

日立高速ファクシミリ“HF950-MR/960-MR”

Hitachi High Speed Facsimile “HF950-MR/960-MR”

文書や図面をすばやく、かつ確実に送る高速ファクシミリは、国際化の時代を迎えようとしている。この国際化時代を目指して新しく開発したのが、CCITTの標準規格(GIII規格)に合致したHF950-MR/HF960-MR形であり、この論文ではこれらの装置について述べる。

本装置は、符号化方式としてCCITT標準の1次元Modified Huffman方式、より早く伝送できる2次元Modified Read方式を実装しているため、20秒/40秒で伝送することができる。更に、使いやすさを追求した本装置は、様々な原稿に対し鮮明な画像品質の再現を行なうと同時に、必要な部分だけを伝送するマークスキップ機能など、数々の機能が十分に装備されており、この複雑な動作をマイクロコンピュータで制御させ信頼性を高めている。

大内勝文* *Katsubumi Ôuchi*
 太田隆夫* *Takao Ôta*
 吉木 宏** *Hiroshi Yoshigi*
 平根英夫*** *Hideo Hirane*

1 緒 言

近年、ファクシミリは文書、図面などの情報を通信するものとして、急速に普及してきた。日立製作所での高速ファクシミリは、昭和50年に「HF541シリーズ」(A4判高速ファクシミリ)を、昭和51年に「HF932/532シリーズ」(B4判高速ファクシミリ)をそれぞれ発売しいずれも好評を博してきた。

ファクシミリに対する市場の要求としては、伝送速度の高速化、高画質及び操作の簡略化がある。一方、CCITT(国際電信電話諮問委員会)でも高速機(GIII機)の標準化の審議が進められるようになった。昭和53年に符号化方式として1次元はMH(Modified Huffman)方式が、2次元については、オプション機能としてMR(Modified Read)方式が昭和54年11月に、それぞれ決定された。ここに紹介する製品“HF950-MR/HF960-MR”形は、このような状況の中で開発された高速ファクシミリである。

表1 主な仕様 “HF950-MR”形及び“HF960-MR”形についての主な仕様について示す。

項 目	“HF950-MR”形	“HF960-MR”形
送信原稿の大きさ	JIS A4判	JIS B4判
有効画幅	210mm	251mm
記録紙サイズ	216mm×100m	257mm×100m
伝 送 速 度	9,600/7,200/4,800/2,400bps自動切替	
周 囲 条 件	+5~+35℃	
送信走査方式	ホトセンサアレイによる電子平面走査	
記録走査方式	多針電極ヘッドによる固体走査	
記 録 方 式	静電記録	
主走査線密度	8ドット/mm	
副走査線密度	7.7ライン/mm, 3.85ライン/mm, 2.57ライン/mm 7.7/3.85ライン/mmの自動切換	
符号化方式	日立符号化方式 CCITT規格(MH, MR方式)	

注：略語説明 CCITT(国際電信電話諮問委員会), MH(Modified Huffman) MR(Modified Read)

2 仕様及び特長

本製品は、国際規格としてのGIII規格に合致し、高速伝送、高画質及び多機能化をねらって製品化したもので、この仕様を表1に示すとともに、その概略機能及び特長について以下に述べる。

2.1 高速性

MR方式を標準実装し、A4判の標準原稿を8ドット/mm×3.85ライン/mmで約20秒で伝送できる。

2.2 高画質

原稿素地の濃度補正を行なう自動バックグラウンド調整回路と文字、線などの濃度補正を行なう自動スライスレベル調整回路とにより、コントラストのばらつきが多い原稿も鮮明に再現することができる。

2.3 多機能化

(1) 原稿内容に合わせた解像度自動制御機能

書画の密度により、自動的に副走査方向線密度が7.7ドット/mm又は3.85ライン/mmに切り替わり伝送時間の短縮が図れる。従来のように、走査線密度をそのつど選択することがなくなり、操作は簡略化される。

(2) 電話予約

ファクシミリ通信前及び通信後に電話予約を行なうことで、電話打合せが可能なため送った書類を見ながらその場で打合せができる。

(3) マークスキップ(部分送り)機能

送信原稿の所定の位置にマークを付けることで、この部分を白送りするので、伝送時間を大幅に短縮できる。

(4) MP(中間調の再現)機能

従来の高速機では難しかったハーフトーン(写真など、中間調を含む原稿)の表現が、独自の疑似的表現法を導入したことで、より忠実に再現することができる¹⁾。

(5) 高速コピー/テスト機能

A4判を8ドット/mm×3.85ライン/mmで約12秒という高速コピー機能により、複写機がわりに利用が可能である。また、正常な受信が得られない場合、テスト機能により機器の中でどの部分に問題があるのか簡単にチェックでき、迅速かつ正確な判断と対策が可能である。

* 日立製作所戸塚工場 ** 日立製作所中央研究所 *** 日立製作所日立研究所

(6) ポーリング機能

受信側から送信側の起動がかけられるので、送信側が無人でも原稿をセットしておけば自動送信ができる。また、相手確認コードが実装されているので秘密保持が可能である。

(7) 電源自動制御

送信側からの呼び出しで、受信側の電源は待機電源から主電源に自動的に切り替わる。同様に、送信側は原稿をセットすることで自動的に切り替わるので、電力の節約ができる。

2.4 操作性

(1) 自動給紙

信頼度の高い自動給紙機構を内蔵しており、約30枚の原稿を連続送信できるので、送信側人手の省力化ができる。

(2) 自動カットほか

送信原稿の長さに応じて、受信画を自動的にカットする。このほか、送信及び受信枚数カウンタや記録紙の残量が一目で分かる記録紙残量表示が付いている。

2.5 機種の特長

表2に示すような各機種が構成できる拡張性をもった設計とした。なお同表中でトランシーバとは、送信部及び受信部の両方を同一装置内にもち、送信及び受信ができるが同時には送・受信ができない。これに対しコンバインは、同時に送・受信ができる装置である。このほか、画素密度の異なるファクシミリ²⁾との交信についても、コンバータを付加することで可能としている。

3 装置の概要

“HF950-MR”形の外観を図1に、“HF960-MR”形のそれを図2に示す。

本装置は機能別ブロック化を図り、この概略は図3に示すとおり、読取部、記録部、制御部、変復調部、NCU(網制御部)、コントロールパネル部及び電源部から構成した。原稿は前面からセットし前面トレイに排紙させ、記録紙は前面からセット受信画を前面トレイに受けるようにした。コントロールパネルは、通常使用するボタンと使用頻度の少ないものに区別し、使用頻度の少ないものをカバー内に配置して使いやすいものにしてある。

4 読取部

読取部の概略構成を図3に示す。読取部は、自動給紙機構、紙送り機構部、光学系部及び二値化回路部から構成されている。自動給紙機構は原稿を一度に30枚までセットすることができ、1枚ごとに順次自動的に給紙する。給紙された原稿は、1ライン読取りごとにパルスモータにより駆動される。光電変換素子は2,048ビットのCCD(Charge Coupled Device)セ

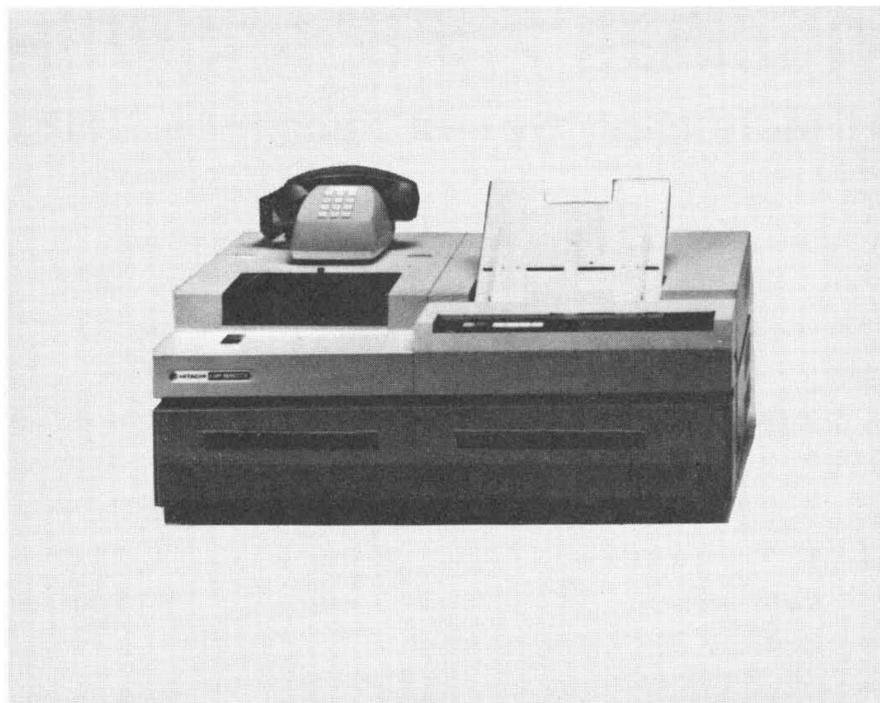


図1 “HF950-MR”形ファクシミリ装置の外観 A4判の原稿を送受信でき、高速伝送、鮮明な画質を大きな特長としている。

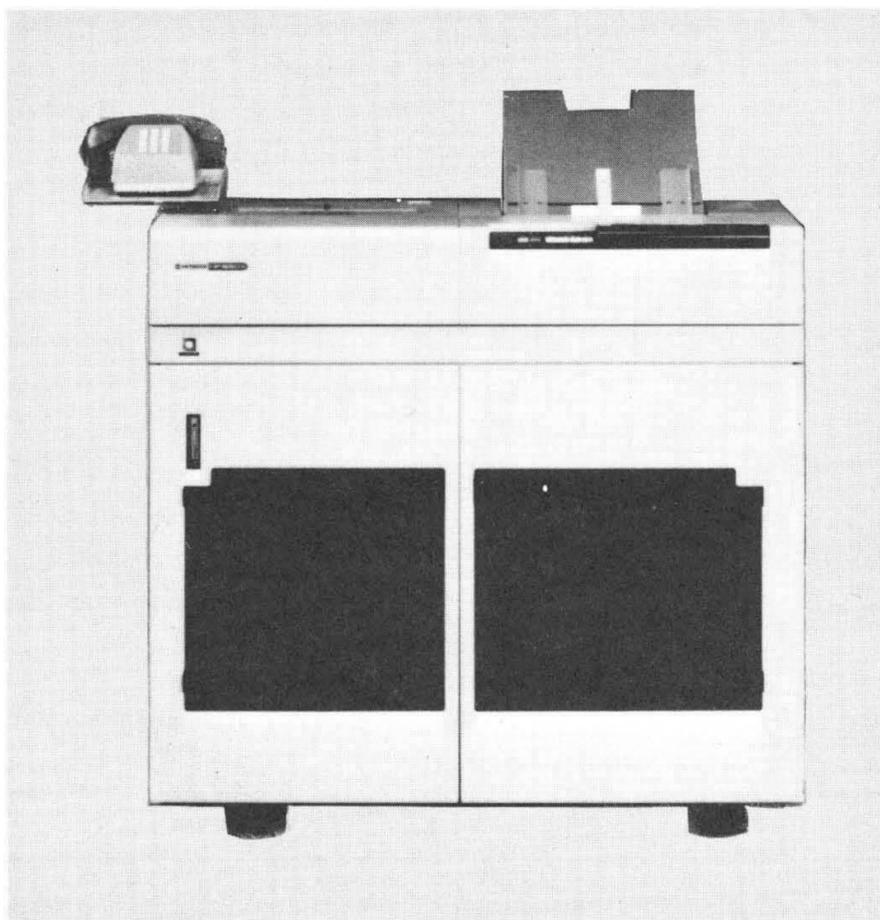


図2 “HF960-MR”形ファクシミリ装置の外観 B4判の原稿を送受信でき、ワイドスイッチによりA3判幅までも送信しB4判幅に縮小受信する機能を持ち、高速伝送、鮮明な画質を大きな特長としている。

表2 機種一覧表 本開発シリーズの製品化した機種の一覧を示す。

機種	原稿幅	通信速度 (bps)	通信形態
“HF950X-MR”	A4判	9,600, 7,200, 4,800, 2,400	トランシーバ
“HF550X-MR”	A4判	4,800, 2,400	”
“HF960X-MR”	B4判	9,600, 7,200, 4,800, 2,400	”
“HF560X-MR”	B4判	4,800, 2,400	”
“HF950C-MR”	A4判	9,600, 7,200, 4,800, 2,400	コンバイン
“HF550C-MR”	A4判	4,800, 2,400	”
“HF960C-MR”	B4判	9,600, 7,200, 4,800, 2,400	”
“HF560C-MR”	B4判	4,800, 2,400	”

ンサを用いている。原稿の反射光はレンズにより結像された1ライン(215mm)の画像信号を得る。このレンズは高解像度を確保するため、光源、センサ、光学倍率の関係に合わせた専用レンズとした。B4機(“HF960/560”形)での読取りは、標準でB4判幅(256mm)までを読み取り送信するが、ワイド機能を選択することによりA3判幅(287mm)まで読み取り、B4判幅に圧縮して送信することができる。ホトセンサアレイからの信号出力は、原稿の濃淡に応じたアナログ信号として得られるが、原稿の地色の異なるものに対応できるように、自動的に白黒判定レベルを決めるフローティング二値化回路をもち高画質を得ている。

5 記録部

記録方式は乾式静電記録方式を採用した³⁾。これは、記録画質が優れていること及び高速記録に適することによる。記録部の構成は図3にその概略を示すように、記録電極と記録電極に電圧を加えるためのドライバ回路、記録紙上に記録された静電潜像を可視像とする現像部分、この像を定着させるための定着部分及び紙送り機構から成る。

記録電極はドット密度1mm当たり8本の記録針をA4判用では1,728本、B4判用では2,048本それぞれ配列し、記録針32本ずつを1ブロックとして記録を行なうための制御電極を同一面に配置している。制御電極と記録針の間に約600Vの電圧を加えることにより、記録上に静電潜像が形成される。この静電潜像に黒色現像剤(トナー)を付着させ可視像を得る。定着方式は高速化に適した方式として、キセノンランプの発光(色温度6,000K)を熱エネルギーに変換し、トナーを熱溶解するフラッシュ定着とした。紙送りは1ライン記録ごとにパルスモータにより駆動する。記録画は内蔵された自動カタにより送信原稿長に応じた長さにカットされ、またプリカット方式を採用しているのでもだ紙をなくしている。

6 制御部

ファクシミリの相互通信が円滑に行なわれるには、送信原稿の大きさ、走査線密度などに加え符号化方式、変復調方式、伝送制御手順などの標準化が必要であり、この標準化がCCITTで審議され、GIII機(1分伝送デジタルファクシミリ)の規格として表3に示すとおり決定された。

本装置は、以上の規格を採り入れ、また複雑な機能を満たし高信頼性を確保するものとしてマイクロコンピュータ制御を行なっており、図3の制御部にこの概略構成を示す。

6.1 基本方針

制御部の設計に当たり、以下に述べることを基本方針とした。

- (1) 多機能化を満足し伝送制御手順及び符号化方式の複雑化した制御を可能とすることを目的として、汎用8ビットマイクロプロセッサを使用して、ソフトウェア制御を行なう。
- (2) 機種種の拡張性として、送信機、受信機各々が分離したセパレート形、送信部、受信部を一体実装し同時に送・受信ができるコンバイン形までを考慮して、マイクロプロセッサを送信部及び受信部に各々もつことにした。

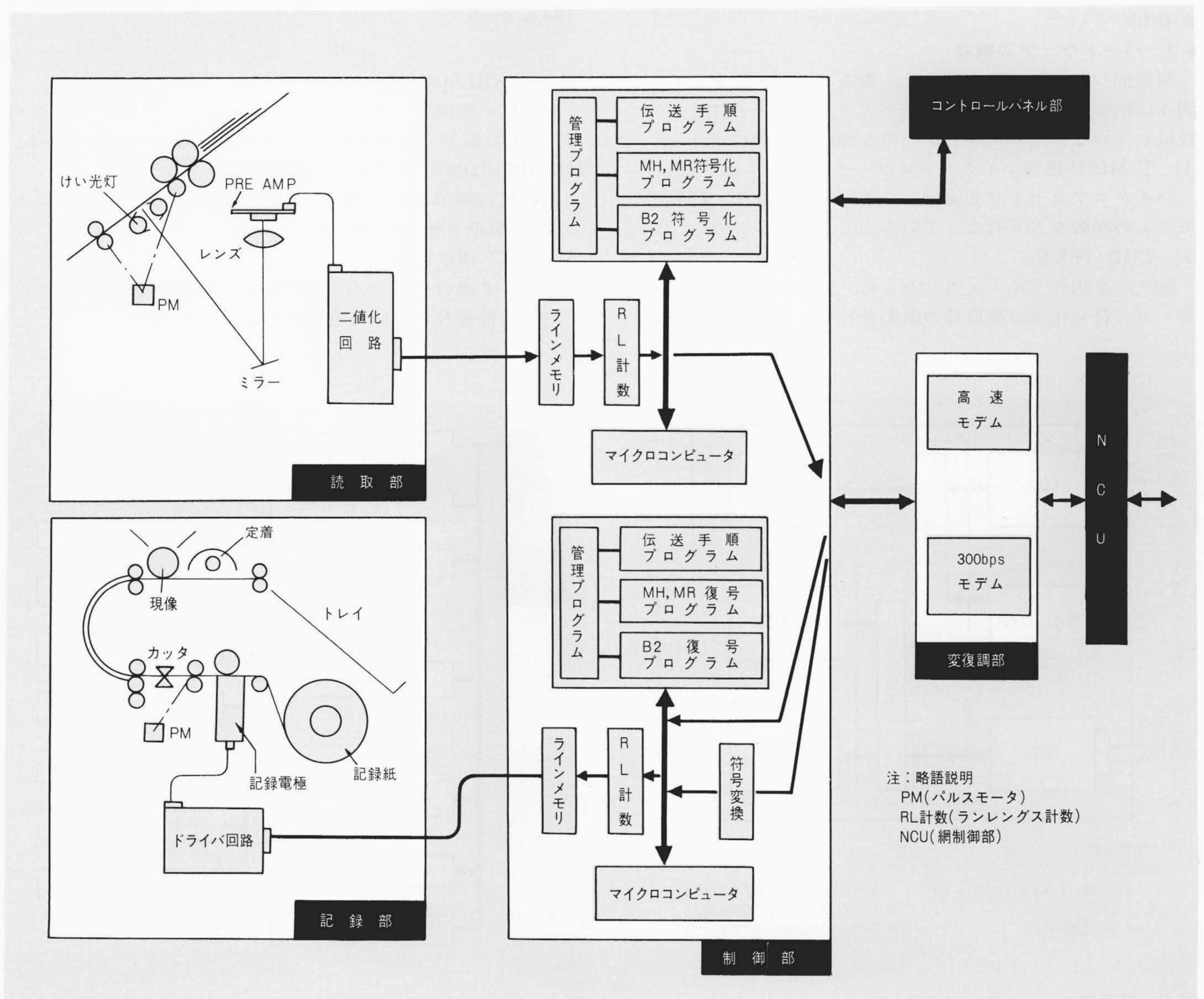


図3 基本構成概略図 機能のブロック化を図り、機種種の拡張性を容易にしている。

表3 GIII機の主な規格 CCITTで標準化されたGIII機デジタルファクシミリについての規格を示した。

項目	規格
走査	走査方向は左から右
線密度	垂直方向：標準 3.85ライン/mm オプション 7.7ライン/mm
	水平方向：1,728画素/215mm
1ラインの最小伝送時間	標準：20ms オプション：5, 10, 40ms
符号化方式	標準：(MH方式)(1次元符号化方式) オプション：(MR方式)(2次元符号化方式)
変復調	V27ter モデム V29
伝送制御手順	T.30バイナリー手順

(3) ソフトウェア、ハードウェア共機能ブロック化を明確にして、保守が容易な形とした。

(4) ソフトウェア、ハードウェア共に、仕様の追加、変更の要求に対して、マイクロコンピュータの特長を生かして、柔軟性及び拡張性をもたせ、かつブロック内での影響で対処できるものとした。

6.2 ハードウェアの構成

制御部ハードウェアの構成は、機能ブロック化を考慮し、図4に示すとおり各ブロックはバスラインインタフェースで接続している。このブロックの主な機能を以下に述べる。

(1) T-MPU(送信マイクロプロセッサ)

マイクロプロセッサを実装し、送信側の読取り、符号化、モデムの制御などを行なっている。

(2) COD(符号化)

画データ用のラインメモリをもち、MPUの制御により、データの符号化及び読取部の駆動を行なっている。

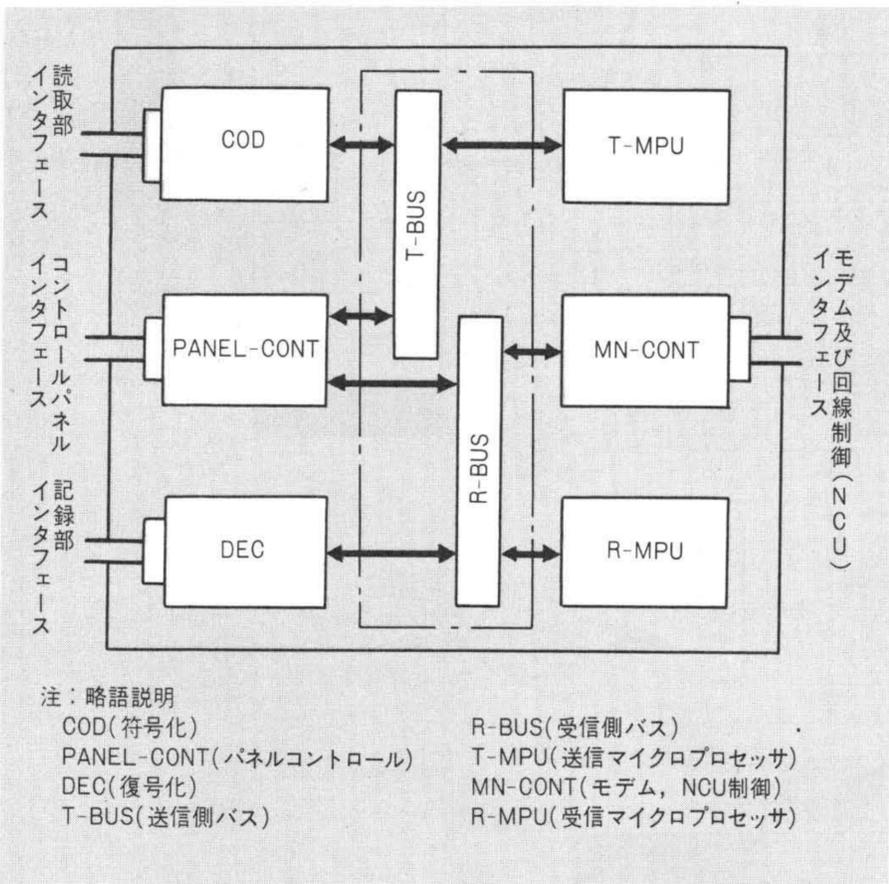


図4 制御部のハードウェア構成 マイクロプロセッサの使用により、符号化方式、伝送手順で多種の制御を可能としている。

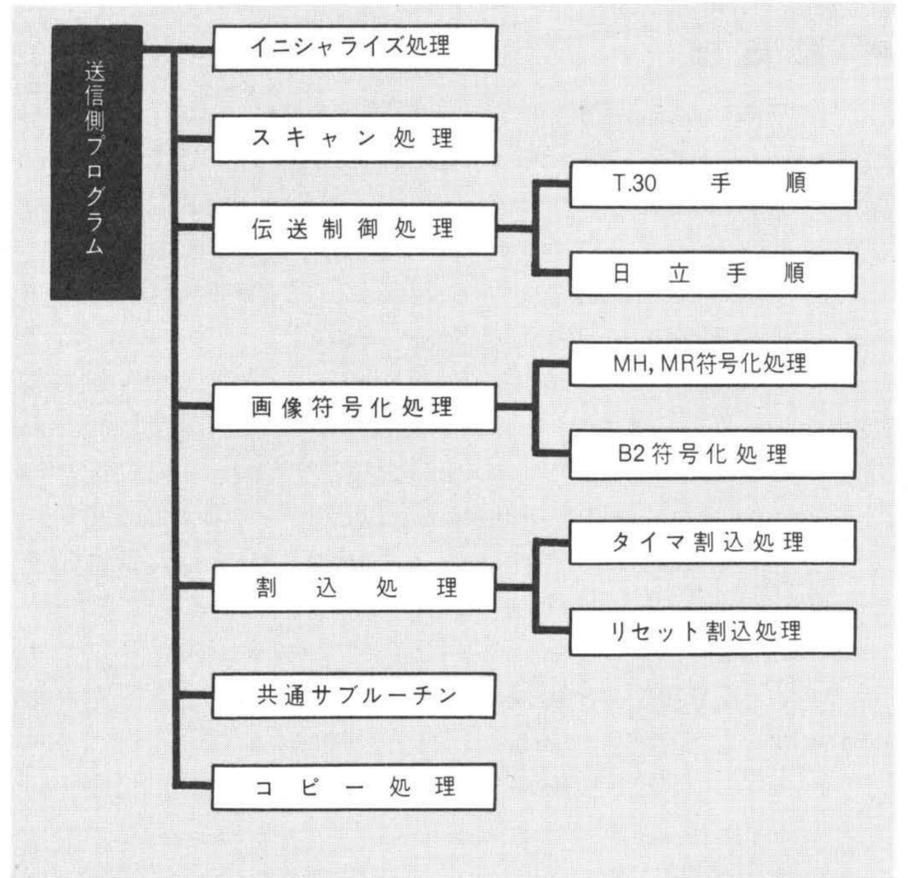


図5 送信側プログラム構成 送信側ソフトウェアとしてCCITTのGIII機モードと日立製作所独自モードをもち、国際規格との合致、従来機との交信を可能にしている。

(3) PANEL-CONT(パネルコントロール)

MPUの制御によりコントロールパネル、メンテナンスパネルからの信号の入力及びランプの表示駆動を行なっている。

(4) MN-CONT(モデム、NCU制御)

MPUの制御により、モデムの駆動、NCU(回線制御ユニット)の駆動を行なっている。

(5) DEC(復号化)

画データ用のラインメモリをもち、MPUの制御により、データの復号及び記録の駆動を行なっている。

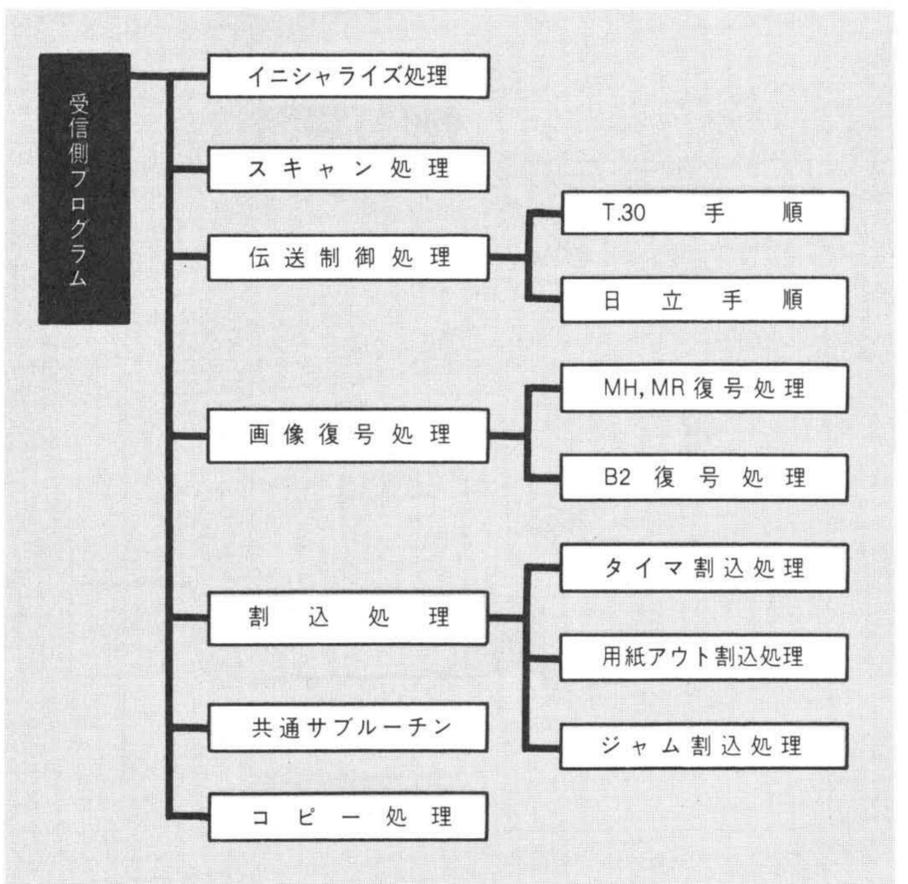


図6 受信側プログラム構成 受信側ソフトウェアを示し、送信側と同様に受信側モードとして国際規格の合致、従来機との交信性を可能にしている。

(6) R-MPU(受信マイクロプロセッサ)

マイクロプロセッサを実装し、記録部の駆動、復号化、モデムのコントロールなどの制御を行なっている。

6.3 ソフトウェアの構成

本装置でのソフトプログラムの構成は、前出図3の制御部に示すとおり送信部、受信部共3ブロックのプログラムにより構成し、各々のプログラムは独立にアセンブルされている。

本装置に採用したソフトウェア構造は、送信側プログラムを図5に、受信側プログラムを図6にそれぞれ示す。

6.4 符号化方式

符号化方式は、高速伝送を実現するためにデジタルファクシミリ信号のもつ冗長度を抑圧することにより伝送すべきビット数を削減するものであるが、“HF950-MR/960-MR”形は従来機との交信性をもたせるものとして日立製作所方式(B2方式)を、またGIII機との交信性をもたせるものとして1次元符号化としてMH方式を、2次元符号化としてMR方式を採用した。

B2方式は、1次元ランレングス分割符号化方式により行なって1走査線上の白ないし黒の画素の継続長を符号化したもので、この符号構成を表4に示す。これは実際のランレングスから1を差し引いた値を2進符号に変換したのち下位ビットから2ビットごとに区切り、白黒の判別ビットを挿入したものである。

MH方式は一般的書画でランレングスの発生確率を求め、発生率の高いランには短い符号長を割り当てて圧縮効果を高めたものである。符号構成の一部を表5に示したが、符号構成にはB2符号のように規則性はない。符号はランレングスの0~63を表わすTerminating Codesと、64以上64ごとの長さを表わすMake Up Codesの組合せによって構成される。

MR方式は2次元逐次処理方式の一つであり、隣接する走査ライン間の白黒変化点の相関性を利用して、更に圧縮効率を高めたものである。図7、8に説明図を、表6に符号表を示す。図7で白黒変化点a1を符号化するとき、1行前のライン(参照ライン)の同極性の変化点b1とのずれが±3画素以下の場合は、このずれの量を符号化する。これを垂直モードと称する。a1、b1のずれの量が±3を超える場合は、a1と同じラインの前の変化点a0からの長さを符号化する。これを水平モードと称する。水平モードの場合a1、a2の長さも続けて符

表4 B2方式の符号構成 従来機に使用している1次元符号化方式の符号構成を示す。

ランレングス(RL)	ランレングス(RL)コード (X:白黒判別ビット)					
	白		白黒判別ビット構成			
1	X 00		白	RL	黒	RL
2	X 10		1	00	0	00
3	X 01		0	10	1	10
4	X 11		0	01	1	01
5	X 00	X 10	1	11	0	11
...				
16	X 11	X 11				
(RL-1)	X2 ⁰ 2 ¹	X2 ² 2 ³	X2 ⁴ 2 ⁵	X2 ⁶ 2 ⁷	X2 ⁸ 2 ⁹	X2 ¹⁰ 2 ¹¹

表5 MH方式の符号構成 1ラインのデータは可変長符号から構成され、黒・白ランレングス符号で表わされる。この符号として2種類Terminating符号とMake Up符号があり、これを示した。

(a) Terminating符号

ランレングス	白のラン	黒のラン
0	00110101	0000110111
1	000111	010
2	0111	11
...
10	00111	0000100
...
63	00110100	000001100111

(b) Make Up符号

ランレングス	白のラン	黒のラン
64	11011	0000001111
128	10010	000011001000
192	010111	000011001001
...
1728	010011011	0000001100101
...
2560	000000011111	000000011111

号化する。図8に示すように、参照ラインに独立した白又は黒のブロックが存在する場合、a0点をa'0点に移動する。これをパスモードと称する。

MR方式でも、画面の最初のライン及び何ラインかごとにMH方式により符号化する。CCITTでは走査線密度3.85ライン/mmの場合、2ラインごとに1次元符号化する(K=2と称する。)ことが標準になった(7.7ライン/mmでは、K=4)。

以上の符号化方式、MR方式を採用したことにより、A4判で標準原稿(CCITT No.1テストチャート)を用い通信速度を9,600bps、走査線3.85ライン/mmで伝送時間約20秒の結果が得られた。

表6 符号表 符号化するに当たり、符号化ライン及び参照ライン上の画素の照合で検出したパスモード、水平モード及び垂直モードのいずれかに識別されることに本表に示す符号を発生する。

モード	記号	符号		
パスモード	P	0001		
水平モード	H	001+MH(a0a1)+MH(a1a2)		
垂直モード	a1がb1と一致する場合	V(0)	1	
	a1がb1の右にある場合	a1b1=1	V _R (1)	011
		2	V _R (2)	000011
		3	V _R (3)	0000011
	a1がb1の左にある場合	a1b1=1	V _L (1)	010
		2	V _L (2)	000010
3		V _L (3)	0000010	

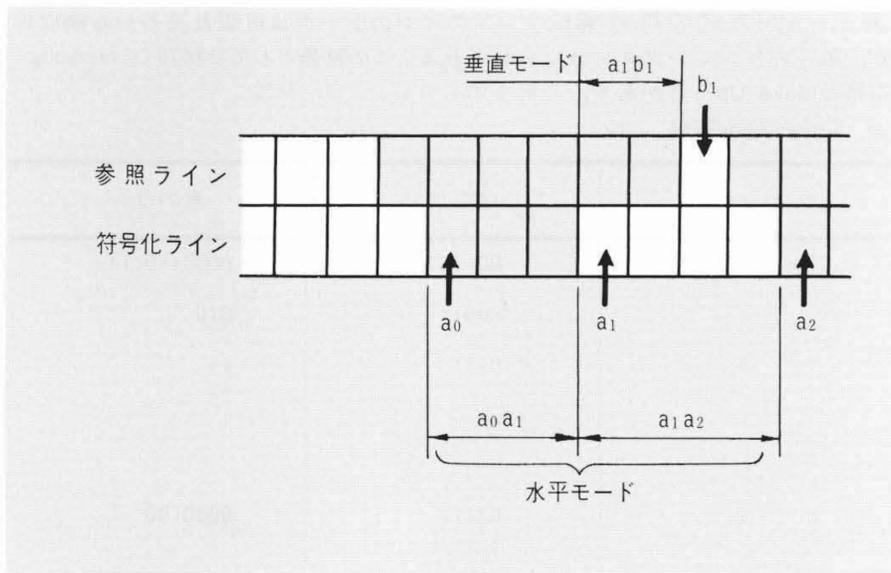


図7 MR方式説明図(I)(水平及び垂直モード) 符号化ライン上の距離 a_0a_1 , a_1a_2 を一括して符号化するモードを水平モードと定義し、参照ライン上の b_1 と符号化ライン上の a_1 との相対距離 a_1b_1 を符号化するモードを垂直モードと定義する。

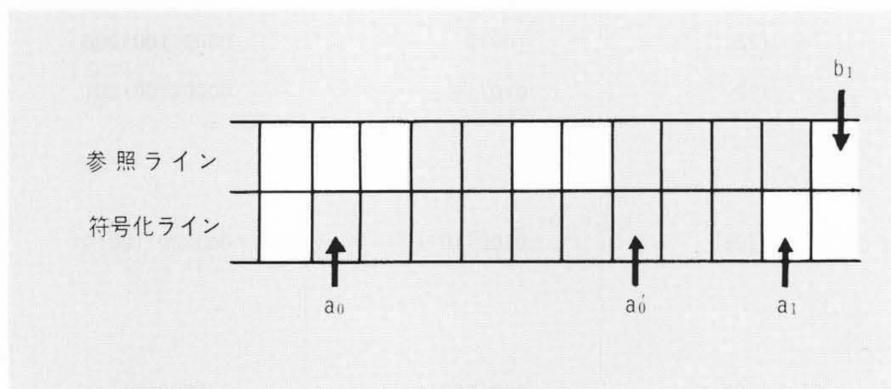


図8 MR方式説明図(II)(パスモード) 起点画素 a_0 の次に参照ライン上へ変化画素があって、符号化ライン上の変化画素 a_1 がない状態をパスモードと定義する。

6.5 伝送制御手順

伝送制御手順については、従来機“HF932/532”形との交信は日立手順を、GIII機との交信にはCCITT規格T.30バイナリー手順を採用した。日立手順は図9に示すとおりである。T.30バイナリー手順は、GIII機のファクシミリ信号伝送用モデムとして、通常4,800bps又は9,600bpsの高速モデムを用い、バイナリー手順の制御信号伝送用には300bpsのモデムを使用している。この手順と制御信号を図10に示す。

7 結 言

以上、“HF950-MR/960-MR”形高速ファクシミリの概要について述べた。すなわち、従来の1次元符号化方式(B2方式)に加えて、CCITT規格の1次元符号化方式としてMH方式を、2次元符号化方式としてMR方式を実装して、高速化とGIII規格との合致を図った。またマイクロコンピュータ制御により、マークスキップ機能、電話呼出し機能、ポーリング機能、コピー機能など、多機能化を実現した。

今後ファクシミリは、GIII機の国際規格が昭和54年11月に内定したことにより、高速機の間相互通信が可能になり更に需要の伸びが期待されるが、日立製作所は、各部の性能、機能、操作性などについて、よりいっそうの改善を進めてゆく考えである。

参考文献

- 1) 吹抜, 外: 高速ファクシミリに適した擬似ハーフトーン表示方式, 信学技報, IE78-46
- 2) 吹抜, 外: ランレングス領域における画素密度変換, 電子通信学会, IE79-60
- 3) 丹野, 外: 静電記録紙の温湿度特性, 画像画子学会
- 4) 村岡: 日立の高速ファクシミリ(HF932), 画像電子学会('77-VOL.6)

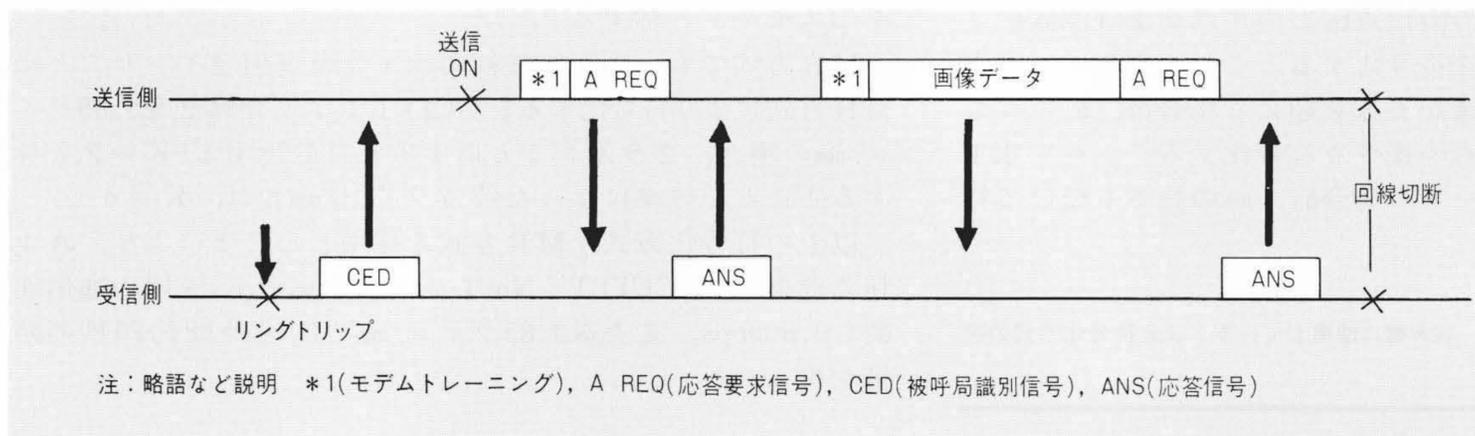


図9 日立手順 (B2方式時) 従来機との交信を行なう場合に用いる。

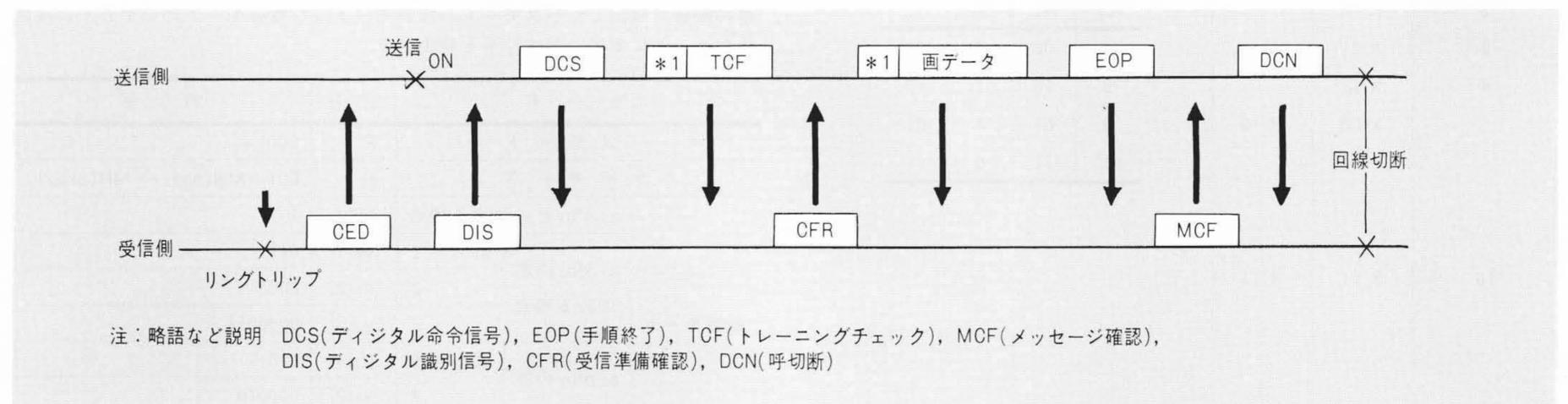


図10 T.30バイナリー手順 国際規格に合致した、GIII機のデジタルファクシミリに適用された伝送制御手順T.30について示した。