

2023年度 日産財団理科教育助成 成果報告書

テーマ：環境発電を題材にしたエネルギーの単元における実験および探究活動の実践

学校名：桐光学園中学高等学校

代表者：岡村 薫

報告者：井上 拓也

全教員数：171名

全学級数・児童生徒数：30学級・1159名

実践研究を行う教員数：4名

実践研究を受けた学級数・児童生徒数：3学級・120名

1. 研究の目的（テーマ設定の背景を含む）

理科の最終単元において「エネルギーと資源とその利用」の単元がある。中学理科の最終単元ということもあり、エネルギー問題や環境問題、電気の知識やエネルギー保存則など総合的な力を問うことが出来る分野である。しかし、教科書に記載されているのは火力水力原子力発電が主であり、規模があまりにも大きく、表面的な説明で終わってしまうことも多い。そこで本研究では「環境発電」という技術に着目し、授業に取り入れられないかと考えた。環境発電とは、周りの環境から微小なエネルギーを集めて、電力に変換する技術のことである。環境中のエネルギーを電気に変換するものという、ソーラー発電や風力発電などが思い浮かぶが、それらの大規模ないわゆる”再生可能エネルギー”とは異なるもので、もっと小規模な発電技術のことを指す。具体的には古くからあるものでいえば電卓についている発電パネルや鉱石ラジオで、近年は床に発電素子を組み込むことで歩くだけで発電できる床等が知られるようになった。本実践研究では前半は環境発電を授業で行うための教材開発を行い、年度末に実際にその装置を用いて授業を行い環境発電という技術が広がることのようなことが出来るようになっていくのか生徒と考え、エネルギーというものの理解を深めていくことを目的としている。



JR 東京駅で行われた床発電
システムの実証実験



駐車場のセンサー

<https://www.jreast.co.jp/development/theme/pdf/yukahatsuden.pdf>

2. 研究にあたっての準備（機器・材料の購入、協力機関等との打合せを含む）

今回の助成を受けて購入・作成した環境発電の装置は以下の通りである。（取扱い店等は本校で使用したものであり、他様々な場所でも購入することが可能）

品目	発電の分類	取扱い店
発電床	振動発電	マルツオンライン
小型風力発電	風力発電	Amazon, 秋月電子通商など
ペルチェ素子	温度差発電	秋月電子通商
太陽光電池	光発電	秋月電子通商, 千石電商

3. 研究の内容

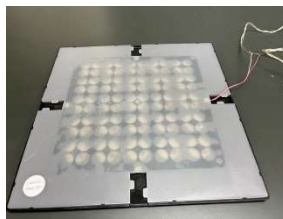
3-1.教材開発

前期の大半は教材研究、実験に時間を費やした。実際の授業での演示に向け、教室内で実施可能な発電方法を実験、検討した。

発電床については既製品があったため購入して利用した。他、小型のソーラーパネルや風力発電機等は既製品が有り、電子部品店にて簡単に購入することが出来た。温度差発電については実験レベルでも扱えるような既製品は無かったためペルチェ素子を購入してオシロスコープで起電力を測定するなど工夫を行った。

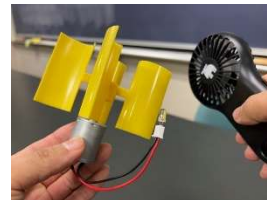
(補足：ペルチェ素子とは、温度差を利用して発電する装置である。熱湯や氷を使うことでLEDを光らせることが可能であるが、本研究では簡単に教室で出来ることを目的としたため、体温と空気との温度差のみでの発電となり、発電量はあまり大きなものにはならなかった)

他、マイクロ水力発電や電波を用いた鉱石ラジオ等も作成したが、教室で何度でも再現が可能かという点で授業での取り扱いは見送った。



既製品の発電床(表・裏)

LED100球ほどは簡単に光らせることができた。



ハンディファンで回る風力発電機



光発電パネル付き電卓



温度差発電が可能なペルチェ素子

3-2.授業実践

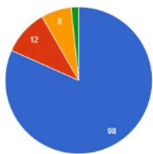
中学3年生の「エネルギーと資源とその利用」の分野において研究授業を行う。授業は50分×3コマで行う。1時間目は様々な環境発電について紹介を行い、実際に発電を行ったり自由に触ってもらう。2時間目は各個人で発電方法を一つ選び、どのように使用するかアイデアをまとめていく。3時間目はそれぞれのアイデアを発表、ディスカッションをする。アイデアは生徒が個人所有しているChromebookのアプリケーションを用いて資料としてまとめていく。希望者には紙媒体での作成も認めた。

4. 研究の成果と成果の測定方法

本校は今年度インフルエンザの大流行があり、学級閉鎖、学年閉鎖などが相次いだため、実践研究の前の単元(仕事とエネルギー)の範囲が長引き、予定がずれ込んでしまった。取り組めた人数は男子80名、女子40名の計120名である。本項目では授業実践に特化して報告をしていく。

初回の授業ではスライドを用いながらアンケートを行い、環境発電のオリエンテーションを行った。最初の「環境発電」という言葉を聞いたことがあるか?という問いに答える者は0人であった。次に、人が歩くと発電が出来る床を知っているか、という問いになると、「聞いたことある!」という声が聞こえ、電卓についている小さな太陽光発電パネルを見たことがあるかという問いにはほとんどの者が反応を示した。その後は班毎にいくつかの発電装置を体験し、電気を生み出すという作業を行った。ここで、各個人に環境発電を用いてどのような発電方法が考えられるか、「学校生活の中で電気を生み出す」という条件をつけて考えてみよう」という課題を課した。

すぐにイメージが持てたようで結果として、全員がアイデアを出すことができた。選んだ発電方法は以下の通りで、音による振動も含めると100人以上が振動発電を選んでいた。



選んだ発電方法
 振動発電…96人 音による発電…12人
 光発電…8人 温度差発電…2人

生徒の作成したアイデアメモを見ても、発電のアイデア(黒板に書く時の振動を集める、貧乏ゆすりを有効に使う等)はそれぞれ中学生らしくユニークなものであるが、その使用用途はモニターをつけたり暖房代わりにしたいといった大電流を必要とするものが多かった。「発電」と聞いた時のイメージがいわゆる「コンセントから来る電気」のようなイメージになっている生徒が多い印象であった。スマホを充電したり、教室のモニターの電源に使ったりと、今電気で動いている物の電力を補うといった思考である。

そこで、中学2年次の消費電力の話を持ち出し、環境発電で得られるエネルギーは数mW程度であること、暖房などは1kW程度の消費電力が必要であることを確認し改めてアイデアを練り直してもらった。再考後は、出合い頭の衝突防止に人が近づくと振動でLEDが光る床や、教室の窓につけて外気との温度差で発電し、エアコンを自動で調節できるリモコンなどユニークなアイデアが出始めた。やや誘導してしまった感が出てしまい、指導の難しさを感じる場面もあった。



足踏み発電

教室のドアの床を踏むエネルギーを電気エネルギーへ

生徒が、各教室のドアに足踏み発電を置いて、入るときに発電出来るようにする。その電気を、教室の天井の電気に使えるようにする。

温度差発電

動物(人間の体温)エネルギーを 電気 エネルギーへ

可動式温度センサーを扉につけ、検出された熱を吸収する構造発電と温度差で発電する。

キーボード発電

振動 エネルギーを 電気 エネルギーへ

パソコンのキーボードに振動検出及びタイピング時に電気になるようにする。そしてその電気をパソコンの充電に使えるようにする。またキーボードの下の層板を固定できる。

今の時代はパソコンが不可欠で様々な人が毎日使うもののため多くの電気が発生できる。

5. 今後の展開（成果活用の視点、残された課題への対応、実践研究の可能性や発展性など）

作成した教材や購入した教材に関しては再現性が高く誰でも扱うことができるため、今後もエネルギー分野や電気分野での学習に活かしていけることが分かった。一方で、環境発電に限って言えば微量な電気を使って実際に自分達の生活に役立つものを考えようという課題はやや難しいことが分かった。適切な順番で発問していけば生徒もユニークな視点で考えられるようになるが、基本的に発電するということは蛍光灯を点けたりスマホを充電したりという方向に考えてしまう。今年は初めての試みであったため中学3年生にのみ授業を行ったが、次年度は中学2年生の電気分野でも扱い、発電量や消費電力の計算から定量的な実験、授業が出来ると考えている。

今年度は理科の時間のみで授業が完結してしましたが、本校では中学生の技術、高校生の情報の時間でプログラミングを行っており、センサー等を用いて各種値を読み取ることによって実用的な装置を作ることも可能である。既に次年度に向けて環境発電を用いたワイヤレス・バッテリーレスの各種センサーを作成中であり、教科横断的に今年の研究で得た知識や財産を活かしていきたい。



センサーの実験中

極低消費電力のICチップにより、環境発電でワイヤレスかつバッテリーレスの測定器となる

6. 成果の公表や発信に関する取組

※ 研究会等での発表や、メディアなどに掲載・放送された場合もご記載ください

今年度前半に教材開発の過程を学会や研究会に持ち込みフィードバックを得るつもりであったがまとまったものを作ることが出来ず持ち越しとなってしまった。年度末に研究授業を行ったため、実践の様子や成果に関しては今後外部発表していく予定である。学内においては実践レポートを共有し、各教科との情報交換を行う。

7. 所感

本実践研究授業は日産財団様のご支援があって実現したものです。この場を借りて、深く感謝の意を表します。研究助成のおかげで、生徒たちに充実した学習体験を提供することができ、貴重な機会を得ることができました。今回の実践を単年度で終わらせることがないよう、分科教科を超えて今後も継続していきます。