

D コース プロジェクト E ～取り出せエネルギー～

千葉芳明・福田善之（宮城教育大学教育学部理科教育講座）

実施日時：平成18年7月22日（土）、23日（日）

実施場所：宮城教育大学 物理第一学生実験室

参加生徒数：11名（22日）、7名（23日）計18名

担当学生：大石貴喜、太田孝弘、小野亮介、神永友輔、工藤雄一、近藤綾香、櫻井哲也
鈴木雄太、中村佳隆、藤峯真紀、山本直也

担当教官：千葉芳明、福田善之

1. はじめに

平成18年度宮城教育大学理科フレンドシップ事業の一環として、仙台市および近郊の中学生を対象とした実験教室を開催した。物理分野を希望する学生たちは、例年通りに様々なアイデアを出し合い、議論を重ねてきた。その中で、今回はエネルギーを取り扱うことになった。

近年、石油などの化石燃料に代わるエネルギーとして燃料電池などのクリーンエネルギーが注目を集めている。環境問題が、温暖化に代表されるように地球規模の深刻な問題となっているからであるが、このように日常生活で身近に活用しているエネルギーを、なかなか理解することが困難で、つかみどころのないものであると感じる人が多い。実際、学生自身もエネルギーを具体的に捉えることはできていないようであった。そこで、まず学生自らの理解を深めるために、エネルギーを定量的に学習するとともに、日常生活の中でどのような形でエネルギーを利用しているのか、主体的に考えてもらった。また、中学生に対し実験を通してエネルギーを学習させるねらいについて考えてもらった。特に、いかに分かりやすく重点を効果的に教えられるかが課題であった。

2. 実施内容

学生達は自主的に実験教室の授業の流れにしたがって、(1)午前中に実験と講義を行う班、午後に実験を行うため、(2)ペルチェ素子班、(3)自励振動班、そして(4)圧電素子班の4つに分けて取り組み始めた。以下のような段階を経て、授業の指導案を作成した。

段階1 文献等をもとにして背景になっている物理現象について理解を深める。

段階2 関連ある身近な現象についての観察実験をおこなう。たとえば、家庭で使用されている電球をゼネコンでどのくらい光らせることができるか観察する。

段階3 定量的な実験を行うための方法や原理について考える。具体的には、物体を持ち上げることで、仕事量を求めるときの方法などである。

段階4 創案した実験教材を用いて、中学生を対象とした実験授業の指導案の作成をする。

段階5 教材を準備し、授業を実践する。

実験によって担当する班に振り分けたことにより、各班の役割が明確になり、学生が責任を持てる

体制を取ったようである。ところが、作業を進めていく中で、作業時間や場所の確保、実験道具の材料の準備と調達、さらに予備実験の結果を分析し問題点の理解について予想以上にまとまらず、時間が掛かったようで苦戦していた。これは、例年通りに発生している問題点である。すなわち、各班は自分達の担当している実験や指導案の制作に集中するあまり、他の班との連携を図ることができないのである。従って、互いに進行状況を報告する場を設け、どのように作業していくべきか、どこを改善していくべきか、何が問題なのかなどを論議しながら解決するよう指導を行った。

3. 実験教室の内容

実施に行った指導内容を写真と資料をもとに述べる。

(1) 導入

エネルギーと問われて思い浮かべる内容を黒板に書いてもらい、また何故それらをエネルギーと考えたのか、自由に意見を述べてもらった。中学生自身にエネルギーのイメージを理解させることをねらいにしていたようであるが、意図したキーワードが出てこない時、強引に引き出そうとしている場合があった。対処方法を検討しておく必要がある。

(2) 圧縮発火実験

市販の圧縮発火装置を用いて演示実験を行った。予備実験での成功率が高かったことに加え、中学生にとっては人力によって火が付くという意外性を見せるために、最初の実験として導入した。発火の原理については詳しい説明を行わず、エネルギーのイメージを持たせることを優先したようである。



(3) 仕事の体感

ペットボトルを用いて仕事の定義・計算を理解する実験を行った。内容としては、①重さの違うペットボトルを同じ高さに持ち上げたとき、②重さが同じものを違う高さに持ち上げたとき、各々の仕事の大きさを体感し仕事が力と距離に関係していること、また③高いところからペットボトルを落下させて粘土を変形させてペットボトルがエネルギーをもっていることを理解させることをねらいとした。これから、「仕事→エネルギー」のように、エネルギーの移り変わるときには仕事が必要であることを理解させた。



(4) ゼネコンの実験

ゼネコンを参加人数分つなげ電球を点灯させる実験をした。1人では少しだけしか光らない電球も10人程度でゼネコンを回すと、家庭で使われているものと同じくらいの光が得られる。この実験を通して、自分の行った仕事が「電気」エネルギーに移り変わることを体感させた。中学生全員が協力して行なう実験であり、楽しみながら学習する効果があった。



午後の授業では、午前中にゼネコンを使って取り出した電気エネルギーを、別のエネルギーに変えてみようと言うコンセプトで実験を企画した。

(5) ペルチェ素子

電気エネルギーから熱エネルギーへの変換を学習する実験である。本実験では、中学生には馴染みのないペルチェ素子を用いた。ペルチェ素子とは半導体の整流作用を利用し、電流を流すと片面が熱くなり、別面が冷たくなるような装置である。電流を流す際には、ゼネコンを用いることで、午前中の内容を継続している効果を期待した。中学生は、ペルチェ素子を初めて見た様子であり、大学生による少し専門的な実験という効果もあった。また反対に、熱から電気に移り変える実験を行った。ペルチェ素子に温度差を与えることによって、電気が流れることを利用した。最初は氷水と熱湯をペルチェ素子の両面にあて、電流を流した。その後自分の周囲で温度差の高いものを探し、

電流が大きく流れる場所やものを探した。例えば、自分の手と机や黒板・ガラスなどである。このエネルギーの変換を理解させるために整流作用について講義を行ったが、中学生はあまり理解していなかったように見受けられた。これは、説明する学生側も完全に理解していなかったことに依ると思われる。また、熱湯を使うことから安全に配慮するよう指導したが、実験本番で学生がやけどを負う事故が発生した。中学生に対する安全だけを考慮しており、自分達への安全確保がなされていなかったことが原因である。



(6) 熱音響自励振動

前実験で得られた熱エネルギーから音（振動）エネルギーへの変換を学習する実験である。沸騰したお湯の入ったフラスコの中に玄米を入れると音がする。これは、冷たい玄米と熱い水蒸気の間で温度差が生じ、そのとき気体分子の運動のエネルギー差が振動となり音が発生する。温度差を大きくすることによって、長時間音を出し続けることができる。今回の実験では、玄米よりも温まりにくいものとして、ガラスを用いて実験した。また、冷たいものによる温度差を利用して音を発生させる実験として、ドライアイスの塊を料理などで使うボールに入れる実験を行った。ドライアイスは二酸化炭素の固体であるが、固体が気化するとき振動し、それをボールに伝えて大きな音を出すのである。これによって温度差による熱エネルギーから音（振動）エネルギーに変換されることがより強調された。この段階で、電気エネルギー→熱エネルギー→音（振動）エネルギーと移りかわっていく過程を示すことができた。



(7) 圧電素子・エレキギター製作

最後に、音（振動）エネルギーから電気エネルギーへの変換を学習する実験を行った。この実験で

は圧電素子を用いた。圧電素子は叩いたり、変形させることにより電流が流れる。この原理を中学生に分かりやすく理解してもらうために、以下のような実験を行った。フィルムケースの底に圧電素子を付着させ、ケースの中にビー玉を入れた。そのフィルムケースを振ることで、圧電素子につながった発光ダイオードを点灯させた。ケース内のビー玉が圧電素子に衝突し、その衝撃によって電流が流れるという実験であった。最後に、この圧電素子を利用してエレキギターを制作した。但し、最初から制作させると時間が足りない事情から、途中段階まで制作したギターを中学生に渡し、その続きから制作してもらうことにした。製作の際、学生は安全監視と原理の説明を兼ねて中学生各人に指導を行った。完成したエレキギターは、ラジカセにつないで、弦を振動させることにより音がなるとともに、振動の仕方、弦をさわる位置、振動させる強さなどを変えることで音も変化することも説明した。中学生は自分たちで制作したエレキギターで音を出して楽しんでいるようであった。なお、各自が制作したエレキギターはお土産として持ち帰ってもらった。



4. おわりに

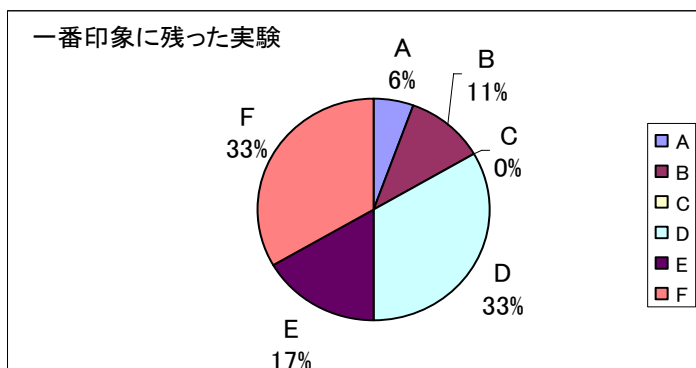
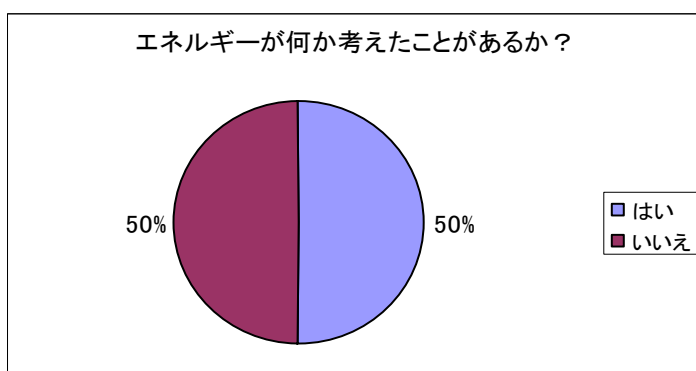
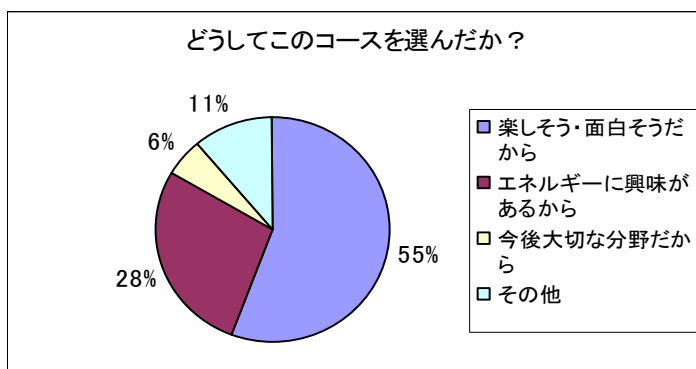
今回のフレンドシップの中で、準備や予備実験の各段階において、考えれば考えるほど、学生達は困惑してしまうことが多かった。予定通りに話し合いが進まなかったり、予備実験をしても予想通りの結果が得られなかった。しかし、それが実験なのである。物理原理を理解していない段階では、実験の企画さえ行えないのは当たり前であり、自分達で勉強して初めて実行できるのである。学生自身が実験教室を完成させようとする強い気持ちや、地道な努力をもって取り組んでいたことから、様々な問題を解決し無事に授業を行うことができたことは評価できる。

今回の経験から、授業案を組み立てることの難しさを改めて実感したと思われる。最近の子どもたちが理科、特に物理離れしていると言われて久しいが、授業の展開によってもっと楽しい実験を通すことで、この問題を少しでも解消できる可能性を実感してもらえたと思われる。今回参加した中学生の感想には、お世辞90%としても「楽しかった」や「理科が好きになった」という多くの意見をもらった。子どもたちが関心を持つ発問や実験を授業の中にうまく入れていくことで、物理に興味を持たせることは可能なのである。フレンドシップを通して、学生達は授業の作り方について、実践を通して改めて考えさせられたと思われる。学んだことも失敗したことも、全ての経験は今後の教育実習や教壇に立ったときに活かされるだろう。今回参加してくれた中学生の楽しかったと満足してくれたときの笑顔と無事成功したときの満足感や達成感を忘れずに、自分達の糧として自信を持ってもらいたい。

(資料)

D コース 生徒へのアンケート結果

※ 2日間分の集計(1日目11名、2日目7名)



- A 圧縮発火実験 B ペットボトルを使った実験 C 手回し発電機での実験
D ペルチェ素子 E 熱音響自励振動 F 圧電スピーカーとギター製作

