

技術科教育における給湯機器を用いたエネルギー教育に関する研究

Study for Energy Education using by the Hot-Water Supply Equipment in Technology Education

山口聡* 藤本 登**

Akira YAMAGUCHI and Noboru FUJIMOTO

*Osa Junior High School

**Department of Education, Nagasaki University

EC 及び LCA の概念形成をすることで、適切なエネルギー消費機器の選択ができる能力の育成を図るために、給湯機器を用いた授業実践を行った。その結果、給湯方法を EC 及び LCA の観点から実験的に評価させることは、エネルギーや環境問題に対する興味・関心を高め、適切なエネルギー消費機器を選択できる力を育成できることが分かった。

キーワード：技術教育、環境教育、エネルギー効率、LCA、EC、給湯器

1 緒言

近年、地球温暖化が引き起こす様々な環境問題に対して、種々の対策が検討・実施されているが、その要因の1つである家庭における二酸化炭素（以降 CO₂ と称す）排出量は、年々増加する傾向にあることから、各教科での関連学習の重要性が増している。従来、中学校技術・家庭科（技術領域）（以降、技術科と略す）では、有川ら¹⁾が電気領域の「電熱機器」を用いた効率の概念学習の検討や、山本ら²⁾による太陽電池を用いたエネルギーの概念学習などが行われ、一定の成果が認められている。

一方、近年のエネルギーシステム等の環境負荷を評価する手法として、Energy Chain（以降、EC と略す）や Life Cycle Assessment（以降、LCA と略す）がある。EC は、エネルギー資源の採掘（一次エネルギー）から、最終エネルギー負荷に至るエネルギーの流れを定義することで、エネルギーを利用する側の最終的な便益に対し、どのエネルギー源が最もエネルギー消費量や CO₂ 排出量が少ないかを評価する手法である。また、LCA とは、製品が環境に与える影響を素材の製造から廃棄物処理に至るまでの製品ライフサイクル全般で評価する手法である。従って、ライフサイクルのどこに、律速のプロセスがあるかを見出し、その対策を検討することができる。これらの評価概念は、技術科教育において、ものづくりと環境を結びつける概念であり、社会生活での技術利用を考えた場合にも求められる考え方である。

そこで、本研究では、EC や LCA の概念の導入や給湯機器を構成する機械要素を学習する取り組みから、熱効率を意識させることで、適切なエネルギー消費機器を選択できる力の育成を目指した授業を考案・実践し、その指導法の有効性や問題点を明らかにした。

2 事前調査及び授業計画

本研究は、福岡県にある D 中学校第 2 学年 91 名（3 クラス）を対象に行った。以下に、①エネルギーや環境に対する意識調査、②給湯に関する調査、③授業計画、④授業で用いる実験装置について述べる。

2.1 エネルギーや環境に対する意識調査

図 1 及び図 2 に、エネルギーや環境に関する学習状況及びエネルギーや環境を意識している生徒の割合を示す。図 1 より、生徒のエネルギーや環境に関する学習は、どの項目も 50%以上であることが分かる。しかし、図 2 に見られるように、エネルギーや環境に関する質問に対して、「思う」と回答した生徒が少ないことから、日常生活において、省エネルギーを意識していない生徒が多いこ

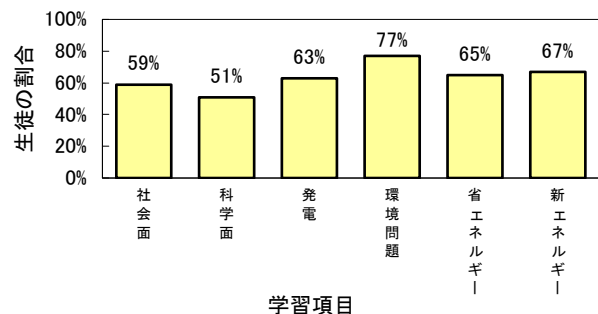


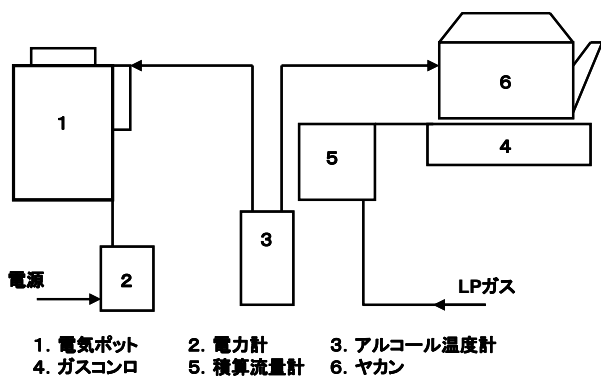
図 1 エネルギーや環境に関する学習状況

(2005 年 6 月 30 日 受付, 月 日受理)

*福岡市立日佐中学校

**長崎大学教育学部

2005 年 8 月 第 48 回全国大会に発表



1. 電気ポット 2. 電力計 3. アルコール温度計
4. ガスコンロ 5. 積算流量計 6. ヤカン

図4 実験装置の概略

まず、電気ポット1は、ワットアワーメータ2で消費電力量を測定する。また、電気ポット内にアルコール温度計3を差し込み、温度を測定する。次にガスコンロ4は、積算流量計5で消費ガス量を測定する。また、ヤカン6内に赤液棒状温度計3を差し込み、温度を測定する。なお、実験では、2Lの水道水(水温は8~10℃)を90℃まで加熱した。

3. 授業実践及び考察

第1次から第4次における授業の実践結果及び考察を以下に示す。

①第1次(生活とエネルギー)

家庭用電化製品の想起及び分類では、意欲的にグループ作業を行っていた。これは、授業中の様子や授業後の感想文で、「楽しかった」、「驚いた」などの意欲・関心を示した生徒が70%程度であったことから分かる。しかし、その作業に予定よりも時間が掛かり、まとめの時間を十分に取ることができなかつたため、授業後の感想文で、エネルギー変換に関心を示した生徒は20%程度にとどまった。なお、テレビについては、テレビを点けるエネルギー源は電気、テレビから情報を得る(見る)エネルギー源は光と区別した。

②第2次(電気やガスを熱に変換するしくみ)

まず、電気を熱に変換するしくみを学習させるため、図5に示すような教材(ニクロム線と導線の単線を端子間に張り、1.5V電圧を印加して加熱し、ろうそくの溶け具合を比較)を用い、実験を行った。その結果、すべてのクラスでニクロム線上のろうそくだけが溶融した。次に、ガスから燃焼熱を取り出すしくみを学習させるため、簡易ガスコンロ及びライターの着火時及び燃焼の様子を観察させた。その際、ガスが燃えるために必要な要素を考察させたところ、平均91%の生徒が正解を示した。

以上の学習成果を確認するため、事後テストで電気-熱変換のしくみ及びガスから燃焼熱を取り出すしくみに関して確認した。その結果、電気-熱変換のしくみを理解できた生徒は61%であり、ガスから燃焼熱を取り出す

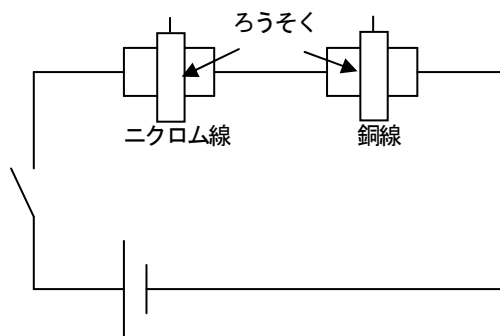


図5 実験装置の概略

表2 換算係数

	エネルギー消費量(kcal)	金額(円)	CO ₂ 排出原単位(kg-CO ₂)
電気	消費電力量(kWh) × 864	消費電力量(kWh) × 23	消費電力量(kWh) × 0.36
ガス	消費ガス量(m ³) × 24000	消費ガス量(m ³) × 280	消費ガス量(m ³) × 6.3

表3 実験結果及び換算結果

	使用機器	消費エネルギー	使用料金	CO ₂ 換算量	効率
		(kcal)	(円)	(g-CO ₂)	(%)
1組	電気ポット	208	5.5	87	76.7
	ガスコンロ	408	4.8	107	39.2
	ガス給湯器	229	2.7	60	69.7
2組	電気ポット	163	4.3	68	97.9
	ガスコンロ	348	4.1	91	45.9
	ガス給湯器	196	2.3	51	81.7
3組	電気ポット	168	4.5	70	95.3
	ガスコンロ	353	4.1	93	45.3
	ガス給湯器	198	2.3	52	80.6

しくみを理解できた生徒は80%であった。また、感想文では、学習内容に関して「驚いた」、「日頃使っているガスコンロについて知れてよかった」などの興味示した生徒が平均41%であった。

以上より、電気-熱変換やガスから燃焼熱を取り出す仕組みを実験や観察から考察させることは、それらに関する知識・理解及び興味・関心を高めるのに有効である。

③第3次(給湯時のエネルギー利用の評価)

まず、使用エネルギー、CO₂排出量、使用料金及び時間に関して、電気ポット、ガスコンロ及びガス給湯器の内、最も効率の良い給湯方法がどれであるかそれぞれ予想させたが、日常生活でのエネルギーや環境に対する意識が低いいためか、全てのクラスで既存知識と正当性に関連性は得られなかつた。次に、電気ポット及びガスコンロについて、消費電力量及びガス量、時間の測定実験を行い、その結果を基に使用エネルギー量、CO₂排出量、使用料金を表2を用いて換算させた。表3にその結果の例を示す。なお、ガス給湯器に関しては、設置の関係から授業中の計測が困難であったため、省エネルギーセンターが算出した結果(20℃の水1Lを100℃にするのに必要な熱量はガスコンロの場合178kcal、給湯器の場合100kcal、各々の熱効率は45、80%で試算)を用いている⁵⁾。表より、同一温度(90℃)までの使用エネルギー

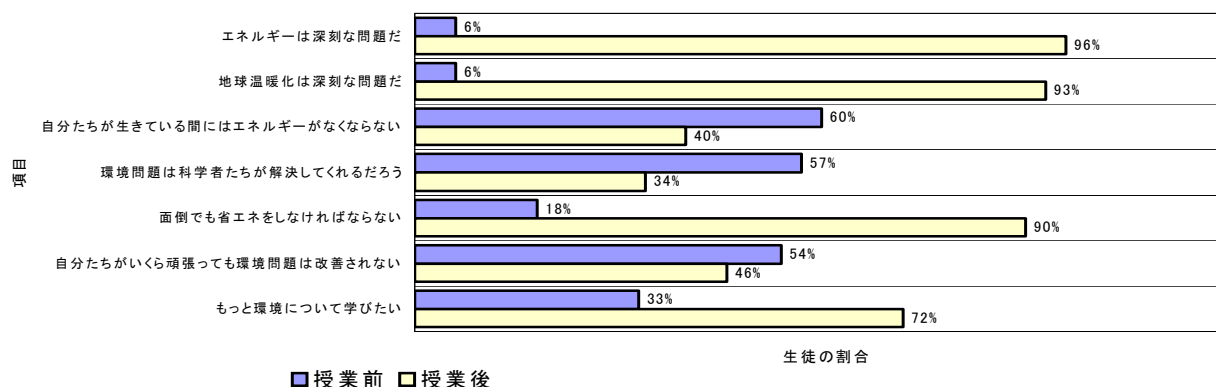


図6 授業前後での環境やエネルギーに関する授業前後での変化

量が最も少なかった機器は、電気ポットであった。この後、発電効率について確認させ、先の結果を再考察させたところ、ほぼ全員が最も効率の良い給湯方法にガス給湯器を選択した。なお、電気ポットの効率が1組で低い理由は、温度計測に伴うふたの開閉が多かったためであり、2組と3組では平均的な熱効率率90%より高く、測定誤差が大きいことが分かる。

以上の授業成果を確認するため、事後テストでエネルギー効率や環境を考慮した給湯方法を選択させた。その結果、電気ポット、ガスコンロ、ガス給湯器を選択した生徒は各々10、2、88%であった。また、図6にエネルギー及び環境に関する授業前後での意識の比較を示す。図より、それぞれの設問に対して適切な回答を選択した生徒の割合が授業前と比較して授業後に大幅に増加していることが分かる。

以上より、給湯方法をEC及びLCAの観点から体験的に評価させることは、エネルギーや環境問題に対する興味・関心を高めるのに有効であると考えられる。

④第4次（熱効率を高める技術）

まず、第3次の実験結果からガス給湯器の使用エネルギー量及び時間がガスコンロのそれと比較して効率良い理由を考察させた。その際、「ガス給湯器はすぐお湯がでるから」、「炎の勢いが違うため」などの答えが出たが、効率を高める技術について説明している生徒はいなかった。そこで、ガス給湯器を分解し、各機械要素の働きを観察させ後、熱交換器について説明を行い、フィンの働きを形状から考察させた。その後、熱効率を高める技術について説明させたところ、全てのクラスで80%程度の生徒が正しい理解を示した。

以上の授業成果を確認するために、事後テストで熱交換器及びフィンの働きを説明させた結果、それらの正解率は95%程度であった。しかし、家庭用電化製品の中から熱交換器を利用した機器を選択させたところ、図7に示すように、温度を上げる機械であるガス給湯器を選択した生徒と比較して、主として温度を下げる機械である

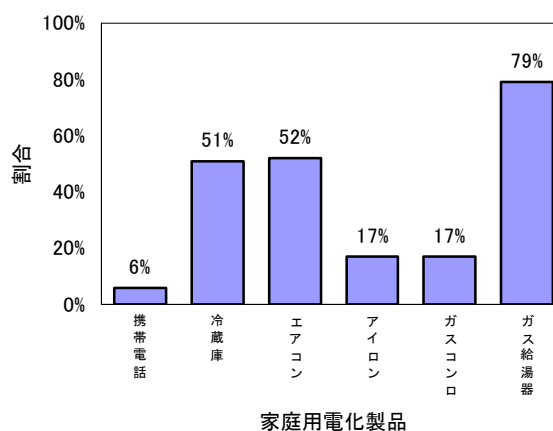


図7 熱交換器を利用している機器の選択結果

冷蔵庫及びエアコンを選択した生徒は少なかった。これは、熱交換器が伝熱面の表面積を大きくすることで、伝熱効率を上げているという概念が十分に形成されていないためと考える。

以上より、熱交換器を利用している機器を分解させ、エネルギーの流れを確認させることは、熱交換器の働き及びフィンの存在を認識させるのには有効であるが、熱交換器の概念を形成させるためには、他の教材を提示するか、その構造図から説明することが必要であると分かった。

4. 結言

本研究では、EC及びLCAの概念形成をすることで、適切なエネルギー消費機器の選択ができる能力の育成を図るために、給湯機器を用いた授業実践を行い、以下の結論を得た。

- (1) 給湯方法をEC及びLCAの観点から実験的に評価させることは、エネルギーや環境問題に対する興味・関心を高め、適切なエネルギー消費機器を選択できる力を育成できる。
- (2) ガス給湯器を分解させることは、熱交換器とフィン

の働きを理解させるのに有効である。

- (3) エネルギー変換やエネルギー効率に関する知識を定着させるために、各授業におけるまとめの時間を十分に確保する必要がある。
- (4) 熱交換器の伝熱面の表面積を大きくすることで、伝熱効率を上げているという概念を形成させる場合は、数種類の家庭用電化製品を教材として用いる必要がある。

本研究では、個々のエネルギー消費機器の効率よりも、エネルギーの製造から消費まで含めた総合効率に焦点を当てることで、機器選択には様々な視点があることを生徒に理解させることに主眼をおいたが、学習プロセスと生徒の概念形成の関連性を見出すまでには至っていない。今後、このような関連性を明らかにする研究を行うと共に、従来からあるエネルギー自給率やエネルギー効率等の関連授業と本研究内容を比較し、授業実践の内容がエネルギーや環境問題に対する意識や知識、実践行動にどのように影響を与えるか検討したいと考えている。

謝辞

本研究の一部は、北部九州エネルギー環境教育研究会の助成を受けた。ここに記し、謝意を表す。

参考文献

- 1) 有川誠, 技術科における効率の概念学習の授業実践, 日本産業技術教育学会誌第 35 巻第 2 号, (1993), 135-139.
- 2) 山本利一ら, 太陽光発電を学習する教具の開発, 日本産業技術教育学会誌第 40 巻第 3 号, (1998), 147-153.
- 3) 齋川路之ら, エネルギーチェーンの新しい概念と評価手法の提案, 電力中央研究所報告, 研究報告 W03006, (2004).
- 4) 社団法人産業環境管理協会, 「LCA 実務入門」 LCA 実務入門編集委員会編集, (1998), 9-55.
- 5) 省エネルギーセンター, 第二版【家庭の省エネ】大事典, (2001). 14

Abstract

This research designed, practiced the class which aimed at the promotion of power which was able to select an appropriate energy consumption equipment by considering thermal efficiency from the approach which studied the machine element which composed the introduction of the concept of Energy Chain and Life Cycle Assessment and the equipment of supplying hot water, and clarified the effectiveness of the guidance method and the problem. As a result, effective to be able to improve the interest and the concern for energy and environmental problems, and to make working of the heat exchanger and the fin understood this guidance method was clarified.

Keywords: Technology Education, Environmental Education, Energy Efficiency, Life Cycle Assessment, Energy Chain, Hot-Water Supply Equipment