

論文 / 著書情報  
Article / Book Information

論題(和文)	CAIと学習形態との関連における学習効果の比較分析
Title(English)	The Comparative Analysis of Training Effects in Relation with CAI and Training Styles
著者(和文)	山本洋雄, 中山実, 清水康敬
Authors(English)	Hiroh Yamamoto, Minoru Nakayama, Yasutaka Shimizu
出典(和文)	教育システム情報学会誌, Vol. 14, No. 3, pp. 57-65
Citation(English)	Transactions of Japanese Society for Information and Systems in Education, Vol. 14, No. 3, pp. 57-65
発行日 / Pub. date	1997,

## CAIと学習形態との関連における学習効果の比較分析

山本洋雄\*, 中山実\*, 清水康敬\*

## The Comparative Analysis of Training Effects in Relation with CAI and Training Styles

Hiroh YAMAMOTO \*, Minoru NAKAYAMA \*, Yasutaka SHIMIZU \*

This paper describes a comparative analysis of training effects in four different training styles to study the training methods to enhance training effect. A same training object is used in four different training styles which are (1) : Schooling using CAI (I), (2) : Mutual teaching using printed training materials, (3) : Mutual teaching using CAI (I), (4) : Self-training at individual local office using CAI (II).

Their achievement score values were compared with that of conventional face-to-face lecture style training. The comparison result shows that "(3) : Mutual teaching using CAI (I)" has the best training effect among them. Compared with the face-to-face lecture style, it is significant in 1% level either in the group of lower points, in the group of higher points, or in total group.

It is also found out that "(4) : Self-training at individual local office using CAI (II)" is useful in reducing the training time 24%.

## 1. はじめに

文部省の「マルチメディアを活用した21世紀の高等教育の在り方に関する懇談会」で、マルチメディアを利用した教授方法の研究開発の必要性が、具体的に答申されている。音声や映像を駆使した教育が、今後学校や家庭、企業内に急速に普及していくことが予測される。

激しい技術革新の折り、企業内教育では質の高い多くの教育を行う必要があり、集合教育ではより一層効果的な学習形態が望まれている。そこで、同じCAIを使用しても学習形態を変えることによって、効果が上

がるものがあれば、大変有効である。

一方、第3次産業の増加に伴い、全国各地に拠点を置く企業が増えている。遠隔地での教育機会の拡大とコスト低減への期待から、分散教育の要求も高まっている。指導者がいない拠点でも独習が可能で、学習時間が短縮できるならば、CAIが急速に普及していくものと期待できる。そこで、CAIの実用化に当っては、学習成績や学習時間で効果の高いものが望まれている<sup>(1)~(5)</sup>。

ところで、CAIシステムの開発と評価については、過去に多くの研究が行われているが<sup>(6)~(9)</sup>、学習形態との関係で学習成績や学習時間について、定量的に評価したものは見当たらない。

そこで、本研究では、集合教育用に開発したCAI (I)と、分散教育用に開発したCAI (II)を用いて、4つの学習形態を設定し、学習成績や学習時間での効

\* 東京工業大学教育工学開発センター  
CRADLE, Tokyo Institute of Technology

果を調べた。さらに、集合教育と分散教育での成績向上の傾向に、差があるかどうかについても分析検討をした。

## 2. 学習内容と学習形態

### 2.1 学習内容

本研究での学習内容は、コンピュータメンテナンス技術者教育用のものである。いずれも汎用コンピュータのハードウェアとソフトウェアの、構造や動作原理を中心にしている。ハードウェアについては、各部名称から分解組立方法、正常動作の確認やトラブルシュート方法などを学ぶ。ソフトウェアについては、動作概要から異常処理およびオペレーション方法などを学ぶ。学習日数は、学習対象システムの規模の大小によって異なるが、座学と実習を合わせて5日から15日間である。今回の評価対象は、知識獲得を中心とした座学部分で、学習日数全体の約2割に当る実質1日～3日間である。学習順序は、「製品仕様比較」「新技術の特徴」「各部の名称」「動作原理」など、どの学習対象システムもほぼ同じである。いずれも、各コンピュータシステムの、予防保全や障害対策に必要な、知識獲得を目的とした同質の学習内容である。

### 2.2 学習形態

本研究で評価対象とした学習形態は、表1の①～④に示す4種類である。また、これら学習形態の学習内容が異なるので、比較のために各学習形態と同一内容の学習をする対面授業を実施した。各学習形態の主な特徴を表1に示す。

表1 各学習形態の主な特徴

学習形態	学習時間	指導者	映像	相互学習	独習支援
集合教育	① CAI(I)集合学習	固定	○	○	-
	②テキスト相互学習		○	-	○
	③ CAI(I)相互学習		○	○	○
分散教育	④ CAI(II)独習	自由	-	○	-
比較のための対面授業		固定	○	-	-

○：十分活用できる      -：余り活用できない

表1において、集合教育で行ったものは、①～③の学習形態である。分散教育としては④CAI(II)独習を実施した。集合教育では、学習形態ごとに同じ学習時間で固定であった。分散教育では、学習時間は各人自由にした。すなわち、④CAI(II)独習だけが、個々の学習者の学習時間が異なる。

「指導者」については、集合教育ではいつでも近くに居ることから“○”印とした。分散教育では、「指導者」は居ないので“-”印とした。以下同様に、「映像」については、CAI(I)もCAI(II)も任意に検索して表示することができる。「相互学習」は、学習者同士が質疑応答などで、相互に学習できたかどうかの観点から記入した。「独習支援」は、疑問が生じたときにいつでも見ることができる、辞書機能やハイパーテキスト機能などである。

それぞれの学習形態の詳細は以下のとおりである。

#### (1) CAI(I) 集合学習

CAI(I) 集合学習で使用したCAI(I)は、文字や静止画、映像、音声をパーソナルコンピュータで制御できるものである。システム構成を図1に示す。

このシステムは、集合教育での利用を目的に開発したもので、コースウェア作成機能や学習機能などから構成されている<sup>(10)(11)</sup>。

本研究で扱った学習機能についての主な特徴は、次のとおりである。

- ① 映像と音声は、光ビデオディスクにアナログ方式で記録されているものを再生して表示する。

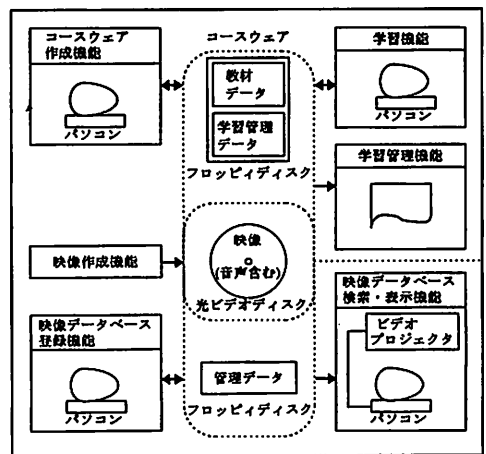


図1 CAI(I)のシステム構成

- ② 映像、音声、文字を自動的に組合せて表示し、ビデオテープのようにスキップやスロー再生などでもできる。学習は対話形式で進められる。
- ③ 自動ページめくり機構により、静止画のブラウジングができ、キーワードによる検索だけでなく、画像を見ての検索もできる。

学習は、CAI (I) を教室に1人1台ずつ設置し、集合教育として利用した。また、学習方法がわからないときや学習内容に疑問が生じたときは、いつでも指導者に聞くことができるようにした。

教材としては、CAI (I) のほか、学習対象システムの概説書、取扱説明書、論理図面およびフローチャートを随時参照できるようにした。ただし、CAI (I) を除くこれらの教材は、以下のすべての学習形態においても同様に参照できる環境とした。

(2) テキスト相互学習

テキスト相互学習では、CAIは一切使用しないで、主としてテキストを使って学習させた。そして学習者を3~4人のチームに分けて、そのチーム内で学習者同士がお互いに教え合いながら、知識を修得させたり、理解を深めさせた。

チームのメンバーは、できるだけ年長者と若年者、熟練者と初心者が組合わさるように配慮した。これは、チームのまとまりを良くすることと、各チームが均質になるようにするためである。

指導者は、学習者同士が早く打解けるよう、意識的に質問を引出したり、チーム内の連帯感を高める配慮をした。

教材としては、学習者が主体になって学習が進められるように、あらかじめ「コース学習要領書」も用意した。「コース学習要領書」には、①学習の達成目標と時間の目安、②学習方法と順序、③参考図面やマニュアル、④相互学習の進め方などが書かれている。この学習は、学習者が主体的に学ぶ構成主義<sup>(12) (13)</sup>を目指したものである。

(3) CAI (I) 相互学習

この学習形態では、CAI (I) を用いて学習者同士で相互学習をさせた。テキスト相互学習と同様に学習者を3~4人のチームに分けて実施した。CAI (I) は、1チームに1台を割り当てた。

指導者は各チーム間を時々巡回し、学習進捗度の確

認調整と、アドバイスおよび質問に対して回答した。ただし、学習者に対しては積極的に内容を教えたり、細かな指導はしないようにした。また学習者同士が、早い段階でお互いに聞きやすい雰囲気を作り出すように努力した。

なお、(2) テキスト相互学習と同様に「コース学習要領書」を利用した。この学習の主体は、完全に学習者側になるようにした。

(4) CAI (II) 独習

CAI (II) は、いつでも必要なときに、業務を遂行しながらでも学ぶことができる、PSS (Performance Support System)<sup>(14) (15)</sup> を目指して開発したCAIである<sup>(16) ~ (19)</sup>。

ハードウェアの構成を図2に、ソフトウェアの構成を図3に示す。

これらは、素材作成、教材作成、学習の各装置を含めたシステム全体を記している。なお、拠点内LANでのビデオ・オン・デマンド方式を採用している。

ここでは、学習機能について、CAI (I) と異なる主な特徴について説明する。

- ① 拠点での独りでの学習が可能ないように、ハイパーテキスト方式による用語の参照や、単語からの検索ができるように辞書機能を用意した。
- ② 業務からの学習再開のために、しおり機能も付けた。また、どの教材の学習でも操作が戸惑わないように、

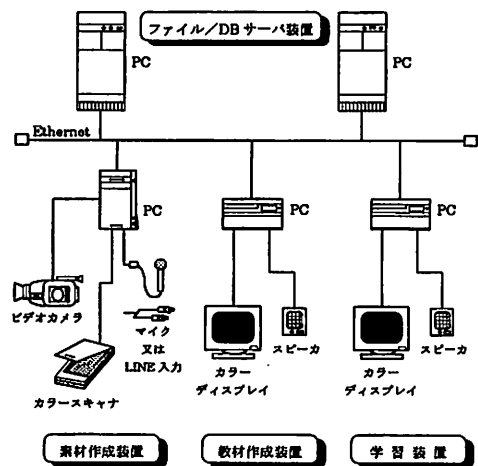


図2 CAI (II) のハードウェア構成

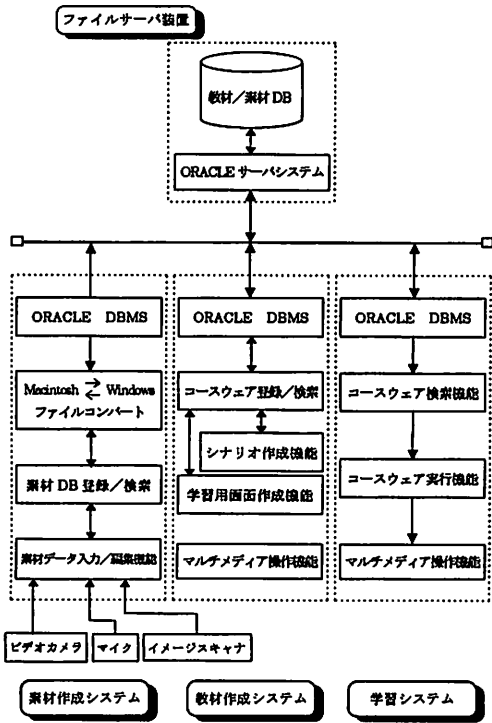


図3 CAI (II) のソフトウェア構成

画面構成やアイコンを標準化した。

③ 動画は MPEG1 方式で圧縮記録されたものを、伸長して見ることができる。動作原理など直接目で見るできない部分は、アニメーションと音声で理解を容易にした。

④ ハイパーテキスト方式の迷子問題を解決するために、現在の学習箇所を識別表示するようにした。

学習形態は、日常業務で使用しているパーソナルコンピュータを用いて、各自の拠点で独習させた。独習は、CAI (II) の中で示されている目次や方法に従って学習していく。学習内容に疑問が生じた場合は、ハイパーテキストや辞書機能などを使って調べる方式とした。全員がほぼ同じペースで学ぶ集合教育と違って、各自のペースで納得いくまで学習することも、短時間に集中して学習することも可能である。

(5) 比較のための対面授業

本論文における学習内容は、2.1節で述べたようにコンピュータメンテナンスに関するものである。しかし、

個々の教育では、学習対象システムの規模が小型から大型まで異なるため、テスト問題がそれぞれ異なる。そのため、各学習形態のテストの素点によって、そのまま比較することはできない。そこで、それぞれの学習形態と同じ内容で対面授業をした。そして、この対面授業を基準として分析評価をした。

なお、対面授業は、学習者を教室に集めて、指導者が黒板やテキストを使って行う、伝統的な授業形態である。

3. 評価方法

(1) 学習者数

本研究で評価した4つの学習形態による学習成績と学習時間の効果を調べるために、それぞれ表2に示す人数の学習者について評価した。

学習者の総数は1,516名である。全国各拠点への対象製品の納入時期に合わせて順次学習させるため、同一内容のコースを数十回開講したものである。なお、各コースは10~20名で構成されている。また、比較した対面授業は、それぞれの学習形態と同じ学習内容について、同じ指導者が対面授業で指導し、同一の評価テストを行った。

(2) 学習成績での評価法

学習者全員に対し、プリテストとポストテストを実施し、回帰成就値<sup>(20)</sup>を算出した。この回帰成就値はプリテストの成績が2つの学習形態で異なる場合にも、評価できる手法である。ここでは、CAI (I) 相互学習と対面授業との比較を例として、学習成績での評価法を説明する。

表2 各学習形態による学習と対面授業の学習者数

学習形態	単位:人		
	各学習形態の学習者数	対面授業の学習者数	計
CAI(I)集合学習	78	253	331
テキスト相互学習	93	105	198
CAI(I)相互学習	216	612	828
CAI(II)独習	47	112	159
合計	434	1,082	1,516

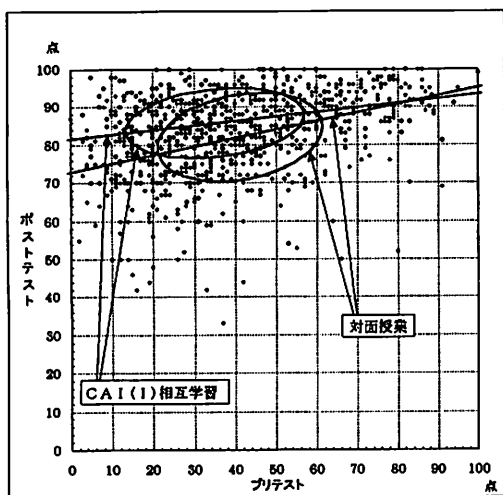


図4 CAI (I) 相互学習と対面授業のテスト分布

CAI (I) 相互学習と、同じ学習内容を指導した対面授業の、プリテストとポストテストの結果の分布を図4に示す。

図中の直線は、CAI (I) 相互学習と対面授業のそれぞれの回帰直線である。楕円は、それぞれの分布の傾向をわかりやすくするために、プリテストとポストテストの平均点を中心として、 $1\sigma$ の楕円を描いた。ここで、CAI (I) 相互学習の楕円の短軸が、対面授業の短軸に比べて短くなっていることから、ポストテストのバラツキが、対面授業に比べて少なくなっていることがわかる。また回帰直線の傾きが小さくなっていることから、成績上位群より下位群の方が、成績向上度合いの大きいことがうかがえる。

次に、定量的な比較を行う必要があり、そのための

表3 CAI (I) 相互学習と対面授業の諸元

項目	CAI(I)相互学習	対面授業
受講者数	216人	612人
プリテスト	平均点	35.15
	標準偏差	21.92
ポストテスト	平均点	85.86
	標準偏差	8.92
回帰成就値	平均点	3.56
	標準偏差	8.63

データ諸元を表3に示す。

前述のように、CAI (I) 相互学習は対面授業に比べ、プリテストの平均点は低いものの、ポストテストの平均点では向上している。また、ポストテストの標準偏差も小さくなり、平均点と標準偏差ともにt検定の結果は、対面授業に比べ1%水準で有意な差があった。これから学習効果が高いことが示唆される。しかし、対面授業とCAI (I) 相互学習では学習者が異なるため、プリテストの影響を排除が必要がある。そこで、回帰成就値を求めて、検討した。回帰成就値Arは一般的に次の式で求められる。

$$Ar = S_{post} - (a \cdot S_{pre} + b)$$

ここで、 $S_{post}$ 、 $S_{pre}$ はポストテストとプリテストの得点である。回帰直線は、プリテストから、その学習者が達成できると予測されるポストテストの点数を表す。したがって、実際のポストテスト点数からの予測値を差し引いたものが回帰成就値であり、学習効果の指標となる。さらに、CAI (I) 相互学習と対面授業の回帰成就値の差を偏差得点<sup>(21)</sup>とすれば、異なった学習形態間での効果の比較が可能である。

表3のCAI (I) 相互学習では、偏差得点が  $3.56 - (-1.26) = 4.82$  となり、t検定の結果、対面授業よりも1%水準で有意に高い結果であった。

#### 4. 評価の結果

前節で説明した評価法によって、対応する対面授業との比較から各学習形態の評価を行った。

##### 4.1 各学習形態の偏差得点による比較

各学習形態ごとに、対面授業との偏差得点を求め、各学習形態による成績向上度合いを算出した。その結果を図5に示す。有意差については、対面授業と比較してt検定を行い、その結果も図中に示した。

図5から、次のことが明らかになった。

- ① CAI (I) 集合学習は偏差得点が0.01で、成績向上は認められなかった。
- ② CAI (II) 独習では、偏差得点は1.22で対面授業と比較して、若干の向上が認められたが、有意差はなかった。
- ③ テキスト相互学習の場合は、偏差得点1.39で5%水

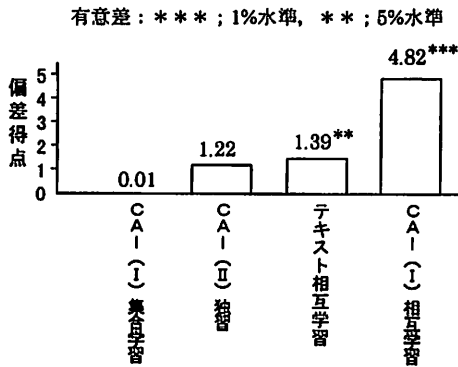


図5 対面授業を基準とした偏差値得点 (全体)

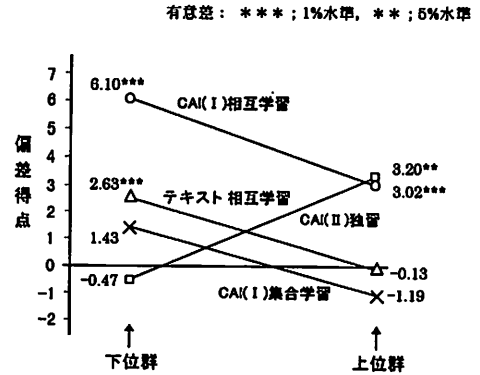


図6 対面授業を基準とした偏差得点 (上・下位群)

準で有意な差があった。これは、学習者同士のインタラクションが理解の向上に役立つことを意味している。また、学習者が積極的に疑問を持つことを心がけた能動的な学習と、質問された側も自分の考えを整理して答えることによって、知識が定着化されたものと考えられる。

④ CAI (I) 相互学習では、4.82と最も高い効果が得られ、1%水準で有意差があった。これは、1人がCAI (I) を操作して学習するとき、他の人はその画面を見ながらコメントや疑問を発し、お互いに考え、議論して学び合うことが、効果的であることを示している。また、静止画や映像は、議論を、より具体的に活発にする上で、大きな役割を演じていると推察される。

以上をまとめると、次のようになる。

CAI (I) 集合学習では、対面授業と同様の学習効果しか認められなかった。テキスト相互学習では学習効果が認められるものの、単独ではそれほど大きな効果は認められなかった。しかし、両者を組合せることによって、かなり大きな学習効果を得られることがわかった。認知科学で提唱されている、コンピュータを媒体としての、人と人とのインタラクションによる効果<sup>(22)~(24)</sup>を定量的に示すことができた。このように組合せによって、学習効果が向上する点は興味深い。

#### 4. 2 上位群・下位群に対する分析

各学習形態の、学習効果の傾向をさらに分析するた

めに、学習者をプレテストの平均点によって上位群と下位群に分け、効果を分析した。

学習形態ごとに、上・下位群の偏差得点を算出した。その結果を図6に示す。

図6からわかるように、CAI (II) 独習を除いて、偏差得点は下位群の方が上位群よりも高い。CAI (II) 独習では、これとは逆に上位群で下位群よりも高い結果を示している。

下位群について見ると、CAI (I) 相互学習とテキスト相互学習による偏差得点が高く、対面授業に対して、1%水準で有意に高い結果であった。CAI (I) 集合学習は偏差得点も低く、有意な差も得られなかった。

次に、上位群について見ると、CAI (II) 独習が最も高く、対面授業に対して5%水準で有意に高い結果であった。CAI (I) 相互学習も同様に高く、1%水準で有意に高い結果であった。テキスト相互学習やCAI (I) 集合学習は、上位群では低い効果であった。

各学習形態と学習群すなわち、上・下位群との関係をより一層明確にするために、両者を要因とする分散分析を行った。結果を表4に示す。

表4からわかるように、学習形態の要因は、1%水準で有意であった。これは学習形態によって、学習成績に違いがあることを意味している。これに対して、学習群の要因は、有意ではなかった。

また、学習形態と学習群の交互作用が5%水準で、有意であった。これは、学習形態によって、学習群における成績が異なることを意味する。これは、図6に

表4 4つの学習形態と学習群を要因とする分散分析

要因	自由度	二乗和	分散	F値
学習形態	3	1461.89	487.30	9.17***
学習群	1	112.49	112.49	2.11
交互作用	3	444.38	148.13	2.79**
残差	426	22657.41	53.19	

有意差：\*\*\*；1%水準，\*\*；5%水準

表5 CAI（Ⅱ）独習を除いた分散分析

要因	自由度	二乗和	分散	F値
学習形態	2	1376.61	688.30	12.28***
学習群	1	609.88	609.88	10.88***
交互作用	2	3.55	1.77	0.03
残差	381	21355.98	56.05	

有意差：\*\*\*；1%水準

における、CAI（Ⅱ）独習と他の学習形態との、上位群と下位群で偏差得点の傾向が逆転しているためと考えられる。

そこで、CAI（Ⅱ）独習形態を除いた3つの学習形態について、同様な分散分析を行った。すなわち、CAI（Ⅰ）相互学習、テキスト相互学習、CAI（Ⅰ）集合学習についての分散分析である。その結果を表5に示す。

表5からわかるように、学習形態と学習群の要因はそれぞれ1%水準で有意であるが、交互作用は有意ではない。このことから、表4における交互作用は、CAI（Ⅱ）独習の結果によって現れていることが確認できた。さらに、3つの学習形態では、いずれも下位群の偏差得点が上位群よりも高いことから、学習群の要因が有意になっている。

この結果を、教育の観点から検討を加えると、集合教育のように指導者がいたり、学習仲間に疑問点を自由に聞ける場合は、下位群にとってより有効であるといえる。ところが、CAI（Ⅱ）独習のような分散教育の場合は、上位群はハイパーテキストや辞書機能をフルに活用して要領良く学習し、知識を高めることができる。しかし、下位群にとっては、学習方法がわからない場合や、学習内容に疑問が生じたときに、指導者にすぐに聞けないために、学習効果が上がらないと考

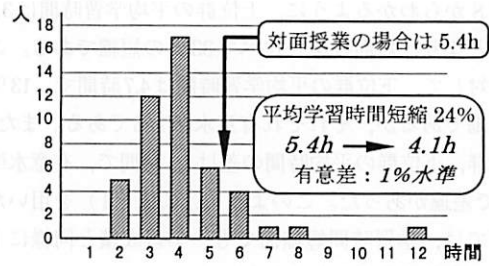


図7 CAI（Ⅱ）独習での時間分布

えられる。アンケートでも、いつでも気軽に質問できる機能の要求が、指摘されている。

### 4.3 学習時間に関する評価

CAI（Ⅰ）集合学習、テキスト相互学習およびCAI（Ⅰ）相互学習の集合教育では、それぞれの学習形態と対面授業の学習時間は全く同じである。しかし、CAI（Ⅱ）独習では、学習時間はそれぞれ個人によって異なる。したがって、成績による評価だけでなく、学習時間についても評価しておく必要がある。そこで、学習時間の分布を図7に示す。

ここで、CAI（Ⅱ）独習と同じ内容を、5.4時間の対面授業で教えた。この時間と比較すると、CAI（Ⅱ）独習の場合は、平均4.1時間となり24%短縮されたことがわかる。また、t検定の結果、1%水準で有意差があった。このことから、分散した各職場で、CAI（Ⅱ）を用いた独習によって、学習時間を短縮できる意義は大きい。

次に、下位群と上位群の各学習時間を調べた。その結果を図8に示す。

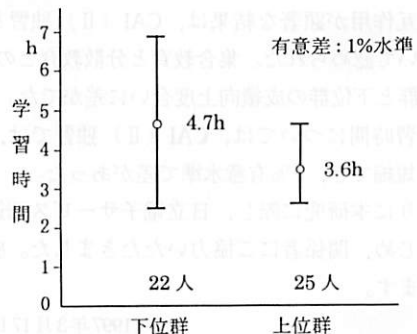


図8 下位群と上位群の学習時間

図8からわかるように、上位群の平均学習時間は3.6時間となり、対面授業と比べて33%の短縮である。これに対して、下位群の平均学習時間は4.7時間で、13%の短縮であるが、それぞれ有意水準1%である。また、上位群、下位群の平均時間の差は1.1時間で、有意水準1%で差違があった。このように、CAI(Ⅱ)を用いた独習では、学習時間短縮面でも、学習成績と同様に上位群に有効であることがわかった。

## 5. むすび

本研究では、4つの学習形態について、対面授業を基準として学習成績や時間の分析を行い、効果を比較した。その結果、以下のことが明らかになった。

- (1) CAI(Ⅰ)集合学習での成績は、対面授業とほとんど変わらなかった。
- (2) テキスト相互学習では、下位群で1%、全体で5%の有意水準で対面授業と比較して学習効果があった。
- (3) CAI(Ⅰ)集合学習とテキスト相互学習を組合せた、CAI(Ⅰ)相互学習の場合では、上位群、下位群および全体で、対面授業に比べ1%水準で有意であった。これは、CAI(Ⅰ)集合学習とテキスト相互学習がそれぞれ単独のときに比べ、高い学習効果があることを示した。
- (4) CAI(Ⅱ)独習では、1.22と向上しているが、有意な差はなかった。しかし、上位群は5%の有意水準で対面授業との間に差があった。
- (5) 分散分析の結果、CAI(Ⅰ)集合学習、テキスト相互学習、およびCAI(Ⅰ)相互学習の3つの集合学習では、いずれも下位群の方が5%水準で上位群よりも、有意に高い結果であった。学習形態と学習群の交互作用が顕著な結果は、CAI(Ⅱ)独習との間において認められた。集合教育と分散教育との間で、上位群と下位群の成績向上度合いに差がでた。
- (6) 学習時間については、CAI(Ⅱ)独習では、平均24%短縮でき、1%有意水準で差があった。

おわりに本研究に際し、日立電子サービス(株)遠藤勲君をはじめ、関係者にご協力いただきました。感謝申し上げます。

(1997年3月17日受付)

## 参 考 文 献

- (1) 渡邊成, 坂元昂: “CAIハンドブック”, フジテクノシステム (1989)
- (2) Shaw E.Pender 著 川村史記訳, 星野敦子協力: “アメリカマルチメディア教育事情”, 実教出版 (1995)
- (3) 宇都宮敏男, 坂元昂監修: “教育情報科学”, 1.教育とシステム, 第一法規 (1988)
- (4) 岡本敏雄: “教育とメディアと人工知能”, 人工知能学会誌, PP.361-367 (1995)
- (5) 柳場泰孝, 稲葉昌子, 岡本敏雄: “分散協調環境でのコーディネータのモデル” 信学技報, ET95-12, PP.87-94 (1995)
- (6) 國近秀信, 竹内章, 大槻説乎: “知的英語学習支援システム HELEN のオーサリング環境”, 教育システム情報学会誌, Vol.12, No.1, pp.52-62 (1995)
- (7) 西村昭治, 野嶋栄一郎, 山田豊明: “コンピュータコミュニケーションの教育効果と対人認知”, CAI学会誌, Vol.11, No.3, pp.127-135 (1994)
- (8) 岡谷義博, 大下真二郎: “理科マルチメディア CAI コースウェアの開発”, 教育システム情報学会, Vol.12, No.1, PP.12-28 (1995)
- (9) 李圭建, 白井克彦: “日韓作文演習用知的CAIにおける教育効果の評価”, 電子情報通信学会論文誌(D-II), Vol.J79-D-II, No.6, PP.1146-1157 (1996)
- (10) 長澤登, 矢田紘, 小菅健, 千明麻里: “追記型光ビデオディスクを用いたCAIシステムの開発”, 信学技報, ET-17, PP.175-180 (1989)
- (11) Hiroh Yamamoto, Akio Ohtani and Tsurayuki Kado: “Development and evaluation of computer-mediated education system for customer engineers”, IFIP pp.205-214 (1993)
- (12) 佐伯胖: “ヒューマンインタフェース研究から見た「新しい学力観」” 教育大学関連学協会連合第4回全国大会講演論文集, PP.7-10 (1994)
- (13) 田口三奈: “構成主義に基づく研究方法論と教育工学”, 日本教育工学雑誌, Vol.18, No.2 (1995)
- (14) Gloria J.Gery: “Electronic Performance Support System”, Gery Performance Press (1991)

- (15) William L. Bramer, Charles D. Winslow 著 柏渕忠訳：“フューチャーワーク”，東洋経済新報社
- (16) 山本洋雄，相澤哲也，宗本利男，菅波賢一：“EPSS型CAIの開発と評価”，信学技報，ET95-106，pp.31-38（1996）
- (17) 山本洋雄，村山康男，宗本利男，菅波賢一，大西健太郎：“CSS型マルチメディアシステムの開発”，教育工学関連学協会連合第4回全国大会講演論文集，pp.121-124（1994）
- (18) 山本洋雄，宮井満，相澤哲也，大堀孝，内田実：“マルチメディアCAIの開発と評価”，教育システム情報学会第20回全国大会（1995）
- (19) 山本洋雄，宗本利男，長井知則，小嶋弘行：“マルチメディア企業内教育・研修システム”，日立評論，Vol.77, No.8, pp.55-60（1995）
- (20) 池田央：“テストと測定”，教育学大全集25，第一法規出版（1982）
- (21) 中山実，清水康敬：“通信衛星による講義とCAIを併用する遠隔教育システム（PINE-NET）の学習成績による評価”，日本教育工学雑誌，Vol.17, No.2（1993）
- (22) 安西祐一郎，他，日本認知科学会編：“認知科学の発展”，講談社（1991）
- (23) 佐伯胖：“認知科学選書4”，東京大学出版（1985）
- (24) 安西祐一郎，石崎俊，大津由紀雄，波多野誼余夫，溝口文雄：“認知科学ハンドブック”，共立出版社（1992）

著者略歴



山本 洋雄

1966年信州大工通信卒。同年日立電子サービス(株)入社。1984年計画部長。現在理事技術教育本部長。1996年東京工業大学社会理工学研究科博士後期課程に社会人入学生人間行動システム専攻。教育システム情報学会。日本教育工学学会。電子情報通信学会などの会員。



中山 実

1983年東京学芸大教育理科卒。1985年同大大学院修士課程了。1990年東工大大学院博士課程満退（システム科学専攻）。工博。東工大助手を経て現在教育工学開発センター助教授。教育工学の研究に従事。



清水 康敬

1964年東工大工電気卒。1966年同大大学院修士課程了。同年第二精工舎入社。1970年東工大助手。1971年米国ブルックリン工科大留学。1973年助教授。1985年教授。現在大学院社会理工学研究科教授。教育工学開発センター長（併任）。工博。教育工学。電波吸収体。弾性表面波の研究に従事。IEEE Fellow。日本教育工学学会。教育システム情報学会等の会員。