

第 4 章

C A I の基礎としての学習理論

4 - 1 はじめに

4 - 2 行動主義から認知的アプローチ

- (1) 行動主義的な学習理論
- (2) 認知論的な学習理論

4 - 3 教授の設計と認知心理学

- (1) Gagné の学習のための教授設計
- (2) Wildman の「認知理論と教授の設計」

4 - 4 認知的アプローチからみたコースウェアの設計

- (1) 人間の 5 つの情報処理能力
- (2) “記憶と注意”に関する留意点
- (3) “学習者の認知モデル”に関する留意点

4 - 5 おわりに

4-1 はじめに

CAIの設計思想は、時代の変遷にともなって大きく転換している。1950年代までの古典的なCAIは、AFO (Ad hoc Frame Oriented)・CAIといわれる。それに対して、最近では、I (intelligent)・CAIの研究が盛んになりつつある。

このようなCAI設計思想の転換は、CAIの理論としての心理学における、Skinnerに代表される行動主義系心理学から認知心理学へのパラダイム転換に起因するといわれる。(菅井勝雄、1983)

このパラダイムの転換をより具体的に説明すると、次のごとくである。

「典型的なAFO・CAIでは、刺激、反応、強化というような概念装置群によって教授・学習がとらえられている。この場合、心然的に受動的な人間観に立つ傾向が強く、コンピュータの学習プログラム制御による教え込み型のCAIとなり、ドリル演習などの分野が中心であった。それに対して、知的CAIでは学習プログラムを前もって組み込んでおく必要はなく、知的CAIにより一つの学習環境を構成し、能動的、主体的な人間観に立ち、その相互作用のもとに、学習者の認知構造が変換されるという基本的枠組みで、教授・学習がとらえられる。」

このように、CAIの設計思想が人間観、学習観に深いかかわりをもっており、かつ認知心理学の発展がCAIの設計思想に関連しているようである。そこで、本章では主に、認知心理学の立場よりCAI教材開発(CAIコースウェアの設計)を行うにあたって、基本的要件と思われる次の3点について検討する。

第一に、行動主義系心理学と認知心理学とでは、人間の学習のとらえ方にどのような相違があるのか。

第二に、認知心理学が教授の設計(the design instruction)にどのような寄与をするのか。

第三に、CAIコースウェア開発(computer courseware design)にあたって、認知心理学の立場からみて、コースウェア作成上どのような点に留意すればよいのか。

4-2 行動主義から認知的アプローチへ

心理学の時代的な流れをみると、行動主義から認知的アプローチへと動いている。両者の本質的な相違を的確に言いあらわすのは難しいが、Hitt(1969)は表4-1のような対応表をまとめている。

表4-1 人間性に関する二つのモデルの比較(Hitt, 1969)

	行動的モデル	認知的モデル
(1)心理学研究の対象は ——	行動、行為	意識、自己覚醒
(2)人間行動は ——	予測可能である	予測不可能である
(3)人間とは ——	情報伝達体である	情報生成体である
(4)実在性の基礎となるのは ——	客観的物質的社會である	経験的主観的世界である
(5)個人ひとりひとりには ——	他の人びとと全く同様に法則により支配される	特有なものであり、全体に共通する法則によって分類されない
(6)人間の記述は ——	絶対的なことばで行なわれる	相対的なことばでのみ、なされなければならない
(7)人間の特徴は ——	単独に、または互いに独立に研究される	全体として、すなわち相互依存のシステムとしてのみ研究される
(8)人間性や人間とは ——	具体性、現実性、経験の客観的事実	潜在力、生成のダイナミックなプロセス
(9)人間は次のように理解できる ——	科学的、論理的、経験的に完全に	ある程度まで理解できるが決して完全にはいかない

この両者の相違をごく簡単に言えば、行動主義は外から見える人間の行動を中心にするのに対して、認知論的アプローチは直接には観察できない心的過程や構造を検討するといえよう。このような人間のとらえ方の相違は、当然、人間がどのように学習するかという考え方にも反映する。

(1) 行動主義的な学習理論

この行動主義系のS-R図式(刺激-反応図式)では、一定の刺激と一定の反応との直接的な連合として学習をとりあげる。ゆえに、学習過程で学習者がつまづきや挫折をしないように学習プログラムを設計しようとする。この立場の代表ともいえるSkinnerの理論は、オペラント条件づけによる行動形式モデルであり、目的とする行動をスモール・ステップによって少しずつ順序よく確実に形成しようとするようになる。いわゆる、プログラム学習(programed learning)では、次のような要件を満たすように学習プログラム(コースウェア)が設計される。すなわち、学習内容が教科の論理に従って細かく順序よく整理され(スモール・ステップの原理)、ステップごとに学習者の反応が喚起されるよう(積極的反応の原理)に進行しながら、各ステップごとの学習の確認(即時フィードバックの原理)がなされ得るようになっている。プログラムによる学習の進度は、各学習者の個別(自己ペースの原理)に応じてなされる。さらに、意図的に作成され、学習者に供するプログラムは、いつも学習者の学習結果により修正(学習者検証の原理)されるのである。このプログラム学習方式は、対連合型の学習(paired-associate learning)などで有効であり、ある時代にはCAIの代表的な学習方式となっていた。

(2) 認知論的な学習理論

「認知ということばは、感覚入力を変換し、減らし、ねりあげ、貯蔵し、再生し、利用する、すべての処理過程を意味している。想像や幻覚の場合のように、適当な〔外部に発生した〕刺激が存在しない時でも、これらの処理過程が関与し、はたらいている。」(Neisser、1967)

このように、Neisserは認知という概念を広くとらえている。

この認知心理学の立場から、Gagné(1977)は、「(行動主義の学習モデルでは)何か学習され、保持されるときに生ずると推測される〈内的処理〉をあまり重視していない。明らかなことだが、これらはもっぱら、学習の結果とし

ての〈連合〉が形成され、貯蔵されるという考えに基づいている。」と述べている。

それでは、認知論的な立場では学習をどのようにみるのであろうか。東洋（1982）は、次のようにまとめている。

「認知理論というのは、外的行動の形成よりも入ってきた情報が内的にどのように処理され、理解されるかということに関心の中心をおくので、学習もそのような認知の仕組みの発達や変化として考える。特定の行動をするようにされるよりも、そのような認知活動を自発的に修練することによって、さらに新しい情報に接した場合のそれを適切に理解したり、認識したりする能力を養うべきだという考え方になってくる。」

行動主義では、つまづきや挫折は回避されるように学習プログラムの設計がなされたが、認知的アプローチでは学習者の学習過程の誤りの持つ意味を重視することになる。つまり、学習者の誤りが気まぐれや不注意によるものばかりでなく、学習者なりの認知構造があって、そのために一貫して間違ふという場合もあるといった考え方をとる。認知論の立場では、単に指導する側から見るのではなく、学習者の身になって、相手がどう見ているかを素朴に理解しようとする。そこに、このアプローチの特長があるといえよう。

このような認知理論の立場から学習者がどのようにみられているかは、Gagné（1977）の紹介している学習についての情報処理理論を使ってのモデル図

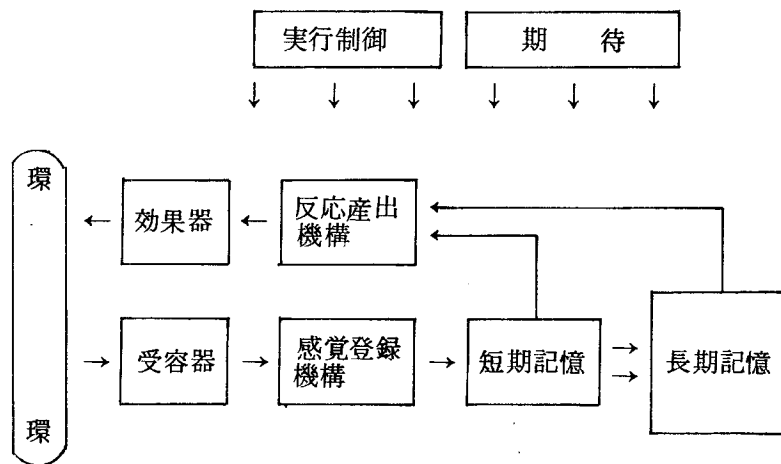


図4-1 学習のモデル（Gagné、1977）

（図4-1）をみると、その特長の一端がわか

る。詳述は避けるが、このモデルでは、人間の脳にいくつかの内的構造があり、これらの構造の各々が種々の処理を行うということを仮定している。ゆえに、CAIのコースウェアを設計していく場合、人間の情報処理過程を〈注意の過

程〉、〈短期記憶〉などに分けて考えていけるよさがある。

このように、現今では、行動主義的な学習理論と認知的な学習理論という、二つのアプローチがC A I教材開発の基礎となることがわかる。

4 - 3 教授の設計と認知心理学

教師、あるいは教材作成者は、学習のための要件の分析により、ある特定の学習課題を決める。そして、学習者がうまく学べるように教授・学習システムを設計する。この教授の設計（the design of instruction）において、認知理論はどのような寄与をしているのであろうか。この点に関する論文として、『CAIシステムのための教科デザイン』（Eisele, 1978）、『認知心理学と教授の開発～高等教育について』（Sprague, 1981）、『CAI教科の計画と支援』（Gagné, Wager, Rojas, 1981）、『認知理論と教授の設計』（Wildman, 1981）、などがある。さらに、認知的な学習理論の源として、Gagné（1977, 1985）の著書『学習の条件』がある。ここでは、GagnéとWildmanの論文を採りあげて、認知理論の立場から教授の設計に対してどのような提案がなされているか、その概要を紹介する。

(1) Gagnéの学習のための教授設計

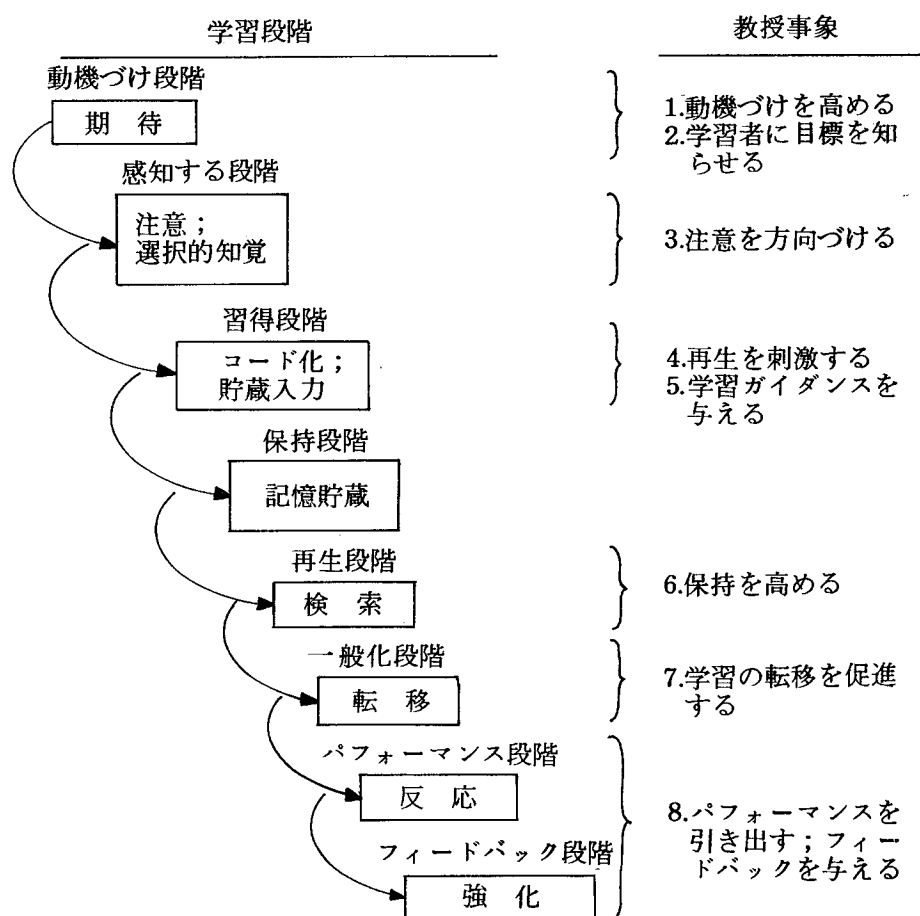
Gagné（1977）は、教授の設計を効果的に行う手続きとして、次の2つをあげる。

第一に、どのような種類の能力が学習されるべきかということ。

第二に、学習者にとって外的な刺激がどのようなものであれば、学習に必要な内的処理を最もよく援助できるかということ。

そして、教授設計者は、意図された学習成果がどのようなものかを明確にしてから、学習の諸々の外的条件をきめて、一般に教授と称される一連の過程を作り上げていくことになる。これらの教授の過程は、学習の諸段における学習者への

刺激として計画される。この外的過程（事象）のねらいは、学習の内的過程を活性化させたり、援助したり持続させることにある。この学習の段階と教授過程（事象）との関連を示したのが図4-2である。（この図は、第4版では若干修正されている。）この関連性についての詳述は避けるが、CAIコースウェアを組み上げていく際に、どのような内的な学習過程に着目して教授を設計していったらよいか、そのよりどころにすることができる。



学習の段階と教授の事象との関係
 教授の事象は、内的な学習過程を援助する
 教授が果たす機能を表している

図4-2 学習の段階と教授過程（事象）

(2) Wildman の『認知理論と教授の設計』

Wildman (1981) は、まず、教授設計の基礎として学習心理学を応用すべきことを強調する。つまり、学習理論を応用することによって、教授設計のそれぞれの過程ごとに明確に記述された理論的な枠組みが与えられ、構成要素間に矛盾のないように教授の設計がなされるからである。その際に、認知理論の教授設計への寄与が大であると主張している。そして、『構成的な過程としての学習』と『認知構造の変化としての学習』とに章を分けて、教授設計のあり方を次のようにのべている。

構成的な過程として学習をみることによって、教授の設計について次のごとき、2つの指摘をする。

第一に、認知理論でいう〈知識体系〉を学習者が構成すると仮定すれば、教授の設計者は、学習者自身が学習内容をどのように意味づけ、どのように理解していくか、といった内的な過程を詳しく調べ、その過程に対応した適切な指示を与えなければならない。

第二に、学習者自身も自己の学習過程を効果的に制御するために、自己の学習を理解しなければならない。つまり、今までは、教授設計にあたって教授者がやっていたことを学習者がやらなければならないことを示唆している。学習者は、単に受動的に教材をこなしていればよいというわけにはいかななくなる。教授の設計にあたっては、学習者自身、意識的に学ぶことを認識し、制御できるような訓練を含むことになろう。

さらに、〈認知構造の変化としての学習〉をとらえ、教授設計の重点は課題分析 (task analysis) にあると述べる。つまり、学習とは認知構造の発達という観点から考えられるので、教育者にとって大切な仕事は適切な内容構造が学習者によってうまく写しとられ、内在下していくのを確実にすることである。それゆえに、教授設計の第一段階において、学習されるべき内容構成を明確にすること、つまり課題分析が極めて重要であると指摘する。最後に、「認知理論は、教授の設計者、理論家、実践家に共通の目標を作り出すための有力な枠組みを提供すると信じる」と述べ、認知理論を教授の設計に生かすための今後の検討課題を4つあげている。

- ① 課題分析をどのようにするか、その方法を開発すること。課題分析は難しく、かつ時間のかかる仕事である。だが、この分析は、専門的な教材の開発に欠くことのできない要件である。
- ② 認知構造の特性をいかにして測定するかという問題。
- ③ 教材 (Materials) の開発。現在、教科書やその他の教材が教授上の意思決定にどんな位置を占めるのか、必ずしも明確になっていない。つまり教材は、教材の本質的な特質や構造を明確にされ、連続して詳細に練られている構成過程を通して学習者を指導できるように構成されるべきである。そのためには、教材作成者と教材を用いる者との間のコミュニケーションをよくすることが必要である。
- ④ 認知理論と教授設計をよく理解した専門家を養成することが必要である。

以上の検討は、直接的に C A I にふれているものではないが、C A I システムの設計および C A I 教材開発について有意義な示唆を含んでいると思われる。

4-4 認知的アプローチからみたコースウェアの設計

C A I 学習の成果は、コンピュータ、コースウェアの良否によって規定される。ゆえに、C A I 教材の開発にあたっては、心理学などの基礎的な知見を背景にもってあたる必要があると思われる。まず、一般的にコースウェアの開発にあたってどのような点に留意すべきか、米国で言われている4つのポイントをあげよう。(富坂良雄、1985)

① ヒューマナイジング (Humanizing)

機能的な学習になりやすいので、プログラムにはできるだけヒューマンタッチ、人間性を感じさせる要素を盛り込むこと。

② パーティシペーション (Participation)

ドリル、練習など一方的訓練の形をとらず、ゲーム、シミュレーション、ロールプレイングなどを交え、学習者が興味をもって参加できる機会をできるだけ設定する。

③ フィードバック (Feedback)

情報を与えるだけに終始せず、学習者側からも呼び掛け、応答を求められるように工夫する。双方向のコミュニケーションをベースとした構成がキーポイントである。

④ ショート・メッセージ (Short message)

ディスプレイを通して集中してよめるのは、25分が限界である。長いメッセージは集中力をなくすので、細かく分けて説明する。全般的、一般的テーマは良くなく、特定テーマを明示して学習者の注意深い意識を絞り込む。

次に、認知的アプローチより、CAIコースウェアの作成にあたって、どのような点に留意すればよいか、Jay(1983)の『コンピュータ・コースウェアの設計と評価に関する認知的アプローチ』をとりあげ、その概要を紹介しよう。

(1) 人間の5つの情報処理能力

Jayは、人間の5つの情報処理能力に着目して、良いコースウェアを開発する際の5つの原理をあげている。

① 記憶と注意力：短期記憶は、許容量も保持できる時間も限られている。

② 言語、あるいはテキストの特性：生徒のパフォーマンスは、メッセージの種類、メッセージの意図、および生徒のタイプの関数である。

- ③ グラフィックと視覚処理過程：グラフィックは、記憶の教科に用いる。
- ④ 学習者の認知モデル：a. 情報処理能力は、年齢とともに発達する。Piagetは、推理の発達の形成を研究し、子どもの抽象的、仮定的、演繹的、あるいは、論理的に考える能力は異なるものとしている。これらの能力は段階的に成熟していくものであり、学習者によってはひとりひとりの推理力の程度に適合する教授をしなければならない。
- b. 特定の生徒には、特別な教授が必要とされる。才能のある生徒に対して、単純な課題を出せば退屈しがちである。また、ハンディキャップのある生徒を対象とするプログラムのコースウェア設計に際しては、いろいろなメディアを用いるべきである。
- ⑤ フィードバック（学習者に対して知的に応答すること）：われわれは、パフォーマンスの過程で自分自身が行っていることの結果について知るのを好むものである。パフォーマンスは、応答に対する評価的な情報によって強められる。正しい行為は繰り返され、洗練されるであろうし、また同時に誤りは取り除かれていくであろう。

以上のような5つの原理をあげ、それぞれの原理についてコンピュータ・コースウェア作成においてどのような点に留意するかを具体的に述べている。いわば、コースウェア作成のガイドラインが提案されているといえよう。ここでは、『記憶と注意力』、『学習者の認知モデル』の項をとりあげ、コースウェア作成上の留意点を列挙しよう。

(2) “記憶と注意”に関する留意点

- ① 画面上のテキストの分量：「一つの概念ごとに提示する。教科書のページのように画面をいっぱいにしてはいけない。教科書がスペースを制限されているように、われわれはスペース的に制限されていない。一つの概念を提示し、それから画面を消す。1つの概念は、だいたい1～2行である。」

- ② タイミング：「教科書型の教材を処理するには、時間がかかる。モジュールで管理して、学習者が読んで回答するのに十分な時間があること。または、学習者自身に教材を読む時間を管理させなさい。学習者が先に進む用意ができたなら、『連続キー、C』を押させなさい。タイミングは、自分のペースに合わせ得る融通のきくものでなければならない。速度は、遅すぎてもパフォーマンスを下げる。」
- ③ スクロールを避ける：「一般的には、画面をページをめくるように考えがちである。上から下へ、左から右へと読む習慣の人々にとってスクロールするのは、かなり不自然な方式である。まず、概念を提示し、それからページをめくるようにするとよい。」
- ④ 逐次報告の形をとる：「特に、タイムシェアリングシステムについては、長時間の遅れが生じる場合でも、2秒以上の遅れは避けるべきである。遅れが生ずる場合、ことばで『今、捜しています』、『回答を見つけるのをもう少し待ってください』というメッセージが必要である。つまり、学習者を逐次報告の状態に保つために状況報告を与えることが必要である。なぜならば、空白画面は、一般的に、機械の故障と解釈されるからである。」
- ⑤ 困難さのレベル：「提示される概念が難しくなれば、それだけ検索に時間が必要になる。」
- ⑥ 補足資料を使用する：「同時点においては、限られた数の概念しか保持できない。ゆえに、必要に応じて参考になりそうな印刷した資料を準備する。そのほうが生徒のパフォーマンスはよくなる。これらの資料としては、地図、表、方程式、図、一覧表、インストラクション、あるいは直接記憶の必要を少なくするために必要なその他の参考資料である。注意深い分析が課題に対してなされるべきである。ここでは、短期記憶をテストしているのか、それとも長期記憶と問題問題解決を含んでいるのか。補足資料は、短期記憶の必要性を減らす。初心者は、上級の生徒達よりも補足資料が必要である。」

- ⑦ 情報処理過程のレベル：「主題について、より深く考えれば、それだけ主題の保持はよくなると思われる。一般的に、念入りな語義に関する処理の方が、よりよい長期記憶につながる。」
- ⑧ 継続時間：「モジュールは、およそ15～20分変化なしに続くべきである。精神的課題における人間の注意力には限界がある。課題の要請が多くなれば、パフォーマンスを満足のいく水準に保つには、より多くの休息が必要と思われる。より長いモジュールの場合には、退室の機会を与えるとよい。」

(3) “学習者の認知モデル”に関する留意点

- ① 学習者の現在、あるいは元から保有する知識の状態を知ること。個々人のレベルに適した表示をすること。
- ② グラフィックな表現を多く使用すべきである。特に、子供達には使われるべきである。視覚障害のある生徒には、拡大された本文が用いられるとよい。聴覚的な表現も役に立つと思われる。
- ③ 具体的な推理は、8歳以下の子供に向いている。小さい子供には、映像的な資料や説明を用いるとよい。多面的にメディアを用いることもパフォーマンスを高める。
- ④ 仮定的、演繹的、そして問題解決的推理は、10代の生徒用のプログラムに採り入れられるべきである。
- ⑤ 可能な限り、外界を探索するための生来の探求心を刺激しなさい。ただ単に事実を述べるだけでなく、質問法を使いなさい。人間は、ゲームをしているとか、実験をしているという感覚が好きなのである。

- ⑥ 頭脳を活動している状態に保つこと。回答、または質問を用いるとよい。ただ画面上に映し出すことを繰り返すだけではダメである。
- ⑦ ある生徒には、より外的な方式、例えばヒント、説明、事例などが必要である。

このようなコースウェア開発における留意点をみると、“よい教師”ならずで考えてやっている項目ばかりのような気もする。認知的アプローチからの指摘は、学習者の発想や行動が多様であるがゆえに、学習者の思考様式にたちもどって、“よき教師”のあたりまえに行う教授の留意点を総合的に心掛けてコースウェアの設計をすることを強調しているといえよう。

4-5 おわりに

CAI教材の基礎としての学習理論について、その考え方の概要をたどってきた。これらの事柄は、CAI教材の作成担当者の何らかの役に立つと思われる。

最後に、本稿では認知心理学を中心に教授の設計、コースウェアの設計について検討してきたが、行動主義的な心理学が不要だということではないことを付言しておきたい。

佐伯 胖(1985)は、「心理学の歴史のなかでは、やはり、実験事実の積み上げて理論が新しく転換してきたし、同一パラダイム内での相互交渉による発展、また異なるパラダイム同士(行動主義と認知論)相互の交流は確かにあったし、それにより明らかな発展もあった。このような点を今日の認知科学にあてはめて考えてみると、私たちはパラダイム転換として、俗流クーン主義を否定し、それに代わる新しいパラダイムを提供する、と叫ぶことは厳につつまねばならない。」と思われる。

また、CAI設計の在り方についても同様、知的CAIが発展しつつあるといっても、AFO型のCAI(プログラム学習のCAI)は、今なお重要なツールであることに間違いはない。(岡本敏雄、1983)

ゆえに、職業能力開発の領域において、C A I 教材の開発研究にあってもその目的に適する学習理論とC A I 教材開発の手段を選択すべきであろう。

引用文献

- (1) 菅井勝雄 1983 CAI研究の可能性と今後の課題 日本教育工学雑誌、7、P 171～181
- (2) R.M. Gagné (金子・平野訳) 1982 学習の条件(第3版) 学芸図書
- (3) Terry M. Wildman 1981 Cognitive theory and the design of instruction. EDUCATIONAL TECHNOLOGY, July, 14～20
- (4) 富坂良雄 1985 米国でCAIは企業内教育に威力を発揮しはじめた JMAジャーナル、Sept. P 72～75
- (5) Timothy. B. Jay 1983 The cognitive approach to computer courseware design and evaluation. EDUCATIONAL TECHNOLOGY, Jan, P 22～26
- (6) 佐伯胖編 1985 理解とは何か 東京大学出版会
- (7) 岡本敏雄 1983 CAIからCALへ CAI学会誌、3, March, 21～23

参考文献

- (8) 山口昭穂 1985 教育心理学からみたCAI、“CAIのすべて”、P 62～68
- (9) “ 1986 教育訓練媒体としてのCAI、技能と技術、1号、P 6～9
- (10) “ 1980 教育心理学と新教育技法、技能と技術 (1)2号、P 60～66,
(2)3号、P 33～38、(3)4号、P 38～45