

CAPシステムによる教育手法の研究*

西田 祐三**

林 昇**

A Study of Teaching Method by Using the CAP-System

by Yuso NISHIDA and Noboru HAYASHI

We had developed a teaching method by using the system of computer aided practise (CAP) for automobile maintenance. The method has the merits as followed ; 1) The development of teaching materials is made shprt by standardizing , 2) Many animated illustrations and a mouse and videopointer are used for the explanation of lecture content , and 3) The results of learning is quantitatively analyzed and feed back to develop more useful teaching materials. By using the teaching method developed in this study , we could gain some remarkable effects on the education.

1. 緒言

コンピュータを中心とする情報技術は、産業界だけでなくあらゆる分野に導入されており、高等教育機関においても情報関連教育および情報技術を用いた教育システムの利用が積極的に行われている。自動車業界においても、情報処理技術やエレクトロニクスを理解駆使することのできる技術者の要求が強くなる。本学では、すでに情報技術教育およびそれ以外の科目に対してもコンピュータ支援教育 (computer aided instruction, 以下にお

いてCAIと略記)として利用できるパソコン・ネットワークなどを含んだシステムを導入しており、昨年度からは、より高度な技術者を養成することを目的としたCAIシステム用のソフトウェアを開発し、自動車実験実習コンピュータ支援教育システム (system of computer aided practice in automobile maintenance, CAPシステム)を構築して¹⁾実験実習に用いている。

本CAPシステムは多人数の学生を対象とした一斉授業と個々の学生を対象とする個別授業の両者を支援しており、また授業中の種々の設問から個々の学生の理解度を分析評価することができるようになっている。そこで、昨年度は従来の実機による説明に対して、新

* 平成 2年 9月30日受理

**広島自動車工業短期大学

たにCAPシステムを併用した説明で、理解度の向上を図った。また、今年度は、授業における説明やテストなどによる時間短縮および個々の学生の学習に対する理解度や解答ミスの把握を行ない、教材開発へフィードバックさせることを試みている。よって、本CAPシステムで、教材開発を容易にし、そのプレゼンテーションで理解の向上を図り、分析結果から学生指導および教材開発へのフィードバック情報を得るといふ、一貫した授業の流れを具体的に構築し、新たな教育手法を確立した。

2. 教育手法の開発

2-1 教材開発

自動車部品の多くは外見からその動作、構造がわかりにくく、またその機能および整備法の理解が困難な場合が多いので、これらをコンピュータ・グラフィクスによりアニメーション化し、その把握の助けとする。さらに、個別授業でも一斉授業でも授業進行を学生自身のキー入力にすることにより学生の授業への参加を能動的にする。

授業の説明項目および設問の時間を効率よく決めるため、コースウェア（説明画面などの流れが構築されたソフトウェア）のフレーム内（提示画面用ソフトウェア）に学習情報を得るためのソフトウェアを組み込み、解答に要する所要時間（反応時間T）、設問（問題P）に直接解答された内容、正解までの解答が繰り返される回数（入力回数L）などが採取できるようにする。また、一斉授業では、教員WS（ワークステーション）からアニメーションなどを含めた説明画面を個々の学生WSに転送し、マウスやビデオ・ポインタにより説明指示およびキーボードより説明文字を送る。それと平行してヘッドセットから音

声を送ることで説明効果を上げ、時間の短縮を図り、遠近感のない授業形態を開発する。

なお、一度コースウェアが作成されると、その変更が面倒なためそれを実施しにくい。そこでコースウェアの開発を単純化し、分析・評価のフィードバック情報によりコースウェアの変更を容易にするため、教材作成で比較的難しいとされている図表や分析でのデータ処理は、市販のソフトが利用できる移行処理プログラムを開発する。

2-2 授業の展開

CAPシステムの開発当初は、一般に指示がしやすい、マウス（パソコンの外部入力装置）およびビデオ・ポインタ（モニタ画面に指示マークをスーパインポーズする装置）が無く、使いこなさないと操作しにくいPC-SCAI（日本電気）の添削用ソフトウェアの利用で、提示画面の説明に苦慮していた。今回の授業では、教員WSにより教材説明をネットワーク・ハードウェアにより画面を学生WSに転送し、マウス、ビデオ・ポインタおよびヘッドセットにより画面と音声で効率のよい説明指示をすることで対策を行う。また、次のフレーム画面への移行は、学生自身が直接キー入力することにより、コースウェアの進行を個別に行う。

個別授業では、個人レベルでの理解度の向上を図るため、個人学習履歴がネットワークを利用してホストコンピュータに短時間に収集される。

以上の一斉授業と個別授業の特徴を生かした授業の展開を行う。

2-3 分析評価

教材開発の段階で組み込まれたソフトウェアにより反応時間T、問題Pの解答内容、フレーム内の入力回数Lを収集し、分析評価す

る。昨年度の多肢選択の理解度テスト（問題が完全に解けなければ次の問題へ進めない）は、問題Pに対する反応時間Tを収集した。また、今年度は昨年の問題Pに対する反応時間Tに加え、問題Pに直接解答された内容とフレーム内の入力回数Lが収集できる計算、○×問題を実施する。以上、3種類の理解度テスト^{2,3)}を用いて各々の分析評価を行う。

- 1)従来の実機のみによる説明とCAPシステムを併用した説明の後に多肢選択式の理解度テストを実施し、CAPシステムの効果をT-P（反応時間-問題）分析で把握する。
- 2)CAPシステムのコースウェアによる問題の解説後に、計算問題（正解が得られるまで数値の変化する類似問題を繰り返し出題）の理解度テストを行う。このテストは、解答、正答、その回の反応時間T、入力回数L、合格判定を表示した。特に、誤答者の場合は解答と正答を見比べる事により誤答した理由が推測できるようにヒントとして表示した。また、問題の打ち切り時間および入力回数の上限が決定しにくいいため、暫定として時間は無限大で回数は20回とし、T-P、L-P（入力回数-問題）分析により、各問題の打ち切り時間および入力回数Lの把握を行う。その上、T-L（反応時間-入力回数）分析により、学生の理解度を把握し、個人学習指導に反映させる。また、設問に直接入力された解答の収集を図り、誤答の場合のミスの発見を行い、誤答要因となる授業、教材の不備の改善を図るため教材開発にフィードバックさせる。
- 3)自動車実験実習の後に自動車整備士試験の○×問題のコースウェアを実施する。この○×問題は、ある単元の5問題を1グループとし全問を正解しないと繰り返し出題さ

れる。また、この問題も打ち切り時間は無限大で入力打ち切り回数は10回とする。ここでは採点を行い、問題に対して、「ほぼ理解している」、「確信がない」、「あやまった理解」か問題自身の説明不足などの判定を行う。この他、理解度テストのT-P-L分析から2)と同様な展開を図る。

3. 結果および考察

3-1 教材開発結果

- 1)CAPシステムにおいて実験実習の授業教材は、アニメーションやマウス、ビデオ・ポイントおよびネットワーク・ハードウェアにより有効に利用できた。
- 2)コースウェアの実行による個別のT-P-L情報を自動採取し、ホストコンピュータへ情報転送して分析・評価を可能にした。
- 3)コースウェアおよびフレーム作成は市販のPC-SCAIを利用した。その上、フレーム作成の時間短縮を図るため、市販の図形ソフトの利用や個別情報などの処理を、Basicプログラムを組み込むことで、利用者が使用しやすい形態になった。

3-2 授業の展開結果

- 1)学生1人に1台の学生用WSを設け、コースウェアの進行は学生が直接キー入力で行い、能動的な授業への参加を可能にした。
- 2)授業の説明は全学生を対象とする一斉授業の形態で行い、その内容の理解は個別授業の形態を用いて深め、両者の利点を生かした効率のよい授業展開を可能にした。

3)従来の授業形態では時間的拘束により困難であった理解度テストの実施を、CAPシステムが支援することにより容易にした。

3-3 分析・評価結果

エンジンの作動の理解度を調べる多肢選択式のテストの結果、以下のことが明確になった。

従来の実機のみによる作動説明とCAPシステムを併用した説明の後、それぞれ類似した多肢選択式の理解度テストを実施した。その結果をT-P分析し、問題に解答する反応時間と正解者の累積率を図1に示す。図より従来の授業形態では説明しにくかった実機の作動などをディスプレイ上のアニメーションで説明を行うことで理解度の向上が明らかとなった。

次に、エンジンの排気量や圧縮比などの計算問題と構造・機能や整備法に関する〇×問題の理解度テストの結果、以下のことが分かった。

計算と〇×問題の各問題に対する反応時間の関係を図2に示す。図に示す問ごとのボックスの上限値は平均反応時間に標準偏差を加えたもので、下限値はそれを減じたものとし、

最大値、最小値を各々ヒゲで示し、反応時間Tの分布を含めたバラツキ範囲を表現したものである。図より、計算の間5が全体のバラツキも少なく、反応時間が最小である。反対に最大は計算の間1であった。このことは問題により難易度が異なるためであり、効率よく授業の進行を行うためには問題ごとに打ち切り時間を設定する必要がある。したがって、問題に対する打ち切り時間をボックスの上限値に決定することができ、説明の配分や効率のよい時間設定を可能にした。

図2と同じように問に対する入力回数関係を図3に示す。図より〇×問題はバラツキ

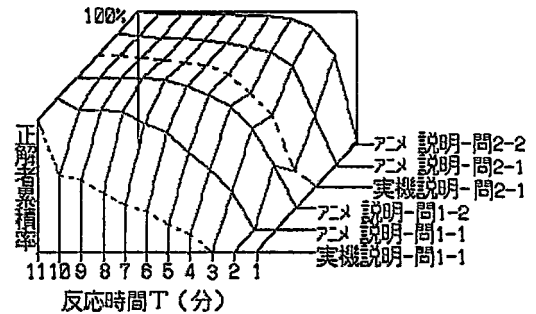


図1. 従来とCAP併用の理解度の比較

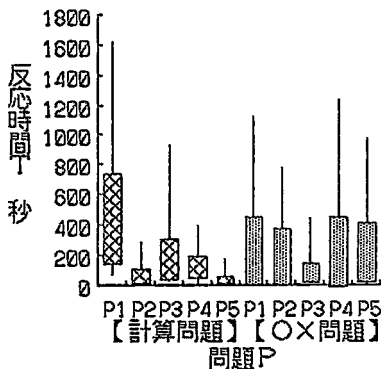


図2. 計算, 〇×問題のT-P分析

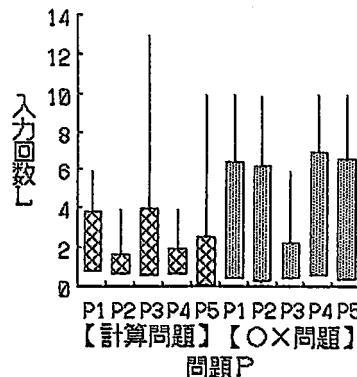


図3. 計算, 〇×問題のL-P分析

が大きく、答が正誤とも計算問題に比べて簡単に入力できることからこのような傾向が現れたものと考えられる。この結果、ボックスの上限値を入力の手打ち回数 L の最大として、打ち切り時間とともに教材開発へフィードバックさせることができた。

図4は計算5問題平均の反応時間 T の偏差値と入力回数 L の関係を示す。ここでは問題 P に対する反応時間 T は問題の難易度により異なる。よって各問の反応時間 T の偏差値⁴⁾

をとることで同一スケール上に描き、その比較を行った。図に反応のタイプをゾーンで区切り、個々の学生に当てはめると図の①②ゾーンは成績良好であるが③④はやや注意を必要とし⑤⑥は要注意と考えた。また、図5の○×問題では、問題に対して入力しやすいことから安易に考えがちで、特に⑥の学力不安定とされる要注意の学生が多く存在する傾向がみられる。

そこで、正誤を問わず入力しやすい○×問

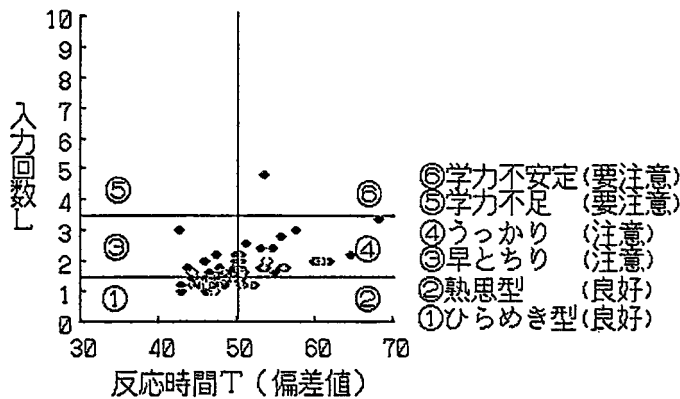


図4. 計算問題の T (偏差値) - L 分析

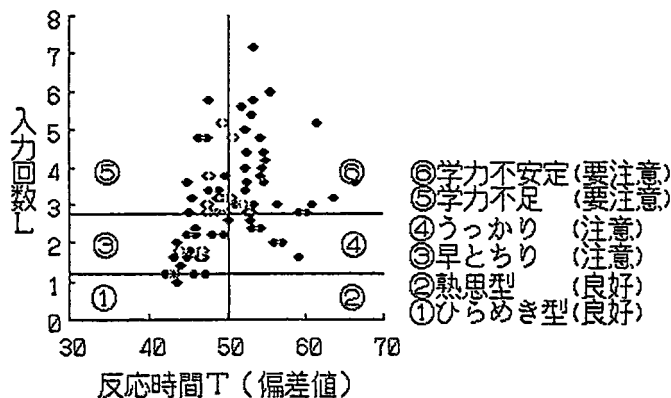


図5. ○×問題の T (偏差値) - L 分析

題の一例として、ピストン単元5問の入力回
に対する正答率Sの推移を図6に示す。図よ
り、正答率50%以下に推移する問はあやま
った理解または問題自身の説明不足で、50~8
0%は確信がなく、80%以上ではほぼ理解し
ていると考えられる。

次に、計算5問題での解答のミス分析し
てみると図7の結果となった。ミスとしては、
式の正答から大きくはずれた解答は重いミス
で公式の中の定数部分の計算を忘れたミスは
軽いミスとし、その他に丸めや位取りミスが
ある。図より、誤答の中には軽いミスや丸め、
位取りミスが多く存在する結果になっている。
また、図8は計算問題の一例として圧縮比の
場合の入力回数ごとの解答内容を示したも
のである。入力回数Lが小さい場合には軽いミ
ス、丸めなどの簡単なミスが多く、入力回数
Lが大きい、つまりできない者が残るにつれ
重いミスが残る結果となった。
これらによりミスの状況が得られ、教材開発
にフィードバックさせ、ミス対策を行うこと
で、よりよい教材づくりとした。

4. 結言

CAPシステムの特徴を生かす新たな教育
手法として、「教材開発」、「授業展開」、

「分析・評価」の一貫した授業の流れを構築
した。以下にその結果を示す。

- 1)教材開発におけるコースウェアの更新は、
一般に面倒とされているが、本システムで
は開発を単純化し、分析のフィードバック
情報を取り入れることにより、その改善を
容易にした。
- 2)説明など一斉授業で理解が図れるものには、
コンピュータ、AV機器の画面にマウスや
ビデオポイントによる指示マークをスー
パインポーズし、これにヘッドセットの音声
の両方により説明効果を上げ、時間短縮を
図り、教室内での学生との遠近感のない授
業形態を得た。

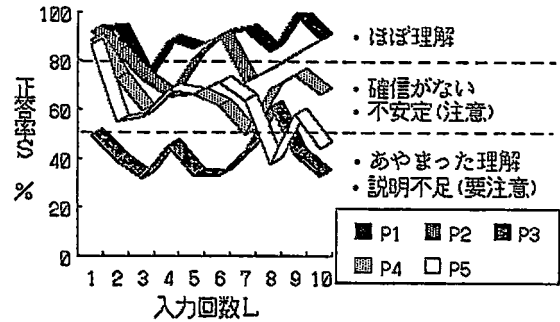


図6. ピストン単元の○×問題のS-L分析

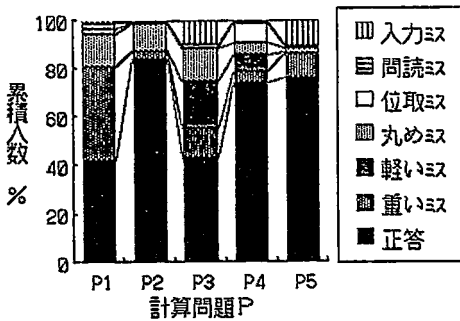


図7. 計算問題の解答内容

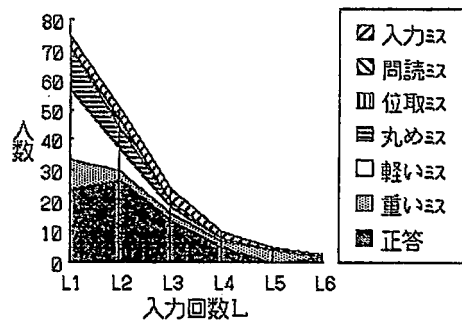


図8. 圧縮比計算の入力回数と解答内容

- 3) テストなど個別授業に適したものは、パソコン・ネットワークでテスト結果の情報を採取し、分析・評価を可能にした。
- 4) 自動車の外見からわかりにくい作動，構造，機能および整備法はコンピュータ・グラフィクスやアニメーションにより説明することで、従来の実機のみによる実習に比較して理解度が向上した。
- 5) 分析結果から個々の学生および全学生のミスの程度や理解度が定量的，統計的に把握された。これを基に個別指導や一斉授業における復習により理解度の向上が図られるとともに、問題の打ち切り時間，回数の設定、コースウェアの更新などによる教材開発へのフィードバック情報を得た。

最後に、本研究に対しご助言を頂いた山崎，浅野両教授と越智講師に感謝いたします。

【参考文献】

- 1) 西田，他3名　：自動車実験実習コンピュータ支援教育システムについて；
全国自動車短期大学協会
；研究報告誌　，1989.12
- 2) 橋本重治　　：到達度評価の研究；
図書文化社　，1983.9
- 3) 佐藤隆博　　：授業設計と評価のデータ
処理技法；
明治図書　，1983.5
- 4) 金井達蔵 他1　：教育評価の技術；
図書文化社　，1981.7