

画像応用CAI装置 Optical Video Disk-based CAI Equipment

最近のパーソナルコンピュータの発達に伴い本格的なCAI^{※1)}時代が近づきつつあるが、このたび、光ビデオディスクを用いた画像応用CAI装置IM-50を開発したので報告する。

我が国での画像の標準信号方式であるNTSC信号を、従来のテレビジョン受像機で再生すると、ドットクロール妨害やクロスカラー妨害、更に60Hzインタレース走査のためちらつきが多いなど画像の精細さに問題があり、映像媒体として光ビデオディスクを用いながら十分な効果が挙げられなかった。この問題を解決するため、Y-C分離や走査線補完を基本機能とする高精細処理装置を開発した。

この結果、同じNTSC信号を利用してもドットクロールやクロスカラー妨害のない60Hzノンインタレース走査によるちらつきのない美しい画面を作ることができ、長時間の使用に耐えるCAI装置の開発ができた。また、画像を用いた学習プログラムの作成を簡単にするCAI言語も開発し、その有効性についても確認した。

近藤 晋* *Susumu Kondō*
田島 活利** *Katsutoshi Tajima*
北村洋一郎* *Yōichirō Kitamura*

1 緒言

我が国でのCAI^{※1)}の研究は1963年ごろから始められていたが、1978年以來のパーソナルコンピュータの発達により急速にCAIに関する議論や製品の発表が活発になってきた。

一言でCAIといっても、そのハードウェアの構成や学習教材は図1に示すように多くの種類がある。現在最も多く発表されているのは、16ビットパーソナルコンピュータを用いた教材もパーソナルコンピュータの文字、図形を利用するもので、画像を教材とするものは少ない。

本報で述べる画像応用CAI装置IM-50は、光ビデオディスクを用い、教材に自然画を用いることができることを特長としており、制御装置には16ビットパーソナルコンピュータを利用している。光ビデオディスクを用いる利点は、静止画や動画を自由に駆使できることで、教材の内容が豊富になり教育効果が飛躍的に上がることが期待できることや、自然画のもつ穏やかな画面が長時間の利用を可能にするなどが挙げられる。

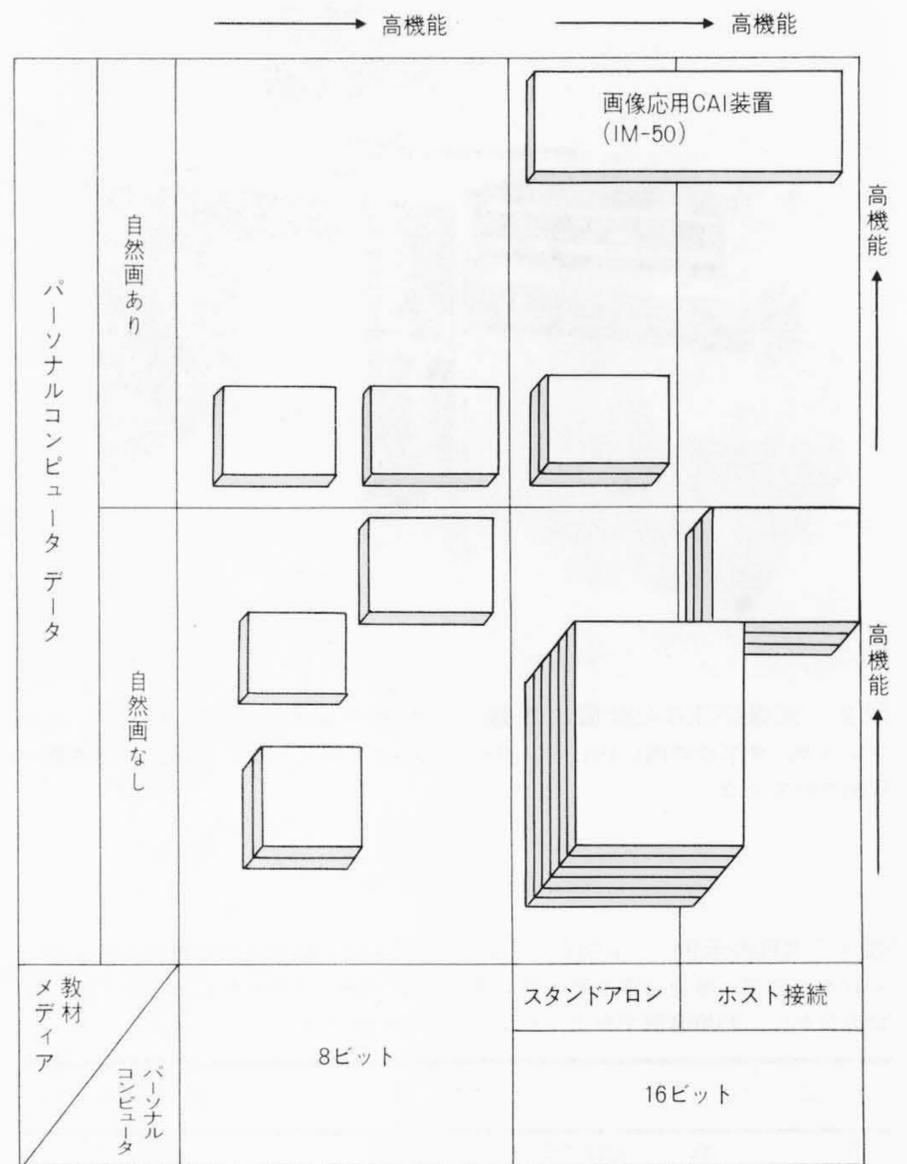
本報では本装置のハードウェア構成、ソフトウェア構成、更にCAI以外への展開についても述べる。

なお本装置は、日本電信電話株式会社のCAL^{※1)}システム用に開発したCAI用宅内装置と同一仕様のものである。

2 装置の概要

2.1 機能

本装置を図2に示す。本装置の学習教材は二つの媒体によって構成される。一つは光ビデオディスクであり、もう一つは8in標準フロッピーディスクである。光ビデオディスクには説明用や質問用の画像教材が入っており、8in標準フロッピーディスクには画像教材の提示手順や解答の正誤に対する処置



注：略語説明 CAI(本文脚注※1) 参照

図1 CAIの位置付け CAIにも種々の構成がある。大別すると処理装置としてのパーソナルコンピュータが8ビットか16ビットか、教材としてパーソナルコンピュータのデータのほかに自然画を用いるか否かで4種ぐらいに分類される。画像応用CAI装置IM-50は自然画ありの高級機に属する。現在は16ビットパーソナルコンピュータを用いた自然画のないスタンドアロン用のCAIの製品が最も多い。なお図中の四角柱は製品を示すが、高さは製品の数、底面はその製品がもつ機能を示す。

※1) CAI: Computer Assisted Instruction又はComputer Aided Instructionの略で、コンピュータを利用した教育を示す。同様の意味であるが、学ぶことを強調してCAL (Computer Assisted Learning)と呼ぶこともある。

* 日立製作所OA開発工場部 ** 日立製作所横浜工場

など、学習の過程を定めた学習プログラムが格納される。

本装置での学習は次のように進められる。(1) 画像教材を学習プログラムに従い検索し表示する、(2) 学習者は表示内容に対応して解答を入力する、(3) 装置は解答を判定し解答内容に見合ったKR情報¹⁾を選択し表示するとともに、次に必要な画像を提供し学習を進行する。KR情報とはKnowledge of Resultsの略で、与えた問題に対する解答に対し与えられる情報で、学習者の学習効果を大いに高める効果がある。KR情報の内容の例を表1に示すが、これらKR情報には、あらかじめ装置に組み込まれている定形KRと教材作成者側で自由に作れる非定形KRの2種類がある。この非定形KRは8in標準フロッピーディスクに格納される。

本装置は、オプション機能としてHDLC(High Level Data Link Control Procedure)ループインタフェースをもっており、学習の過程で得られる学習者の反応状況などの学習データをホストコンピュータに画面ごと送信することができるので、



図2 画像応用CAI装置の外観 左側のデスクの上に光ビデオディスクプレーヤ、デスクの内に16ビットパーソナルコンピュータと高精細処理装置が収納されている。

表1 KR表示例 KR(Knowledge of Results)は学習者の反応に対し与えられるもので、学習効果を高める効果がある。KRにはあらかじめ決めてあるもののほかに、利用者側で自由に設定できるものがある。

適 応	表 示
正 解	正解です。
不 正 解	間違いです。 もう一度教えてください。
称 讚	すばらしいですね。 この調子で進みましょう。
し っ た	こんなことが分からなくては困りますね！ もっとまじめにやってください。
激 励	あなたならきっと次の問題も解けるはずですよ。
ヒ ン ト	答えは一つだけではありません。 もう一度教えてください。
ア ド バ イ ス	あなたは質問の意味を取り違えていませんか。 画面をよく見て、もう一度答え直してください。

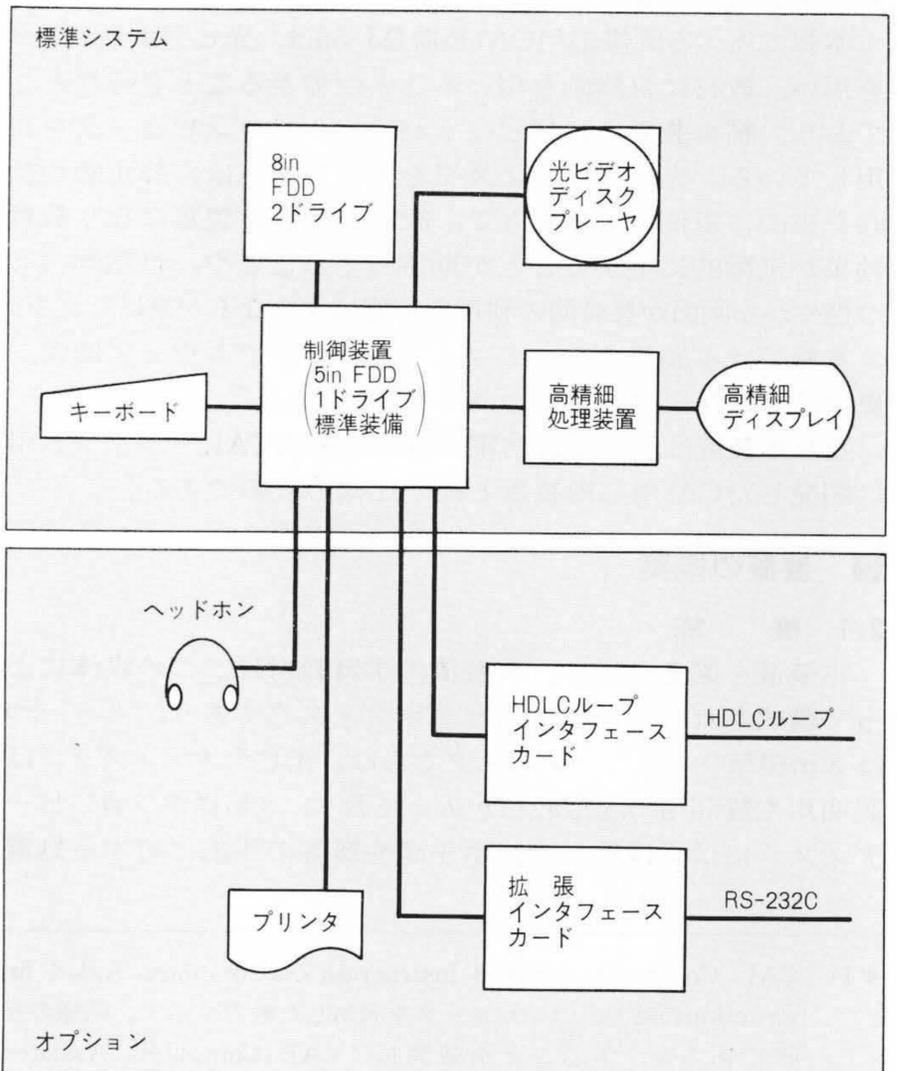
学習データを学習管理者が適宜分析し、学習者ひとりひとりの進捗状況、成績管理が行なえるほか、与えた教材の適、不適も評価できるので、結果を直ちに学習者にフィードバックしたり、学習プログラムの改善に結びつけることが可能である。

また本装置には学習をいったん中断し、後で中断した箇所から学習を再開することが可能な中断点再開機能もある。

2.2 ハードウェア

本装置のブロックダイアグラムを図3に示す。また構成機器の仕様を表2に示す。本装置のハードウェアの特長は次に述べるとおりである。

- (1) 高精細処理装置による高精細な画面が表示できる。
- (2) 光ビデオディスクからの自然画の上にパーソナルコンピュータからの情報を重畳表示(スーパーインポーズ)することができる。
- (3) HDLCループインタフェースカードをオプションとして用意しており、本装置を最大254台ホストコンピュータに接続することができ、通信速度も1,200~9,600bpsまで選択可能である。
- (4) 光ビデオディスクの画像の検索応答時間は最大2秒と高速である。
- (5) 光ビデオディスクは、30cm盤の両面使用で静止画だけの場合は10万8,000フレームであるが、本装置では1画面に4フレーム使用するので、画面枚数は両面で2万7,000枚、動画だけの場合60分の記録ができ、光方式のため盤の寿命は半永久的である。



注：略語説明 FDD(フロッピーディスクドライブ)
HDLC(High Level Data Link Control Procedure)

図3 ブロックダイアグラム オプションとしてHDLCループインタフェースをもつので、最大254台のCAI装置をホストに接続することができる。ヘッドホンは動画の場合に利用できる。

- (6) ホスト接続形以外にスタンドアロンでも使用できる。
- (7) 拡張インタフェースカードにより、豊富な入出力機器が利用できる。

以上本装置の特長を述べたが、最大の特長は高精細な画面の提供にある。従来のNTSC(National Television System Commitee)方式の自然画を普通のテレビジョン受像機で再生すると、インタレース走査のためちらつきが多く、また、細かい柄の場合の輝度信号と色信号との干渉によるクロスカラー妨害や、絵の境界に黒点が上下に動くドットクロール妨害とにより画質劣化が起こり、細かい内容を表示できず、また、50cmから60cm程度の距離から長時間ブラウン管を見続けることは目が疲労して無理である。本装置では高精細処理装置を標準搭載し問題の解決を図った。表2に示すように、高精細処理装置ではNTSC信号をデジタル処理をした後、静止画ではフレーム間^{※2)}でカラー副搬送波の位相が180度異なり、か

表2 構成機器の仕様 画像応用CAI装置を構成する機器の性能を示す。静止画10万8,000フレームは、画の枚数に換算すると1画面で4フレーム構成のため2万7,000枚となる。

項	目	性	能	
制 御 部 (MB-1600IAD)	C P U	16ビット		
	メ モ リ	プログラマブル領域55kバイト		
	漢 字 R O M	JIS C 6226 第一水準に準拠		
	インタフェースカード(オプション)	HDLCループインタフェース RS-232C		
キ ー ボ ー ド	キ ー 種 類	英字・仮名・テンキー・ファンクションキーなど		
	キ ー 配 列	JIS配列仮名キーボードに準拠		
光ビデオディスクプレーヤ (VIP-9000D)	読 取 方 式	光学式		
	記 録 容 量	静止画：108,000フレーム(両面) 動 画：60分(両面)		
	出 力 信 号	標準NTSC信号		
高精細処理装置 (AH-7003)	高 精 細 処 理 方 式	文字図形信号：フィールド間補完 NTSC信号		
			Y-C分離	走査線補完
		静止画	フレーム間相関	フィールド間補完
		動 画	走査線間相関	走査線間補完
走 査 制 御 方 式	ノンインタレース60Hz			
重 量 機 能	映像信号と文字信号の重畳			
高精細ディスプレイ (CI4-2200A)	画 面 寸 法	14in, ノングレア処理		
	表 示 色	8色(赤, 緑, 青, 黄, シアン, マゼンタ, 白黒)及び自然画		
	文 字	全角文字：16ドット×16ドット 半角文字：8ドット×16ドット		
	表 示 容 量	全角文字：800文字(40字/行×20行) 半角文字：1,600文字(80字/行×20行)		
8in標準フロッピーディスク (MP-3660C)	サ イ ズ, 台 数	8in 2ドライブ		
	記 憶 容 量	1Mバイト/ドライブ		
漢 字 プ リ ン タ (MP-1053) (オプション)	印 字 速 度	全角文字：40字/秒 半角文字：高速モード………120字/秒 高密度モード………60字/秒		

注：略語説明 CPU(中央処理装置)
ROM(Read Only Memory)
NTSC(National Television System Committee)
Y-C(輝度信号-色信号)

つ静止画なのでフレーム間で絵に差がないことを利用して、フレーム間相関によりY信号(輝度信号)とC信号(色信号)の完全分離(Y-C分離)を行なう。動画ではフレーム間では絵が異なるが、同一フィールド^{※2)}内の隣接する走査線では絵の内容に差はないことと、走査線間でカラー副搬送波の位相が180度異なることを利用して、走査線間相関によりY-C分離を行なう。以上のY-C分離によりクロスカラー妨害とドットクロール妨害とを排除することができた^{2),3)}。

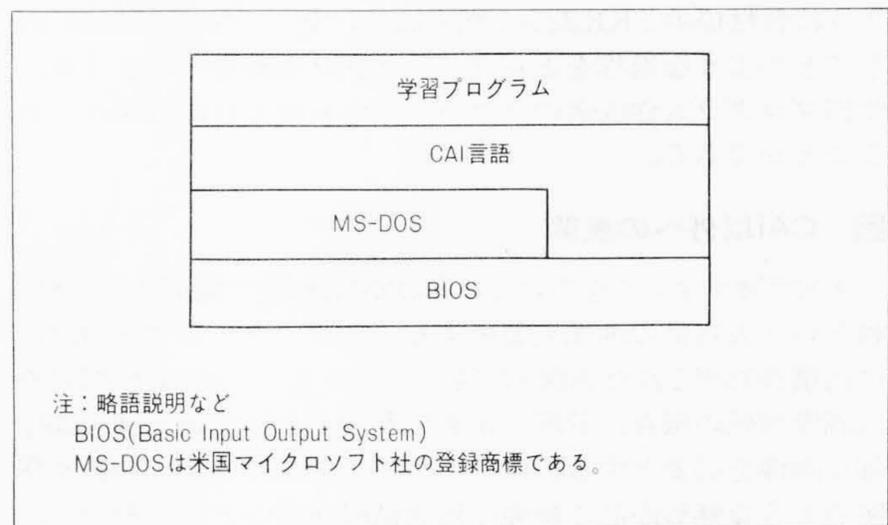
次にちらつきを取り除くために60Hzのノンインタレース化を図った。ノンインタレース化するためには、NTSC方式の各フィールドを構成する262.5本の走査線の中にそれぞれ1本ずつ走査線を補完し、各フィールド共525本の走査線にする必要がある。静止画では同一フレームを構成する2枚のフィールド間で補完するフィールド間補完方式をとったが、動画の場合は同一フレームのフィールド間でも絵の内容が異なるため、フィールド間補完はできない。したがって、同一フィールドの走査線間で補完すべき走査線を作り出す走査線間補完方式²⁾をとることにより、ちらつきのない画面を作り出すことができた。これらY-C分離と走査線補完によるノンインタレース化とによる画質改善により、普通のテレビジョン受像機に比べ解像度が水平、垂直共約100TV本改善し、ちらつきのない高精細な画質の提供を実現することができた。

2.3 ソフトウェア

本装置のソフトウェア構成を図4に示す。学習プログラムは光ビデオディスクに収容された教材を提示したり、学習者の解答状況に応じ次に提示する画面を決定するなどの学習の進め方を決めるプログラムである。学習プログラムは教材の一部であり教材作成元で作られるが、本装置ではこの学習プログラムが容易に作成できる言語としてCAI言語を提供している。

CAI言語はインタプリタ方式でBASIC言語を包含し、かつ表3に示す基本命令をもっている。

これらの基本命令により表4に示すCAI機能を実現する。学習の流れは図5のとおりであり、この学習の流れは表4に示すように四つの機能に分割できる。四つの機能に分割し



注：略語説明など
BIOS(Basic Input Output System)
MS-DOSは米国マイクロソフト社の登録商標である。

図4 ソフトウェア構成 CAI言語はBASIC言語を包含し、CAI用の基本命令をもつもので学習プログラムの作成を容易にする。

※2) NTSC信号での画信号は、1秒間に30フレーム、1フレームは2フィールドから構成される。また、1フレームは525本の走査線から構成され、1フィールドは525本の半分262.5本から構成される。

表3 基本命令 学習を学習開始, 教材提示, KR表示及び学習終了の4機能に分割し, 各機能に対応する1命令で記述できるようになっている。

項番	命令名	言語
1	学習開始命令	STARTCAL
2	教材提示命令	TEIJI<ロジカル画面No.>
3	K R 表示命令	KR<表示KRNo.>
4	学習終了	ENDCAL

表4 CAI機能一覧 学習プログラムの作成の容易性, 学習プログラムの自由度の兼合いで四つの機能に分割した。

機能名称	機能内容
1. 学習開始	(1) 学習者のID入力指示と入力処理 (2) 学習科目の選択指示と入力処理 (3) センタへの学習者ID, 選択科目データ送信 (4) センタからの学習状況(初学習・継続学習)受信とそれに対する学習者への指示と入力処理
2. 教材提示	(1) 光ビデオディスクプレーヤの該当教材画(フレーム)の表示 (2) 入力キー(復習, ヒント, 次画面要求, 中断)処理 (3) センタへの学習データ(入力データ, 正誤判定など)送信
3. K R 表示	(1) 正答, 誤答に対する定形のKR表示 (2) 学習プログラムで固有のKR表示
4. 学習終了	(1) 学習者の終了・中断処理 (2) センタへの終了・中断通知

注: 略語説明 ID(Identity)

た理由は, 教材作成の自由度と教材作成の容易性の兼合いにある。機能単位を細かくすると教材作成の自由度は増すが, 命令の数は多くなり学習プログラム作成は煩雑になる。逆に機能単位を大きくすると自由度は減少するが, プログラム作成は容易になる。これらのバランスを考え, 機能は学習開始, 教材提示, KR表示, 学習終了の4種とした。なお, 画面提示後, 学習者の解答やヒント要求などの反応に対し, 学習の目的に照らしてその反応を診断評価し, 適切なKR表示ができるように教材提示とKR表示が別の機能になっており, 誤答に対してどのような過程をとらせて理解させるかなどのような, 学習プログラム作成者のノウハウそのものも自由に組み入れることができる。

3 CAI以外への展開

光ビデオディスクを用いているので30cm盤で両面2万7,000枚という大容量の画像を蓄積することができ, かつ2秒以内に高精細処理された画像を検索表示できることから, CAI以外に画像情報の保存, 管理, 検索に利用できる。例えば, 高精細な画像を必要とする医療やデザイン関係の分野, 旅行や保険のような無形商品の販売や無店舗販売用などの分野など, 今後画像検索の必要性が高まると考えられる分野での利用が期待できる。

4 結 言

光ビデオディスクを用いて自然画を自由に取り扱えるCAI装置について述べてきたが, 高精細処理装置の開発によって静止画や動画を極めて自然で目に優しい, 美しい画面として提供できるようになったことや, パーソナルコンピュータによ

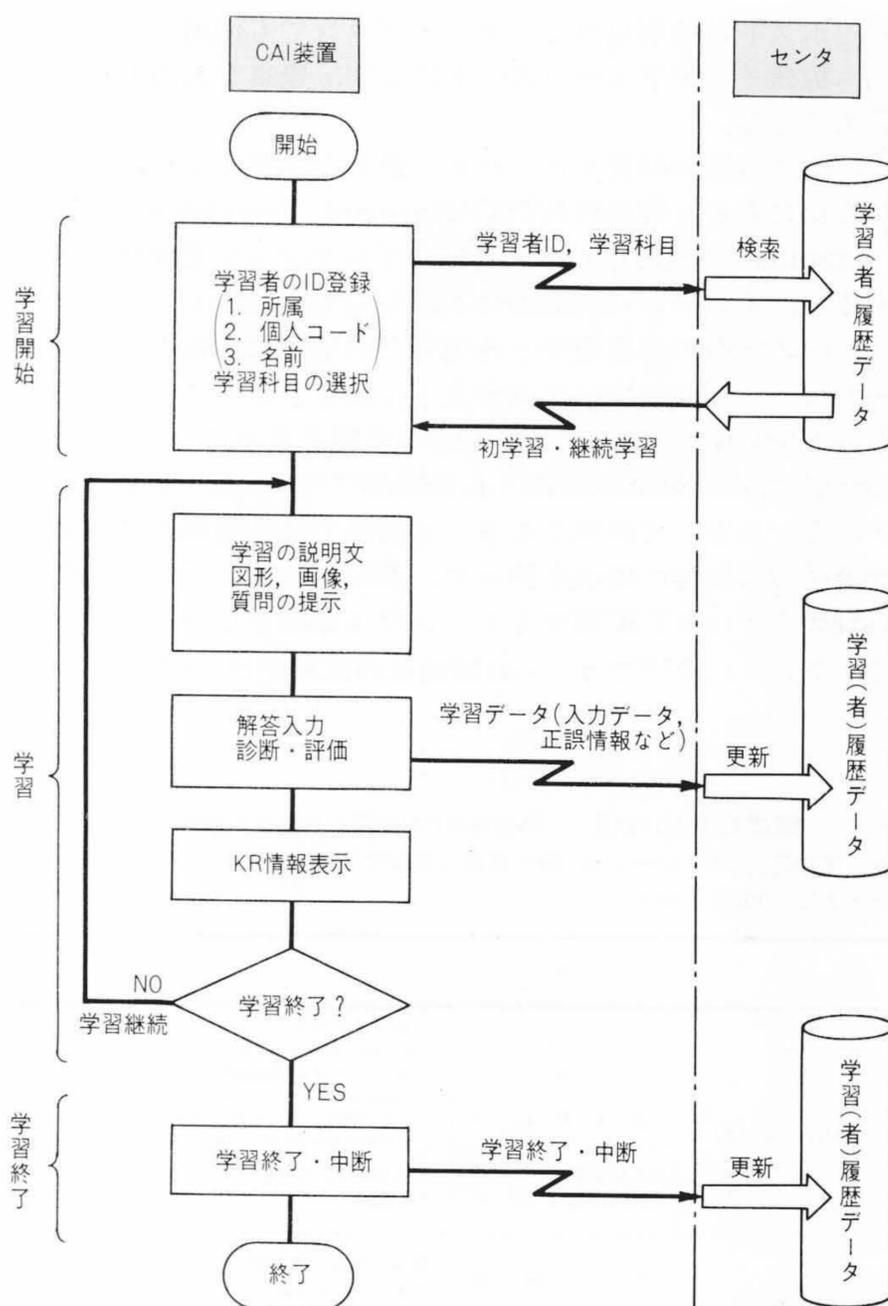


図5 学習の機能フロー 学習を管理するセンタとCAI装置との間の情報の授受及び学習の流れを示したものである。なおCAI装置単体でも学習を進めることができる。

って作り出される文字や図形を自然画に重畳表示(スーパーインポーズ)できる機能をもつことなどによって, 従来にないユーザーフレンドリーなCAI装置が完成したと考える。

画像情報が情報処理の世界で重視されつつある今日, 本装置が画像情報検索用にそのまま利用できるものなので, 今後多方面での活用が期待できる。

終わりに, 本装置の開発に当たり御指導いただいた日本電信電話株式会社の関係各位に対し, 厚く御礼申し上げる次第である。

参考文献

- 1) 山下監修, 日本ユニバック総合研究所編: 共立総合コンピュータ辞典第2版, 共立出版株式会社(昭和57年11月) CAI全般にわたり詳細に説明されている。
- 2) Masahiko Achiha, et al.: A Motion-Adaptive High-Definition Converter for NTSC Color TV Signals, SMPTE Journal, May pp.470~476(1984) Y-C分離と走査線補完についてその方式を述べている。
- 3) 阿知葉, 外: 内外の新しい研究開発動向, テレビジョン学会誌, Vol.36, No.10, pp.936~945(1982) テレビジョン信号の画質向上に関する研究動向が解説されている。