

通信、電子機器の分野では、特に技術革新の進展が著しく、昭和46年度も数多くの新製品開発が活発に行なわれた。通信機器の分野では日本電信電話公社を中心とする共同研究によって夢の交換機といわれる大局用DEX-21および中小局用DEX-A1電子交換機を完成したことが特筆される。また情報化時代の電話としてサービス機能の豊富な押しボタンダイヤル電話機の量産化に成功したほか、保全運用面の効率向上のため、自動通知案内システムなどの電話交換機用省力化機器を開発し、納入を開始した。

電子機器の分野では、前記押しボタンダイヤル電話機をデータ端末として用いる場合などに有用な多重化に適した音声合成方式、および宇宙開発の一翼を担うレーザによる月面測距装置などは、新技術を結実させた開発製品の例であろう。またシミュレーションに威力を発揮する高精度、高速度大形汎用アナログ計算機ALS-1500K、従来煩(はん)雑かつ長時間を要した準備作業を容易にしたハイブリッド計算機の自動プログラミングソフトウェアなどは、画期的な新製品として好評を博している。家庭用テレビのカラー化が普及した今日、ITVのカラー化、カラーテレビ電話機などの需要に応じて小形かつ低廉な高解像度単管カラーカメラを開発し、さらに新分野での応用が期待される。またレーダ、通信装置用として半導体超高周波素子の開発が目覚ましく、新方式によって高出力、高安定を実現したガン発振器の開発は広汎な応用分野で注目されている。

電子計算機関係では、通産省大型プロジェクトの一環である超高性能電子計算機システムが試作を終え、その技術成果を生かし、HITAC8000シリーズの上位システムとしてHITAC8700を開発した。また日本電信電話公社とメーカー3社の共同研究の成果であるDIPS-1Lシステムを日本電信電話公社へ納入した。周辺装置では、鉛筆、サインペンによる手書きマークの読み取りも可能なマークせん孔カード読取機H-9212を戦列に加え、また従来の集団ディスク駆動装置H-8577の改良形H-8578を登場させた。そのほか大容量磁気ドラム記憶装置H-8567-1および-2は、昭和45年の1号機納入以来各地で順調に稼動を開始していることが報告されている。ソフトウェアでは、電子回路解析用プログラム(ECAP)が開発商品化された。またプリント基板の配置配線プログラム、混成IC増幅回路設計の完全自動演算プログラム(COMET-II)が研究開発された。そのほか構造解析分野で開発された有限要素法を、中性子輸送問題にあらわれるボルツマン方程式の解法に適用した拡散輸送方程式数値解析プログラムがある。小形電算機では、HITAC80/10がHITAC10の設計技術を基礎に登場し、事務用計算機に厚みを加えた。一方、卓上電子計算機関係ではプログラミング可能なHITACminiを発表した。また従来のエルカ・シリーズには、世界で初めてROM(Read Only Memory)方式を導入し、LSI化されたエルカ46A、46R、46Pを登場させた。

通信機器

DEX-21電子交換機

DEX-21電子交換機は蓄積プログラム方式による大都市市内用(LS)、市外用(TS)および局設置事業所集団電話用交換機

(CES)を対象として設計されたものである。規模としては加入者平均呼び率0.1アーランで、最大4万端子の容量をもっている。

DEX-21は前身であるDEX-2の基本構成を変更することなく商用に適するよう、経済性、製造性および保守性の向上に改良の主眼がおかれている。主要な構成装置は表1に示すとおりであり、局に設置された状況は図1に示される。

日立製作所は日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所を中心とした電子交換機共同研究体制に頭初から参加してきているが、

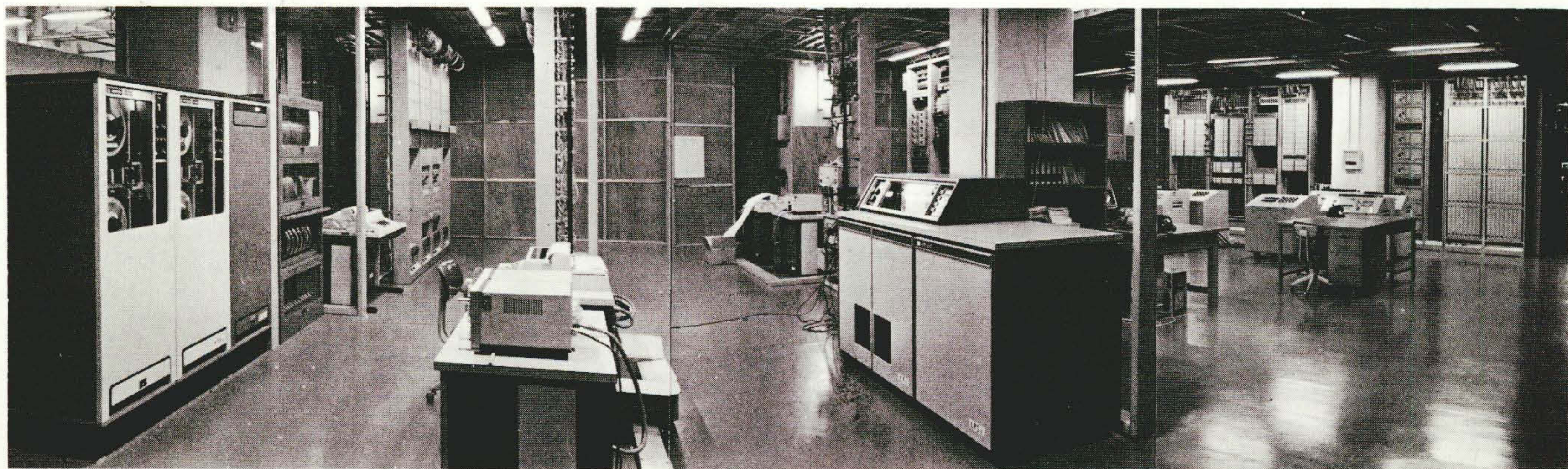


図1 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所内に設置された状況

表1 主要構成装置

装 置 名 称	装 置 名 称
ラインリンクネットワーク	試験操作装置（コンソール）
トランクリンクネットワーク	固定記憶装置
トランク	一時記憶装置
ハイブリッドコイル	メモリアドレスバス
加入者線走査装置	メモリアンサバス
トランク走査装置	データ中継装置
情報受信分配装置	チャネル多重装置
保守信号分配装置	マルチプレックスサブチャネル装置
保守走査装置	磁気ドラム制御装置
通話路駆動レジスタ	磁気ドラムユニット
走査駆動装置	タイプライタ紙テープ制御装置
継電器駆動レジスタ	紙テープリーダ
遠隔制御サブチャネル装置	タイプライタ
信号分配装置	共通線信号制御装置
ラインリンク通話路駆動装置	共通線信号保守信号分配装置
トランクリンク通話路駆動装置	共通線信号端末装置
継電器駆動装置	共通線信号変復調装置
通話路系アドレスバス	（一般）入出力機器
通話路系アンサバス	遠隔局データ送受ユニット
中央制御装置	

DEX-21においても研究，設計および各種装置の分担製作の役割を果たしている。日本電信電話公社霞ヶ関局に設置されたDEX-21は現在プログラムデバックが行なわれており，昭和46年12月10日にサービスを開始した。

DEX-21は，日本電信電話公社として正式に採用がきまりD10形交換機と呼称されることになった。これからはD10形が本格的に導入され，わが国の新電話および通信サービスの経済的実現に貢献することが期待される。

DEX-A1 電子交換機

電子交換機のもつすぐれた特徴を中小局へも適用するために，日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所を中心として，日立製作所，日本電気株式会社，沖電気工業株式会社，富士通株式会社の五社共同研究により，昭和44年から中小局用電子交換機DEX-A1の開発が行なわれ，46年3月ハードウェアの納入を完了し現在ソフトウェアのオンラインデバックが順調に進行しつつある。

本方式は最大約10,000端子，約500アールンを設計目標とするもので，最大の特徴は磁気ドラムにプログラム，データの大部分を格納し，実行時にこれを中央制御装置がコアメモリ上に必要部分のみ取り出して処理する方式を採用することにより，高価なコアメモリの必要量を大幅に減少し経済性を実現した点にある。

日立製作所は通話路制御装置架，トランク架，架内電源のほか心臓部の磁気ドラム装置を担当し納入した。このドラムはさきに開発されたDEX-21用の3,500万ビット浮動ヘッド方式のものを，直径を変えずに，高さのみ減じて小形化し256トラック1,000万ビットとしたもので，直径 400 mm，高さ 310 mm，日立製作所小田原工場製である（図2）。

DEX-A1は国内中小局用および輸出向として今後の需要が大いに期待される。

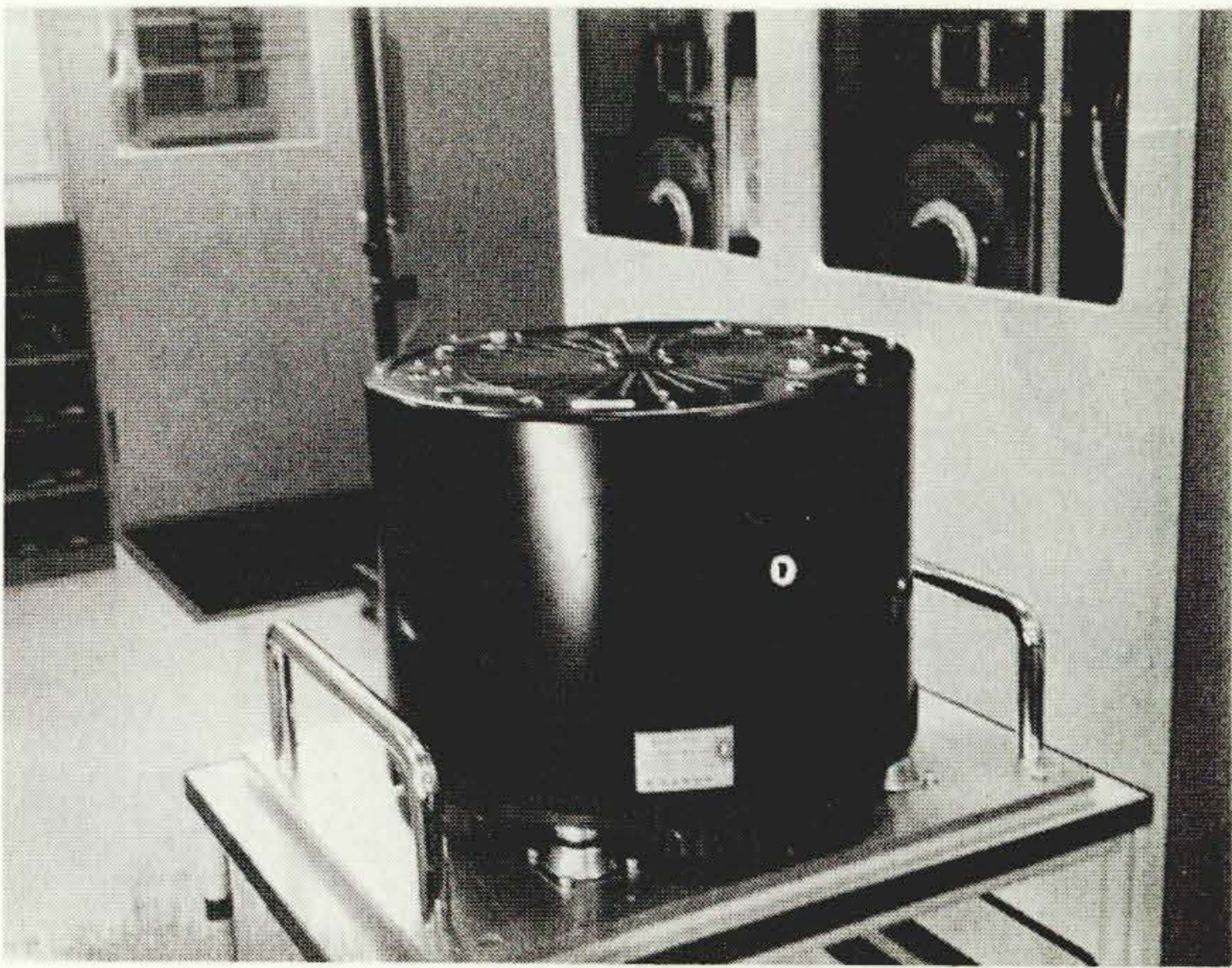


図2 DEX-A1用磁気ドラム装置

押しボタンダイヤル電話機

押しボタンダイヤル電話機は短縮ダイヤル，着信転送などの新電話サービスのほか，加入データ通信の中でもポピュラー化をめざす電話計算サービスの端末機にもなり，情報化時代の電話機として普及が期待されている。この電話機の大きな特徴はダイヤル機構が直流断続の回転ダイヤル式から音声帯域の二つの選択信号を発振送出するボタン式に変わっていることで（表2），単なる操作性，スピードの改良にとどまらず新しく追加されている二つのボタン（※と#）と数字ボタンとの組合せを変えて多彩なサービスが可能となっている。短縮ダイヤルほかの交換接続をより便利にする新電話サービスのほか，交換接続が完了したのちに押しボタンを押して相手加入者に情報を送ることができるので，電話を通話以外の目的にまで拡張して，音声通信と符号通信を融合した通信システムの端末機としても使用される。外観（図3）はワームグレーのツートンカラー，ベルは音量調節可能，通話性能は600形電話機と同一である。量産体制を整え，昭和46年秋より日本電信電話公社に納入を開始した。

表2 押しボタンダイヤル信号の構成と特性
(a) 信号機構

高群 (f _H) 低群 (f _L)	1,209Hz	1,336Hz	1,477Hz
6 9 7 Hz	1	2	3
7 7 0 Hz	4	5	6
8 5 2 Hz	7	8	9
9 4 1 Hz	※	0	#

注1 図ボタンを押すと852Hzと1,336Hzの2周波が同時に発振する。

(b) 信号特性

特 性	規 格	条 件
(1)発振周波数偏差	852Hzと1,336Hzに 対し +0.4 -0.5 %	直流48Vを通話電流供給回路を通して供給し600Ω終端。 線路損失0dB，3dBバンドを入れ図ボタンを押して測定。
(2)発 振 レ ベ ル	f _L -9.5±2.0dBm f _H -8.5±2.0dBm	
(3)信号歪減衰量	23dB以上	



図 3 押しボタンダイヤル電話機

電話交換機用省力化機器

最近経済の高度成長とともに電話の需要は驚異的に増大し、電話架設数も毎年上昇の一途をたどっている。それに伴い日本電信電話公社においても保全、運用、建設各方面における能率の向上を図るため省力化機器の開発を進めている。

(1) 自動通知案内システム (AIS)

従来、加入者の異動、収容替えによる改番、一時撤去などの場合の誤呼の案内、いわゆる通知案内業務は通知案内台により行なわれていたが、これを全自動化するシステムを完成した。

本システムは、各交換局には通知案内に必要な情報の送出を行なう被集局装置を、中央局には通知案内文の編集を行なう中央局装置を設置し、各被集局との間を中継線あるいは市外線で接続している。中央局装置においては、新旧加入者番号の翻訳のため、短縮ダイヤルサービス用として開発された、集中化記憶装置(大容量磁気ドラム)を使用している。

(2) 自動集中試験装置 (ACTF)

電話回線の品質の維持向上を図るには、回線試験により常に回線が良好な状態にあることを確認しておく必要がある。この回線試験は従来手動により行なわれてきたが、最近の自即通話の拡大に伴う回線増に対処するため、自動試験機を開発したものである。

本装置は、あらかじめ紙テープにせん孔された試験命令、試験情報を読み込み、マーカに被試験装置との接続を行なわせたのち、試験を行ない結果をプリントアウトする自動試験機である。

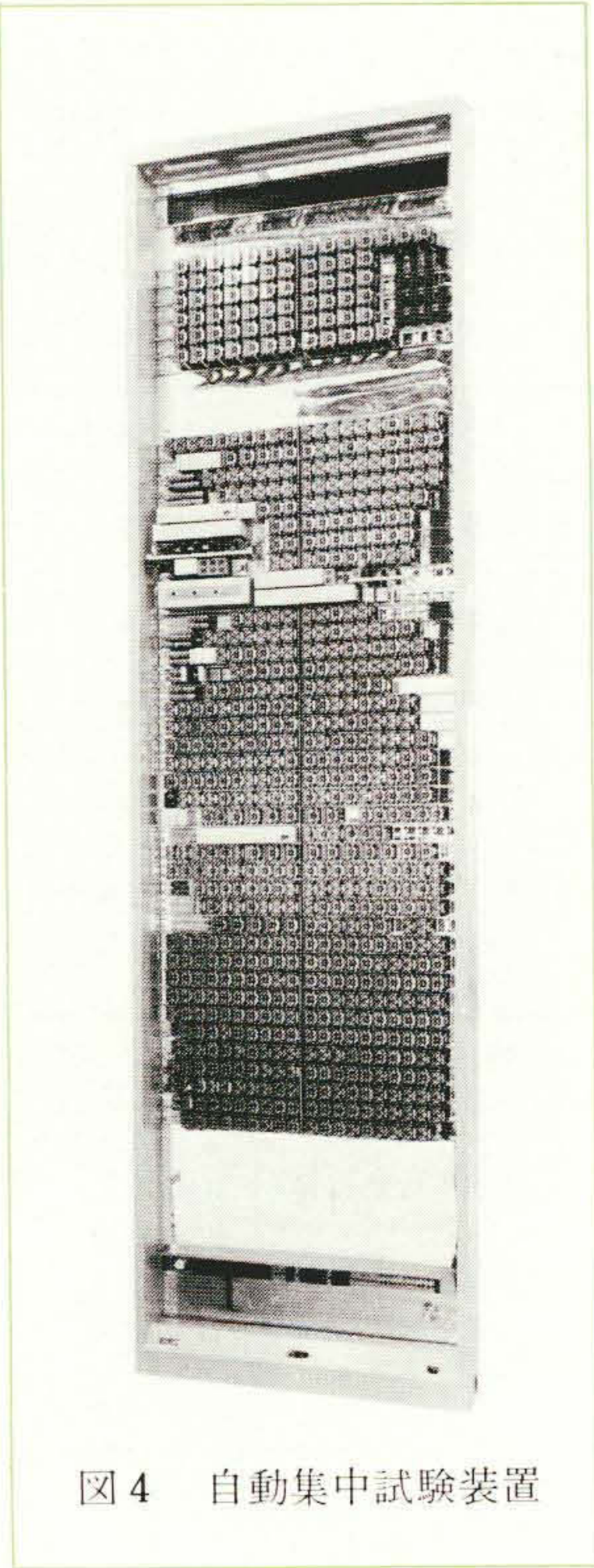


図 4 自動集中試験装置

本装置の試験機能は表 3 に示すとおりである。

これらの装置は、今後全国に導入され、保全、運用面におけるサービス向上、建設工事の省力化にその効果が期待されている。

表 3 自動集中試験装置試験機能一覧

項	試 験 項 目	試 験 内 容
1	レジスタセンタ機能試験	入レジスタ監視信号試験
		入レジスタ選択信号蓄積転送試験
		入レジスタリンク接続試験
		出センタ監視信号試験
		出センタ選択信号蓄積送出試験
2	加入者回線試験	加入者回線直流試験 (絶縁試験)
		加入者回線交流試験 (容量試験)
		加入者回線混線試験
3	出トランク機能試験	出トランク接続試験
		出トランク課金試験
		出トランクメータパルス中継機能試験
		自即公衆電話機硬貨なし強制切断試験
		着信者先掛け強切試験
		公衆 3 分打切り試験
4	全 リ ン ク 試 験	主リンク A、B 線 断線、混線、地気試験
5	出トランク工事試験	建設工事段階の出トランク機能試験
6	ナンバグループ検証試験	ナンバグループジャンパ適否判定試験

電 子 機 器

多重化に適した新しい音声合成方式

これからのオンライン情報網では「人間と機械の対話」(マン・マシン・コミュニケーション)をより円滑に可能とする周辺・端末装置が強く要求され、その市場は飛躍的に増大するものと予想される。その中でも電話機とくに押しボタン電話機を端末機とするシステムは、既存の通信網と端末機をそのまま情報網に転用できるという点から、まず第一に実用化される情報処理システムといえることができる。そのきざしは日本電信電話公社の「簡易計算サービス」にうかがわれる。

このシステムでは情報の入力押しボタン・ダイヤルによって容易に行なわれるが、出力は音声の形で作り出されなければならない。この計算機による情報処理の結果を音声に替えて人間に伝えるための装置を「音声応答装置」という。

音声応答の技術としては、あらかじめ録音されている音声単語単位で編集して必要な音声を作り出す方法、いわゆる録音編集方式がとられてきた。この方式の欠点はもとになる音声を記憶しておくのに必要な情報量が多くて、簡単な内容しか応答できないことである。この欠点を除き、しかも多数の端末にそれぞれ異なった内容を同時に応答できる(これを多重化という)音声応答の原理を研究してきたが、その結果「音声の音響素片のピッチ制御編集」という新しい方式を開発した。

この方式の原理は、音声波形をその基本構成要素(周波数の異なった減衰正弦波と周波数特性を持った雑音)に分解して記憶しておき、それを組み合わせて音声を作り出すものであるが、そのとき要素を読み出してくる周期をピッチ周波数によって制御し、

作り出された音声にイントネーションやアクセントを付けることができるようにしたものである。基本的構成要素に分解するため、必要な記憶容量が著しく少なくて済み（約40kビット）、コアメモリを使うことができるからアクセスタイムが短く、組合せの処理を時分割的に行なって多重化を図ることができる。

音声を作り出すために必要な情報（制御情報）は人間の声から分析によって自動的に抽出されるが、3,200ビット/秒以下に圧縮されており、波形を直接記憶しておくのに比べて1/20以下になっている。

この原理に基づく音声応答装置は昭和45年度日立製作所戸塚工場において試作され、日本国有鉄道鉄道技術研究所に納入されたが、昭和45年12月「電話座席予約システム」試験システムの一つとして実回線テストが行なわれた。この装置ではメモリ8K語のHITAC10を制御用として使い、4Mビットのドラム一つで約1,500語の内容を32回線に多重サービスすることができる。

この方式については基本方式特許をはじめ8件の特許を申請中である。

なお「電話座席予約システム」の試験は昭和46年度も引き続き行なわれた。

■ レーザによる月面測距装置

昭和44年7月、人類初の月面着陸したアポロ11号によりレーザ光線反射装置が月面上に設置された。これを用いてレーザ光により、地球と月との距離がより正確に測定されるようになった。わが国においても、東京天文台においてレーザによる月面測距の計画が立てられ、日立製作所と天文台とが協力して装置の開発が行なわれた。

本装置は、実用機開発のための基礎データを収集することを目的として開発されたものである。レーザにはポッケルセルによるQスイッチ方式のルビーレーザを用いた。出力は5~7J(ジュール)、パルス幅は10nsである。送受信光学系にはわが国最大の望遠鏡である口径74インチのクーデ形反射望遠鏡を用いた。受信方式には波高分析式光電子計数方式を用いた。これにより背景光雑音と同程度の入力信号の場合にも、有効に信号は雑音と区別される。距離分解能は時間に換算して10ns、もしくは1μsである。本装置は昭和45年12月東京天文台岡山天体物理観測所に設置され、昭和46年1月~4月にわたり実験を行ない月面よりのレーザ反射光の受信に成功した。

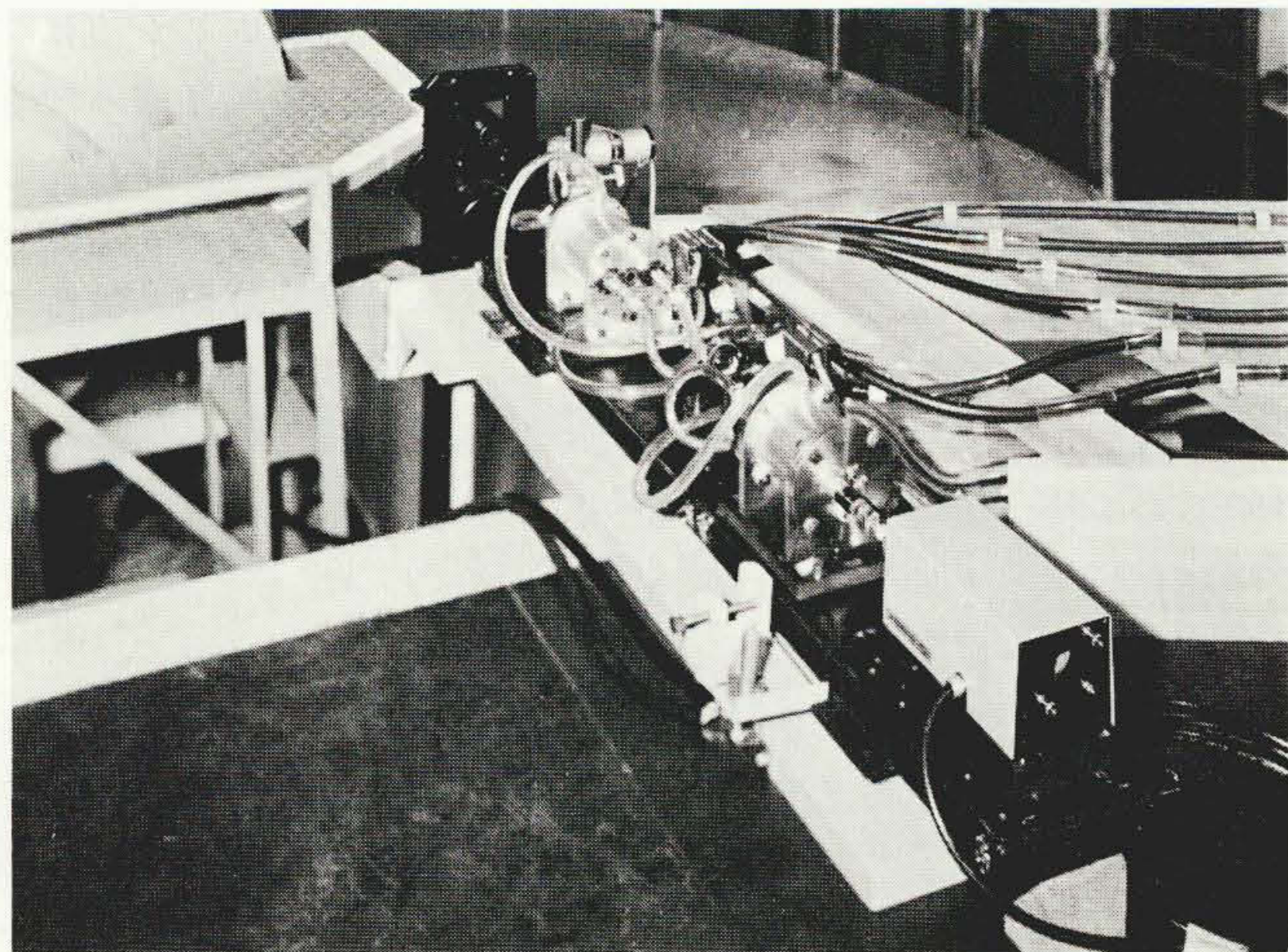


図5 ルビーレーザ発振部と増幅部

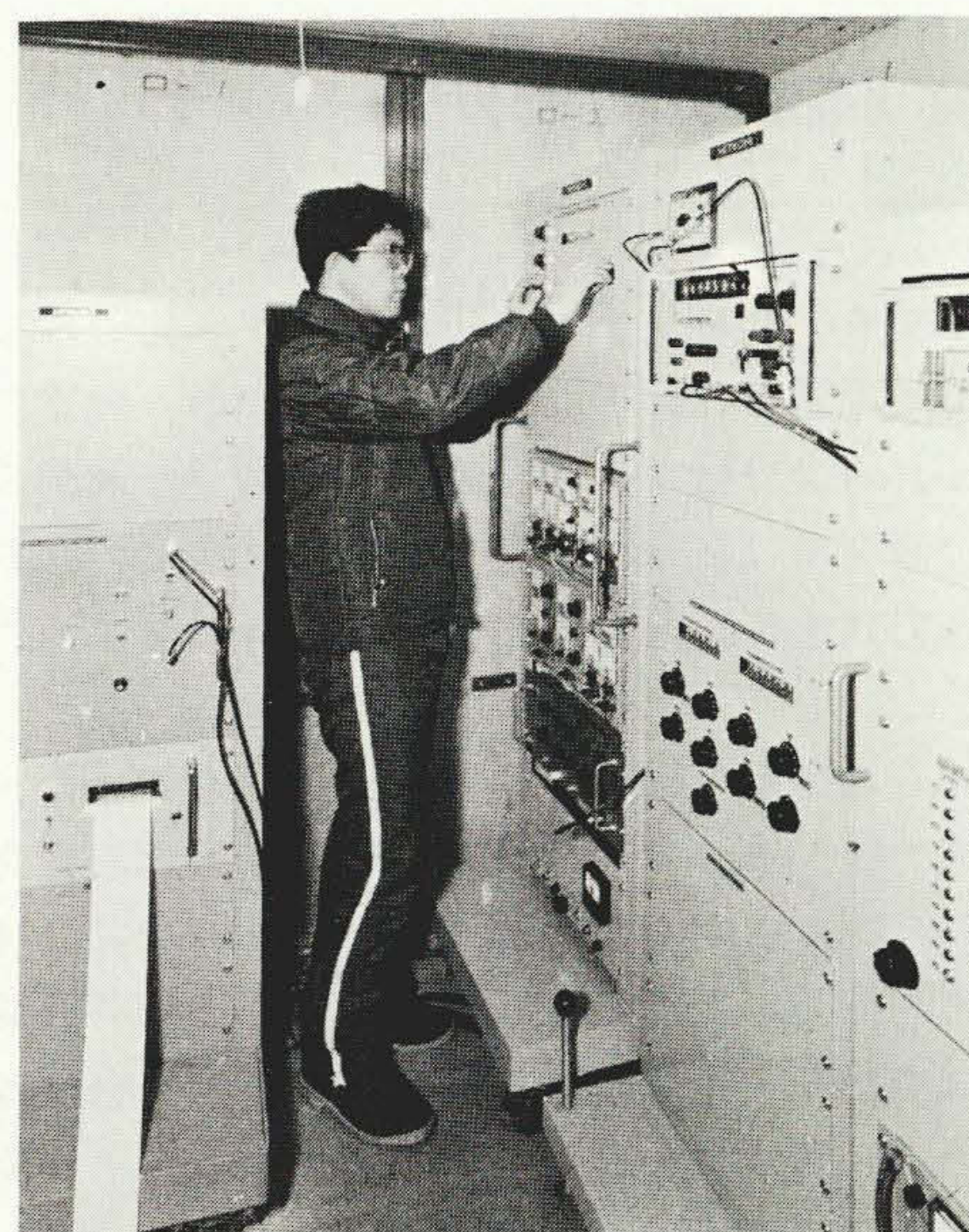


図6 データ処理装置の一部

■ 高精度大形アナログ計算機 ALS-1500K

本装置はフライトシミュレーションを主目的とした大形汎用の高精度、高速度のアナログ計算機であり、双極性出力の演算増幅器、係数1.5のポテンシオメータ、電流出力の非線形演算要素を多数実装し、さらにPPCS (Perfect Programming Check System) を採用して、プログラミングおよびプログラムデバックを容易にした計算機である。PPCSはパッチ板上のパッチコードの接続、ポテンシオメータおよび関数発生器の設定の良否を予めブロック線図より作成されたチェックテープにより自動的にチェック判断しタイプアウトする。この結果、デバックタイムは従来の1/5~1/10となり稼働率が著しく向上した。

おもな演算要素構成

○ 直流増幅器	224台	○ 関数発生器	72台
○ 積分器	64台	○ 電子式乗算器	80台
○ ポテンシオメータ	192個		



図7 高精度大形アナログ計算機

■ 高解像度単管カラーカメラ

簡易なカラーカメラは従来のITVのカラー化のみならず、将来のカラーTV電話などにも必要である。小形、保守の容易さが要求されるこれらの分野には単管カラーカメラが最適である。日立製作所中央研究所は従来の単管カメラの解像度の低さを解決する一つの撮像方式を提案し、その方式に沿ったカラーカメラを開発した。

従来から知られている周波数分離方式単管カラーカメラでは、光信号の段階で緑、赤、青の成分が異なる空間周波数を占めるように透明とシアン、透明と黄の繰り返しよりなる2種のストライプフィルタを介して撮像し、3色の信号を1個の低域フィルタと2個の帯域フィルタで分離し復調する。この場合には撮像管は変調を受けた赤、青成分の側帯波まで再生することが要求されるのに比べ、得られる解像度は低域フィルタの帯域で押えられ、撮像管自身の解像度よりはるかに低い。

ここで提案した新しい撮像方式では、画像の垂直方向に対して走査線ごとに位相が反転するような角度で傾斜した周期の異なる2種類のストライプフィルタを用いる。このとき撮像管より得られる信号は走査線間で位相の等しい緑、赤、青成分と、位相が反転する赤、青成分よりなる。したがって低域フィルタを用いなくても、走査線間の和信号として輝度信号が、差信号として色信号が分離される。色信号中の赤、青成分は帯域フィルタで分離後、検波される。このようにすれば、撮像管出力の周波数スペクトラムを図8のようにし、輝度信号中の緑成分を撮像管の解像度いっぱい広げることが可能となる。

この撮像方式に従って図9の系統図によるカラーカメラを開発した。ストライプフィルタは干渉フィルタをフォトリソ法

で加工し、22, 26 μ 幅のストライプを走査線に対して52, 44度で傾斜するようにして同一ガラス基板上に2層に形成する。フィルタの撮像管への付加は、ファイバ面板を有する撮像管の外部から密着させる、フィルタを撮像管に内蔵させる、の2方法があり、いずれも1インチビジコンで実現された。これにより、リレーレンズが不要となり、白黒ITVなみの小形カメラとなった。カメラおよび色信号分離回路を含む制御装置は図10に示すとおりである。なお、本カラーカメラ装置の仕様は以下のとおりである。

- (1) 撮像管：ストライプ内蔵形またはファイバ面板形1インチ複合集束、電磁偏向ビジコン
- (2) 解像度：NTSCカラー複合映像信号にて水平250本以上、RGB3原色信号にて水平350本以上
- (3) 外形：カメラヘッド(110×135×272mm, 4kg)、制御装置(308×155×237mm, 10kg)
- (4) 推奨被写体照度：2,000ルクス(レンズ絞りF4.0にて)
- (5) レンズマウント：Cマウント

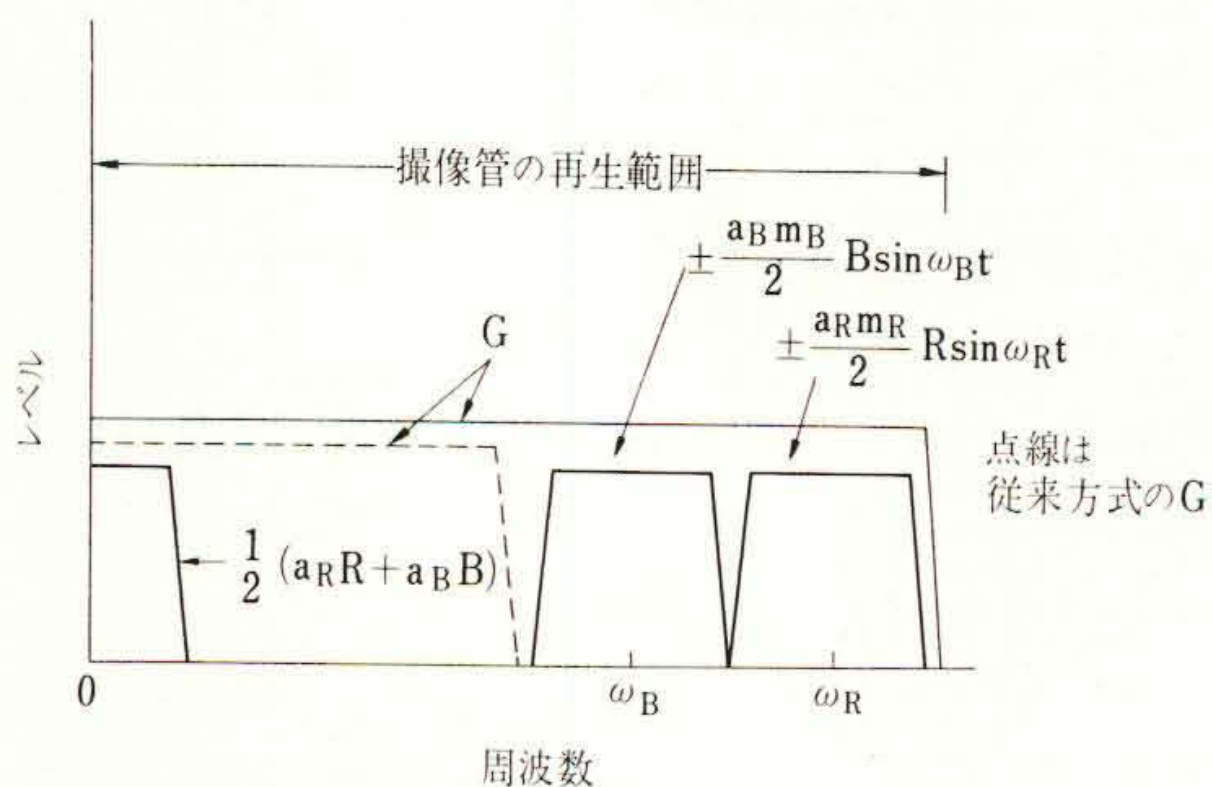


図10 カラーカメラ装置

■ ハイブリッド計算機の 自動プログラミングソフトウェア

ハイブリッド計算機はアナログ計算機の高速度演算性とデジタル計算機のデータ処理性など両計算機の特長を兼ね備えた計算機であり、複雑な論理判断を必要とするダイナミック系のシミュレーションに適している。しかし計算の前処理として(1)問題をアナログ演算部で精度よく解けるようにするためのスケール変換、(2)スケール変換によって得られる演算方程式に対応した演算ブロック図の作成および(3)演算ブロック図に基づいて各演算要素をパッチ板上で接続して演算回路を構成するパッチング作業などが必要である。これらの準備作業(プログラミング)は問題が複雑になると煩雑で、長時間を必要とし、アナログ計算機の特長である演算の高速度性をじゅうぶんに生かすことは困難であった。日立製作所ではこのアナログ演算部に対する前処理作業の簡易化を目的として特に煩雑な(1)および(2)の作業をデジタル計算部で行なうソフトウェアシステムを開発した。

本プログラムは図11に示すようにデータ入力プログラム、スケール変換プログラム、演算回路情報作成プログラム、出力処理プログラムおよびデータリストから成り、微分方程式を数式の形(フォードラン形式)で入力すると、アナログ演算部で扱えるように変換および係数に対してスケール変換を行ない、使用者がパッチング作業を簡単に行なえるように各演算要素の接続関係を指示す



R, G, B: 被写体の赤, 緑, 青成分
 ω_R, ω_B : R, Bの搬送周波数
 a_R, a_B : R, Bの感度

図8 撮像管出力の周波数スペクトラム

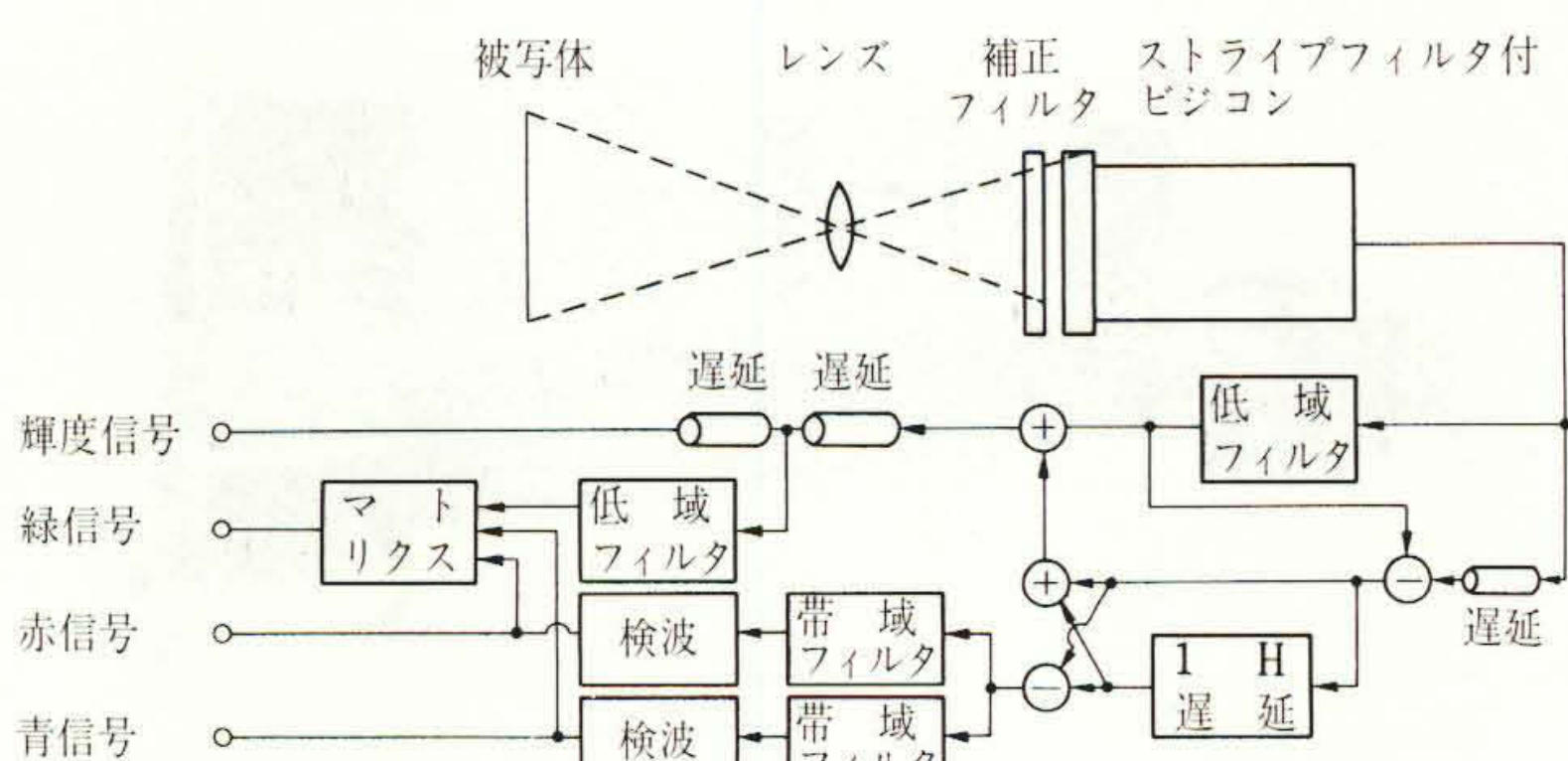


図9 カラーカメラ系統図

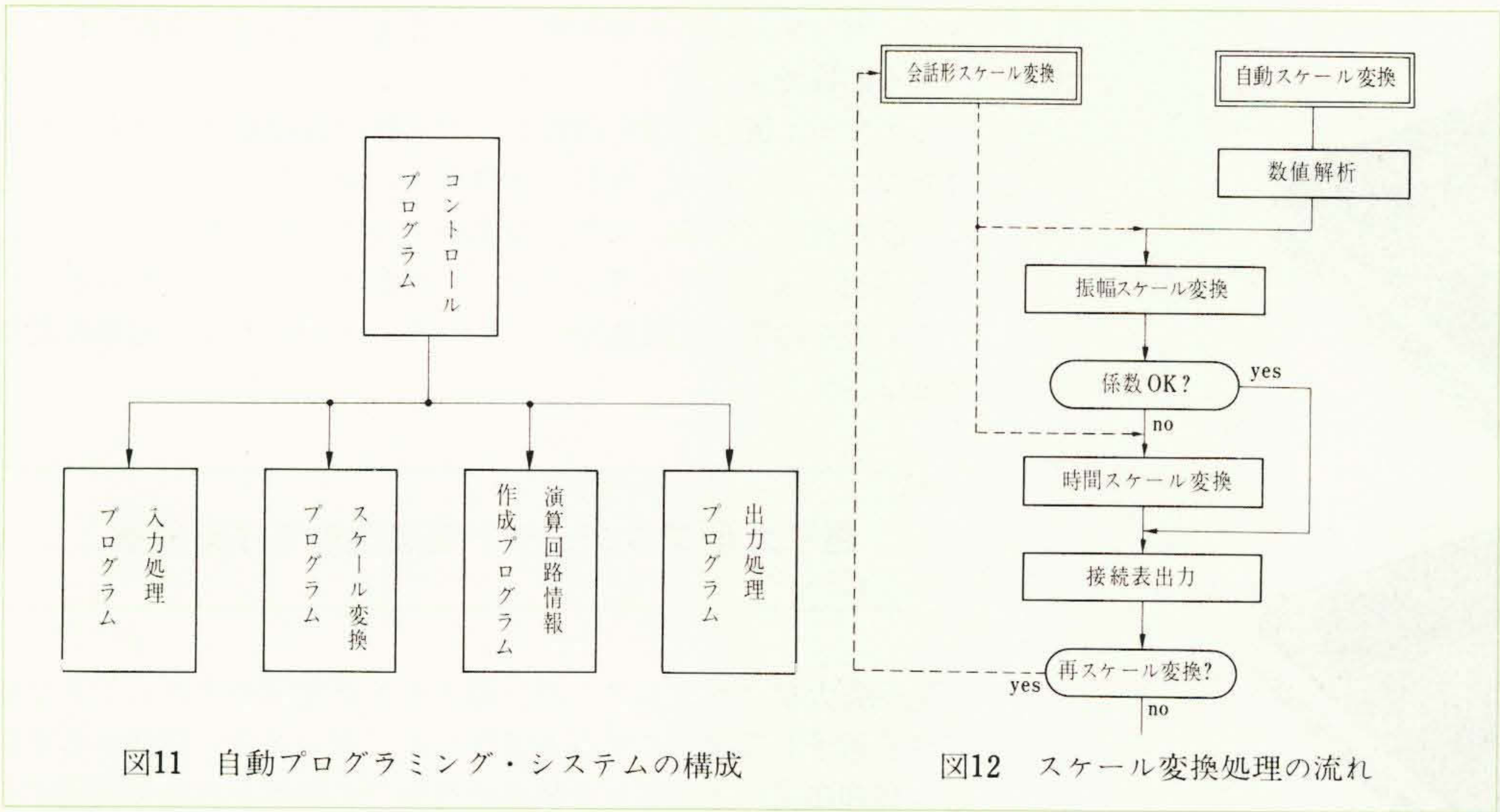


図11 自動プログラミング・システムの構成

図12 スケール変換処理の流れ

合成率80%を得ているが、この場合、素子数を増加するとしだいに負荷の許容定在波比が小さくなる。また、本発振器は温度補償機構によって $-20^{\circ}\text{C}\sim 60^{\circ}\text{C}$ の動作範囲において周波数安定度を $62\text{kHz}/^{\circ}\text{C}$ 以内に押えることができた。この発振器の周波数安定度は、AFCなしで電波法の規定を満足している。図13に本発振器を示す。本回路方式は発振器の組立、調整が容易で、素子交換が簡単であり、熱効率の良いアルミ材を用いることにより発振器を軽量化することができる。

る接続表を出力するものである。スケール変換は図12に示すように自動スケール変換と会話形スケール変換の二つの機能を持っている。本システムの特長は自動スケール変換の機能である。本プログラムはスケール換算係数を自動決定する手法として、アナログ計算機が微分方程式を解析する動作過程をデジタル計算機上にモデル化して得た新しい数値解法によって実現した。会話形スケール変換は使用者がスケール換算係数をデジタル計算機に入力することによって進められるもので、これにより使用上の融通性を与えている。

本システムは線形微分方程式および非線形微分方程式のいずれにも適用できるので、その効果は高く、一例をあげれば3階非線形微分方程式に適用した結果、従来の手作業では約4時間要したのに対し、本システムでは使用者が行なう入力データの作成時間を含めて約10分であり、アナログ／ハイブリッド演算のプログラミングがきわめて容易になる。

本システムは手動パッチングシステムに代えてアナログスイッチマトリクスによる自動結線方式のハイブリッド計算機システムの中心的ソフトウェアとしても適用でき、これによりデジタル計算機の使い方と同じ方法で簡単に使えるストアードプログラムハイブリッド計算機の実現が可能になる。

■ 高出力ガン発振器

ここ数年、超高周波発振素子の開発が急ピッチで行なわれ、すでに小出力のガン発振器は軽量、安価といった特長が生かされ、通信装置に応用されつつある。これら固体発振器の応用面を広げるためには発振器の高出力化が重要な要素になっているが、この高出力化を回路的合成によって行なう方法について検討した。2個の素子を同一共振器内に並列にマウントし、強い結合度のもとで、それぞれの素子に均等な高周波電圧が加わるようにすると、効率の良い出力合成動作が得られることがわかった。その動作特性は高出力にもかかわらず出力一周波数特性、負荷特性、雑音特性、温度特性ともに単体素子発振器の場合とほぼ同じである。また素子出力が1対2程度異なった素子においてもほぼ100%の出力合成ができる。この結果13GHz帯で、信頼性の高い100mW級の素子を用いて200mWの出力が安定に得られるようになった。なお実験では300mW以上を得ており、使用する素子出力に対する制限はほとんどない。多数個の出力合成回路の実験では12個の素子で



図13 高出力ガン発振器(13GHz)

電子計算機

■ 卓上電子計算機のLSI化高級機シリーズ完成

日立製作所では、世界で初めてROM(Read Only Memory)方式を卓上計算機用に導入することにより、従来困難とされていた汎用LSIを実現し、LSI化高級機シリーズを完成した。これらは16けた2メモリ機エルカ46A、16けた2メモリ開平計算機能付エルカ46Rおよび16けた1メモリの記録式計算機エルカ46Pで構成される。おのおのの寸法、重量、消費電力は従来の1/2以下となっている。それぞれの外観は図14に、その仕様は表4に示すとおりである。各機種の特長は次のとおりである。

- (1) エルカ46A
エルカ42、エルカ44に顧客の要求を加味して開発した新製品で、伝票統計計算に便利な2メモリ、被乗(除)数和差機能などを新たに加えた計算機である。
- (2) エルカ46R
エルカ46Aにさらに開平計算を追加して事務用、技術用あらゆる用途に使用できるような機能となっている。
- (3) エルカ46P
16けた1メモリで出力に18けた(数字16けた、記号2けた)のラインプリンタを装備しており、特に、速い操作に追従できるように入力バッファ機能を設けたほか、演算の全シーケンスをそのつど印字していくシーケンシャルプリントと、答のみを印字す



エルカ46A



エルカ46R



エルカ46P

図14 卓上電子計算機LSI化高級機シリーズ

表 4 エルカ46A、エルカ46R、エルカ46Pの各仕様

項 目	エルカ46A	エルカ46R	エルカ46P
形 式	KK-46A	KK-46R	KK-46P
け た 数	16	16	16
符 号	完全符号方式	完全符号方式	完全符号方式
演 算 内 容	加減乗除 定数計算 べき計算 混合計算 逆数計算 個々の積と積和・積差 個々の商と商和・商差 個々の積と被乗数和差 および積和・積差 個々の商と被除数和差 および商和・商差	加減乗除 定数計算 べき計算 混合計算 逆数計算 個々の積と積和・積差 個々の商と商和・商差 個々の積と被乗数和差 および積和・積差 個々の商と被除数和差 および商和・商差 開平計算	加減乗除 定数計算 べき計算 混合計算 逆数計算 個々の積と積和・積差 個々の商と商和・商差
エラーチェック	アンダーフロー方式 ナチュラル・デシマル システム オートシフト付 四捨五入、切上、切捨 指定位置 (0,1,2,3,4, 5,6,7,8,9)	アンダーフロー方式 ナチュラル・デシマル システム オートシフト付 四捨五入、切上、切捨 指定位置 (0,1,2,3,4, 5,6,7,8,9)	アンダーフロー方式 ナチュラル・デシマル システム オートシフト付 四捨五入、切上、切捨 指定位置 (0,1,2,3,4, 5,6,7,8,9)
小 数 点			
レジスタ数	3個	3個	3個
メモリ数	2個	2個	1個
表 示	数字表示放電管16 けた表示 マイナス符号表示 アンダーフロー表示 メモリ使用表示 MOS LSI 幅26.5×奥行30.8× 高さ10.0(cm)	数字表示放電管16 けた表示 マイナス符号表示 アンダーフロー表示 メモリ使用表示 MOS LSI 幅26.5×奥行30.8× 高さ10.0(cm)	ラインプリンタによる 数字16けた 記号2けた印字 (ロール紙幅:58mm) 負数赤印字 アンダーフロー表示 (ランプおよび印字) メモリ使用表示 (ランプおよび印字) レディー表示(ランプ) MOS LSI MOS IC 幅29.5×奥行40.0× 高さ13.3(cm)
使用素子法			
寸 法			
重 量	3.3 kg	3.3 kg	8.4 kg

るアンサープリントの切り換えができるので、速い操作にもじゅうぶん応答できる。

このほか、置数の途中内容および演算の途中結果のチェックが可能なプリントキー、日付などの印字に便利なノンアドキーなどの機能を有している。また、従来のエルカが持っていたオートシフト機能のほか、アンダーフローの場合でも上位けたから正しくその結果を印字する機能など、いちだんと使いやすい記録式計算機となっている。

大型プロジェクト超高性能電子計算機

通産省大型プロジェクトの一環として研究開発を進めてきた超高性能電子計算機システムを試作した。本システム開発の基本思想は1970年代に使用される世界的視野での標準大形機を実現することであり、従来の計算機に比べ次の特徴を有している。

- (1) ギブソンミックス(一命令の平均実行時間)で0.2 μ sを目標とする超高性能の電子計算機である。
- (2) L S I を含む超高速、高密度の実装系の実現により、高速性と信頼性要求の双方を満足させている。
- (3) 高度のパイプライン制御方式による命令の先取り制御を有している。
- (4) バッファメモリ方式を採用し、かつこれをマルチプロセッサシステムで実現している。
- (5) 仮想アドレス空間の採用とアクセス制御機能の強化によって強力な多重処理を可能にしている。
- (6) コントロールスタック、データスタックのスタック機能を金物で実現し、ソフトウェアのオーバーヘッドの減少を図っている。
- (7) 可用性を向上させるために、高信頼性部品の採用はもち論のこと、記憶装置におけるエラーコレクションコードの採用、構成制御機能、高度なパイプライン制御のもとでの命令の再実行機能、エラー検出機能、故障箇所診断機能を有している。
- (8) 最大4台の処理装置を最大8MBまでの記憶装置に接続したメモリシェアのマルチプロセッサが可能である。
- (9) 最大8台までの入出力処理装置を最大4台までの処理装置から対等に使用可能である。
- (10) 入出力装置とチャネルとのインターフェースに、新しく制定された標準インターフェースを採用している。

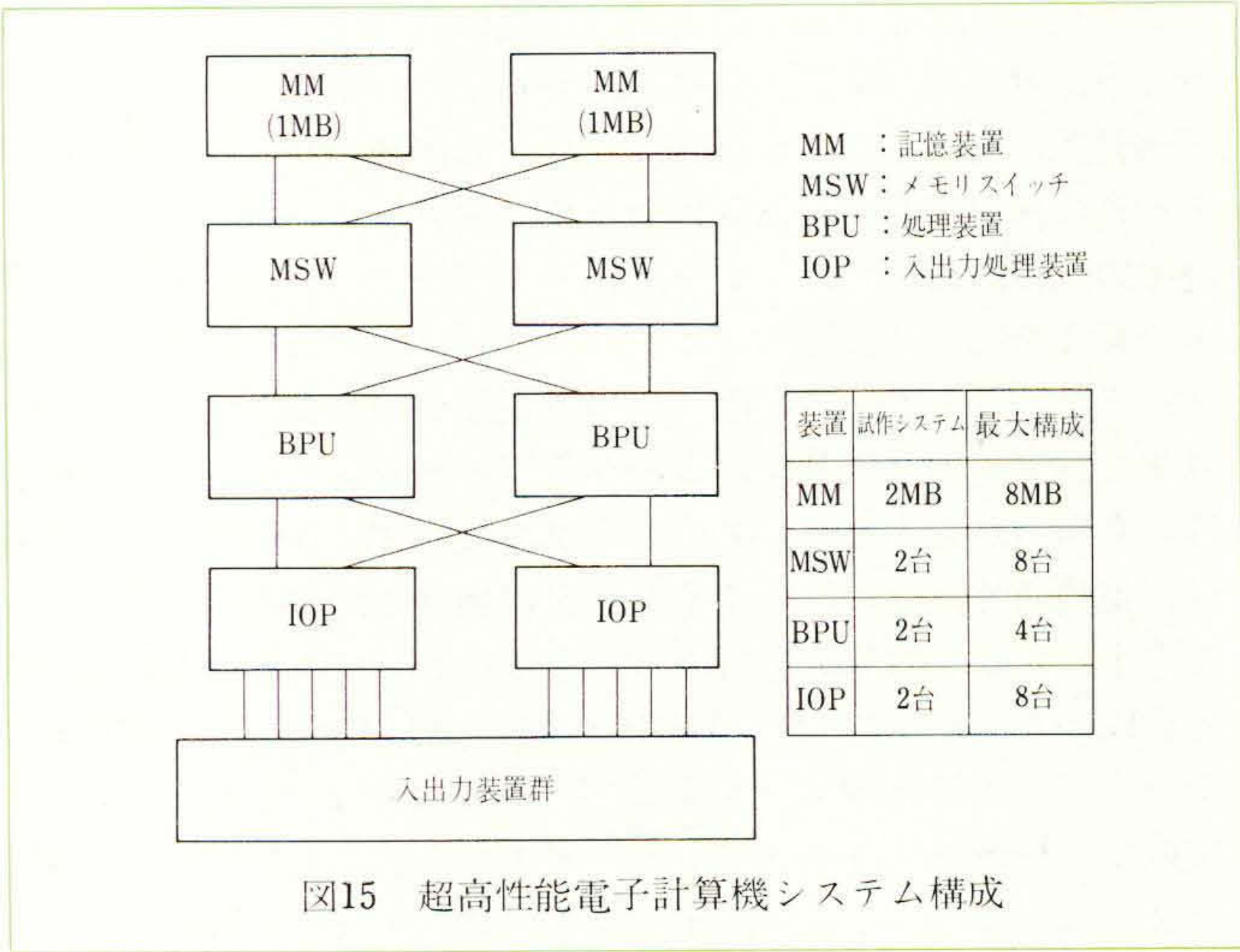




図16 超高性能電子計算機システムの一部

日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所納
DIPS-1Lシステム

日本電信電話公社では、情報化時代の要請にこたえるために、データ通信用超大形情報処理システムを、日立製作所・日本電気株式会社・富士通株式会社の3社と共同で開発を進めている。

DIPS-1Lシステムは、この開発計画の一環として、各種の試験ならびにソフトウェアの開発に使用する目的で、3社がそれぞれ1システムを取りまとめて武蔵野電気通信研究所に納入した。日立製作所は論理装置を含む1システムをまとめたほかに、磁気ドラム、磁気ディスク、磁気テープのファイル系の全装置と、印刷装置と紙カード読取装置の入出力装置について、3システム分の製造を担当した。

このシステムは、本格的なオンラインリアルタイムシステムとして設計されており、現在稼働中の国産最高機の約3倍の処理能力を持っており、会話処理、リアルタイム処理、一括処理（リモート、ローカル）の各種サービスに適用できるものである。ハードウェアについては、機械語やおもな方式構成のみの仕様が決められており、そのほかは各社独自の技術にまかされている。日立製作所では、特に通産省の大型プロジェクト「超高性能電子計算機」の成果がDIPS-1Lシステムの各部に生かされている。

このシステムのおもな特長は、次のとおりである。

- (1)論理装置の平均命令実行時間が、約630nsで国産の実用機では最高である。



図17 日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所のDIPS-1Lシステム

- (2)2～4台の論理装置をマルチプロセッサとして使用できる。
- (3)ローカルメモリを採用することにより、性能をあまり落さずに経済的な大容量記憶装置の使用を可能にしている。
- (4)ページ方式を採用し、記憶装置の有効利用を図っている。
- (5)フェールソフト方式によりシステムの信頼性を高めている。
- (6)転送装置と入出力装置間の接続条件を規定する入出力インタフェースとして「I/Oインタフェース'69」を採用している。

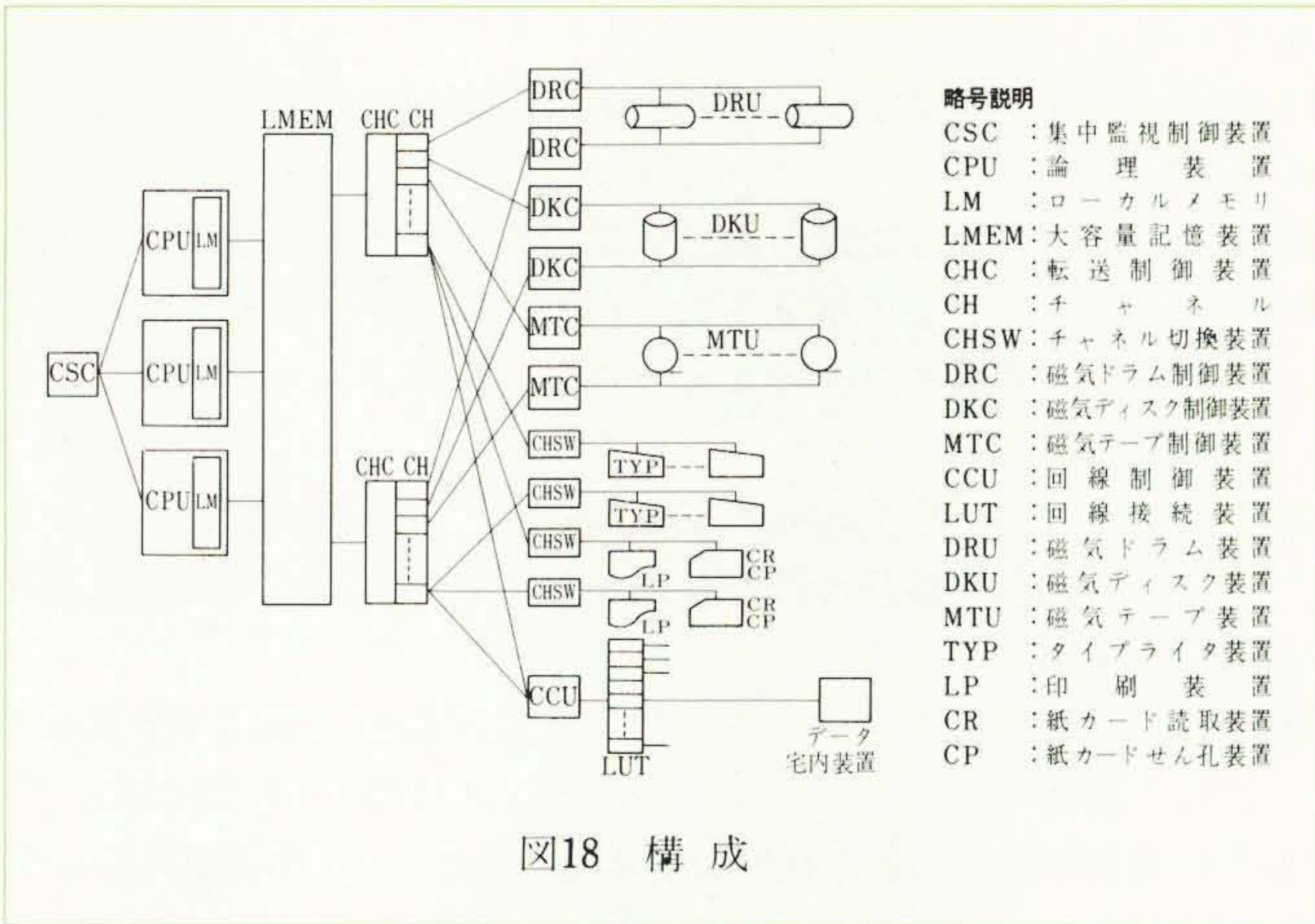


図18 構成

表5 主要装置

装置名		性能
論理装置 (CPU)	最大4台/システムによるマルチプロセッサ構成が可能 ローカルメモリ (8kBまたは16kB)による高速化 高速乗算器 (HSM) 付加可能 平均命令実行時間 (ギブソンミックス) HSMつき 630ns HSMなし 700ns	
	大容量記憶装置 (LMEM)	最大 16装置/システム接続可能 ハミング符号による単一誤り自動訂正機能 容量 1MB/装置 サイクル時間 2μs
転送装置 (CHC)	転送制御装置 (CHC)	最大 6台/システム接続可能 最大 16チャネル/CHC 最大転送能力 12MB/s
	高速セレクトチャネル (HSC)	転送幅 4B並列 (32ビット並列) 4台/CHC 接続可能
	セレクトチャネル (SLC)	転送幅 1B (8ビット並列) 12台/CHC 接続可能
	マルチプレクサチャネル (MXC)	転送幅 1B (8ビット並列) 6台/CHC 接続可能 サブチャネル数 256
周辺装置	磁気ドラム記憶装置 (DRM)	容量 4MB/装置 平均アクセス時間 10ms 情報転送速度 2.35MB/s
	磁気ディスク記憶装置 (DKM)	容量 230MB/装置 平均アクセス時間 87.5ms 情報転送速度 0.3MB/s
	磁気テープ記憶装置 (MTM)	9トラック 記憶密度 1600RPI (63B/mm) または800RPI (31.5B/mm) テープ速度 190cm/s 情報転送速度 120kB/s (1600RPI) または60kB/s (800RPI)
	紙カードせん孔装置 (CP)	80欄カード使用 JIS (原案) 標準コード使用 せん孔速度 100枚/分 ホッパ容量 1,000枚 スタッカ容量 800枚
入出力装置	紙カード読取装置 (CR)	80欄カード使用 JIS (原案) 標準コード使用 読取速度 800枚/分 ホッパ容量 1,800枚 スタッカ容量 1,800枚
	印刷装置 (LP)	印刷速度 カナ文字あり 600行/分 カナ文字なし 1,000行/分 1行印字数 132 活字種類 カナ文字あり 126 カナ文字なし 63
	タイプライタ装置 (TYP)	打けん速度 800字/分 1行印字数 120 印字速度 1,200字/分 活字種類 127
	低速回線制御装置 (L-CCU)	L-LUTおよびP-LUTを制御する 処理能力 200ビット/秒換算、半二重256回線
通信制御装置 (CCE)	低速回線接続装置 (L-LUT)	収容回線 50～1,200ビット/秒回線 自動呼出装置回線 収容回線数 最大 128
	高速回線制御装置 (H-CCU)	H-LUTを制御する 処理能力 1,200ビット/秒換算、半二重64回線
	高速回線接続装置 (H-LUT)	収容回線 1.2k～48kビット/秒回線 収容回線数 最大 64

■ 大形電子計算機 HITAC 8700

HITAC 8700はHITAC 8000シリーズ・ファミリーの上位の大形システムとしてバッチ処理、リアルタイム処理、リモートバッチ処理、会話形処理を一元的に処理することが可能である。これら多様な処理を能率よく実現するため仮想メモリ方式を採用し、また高速化のためバッファメモリをはじめとして、次の特長を備えている。

- (1)仮想メモリ方式により物理的なメモリ容量の制限から解放される。
- (2)主記憶装置、演算処理装置、入出力処理装置を機能別に分割し独立ユニットとして構成されるので、マルチプロセッサシステムの構成が可能でフェイル・ソフトなシステムを実現することができる。
- (3)LSI など高密度高信頼性部品の採用。命令再実行、メモリエラーの自動訂正機能や故障箇所指摘テスト機能などを備え高可用性を実現している。
- (4)一元的処理、仮想メモリ方式のもとに高能率で使えるようにした新オペレーティング・システムが用意されている。
- (5)下位機種からの移行を容易にするためのモードが用意されている。

表 6 HITAC 8700の性能概略

データ形式	固定小数点	整数15ビット、符号1ビット、整数31ビット 符号1ビット	
	浮動小数点	仮数24ビット、指数7ビット、符号1ビット 仮数56ビット、指数7ビット、符号1ビット 仮数112ビット、指数7ビット、符号1ビット	
演算速度 (2進32ビット)	加減算	固定小数点	浮動小数点
		0.42 μ s(A) 2.52 (M) 4.83 (D)	0.84 (AE) 2.31 (ME) 4.20 (DE)
命令の種類	170		
バッファメモリ	容量16Kバイト、サイクルタイム 210ns		
主記憶装置	容量524Kバイト	8メガバイト	
	サイクルタイム	0.9MS/8バイト	
入出力処理装置	インターリーブ	2または4ウェイ	
	チャネル数	最大12	
	データ転送速度	8メガバイト/秒	
	接続台数	最大8	

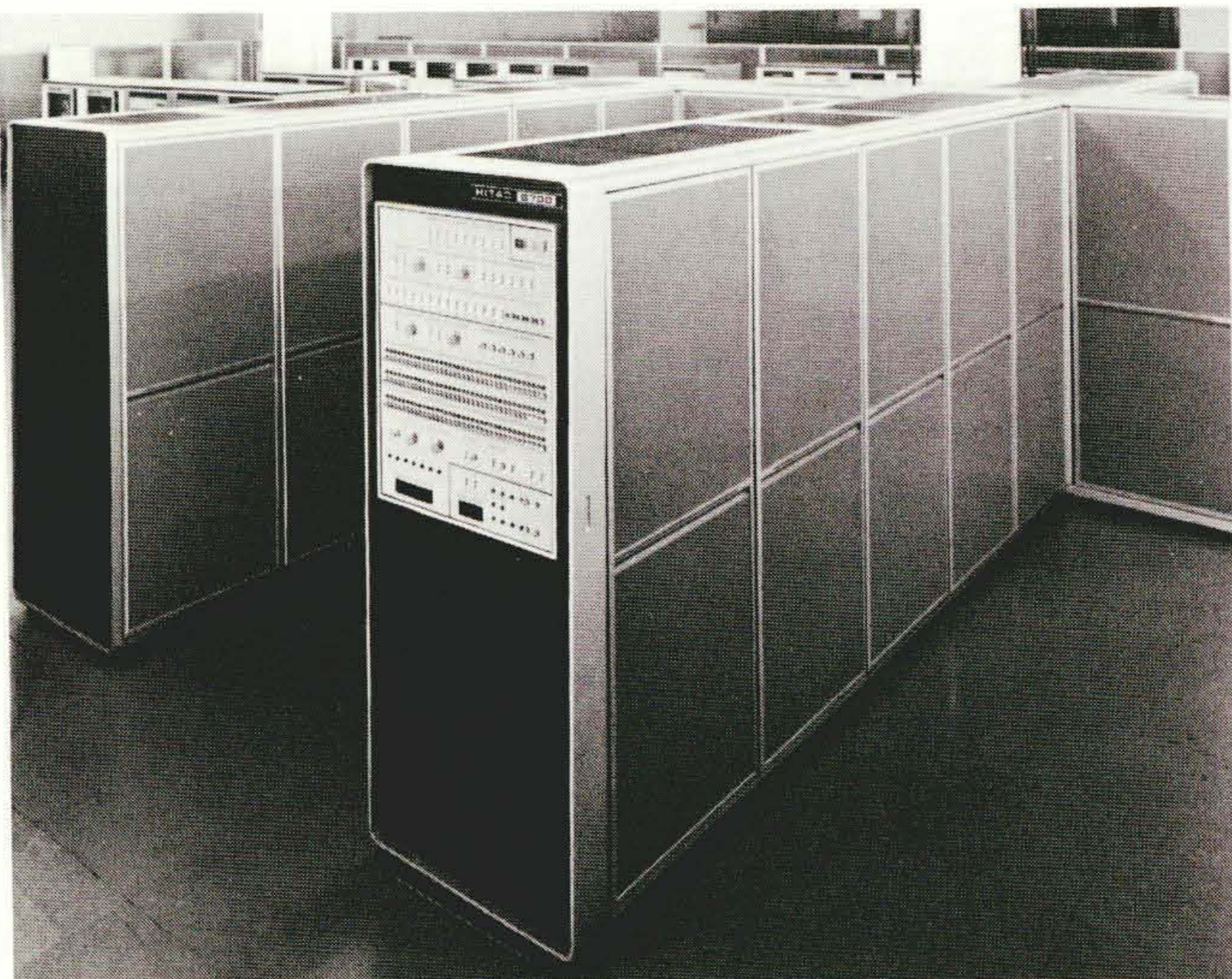


図19 HITAC 8700の本体

■ 大容量磁気ドラム記憶装置、各地で稼働開始

大容量磁気ドラム記憶装置H-8567-1およびH-8567-2の2機種が昭和45年の初号機納入以来、国内各地の種々のシステムで順調に稼働を開始している。

これらの装置はHITAC 8000シリーズの中形ないし大形のシステムに用いられる。中小規模のシステムから将来の高速大容量のTSSシステムに至るまでの幅広い用途に応ずるものとして設計されている。H-8567-1およびH-8567-2の2機種はトラック数、総記憶容量などはほぼ同じであるが、前者の転送速度が約280KB/Sで可変データ長の記録形式であるのに対し後者は8トラック同時読み書きを行なうため転送速度が約2.2MB/Sと速くなっている。

この磁気ドラム記憶装置に使用されている磁気ドラム機構部は日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所と日立製作所の共同研究によって開発され、実用に供されているものを母体としたFV2540形を使用している。このため電子交換システムで要求される高い信頼性を持ち、これを大きな特徴としている。また装置の起動停止動作などの遠隔制御ができるようになっており、二つのシステムで共有して使用することも可能である。

これらにはほぼ類似した装置が日本電信電話公社のDIPSシステムおよびそのほかのデータ通信システムにすでに採用されており稼働にはいっている。また日本国有鉄道座席予約システムの中心的記憶装置として大量に使用される予定である。

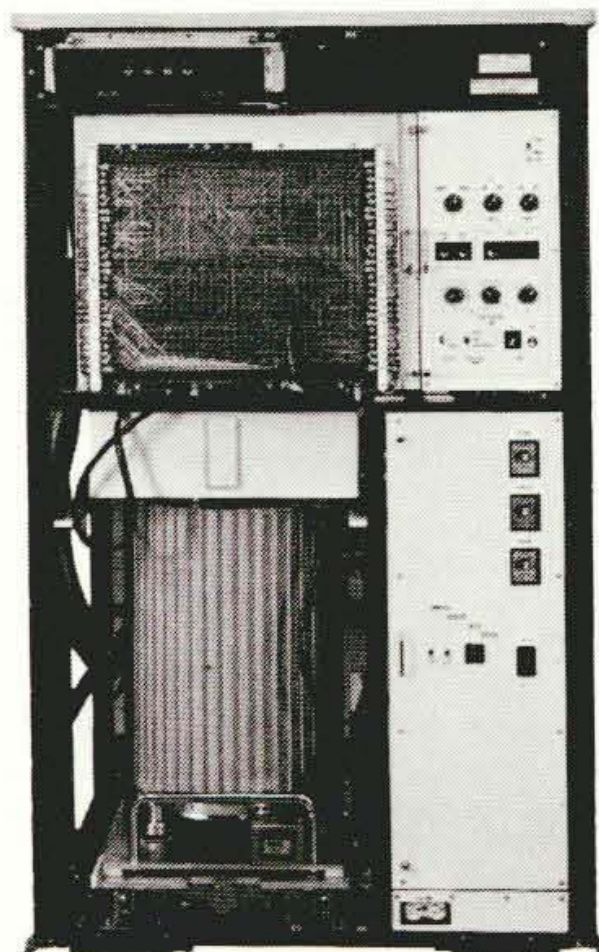


図20 H-8567の正面内部

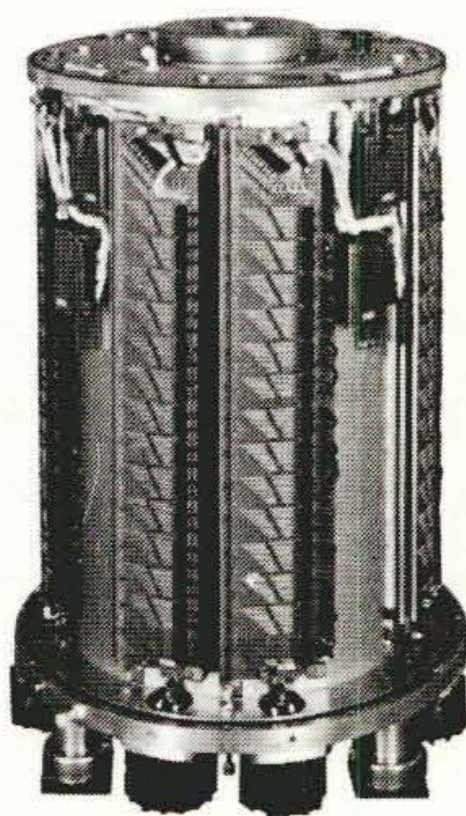


図21 FV-2540形ドラム機構部

表 7 おもな性能

	H-8567-1	H-8567-2
記憶容量 (MByte)	4.5	4.2
トラック数	832	832
平均アクセスタイム(ms)	10.3	10.3
転送速度 (MByte/s)	0.28	2.2
チェック方式	サイクリックチェック	
寸法 (mm)	W950×D710×H1680	
重量 (kg)	500	

■ 電子回路解析用プログラム(ECAP)の開発

エレクトロニクス技術の発展は、コンピュータや高度の通信システムを生み出してきたが、一方、これらの心臓部となる電子機

器はきびしい仕様が要求されると同時に、その開発には多くの時間と多くの技術者が必要となっている。このような状況から電子回路の設計や開発のためにコンピュータを利用しようとする動きが活発化し、いわゆるC A D (Computer-Aided-Design)の研究が進められている。

一般にコンピュータを利用することの利点として、

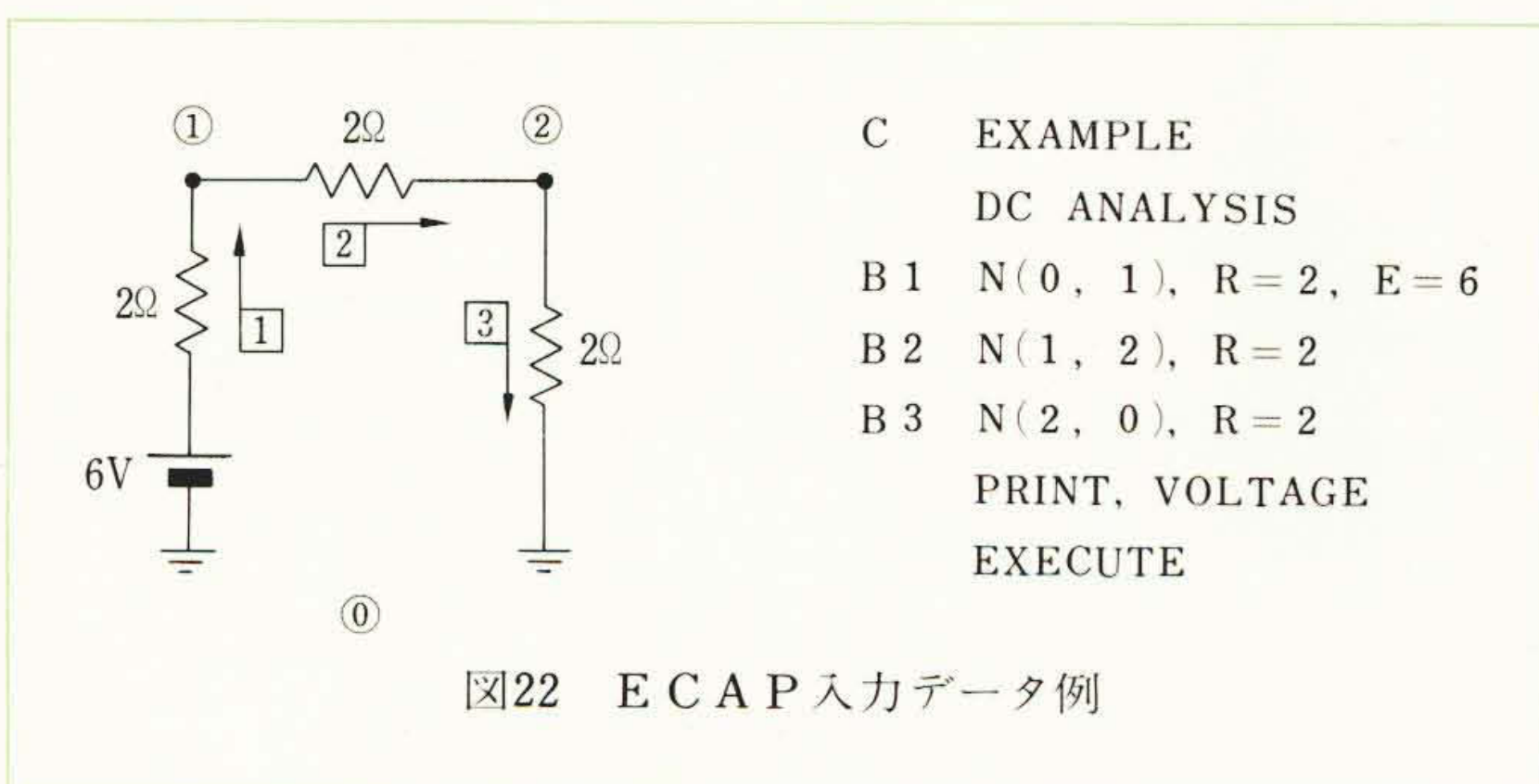
- (1) 現実には存在しない素子や、存在しても手にはいりにくい素子の特性をシミュレートできる。
- (2) 実際に回路を組み立てて実験を行なわなくても、コンピュータによる数値実験で設計へのフィード・バックをすみやかに行なうことができ、工程の短縮が可能となる。
- (3) 回路の種々のパラメータを変化させながら、コンピュータに解析させることにより、回路の最適設計を容易にする。
などがあげられる。

ECAP (Electronic Circuit Analysis Program) は、これらの思想を反映した多くの機能を持った線形回路解析用アプリケーション・プログラムであり、HITAC 8400/8500 E D O S システムで使用されるよう開発されたものである。

E C A Pプログラムの特長として、次の点があげられる。

- (1) 回路の直流解析，交流解析，過渡解析を節点解析法により解析する。
- (2) 回路図からのデータ作成が容易であり，特にコンピュータについての知識を持たない技術者にも容易に使用することができる。
- (3) 非線形素子の特性を折線近似することにより，非線形素子を含む回路の解析が可能である。
- (4) 回路中の抵抗値などを修正しながらの解析が可能である。
- (5) 異なる回路の解析を連続的に処理することが可能である。
- (6) 処理できる回路は，最大節点数50，最大枝数100の回路までである。

このような特長を持つE C A Pは、電子回路、電気回路の設計、解析にはもちろん、電気的等価回路の概念が適用できる工学系の諸分野（機械、音響、自動制御関係など）でも、有力な武器となることが期待される。



HITAC mini 桌上電子計算機

HITAC miniは、次の四つを目的として開発された製品である。

- (1) マン・マシンコミュニケーションを容易化することにより、ターンアラウンドタイム(問題発生から解を得るまでの時間)を短くすること。
- (2) プログラムが簡単に組めること。
- (3) プログラマブル電卓では解けないような、複雑な計算まで容易に解けること。



図23 HITAC mini
卓上電子計算機

- (4) 低価格であること。

すなわち、プログラマブル電卓のプログラムのめんどろさ、機能の小さいこと、またコンピュータの前処理のめんどろさや手軽に使えないことに対する不満を解決するためにHITAC miniは開発された。

この四つの目的を達成するため、ハードウェア、ソフトウェア、操作性をも考慮して、次のことを採用している。

- (1) 計算機本体と入出力機器を一体化しコンパクトにまとめた。
 - (2) メモリをリード・ライト・メモリ (RWM) とリード・オンリ・メモリ (ROM) の二つに分け、共通に使用される処理手順はROMに収納し、共通でない部分は外部メモリである磁気カードからRWMに入れることにより、小さなメモリにおいて大きな機能を発揮させている。
 - (3) 命令のレベルをマイクロ命令とマクロ命令の2段に分け、マイクロ命令をハードウェアの動作に対応させ、マクロ命令はマイクロ命令のルーチン (解釈ルーチン) を指定するだけにとどめ、ハードウェアを簡素化している。この解釈ルーチンはRWMに比べてアクセスタイムの速いROM (MOS・LSI) に収納し、実行時間の短縮を図っている。
 - (4) 計算の演算速度を上げるため、浮動小数点10進演算を採用し、RWMとしてMOS・LSIのシフトレジスタを採用している。演算時間は加減算約2ms、乗除算約5msである。
 - (5) 誤操作防止回路、確認機構があり、ユーザの操作ミスを少なくするよう配慮されている。
 - (6) RWMをプログラムエリア、サブルーチンエリア、データエリアの三つに分け、それぞれ独立に使用できるようにした。
 - (7) 使用法として、HITAC mini フォートランシステムとデスクカルキュレータシステムの二つが用意されており、ユーザが発生した問題をその問題に適した方法で処理することができる。
 - (8) プログラムは数式どおりに記述できるコンパイラ言語、ミニフォートランを用い、キーボードより入力する。この言語を用いると、機械の中身を意識することなくプログラミングできる。
 - (9) ユーザが作成したプログラムの再定義、結合、移動、機能変更が簡単にできる編集プログラムが用意されている。
 - (10) 豊富なアプリケーションプログラムがライブラリとして用意されており、ユーザの負担を軽くしている。
- 以上のように、HITAC miniは、今までにはないユニークな製品として活躍している。

HITAC 80/10電子計算機システム

1. ハードウェア

HITAC 80/10システムの中央処理装置は、超小形電子計算機HITAC 10設計の技術を基礎にして作られている。記憶装置には、サイクルタイム1.4マイクロ秒/2バイトの高速磁気コアメモリを用い、8キロバイトまたは16キロバイトの記憶容量を備えている。演算および制御を行なう論理素子は、すべてTTLの集積回路で構成されており、演算速度は、加減算2.8マイクロ秒と高速化されている。

事務用計算機で最も大きな問題となる入出力の速度についても、読取速度毎秒500字のテープ読取機、せん孔速度毎秒110字のテープせん孔機を備え、オプションとして印字速度毎分1,200字のタイプライタまたは、毎分150行のラインプリンタを用意し、入出力速度の高速化に対処している。

オペレータが複雑な操作を習得しなくてもじゅうぶん使いこなせるように、スイッチ類も少なくなっている。

導入にあたって、特殊な床設備や空調設備を準備することなく、普通の事務所に設置されても、じゅうぶんな性能を発揮できるよう、温湿度、塵埃(じんあい)に対する考慮がなされ、動作温度も5℃から35℃まで保証されている。電源についても、ラインプリンタを除いて、AC100Vで動作するように設計されている。

HITAC 80/10の構成は、幅広いユーザに提供できるよう、数多く準備されており、その構成例は図24に示すとおりである。

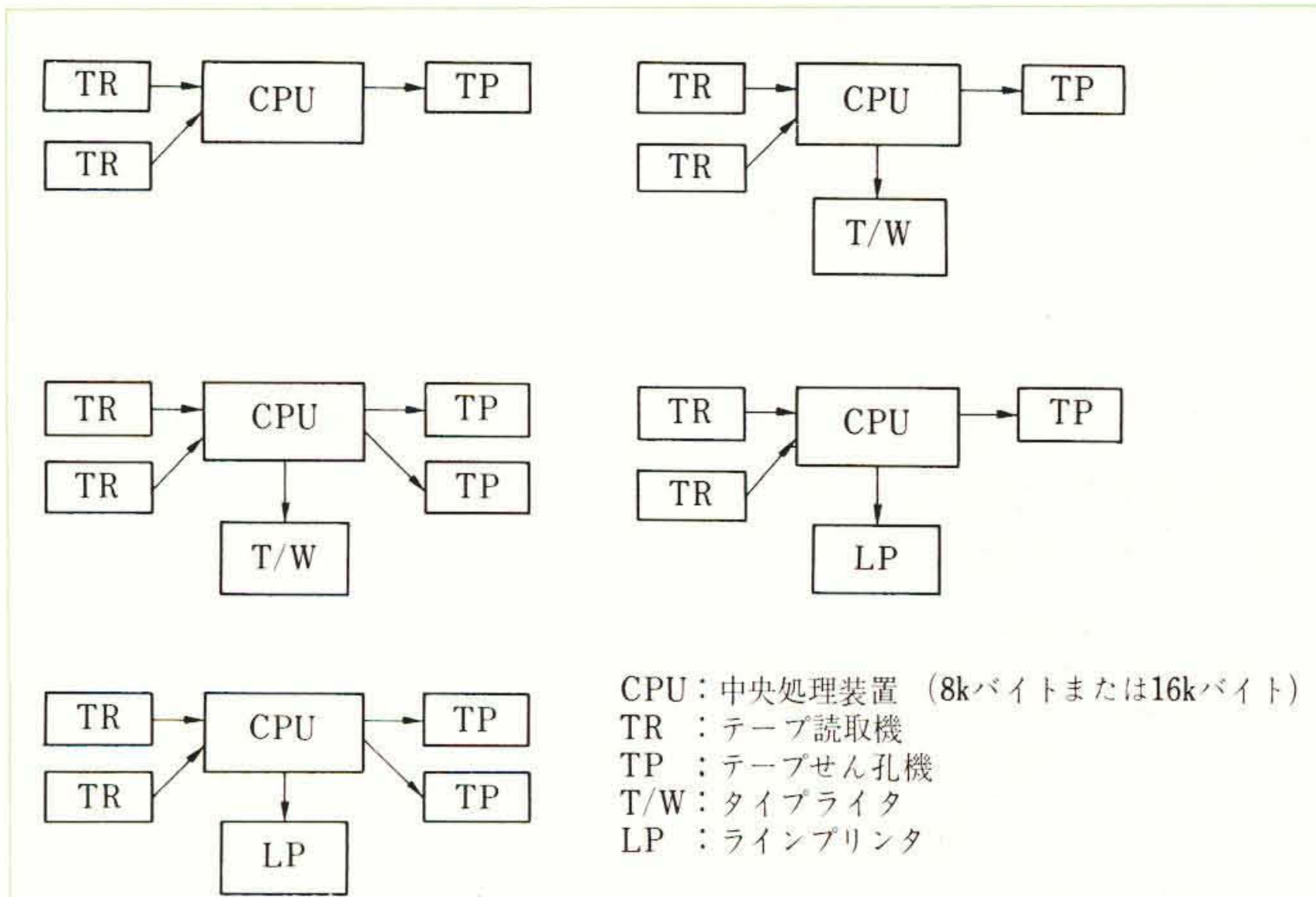


図24 HITAC 80/10構成例

2. ソフトウェア

HITAC 80/10システム用のソフトウェアは、小規模の事務処理のうち、販売管理、在庫管理、給与計算の三つの業務を処理する標準的なアプリケーション・パッケージ・システムであり、PASS (Packaged Application Standard System) と呼ばれている。

- PASSは次の特長を持っている。
- (1) PASSの三つの標準パッケージは流通業、製造業の約70%の分野に適応できる。
 - (2) パッケージ化されたアプリケーション・プログラムを顧客に提供することにより、顧客のプログラム労力とシステム設計労力とを減少させることができる。
 - (3) メーカーのシステム・コンサルテーション労力を減少させる

- ことができる。
- (4) レポート・プログラム・ジェネレータ、ソート・マージ、ファイル・アップデートなどの機能を有するプログラムにより新しいアプリケーションを作ることできる。
 - (5) 入出力機器としてHITAC 1システムを利用し、入出力帳票を対応して作成できる。

以上のほか、PASSではハードウェアの持つ高速演算能力を利用することにより、事務用処理に必要な編集演算、10進演算、紙テープの可変長レコードの処理、無用レコードの読飛ばし、256

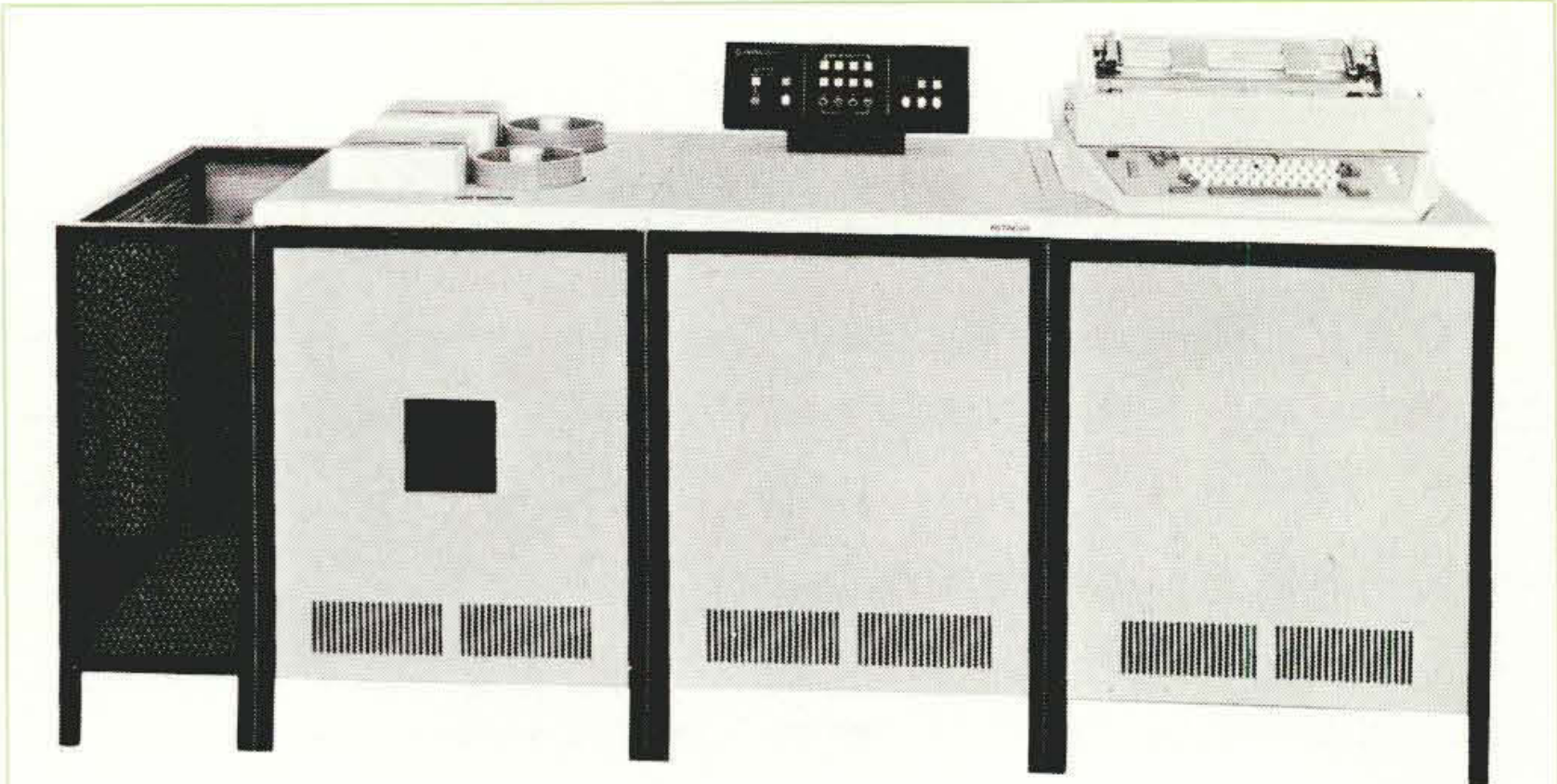


図25 HITAC80/10電子計算機システム

表8 PASSの構成

項目	アプリケーション・システム	パッケージ名	出力帳票
1	販売管理	受注処理	得意先別受注残高一覧表 商品別受注残高一覧表 商品別納期一覧表
		仕入在庫管理	仕入管理表 仕入先別売上分析表 在庫受払表 仕入先元帳
		商品売上処理	商品別売上管理表 得意先別売上実績表 商品別売上順位表 得意先別売上順位表 セールス・マン別売上成績表
		手形管理	得意先別受取手形明細表 得意先別受取手形管理表 手形管理明細表 裏書・不渡手形明細表
		売掛処理	得意先元帳 得意先別請求明細表 得意先別未入金一覧表 セールス・マン別回収内訳表
2	在庫管理	製造業在庫管理	納品エラー・リスト 督促表 入出庫日報 問合せ在庫報告書 在庫切りリスト 在庫報告書 引当表 発注要求書 棚卸依頼表 棚卸報告書
		流通業在庫管理	店部門別仕入集計表 在庫管理表 仕入先別仕入集計表 アン・マッチ・リスト 棚卸表 売上分析表
3	月例給与計算	同 左	給与支給明細書 個人別給与台帳 所属別金種表 市町村別住民税集計表 所属別勤務状況表 所属別支給集計表 所属別控除集計表

バイトまでのデータの取扱い、連記式伝票の処理などを可能にしている。表8はPASSの構成、出力帳票を示したものである。

■ H-8578形集団ディスク駆動装置

H-8578形集団ディスク駆動装置は、従来のH-8577形集団ディスク駆動装置が、9モジュールまたは5モジュール（モジュールはディスクパック1個の駆動ユニット）の固定的構成であったものを、2～9モジュール（9モジュールの場合には予備1モジュール）の任意の構成をシステムの用途に応じて選択できるようにした改良形である。

本装置には、H-8577形に使用したH-8561形ディスクパックをそのまま使用することが可能であり、磁気ヘッドの位置決め時間も従来の装置の平均75msから平均60msに向上している。

H-8578形装置は、2モジュール構成のH-8578-10形を基本装置として、それに1モジュール構成のH-8578-11形、2モジュール構成のH-8578-12形が増設される。記憶容量はそれぞれ54Mバイト、29Mバイト、58Mバイトである。



図26 H-8578形集団ディスク駆動装置

■ H-9212マークせん孔カード読取機(MPCR)

この装置は80欄カード上に黒色マークおよびせん孔角穴によって記録されたデータを光学的に読み取り、相手装置へ送ることができるカード読取機である。プレパンチやプレマークのほか鉛筆、サインペンによる手書きマークの読み取りが可能であるから、原始データを正確かつ迅速に計算機に入力することができる。H-9121、9131などの複合端末装置のファミリーとして使用されるほかミニコンピュータの入力装置としても使用される。

おもな特長は次のとおりである。

- (1) 送信済カードの裏面に送信確認マークを印刷する機構を備え

ており未送信カードとの区別が容易である。

- (2) 後端開放形のホッパーはピックミス防止機構を備えており、操作性がすぐれている。

- (3) 発光ダイオード、受光ダイオードを使用した光学読取方式のため長寿命で信頼性が高い。

おもな機能は次のとおりである。

使用カード：80欄カード、51欄カード

データ記録方式：鉛筆、サインペンによる黒色マーク
せん孔角穴

読取方式：オンデマンドフィード連続読取り

読取速度：H-9212-1 16枚/分、H-9212-2 8枚/分

H-9212-3 100枚/分、H-9212-4 50枚/分

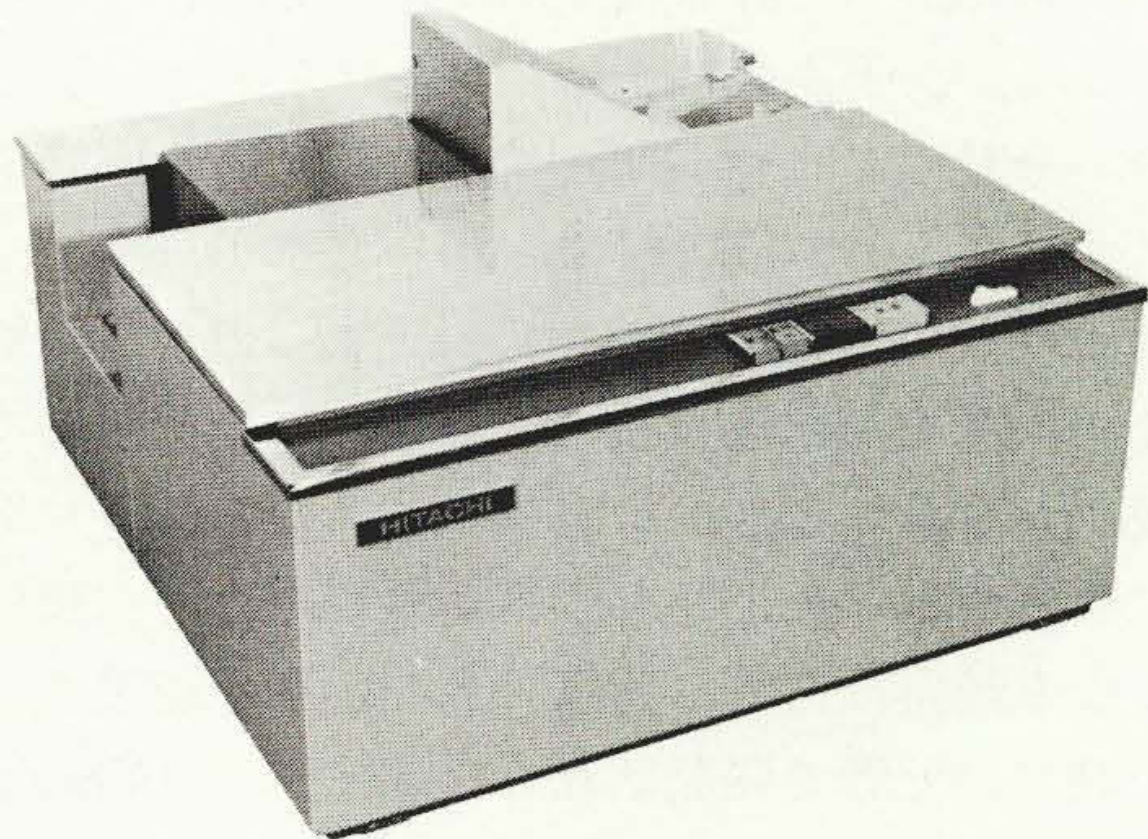
データ送出方式：並列12ビット+1ストロブパルス

ホッパ・スタック：カード収容量400枚（スタック引出式）

オプション：せん孔読取り、マーク読取りの切換

スキップ（任意カラム以降のデータをすべてスペースとして送信する）機能

電 源：AC100V 単相 50または60Hz



寸法：W400×L400×H250

図27 H-9212マークせん孔カード読取機(MPCR)

■ プリント基板の配置、配線プログラムの開発

電子機器の高性能化、小形化に伴うプリント基板の高密度化、あるいは需要の拡大（電子計算機、電子式卓上計算機、NC制御装置、遠方制御装置、通信機・計測器用制御装置など）に伴うプリント基板の多種多様化に対処するため、配置・配線の汎用プログラムを開発した。このシステムは、単層、2層、3層（中間層は電源線あるいは接地線）のほとんどのプリント基板に適用できる。

おもな特長および仕様は以下のとおりである。

- (1) ユーザごとにプリント基板形式、実装規約、使用部品形状などライブラリ内のデータの登録、変更ルーチンを設けることにより、通常ランの入力簡素化を図っている。
- (2) IC以外のディスクリート部品の自動配置も可能にしている。
- (3) ピン間配線数2本までの高密度配線が可能である。
- (4) 特定部品の配置場所指定、配線経路指定も可能である。
- (5) 基板上の任意点に特異点（スルーホール不可、配線不可）を指定することができる。
- (6) 最大信号数500、最大ブランチ数2,000本
- (7) プリント基板メッシュ数（210×300）
- (8) 積載可能部品数 500個

有限要素法による

拡散輸送方程式数値解析プログラムの開発

構造解析の分野で開発された有限要素法を、数学的には変分法に基づいて偏微分方程式を数値的に解く方法の一つであるとみなし、これを中性子輸送問題に現われる拡散および輸送方程式（ボルツマン方程式）の解法に適用し、計算プログラムを作成した。

偏微分方程式をデジタル電子計算機によって数値的に解く場合、方程式の離散化には従来差分法（階差法）が用いられてきたが、差分法に基づく計算では体系の形状を正しく反映することは実用上困難な場合が多く、このための設計計算などでは、得られた結果に形状の近似的取扱いに対する不確定さを見込む必要があった。有限要素法は有限要素によって領域を任意に分割して計算を進める方法であるから、いわば任意の格子点分布に対応する差分方程式が得られることになり、通常の方法の持つ欠点が解消されることになる。

図28は要素分割の一例であるが、現象変化の緩急に応じた格子間隔が選ばれている。このように余分な格子点をとる必要がなくなるので、従来に比べて計算機使用時間の短縮ができる。計算精度の犠牲はなく、格子点の数を $1/10$ に減らすことができた例もある。

構造解析の分野では、マトリックス方程式の数値解法は、ほとんどガウス消去法などの直接解法が用いられているが、中性子輸送問題では一般に多くの格子点を必要とするので反復解法が用いられる。今回は逐次過剰緩和法（SOR法）を採用している。反復解法の観点からみたとき、有限要素法に現われるマトリックスは差分法に現われるそれよりも性質が悪いため、一般に反復法の収束は遅くなる傾向にある。反復計算の収束を加速する方法として、原子炉数学の分野で開発された粗メッシュ（Coarse Mesh）加速法の手法を導入した。粗メッシュ加速法とは、対象としている領域をもとのメッシュ分割（有限要素法では要素分割）よりもずっと粗（あら）いメッシュ（粗メッシュ）に分け、粗メッシュ系における（中性子の）バランスを考えることにより、解の全体的な形を予想し、それが実現するような方向に反復計算の途中解を修正するものである。格子点分布が任意である有限要素法に適した粗メッシュ加速法を新しく定式化し、これをプログラムに組み入れてある。この収束加速法は構造解析など一般の有限要素法計

算（扱う問題が大きくなると反復法が必要となる）にも応用できる。

図29は粗メッシュ加速の効果を示す一例である。加速がなければ収束はSOR緩和係数 ω に強く依存し、最適の ω を求めるにはそれだけ余分の計算時間がかかるが、粗メッシュ加速を用いると ω に鈍感になり、通常よく使われる $\omega=1.6$ の場合には収束までの反復回数も約 $1/10$ に減少する。

完成した計算プログラムは中性子以外の輸送現象の解析にも適用できる。

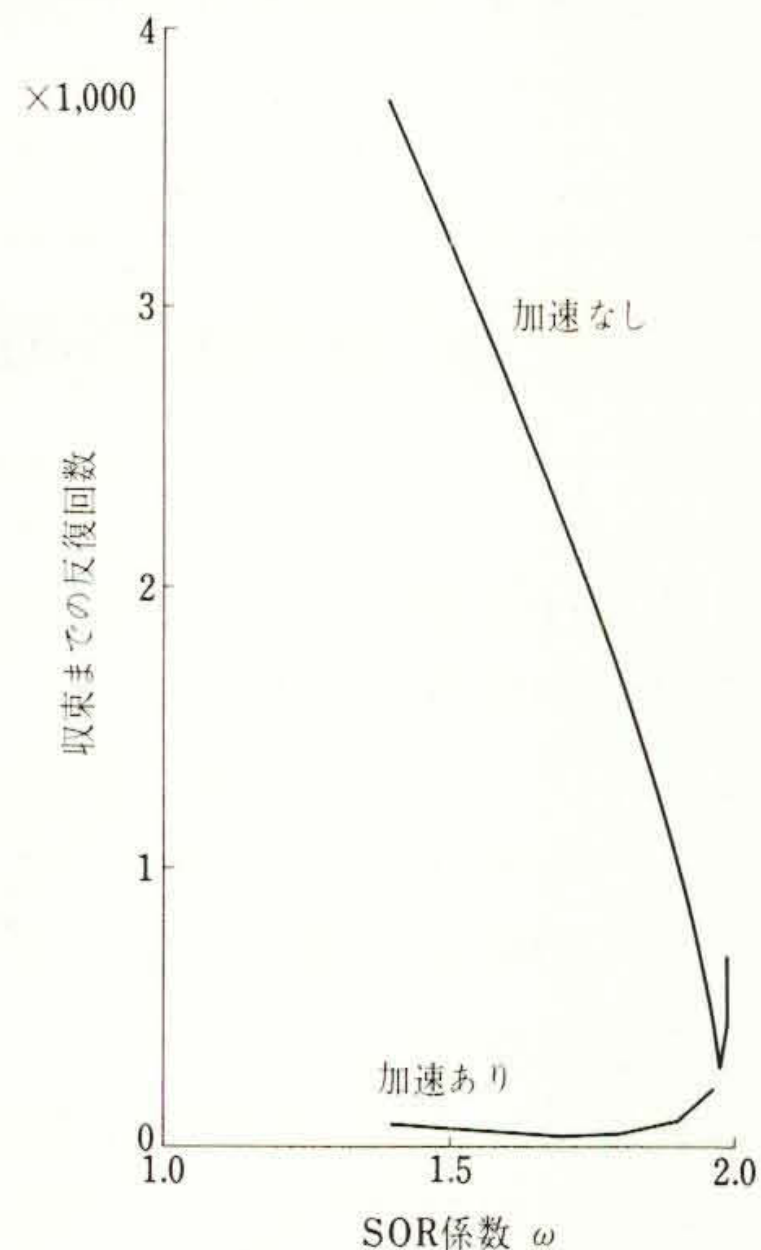


図29 粗メッシュ加速効果の一例

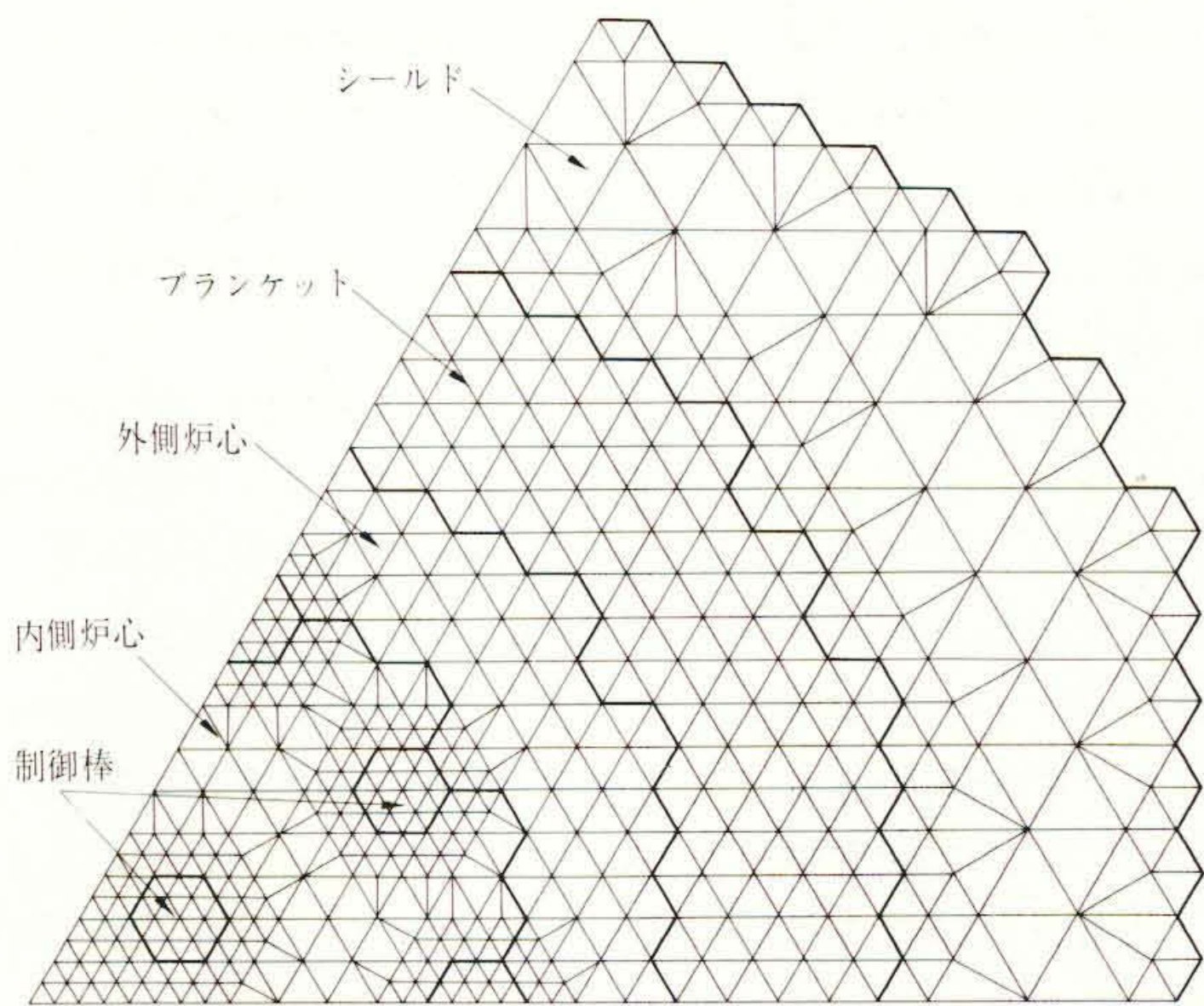
計算機による混成IC増幅回路の設計

低周波増幅回路を設計するための完全自動演算プログラムCOMET-IIシステムを開発した。

本システムにおいては、回路設計者が与えた幾つかの設計仕様を入力するだけで、多段増幅回路中に含まれる各基本回路の回路定数を算出し（回路網合成）、その回路について直流および交流特性を解析し、結果を設計仕様と比較演算し、その差が設定範囲を越えたときは、両者の収束演算によって各基本回路の最適化を図る。

このようにして合成された基本回路を必要な数だけ接続して全回路を構成し、全回路の直流および交流特性を解析し、全系についても最適自動収束演算を行なう。

以上によって完成された多段増幅回路について、各種の特性解析結果を自動的にグラフ作図する。図30は、以上の各演算の概念フロー線図を示したもので、これによって、多段増幅回路の完全自動設計を行なうことが可能になった。



正六角柱状燃料集合体からなる高速炉炉心(1/6部分)

図28 要素分割の例

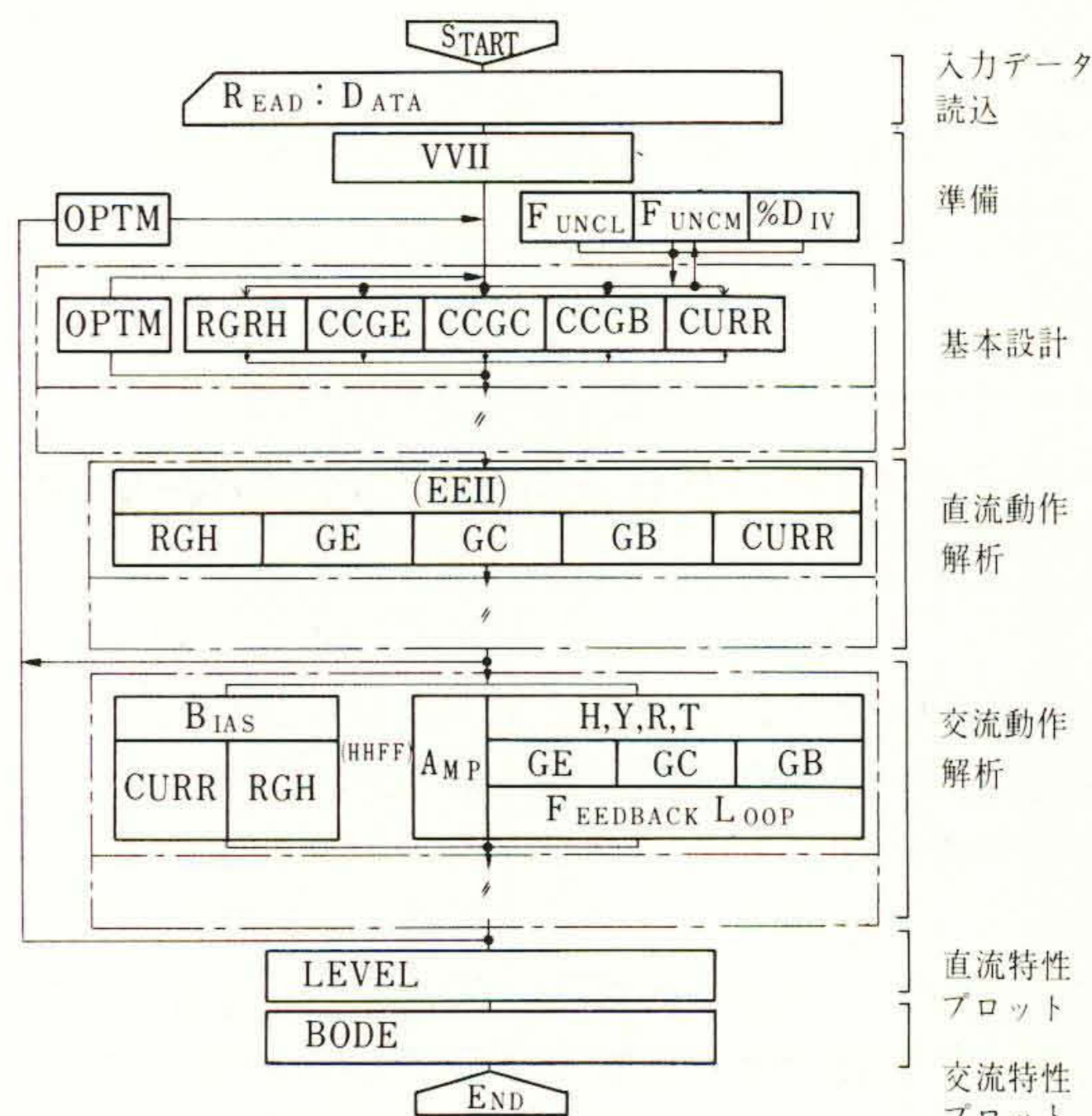


図30 COMET-IIの構成の一例