

太陽エネルギーを使用した教材開発

加藤佑弥*・尾高広昭**

* 恵那市立恵那西中学校 ** 岐阜大学教育学部技術教育講座

Development of Teaching Material Using Solar Energy

Yuya KATO, Hiroaki ODAKA

1. はじめに

現在、日本におけるエネルギー供給の8割以上を占めている石油や石炭、天然ガスなどの化石燃料には資源に限りがある。それに対し、太陽光や太陽熱、水力、風力、バイオマス、地熱などの自然エネルギーは、一度利用しても比較的短期間に再生が可能であり、資源が枯渇しない再生可能エネルギーである。政府の政策は、「新・国家エネルギー戦略(2006)」¹⁾「エネルギー基本計画(2015)」²⁾などにより、再生可能エネルギーは石油等に代わるクリーンなエネルギーとして、今後さらに注目されていくものとして捉えられている。特に「固定価格買取制度(2012)」³⁾などにより、太陽光や太陽熱を源とするエネルギーは各家庭における普及率も高まりさらに技術が発展していくことが予想される。そのような社会において主体的に生きていくためには、進歩する様々な技術を適切に評価し、活用していくことが求められる。

中学校学習指導要領(平成20年告示)解説 技術・家庭編 技術分野で「ウ エネルギー変換に関する技術の適切な評価・活用について考えること」には、「エネルギー変換に関する技術を適切に評価し活用する能力と態度を育成する。」⁴⁾とある。

これらの点を踏まえて、第一にエネルギー変換に関して技術の果たすべき役割は、生徒が実践的・体験的な学習し、興味・関心をもち、日常生活の中でどのように自然エネルギーが活用されているのか考えさせることである。

また、第二にエネルギー変換を技術的な視点から見つめ、その仕組みに興味を持ち、そこにある技術や知識を理解することである。

本研究は、技術教育の視点から自然エネルギーである太陽熱利用に着目し、視覚的にエネルギー変換を理解できる教材・教具を開発した。本教材・教具は学校教育での活用を考え、生徒が環境に配慮したエネルギー変換に興味・関心を高め、評価し活用する能力を育むことが目的である。

2. 技術教育における太陽エネルギーを使用した教材・教具

2.1 太陽エネルギーを利用した社会の現状

太陽エネルギーによる太陽光発電および太陽熱利用について、現在の技術では、住宅用、産業用のどちらにおいても実用的な太陽光発電パネルの変換効率は約15～20%となっている⁵⁾。一方、太陽熱利用に関しては、一概に出力エネルギーを定めることはできないが、社会において多く使用されて

いる太陽熱温水器やソーラーシステムの集熱効率は約 50%となっている⁶⁾。

なお、太陽光発電システムの設置を行なった多くは事業用であったが、2014 年の全国の家庭用における普及率は 6.6%となっている。低い割合であると考えられるかもしれないが、2009 年当時は 1.6%であり、5 年間で約 4 倍に増加しているのである⁷⁾。太陽熱利用に関しては、家庭でも昔から馴染みのある太陽熱温水器が最も多く普及しているシステムである。1980 年代の第 2 次オイルショックの影響を受け石油の代替、省エネルギーを目的として広く普及し、設置台数は年に約 80 万台以上あった。その後、エネルギー価格の低下で販売量が低下し、近年では年に 10 万台の設置台数となり、ピーク時に比べ大幅に減少してきている実態がある⁶⁾。

2.2 市販題材の製作と分析

2.2.1 実験方法

本研究では、エネルギー変換をわかりやすく捉えるため、見て分かるように可視化を目的としている。太陽光エネルギーが熱エネルギーに変換されることを理解するために、ソーラークッカーと呼ばれる反射板の集合体を用いて、水の温度を上昇させ測定した。

実験方法としては、2 種類の市販題材を用いて時系列による（黒色ビニールテープを巻いた 350ml アルミ缶に水 300ml を入れて）水の温度変化を熱電対温度計によって性能実験した。実験時の気温は、実験日順に 10/23:24℃、11/30:18℃、12/1:15℃、12/2:18℃、12/8:15℃、1/13:14℃であった。

2.2.2 パラボラ集光型ソーラークッカーの実験結果

今回使用したパラボラ集光型ソーラークッカーは、(株) ALRight 社製の「ソーラーボイラーのダンパラボ」である（図 1）。

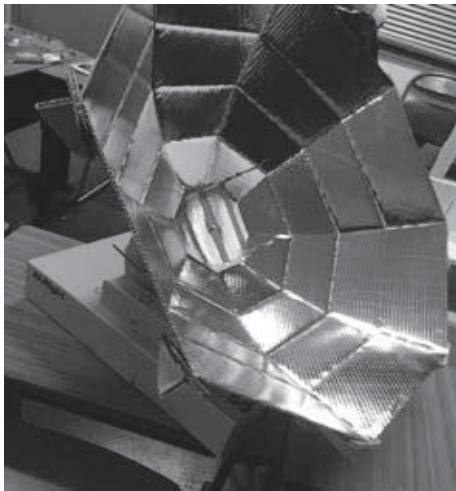


図 1 パラボラ集光型ソーラークッカー

反射させた太陽光を集光しやすくするために、アルミ缶を黒いビニールテープで巻く。水 300ml をアルミ缶に入れ、中央に固定し太陽に向きにあわせ、定期的に水温を測定する。測定した結果を図 2 に示す。

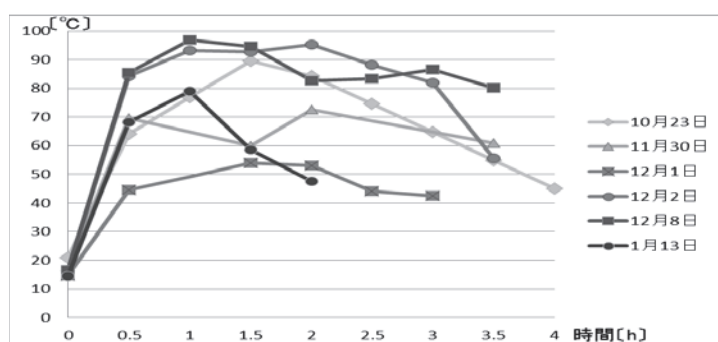


図2 パラボラ集光型の水の温度測定実験

実験結果からこの装置は、条件がそろえば実験開始後短時間で、水温を高熱にまで上昇させることができるものである。実験で測定できた最高温度は、平成27年12月8日の97℃であった。

問題点としては、風の強さや雲の流れなど天候に大きく左右されやすいことである。瞬間的に大きなエネルギーを生み出せるが、集光しているアルミ缶が露出しているため、風で冷やされ温度が下がってしまうことがある。また、太陽の向きに合わせて細かく向きを変えないと平成27年11月30日の結果のように温度が上がるはずのところの下がってしまう。結果として、パラボラ集光型は素早く熱エネルギーを生み出せるが、条件がそろわないと安定した結果を得るのは難しいことがわかる。

2.2.3 パネル集光型ソーラークッカーの実験結果

今回使用したパネル集光型ソーラークッカーは、生活BOX社製造の「エデュクッカー003 改良版ソーラークッカー」である。サイズは1250mm×1250mmの一枚のパネルからできている（図3）。

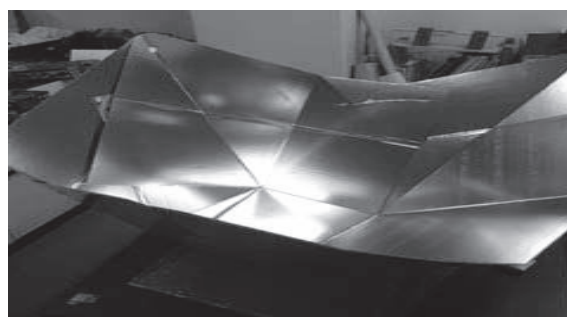


図3 パネル集光型ソーラークッカー

この実験も、パラボラ集光型と同様にアルミ缶に黒いビニールテープを巻き、光が集まりやすくする。水300mlをアルミ缶に入れ、中央に置き太陽に向きにあわせ、定期的に水温を測定する。測定した結果を図4に示す。

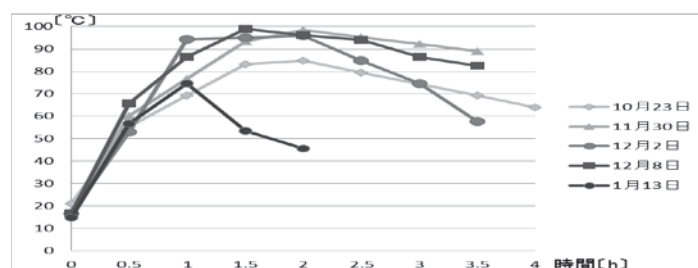


図4 パネル集光型の水の温度測定実験

実験結果から、比較的急激に水温を上昇させることができた。実験で測定できた最高温度は、平成27年12月8日の99℃であった。全体的に、温度がある程度高くなってからその温度を保つように安定的なデータが得られた。問題点としては、一枚のダンボールを折り曲げて製作したものであるため大変風に飛ばされやすく実験データそのものを測定することができなくなってしまうことがあった。また、サイズが大きく、実験をするにも場所をとった。そして、実験に使用したアルミ缶から熱が逃げている可能性がある。

結果として、パネル集光型はある程度安定したデータを取ることが可能である。しかし、耐風構造や放熱防止を考慮すべきことがわかった。

3. 太陽エネルギーを使用した教材・教具と題材開発

3.1 自作ソーラークッカーの製作及び実験結果と分析

市販製品で得た実験結果、分析や改善点などを考慮し、自作のソーラークッカーを製作し、実験を行なう。さらに、市販製品で問題となった点を挙げて改良した。

- ①パラボラ集光型は天候の影響を大きく受ける。
→構造の安易性や実験結果を考慮し、パネル集光型ソーラークッカーを基本のモデルとする。
- ②大きすぎない扱いやすいサイズ
→1250×1250mm²のダンボールのパネル集光型を、1/2 スケールの 625×625mm²に縮小する。
- ③耐風構造
→パネルの底裏に箱を付属させ、飛ばされないような重りを入れられるようにする。
- ④放熱防止
→光は通し、熱は逃がさないように、ペットボトルを切ったものを被せて実験を行なう。

3.2 自作ソーラークッカーの集光部

ダンボールを主な材料とし、中学校技術・家庭科技術分野の題材や教材・教具として、生徒たちが容易に製作できるよう 1/2 スケールとした。製作時の部品図を図5に示す。

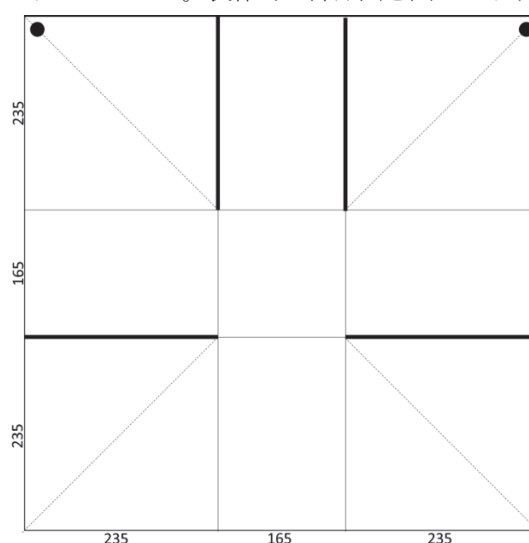


図5 自作ソーラークッカーの部品図

図面のように、ダンボールを切断し、組み立てた（図6）。ここに反射板として機能するように、各面にアルミニウム製のシートを貼り付け、耐風のための重りを入れるための図7の底裏部品を固定して、自作ソーラークッカーを完成した（図8）。

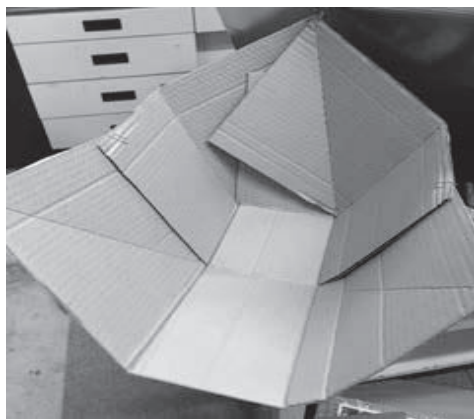


図6 自作ソーラークッカーの組み立て



図7 耐風用の底裏部品

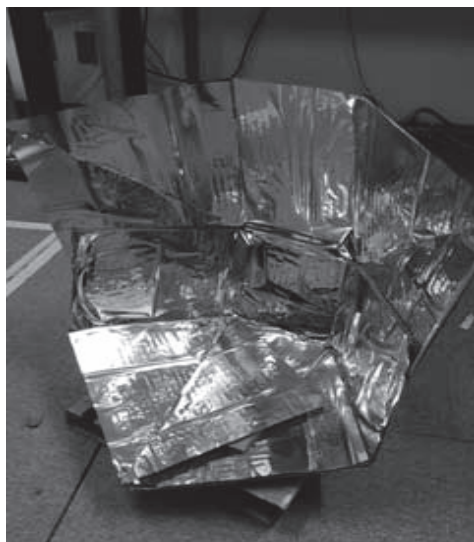


図8 自作ソーラークッカー

なお、放熱防止のためペットボトルで囲み、黒色ビニールテープを巻いた 350ml アルミ缶に水 300ml を入れた（図9）。



図9 アルミ缶の放熱防止

3.3 実験結果と分析

市販題材と同じ方法で、時系列による黒色ビニールテープを巻いた 350ml アルミ缶に水 300ml を入れて、水の温度変化を熱電対温度計によって実験を行なった（図 10）。実験時の気温は、実験日順に 11/30:18℃, 12/1:15℃, 12/2:18℃, 12/8:15℃であった。

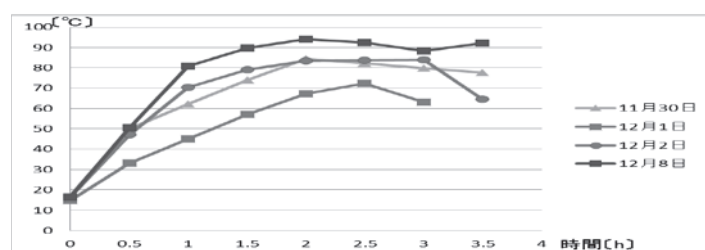


図 10 自作ソーラークッカーの水の温度測定実験

市販のソーラークッカーに比べ急激な温度上昇が起こせるわけではないが、80℃以上の加熱は容易に可能であり、最高温度は平成 27 年 12 月 8 日の 94℃にまで達した。天候の変化にもそこまで敏感ではないため、比較的どの実験データも同じような形のグラフになり安定していた。

水温が 80℃を超えたことから、実際に調理するためのお湯としても使用可能であった。また、水中の菌を殺菌し浄水として使用できる温度が 60℃以上とされているための条件を満たしているため菌の殺菌などの用途での使用も可能である。

問題点としては、反射板の役割を担うアルミシートをすべての面に貼り付ける作業に多少の時間が必要のため、生徒に題材を製作させることを考えると製作部品の工夫が必要であることがわかった。

4. 太陽エネルギーを使用したエネルギー変換に関する学習指導

4.1 評価規準と題材指導計画

エネルギー変換に関する技術を利用した教材・教具を検討していくなかで、現代社会におけるエネルギー利用の現状やエネルギーの変換方法について理解することを目的とし、太陽光エネルギーを利用した教材での授業を構想した。

表 1 に評価規準を示し、表 2 は中学校学習指導要領（平成 20 年告示）解説 技術・家庭編 技術分野の B エネルギー変換に関する技術における授業の題材指導計画である。

表1 評価規準

生活や技術への関心・意欲・態度	生活を工夫し創造する能力	生活の技能	生活や技術についての知識・理解
・エネルギー変換に関する技術に対して興味を持ち、自分たちの生活の中でエネルギー変換がどのように活かされているか考えようすることができる。	・エネルギー変換に関する技術についての知識を生かし、効率のよい変換方法を工夫し考えることができる。 ・現代社会の状況を理解し、そのニーズに合わせたエネルギーの使い方について考えることができる。	・それぞれの機器の基本的な仕組みや構造を理解し適切にしようすることができる。 ・作業をする際には、道具の扱い方に注意し、安全に道具を使用することができる。	・エネルギーを伝達する仕組みや特徴、効率などに関する知識を身につけている。 ・身の回りにあるエネルギー変換には、どのようなものがあるかを知り、それがどのような形で自分たちの生活を支えているのかを理解することができる。

表2 題材指導計画 全9時間

学習内容	授業時数
1.身近なエネルギー変換について	2
2.太陽光発電について	2
3.太陽熱利用について	1
4.太陽熱エネルギーの活用について	3
5.まとめ	1

1.「身近なエネルギー変換について」

身近に存在するエネルギーに目を向けさせ、どのようなエネルギー変換が行なわれているのかを学習する。生活の中で使用している電気・機械など、現在の火力発電や原子力発電などの発電方法にも触れ、エネルギー変換というものがどのようなものかを実感させる。またそのエネルギー変換に伴う環境問題や東日本大震災のような震災が再び起きたときなど、自然エネルギーについて学習する。

2.「太陽光発電について」

現代社会において普及が進んでいる太陽光発電の仕組みについて学習する。現在では家庭にも普及しているが、世界的にはどんな太陽光発電がほかにあるのか、またその変換効率や実用性も学習する。

3.「太陽熱利用について」

太陽光発電の仕組みの学習に続き、太陽熱利用の仕組みについて学習する。現在どんな方法で太陽熱を利用しているのか、また太陽光発電と比較し、その変換効率や実用性について学習する。ソーラークッカーでエネルギー変換を行なっている様子を確認し、知識・理解の定着を図る。

4.「太陽熱エネルギーの活用について」

自分たちの生活の中で、ソーラークッカーで生み出した熱を利用するとしたどうしたらよいかを考えさせ、その活用法を学習する。形状記憶合金を用いて、さらにエネルギー変換を行なうことで動力

として利用することが可能であることを理解する。また、太陽光エネルギーから熱エネルギー、運動エネルギーへとエネルギーが変換されていく過程をきちんと整理し理解する。

5. 「まとめ」

様々な問題を抱えているこの世の中で、自分たちがどのようにエネルギーを利用し、活用していくべきかを考え、その態度と姿勢を養う。

5. まとめ

本研究において、中学校技術・家庭科 技術分野における「エネルギー変換に関する技術」の学習で効果的に使用できる太陽熱エネルギーを利用した教材・教具の開発及びその有効な活用方法についての検討を行った。

まず、市販の機器を使用しそれぞれの利点や課題点を分析したうえで、用途に合わせた工夫を施したり、教材として適した自作題材を製作し分析したりすることができた。また、太陽光エネルギーが熱エネルギーに変わるソーラークッカーを製作したことで、エネルギー変換の様子を視覚的に捉えられることや、自然エネルギーを用いることで資源を使わず地球に優しいエネルギーを生み出せると学習することが可能な教材・教具の開発ができた。

今後、技術教育の熱エネルギーの基礎研究データを礎として、熱エネルギーを運動エネルギーや電気エネルギーへ変換する方法を具体的に提示し、さらにかりやすくエネルギー変換を視覚的にとらえられる教材・教具や題材の開発が目標である。

参考文献

- 1) 経済産業省：新・国家エネルギー戦略（2006）
www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/sokai/pdf/006_06_02.pdf（最終アクセス 2019 年 1 月 5 日）
- 2) 経済産業省：エネルギー基本計画（2015）
http://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/140411.pdf
（最終アクセス 2019 年 1 月 5 日）
- 3) 経済産業省：なっとく！再生可能エネルギー 固定価格買取制度（2012）
www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saiene/kaitori/index.html
（最終アクセス 2019 年 1 月 6 日）
- 4) 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）
- 5) 太陽光発電総合情報：エコライフ（2014）
standard-project.net/solar/（最終アクセス 2019 年 1 月 6 日）
- 6) 経済産業省：太陽熱業界における取り組みと課題について（2000）
www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g00714ej.pdf（最終アクセス 2019 年 1 月 6 日）
- 7) 総務省統計局：平成 26 年全国消費実態調査 太陽光発電システムの普及率（2014）
www.stat.go.jp/data/zensho/2014/index.htm
（最終アクセス 2019 年 1 月 6 日）