

日産科学振興財団 理科／環境教育助成 成果報告書

回次：第 **3** 回 助成期間：平成 **18** 年11月1日～平成 **19** 年10月31日

テーマ： 柔軟なエネルギー：電気を起こそう

氏名： 吉田 勉 所属： 行橋市立中京中学校

1. 課題の主旨

発展的な学習の時間において、生徒全員が金属板やコイル等を手に持ち、実際に発電を体験できることを願い、この教育助成事業に申請した。これによって発展学習が教育上極めて高い効果をおさめることが各方面から報告されているながらも、実験・測定用等の備品や特殊素材等の調達が認められず、今まで実現できなかった学習・教材アイデアのいくつかを今回、実践し、期待できる成果を得ることができるのではないかと期待している。

保護者との懇談会等においても、“将来を担う若者たち”にこそ、最新・最先端の知識と体験を学校に望んでいることがわかる。しかし、学校で可能な観察や実験は器具・方法に旧式なものが多く、“理科の時間”特に“観察”や“実験”が胸躍らせる場面とはなっていない。本校では、発展的な学習の場面に自在に対応できる応用性の高い備品・消耗品がなく、指導者側が自作・編集したビデオ試料を視聴したり先生の話等を聞いたりする程度で済ませられがちなど、今回の教育助成は願ってもない好機であった。発展学習にこそ、“各自で体験”しながら考え、将来への夢を抱ききっかけづくりの貴重な場面が潜んでいると考えている。“各自で考えて体験…”は貪欲な話ではあるが、これから年に数回は経験・体験させることができるので大変感謝している。

今回、教材・教具・備品等がほぼ共用でき、興味・関心を導き出すやすい学習場面として中学校第2学年“電気”単元、第3学年の“エネルギー”単元を選定した。文部科学省の学習指導要領に沿った学習の場面・内容は以下の通りである。

- (1) 中学理科 第2学年 第1分野「単元名：電流とその利用」において
“未来への希望…半永久の動力源：S2機関は本当に可能か”
- (2) 中学理科 第3学年 第1分野「単元名：物質と化学反応の利用」において
“熱で発電…ゼーベック効果を試してみよう”
- (3) 中学理科 第3学年 第1分野「単元名：科学技術と人間の生活」において
“手づくり光電池…銅板と光で本当に発電できるの？”

2. 準備

- ① 3つの学習場面で共通利用する測定器具として、(教育助成研究経費から購入)
微低電圧センサー(分解能 1mV・10mV)、微弱電流センサー(分解能 50 μ A・0.5mA・10mA)、データログ機能付きADコンバーターと専用制御用ソフトウェア(ADコンバーターの付属品)、
 - (1) “S2機関”(地磁気発電)向けに、
延長コード(プラグ・受け口つき 10m)
 - (2) “ゼーベック効果”(熱電対)向けに、
アルメル・クロメル線、銅・コンスタンタン線、クロメル・コンスタンタン線、
エナメル線(ϕ 0.5mm で 1kg)、ニクロム線(ϕ 0.8mm を 10m)、銅線(ϕ 0.5mm を 10m)
 - (3) “手づくり光電池”(酸化銅板光電池)向けに、
実験用金属板(銅・アルミニウム)、切割ターミナル(電極端子)
- ② 3つの学習場面で準備する既存の物品等(動機・意欲付けの視聴教材や廃棄物、技術科からの借用物)
 - (1) “S2機関”(地磁気発電)向けに、
『新世紀エヴァンゲリオン(GAINAX 社)』のビデオ、250・500回巻きコイル
演示用高感度検流計、等
 - (2) “ゼーベック効果”(熱電対)向けに、
ガスバーナー、演示用高感度検流計、ペンチ、ラジオペンチ、ニッパー、等
 - (3) “手づくり光電池”(酸化銅板光電池)向けに、
ガスバーナー、演示用高感度検流計、ピンセット、ビーカー(500ml)、等

3. 指導方法

① 共通利用する測定・記録器具の操作に係る学習指導

(株)中村理科が代理販売している英国 DATA HARVEST 社の EASY SENSE Q とそれに接続した電圧センサー・電流センサーを共通利用する。中学校第1分野の学習では、“電気が起こる”学習の場面でも、“電流が流れる”という確認にとどまっている。生徒達に“電池や発電機”と同等の感触・達成感をもたせるために、“具体的に電圧が何ボルト得られたか”を大切に扱うために、電流センサーからの情報は発電の確認用とし、“目標は何ボルト得られたか”を電圧センサーから取得したデータで競わせることとした。

場面(1)～(3)で得た各種データを専用制御用ソフトウェアでブック型パソコンにダウンロードした後、グラフ化、プリントアウト(カラーレーザープリンタ)する。この一連の操作を一斉に事前学習した。本時学習場面では各学習班(4～6名で構成)から2名程度が担当者として操作した。高いICTスキルを身につけた生徒が多いので、収集・取得したデータから得た各種グラフを自在に加工し、各班による成果発表時には、わかりやすくしたものを提示するように求めている。

② 各場面(1)～(3)における学習上の工夫の要求(指示)

(1) “S2機関”(地磁気発電)の場面では、

方位(地磁気の方向性…南北)を意識して、どのようにコイルを動かすと効果的に高い電圧を得られるか。

(2) “ゼーベック効果”(熱電対)向けに、

一般的な金属線(エナメル・ニクロム・銅)の組み合わせでの熱電対発電と専用特殊金属(アルメル・クロメル・コンスタンタン)での熱電対発電との起電力の違いを比較する。さらに加熱部分の違いではどうか、非加熱部分を冷却した場合はどうか、また2種類の金属をどのように絡めたら起電力は高いか、等を測定要領の効率を意識しながら行う。

(3) “手づくり光電池”(酸化銅板光電池)向けに、

銅板を加熱して得られる酸化銅被膜をできるだけ広くつくり、そしてできるだけ欠損させないようにして実験を行わせる。これも微低電圧ではあるが、酸化銅被膜の面積に起電力が比例することを確認させる。光に対する反応がよいので、照度と起電力の関係も確認できる。

4. 実践内容

① 対象者

本校(中学生)第2学年(3学級)、第3学年(3学級)の計6学級(181名)を対象とした。

② 実践への手続き

はじめに各学年各1学級を初見実施学級とし、作業効率や要求の達成状況を見ながら各学年2番目、3番目の学級に修正を加えながら実践した。

③ 時間的制約への対応

本校では本来、“発展的な学習”に対しては各単元に1時間しか配当していなかった。事前指導や準備、各班からの報告会まで含めると、“場面”ごとに3時間を要する。3つの場面を消化するためには合計9時間を工面する必要があった。第2学年においては第2分野での“発展的な学習を”第3学年時に移行したり他の単元と統合したりしながら実現した。第3学年では比較的自由度が大きい“選択学習の時間”や“問題演習の時間”から実践時間を譲り受けることで実施可能となった。学校全体の協力に感謝している。

④ 実践の経過

18年度

11月から3月

場面(1)の資料調達、理論計算、測定方法考案、予備実験、(1)の実践

場面(3)の資料調達(※場面(2)の資料は特殊金属につき年度内には調達できなかった。)

場面(3)の理論計算、測定方法と測定システムの考案、予備実験

場面(3)の実践

19年度

4月から7月

場面(2)の資料調達

場面(2)の理論計算、測定方法と測定システムの考案、予備実験

8月から10月

場面(2)の実践

(1)(2)(3)のまとめ(成果と課題等)

(1)(2)(3)のまとめ(統合・報告)

5. 成果・効果

※場面(1)のみを報告する。

[第2学年:第1分野(3)電流とその利用 イ電流の利用 (イ)電磁誘導]の発展学習で実践した。

この1分野単元では、磁界中でコイルを動かしたりコイルのまわりの磁界を変化させたりすることでコイルに電流が流れる“電磁誘導”を学習する。従来、この学習内容の発展的展開は発電機(発電所・自転車のダイナモ等)や紙コップを利用したマイクロフォン・スピーカーに至る。教科書にもこの展開が紹介されているので、ひと通り学習したところで“地磁気による電磁誘導”(近年、種々の実験指導書等でも見かけるようになった。)を行う。生徒達は約10年前に社会現象を引き起こした人気アニメーション『新世紀エヴァンゲリオン』の再々放送を視聴している世代であり、内容に詳しく

【図1】“S2機関”実験セット



い者も多い。この物語の中に出てくる“S2(S²:スーパーソレノイド)機関”は現在でも解釈が拡大中で“対消滅”や“縮退”など量子力学用語も飛び交いながら視聴者・ファンを煙に巻いている。この“S2機関”を本番組初期の解釈に基づき、次のように約束して学習に期待をもたせた。“S2機関とは番組に登場する生物の細胞レベルがもっている超伝導の高性能円筒形コイルであり、地磁気が存在する地表で一旦動く



【図2】大縄飛びスタイルでコイルを動かす。



【図3】データの確認中

と、その電力が次の運動のエネルギーとなっている。”つまり、一度押されたり引かれたりして“動く”と、これ以降は半永久的に動き続けることができる夢の動力源である。

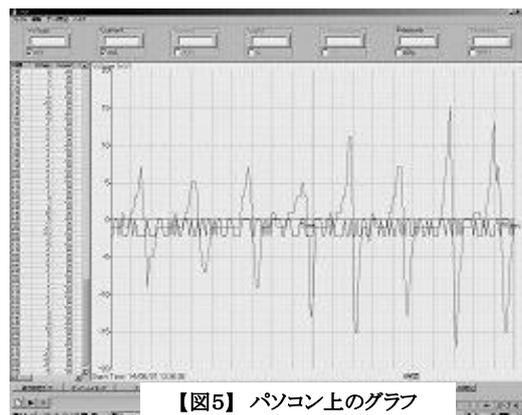
生徒達の電磁誘導の知識をアニメーションの場面(ビデオ視聴)に結び付けさせると、後は生徒達が実験のアイデアを考え出した。円運動(水平・垂直)や振子運動・往復運動が提案された。指導者側は廃棄物の二重コイルから二次コイル(500回巻)を取り出し、これを生徒に提供した。結果は安易に予測されるので、誘導“電流”としてではなく“発電”を意識して“起電力”測定とした。これは第3学年でのエネルギー学習である“電池”に小発展させようと考えたからでもある。種々の実験アイデアをIT計測できる英国 DATA HARVEST 社の EASY SENSE Q と制御用ソフトウェア、専用低電圧センサー・弱電流センサーをここで活用する。この EASY SENSE Q は充電式で単品をセンサー類とともに屋外等に持ち出すことができ、計測が終了したらパソコンに接続してデータ化できる。



【図4】パソコンの操作中

パソコン【図1】の右側が二次コイルである。【図2】と【図3】は屋外での活動である。パソコンを屋外へ持ち出すことがないので、実験の自由度が大変高い。

【図4】がパソコンにデータをダウンロード・グラフ化している場面である。ICT スキルの高い生徒は自在にグラフを加工できる。最後にこの学習で得たグラフを掲載する。(【図5】)



【図5】パソコン上のグラフ

5/100 秒間隔でグラフ化できており、起電力は±15mV以上を達成したときのものである。生徒達は容易に実験を繰り返し、効果的な“発電”へのアイデアを練り出していった。他のグループとの競い合いも即座にグラフ化できるので、活動は盛り上がりを見せた。生徒達は将来への夢を拡大したと感じている。

6. 所 感

今回の教育助成を受けて、今まで煮詰めてきた“発展的な学習”へのアイデアを実現へと結びつけることができた。生徒達は理科の学習内容が直接自分たちの“夢”につながるものであることを実感し、1分野(特に物理領域)への学習意欲が向上した。“発展的な学習”の実践を経験した第2・第3学年の生徒達はエネルギー概念の学習と電気領域の学習を絡めて燃料電池やハイブリッド自動車等への興味を高め、学校図書館やインターネットで自主学習を深め、簡単なながらも研究レポートが提出されたり授業中の発言で将来の夢が語られたりした。

生徒が競い・楽しみながら既習内容を生かし、将来への“夢”として理科の学習を心待ちにしてくれる場面が得られたことに感謝している。

7. 今後の課題や発展性について

今回は第1分野の物理領域に重点を置いて学習を展開したが、これはいわゆる“理科ばなれ”という社会的な風潮を強く指摘されるようになった背景からでもある。生徒達が比較的親しむ第2分野の生物領域を後回しにしたような形態となったので、1・2分野間でのバランスどりも必要である。今後は緑色植物の光合成や学校近辺の空気汚染調べなど、二酸化炭素濃度測定用のセンサー用いてIT計測しようと考えている。本教育助成によって得た装置が今後も活躍しそうだ。

8. 発表論文、投稿記事、メディアなどの掲載記事

紙上発表(研究レポート)

福岡県中学校理科研究会 平成19年度研究紀要

『好ましい“発展的な学習”への教材・教具開発をめざして』(A4版4ページ)