

画像応答システム

Video Response System

近年、工業化社会の進展に伴って膨大な情報が氾濫しており、今後もいっそうこの傾向が強まると予想される中で、情報を必要とするときに、利用者が自由に選択できるような、すなわち受け手主導形で必要な情報を取得できる通信システム実現への期待が高まってきている。

これに応ずる手段としては、コンピュータを利用した様々なシステムが考えられるが、更に、視聴覚機能を併用した画像情報システムが有効であり、その一形態として画像応答システム(VRS)を開発した。VRSは一般のテレビジョン受像機とプッシュホンなどを端末とし、これを既設の電話ケーブルに中継器を挿入した伝送路により画像センタと接続し、利用者が簡易な操作で、必要な情報を必要とするときに会話形式で、画像・音声による豊富な形で取得できるシステムである。日本電信電話公社内での利用実験を通じて、このシステムの有用性及び基本的技術を確認するとともに、今後更に継続して技術開発が必要な幾つかの要点を把握することができた。

小林 登* Kobayashi Noboru
 菊池通博* Kikuchi Michihiro
 山口昭穂* Yamaguchi Akio
 麻生 哲** Asou Satoshi

1 緒 言

社会のあらゆる分野で日常的に行なわれている情報活動は、郵便、電話、放送、新聞、雑誌など、様々な情報メディアによって活発に行なわれており、一見十分な情報の疎通が図られているかに見受けられるが、工業化社会の発展に伴って増大する情報は巷間に氾濫し、逆に必要な情報の入手は困難の度を増す結果となっており、今後ともこの傾向は強まると予想される。電気通信技術の活用によってこのような事態の改善を図り、社会活動の効率化はもとより、高度化し複雑化する社会がもたらすひずみの是正、福祉の向上などに役立つ情報システムの開発が囑望されている^{1)~3)}

これに応ずるひとつの有力な手段は、従来データ処理を指向して進歩発展してきたコンピュータと、豊かな情報伝達力をもつ視覚機能を組み合わせた画像情報システムにより、利用者が必要とする情報を必要とするときに簡易な操作で直ちに入手できる受け手主導形の機能の提供であると考えられ、現在世界各国でその開発が進められている。

このようなシステムの一形態として、日本電信電話公社では、昭和48年に画像応答システム—VRS (Video Response System) の開発に着手した。この種のシステムは情報検索・案内や個別学習など広範な利用が考えられるが、システムの機能・効用、更にそれに基づく技術開発事項は単なる机上の検討では把握できないため、日本電信電話公社内にVRS実験システムを構成して、利用実験を含めシステムのハードウェア、ソフトウェア、サービス番組などについて総合的な調査・試験を実施している⁴⁾。

以下、VRSの概要について実験システムを中心に述べる。

2 VRSの特徴^{5)~7)}

画像通信システムは、そのサービス形態から表1に示すように分類することができる。VRSは情報がセンタから端末に向かって単方向に流れるC-E (Center to End) 形システムの中で、端末ごとの要求に応じて情報を提示する個別リク

表1 画像通信システムの分類 VRSは、端末個別の要求に従って個別に応答し、情報をセンタから端末に伝える個別リクエスト形システムである。

区伝 間達		項 目		サービス形態	適 用 例	
		伝達方式				
相 端 互 間 末	交換機能なし		専 用 形	ITV(工業用テレビジョン), テレビ会議, ファクシミリ		
	交換機能あり		交 換 形	テレビ電話 電話ファクシミリ		
セ ン タ ー 端 末 間	片 方 向 の 伝 達	下 り 方 向 (端 末 へ)	同 報 系	上り回線 なし	放 送 形	テレビジョン放送, テレビジョン再放送
				上り回線 あり	放 送 応 答 形	意見調査, 集団教育
		個 別 系	個別リクエスト形	CAI(Computer Assisted Instruction), 映像情報検索・案内, ショッピング, 予約		
		上り方向 (端 末 か ら セ ン タ へ)	情 報 収 集 形	遠隔監視, テレメータ		
	双 方 向 の 伝 達		双 方 向 形	カウンセリング, 遠隔(医事)診断		

注：アンダラインは既に行なわれているサービスを示す。

エスト形システムである。この個別リクエスト形システムは、同表から明らかなように未開拓な領域であるが、次に述べるような数々の特徴をもっている。

- (1) 加入者数と加入者の受ける利便は無関係であり、加入者数の小さい時点でも、その効用は変わらない。
 - (2) 個別の要求に個別に応ずるシステムであるため、利用時間や情報の選択に対する自由度が高い。
 - (3) マン・マシンシステムであるため、相手を意識せずに利用できる。
 - (4) 特に視覚情報は、情報をパターン認識的にとらえることができる特質をもっており、C-E形システムとしてなじみやすい。更に、VRS固有の特徴として、
 - (5) 静止画情報の伝達は一瞬のうちに行なわれるので、その即答性は会話形サービスに適している。
 - (6) 静止画だけでなく、動画や音声、それらを組み合わせたサービス(複合静止画サービス)も提供できる。
- などを挙げる事ができる。

* 日本電信電話公社技術局 ** 日立製作所戸塚工場

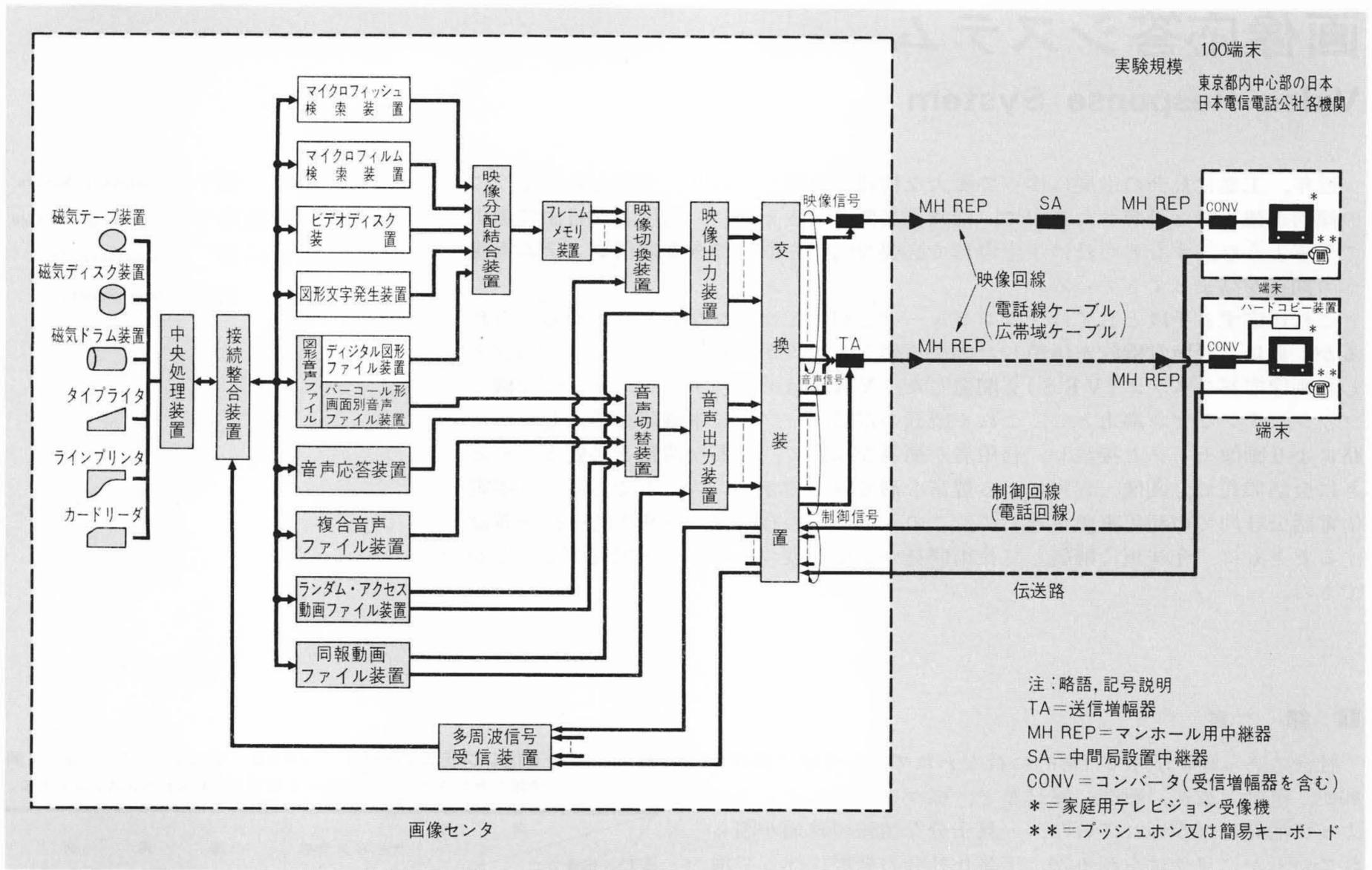


図1 実験システムの構成 VRSでは、画像センタを多数の端末で共同利用する。センタと端末とは映像回線及び制御回線から成る伝送線路で接続される。

3 システムの構成⁷⁾

3.1 構成の概要

VRSは一般テレビジョン受像機とプッシュホンなどを端末とし、これとセンタとを既設電話用又は広帯域平衡対ケーブルを用いた伝送路で接続した構成をとっている。実験システムの基本構成は図1に示すとおりである。すなわち、画像センタ、交換機、伝送路及び端末の四つのサブシステムから構成される。その動作概要は次に述べるとおりである。

- (1) 利用者がプッシュホン(又は簡易キーボード)からサービス別に定められた番号(“1”は静止画サービス, “2”は同報動画サービス, “3”はリクエスト動画サービス)をダイヤルすることにより、端末がセンタに接続され、それぞれのサービスに応じた要求が受け付けられる。
- (2) 端末からの要求はプッシュホンのボタンを操作することによって行なわれる。センタではプッシュボタン信号を受信し、コンピュータによって要求内容を解釈し、それに対応した画像情報あるいは音声情報をファイル装置から選択抽出する。
- (3) センタのファイル装置から選ばれた画像情報と音声情報は、結合されてカラー映像ベースバンド信号として端末に伝送される。
- (4) 端末では、受信した信号をコンバータによってテレビジョン放送電波と同形式の信号に変換し、一般のテレビジョン受像機の空きチャンネルで受像する。

3.2 VRSセンタ(画像センタ)

センタは図1の破線によって囲まれた部分である。そのレイアウトの一部を図2に示す。センタを構成している主要な

装置について以下に説明する。

(1) 中央処理装置

中央処理装置は、端末入力の解釈、要求内容に応じた画像・音声情報の検索、映像信号及び音声信号の送出などを行なってセンタ～端末間の会話を統括的に制御するほか、センタ機器の運転状態の監視、障害処理、オペレータとの交信などをつかさどるもので、システムのサービス内容や規模(端末数、トラヒック条件など)などに応じて各種のコンピュータシステムを適用することができる。実験システムではHITAC 10-IIを用いている。

(2) 画像ファイル

画像ファイルには表2に示すように、静止画、動画をそれぞれ収容する各種の装置がある。

静止画ファイルとして、写真などの自然画像を対象として、カラーフィルムを検索し、テレビジョンカメラで撮像する方式のマイクロフィルム検索装置やマイクロフィッシュ検索装置のほか、簡単なイラスト図形を対象として、データ圧縮技術による効率の良い蓄積方法を採用したデジタル図形ファイル装置、更に漢字を含む文字情報や図形情報を対象とした図形文字発生装置を設置している。各種のファイル装置は、収容する画像情報の特性やファイル装置の検索性能などによって使い分けられている。

一方、動画ファイルとしては複合静止画サービス及びリクエスト動画サービスを目的としたランダムアクセス動画ファイル装置があり、特に前者のサービスを実現するため、テープ内検索機能を付加した。また、定時同報動画サービス用として、16mm自動装填映写装置やビデオテープレコーダを設置

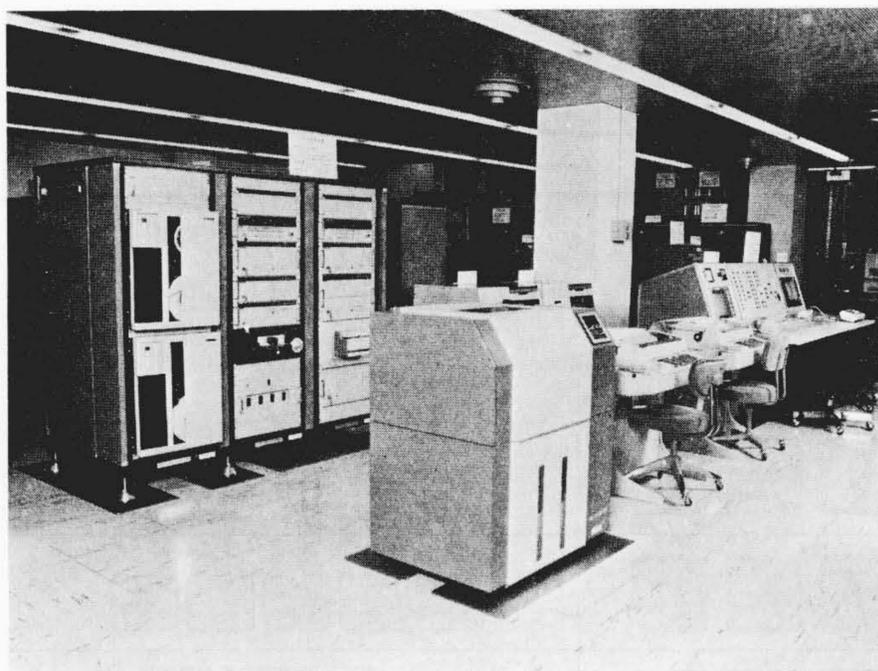


図2 VRSセンタ 実験システム用センタ設備の一部を示す。左側のコンピュータによって端末からのリクエストを解析し、各種のファイル装置を駆動して映像・音声情報を右側奥の交換機経由で送出する。

している。

この詳細については、本誌特集論文「画像応答システムの画像ファイル装置」で紹介しているので、これを参照されたい。

(3) 音声ファイル

音声ファイルには、表2に示した各種の装置を採用している。音声情報も、画像情報と同様に内容や使い方によって様々な特質をもっており、それに対応したファイル装置が使用される。例えば、システムメッセージやKR(Knowledge of Result)メッセージのように、定形のアナウンスや効果音(チャイムなど)の類で、各種のサービス番組によって共通的

に利用されるものには録音編集形の音声応答装置が用いられ、静止画の画面別説明音声用として情報データの圧縮効率の高いパーコール—PARCOR(Partial Autocorrelation Coefficient)形—画面別音声ファイル装置を用いる。また、上述の二つの装置のほか音楽効果バックグラウンドミュージックなど、あるいはトーカーサービス用として磁気テープや磁気シートにアナログ記録する装置(カセットテープレコーダ、アナウンスマシン、磁気シートレコーダなど)を設置している。

この詳細については、本誌特集論文「画像応答システムの音声ファイル装置」で紹介しているので、これを参照されたい。

(4) フレームメモリ装置

フレームメモリ装置は、1フレーム(1齣)の映像信号を記録し、次にリフレッシュないし消去されるまで1齣の映像信号を毎秒30齣の割合で連続的に送出する。この装置は、センタ内静止画映像出力回線対応に設置して映像信号のバッファメモリとすることにより、複数の端末による画像ファイルの同時(多重)使用を可能にしている。

実験システムでは直径100mmの小形磁気ディスクにアナログ記録する方式を採用している。

この詳細については、本誌特集論文「画像応答システムのフレームメモリ」で紹介しているので、これを参照されたい。

4 交換機

交換機は端末から送られた接続要求信号を受けて、センタの空き回線を捕捉し、センタ—端末間の接続を行なう。実験システムでは、専用に設計したクロスバ交換機によりカラー映像信号の交換を行なっている。制御方式は従属交換方式を採用しており、制御回線の接続パターンにならって映像信号路と音声信号路を閉成している。番号方式は前章で若干触れ

表2 各種画像・音声ファイル装置の概要 静止画、動画、音声などで表現された情報の内容と、それらの利用形態によって種々のファイル装置が使い分けられる。

区分	装置名	ファイル内容	容量など	平均アクセス時間	記 事
静止画	マイクロフィッシュ検索装置	静止画	5,940齣/台	3.8秒	——
	マイクロフィルム検索装置	静止画	7,200齣/台	0.45秒	——
	ビデオディスク装置	静止画	900フレーム/台	1.0秒	——
	図形文字発生装置	文字 図形 カラー：7色	約10,000齣 外部記憶装置のデータエリア容量による。	文字：28ms/10文字 図形：10ms/10ドット	文字の大きさ 標準文字：30×30ドット 小形文字：20×20ドット 文字種類：約2,300文字
	デジタル図形ファイル装置	図形 カラー：有彩色13色、無彩色4色	3,000～4,000画面	0.1秒	——
動画	16mm自動装填映写装置	動画	最大10巻装填可能 1巻：最大70分	——	フィルム用 カラーカメラ使用同報動画用
	3/4インチビデオテープレコーダ	動画	1巻：最大60分	——	同報動画用
	ランダムアクセス動画ファイル装置	動画	カセットテープ：120巻 再生用VTR：12台	——	複合静止画用 リクエスト動画用
音声	音声応答装置	システムメッセージなど	最大メッセージ数：400	0.5秒	音声単語を文章に編集・出力
	テープレコーダ	同報動画番組案内用音声	最大7分エンドレス	——	BGMなど (同報動画休止中出力)
	アナウンスマシン	障害・サービス休止、試験中などの情報	4トラック/1台 最大14分エンドレス/トラック	——	センタ情報用
	パーコール形画面別音声ファイル装置	画面別音声(人声のみ)	15秒/画面×約5,000画面	0.1秒	静止画の画面別説明用
複合音声ファイル装置 (ランダムアクセス形カセットテープ再生機 磁気ディスク再生機 エンドレステープレコーダ)	画面別音声	最大収容メッセージ398種類	18秒	——	
		トラック数50トラック最大11.5秒	0.5秒以下		
		4トラック/1台 最大14分エンドレス/トラック	——		

注：BGM=バックグラウンドミュージック

表3 要求機能内容とボタン操作方法 端末からのリクエスト入力は、原則として画面の指示に従って数字(0~9)と記号(*, #)の組合せで行なわれるが、簡易キーボードでは、共通的に使われる4種の入力を機能ボタン化し、ワンタッチで入力できる。

センタに対する要求内容	簡易キーボードのボタン操作	プッシュホンのボタン操作	動作例
画面を次に進める。又は、入力の終了表示			次の画面に進む。
押し間違えた入力の取消し	消去		入力データを取り消す。
もう一度説明を聞きたい。画面が見にくい。	再送		→
前の画面に戻りたい。	後退		
後退のあと、再びもとの画面に戻りたい。	復帰		
別の番組に移りたい。			項目選択に戻る。

たように、1数字による閉鎖番号方式としている。空き番号に対する呼やサービス時間外の呼はすべてトーキートランクに接続し、アナウンスによる案内を行なっている。

5 伝送路

伝送路は端末からセンタへの伝送路である制御回線(上り回線)と、センタから端末への伝送路である映像回線(下り回線)から成っている。

(1) 制御回線

制御回線は主として端末から入力されたプッシュボタン信号を伝送する回線で、一般の電話回線が用いられる。

(2) 映像回線⁸⁾

映像回線は既設の電話用又は広帯域平衡対ケーブルに、新たに開発した中継器を挿入することによって構成されており、4MHzカラーテレビジョン信号に音声信号を付加し、同時に伝送している。中継器は新開発のアナログ信号増幅用集積回路を用いた混成集積回路によって小形化、経済化されている。

これの詳細については、本誌特集論文「映像伝送方式」で紹介しているので、これを参照されたい。

6 端末装置

VRS端末は情報の受信装置としてコンバータと一般のテレビジョン受像機を用い、情報の選択・要求用としてプッシュホン又はVRS用に設計した簡易なキーボードを用いる。端末での要求内容に対するボタン操作方法を表3に示す。また、テレビジョン受像機に出力された画像情報のハードコピーが必要な場合には、専用のハードコピー装置を付加することができる。端末のレイアウト例を図3に示す。

これの詳細については、本誌特集論文「画像応答システムの端末装置」で紹介しているので、これを参照されたい。

7 システムプログラム

システムプログラムは、オンラインシステムプログラムとオフラインシステムプログラムから成り、その構成は図4に



図3 端末のレイアウト例 簡易なキーボードを使って、だれでも簡単な操作でセンタと会話し、必要な時に必要な情報を入手することができる。一般のテレビジョン受像機に映し出された映像は、必要に応じハードコピーに取ることもできる。

示すとおりである。

オンラインシステムプログラムは、主として端末との会話、センタ機器の制御をつかさどり、端末からの入力内容とサービスプログラムを参照して、各種のファイル装置及びその他のセンタ機器の駆動制御を行なう。

オフラインシステムプログラムは、このシステム用に開発したコンパイラ言語である「VRS言語」で記述されたサービスプログラム及び図形文字発生装置用データのコンパイルや、種々のシステムジャーナルの編集などを行なう。

これの詳細については、本誌特集論文「画像応答システムのソフトウェア」で紹介しているので、これを参照されたい。

8 利用実験とその結果

個別学習、情報案内、クイズ、ゲームなどのサービス番組を用いて利用実験を行なうとともに、利用者に対するアンケート調査などによりVRSの有用性が確認され、かつトラヒック特性や利用者習性などについてこれまで知られていなか

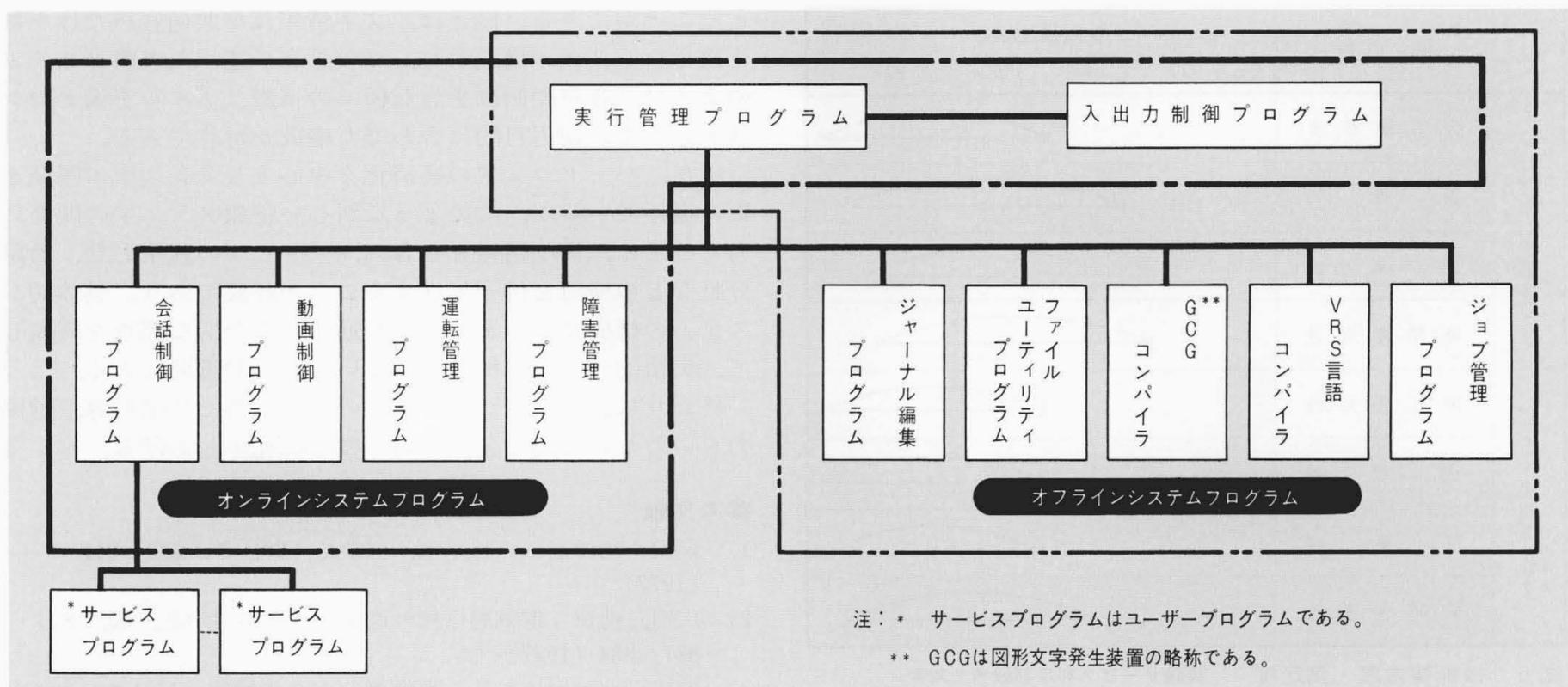


図4 システムプログラムの構成 システムプログラムは、オンラインシステムプログラムとオフラインシステムプログラムとから成り、前者はマルチジョブ、マルチタスクで、後者はシングルジョブ、シングルタスクで処理を行なう。

った興味あるデータが得られつつある。利用実験に用いたサービス番組の一例を表4に示す。以下にこれまで得られた一部の結果を示すが、更に機能面、利用対象の拡大を図り、より広範な調査を行なうためシステムの機能追加を行ない引き続き利用実験を含めた調査・試験を実施している。

(1) システム機能に対する評価

このシステムの機能に対する要求度・満足度について既存のテレビジョン放送受信時での要求の度合、及びVRS使用後の機能満足度に対してアンケート調査を実施した結果を図5に示す。以下に述べるように、このシステムの基本的機能が有効であるとの意見が多い。

- (a) 利用時刻の任意性：利用者が利用したい時に任意に利用することができる。
- (b) 番組選択性：多数の番組から欲しい番組を自由に選択できる。
- (c) 番組反復性：同じ番組を繰り返し見ることができる。また番組内で同じ画面を繰り返し見ることができる。
- (d) 利用時間の任意性：番組の進行を利用者のペースに合

表4 実験サービスに用いた番組例 VRSの基本機能の確認、適用領域の調査、番組展開技法の検討などを目的として、個別学習、情報案内など種々の番組を制作し、実験サービスを行なっている。

区 分	内 容
静 止 画	英 語 入 門
	数 学 演 習
	困 基 入 門
	その他一般教養
各 種 案 内	電 話 商 品 案 内
	宿 泊 施 設 案 内
娛 楽	ゲ ー ム
	ク イ ズ
動 画	教 養、事 業 知 識 等

- わせて進めることができる。
- (e) 一般のテレビジョン受像機を用いているので親近感がある。
- (f) 相手が機械であることにより安心感がある。

(2) 利用傾向

- (a) 呼はランダムに生起し、その分布は指数形である。
- (b) 呼の平均保留時間はサービス内容により大幅に異なる。図6にその代表例を示す。
- (c) 端末から入力を行なう間隔は平均値で個別学習形のと看11秒、情報検索形のと看9秒という値が得られ、両者のサービス形式に一応の差が認められているが、番組の内容あるいは提示画面内容そのものによりかなり依存するものと思われる。

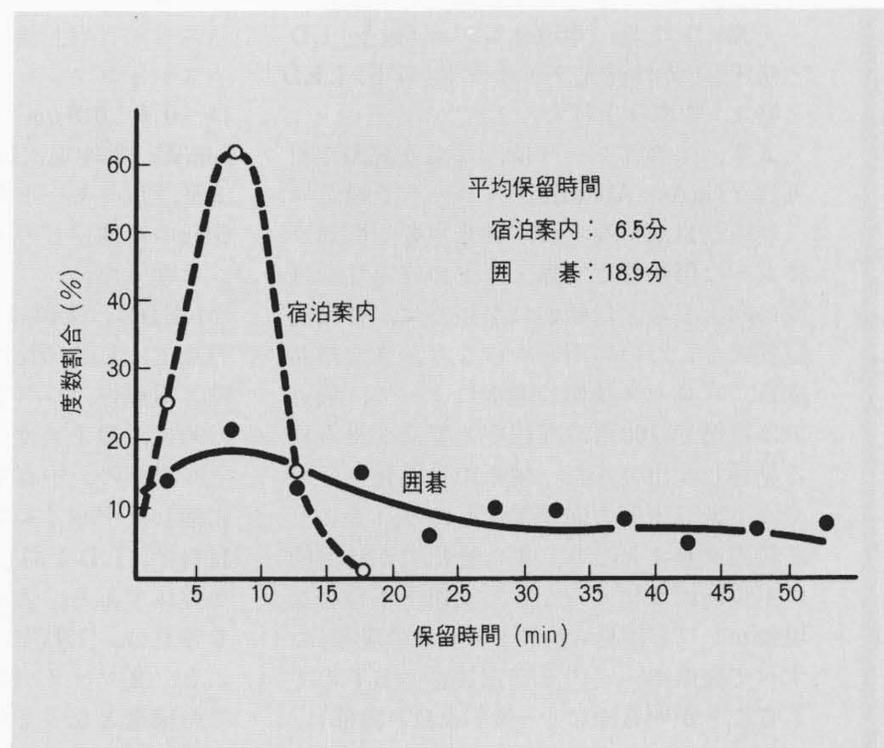


図5 保留時間分布 サービス番組の内容によって、ひとつの呼がある番組を利用する時間(保留時間)に明らかな差が認められる例である。

	機能	要求(満足)度数			
		20	40	60	80
テレビジョン機能要求度	時刻任意性	[Graph: Arc from 40 to 80, peak at 60]			
	選択性	[Graph: Arc from 20 to 80, peak at 60]			
	反復性	[Graph: Arc from 20 to 80, peak at 60]			
	時間任意性	[Graph: Arc from 20 to 80, peak at 60]			
VRS機能満足度	時刻任意性	[Graph: Arc from 40 to 80, peak at 60]			
	選択性	[Graph: Arc from 20 to 80, peak at 60]			
	反復性	[Graph: Arc from 20 to 80, peak at 60]			
	時間任意性	[Graph: Arc from 20 to 80, peak at 60]			

図6 機能要求度・満足度 実験サービス利用経験者を対象に、VRSに対する反応を調査した結果では、このシステムの基本的機能が有効であるとの意見が多い。

9 結 言

以上、VRSの概要について述べたが、実験システムの開発と利用実験を通じて当初想定したシステム機能と効用及び基本的技術について確認することができた。

VRSは、その適用分野、利用形態によって種々の構成を

とることができる。例えば、文字情報及び共通音声だけを扱う簡単なシステム構成から、この論文で述べた実験システムのように、音声や動画を含む種々の情報ファイルを備えたシステムまで、使用目的に合わせた構成が可能である。

現在、ハードウェアの経済化を中心としてシステム開発を更に進めているが、このような新しい情報メディアの開発に当たっては、扱う情報をも含め、サービスの利用形態、適用分野などの検討を併せ推進することが肝要であり、具体的システムの構成による実験などを通じて総合的な調査を継続して、実績的データを積み重ねていくことが重要である。

終わりに、このプロジェクトの推進に当たり御指導、御協力をいただいた関係各位に対し厚く御礼申しあげる。

参考文献

- 1) 前田：画像通信の将来像，信学誌，60，3，232～241 (1977)
- 2) 広田，前田：電気通信網の進歩と社会，信学誌，60，8，877～884 (1977)
- 3) 前田：わが国における画像サービスの展望，ビジネスコミュニケーション，15，9，30～34 (1978)
- 4) N. Kobayashi：Video Response System, Telecommunications Review, 115～124 (Apr. 1978)
- 5) 小林：画像応答システム—VRS, ビジネスコミュニケーション，15，9，40～48 (1978)
- 6) 中島：画像応答システム，信学技報，CS77-41/IE77-35, 1977-07
- 7) 小林，中島，稲塚：画像応答方式，昭53信学総全大，1073他，5-101 (1978)
- 8) 平塚，樋口：基底帯域映像音声同時伝送方式，昭52信学総全大，1598，7-182 (1977)



光通信用デバイス/光源と光検出器

日立製作所 伊藤良一・倉田一宏・他1名
 テレビジョン学会誌 32-4, 306 (昭53-4)

本論文は、光通信におけるキーデバイスである光源及び光検出器につき、最近の技術の進展状況を取りまとめたものである。

光源としては、半導体レーザ(以下、LDと略す)と赤外発光ダイオード(以下、LEDと略す)を取り上げた。

まず、半導体レーザは、室温連続動作が可能なGaAs-AlGaAsダブルヘテロ構造レーザの改良が行なわれ、従来主要な問題点であった信頼性と発振モードの安定性が格段に向上した。信頼性については、寿命決定要因もしだいに明らかになり、また結晶成長、プロセス技術の進歩によって、最近では室温で100万時間程度の寿命が得られる見通しが出てきた。従来の半導体レーザでは、光の射出方向が変化したり、多モード発振を起こしたり、また光出力が時間的に不規則に変化するなど、実用上不都合な現象がしばしば見られた。これらの現象は、すべて発振モードの不安定性によるものであることが明らかになった。LDの内部に、

光導波機構を導入することにより、安定な発振を行なわせることができる。このような、発振モードの安定化されたLD(埋め込みヘテロ形、溝付き基板形、トランスパースジャンクションストライプ形など)では、0.8～0.9μmの波長帯で、出力数mW～20mW、動作電流10～200mA、動作電圧～2V、単一モード発振、変調速度DC～1GHzの特性のものが再現性よく得られるようになった。

LEDは、変調速度、光ファイバ入力などの点で、LDに比べて劣るが、動作の安定性、信頼性、コストなどの点で優れているために、数十メガヘルツ以下、数キロメートル以下の、中容量及び中距離以下の通信に適したデバイスである。光通信用LEDの材料は、LDと同じGaAs-AlGaAs化合物半導体である。表示用の(可視)LEDと異なる点は、(1)動作電流が50～200mAと高いこと、(2)ファイバに光を送り込むために適した構造となっていることの二点が主なも

のである。ファイバ入力は、ファイバの仕様によって異なるが、コア径100μm、開口数0.19のファイバに対し、100～500μW(@100mA)程度である。

0.8μm帯の光検出器としては、Siを材料としたホトダイオードとアバランシェホトダイオード(APD)がある。APDは増幅機能をもっており、特に高感度、高SN比の要求される用途に適している。最近では、動作電圧が～200V、増倍率帯域幅積～250GHz程度のもので市販されるようになった。今後、光ファイバがより低損失となる長波長(～1.2μm)帯で使用できる光検出器の開発が大きな課題である。

最後に、光源、光検出器と光ファイバとの結合方式について簡単にまとめた。様々な方式が提案されているが、LED～光ファイバ間の結合が最も効率が悪く、実用に当たっては、光学的特性と実装の容易さの両者を勘案する必要がある。