

1 緒言

2011 年 3 月東北地方太平洋沖地震により、福島第一原子力発電所の圧力抑制室が破損し、核燃料棒に含まれる高レベルの放射性物質が大量に外部に漏出する大事故が起き、未だ収束していない。また、国内のエネルギー自給率はきわめて低く、化石燃料の枯渇やそれらの消費による地球温暖化の問題など、エネルギーに関する課題が山積している。これらのことを受け、再生可能なエネルギー利用の推進がこれまで以上に求められている。

このようなエネルギー問題を正しく理解することは、新教育課程の中にも位置づけられており、特に新しい技術に関する科学的な理解を深め、社会と技術の関係を的確に評価する態度を育成するためには、義務教育の段階から、それらを系統的に指導する必要がある。そこで本研究の目的は、再生可能エネルギー技術の中でも日本において最も注目されている太陽光発電を題材とし、児童・生徒に体験的に学習する教材・教具を開発することを目的とする。また、開発した教材・教具を活用してこれまでの発電方法と比較実験を行うなど、授業展開やカリキュラムを開発し、実験授業を通して、それらを評価することである。

2 開発した太陽光発電装置及び比較実験装置

2.1 学校で利用されている太陽光発電装置

これまでに、学校現場で利用可能な太陽光発電装置は、児童・生徒が製作を通して電気エネルギーを生み出すことを確認するもの、発電量を測定できるもの、発電から充電の仕組みを学習するもの、等が開発されてきた。これらは、児童生徒の発達段階に応じて、学習目的が定められ体験的に学習が可能な教材・教具であり教育効果も示されている。これらの教材・教具は、太陽光発電パネルに光を受けた場合の発電量の測定や、モータなど負荷を取り付けたときの消

費電流を測定することで、どの程度のエネルギーを発生しているかを、仕事を通して学習するものであった。例えば、晴天時の太陽光を受けると、発生電圧が 1.7V で、それに DC モータを取り付け、負荷電流が 250mA 流れ、仕事量は、0.43W であると学習を進めてきた。しかし、0.43W はどの程度の電力であるか感覚的にはつかむことができない。そこで、それらをより感覚的に学習できる太陽光発電装置の開発を試みた。

2.2 開発した太陽光発電装置特徴

開発した、太陽光発電装置は、1W ソーラパネル（sp75100 : 0.935W ; 100 × 75 × 1.5mm, 開放電圧 5.5V, 短絡電流 170mA）2 枚を並列に接続し、発生電圧を測定する電圧計が取り付けられている。図 1 に開発した太陽光発電装置の外観を示す。太陽光線の強さで、発生電圧を確認することができる。フォトモスリレーを介して、3 端子レギュレータで電圧を 3V に安定させ、ショットキーバリアダイオードを通して、10F-2.5V の電気二重層コンデンサに充電を行うものである。ここで、過充電を防ぐために電圧検出システムリセット IC を利用して、電気二重層コンデンサの電圧が 2.6V に達したときに LED を点灯させるとともに、電圧をカットするものである。



図 1 開発した太陽光発電装置

また、これらの電気的な変化を確認するために充電電圧測定用電圧計と、充電電流測定用電流計を取り付けてある。これにより、太陽光線を受けることで、電気二重層コンデンサーへの充電の状態を確認することができる。晴天時の太陽光線を受光した場合、約1分間でフル充電ができる。

2.3 比較実験装置の特徴

太陽光発電を利用して、電気二重層コンデンサーに充電したときのエネルギーがどの程度であるかを感覚的に学習するために、手回し発電機を利用して充電する装置を開発した。

学校で多く用いられている手回し発電機は、ダイナモと呼ばれる直流発電機を用いたもので、一般的な発生電圧は8～15Vである。また、直流発電機は、2つの板ばね（ブラシ）で整流子を挟む（物理的に接触する）ため、火花が発生するなど、長時間繰り返し利用するには課題がある。

これらのことを考慮し、安全な充電を行うために、ロータリ式3相交流発電機を用いた。選択理由は、①外側の磁石が回転することで効率の良い発電ができる、②ブラシが無いのでパルスやノイズを発生しない（電波受信機器に干渉しない）ためである。しかし、この発電機は、出力電圧が8～16V程度の交流が発生する。そこで、整流回路で直流にした後、3端子レギュレータで定電圧（2.6V）として活用した。

次に、ショットキーバリアダイオードで逆流を防いでいる。また、コンデンサーが満充電された状態を確認するために、電圧検出器（S-80825CLT）を利用してLEDを点灯させている。電気二重層コンデンサーの充電状態を確認するために電圧計（ハンドルを回すことにより電圧が向上する）と、充電電流を測定するための電流計を取り付け、充電の状態を定量的に示している。力のある生徒が、全力でハンドルを約1分間回転させ、フル充電になる。

この体験活動を通して、太陽電池が発生するエネルギーと比較することで、感覚的な指導が可能となる。小学校第6学年を対象に行った実験授業において、開発した充電装置を利用する児童の様子を図2に示す。

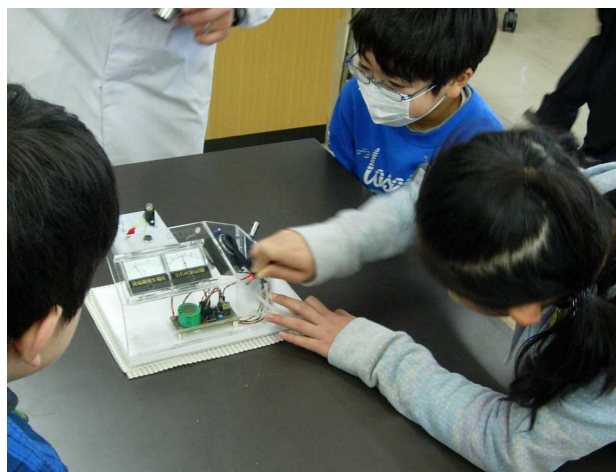


図2 開発した手回し発電機を利用する児童

3 実験授業

実験授業は、2013年1月にさいたま市内の公立小学校2クラスに対して、学習目標「太陽光発電について調べてみよう」として実施した。

授業展開は、①エネルギーに関する事前調査、②発電の種類の確認、③手回し発電の実験、④太陽光発電の観察及び実験、⑤発電の比較、⑥学習のまとめ、⑦事後調査という手順で行った。それぞれ仮説を立てた上で実験させた。これらの実験を通して、発電の仕組みを体験的に学習すると共に、発電量を感覚的に捉えた。授業前後に行った調査から、児童のエネルギー問題に対する興味・関心が高まり、太陽光発電に関する知識理解が高まった。児童は、自分達ができる省エネルギー行動についても話を深めることができた。

4 結言

以上、本研究では、化石燃料に代わる自然エネルギー技術の1つである太陽光発電の仕組みと発電量を感覚的に捉える装置を開発し、実験授業でその効果を評価した結果、エネルギー問題に対する興味・関心が高まり、これらの問題を身近に捉えさせることができたと考えられる。

また、本研究成果を基に平成25年度に新規に申請した科研費基盤研究（C）が採択された。これらの研究成果を基に、より社会のニーズに応じた教材・教具を開発すると共に、学校現場へ情報発信をしていきたい。それらは今後の課題とする。