

技術科教育におけるパーソナルコンピュータの活用

塚本正秋*・大國博昭*・渡部一成**

Masaaki TSUKAMOTO, Hiroaki OHGUNI and Kazunari WATANABE
Application of Personal Computer to the Technological
Education in a Jr. High School

[キーワード：ガソリン機関，学習ソフト，実験授業]

1. はじめに

近年の社会の著しい情報化の進展にともない、学校教育においてもこれに対応していくことが重要な課題とされた。このため、我が国でも、新学習指導要領では初等、中等教育における情報化への対応を一つの大きな柱として位置づけている。

本研究は平成4年度に実施したものであるが、学校におけるコンピュータの普及状況を『文部時報』¹⁾で見ると、平成3年3月末現在、小学校では約41%、中学校では約75%、高等学校では約98%、特殊教育では約78%となっている。

また、教育現場へのコンピュータの導入にともない全国各地の教育現場でコンピュータを活用した実践的な研究が数多くなされている。

指導形態としては、CAIソフトを利用したものが多く、コンピュータが教える位置にある、いわゆる「教授主義のコンピュータ利用」と言われるものがその主流となっている。

しかし、個別化教育を目指したCAI教育が全ての子供に適しているとは言い切れず、CAI教育によって教師と子供の関係が阻害されるのではないかという不安の声もある²⁾。山崎³⁾はもっと日常的な指導形態（一斉指導やグループ別指導）の中でのコンピュータ活用の研究をすすめる必要があるとしている。

多くの人が指摘しているように、コンピュータを教具として活用することの利点のひとつに、「抽象的でイメージの湧きにくい教材に対してイメージ化を促す」ということがあげられる。その一つとして「分子の構造」という抽象的な世界をパソコンの映像（グラフィック）を活用することによって学習者のイメージ化を助けたという実践報告⁴⁾もある。

ところで、中学校技術・家庭科、機械領域の「ガソリン機関」の題材における4サイクル機関と2サイクル機関の動作の学習では、従来カットエンジンやOHP、掛図などが活用されてきた。しかし、カットエンジンではピストン及びクランクなどの動きは生徒の視覚に訴えることはできてもシリンダ内やクランク室内のガスの状態を視覚に訴えることはできず、また、OHPや掛図では静止した画像の範囲内でしか機関の動作を理解させることはできなかった。そこで、この欠点を補うべく、ピストン及びクランクなどの動きとシリンダ内やクランク室内のガスの状態との関連を連続した動画像で表示させる教材ソフトを開発した。従来の教具に比較して、生徒のイメージ形成の支援により一層役立つものと考えられる。

本研究では、このソフトを用いて、4サイクル機関と2サイクル機関の動作を学習させ、前述の、いわゆる日常的な指導形態のもとで、コンピュータを教具として活用することの有効性、実用性を探るために比較実験授業の実践と分析を行なった。

2. 研究目標

実験授業用ソフト作成と授業分析を研究目標とする。具体的には、

- ① 機械領域での「ガソリン機関」を題材にした教授・学習過程で使用する教材・教具として4サイクル機関と2サイクル機関の動作を動画化した学習ソフトを作成する。
- ② この学習ソフトを教授・学習過程にとりこんだ授業展開の場合と、一般的な授業展開としてのカットエンジンやOHPを教具として利用した授業の場合での比較検討を、学習効果及び生徒の意識等の面から試みる。

* 島根大学教育学部技術科教育研究室
** 安来市立第1中学校

3. 研究仮説

4 サイクル機関と2 サイクル機関の動作をコンピュータで動画化し、教具として活用することによって、次のような学習効果を得ることができるであろう。

- ① 生徒は興味、関心を持って授業にとり組むことができる。
- ② シリンダ内、クランク室内のガスの状態のイメージ化を促すことができる。
- ③ 同時に、ピストン及びクランクなどの動きとシリンダ内、クランク室内のガスの状態との関連を生徒にイメージ化することができる。

4. 学習ソフトの作成

4. 1 学習ソフトの自主作成について

全国の教育現場では、CAI教育のための学習ソフトを、市販の物に頼るよりも、教師が学習ソフトを自主作成し、それを授業で活用する事例が多く見られる。

その理由として、市販の学習ソフトを購入するための予算確保が難しい⁹⁾ことがまず考えられる。1 ハードに1 ソフトウェアが原則であるので、各学校で導入されたコンピュータの台数分のソフトを購入せねばならず、そのための予算は膨大なものとなる。

また、学習ソフトを内容の面から見ても、市販のソフトは使いにくいという声¹⁰⁾もある。学習ソフトの場合には、プリント教材のように教師が内容の構成を自由に変更することが不可能に近いので、なおさらであろう。

一方、学習ソフトを自主作成する場合、ソフト購入のための予算が軽減されるのはもちろんであるが、内容の面においても、『NEW教育とマイコン』¹¹⁾に記載されているような利点があると思われる。

それらの中から筆者達が学習ソフトを作成し使用した経験に照らして、特に強調したいものを以下にあげる。

- ・自分の指導の意図に合致している。
- ・操作方法が簡単である。
- ・自分のクラスの子供の発達状況に即している。
- ・自己評価がきちんとできる。
- ・使用目的がはっきりしている。
- ・どの場面で使うと有効か分かる。
- ・ソフトの手直しが容易である。

しかし、これらの利点をうまく活かした学習ソフトを作成するためには、使用目的や内容構成などを十分に考慮した上で作成したものでなければならぬだろう。教

師のパソコンへの興味のみで作成した学習ソフトは、かえって子供達の学習内容の理解を妨げるものになる可能性がないとは限らない。

また、学習ソフトを作成する上で大きな問題となってくるのは時間と技術であろう。『教育と情報』¹²⁾には、学習ソフトの自主作成には多くの時間が必要であり、そのことが特定教師への負担を大きくしすぎている、という現場の声を問題視している。同時にその対応として、「学校をこえた地域での教材開発」、「研究機関と連携しあった開発」の必要性を提起している。

現在、自主作成された学習ソフトの流通を目的とした機関なども存在し、全国で600以上ある教育センター、情報処理教育センターなどが、学習ソフトに関する情報収集を行ない、それを使って研修する機関として機能することが期待されている。これらの体制が整えば、個人レベルでの学習ソフトの作成から、集団レベルでの作成が可能となり、学習ソフトの自主作成の動きはますます活発になるように思われる。

4. 2 本研究で作成した学習ソフト

ガソリン機関の動作をコンピュータで動画化するねらいについては、「はじめに」で述べたので省略する。

従来、この領域のシミュレーションソフトは、プログラミング言語であるBASICによって作成された物が多数であった。しかし、BASICによるシミュレーションでは、筆者らが見た限り、機関の図が単純であったり、シリンダ内、クランク室内のガスが塗りつぶされた状態であり、コンピュータシミュレーションの面白みにかけていたと思える。

そこで、本研究では、プログラミング言語を使用せずに、アニメーション作成ソフトを利用することで、よりリアルティのあるシミュレーションを作成することにした。

学習ソフトの作成にあたっては、生徒の機関動作の観察用のシミュレーションソフトと教師の説明用のソフトを作成することにし、以下のような内容構成にした。

- ① 4 サイクル機関の一連の動作のシミュレーション
- ② 2 サイクル機関の一連の動作のシミュレーション
- ③ 4 サイクル、2 サイクル機関の動作の比較用シミュレーション
- ④ 2 サイクル機関の行程別シミュレーション
- ⑤ 4 サイクル機関の行程別シミュレーション

①～③が生徒に機関の動作を観察させるためのもので、④、⑤が教師の説明用である。それぞれの学習ソフトの内容を以下に示す。

- ① 4 サイクル機関の一連の動作のシミュレーション

4サイクル機関の動作が一定時間表示されるようになっていて、画面の右側には、機関の動作にリンクして各行程名が、縦に帯状に表示されるので動作と行程を比較しながら観察できるようになっている。

- ② 2サイクル機関の一連の動作のシミュレーション
オープニングの画面に続き、機関の各部の名称を表わした画面が表示される。その後、2サイクル機関の動作が一定時間表示されるようになっていて。
- ③ 動作の比較用シミュレーション
4サイクル機関の動作と、2サイクル機関の動作の違いを観察できるように、それぞれの機関の動作が、同じ画面に表示されるようになっていて。しかし、アニメデータの容量の問題でモノクロ画面になっている。
- ④ 2サイクル機関の行程別シミュレーション
メニュー画面からのボタン操作で、2サイクル機関の上昇行程、下降行程のそれぞれの動作が画面に表示される。
- ⑤ 4サイクル機関の行程別シミュレーション
メニュー画面からのボタン操作で、4サイクル機関の各部の名称と、吸気行程、圧縮行程、膨張行程、排気行程のそれぞれの動作が画面に表示される。

4. 3 学習ソフトの作成

学習ソフトの作成手順は次のとおりである。

- ① 「Kid98」による原画の作成
- ② 「ANIMAX」用アニメデータへの変換
- ③ 「KiT」管理下でのアニメーション表示
「ANIMAX」は、PC98用アニメーション作成ソフトとして開発されたフリーソフトウェアである。グラフィックソフトで1枚1枚描いた絵をもとにアニメーションデータを作り、シナリオプログラムにもとづいてディスプレイ上に連続表示する仕組みである。1枚1枚の絵は独立したものであるが、それを連続表示することによってあたかも、実際に動くように見せるわけである。
16色カラーに対応しているが、アニメデータの容量が大きくなるため、原画の枚数を少なくしなければならない。よって、本学習ソフトは8色表示とし、クランク角が30°おきのエンジンの状態を描画することにした。2サイクル機関では12枚、4サイクル機関では24枚の原画が必要となった。

原画の作成には、東京書籍出版の『新しい技術・家庭下』⁷⁾を参考にした。グラフ用紙にエンジンの外形（シリンダ、クランク室）を書き込んだものを、イメージスキャナで読み込み、Kid98で修正していった。クランク、

ピストン、接続棒の位置は、それぞれのクランク角で違うので、30°ごとの状態をグラフ用紙に書き込み、先に描いた機関の外形に重ね合わせることによって、描画していった。

シリンダ内、クランク室内のガスは、混合気と排気ガスで色を変えKid98のスプレー処理を利用することによって粒状に描いた。

混合気の点火時期、弁の開閉時期、シリンダ内の燃焼の様子は教師用指導書⁸⁾を参考にし、できる限り実際の機関の動きに忠実になるよう心がけた。

5. 実験授業

5. 1 実験授業の目的

カットエンジン、OHPを使用して行なう授業と、既述の要領で作成した学習ソフトを用いてコンピュータを教具として活用する授業とで学習効果、生徒の意識の比較検討を行ない、コンピュータを教具として活用した場合の有効性、実用性を探る。

5. 2 実験授業の方法

- (1) 実験対象 県内公立中学校3年生男子生徒
- (2) 授業実施者 技術科担当教諭
- (3) 群構成

既成の2学級をカットエンジン、OHPを使用する対照群、コンピュータを教具として活用する実験群とした。

また、各群の等質性を調べるために、1学期の期末テストの技術の成績についてt検定を行なった。その結果、各群の間に有意な差はなく、等質であることが分かった。

- (4) 題材 機械領域「ガソリン機関」

- (5) 学習の目標

4サイクル機関、2サイクル機関の構成と動作を理解する。

- (6) 学習の方法と過程

実験授業は、実施校にコンピュータが導入された直後に行なったので、3年生男子生徒は、授業でコンピュータを使用するのは初めてである。よって、生徒のコンピュータの使用能力を考慮し、LANシステムを使用した。従って生徒はコンピュータを操作することができない。

使用機種は、NECのPC9801 FAで、2人で1台を使用する。

学習内容は以下のとおりである。学習過程は図1、図2に示されている。

学習事項	学習活動	指導上の留意点
本時の目標	はじめ 本時の学習目標の確認	<ul style="list-style-type: none"> 4 サイクル機関、2 サイクル機関の構成と動作を知る。 学習ソフト⑤を使用し、パソコンの画面から機関各部の名称を知らせる。 連続した動作を取り出すには、機関各部の働きが必要であることを知らせる。 学習ソフト①を使用する。 シミュレーションの見方を説明する。 観察事項をプリントに記入させる。 学習ソフト⑤を使用する。 プリントに記入した観察事項の確認 4 行程で1 サイクルを完了し、クランク軸 2 回転で一回動力を得ることができることにきずかせる。 学習ソフト②を使用し、パソコンの画面から機関各部の名称を知らせる。 4 サイクル機関と2 サイクル機関の構成の違いにきずかせる。 学習ソフト③を使用する。 初めに学習ソフト②を使用し、カラーのシミュレーションをみせる。 4 サイクル機関の動作と比較によって2 サイクル機関の動作理解させる。 観察事項をプリントに記入させる。 学習ソフト④を使用する。 プリントに記入した観察事項の確認。
4 サイクル機関の構成	機関各部の名称を知る	
4 サイクル機関の動作	4 サイクル機関の動作の観察 補足説明	
2 サイクル機関の構成	機関各部の名称を知る	
2 サイクル機関の動作	2 サイクル機関の動作の観察 補足説明	
本時のまとめ	本時のまとめ おわり	

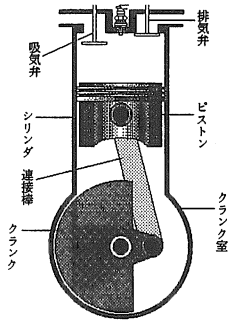
図1 実験時の学習過程

学習事項	学習活動	指導上の留意点
本時の目標	はじめ 本時の学習目標の確認	<ul style="list-style-type: none"> 4 サイクル機関、2 サイクル機関の構成と動作を知る。 カットエンジンを使用し各部の名称を知らせる。 カットエンジンを使用する。 カットエンジンで観察できない点は、説明を加える。 シリンダ内のガスの動きの説明はOHPを使用する。 観察事項をプリントに記入させる。 4 行程で1 サイクル完了し、クランク軸 2 回転で1 回動力が得られることを知らせる。 カットエンジンを使用し、各部の名称を知らせる。 カットエンジンを使用する。 4 サイクル機関の動作と比較しながら観察させる。 シリンダ内、クランク室内のガスの動きは、OHPを使用して説明する。 観察事項をプリントに記入させる。 2 行程で1 サイクル完了し、クランク軸 1 回転で動力を得られることを知らせる。
4 サイクル機関の構成	機関各部の名称を知る	
4 サイクル機関の動作	4 サイクル機関の動作の観察 チェック 補足	
2 サイクル機関の構成	機関各部の名称を知る	
2 サイクル機関の動作	2 サイクル機関の動作の観察 チェック 補足	
本時のまとめ	本時のまとめ おわり	

図2 対照群の学習過程

4 サイクル機関を観察しよう

★4 サイクル機関の各部の名称をチェックしよう。



★各行程の吸気弁、排気弁、ピストンの動きを観察して下の表にまとめてみよう。

行程の名称	吸気行程	圧縮行程	膨張行程	排気行程
吸気弁				
排気弁				
ピストン				

4 サイクル機関は、() 行程で () サイクルを行なう。

★他に気付いたことをどんどん記入してみよう。

.....

.....

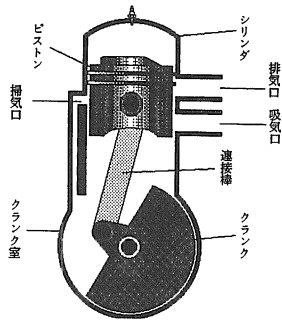
.....

.....

図3 観察用プリント①

2 サイクル機関を観察しよう

★2 サイクル機関の各部の名称をチェックしよう。



★各行程のシリンダ内、クランク室内、吸気口、掃気口、排気口の状態はどうなっているか、下の表にまとめてみよう。

行程の名称	上昇行程	下降行程
シリンダ内		
吸気口		
掃気口		
排気口		

2 サイクル機関は、() 行程で () サイクルを行なう。

★他に気付いたことをどんどん記入してみよう。

.....

.....

.....

.....

★観察しよう

- ・4 サイクル機関の構成とどう違うだろうか。
- ・爆発回数は4 サイクル機関と比べてどうだろうか。
- ・排気方法はどうか。(掃気口の働きは?)

図4 観察用プリント②

ア. 4 サイクル機関の構成

実験群は、学習ソフト⑤を使用し、コンピュータの画面から機関各部の名称を知らせる。

対照群については、カットエンジンを使用するが、カットエンジンでは、観察できない部分があるので、観察用プリント①(図3)を併用して名称を知らせる。

イ. 4 サイクル機関の動作

実験群は、学習ソフト①のシミュレーションを使用して、機関の動作を観察する。シミュレーションの実行時間はあらかじめ10分ぐらいに設定しておく。また、補足説明には、学習ソフト⑤を使用し、行程ごとに機関の動作を確認する。

対照群は、カットエンジンとOHPを併用するが、

実験群の観察主体の学習に対し、生徒の観察+教師の説明という形になる。

両群ともに、観察用プリント①(図3)を配布し、それに観察事項を記入させる。

ウ. 2 サイクル機関の構成

実験群は、学習ソフト②を使用し、コンピュータの画面から機関各部の名称を知らせる。

対照群については、カットエンジンを使用するが、カットエンジンでは、観察できない部分があるので、観察用プリント②(図4)を併用して名称を知らせる。

エ. 2 サイクル機関の動作

両群とも、4 サイクル機関の動作と比較することで2 サイクル機関の動作を理解させることを目的としている。

実験群は、学習ソフト③を使用するが、その前に、学習ソフト②を使用して、カラーのシミュレーションを観察する。シミュレーションの実行時間は両方の学習ソフトとも、あらかじめ10分ぐらいに設定しておく。また、補足説明には、学習ソフト④を使用し、行程ごとに機関の動作を確認する。

対照群は、「4サイクル機関の動作」と同様カットエンジンとOHPを併用し、生徒の観察+教師の説明という形で授業をすすめる。

両群ともに、観察用プリント②(図4)を配布し、観察事項を記入させる。

(7) テスト及びアンケート調査の実施

実験授業の1週間後にテストとアンケート調査を行った。また、実験群については、実験授業終了直後に授業の感想を書かせた。

テスト及びアンケート調査の内容を巻末の図5、表10に示しておく。なお、アンケート(4)については、実験群のみに行った。

(8) 実験授業の経過

実験授業、テスト、アンケートの実施日と生徒数は表1のとおりであるが、実施校の事情により5分短縮の45分授業を行った。また、実験群でのテストの対象者は36名であったが、実験時の欠席者を採点から除外し、34名とした。

表1 実験授業及びテストの実施日と出席状況

群	実験授業(45分)		テスト・アンケート	
	期日	出席生徒数	期日	出席生徒数
実験群	11月12日	34名	11月19日	36名
対象群	11月13日	34名	11月19日	34名

5.3 実験授業の結果・考察

5.3.1 実験授業の観察(実験群)

コンピュータを初めて授業で使うということで、生徒の関心は、授業よりもコンピュータの方にあったといっても過言ではなからう。今回の授業では、生徒のコンピュータの使用能力を考慮し、LANシステムを使用した。従って、生徒はコンピュータにふれる必要は全くなく、コンピュータの画面に映しだされる機関の動作の観察のみであった。

シミュレーションを最初に画面に映しだしたときには、食い入るように見つめていた生徒達も時間がたつにつれ、

自分でコンピュータを操作できない苛立ちを感じていたようである。この苛立ちは、プリンターのスイッチを入れてみたり、呼び出しスイッチをおしてみたりといった行動に現れていた。授業の直後に書かせた感想、アンケート調査の結果にこれを裏付ける内容が見られた。

5.3.2 テストの成績

(1) 問題(1)-①ア〜カ ②名称A〜D 問題(2)-①ア〜カの解析

表2は、問題(1)-①ア〜カ ②名称A〜D 問題(2)-①ア〜カの正答数と正答率を表わしたものである。

これらの問題は、4サイクル機関の各行程名と4サイクル機関及び2サイクル機関の各部の名称を問う問題であり、両群の生徒の記憶の差を求める一面を持っている。各問題ごとにカイ2乗検定を行なったが、両群の間に有意差は認められなかった。しかし、16問中13問で実験群の方が正答率が高かった。

表2 両群の正答数と正答率(記述式問題は除く)

		実 験 群		対 照 群		
問 題		正答数	正答率	正答数	正答率	
1	問 題	1ア	14	41	11	32
		1イ	5	15	3	9
		1ウ	15	44	14	41
		1エ	14	41	9	26
		1オ	25	74	23	68
		1カ	7	21	9	26
		2A	8	24	5	15
		2B	11	32	10	29
		2C	9	26	4	12
2	問 題	2D	11	32	8	24
		1ア	13	38	9	26
		1イ	17	50	14	41
		1ウ	5	15	8	24
		1エ	11	32	11	32
		1オ	5	15	3	9
1カ	7	21	8	24		
平均値		11.1	32.6	9.3	27.4	

(2) 問題(1)-②A〜D 問題(2)-②A〜Dの解析

表3、表4はそれぞれの問題で得た回答を内容によって類別したものである。

表3 記述式問題(1)～②の回答内容

表3-1 問題(1)～②A

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・ピストンが下がるとき、吸気弁が開いて混合気を吸い込む。	5	9
不	・ピストンが下がり混合気を吸い込む。	1	1
不	・吸気弁が開いて混合気を吸い込む。	3	2
不	・混合気を吸い込む。	10	6
不	・ピストンが下がる。	0	1
	・誤答・無回答	14	15
	計	34	34

表3-2 問題(1)～②B

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・ピストンが上がり混合気を圧縮する。このとき、吸、排気弁は閉じている。	0	2
完	・ピストンが上がり混合気を圧縮して点火する。このとき、吸、排気弁は閉じている。	1	0
不	・吸、排気弁が閉じ、混合気が圧縮される。	0	2
不	・吸、排気弁が閉じ、混合気が圧縮され、点火する。	1	0
不	・ピストンが上がり混合気を圧縮する。	7	7
不	・ピストンが上がり混合気を圧縮して点火する。	0	1
不	・ピストンが上がり、吸、排気弁は閉じている。	1	0
不	・混合気を圧縮する。	3	2
不	・混合気を圧縮して点火する。	4	0
	・誤答・無回答	17	20
	計	34	34

表3-3 問題(1)～②C

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・混合気が膨張し、その力でピストンを押し下げる。このとき、吸、排気弁は閉じている。	1	1
不	・ピストンが下がり、混合気が爆発してできた排気ガスがたまる。このとき、吸、排気弁は閉じている。	1	0
不	・混合気が爆発してピストンが下がる。	4	9
不	・圧縮した混合気に点火する。ピストンは下がる。	1	0
不	・混合気が使われて排気ガスとなり膨張する。	1	0
不	・混合気が圧縮されて、点火して燃えている。	1	0
不	・混合気が爆発して排気ガスが出る。	3	2
不	・中で爆発し、エネルギーを与える。	0	1
不	・点火する。	5	0
不	・爆発する。	5	2
	・誤答・無回答	15	19
	計	34	34

表3-4 問題(1)～②D

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・ピストンが上がる時、排気弁が開き排気ガスを排気する。	1	5
不	・ピストンが上がる時、排気弁が開き排気ガスが出ていく。	1	2
不	・排気弁が開き排気ガスを排気する。	4	1
不	・排気弁が開き排気ガスが出ていく。	4	5
不	・排気ガスを排気する。	10	3
不	・排気ガスが出ていく。	2	0
	・誤答・無回答	12	18
	計	34	34

*完……完全回答

不……不完全回答

表4 記述式問題(2)-②の回答内容

表4-1 問題(2)-②A

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・ピストンが上がって混合気を圧縮する。このとき吸気口、排気口、掃気口は閉じている。	2	0
完	・ピストンが上がり、掃気口と排気口が閉じて混合気が圧縮される。	0	1
不	・ピストンが上がって混合気を圧縮する。	1	4
不	・吸、排気口が閉まっていてピストンが上に上がる。	0	1
不	・混合気を得るためにピストンが上がっている。	0	1
不	・混合気を圧縮させ点火する。	7	0
不	・混合気を圧縮する。	3	4
	・誤答・無回答	21	23
	計	34	34

表4-2 問題(2)-②B

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・さらにピストンが上がり、混合気が圧縮されると吸気口が開き、新しい混合気がクランク室に入ってくる。	0	2
完	・ピストンが上がって混合気が圧縮され、点火され爆発する。このとき吸気口が開いて新しい混合気が吸い込まれる。	1	0
不	・ピストンが最後まで上がったとき、吸気口が開いて混合気が入る。	2	2
不	・ピストンの上側では点火され、下側には新しい混合気が入ってくる。	1	0
不	・ピストンが上がり、混合気を吸い込んでいる。	0	6
不	・吸気口が開き混合気が入ってくる。	1	1
不	・混合気を圧縮して新しい混合気をクランク室内に吸い込む。	0	1
不	・混合気をクランク室内に吸い込む。	0	1
不	・混合気を吸気口からクランク室内に吸い込む。	0	1
不	・混合気が爆発したあと新しい混合気が入ってくる。	1	0
不	・混合気を吸い込んでいる。	10	2
	・誤答・無回答	19	17
	計	34	34

表4-3 問題(2)-②C

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・混合気が爆発した圧力でピストンが下がりその途中で排気口が開き排気される。このとき吸気口は閉じている。	1	2
不	・ピストンが下がると混合気が掃気口のところまできて、排気ガスが排気口の方へいく。	1	1
不	・ピストンが下がりはじめ、排気口から排気ガスが外に出ていく。このとき吸気口、排気口は閉じている。	1	0
不	・ピストンが下がり排気口が開く。	0	1
不	・排気ガスが外に出るとき、混合気が上にあがってくる。	2	0
不	・点火された混合気が排気ガスとなり膨張する。	2	0
不	・混合気が爆発してピストンが下がる。	0	4
不	・排気ガスをだす。	1	0
不	・爆発が起こる。	1	2
	・誤答・無回答	25	24
	計	34	34

表4-4 問題(2)-②D

*	回 答 内 容	実 験 群	対 照 群
完	・ピストンがさらに下がると、掃気口が開き、新しい混合気が排気ガスを押し出しながらシリンダ内に入ってくる。	2	3
不	・ピストンがさらに下がると、掃気口が開き、新しい混合気がシリンダ内に入ってくる。このとき排気ガスは排気口から出ていく。	0	2
不	・排気口があいてその後すぐに掃気口があき、混合気が排気ガスを押し出すように入ってくる。	1	0
不	・掃気口から新しい混合気がシリンダ内へ移動する。このとき幾らかの混合気が排気ガスとともに出てしまう。	0	1
不	・排気ガスを排気する。	4	4
不	・排気ガスを排気口から排気する。	3	0
不	・ピストンが下がり排気ガスを混合気が押し出す。	1	3
不	・ピストンが下がり排気口から排気ガスが出る。	2	0
不	・新しい混合気を入れて排気ガスをだす。	1	2
不	・混合気が排気ガスを押し出しながら入ってくる。	0	3
不	・排気ガスを排気して、混合気が掃気口からシリンダ内に入ってくる。	2	0
不	・排気の後、新しい混合気が入ってくる。	4	0
	・誤答・無回答	14	16
	計	34	34

完………完全回答

不………不完全回答

記述式の回答を求めることで、多様な回答を引き出すと考えたが、類別した結果を見る限り、両群に大差はみられなかった。

その原因として、各行程の様子を描いた図を参考にし、回答をを求める問題形式であったことが考えられる。図を参考にすることで、ある程度回答の内容が限られてしまったのであろう。

各問題の回答状況を見てみると完答は両群ともに極端に少なかった。この原因は少なくとも2つあると思われる。

その1つは機関各部の名称が分からなかったために記述しなかった生徒がいると思われる点である。(機関各部を記号で示して回答する生徒が多く見られた。)

今1つは、テストの形態に関することである。この問題は、○×式でなく、記述式なので、生徒が答案に記入しなかった事項については、その生徒が、「知らない」為なのか、あるいは、「記述する必要がない」と思ったためなのか判別し難く、従って回答数の多少によって優劣を評価するにはある程度の吟味が必要だということである。例えば、問題(1)－②Cで、「ピストンを押し下げる」と表現するところを、「ピストンが下がり、混合気が爆発してできた排気ガス・・・」と回答した生徒が見られたが、この生徒は、混合気の燃焼(爆発)によって生じた圧力でピストンが押し下げられたことを理解した上でこのように記述したのか、理解していないで、ただピストンが下がるという現象を記述したのかは判別し難い。このため、記述式の問題については表2から除外した。

このような中で、両群間に明確な差が認められたのは、実験群の生徒が「点火する」という言葉を頻繁に使っていることである。例えば、問題(1)－②Bを見てみると、「点火する」という言葉を使ったのは対照群が1名であるのに対し、実験群では7名が使っている。問題(2)－②Aでも同じような傾向が見られる。両方の問題とも、シリンダ内で圧縮される様子を記述する問題である。

シミュレーションでは、2サイクル、4サイクル機関ともにピストンが上死点の30°前で点火するように設定しており、また、その様子が分かりやすく表現してある。このシミュレーションが実験群の生徒に点火の様子イメージ化を促し、この差が現れたものと思われる。

5. 3. 3 生徒の意識調査

① 授業の感想(実験群)

実験群については授業の後で、感想を書かせた。表5

表5 実験群の授業後の感想

- ・さわらないのであまり面白くない。でも、コンピュータの授業の方が面白い。
- ・コンピュータの授業の方が面白い。
- ・楽しかった。
- ・コンピュータの方が説明を聞くより分かりやすいし、面白い。
- ・コンピュータはなかなか面白いけど、自分達で自由にできたらもっと面白い。
- ・普通の授業より面白かった。でも、今日は見るだけだったので少し面白くなかった。
- ・分かりやすく面白かった。
- ・コンピュータで学習する方が面白かった。
- ・自分達で操作できなかったのでつまらなかった。

は、感想の内容である。

コンピュータを使った授業に興味関心を感じたものの、前述したように、自分でコンピュータを操作できない不満が感想の中に現れている。

② アンケート結果

実験授業終了から1週間後に実施したアンケート調査の結果をまとめたのが表6～表9である。

ア. 質問(1)について

わかりやすかった事項に対する理由として、実験群では、コンピュータの使用に関することが多く、対照群については、OHP、カットエンジンの使用に関することが多かった。

イ. 質問(2)について

実験群では、わかりにくかった事項に対する理由として学習ソフトの内容を取り上げたものが見られた。

対照群では、わかりにくかった事項として最も多かったのは、「機関の動作全体」で7例見られた。

ウ. 質問(3)について

面白かった事項として実験群では、コンピュータの使用に関することが多く、対照群では、爆発実験が多かった。爆発実験は実験授業の前時に学習事項「動力のとりだし方」で実験群、対照群ともに経験している。

エ. 質問(4)について(実験群のみ)

「(ア)パソコンを使ったために授業が分かりやすかった。」を選んだ生徒が多く、コンピュータを授業で使用することをかなり好意的に受け止めていることがうかがえる。

また、「(カ)あのような動画を作りたい」と「(ケ)この授業でパソコンに対する興味がわいた。」を選ん

表6 質問(1)「4サイクル機関と2サイクル機関の動作の学習でわかりやすかったこととその理由を書いてください。」に対する回答

表6-1 実験群

事 項	理 由	人数
・機関の動作全体	・コンピュータを使ったから	9
	・実際のように見えたから	2
・行程の流れ	・コンピュータを使ったから	1
・機関各部の名称		1
・行程別の機関の動作		2

表6-2 対照群

事 項	理 由	人数
・機関の動作全体	・OHP, カットエンジンを使ったから	3
・4サイクル, 2サイクル機関の動作の違い		2
・機関の構造		1
・爆発の様子	・爆発実験をしたから	1

表7 質問(2)「4サイクル機関と2サイクル機関の動作の学習で分かりにくかったこととその理由を書いてください。」に対する回答

表7-1 実験群

事 項	理 由	人数
・4サイクル, 2サイクル機関の動作が同時に出了たとき	・白黒だったから	2
・機関各部の名称	・かるく勉強しただけだから	2
・機関各部の働き	・ややこしかったから	1
・各行程の機関の動作	・難しい	1
	・シミュレーションが速すぎる	1

表7-2 対照群

事 項	理 由	人数
・機関の動作全体	・ややこしいから	7
・機関各部の名称	・たくさんあるから	5
	・覚えにくいから	1
・2サイクル機関の動作	・複雑だから	2
・カットエンジンでの学習	・人が集まって見えにくいから	1

表8 質問(3)「4サイクル機関と2サイクル機関の学習で面白かったこととその理由を書いてください。」に対する回答

表8-1 実験群

事 項	理 由	人数
・コンピュータを使ったこと	・初めてだったから	2
	・時代の流れを感じたから	1
	・おもしろいから	5
・シミュレーション	・見やすいから	1
	・おもしろいから	3

表8-2 対照群

事 項	理 由	人数
・爆発実験	・爆発する仕組みがよく分かったから	1
	・大きな音がしたから	2
	・爆発の力がよく分かったから	1
	・よかったから	5
	・自分で作ってみたい	1
・カットエンジンを見たこと	・好きだから	1
・機関の動作全体	・よくあんなものが思い付いたなあと思ったから	1
	・仕組みがよく分かったから	1

表9 質問(4)「内燃機関の動作の学習をパソコンを使ってやったわけですがどのような感想を持ちましたか。下の当てはまるものに○を付けてください。(いくつでも○を付けてもよい。)」に対する回答(実験群のみ)

項 目	人数
ア. パソコンを使ったために授業がわかりやすかった。	26
イ. パソコンを使ったために授業に興味を持てた。	19
ウ. パソコンを使ったために授業に集中できなくなった。	5
エ. あの程度の動画なら作ったことがある。	1
オ. あのような動画を作ってみたい。	17
カ. 自分で作るのはいやだが、先生にああいった動画をどんどん作って欲しい。	4
キ. あのような動画を作るなら放課後遅くまで作業しても苦にならない。	4
ク. 黒板に書けずむことをソフトにした理由がわからない。	1
ケ. この授業でパソコンに対する興味がわいた。	14
コ. パソコンクラブを作って欲しい。	6
サ. その他	
・ゲームを作りたい。	2
・自分でパソコンを操作したい。	4
・パソコンについての授業をして欲しい。	1
・パソコンを使って色々なことをやりたい。	1
・パソコンの授業をふやして欲しい。	1

だ生徒が多いことから、生徒のコンピュータ学習に対する期待の深さもうかがえる。

5. 4 実験授業の総合考案

(1) コンピュータを教具として活用することについて

今回の実験授業で、特に問題となる点は、教具としてのコンピュータの新奇性である。

教具としてのコンピュータの新奇性によって、実験群の生徒は、授業に興味、関心を持って取り組めたと思われる。しかし、この興味、関心が学習内容に向けられていたのかどうかとなると疑問である。意識調査(3)での「面白かったことはなんですか。」という問いに対して実験群の生徒のほとんどが、コンピュータの使用に関することを述べており、学習内容そのものについては言及していない。

本来、学習内容の成立を助ける補助教具としてコンピュータが存在するべきところを、今回の実験授業では、コンピュータの使用が主になり、学習内容がそれに付属するような形になったといえるであろう。その原因は、実験群の生徒が授業で初めてコンピュータを使用するという状況であったことであろう。コンピュータルームに初めて入り、真新しいコンピュータを前にするという状況の中で、学習内容に集中させることは無理な注文である。意識調査(4)の中の「(ウ)パソコンを使ったために授業に集中できなくなった。」という項目に○を付けた生徒が5人もいるので、コンピュータを教具として活用する際には、生徒がコンピュータにある程度慣れていることが必要であると思われる。コンピュータを思い付きで使うのではなく、きちんとしたコンピュータを授業で活用するための導入部分を指導計画の中でしっかりと位置付け、一貫した計画のもとでコンピュータを活用する必要があると思われる。また、他教科でのコンピュータの活用状況を把握しておく必要があり、学校全体で取り組むべき問題であると思われる。

(2) コンピュータルームの使用について

今回の実験授業では、実験群の一人一人の生徒が、十分に機関の動作の観察ができるようにコンピュータルームを使用した。コンピュータルームの機の配置状況は馬蹄形であった。しかし、日常的な指導形態を目指した今回の実験授業では、コンピュータを使わずに板書によって授業をすすめる時間もあり、コンピュータを前にして、しかも、教壇に対して横を向いた特殊な状態では教師の指導が徹底できない一面もあった。また、観察事項をプリントに記入する際、机上のキーボードなどが邪魔にな

り、生徒にとって不自由であったと思われる。このようなことから、コンピュータルームの形態も十分考慮に入れ、授業計画をたてる必要があると思われる。

(3) 学習ソフトについて

今回、PC9801シリーズを使用して作成した学習ソフトを実験授業で用いた結果、以下に述べる問題点が明らかになった。まず、シミュレーションの実行速度に関することである。問(2)でわかりにくかったこととして、「シミュレーションが速すぎる」という事項が上げられている。今回作成した学習ソフトでは、画面に流れるシミュレーションを観察しながらスピードをコントロールできない。そこで、実験授業の準備段階に、今回実験授業を実施した技術科担当教師と検討を重ね、生徒が一番観察できやすいであろうと予測されるスピードに設定した。しかし、意識調査の中の質問(2)「わかりにくかったこと」として「シミュレーションが速すぎる」という事項を取り上げた生徒がおり、改善の必要があると思われる。

この問題の対応策として考えられるのは、シナリオプログラムを書き換えることで、シミュレーションがコマ送りで実行されるものを作成したり、実行速度を複数の段階にわけて、それらを1セットとして授業で使用する方法が考えられるであろう。

次に、学習ソフト③のモノクロ画面のシミュレーションに関することである。(アニメデータの容量の問題上モノクロ画面にしたのは既述のとおりである。)意識調査の中の質問(2)でシミュレーションの実行速度に関する事項とならんでモノクロ画面でのシミュレーションの観察しにくさを指摘する生徒がいた。モノクロ画面での観察のしにくさはシミュレーション作成の段階である程度予測はしていた。従って、カラーの原画をモノクロに変換する段階で、階調処理を施すことによってモノクロ画面に変換し、実験授業では、2サイクル機関のカラーのシミュレーションを最初に観察させてからモノクロのシミュレーションに移るなど工夫をした。それでも上記の指摘がある以上一層の工夫が求められる問題である。

以上2点ほど今回作成した学習ソフトの問題点を掲げておいたが、これらの問題は、学習ソフトを作成する初期段階から生徒を参加させることによって解決できる。また、本報告は学習ソフトの効用を調査したものであるが、学習内容の理解という面から見れば、学習ソフトを見せるよりも作成させた方がより効果的であろう。ただ、その際には「ソフト作成時間の捻出」という新たな問題が発生する。正規の授業時間を利用することは無理であり、パソコンクラブや放課後のあき時間を利用せざるを

えない。アンケート調査の集計では、「あのような動画を作ってみたい」生徒は多い(17名)ものの、「あのような動画を作るなら放課後遅くまで作業しても苦にならない」生徒や「パソコンクラブを作って欲しい」生徒は少ない(4名と6名), という結果が出ていた。今後の大きな課題であろう。

6. おわりに

本研究では、「ガソリン機関」を題材にした学習ソフトの作成と, 作成した学習ソフトを教授・学習過程に取り込んだ授業展開の場合と従来の教具を活用した授業との比較検討を学習効果及び生徒の意識等の面から試みた。

それらの結果から以下のことが要約できる。

- ① 文章体を除く問題では全般的に大差は認められなかった。
- ② 文章体の問題では, 一部に明確な差が見られ, コンピュータの活用が, 学習内容のイメージ形成に役立つことが確認された。

最後に, 実験授業にご協力頂いた関係者各位に対し深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 文部省: 文部時報 No.1384, P.17
- 2) 例えば, 学研: NEW教育とマイコン, 第8巻1号, 1992, P.17
- 3) 山崎光夫: 「パソコンを使用した小学校の実践的研究-第5学年 [私たちの生活と工業] 単元を通して-」, 島根県教育センター長期研修員報告, 1988, P.1
- 4) 園山昭彦: 「パソコンの機能を生かした学習指導法の改善」, 松江教育センター, 1987, P.22
- 5) 文部省大臣官房調査統計企画課編: 教育と情報, 平成元年4月号, 1989, P.25
- 6) 学研: NEW教育とマイコン, 第8巻12号, 1992, P.43
- 7) 東京書籍: 新しい技術・家庭, PP.46-47
- 8) 例えば, 東京書籍: 新しい技術・家庭(下) 教師用指導書

「4サイクル機関・2サイクル機関の動作」テスト

3年()組()番 氏名()

- (1) 次の図は、4サイクル機関の仕組みと動作をしめしたものである。この図について次の問いに答えなさい。
 ①図Aの(ア)～(カ)で示す部分の名称を記入しなさい。
 ②図A～Dは4つの行程を示したものである。それぞれ何行程かを記入し、それぞれの行程の様子をできるだけくわしく説明しなさい。

- (2) 次の図は2サイクル機関の仕組みと動作を示したものである。この図について次の問いに答えなさい。
 ①図Aの(ア)～(カ)の部分の名称を記入しなさい。
 ②この図ではA→Dの順に動作している。それぞれの動作の様子をできるだけくわしく説明しなさい。

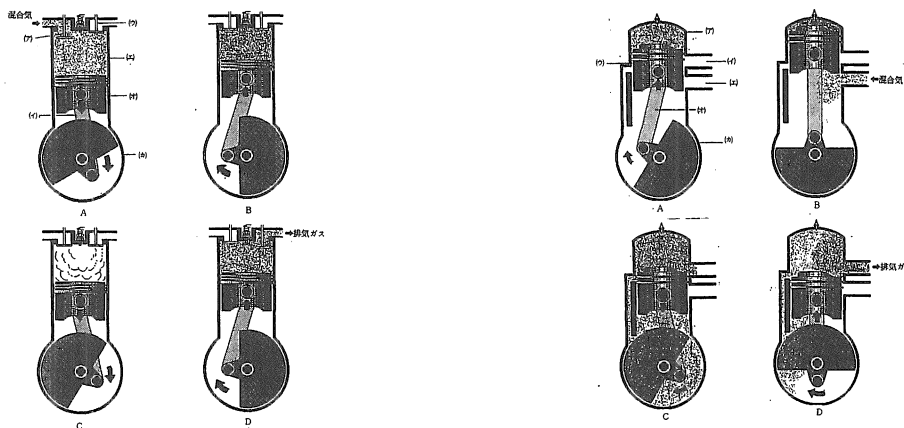


図5 テスト問題

表10 アンケート調査の内容

- (1) 4サイクル機関, 2サイクル機関の動作の学習でわかりやすかったこととその理由を書いてください。
 (2) 4サイクル機関, 2サイクル機関の動作の学習でわかりにくかったこととその理由を書いてください。
 (3) 4サイクル機関, 2サイクル機関の動作の学習で面白かったこととその理由を書いてください。
 (4) 内燃機関の動作の学習をパソコンを使ってやったわけですがどのような感想を持ちましたか、下のあてはまるものに○を付けてください。(いくつ○を付けてもよい。)
- ア. パソコンを使ったために授業がわかりやすかった。
 - イ. パソコンを使ったために授業に興味を持てた。
 - ウ. パソコンを使ったために授業に集中できなくなった。
 - エ. あの程度の動画なら作ったことがある。
 - オ. あのような動画を作りたい。
 - カ. 自分で作るのはいやだが、先生にあいいた動画をどんどん作ってもらいたい。
 - キ. あのような動画を作るなら放課後遅くまで作業しても苦にならない。
 - ク. 黒板に書けばすむことをソフトにした理由がわからない。
 - ケ. この授業でパソコンに対する興味わいた。
 - コ. パソコンクラブを作って欲しい。
 - サ. その他にあればどんどん書いてください。

()