

理科・環境教育助成 成果報告書

第2回 期間：2004年11月～2005年10月

氏名：足利裕人 所属：鳥取県立青谷高等学校

課題名：自動車を中心としたエネルギー・環境のカリキュラムの開発

1. 課題の主旨

人間の地球規模での活動や太古より育まれた化石燃料の消費が、自然界に影響を与え、環境の悪化を招いている。この環境とエネルギーをカリキュラムに取り入れるのに、高校生にとって興味関心の高い教材は自動車である。本研究では、高等学校の物理のカリキュラムの中で自動車を科学的に扱い、エネルギーと環境問題を総合的に学習する横断的指導を試みた。

高等学校2年次の物理Ⅰ，高等学校3年次の物理Ⅱの授業の中に、熱機関や燃料電池等の実験実習，鳥取環境大学からのDVTSを用いた遠隔講義を取り入れ，体験的活動を重視しながら自動車社会の課題と，その解決方法について学ぶ取り組みを行った。

2. 活動状況

平成17年2月9日（水）2限，2月10日（木）1限，2月16日（水）2限 物理Ⅰ 6名

2名がスターリングエンジンの製作（学研製）にあたり，4名が燃料電池学習キットを用いて，太陽電池で水を電気分解し，生じた水素と酸素を用い，イオン交換樹脂を使った燃料電池の特性を試験しながら，模型の車を走らせた。また，外燃機関であるスターリングエンジンの動作の仕組みと，その利点を学習したり，燃料電池で水素ガスを酸素ガスから電子が生じる化学反応や，太陽からの自然エネルギーによる，二酸化炭素を出さないクリーンなシステム

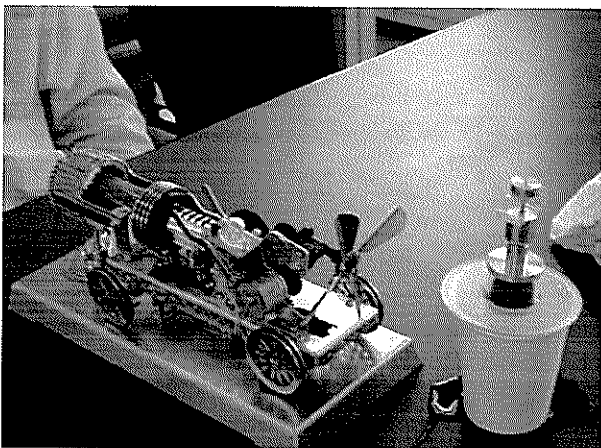


図1 製作したスターリングエンジンキット

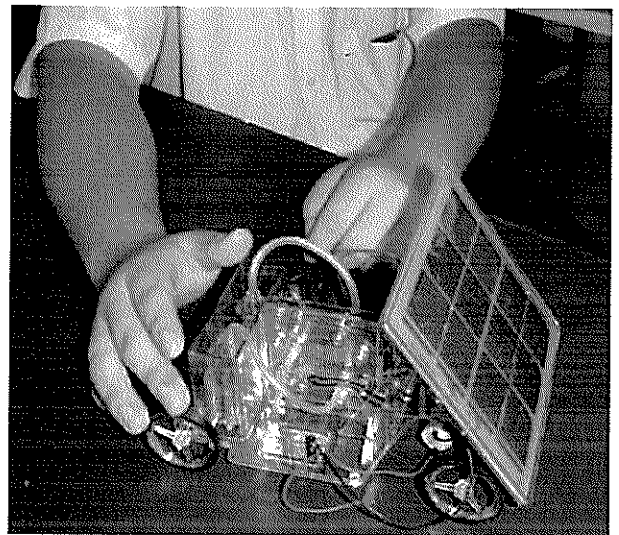


図2 燃料電池学習キットによる実験

について学習したりした。

平成17年2月17日(木) 1限 物理I 6名 燃料電池の製作と実験

フィルムケースに紅茶を入れ、鉛筆の芯を電極にして手回し発電機に接続し、力学的エネルギーが電気エネルギーに変換され、電気分解によってフィルムケース内に生じた水素と酸素が、酸化反応で水に帰るときの電子を取り出してメロディーICを鳴らす実験を行った。この手法は昨年度のSPP事業で信州大学の川村助教授に教わったものである。

平成17年2月18日(金) 2限 物理I 6名, 3月2日(水) 2限, 3月3日(木) 2限, 3月11日(金) 2限, 3月17日(木) 2限, 3月18日(金) 2限

各自蒸気エンジンの組み立てと、熱機関の原理の学習および、3%メタノール水溶液を用いたメタノール燃料電池によるモーターの駆動実験と、温水と冷水の温度差で発電するゼーベック効果を用いた模型の車の走行実験を行った。また、これらの燃料効率の比較を学習した。



図3 紅茶燃料電池の製作と充電実験

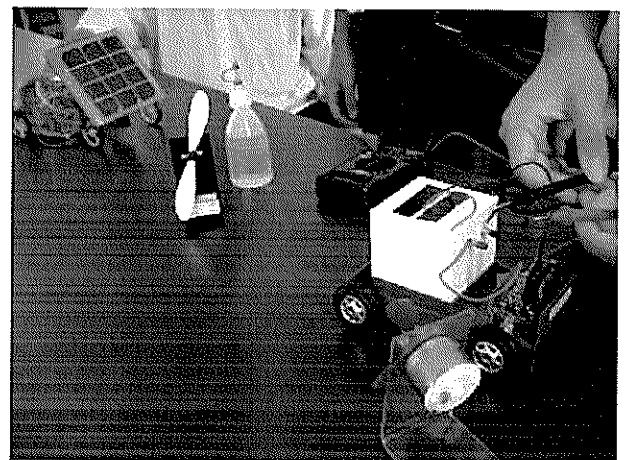


図4 メタノール燃料電池とゼーベックカーの実験

平成17年5月30(月) 1限 物理II 3名 5月31日(火) 6限, 6月2日(木) 1限, 6月9日(木) 1限, 6月13日(月) 1限, エネルギーと環境パンフレットによる授業

- ・ 「未来の地球のために、新エネルギー」 関西原子力懇談会 を用いて、日本のエネルギー政策や新エネルギー(クリーンエネルギー自動車, 太陽光発電, 風力発電, 太陽熱利用, バイオマス, 廃棄物利用, コージェネレーション, 燃料電池, 再生可能エネルギー, 原子力発電, 省エネルギー, 21世紀の新エネルギー)についてそれらの仕組みや長所・短所, こらからの見通しについて学習した。
- ・ 「ぼくらの地球とエネルギー」 関西電力 を用いて、宇宙の誕生から地球の誕生, 生命の発生から今日の地球環境に関わるエネルギーの役割, 現在のエネルギー需要と新エネルギーについて学習した。
- ・ 「日本のエネルギー2003」 経済産業省資源エネルギー庁 を用いて、日本のエネルギーの需要と供給, エネルギーをめぐる状況, エネルギー政策の基本, 省エネルギー, 新エネルギー, 原子

力エネルギーと化石燃料について学習した。

平成17年6月16日(木) 5, 6限 物理II, 生物II受講生 21名 SPP(サイエンス・パートナーシップ・プログラム)事業「私たちのエネルギーと環境」近畿大学原子力研究所 副所長 伊藤哲夫教授による講演

宇宙の誕生から今日までの人類による地球環境への影響を探り、人類が繁栄を続けるためには現状を見つめ、エネルギー・環境を考えて行動する必要があることを学んだ。また、新エネルギー、省エネルギーの現状での問題点、原子力エネルギーの役割等も学んだ。

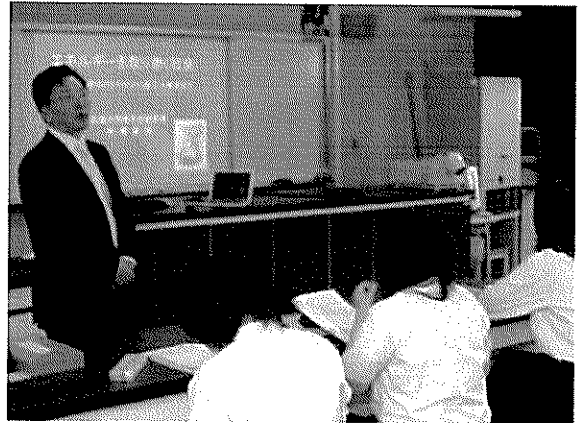


図5 伊藤哲夫教授の講演

平成17年6月20日 1学期中間考査

物理IIの1学期中間試験の3割の問題を、エネルギーと環境学習で使用したパンフレットの中から以下のように出題した。

- ① 石油燃料を使う自動車の問題点を2項目挙げよ。
- ② 車の省エネルギーのためにどのような工夫が必要か挙げよ。
- ③ 次のエネルギーの長所と短所を挙げよ。

水素燃料電池, 風力発電, 地熱発電, 太陽電池,
原子力発電, 水力発電

平成17年6月30日(木) 5, 6限 物理II, 生物II受講生 21名 SPP事業「生活の中の放射線」元愛知淑徳大学教授 仁科浩二郎氏による講演

化石燃料の消費が地球環境を悪化させていることや、原子力が制御できるエネルギーであること、放射線は医療や製品の検査、改質、害虫の不妊化など生活に役立っていることなどを学習した。

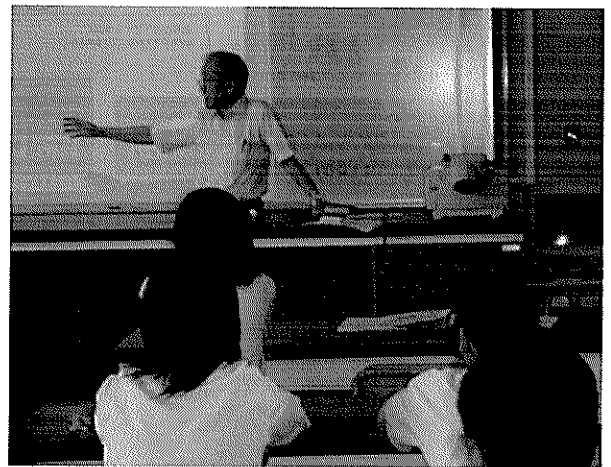


図6 仁科浩二郎元教授の講演

平成17年7月5日(火) 1限 物理II 3名 鳥取環境大学からのDVTS(Digital Video Transport System)を用いた遠隔研究授業 題目「自動車と環境問題」鳥取環境大学 岡崎 誠 教授

世界の国、または日本の都道府県の自動車保有台数の推移と、それにとまう自動車による環境問題について、以下の地球温暖化、オゾン層減少、酸性雨、都市の大気汚染、道路交通騒音、廃棄物、車からのポイ捨て等について学習した。

- ① 地球温暖化

原因物質は CO₂, メタン, 一酸化二窒素, フロン類。過去の気温の変化と将来予測。2100 年には気温が最高 5.8℃上昇。国際協約（京都議定書：温室効果ガスの排出量を 6%削減）と日本の温室効果ガス排出量と、その内訳（工場, 自動車, ビル, 家庭等）の推移。

② オゾン層減少とカーエアコンのフロン対策

③酸性雨 降水中の pH 分布図（各県別）

③ 都市の大気汚染

二酸化窒素・浮遊粒子状物質は慢性の呼吸器系疾患, 喘息, 気管支炎等の原因となり, ディーゼル排気微粒子は発ガン性を持ち, ベンゼンは急性骨髄性白血病の原因となる。

④ 道路交通騒音 平成 15 年度: 全国環境省調査環境基準達成状況より

⑤ 廃車台数の推移と自動車リサイクル法 主要国の自動車増加の予測

⑥ 私たちにできる自動車環境対策

エコドライブ: アイドリングストップ, 燃費のよい車, 急発進・急停止をしない, 経済速度（一般道路 40km/h, 高速道路 80km/h）, 無駄な荷物は降ろす, タイヤの適正な空気圧。

週 2 日往復 8km の車の運転をやめる（公共交通機関, 自転車等の利用）と 9.87 t/人・年の節約。

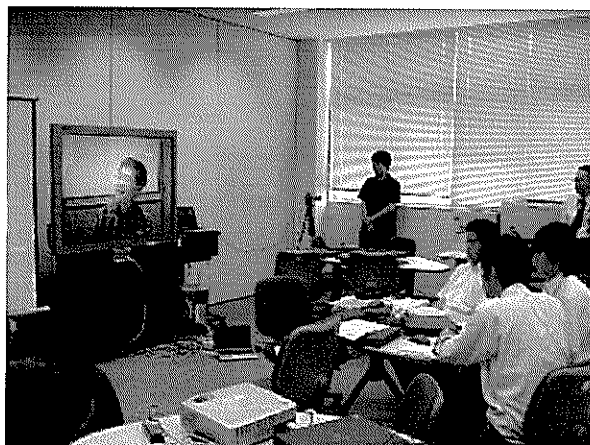


図 7 岡崎誠教授の遠隔講義

平成 17 年 7 月 14 日（木）5, 6 限 物理 II 3 名 鳥取環境大学からの DVTS（Digital Video Transport System）を用いた遠隔研究授業 鳥取環境大学 鷺野 翔一 教授

(1) 題目「カーナビゲーションの仕組み」

① カーナビゲーションシステムの基本的な働き

現在位置を見つける, 最短経路を探す, 最短経路を案内する, 情報を分かりやすく表示する

② 基本的構造と回路例 ナビゲーション画面, 回路, GPS ユニットとジャイロセンサ

③ GPS の原理 GPS 衛星と測量の原理 最短経路を見つける方法（リンクとノード, ツリー構造とダイクストラ探索法）

④ 経路案内の例 二次元・三次元表示, 音声による経路の案内

* 生徒の質問「動いているときはどうして現在地が分かるか」

* 鷺野教授の回答「速く計算すれば止まっているのと同じである」

(2) 題目「ITS（高度道路交通システム）」



図 8 鷺野翔一教授の遠隔講義

① ITS の概念図の説明

ドライバと道路と車両の間で情報を共有することにより安全、快適で、効率の良い輸送を実現する。ITS スマート3兄弟 (ITS は道路インフラ, 車両, 通信の仲良し3兄弟で推進)

② ITS プロジェクト (VICS,ETC,AHS,ASV,SSVS,UTMS)

a VICS 通信メディア (ビーコン, FM) と VICS の魅力 (所用時間の短縮:リアルタイム情報による渋滞回避, 運転心理の安定:先の見通し把握で心理が安定, 迷走・誤送の回避: 駐車場情報で迷走・誤送を回避)

カーナビと VICS の出荷台数の年推移

b ETC (ノンストップ自動料金収受システム) ETC 専用ゲートの動作の仕組み, ETC 利用効果

c AHS (走行支援道路システム) AHS-i: 故障車, 落下物等の情報提供, AHS-c: 車線逸脱防止等, AHS-a: 自動走行サービス

鷺野教授は BRD (当日レポート方式) を利用した。その特徴は以下のとおりであり, 添付の CD-R に講義資料, 生徒のレポート, 講義風景の動画を載せた。

レポート左欄 記入することで雑念を払う。講義の要点が記入されており, 講義中も記憶に残りやすい。

レポート右欄 左欄の確認ができる。

生徒の感想には, BRD 方式では講義に集中でき, 時間が短く感じられたとあった。

平成17年7月25日(月) 足利裕人, 西尾敦 第48回 JAEF 研修会(日産自動車(株)九州工場)参加

日産自動車の主力車両組み立て工場の製造ライン, 工場用水の無害化施設等の環境対応施設を見学し, メーカーの環境への真摯な取り組みについて講演を聴いた。



図9 日産自動車九州工場の見学と講演

平成17年8月7日(日) 会場: 環境大学 鷺野翔一教授の公開講義 「環境と情報」

情報システムはCO₂削減に貢献する。カーナビは迷走, 誤送をなくし, ETC は不要な停止(それによる加速も)をなくす。安全運転支援システムは交通事故をなくし, 不要なアイドリングを減らす。

情報システムの環境貢献度(年間CO₂削減量)は, カーナビと VICS が年率10%で普及するとして183万tに達する。ETC は2010年で6.8万t, 安全運転支援システムは2.3万t貢献する。

「身近な温暖化対策」として, 環境省よりエコドライブの指針が出ており,

- ① 空ぶかしをしない: 燃料消費と窒素酸化物の排出
- ② 急発進・急停止をしない: エンジンに高負担。燃料消費と燃焼温度が上がり, 窒素酸化物が増える
- ③ 不要な荷物を乗せない: エンジンに負担。燃料消費と窒素酸化物が増える

- ④ 計画的ドライブ：道に迷えば燃料・時間の無駄
- ⑤ 定期的点検整備：適正なタイヤの空気圧等

3. 結果

生徒は自動車への興味関心が強く、本研究で行った各種実験や講義を通じて、自動車を通じたエネルギー・環境教育は有効な手法であることが分かった。

自動車を中心としたエネルギー・環境のカリキュラムは、中学校理科第一分野の「7.科学技術と人間」に「エネルギー資源」・「科学技術と人間」の項で実践することができ、ここで社会の進歩と環境の変化その対策、エネルギー問題などについて展開することができる。

高等学校では、理科総合A、物理I、II、化学I、IIを横断して、以下のような横断カリキュラムに結びつく実践が可能であることが分かった。

高校理科総合Aの「2.資源エネルギーと人間生活」に「資源の開発と利用（エネルギー資源の利用、その他の資源の開発と利用）」があり、地球の環境問題と、エネルギーについて取り上げることができる。また、「4.科学技術の進歩と生活」に「科学技術の成果と課題（課題研究）」があり、人類の利用してきたエネルギーとその環境への問題や、新エネルギーについて学習を進めることができる。また、物理Iの「1.電気」に「生活の中の電気（電気と生活、モーターと発電機、交流と電波）」と「電気に関する探究活動」があり、化学の電池の項や、物理の半導体の項と関連させながら、さまざまな燃料電池やコージェネレーションシステム、太陽電池、ゼーベック効果などについて学習することができる。「3.運動とエネルギー」に「エネルギー（運動エネルギー、電気とエネルギー、エネルギーの変換と保存）など」と「運動とエネルギーに関する探究活動」があり、加速時に有利なモーターの効率とガソリンエンジンの効率などを比較し、ハイブリッドシステムの利点について学ぶのも興味深く効果的である。物理IIでは「1.力と運動」で「物体と運動（平面上の運動、運動量と力積）」を学び、衝突やそれに伴う車体の変形におけるエネルギーの損失を学ぶ。また、物理IIおよび総合的学習の時間で行われる課題研究では、自動車と環境・エネルギーについて様々なテーマを持って、自主的に学習することができる。

本校は情報ハイウェイが利用できるため、環境大学などとDVTSを用いた遠隔講義が可能であり、本研究では、2回実施した。鷲野教授が用いたBRD（当日レポート方式）については、「授業を教員と一緒に作る一体感が感じられ、講義のポイントが事前に把握でき、講義に集中できる。内容が理解しやすく、正確に記憶に残すことができる」と生徒に好意的であった。また、DVTSについては、「声も聞き取りやすく、プレゼン画像が別に用意されているのが良かった。普段の授業と比べて新鮮で、興味が湧き、楽しかった」とあった。外部講師について「高校の授業では聞かれない、実社会のシステムの仕組みや、その必要性が分かって良かった」と評していた。

4. 今後の課題と発展

本研究は、高校生が興味を持ちやすい自動車や自動車産業が、どのように環境に配慮して生産を行い、どのような車社会を築こうとしているのかというテーマを抱えているため、今後継続して調査・研究を進める必要があると考える。

現在、2月11日（土）に名古屋工業大学にて開催される「エネルギー環境教育研修会」で本研究を発展させ、独立した2単位ものの学校設定科目として提案できるよう研究を進め、その成果について発表を予定している。

5. 発表論文、投稿記事及び当財団へのご意見など

自動車に関わる社会の変化にめざましい。絶えず注目しながら、各種学会や雑誌等で発表できるよう、論文にまとめていきたいと考えている。

今回は助成いただき、研究を進める上での機材の準備や、専門家との交流ができました。大変ありがとうございました。

・ 参考文献

自動車工学シリーズ ナビゲーションシステム 新居宏壬・鷺野翔一著 山海堂
改訂版 自動車，そして人 財団法人 日本自動車教育振興財団
ITS 2004-2005 HANDBOOK 財団法人 道路心産業開発機構
未来の地球のために，新エネルギー 関西原子力懇談会
ぼくらの地球とエネルギー 関西電力
日本のエネルギー2003 経済産業省資源エネルギー庁
認知心理学からみた授業過程の理解 多鹿秀継編著 北大路書房
大学講義の改革 BRD（当日レポート方式）の提案 宇田光著 北大路書房
やる気はどこから来るのか 意欲の心理学理論 奈須 正裕著 北大路書房