愛媛大学教育学部紀要　教育科学　第47巻　第２号　167～177　2001

発電所モデル教材を用いたエネルギー教育に関する研究*

山　﨑　博　司・森　　慎之助・本　田　公　敏*1
（技術教育講座）

（平成12年10月19日受理）

A Study on Energy Education using by a Model Power Station

Hiroshi YAMASAKI, Shinnosuke MORI and Kimitoshi HONDA

１．はじめに

現代社会における生活の豊かさと便利さの多くは，科学技術の進歩と大量のエネルギー消費により支えられており，そのエネルギー源は，主として化石燃料に依存している。現在の我が国においても一次エネルギー総供給の約６割は化石燃料に依存しており，この化石燃料を原料用（13.9%），熱源用（53.1%），動力用（13.3%）として，生活の様々な場面で使用している(1)。このエネルギー消費の増大は，地球温暖化など地球全体の環境にまで影響を及ぼし，人類の未来を左右する規模にまで達している。その一方で，近未来におけるエネルギー問題に関しては，解決策が確約されるに至っていない。このようにエネルギー問題が急浮上しているなか，社会情勢のさまざまな分野での急激な変革に対応する形で，平成10年12月に中学校学習指導要領の全面的な改訂が行われた。中学校技術・家庭科では，従来の11領域から「技術分野」「家庭分野」の２分野に再編され，技術分野の目標の中に「エネルギー利用」に関する記述が明記され，かつ内容の中には「エネルギーの変換方法や力の伝達の仕組み」を知ることについての指摘がなされている(2)(3)。

現在実施されている学習指導要領では，エネルギー利用に関しては，「機械」領域の中で内燃機関，「電気」領域では電動機を題材として，その仕組みを履修させると記されるにとどまっており，従来の指導要領に基づいた場合，エネルギー変換は，飛び上がるピンポン玉などを観察させて理解させようと試みた研究(4)(5)等，自動車用内燃機関を主体として指導されることが主流であった。また近年では，大倉ら(6)(7)，福島ら(8)，三原ら(9)によってエネルギー変

---

*　日本産業技術教育学会　第14回　四国支部大会講演会において講演
*1　現在，松山市立余土中学校

換を教示するための教材が検討されている。しかしながら，これらの研究は，いずれも，内燃機関やスターリングエンジンを用いたものや既往の燃焼器の改善にとどまったものであり，新しい学習指導要領の「A　技術とものづくり　(1)イ」　に記されている「技術と環境・エネルギー・資源との関係について知る」という内容に沿い，現代社会が抱えるエネルギー問題とエネルギー変換技術とを関連付けながら教えていくための教材として十分なものとは考えられない。

朝井[10]，藤木ら[11]，小川ら[12]，河野ら[13]は，中学校技術科の領域再編に関する検討のなかで，エネルギー問題の重要性を指摘し，エネルギー変換を技術的な面だけでなく，資源，経済，環境面などと関連付けながら教示する必要性を指摘している。筆者らの一部は，同様な観点からエネルギー危機，環境問題への興味・関心を持たせる教材として，生徒の生活に密着したエネルギー変換システムとしての発電所に着目して火力発電所のモデル教材を開発し，その性能の検討を行ってきた[14]。本研究は，新しく開発した発電所モデル教材を用いて授業実践を行い，エネルギー問題に関する生徒の意識とその変化を把握して，本教材の教育効果を検討することを目的としたものである。授業対象は愛媛大学教育学部附属中学校３年生79名であり，実施時期は平成９年11月である。当該３年生は以前にエネルギー変換に関する授業を全く受けておらず，また「機械」領域の導入段階での授業であることを考え合わせると，エネルギー変換に関する知識はほとんど与えられていないと考えられる。一方，環境問題やエネルギー危機が注目されている現在，TV や新聞により，エネルギー変換に関する知識を得ていることが考えられる。そこで，事前にエネルギー変換に関する意識調査を行い，その結果に基づいて学習指導案を作成することとした。授業実践は，「機械」領域の題材「エネルギー変換と機械のしくみ」の中で，単元「エネルギーと原動機」について行い，授業終了後に，生徒のエネルギー変換に対する意識および知識の変化を把握するためのテスト形式の調査を行って，本教材の有効性を検討した。

２．意識調査

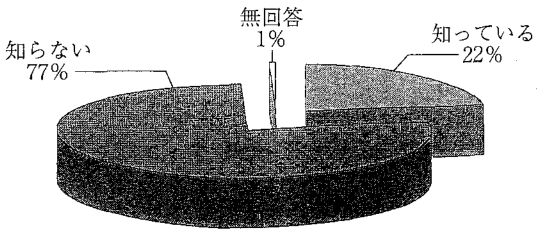
授業実践を行うにあたり，生徒がエネルギー変換等に関し，どの程度の知識を有しているかを調べるため，愛媛大学教育学部附属中学校３年生全員157名を対象とし，意識調査を行った。回収率は98.0％であった。

２．１　調査内容

調査は６項目からなり，エネルギー変換及び関連項目についての認知の有無および知識の内容に関するものである。設問(1)，(2)，(3)，(6)では，それぞれ「エネルギー変換」，「火力発電所のしくみ」，「外燃機関」，「内燃機関」という言葉の認知の有無を調べ，設問(1)，(3)，(6)においては，「知っている」と答えた場合の小設問においてその内容を記述させた。設問(4)，(5)は燃焼に関する設問であり，液体燃料および混合気を燃焼させた場合について記述させた。

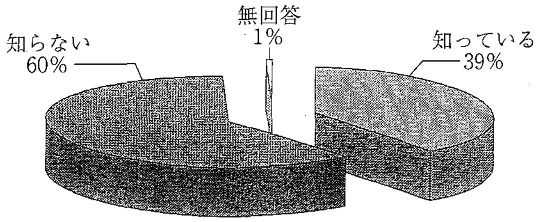
２．２　回答結果及び考察

図１は設問(1)に対する回答結果である。「エネルギー変換」という言葉については，「知らない」と答えた生徒が全体の77％であり，「知っている」と答えた生徒が22％であった。しかし



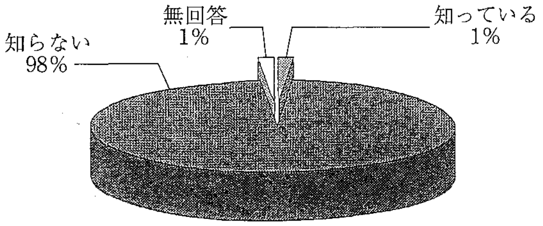
質問「今までにエネルギー変換という言葉を聞いたことがありますか。」

図1　エネルギー変換についての認知



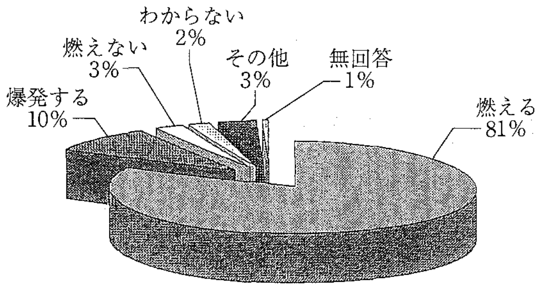
質問「火力発電所の仕組みを知っていますか。」

図2　火力発電所の仕組みについての認知



質問「外燃機関という言葉を知っていますか。」

図3　外燃機関についての認知



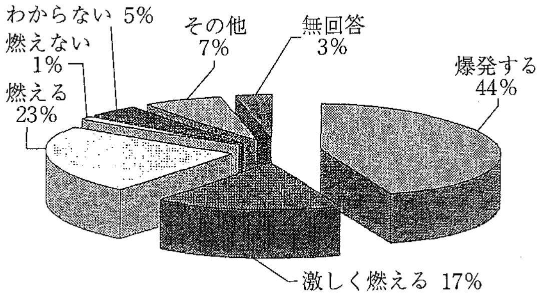
質問「液体燃料（ガソリン etc）に火をつけるとどうなると思いますか。」

図4　液体燃料の燃焼過程に関する知識

ながら，「エネルギー変換」という言葉について知っている生徒のほとんどが，その内容については「言葉だけ知っている」と記入しており，１名の生徒が「何かを燃焼するなどによってエネルギーに変える。エネルギーを他のエネルギーに変える」と記述しているにとどまっている。これより生徒のエネルギー変換という言葉に関する知識はほとんどなく，また内容を理解している生徒もほとんどいないことがわかる。

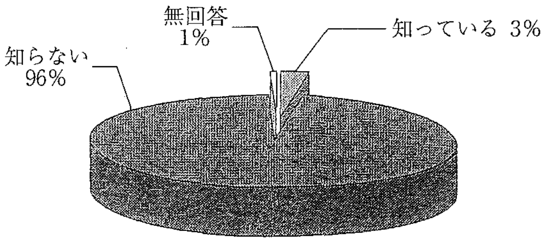
図２に「火力発電所の仕組み」についての回答結果を示す。「火力発電所の仕組み」を知っていると回答した生徒は，全体の39%と比較的多いことがわかる。図３は「外燃機関」についての回答結果であり，「外燃機関」という言葉を知らない生徒が98%であった。外燃機関という言葉を知っている生徒は１名のみであり，「蒸気の力でものを動かす」と回答した。これらの結果から，約４割の生徒が，火力発電所の仕組みを知っている回答しているのに対し，それらを含めてほとんど生徒が，火力発電所が大規模な外燃機関であることを知らないことがわかる。

図４は液体燃料の燃焼に関する回答結果である。「燃える」，「爆発する」，「燃えない」，「わからない」，「その他」，「無回答」はそれぞれ81%，10%，３%，２%，３%，１%であった。その他の回答として「危ない」，「とんでいく」などがあった。図５は，混合気を燃焼させた場合についての回答結果である。「爆発する」，「激しく燃える」，「燃える」，「燃えない」，「わからない」，「その他」，「無回答」はそれぞれ44%，17%，23%，１%，５%，７%，３%であった。その他の回答として「破裂する」，「少し危険になる」などのようなものがあった。これら



質問「液体燃料（ガソリン etc）を空気と混ぜ合わせ，火をつけるとどうなると思いますか。」

図5　混合気の燃焼過程に関する知識



質問「内燃機関という言葉を知っていますか。」

図6　内燃機関についての認知

の結果から，液体燃料の燃焼については8割の生徒が正しい知識を有していることがわかる。また混合気とした場合の燃焼過程についても4割が「爆発」としており，「燃焼が激しくなる」と記入した生徒をあわせると71％である。混合気とした場合の燃焼過程についても正しい認識がなされていることがわかる。すなわち熱エネルギー変換において多く用いられている燃料の燃焼現象については，液体燃料の液面燃焼や混合気の急速燃焼について7割以上の生徒に正しい知識が形成されていることがわかる。

図6は設問(6)についての回答結果である。「内燃機関」という言葉を知らない生徒が全体の96％と外燃機関の場合とほぼ同様の結果であった。「内燃機関」という言葉を知っているとした生徒は3％であるが，その小設問の記述では「エンジンのこと，汽車の仕組みと同じようなものなど」と回答しており，一部では正しい認識がなされていないことがわかる。

表1　「機械」領域の指導計画

1．エネルギーと原動機（本時）	2	5．内燃機械の仕組み	20
(1)エネルギーの種類	(1)	(1)4サイクルガソリン機関の概要	(1)
(2)原動機の種類	(1)	(2)燃料系統	(2)
		(3)機関主部	(2)
2．機械の仕組み	6	(4)吸，排気系統	(2)
(1)機械の構成	(1)	(5)冷却系統	(1)
(2)回転運動を伝える機構	(1)	(6)潤滑系統	(1)
(3)リンク装置	(2)	(7)その他の装置	(1)
(4)カム装置	(1)	(8)出力と効率	(2)
(5)機械要素と機械材料	(1)	(9)2サイクルガソリン機関	(1)
		(10)ディーゼルエンジン	(2)
3．自転車の仕組みと整備	4	(11)ロータリーエンジン	(1)
(1)運動伝達の仕組み	(1)	(12)ガスタービン	(1)
(2)機械要素の特徴と動き	(2)	(13)ターボジェット	(1)
(3)機械材料と特徴	(1)	(14)ロケット	(1)
		(15)その他の機関	(1)
4．動く模型の構想	2		
(1)構想，材料	(1)	6．機械と生活	1
(2)設計	(1)		

3．実践授業

「機械」領域のなかで，エネルギー変換の内容を教えるとともに，発電所モデル教材が活用できるような指導計画を作成した。作成した指導計画を表1に示す。指導計画は，従来の「機械」領域で主に教えられてきた「機構」との関連を考慮し，導入部分としてエネルギー変換に関する指導項目を組み込み，全35時間として立案したものである。

3．1　学習指導案

発電所モデル教材を用いた授業は，「機械」領域の項目2．題材「エネルギー変換と機械の仕組み」の単元「エネルギーと原動機」において行った。本授業の学習指導案を表2に示す。授業時間は2時限（100分）である。本授業においては，エネルギー変換機器を原動機の一例としてあげ，生徒のエネルギーおよび機関に対する概念や認知の形成を主眼として，授業を進行させる。1時限目では，火力発電所モデルを動力を発生させる原動機の一例としてとらえさせることで，エネルギー変換技術の種類を理解させることを目的とした。2時限目は，火力発電所モデルおよび「ミニゴールドスチームカー」を外燃機関として，また同時に内燃機関の補助教材を提示して，両者の構造および各部の働きの相違を認識させてエネルギー変換技術の理解を深めさせる。授業実践を円滑に進めるために，ワークシートを用意した。ワークシートは学習指導案に沿った内容で，外燃機関および内燃機関の仕組み，エネルギー源の種類，機関の構造・原理などを流れ図や空欄，表作成を通して，理解，確認させるよう配慮した。またOHPやVTRなどの視覚教材を用いて，効率的かつ視覚的な授業実践となるよう配慮した。

3．2　アンケート調査内容

授業終了時に行ったアンケート調査はテスト形式であり，7項目からなる。設問(1)，(3)および(4)，(5)は，外燃機関および内燃機関の構造と原理の理解を知ることを目的として，空欄への語句記入方式にて単語を記入させ，その正答率を求めた。設問(2)では，エネルギー源の種類を，個数を限定せず，記述方式にて記入させ，授業時間内に教示した内容の定着度およびその他のエネルギー源についての知識を調べた。設問(4)では内燃機関の原理，構造に加え，熱エネルギーの仕事，内燃機関内での混合気の燃焼に関する知識の定着度を知ることを目的として，記述方式で記入させた。

設問(6)は，授業に用いた教材の仕組みおよび各機関の原理の理解度を，生徒がどのように評価しているか定量的に調べることを目的として，「非常によくわかった」～「全くわからなかった」の4段階で記入させ，また設問(7)では，教材及びエネルギー変換に関する生徒の興味・関心を定量化することを目的として，「非常に興味がわいた」～「嫌になった」の4段階で記入させた。

3．3　調査結果及び考察

調査対象は授業実践に出席した生徒79名であり，回収率は94.9%であった。図7に「外燃機関におけるエネルギー変換過程の理解度」に関する結果を示す。正答率は4/4，3/4，2/4，1/4，0/4としてそれぞれ82%，17%，1%，0%，0%であり，全問正答した生徒が8割を占

表２ 授業実践の学習指導案

学習課題	外燃機関と内燃機関を区別しよう。				
学習目標	○自然界のエネルギーを動力に変換する仕組みがわかる。 ○外燃機関と内燃機関の違いがわかる。				
学習内容	時間	学習活動 わかる	考える	実践する	一人一人を生かす手だて （◎ 評価）
1．学習課題を確認する。 (1)原動機の仕組みについて理解する。	5	学習課題を確認する		用意したOHPを見る	○本時の課題を確認させる。 ○原動機は自然界のエネルギーを利用しているものだと理解させるためにいろいろな資料を提示する。 ◎エネルギーの移り変わりに興味が持てたか。
2．エネルギー変換の仕組みを考える。	10	自然界のエネルギーを動力に変換する仕組みがわかる	どのようにして自然界のエネルギーを動力に変えているか考える		
3．課題を解決する。 (1)蒸気機関の仕組みを理解する。	25			ミニゴールドスチームカーを見る	○演示の際は安全に十分気をつける。
			ミニゴールドスチームカーの仕組みを調べる		○ミニゴールドスチームカーを利用して蒸気の力でピストンを動かしていることに気づかせる。
		ミニゴールドスチームカーの仕組みがわかる		ミニゴールドスチームカーをもう一度見る	○ミニゴールドスチームカーはピストンの外からエネルギーが送られていることに気づかせる。 ○熱エネルギーが電気エネルギーに変換していることに気づかせる。
(2)発電所の仕組みを理解する。	10			発電所モデル教材を見る	○火力発電所の概略図を見せる。（OHP）
				発電所モデル教材の概略図を見る	○水を蒸気に変え仕事をさせるものが外燃機関だと認識させる。
(3)外燃機関の原理を理解する。	10	外燃機関の原理がわかる			◎外燃機関の原理が理解できているか。 ○燃料だけを燃やし，混合気にするとどう燃えるか考えさせる。
(4)燃焼の違いを理解する。	5			燃料が燃えているのを見る	○安全面には十分配慮する。
			気化した燃料と空気を混ぜたものに火をつけるとどうなるか考える		
	10			燃焼器を見る	○燃焼器は混合気が燃焼していることに気づかせる。 ○燃焼器はシリンダー内で燃焼していることに気づかせる。
(5)内燃機関の原理を理解する。		内燃機関の原理がわかる		燃焼器の概略図を見る	○燃焼器の概略図を見せる。（OHP） ◎内燃機関の原理が理解できているか。
4．学習のまとめをする。 (1)機関の種類を理解する。	5	内燃機関と外燃機関の違いがわかる		アンケートを書く	◎内燃機関と外燃機関の区別ができているか。 ○アンケートを書かすことによりエネルギー変換についての意識の変化や知識の定着を調べる。
(2)アンケートを書く。	15			本時の評価をする	○日常生活で私用されている内燃機関の例を知らせる。（OHP, VTR）
			次時の課題を考える		
5．次時の課題を見つける。	5	次時の課題がわかる			○本時の課題をもとに次時の課題を見つけさせる。
評価に関すること	（意欲） エネルギー変換の原理に興味がもてたか。 （知識） 内燃機関と外燃機関の原理は理解できたか。				

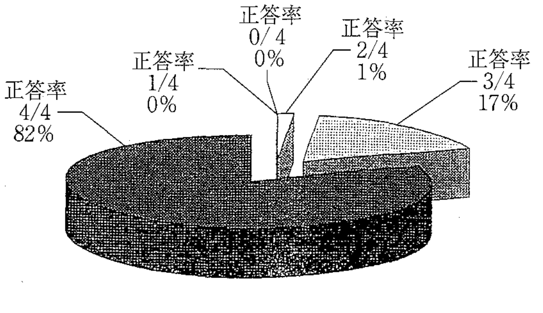


図7　外燃機関におけるエネルギー変換過程の理解度

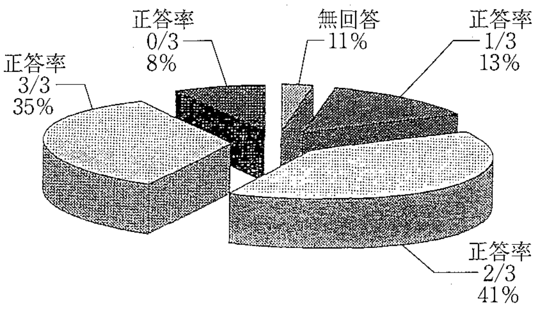


図8　外燃機関の原理の理解度

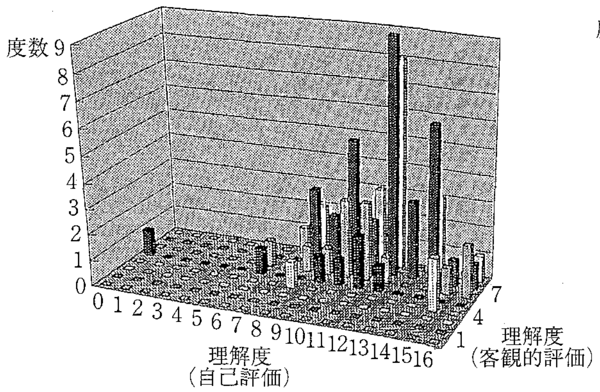


図9　自己評価（理解度）と客観的評価（理解度）の相関（外燃機関）

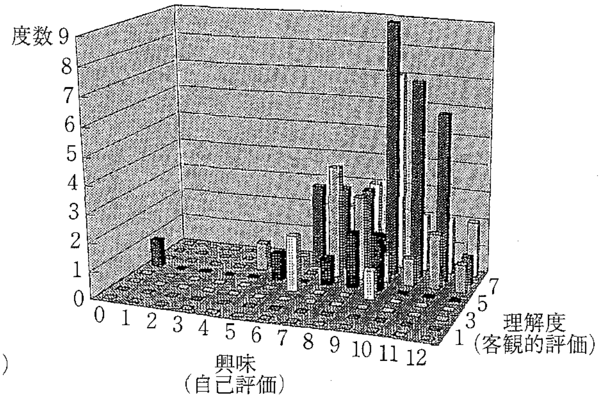


図10　自己評価（興味・関心）と客観的評価（理解度）の相関（外燃機関）

めており，またほぼ全員が4問中3問以上の正答している。この結果より，ここで使用した外燃機関に関する教材は，そのエネルギー変換の過程を示すうえでは非常に有効であることがわかる。図8は「外燃機関の原理の理解度」に関する回答結果である。正答率は3/3，2/3，1/3，0/3としてそれぞれ35%，41%，13%，8%であった。無回答は11%であった。全問正答している生徒数は，エネルギー変換過程の理解が82%に対して，原理の理解では35%と低く，「変換の原理」という概念部分については，生徒への定着がやや難しいことがわかる。すなわち外燃機関の構造や教材を用いての教示などにより，変換過程の理解は容易であるが，その概念の理解については容易ではないことがわかる。

図9は，外燃機関における理解の自己評価と客観的評価の相関図である。理解の客観的評価はアンケートの設問(1)および(3)の結果を集計したものであり，理解の自己評価は，設問(6)における自己評価の合計である。縦軸は度数である。外燃機関の理解に対する客観的評価は6/7及び7/7に集中して高く，自己評価は7/16～16/16の範囲に広く分布していることがわかる。この結果から，生徒には，外燃機関に関する知識は形成されてはいるものの，その自己認識は高くないことがわかる。図10に外燃機関に対する興味と理解の客観的評価の相関を示す。ここで，興味は設問(7)を集計したものである。興味に関しては4/12～12/12の範囲に広く分布しており，図9の自己評価による理解度とほぼ同様な傾向を示している。これより生徒は外燃機関のしく

みは理解しているものの外燃機関に関する興味は高くはなく，理解度の自己評価と同じ傾向にあることがわかる。

図11は，「エネルギー源」に関する調査結果である。授業では，「熱エネルギー」以外に「太陽エネルギー」，「風力エネルギー」，「水力エネルギー」，「潮汐エネルギー」の４種類のエネルギー源を教示しており，これらの定着度を調べた。正答率はそれぞれ4/4，3/4，2/4，1/4，0/4で９％，41％，19％，12％，４％であった。無回答は15％であった。既習のエネルギー源のうち３種類以上記入していた生徒が全体の50％であり，かなり高い比率で知識が定着していることがわかる。このことから外燃機関および内燃機関を用いてエネルギー変換方式を教え，また同時にエネルギー源についても教示を行うことが，「エネルギー問題教育」の有効な手法となりうるものであることが推測できる。図12に上記の４種類以外のエネルギー源に対する回答数を示す。既習のエネルギー源以外の正答数を＋１，＋２，＋３とした結果である。記入数０，＋１，＋２，＋３はそれぞれ31％，32％，11％，11％であった。回答例としては，「原子力エネルギー」，「地熱エネルギー」，「人力」などがあった。本授業を行ったことにより，約７割の生徒に対して「エネルギー変換におけるエネルギー源」として，今までに認知していたエネルギー源との関連付けがなされたことが確認できる。

図13は「内燃機関のエネルギー変換過程の理解」に関する調査結果である。正答率は5/5，４/5，3/5，2/5，1/5，0/5としてそれぞれ66％，12％，11％，５％，３％，０％であった。図から，生徒は授業実践において外燃機関と同様に内燃機関の構造の理解度が高いことがわかる。図14は「内燃機関の原理の理解」に関する結果である。正答率は3/3，2/3，1/3，0/3とし

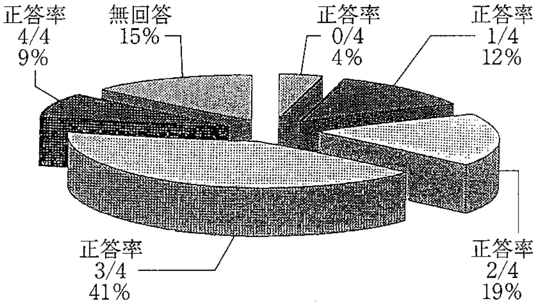


図11　エネルギー源についての知識の定着度

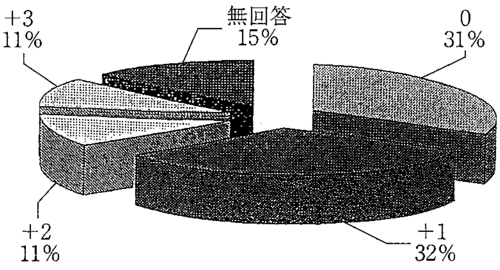


図12　その他のエネルギー源に関する知識

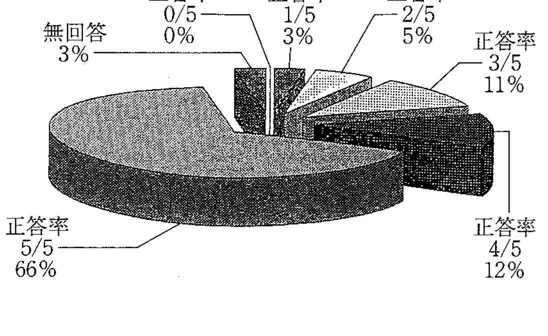


図13　内燃機関におけるエネルギー変換過程の理解度

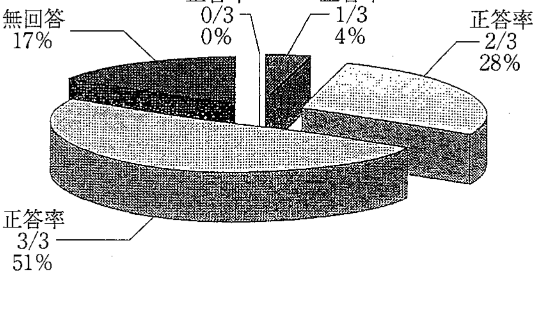


図14　内燃機関の原理の理解度

てそれぞれ51%，28%，４%，０%であった。図から，全問正解している生徒は構造の理解度が66%に対して原理の理解度は51%であり，ほぼ同程度である。外燃機関ではエネルギー変換過程と原理の理解に差異があったのに対し，内燃機関では構造の理解度と原理の理解度がほぼ同程度であった。この原因としては，内燃機関と遭遇する機会が多いためにその理解が容易であったことなどが推測できるが，今後とも検討が必要であると思われる。

図15は，内燃機関における理解の自己評価と客観的評価の相関図である。理解の客観的評価は設問(4)及び(5)の結果を集計したものであり，理解の自己評価は，設問(6)における内燃機関に関する項目の集計結果である。内燃機関の理解に対する客観的評価は4/7～7/7に集中して高く，自己評価は5/8～7/8の間であり，理解度に関する自己評価と客観的評価には正の相関関係が見られる。図16は内燃機関に対する興味と理解の客観的評価の相関を示す。内燃機関に対する興味は，アンケートの設問(7)における内燃機関に関する項目の集計結果である。図から興味に関する生徒の自己評価は4/8～8/8の間でばらついている。これらの結果から，外燃機関の場合と同様に，内燃機関においても生徒の興味と理解に関する自己評価はほぼ一致したものではあるが，客観的な理解度とは必ずしも一致していない場合があることがわかる。

図17は，熱エネルギー変換の仕事に関する調査結果である。「燃料を燃やしたときにでる熱エネルギーはどんな仕事をしますか」という設問に対し，「燃える」，「空気を温める」，「わか

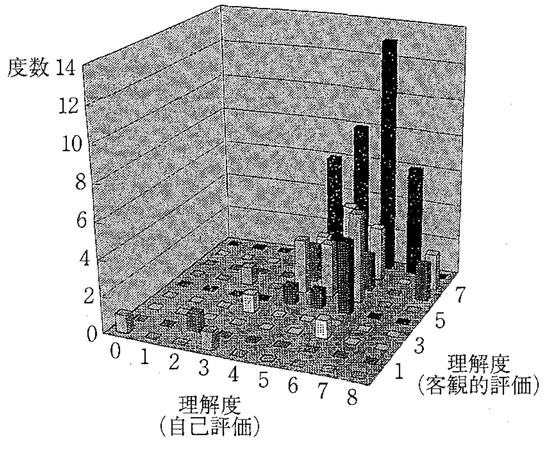


図15　自己評価（理解度）と客観的評価（理解度）の相関（内燃機関）

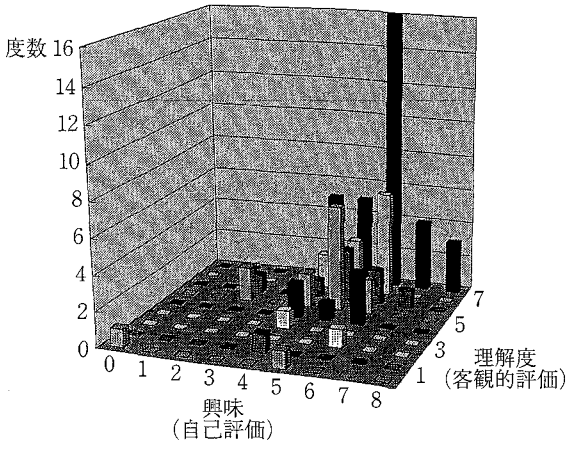


図16　自己評価（興味・関心）と客観的評価（理解度）の相関（内燃機関）

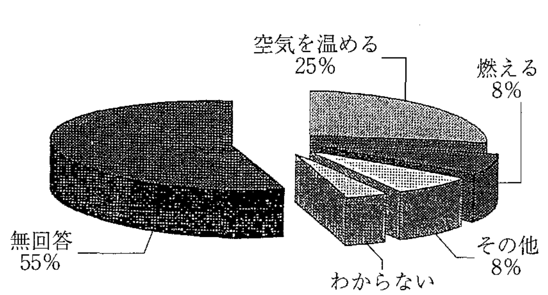


図17　熱エネルギー変換についての理解度

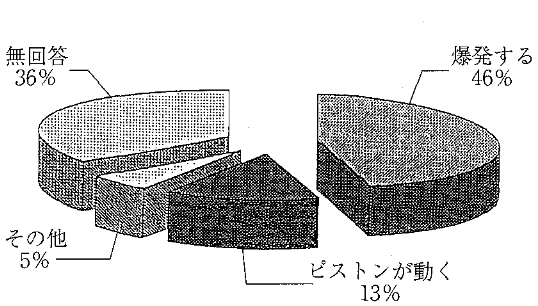


図18　内燃機関内の混合気燃焼についての理解

らない」,「その他」,「無回答」はそれぞれ８％，25％，４％，８％，55％であった。その他の回答として「蒸気を作る」,「ピストンを押す」などのようなものがあった。これらの回答のうち，授業では，作動流体を空気および蒸気とした場合の熱エネルギー変換を教示しており，約1/3の生徒が授業実践で教示された熱エネルギー変換を理解していることがわかる。図18は「内燃機関内での混合気の燃焼」に関する回答結果である。「気化器を経た空気を点火するとどうなりますか」との設問に対し，「爆発する」,「ピストンが動く」,「その他」,「無回答」はそれぞれ46％，13％，５％，36％であった。その他の回答として「激しい音がした」などのようなものがあった。「爆発する」及び「ピストンが動く」と記入した生徒は全体の59％であり，内燃機関における気化器などの構造理解についても半数以上の生徒が理解していることがわかる。

４．まとめ

エネルギー教育の一環として，エネルギー変換を技術的な面だけでなく，資源，経済，環境面などと関連付けながら教示するため，現在最も規模の大きいエネルギー変換システムである発電所をモデル化した，火力発電所モデル教材を利用して授業実践を行った。また，授業に先立ち，エネルギー変換に関する生徒の意識調査を行い，学習指導案を提案した。その結果，以下の結論を得た。

(1) 本研究において提案した学習指導案および教材は，エネルギー変換技術を教えるうえで有効である。
(2) 本発電所モデル教材は，外燃機関のしくみを教えるだけでなく，エネルギー問題を視野に入れた教材として有効である。
(3) エネルギー変換過程の客観的理解度および自己評価による理解度に関する調査から，それらは必ずしも一致していない。また自己評価による理解度と興味は同様な傾向を示す。
(4) 授業前に行った意識調査から，生徒はエネルギー変換についての知識がほとんどなく，内容の把握も乏しいこと，外燃機関，内燃機関の認知及び知識がほとんどないこと，および液体燃焼，混合気の燃焼について知識があることが明らかになった。

謝　　辞

本研究は，愛媛大学教育学部附属中学校において実施されたものであり，附属中学校　藤田幸二教諭の協力のもとに行われたものである。深甚なる謝意を表する。また本研究を遂行するに際し，様々なご助言を賜った本学部　村尾卓爾教授に厚くお礼申し上げる。また，アンケートおよび授業実践には，当時愛媛大学大学院生　北村健治君の貢献があったことを記して謝意を表する。

参考文献

(1) 通商産業省編，「地球時代のエネルギー新潮流（エネルギー'91)」，電力新報社，(1991)，p.164
(2) 文部省，「中学校学習指導要領（平成10年12月）解説―技術・家庭編―」，東京書籍，(1999)
(3) 河野，渡邉編著，「新中学校教育課程講座<技術・家庭>」，ぎょうせい，(2000)
(4) 坂井，佐分利，阿久津，「内燃機関授業に関連した爆発実験」，日本産業技術教育学会誌，22巻1号，(1980)，pp.161
(5) 佐分利，有川，上里，「内燃機関学習に関する研究－機関内の燃焼を中心として－」，日本産業技術教育学会誌，26巻3号，(1984)，pp.99
(6) 大倉，須見，上田，「ソーラーエネルギー変換教材のための太陽追従装置の開発とその応用」，日本産業技術教育学会誌，35巻2号，(1993)，pp.141
(7) 大倉，「エネルギ変換教材用ソーラースターリングエンジン・システムの開発」，日本産業技術教育学会誌，37巻4号，(1995)，pp.359
(8) 福島，吉本，塚原，「教材用スターリングカーの製作と性能」，日本産業技術教育学会誌，37巻2号，(1995)，pp.105
(9) 三原，竹之内，松田，「燃焼器を用いたエネルギー変換学習教材の開発」，日本産業技術教育学会第37回全国大会講演要旨集，(1994)，p.37
(10) 朝井，「技術教育の思想と領域の再編成」，日本産業技術教育学会第33回全国大会講演要旨集，(1990)，p.5
(11) 藤木，松原，「技術科の領域再編成」，日本産業技術教育学会第33回全国大会講演要旨集，(1990)，pp.4
(12) 小川，松浦，林，「中学校技術・家庭科における技術関連領域の再編成と《エネルギー》領域の創設」，日本産業技術教育学会誌，34巻1号，(1992)，pp.55
(13) 河野，黄，「知的創造社会に向けての技術科教育における機械領域の課題と教材開発」，日本産業技術教育学会機械分科会講演要旨集，(1992)，p.9
(14) 山崎，北村，藤田，「エネルギー変換教材の開発」，愛媛大学教育学部紀要，第Ⅰ部　教育科学，45巻2号，(1999)，pp.157