

技術・家庭科におけるコンピュータ 利用の方向について

—— 4 サイクルガソリンエンジンの CAI 型教材を中心として ——

桐 田 襄 一・手 島 光 司

Direction of Computer Use in Industrial Arts and Home-Making Study

—— On a CAI-type teaching material for the 4-cycle gasoline engine ——

Jouichi KIRITA and Koji TESHIMA

Received April 30, 1990

抄 録： 本稿では、コンピュータを利用した技術・家庭科の効果的な学習指導展開の可能性を、機械領域のエンジンの学習内容を例として、以下の点から検討する。

- 1 技術・家庭科の学習指導におけるコンピュータ利用の意義。
- 2 CAI 型教材の試作と有効性。
- 3 CAI 型教材の作成および利用方法のあるべき方向

索引語：技術・家庭科，CAI，コンピュータの利用，4 サイクルガソリンエンジン

Abstract: We discuss possibility of making an effective teaching-learning process in industrial arts and home-making study by using computers for the engine-study, as an example, in the following three points.

- 1 Meaning of computer-utilization in the industrial arts and home-making study.
- 2 Trial making of a CAI-type teaching material and its effectiveness.
- 3 Desirable direction of making and practical use of CAI-type teaching materials.

Key Words: industrial arts and home-making study, CAI, practical use of computers, 4-cycle gasoline engine

目的および問題意識

平成元年3月の学習指導要領に情報基礎領域が設定された。^{※1)} 技術・家庭科の学習内容は社会の変化によってつけ加えられるべき内容があるにしても、現行の領域内でも残すべき内容すなわち、従来技術・家庭科に含まれていたが新しい指導要領^{※2)}では除かれたもの等、は生徒に学習させなく

てもよいとはいいがたい。これらの学習内容を情報の対象として考えれば、コンピュータの画像表示能力を生かし、板書や掛図では説明が難しい学習内容を指導することが可能なはずである。

本研究の目的は、技術・家庭科として教えなければならない内容^(※3)を削ることなく、情報化社会に対応した技術教育が可能であることを検証することにある。

そこで本研究では、機械領域の学習指導をとりあげ、コンピュータの画像表示能力を生かして機械の動く部分を提示し、試作した内燃機関の仕組みを学習する試作プログラムのCAI型教材としての可能性を検討する。

そのために、始めに技術・家庭科の学習指導におけるコンピュータの意義について論じ、次に試作したCAI型教材の有効性を検討する。最後にCAI型教材の作成および利用方法のあるべき方向を論じる。

方 法

1 技術・家庭科の学習指導におけるコンピュータ利用の意義

1) コンピュータ使用による学習指導の方向

技術・家庭科の目標は「生活に必要な基礎的な知識と技術の習得を通して、家庭生活や社会生活と技術とのかかわりについて理解を深め、進んで工夫し創造する能力と実践的な態度を育てる。」^(※2) ことである。つまり、技術・家庭科の学習は一定の技能の習得に留まらず、製作するについての態度や操作についての自信をつけることと、目的実現のための主体的な態度(意欲)を養うことにある。

技術・家庭科でコンピュータを学習する場合も、単にコンピュータの操作技能を習得するに留まらず、コンピュータ操作について自信をつけると同時に情報を適切に活用し、目的を設定しその実現のために実践的に活動できる態度(意欲)を養うことである。

技術・家庭科での情報教育としての大きな役割の一つには生徒にコンピュータを慣れ親ませ、取り組みのきっかけをつくるという側面もある。

2) 学習指導におけるコンピュータの利用

学習指導におけるコンピュータの利用というと、従来はフレーム型CAIのイメージが強く、そのイメージに立ってコンピュータを導入する傾向が強かった。最近になって、コンピュータを利用することなしには得られない機能たとえば、情報検索機能、グラフィック機能が認識され、学習指導に取り入れられるようになってきた。

技術・家庭科の学習指導においてコンピュータを利用するには、提示型、模擬体験またはゲーム型、実験の制御・道具型、総合的CAIが考えられる。技術・家庭科の学習は本来、生徒に実物・本物を通して正しい直接体験をさせることが主力であり、作業や実験学習の枠の中で取り扱える教材が必要となる。

したがって、学習指導でどの型を取り入れるにしても、コンピュータを使用する場合は教具、教材、授業内容のそれぞれの授業での位置を具体的に確定し、その中でのコンピュータの取り扱いを明確にすることが大切である。ここでは、技術・家庭科の授業の中でコンピュータそのものをどう取り扱うのかに焦点をあてた。

2 技術・家庭科における CAI 型教材の試作

技術・家庭科でコンピュータを使用する場合、指導および授業内容のどの部分を分担するのか、授業展開の中でどのような使い方をするのかを定める必要がある。

そのために、技術・家庭科の学習指導で CAI の素材となる「4 サイクルガソリンエンジンのシミュレーションプログラム」を設定した。これを基に京都市内の A、B 2 校でそれぞれコンピュータを使った授業を平成元年 4 月から 11 月までの間で機械領域と情報基礎領域で試みた。これによって、CAI を教具、教材、授業内容、授業の展開のそれぞれの中でどのように確定したらよいかを検討することにした。

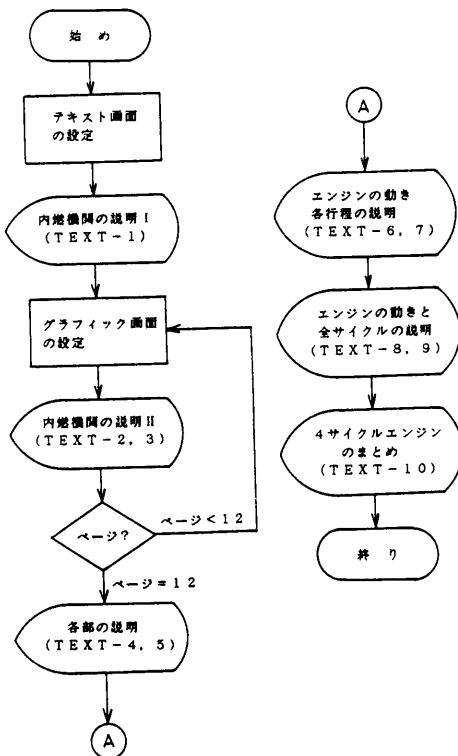
1) 4 サイクルエンジンのシミュレーションプログラムの設定

① 流れ 図

4 サイクルエンジンのシミュレーションを作成するための流れ図を第 1 図に示した。

② プログラム

4 サイクルエンジンのシミュレーションを作成するために、下記流れ図にしたがいプログラムの構成を第 1 表のようにした。



第 1 図 流れ図

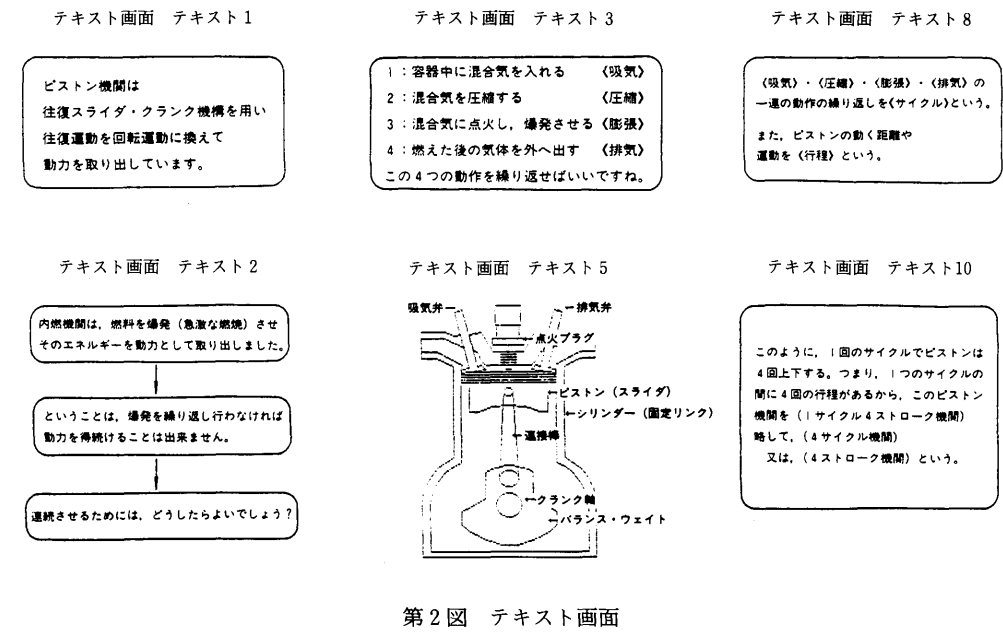
```

100 '*****
110 'SAVE "4CYCLE-3"
120 '
130 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
150 CLS 3
160 '
170 XW1=180 : YW1=0 : XW2=500 : YW2=199
180 '
190 PI=3.14159
200 X0=250:Y0=160
210 L=65 :R=20
220 '
225 'TEXT-1
226 GOSUB *TEXT1
227 '
230 '画面設定
240 M=0:N=0
250 FOR I=0 TO 11
260 IF I<>0 AND I MOD 3=0 THEN M=M+8:N=N+3
270 J=M+2*(I-N)
280 SCREEN 1,0,I,0
290 WINDOW(XW1,YW1)-(XW2,YW2)
300 CLS 2
310 TH=PI*I*60/180
320 GOSUB *TODRAW
325 GOSUB *INTR
330 NEXT I
340 GOSUB *TEXT4
350 GOSUB *TEXT5
360 GOSUB *PAINTING
370 GOSUB *TEXT6
380 GOSUB *TEXT7
390 GOSUB *TEXT8
400 GOSUB *TEXT9
410 GOSUB *TEXT10
420 '
1090 '*****
1100 ' MOVE *
1110 '*****
1120 'CLS 1
1130 FOR T=1 TO 8
1140 N=0 : M=0
1150 FOR I=0 TO 11
1160 IF I<>0 AND I MOD 3=0 THEN M=M+8:N=N+3
1170 J=M+2*(I-N)
1180 SCREEN 1,0,I,J
1190 WINDOW(XW1,YW1)-(XW2,YW2)
1200 FOR S=0 TO 100 : NEXT S 'SPEED
1210 NEXT I
1220 NEXT T
1230 END
1240 '
1250 '*****
  
```

第 1 表 プログラム

③ 画 面

4 サイクルエンジンのシミュレーションプログラムを資料のように設定した。画面には第2図のものを表出した。



2) CAI 型教材を使った技術・家庭科での学習指導

この4サイクルエンジンのシミュレーションプログラムを基に学校の実情に合わせて授業を実施した。以下技術・家庭科機械領域および情報基礎領域でコンピュータを使用して学習指導をするのに、コンピュータを教具、教材としてどのように使うのか、或は授業内容、授業展開でコンピュータをどのような取り扱いにするのかを授業実施の中で確定したものを例示する。なお、◎印はCAIを使用するところを示す。

1 機械領域での学習内容（例示）

機械領域で、4サイクルエンジンのシミュレーションプログラムを使用して授業を行った。次表は授業実践の結果、教具、教材、授業内容、授業展開のそれぞれについて確定した内容およびコンピュータの取り扱いにしほって例示したものである。

	確 定 し た 内 容	コンピュータの取り扱い ()はそれ以外の活用
・教 具	機関本体	
・教 材	機関本体を運転する	
・授 業 内 容	◎スライダークランク機構 弁の開閉 点火時期 燃料・燃焼の変化	シミュレーションを見る プログラムの調整 同上 デモンストレーション

	確 定 し た 内 容	コンピュータの取り扱い ()はそれ以外の活用
・授 業 展 開	動機づけ	(機関本体・VTR)
	情報提供 ・運転 (回転測定) ・回転原理 提示 ◎ 疑問点 まとめ	(タコメータ) (教科書・プリント) シミュレーションを見る (各自ノートする)
	学 習 ・実際と原理の結び付き ◎・現象観察 ◎・疑問点の整理	(機関本社・模型エンジン) シミュレーションを見る (高速回転をさせる) 機関本体とシミュレーションを比較しながら、問答討議を重ねる
	評 価 ¹⁾ ・到達目標 ¹⁾ ・方向目標 ¹⁾ ・体験目標 ¹⁾	機械本体の動作の仕組みを知る 点火時期・弁の開閉時期を設定できる コンピュータプログラムによって動かさせる

2 情報基礎領域での学習指導内容 (例示)

情報基礎領域で、4サイクルエンジンのシミュレーションプログラムを使用して授業を行った。次表は授業実践の結果、教具、教材、授業内容、授業展開、成果のそれぞれについて確定した内容およびコンピュータの取り扱いにしばって例示したものである。

	確 定 し た 内 容	コンピュータの取り扱い ()はそれ以外の活用
・教 具	コンピュータ	
・教 材	◎コンピュータラン	シミュレーションプログラムに基づいて4サイクルガソリンエンジンのシミュレーションを画面に表示させる
・授 業 内 容	基本操作 ・キーボード ・マニュアル ・機能	操作練習 コンピュータの始動と終結 プログラム入力 印刷・保存
	プログラム	簡単なプログラムの作成 数値修正 (一部分) プログラム修正 (一部分)
	CGのかき方基本	プログラムにしたがって操作
・授 業 展 開	動機づけ	デモンストレーション
	課題の設定	

	確 定 し た 内 容	コンピュータの取り扱い ()はそれ以外の活用
授 業 展 開	情報提供 ・機器の概要 ・操作方法	コンピュータおよび周辺機器を見る キーボード操作・マニュアルを見て操作
	学 習 ◎・数値修正 ・CGの基法操作	シミュレーションプログラムに基づいて操作し、クランク・弁の開閉時期・点火時期を調整するためにプログラムの一部を修正する テキストに基づいて操作する
	習 熟 ・初めから終わりまで自分で操作する	コンピュータ操作
	評 価 ¹⁾ ・到達目標 ¹⁾ ・方向目標 ¹⁾ ・体験目標 ¹⁾	プログラムにしたがってコンピュータが操作できる シミュレーションプログラムを一部手直しすることができる コンピュータを使って図をかくことができる

結果および考察

1 学習指導結果

機械領域と情報基礎領域の学習指導結果を、授業実践の記録を中心に、その授業者自身および参観者の反省から生徒の行動現象面を整理することにした。

1) 機械領域の学習指導

機械領域の学習指導で、コンピュータを教師が使うことにより、生徒は目に見えないエンジン本体の動きがシミュレートされ、興味をわかせた。さらに、一部の生徒はコンピュータの操作に関心を持ち、コンピュータに慣れ親しむきっかけを得た。機械領域で、このプログラムを使い、ピストンの動きを速めると、生徒はクランク軸の回転とエンジン本体の動きを結び付けることができた。なお、一部の生徒はプログラムにも興味をもった。

機械領域でコンピュータを取り扱おうと生徒が学習内容にいくついき、コンピュータについても興味をわかせることになる。このようなコンピュータの学習は機械領域ばかりでなく、他の領域にも通じるものである。

2) 情報基礎領域の学習指導

情報基礎領域の学習指導で、次の3点から生徒はコンピュータ操作の基本が習得できた。

- ・キーボードが取り扱える
- ・プログラムによりコンピュータが動かせる
- ・コンピュータに図形をかかすことができる

情報基礎領域の学習では、生徒が(教師も)コンピュータを真正面から取り組むきっかけができた。しかし、教師も生徒もコンピュータそのものを取り扱うという構えが強く、授業時間全般にわたって教師および生徒がキーボードを操作していることになった。

そこで、コンピュータのとりこになる生徒も現われたが、生徒の先天性(器用、不器用など)が目だつのも否めない事実であった。これについては、教材が生徒の認識過程に合わなかった面もあり、ステップを踏まえたコンピュータの取り扱いをいかにするかが今後の課題となろう。

2 技術・家庭科の学習指導にかなったコンピュータ導入の有効性

1) CAI 型教材の作成に関して

生徒にコンピュータを使用させる場合、プログラムの指導は欠かすことができないが、技術・家庭科の授業で単に、ベーシックの基本を教え、それに習熟させるだけでは、これまでの授業実践の中で生徒はコンピュータから離れたがる傾向がしばしばうかがえた。生徒にはコンピュータがどんな仕組みになっているのかを体得させる必要がある。それには、生徒にコンピュータを使うとおもしろいことができるのだなあと思わせながら学ばせるところに基本があると考えた。

その基本となるプログラムは次の1、2の場面である。

1 動画の作成、表示

グラフィック画面をモノクロ600×200とし、利用できる12画面にそれぞれクランク角の異なる絵を描き、SCREEN 命令のパラメータを変えることによって、画面上で連続した動画になるようにする。基本プログラムを以下の示す。

```
M=0:N=0
FOR I=0 TO 11
  IF I<>0 AND I MOD 3=0 THEN M=M+8:N=N+3
  J=M+2^(I-N)
  SCREEN 1,0,I,J
  (画面作成または表示)
NEXT I
```

2 テキスト画面による表示の工夫

a) テキストを1文字ずつ表示して学習者の注意を集中させるために、次のようにしている。

テキスト全体をテキスト画面に"COLOR 0"で表示。これは背景色と同じなので画面には現れない。次に、"COLOR@"コマンドを使って、画面上の文字の色を、位置を指定しながら次々と変えて行き、文字を画面に現わす。この速度は、適当な空ループを入れて調整されている。(TEXT-1)もちろん、初めから見える色で表示しておき、1文字あるいは1単語毎に色をかえることもできる。《TEXT-9》では、グラフィック画面のピストンの動きと連動させて、対応した行程名の色を変えている。(資料参照)

b) 連続してテキストを表示する際には、空ループを使って適当な時間の後、次のテキストを表示している(TEXT-2)が、次の"INKEY\$"を使ってそれを学習者のKEY操作に委ねることができ

る。

```
* LOOP
A$=INKEY$
PRINI  "何かキーを押してください"; A$
IF A$="" THEN * LOOP
* EXIT
```

c) テキストを文字変数とし、データとして読み込ますことにより、グラフィック画面に応じたテキストを表示させることができる。(TEXT-7)

2) 学習指導全般に関して

学習指導結果を通して、技術・家庭科の学習指導にかなったコンピュータ利用の有効性をまとめることにする。

機械領域では動画の作成、表示及びテキスト場面における表示の工夫のプログラムを作成することにより、図にかいたエンジンの仕組みを動かしたり、クランクの回転速度を速めたりできることで、生徒は4サイクルガソリンエンジンに一層興味をもつようになった。さらに、クランクの長さを変えることにより行程を変化させ、排気量と圧縮比の計算式をプログラム化して数値を入力することにより即座に排気量と圧縮比が算出できることで生徒には一層学習意欲の高まる様子が見ええた。コンピュータを使用した授業と従来からコンピュータを使用しなかった授業(板書や掛図を使用)のそれぞれについて生徒を成績上位群と下位群に分けて、到達目標と方向目標についての評価問題¹⁾に基づくテストを実施し、その平均値から有効性を判断してみた。今回のテスト問題が暗記を中心としたもの(エンジン各部の名称や公式等を問うたもの)、推理を中心としたもの(弁の開閉時期や点火時期等を問うたもの)であったため、テスト結果には、コンピュータを使用群とコンピュータ未使用群の間には χ^2 検定の結果差異は認められなかった。これらはテスト問題を吟味して有効性を検討する課題が残っている。しかし、コンピュータを利用することにより、板書や掛図の代わりにもなり得るといえる。

情報基礎領域では生徒は、コンピュータ利用としてキーボードの取り扱いに自信をもつようになったこと、プログラムの作成や修正でコンピュータが動かせることが確認できたこと、およびコンピュータに図形をかかすのを実際に確かめられたことで喜びをもつことがうかがえた。

技術・家庭科の学習指導では、教科の目標を踏まえてコンピュータを導入して学習内容をできるかぎり支援することが大切である。コンピュータで支援できる有効な学習指導の場面は、生徒に疑問点を起こさせる場面、生徒の疑問点を整理させる場面、目に見えない現象をシミュレートする場面であった。これらの場面では、生徒は個々に課題を設定し、解決していく道筋をつかむきっかけを作ることになった。これは、コンピュータを使用することが生徒の意欲を伸ばすことにつながる。

総合的にながめると、技術・家庭科の学習指導でコンピュータを取り扱う場合は、生徒の立場からは、生徒はまず、成果に触れ(コンピュータを操作する)、技術の原点を呼び起こし、技術の発展の方向を知ると同時に「なぜそうなるのか」に目を向けるようにすることになる。従ってその教材としては、「本物のコンピュータの操作」(活用)「簡単なソフトで簡単なハードが動かせる題材」(技術)「生活との関連で技術目的に達して価値判断できる課題」(価値)が有効なものとなる。し

たがって、生徒がコンピュータの必要性を感じないままコンピュータに取り組ませるよりも、どの領域の学習においても課題を把握し、課題を解決するためにCAIを導入し、本物のコンピュータに興味と意欲を湧かせる学習指導が大切である。

結 言

技術・家庭科においてコンピュータを授業の中でどのように利用するかについては、機械領域および情報基礎領域の学習指導で、教具、教材、授業内容、授業展開の中での位置を提案した。

授業実践結果からみて、たとえば、機械領域の学習で、4サイクルガソリンエンジンのシミュレーションプログラムをCAIとして使用すると、生徒が「エンジンはこうなうにして動くのか」と解ると同時に、「コンピュータはどのようになっているのだろうか」の疑問に結び付けることができる。これはコンピュータのみを限定的に取り上げて学習するよりも生徒はコンピュータに一層興味関心を示すことになる。また、これは技術・家庭科の最終目標「進んで工夫し、創造する能力及び実践的な態度の育成」²⁾に結び付けることができる。

さらに、技術・家庭科で、生徒にコンピュータを実際に使わせ、使うとおもしろいことができるのだなあという意欲をもたせるように学ばせるところに基本があり、各領域で、教師が積極的にコンピュータを導入した学習指導を展開することが大切である。

本研究は昭和63年度、平成元年度大学教育方法等改善経費「技術・家庭科教員養成教育における情報技術の活用と教材の研究開発」の研究成果の一部である。

(注)

1) 教育課程審議会は昭和61年7月の総会で中学校の「技術・家庭科」の中に、新しい領域として「情報基礎」を選択履修させる方針を決めた。

2) 文部省 中学校学習指導要領 平成元年3月

3) 上記2)の学習指導要領では、従来の各領域の内容は大幅に削られている。技術は日々変化発展し、それが社会生活に大きな影響を与えているという事実を考えると、限られた時間で学ぶべき対象も時代と共に変わって行かざるを得ない。しかしながら、現行の領域内でも残すべき内容が多くある。たとえば、『機械』領域の『機械II』の主な内容であった、内燃機関に関する学習³⁾が大幅に削られ、学習内容の一つである『エネルギーを動力として利用する機械の仕組みについて知ること』の中に含まれてしまっている。現代文明はエネルギー多消費の上に成り立っており、それによってもたらされる便利さ、快適さの反面、それによる弊害もまた深刻な問題であることは論をまたない。

その代表的なものが自動車であろう。現在の自動車はその殆どが内燃機関であり、その具体的な対象である、例えば4サイクルエンジンを内容として取り上げなければ、『エネルギーの変換と利用について理解させ、機械を適切に活用する能力を養う』¹⁾ことさえ難しいと思われる。また、この目標自身は、『情報技術の修得』以上に重要なことである。同様の事情が、他の領域にも起こっている。

一方が、新しく導入された『情報基礎』では、その目標を『コンピュータの操作等を通して、その役割と機能について理解させ、情報を適切に活用する基礎的な能力を養う』²⁾とし、コンピュータ本体の操作といくつかのソフトの利用の仕方を学ばせる、いわゆるコンピュータリテラシーの涵養を内容としている。言うまでもなく情報と言うのは何に関する情報かが規定されていないと情報としての意味を持たない。また、技術を他の領域と関連させて学ばせることは、総合学問的色彩の強いこの分野の性格から特に重要であり、且

つコンピュータを使う『情報基礎』はそのことを十分可能にする領域であると考える。

(*1 文部省中学校学習指導要領 平成元年3月 p.88 *2 同 p.89

*3 昭和52年7月 pp. 81-88)

引用文献

1) 桐田襄一 技術科における到達度評価と指導 技術科教育実践講座9
指導と評価ニチブン1990, pp.198-216

資料

第2図のテキスト画面に対応したプログラム

<<TEXT-1>>

```
10 '
20 'SAVE "TEXT-1"
30 '
40 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
50 SCREEN 1
60 CLS 3
70 RESTORE *TEXT1
80 READ N
90 FOR M=1 TO N
100   COLOR 0
110   READ A$
120   YE=7+(M-1)*2
130   LOCATE 20,YE : PRINT A$
140   GOSUB *EXPRES
150 NEXT M
160 COLOR 7
170 END
180 '
190 '
200 *EXPRES
210 '
220 FOR XE=20 TO 52 STEP 2
230   COLOR$(20,YE)-(XE,YE),7
240   FOR S=0 TO 200 :NEXT S
250 NEXT XE
260 RETURN
270 '
280 *TEXT1
290 DATA 4
300 DATA "ピストン機関は"
310 DATA "往復スライダ・クランク機構を用い"
320 DATA "往復運動を回転運動に変えて"
330 DATA "動力を取り出しています。"
340 '
```

<<TEXT-2>>

```
100 '
110 'SAVE "TEXT-2"
120 '
130 WIDTH 80,25 : CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
150 COLOR 0
160 CLS 1
170 LOCATE 20,10 :PRINT"内燃機関は、燃料を爆発（急激な燃焼）させ"
180 LOCATE 20,12 :PRINT"そのエネルギーを動力として取り出しました。"
190 GOSUB *EXPR2
200 '
210 CLS 1
220 LOCATE 20,10 :PRINT"ということは、爆発を繰り返し行わなければ"
230 LOCATE 20,12 :PRINT"動力を継続することは出来ません。"
240 GOSUB *EXPR2
250 '
260 CLS 1
270 LOCATE 20,10 :PRINT"連続させるためには、どうしたらよいでしょう?"
280 GOSUB *EXPR2
290 COLOR 7 : END
300 '
310 *EXPR2
320 FOR YE=10 TO 12 STEP 2
330   FOR XE=20 TO 64 STEP 2
340     COLOR$(20,YE)-(XE,YE),4
350     FOR S=0 TO 200 :NEXT S
360   NEXT XE
370 NEXT YE
```

<<TEXT-3>>

```

10 '
20 'SAVE "TEXT-3"
30 '
40 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
50 SCREEN 1
60 CLS 3
70 RESTORE *TEXT3
80 READ N
90 FOR M=1 TO N
100 COLOR 0
110 READ A$
120 YB=7+(M-1)*2
130 LOCATE 20,YB : PRINT A$
140 GOSUB *EXPRES
150 NEXT M
160 COLOR 7
170 END
180 '
190 '
200 *EXPRES
210 '
220 FOR XE=20 TO 20+LEN(A$) STEP 2
230 COLOR$(20,YE)-(XE,YE),7
240 FOR S=0 TO 200 :NEXT S
250 NEXT XE
260 RETURN
270 '
340 '
350 'SAVE "TEXT-3D",A
360 *TEXT3
370 DATA 5
380 DATA "1 : 器 皿中に混合気を入れる 《吸気》"
390 DATA "2 : 混合気を圧縮する 《圧縮》"
400 DATA "3 : 混合気に点火し、爆発させる 《膨張》"
410 DATA "4 : 燃えた後の気体を外へ出す 《排気》"
420 DATA "この4つの動作を繰り返せばいいですね。"

```

<<TEXT-4>>

```

100 '
110 'SAVE "TEXT-4"
120 '
130 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
150 CLS 3
160 COLOR 0
170 '
180 CLS 1
190 LOCATE 20,10 :PRINT"では、どのように繰り返しているかをみる"
200 LOCATE 20,12 :PRINT"まえに、各部の名称を学習しましょう。"
210 FOR YE=10 TO 12 STEP 2
220 FOR XE=20 TO 64 STEP 2
230 COLOR$(20,YE)-(XE,YE),7
240 FOR S=0 TO 200 :NEXT S
250 NEXT XE
260 NEXT YE
270 COLOR 7 :END

```

<<TEXT-5>>

```

10006 '*****
10008 '
10010 'SAVE "TEXT-5",A
10012 '
10014 '*****
10020 *TEXT5
10030 SCREEN 1,0,0,1
10040 'WINDOW (180,0)-(500,199)
10050 CLS 1
10060 COLOR 4
10070 LOCATE 13,0 : PRINT "各部の名称"
10080 FOR S=0 TO 10000 :NEXT S :BEEP
10090 LOCATE 1,2 : PRINT "吸気弁"
10100 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S :BEEP
10110 LOCATE 26,2 : PRINT "ー排気弁"
10120 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S :BEEP
10130 LOCATE 23,10 : PRINT "ーピストン (スライダ)"
10140 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S :BEEP
10150 LOCATE 18,14 : PRINT "ー連接棒"
10160 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S :BEEP
10170 LOCATE 19,20 : PRINT "ークランク軸"
10180 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S :BEEP
10190 LOCATE 26,12 : PRINT "ーシリンドー (固定リンク)"
10200 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S :BEEP
10210 LOCATE 19,5 : PRINT "ー点火プラグ"
10220 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S :BEEP
10230 LOCATE 23,22 : PRINT "ーバランス・ウェイト"
10240 FOR S=0 TO 5000 :NEXT S
10250 FOR S=0 TO 10000 :NEXT S
10260 COLOR 7
10270 RETURN

```

<<TEXT-6>>

```

100 '
110 'SAVE "TEXT-6"
120 '
130 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
150 CLS 3
3510 '
3520 COLOR 7
3550 LOCATE 20,10 : PRINT"では、どのように連続させて動力を"
3560 LOCATE 20,12 : PRINT"得ているのかみてみましょう。"
3570 FOR S=0 TO 6000 : NEXT S
3580 END

```

<<TEXT-7>>

```

100 '
110 'SAVE "TEXT-7"
120 '
130 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
150 CLS 3
160 WX1=180 : WY1=0 : WX2=499 : WY2=199
3590 '
3600 '
3610 FOR T=1 TO 2
3620   M=0 : N=0
3630   FOR I=0 TO 11
3640     IF I<>0 AND I MOD 3=0 THEN M=M+8 : N=N+3
3650     J=M+2*(I-N)
3660     SCREEN 1,0,1,J
3670     WINDOW(WX1,WY1)-(WX2,WY2)
3680     ON I+1 GOSUB *ST1,*ST2,*ST0,*ST3,*ST4,*ST0,*ST5,*ST6,*ST0,*ST0,*ST7,*ST7
3682     NEXT I
3684   NEXT T
3686 END
3690 '
3695 *ST1
3700   CLS 1
3710   LOCATE 38,10 : PRINT"吸気弁が開き、ピストンが下がり"
3720   LOCATE 38,12 : PRINT"新しい混合気を吸入する。"
3730   RETURN
3740 *ST2
3750   CLS 1
3760   LOCATE 38,10 : PRINT"さらに、ピストンが下がり"
3770   LOCATE 38,12 : PRINT"混合気を吸入する。"
3780   RETURN
3790 *ST3
3800   CLS 1
3810   LOCATE 38,10 : PRINT"弁がすべて閉じ、ピストンが上がり"
3820   LOCATE 38,12 : PRINT"混合気を圧縮し始める"
3830   RETURN
3840 *ST4
3850   CLS 1
3860   LOCATE 38,10 : PRINT"さらに、ピストンが上がり"
3870   LOCATE 38,12 : PRINT"混合気を圧縮。"
3880   RETURN
3890 *ST5
3900   CLS 1
3910   LOCATE 38,10 : PRINT"ピストンが上がりきる少し手前で"
3920   LOCATE 38,12 : PRINT"点火プラグにより混合気に点火"
3930   RETURN
3940 *ST6
3950   CLS 1
3960   LOCATE 38,10 : PRINT"点火された混合気が爆発（急激に燃焼）し"
3970   LOCATE 38,12 : PRINT"強い圧力でピストンを押し下げる。"
3980   RETURN
3990 *ST7
4000   CLS 1
4010   LOCATE 38,10 : PRINT"排気弁が開き、ピストンが上がり"
4020   LOCATE 38,12 : PRINT"燃焼したガスを排出する。"
4030   RETURN
4035 *ST0
4040   FOR S=0 TO 8000 : NEXT S
4045   RETURN
4050   NEXT I
4060   NEXT T

```

<<TEXT-8>>

```

100 '
110 'SAVE "TEXT-8"
120 '
130 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
160 WX1=180 : WY1=0 : WX2=499 : WY2=199
4090 '
4100 CLS 1
4110 FOR T=1 TO 6
4120 '
4130 '
4140 M=0 : N=0
4150 M=0 : N=0
4160 FOR I=0 TO 11
4170 IF I<>0 AND I MOD 3=0 THEN M=M+8:N=N+3
4180 J=M+2^(I-N)
4190 SCREEN 1,0,I,J
4200 WINDOW(WX1,WY1)-(WX2,WY2)
4205 ON T GOTO 4250,4250,4210,4250,4230,4250
4210 LOCATE 32,7 :PRINT"《吸気》・《圧縮》・《膨張》・《排気》の"
4220 LOCATE 32,9 :PRINT"一連の動作の繰り返しを《サイクル》という。"
4225 GOTO 4250
4230 LOCATE 32,12:PRINT"また、ピストンの動く距離や"
4240 LOCATE 32,14:PRINT"運動を《行程》という。"
4250 FOR S=0 TO 600 : NEXT S
4260 NEXT I
4270 NEXT T
4280 END

```

<<TEXT-9>>

```

100 '
110 'SAVE "TEXT-9"
120 '
130 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
160 WX1=180 : WY1=0 : WX2=499 : WY2=199
4280 '
4290 CLS 1
4300 FOR T=1 TO 8
4310 M=0 : N=0
4320 FOR I=0 TO 11
4330 IF I<>0 AND I MOD 3=0 THEN M=M+8 : N=N+3
4340 J=M+2^(I-N)
4350 SCREEN 1,0,I,J
4360 WINDOW(WX1,WY1)-(WX2,WY2)
4370 LOCATE 42,4 : PRINT"吸気行程"
4380 LOCATE 42,6 : PRINT"圧縮行程"
4390 LOCATE 42,8 : PRINT"点火"
4400 LOCATE 42,10 : PRINT"膨張行程"
4410 LOCATE 42,12 : PRINT"排気行程"
4420 ON 1+I GOSUB *EP1,*EP2,*EP2,*EP2,*EP3,*EP3,
4422 FOR S=0 TO 1000 : NEXT S
4423 NEXT I
4424 NEXT T
4425 END
4428 *EP1
4430 COLOR@(42,6)-(49,10),7
4440 COLOR@(42,4)-(49,4),5 : COLOR@(42,12)-(49,12),3
4450 RETURN
4455 *EP2
4460 COLOR@(42,6)-(49,12),7
4470 COLOR@(42,4)-(49,4),5
4480 RETURN
4485 *EP3
4490 COLOR@(42,4)-(49,4),7 : COLOR@(42,8)-(49,12),7
4500 COLOR@(42,6)-(49,6),5
4510 RETURN
4515 *EP4
4520 COLOR@(42,4)-(49,6),7 : COLOR@(42,10)-(49,12),7
4530 COLOR@(42,8)-(49,8),2
4540 RETURN
4545 *EP5
4550 COLOR@(42,4)-(49,8),7 : COLOR@(42,12)-(49,12),7
4560 COLOR@(42,10)-(49,10),6
4570 RETURN
4575 *EP6
4580 COLOR@(42,4)-(49,10),7
4590 COLOR@(42,12)-(49,12),3
4600 RETURN

```

<<TEXT-10>>

```

100 '
110 'SAVE "TEXT-10"
120 '
130 WIDTH 80,25:CONSOLE 0,25,0,1
140 SCREEN 1
4650 '
4670 '
4680 CLS 1
4690 LOCATE 40,9 :PRINT"このように、1回のサイクルでピストンは"
4700 LOCATE 40,11 :PRINT"4回上下する。つまり、1つのサイクルの"
4710 LOCATE 40,13 :PRINT"間に4回の行程があるから、このピストン"
4720 LOCATE 40,15 :PRINT"機関を〔1サイクル4ストローク機関〕"
4730 LOCATE 40,17 :PRINT"略して、〔4サイクル機関〕"
4740 LOCATE 40,19 :PRINT"又は、〔4ストローク機関〕という。"

```