テレビジョン受像機へのマイコン応用

シャープ株式会社 竹 村 欣 也
鈴 木 忠 二

ここ 2~3 年前より、マイコンのテレビ受像機への応用が盛んになってきた。ここでは、マイコン導入の背景、応用の現状とその機能、実際の応用、問題点、今後の動向について述べる。

1. ま え が き

近年、種々の機能レベルをもったマイコンが開発され、その応用分野も急速に広がりつつある。その中で、特に最近、民生機器への普及が目覚ましく、電子レンジ、ルームエアコン、洗濯機などへの応用とともに、テレビ受像機へのマイコンの応用も多くなってきた。

受像機の信号処理の領域でマイコンを応用するには、速度上の制約から、現在ではまだ対応できないが、マイコンの得意とするシステムコントローラーとしての領域への応用を中心として普及してきた。すなわち、選局、リモコン、番組予約などへの応用である。

一方、受像機そのものへの応用という意味からは少しそれるかも知れないが、爆発的ブームになったビデオゲーム（テレビゲーム）機器への応用を見逃すことができない。また、最近では、音声認識・音声合成技術の民生機器への応用が盛んになってきたが、受像機へも適用され始めてきた。

前者のシステムコントローラーとしての応用では、低価格の 4 ビット 1 チップマイコンが多く採用されている。一般大衆向けの受像機では、価格が安いことが重要である。また、後者のビデオゲームや音声認識・合成では、8 ビットマイコンが主流で、マイコンの得意とする演算機能が充分に発揮されている。

ここでは、受像機へのマイコン応用の現状を開発中のものも含めて紹介し、さらに、問題点と今後の動向についても述べる。

2. 受像機へのマイコン応用の背景

テレビ受像機へ本格的にマイコンが応用され始めたのは、ここ 2~3 年前からである。これまで受像機は真空

管の時代からトランジスタ、IC、LSI へと変化し、技術革新と共に発展してきた。そして、高性能、高信頼性の追求とともに低価格への努力が続けられ、量産効果とも相まってコストパフォーマンスの高い商品として今日の繁栄をみるに至った。

1970 年代の初期に、4 ビット、8 ビットのマイコンが現われたが、受像機側からみた場合、主として価格の点で充分なものではなく、容易に受け入れられなかった。しかし、1975 年頃になり、低価格の 1 チップマイコン（TMS 1000、PPS 4 など）が出て、ようやく受像機への応用に関心が示され始めた。しかし、受像機本体の映像処理は難しく、主に周辺機能の限られた領域への応用が試みられた。すなわち、操作系への導入が主体となり、システムコントローラーとしての機能領域で活躍の場を与えられたといえよう。また、従来の IC、LSI を単にマイコンで置き換えるということではなく、操作性の向上、多機能化、新機能の追求など、受像機の付加価値を高めつつ発展してきた。

一方、他の流れとして、8 ビット（あるいは 16 ビット）を主体とした分野へのマイコンの応用がある。1972 年、アタリ社の“Pong”とマグナボックス社の“Oddyssey”に端を発したビデオゲームは周知のごとく、その後すさまじい旋風を巻き起こしたのは、まだ記憶に新しいところである。すでに広く普及した受像機を表示端末として利用した効果は大きい。ビデオゲームを左右するのは、ソフト内容の充実にある。専用 LSI 使用のゲーム機では飽きられた場合に対処できないという問題があるが、これに対して、マイコンは活路を与えた。

1976 年、フェアチャイルドは初めてこの分野にマイコンを応用したが、マイコン応用により、ハードの変更なしにソフト（プログラム）の変更が容易になって、多様な要求に対して柔軟に対処できることとなった。

ビデオゲームに应用されているマイコンは、そのほと

“Application of Microcomputer to Television Receiver” by
Kinya Takemura and Chuji Suzuki (Sharp Corporation, Osaka)

んどが8ビットである。8ビットマイコンの使用により、メモリー等のデータ処理が容易に行え、比較的高速処理が可能になった。そして、必然的にインテリジェントな方向へと進み、高級化指向への道を切り開いて、ホームコンピュータの“はしり”となったことは意義深いことといわねばならない。また、すでに、英国では実用化されているテレテキスト、ビューデータの受信端末も同様な理由で8ビットが主流である。

以上のように、マイコンの出現は受像機の多機能化、高級化、多様化などの要求に対し、比較的低価格で柔軟に対処できるようになるとともに、開発期間の短縮化ははかられ、特徴ある付加価値の高い商品の創出を可能にするインパクトになった。

3. 受像機へ応用されるマイコンとその機能

テレビ受像機へのマイコン応用で、現在、商品化されているもの、あるいは開発段階のものを含めて、応用機能面から眺めてみると、受像機の操作系に関するもの、操作制御も含むが主として画像・音声情報処理に関するものに大別できる。これらのそれぞれの内容については互いに入り混じった要素があり、明確に区分するのは難しいが、現状での実際の応用面を分類すると、ほぼ次のようになるであろう。

〔A〕 操作系への応用

- (1) リモコンを含む選局
- (2) 番組予約
- (3) 2画面テレビ(多画面テレビ)

〔B〕 画像・音声情報処理に関するもの

- (1) ビデオゲーム(テレビゲーム)
- (2) 文字多重放送などの新情報メディア端末機
- (3) 音声認識・合成技術分野(音声リモコン)

また、受像機への応用に使用されているマイコンのビット数から分類すると

- (1) 1チップを主体にする4ビットマイコン(PMOS, NMOS, CMOS)
- (2) 8ビット(あるいは16ビット)マイコン(PMOS, NMOS, CMOS)

に分けられ、4ビットは上記〔A〕へ、また、8ビットは〔B〕にはほぼ使用されている。すなわち、一般的にみて、4ビットマイコンは、余り速度は問題とされないが低価格が要求される分野へ、一方、8ビットマイコンは、比較的高速が要求される分野へ応用されている。主として前者はシステムコントロール機能、後者はメモリー処理、演算処理機能が主体となる。代表的な4ビット1チップマイコン、8ビットマイコンをそれぞれ表1、表2に示しておく。

表1 代表的な1チップ、4ビットマイクロコンピュータ

メーカー名	シリーズ名	名称	プロセス	ROM 容量	RAM 容量	ピン数
日電	μCOM 4ビットシリーズ	μCOM-42	PMOS	8×1,920	4×96	42
		μCOM-47	NMOS	10×4,049	4×32	64
松下電子	MN 1400シリーズ	MN 1400	NMOS	8×1,024	4×64	40
		NM 1430	PMOS	8×1,024	4×64	40
東芝	TLCS-40シリーズ	TLCS-41	NMOS	24×256	4×16	40
		TLCS-43	NMOS	8×1,536	4×64	40
日立	HMCS-40シリーズ	HMCS-42A(C)	PMOS (CMOS)	10×(512+32)	4×32	28
		HMCS-45A(C)	PMOS (CMOS)	10×(2,048+128)	4×160	54
富士通	MB 8840シリーズ	MB 8841	NMOS	8×2,048	4×128	42
		MB 8844	NMOS	8×1,024	4×64	28
シャープ	SMシリーズ	SM-3/1	PMOS	8×2,268	4×128	42
		SM-5	CMOS	8×1,972	4×65	60
沖	OLMS-40シリーズ	OLMS-40	CMOS	8×2,048	4×128	42
		OLMS-43	CMOS	8×512	4×16	18
三菱		M 58840	PMOS	9×2,048	4×128	42
TI	TMS 1000シリーズ	TMS 1000	PMOS	8×1,024	4×64	28
		TMS 1200C	CMOS	8×1,024	4×64	40
Rockwell	PPS 4/1	MM 75	PMOS	8×640	4×48	28
		MM 78	PMOS	8×2,048	4×128	42
NS	COPS	MM 57140	PMOS	8×630	4×55	28
		MM 58102	CMOS	8×2,048	4×96	68
AMI		S 2000	NMOS	8×1,024	4×64	40

表2 代表的な8ビットマイクロコンピュータチップ

名称	メーカー	プロセス	ピン数	セカンドソース
8080	Intel	NMOS	40	TI, AMD, 日電, 三菱
M 6800	Motorola	NMOS	40	AMI, 富士通, 日立
PPS-8	Rockwell	PMOS	42	
F-8	Fairchild	NMOS	40	MOSTEK
COSMAC	RCA	CMOS	40	
Z-80	Zilog	NMOS	40	シャープ

4. マイコン応用の実際

4.1 操作系への応用

現在の受像機は、そのほとんどが電子選局である。これは半導体技術の進歩による成果であるが、従来の機械式にくらべて長寿命化、信頼性・操作性の向上がはかられ、小型になるとともにデザインにも柔軟性を持たせることができるようになった。また操作面では、リモコンによる取扱いがたやすくなった。最近では赤外線リモコンに加えて音声リモコン(後述)が注目される。

電子式選局方式には、①ポテンショメーター（プリセット）方式、②電圧シンセサイザー方式、③PLL周波数シンセサイザー方式の3つの方式があり、各社でLSI化された選局システムを開発している¹⁾²⁾。

さて、受像機へのマイコン应用に関しては、このチャンネル選局を中心とする操作系へのアプローチに比較的早くから関心が示された。そして、低価格の1チップマイコンの出現により実用化が進んだ^{3)3)~7)}。3選局方式の中では、周波数シンセサイザー方式への応用が最も多く、続いて電圧シンセサイザー方式、そして、プリセット方式の順になる。

まず、周波数シンセサイザー方式について取り上げてみよう。図1⁸⁾はマイコンの制御信号の流れを示したものである。マイコンへの入力情報としては、キー入力、センサー入力（自動探局、AFTなど）があり、出力としては、キースキャン信号、チューナーのバンド切替信号、および、チャンネル表示データなどがある。図2は周波数シンセサイザー方式選局システムの一例（シャープ）を示している。

4ビット1チップマイコン（TMS 1000相当）が使用

図1 マイクロコンピュータの制御信号の流れ

されていて、その機能としては、①キースキャン、②ファインチューニング電圧の読み込みと不揮発性メモリーへの記憶、③プログラマブル分周器のプリセット、④チャンネル表示出力、が主なものである。

電圧シンセサイザー方式として、図3⁴⁾に松下の選局システムを示す。使用されているマイコンは4ビット1チップマイコン（MN 1203）で、①12局直接および順次選局、②AFCメモリー、③オートプリセット、④ラストチャンネル・音量メモリーなどの機能を持っている。

また、同方式のシステムで、半導体不揮発性メモリーをアナログメモリーとして使用した例が三洋から発表されている⁹⁾。

リモコンについては選局システムでその機能が考慮^{1)3)~6)10)11)}されており、ここでは敢えて触れない。

以上のように、リモコンを含む選局を中心にする操作

図3 電圧シンセサイザー選局システム

図2 PLL周波数シンセサイザー方式選局システム

写真 1

系では低価格の 1 チップマイコンが採用されているが、これにより多機能化がはかられ、あわせてユーザーの多様な要求に対し比較的短期間に対処できるようになった。

4.2 番組予約

番組予約はテレビの普及初期の段階でも取り上げられ、商品化が試みられたが、テレビの普及度、コストパフォーマンス、操作の煩雑さ等の理由により、商品として成長するに至らなかった¹²⁾。その後、半導体技術の進歩、なかでも低価格の 1 チップマイコンの出現により、簡便な予約システムの達成がなされ、開発、実用化が進められた。現在では各社でマイコン採用の番組予約テレビが商品化されている。ここでは、その例を 2, 3 紹介する。

シャープは 1977 年 10 月のエレクトロニクスショウに最大 8 つのプログラム予約ができる受像機を出展した。この受像機は、①時計機能、②VHF, UHF ともに実チャンネル設定プログラム機能、③表示装置による番組予約確認、④リモコン機能などの機能を持ち、操作法の簡便性を考慮して、表面パネルに操作法の流れが明記されている。また、ボタン操作が正しいか否かをマイコンが管理しており、正しいボタン操作の場合、“Entry Sound”が出るという特徴もある。

松下が商品化した 20 型の番組予約テレビ¹³⁾は 4 ビット 1 チップマイコンを搭載し、13 の番組予約数を持ち、選局予約、電源 OFF 予約、目覚まし予約、の 3 種類の予約機能があり、その他に、停電バックアップ、ラストチャンネルメモリー、リモコンなどの機能も付加されている。番組予約をランダムロジックで構成すれば相当大規模となるが、マイコンのソフトに置き換えることによ

図 4 “TV in TV” システムの構成

りハードは簡素化され、シンプルなシステムを実現できる。

同社のもので、8 ビットの 1 チップマイコン (MK 3870) を用いた欧州向カラーテレビの開発例も発表されている。また、東芝からは 15 番組予約可能な 8 ビット CPU (TMP-8085) による番組予約テレビが発表¹⁵⁾されている。そのほか、日立、ソニーなども番組予約テレビを商品化している。

4.3 2 画面テレビ (多画面テレビ)

通常のカラー画面 (表番組) の一部に面積比にして 1/16 程度の白黒画面 (裏番組) を受像することができるテレビが発表²²⁾されてすでに 3 年になる。グルンディヒ、テレフンケン等により “Bild in Bild” (Picture in Picture) テレビが 1977 年のベルリン・ショウで展示された。国内ではシャープが同年 10 月にデュアル ビジョンとして発表し、翌年 9 月 “TV in TV” と名付けて発売している (写真 1)。

図 4 は “TV in TV” システムの構成を示したものである。2 つの異なるチャンネルを受像するため、2 つの電子チューナーおよび PIF 回路を持っている。裏番組は 1 対 (2 面) のアナログメモリー (BBD) にフレームごとに書込み、読出しを繰り返し再生される。これらの制御は表番組と裏番組の同期信号に同期した制御信号で行っている。システム制御は 4 ビット 1 チップマイコン (TMS 1000 相当) で行い、その機能は主として、次のようである。

- (1) 表番組の選局
- (2) 裏番組の選局
- (3) 表番組と裏番組の反転操作
- (4) イニシャルセッティング
- (5) 裏番組画面の消去
- (6) AFT デフィート
- (7) リモコン

図 5 “TV in TV” マイコンプログラムのフローチャート

図 5 にこのシステムのマイコンプログラムのフローチャートを示す。

このような“P in P”テレビは、新日電、日立でも開発されている²³⁾²⁴⁾。

“P in P”テレビと類似したテレビとして“P and P”テレビが松下から、また、“ポップビジョン”として新日電が 26 型の 2 画面テレビを商品化している。

テレビ受像機の多角的利用を試みたひとつの形態として“マルチ・ビジョン”(写真 2) がシャープから発表された。このテレビの制御部は 4 ビット 1 チップマイコン (SM-2: PMOS) が採用されていて、おもにリモコンを含むキーセンサーとモード切換、選局コントロール、ビデオ切換等のコントロール信号の出力を行う。このようなテレビはテレビカメラや VTR 等との結合により多目的に使える特徴をもっている。

4.4 ビデオゲーム

ビデオゲームが最初に商品化されたのは 1972 年で、業務用を中心に発展してきたが、1975 年のクリスマスを見込んで ATARI と SEARS が“Hockey Pong®”を発売して以来、GI, TI, NS など加わり、その後、凄まじい需要をよび起こした¹⁶⁾¹⁷⁾。1976 年にマイコン応用のビデオゲーム“チャンネル F”が FCI 社より発売¹⁸⁾されて以来、表 3¹⁹⁾に示すように内外で次々と発売された。

いままで述べてきた受像機へのマイコンの応用例は、主としてシステムのコントロールであったが、ビデオゲームでは少し異なる。図 6¹⁹⁾はビデオゲームの基本構成図を示している。受像機の選局における応用にみられたように、システムコントロールに加えて、ビデオ RAM (画像メモリー) のデータ処理が必要となる。したがっ

写真 2

図 6 ビデオゲームの基本構成図

て、使用マイコンとしては高速で多機能なハイレベルのものが要求される。表 3 からわかるように、NMO の 8 ビットマイコンを使用しているものがほとんどである。システムのマイコンに要求される事項¹⁹⁾として、

- (1) ビット処理が容易なこと
- (2) データ転送速度が速いこと
- (3) ビデオ RAM への書き込みのタイミングをとるために、インタラプト機能があること
- (4) ソフトウェアの開発が容易に行えること

が挙げられる。また、ビデオゲームの用途としては、本来の娯楽用としてのゲーム機以外に教育用としての学習機、また医療用としての訓練機、あるいは業務用としての商品紹介・情報案内などがある²⁰⁾。周知のように、この種の機器ではソフト (プログラム) の内容と、これの供給法がキーポイントである。ソフトの供給法としては、ROM カートリッジとカセットテープの 2 通りがある。前者によるものが多いが、日立の“テレビコンピュタゲーム”²¹⁾は後者を採用している。

表 3 ビデオゲームの一覧

	Channel F	STUDIO-II	Video Computer System	ビジコン	ARCADE	Video Brain
メーカー名	FCI	RCA	ATARI	東芝	Bally	Video Brain
CPU	F8 3850	COSMAC 1802	6507	COSMAC 1802	Z80 3880	F8 3850
画素数	64×64	64×32	128×128	64×32	160×100	128×128
カラー, B/W	カラー	B/W	カラー	カラー	カラー	カラー
内蔵メモリー容量 ROM (kB)	2	1		2	8	4
内蔵メモリー容量 RAM (kB)	2	0.5	0.128B	0.75	4	1
カートリッジメモリー容量 (kB)	1	1	2	2	2	2
内蔵ゲーム数	2	5	0	5	4	4
入力装置	キーボード ジョイスティック	キーボード	ジョイスティック ADC	キーボード ジョイスティック	キーボード ジョイスティック	キーボード ジョイスティック
表示方式	グラフィック	グラフィック	キャラクター	グラフィック	グラフィック	
備 考	世界最初のマイコン利用のビデオゲーム	CMOS	ジョイスティックはデジタル入力とアナログ入力	国内最初のマイコン利用ビデオゲーム	最大4個のジョイスティックが使用できる	フルキーボード

このように、ビデオゲームは多様な要求に対してソフトを中心とするマイコンシステムで柔軟に対処できるため、将来さまざまな用途への展開が期待される。

4.5 新しい情報メディア端末 (写真3)

新しい情報メディアとして、テレテキスト、ビューデータ (我が国では文字多重放送、キャプテンシステム) が注目されてきた。一般のテレビ受像機を表示端末とするこれらの受信機は、専用 LSI とともに8ビットあるいは16ビットのマイコンでシステムを構成している²⁶⁾。これらのシステムに应用されているマイコンに要求される条件は、① 高速、② データ処理がやりやすいビット構成、③ 多機能、④ 低価格、が主なものである。

また、マイコンの機能としては、入力データのデコード、制御信号の出力、データ転送、およびキーサーチが主で、ほかにプリントアウトのためのデータ処理などがある。多機能化、柔軟性を要求される代表的な応用分野であるため、マイコンによるシステム構成の意義が大きい領域といえよう。

4.6 音声認識・合成技術分野 (音声リモコン)

最近、音声認識・合成技術が脚光を浴び、種々の方面で应用され始めているが、受像機へも音声リモコンとして应用され出した。従来、大型コンピューターやミニコンを利用した比較的規模の大きい音声認識装置は実用化されているが、これらは大型で高価格なため、民生用としては利用できなかったが、マイコンやLSIの進歩により機能、用途を限定すれば、小型で低価格のものが実用化可能となってきた²⁷⁾。8ビットCPUを用いた新日電の“DP-100”、センティグラムの“MIKE”はよく知られている。

受像機への応用としては、昨年から音声リモコンとして2、3発表されている²⁷⁾⁽²⁸⁾。三洋から“ボイスコント

写真 3

ローラ”、東芝から“ボイスセンサ”、シャープから“ボイスリモコン”付のカラーテレビが昨年のエレクトロニクスショーなどに出版された。図7に東芝の“ボイスセンサ”の系統図を示す。

これらはいずれも8ビットマイコン (8085, TM 9080, Z-80) が採用され、① パターンマッチング、② 音声登録処理、③ 入力データ処理、④ 音声応答処理、⑤ 制御信号の出力などの機能を実行する。認識方式は音声パターン比較方式で電源の ON-OFF、選局、音量調整をおもに行う。メモリー容量は ROM 2kB, RAM 2~10kB で RAM 容量は必然的に大きくなる。

5. マイコン应用に関する問題点

これまで、受像機へのマイコン応用の現状をみてきたが、今後の問題点として2、3気づいた点について述べる。

まず機能面からみると、マイコンの速度上の制約から、受像機の映像処理への応用ができない。この方面への応

図7 “ボイスセンサ”の系統図

用に関して将来のデジタルテレビも考慮すると、さらに高速のマイコンが要求される。

つぎにソフトウェアの開発面では、ベーシック等の高級言語によるプログラム作成の可能、開発ツールの整備、コンパイラ、アセンブラの充実等により、プログラミング、デバッグがやりやすくなったが、まだマイコンの違いによるアセンブリ言語の相違、高級言語の整備不足などの問題があり、よりいっそうプログラム作成の容易性、開発期間の短縮化をはかるためのサポートシステムの充実が要望される。

また価格面からみた場合、マイコン本体は1チップ化、集積化技術の向上、量産効果などにより、かなり低価格となったが、周辺のメモリ、A/D・D/Aコンバータなどの価格が、受像機への応用という観点からみた場合まだ充分とはいえない。これらについては低価格化とともに、より以上の高速化が期待される。

6. 今後の動向

将来の受像機へのマイコン応用に関して、私観を混じえて、その動向を探ってみると、

- (1) 受像機のデジタル化の進行
- (2) 高品位テレビへの移行
- (3) 自動調整、自己診断機能の発達
- (4) 音声認識・合成技術応用機能の実用化
- (5) システムのコンポーネント化
- (6) ホームコンピュータの発達
- (7) 新情報メディアの普及
- (8) デバイス間のシステムコントロールの発達

などが挙げられる。マイコン、メモリ、A/Dコンバータ

一などの高速化、高集積度化と低価格化に伴って、デジタルテレビの実用化が期待される。テレビの高級化、高品位化は、高位マイコンを主体としますますます発展されるものと考えられる。また、マイコンの本質を生かした分野として、受像機の故障診断や製造過程における自動調整、あるいは、環境変化に対する自動調整等はマイコンを中心として、ますます発展するものと思われる。

また、ホームコンピュータは教育、医療等多様な発展形態へと進み、マイコンを主体とする社会、家庭の情報コントローラーとして大いに発展するものと思われる。受像機、VTR等のデバイス間のコントロールはマイコンを主体として結合されるだろう。現在、測定器とコンピュータ間の結合のために GPIB等の規格があるが、将来、一般家庭のデバイスにおいても、このような規格が必要となる。

また、現在、音声認識・合成技術は受像機では、音声リモコンとしての応用のみであるが、この分野の技術の進歩により、さらに幅広い応用が可能となる。

そして、伝送技術（光ファイバー、衛星など）の発達により、地域・家庭内におけるマイコン搭載のデバイス間の結合、あるいはセンターの大型コンピュータ・情報バンクとのコミュニケーションが盛んになり、トータルシステムとしての発達が予想され、期待したい。

7. むすび

以上、受像機へのマイコン応用について概説したが、低価格の1チップマイコンの採用により、受像機においても多機能化、高級化、操作性の向上がはかられ、コストパフォーマンスが高くなるとともに信頼性も一段と向

上した。一方、8ビットマイコンの採用により、テレビ受像機への新しい応用が可能となり、ユーザーの多様な要求に比較的短期間で対応できるようになった。

今後、マイコンは、現在残された問題点を解決しながら、その応用範囲を拡大していくであろう。また、受像機は、単にテレビ放送の受信機能だけでなく、広くさまざまな情報の表示装置として有効に活用されていくものと思われる。

おわりに、御指導、御協力をいただいた関係メーカー、NHK 技研、シャープの電子機器事業本部、(中研)開発機器部の諸氏に深く謝意を表します。

(昭和55年5月14日受付)

〔参 考 文 献〕

- 1) 友田、松田：テレビ用電子選局方式の動向，テレビ誌，**32**，5 (1978) 382-390
- 2) 平下ほか：電子チューニングシステム，電子技術，**19**，7 (1977) 2-56
- 3) 上田ほか：各種方式による電子選局システム，National Tech. Rept., **25**，3 (1979) 529-538
- 4) 山谷、栗須：マイクロコンピュータのテレビ電子選局システムへの応用(Ⅱ)，同上，**25**，4 (1979) 685-695
- 5) 佐波：家電関連機器，東芝レビュー，**34**，3 (1979) 276-278
- 6) 富川、縫村：新選局システム，テレビ学技報，**57**，4 (1979) 19-23
- 7) T. Rzeszewski, et al: A Microcomputer Controlled Frequency Synthesizer For TV, IEEE Trans., **CE-24**，2 (1978) 145-153
- 8) 山谷：テレビ (テレビ選局システム)，電子技術，**20**，3 (1978) 10-15
- 9) 塚本ほか：不揮発性 IC アナログ・メモリを使ったテレビの自動選局システム，日経エレクトロニクス，**12**，(1979) 52-59
- 10) 安細ほか：多機能光リモコンシステム，National Tech. Rept., **25**，3 (1979) 539-546
- 11) 石井、大松：マイクロコンピュータのテレビ多機能リモコンへの応用，同上，**25**，4 (1979) 676-684
- 12) 萩野：ワンチップ・マイコンの家電製品への応用，電子技術，**20**，3 (1977) 16-18
- 13) 生方ほか：マイクロコンピュータ制御による番組予約テレビ，National Tech. Rept. **25**，3 (1979) 463-477
- 14) 安江ほか：同上，**25**，3 (1979) 471-479
- 15) 永井ほか：オーディオ・ビジュアル複合機器化についての考察，東芝レビュー，**35**，2 (1980) 91-95
- 16) D. Mennie: Electronic Gamesmanship, IEEE Spectrum, **13**，12 (1976) 27-29
- 17) J. McDermott: Video games continue to sell big, but EMI/RFI proofing is a problem, Electronic Design, **25**，9 (1977) 36-40
- 18) 八木、竹村：民生機器，テレビ誌，**32**，7 (1978) 597-601
- 19) 今村ほか：ビデオゲーム，同上，**32**，12 (1978) 1015-1022
- 20) 良知ほか：ホームアミューズメントテレビ，National Tech. Rept., **25**，3 (1979) 480-488
- 21) 太田：ビデオゲーム，電子材料，**12** (1977) 34-37
- 22) M. ウルリヒほか：2つの画像を同時に映し出すテレビ受像機，日経エレクトロニクス (1977.12.26) 127-132
- 23) 片桐：ピクチャ・イン・ピクチャテレビ，電子技術，**20**，12 (1978) 42-44
- 24) M. Masuda, et al: Fully Digitalized Color Picture in Picture Television System, IEEE Trans., **CE-25** (1979) 152-158
- 25) 下谷ほか：多目的・多機能2画面テレビ“ピクチャ アンド ピクチャ”，National Tech. Rept., **25**，3 (1979) 489-499
- 26) A. McDonald: “TELEVIEW”, Microelectronics Application Rept. GI (1980)
- 27) 西村ほか：音声制御テレビジョン，テレビ学技報，**59**，3 (1979) 35-39
- 28) 増子ほか：マイコンを利用した音声認識装置，同上，**59**，4 (1979) 41-46