

第4章

— 総 論 —

情報産業

コンピュータはエレクトロニクスの一部門として生まれた。それまでエレクトロニクスの主役であった通信が、情報を伝える手段であったのに対して、コンピュータは情報を処理し、記憶するという新しい手段を提供するものとして、この20年間めざましい進展をとげてきた。

最初は科学計算、事務データ処理などのいわゆるバッチ(一括)処理が主流であったが、次第に通信と結びつき、座席予約、在庫管理、メッセージ交換などのオンライン実時間処理が普及してきた。最近ではデータ伝送と処理とを含めてデータ通信と呼ぶことが多い。情報産業という言葉はかなりジャーナリスティックであるが、コンピュータ、通信、これらの応用を含めた産業をさしている。

■ コンピュータ

(1) 開発の歴史

日立製作所で開発した電子計算機の第1号機は昭和32年11月に中央研究所で完成したHIPAC Iで、パラメトロンを主要素子としたものであった。以来10年の間、パラメトロンによるHIPAC 101, 103のほか、トランジスタを主要素子とするHITAC 301, 201, 102, 501, 502, 3010, 4010, 5020, 5020 E/F, 3030など多くの機種を世の中に出してきた。これら各機種の設置台数は総計220台に達している。

電子計算機事業の特長の一つは、進歩がきわめて急激だということである。上記のように多くの機種を開発してきたのも、これに対処するためであった。一方、初期にはあまり念頭になかったソフトウェアというものが、電子計算機を使いこなすためになくはならぬものとなってきた。これは電子計算機の本体や入出力装置などのいわゆる金物(ハードウェア)をユーザーに使いやすくするためのプログラムで金物とともにメーカーが供給するのが通念となっている。このソフトウェア開発に要する費用はしだいに増大して、現在ではハードウェアを上回っているが、これに伴って、ソフトウェアの共通性(コンパティビリティ)ということが問題になってきた。

すなわち従来のように、相互に共通性のない機種を次から次へと開発していたのでは事業としてとうていなり立たないし、顧客の要望に応じ得ないということである。そこで日立製作所では昭和38年ころから一貫した製品計画のもとに、パフォーマンスの異なる数種のモデルの間に共通性のある一つのファミリーを開発して、昭和40年9月HITAC 8000シリーズを発表した。これが現在日立製作所の主力製品となっているもので、HITAC 8200, 8210, 8300, 8400, 8500の5種の処理装置をもって、昭和43年9月現在で受注225台に達している。

計算機の第1世代、第2世代、第3世代ということがよくいわれており、一口にそれぞれ、真空管、トランジスタ、集積回路を

主要素子とする計算機だとされている。この意味では日立製作所を含めて国産各社はすべて第2世代から出発したわけである。8000シリーズは集積回路を主要素子とするもので、この意味で第3世代に属することはもちろんであるが、さらに重要な特色として、シリーズという呼び方が示すように、データ、ソフトウェアに共通性があること、また本体と入出力装置との間のインターフェースが標準化されていて、処理装置の各モデルに入出力装置が共通であるばかりでなく、システム構成に大きな融通性をもたせ得るということがある。

このようなファミリーとしての共通性を重視することによって、ソフトウェア、ハードウェアの開発力の集中が可能となり、ユーザの要望にもじゅうぶんに応じ得るものと信じている。またここでは説明を省略するが、これも第3世代で始まったエミュレーションという技術によってある程度旧機種とのつながりをもたせることもできるようにもなった。

(2) オンラインシステム

日立製作所は日本国有鉄道のご用命により、昭和34年に座席予約専用機Mars-1を完成して以来、多くのオンラインシステムを受注、製作してきた。すなわちHITAC 3030を中心とする日本国有鉄道のMars 101, 102システム、東海銀行EDECS、全日本航空座席予約システム、またHITAC 4010による三和銀行為替交換システム、HITAC 8400による日本国有鉄道Mars-103システムなどである。

オンラインシステムは上記の諸システムのように大システムであって、金額的に比重が大きいばかりでなく、最近では受注に占めるその数も急激に増加しつつあり、日立製作所としても最も力を注いでいる応用分野である。

(3) ソフトウェア

第2世代の初期においては、プログラムを読み込むための入力ルーチンと暗記用コードから機械語に翻訳するための簡単なアセンブラ、さらに若干のライブラリサブルーチンを供給する程度ですんでいたが、その後自動プログラミングという大げさな名で呼ばれたコンパイラ、特にFortranコンパイラが不可欠となり、日立製作所でもHIPAC 103用のHARPと称するFortranコンパイラを開発した。

事務用としてはアセンブラのほかに、パラメータを与えてプログラムを作り出すジェネレータ形式のソート/マージ、報告プログラムジェネレータ、またコンパイラではCOBOLコンパイラが重要でHITAC 3010ではこれらを一とおろ整えている。

計算機の入出力装置は本体に比べて著しく速度が遅いので、入出力の動作を“おいてけぼり”にして、本体は他の仕事に進み、入出力装置があいたときには、これを本体に知らせる、いわゆる“割込み”の方式を、日立製作所ではいち早くHITAC 3030に採用し、前述のように多くのオンラインシステムに使用したが、

HITAC 5020 ではこれを一般化してソフトウェアにとり入れ、ユーザーに代わって割り込みを処理する方式をとっている。

8000 シリーズでは、割り込みの処理はもとより、ファイルの取り扱いと入出力処理、オペレータとの交信などを取り扱う制御プログラムのもとに、すべての言語プロセッサ(マクロアセンブラ、コンパイラ、報告プログラムジェネレータ)、ソート/マージジェネレータ、各種サービスルーチンなどを統括するオペレーティングシステムの形式をとり、メモリ容量、入出力の構成などにより、何段階かのオペレーティングシステムをおくことになった。すなわち POS (Primary Operating System)、TOS (Tape Operating System)、TDOS (Tape Disc Operating System)、DOS (Disc Operating System) である。また従来はアプリケーション別に作られていたオンラインシステムのソフトウェアも、ある程度共通に取り扱えるようになった。

これらのソフトウェアの開発には、多大の人件費のほかに、多くの計算機時間を必要とするため、これらの努力の蓄積が長期にわたって役だつようなシステムをとることが、長い目でみて真に顧客にサービスし得る道であると信じている。

(4) 入出力機器

これも第2世代の初期においては、タイプライタ、カードあるいは紙テープ入出力程度であったが、しだいにラインプリンタ、磁気テープ装置などを必要とするようになった。

磁気ドラムは初期には内部記憶装置として用いられたが、磁心記憶装置が発達した今日でも、補助記憶装置として重要である。第3世代になって特に重要になった補助記憶装置にパック方式のものがある。日立製作所はいちはやく IBM 2311 形のディスクパック駆動装置とコンパティブルなものの国産化に成功した。この形の記憶装置はオンラインシステムのファイルとして特に重要である。文字あるいはマーク読取装置も最近重要になってきたものの一つであるが、日立製作所は光学的文字読取装置をわが国では最初に設置(日本住宅公団のシステム)した経験をもち、その後もジャーナル式のもの帳票式のものの両方について鋭意開発を進めている。

また図形の入出力のためのグラフィックシステムについてもかなりの成果をあげ、日立製作所の特色の一つになっている。

(5) アナログおよびハイブリッド計算機

情報処理におけるアナログおよびハイブリッド計算技術も看過できない価値をもっている。科学、工学の分野の情報はそのほとんどがアナログ量であり、その情報の周波数帯域もきわめて広く、高速計算の可能な処理装置が実現している今日においてもなお、アナログ計算機の演算速度はじゅうぶん高いものであり、微分方程式の解析や、単能的なシミュレータとして、経済性の面からもその利用価値は高い。訓練装置としても、実時間処理が容易であること、マン・マシン・システム構成に好適であること、ディス

クプレーの容易さなどからさらに積極的に利用されるべきであろう。情報処理の多様性からアナログ・デジタル組合せ形のハイブリッド計算機も、コスト・パフォーマンスの向上を図る意図のもとに注目を集めている。こうしたアナログ・ハイブリッド技術を利用した製品として、航空機、船舶、自動車などを対象とした各種トレーナ、ロケット軌道計算機、ケミカル・プラントのシミュレータなどがすでに有効に使用され、それぞれ効果をあげている。今後の方向としては、さらに小形簡便な装置が開発され、情報処理、コントロールなどのシステムに組み込まれ、または周辺機器としての価値を高めてゆくことになるだろう。

(6) 将来のビジョン

8000 シリーズを発表して3年を経過したが、海外および国内の動向を見ても、このファミリーに共通な性質(いわゆるアーキテクチャ)をにわかに変更する必要は全くない。もちろんファミリーをさらに8500以上の大きなほうと、また8200以下の小形のほうに延長すること、また入出力装置を増強すること、必要に応じて既存の処理装置を増強することは必要であると考えている。またソフトウェアについては現在の各種オペレーティングシステムの充実を図るとともに、大形機、小形機用の開発に努力していきたい。前述のように、オンライン実時間システムの比重は今後ますます増していくので、これに必要なハードウェア、ソフトウェアの開発、特にシステムの可用性(Availability)の向上、ターミナル入出力装置の開発に力を注いでいきたい。

■データ通信

(1) 現状

情報処理と通信の融合した技術としてのデータ通信技術はコンピュータのオンラインシステムとして情報のリアルタイム処理や遠隔地からのコンピュータ処理を実現せしめている。50 ボーの電信回線を利用して発足した国鉄座席予約システム(みどりの窓口)は今や1,000に及ぶ端末機とその回線網を有する世界有数の大システムとなり、続いて銀行などでも続々と大システムが建設されている。この間データ通信技術もだんだんと整備強化され、伝送速度も200 ボー、1,200 ボーが標準に加わり普及し、コンピュータは従来のバッチ処理と並行して多数の端末回線からの入出力を受けられるマルチスレッド可能な機能、高度な優先割込機能などを備えるに至った。またオンラインプログラムの作成に際してはユーザーがマクロ命令で容易にプログラミングできるような通信制御のソフト・ウェアが完備されてきた。データ通信端末装置としてもタイプライタをはじめ、紙テープ、カード、押しボタンなど各種の機器が使われ、アプリケーションとしては予約システムのようにリアルタイム性に特長を生かしたものから銀行為替交換のようにメッセージの伝送交換、工場の工程管理のデータ収集、指

令、在庫の出荷指示や在庫引き当て問い合わせなど広く定常的な意志決定の手段として用いられている。

(2) データ通信機器

データ通信システム、オンラインシステムに用いられている中央処理装置としては各社とも中形以上のオンラインにもバッチ処理にも使えるコンピュータを使用するのが普通で、日立製作所でも8000シリーズの8300以上のコンピュータに8668形の通信制御装置と端末機に適合する通信制御バッファを介して端末機を接続する方式を採っている。

端末装置としては各種あるがその代表的なものは次のとおりである。

(i) 9030 データ収集システム

工程管理、資材管理などに用いられるデータ収集専門の装置

(ii) 9100 複合端末システム

各種の用途に用いるために各種の機器を組み合わせる汎用機

(iii) 9300 タイプライタ、紙テープ装置

タイプライタと紙テープを主とした最も普通の汎用装置

(iv) 9040 銀行預金システム

銀行の預金などの定常業務を確実に迅速に行なう専門装置

(v) 9080 ビデオデータ問合せ表示装置

ブラウン管に字を表示させ迅速にデータを問い合わせるのに用いる。

これらはいずれも仕事の発生する末端の現場、事務所などから中央の処理装置をデータ通信回線を経て直接制御するように種々のくふうがこらされており、いわゆるマン・マシンの通信に便利のような人間工学的設計がされているものである。

(3) データ通信の将来

作業、判断を行なうべき分散された職場からコンピュータを直接扱うことの必要性からデータ通信技術が生まれた以上、今後の発展の動向としては、一般的には次のような要望が実現されることであろう。

(i) 自己診断とバックアップを有する高信頼性システムの実現

(ii) 高速伝送路の使用と機器の高速化

(iii) 専門オペレータが不要の作業即入力—直接入力方式の実現

(iv) 定常的判断業務からさらに高次の判断業務に役だつシステム

また従来特定な企業で行なわれたデータ通信がさらに普及する意味で最近日本電信電話公社が発表している加入データ通信サービスも重要な意義を有する。すなわち機器設備の大形化、集中化によって得られる高いコストパフォーマンスを不特定多数企業の共同利用によって実現し、単独の企業力ではコンピュータなどを導

入しがたい場合でも共同加入で容易にそのユーティリティサービスを受けられることは大変意義深いことである。

いずれにしても MIS の標榜(ひょうぼう)する将来において端的に言えば、だれもがデータ通信、オンラインシステムをその背後にある複雑、高度の機械の存在を別として、あたかも電話機のように安易に使いこなせることが望まれるし、それはおそらく実現するであろう。

■ 通 信

(1) 電子交換関係

情報産業のにない手として、最も古い歴史と技術の蓄積を持つのは通信技術であろう。情報処理もデータ通信も、またその端末として存在する情報センサ、情報ディスプレイも通信技術から派生し発展した技術である。今後も通信は基幹技術としてますます発展が期待されている。電話交換は不特定多数の加入者を対象とした基幹情報通信システムとして重要であるが、クロスバ交換方式によって向上した信頼度は、電子交換方式によってさらに高信頼化されるとともにサービスの高度化が実現されようとしている。

電子交換開発は主として日本電信電話公社電気通信研究所ならびに関係4社の共同研究の形で推進されている。蓄積プログラム方式による電気通信研究所の試作第1号機として納入された DEX-1 号は昭和42年12月より電気通信研究所内運用試験ではほぼ順調に完了している。続いて現場試験局 DEX-2 用としては、トランク、通話路系制御装置、メタルカード記憶装置、磁気ドラム装置、I/O プログラム試験装置などについて、42年6月から設計が開始され、43~44年にわたり電気通信研究所および牛込局に納入されつつある。またソフトウェアについても電気通信研究所および4社の共同作業が運行中であり、45年サービス開始の予定である。今後は商用機として DEX-2 に改良を加えた巨大局、および市外中継交換機などについての実用化の必要性が電気通信研究所において認識され、日立製作所としてはこれらに積極的に参加し、昭和48年度より早い時期での商用開始を目標に実用化に協力していく予定である。共同研究以外ではさきに日立製作所中央研究所で PCM 時分割交換機を試作したが、今後も基礎的な研究を続行していく方針である。

電子交換機は将来の総合情報サービスとしての通信網の中核となるものである。現在の音声通信のみならず、データ通信、画像通信などの新通信サービス交換網構成の中心となる。特に将来の電子交換機はプログラム・コントロール方式および共通線信号方式(局間の高速データ通信)の採用によって単に回線交換の機能のみならず処理能力を有し、上記新サービスのための処理を交換機で行なう万能性をもっている。このことは将来の電子交換機が総合情報の中心としての活躍が期待され、加入者に多彩なサービ

スを提供することができる。

(2) テレビ電話

将来の画像通信サービスの主力としてテレビ電話サービスが期待されている。日立製作所においても、日本電信電話公社のご指導により 0.5 MHz および 4 MHz のテレビ電話機の開発に力を入れてきたが、昭和 43 年は各方面にシステム納入をした。

また最近に至り新たに 1 MHz テレビ電話機を開発した。これは使用条件、特に被写体照度の自動機能にすぐれ、100~20,000 ルックスの照度において、たとえ被写体が逆光になっても忠実な画面が送れる画面中央測光方式自動光量調節機能を備えている 1 MHz テレビ電話である。これはさらに事務用として使用するために必要な書画送り機構も設けられている。

今後さらにこのような事務連絡用としての機能や情報、計算サービスのディスプレイとしての新しい機能を開拓する予定である。

(3) 音声合成装置

情報サービスは、従来の人間対人間の通信のみならず、今後は特にコンピュータ処理を中心とした人間対機械の通信が特に重要である。この人間対機械の通信に重要なものが音声応答装置である。

音声応答装置は録音編集方式と音声合成方式に大別される。前者は磁気ドラムなどにあらかじめ録音されている音声素片を計算機の指定する順序に編集する方式で、応答可能な語いに制限があるが、経済的な音声応答システムが構成できる。音声合成方式は音声のスペクトル構造や発声の生理的、物理的要因までさかのぼり合成装置を計算機により制御して発声させる方式である。合成方式は応答可能な語いに制限はないが、現状では発声音声品質、経済性が編集方式に比べ劣るので実用化された例は少ない。

日立製作所では日本電信電話公社のご指導によりデータ通信システムに適用するための音声応答装置を製品化した。本装置は録音編集方式による音声応答システムで、63 の音声トラックをもつ磁気ドラム装置に音声素片を録音しておき、計算機からの制御により最大 256 回線まで同時に応答が可能である。

一方日立製作所中央研究所ではこれとは別に合成方式による音声応答システムを開発している。これは音声の音響的な構成要素である減衰正弦波群と子音を表わすノイズ群をあらかじめ磁気ドラムに記録しておき、これらを計算機により選択組合せ、さらにピッチ制御を併用することにより自然性の良好な任意の音声波形を合成する方式である。この方式は原理的には音声合成であることより応答可能な語いに制限がない。

(4) 放送機器

半導体素子の著しい進歩に伴い、電波機器の固体電子化が促進され機器の小形化、総合的経済性が図られるようになった。

さらに IC 技術の進歩によってリニア IC が開発され電波機器はさらに進展しようとしている。放送部門においてはカラー機器の開発が進みネガフィルムの反転送像など新機能を有する 4 ビジョンカラーカメラ、プリズム式小形分光計を使用したプランビコンカラーライブカメラおよび同期結合における新しい機能を持ち、さらにカラー同期結合の安定化を図った同期信号発生器などが実用された。またこれからの機器の機動性の向上、安定度、機能の向上などをねらって IC 化が進められている。

また UHF テレビ中継放送機の全固体化がすすめられ出力 3 W の装置が実用された。マイクロ波テレビ中継機においても 3, 5, 7 および 11 GHz 全固体化 STL, 7 GHz 全固体化 FPU が開発、実用化された。ガンダイオード発振器が開発されこれを使用した 13 GHz テレビ中継機が実用化されている。この結果安定性、雑音特性など実用しうるものであることが確認された。これら固体発振素子を使用したテレビ中継機の開発が進められている。移動無線機においては小形化、高信頼化が進められ 400 MHz に至る各周波数帯の機器が固体化され実用されている。

(5) 移動無線・ミリ波通信・防衛電子機器ほか

特に 400 MHz 帯は出力 4 W において初めてストレートアンプ方式が採用され、顕著な効果をあげている。またこれらの機器はさらに小形化され IC 化が進められている。また県庁などにおける防災行政用総合通信システムが開発され実用されている。

将来の新しい通信技術として、ミリ波通信・レーザ通信・宇宙通信などがある。ミリ波通信では、固体発振素子・超高周波ダイオード・分波器などが新技術として開発されつつあり、レーザーではレーザー発振器ならびに周辺技術の進歩とともに、ジャイアント・パルスを用いたレーザートラッキング装置、レーザー暗視装置など各種の応用機器も開発が進んでいる。

宇宙通信においては、地上局用低雑音増幅器などをはじめとした高性能ないしは小形高信頼度とう載電子機器が今後の問題点であろう。

防衛電子機器においても、情報の収集、伝送、処理の技術が急速に浸透しつつある。特に超音波探知(ソナー)、火器管制システム、携帯・移動通信網、訓練装置などの技術開発にめざましいものがある。

来たるべき情報化社会においては、増大する情報の習得が大きな問題としてわれわれのうえにのしかかってくるであろう。教育の能率向上の面で情報処理システムの果たす役割はきわめて大きい。RCA, IBM などが、CAI (Computer Assisted Instruction) として開発を進めているが、日立製作所においても、通産省、科学技術庁のご指導のもとに、わが国情にに適したシステムの開発に努力を払っている。こうした分野では、教育工学と情報処理工学の巧みな融和と協調が最も望まれるところである。

HITAC 5020 系タイムシェアリング・システム

Design of HITAC 5020 Time Sharing System

嶋 田 正 三*
Shôzô Shimada

中 沢 喜 三 郎*
Kisaburô Nakazawa

高 橋 延 匡**
Nobumasa Takahashi

中 田 育 男**
Ikuo Nakata

要 旨

本報告は、マサチューセッツ工科大学 (MIT) の MAC プロジェクトによって提唱された 2 次元番地付方式を採用した、本格的な大形タイムシェアリング・システム (HITAC 5020 TSS) に関する報告である。特に 2 次元番地付方式を採用した場合の、ハードウェア、ソフトウェアについて、その特長的な部分について記述した。なお本方式による TSS では、これが世界最初のものと思われる。

1. 緒 言

将来の情報産業の方向は、好むと好まざるとにかかわらず、集中的なシステム化が予測される。その代表的なものが、知識の集中化であり、それを具現化するのが大形機によるタイムシェアリング・システムである。

マサチューセッツ工科大学 (MIT) の MAC プロジェクトは、1965 年秋に、従来の CTSS⁽¹⁾ (Compatible Time Sharing System) の経験を生かし、かつ将来の情報産業の特色である“情報(知識)のサービス”という思想を盛り込んだ MULTICS⁽²⁾ (Multiplexed Information and Computing Service) システムを発表した。そこでは新たに、CPU の番地付方式に関して、従来のロケーションのほかに、セグメントという概念が導入されていた。これによって、プログラムの存在領域が、従来のロケーションだけの方式に比べて、セグメントとロケーションという 2 次元の領域に拡張された。

HITAC 5020 タイムシェアリング・システム (以後 5020 TSS と略す) は、“知識”のシステム化ということが、第 4 世代のコンピュータ・システムの方角であるとの観点から、このような 2 次元番地付方式を採用した大形タイムシェアリング・システムを実験的にインプレメントし、それによって、

- (1) 2 次元番地付方式を用いた TSS の設計方式を(ハードウェア、ソフトウェアを含めて)確立する。
- (2) ファイル・システムの方式を確立する。
- (3) 人間とコンピュータとの対話の本質を解明する。
- (4) ソフトウェアの生産性向上の研究を促進させる。

という目的をもって開発された。

以下、2 次元番地付方式を採用した 5020 TSS の、従来の方式に比べた場合の特長的な点について述べる。

2. システム構成の特長

HITAC 5020 TSS を実現するために、従来の TSS のハードウェア構成のうえに、将来の大形機による TSS に欠くことができない機能として、次のような機能を持つハードウェアが追加された。

- (1) 通信回線を制御して、多数の回線からのランダムな入出力を許す装置 (TRC: Transmission & Reception Control)
- (2) 2 次元番地付方式により、プログラム

の動的アドレス変換を可能にする装置

(DAT: Dynamic Address Translator)

- (3) ファイル格納用ディスク・パック・メモリ

- (4) 端末用テレタイプ

図 1 に代表的なシステム構成を示す。

2.1 TRC

TSS の一つの目的である人間とコンピュータとの対話 (man-machine interaction) を良くする方法の一つとして、多数のユーザが同時にコンピュータにアクセスする装置としては、端末用テレタイプが考えられる。通信回線を通してコンピュータと端末用テレタイプとの会話をする場合に、テレタイプからの入力情報、テレタイプへの出力情報を制御するための制御装置が必要となる。その制御装置として、従来のチャンネルの複雑化したものを作成するか、あるいは、もっと広範囲の融通性に富むシステムを作成するかが検討の対象となったが、東京大学との共同研究の結果、高橋秀俊教授、後藤英一助教授、元岡達助教授、和田英一助教授の諸先生がたの意向を採り入れたメモリ・シェアのストアード・プログラムによる端末計算機を設計することになった。このような端末計算機の方式を採用したことにより、ソフトウェア・システムの方式設計に非常に多くの可能性を与えることになった。

以下に端末計算機 TRC の特長をあげる。

- (1) TRC は、5020 CPU とコア・メモリを共有しているので、TRC と CPU との相互間のデータの転送が不必要である。
- (2) TRC はストアード・プログラムのコンピュータであり、その命令の種類は 5020 CPU の命令群のサブセットから構成

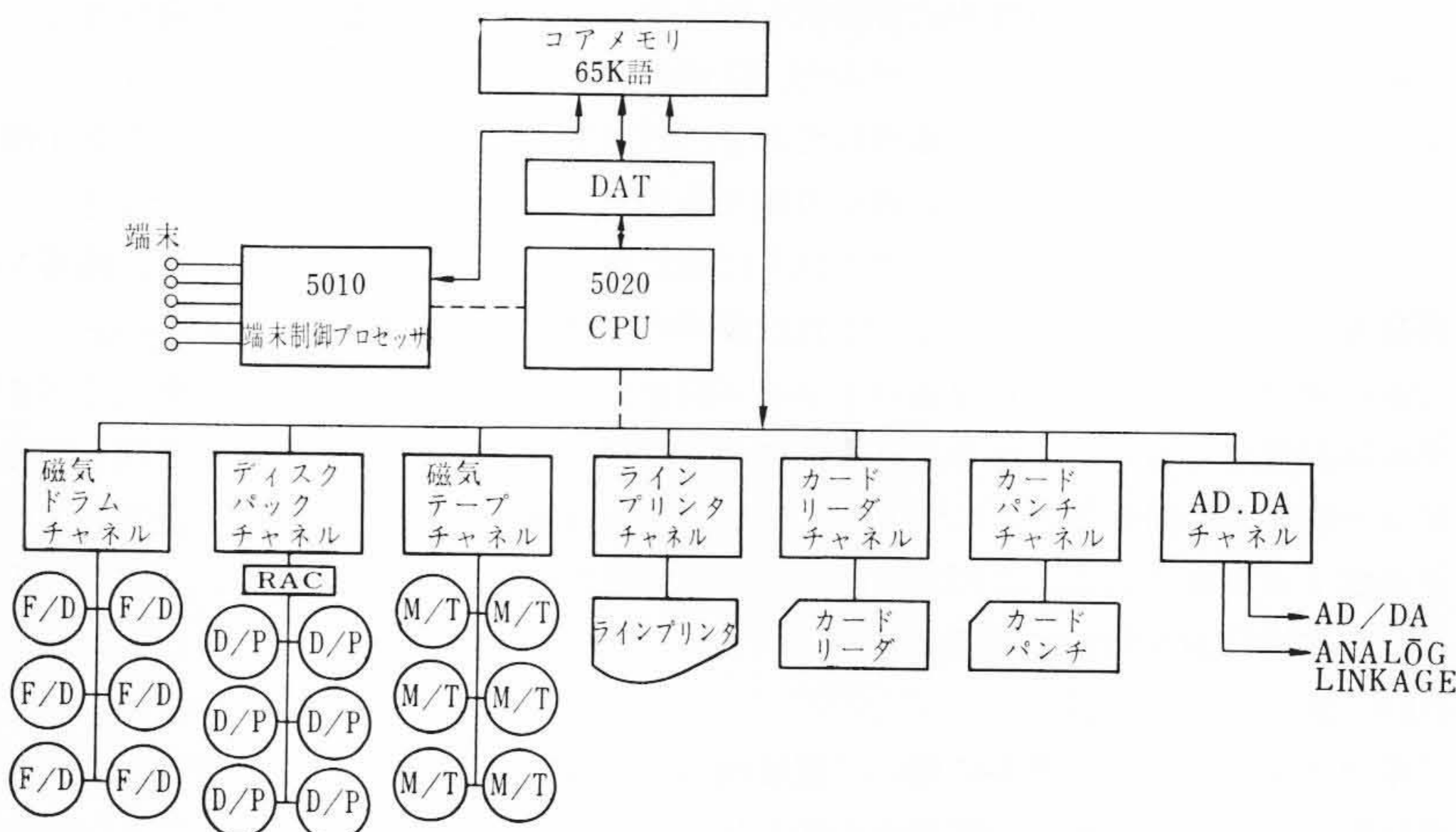


図 1 5020CPU のシステム構成例

* 日立製作所中央研究所 工学博士

** 日立製作所中央研究所

されている。

- (3) TRC と 5020CPU との情報の連絡は、互いに相手に割り込みを発生させることによって通信することができる。
- (4) 5020CPU に接続した場合には、5020CPU のメモリ・サイクルの裏サイクルというあきサイクルを利用して行なうので、5020CPU の処理能力の一部分もさく必要がないので、5020CPU の能率を落とすことはない。
- (5) TRC にはソフト・モードとハード・モードの二つのモードを設け、マイクロビットからマクロビットを組み立てる作業をハードウェアでも、また完全にソフトウェアでもできるようにしている。

2.2 DAT

DAT の機能はいろいろあるが、本質的な機能としては、これが、命令のアドレス部の拡張の一つの方式である。従来のハードウェアに立脚したオペレーティング・システムでは、マルチ・プログラムのスーパーバイザの方式設計のうえで最大の難点は、コア・メモリにユーザーのジョブを複数個ロードした場合に、コア・メモリの管理をどのように扱うかということであった。すなわち、いったんプログラムがコア・メモリにロードされたあとでは、そのプログラムが終了するまでは、場所を動かすことができない。もし、ジョブの処理の都合上そのエリアを使う場合には、そのエリアのプログラムはいったん磁気ドラムに格納しておき、再び使える状態になったときにもとの状態に回復する方式を採用することになる。この方法を採用するとコア・メモリの割り当て状態は時間とともに虫食い状態となる。これを避けるためには、ハードウェアに、リロケーション・レジスタを用意しておき、プログラムは、このリロケーション・レジスタによる修正を受ける方式を採用すればよい。すなわち、プログラムはすべて相対的な 0 番地から書かれており、コア・メモリへの割り当てはスーパーバイザがあいたエリアをみつけて、そこへロードする。そしてあいたエリアの先頭の番地をリロケーション・レジスタにセットしてやればよい。この方法を採用することによって、プログラムを動的にリロケーション (dynamic relocation) することが可能になる。

5020DAT は、上記の基本思想に、さらにユーザー・プログラムのプログラム・エリアとして、従来のロケーションとは別に、新たに独立したセグメントという概念を導入することにした。これが、2次元番地付方式 (2-dimensional addressing) と呼ばれるわけである。すなわち、5020DAT ではプログラム内のある語を指定するのに “logical address” を用い、実際にメモリの参照が行なわれるときに、この “logical address” を記憶装置内の “physical address” に変換することにすればよい。このアドレス変換を行なうのが DAT である。“logical address” と “physical address” との変換のために、記憶装置の中に種々の変換のための対応表が必要となる。この変換のために使用される諸テーブルを “mapping table” と呼び、これはスーパーバイザ・プログラムによって作成される。

ここで、スーパーバイザの方式設計上基本的な問題を提供している DAT の特長的な機能について述べておこう (図 2 参照)。

(1) セグメント分けとページ分け (segmentation, paging)

セグメントの概念は、従来のロケーションで表わされる 1次元のアドレス空間に対して、各プロセスに対してセグメントとロケーションで表わされる固有な 2次元のアドレス空間を割り当てるものであり、そのアドレス空間内の “logical address” はセグメント番号およびそのセグメント内の相対番地との 2次元的なアドレスからなる。HITAC 5020 DAT で許容されるセグメント数は各アドレス空間に対して 2^{16} 個、また、各セグメントの数は最大 2^{16} 個までの語を含むことができる。

ページ分けの概念は、プログラムで取り扱うメモリがページ単

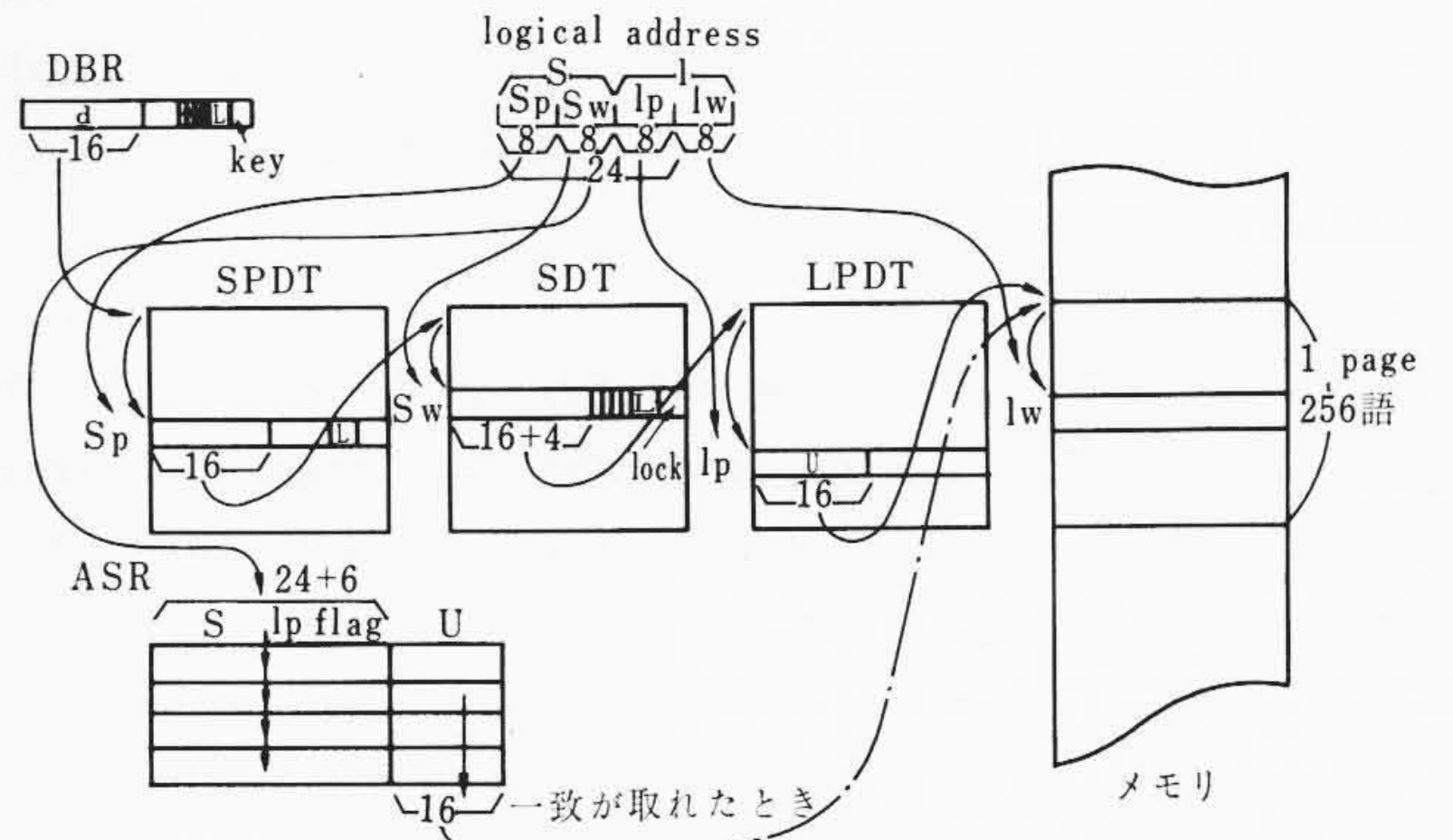


図 2 5020TSS の mapping の方式

位に分割されているものと仮定することによって、実際のコア・メモリの割り当てを簡単にし、かつページ単位の “dynamic relocation” を可能にするものである。アドレス変換を行なうための “mapping table” は “logical address” と “physical address” との対応表であるが、その対応表に書かれているものを “descriptor” と呼ぶ。したがって “mapping table” は以下に述べるような “descriptor” の集まりである。“descriptor” は個々のセグメントまたは、そのセグメント内の各ページを定義し、それらの “physical address” を指定するものである。したがって “descriptor” には、“segment descriptor” と “page descriptor” がある。“segment descriptor” は個々のセグメントを定義するものであり、そのセグメント内の各ページを定義する “page descriptor” を含むテーブル (これを “location page description table” (LPDT) と呼ぶ) の先頭の “physical address” をさしている。この LPDT は、一般にはページ単位にとられる。LPDT 内の各 “page descriptor” はこのセグメント内の各ページに対応するものであり、そのページのブロックの先頭の “physical address” を目ざしている。“segment descriptor” もいくつか集まって “segment descriptor table” (SDT) とよばれるテーブルを構成しており、このテーブルもページ分けされる。SDT の各ページの先頭の “physical address” をさしているのが、“segment page descriptor” であり、これもいくつか集まって最大 1 ページ (256 語) の “segment page descriptor table” (SPDT) を構成する。この SPDT の先頭の “physical address” をさしているのが、“descriptor base register” (DBR) と呼ばれる特別な DAT に設けられたレジスタである。この DBR によって各プロセスの 2次元アドレス空間の基点が定められ、この基点を書き替えることによって、プロセス・スイッチが行なわれる。したがって、もちろんこのレジスタは優先状態 (priority mode) でしか読み出し、書き込みができない。上に述べた DBR 以外にも、5020DAT には “procedure base register” (PBR), “address base register” (ABR) 2 個, “jump base register” (JBR) の四つの特別な DAT に設けられたレジスタがあり、これらはセグメント番号を記憶しておくためのレジスタである。

(2) associative register

命令やオペランドの読み出しのたびに “mapping table” によるアドレス変換が行なわれるのではむだな時間がかかりすぎる。そこであるセグメント内のあるページが参照されたときに、対応する “segment descriptor” と “page descriptor” とから、必要な情報をとり出して、これをたくわえておくための特別なレジスタがある。これを associative register と呼ぶ。現在のシステムでは、これが 4 個接続されている。associative register 内に格納さ

れた情報に対応するページが参照されたときには、“mapping table”によるアドレス変換を行わずにただちに“physical address”が求められる。新しいページが参照されたときには associative registers の内容が更新される。

(3) page not in core fault

プログラムのページが swap-out されて、コア・メモリ内にはない場合には、対応する“page descriptor”内に“page not in core fault”の割り込みを起こさせるビットがセットされている。さらに swap-out されたときの2次メモリのアドレスがスーパーバイザによってセットされているので、“page not in core fault”の割り込みが起こったときにそれを正しく回復することができる。“mapping table”に関しても、まったく同様にしてページ単位のスワップが可能である。

(4) memory protection

DAT 付きの 5020 TSS ではアドレス変換テーブル内にメモリプロテクションのための情報を入れることによって、セグメント単位のプロテクションを行なっている。すなわち、プロセスのアドレス空間の基点を定める DBR 内に“key”情報が、各“segment descriptor”には“lock”情報および“protection”情報が含まれている。key, lock はセグメントをグループ分けしたときに、参照するセグメントと参照されるセグメントが属するグループの相対的比重に応じて、メモリのプロテクションをかけようとするものである。key は現在実行中のプログラム・セグメントのグループ・レベルを表わし、このプログラムがほかのセグメントを参照または、call したときに、そのセグメントとの大小比較においてアクセスすることが許されるか否かがチェックされる。また、“segment descriptor”には read only (読み出しだけ)、read write (読み出し書き込み) 可能などのそのセグメントの特長を表わす“protection”情報が含まれており、key, lock の比較によってアクセスすることが許されたときに、さらにこの“protection”情報に見合う参照であったときに、その参照が許される。

以上、DAT がもたらす大きな機能について述べたが、DAT 付きのシステムと従来のシステムとの互換性を保障するために、compatible mode を設けた。また、DAT の個有な mode としては、従来の priority mode と normal mode とは独立に、absolute mode と relocation mode を新設した。

3. ソフトウェア・システムの特長

3.1 スーパーバイザ

5020 TSS は汎用のオペレーティング・システムであって、最も一般的なマルチ・プログラミングの技法を使って、ほとんどすべてのコンピュータ・ユーティリティを満たそうとするものである。したがって、たとえば科学計算、事務計算、オンライン座席予約システム、化学プラントのオンライン制御などに適用可能である。

5020 TSS のスーパーバイザ・プログラムは2次元番地付方式を有効に生かしたため、従来の方式に比べて以下に述べるような大きな特長を持っている。

- (1) プログラマに対しては、メイン・メモリ(コア・メモリ)の容量の制限が事実上撤廃された。つまりコア・メモリの容量は無限にあると考えてプログラムを作ることができる。このことは、ユーザー・プログラマに対してのみならず、システム・プログラムの機能の増強が容易にできる点でメーカー側にも大いに有効であった。
- (2) プログラムやデータの保護が、プログラムのあるまとまった論理的な単位(セグメント)ごとに完全に行なわれた。これは、実装されている物理的なコア・メモリをページ単位

にプロテクトする方式に比べて、はるかに扱いよかった。

- (3) セグメント単位のプロテクション機能が強力であるので、プログラムの共用が高効率でできる。この結果プログラムの同時処理の場合の信頼性が著しく向上した。
- (4) プログラムの大きさやデータの量は実行中に必要に応じて自由に伸縮させることができる。この結果コア・メモリには、ほんとうにその時点で使用するものだけがある。このことは、同時処理されるプログラムの数が増加した場合の2次メモリとの出し入れのオーバーヘッドを減らす大きな原因となり得る。
- (5) ユーザーのデータやプログラムはすべてファイルとしてファイル・システムに格納でき、プログラムの実行時には、実際に必要となったファイルをその時点で動的に取り出し結合することができる。すなわち、従来のリンカージ・エディタのような静的なリンカーは必要とせず、すべて、動的リンカー(dynamic linking と称する)で行なえる。
- (6) 従来の方式では、同時処理されるプログラムの数の制限(たとえば8とか20とか)があったが、このような制限は事実上なくすることができた。制限は、各計算機センターに接続されている金物の処理能力に依存することになる。

3.2 PL/IW

最初に述べた 5020 TSS の一つの大きな目的であるソフトウェアの生産性向上を実現するために、われわれは今までもっぱら用いられてきたアセンブラ言語の代わりにコンパイラ言語を用いてシステムプログラムを記述することにした。そのシステムプログラム記述用言語としては PL/I のサブセットを選び、それを PL/IW (W は作業用の意味)と呼ぶことにした。PL/IW コンパイラが完成すれば、5020 TSS のほとんどすべてのコマンドプログラムは PL/IW で書いていくのであるが、PL/IW コンパイラを完成させるための必要最小限のスーパーバイザプログラムと、PL/IW コンパイラ自身も PL/IW で書くことを試みた。もちろん、それを機械語に翻訳するのは初めは人間がやらなければならないが、PL/IW コンパイラが完成すれば、スーパーバイザや PL/IW コンパイラも PL/IW でメンテナンスできるようになる。

PL/IW 言語の仕様を決める際の基本原則は、次の三つの条件をなるべく満たすことであつた。

- 条件 1. システムプログラマの要求を満たす。
- 条件 2. この言語のコンパイラが作りやすい。
- 条件 3. コンパイラの作り出す目的プログラムの能率をよくすることが比較的簡単である。

3.3 リエントラント

TSS のシステムプログラムはリエントラントであれば同時に何人かのユーザーが(コアにある)ただ一つのプログラムを使用することができて能率が良い。DAT 付きの HITAC 5020 では、リエントラントなプログラムを作ることが容易であるし、それによって DAT のプロテクトの機能も有効に生かされるので、PL/IW の目的プログラムは、すべてリエントラントになるようにした。リエントラントにするために、目的プログラムを命令(とある種々の定数)からなるプログラムセグメントと作業用区域(データエリア)と定数からなるデータセグメントに分けた。何人かのユーザーが同じプログラムを同時に使っているときには、プログラムセグメントは一つだけで、データセグメントがユーザーの数だけできることになる。

そこで、PL/IW の原始プログラムのどの部分をまとめて一つのセグメントとするかが問題になるが、外部手続きが一つの独立した単位であると考えられるから、一つの外部手続きを一つのプログラムセグメントとし、その手続きに内部的なデータと、ほかの手続き

にリンクするための情報の場所をまとめて一つのデータセグメントとする。そのデータセグメントのことを internal data segment という意味で IDS と呼ぶことにした。

3.4 ダイナミックリンク

プログラムの実行中に、実際にあるセグメントが必要になったとき、すなわちある外部手続きセグメントを呼ぶか、ある外部データセグメントを参照したときに初めてリンクさせることがダイナミックリンクである。それは必要とされるセグメントを捜し、それに適当なセグメント番号やロケーションを与え、それを適当なところに書き込むことである。それによって、呼ばれないセグメントはリンクされないとか、リンケージ・エディタというシステムが必要でなくなるとか、むだを省くことができる。

しかし、呼ばれるたびに改めてリンクさせていては能率が悪いから、1回前述のような作業をしたら、それ以後の呼び出しのときは何もせず、直接呼ばれたところへ行くようにしなければならない。それとプログラムをリエントラントにするために、命令の部分は書き変えないという原則とがあり、そのためにリンケージセクション(リンクのための情報を入れるところ)はプログラムセグメントとは別のところにとらなければならない。

われわれは種々の理由からリンケージセクションをIDSの中にとることにした。リンケージセクションは次の三つの部分からなる。

- (1) 参照する相手の名前
- (2) 実際にリンクしたとき書き換えられる情報
- (3) 制 御 情 報

(2)の部分には、初めは特別なパターンがはいっていて、それを間接アドレス指定を持った命令で参照すると割込みが起こるようになっている。割込みによってスーパーバイザに制御が移り、スーパーバイザの中の Basic File System と呼ばれるモジュールが(1)と(3)の情報をもとにして実際のファイルをさがし出して、それに logical address を与え、その address を(2)の部分に書き込む。これでリンクが完成したことになる。それ以後同じ命令で(2)の部分参照すると今書き込まれた logical address が参照されることになる。

4. 結 言

2次元番地付方式を採用した5020TSSの開発は、1968年3月で、第一次計画として、その“核”の部分の開発は終了した。第一次計画が完了した現在、第二次計画として、2次元番地付方式のTSSの評価の問題に取り組んでいる。

最後に、5020TSSの開発は、東京大学高橋秀俊教授、後藤英一助教授、和田英一助教授、亀田寿夫氏、野口健一郎氏のグループとの共同研究であり、上記のかたがたには検討会の場を通して、数々の有益なアイデアをいただいた。特に、人間と計算機との対話の方式に関しては、ほとんど上記のかたがたのアイデアであり、われわれは積極的に採用させていただいた。またTRCの開発にあたっては、上記のかたがたおよび東京大学元岡達助教授からも数々の有益なアイデアをいただいた。また同時に、東京大学航空宇宙研究所の穂坂衛教授、大須賀節雄助教授には、オンライン制御の立場から多くの有益なご助言をいただいた。特に大須賀節雄助教授からはスケジューリング・アルゴリズムについて、新しい方式を提案していただき現在の5020TSSに取り入れた。また明治大学稲富彬助教授には、システムの設計の段階で非常なご協力をいただいた。

また、本研究の遂行にあたって、終始、ご激励を賜った日立製作所久保常務はじめコンピュータ事業部、神奈川工場の幹部のかたがた、特に神奈川工場佐藤課長、岩上主任には数々のご協力をいただいた。上記のかたがたに衷心よりお礼申し上げる次第である。

参 考 文 献

- (1) F. J. Corbató: A Compatible Time Sharing System, MIT
- (2) F. J. Corbató ほか: Proceedings—FJCC, pp. 185~247, (1965) ほか6編
- (3) J. H. Saltzer: MAC-TR-30, (1966)
- (4) 和田英一: 情報処理 8, 338 (1967)
- (5) 大須賀節雄: 情報処理 9, 88 (1968)
- (6) 嶋田ほか: 43年度電気四学会連合大会, 予稿集, 分冊31, 情報処理(1), pp. 2517~2529 (1968) ほか72編



特 許 の 紹 介



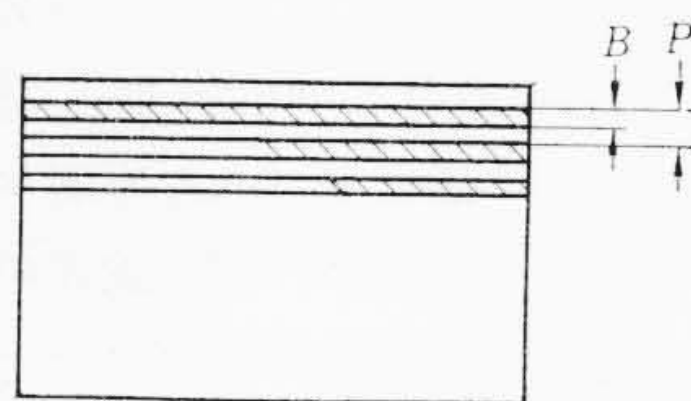
特許第467241号(特公昭40-20569号)

羽 片 昭

低 残 像 撮 像 管 装 置

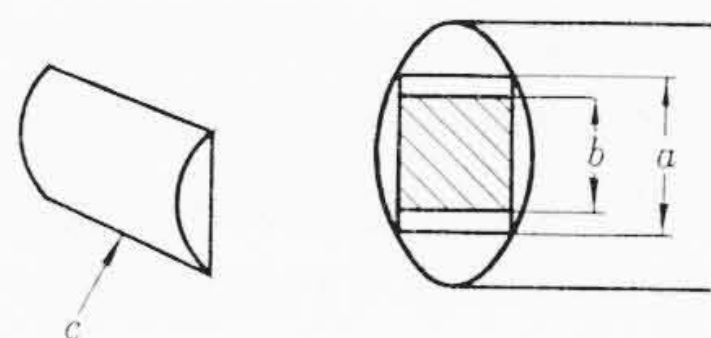
この発明は、残像を減少させることのできるいわゆる低残像撮像管装置に関するもので、その要旨は図面に示すように光導電性層面に結像する光像を走査線と直角の方向に圧縮し、かつ走査線ピッチをこれと同じ割合に圧縮することを特長とするものである。

この発明によれば、光導電面照度を20%増すと残像は約10%減少し、かつ前記光導電面照度と関係なく走査面積を20%圧縮することにより単位絵素あたりの容量すなわち容量性残像は約20%減少し、両者を総合すると約30%も残像を減少させることができる。(福田)



B: 電子ビームの太さ
P: 走査線ピッチ

図 1



c: かまはこ形レンズ
a: 正規の高さ
b: 圧縮した高さ

図 2

日立製作所におけるオンラインシステムの開発

Development of Hitachi On-line System

谷 恭 彦*
Yasuhiko Tani

要 旨

日立製作所におけるオンラインシステムの開発経過と、その結果開発された HITAC 8000 シリーズのオンラインシステムに対して考慮されているハードウェア上の機能、特長、およびオンラインシステムを支援する TDOS, DOS オペレーティングシステム、通信制御プログラムなどについて概要を述べ、さらに HITAC 8400/8500 BTSS タイムシェアリングシステム、小形計算機における定形オンラインを実現した POP システムについて概略の解説をしている。

1. 緒 言

電子計算機の初期はいわゆるバッチ処理方式で使用されたが、それと同時にその能力を即時処理に利用することが考えられた。そのためには通信との結合、データの発生地点での入出力装置（端末装置）ランダムに発生する処理要求を受け入れて正しく処理する機能をもった計算システムなど多くの問題点を解決する必要がある、かつシステムが高価になるので当初はごく限られた業務にのみ用いられていた。最近では計算機技術の発展に伴い各種の方式が開発され、比較的容易にかつ安価に実現可能となってきたのでオンラインシステムは急激に増加しつつある。日立製作所においても早くからオンラインシステムの開発を行ってきたが、これらの成果を取り入れて HITAC 8000 シリーズが開発された。

2. 開 発 の 経 過

日立製作所におけるオンラインシステムの開発はトランジスタ電子計算機の開発とほとんど同時に始められた。すなわち昭和 33 年 2 月日立製作所戸塚工場無線部にコンピュータ設計課が設けられ、日立製作所における初めての事務用電子計算機 HITAC 301 の設計と座席予約用計算機の部分試作が始められた。これは小形磁気ドラムで客席定員を記憶しておくレジスタとした配線論理の演算部と通信回線の制御部をもったもので同年秋に一応の成果を得て終了した。またこれと並行して大形磁気ドラムの開発も行なわれていた。

一方日本国有鉄道では列車の座席予約の自動化が計画され、全国システムを設計するに先だってモデルシステムを試作することとなりその製作を日立製作所に命ぜられた。かくてわが国初めてのオンラインリアルタイムシステム MARS-1 が鉄道技術研究所のご指導と論理設計に基づき、日立製作所において製作され、昭和 34 年 7 月完成、約半年の各種試験ののち 35 年 2 月より東海道線下り特急列車 2 本を収容して実用運転にはいった⁽¹⁾ (同年 6 月 2 列車追加し計 4 列車となった)。中央装置は約 40 万ビットの磁気ドラムを座席ファイルとする（1 座席区間の空占を 1 ビットで表わす）配線論理の計算機 2 組より成り、通常は並列処理を行なわせて回答の照合をとる方式であり、一方が故障のときは片側運転で、業務を遂行できるようになっている。また磁気ドラムのリサーチ・キューション・ラインを用いた送受信レジスタが 4 組あり、端末装置とは交換機を通じて接続され 50 ボーで通信する。端末装置は 12 台あって、押ボタン装置と印刷機およびその制御機より構成されている。

本システムの設計および実用運転を通じて、オンラインリアルタイムシステムについての多くの貴重なデータが得られ、その後のシステム開発に大きく貢献した。MARS-1 の成功により実時間シ

ステム実現の確証が得られたので、直ちに日本国有鉄道では全国システムを具体化するための調査検討が始まり、端末装置の改良、記憶装置の容量拡大の試作が行なわれた。その結果昭和 36 年プログラム記憶方式の電子計算機を用い 1 日十数万呼の処理能力をもった座席予約システム MARS-101 を建設することが決定された。当時は日本において、やっと小容量のコアメモリを有する計算機が開発されたばかりであり、また外国においてもこのような大規模な商用システムは実現していなかった時代である。

上記に従い、東京大学の穂坂衛教授の基本構想とご指導をいただき、実時間処理の諸問題を徹底的に検討して MARS-101⁽²⁾ の開発が行なわれ、昭和 39 年 2 月から営業運転が開始された。このシステムの基本思想は信頼性の確保と処理能力の向上、人間と機械間のインタフェースの改善にあり、それに基づいて中央装置、端末装置が開発された。端末装置における指定券類の自動印刷発行、この印刷機と関連して列車名駅名活字からのコード読取、取り扱い容易な押ボタンセット、中央処理装置における多数の専門処理装置による流れ作業的な多重処理方式、並列二重処理方式とこれらをささえるハードウェア、ソフトウェアはこのシステムの特長である。

MARS-101 で開発された計算機システム HITAC 3030 は本格的な実時間処理用の計算機であり、その後の大規模なオンラインシステムに使用された。これを用いた画期的な為替交換システム⁽³⁾ が東海銀行と共同で開発され昭和 40 年 6 月から稼働にはいった。

一方事務用小形計算機 HITAC 3010 もそのバッチ処理の使いやすさに加えて新たに通信制御部 (CMC) が開発され、バッチ処理と共用の小規模なオンラインシステムに適用された。また三和銀行の為替交換システムとして H-3030 と H-4010 の 2 台処理装置が直列に接続され、一方が通信制御を、他方が処理を受持つ方式のシステムが開発された。

以上のような経過で昭和 30 年代はオンラインシステムが開発されてきたが、情報処理の適用範囲の拡大、計算機技術の発展に伴い、昭和 39 年にそれまで事務用、科学用、オンライン処理用とそれぞれ目的別に作られていた計算機を集大成し、すべてを統合した汎用システムを開発することとなった。かくて生まれたのが HITAC 8000 シリーズであり、これを用いた新しいオンラインシステムが続々と誕生している。

最近タイムシェアリングシステムが話題を呼んでいるが、日立製作所においてもすでに昭和 42 年に基本的な機能を有する HITAC 8400/8500 BTSS タイムシェアリングシステムの開発を完了している。なおさらに高度のシステムを目ざして、2 次元アドレスを用いたタイムシェアリング方式について東京大学と共同研究を行っており HITAC 5020 を改造したシステムで成果が得られている。また日本電信電話公社電気通信研究所において HITAC 8400 を改造した

* 日立製作所神奈川工場

システムを用いてマルチプロセッサのタイムシェアリング方式の研究が日立製作所と共同で行なわれている。

3. HITAC 8000 シリーズ⁽⁴⁾

前述のように HITAC 8000 シリーズはすべての用途に向くよう総合システムとして開発されたので、多くの特長をもっているが、特にオンラインシステムに関係の深いものについて述べる。まずシリーズ全般について次のことが基本となっている。

(1) 共用性 (Compatibility) と拡張性

HITAC 8000 シリーズは性能の異なるいくつかの処理装置群と入出力機器群とオペレーティングシステムとから成っており、これらはいわゆる ONE MACHIN の思想を基準としている。したがって個々のシステムに対して、その業務に応じた処理装置と入出力機器を任意に撰択組み合わせることができ、最も適したシステムを組み上げることができる。このために、コードデータ形式、処理装置とすべての入出力機器のインタフェースが標準化されており、さらに処理装置の命令も完全に同一となっている (H-8300 以上)。これらはオンラインシステムが必然的に向かう方向、各サブシステムの間の統合、業務の増大によるシステムの拡張に対して、円滑に対処するためにきわめて大きな武器である。

(2) 信頼性の向上

オンラインシステムにおいては信頼性の確保はきわめて重要な事項である。このため在来の機器の経験を生かし、かつ集積回路、パネル配線のプリント板化、故障診断機能の付加など新しい技術を採用して信頼度を高め、操作性、保守性にすぐれたものとなるよう考慮がはらわれている。

3.1 中央処理装置

オンラインシステムにおいては、ランダムに発生する要求に対してすみやかに、かつ処理装置の能率を落とすことなく対処できることが重要である。このために割込み制御機能が用いられる。H-8300/8400/8500 では 32 個の割込み要因があり、外部条件ばかりでなく、処理装置内部のハードウェアの異常、プログラムの異常 (アドレス異常、不良命令コードなど)、計算値の異常 (オーバーフローなど)などを区別して割込みを制御できるようになっている。またスーパーバイザコールの割込みがあり、処理プログラムが容易に管理プログラムの助けを求めることができる。

H-8300/8400/8500 は 4 個の処理状態 (P1, P2, P3, P4) をもっていてそれぞれ独立にプログラムカウンタなどの制御レジスタとワーキングレジスタをもっており、割込みが生ずると P4 (ハードウェアの異常) または P3 に自動的に移るようになっていて、割込みの制御が能率よく行なわれる。P1 は通常の処理プログラムを実行する状態であって、ここではいわゆる特権命令 (入出力命令、処理装置の状態を変える各種命令) は実行することはできず、これらはすべて一元的にスーパーバイザに行なわせるよう考えられている。

入出力チャンネルには高速のファイル装置を制御する数個のセレクトチャンネルと低速のマルチプレキサチャンネルがある。マルチプレキサチャンネルは処理装置との制御においては 1 チャンネルであるが、最大 256 のサブチャンネルを有し、時分割で 256 回線とコアメモリの間でデータの授受ができるので多数の端末と同時に送受信が可能である。いずれのチャンネルも処理装置から起動命令を受けると、あとは独立に動作をするので、入出力とプログラムは並行して処理される。

処理装置の付加機構としてプログラムで自由に時間間隔を設定できる経時計機構、2K バイトのメモリブロックごとに 4 ビットのキーを与えて、それぞれのプログラムおよび入出力チャンネルのメモリへの書込みを禁止するメモリ保護機構を備えている。

さらに複数の処理装置でシステムを構成している場合、機器の障

表 1 HITAC 8000 シリーズ ランダムファイル装置

種 類	形 名	性 能
磁気ドラム記憶装置	H-8566	容量 1.6MB 平均呼出し 10 ms
ディスクバック	H-8563	容量 7.25 MB
ディスクバック駆動装置	H-8564	平均呼出し ヘッド位置決め 75 ms レーテンシー 12.5 ms
磁気カード記憶装置	H-8568	容量 560 MB 平均呼出し 400 ms
ディスクバック	H-8561	容量 29 MB ×8=232 MB
集団ディスク駆動装置	H-8577	平均呼出し ヘッド位置決め 75 ms レーテンシー 12.5 ms

害などによりシステムの構成を自動的に変えることがある。このようなとき処理装置の有するダイレクトコントロール機構は、処理装置間あるいは処理装置と外部機器間で直接制御情報を伝達する。

通信制御装置 (H-866) は最大 48 回線までの通信回線と処理装置のマルチプレキサチャンネルを結びつけるものであって、回線の制御、送受信データの直並列変換の機能を有する。回線の種類に応じて電信バッファ、非同期データセットバッファを用いて 50 ビット/秒から 1,200 ビット/秒までの任意の回線を使用することができる。この装置は制御用コアメモリを有していて、回線を類別することにより、回線ごとに制御手順、制御コードなどが異なっても 1 台で制御することが可能である。

その他のシステム構成機器として処理装置間のデータ転送を行なうデータ交換装置 (H-8627)、入出力インタフェースを切り換えて構成変更を可能とするインタフェース・スイッチ (H-8319) このスイッチを処理装置の命令で制御するスイッチ制御装置 (H-8359) などの機器が整備されている。

3.2 ファイル装置

ランダムアクセス記憶装置はオンラインシステムにとっては不可欠のものであって、システムの信頼性、能力、費用に重大な影響をもっている。現在は技術的、価格制約から機械的な運動を伴った磁気記録装置が用いられている。これらはアクセス時間と容量、価格が相反するので比較的高速小容量のものから低速大容量のものまで各種ある。表 2 は HITAC 8000 シリーズのランダムファイル装置を示したものである。

4. HITAC 9000 シリーズ端末システム

オンラインシステムにおいては端末装置は機械システムと人間とを結びつけるきわめて重要な役割りを果たすものであり、それぞれの業務に最適のものでなければならない。したがって応用分野が広がるにつれ端末も多様化する。たとえば日本国有鉄道の座席予約システムのようにそのシステム専用の端末を開発する必要さえ生ずる。しかし一方そのシステム個有の端末をそのたびごとに設計製作したのでは高価になるので業務の特性を抽出して、できるだけ機器を標準化して個々のシステムにはそれらの組合せで対処する必要がある。日立製作所では端末を 1 個のサブシステムと考えて、HITAC 9000 シリーズとして端末の開発標準化を図っている。

5. オンライン用オペレーティングシステム

HITAC 8300/8400/8500 システムの標準オペレーティングシステムとして POS, TOS, TDOS, DOS の 4 種がある。POS, TOS はそれぞれメモリ容量 32 K バイト、65 K バイトで動作可能であって、システムプログラムを磁気テープ上に保有している。POS は比較的小規模なバッチ処理システムに、TOS は磁気テープを主とした本格的なマルチプログラミングの処理システムに適合するように作られており、それなりに制御が簡略化され能率よく処理をすることができる

表2 HITAC 9000 シリーズ端末システム

システム名	主要構成機器	備考
HITAC 9030 データ収集システム	H-9031 データ入力装置 H-9035 中央記録装置 H-9037 集信装置	カード、トークン 押ボタン 10 けた 200 ボー
HITAC 9040 預金システム	H-9041 制御装置 H-9042 窓口装置	データ 10 けた 種別 3 けた 1,200 ボー半2重
HITAC 9080 ビデオデータ問合せ 表示システム	H-9087 ビデオデータ端末装置	54 字×20 行 1,080 字 1,200 ボー半2重
HITAC 9100 複合端末システム	H-9111 制御装置 H-9112 制御装置 H-F9112 カード制御装置 H-9281 カード読取印字せん孔機 H-9331/9333 データタイプライタ H-9811 データ入力装置	110 ボー半2重
HITAC 9300 通信システム	H-9311 紙テープ送受信機	50 ボー半/全2重
	H-9312 紙テープ送受信機	200 ボー半/全2重
	H-9313 紙テープ送受信機	1,200 ボー半/全2重
	H-9331/9333/9341/9343/9351 9353 データタイプライタ	

が、オンライン処理には向いていない。これに対し TDOS は磁気ディスクにプログラムを格納して、通信制御装置の制御プログラムを装備して、本格的なオンライン処理を容易に実現することができるオペレーティングシステムである。DOS は磁気ディスクまたは磁気ドラムオリエンテッドなオペレーティングシステムであり、TDOS よりさらに機能が強化されており、広範囲な高度のオンラインシステムに適用可能な汎用システムである。これらのオペレーティングシステムは機能的にモジュールになっており、個々のシステムの使用目的とハードウェア、ソフトウェアの構成に合わせて、システム・ジェネレーションによって必要な機能を抽出し、その業務に最適な能率のよいオペレーティングシステムを採用することができる。

TDOS のコントロールシステムの中核をなすエクゼクティブはマルチプログラミングを前提としたコアメモリの割当て、プログラムのロード、メモリ保護の機能、入出力のスケジューリングおよびプログラムの切換え、オペレータとの連絡などシステムが効率よく稼働するのに必要な制御を行なうことができる。

TDOS のオンライン機能として、エクゼクティブに経時時計の制御、複数の計算機を組として用いるときの計算機間の連絡をつかさどるダイレクトコントロールおよびデータ交換装置の制御などがあり、さらに通信制御プログラム (MCP) と密接に結びついて通信回線を介した各種の端末を制御することができる。

DOS は TDOS に加えてランダムアクセス記憶装置の特性をじゅうぶんに活用して効率よくシステムを稼働させることを可能としている。これら付加される機能としてロールイン/ロールアウト、プログラム間の通信機能、カタログプロセデュア、磁気ディスクにおける読出しヘッドの位置決め命令 (SEEK コマンド) の先取り、マルチタスクの制御、FCP (ファイル制御プロセッサ) の強化などがある。これら諸機能のうち、特にオンラインシステムに有効な機能について述べる。

ロールイン/ロールアウトはプログラムに割り当てられたコアメモリをダイナミックに変えるものである。優先度の高い仕事を割り込ませたいとき、あるいは優先度の高いプログラムにある条件が生じてそのプログラムがより多くのコアメモリを要求したときにメモリに余裕がなければ、ロールアウト機能によって優先度の低いプログラムを磁気ディスクに吐き出して、その部分を使わせることがで

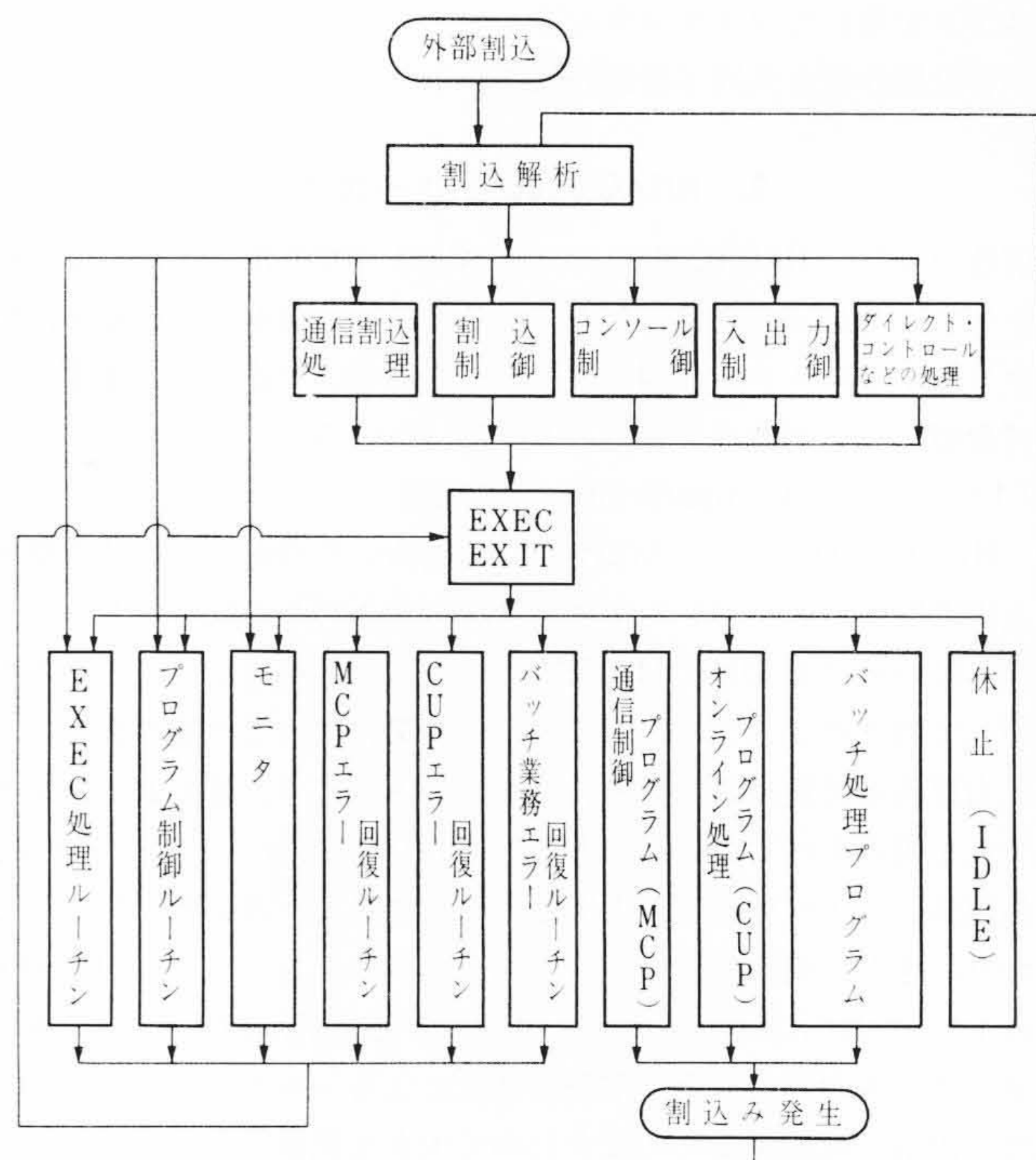


図1 TDOS/DOS オペレーティングシステムの制御構造

き、その必要がなくなったときはロールアウトされたプログラムはロールインされる。この機能によってあまりひん度高く使用されない仕事のためにコアを常時確保しておく必要がなく、メモリを有効に使うことで効率を上げることができる。

SEEK コマンドの先取りは磁気ディスクのオフラインシークの機能を有効に使うことでランダムアクセス制御装置のスループットを向上させるもので後述のマルチタスク制御機能とあいまって特にオンラインの処理能力を高めるのに有効である。

マルチタスクの制御はいわゆるマルチプログラミングとは異なって1個のプログラムに15個のタスクを割り当てることができるようにして、タスクの多重処理を行なわせるものである。すなわち1個のプログラムの中でいくつものデータを見かけ上同時に処理するものであり、オンライン処理のようにファイルからデータを先取りしておけないランダム処理では飛躍的に処理能力を向上させることができる。タスクの多重動作を行なうためにはFCPを同時に利用することが必要なのでFCPはリエントラントが可能になっている。また逆に同一ファイルを複数のタスクでアクセスするときには一方で更新する直前に他方で更新のための読み出しをすると更新抜けを生ずる。これを防止するためにはあるタスクが更新をしようとするときはほかのタスクからのアクセスを禁止し更新が終わったらこれを解除しなければならない。DOSではホールド/フリー機能を用いてこれを機器ごとに行なうことができる。

なおDOSにはコンソールからの指令をプログラムでシミュレートする機能(キー・イン・シミュレーション機能)があり、これによってほかのプログラムを起動、停止することもできる。

オンラインシステムでは大容量のファイルを扱うことが多くその編成方法は直ちにその処理能力に影響する。DOSシステムでは、データファイルとして、磁気ディスク、磁気ドラム、集積磁気ディスク上のシーケンシャル・ファイル、インデックスド・シーケンシャル・ファイル、ダイレクト・アクセス・ファイルの3種類をロジカルFCPで取り扱うことができる。

HITAC8300/8400/8500のオンラインの処理はTDOSまたはDOSオペレーティングシステムのもとで通信制御プログラム(MCP)と

オンライン処理プログラム(CUP)で行なわれる。CUPはユーザーが作成してエクゼクティブが管理する6個のマルチプログラムのうちの1個占めるオンラインの処理プログラムであって端末の制御、情報の授受のためMCPへのマクロ命令(CMGET, CMPUT)を用いること。CUPで処理するものがなくなったとき制御を放棄するためPRマクロを出す以外は、ほぼバッチ処理用のユーザープログラムと同様にコーディングすればよい。オンライン処理の開始と終了はCUPからMCPにCMPUTマクロを出して行なわれる。

MCPは一般的でかつ応用範囲の広い通信制御用のソフトウェアであり、メッセージ交換、問合せ応答、データ収集/分配などの幅広い業務を行なうことができる。MCPは端末機器とユーザープログラム(CUP)およびエクゼクティブのインタフェースとなり、さらに端末、回線特有の制御方式をはじめ、メッセージの処理手順までを行なう機能を有するジェネレータ形式のパッケージである。すなわちそのシステムに必要とする機能を通信システムマクロ、システム構成マクロ、通信処理マクロという形で与えればこれらの命令をアセンブルすることによって作られる。したがってそれぞれのシステムに必要とする機能のみをもつこととなり所要メモリと処理実行時間を最小とすることができる。ユーザーはこれによって複雑な通信プログラムの作成から解放されメッセージ処理に対する指示のみを行なえばよい。MCPはエクゼクティブの制御下で最高の優先度をもちCUPがその次の高い優先度をもっている。

6. HITAC 8400/8500 BTSS タイム・シェアリング・システム

これは標準のHITAC 8000シリーズの機器を用いたタイム・シェアリング・システムで、同時に最大16台の端末装置から、独立に計算機をあたかも占有しているように使用できるシステムである。

本システムは会話形のFortranコンパイラを備えている。これはバッチ処理形のコンパイラと異なり、端末機よりソースステートメントが1行入力されると直ちにコンパイルされ、オブジェクトコードとともにファイルされる。もし文法に違反したステートメントが入力されると直ちにエラーメッセージが端末に出力される。これによりユーザーとシステムは対話をしながら、プログラムを作成していくことができる。なお指定により1行ごとにコンパイルしたあと直ちに実行させ結果を端末に出させることができるので、この機能により卓上計算機のように用いることができsin, cos, 平方根などの関数もそのままの形で計算式の中に入れられるので非常に便利である。

その他の言語プロセッサはTOSによりバッチ処理方式で利用できる。すなわちユーザーはタイムシェアリング方式で端末から、所要の制御情報とソースプログラムを入力し、ファイルを作成する。タイムシェアリング動作の終了を中央のコンソールから指令すると、本システムのスイッチングモジュールが動作して、上記の制御情報に従って必要な処理の用意をし、TOSを呼び出して自動的に処理する。実行結果は次のタイムシェアリングを開始するときさきにユーザーが指定したファイルに格納される(BTSSではタイムシェアリング中にバックグラウンドジョブを許していたので、タイムシェアリング動作とバッチ処理動作は中央のオペレータにより切り換えられる)。なおその他の任意処理動作を上記と同様の方法でTOSの

バッチ処理にまわして実行させることができる。

またBTSSの特長として会話形でファイルの編集を行なう機能があり、さきに入力しファイルされているデータを容易に更新、追加、削除することができるので、本システムを種々の業務に広く応用することができる。

BTSSは端末ユーザーからの簡単処理の要求にはできるだけ早く応答すること、しかしそのような処理に追いまわされて必要とするファイルがコアにないため処理装置が遊ぶことのないようジョブをショートジョブとロングジョブの2種類に分けて(最初はショートジョブに登録し1タイムスロットで処理が終わらなかったときロングジョブキューに登録する)、それぞれ制御待ち、入出力待ち、バッファ待ちというキューを作って登録管理しバッファをどちらに優先的に割り当てるかをそのときのシステムの状態によって変更する方式がとられている。

7. POP システム

HITAC 8000シリーズの最小機種である8100/8210で諸伝票の作成発行と同時に、関連ファイルを一括即時処理をするインライン処理システムである。すなわちある取引が発生するとその旨の伝票を入力タイプライタで作成すると、この情報によって直ちに関連するファイルを更新し、その伝票に所要の応答を印字して伝票を完成させる。したがってファイルは常に最新の情報を保持している。なお必要ならば伝票をほかの場所のタイプライタに出力することもできる。

POPシステムは事務処理に共通な要素を一般的に抽出し、これを幹として、これにそれぞれのユーザーの特異性を加味して、そのユーザーのインライン処理システムを構成することを目的としている。したがってPOPシステムを使用するにはユーザーは、帖票、帳簿定義表や作業定義表をあらかじめ印刷されているシートに項目をパラメータ式に記入すればよい。これに従ってPOPジェネレータが処理プログラムを作成し、POP実行システムがこれを実行する。POPシステム中にはPOPイニシエータ、POPオープナ、POPテストなどのルーチンが用意されており、ユーザーのシステムのテスト、実行が容易に行なわれるようになっている。

8. 結 言

日立製作所のオンラインシステムは以上のようにになっているが、何といってもオンラインシステムの適用範囲は広く、かつ急速に発展している分野であるから、ハードウェア、ソフトウェアとも次々に改良され、新しい技術の開発が行なわれるであろう。特にこれからは業務別の汎用オンラインパッケージ、中小形の経済的なオンラインシステムの実現、本格的タイムシェアリングの開発などが目標となり、安価で高速大容量のファイルメモリ装置、大容量ファイルの取扱い方法の開発などが強く要望されている。

参 考 文 献

- (1) 穂坂衛ほか：日立評論 別-39, 56 (昭36-3)
- (2) 斎数ほか：日立評論 46, 1017~1068 (昭39-6)
- (3) 前村ほか：日立評論 48, 351~360 (昭41-3)
- (4) 高橋ほか：日立評論 49, 373~405 (昭42-3)

テレビ電話

Television-telephone

日比正男* 北靖洋* 牛島和彦**
Masao Hibi Yasuhiro Kita Kazuhiko Ushijima

要 旨

テレビ電話は、将来の画像通信の一環としてきわめて有望な通信方式の一つである。単に顔を見る電話にとどまらず、事務用、家庭用としての広い応用面が期待される。日立製作所ではかねてからテレビ電話の研究を続けてきたが、今回本格的な性能をもつテレビ電話機を開発した。これはテレビ電話で特に問題になる被写体の照明条件に対する自動機能がすぐれていて、100～20,000 ルックスの照度において、たとえ逆光になっても忠実な画面が得られるもので、さらに簡単な操作で机上の書画を写すことも可能である。

1. 緒 言

放送が音響伝送を主体としていたラジオ時代をすぎ、画像伝送を主体とするテレビジョン放送に移行してきたように、一般の公衆通信も将来画像を伝送するようになることはだれもが予想していることであろう。これは、視覚が人間の感覚のうち最も情報量の多い感覚であるため、通信の本来の目的からみても画像を伝送するのがなにより有効な手段といえるからである。画像通信の主力とも予想されるテレビ電話が今日まで普及しなかったのは、これまで電話が音声のみでじゅうぶんだったのではなく、テレビジョン信号があまりにも広帯域を必要とするので、伝送路がコスト的に実現しがたかったためであろう。

しかし、最近における技術の進歩は、帯域幅あたりのコストをしだいに低下させ、安価なテレビジョン多重伝送路の可能性と見通しを得られるようになった⁽¹⁾。さらに、端末装置周辺の市内における伝送路としては、通常の市内ペアケーブルか、あるいはこれに若干の対策を施したケーブルを用い、音声1回線、映像の送受信にそれぞれ1回線ずつ計6本の心線を使用することにより、1MHz程度のテレビジョン信号はじゅうぶん伝送しうることが明らかとなった⁽²⁾⁽³⁾。

テレビ電話が普及するためには、電話の場合と同じくこれを操作し使用する人に特別な知識を必要としないように端末装置を設計しなければならない。さらに、その使用される場所も、事務所、工場、家庭、商店などが考えられ、使用目的から被写体の大きさ、距離、明かるさなどが千差万別で、これらについて忠実な画像を送るためには、かなり高度な自動機能をもたなくてはならない。また、当然普及の前提として、これらの機能をもちながら低価格、小形化が必要である。したがってテレビ電話の開発には、単なるITVのカメラとモニタの組合せとは違った多くの技術的な検討が加えられなければならないと思われる。

2. テレビ電話の方式

テレビ電話は相手の顔を見るという対面通話が基本機能であるが、これだけでは初期の珍しさの段階を越えての普及、発展は困難であろう。対面通話のみではなく、いわゆるビジネス用として、図面、書類、商品などを簡単な操作で写し出せる書画送り機能がまず第一に必要である。また、データ端末装置たとえばCRTディスプレイや計算機との結合、会議電話、遠方監視などの機能がおもなサービス形態としてあげられる。さらに、家庭用の場合は、娯楽や案内サービスなどの要素も要望されよう。

表1 有効走査線数、視距離と
ブラウン管最大縦寸法 (単位 cm)

視距離 有効走査線数	75	100	125
170 本	7.4	9.8	12.4
250 本	10.9	14.5	18.2
300 本	13.0	17.4	21.8
500 本	21.7	29.0	36.3

これらテレビ電話の実用的諸機能を満たすためには、今後実用試験を含めて多くの方式検討が行なわれるであろうが、以下、基本的機能に関する方式および問題点について検討してみる。

2.1 画像基準と帯域幅⁽⁴⁾

テレビ電話の標準使用状態は、机上設置で、通常の事務機の場合、人物と受像機との距離は75～125 cmの範囲と考えてよいであろう。ブラウン管サイズは9形以下でないと机上がせまく感じられるが、実用上下限があり、5～9形の範囲で選択するのが妥当であろう。また、画面の走査構造が目立つと不快感を与えるので、画面サイズに応じて走査線数を選ぶ必要がある。

線構造が目立たないための走査線間隔は、視力1.0の人を標準と考えれば視角にして約1分と推定されるが、かりに2分まで許容できるとすると、走査線数、視距離と、画面縦寸法の関係は表1に示すとおりである。

次に、画質特に解像力を第一に左右するのは映像信号の帯域幅である。走査線数、アスペクト比と、映像最高周波数との関係は一般に次式で表わされる。

$$F_{\max} = \frac{1}{2} k n^2 f_v \frac{W}{H} \frac{1-\beta}{1-\alpha}$$

ここに、 $F_{\max}$: 映像最高周波数 k : Kell 係 数
 n : 走 査 線 数 f_v : 垂直走査周波数
 W : 水平走査幅 H : 垂直走査幅
 α, β : 垂直および水平帰線期間

ここで、標準テレビジョンにならって、 $k=0.7$, $f_v=30$ Hz, $\alpha=0.17$, $\beta=0.07$ として、2:1の完全インターレースを行なうために必要な代表的な走査線数と最高周波数を計算すると表2のようになる。

以上の検討から、一例として使用者が画面にやや接近した姿勢を考え、視距離として75 cmをとると、有効走査線数250本、アスペクト比4:3の横長画面では、ブラウン管は7形がよいこととなる。また、この場合の映像最高周波数は、表2より1.0～1.2 MHzとなる。

2.2 使用条件の考慮

テレビ電話機を机上に設置したとき、対話中の人像を適確に写角に収めるよう構造寸法を考えてみる。図1は標準の家具を使用した

* 日立製作所中央研究所

** 日立製作所戸塚工場

表2 走査線数と所要映像最高周波数
(毎秒像数30枚)

走査線数	通降倍率	映像帯域幅 (kHz)		
		$\frac{W}{H} = \frac{3}{4}$	$\frac{W}{H} = \frac{1}{1}$	$\frac{W}{H} = \frac{4}{3}$
175	7×5×5	270	360	480
189	9×7×3	320	420	560
225	9×5×5	450	600	800
245	7×7×5	530	710	940
275	11×5×5	670	890	1,190
315	9×7×5	880	1,170	1,560
363	11×11×3	1,170	1,550	2,070
405	9×9×5	1,450	1,940	2,580
441	9×7×7	1,720	2,300	3,060
495	11×9×5	2,170	2,890	3,850
525	7×5×5×3	2,440	3,250	4,330

表3 レンズの焦点距離と撮像範囲
(ビジコンの走査面積を 12.7×9.6 mm として)

レンズ焦点距離 (mm)	物点距離 (cm)	撮像範囲 (cm×cm)	対角線写角	被写体深度 (F1.9, 散乱円径 0.1 mm) (cm)
32	125	48.5×36.5	27°60'	153~102
	100	38.5×29.0	27°	122~85
	75	28.5×21.5	26°40'	86~66
25	125	62.5×47.0	34°40'	201~91
	100	49.5×37.0	34°20'	142~77
	75	37.0×28.0	34°	96~61
15	125	104.5×78.5	55°10'	∞~62
	100	83.5×62.5	55°	665~55
	75	62.5×47.5	54°50'	202~45
13	125	121.0×90.5	62°20'	∞~53
	100	96.5×72.5	62°10'	∞~48
	75	72.0×54.0	62°	48~40

場合、机上設置テレビ電話による通話状態の一例である。日本人の座高は男子平均が約90cm、女子平均が約83cmであるが⁽⁵⁾、通話状態では座高の測定状態より7~10cm低くなることを考慮してカメラの光軸を決めなければならない。

表3はレンズの焦点距離と撮像範囲の関係を示すもので、撮像距離が75~125cmの場合には、1インチビジコンを用いると、20~25cmの焦点距離をもつレンズが対話用として適当な写角を持つと考えられる。しかし、これはちょうど適切な位置に人物がすわっている場合であって、座高による差や対話中の人物の動きを考えると、より広角なレンズが望ましい。一方、あまり広角のレンズを使用すると、人物像が小さくなり、顔の部分に対する解像度が低下するから、理想的には、ズーミングや上下左右の追従を行なう必要が生ずる。なお、通話する直前か、または通話中に自分の撮像状態を確認するため、受像機へ自像を写し出してみるモニタ機構や凸面鏡などを映像部に設けておかなければならない。

次に、テレビ電話の使用条件に関しては、照明の問題が重要である。テレビ電話は、比較的暗い室内から、明るい窓ぎわでの使用を含めると、余裕をみて100~20,000ルクスの照度における適応性をもつ必要がある。さらに、逆光などのきびしい照明条件のもとでも良好な人物像を送受像できるような対策が望ましい。このためには、あとで述べるような特殊な自動制御機能が必要となろう。

2.3 中継方式

テレビ電話方式は、端末機周辺の伝送路として安価なペアケーブルの使用が考えられている。したがって、ペアケーブルの高周波特性の調査と漏話、誘導対策および、これに適合した中継器の開発が重要な課題の一つである。

図2はペアケーブルの損失周波数特性の一例を示したものである。これは実際にケーブルを使用するときに準じて110Ω系動作減衰量で損失を測定したものである。高周波においてはいわゆる $\sqrt{f}$

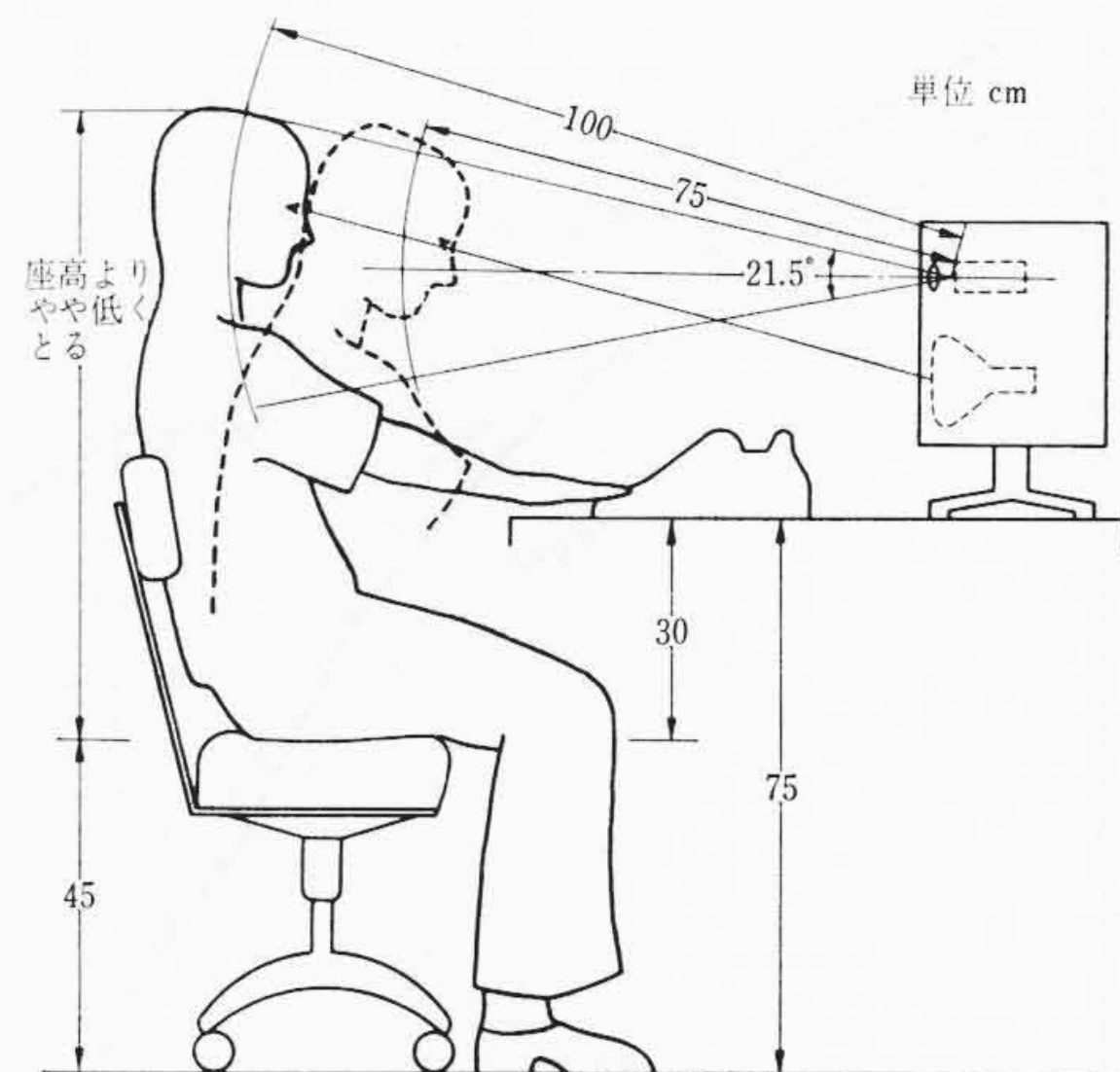


図1 テレビ電話による通話状態図

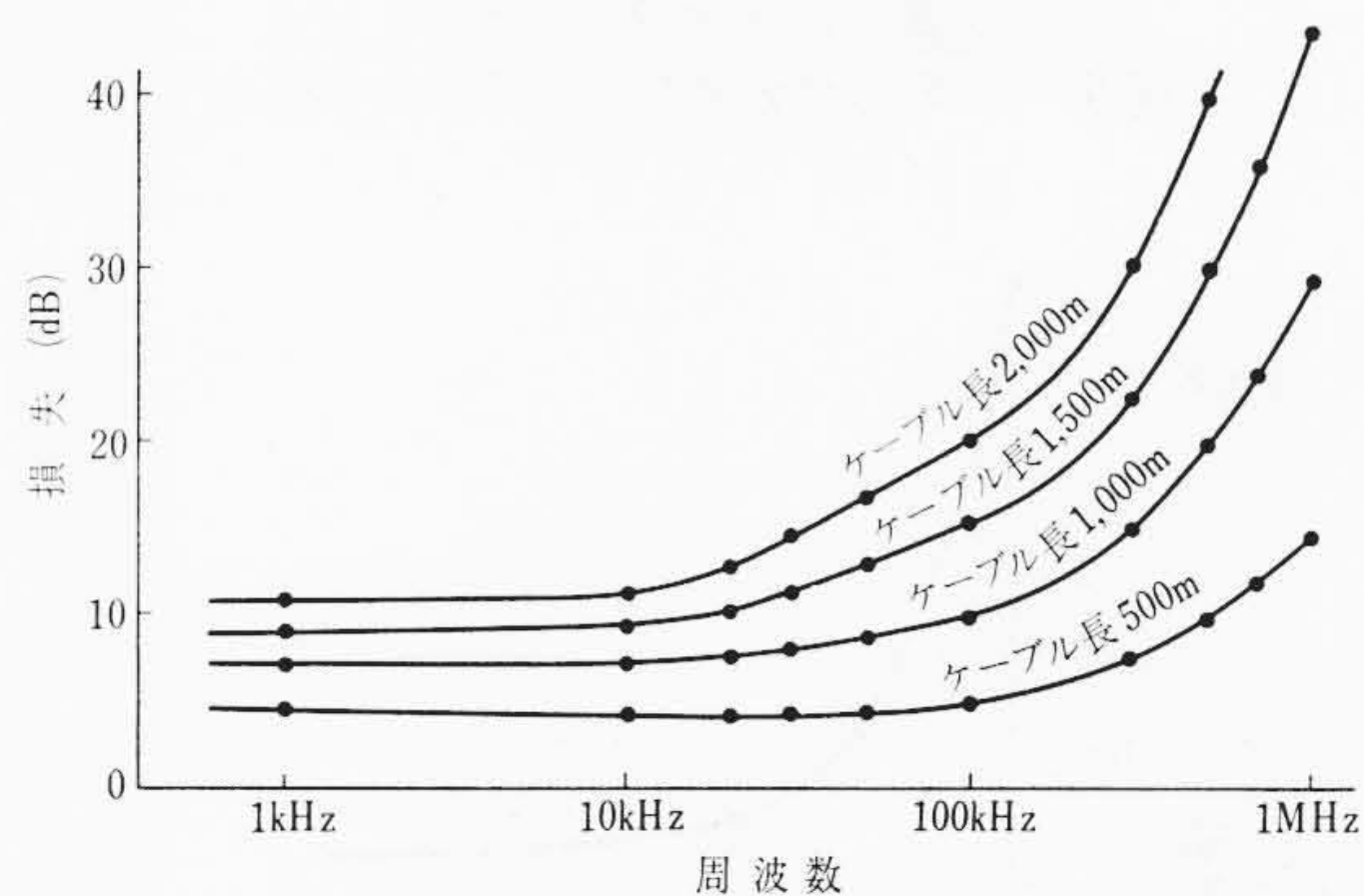


図2 0.4 mm 市内紙ケーブル動作減衰量特性 (110Ω系)

特性を示し、かつ距離に比例して損失が増加するが、低周波領域ではほぼへいたんな周波数特性を示し、距離に比例しない要素がある。これは、ケーブルの低周波における映像インピーダンスが測定系のインピーダンス、すなわち110Ω純抵抗と整合がとれないための反射の影響であって、ケーブル等化の際このことを計算に入れて中継器の設計を行なう必要がある。

ペアケーブルでテレビジョン信号を双方向伝送する場合、大きな問題の一つに近端漏話がある。一条の多対ケーブルに多くのテレビジョン信号が収容されると、回線相互間に漏話が生ずるのはやむを得ないことであって、テレビ電話の場合、實際上この漏話特性が伝送距離を制限することになる。

ケーブルの近端漏話減衰量を実測すると、図3に示すようにほぼオクターブ4.5dBの周波数傾斜特性を示す。しかし、このような特性のケーブルでテレビ電話の伝送を行なう場合、受信端におけるテレビジョン信号は前述した損失特性により減衰をうけるため、同図実効近端漏話特性に示すように高周波においてさらに劣化し、その周波数傾斜は急しゅんとなる。このため、最高周波数付近の実効近端漏話減衰量はきわめて劣化した値となる。幸いに文献⁽⁶⁾によれば、ビデオの漏話許容値はその結合回路の周波数傾斜に左右され、図4に示すように周波数傾斜が急しゅんになるほど許容値は小さくてよいことが報告されている。したがってペアケーブルでテレビジョン信号を伝送する場合の実効近端漏話に対する許容値は比較的ゆるい値となり、1MHz程度であれば通常の市内ケーブルを用いることが可能であろう。

なお伝送距離が長く、かつ広帯域を伝送したいときは、送、受信をわけて2条のケーブルを用いればよいが、1条ケーブルでも中継スパンを短くし、中間中継器をそう入すれば実現可能である。ただしこのときには、中継器とケーブルを接続するトランスの一次、二次巻線間結合容量を小さくし、縦電流減衰量をじゅうぶん大きくしておかなければならない。

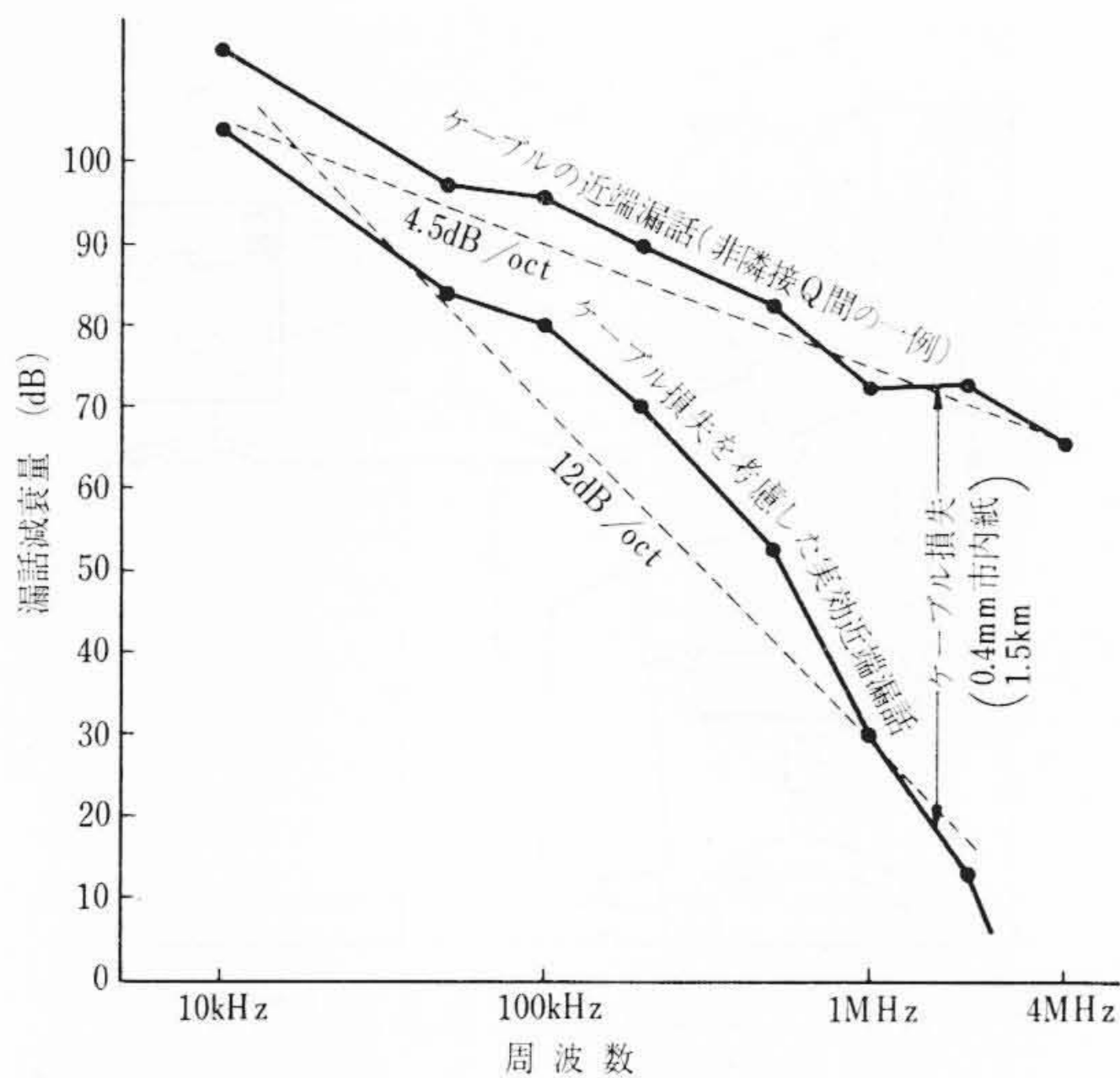


図3 実効近端漏話の周波数傾斜特性例

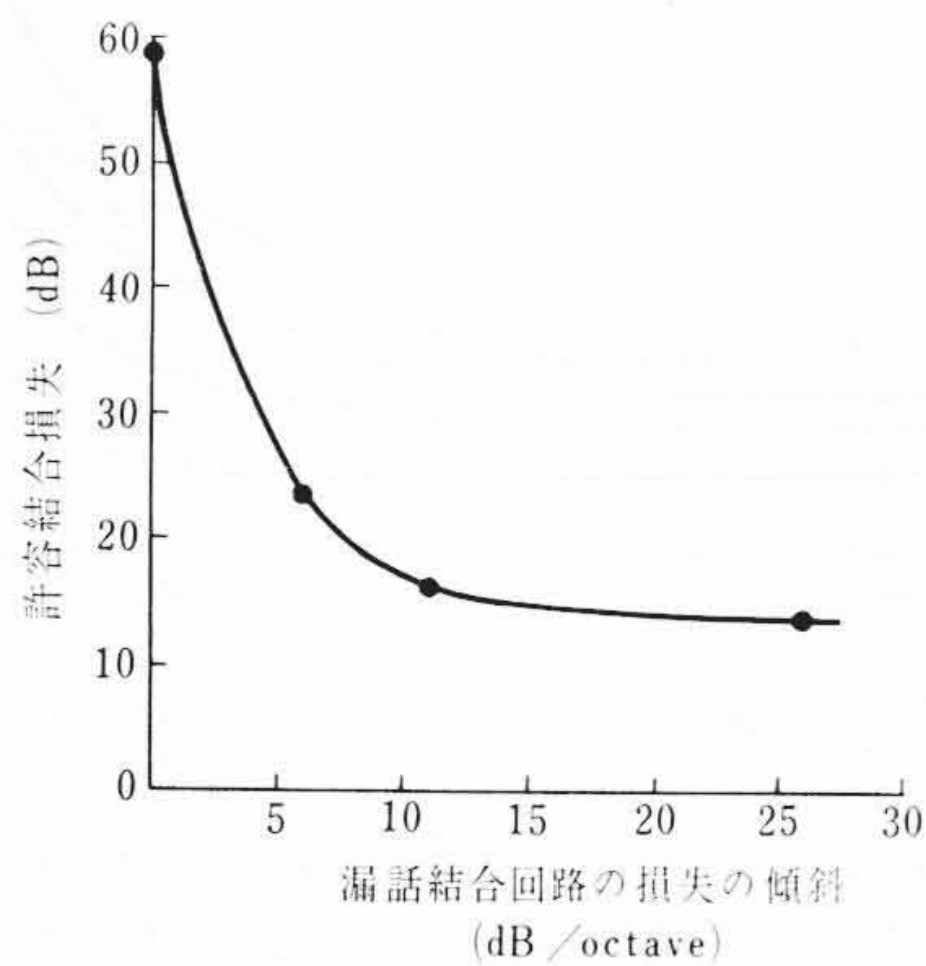


図4 ビデオ漏話の結合特性と許容値

表4 日立テレビ電話機仕様

形 名		1 MHz 形	4 MHz 形
映像部方式	走査線数(本)	275	525
	毎秒像数(枚)	30	30
	インターレース	2:1 ロックド インターレース	2:1 ロックド インターレース
	アスペクト比	4:3	4:3
	映像最高周波数	1 MHz	4 MHz
	映像入出力レベル	1 Vpp/75Ω	1 Vpp/75Ω
	映像入出力線路インピーダンス	110 Ω	75Ω または 110Ω
映像部諸元	使用ビジコン	1 インチ	1 インチ
	使用ブラウン管	7 インチ	7 インチ
	受像画面寸法(cm)	14(横)×10.5(縦)	14(横)×10.5(縦)
	使用レンズ焦点距離(mm)	標準 25	標準 25
	標準視聴距離(cm)	90	90
	被写体照度範囲(ルクス)	100~20,000	100~20,000
	自動光量制御	機械絞り	機械絞り
電話機	書画送り機構	自蔵ミラー	自蔵ミラー
	通話路	2 線	2 線
	ハンズフリー通話	可 能	可 能
	ダイヤル	タッチトーン または回転ダイヤル	タッチトーン または回転ダイヤル
所要電源		AC 100V±10%	AC 100V±10%

3. テレビ電話機の開発

3.1 概要

テレビ電話機は方式ならびに伝送線路に関する前記の考察から、



図5 VP-7B 形テレビ電話機

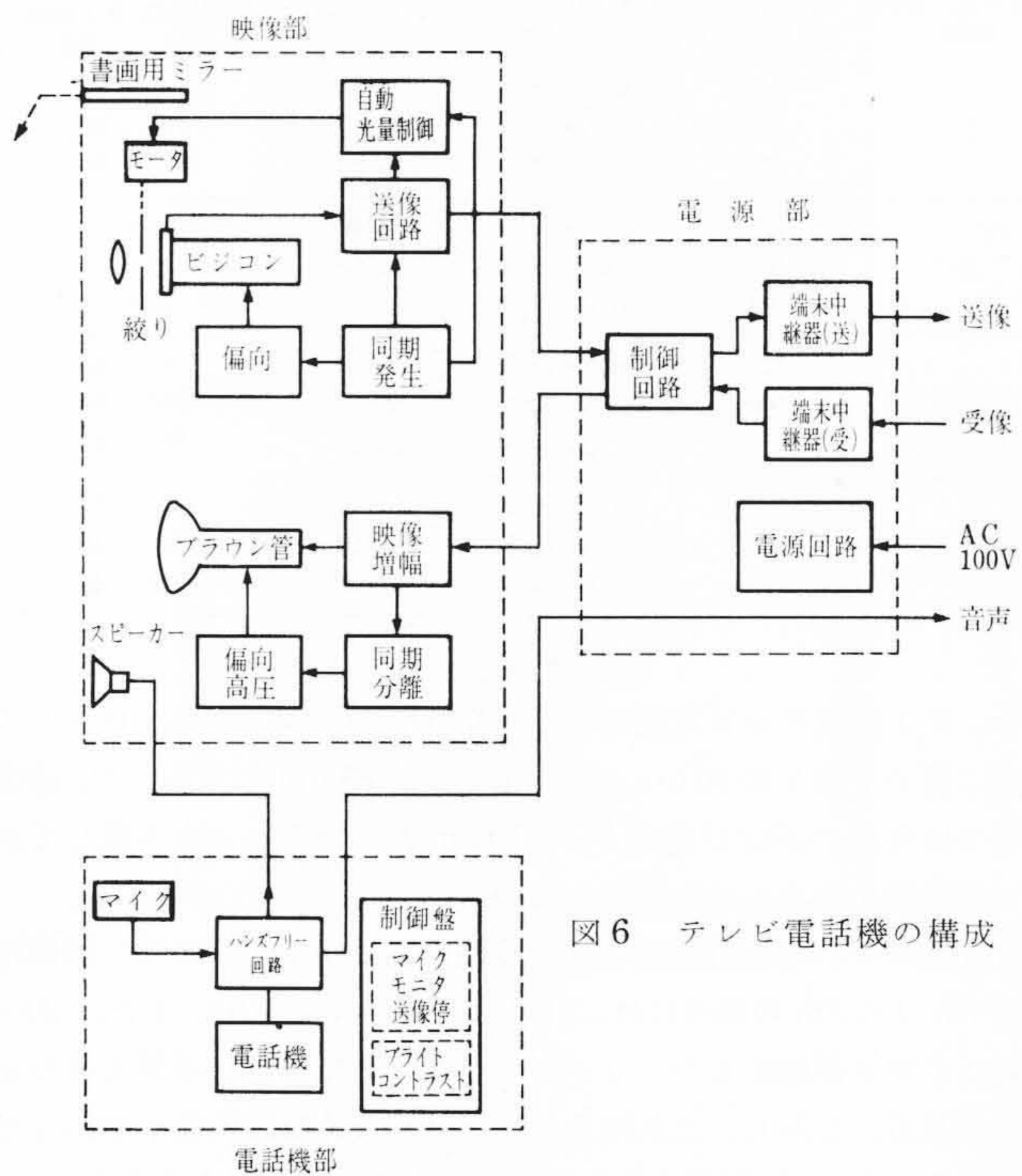


図6 テレビ電話機の構成

映像周波数帯域として1 MHz 程度のものが、最も標準的な形式であると考えられる。このテレビ電話機の具体的開発に当たっては通話者間の快適な対面通話が可能であることのほか、簡単有効な書画送り機能をもあわせもつことが要望され、端末機の構造、機能には多くの考慮を払う必要がある。また、照明などの使用条件の変動に対しても、常に最良の映像画質を保持するような設計が望まれる。これらの諸要求を考慮して新たに開発したテレビ電話機の定格仕様の一例を示すと表4のようになる。表4には構内用として特に高画質を目標に開発した同構造の4 MHz 帯域のものも併記されている。

図5は開発されたテレビ電話機の机上端末部を示したものである。

3.2 構成と特長

開発されたテレビ電話機は、操作の便を考え、映像部、電話機部および電源部の3部で構成されている。図5の右側映像部はビジコンカメラとブラウン管モニタを含み、書画送り用の引出式反射鏡が上部に内蔵されている。左側はハンドセットとハンズフリー通話が可能な電話機部で、映像部の各種切換えや映像調整も手元のここで行なえるようになっている。なお電源部には伝送路との結合を行なう中継器が電源類とともに収容されている。図6は上記各部の回路

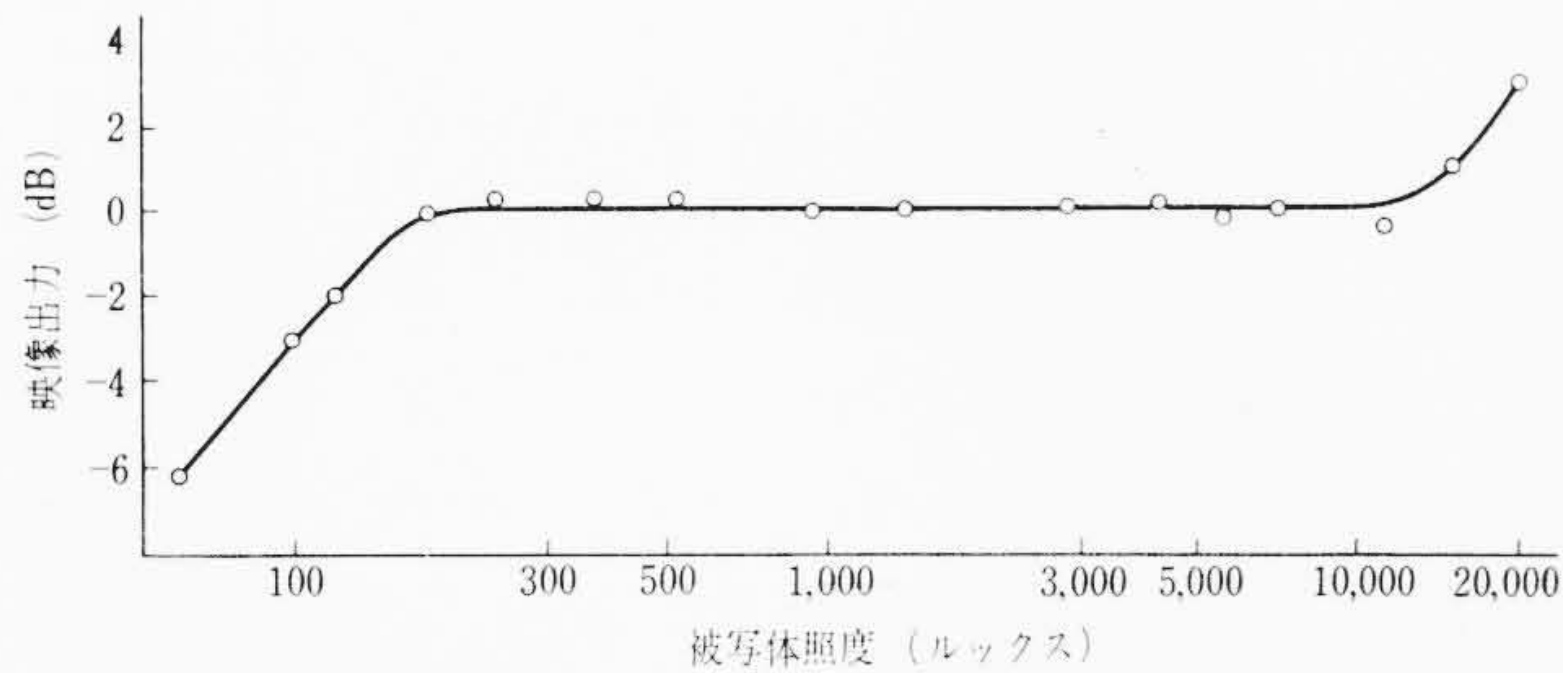


図7 自動光量制御特性



(a) 一般の方式



(b) 中央測光式

図8 中央測光式自動光量制御の効果

機器構成図である。

このテレビ電話機のおもな特長は下記のとおりである。

- (1) 広範囲な照明変化に應ずる中央測光方式による自動光量制御機構(新規開発)を備えている。
- (2) 書画送りを容易にするため、引出式反射鏡などの付加機構を設けている。

3.3 中央測光方式による自動光量制御

ビジコンカメラの自動感度制御には従来から種々の方法が用いられているが、このテレビ電話機には、特に新しく開発した中央測光方式による自動光量制御機構を採用している。この方法は、画面の中央部すなわち人物像の場合ほぼ顔の部分に相当する撮像出力で光量を制御するもので、ビジコンのレンズ系にはモータで制御される機械的絞り機構が設けられており、モータの回転により絞りがF1.4～F22の範囲にわたって変えられるようになっている。ビジコンの出力はビデオ増幅器により所定のレベルまで増幅され、クランプされたのち、ゲート回路により画面中央部の $1/3 \times 1/3$ に相当する信号のみが抜き取られる。この信号の平均値が一定の値となるように回路を動作させることにより、画面の中央部以外にいくら強い光がはいっても、これによっては自動光量制御は動作せず、常に顔の部分は一定の明るさを保つことができる。

図7はこの自動光量制御の特性を示すもので、100～20,000ルクスの照度範囲で良好な動作が得られることがわかる。

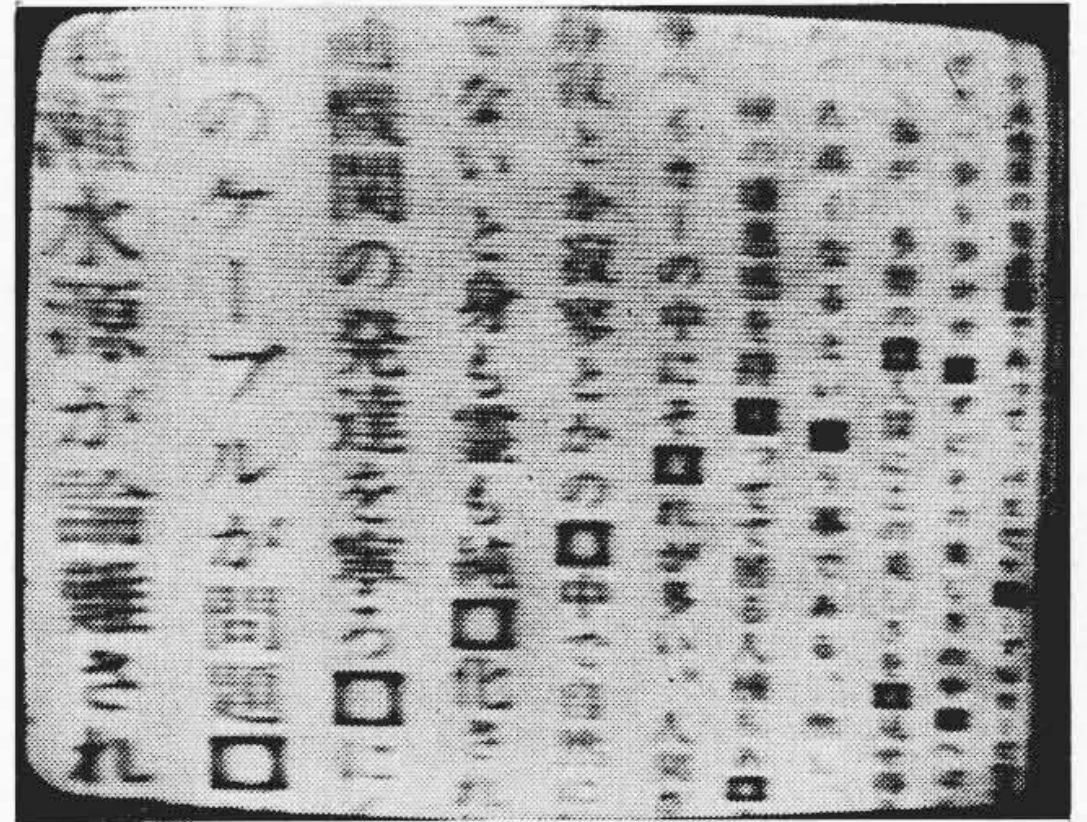


図9 書画送り画像例

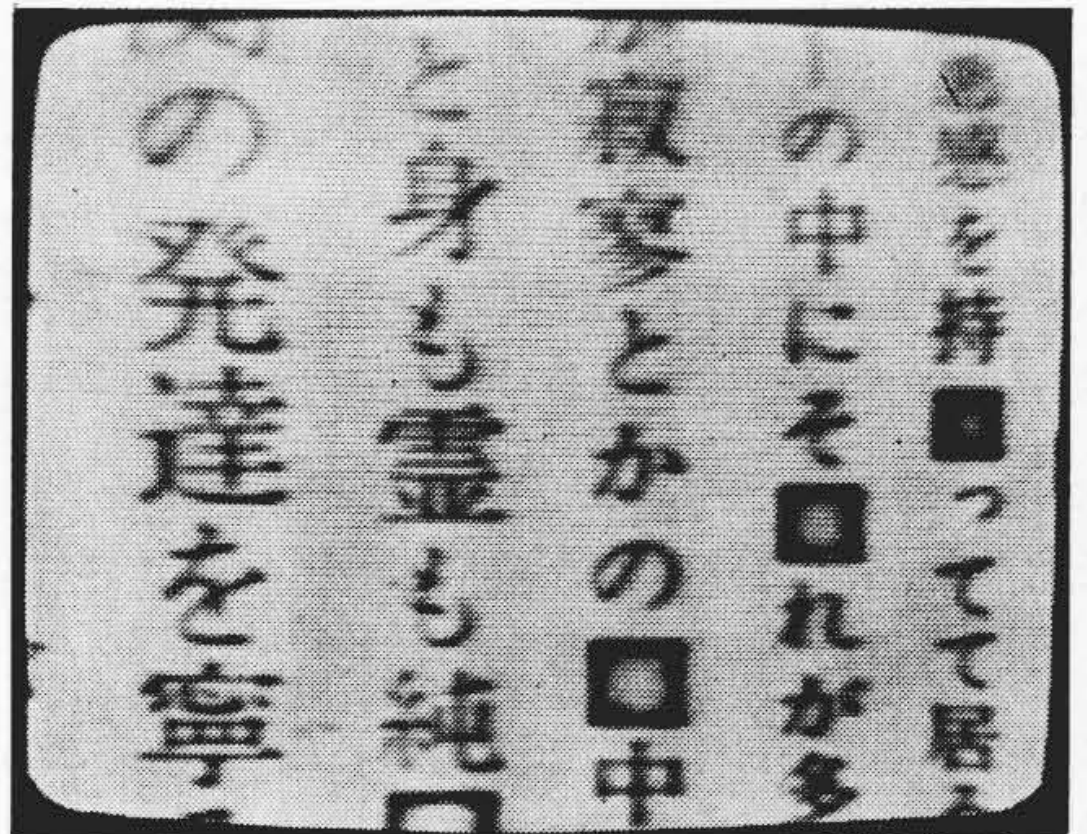


図10 電子ズームによる拡大(2倍)

図8は、この制御機能の効果を示す一例で、窓を背にしたときのように人物の背景が明るい場合の映像例である。同図(a)は普通の自動光量制御方式、同図(b)は中央測光方式を用いた本方式の場合のモニタ像であり、その効果が明白に示されている。

3.4 書画送り機能

テレビ電話の書画送りの場合、周波数帯域の制限による解像力不足が大きな問題となり、部分視野の拡大すなわちズーム機能の付与が期待されている。開発されたテレビ電話機では現在試験的ではあるが電子ズーム機能を導入した。電子ズームの問題点はビジコンの焼付と感度低下であるが、ある特定のビジコン使用条件の設定により、実用上ほとんど支障なく動作させることが可能であることを見いだした。

図10は図9の標準書画を2倍ズームしたときの例である。

4. 結 言

将来の画像通信方式の主力機種ともなるべきテレビ電話について、方式と開発機の概要およびその特性について述べた。テレビ電話はこれまでややもすると電話にただ顔がうつるだけと考えがちであったが、検討を行なってみると今後通信の本命をつぐべき要素が多分に含まれていることが明らかとなった。テレビ電話の普及、発展は疑うべくもないが、実用化にいたるまでにはまだ数多くの検討が続けられるであろう。

終わりに臨み、終始ご指導を賜わった日本電信電話公社電気通信研究所三浦宅内技術研究室長はじめ、関係のかたがたに深く感謝の意を表する次第である。

参 考 文 献

- (1) 熊谷, 水口, 南, 中村: 信学誌 50, 119 (昭42-6)
- (2) A. D. Hall: BLR 114 (April, 1964)
- (3) G. J. Lunn, H. Mumford: A. T. E. Journal. Vol. 21, 54 (1965)
- (4) 日比: テレビジョン学会産応委資料 (昭43-3)
- (5) 坪内: 人間工学 111 (昭-36 日刊工業)
- (6) 石橋, 白鳥: NHK 技研 1, 29 (昭31-12)