

エネルギー教育のための小中高連携カリキュラム

平成24年2月

カリキュラム・教材開発ワーキンググループ

目 次

はじめに	1
単元の構成図	3
高等学校カリキュラムの全体概要	5

コア・カリキュラム

物理基礎（電気の利用）	9
化学基礎（様々な酸化還元反応）	14
生物基礎（細胞とエネルギー）	19
地学基礎（大気や海水の運動とエネルギー）	27
科学と人間生活（科学技術の発展とエネルギーの使い方）	32

資料編

○エネルギー教育実践トライアル校（小学校・中学校）学習テーマ	資料-1
○エネルギー教育実践パイロット校4つの課題	資料-4
○理科の系統	資料-7
○関連する他教科の単元テーマ（小学校・中学校）	資料-8

はじめに

私たちは、普段の何気ない日常を大量のエネルギー消費により享受している。しかし、エネルギー自給率4%の我が国はエネルギー供給面で極めて不安定な上、エネルギー消費による地球環境問題への迅速な対応を迫られているのが現状である。

このような諸問題に対応するため、今私たちに求められているのが、エネルギー環境教育、即ち「持続的な社会の構築をめざし、エネルギー・環境問題の解決に向けて適切に判断し行動できる人間を育成する」（「エネルギー教育ガイドライン」より）教育である。

エネルギー環境教育は、決して新しい特別なものではなく、「人間の生き方」にかかわる教育であり、理科・社会・算数・国語・家庭科等、あらゆる教科の底辺に横たわる根幹となるべきものである。そのため本カリキュラムも、学習指導要領に沿った授業の中で無理なくエネルギー環境教育が実践できることを狙いとして作成しており、取り上げた教材は、エネルギー教育の入門用として活用できるよう配慮した。また、エネルギー教育実践パイロット校における「4つの課題」との関連付けにも留意して作成している。

このカリキュラムがエネルギー環境実践トライアル校、エネルギー教育実践パイロット校をはじめとして一人でも多くの教員の手に渡り、エネルギー環境教育は「誰でも」、「すぐに」実践可能であることを実感して頂ければ幸いである。

カリキュラム・教材開発ワーキンググループ 座長
広島大学大学院教育学研究科 教授
薦 岡 孝 則

カリキュラム・教材開発ワーキンググループとは

地域特性を活かしたエネルギー教育の実践・研究，普及・啓発および地域におけるエネルギー教育関係者の組織化などを進め，次世代層がエネルギー全般に関する関心と理解を深めるための各種支援を行う代表者を中心とした組織体である。

ワーキンググループでは，小学校・中学校・高等学校を通じたエネルギー環境教育における縦の系統性を持たせたカリキュラム作成に努めている。

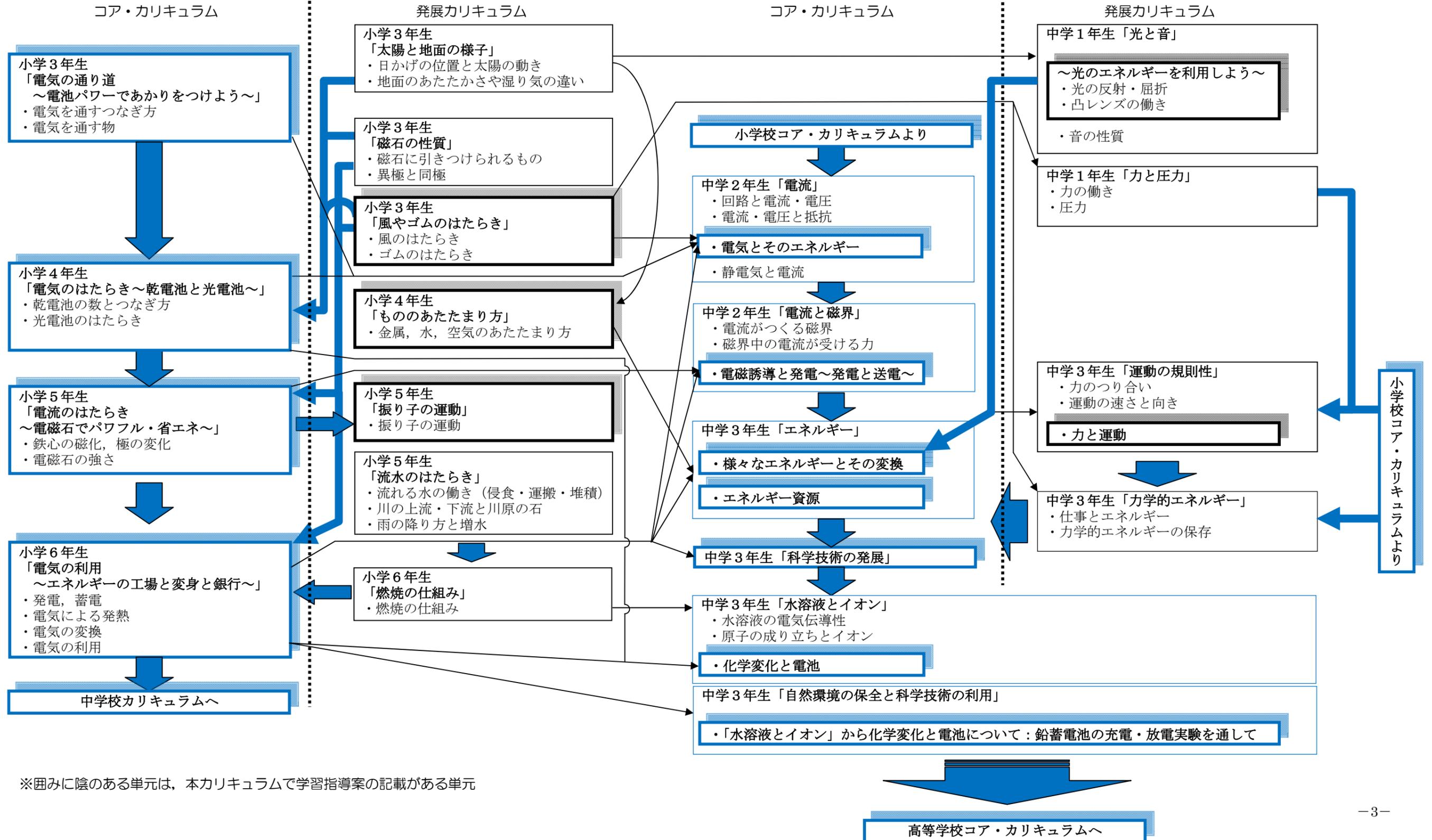
単元の構成図1

小学校「エネルギーを感じさせる」

中学校「エネルギーを感じ、考えさせる」

○小学校カリキュラム

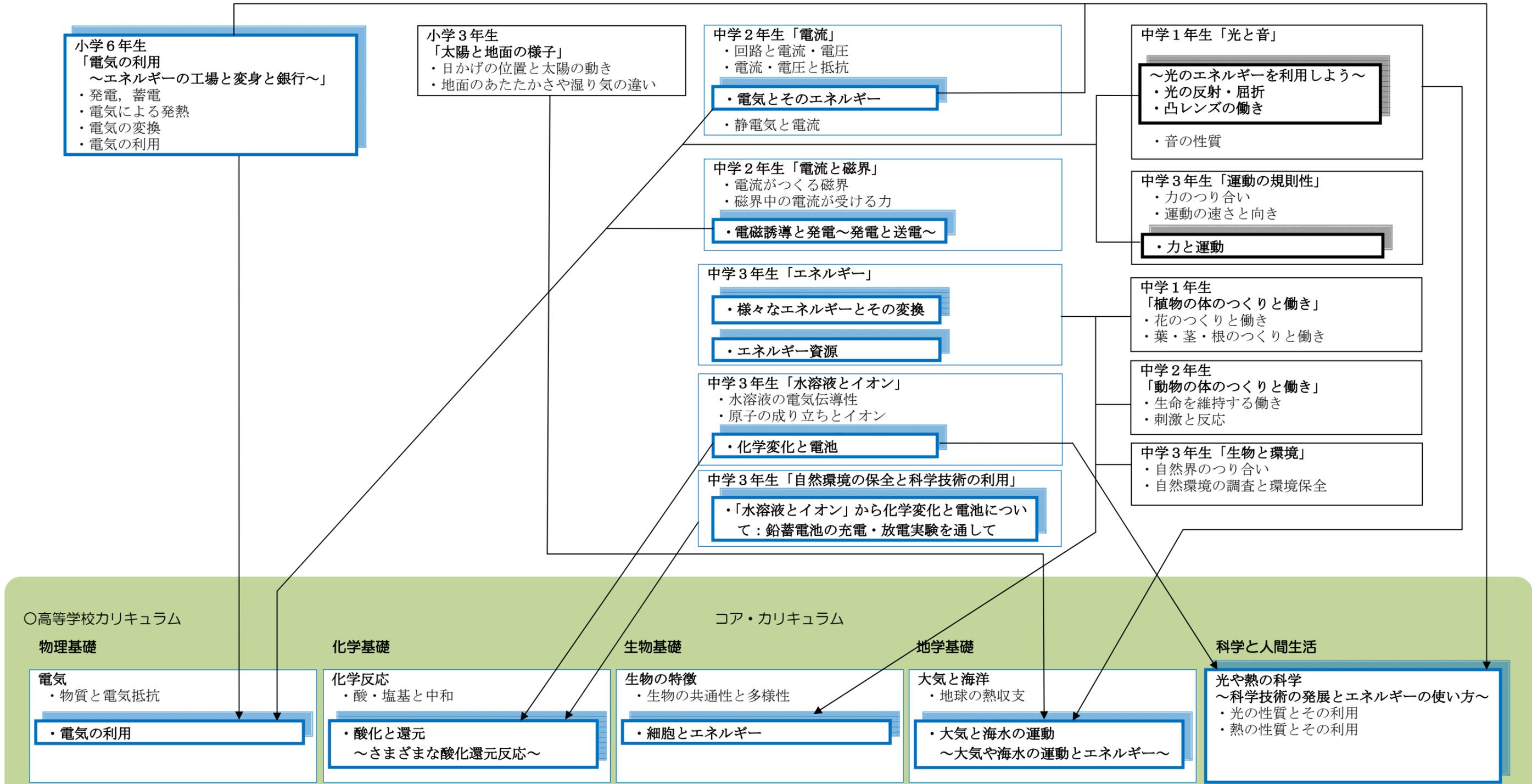
○中学校カリキュラム



※囲みに陰のある単元は、本カリキュラムで学習指導案の記載がある単元

単元の構成図2

小学校・中学校カリキュラムより



高等学校「エネルギーを感じ、考え、行動をさせる」

※囲みに陰のある単元は、本カリキュラムで学習指導案の記載がある単元

高等学校カリキュラムの全体概要

学年・テーマ名 キーワード	子どもが獲得する 見方や考え方	教師の持つ指導ポイント	評価規準	単元の計画・構成	他の単元との関連	エネルギー教育 実践パイロット校 4つの課題との関連 (資料編参照)
物理基礎 電気の利用 交流、電力輸 送、送電、整流	<エネルギー教育の視点> ・交流が、変圧や直流への変換が簡単であることや、高圧送電が効率のよいことなどを知り、科学的根拠をもった省エネに向けての社会のしくみづくり(インフラの整備)が行われてきたことを知る。	・身近に利用されているものや、電力輸送のようなインフラに関連した内容に対して、物理法則に従って説明し、量的考察ができるように指導する。	(自然事象への関心・意欲・態度) ・交流の性質や電力の輸送に対して、どのような社会のシステムになっているのかについて、関心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとする。 (科学的な思考・判断・表現) ・交流の性質や電力の輸送に対して、科学的に説明したり、量的な説明したりすることができる。 (観察・実験の技能) ・それぞれの素子の働きを理解し、目的にあった電流回路を正しく接続し、実験をしてまとめることができる。 (自然事象についての知識・理解) ・交流の性質や電力の輸送、社会のシステムについて、実感をもって理解し、知識を身に付けている。	第1次 発電機とモーター (2時間) ・中学校の内容を踏まえ、電磁誘導の法則の確認、整理 ・モーターと発電機のしくみの比較・整理 第2次 交流と直流 (1時間) ・交流と直流の違い ・交流の周波数、実効値、消費電力 ・交流発電機のしくみ 第3次 変圧と送電 (1時間) (本時案) ・変圧器の原理 ・交流の高圧送電 ・交流から直流への変換	小学6年生 「電気の利用～エネルギーの工場と変身と銀行～」 中学1年生 「光と音」(光のエネルギーを利用しよう) 中学2年生 「電流」 「電流と磁界」 中学3年生 「運動の規則性」	B-2 温室効果ガスの排出削減のためには、省エネルギーによりエネルギー消費を減らすことが最も有効な対策であること。
	<理科の視点> ・交流の発生、変圧のしくみや、直流への変換のしくみを学び、科学的な知識や、実験技能の習得を行う。	・観察、実験を通して、実感をもって事物・現象を理解し、身近な生活との関連を進んで考えようとする態度を育成する。	(自然事象への関心・意欲・態度) ・交流の発生や変圧、高圧送電について、関心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとする。 (科学的な思考・判断・表現) ・交流の発生や変圧、高圧送電などについて、考察し、考えを表現している。 (観察・実験の技能) ・交流の発生や変圧、高圧送電について観察、実験などを行い、基本的操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。 (自然事象についての知識・理解) ・交流の発生や変圧、高圧送電について、理解し、知識を身に付けている。			
化学基礎 様々な酸化還元反応 燃料電池、電気エネルギー、クリーン、エネルギー高効率	<エネルギー教育の視点> ・燃料電池は、水素と酸素を反応させて水を作りながら電気を取り出す装置であるため、クリーンなエネルギー源であることを理解する。 ・燃料電池は、火力発電と比べて高い効率で電気エネルギーをつくらることができるため、期待されているエネルギー源であることを理解する。	・燃料電池が、電気を取り出す過程で水しか排出されないクリーンなエネルギー源である上、高効率で電気エネルギーを取り出せるため、将来的にその利用が期待されているエネルギー源であることを理解させる。 ・燃料電池は、燃料である水素を得る過程(メタン1分子と水1分子から水素4分子と二酸化炭素1分子が生成する化学変化を利用して水素を得ている)で二酸化炭素が間接的に排出されるが、火力発電所よりも高い効率で電気エネルギーを取り出すことができるため、使用する化石燃料を減らせ、それが二酸化炭素排出量の減少につながることを理解させる。 ・燃料電池の学習を通して、有限である化石燃料の利用について考えさせ、将来のエネルギーのあり方について興味・関心をもって自ら探究する態度を育てる。	(自然事象への関心・意欲・態度) ・身の回りにあるいろいろな電池について興味を持ち、自ら調べようとしている。 (科学的な思考・判断・表現) ・身の回りの電気エネルギーがどのようにして供給されているのかについて見出し、身近な例を用いて説明することができる。 (観察・実験の技能) ・安全に配慮した実験操作を行うことができ、実験によって得られたデータおよび観察結果を正しく記録している。 (自然事象についての知識・理解) ・燃料電池の原理を理解するとともにクリーンなエネルギー源であることを理解している。	第1次 酸化と還元 (2時間) ・酸化還元の定義 ・酸化数と酸化還元 第2次 酸化剤と還元剤の反応 (3時間) ・酸化剤と還元剤 ・酸化還元反応の反応式 ・酸化還元滴定 第3次 金属のイオン化傾向 (2時間) ・金属のイオン化傾向とイオン化列 第4次 酸化還元反応の利用 (1時間) ・金属の精錬、漂白剤と酸化防止剤 第5次 様々な酸化還元反応 (5時間) ・金属の製錬 (1時間) ・ダニエル電池 (1時間) ・マンガン乾電池、鉛蓄電池 (2時間) ・燃料電池 (1時間) (本時案)	中学3年生 「水溶液とイオン」 (化学変化と電池) 「自然環境の保全と科学技術の利用」 (「水溶液とイオン」から化学変化と電池について：鉛蓄電池の充電・放電実験を通して)	C-2 現在は、エネルギーの安定供給確保に加え地球温暖化対策のため、石油を始めとする化石燃料への依存度の低減・非化石エネルギー(原子力・再生可能エネルギー)の導入拡大が求められていること。
	<理科の視点> ・燃料電池の原理を理解する。 ・燃料電池は、水素と酸素を反応させて水を作りながら電気を取り出す装置であるため、他の電池とは異なり、燃料を供給し続ける限り電気を発生させることが可能であることを理解する。 ・燃料電池は、電気を取り出す過程で水しか排出されないクリーンなエネルギー源であることを理解する。	・燃料電池の原理から、電気を取り出す過程で水しか排出されないクリーンなエネルギー源であることを理解させる。 ・燃料電池の原料である水素は一般的に次の化学変化によって得られることを理解し、間接的に二酸化炭素は排出されるが、火力発電所よりも高い効率で電気エネルギーを取り出すことができるため、使用する化石燃料を減らせ、それが二酸化炭素の減少につながることを理解させる。 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2 \quad \text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ ・身の回りにはさまざまな電池が存在し、それぞれの特性に応じて身の回りではどのように使われているのかについて興味・関心を持ち、自ら探究する態度を育てる。	(自然事象への関心・意欲・態度) ・身の回りにあるいろいろな電池について興味を持ち、いくつかの例を挙げながら自ら調べようとしている。 (科学的な思考・判断・表現) ・実験結果をもとに、燃料電池の原理を説明することができる。 (観察・実験の技能) ・安全に配慮した実験操作を行うことができ、実験によって得られたデータおよび観察結果を正しく記録している。 (自然事象についての知識・理解) ・燃料電池の原理を理解するとともにクリーンなエネルギー源であることを理解している。			

学年・テーマ名 キーワード	子どもが獲得する 見方や考え方	教師の持つ指導ポイント	評価規準	単元の計画・構成	他の単元との関連	エネルギー教育 実践パイロット校 4つの課題との関連 (資料編参照)
生物基礎 細胞とエネルギー 微生物, 発酵, バイオマスエ ネルギー, バイ オエタノール	<エネルギー教育の視点> <ul style="list-style-type: none"> 酒造りなど、微生物のはたらきを利用した伝統的な発酵・醸造技術を用いて、バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーが生成できることを理解する。 植物資源から生成され、自動車の燃料として利用されるバイオエタノールが、理論上はカーボン(CO₂)ニュートラルであることを理解する。 バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーの開発・普及において、効率化や大量生産、低コスト化などの解決とともに、有限な生物資源の保存や食糧問題などの諸課題への対処が必要であることを見いだす。 	<ul style="list-style-type: none"> 古くから酒造りなどで用いられてきた微生物による発酵・醸造技術を用いて、バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーが生成できることから、伝統的な発酵・醸造技術とその研究が、持続可能な社会を支える基盤技術となりうるものであることを理解させる。 バイオエタノールを自動車の燃料として用いるとCO₂が排出されるが、その原料となる植物資源は、光合成によって大気中のCO₂を材料にしてつくられた有機物であり、理論上は、カーボン(CO₂)ニュートラルであることを理解させる。 バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーの開発・普及において、効率化や大量生産、低コスト化などの解決とともに、有限な生物資源の保存や食糧問題などの諸課題への対処が必要であることを見いだすことにより、エネルギー問題の解決を含めた持続可能な社会の実現に向けて科学的に探究する能力や態度を育成したい。 	(自然事象への関心・意欲・態度) <ul style="list-style-type: none"> バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーに関心を持ち、研究開発や実用化の事例などを自ら調べようとしている。(科学的な思考・判断・表現) バイオマスエネルギーの開発・普及における諸課題や対処法を見出し、科学的な立場から意見を述べることができる。(観察・実験の技能) バイオマス資源からエタノールを取り出すための基礎的な操作に習熟している。(自然事象についての知識・理解) 微生物のはたらき(糖化、発酵)を利用して、バイオエタノールが生成されるしくみを理解している。 バイオエタノールが理論上カーボンニュートラルであることの理由を説明することができる。 	第1次 微生物がエタノールをつくりだすしくみ(2時間) <ul style="list-style-type: none"> 出芽酵母(ドライイースト)の観察 キューネ発酵管を用いたアルコール発酵の実験 第2次 エタノールを効率よく取り出すには(2時間) <ul style="list-style-type: none"> 酵母ビーズを用いた簡易バイオリクターの作成(本時案1) 蒸留によるエタノールの抽出実験(本時案2) 第3次 何を原料に用いるか(糖化と酵素、バイオマス資源)(3時間) <ul style="list-style-type: none"> 麹菌の観察とアミラーゼによるデンプンの糖化 バイオマス資源(デンプン系からセルロース系へ)(本時案3) セルラーゼによるセルロースの糖化(ろ紙分解試験)(本時案4) 第4次 バイオマスエネルギーの現状と将来的な展望(課外学習+1時間) <ul style="list-style-type: none"> 近隣の研究所を訪問・見学し、発酵技術や木質系バイオマスの先端研究の動向を学ぶ(課外学習) 単元のまとめ(ディスカッション) 	中学1年生 「植物の体のつくりと働き」 中学2年生 「動物の体のつくりと働き」(生命を維持する働き) 中学3年生 「エネルギー」(エネルギー資源) 「生物と環境」(自然界のつり合い)	C-4 太陽光発電や風力発電等の新エネルギーは、エネルギー自給率の向上や地球温暖化対策の観点から長期的にはエネルギー源の一翼を担うことを目指して着実に推進していること。 現時点では、新エネルギーはエネルギー供給の2%程度を占めるにとどまり、経済性や供給安定性などの課題も多く、当面は補完的なエネルギーとしての位置づけであることに留意することが適当であること。
	<理科の視点> <ul style="list-style-type: none"> 微生物の多様性と共通性、人間生活とのかかわりについて理解する。 糖化やアルコール発酵の反応過程を理解する。 微生物の働き(代謝)が一連の酵素反応であること、微生物が生命活動の営みとして多様な酵素を分泌していることを理解する。 アミラーゼやセルラーゼなど、酵素の特性を理解する。 	<ul style="list-style-type: none"> 糖化や発酵などの微生物のはたらきは、生命活動に必要なエネルギー(ATP)を取り出したり、そのための栄養分を摂取したりするといった、代謝の一種であること、それらが古くから人々の生活を支えてきたことを理解させる。 代謝の過程で起こる様々な反応は、酵素の触媒作用によって進み、様々な微生物が特定の物質に応じて特定の酵素を分泌させていることから、酵素そのものの特性や微生物の多様性、共通性を理解させる。 	(自然事象への関心・意欲・態度) <ul style="list-style-type: none"> 糖化や発酵の現象に関心を持ち、そのしくみや微生物と人間生活とのかかわりについて意欲的に調べようとする。(科学的な思考・判断・表現) 実験結果をもとに、エタノールを効率よく取り出す方法(微生物の固定化、蒸留)や糖化に必要な酵素の種類などを提案することができる。(観察・実験の技能) 蒸留実験の危険性を理解し、安全かつ適切な操作を行っている。(自然事象についての知識・理解) 実験結果をもとに、糖化や発酵の原理を説明することができる。 酵素の特性や微生物の多様性・共通性を理解している。 			
地学基礎 大気や海水の運動とエネルギー 太陽放射, 受熱量, 大気の大循環, 熱輸送	<エネルギー教育の視点> <ul style="list-style-type: none"> 地域による温度差が、風を吹かせたり、海流を起こすエネルギーとなり、それらを利用することが可能であること。 	<ul style="list-style-type: none"> 風力発電や潮汐発電、潮流発電などの資料から、風力や潮力・潮汐力をエネルギー資源として利用する方法について考察させる。 風力や潮力・潮汐力は再生可能なクリーンエネルギーであるが、実際に大規模に利用していくためには、技術的な課題が多くあることに気づかせる。 	(自然事象への関心・意欲・態度) <ul style="list-style-type: none"> 風力や潮力・潮汐力などのエネルギーについて、関心をもって調べることができる。(科学的な思考・判断・表現) 自然界のエネルギー利用の可能性について、科学的に考察し、発表することができる。(観察・実験の技能) エネルギー量を、水の温度変化をもとに測定することができる。(自然事象についての知識・理解) 地域による温度差が、風を吹かせたり、海流を起こすエネルギーとなり、それらを利用することが可能であることを理解している。 	第1次 大気構成(2時間) <ul style="list-style-type: none"> 気圧や気温の鉛直方向の変化を扱い、大気中で見られる雲や降水、オゾン層による紫外線の吸収などについて考えさせる。 第2次 地球のエネルギー収支(1時間) <ul style="list-style-type: none"> 太陽放射の受熱量と地球放射の放熱量が釣り合っていることを理解させる。 第3次 大気の大循環と熱輸送(1時間) <ul style="list-style-type: none"> 緯度によって太陽放射の受熱量が異なることおよびそのことで生じている大気の大循環により、地球規模で熱が輸送されていることを理解させる。 第4次 海水の運動(1時間) <ul style="list-style-type: none"> 海流や海洋の層構造と深層に及ぶ循環について考えさせる。 第5次 大気や海水の運動とエネルギー(1時間)(本時案) <ul style="list-style-type: none"> 風や海流、潮汐などの自然エネルギーについて、それらの発生のおよびエネルギー利用の可能性について考えさせる。 	小学3年生 「太陽と地面の様子」(日かげの位置と太陽の動き) 中学1年生 「光と音」(光のエネルギーを利用しよう)	B-3 省エネを進めるためには、私たち一人一人が常に省エネを意識し、日常生活で実践することが重要であること。 C-1 日本では、石油ショック以降、エネルギーの安定供給確保のため、石油依存度の低減とエネルギー源の多様化に取り組んできたこと。 C-4 太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、国産で温室効果ガスを排出しないエネルギー源であるが、現時点では、発電に要するコストの高さや供給の不安定さなどの課題も抱えていること。
	<理科の視点> <ul style="list-style-type: none"> 太陽放射の受熱量は緯度や地域によって異なり、そのことで生じている大気の大循環や海水の運動により、地球規模で熱が輸送されていること。 	<ul style="list-style-type: none"> 風や海流の発生するしくみについて理解し、鳴門海峡などでは潮流発電の実験が行われていることを紹介し、これらのエネルギーの利用に関心を持たせる。 	(自然事象への関心・意欲・態度) <ul style="list-style-type: none"> 大気や海洋の地球規模での熱の移動について、関心をもって調べることができる。(科学的な思考・判断・表現) 風や海流の発生するしくみについて、熱の移動や循環と関連づけて考察することができる。(観察・実験の技能) 太陽からの受熱量を、水の温度変化をもとに測定することができる。(自然事象についての知識・理解) 太陽放射の受熱量は緯度や地域によって異なり、そのことで生じている大気の大循環や海水の運動により、地球規模で熱が輸送されていることを理解している。 			

学年・テーマ名 キーワード	子どもが獲得する 見方や考え方	教師の持つ指導ポイント	評価規準	単元の計画・構成	他の単元との関連	エネルギー教育 実践/パイロット校 4つの課題との関連 (資料編参照)
科学と人間生活 科学技術の発展とエネルギーの使い方 熱機関、ハイブリッドカー(HEV)、プラグインハイブリッドカー(PHEV)、燃料電池	<エネルギー教育の視点> <ul style="list-style-type: none"> ・よりよくエネルギーを使うための科学技術を知り、自分たちの周りの生活と関連させて考える。 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱機関(エンジン)とモーターを組み合わせることにより、エネルギーをよりよく使おうとしていることを知るとともに、日常生活の中でのエネルギーの利用の仕方について考えさせる。 	(自然事象への関心・意欲・態度) <ul style="list-style-type: none"> ・ハイブリッドや燃料電池などの科学技術に関心を持ち、よりよくエネルギーを用いる方法を考えようとする。(科学的な思考・判断・表現) ・エネルギーの変換について考察を行い、科学技術との関わりについて考えることができる。(観察・実験の技能) ・エネルギーの変換に関わる実験を行い、結果を考察することができる。(自然事象についての知識・理解) ・エネルギー変換の仕組みについて考察し、理解することができる。 	第1次 エネルギーの変換と保存(2時間) <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー変換(運動エネルギーから電気エネルギーへの変換、熱機関)に関して、実験により確認する。 ・エネルギー総量が保存されていることを学ぶ。 ・エネルギー変換の効率について学ぶ。 第2次 エネルギーの有効利用と科学技術(1時間)(本時案) <ul style="list-style-type: none"> ・動力(自動車・電車)として利用しているものの仕組みを考える。それらのエネルギーの利用効率について調べる。 ・科学技術の発展により、ハイブリッドカー、燃料電池車などが開発されていることを学び、その仕組みについて考える。 	小学6年生 「電気の利用～エネルギーの工場と変身と銀行～」 中学1年生 「光と音(光のエネルギーを利用しよう)」 中学2年生 「電流(電気とそのエネルギー)」 中学3年生 「水溶液とイオン」(化学変化と電池)	D-3 省エネを進めるためには、私たち一人一人が常に省エネを意識し、日常生活で実践することが重要であること。
	<理科の視点> <ul style="list-style-type: none"> ・熱機関(エンジン)やモーターがそれぞれ動力を発生させる仕組みや変換の効率の考え方。 	<ul style="list-style-type: none"> ・熱機関による熱から運動エネルギーへの変換の仕組みや、モーターによる電気から運動エネルギーへの変換の仕組みを学ばせる。 ・減速時に、運動エネルギーから電気を回収するしくみを、電磁誘導の考え方から学ばせる。 	(自然事象への関心・意欲・態度) <ul style="list-style-type: none"> ・身近なエネルギーについて関心を持ち、意欲的に取り組むことができる。(科学的な思考・判断・表現) ・熱機関(エンジン)やモーターのエネルギー変換の仕組みについて科学的に考察することができる。(観察・実験の技能) ・水の電気分解により水素を発生させ、燃料電池で用いることを実験により、考察することができる。(自然事象についての知識・理解) ・エネルギーの保存や変換について、科学的に理解し、知識を身につけている。 			

学習指導案

【各単元共通】

※全ての単元の終末において、可能であれば「地球と私たち」といった題で作文を書かせ、学習内容が地球にどれだけ役立っているのか話し合う機会を持つことが有効である。

理科高等学校 物理基礎（電気の利用）

○単元計画・構成

提案項目	内容
実施時期	2月ごろ
キーワード	交流, 電力輸送, 送電, 整流
エネルギー教育実践パイロット校4つの課題との関連	B-2 温室効果ガスの排出削減のためには、省エネルギーによりエネルギー消費を減らすことが最も有効な対策であること。
単元計画・構成 (全4時間)	<p>第1次 発電機とモーター（2時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・中学校の内容を踏まえ、電磁誘導の法則の確認、整理 ・モーターと発電機のしくみの比較・整理 <p>第2次 交流と直流（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流と直流の違い ・交流の周波数、実効値、消費電力 ・交流発電機のしくみ <p>第3次 変圧と送電（1時間）（本時案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・変圧器の原理 ・交流の高圧送電 ・交流から直流への変換
他の単元との関連	<p>小学6年生「電気の利用～エネルギーの工場と変身と銀行～」 (電気を発電し、コンデンサーに蓄電できること。電熱線での発熱など。)</p> <p>中学1年生「光と音」(光のエネルギーを利用しよう)</p> <p>中学2年生「電流」, 「電流と磁界」</p> <p>中学3年生「運動の規則性」 (「電流」での回路やエネルギーの考え方, 「電流と磁界」での電磁誘導, 発電, 送電, 直流と交流など。)</p>
子どもが獲得する 見方や考え方	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流が、変圧や直流への変換が簡単であることや、高圧送電が効率のよいことなどを知り、科学的根拠をもった省エネに向けての社会のしくみづくり（インフラの整備）が行われてきたことを知る。
	<p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の発生、変圧のしくみや、直流への変換のしくみを学び、科学的な知識や、実験技能の習得を行う。
教師の持つ 指導ポイント	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・身近に利用されているものや、電力輸送のようなインフラに関連した内容に対して、物理法則に従って説明し、量的考察ができるように指導する。
	<p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・観察、実験を通して、実感をもって事物・現象を理解し、身近な生活との関連を進んで考えようとする態度を育成する。

評価規準	<p><エネルギー教育の視点> (自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の性質や電力の輸送に対して、どのような社会のシステムになっているのかについて、関心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとする。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の性質や電力の輸送に対して、科学的に説明したり、量的な説明したりすることができる。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・それぞれの素子の働きを理解し、目的にあった電流回路を正しく接続し、実験をしてまとめることができる。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の性質や電力の輸送、社会のシステムについて、実感をもって理解し、知識を身に付けている。
	<p><理科の視点> (自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の発生や変圧、高圧送電について、関心を持ち、意欲的にそれらを探究しようとする。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の発生や変圧、高圧送電などについて、考察し、考えを表現している。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の発生や変圧、高圧送電について観察、実験などを行い、基本的操作を習得するとともに、それらの過程や結果を的確に記録、整理している。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・交流の発生や変圧、高圧送電について、理解し、知識を身に付けている。

○本時の学習指導案（指導項目） 単元のテーマ名：変圧と送電

第3次 変圧と送電（4時間目/全4時間）

学習過程	指導と支援 準備物, 教師の働きかけ・関連資料, 指導上の留意点
<p>1. 導入（交流の高圧送電の実際）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発電所で発電された交流の電力が，過程まで送られるときの，変圧などを説明し，課題を明確にする。 <p>2. 展開</p> <p>①変圧器の原理</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1次コイルと2次コイルの巻き数とそれぞれの電圧の関係を考察する。 <p>[演示実験] 変圧器の原理</p> <p>②高圧送電</p> <p>③交流から直流へ</p> <p>[生徒実験] 交流から直流への変換</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・「発電所でつくられた交流は，11～22万ボルトで変電所へ送られ，各地へと送電している。また，用途に応じて電圧を変換して送電を行っている。」 ・どのようなしくみで電圧を変えているのだろうか？ ・なぜ，このような高電圧になっているのだろうか。 <p>○電磁誘導の法則を利用して，コイル2個で変圧する変圧器の原理を説明する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・コイルの巻き数と電圧の関係，1次側（送り手）と2次側（受け手）での電力（$P=IV$）は同じと考えられることを説明し，整理する。 <p>○変圧器を使って，巻き数と電圧の関係を確認する。</p> <p><準備物> 単巻き変圧器，電磁現象実験機，交流電圧計2個</p> <p>○2次コイル側で利用する電力をP，1次コイル側の送電線の抵抗をr，電圧をVとしたときの，送電線の電力のロス（ジュール熱で損失する電力）が，rP^2/V^2で示されることを導出する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・電力輸送の際，送電線でのジュール熱を考察し，高圧送電の利点をまとめる。 <p>○身近な電気製品が電池で動くことから，多くのものが直流で動作するようになっており，送電された交流を直流に変換して利用していることに気づかせる。</p> <p>○ダイオードとコンデンサーを利用して交流を直流に変換できることを学ぶ。</p> <p><準備物> 1班あたり オシロスコープ，交流電源装置，ダイオード（4個），抵抗，平滑用コンデンサーコード</p> <p>ア) 交流の出力をオシロスコープで観察 イ) ダイオード1個を使った半波整流の観察 ウ) ダイオード4個を使った全波整流の観察 エ) ウ) に平滑用コンデンサーを接続して観察</p>

3. 終結

・交流の特徴と送電について

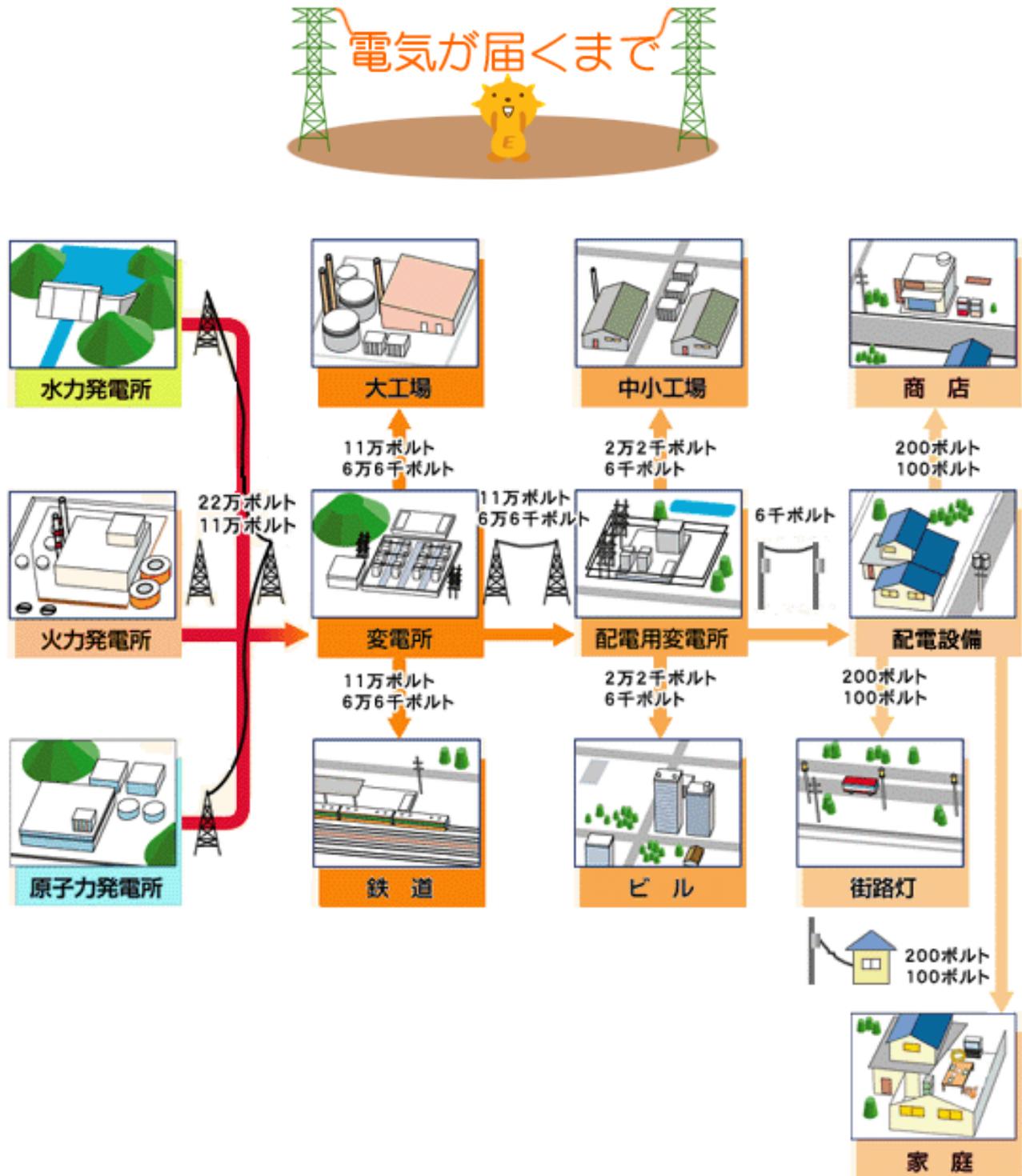
○実験結果などを基に、交流の性質と利点、現在の送電システムについてまとめる。

<参考資料>

【導入】で利用する送電の図の例

中国電力(株)HP「環境@エネルギー ご家庭までの電気の流れ」

<http://www.energia.co.jp/energy/energy/power/power5.html>



①変圧器の原理

演示実験で利用する電磁現象実験機

例えば島津理化(株)電磁現象実験機 EF-4N

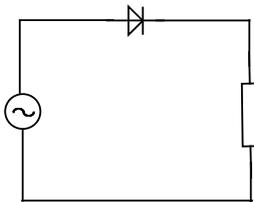
http://www.shimadzu-rika.co.jp/kyoiku/butsuri/denryu/134_491.html



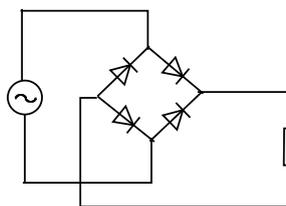
②高圧送電での送電による損失の計算は、「物理基礎」各社の教科書で扱っている。

③交流から直流への変換の実験回路

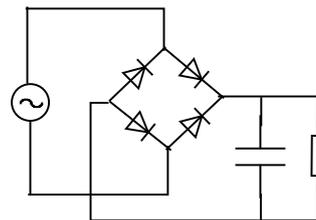
ア) 半波整流



イ) 全波整流



ウ) イ) +平滑用コンデンサー



それぞれ抵抗の両端の電圧をオシロスコープで観察する。

理科高等学校 化学基礎 (様々な酸化還元反応)

○単元計画・構成

提案項目	内容
実施時期	3月ごろ
キーワード	燃料電池, 電気エネルギー, クリーン, エネルギー高効率
エネルギー教育実践パイロット校4つの課題との関連	C-2 現在は, エネルギーの安定供給確保に加え地球温暖化対策のため, 石油を始めとする化石燃料への依存度の低減・非化石エネルギー (原子力・再生可能エネルギー) の導入拡大が求められていること。
単元計画・構成 (全13時間)	第1次 酸化と還元 (2時間) ・酸化還元の定義 ・酸化数と酸化還元 第2次 酸化剤と還元剤の反応 (3時間) ・酸化剤と還元剤 ・酸化還元反応の反応式 ・酸化還元滴定 第3次 金属のイオン化傾向 (2時間) ・金属のイオン化傾向とイオン化列 第4次 酸化還元反応の利用 (1時間) ・金属の精錬, 漂白剤と酸化防止剤 第5次 様々な酸化還元反応 (5時間) ・金属の製錬 (1時間) ・ダニエル電池 (1時間) ・マンガン乾電池, 鉛蓄電池 (2時間) ・燃料電池 (1時間) (本時案)
他の単元との関連	中学3年生「水溶液とイオン」(化学変化と電池) 「自然環境の保全と科学技術の利用」(「水溶液とイオン」から化学変化と電池について: 鉛蓄電池の充電・放電実験を通して)
子どもが獲得する見方や考え方	<エネルギー教育の視点> ・燃料電池は, 水素と酸素を反応させて水を作りながら電気を取り出す装置であるため, クリーンなエネルギー源であることを理解する。 ・燃料電池は, 火力発電と比べて高い効率で電気エネルギーをつくることができるため, 期待されているエネルギー源であることを理解する。 <理科の視点> ・燃料電池の原理を理解する。 ・燃料電池は, 水素と酸素を反応させて水を作りながら電気を取り出す装置であるため, 他の電池とは異なり, 燃料を供給し続ける限り電気を発生させることが可能であることを理解する。 ・燃料電池は, 電気を取り出す過程で水しか排出されないクリーンなエネルギー源であることを理解する。
教師の持つ指導ポイント	<エネルギー教育の視点> ・燃料電池が, 電気を取り出す過程で水しか排出されないクリーンなエネルギー源である上, 高効率で電気エネルギーを取り出せるため, 将来的にその利用が期待されているエネルギー源であることを理解させる。 ・燃料電池は, 燃料である水素を得る過程(メタン1分子と水1分子から水素4分子と二酸化炭素1分子が生成する化学変化を利用して水素を得ている)で二酸化炭素が間接的に排出されるが, 火力発電所よりも高い効率で電気エネルギーを取り出すことができるため, 使用する化石燃料を減らせ, それが二酸化炭素排出量の減少につながることを理解させる。 ・燃料電池の学習を通して, 有限である化石燃料の利用について考えさせ, 将来のエネルギーのあり方について興味・関心をもって自ら探究する態度を育てる。

<p>教師の持つ 指導ポイント (つづき)</p>	<p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> 燃料電池の原理から、電気を取り出す過程で水しか排出されないクリーンなエネルギー源であることを理解させる。 燃料電池の原料である水素は一般的に次の化学変化によって得られることを理解し、間接的に二酸化炭素は排出されるが、火力発電所よりも高い効率で電気エネルギーを取り出すことができるため、使用する化石燃料を減らせ、それが二酸化炭素の減少につながることを理解させる。 $\text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO} + 3\text{H}_2 \quad \text{CO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2$ <ul style="list-style-type: none"> 身の回りにはさまざまな電池が存在し、それぞれの特性に応じて身の回りでどのように使われているのかについて興味・関心を持ち、自ら探究する態度を育てる。
<p>評価規準</p>	<p><エネルギー教育の視点> (自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> 身の回りにあるいろいろな電池について興味を持ち、自ら調べようとしている。(科学的な思考・判断・表現) 身の回りの電気エネルギーがどのようにして供給されているのかについて見出し、身近な例を用いて説明することができる。(観察・実験の技能) 安全に配慮した実験操作を行うことができ、実験によって得られたデータおよび観察結果を正しく記録している。(自然事象についての知識・理解) 燃料電池の原理を理解するとともにクリーンなエネルギー源であることを理解している。 <p><理科の視点> (自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> 身の回りにあるいろいろな電池について興味を持ち、いくつかの例を挙げながら自ら調べようとしている。(科学的な思考・判断・表現) 実験結果をもとに、燃料電池の原理を説明することができる。(観察・実験の技能) 安全に配慮した実験操作を行うことができ、実験によって得られたデータおよび観察結果を正しく記録している。(自然事象についての知識・理解) 燃料電池の原理を理解するとともにクリーンなエネルギー源であることを理解している。

なお、次のようなデメリットもあることも踏まえた授業展開をお願いいたします。

負極表面では、 $\text{H}_2 \rightarrow 2\text{H}^+ + 2\text{e}^-$ という反応を低温（常温）で起こさねばならず、そのためには触媒として白金が必要です。しかし、たとえば、自動車用の燃料電池は、1台に約100gの白金を使用します。白金の価格は100gで約50万円ですので、自動車の価格を押し上げることになります。さらに、問題は、日本国内で使用している白金は現在30トンですので、仮にすべてを（実際には不可能ですが）、自動車用燃料電池にまわしたとしても、30万台分にしかなりません。年1,000万台以上（輸出分も含む）生産している現状では、白金触媒を使用している限り広く普及することは難しいです。また、メタンから水素を作らねばならず、そのためのエネルギーも含めて燃料電池のエネルギー変換率を算出すると、最大でも50%であり、これは、火力発電所でのエネルギー変換率とさほど変わりません。

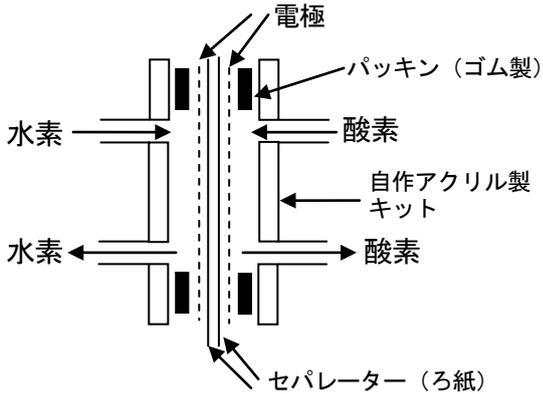
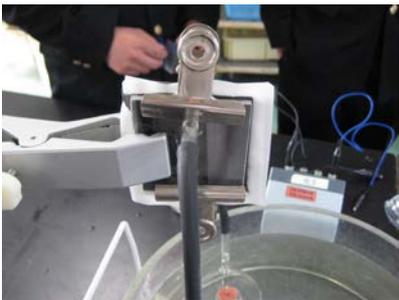
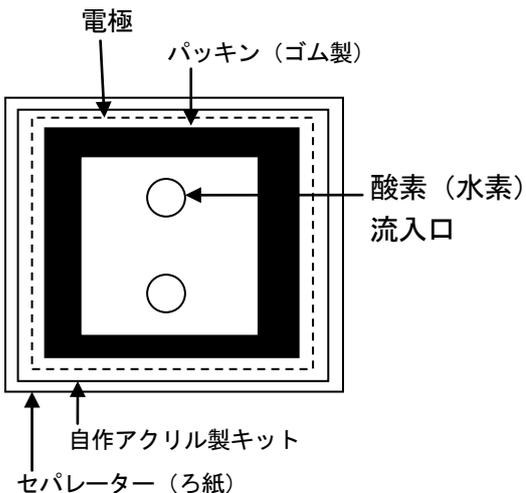
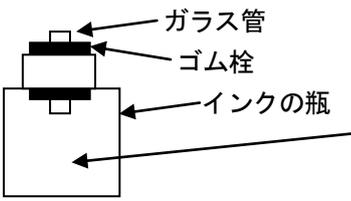
<参考資料>

荻野和子ら著『環境と化学 グリーンケミストリー入門』（東京化学同人，2009）

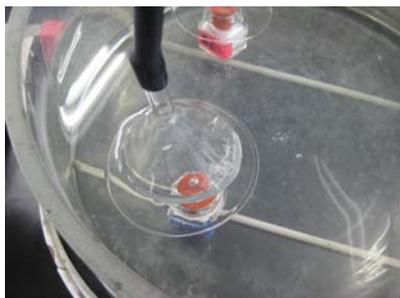
○本時の学習指導案（指導項目） 単元のテーマ名：様々な酸化還元反応

第5次 様々な酸化還元反応

- ・燃料電池（13 時間目/全 13 時間）

学習過程	指導と支援 準備物，教師の働きかけ・関連資料，指導上の留意点
<p>1. 原理の説明</p> <p>負極：$\text{H}_2 + 2\text{OH}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$ 正極：$\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^- \rightarrow 4\text{OH}^-$ 全体：$2\text{H}_2 + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$</p> <p>2. 実験「燃料電池」</p> <p>①装置を組む（下図）</p>  <p>②装置をクリップで固定した後，酸素，水素それぞれの流入口にゴム管をつなぐ。ゴム管の先には漏斗をつけ，水槽中に沈める。</p> 	<p>指導と支援 準備物，教師の働きかけ・関連資料，指導上の留意点</p> <ul style="list-style-type: none"> ・燃料電池は 1839 年に開発され，1960 年頃から本格的な研究が始められた。その後，人工衛星や潜水艇の電源として利用されるようになり，アポロ 13 号の事故では一躍有名になったなどの話題に触れてから，授業を始める。 ・現在は，リン酸型の燃料電池が最も開発が進んでいるが，本時の実験では，スペースシャトルなどの宇宙船の電源として使用されているアルカリ型の燃料電池で行う。そのため，アルカリ型での反応式で原理を説明する。 ・全体の反応式より，水しか生成されないことを確認させる。装置を横から見たものが下図である。  <ul style="list-style-type: none"> ・本実験では，気体発生には下図のような装置を用い，連続的に酸素と水素を供給できるようにした。  <ul style="list-style-type: none"> ●酸素の場合 過酸化水素水と酸化マンガン（IV）を入れる。 ●水素の場合 塩酸と垂鉛を入れる。 <p>※過酸化水素の濃度は約 5 % ※塩酸の濃度は 4 mol/L，この濃度で発生しにくい場合には，硫酸銅（II）・五水和物を少量加えると発生しやすくなる。濃度を大きくしてもよい。</p>

③気体発生装置を漏斗の下に置く(水中内)



④駒込ピペットを用いて、水酸化ナトリウム水溶液でろ紙をしめらせた後、電極をみのむしクリップではさみ、起電力を測定する。



⑤プロペラや電子オルゴールなどにつなぎ、電池としてはたらくことを確認する。



3. まとめ

※塩酸は濃度が大きいので取り扱いには注意する。
※水酸化ナトリウム水溶液の濃度は 2mol/L

<電極の作成法>

- ①自作アクリル装置に合わせたサイズのニッケルメッシュ金網を用意する。
- ②ニッケルメッシュ金網を 2 mol/L の塩酸に 5 分間浸し、表面の洗浄を行う。
- ③炭素棒を陽極に、ニッケルメッシュ金網を陰極にし、塩化白金酸水溶液に浸し、約 2 A の電流を 10 分間流し、ニッケルメッシュに白金メッキを行う。このとき、表裏とも均等にメッキするために、5 分経過したときに表裏の向きを反対にする。

<準備物>

- ・白金メッキしたニッケルメッシュ金網 (50×50mm) 2 枚
- ・アクリル板 (60×60×5 mm) 2 枚
- ・アクリルパイプ (直径 8mm, 長さ 50mm) 4 本
- ※アクリル板に穴をあけ、アクリルパイプを差し込み、アクリル専用接着剤で固定する。
- ・ゴム製パッキン (50×50mm) 2 枚
- ※中央を 40×40mm でくりぬいておく。
- ・2 mol/L 水酸化ナトリウム水溶液
- ・ゴム管 2 本
- ・漏斗 2 個
- ・気体発生装置
(酸素: 5%過酸化水素水, 酸化マンガン (IV))
(水素: 4 mol/L 塩酸, 亜鉛)
- ・みのむしクリップ 2 本
- ・電圧計 1 個
- ・プロペラ (太陽電池用), 電子オルゴールなど

- ・各班の起電力を確認する。
- ・燃料電池と他の電池のとの違いについて考えさせる。
- ・燃料電池の利点について考えさせる。
- ・環境問題と関連付けて、燃料電池の有用性について考えさせる。

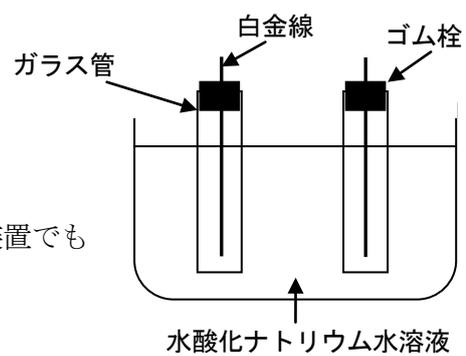
<参考資料>

B, Z, Shakhshiri 著, 池本勲訳『教師のための化学実験 ケミカルデモンストレーション7』(丸善, 1999)

気体発生装置は、気体ポンベで代用可能であるが、

- ・キットを作成することが手間である
 - ・ニッケルメッシュ金網と塩化白金酸水溶液が高価である
- などが解決できていない。

起電力は落ちるが、簡易的に行うのであれば、右のような装置でも可能である。しかし、白金線が高価である。



理科高等学校 生物基礎（細胞とエネルギー）

○単元計画・構成

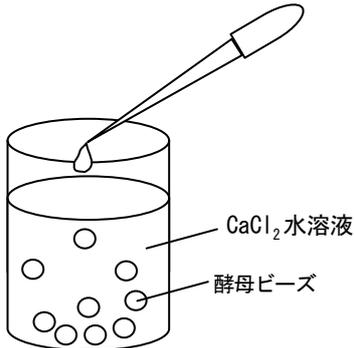
提案項目	内容
実施時期	5～6月ごろ
キーワード	微生物, 発酵, バイオマスエネルギー, バイオエタノール
エネルギー教育実践パイロット校4つの課題との関連	<p>C-4</p> <p>太陽光発電や風力発電等の新エネルギーは、エネルギー自給率の向上や地球温暖化対策の観点から長期的にはエネルギー源の一翼を担うことを目指して着実に推進していること。</p> <p>現時点では、新エネルギーはエネルギー供給の2%程度を占めるにとどまり、経済性や供給安定性などの課題も多く、当面は補完的なエネルギーとしての位置づけであることに留意することが適当であること。</p>
単元計画・構成 (全8時間 +課外学習)	<p>第1次 微生物がエタノールをつくりだすしくみ（2時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・出芽酵母（ドライイースト）の観察 ・キューネ発酵管を用いたアルコール発酵の実験 <p>第2次 エタノールを効率よく取り出すには（2時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酵母ビーズを用いた簡易バイオリアクターの作成（本時案1） ・蒸留によるエタノールの抽出実験（本時案2） <p>第3次 何を原料に用いるか（糖化と酵素, バイオマス資源）（3時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・麹菌の観察とアミラーゼによるデンプンの糖化 ・バイオマス資源（デンプン系からセルロース系へ）（本時案3） ・セルラーゼによるセルロースの糖化（ろ紙分解試験）（本時案4） <p>第4次 バイオマスエネルギーの現状と将来的な展望（課外学習+1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・近隣の研究所を訪問・見学し、発酵技術や木質系バイオマスの先端研究の動向を学ぶ（課外学習） ・単元のまとめ（ディスカッション）
他の単元との関連	<p>中学1年生「植物の体のつくりと働き」</p> <p>中学2年生「動物の体のつくりと働き」（生命を維持する働き）</p> <p>中学3年生「エネルギー」（エネルギー資源）</p> <p>中学3年生「生物と環境」（自然界のつり合い）</p>
子どもが獲得する見方や考え方	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・酒造りなど、微生物のはたらきを利用した伝統的な発酵・醸造技術を用いて、バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーが生成できることを理解する。 ・植物資源から生成され、自動車の燃料として利用されるバイオエタノールが、理論上はカーボン（CO₂）ニュートラルであることを理解する。 ・バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーの開発・普及において、効率化や大量生産、低コスト化などの解決とともに、有限な生物資源の保存や食糧問題などの諸課題への対処が必要であることを見いだす。 <p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・微生物の多様性と共通性、人間生活とのかかわりについて理解する。 ・糖化やアルコール発酵の反応過程を理解する。 ・微生物の働き（代謝）が一連の酵素反応であること、微生物が生命活動の営みとして多様な酵素を分泌していることを理解する。 ・アミラーゼやセルラーゼなど、酵素の特性を理解する。

<p>教師の持つ 指導ポイント</p>	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・古くから酒造りなどで用いられてきた微生物による発酵・醸造技術を用いて、バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーが生成できることから、伝統的な発酵・醸造技術とその研究が、持続可能な社会を支える基盤技術となりうるものであることを理解させる。 ・バイオエタノールを自動車の燃料として用いるとCO₂が排出されるが、その原料となる植物資源は、光合成によって大気中のCO₂を材料にしてつくられた有機物であり、理論上は、カーボン (CO₂) ニュートラルであることを理解させる。 ・バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーの開発・普及において、効率化や大量生産、低コスト化などの解決とともに、有限な生物資源の保存や食糧問題などの諸課題への対処が必要であることを見いだすことにより、エネルギー問題の解決を含めた持続可能な社会の実現に向けて科学的に探究する能力や態度を育成したい。
	<p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・糖化や発酵などの微生物のはたらきは、生命活動に必要なエネルギー (ATP) を取り出したり、そのための栄養分を摂取したりするといった、代謝の一種であること、それらが古くから人々の生活を支えてきたことを理解させる。 ・代謝の過程で起こる様々な反応は、酵素の触媒作用によって進み、様々な微生物が特定の物質に応じて特定の酵素を分泌させていることから、酵素そのものの特性や微生物の多様性、共通性を理解させる。
<p>評価規準</p>	<p><エネルギー教育の視点></p> <p>(自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオエタノールなどのバイオマスエネルギーに関心を持ち、研究開発や実用化の事例などを自ら調べようとしている。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオマスエネルギーの開発・普及における諸課題や対処法を見出し、科学的な立場から意見を述べることができる。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・バイオマス資源からエタノールを取り出すための基礎的な操作に習熟している。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・微生物のはたらき (糖化, 発酵) を利用して、バイオエタノールが生成されるしくみを理解している。 ・バイオエタノールが理論上カーボンニュートラルであることの原因を説明することができる。
	<p><理科の視点></p> <p>(自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・糖化や発酵の現象に関心を持ち、そのしくみや微生物と人間生活とのかかわりについて意欲的に調べようとする。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果をもとに、エタノールを効率よく取り出す方法 (微生物の固定化, 蒸留) や糖化に必要な酵素の種類などを提案することができる。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸留実験の危険性を理解し、安全かつ適切な操作を行えている。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実験結果をもとに、糖化や発酵の原理を説明することができる。 ・酵素の特性や微生物の多様性・共通性を理解している。

○本時の学習指導案1（指導項目） 単元のテーマ名：細胞とエネルギー

第2次 エタノールを効率よく取り出すには

- ・酵母ビーズを用いた簡易バイオリアクターの作成（3時間目/全8時間）

学習過程	指導と支援 準備物，教師のはたらきかけ・関連資料，指導上の留意点
<p>1. 事前準備</p> <p>2. 実験準備</p> <p>3. ビーズの作成</p>  <p>・上図のように，酵母液とアルギン酸ナトリウム水溶液の混合液を塩化カルシウム水溶液に滴下すると，ビーズ状になる。</p> <p>4. 本時のまとめ</p>	<p>○酵母液（ドライイースト5gに水15mLを加えてかき混ぜたもの）を作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・アルギン酸ナトリウムは難溶のため，教師があらかじめ溶液を作成しておく。 <p>○本時では，有効な方法の1つとして，酵母を固定化することを説明する。</p> <p>○「アルコール発酵で，エタノールが生成されていることを確認するためにどのような実験方法が有効か」という前時の問いについて，生徒の考えを確認し，共有する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・1.5%アルギン酸ナトリウム水溶液500mlと酵母液を混合する。 <p>○混合液50mLを1.0%塩化カルシウム水溶液200mLの中へ一滴ずつ滴下し，大きさが均一なビーズを作成する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・形状が球状で，大きさが均一になるように，一滴ずつ慎重に滴下するように指導する（操作は生徒全員に経験させたい）。 ・アルギン酸については未習のため，ビーズができるしくみは「塩化カルシウムとの反応により，表面が疎水性の膜になる」という程度の説明にとどめておく。 ・発酵が始まると，液中でビーズが上下運動するようすが観察できるため，反応が起きていることを確認させたい。 <p><準備物> ドライイースト（市販のもの），アルギン酸ナトリウム，塩化カルシウム，グルコース，振とうフラスコ，ピペット，ビーカー，薬さじ</p> <p>○「発酵によってエタノールが生成された場合に，できるだけ純粋なエタノールを取り出すにはどのような方法が適切か」という問いを与え，次時で，エタノールを高濃度で取り出す実験を行うことを伝える。</p>

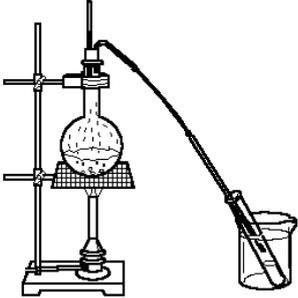
次時の準備：次時で，エタノールを高濃度で取り出す方法について考察する。

- ・茶こしで酵母ビーズだけを取り出し，水洗して，塩化カルシウムを取り除く。
- ・10%グルコース水溶液150mL（フラスコ内）に酵母ビーズ（グルコース水溶液の半分を埋める程度）を入れる。
- ・綿栓で栓をし，インキュベーター（37℃）内で約24時間反応させる。

○本時の学習指導案2（指導項目） 単元のテーマ名：細胞とエネルギー

第2次 エタノールを効率よく取り出すには

- ・蒸留によるエタノールの抽出実験（4時間目/全8時間）

学習過程	指導と支援 準備物，教師のはたらきかけ・関連資料，指導上の留意点
<p>1. 実験前の考察</p> <p>2. 蒸留実験</p>  <p>WEB版「地学わいわい広場 in 福島」 http://homepage1.nifty.com/kowl/chem/jikken02.htm より引用</p> <p>3. サンプル採取と記録</p> <p>4. 再蒸留実験</p>	<p>○フラスコをインキュベーターから取り出し，酵母ビーズと液体を分離し，液体 50mL を蒸留用フラスコに入れる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・蒸留の操作の前に，においにより，エタノールが生成されていることを確認させておく。 ・リービッヒ冷却器を用いてもよいが，図のように，中学校の学習内容であるワインの蒸留で用いる簡易な装置でよい。やけどなどに十分注意し，安全な操作を行うように指導する。 ・最初の蒸留では，1本目の液体が集まり出す温度が 85～90℃になるため，高濃度のエタノールが得られていないことが容易に判断できる。 <p>○蒸留により，試験管（4本）に順に，5mL ずつ液体を集め，ゴム栓をしておく。</p> <p>○それぞれの試験管に液体が集まりだした温度（℃）（あるいは 5mL 集め終わったときの温度（℃））を記録する。</p> <p>○それぞれの試験管について，「におい」，「少量皮膚につけたときのようす」，「脱脂綿に含ませてマッチの火を近づける」を確認する</p> <p>○各班で 1 本目の試験管に集めた 5mL の液体を合わせて 50mL にし，これまでの操作を再度行う。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・再蒸留では，10 班分の試験管の液体を合わせると 50mL になる。時間の都合上，教師が演示することが望ましい。 ・再蒸留では，1 本目の液体が集まり出す温度が 75～80℃になる。得られた液体を少量脱脂綿に含ませてマッチの火を近づけると，3分以上燃焼を続けるため，高濃度のエタノールが得られていることが容易に判断できる。 <p><準備物> 発酵液，試験管，（枝付き）丸底フラスコ，ガラス管，ゴム管，ゴム栓，ビーカー，ガスバーナー，金網，温度計，脱脂綿，燃焼皿，マッチ，スタンド</p>

5. 本時のまとめ

- 実験結果より，発酵によってエタノールが生成され，なおかつ2回の蒸留で高濃度のエタノールが得られたことを理解させる。
- ・次時では，アルコール発酵に必要なグルコースを得るためにどのような過程（糖化）が必要かを学習することを伝える。

○本時の学習指導案3（指導項目） 単元のテーマ名：細胞とエネルギー

第3次 何を原料に用いるか（糖化と酵素、バイオマス資源）

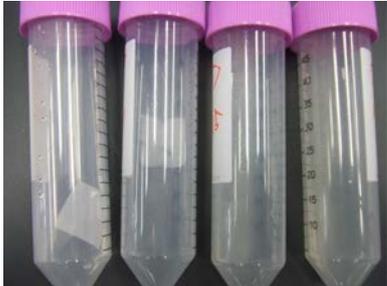
・バイオマス資源（デンプン系からセルロース系へ）（6時間目/全8時間）

学習過程	指導と支援 準備物，教師のはたらきかけ・関連資料，指導上の留意点
<p>1. アルコール発酵過程の理解</p> <p>2. バイオエタノール生成の仕組み</p> <p>3. バイオエタノールのメリットの認識</p> <p>4. バイオエタノールの課題の検討</p>	<p>○ワイン，ビール，清酒など醸造酒の発酵形態の分類から，どの形態においても，アルコール発酵の過程が共通であることを理解する。</p> <p>○サトウキビやトウモロコシといった植物資源（バイオマス）からエタノール（バイオエタノール）が生成されることを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・発酵の過程はどれも同じ（グルコースからエタノールと二酸化炭素を生成する）であり，何（多糖類）を原料にして，何を用いてグルコースまで糖化するかが異なっていることに気づかせ，バイオエタノールの話題へとつなげていきたい。 <p><参考資料> 独立行政法人酒類総合研究所「エヌリブ」（広報誌） http://www.nrib.go.jp/sake/sakeinfo.htm#bisei</p> <ul style="list-style-type: none"> ・酒造りに用いられる伝統的な発酵・醸造技術がバイオマスエネルギーの開発に応用されていることに気づかせる。 <p><参考資料> 宮古島バイオエタノールプロジェクト（糖蜜を原料としたバイオエタノール生成）HP http://www.bioethanol-miyakojimapj.jp/index.jsp</p> <ul style="list-style-type: none"> ・既習事項である光合成，糖化，発酵（嫌気呼吸），燃焼の化学反応式を用いて説明する。 ・サトウキビやトウモロコシといった植物資源が同時に食料資源であり，食料と競合しない原料を用いることが必要であることに気づかせる。 <p>○バイオエタノールがカーボンニュートラルであることを理解する。</p> <p>○バイオエタノール生産の課題について考察する。</p>

○本時の学習指導案4（指導項目） 単元のテーマ名：細胞とエネルギー

第3次 何を原料に用いるか（糖化と酵素、バイオマス資源）

- ・セルラーゼによるセルロースの糖化（ろ紙分解試験）（7時間目/全8時間）

学習過程	指導と支援 準備物，教師のはたらきかけ・関連資料，指導上の留意点
<p>1. 木質系バイオマスからのエタノール生産の認識</p> <p>2. ろ紙分解試験</p>	<p>○木質系（セルロース系）バイオマス資源を利用したバイオエタノール生産について理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・間伐材や雑草などに含まれるセルロースがセルラーゼなどの酵素によってグルコースに分解される過程を説明する。アミラーゼによるデンプンの分解と比較すると理解しやすい。 <p>○ろ紙分解試験を通して，セルロースの糖化の過程および酵素剤であるセルラーゼのはたらきを理解する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・50mM 酢酸緩衝液（pH5.5）を4本の遠沈管に10mLずつ分注する。 ・4本の遠沈管それぞれに，0mL（入れない），0.1mL，0.5mL，1.0mLの各分量，セルラーゼ剤を添加し，混ぜ合わせる。 ・4本の遠沈管それぞれに，2cm×2cmのろ紙を1枚入れ，50℃で20～30分程度湯煎する。 <p><参考資料> 独立行政法人産業技術総合研究所バイオマス研究センターHP http://unit.aist.go.jp/btrc/</p> <ul style="list-style-type: none"> ・セルラーゼ剤は，用途や含まれる酵素の種類とその割合によって様々な製品があるが，本実験では，アクセルレース 1500（ジェネンコア製）という酵素剤を用いている。酵素剤は，各社が製造・販売を行っているので，以下を参考のこと。  <p>0mL 0.1mL 0.5mL 1.0mL</p> <p><参考資料> 酵素剤メーカー連絡先一覧 http://www.nfri.affrc.go.jp/yakudachi/koso/Renraku_saki.index.html</p> <ul style="list-style-type: none"> ・上写真のように，0.1mLではわずかに分解し，0.5mLおよび1.0mLではほとんど分解する。 <p><準備物> セルラーゼ剤，酢酸緩衝液，ろ紙，遠沈管，マイクロピペット，実験用浴槽</p>

3. バイオマス資源利活用に対する課題・問題点の考察

生徒の意見の例

- ・グルコースあるいはエタノールの生成効率, 酵素剤のコスト (酵素を作り出す微生物の発見), 生成過程におけるエネルギー (湯煎など) の使用, 森林保護 (資源の持続的な確保) など

・グループディスカッションを行い, 科学的な視点から多様な意見を共有することが望ましい。

○木質系 (セルロース系) バイオマス資源が普及していく上での課題や問題点について考察する。

理科高等学校 地学基礎（大気や海水の運動とエネルギー）

○単元計画・構成

提案項目	内容
実施時期	10月ごろ（教科書によって異なる）
キーワード	太陽放射，受熱量，大気の大循環，熱輸送
エネルギー教育実践パイロット校4つの課題との関連	<p>B-3</p> <p>省エネを進めるためには、私たち一人一人が常に省エネを意識し、日常生活で実践することが重要であること。</p> <p>C-1</p> <p>日本では、石油ショック以降、エネルギーの安定供給確保のため、石油依存度の低減とエネルギー源の多様化に取り組んできたこと。</p> <p>C-4</p> <p>太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、国産で温室効果ガスを排出しないエネルギー源であるが、現時点では、発電に要するコストの高さや供給の不安定さなどの課題も抱えていること。</p>
単元計画・構成（全6時間）	<p>第1次 大気の構成（2時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・気圧や気温の鉛直方向の変化を扱い、大気中で見られる雲や降水，オゾン層による紫外線の吸収などについて考えさせる。 <p>第2次 地球のエネルギー収支（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽放射の受熱量と地球放射の放熱量が釣り合っていることを理解させる。 <p>第3次 大気の大循環と熱輸送（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・緯度によって太陽放射の受熱量が異なることおよびそのことで生じている大気の大循環により，地球規模で熱が輸送されていることを理解させる。 <p>第4次 海水の運動（1時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・海流や海洋の層構造と深層に及ぶ循環について考えさせる。 <p>第5次 大気や海水の運動とエネルギー（1時間）（本時案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風や海流，潮汐などの自然エネルギーについて，それらの発生のしくみやエネルギー利用の可能性について考えさせる。
他の単元との関連	<p>小学3年生「太陽と地面の様子」（日かげの位置と太陽の動き） （鏡を使って日光をはね返し，日光を重ねて当てたところの明るさや温度について調べ，まとめさせる。）</p> <p>中学1年生「光と音」（光のエネルギーを利用しよう） （直径の異なる凸レンズで太陽光を集め，そのようすの違いを明らかにし，太陽光の持つエネルギーの利用方法について考えさせる。）</p>
子どもが獲得する見方や考え方	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域による温度差が，風を吹かせたり，海流を起こすエネルギーとなり，それらを利用することが可能であること。 <p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽放射の受熱量は緯度や地域によって異なり，そのことで生じている大気の大循環や海水の運動により，地球規模で熱が輸送されていること。
教師の持つ指導ポイント	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・風力発電や潮汐発電，潮流発電などの資料から，風力や潮力・潮汐力をエネルギー資源として利用する方法について考察させる。 ・風力や潮力・潮汐力は再生可能なクリーンエネルギーであるが，実際に大規模に利用していくためには，技術的な課題が多くあることに気づかせる。

<p>教師の持つ 指導ポイント (つづき)</p>	<p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・風や海流の発生するしくみについて理解し，鳴門海峡などでは潮流発電の実験が行われていることを紹介し，これらのエネルギーの利用に関心を持たせる。
<p>評価規準</p>	<p><エネルギー教育の視点></p> <p>(自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風力や潮力・潮汐力などのエネルギーについて，関心をもって調べることができる。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自然界のエネルギー利用の可能性について，科学的に考察し，発表することができる。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー量を，水の温度変化をもとに測定することができる。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・地域による温度差が，風を吹かせたり，海流を起こすエネルギーとなり，それらを利用することが可能であることを理解している。 <hr/> <p><理科の視点></p> <p>(自然事象への関心・意欲・態度)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・大気や海洋の地球規模での熱の移動について，関心をもって調べることができる。 <p>(科学的な思考・判断・表現)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・風や海流の発生するしくみについて，熱の移動や循環と関連づけて考察することができる。 <p>(観察・実験の技能)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽からの受熱量を，水の温度変化をもとに測定することができる。 <p>(自然事象についての知識・理解)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・太陽放射の受熱量は緯度や地域によって異なり，そのことで生じている大気の大循環や海水の運動により，地球規模で熱が輸送されていることを理解している。

○本時の学習指導案（指導項目） 単元のテーマ名：大気や海水の運動とエネルギー
 第5次 大気や海水の運動とエネルギー（6時間目/全6時間）

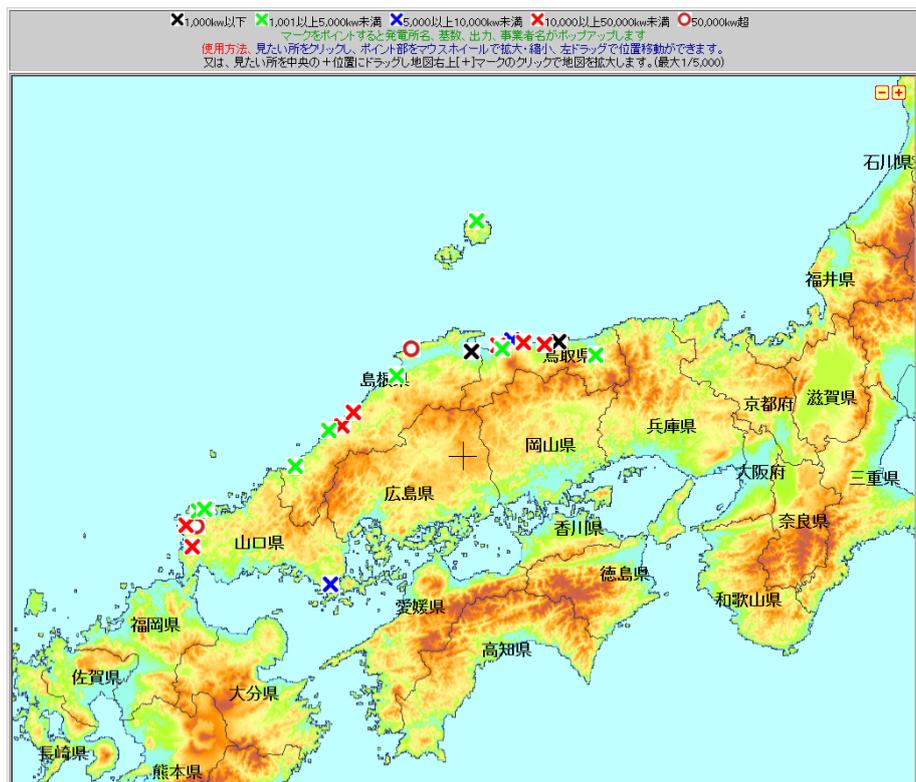
学習過程	指導と支援 準備物, 教師の働きかけ・関連資料, 指導上の留意点
<p>1. 導入</p> <p>2. 展開</p> <p>3. 本時のまとめ ・生徒による考察, まとめ, 発表</p>	<p>○前時までの確認 「太陽放射の受熱量が地域によって異なることが原因で地球規模での大気の大循環や海水の運動が起こっている」ことを確認する。</p> <p>○本時の主題の提示 ・風や海洋のエネルギーを利用する方法について調べそれらの特徴を明らかにしよう。</p> <p>○資料1の説明 ・中国地方の風力発電所の場所を, 地図上で確認する。 (2010.12 現在の「資源エネルギー庁 RPS 法認定設備一覧」のデータを元に作成されたものである。) ・分布にどのような特徴があるか。それはなぜか?</p> <p>○資料2の説明 ・潮流は, 潮汐現象によって発生する流れで, 1日に満潮と干潮が2回ずつ繰り返す。その潮位差を利用して発電が行われている。 ・ランス潮汐発電所は湾を堤防で締め切って, 湾の内側と外側の落差の大きい時間帯にその落差を利用して発電を行っている。 ・日本で潮汐発電が可能か検討してみよう。 ・日本には流れの速い「瀬戸」や「海峡」と呼ばれるところがたくさんある。潮位差はあまり大きくなくても, 海底地形が狭まっているところではエネルギーが集約され, 利用の可能性はある。 ・黒潮は世界でも最も流速の大きい海流の1つであり, 風力発電よりも安定した電力供給が可能なエネルギー源として, 研究が始まっている。</p> <p>○その他のエネルギー源の利用 ・他の自然エネルギーについても, その特徴を調べてみよう。</p> <p>○自然エネルギーの利用方法には, いろいろな方式が考えられる。風力発電, 潮汐発電, 海流発電などについて, それぞれの長所や短所をあげながら, それぞれの特徴をまとめ, 発表させる。</p> <p><準備物> 資料プリント</p>

「大気や海水の循環とエネルギー」資料

<資料1> 中国地方の風力発電所

中国地方の風力発電所マップ

環境によりロードに時間がかかる場合があります。中断警告が出た場合は自己責任で「いいえ」(データ量が多い為)



(資料) 風力発電所位置検索DB (<http://kisnet.dip.jp/~aika/huryoku/tyugoku.htm>)

<資料2> 潮汐, 潮流, 海流発電

○ランス潮汐発電所 (フランス) の堤防と発電施設



(資料) 「海と旅」HP (<http://members.jcom.home.ne.jp/umi-to-tabi/step4.html>)

○ランス潮汐発電所（フランス）

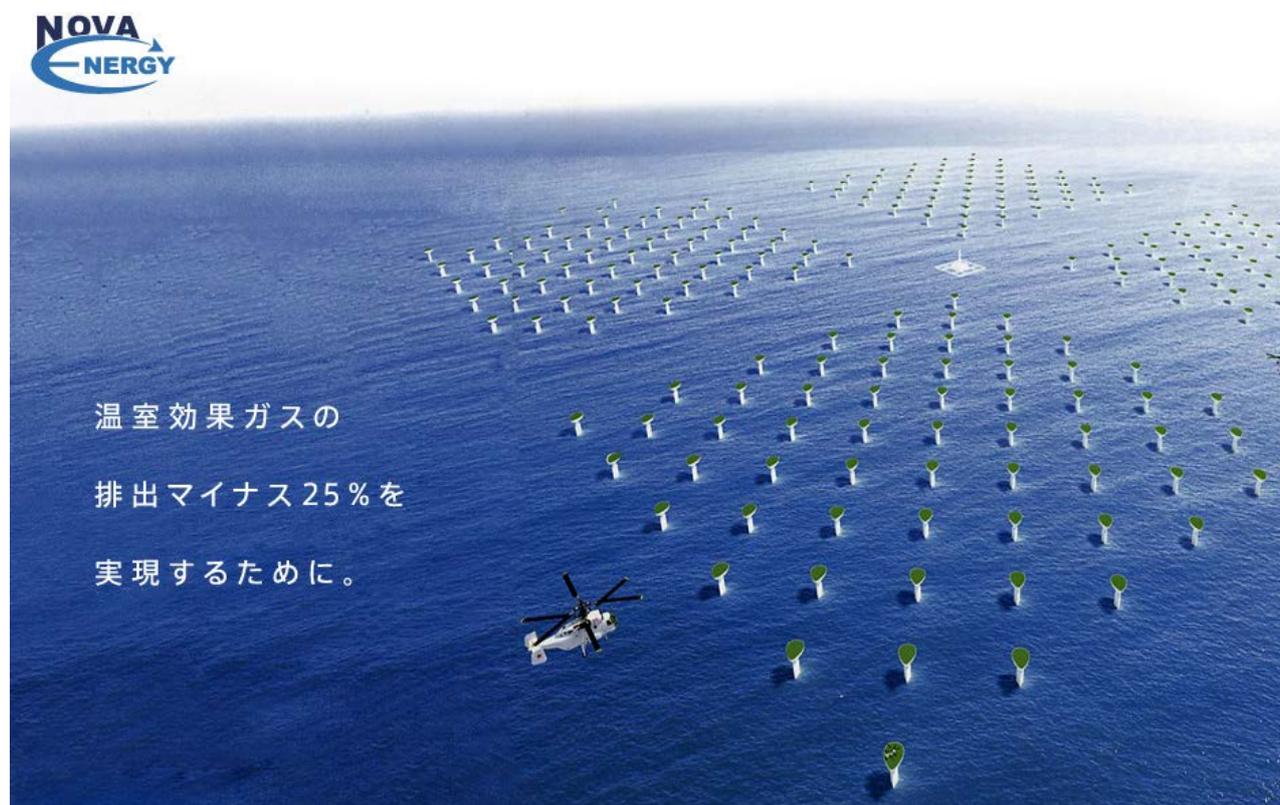
1966年に完成した、世界初の潮汐発電を行なう発電所。フランス・ブルターニュ地方のランス川河口にあり、出力24万kWは、海洋エネルギーを利用した発電所として、世界最大の規模を誇る。付近の潮位差は平均で8mもあり、潮汐発電の条件に恵まれている。

日本では、有明海が干潮と満潮の平均潮位差が最も大きく、最大で4.9mに達する。瀬戸内海も潮位差が大きく、備讃瀬戸より西側で3～4mに達する。

(資料) フリー百科事典「ウィキペディア」 (<http://ja.wikipedia.org/wiki/ランス潮力発電所>)

○海流発電への取り組み

海流発電への取り組み



(資料) (株)ノヴァエネルギーHP (<http://www.nova-ene.co.jp>)

○海流発電

海流発電は、海流による海水の流れの運動エネルギーを水車、羽根の回転を介して電気エネルギーに変換させて発電させる方式である。風力発電や、太陽光発電のように天候に左右されず、また、空気と比べると海水の密度は1,000倍近く大きいので、発電源として比較的安定している。海流には世界中では年間数百TWhのエネルギーが存在するとされている。黒潮に関しては、水深50mの断面におけるエネルギーポテンシャルは、2.1GWという見積もりがある。黒潮発電160万キロワットを目標に、実験が開始されている。

(資料) フリー百科事典「ウィキペディア」 (<http://ja.wikipedia.org/wiki/海流発電>)

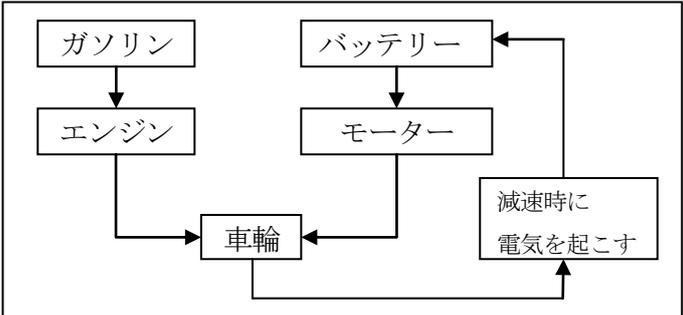
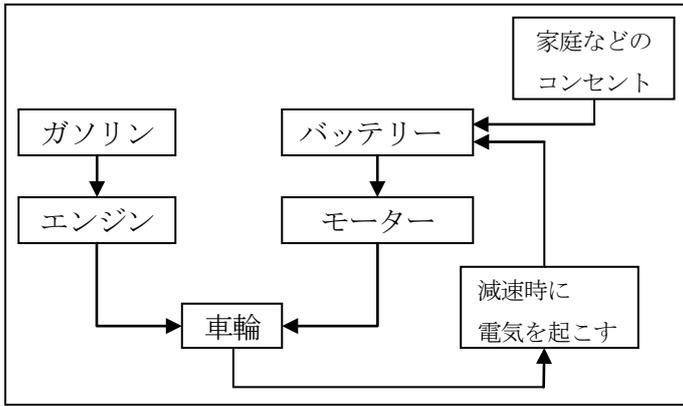
理科高等学校 科学と人間生活（科学技術の発展とエネルギーの使い方）

○単元計画・構成

提案項目	内容
実施時期	10月ごろ（学校による）
キーワード	熱機関，ハイブリッドカー（HEV），プラグインハイブリッドカー（PHEV），燃料電池
エネルギー教育実践パイロット校4つの課題との関連	D-3 省エネを進めるためには，私たち一人一人が常に省エネを意識し，日常生活で実践することが重要であること。
単元計画・構成（全3時間）	<p>第1次 エネルギーの変換と保存（2時間）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・エネルギー変換（運動エネルギーから電気エネルギーへの変換，熱機関）に関して，実験により確認する。 ・エネルギー総量が保存されていることを学ぶ。 ・エネルギー変換の効率について学ぶ。 <p>第2次 エネルギーの有効利用と科学技術（1時間）（本時案）</p> <ul style="list-style-type: none"> ・動力（自動車・電車）として利用しているものの仕組みを考える。それらのエネルギーの利用効率について調べる。 ・科学技術の発展により，ハイブリッドカー，燃料電池車などが開発されていることを学び，その仕組みについて考える。
他の単元との関連	小学6年生「電気の利用～エネルギーの工場と変身と銀行～」 中学1年生「光と音」（光のエネルギーを利用しよう） 中学2年生「電流」（電気とそのエネルギー） 中学3年生「水溶液とイオン」（化学変化と電池）
子どもが獲得する見方や考え方	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・よりよくエネルギーを使うための科学技術を知り，自分たちの周りの生活と関連させて考える。 <p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱機関（エンジン）やモーターがそれぞれ動力を発生させる仕組みや変換の効率の考え方。
教師の持つ指導ポイント	<p><エネルギー教育の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱機関（エンジン）とモーターを組み合わせることにより，エネルギーをよりよく使おうとしていることを知るとともに，日常生活の中でのエネルギーの利用の仕方について考えさせる。 <p><理科の視点></p> <ul style="list-style-type: none"> ・熱機関による熱から運動エネルギーへの変換の仕組みや，モーターによる電気から運動エネルギーへの変換の仕組みを学ばせる。 ・減速時に，運動エネルギーから電気を回収するしくみを，電磁誘導の考え方から学ばせる。

評価規準	<p><エネルギー教育の視点> (自然事象への関心・意欲・態度) ・ハイブリッドや燃料電池などの科学技術に関心を持ち、よりよくエネルギーを用いる方法を考えようとする。 (科学的な思考・判断・表現) ・エネルギーの変換について考察を行い、科学技術との関わりについて考えることができる。 (観察・実験の技能) ・エネルギーの変換に関わる実験を行い、結果を考察することができる。 (自然事象についての知識・理解) ・エネルギー変換の仕組みについて考察し、理解することができる。</p>
	<p><理科の視点> (自然事象への関心・意欲・態度) ・身近なエネルギーについて関心を持ち、意欲的に取り組むことができる。 (科学的な思考・判断・表現) ・熱機関（エンジン）やモーターのエネルギー変換の仕組みについて科学的に考察することができる。 (観察・実験の技能) ・水の電気分解により水素を発生させ、燃料電池で用いることを実験により、考察することができる。 (自然事象についての知識・理解) ・エネルギーの保存や変換について、科学的に理解し、知識を身につけている。</p>

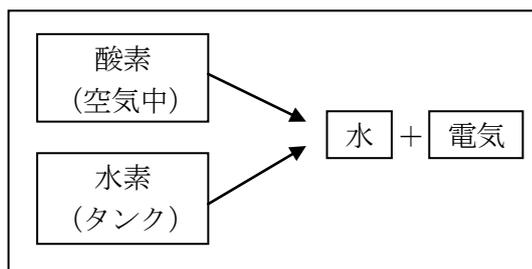
○本時の学習指導案（指導項目） 単元のテーマ名：科学技術の発展とエネルギーの使い方
 第2次 エネルギーの有効利用と科学技術（3時間目/全3時間）

学習過程	指導と支援 準備物，教師の働きかけ・関連資料，指導上の留意点
<p>1. 動力として利用しているものの仕組みと利用効率</p> <p>2. 科学技術の発展とハイブリッド・燃料電池</p> <p>・ハイブリッドカー（HEV）</p> <p>・プラグインハイブリッドカー（PHEV）</p>	<p>○普段の生活で利用している動力を考え、その仕組みと変換効率について考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・自動車 タンクにためているガソリンを用いて、エンジンを動かし、動力を得る ・電車 架線から電気を得て、モーターを動かし、動力を得る。 ・自動車の効率は、10～20% ・電車の効率は、34% <p><参考資料> 経済産業省資源エネルギー庁『エネルギー教育用教材キット 先生用ガイド』</p> <p>○ハイブリッドカー，燃料電池車などが開発されていることを学び、その仕組みについて考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ハイブリッドカーの仕組み  <ul style="list-style-type: none"> ・ハイブリッドカーは、ガソリンと電気で走ることができるだけでなく、従来なら捨てていた減速時のエネルギーを、車輪の回転によりモーターを回転させ、電磁誘導により回収することができる。 ・これと同様の仕組みは、電車では「発電ブレーキ（回生ブレーキ）」と呼ばれ、ブレーキ時に電気を電磁誘導で発生させ、架線に電気を返している。 <ul style="list-style-type: none"> ・プラグインハイブリッドカーの仕組み 

・燃料電池



- ・プラグインハイブリッドカーの仕組みはほとんどがハイブリッドと同様である。異なるのは、家庭などのコンセントから充電することができることである。
- ・プラグインハイブリッドの必要性はなぜか？
完全な電気自動車では、走行距離が少ないという課題があるため、ガソリンを利用して、ハイブリッドより効率のよいプラグインハイブリッドを開発している。
- ・水素の利用（燃料電池）
環境との兼ね合いもあり、排出ガスのない燃料電池が開発されている。
- ・燃料電池の仕組み



- ・車内のタンクの水素と空気中の酸素を反応させて電気を取り出している。排出ガスがないという利点がある。

<準備物>

燃料電池自動車実験セット

- ・写真のセットは、水の電気分解で発生した水素を利用している。また、水素ボンベからの水素も利用できる。

3. 課題の提示

○科学技術の発展により、様々な仕組みが考案され、エネルギーを効率よく使う方法が開発されたり、自然への負荷を少なくする方法が考え出されたりしている。

- ・生徒への課題

「君ならどのような方法でよりよくエネルギーを使う方法を考えますか？また、自然への負荷を少なくするためにはどのような手立てが考えられますか？」

資 料 編

エネルギー教育実践トライアル校（小学校・中学校）学習テーマ

以下に、エネルギー環境教育情報センターが指定するエネルギー教育実践トライアル校（小学校・中学校）で実践が望まれる学習テーマを示す。こうした既に作成されている学習指導案を参考とし、単元を関連させてエネルギー教育を実践することにより、多角的な視点からエネルギーについて思考する子どもの資質を育てることが可能となる。

以下のテーマにおける事業展開例については、エネルギー環境教育情報センターのホームページにPDF文書の形式で掲載されている（<http://www.icee.gr.jp/koubo/jissenkou.html>）。

○小学校 理科

学年	テーマ名	関連単元
3	自然の力ってすごい！ （太陽や風のはたらき）	A物質・エネルギー （2）風やゴムの働き （3）光の性質
	明りをつけよう ～電気を通すもの通さないもの～	A物質・エネルギー （5）電気の通り道
4	どうしたら電気の働きを大きくできるかな？ （電気のはたらき）	A物質・エネルギー （3）電気の働き
	いろいろな電池を作ろう （身近なものを使った電池作り）	A（3）電気の働き
5	電流のパワー！ （電流のはたらき）	A（3）電流の働き
	電磁石のはたらきとおもちゃ作り ーペットボトルモーターを作ってみようー	A（3）電流の働き
6	燃焼の仕組みを理解しよう （燃焼と二酸化炭素）	A物質・エネルギー （1）燃焼の仕組み
	電気の利用～電気の変身！！ ～エネルギーの変換～	A物質・エネルギー （4）電気の利用
	電気の利用 ～電気の効率的な使い方～	A物質・エネルギー （4）電気の利用

○小学校 社会科

学年	テーマ名	関連単元
3	もしわたしが店長だったら （買い物から考えるエネルギー問題）	(2) 地域の人々の生産や販売
4	電気に「ありがとう」！ （暮らしを支える電気）	(3) 資源の有効活用 ア 飲料水、電気、ガス
	わたしたちのくらしとガス （暮らしを支えるガス）	(3) 生活に必要な飲料水・電気・ガス ア 飲料水、電気、ガス
	むかしのくらしと今のくらし ～エネルギー利用の移り変わり～	(5) 地域の人々の生活 ア 古くから残る暮らしにかかわる道具
5	工業製品にかかわるエネルギー （製品をつくるためのエネルギー）	(3) 我が国の工業生産
	スローフードで省エネしよう （地産地消とエネルギー問題）	(2) 日本の農業や水産業 ア 食料品の輸入
6	50年前の日本にタイムスリップ （日本の戦後復興を支えたエネルギー）	(1) 我が国の歴史上の主な事象 ケ 戦後の国民生活の向上

○小学校 家庭科

学年	テーマ名	関連単元
5	省エネクッキング ～ごはんのみそ汁を作ろう～	B 日常の食事と調理の基礎
6	広げよう！マイ・エコ・プラン ～リサイクルで省エネ～	D 身近な消費生活と環境 (2) 環境に配慮した生活の工夫
	これでいいの？冷暖房にたよる生活 (冷暖房にたよる生活の見直し)	C 快適な衣服と住まい (2) 快適な住まい方

○小学校 総合的な学習の時間

学年	テーマ名
3	—
4	エネルギーの昔・今・未来
5-6	原子力発電について調べよう 教えて江戸人～昔の灯りと今の灯り～
6	地球の未来のために行動しよう！(6 学年又は高学年)
	太陽からのおくりもの ～未来のエネルギーにズームイン～

○中学校 理科

学年	テーマ名	関連単元
1	■第1分野 石油製品ができるまで	(2) 身の回りの物質 ウ 状態変化 (イ) 物質の融点と沸点
2	電気のはたらきを調べよう (電気のエネルギーを体験しよう)	(3) 電流とその利用
3	身のまわりのもので電池を作ろう ～化石燃料やいろいろな電池～	(6) 化学変化とイオン ア 水溶液とイオン (ウ) 化学変化と電池
	原子の成り立ち 原子力って何？ ～原子力発電のしくみを理解しよう～	(6) 化学変化とイオン ア 水溶液とイオン (イ) 原子の成り立ちとイオン
	光の世代交代 (様々なエネルギーとその変換)	(7) 科学技術と人間 ア エネルギー (ア) 様々なエネルギーとその変換
	放射線の特性を知ろう (放射線の利用と性質)	(7) 科学技術と人間 ア エネルギー (イ) エネルギー資源

○中学校 社会科

学年	テーマ名	関連単元
1	■地理的分野 私たちが住んでいる都道府県のエネルギー利用 ～資源エネルギー・環境の観点から～	(2) 日本の様々な地域 イ 世界と比べた日本の地域的特色 (ウ) 資源・エネルギーと産業
	国産のエネルギーを調べよう ～新エネルギーの特徴～	(2) 日本の様々な地域 イ 世界と比べた日本の地域的特色 (ウ) 資源・エネルギーと産業
	食べ物を運ぶエネルギー ～フードマイレージとは何？～	(2) 日本の様々な地域 イ 世界と比べた日本の地域的特色 (エ) 地域間の結び付き
	日本と世界のエネルギー事情 ～中東地域をめぐる諸問題～	(1) 世界の様々な地域 ウ 世界の諸地域 (ア) アジア
2	■歴史的分野 エネルギー革命と高度経済成長 (高度経済成長と石油危機)	(6) 現代の日本と世界 イ 高度経済成長, 国際社会とのかかわり(以下略)

○中学校 社会科（つづき）

学年	テーマ名	関連単元
3	■公民的分野 持続可能な社会とエネルギーの課題	(4) 私たちの国際社会の諸課題

○中学校 技術・家庭科

学年	テーマ名	関連単元
1	■技術分野 エネルギー・環境問題と技術の役割	A材料と加工に関する技術 (ガイダンス的内容)
2	■技術分野 ミッション「地デジ対応テレビを調査せよ」 「地デジ対応テレビ購入のポイントはこれだ！」 (生活を支えるエネルギーと技術)	Bエネルギー変換に関する技術 (1) エネルギー変換機器の仕組みと保守点検 ウ エネルギー変換に関する技術の適切な評価・活用
	■家庭分野 料理上手になろう (省エネクッキング)	B食生活と自立
	快適な暮らしとエネルギーについて考えよう！ (資源・エネルギーや環境に配慮した住まい方)	C衣生活・住生活と自立
3	■技術分野 エネルギー変換を利用したものづくり	Bエネルギー変換に関する技術 (2) エネルギー変換に関する技術を利用したものづくり
	■技術分野 電気機器の安全で効率的な使い方	Bエネルギー変換に関する技術 (1) エネルギー変換機器の仕組みと保守点検
全学年	■技術分野 電気機器の安全で効率的な使い方	Bエネルギー変換に関する技術 (1) エネルギー変換機器の仕組みと保守点検

○中学校 総合的な学習の時間

学年	テーマ名
2~3	「エコハウス」から見えるエネルギー問題と、私たちにできること！！
3	〇〇県電力プロジェクト 〇〇県に建設する発電所はこれだ！
全学年	日本と世界のエネルギー

エネルギー教育実践パイロット校 4つの課題

エネルギーは、私たちの暮らしや企業の活動の基盤であり、持続可能な社会を構築と、安心して快適な生活に必要なものであることを踏まえ、以下の4つの事項について理解させることに留意してエネルギー教育の実践に取り組み、最終的には、「エネルギーの供給は、用途とエネルギー源ごとの特性に応じ、最適な組合せ（ベストミックス）の実現を図るのが唯一の解決策である」ことについて理解させることが重要であり、課題となる。

A. エネルギー安定供給の重要性

ねらい：「資源小国である我が国では、エネルギーの安定供給確保が重要課題であることを理解させる。」

A-1	日本はエネルギー資源に乏しく、必要なエネルギー資源の大半を輸入に依存しており、エネルギーの自給率はわずか4%と非常に低い資源小国であること。
A-2	資源小国である日本としては、エネルギー資源の輸入を特定の国に頼りすぎないことが重要であること。
A-3	中国やインドを中心とするアジア諸国の経済成長によるエネルギー需要の増加や、資源産出国の供給能力の低下などにより、国際的にエネルギーの需給は逼迫する傾向にあること。

B. 表裏一体である地球温暖化問題とエネルギー問題

ねらい：「地球温暖化問題をエネルギー問題としてとらえることが重要であることを理解させる。」

B-1	温室効果ガスの大半はエネルギーの消費から発生する二酸化炭素であるため、地球温暖化問題とエネルギー問題は表裏一体の関係にあること。
B-2	温室効果ガスの排出削減のためには、省エネルギーによりエネルギー消費を減らすことが最も有効な対策であること。
B-3	地球温暖化問題の解決に向けた温室効果ガスの大幅な削減のためには、現在の技術だけでは限界があり、革新的なエネルギー技術の開発が不可欠であること。

C. 多様化を求められる我が国のエネルギー供給

ねらい：「エネルギーの安定供給確保と地球温暖化対策のために、エネルギー源を多様化することが必要なことを理解させる。」

C-1	日本では、石油ショック以降、エネルギーの安定供給確保のため、石油依存度の低減とエネルギー源の多様化に取り組んできたこと。
C-2	現在は、エネルギーの安定供給確保に加え地球温暖化対策のため、石油を始めとする化石燃料への依存度の低減・非化石エネルギー（原子力・再生可能エネルギー）の導入拡大が求められていること。
C-3	供給安定性が高く、発電の過程で温室効果ガスを発生しない原子力は、日本の発電電力量の約1/3を占めていること。
C-4	太陽光や風力などの再生可能エネルギーは、国産で温室効果ガスを排出しないエネルギー源であるが、現時点では、発電に要するコストの高さや供給の不安定さなどの課題も抱えていること。

D. 増加するエネルギー消費とエネルギー消費効率の改善

ねらい：「エネルギー消費効率を改善するためには、私たち一人一人が省エネを実践するとともに、日本の高い省エネ技術を外国に普及させる国際貢献も重要であることを理解させる。」

D-1	日本では石油ショック以降省エネルギー対策を進め、特に産業部門では大幅な省エネに成功し、過去30年間でエネルギー消費効率を30%以上改善した結果、世界で最も省エネが進んだ国となっていること。
D-2	しかしながら、産業部門に比べ、一般家庭などの民生部門、自動車などの運輸部門では対策が遅れており、地球温暖化対策のためにも改善が求められていること。
D-3	省エネを進めるためには、私たち一人一人が常に省エネを意識し、日常生活で実践することが重要であること。
D-4	世界最高水準にある日本の省エネ技術をエネルギー需要が急激に増加しているアジア諸国などに普及させていくことは、世界のエネルギー安全保障と地球温暖化対策のための国際貢献になること。

理科の系統

- 小学3年生
- 小学4年生
- 小学5年生
- 小学6年生
- 中学1年生
- 中学2年生
- 中学3年生
- 高校生

エネルギーの見方

地球の周辺

地球の表面

地球の内部

生物と環境のかかわり

生命の連続

生物の多様性と共通

生命の構造と機能

粒子のもつエネルギー

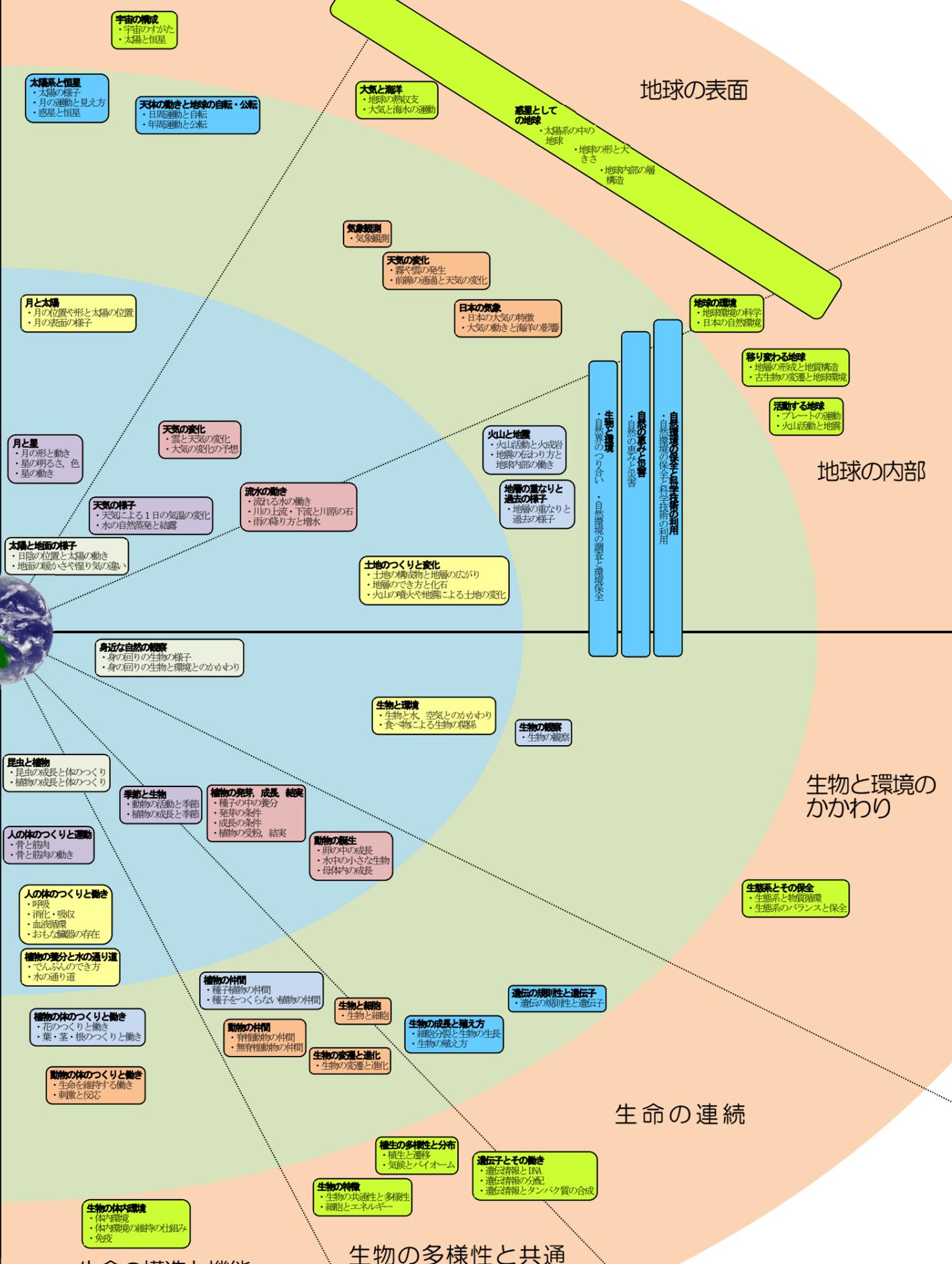
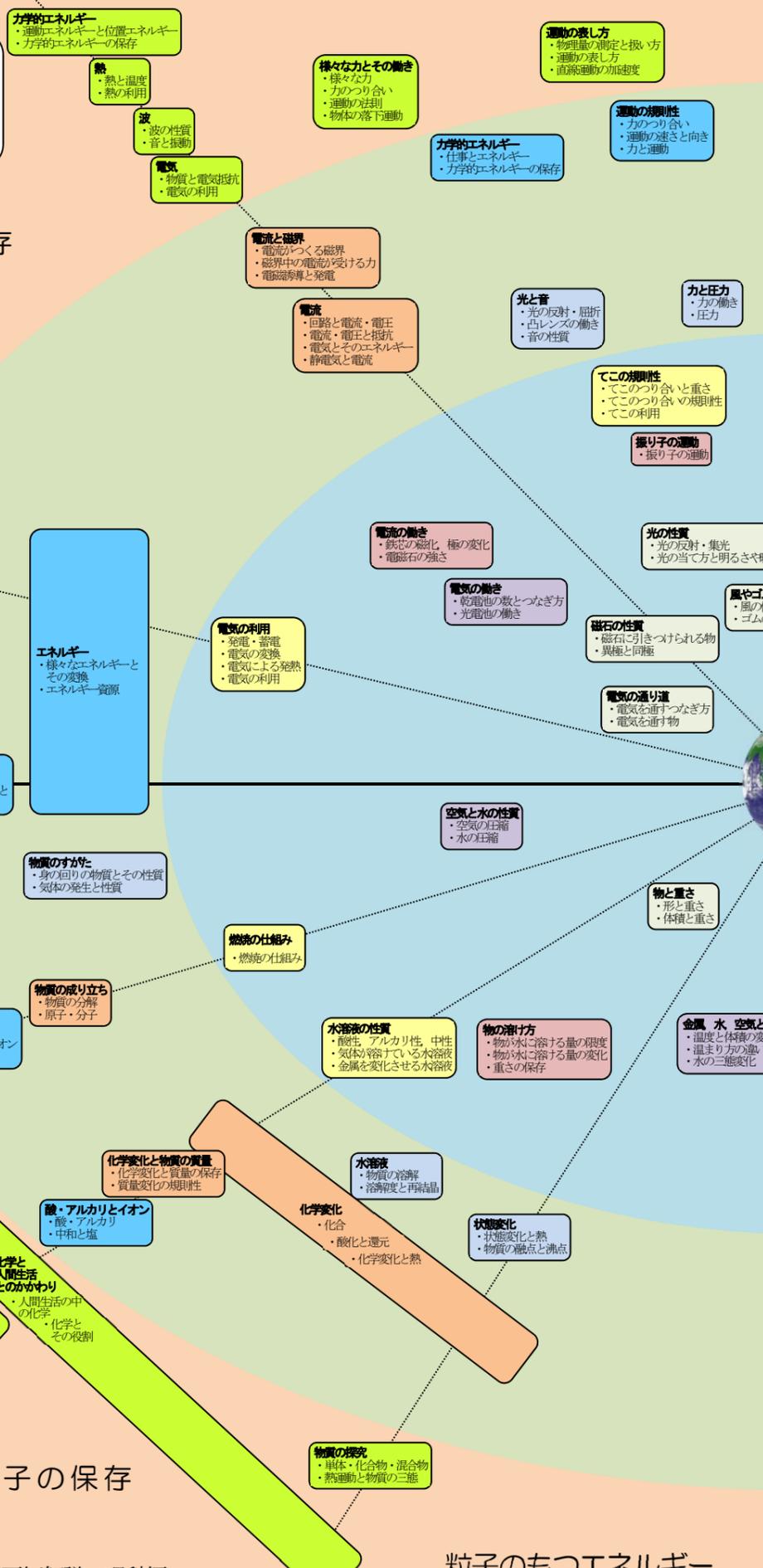
粒子の保存

粒子の結合

粒子の存在

エネルギー資源の有効利用

エネルギーの変換と保存



(資料) 文部科学省「高等学校学習指導要領解説 理科編」
(http://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/_icsFiles/afieldfile/2010/01/29/1282000_6.pdf) を基に作成

平成23年度 カリキュラム・教材開発ワーキンググループ 委員名簿

座長	蔦岡 孝則	広島大学大学院教育学研究科 教授	※中・高等学校部会長
副座長	金沢 緑	海田町立海田東小学校 元校長	※小学校部会長
委員	生田 一人	東広島市立高屋西小学校 校長	
	石井 信孝	広島大学附属三原小学校 教諭	
	井上 純一	広島大学附属中・高等学校 教諭 (生物)	
	小茂田 聖士	広島大学附属福山中・高等学校 教諭 (物理)	
	佐伯 貴昭	熊野町立熊野東中学校 教諭	
	高山 学	岡山市立芳泉小学校 教諭	
	中田 晋介	広島大学附属小学校 教諭	
	平賀 博之	広島大学附属福山中・高等学校 教諭 (地学)	
	平松 敦史	広島大学附属中・高等学校 教諭 (化学)	
	森岡 美智子	広島市立福木小学校 主幹教諭	
	村中 政文	岩国市立麻里布小学校 教諭	
	山下 雅文	広島大学附属福山中・高等学校 教諭 (物理)	
顧問	角屋 重樹	国立教育政策研究所 教育課程研究センター基礎研究部	部長
	古賀 信吉	広島大学大学院教育学研究科 教授	
	竹下 俊治	広島大学大学院教育学研究科 准教授	
	林 武広	広島大学大学院教育学研究科 教授	
オブザーバー			
	渡里 司	社団法人 中国地方総合研究センター	主任研究員

(氏名五十音順・敬称略)