教育における画像応用

千葉大学 工学部 小 郷 寛
加 藤 徳 治

講義に際して画像を提示することは古くから行われているが、ここでは比較的新しいメディアについて述べる。まず教育方法の基本的考え方について、側面から捕え、これを実行させる画像機器、また他の教育機器と組合されたティーチングマシン、CAI 等に触れ、さらに伝送路や通信網との関連がある教育放送システム、そして最後に特殊教育についても述べる。

1. ま え が き

画像を添えると音声単独にくらべ情報を滑らかに伝えることがテレビ放送によって認識されて以来、各種方面にその用途が広がっていったが、なかでも教育への応用は言葉を主とし、画像を補助にした応用分野の中心をなしている。

教育への応用の本質は、より効果的教育であるから、単に画像を音声に添えるということではなく、マルチメディアを種々工夫して学生に訴える迫力がなければならない。そのためには画質の良い、また大画面を用意するばかりでなく、巧みな画面の組合せや種々の教育技術を必要とする。そのため、教育改善を目指す多くの関係者の英知が必要であり、また、その目標のため昨今に至って学会付置研究委員会ばかりでなく、科学教育学会や大学視聴覚教育協会など、従来省みられなかった新しい学会や協会が誕生しつつある。

今後ますます学問分野は広がり、これらを効果的に教えるために画像バンクのようなものも出てこよう。

以下、導入法、機器、各大学の現況について述べる。

2. 教育システムと教育工学

教育には目標があり、それを実践するために教育工学がある^{1)~4)}。教育工学⁵⁾⁶⁾には単なる視聴覚機器による教育技術のみでなく、教育心理、教育行政等の専門的知識が要求される。図1に講義システムを示す²⁾。問題が与えられると教育心理学者や技術者が一体となり講義システムを検討し、また小グループで再検討してより良い講義システムが作られる。さらに、これらを組合せた講義

図1 講義システム

コースの体系化、教育システムが作られる⁷⁾。効果的な教授法は、一方的な情報伝達だけでなく、学生からのフィードバック、学生への KR (結果の知識) と評価のフィードバックの3つのコミュニケーションが重要である。

さて画像機器は、教育への応用にとってコミュニケーションの媒体として欠かせないものである。学校規模でシステム化⁸⁾する場合、諸外国の大学はその本部に教育サービス機関を設け、機器の管理や教育サービスの事務が行われている⁹⁾¹⁰⁾。

講義システムとしてクラス教育と個別化教育がある。前者には同一教室、分散教室方式がある。同一教室に数百人収容するとき黒板や掛図は見にくい、多くのモニターテレビか、アイドホール等を使用する¹¹⁾。また講義の能率化のために、ビデオ1回線で動画像と静止画像の多重伝送方式がある¹²⁾。数教室やオフキャンパス用の CCTV や多くの学校を結んだ CATV 網¹³⁾¹⁴⁾がある。さらに全国組織として Open University¹³⁾¹⁵⁾がある。一方、後者にはプログラム学習、特に CAI がある。

システムの各要素となる教育機器の選択は重要である。そこで国際間に機器類のマッチングを検討する委員会が出現した¹⁶⁾。これは IEC, TC 60 の SC 60 C (教育

"Image Technology in Educational System" by Hiroshi Kogo and Tokuji Kato (Faculty of Engineering, Chiba University, Chiba)

機器、訓練機器およびシステム)で、さらに学会内にこれに対応する教育機器調査委員会が設けられた。

3. 画 像 機 器

視聴覚機器として広く利用されているもののうち、特に、テレビに関係の深い主な画像機器について述べる。

3.1 VTR

VTR¹⁷⁾¹⁸⁾は、テレビカメラと組合せて画像と音声を記録するが、基本的には記録、保存、再生の3つの機能を備えており、受像機との組合せにより、次のような利用形態に分けられている。

- (1) 準生利用：生利用とは異なり録画したものを時間をずらして利用する形。
- (2) 再生利用：指導計画にもとづいて録画したものを適時に再生する形。
- (3) 分断利用：1つの録画した教材を部分的に停止して、そこで考える時間を与えながら提示する形。
- (4) 分割利用：分断利用と類似しているが、1つの学習活動において、録画した教材を単なる画像教材として部分的に分けて取り出して利用する形。
- (5) 部分利用：録画したものの一部分だけ取り出して提示する形。
- (6) 反復利用：録画したものの一部分を何回もくり返して提示する形。

これらの形は放送番組だけでなく、一般に録画した教材についても適用でき、教育効果を上げるために、いくつかの形式の組合せも行える。小型VTRとしてのカセット式VTRや可搬型VTRは、教材製作や取扱いが容易なので、教育用として利用しやすい。

3.2 教材提示装置¹⁹⁾

教科書、参考資料の教材や映写機、スライドプロジェクターから投影される教材を、幾枚かの鏡で反射させテレビカメラで画像信号を取出す装置で、文字や図の大きさを拡大、縮小できるズーム機構、および適当な照度を与えるための照明器具も備わっている。教材を簡単に提示するときや教材を編集するときに便利である。

3.3 テレシネ装置³⁾¹⁹⁾

8ミリ、16ミリフィルムやスライドフィルム教材、オペークカードなどを、特殊プリズム方式のマルチプレクサーによって光学的に結合させ、あるいは簡易型では、装置の表面の投射窓に像を結ばせて画像信号を取出す装置で、簡易にフィルム教材をテレビ教材に転写できるので、教育機器として有用である。

3.4 投写テレビ²⁰⁾²¹⁾

小型のものは、小人数の取扱い易い実用的なビデオプロジェクターとして教育効果を上げることができ、ビデ

オチューナー、テレビカメラ、VTR、テレシネ装置、教材提示装置などと組合せて、多目的の視聴覚教育機器として利用できる。

ライトバルブ方式のテレビプロジェクター (GE 社) やアイドホール (フィリップス社) などはクラス講義用に有効である²²⁾。東海大学湘南校舎に設けたアイドホールプロジェクターは、出力 2kW のキセノンランプの光源で、2,500lm の光量を発し、投写距離 45m、スクリーンサイズ 5m×6.4m である²³⁾。

3.5 電子黒板²⁴⁾

電子黒板²⁵⁾はチョークによる圧力に感応して黒板から電気信号を出す。

イリノイ大学は当地のベル研究所と協力して、授業の講義を電子黒板によりシャンペン・キャンパスからピオリア、ロックアイランド、ロックフォードなどのオフキャンパスへ実時間で音声電話回線を使って伝送した。これは黒板表面の裏側に2枚の薄い膜があり、黒板側のもは導電性シート、他は抵抗性被膜と配列した接触子からなり、黒板に字を書くと2つのシートが接触し、X方向とY方向の電圧として取出せる。送信側は信号を1秒間1200ビットのデジタル信号に変換して電話線で送出し、受信側ではDA変換して信号を電子走査変換メモリに蓄え、画像をモニターに映し出す。字を消すには、講師は普通に黒板の字を消せばよいが、メモリーを消去するためにクリアボタンを押すようになっている。音声は他の電話線を利用し会話ができる。

3.6 シミュレーター³⁾¹⁹⁾²⁶⁾

シミュレーターは実際の機械装置と等価な機能をもつ模擬装置で、研究用と訓練用がある。前者は研究、開発、設計の各段階における調査、方式、最適値等の検討、動作条件に対する評価等に、後者は操縦者の訓練などに利用される。航空機、船舶等の実物の操縦訓練では、多額の費用と危険が伴うので、これが避けられるシミュレーターが用いられる。また模擬訓練に現実感を与えるために、シミュレーターにはスクリーンが備えられている。

フライト (航空機) シミュレーターは、航空機および飛しょう体のシミュレーションを行うもので、現在、塔乗員訓練用には次の2つの画像表示システムがある。

(1) テレビ式ビジュアルシステム

これはCCTVシステムで、2000分の1の地上模型を航空機の位置、方向および姿勢に従ってテレビカメラで撮影し、シミュレーターの前方の平面スクリーンまたは曲面鏡に投映する方式である。前者は赤、緑、青の3電子銃のプロジェクター、後者は1電子銃のライトバルブプロジェクターを用いる。

(2) CGI システム

表 1 CGI システムの性能

項 目	CGI システム
表示可能灯火数	6000
曲線状灯火列	可
オカルテーション効果	可
最大エッジ数	256
画素数	約 200
グレイの濃淡	64
着陸灯の光束	3本の光束
立体, 斜面	可
地表面	可
雲中乱反射	可
地上移動物標	可
機長側の後方視界	128°
副操縦士側の後方視界	79°

これはコンピューターで外景を作像し CRT に映し出すシステムで、飛行場灯火、周辺市街地の灯火および滑走路面、マーキング等の情報をコンピューターに記憶させ、航空機の位置、姿勢等に従ってこれら灯火が操縦士の視点から見える方向、色、および明るさ等を計算し、操縦席の前方に画像を表示するようになっている。現在使用中の装置の性能を表1に示す。これは夜間および薄暮時専用で、(1)システムとくらべて応答性が良く、情景により高度感、速度感等がより現実的に把握できるように改善されている。今後は、画像表示間のギャップの改善や、迫真性、安定性を有する昼間用システムの出現が期待されている。

4. ティーチングマシン

学習ができる教育機器としてシステム化した主なティーチングマシンには、スライドプロジェクターを制御したもの²⁷⁾²⁸⁾およびコンピューターを使った高度に複雑な機構のものがあるが、特に情報の記録や提示などに画像機器を用いている後者について述べる。

4.1 ティーチングマシン²⁹⁾²⁹⁾³⁰⁾

ティーチングマシン (TM と略称) は視聴覚機器、集団反応分析装置、LL 等のように教授活動の補助手段としての“教育機械”とは異なり、情報時に画像提示、フィードバック、反応喚起という3つの機能をもち、あらかじめ定められたプログラムに従って働く機械で、“プログラム学習を有効に利用できる機械”といわれ、学習者が教師なしにマイペースで学習できるものである。

4.2 マイクロコンピューターを用いた TM

図 2 マイクロコンピューターを用いた TM システム

このシステムは、教材用の画像と音声の記憶装置として VTR、教材提示用として受像機、そして両者を機能的に操作するための制御装置としてマイクロコンピューター、多岐選択肢および学習過程の情報を表示するための装置から構成される。学習者は提示教材に対して押しボタンで応答しながら学習を段階的に進められ、各自の学習レベルに応じたプログラム学習ができるシステムである。図2にその一例を示す³¹⁾。

ビデオテープの画像トラックには解説、問題等の教材を、音声トラックにはアクセス指示等の制御信号が記録されている。CPU は 8080 を使用、ビデオテープ 1 本に 99 項目の教材を収容可能、教材 1 問あたりの解答に 10 肢選択使用可能、学習過程の情報 (日時、学生番号、得点等) をマイクロコンピューターに記憶、テレタイプで得点等の記録を打ち出すこともできる。

4.3 CAI²⁹⁾³⁰⁾³²⁾

CAI とは、コンピューターを用いた教育である。CAI の利点はきめの細かい学習プログラムを準備することができ、学習者の学習過程、思考過程に対する詳細な事後チェック、学習評価のデータ処理自動化、教授過程以外の教育行政管理の仕事の自動化や多数の TM を端末器とし、数百人にのぼる学習者に、それぞれ独立した科目を個別に教育できる、さらに単一教室だけでなく、全校的、全域的にも活用できる、等である。

CAI システムの基本構成は、ハードウェアとソフトウェアと学習者の3つの要素から成り立っている。機器構成の例を図3に示す。プログラムされた教材はカード

図3 CAIシステムの機器構成

により入力され、コンピュータを通してメモリに蓄えられる。コンピュータの下にある制御装置を介して多数の端末が接続される。端末にはテレタイプかCRTディスプレイかどちらか一方のものをを用いる場合が多い。

システムの各要素について述べると、コンピュータは小型から大型まであり、TSS方式のコンピュータでは192台の端末を用いた例がある。CRTディスプレイはライトペンかキーセットがついたものが用いられている。これらのほかにスライド装置や音声出力装置を併置した型のものもある。任意の情報を提示するために、ランダムアクセス機能が採用されている。本体と端末とが遠隔の場合には端末にテレタイプを用い、情報を電話回線でデータ伝送している。

CAIの使い方には次の5つの様式がある。

- (1) 訓練、練習：あらかじめ用意されたプログラムを提示し、反応を記録、保存、再生する様式。
- (2) 個人別：学習者の反応に応じてプログラムが柔軟に分岐する様式。
- (3) 対話：学習者の要求に応じてコンピュータが記憶している情報を提示する様式。
- (4) シミュレーションゲーム：人間機械系の模型化あるいは管理をゲーム化して学習機能をもたせ、コンピュータを利用する様式。
- (5) 問題解決法：学習者自身の数理的な問題解決のためにコンピュータを利用する様式。

5. 教育放送システム

画像機器を教育システムに組込んだ場合の、小規模なシステムから大規模な衛星放送システムまである。それらの主なものについて述べる。

5.1 VTRシステム¹⁷⁾¹⁸⁾

VTRを中心とした校内システムは、受信アンテナと受像機を組合せただけの簡単な方式から、全校システムまである。基本的なシステムとして、次のようなものがある。

(1) 放送番組のみを録画、再生する方式

受像機に受信アンテナをつなぎ、テレビ放送番組をモニターしながら画像と音声をVTRに記録する。再生は同じ受像機で記録したプログラムを視聴できる。受像機は全放連型教育用B型親テレビがよい。このテレビは一般の受像機としてだけでなく、親子テレビとして子テレビに画像と音声を送ることができ、またVTRやテレビカメラ、マイクロホン接続端子を備えている。

(2) 一般テレビ受像機で再生する方式

一般のテレビ受像機にはVTR用接続端子がないので、VTR再生信号はVHFに変調してからテレビのアンテナ端子に供給する。変調波を与えるために、VTRにRFアダプターを備えるか、VHFコンバーターと75Ω:300Ωのインピーダンス変換器（整合器）を挿入する（図4参照）。

(3) 多数の親テレビに再生画像を送る方式

1本の共聴アンテナから、一般放送番組を各教室のB型親テレビで自由に受信でき、また校内用にスイッチを切り換えれば、放送室から校内向けや録画番組を親子ケーブルを通して再生できる方式である。各教室にVTRを備えつけて、各親テレビにケーブルを接続すれば、学年別、グループ別の放送に利用できる（図5参照）。

(4) 多数の一般テレビ受像機で再生する方式

基本的には(2)の方式をふまえてシステム化される。受信アンテナは1本の共聴式がよい。VTR再生信号を受像機のアンテナ端子に送る方法には、RF方式とするか、切り離すかの2つの方法がある。後者について図6に示す。図中の切換器を混合器に置き換えればRF方式として利用できる。

(5) 多数の子テレビに再生画像を送る方式

B型親テレビとB型子テレビを、親子ケーブルで次々に結んでいく方法で、むだのない効率の良い方式である（図7参照）。子テレビは放送室の親テレビから映像と音声信号を受けて視聴するようになっているが、チャンネルのつまみがない代りに、番組選択スイッチがついているので、単独でも視聴できる。またテレビカメラとマイ

図4 一般テレビ受像機の再生方式

図 5 多数の親テレビに再生画像を送る方式

図 6 多数の一般テレビ受像機で再生する方式

図 7 多数の子テレビに再生画像を送る方式

クロホンの接続端子を備えており、いろいろなアダプターなどの付属品が不要なので、教育用の受像機として最適である。

(6) 校内放送システム

校内放送は一般放送を流すだけでなく、テレビカメラ、VTR、マイクロホン、テープレコーダーを用いて、放送室から各教室の受像機に画像や音声を提供するシステムである。簡単なシステムの場合は、(5)の方式の親

テレビあるいは VTR にテレビカメラやマイクロホンを接続して利用できる。またテレビカメラを 2 台以上使用するような多元放送の場合、カメラの切り換え装置が必要である。高級なものになると、テレビ調整卓が用いられる。これは一般にデスク型で、モニター用受像機や VTR が組込まれ、3 元のテレビおよび音声放送に有利である。図 8 に小型の校内放送システムを示す。

(7) 個別学習システム

図 8 小型の校内放送システム

学習室の各個人別のブースからダイヤルで、目的のVTRを呼び出し学習するシステムで、米国では広く使用されている¹³⁾。

5.2 CCTV システム³¹⁾³³⁾

CCTV は閉回路テレビの略で、そのシステムは、テレビカメラと受像機が線路で結ばれ、特定の受像機のみを受像できるというシステムで、画像伝送システムとしてはVTRシステムと類似している。学校教育においては、このシステムは、学生を移動させず固定した受像機で教材を提示することができる。利用形態としては、特定の学校あるいは教師独自のテレビ放送に、また地域の学校が共同して地域の実状にあった番組を作成、共同視聴することなどができる。米英ではごく一般に大学教育に使用されており、大学本部が管理している¹³⁾。

5.3 CATV システム³³⁾³⁴⁾

CATV は、再放送に、自主放送を加えた有線放送シ

ステムで、双方向伝送および遠距離コミュニケーションが可能であるという長所をもっている。自主番組が組める教育放送システムに有利である。

代表例として、千葉県館山市の学校教育のCATV施設がある。このシステムの構成を図9に示す。伝送容量は下り11チャンネル、上り4チャンネル、最大伝送距離は約15km(中継器数15)となっている³⁵⁾。

米国のFCCはCATVに対して次のような規制を作っている。“容量は20チャンネルを有し、中継とその他を同数チャンネルとする。その他のうち3チャンネルは、①教育機

5.4 教育衛星放送システム³⁶⁾³⁷⁾

現在、衛星放送の利用形態は、ひとつは辺地や広域に人口が散在する地方で積極的に利用する形式と、他の既設の飽和した通信回線の補完に使うという形式である。

1974年に教育用衛星放送システムについて、日本政府主催の“国連パネル会議”が東京で開かれ、衛星放送の国際協力、開発途上国の教育放送効果などが討論された³⁸⁾。

この中で、世界で初めてのロッキー山脈中に散在する学校向け衛星放送システムの計画が報告され、その年に教育通信実験が行われた。この実験はSTDといい、ロッキー山脈を囲む6州からなるロッキー山脈州連盟によって主宰され、図10に示すように実験衛星ATS6号および3号を使って、中学生向けの職業教育や教材配送サービス、一般向けとして老人問題、アルコール中毒などのテレビ番組を提供し、生徒間で双方向通信による討論も行った。テレビスタジオはデンバー市内にあり、TVC-500A型カラーカメラ3台、付属映像、音声調整室各1室、AVR-1型VTR3台、テレビ装置などを備えている。

6. 特殊教育

特殊教育において、画像提示法と音声法は身体の機能障害者にとって視覚および聴覚に代替させた有効な教育法であり、両者が適切に併用されれば、視聴覚コミュニケーションが効果的に行われ、障害教育がいちじるしく改善される。教材や画像機器の利用は、障害の種類や重軽度により工夫して活用されることが望まれる³⁹⁾⁴⁰⁾。

図 9 教育 CATV システムの構成 (千葉県館山市)

図 10 STD の教育通信実験

最近、一般テレビ放送において、テレビ画面中に小円形部分をもうけ、ろう哑者向けとして手話と口話を取り入れた視覚情報をサービスするようになった。また教育機関において、教育充実のための VTR 利用、放送利用の新しい試みが多くある⁴¹⁾。

各種障害について見ると、弱視障害者用テレビカメラ拡大読書器がある。強度の視覚障害者用に、画像特に動きのある画像の認識を可能にするための盲人用触覚テレビ視聴補助装置がある。これは振動片の先端に 5mmφ のプラスチックピンを垂直に立てたものを、2mm ピッチで $16 \times 16 = 256$ 本の 30mm $\times$ 30mm 2次元ディスプレイ面とし、2,3本の指の触覚で振動点の図形を認識できるようになっている。特に、ディスプレイ面を前後、左右に、自由にスライドできるため、画像認識が振動点を数万個から数十万個マトリクス状に配列したものと同様な効果を示す⁴²⁾。

精神薄弱児に対して、“まる”形態の弁別能力を画像刺激によって伸ばす方法として、VTR 教材とモニターテレビを用いて繰り返し視聴させ効果をあげた⁴³⁾。自己の意志表示の手段をほとんど持たないが、正常な視覚器官をもつ重度脳性マヒ児用にテレビを用いた描画装置⁴⁴⁾がある。これは薄い板の上に、左右に配置した2つのスイッチとメモリーつきの制御装置および $16 \times 16 = 256$ 点の点からなるパターンを表示する受像機からなっている。入力は腕でスイッチを押して行すが、左腕のスイッチが0、右腕のものが1の符号入力となっており、このスイッチで描画するための各種の命令コードが作られる。

7. 各大学における現況

わが国では最近、大学殊に教育学部に画像施設、設備が逐次導入、拡充され、教育方法の改善が全国的に波及しつつある。すなわち小規模の単一の視聴覚教室であったものが、多くの教室を有機的に接続し、また大学本部が統括するなど、教育の総合システム化の方向に進んでいる。また初期の試行段階が過ぎ講義システムも固まりつつあり、それにつれて各大学の施設、設備も画一化されつつある。したがって現況について、特殊装置を除き、文献名を示すにとどめる。

CCTV システムとしてはセンターと附属小中学校、幼稚園、養護学校等との間に設けられるものが多い^{45)~47)}。CAI システムでは、一般学生用⁴⁸⁾、工学生用^{49)~52)}、教員養成用⁵³⁾、医学教育用^{54)~56)}等がある。特に大規模のシステムが筑波大学に設置され、教育方法改善の研究に供されている⁵⁷⁾。

図 11 はそのシステムの端末機で、次のような画像表示機能をもっている。

- ① カラー画像提示 (ランダムアクセススライドによるプラズマディスプレイに裏面から重ね投映)。
- ② モノクロ静止画像提示 (1万コマを内蔵するマイクロフィッシュ情報検索装置から CRT へ選択提示するビデオ映像)。
- ③ 漢字かな混り文、特殊文字の生成表示 (漢字メモリーおよび特殊パターンジェネレーターから文字を生成し、標準文字とともに、プラズマディスプレイに表示)。
- ④ グラフィック情報の表示 (プラズマディスプレイ上に文字情報とともに図形情報を生成表示)。
- ⑤ 位置データ入力 (CRT およびプラズマディスプレイ上にキーボードによる文字データの入力以外に、位置指定データの入力ポインティングペンで行う機能)。

図 11 CAI 学習端末機の外観

(昭和54年4月24日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 末武国弘：教育とは何か，日本科学教育学会，科学教育研究，**2**，2 (1978) 41-48
- 2) 小郷 寛：米国の教育工学の現況，信学誌，**55**，6 (1972) 771-777
- 3) 電気学会編：新しい時代への教育工学，オーム社 (1972)
- 4) 末武国弘，西巻正郎，坂元 昂：教育工学，日本短波放送 (1971)
- 5) 坂元 昂：教育工学の原理と方法，明治図書 (1971)
- 6) 沼野一男：教育工学 (NHK 市民大学叢書 19)，日本放送出版協会 (1971)
- 7) 坂元 昂：教育のシステム化，明治図書 (1971)
- 8) 中野道夫：大学の学習環境と教育工学システム，工業教育，**24**，1 (1976)
- 9) 小郷 寛：教育のシステム化と教育機器，電学誌，**95**，10 (1975) 888-891
- 10) 小郷 寛：欧米の大学における視聴覚教育，**26**，10 (1972) 106-111
- 11) 武井健三，森岡 昭：教育テレビジョン，テレビ誌，**22**，10 (1968) 809-815
- 12) 画像通信を応用した講義，通研月報，**28**，3 (1975) 7-11
- 13) 小郷 寛：欧米の大学教育における TV の利用，テレビ全大 (1972) 269-272
- 14) 館山市教育委員会編：昭和 52 年度館山市教育放送センター運営資料 (1972)
- 15) K. Pindar: Open Line, 9 (1978)
- 16) 末武国弘：IEC-SC 60 の活動とテレビ学会教育機器調査委員会について，テレビ誌，**31**，5 (1977) 416-418
- 17) 熊沢弘之ほか：VTR の活用 (教育機器の活かし方③)，小学館 (1973)
- 18) 原 正和，高橋三郎：小形 VTR，日本放送出版協会 (1977)
- 19) 宮崎栄一，後藤秀治：教育とディスプレイ，テレビ誌，**31**，4 (1977) 294-300
- 20) 種田悌一：CRT 投写形テレビジョンディスプレイ，NHK 月報，**18**，6 (1975) 219-224
- 21) William E. Good: PROJECTION TELEVISION, IEEE Trans., **CE-21**，3 (1975)
- 22) 小郷 寛：大画面の利用法，テレビ全大 (1978) 359
- 23) 東海大学編：東海大学における教育工学的にみた教育環境の現状と対策，東海大学 (1976)
- 24) G.P. Torok: Electronic Blackboard Have Chalk Will Travel, Proc. 1977 ICC, **19**，1 (1977)
- 25) Electric Blackboards Aid Long-Distance Lectures, Bell Lab. Rec., **52**，6 (1974) 201
- 26) 池谷光栄：飛行シミュレータ，電学誌，**86-1**，928 (1966) 5
- 27) 加藤徳治，山本一雄，山口正恒，小郷 寛：スライドプロジェクターを用いた個別学習装置，テレビ学会技術応用研資 11-3
- 28) K. Yamamoto, T. Kato, H. Kogo: An Instructional Machine and Its Application to the Laboratory, IEEE Trans., **E-21**，4 (1978) 245-249
- 29) 堀内敏夫編：プログラム学習と TM (教育工学講座 4)，大日本図書 (1972)
- 30) 足立 武：教育工学 (3)，東芝レビュー，**25**，6 (1970) 792-793
- 31) S. Homma, K. Uemura: COMPUTERIZED VIDEO ASSISTED PROBLEM SOLVING EXERCISES (CVA-PSE), Congress of the International Union of Physiological Sciences (1977)
- 32) 東京 CAI 研究会著：CAI の探究 (新しい理科教育の実現をめざした一試み)，明治図書 (1972)
- 33) 足立 武：教育工学 (2)，東芝レビュー，**25**，6 (1970) 667-668
- 34) 沼口安隆：CATV，テレビ誌，**28**，7 (1974) 547-550
- 35) 陸川ほか：館山市の教育用テレビジョンシステム，電通施設，**24**，11 (1973) 2-11
- 36) 松下 操：各国の放送衛星諸計画，NHK 月報，**16**，7 (1973) 242-247
- 37) 豊崎 茂ほか：ATS-6 号衛星による保健教育通信実験を調査して，NHK 月報，**4**，18 (1975) 142-148
- 38) 林 和夫：「教育用衛星放送システムに関する関連パネル会議」における各国衛星放送計画について，NHK 月報，**17**，7 (1974) 255-261
- 39) 西本三十二，波多野完治編：視聴覚教育事典 (新版)，明治図書 (1970)
- 40) 大塚明郎監修：教育機器活用の実際と展望 (文部省科学研究費，特定研究科学教育の成果から)，学研 (1977) 219-262
- 41) 松下視聴覚教育研究財団：視聴覚教育研究助成レポート (1975, 1976, 1977)
- 42) 本田：盲人用触覚 TV 開発システム RAB-3A について，信学会技術報告，**77**，210 (1978) 45-48
- 43) 末武国弘ほか：ビデオ教材による精神薄弱児のための形態弁別指導 (1) —形態「まる」—，信学会技術報告，**77**，210 (1978) 33-36
- 44) 大山公一ほか：身体障害者用描画装置の試作，テレビ技術応用研資，7-1~14 (1972) 1-8
- 45) 秋田大学教育学部附属教育工学センター：教育工学センター・ニュース，第 1 号 (1977. 10. 1)，第 2 号 (1978. 3. 25)
- 46) 東京学芸大学：教育工学センター (1977. 4)
- 47) 長崎大学教育学部附属教育工学センター：教育実地研究における CCTV, VTR の利用，第 1 集 (1977. 2. 1)，第 2 集 (1977. 2. 5)
- 48) 竜岡菊美：イリノイ大学の CAI (PLATO システム) の現状，信学会技術研究報告，**78**，48 (1978) 29-32
- 49) 高橋 賢ほか：金沢工業大学 CAI システムの特徴とシステムプログラムについて，信学会技術研究報告，**78**，2 (1978) 7-10
- 50) 篠原文陽児ほか：金沢工業大学 CAI システム (IV) —その性能と運用—，信学会技術研究報告，**78**，2 (1978) 11-14
- 51) 岡本敏雄ほか：金沢工業大学 CAI システム (V) —コースウェアの基本設計とその構造—，信学会技術研究報告，**78**，2 (1978) 15-18
- 52) 村本 紘ほか：金沢工業大学 CAI システム (VI) —コースジェネレータの開発—，信学会技術研究報告，**78**，2 (1978) 19-22
- 53) 島貫 陸，井上光洋，大嶋三男：東京学芸大学 CAI システム，信学会教育技術研究資料，**8**，28 (1972) 1-7
- 54) 山口昭穂：CAI の現状について—医用教育用 CAI システム—，信学会技術研究報告，**77**，45 (1977) 19-24
- 55) 久保武士ほか：筑波大学における CAI-医学教育コースの開発，信学会技術研究報告，**77**，45 (1977) 33-36
- 56) 立沢 寧ほか：医学教育用 CAI グループ学習端末，信学会技術研究報告，**77**，45 (1977) 37-41
- 57) 中山和彦ほか：大学教育における CAI システムとその利用—筑波大学における CAI システム—，日本科学教育学会年会 (1978) 189-190