り、機械の保守・点検及びこれからの動力伝達技術についての機械的な工夫や技術を説明できる。

②指導の手だて

1 エネルギーを効率よく利用する技術

- ・付機械の規模が大きくなると、摩擦や摩耗に対する対策が必要である。「摩擦」への認識は高いと考えられるが、「摩耗」は日常あまり使われない言葉であるため、しっかり押さえておきたい。
- ・心棒は摩耗による部品損失は避けられないため、交換しやすく、しかも部品の一部を取り換えるのみで済むようなつくりになっていたことに気付かせたい。杵と搗臼きね つぎうすにも同様の工夫があるので、前時の資料にも目を通していきたい。

2 動力を効率よく利用しよう

身近な自転車を例にあげ、エネルギーの損失を最小限に抑える工夫について考える時間を取りたい。

例：チェーンに潤滑油をさす、タイヤの空気圧を適正にする等。

同時にこれは機械の保守・点検であり、家庭の電化製品についても保守・点検を行うことが、製品を長く使えるようにし、事故を未然に防ぐだけでなく、省エネルギーにもつながるということに気付かせたい。

(2) 補充資料

- ・四輪自動車は世界中で7億台強が走っており、更に毎年約6000万台製造されている。1台の自動車で節約できるエネルギーは小さくても、世界中で走っている自動車全体をあわせると、その節約量は莫大になる。

「トコトンやさしい 摩擦の本」(日刊工業新聞社 2006)

- ・開業当初の新幹線の軸受けについて、東京―大阪間 約500km を1日5～6往復すると、およそ1年間で交換することになる。

$$500 \text{ (km)} \times 5 \text{ (回)} \times 2 \text{ (往復)} \times 365 \text{ (日)} = 1825000 \text{ (km)}$$

$$500 \text{ (km)} \times 6 \text{ (回)} \times 2 \text{ (往復)} \times 365 \text{ (日)} = 2190000 \text{ (km)}$$

- ・軸受けの寿命は、実際は摩耗による損失ではなく軸受材料の「転がり疲れ」による表面の微少破壊によるものであるが、ここではその詳細には触れないものとする。

1. エネルギーを効率よく利用する技術

動力伝達における「摩擦」と「摩耗」についてまとめよう。

摩 擦	摩 耗

平軸受けと玉軸受け・ころ軸受けの長所をまとめよう。

平軸受け	玉軸受け・ころ軸受け

水車を支えた知恵と技術についてまとめよう。

心棒と軸受け	きね つぎうす 杵と搗臼

2. 動力を効率よく利用しよう

省エネルギーのために、これから期待される動力伝達の技術について考えをまとめよう。

身のまわりのもので、動力を効率よく利用するためにできる機械的な工夫を考えまとめよう。

2 これからの技術とエネルギー利用①

1. 人やものを運ぶ技術とエネルギー

人類はみずから歩くだけでなく、家畜（馬や牛など）の力を使い移動していた。そして今日では、鉄道や自動車の技術が進歩し、より大量に、より速く運ぶことが可能となった。しかしこれからは、ただ大量に速く運ぶだけでなく、環境にも配慮した技術が必要である。将来は、どのような技術の進展が期待されているのだろう。

(1) 鉄道の技術とエネルギー

1830年頃（日本では1880年頃）から鉄道が普及し、大量に、速くものが運べるようになった。その頃の鉄道には「蒸気機関」が多く利用されていた。

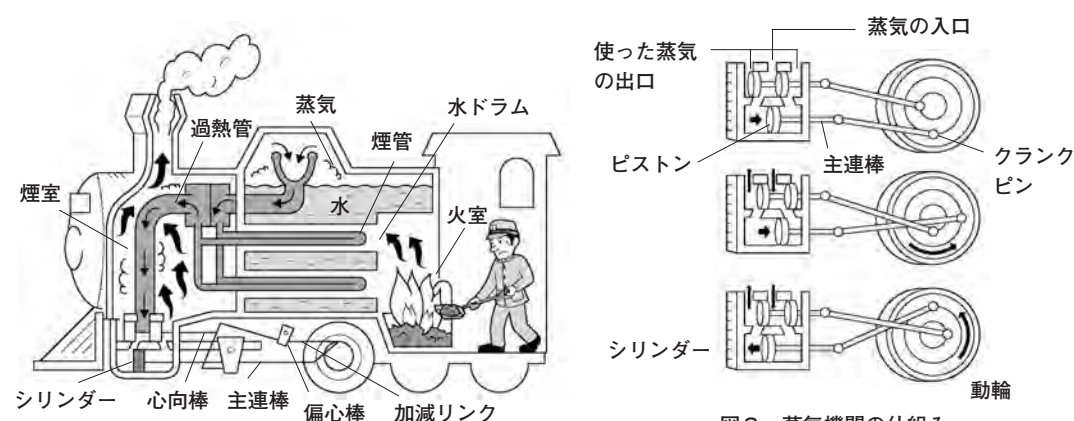


図1 蒸気機関車の内部

図2 蒸気機関の仕組み

【エネルギー変換効率：10%程度】

蒸気機関車は、図1のように、人の手によって火室に燃料である石炭を入れ、それを燃やした熱で水を沸騰させ、蒸気が膨張するエネルギーでピストンを動かし、車輪を回していた。そこでの機構として、往復スライダクランク機構（図2）が使われている。

現在の鉄道では、電気エネルギーでモーターを回し車輪を回す電車が使われている。

エネルギー変換効率とは、燃料がもともと持っているエネルギーをどれぐらいの割合で変換できるかを示す値であり、すべて変換できるとすると100%となる。蒸気機関と異なりモーターは非常に変換効率が高く、電気エネルギーのほとんどを機械エネルギー（動力）に変換でき、さらに走行中の運動エネルギーを電気エネルギーに変換して減速する「回生ブレーキ」も利用できる。

(2) 自動車の技術とエネルギー

現在利用されている自動車の燃料には主にガソリン（や軽油）が使われる。

蒸気が膨張するときよりも、ガソリンと空気を混ぜ合わせた混合気が燃焼・膨張するときの方が単位体積当たりのエネルギー量が多く、したがって、小型でも大きな動力が得られる。ここでの機構は蒸気機関と同様、往復スライダクランク機構が使われている。

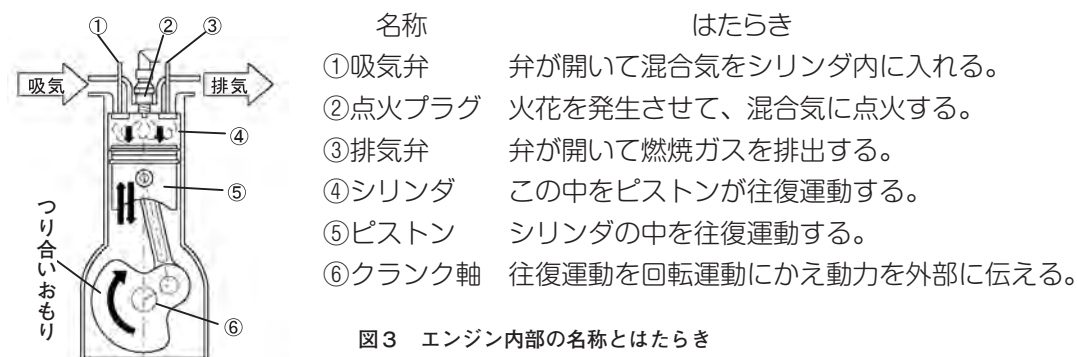


図3 エンジン内部の名称とはたらき

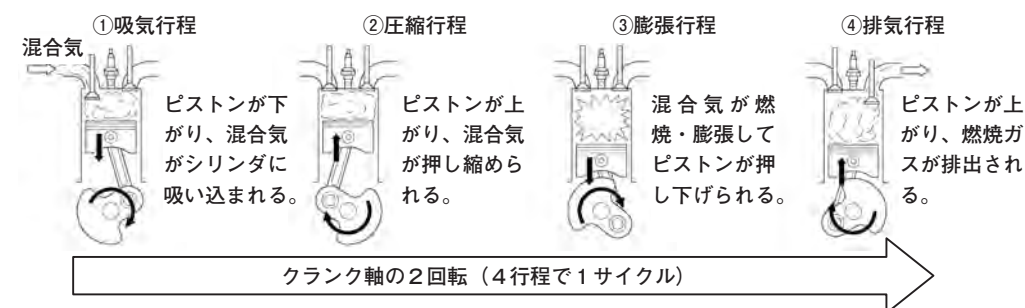


図4 ガソリンエンジンの仕組み（4サイクル）

【エネルギー変換効率：30%程度】

2. これからの自動車の技術とその普及

(1) 電気自動車

エンジン、燃料タンクなどの代わりにモーター、電池、充電器などの電気自動車部品を搭載している。走行時にはCO₂を排出しないが、使用する電気の発電方法や発電効率により、環境への負荷が決まる。これから一般に普及するには、充電設備の整備・充実や電池性能の向上といった課題がある。

(2) 燃料電池自動車

水素と空気中の酸素が化学反応する時に発生する電気を利用してモーターで走る。走行時は水が排出されCO₂を排出しない。一般に普及するには、電気自動車同様、水素補給設備の整備・充実や電池性能の向上、また、水素を大量に保存・生産できる技術の開発といった課題がある。水素は電気と同じく二次エネルギーであるため、水素製造方法によって環境への負荷が決まる。

今まで普及してきたガソリンエンジンから、ガソリン以外の燃料で走行する自動車へ転換するには、設備や技術の問題が多くある。将来的にガソリンに頼らない自動車へ移行していく準備段階として、ガソリンと電気で行く自動車（ハイブリッドカー）が普及してきている。また、ガソリンと代替燃料（水素やバイオ燃料）を別々の燃料タンクに入れ、必要に応じて両者を使い分けて走行できる自動車（バイフューエルカー）も開発されている。ただし、電気や水素、バイオ燃料をつくり出す過程での環境への負荷も見逃してはいけない視点である。

② これからの技術とエネルギー利用①

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・蒸気機関やガソリンエンジンの仕組みを理解し、往復スライダクランク機構が利用されていることを説明できる。
- ・電気自動車や燃料電池自動車の仕組みや課題を理解し、技術の進展とエネルギー利用及び社会の変化は密接なかかわりがあることを知り、これからの自動車の技術について説明できる。

②指導の手だて

1 人やものを運ぶ技術とエネルギー

(1) 鉄道の技術とエネルギー

ここでは、人やものの移動手段として発展してきた鉄道の技術に焦点を当てる。

蒸気機関車と電車について、エネルギー源や走る仕組みについて理解し、そのエネルギー変換効率について考えるきっかけを与える。電車の場合は、電気エネルギーがほぼ100%機械エネルギーに変わると考えてよい。しかし、その電気をつくり出す過程ではどれぐらいのエネルギー変換効率で行われているかという疑問を投げかける必要がある。

電気でモーターが回ることに対する子どもたちの認知度は高い。しかし、蒸気で物が動くことへの認識は低いことが考えられる。模型や映像等を示しながら、蒸気機関についての説明ができるように指導の手だてを講じたい。

(2) 自動車の技術とエネルギー

ここではガソリンエンジンの仕組みについて、蒸気機関車と同じ「往復スライダクランク機構」が利用されていることを理解したうえで、エネルギー変換効率に注目させたい。

エンジンの仕組みについても、図を見ただけでは動きの理解が難しいため、模型や映像等を示しながら説明ができるようにしたい。

2 これからの自動車の技術とその普及

ハイブリッドカーや電気自動車は日本での一般販売も開始されているため、その言葉の認知度は高い。しかし、これらが普及するための技術的・社会的課題への認識は薄く、安易に「現在のすべての自動車が電気自動車になればよい」等の考えに陥りがちである。また、水素燃料やバイオ燃料で走行する自動車の開発も進められている現状を知り、電気エネルギー以外のエネルギー源についての理解も深めたい。

そのうえで、ガソリンに頼らない自動車へ移行していくプロセスについて、技術的・社会的な課題から考えられる姿勢を身に付けさせたい。

1. 人とものを運ぶ技術とエネルギーについて調べよう

1) 鉄道の技術とエネルギー

鉄道の技術について調べよう。

蒸気機関車	電車

2) 自動車の技術とエネルギー

自動車の技術について調べよう。

ガソリンエンジン自動車

2. これからの自動車の技術とその普及についてまとめよう

これからの自動車の技術と課題についてまとめよう。

電気自動車	燃料電池自動車
技術：	技術：
課題：	課題：

これからの自動車の技術として期待される、ガソリンに頼らない自動車へ移行していく準備段階として開発されている自動車の技術についてまとめよう。

2 これからの技術とエネルギー利用②

1. 環境保全に向けたエネルギー利用の仕方

(1) 枯渇性エネルギーと持続可能なエネルギー

1 回使用すると繰り返し利用することができない、石油・石炭・天然ガスといった化石燃料を「枯渇性エネルギー」と言う。現在日本の発電の6割程度が化石燃料による火力発電、3割程度がウラン資源による原子力発電である。

今後世界が目指す目標として、持続可能な社会が掲げられている。この目標の実現のためには、「枯渇性エネルギー」に頼るのではなく、持続的に利用が可能なエネルギー源への移行・転換が必要である。

使用しても自然界の営みにより再利用が可能となるエネルギーを「再生可能エネルギー」と呼ぶ。「再生可能エネルギー」には、太陽エネルギー・水力・風力・地熱・バイオマスエネルギー等があり、持続可能なエネルギーとして期待されている。しかし、現在の技術・社会システムでは、コストや供給力などの面でまだ多くの課題が残されている。

ウラン資源を利用する原子力発電においても、核燃料を繰り返し使える技術体系（核燃料サイクル）の開発が進められている。核燃料サイクルが確立すればウラン資源の利用可能期間は飛躍的に延びることから、持続可能なエネルギーの候補として期待されている。

一方、持続可能なエネルギーの利用技術が確立していない現状では、「枯渇性エネルギー」をより効率よく、よりCO₂を排出しないかたちで利用する技術の開発も重要である。

(2) 火力発電の効率をあげた技術

コンバインドサイクル発電（Combined Cycle）

蒸気タービンの蒸気温度を上げると効率がよくなるが、600℃程度が限界である。より高温の領域では燃焼ガスで回転させるガスタービンが使われる。LNG（液化天然ガス）を燃料に使うコンバインドサイクル発電所では、ガスタービンを回した後の余熱で水を蒸気に変え、さらに蒸気タービンを回転させるという二重の発電方法を組み合わせ、効率を改善している。

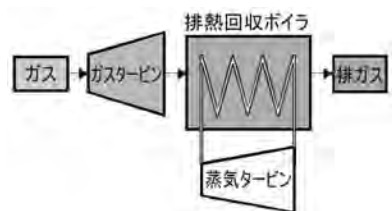


図1 コンバインドサイクル発電の仕組み

改良型コンバインドサイクル発電では50%以上の発電効率を達成しており、これは1950年代の火力発電の、約2倍～3倍に当たる。

石炭ガス化複合発電（IGCC：Integrated coal Gasification Combined Cycle）

石炭をガス化することによって、コンバインドサイクルの効率化の仕組みが石炭火力発電にも適用できる。蒸気タービンだけを用いた従来の石炭火力発電よりも2割ほど高い、発電効率50%程度が見込まれている。そのままでは温室効果ガス発生量の多い石炭火力だが、これにより、石油火力とほぼ同等のCO₂排出量で石炭利用発電が可能となる。

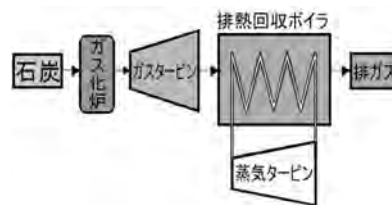
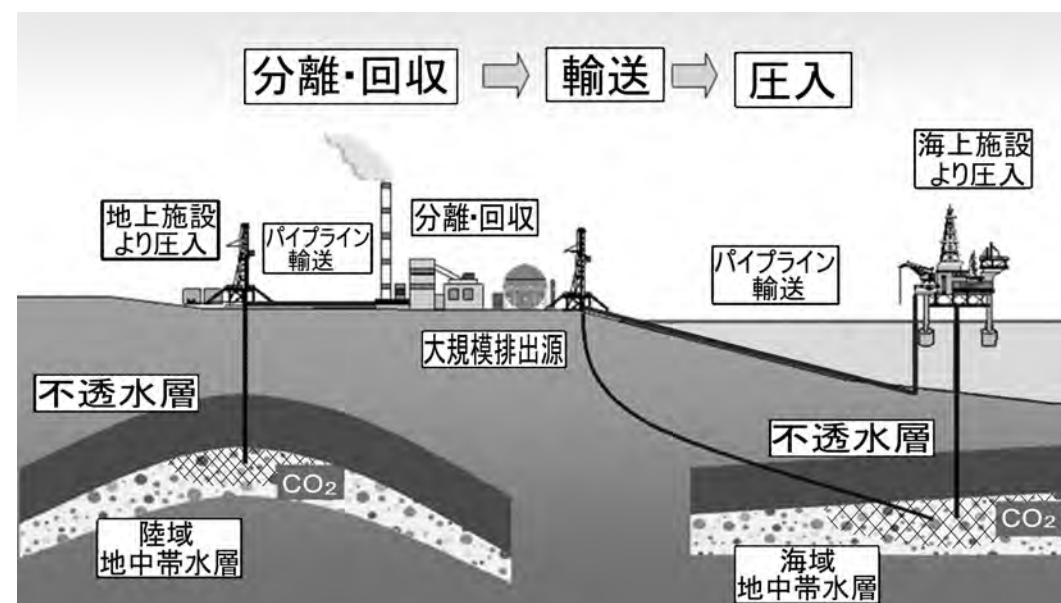


図2 石炭ガス化複合発電の仕組み

2. 低炭素社会実現に向けたこれからの技術



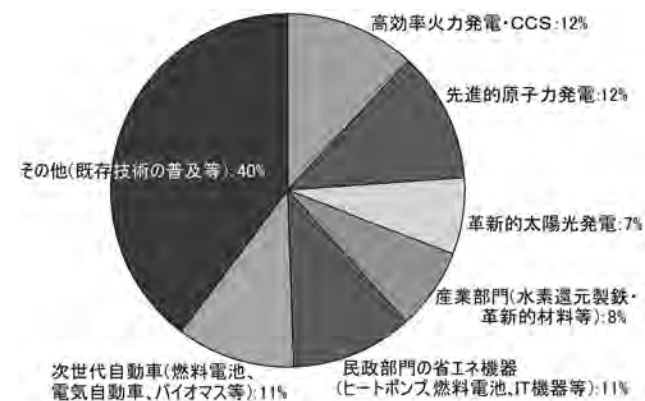
(RITE二酸化炭素地中貯留データベースWebページ (<http://cgsdb.rite.jp/>) より)

図3 二酸化炭素回収貯留の概要

化石燃料をより効率よく利用する技術と並んで、二酸化炭素回収貯留（CCS：Carbon Dioxide Capture and Storage）の技術開発も進んでいる。

二酸化炭素回収貯留とは、大規模なCO₂発生源である発電所や製鉄所、セメント工場などから排出されるガス中のCO₂を分離・回収して、それを地中深くのキャップロックと呼ばれる不透水層を上部に持つ帯水層に圧入し、貯留・隔離することによって大気中にCO₂が放出されるのを抑制して、地球温暖化防止に役立てようとする技術である。

CO₂排出量を大幅に削減するには、革新技術の開発とその普及が不可欠である。



出典：経済産業省「Cool Earthーエネルギー革新技術計画」（2008）

図4 2050年世界のCO₂半減に至る削減へのエネルギー革新技術別の寄与度（試算）

図4は2050年に我が国のエネルギー起源CO₂を半減すると仮定した場合のエネルギー革新技術別の寄与度を表したグラフである。CCS、原子力、太陽光といった発電部門の技術と運輸部門の技術の寄与度が比較的高いが、半減を達成するためには、どれか一つの技術で十分ということではなく、あらゆる部門で技術開発に取り組む必要がある。

② これからの技術とエネルギー利用②

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・ 枯渇性エネルギーと持続可能なエネルギーの違いを説明でき、枯渇性エネルギーを大切に利用することの重要性を知る。
- ・ 低炭素社会の実現に向けたこれからの技術について説明できる。

②指導の手だて

1 環境保全に向けたエネルギー利用の仕方

(1) 枯渇性エネルギーと持続可能なエネルギー

持続可能な社会に向けて、持続的に利用が可能なエネルギー源へ移行・転換する努力が続けられているが、それだけに頼るにはまだ課題も多く、「枯渇性エネルギー」をより効率よく、よりCO₂排出を少なくして利用する技術開発も重要であることについても理解を深めさせたい。また、先進的原子力発電としての高速炉技術についても触れておきたい。

(2) 火力発電の効率をあげた技術

「枯渇性エネルギー」をより効率よく、よりCO₂排出を少なくして利用する技術開発の例としての高効率火力発電を取り上げる。エネルギー変換効率の向上を数値でとらえ、その認識を深めたいところである。

2 低炭素社会実現に向けたこれからの技術

国の方針として重点的に取り組むべきエネルギー革新技术とあげられているのが、供給側技術として、①高効率天然ガス火力発電、②高効率石炭火力発電、③CCS、④革新的太陽光発電、⑤先進的原子力発電、⑥超電導高効率送電、需要側技術として、⑦高度道路交通システム、⑧燃料電池自動車、⑨プラグインハイブリッド自動車・電気自動車、⑩バイオマスからの輸送用代替燃料製造、⑪革新的材料・製造・加工技術、⑫革新的製鉄プロセス⑬省エネ住宅・ビル、⑭次世代高効率照明、⑮定置用燃料電池、⑯超高効率ヒートポンプ、⑰省エネ型情報機器・システム、⑱HEMS/BEMS/地域レベルEMS、部門横断技術として、⑲高性能電力貯蔵、⑳パワーエレクトロニクス、・水素製造・輸送・貯蔵である。

子どもの理解度に応じてこれらの内容を紹介し、これからのエネルギー利用技術の動向を展望する姿勢を身に付けさせたい。

(2) 補充資料

参考資料：電気事業連合会【電気の情報広場】、クリーンコールパワー研究所 webページ
<http://www.fepec.or.jp/learn/hatsuden/index.html>、<http://www.ccpower.co.jp/>
参考資料：Cool Earth－エネルギー革新技术計画（経済産業省 2008）
http://www.enecho.meti.go.jp/policy/coolearth_energy/coolearth-hontai.pdf

1. 環境保全に向けたエネルギー利用の仕方を考えよう

1) 枯渇性エネルギーと持続可能なエネルギー

枯渇性エネルギーと持続可能なエネルギーについて調べよう。

枯渇性エネルギー	持続可能なエネルギー

2) 火力発電の効率をあげた技術

枯渇性エネルギーをより効率よく利用する技術、コンバインドサイクル発電と石炭ガス化複合発電について考えをまとめよう。

コンバインドサイクル発電	石炭ガス化複合発電

2. 低炭素社会実現に向けたこれからの技術をまとめよう

二酸化炭素回収貯留（CCS）についてまとめよう。

「2050年世界のCO₂半減に至る削減へのエネルギー革新技术別の寄与度（試算）」のグラフから、その寄与度の割合が高いものを書き出そう。

・	(%)	・	(%)
・	(%)	・	(%)
・	(%)	・	(%)

低炭素社会実現に向け、あなたの身近なところからできる行動を考えてみよう。

3. 技術・家庭科家庭分野におけるエネルギー環境教育

(1) 家庭分野の特性

家庭分野の内容は、A家族・家庭と子どもの成長、B食生活と自立、C衣生活・住生活と自立、D身近な消費生活と環境の四つがある。授業時数については、3学年間を見通した全体的な指導計画に基づき、いずれかの分野に偏ることなく配当して履修させることとなっている。

(2) 家庭分野のねらい（学習指導要領による）

衣食住などに関する実践的・体験的な学習活動を通して、生活の自立に必要な基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、家庭の機能について理解を深め、これからの生活を展望して、課題をもって生活をより良くしようとする能力と態度を育てる。

(3) 家庭分野におけるエネルギー環境教育のねらい

①認識形成

- ・現代の私たちの生活は、高度な技術開発やエネルギー利用によって、便利で快適なものになっているが、その生活を支えるエネルギー資源は有限であり、使い方によって様々な問題を生じていることを理解する。
- ・日常生活で利用している物品やサービスについて、生産から消費、廃棄までの全ての過程におけるエネルギー消費について考え、問題点や課題を具体的に説明できる。
- ・エネルギーを上手に、効率的に使うことは大切であること、具体的にどのような方法があるかを理解し、説明できる。

②学び方形成

- ・エネルギー問題解決のために調査・体験活動を通して課題をつかみ、課題に沿って研究活動を進めることができる。
- ・研究成果を整理し、他者に向かって発信することができる。

③人間形成

- ・エネルギー問題解決のために、多面的・多角的かつ批判的に現在の社会生活及び自分の生活を見直し評価する。
- ・様々な情報に基づいて、総合的に自分の価値判断を行い、行動目標を立て、できることから実践しようとする。

2 教材の特長

生活の中に存在する様々なエネルギー利用の現状を、具体的に衣食住の生活場面からとらえ、問題を発見し、課題を設定し、解決策を追求していこうとしている。今すぐにできることもあれば、すぐにはできないこともある。その場合は、将来につながる態度形成を目指す学びとしてとらえたい。

3 学習全体の中での位置付け

現状における家庭科では、エネルギーという視点は具体的にはほとんど取り上げられることはない。しかし、今後は、地球温暖化問題の解決に向けた取り組みが重要となり、さ

らにクローズアップされることが予想される。家庭科においても、総合的で実践的なエネルギー教育を取り入れることが全ての分野で重要になってくるであろう。したがって、家庭科学習の主要な学習分野である食生活・衣生活・住生活の各分野において、技術と判断力の養成につながる教育活動について提案したい。

(4) 重点単元とエネルギーパーツ

家庭分野においては、「B食生活と自立」、「C衣生活・住生活と自立」、及び「D身近な消費生活と環境」の3分野においてエネルギー環境教育の内容を位置付ける。

日常生活で利用している物品やサービスは、それらの生産から消費、廃棄までの過程において、大量のエネルギーが消費されている。その実態と企業の省エネルギー対策をとらえて、問題点を探り、消費者としての日常生活のあり方について考え、実践する。

学年	重点単元（小単元）	エネルギーパーツ
1年	① 日常食の献立と食品の選び方（6時間） 「大単元「食生活と自立」の中の1小単元」	食品選びで省エネルギーをしよう（1時間）
1年	② 衣服の選択と手入れ（8時間） 「大単元「衣生活・住生活と自立」の中の1小単元」	衣生活とエネルギーのかわりを探ろう（1時間）
2年	③ 住居の機能と住まい方（5時間） 「大単元「わたしたちの生活と住まい」の中の1小単元」	冷暖房・照明機器から考える省エネルギー（1時間）
3年	④ 消費生活と環境（5時間） 「大単元「わたしたちの消費と環境」の中の1小単元」	エネルギーを意識してライフスタイルを見直そう（1時間）

（注）技術・家庭科では「単元」ではなく「題材」と表現することが多いが、他教科に合わせて、技術分野及び家庭分野とも「単元」と表現した。

(5) 重点単元とエネルギーパーツの扱い

① 日常食の献立と食品の選び方（第1学年）

〈小単元の目標〉（6時間） 中学生の1日分の献立作成と食品の見分け方に関する学習を通して、栄養と環境を考えた食事の計画と食品の選択についての知識及び技術を習得するとともに、健康的かつ環境に配慮した食生活を工夫しようとする。	エネルギーパーツのねらい 【食品選びで省エネルギーをしよう】 （1時間） 食品の生産や輸送の段階で多くのエネルギーを消費していることを理解し、食品選択の目安にでき、省エネルギーを実践できる。
--	--

小単元「日常食の献立と食品の選び方」（6時間）

食品と栄養素の関係を理解しよう (2h)	食品群別摂取量の目安を知り、中学生の1日分の献立作成をしよう (2h)	食品選びで省エネルギーをしよう (1h)	食品の品質を見分けよう (1h)
-------------------------	-------------------------------------	-------------------------	---------------------

この小单元では、栄養素の種類とはたらき、献立の立て方、及び食品の選び方を指導する。食品の選択に当たっては、目的、栄養、価格、調理の能率、環境への影響などの諸条件を考えて選択することが大切であることを理解させなければならない。

エネルギーパーツでは、生徒に、食品の生産や輸送の段階で多くのエネルギーを消費していることを理解させ、食品を選択する時から環境配慮をすることを考えさせる。社会科との関連で、我が国の食料自給率の低下と農業問題についても考えさせ、学習を深めさせたい。

② 衣服の選択と手入れ（第1学年）

〈小单元の目標〉（8時間）

衣服の機能について関心を高め、衣服の選択、着用、手入れについての基礎的・基本的な知識及び技術を習得するとともに、それらを活用して自分の衣生活を工夫しようとする。

エネルギーパーツのねらい

【衣生活とエネルギーのかかわりを探ろう】(1時間)

衣料の製造過程で多くのエネルギーと資源が消費されていることを理解し、環境に配慮した衣類の選択ができる。また、繊維の特徴を知り、着衣の工夫による省エネの実践をすることができる。

小单元「衣服の選択と手入れ」（8時間）

衣服のはたらき を考えよう (1h)	衣生活とエネルギーのかかわり を探ろう (1h)	衣服を選ぼう (2h)	衣服の手入れと 補修をしよう (2h)	衣服の収納と再 利用について考 えよう (2h)
--------------------------	-----------------------------	----------------	---------------------------	--------------------------------

この小单元では、衣服を計画的に活用することの必要性を理解させ、手持ちの衣服の活用を工夫したり、目的に応じて衣服を選択できるようにさせ、また衣服の材料や状態に応じた日常着の手入れや補修ができるよう指導する。

エネルギーパーツでは、リユースやリサイクルに取り組んでいる衣料会社の取り組みを調べることを通して、衣料の製造過程で多くのエネルギーと資源が消費されていることを理解させ、自分や家族ができる衣類のリユースやリサイクルについて考えさせる。また、繊維の特徴を理解したうえで、衣類の選択や着衣の工夫をすることによって省エネができることを実践的に学習し、次時の「衣服を選ぼう」の時間につなげ、省エネルギーとなるライフスタイルへの変更を促す学習としたい。

③ 住居の機能と住まい方（第2学年）

〈小单元の目標〉（5時間）

住居の機能、住生活と健康・安全などに関する基礎的な知識と技術を習得し、家族と地域の生活を安全かつ快適に営むことができる。さらに、環境に配慮した住環境づくりを理解し、現在だけでなく将来にわたって実践する。

エネルギーパーツのねらい

【冷暖房・照明機器から考える省エネルギー】(1時間)

省エネルギーに配慮することの大切さや、新たな環境に配慮した住まいづくりなどについての理解を踏まえて、さらに省エネルギーの方法や根拠について具体的に説明できる。

小单元「住居の機能と住まい方」（5時間）

住まいの機能 (1h)	安全・健康に住む (3h)	冷暖房・照明機器から考える省エネルギー (1h)
-------------	------------------	-----------------------------

年々普及が進むエアコンや一年中昼夜関係なく使っている照明器具は、住宅内の電力消費量のかなりの部分を占める。また、住まいの省エネルギーを考えたとき、断熱などの住宅性能の向上は、非常に重要な要素と言える。そこで、本单元では、エネルギー使用の現状を知り、資源・エネルギー問題に配慮した家庭電気製品の選択・使い方、住まいの性能についての学びを深めることで、現在だけでなく将来にわたる価値観と環境配慮型ライフスタイルの形成を図る。

④ 消費生活と環境（第3学年）

〈小单元の目標〉（5時間）

身近な消費生活に関心をもち、適切な消費行動ができる。消費者の権利と責任を理解し、家庭生活が環境に与える影響を考えて消費生活を工夫し実践する。

エネルギーパーツのねらい

【エネルギーを意識してライフスタイルを見直そう】(1時間)

エネルギー資源の効率的な使用を考えた暮らしをつくる家族や地域の取り組みについて理解し、自分のライフスタイルを見直すと同時に、他者への発信を行うことができる。

小单元「消費生活と環境」（5時間）

生活に必要な物 資とサービス (1h)	商品の選択と購 入 (1h)	消費生活とトラ ブル (1h)	ライフスタイル と環境 (1h)	エネルギーを意識し てライフスタイルを 見直そう (1h)
---------------------------	----------------------	-----------------------	------------------------	-------------------------------------

本单元では、主体的な消費者となるために、販売や購入の仕組みや問題点を学習し、そのうえで、生活と環境を考える学習を進める。ここまで、すでに衣・食・住生活において、エネルギーとの関連から消費生活を見直す学習を進めてきているので、ここでは、エネルギーの視点を意識した暮らし方全般について取り上げる。具体的には、「グリーンコンシューマーの10原則」を示したうえで、エネルギーに焦点を当てた「原則」を考えさせ、自分の消費行動を見直すきっかけとする。さらに、家族あるいはクラス旅行として、環境に配慮した旅を企画させることで、非日常生活においてもエネルギー環境に配慮した実践ができるよう、視野を広げさせたい。

（井元りえ、妹尾理子）

【単元の執筆者】

①食品選びで省エネルギーをしよう ②衣生活とエネルギーのかかわりを探ろう：井元りえ ③冷暖房・照明機器から考える省エネルギー ④エネルギーを意識してライフスタイルを見直そう：妹尾理子

1 食品選んで省エネルギーをしよう

1. 私たちの食生活と環境との関係を考えよう

私たちは、食品を選ぶ時、何を基準にしているか調べてみよう。

食品は、生産・輸送・保存・調理・廃棄の全ての段階で資源・エネルギーを消費しており、環境に与える負荷も大きい（図1参照）。そのため、消費者は、生産と輸送の段階における環境負荷を考慮して、食品を選択・購入する必要がある。また、調理と廃棄においても省エネルギーを心がけることによって、地球温暖化抑制に貢献できる。

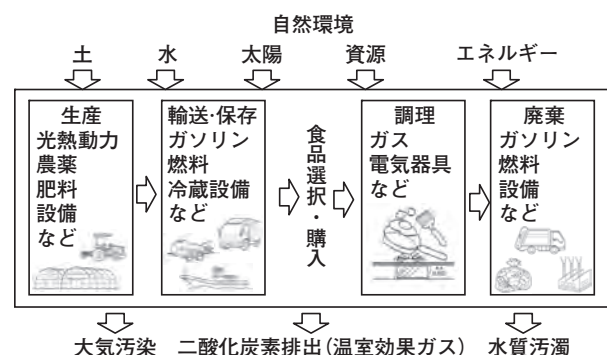


図1 食品と環境のかかわり

(注)
エネルギーには、**直接エネルギー**と**間接エネルギー**がある。
直接エネルギー：直接使う光熱動力、ガソリン、ガス、燃料など
間接エネルギー：設備、器具などをつくるために必要な光熱動力、ガソリン、ガス、燃料など

2. 旬って何だろう

旬とは、魚介類や野菜・果物などの、最も味のよい出盛りの時期のことを言う。

図2は、夏が旬の野菜をつくるためのエネルギーを、夏に露地栽培した場合と冬にハウス栽培した場合で比較したものである。旬のものを食べる「旬産旬消」は、おいしいだけでなく、省エネルギーで、環境に対しても負荷が少ないことが分かる。

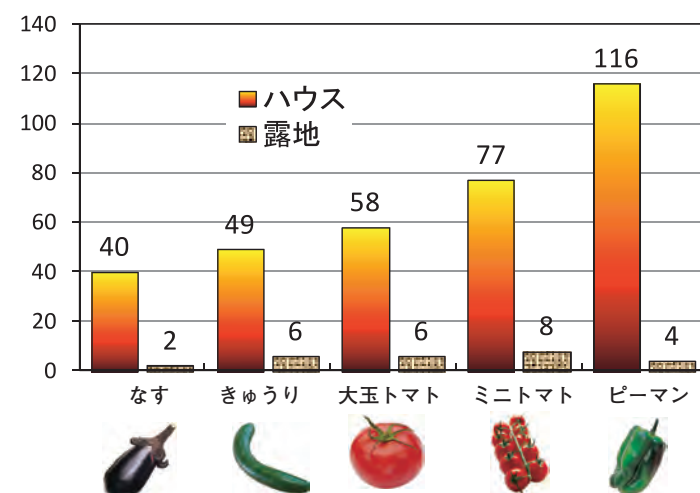


図2 野菜をつくるためのエネルギー（ハウス栽培と露地栽培の比較）

省エネルギーセンター Web ページより転載
出所：2000年産業連関表
2002年野菜品目統計表
※ハウス栽培は加温した場合

表1は旬の食材の一例である。日本は緯度などの違いから作物の旬が様々に異なる。皆さんの食卓には、どのくらい旬の食材があるでしょうか？ 調べてみよう！

表1 旬の食材の例

分類	食材名	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
野菜	ほうれんそう			○							○	○	○
	そらまめ					○	○						
	にんじん					○				○	○		
	かぶ					○	○					○	
	かぼちゃ					○	○	○	○				
	キャベツ			○	○	○							
	きゅうり						○	○					
	しゅんぎく											○	○
	みかん	○											○
	かき											○	
果実	すいか					○	○	○	○				
	なし								○	○			
	メロン					○	○	○					
	りんご	○	○	○							○	○	○
	あじ					○	○	○					
	あゆ					○	○	○	○				
	まいわし					○	○	○					
	あさり					○	○	○					
	さけ		○	○	○						○	○	○
	ぶり											○	○
魚介	さば										○	○	○
	かき										○	○	○

〈考えをまとめよう〉
食材を様々な製品に加工したり、冷蔵したり、冷凍したりする時にもエネルギーが使われている。

出典：新食品成分表2008（一橋出版）に記述された「出回り最盛期」を参考に作成

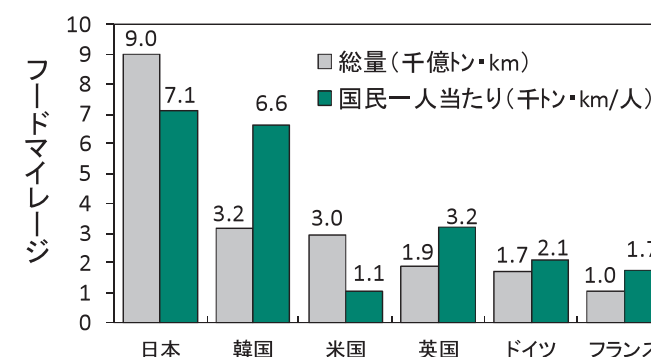
3. 輸送にかかるエネルギーについて考えよう

輸送のための航空機、船、トラックは、大量の燃料を使い、排気ガスを出す。特に輸入食料の輸送には莫大な燃料が使われている。

図3は、フード・マイレージを示している。これは、輸入食料の輸送距離を表したもので式に表すと次のようになる。

$$\left[\begin{array}{c} \text{フード・マイレージ} \\ (\text{t} \cdot \text{km}) \end{array} \right] = \left[\begin{array}{c} \text{輸入相手国別の} \\ \text{食料輸入量 (t)} \end{array} \right] \times \left[\begin{array}{c} \text{輸入相手国から日本までの} \\ \text{輸送距離 (km)} \end{array} \right]$$

日本の値は、世界で一番高いことが分かる。つまり、日本は食料を輸入するために多くの燃料を消費しているのである。



出典：2001年農林水産省統計

図3 各国のフード・マイレージの総量と国民一人当たりの量

Ⅰ 食品選びで省エネルギーをしよう

(1) 本時のポイント

①ねらい

- ・食品には、生産、輸送、調理、廃棄の全ての段階で多くの資源やエネルギーが使われていることを説明できる。
- ・生産と輸送におけるエネルギー消費に注目し、省エネルギーの食品選びとは何かについて考えをまとめ、説明できる。

②指導の手だて

1 私たちの食生活と環境との関係を考えよう

食品は、自然環境から得た資源やエネルギーを使って、生産から廃棄の全ての段階で資源・エネルギーを消費しており、CO₂排出など自然環境に与える負荷も大きいことを理解させる。

2 旬って何だろう

旬の食品について、話し合い、その良さを理解させる。

3 輸送にかかるエネルギーについて考えよう

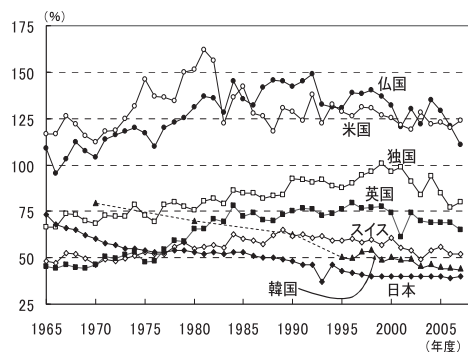
フード・マイレージについて理解するとともに、地産地消や食糧自給率との関連についても話し合い、理解させる。

(2) 補充資料

フード・マイレージは、食べ物が採れたところから食べるところまで運ばれる距離と輸送量を乗じたものである。「食料品は地産地消（生産地と消費地が近いこと）が望ましい」という考え方に基づく。

生産地と消費地が遠くなると輸送にかかわるエネルギーがより多く必要になり、地球環境に大きな負荷をかけることになる。フード・マイレージの数値が大きければ大きいほど、その消費地は食料に関して贅を尽くしているとされる。

下図は、各国の食料自給率の推移である。日本の食料自給率の低さとフード・マイレージの高さ、さらに食料政策に関連させて、生徒に考えさせたい。



出典：農林水産省Webページデータを用いて作成
各国の食料自給率の推移

〈コラム〉食料政策

平成22年3月に、「食料・農業・農村基本計画」が変更された。

この計画では、平成32年までに食料自給率を50%に増加させることを目指している。そのため、農業従事者（新規、兼業、小規模を含む）に対する「戸別所得補償制度」を導入したり、また「品質、安全、安心」といった消費者ニーズにかなった生産体制への転換も行ったりする計画である。

消費者としては、何ができるのだろうか。考えてみよう。

1. 私たちの食生活と環境との関係を考えよう

食品を一つあげて、生産、輸送、調理、廃棄にどのようなエネルギーを使っているか、書き出してみよう。それをクラスで発表し合う。

エネルギー 食品名	生産	輸送・保存	調理	廃棄
(例) メロン	温室設備をつくるための石油や電気、温室内の灯油、トラクターのガソリン	トラックのガソリン、貯蔵施設の電気	電気（冷蔵庫での冷蔵）	ゴミ収集車のガソリン、ゴミ焼却場の電気（皮が生ゴミ）

2. 旬ってなんだろう

(1)旬の食材が省エネルギーである理由をまとめよう。	
(2)加工、冷蔵、冷凍によって、旬でない時期に求めることができる食材をあげてみよう。	
(3)今が旬の食材は何か、書き出そう（給食あるいは自宅の食事）。	

3. 輸送にかかるエネルギーについて考えよう

フード・マイレージを下げ、省エネルギーの食生活にするにはどうしたらよいだろうか。

〈あなたの意見〉

クラスみんなで話し合おう！

〈みんなの意見〉

2 衣生活とエネルギーのかかわりを探ろう

1. 衣料のリユースとリサイクル

衣料の製造にはどのくらいのエネルギーが使われているだろうか？

（例えば）バスタオル1枚つくるのに、約1 kWhの電力量が必要である。

これによって、約370gのCO₂が排出される。

しかし、衣料をリユースしたり、リサイクルしたりすることによって、その製造に必要なエネルギーを減少させることができる。そのための仕組みを知っていますか？

①リサイクルショップに持っていくこともいいね。

②破れた衣類を補修してくれる衣料会社もあるので、補修を依頼して、長く大切に着ることもできる。

③皆さんの制服もリユースやリサイクルされているものがある。

④サイズが小さくなってしまった制服をリユースする仕組みを取り入れている会社もある。

⑤制服をリサイクルして、ウール素材を玄関マットなどにしたり、またポリエステル素材をボタンやファスナーなどに再商品化したりしている会社もある。

（例）衣料品を、リサイクル原料から製造すれば、石油から製造する場合に比べて約2割のエネルギーで済む。【出典：衣料品のLCA調査報告書（経済産業省）】

〈調べてみよう〉 リユースやリサイクルに取り組んでいる衣料会社の取り組み例を調べてみよう。

〈話し合おう〉 自分たちや家族ができる衣料のリユースやリサイクルについて、グループで話し合おう。

2. 繊維の特徴を知り、着衣の工夫によって省エネをしよう

(1) 暑い時、寒い時、どのような繊維の衣服が適しているだろうか。

〈調べてみよう〉 家庭から持ち寄った衣服について調べてみよう。

①吸湿性と暖かさを調べよう。以下の「表1.主な繊維の種類と特徴」と「表2.布の性能」を参考にしよう。

②近年では、新繊維や新素材の開発によって、夏に涼しいまたは冬に暖かい衣服がつけられている。それらの特徴を調べよう。

表1 主な繊維の種類と特徴

		吸湿性	特徴
天然繊維	綿	◎	肌触りがよい。丈夫である。
	麻	◎	通気性がよく、吸水・発散が早く、涼感がある。
	毛	◎	しわになりにくく、弾力性に優れている。保湿性がある。
	絹	◎	吸放湿性は綿の1.5倍ある。光沢があり、着心地がよい。
化学繊維	レーヨン	◎	吸湿性がある。水に濡れると弱くなる。
	ポリエステル	△	しわになりにくい。丈夫である。帯電して汚れやすい。
	ナイロン	○	丈夫で軽い。火に近づけると溶けやすい。

出典：高等学校家庭科教科書『新家庭総合』（教育図書）より抜粋し作成

表2 布の性能

種類	意味	特徴
吸湿性	水蒸気を吸収する性質	天然繊維や再生繊維は吸湿性が高い。
保温性	布を通して熱が移動するのを防ぐ性質	空気を多く含む構造の布ほど暖かい。
吸水性	水を吸収する性質	繊維の種類、糸や布の構造などによって変化する。
通気性	繊維や糸の間を空気が移動する性質	織りや編みの密度や布の厚さなどによって調節できる。
透湿性	吸収した水分を透過して、外部に放つ性質	織りや編みの密度を粗くすることで、高めることができる。

出典：高等学校家庭科教科書『新家庭総合』（教育図書）より抜粋し作成

(2) 冬を暖かく（または、夏を涼しく）過ごすためには、どのような工夫ができるだろうか。以下の表3と表4を参考にして、着衣の工夫の仕方を考え、実践してみよう。

表3 冬の着衣の工夫と体感温度の違い

	着衣の工夫	体感温度の上昇
1	「薄手シャツ+ズボン」を「Tシャツ+スエット上下」にする	+1.5～2.3℃
2	もう一枚着る	2.2℃
3	靴下を履く	0.6℃
4	スリッパを履く	0.6℃

出典：省エネルギーセンター Webページ

表4 衣類による熱を逃がさない工夫

部位	熱を逃がさない工夫
首	首元を暖めると体感温度が上がる。タートルネックやミニマフラーの利用。
上半身	衣類を何枚か羽織ることで衣類の間に空気層ができ、体温によって暖められることで断熱層となる。
下半身	下半身を暖めると全身の血の巡りが良くなり、身体全体で暖かさを感じる。
手首・手のひら	手袋などで熱を逃がさないようにすると、全身の寒さを効果的に和らげる。
足首・足の裏	靴下の二重履きやルームシューズの着用で足を冷やさない工夫は、全身の寒さを和らげる。

出典：環境省チャレンジ25キャンペーンより抜粋し作成

〈考えよう〉 冬を暖かく（または、夏を涼しく）過ごすためには、どのような工夫ができるだろうか。

② 衣生活とエネルギーのかかわりを探ろう

(1) 本時のポイント

- ①ねらい
 - ・衣料の購入時に、製造から廃棄までを考慮することによって省エネルギーになることを説明できる。
 - ・繊維の特徴を知ることによって、着衣の工夫によって省エネルギーになるという知識と技術を習得し、健康で快適な生活を実践できる。

②指導の手だて

1 衣料のリユースとリサイクル

衣料の購入時に、3Rを考慮することによって、資源やエネルギーを削減できることを理解させる。衣料の製造においてどのような種類の資源やエネルギーが用いられているか、また、リユースやリサイクルができるものか、に注目することによって、エネルギーや資源をリデュースできることを理解させる。

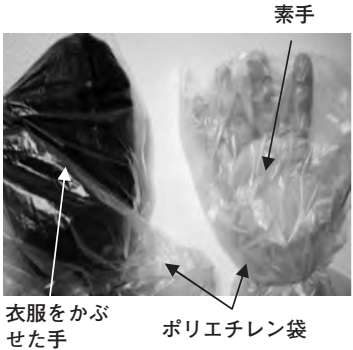
2 繊維の特徴を知り、着衣の工夫によって省エネをしよう

繊維の特長を調べ、着衣の工夫によって省エネルギーになることを理解したうえで、日常で実践させる。

(2) 補充資料

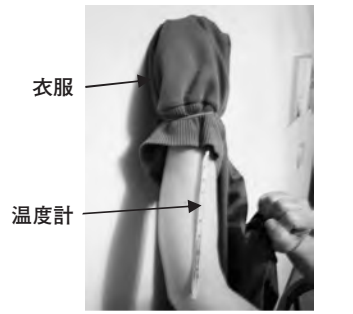
1 衣服の吸湿性と暖かさの調べ方

- ・繊維名は、衣服についている「組成表示（家庭用品品質表示法）」を見る。
- ・吸湿性は、実験によって調べる。一方の手はそのまま（素手）にし、他方の手には衣服をかぶせる。さらに、両手共にポリエチレンの袋をかぶせ、手首を輪ゴムでとめる。5分間放置した後、袋の内側に付着した水滴の状態を調べる（素手に袋をかぶせた方には水滴がついたり、手が袋についてべたべたした感触になるが、衣服をかぶせて袋をかぶせた手の方は、衣服が湿気を吸い取るため、感触はさらさらで、袋にもあまり水滴がつかない）。



- ・暖かさは、片手に衣服をかぶせ、その下に温度計を入れ、5分間放置した後、温度を計る。室内温度との違いを比較する。

*冬の暖かさや夏の涼しさを招くために、様々に工夫された繊維でできた衣服があるので、それらを比較すると興味深いであろう。



1. 衣料のリユースとリサイクル

- (1) リユースやリサイクルに取り組んでいる衣料会社の取り組み例を調べてみよう。

- (2) 自分たちや家族ができる衣類のリユースやリサイクルについて、グループで話し合おう。

2. 繊維の特徴を知り、着衣の工夫によって省エネをしよう

- (1) 家庭から持ち寄った衣服について調べよう。

①衣服の吸湿性と暖かさを調べよう。 【室内温度 ℃】

衣服の種類	繊維名	吸湿性（◎○△）	暖かさ（温度）

- ②新繊維、新素材の衣服についてその特徴を調べよう。

衣服の種類	新繊維、新素材の名称	特徴

- (2) 冬を暖かく（または、夏を涼しく）過ごすためには、どのような工夫ができるだろうか。

3 冷暖房・照明機器から考える省エネルギー

1. 増える家電と電力消費量

現代の便利で快適な生活は、多くの家電製品によって支えられており、多くの電気エネルギーが必要になっている。その一方で、火力発電における二酸化炭素の排出や、原子力発電における放射性廃棄物の処分等、多くの未解決問題が残っている。親や祖父母の子ども時代と自分の子ども時代の生活を想像してみよう。

そこから、現在の生活における省エネのポイントは、どんなところにおけばよいか、考えてみよう。

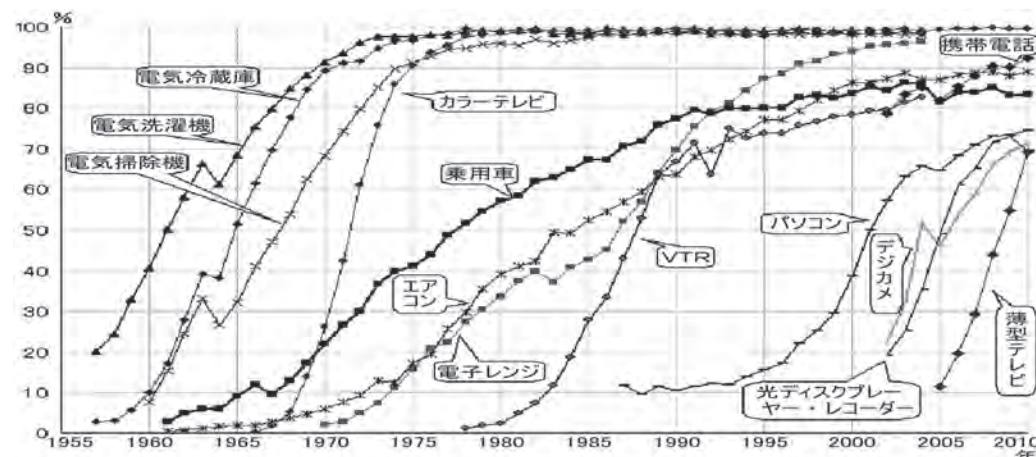
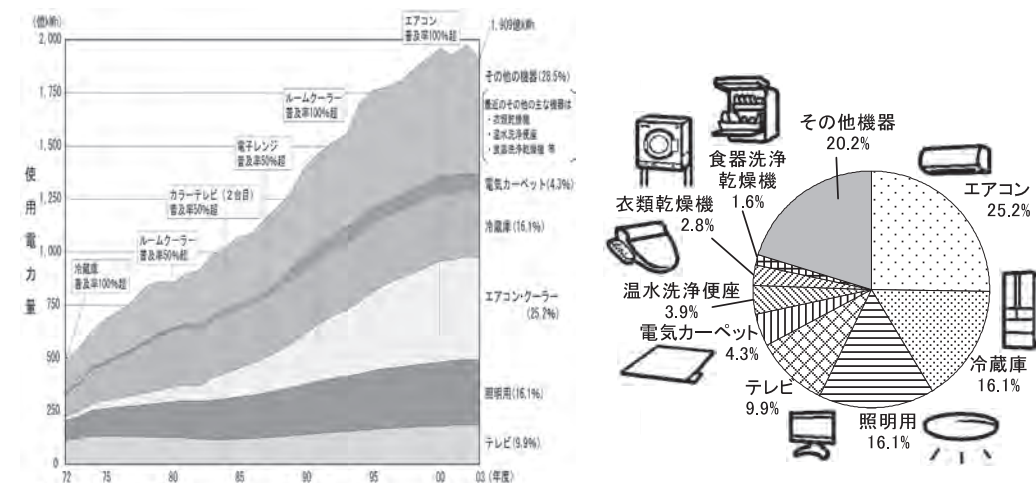


図1 主要耐久消費財の世帯普及率の推移

(注) 単身世帯以外の一般世帯が対象。1963年までは人口5万以上の都市世帯のみ。1957年は9月調査、58～77年は2月調査、78年移行は3月調査。05年より調査品目変更。デジカメは05年よりカメラ付き携帯を含まず。
(資料) 内閣府「消費動向調査」



(注) () 内の数字は2003年度実績の構成比。四捨五入の関係で合計値が合わない場合がある。この調査は2003年度終了したので本データが最新データ。出典：資源エネルギー庁「電力需給の概要(2005)」

出典：原子力・エネルギー図面集2010

2003年度の品目別割合を左図データをもとに作成

図2 家庭における電力消費の推移

2. 住生活（家電・住まい）の省エネルギー

現代生活では、消費電力量において大きな割合を占めている家電製品のエネルギー消費を削減することは、大きな省エネにつながる。家の周囲の緑化（緑のカーテン）などもエアコン使用を減らすのに効果的だが、照明器具の使い方や住まいの性能の影響も大きい。

(1) 照明器具

電球型の照明器具には、白熱電球と電球型蛍光灯、最近ではLED（発光ダイオード）電球がある。それぞれに長所と短所があるので、その特徴を理解して使い方を考えよう。

白熱電球は温かみがあり、実際に高温になる。頻繁に点灯・消灯する場所に向く。電球型蛍光灯やLED電球に比べて低価格だが、寿命は約1,000時間と短い。電球型蛍光灯は白熱電球よりも高価だが、寿命は約10,000時間である。LED電球は高価格だが、寿命は約40,000時間と長い。消費電力を比べると、例えば60W相当の白熱電球と同じ明るさを得るのに、電球型蛍光灯は12W、LED電球は8Wである。LED電球は、普及が進むことで今後価格は下がってくると考えられるが、現在のところ、重量があることや、光の照らす範囲が狭く、予想以上に暗く使いにくいと感じられるなどの短所もあることから、使う場所などに工夫が必要である。

(2) 住宅と環境配慮

二重ガラスや断熱材で断熱性能を高めるなど、住まいそのものの性能を向上させることで冷暖房費を大幅に節減できる。太陽エネルギーの利用は以前からある温水器や太陽光発電が知られているが、太陽熱で空気を暖め、その熱を暖房に利用したり給湯に利用したりすることで、電気やガスの利用を節減できる住宅なども開発されている。その仕組みは多様で、新技術が開発・導入されている。

一方で、住宅の周辺環境も大切で、ヒートアイランド化を防ぐことは、大きな省エネルギーにつながる。例えば、コンクリートやアスファルトを減らし、土や芝生の地面にする、水辺をつくる、植物（樹木）を植える、風の通り道をつくることなどは省エネに貢献する。

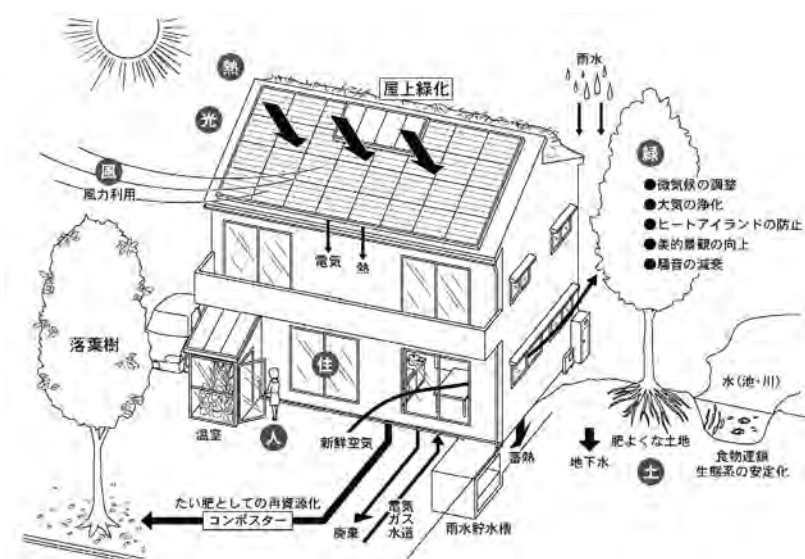


図3 環境共生住宅のイメージ

③ 冷暖房・照明機器から考える省エネルギー

(1) 本時のポイント

①ねらい

住生活について、特に家電製品と住まいの性能に注目して見直す。また、今後の課題を理解し、省エネルギーを図る新たな技術・システムについて説明できる。

②指導の手だて

1 増える家電と電力消費量

ここではグラフの読み取りを通して、エネルギー消費量が急激に増加していると同時に、生活がどのように変化してきているかを再認識させる。あわせて、地球環境問題を想起させ、問題意識を養う。

2 住生活（家電・住まい）の省エネルギー

照明器具については、実際に電球を準備し、それぞれの特性・長所・短所を理解させる。

環境共生住宅については、住まいの性能を高めることが、エネルギーの消費を節減し、省エネルギーにつながることを理解させる。

(注) 照明器具の長所・短所については、理科のエネルギーパーツ「LEDの利用（126ページ）」と対応させて進めるとよい。

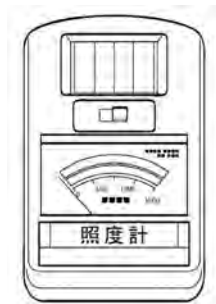
(2) 補充資料

◇パッシブシステムとアクティブシステム

パッシブとは受動的という意味で、アクティブとは能動的という意味である。パッシブシステムの基本は、太陽の光や熱、地中の熱や風などをそのまま利用することである。例えば、太陽で空気を温めて暖房したり、水を温めて給湯に利用するなどで、植物や二重サッシで日光や熱を遮断したり、建築上の工夫で風を循環させるなどの方法もある。これらは、シンプルに自然と共生する方法と言える。一方、「アクティブシステムとは、集熱器のような特別な装置で太陽熱を濃縮したり、電力に変換したりする方法である。また、換気についてみると、電気で機械を動かして行う「アクティブ換気」に対して、「パッシブ換気」とは、機械に頼らず、自然な空気の流れだけできちんと全室換気を実現する技術である。これからの住まいづくりには、両方をうまく取り入れていくことが求められる。

◇簡易照度計

部屋の明るさを簡単に測定できる太陽電池式の照度計がある。教室においておくと、子どもでも簡単にいつでも利用でき、必要な明るさを意識することで、照明器具が不要なときはスイッチを消す、などの環境配慮行動がとれるようになることが期待できる。



1. 増える家電と電力消費量

(1) 消費電力が急速に増えたのは、いつ頃でしょうか？ また、祖父母や親の世代と自分たちの子ども時代はどんなふうに違うのでしょうか。日本の家電普及率や電力消費量の変化をみて、気付いたことをまとめてみよう。

2. 住生活（家電・住まい）の省エネルギー

(1) 照明器具

明るさが同程度の白熱電球、電球型蛍光灯、LED（発光ダイオード）電球の特徴を整理してみよう。

	価格	寿命	消費電力	その他
白熱電球				
電球型蛍光灯				
LED電球				

(2) 環境共生住宅

自然のエネルギーを利用した住まいの事例を調べ、どんな技術や工夫があるかまとめてみよう。

4 エネルギーを意識してライフスタイルを見直そう

1. 環境を考えて行動する消費者(=グリーンコンシューマー)になろう

グリーンコンシューマーとは、「環境に配慮した商品選択を行おうとする消費者」のことである。循環型社会づくりに向けてライフスタイルを見直し、商品選択を通して、社会経済システムを変えようと行動する消費者のことである。

〈グリーンコンシューマーの10原則〉をエネルギー利用の視点から見直してみよう。例えば、〈エネルギー利用に関する〇〇原則〉をつくるとしたら、どんな内容が考えられるだろうか。また、自分たちのできる具体的な行動をあげてみよう。

〈グリーンコンシューマー 10原則〉

1. 必要なものを必要な量だけ買う
2. 使い捨て商品ではなく、長く使えるものを選ぶ
3. 包装はないものを最優先し、次に最小限のもの、容器は再使用できるものを選ぶ
4. つくる時、使う時、捨てる時、資源とエネルギー消費の少ないものを選ぶ
5. 化学物質による環境汚染と健康への影響の少ないものを選ぶ
6. 自然と生物多様性を損わないものを選ぶ
7. 近くで生産・製造されたものを選ぶ
8. つくる人に公正な分配が保障されるものを選ぶ
9. リサイクルされたもの、リサイクルシステムのあるものを選ぶ
10. 環境問題に熱心に取り組み、環境情報を公開しているメーカーや店を選ぶ

『グリーンコンシューマーになる買い物ガイド』(小学館)より

2. 環境を考えた旅(エコツアー等)を計画しよう

近年、エコツアー、エコツーリズム、グリーンツーリズムなどと呼ばれる旅が企画されている。あらゆる生活場面で、環境配慮が求められる時代になったと言えるだろう。参加によって、参加者の環境意識が高まることや、地域の活性化などの効果が期待されており、修学旅行などにも取り入れられている。

エコツーリズムとは：

1. 自然・歴史・文化など地域固有の資源を生かした観光を成立させること。
2. 観光によってそれらの資源が損なわれないことがないよう、適切な管理に基づく保護・保全を図ること。
3. 地域資源の健全な存続による地域経済への波及効果が実現することをねらいとする、資源の保護+観光業の成立+地域振興の融合を目指す観光の考え方である。それにより、旅行者に魅力的な地域資源とのふれあいの機会が永続的に提供され、地域の暮らしが安定し、資源が守られていくことを目的とする。

(出典：日本エコツーリズム協会Webページより)

(1) いろいろなエコツアー

エコツアーは国内外に様々なスタイルが企画されており、民家に宿泊して森林や川、湖や海を観察したり遊んだりするもの、農業や林業、漁業を体験するものなど、多様な体験(アクティビティ)が取り入れられている。また、地域の農水産物を使って地元の人々から伝統料理を教わるなど、ものづくりだけでなく交流を大切にするような企画もみられる。これらは、地産地消の実践とも言える。

大規模なリゾートホテルで豪華な食事をし、温水プールで過ごすようなエネルギーを大量消費する旅とは異なる旅について考えてみよう。

〈エコツアーの例〉：

- ①マウンテンバイクで里山探検ツアー
- ②収穫体験と郷土料理づくり
- ③そば打ちとおやきづくり
- ④沢登りと天然温泉ツアー
- ⑤わくわく川遊びと水生生物観察ツアー



(2) 交通手段によるエネルギー消費量の比較

エコツアーに参加する場合も、その他の旅行でも、例えば、自転車、自動車、電車、飛行機など、現地までと現地での移動手段を何にするかによって、エネルギー消費や環境への影響は変わってくる。

図1は、乗り物別のエネルギー消費量の実績値である。一人の人間を1km運ぶのに消費されるエネルギー量を比較している。

選ぶ交通機関によって、費用や所要時間に差生まれるが、旅行の目的や参加メンバー、時間の余裕などの条件に応じて、移動手段を賢く使い分けることを考えてみよう。

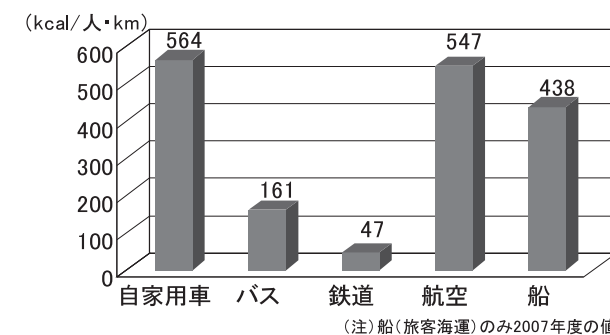


図1 輸送機関別エネルギー消費原単位(2008年度)
出典：エネルギー・経済統計要覧2010から作成

④ エネルギーを意識してライフスタイルを見直そう

(1) 本時のポイント

①ねらい

生活全体をエネルギーの視点から見直すために、グリーンコンシューマーの原則を参照し、エネルギー利用の視点から消費行動を再検討する。さらに、エコツアーリズムなどの考え方や活動にも視野を広げ、具体的に消費行動の見直しに向けて実践できる。

②指導の手だて

1 環境を考えて行動する消費者（＝グリーンコンシューマー）になろう

ここでは「グリーンコンシューマー」の意味を理解するところから始める。そこから、エネルギー利用の視点で、個人、家庭、地域の生活や社会システムを見直すことで、自分の行動の果たす意味・役割に気付かせたい。具体例などを考える課題を与えるなどで、学習を深めたい。

2 環境を考えた旅（エコツアー等）を計画しよう

ライフスタイル変革の一つとして、エコツアー、エコツアーリズムなど、非日常の生活行動にも視野を広げ、具体的な内容理解と問題意識を深めたい。それにより、日常の移動手段を見直す契機にもなると考える。

(2) 補充資料

〈(グリーンコンシューマーの) エネルギーに関する5原則 (例)〉

1. 電気やガス、石油などを無駄にしないで大切に使う
2. エネルギー源として、有限でなく無限のものを利用する
3. エネルギーを消費しないことを最優先し、次に消費が少ないもの、効率の良いもの（機器）を選ぶ
4. つくるとき・使うとき、環境汚染（自然破壊）のより少ないエネルギーの利用を意識する
5. 環境問題に熱心に取り組み、情報を公開しているメーカーや店を選ぶ

〈具体的行動 (例)〉

- A 近くの移動には、徒歩か自転車を利用する
- B 自家用車を使う時は、本当に必要なのか、公共交通は使えないのか考える
- C 暑い時は、衣服を調節する、窓を開ける、「緑のカーテン」をつくるなどの工夫を行ったうえで、消費電力の少ない扇風機を活用してエアコンの使用時間を減らす
- D 冬は、1枚多く着る
- E 太陽エネルギーを有効に利用する（屋根に温水器やソーラー電池を設置するなど）

1. 環境を考えて行動する消費者（＝グリーンコンシューマー）になろう

「グリーンコンシューマーの10原則」をエネルギー利用の視点から見直すとどうなるか。自分の言葉で書き換えて、自分はどんな行動ができるのか、考えてみよう。

	エネルギー利用に関する原則	具体的行動
1		
2		
3		
4		
5		

2. 環境を考えた旅（エコツアー等）を計画しよう

家族あるいはクラスで3泊4日の国内旅行を計画するとしたら、どんな旅行が考えられるか。インターネットで各地のエコツアーを調べ、環境とエネルギーに配慮したオリジナルの旅を企画してみよう。

	計画内容	メモ
旅の目的 (コンセプト)		※オリジナルのエコツアー企画
日程	月 日 ～ 月 日	※3泊4日
行き先		
参加者	大人 人 子ども 人	
移動手段	〈現地まで〉 〈現地で〉	※レンタサイクルなども考慮
宿泊先		※民宿やエコホテルも考慮
予算		※交通費、宿泊費、食費、アクティビティ参加費 等
備考		