

中学校技術分野との関連に基づく

風力発電を題材とした小学校6年生理科の教材開発

(技術教育講座) 大西 義浩、森 慎之助

(松山市立素鷲小学校) 出山 利昭

(附属中学校) 斧 純司

(理科教育講座) 向 平和

Development of Teaching Materials featuring Wind Power Generation for 6th Elementary Science Class Based on the Relationship with Technology Class of Junior High School

Yoshihiro OHNISHI, Shinnosuke MORI, Toshiaki DEYAMA,
Jyunji ONO and Heiwa MUKO

(平成 26 年 6 月 16 日受理)

抄録：本研究では、小学校理科と中学校技術分野のエネルギー関連分野との関連から小学校6年生の理科の授業において、ものづくりとICTを利用した、子どもたちが新しい「知」を創り出せる教材を開発し、これを利用した授業内容および授業手法について検討する。具体的には、小学6年生理科「電気の利用」の単元を対象に、風力発電を題材にした、ものづくり活動を取り入れた体験的・実践的なカリキュラム開発を行う。本稿では開発した教材の概要を説明し、授業実践を通じてその有用性を考察する。

キーワード：エネルギー (Energy)、技術教育 (Technology Education)、理科教育 (Science Education)、風力発電 (Wind Power Generation)

1. はじめに

東日本大震災以降、原子力発電の技術や安全性に関して疑義が生じ、その代替エネルギーによる安定な電力供給が急務となっている。日本では、新エネルギーと呼ばれる太陽光・熱発電、風力発電、地熱発電、燃料電池、バイオマス発電などの技術開発を行っており、

これらの技術内容を児童生徒の年代に知識として授け、それを理解しやすく、楽しく、実践的な体験で学習することは重要なことであると考えられる。エネルギー学習に関して、学習指導要領解説では小学校理科、社会科、中学校理科、技術分野に記述されている^{(1),(2)}。ただ、学校現場において、エネルギー学習は小学校と

中学校とで連携して授業実践を行っていることはほとんどない。エネルギー学習は、持続的に行われるべきものであり、その内容には関連性が必要である。中学校技術分野と小学校の理科において、学習指導要領や教科書をもとに目標や内容の系統性を検討すると、ものづくり、エネルギーというキーワードで関連性がある。小学 6 年生が中学校へ進学することを考えた場合、小学校の学習内容に中学校の学習内容と関連した指導を行うことは、一貫性のある継続した学習となり、学力の向上が図れると考える。

一方、愛媛大学教育学部附属校園では「未来を拓く力の育成」の共通主題のもと附属小学校で「新しい「知」を創り出す」、また、附属中学校では「持続可能な社会の形成に向け、自らを生かす生徒の育成」を研究主題に平成 25 年度から取り組んでいる。そこで、本研究では、小・中の研究主題を連携するものと捉え、エネルギーをキーワードに小学校 6 年生の理科の授業において、ものづくりと ICT を利用し、子どもらに新しい「知」を創り出せるような教材開発を行い、これを利用した授業内容および授業手法について検討する。具体的には、小学 6 年生の理科の授業を対象に、風力発電を題材に、中学校技術分野エネルギー変換に関する技術の学習および理科の前教育となるようにものづくりを取り入れた体験的・実践的なカリキュラム開発を行う。本稿では開発した教材の説明を行い、授業実践を通じてその有用性を考察する。

2. 製作した教材

2.1 実験装置

本研究では、児童に実践的、体験的な活動を通じて小学校 6 年生理科「電気の利用」を学ぶために、ペットボトル風車の製作を行い、これによる発電量を計測し、さらに利用できる教材を作成した。風力発電の基本的な原理は、タービン（風車）と呼ばれる風を受ける部分によって発生した回転を発電機に伝達することで発電を行う。本研究では、タービンとしてペットボトルを加工したプロペラを製作し、その形状や長さの違いによって発電特性が変化することを体験的に学習することが目的である。

風力発電を題材とした多くの教育実践⁽³⁾や市販教材⁽⁴⁾では、「モータに直接取り付けられたタービン（プロペ

ラ）を回転させ、作られた電気を観察する」といった内容である。そのため、何らかの形で作られた電気を確認できればよく、多くの場合、消費電力の少ない LED を発光させることで確認を行っている。しかしながら、この方法では作られた電気が確認できるのみで、それをほかの動力やエネルギーとして活用する方法がほとんどない。また、LED はあまり電流を必要としないため、消費電力が低く、回転の抵抗が少ない状態で運用できる。このため、回転にトルクを必要とせず、回転数を上げるためには、モーメントの小さい短い羽根が適しているという表現が教科書にも見られる⁽⁵⁾。一方、実用化されている風力発電の装置は、発電機に風車を直結することはなく、多くの場合、ギアを用いて回転数を増速している。このような状況下で、エネルギーを生み出すためには重い負荷に耐えうるトルクが必要となり、必ずしも短い羽根が有利とは限らない。そこで、本研究は、ただ単に LED を点灯させるのではなく、実在の風力発電機と同様、エネルギーを生み出すために、風車の回転を増速する方式を採ることとした。発電機としてはマブチモータ RE-280RA を用い、これをタミヤハイスピードギアボックスにより 11.6 倍の回転数に増速する。タミヤハイスピードギアボックスは標準で RE-260 タイプのモータを使用するが、より多くの電力を得るため、RE-280 タイプのモータを使用することとした。ただし、ギアボックスが RE-260 タイプのモータ仕様になっており、そのままでは取り付けられないため、モータ取り付け部の内部の突起を切除する加工を行いまた、ボックス全長の延長（3mm 延長、0.5mm 厚ワッシャーを 6 枚使用）を行っている。ペットボトル風車とギアボックスの連結にはハイスピードギアボックスのシャフト部品と、中心に穴を開けたペットボトルキャップをナットにて固定し、プロペラの接続器具にしている。

この装置は無負荷発電時において最大 4 [V] 程度の端子間電圧を発生することができる。ただし、小学校理科の学習内容では電圧を取り扱わないため、端子間に 51[Ω] の抵抗を挿入し、ここに流れる電流を測定することとした。実際に発電する電力としては、計測した電流の 2 乗に抵抗値を掛けたものとなるが、計測した電流の値が大きい方が大きな発電をしているという解釈でこの装置を運用することとした。51[Ω] の抵抗を挿入し

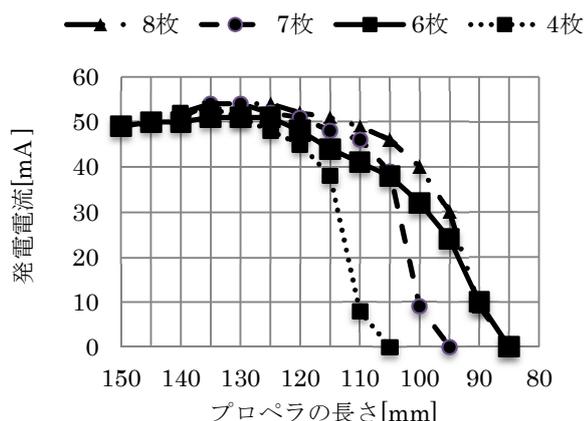


図1 実験装置の発電特性

て行った予備実験結果を図1に示す。図1において「枚」とは、ペットボトルを切り開いて作ったプロペラの枚数を意味しており、それぞれの長さによる発電特性の変化を示している。プロペラの枚数により多少の違いはあるが、概ねプロペラが長い方が、発電量が多いことが確認できる。この結果は e-learning 教材として児童に提示し、製作時の参考資料とした。図1にはプロペラの枚数が4枚、6枚、7枚、8枚の結果しか示していないが、児童用には3~10枚までの7種類の結果を示した。

一方、小学校理科の学習内容では「電気をためる」というテーマもあるため、充電用として、耐電圧2.5Vで10Fの静電容量をもつ電気2重層コンデンサを用いた。電気2重層コンデンサの充電具合を確認するために、フルカラー（3色）LEDを利用した。電気2重層コンデンサの端子にフルカラーLEDを接続することで、端子電圧の上昇に伴い、赤→黄→白と発光色が変化する。白い色になると十分に充電ができたことを示している。充電した電気を利用するために、モータ付きの模型自動車を用いた。これにより、発電機により得られた電力が仕事になることを児童に理解させる目的である。

また、ペットボトルの底部を切断する作業が小学生には難しいことから、ペットボトルの底部を切ることできる治具として、カッターナイフの刃を使ったものとホットカッターを使ったもの2種類を製作した。

2.2 e-learning 教材

今回の授業実践では、製作活動が多くなることから、児童ごとの進度に応じた個別学習を促す目的で e-learning 教材を取り入れた。

教材のコンテンツとしては、ペットボトルを切り開いて風車を製作する作業内容の説明、風車の羽根の長さや形状によって異なる発電特性の解説、実験装置の配置や配線など実験手順を含む操作の説明などである。これらは、e-learning の特性を生かすべく、適宜動画を取り入れた。

3. 授業実践の概要

今回の授業では、小学校6年生理科「電気の利用」の学習を、児童にとってより実践的、探究的な活動にするために、「発電量（電流の値）が大きいペットボトル風車を作ろう」を題材に愛媛大学教育学部附属小学校において6年生を対象に行われた。実施期間は平成25年11月21日から平成25年12月6日で全授業時数は5時間である。授業の概要を以下に示す。

- 実践校：愛媛大学教育学部附属小学校
- 実践学年：6年月組・花組・星組（計113名）
- 授業時数：各クラス5時間
- 実践教室：理科実験室
- 授業者：月組 森央也（技術教育専修4回生）
花組 森岡渉（同）
星組 武川翔平（同）

※1時間目の授業は全クラス合同で行い授業者は森央也が行った。

第1次の授業は図2に示すよう3クラス合同で行い、これまで学んだ電気に関する内容と発電についての知識の確認を行い、その後、次時以降で行う製作と実験についてのガイダンスを実験デモを提示しながら行った。



図2 第1次の授業



図3 第2次の授業

第2・3・4次の授業は、発電をテーマとして、実際にペットボトル風車の製作活動と発電量の計測を繰り返し行い、より発電量の高いペットボトル風車を作成することを目標にして行った。まず、図2に示すように治具を使ってペットボトルを加工し、図3に示すように扇風機の風でスムーズに回転するようなプロペラを作成した。次に図4に示すように、発電した電流を計測した。第5次の授業は「電気の利用」をテーマとし、児童が作ったペットボトル風車で発電した電気を電気2重層コンデンサに充電し、これを利用する実験を行った。電気2重層コンデンサを用いた実験の様子を図6に示す。なお、第2～5次の授業では、授業者以外の2名の学生がTAとして作業の監督や配線確認等を行った。ペットボトルを切り開いて風車を製作する過程では、治具の使用に監督者が付き添ったこともあり全ての児童が怪我なく作業することができた。また、配線作業を含んだ実験段階でも、大きな混乱もなく順調にメニューを消化することができた。TAの存在も大きかったが、すべての作



図4 第3次の授業

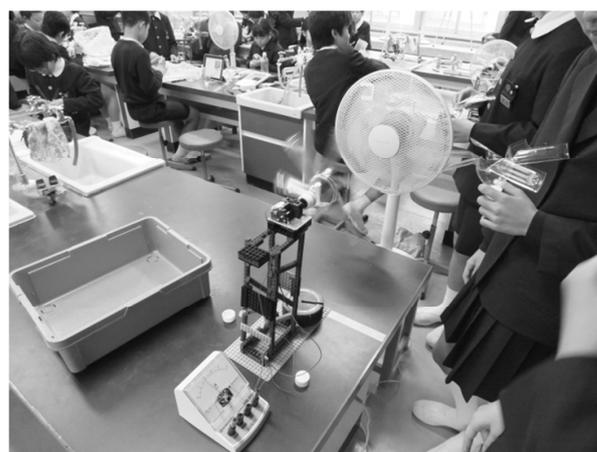


図5 第4次の授業

業を e-learning 教材で説明しており、これを参考にしている児童も多かったことから、一定の効果があったと考えている。

4. 考察

まず、e-learning 教材については iPad の使用方法をスクリーンで映しながら、一斉授業で進めた。児童は日常でもコンピュータや他の電子機器に触れる機会が多く、情報リテラシーに長けているが、児童全員がそのような状況ではないため、スクリーンに映し、一斉授業型でタブレット端末の使用方法を説明したことは適切であったと考える。その後、製作段階では個別学習型にした。個別学習によって作業が得意な子はどんどん進むことができ、作業が苦手な児童は、何回も動画を繰り返し見たりすることができるなど、個に応じた学習ができることにつながり、適切であったと考える。タブレット端末を台数の都合上、2人に1台で使用したが、2人1台にしたことにより、1人では理解が難しい内容でも、2人で協力して解決していくという様子も見られた。一方



図6 第5次の授業

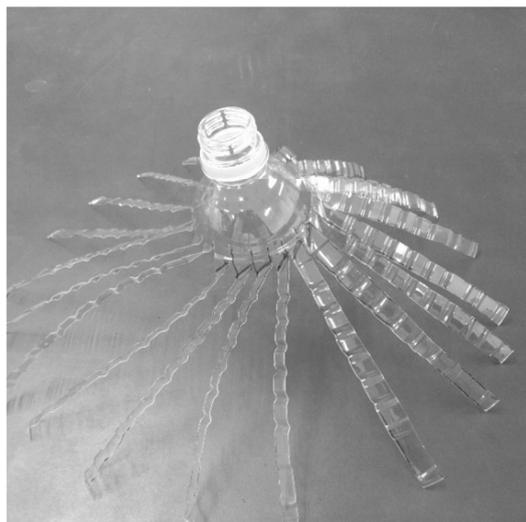


図7 児童が製作した風車（20枚羽）

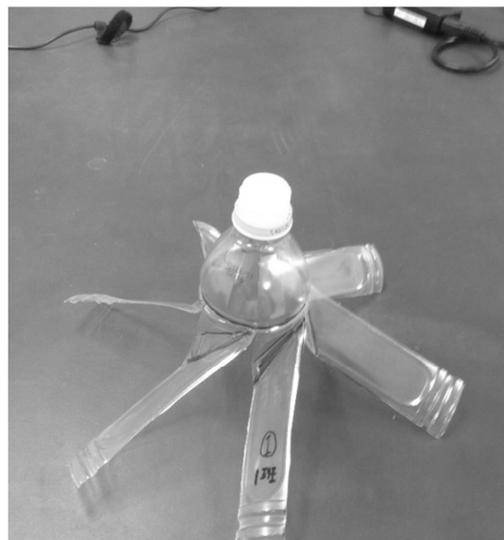


図9 児童が製作した風車（6枚羽）

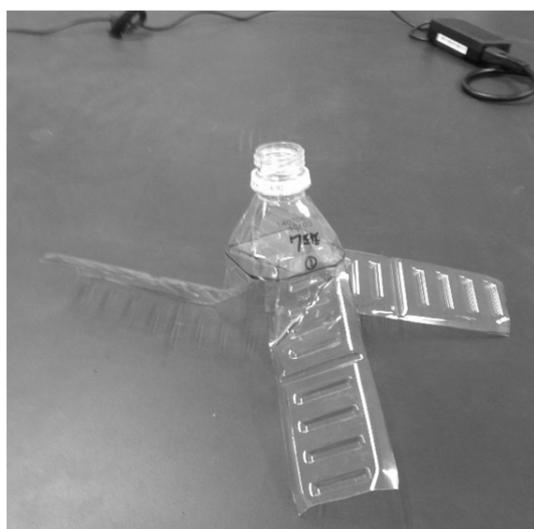


図8 児童が製作した風車（4枚羽）

で、1人だけが使ってもう1人が使えない状態や、動画プロペラの製作作業についての考察を以下に行う。まず、児童が製作した風車の例を図7～図9に示す。図7のように自由な発想で羽の枚数や長さ、形などに工夫があった一方でペットボトルの側面の枚数に合わせて羽の枚数を決めたり、iPadに入っている見本の通りに作ったりしている児童も見られた。今回の風車では、各羽根の大きさを一定にして、ぶれずにスムーズな回転が行えるものの発電特性が高い傾向にあった。そのため、図8や図9のようなペットボトルの形状を生かした風車がよい回転をするという気づきがあった班はよい結果を得られたようである。結果としては、図10に示すように、1回目に製作した風車の発電量に比べて、2回目、3回目に製作した風車の発電量のほうが高い児童が多く

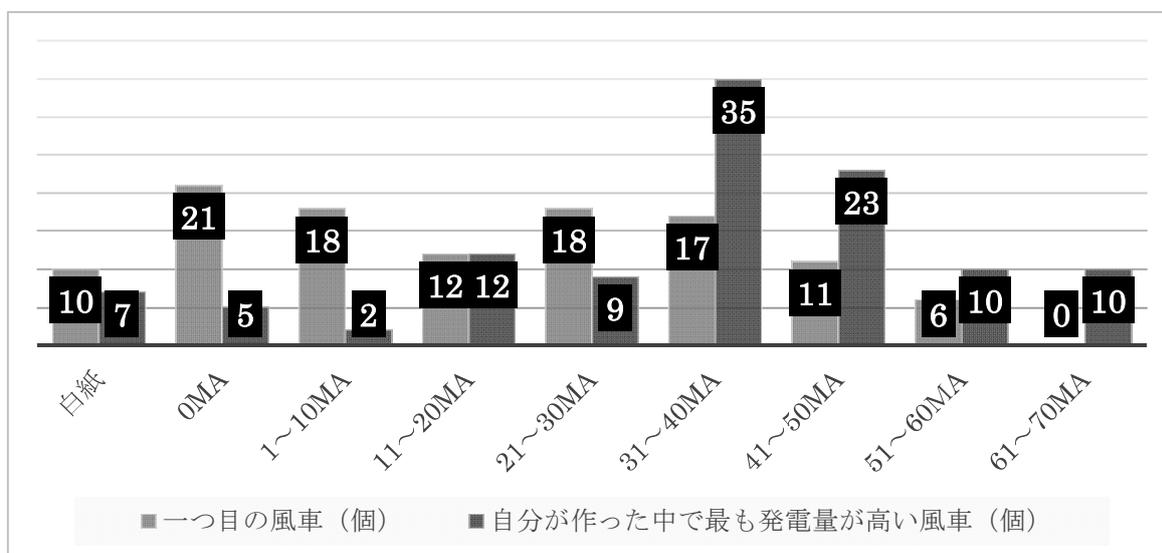


図10 一つ目に作った風車との比較

見られた。この結果から多くの児童が作業を重ねる度に結果を改善していることがわかる。どうすれば風車がよく回るか、すなわち発電特性が改善するかを実践的、体験的な活動を通じて学べたのではないかと考えられる。

5. 結言

本研究では、小学6年生の理科の授業において、風力発電を題材に、ものづくりを取り入れることのできる教材開発を行った。この教材を使った授業実践では多くの児童が最初に作った風車より性能を向上させており、実践的・体験的な活動による学習に効果があったと考えられる。また、授業実践後のアンケートによると、授業はほとんどの児童が楽しいと感じており、主体的に活動できたと考える。今回の内容を楽しいと感じたことが中学校の技術分野に関する興味につながると考えられ、今後は、学習内容の深化と小中学校の関連をより深く検討していくことが課題になる。

謝辞

本研究は、平成25年度教育学部長裁量経費を受けて行われたものであり、教育学部技術教育専修学生 武川翔平氏(現：広島県呉市立阿賀小学校教諭)、森岡渉氏(現：広島県尾道市立吉和小学校教諭)、森央也氏(現：鳥取県小学校講師)が卒業研究として取り組んだ。また、平成25年度附属小学校研究部長今井正宏先生、6年生担任角藤定男先生、金光賢史先生には実践にあたり、多大なご協力を頂いた。ここに記して深謝する。

参考文献

- (1) 文部科学省：小学校学習指導要領解説 理科編、教育図書(2008)
- (2) 文部科学省：中学校学習指導要領解説 技術・家庭編、教育図書(2008)
- (3) 私の実践・私の工夫(理科)「電気の利用」における指導の工夫、啓林館

<http://www.shinko-keirin.co.jp/keirinkan/tea/sho/jissen/rika/201208/index.html> (2014年6月15日アクセス)

- (4) 屋内風力発電キット Windy ECO-101、鈴木楽器

http://www.suzuki-music.co.jp/search/S_001560.html (2014年6月15日アクセス)

- (5) みんなと学ぶ小学理科6年、学校図書(2013)