

画像処理機能をもつT-560/20 マルチワークステーション

T-560/20 Multi-Workstation with Image Editing Functions

最近、オフィスでの生産性向上が強く叫ばれ、数値情報、図形・画像情報の統合処理、あるいは一装置での多機能処理、また低価格で操作性の優れたワークステーションが強く求められている。T-560/20マルチワークステーションは、独自のサイクリック マッピング法による高速画像拡大縮小処理、更にディスプレイのマルチウインドウ画面制御により、画像付文書を対話形コマンドを用いて簡単に作成できるようにした。

本稿では、画像付文書処理機能を実現するためのハードウェア構成、文書階層構造と画面構成、マルチウインドウによる画面制御、対話形コマンドと処理例及び高速画像拡大縮小方式について述べる。

上林弘明* *Hiroaki Kambayashi*

田畑邦晃** *Kuniaki Tabata*

中村正雄* *Masao Nakamura*

1 緒 言

近年、オフィス業務の合理化に対するニーズは非常に強く、データ処理の分野では数値情報処理から漢字・図形情報処理へ、更に画像情報処理へと発展してきた。一方、文書処理の分野では日本語文章の作成からグラフ入り文書あるいは画像入り文書の作成へと発展しつつある。また、データベースと文書の結合、ファクシミリネットワークとデータ処理、文書処理との結合も始まっている。

T-560/20マルチワークステーションは、これらのOA(オフィスオートメーション)ニーズを実現するために、HITAC T-560/20ビデオデータシステムのステーションとして、画像付文書の作成、保管、検索、印刷及び伝送を行なう画像付文書処理機能とパーソナルコンピュータ機能をもち、更に漢字、図形及び画像を扱うオンライン端末機能をも兼ね備えた多機能ワークステーションとして開発した。

以下、画像付文書処理機能を中心に、マルチワークステーションの特長、構成及び処理方式について述べる。

2 開発の背景とねらい

オフィスでの業務の中で文書作成作業はその60%を占め、1箇月に1人当たり100枚もの文書を作成していると言われている^{1),2)}。そしてOA化の一つの柱として、文書処理の効率アップが挙げられている。既に最近のオフィスでは日本語WP(日本語ワードプロセッサ)の導入が盛んである。

一方、日常オフィスで取り扱う文書には、英・数字、仮名、漢字などの数値・文字情報(符号化)と、絵、図、手書メモなどの画像情報(非符号化)が混在する。しかし、従来のコンピュータ処理(日本語WPをも含む。)の対象は前者の符号化情報だけに限られており、今後のオフィスの生産性向上を図るには、数値情報、漢字情報、図形・画像情報といった各種の文書情報を統合して処理する機能が要求される³⁾。

また現在のオフィスではOA化のために、コンピュータのオンライン端末やパーソナルコンピュータ、日本語WP、ファクシミリといったOA機器が利用されているが、これらはいずれも単機能であり、オフィス業務を総合的に支援するには各

種の機器の併設を必要とした。

このような背景のもとでOA技術を見直すと、文書処理はテキスト処理からドキュメント処理へ、OA機器は単機能から多機能へ、あるいは情報の統合処理へと移りつつある。T-560/20マルチワークステーションは従来の日本語WP技術に加え、画像情報を含む文書処理技術の開発及びオフライン文書処理機能とホストコンピュータのオンライン端末機能をもつ多機能端末の開発を目標とした。

3 マルチワークステーションの概要

3.1 システム構成

マルチワークステーションは次の装置で構成される。

- (1) ビデオデータターミナル(漢字、図形、画像表示)
- (2) キーボード(仮名漢字変換、対話形コマンド入力)

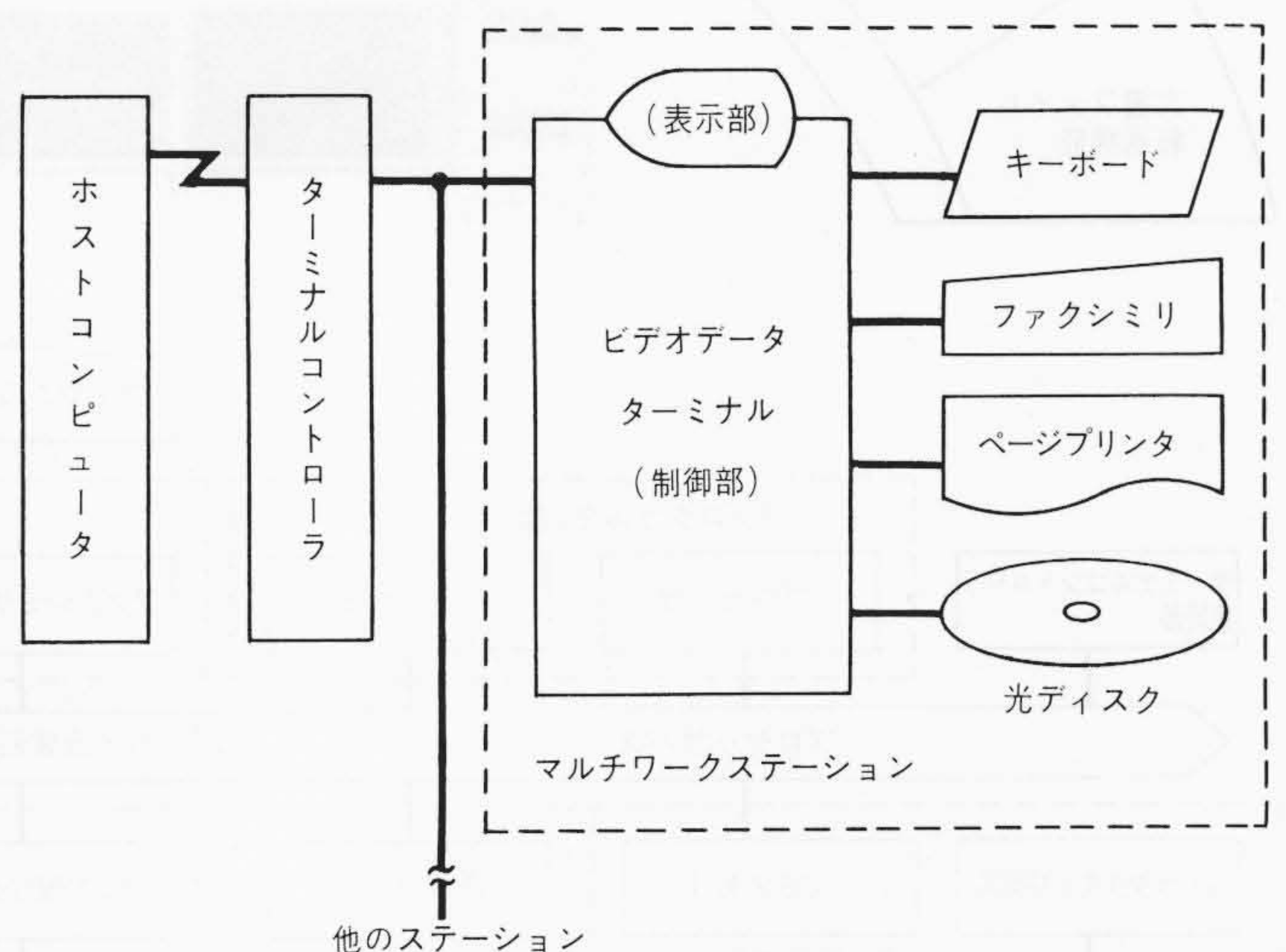


図1 マルチワークステーションのシステム構成 T-560/20マルチワークステーションは、ビデオデータターミナルにファクシミリ、光ディスクなどを接続し、画像付文書作成、保管、検索及び伝送を行なうとともに、ターミナルコントローラを介してホストコンピュータとも接続できる。

* 日立製作所神奈川工場 ** 日立製作所システム開発研究所

- (3) ファクシミリ(画像入力, 画像付文書の印刷, 伝送)
 - (4) ページプリンタ(画像付文書の高速印刷)
 - (5) 光ディスク(大量の文書保管)
- またマルチワークステーションは, ターミナルコントローラを介してホストコンピュータ(HITAC M/Lシリーズ)に接続し, 各種オンライン端末機能もサポートできる。

3.2 機能概要

マルチワークステーションは, 従来のT-560/20ビデオデータシステムのワークステーション機能であるパーソナルコンピュータ機能, 日本語WP機能に更に画像処理機能を導入した点に大きな特長がある。すなわち, 画像付文書の作成, 編集, 印刷, 伝送及び光ディスクへの保管, 検索が行なえるほかに, ホストコンピュータの端末としてデータ処理では漢字, 図形, 画像端末, 更に画像入力機能を付加し, 文書処理では画像付文書転送機能を付加した。またオンライン画面データをフロッピーディスクのファイルに落とし, このファイルを文書作成時に画像データとして利用し, 文書に挿入することもできる。図2に機能概要を示す。

3.3 ハードウェア構成

マルチワークステーションの概略仕様を表1に示す。
ビデオデータターミナルのハードウェア構成は図3に示すとおり大別してプログラム制御部, 図形・画像処理部, 表示制御部, 入出力機器制御部及びターミナルコントローラ接続部から構成される。

表1 概略仕様 マルチワークステーションのハードウェア, ソフトウェアの概略仕様を示す。プロセッサは市販マイクロプロセッサと画像・図形編集専用プロセッサをもっている。オフライン機能としてワードプロセッサ, パーソナルコンピュータに加え, 画像付文書作成, 伝送及び光ディスクによる検索が可能である。

分類	項目	内容
ハードウェア	プロセッサ	16ビットマイクロプロセッサ及び画像・図形編集専用プロセッサ
	メモリ	1.3Mバイト(プログラム領域, 画像データ領域)
	ディスプレイ	15inモノクロ 1,120×720ドット 英・数字, 仮名 24×12ドット 127種 漢字 24×24ドット 約8000種
	キーボード	JIS配列(文書処理用キー付)
	フロッピーディスク	8in 1Mバイト×2
	ハードディスク	5in 20Mバイト 625kバイト/秒
	光ディスク装置	円板サイズ 305mm 2.6Gバイト/枚
	ファクシミリ装置	GIII規格 8×7.7本/mm(B4, A4サイズ)
ソフトウェア	ページプリンタ	電子写真方式 9.5枚/min 8×7.7本/mm
	オンライン機能	漢字端末, 図形表示, 画像表示 オンライン仮名漢字変換 文書ファイル転送, 画像情報入力
ソフトウェア	オフライン機能	パーソナルコンピュータ ワードプロセッシング 画像付文書編集, 保管, 検索, 印刷 文書自動伝送

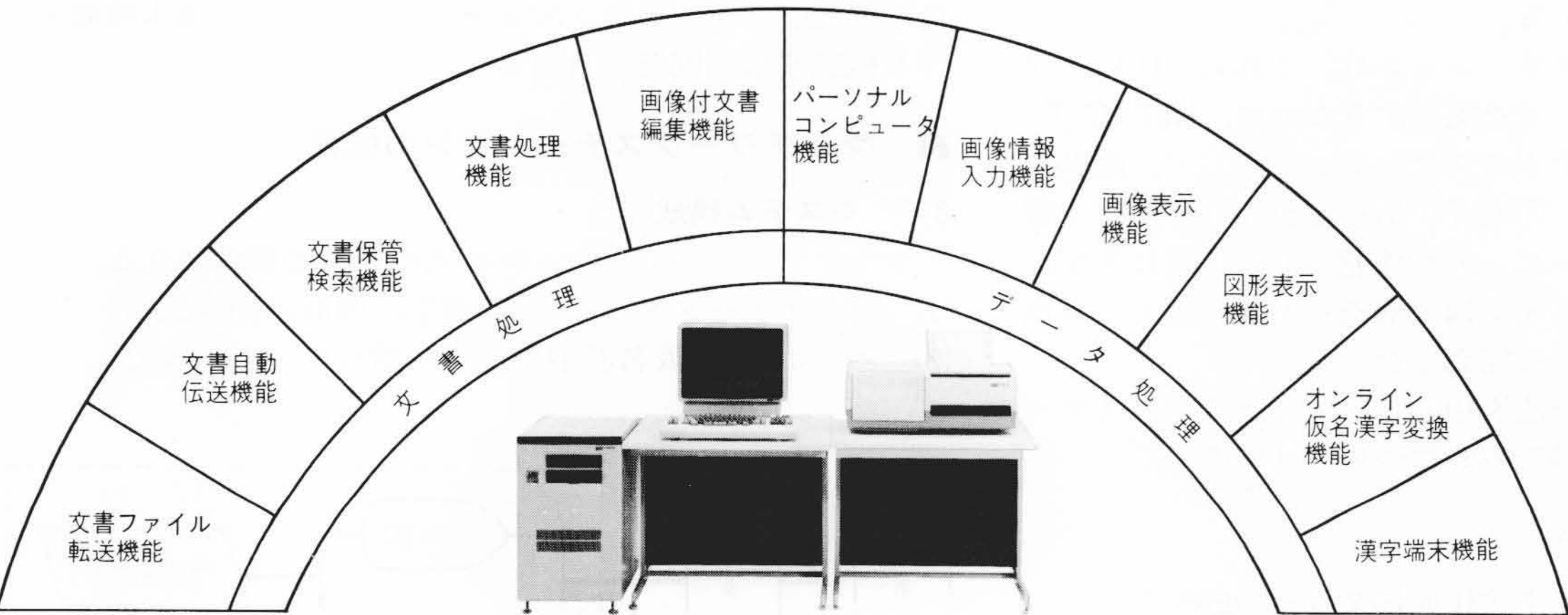


図2 マルチワークステーションの外観と機能
マルチワークステーションの基本構成は, ビデオデータターミナル(表示部と制御部)とファクシミリ装置から成る。機能は大別してデータ処理と文書処理があり, 各々豊富な機能を複合化している。

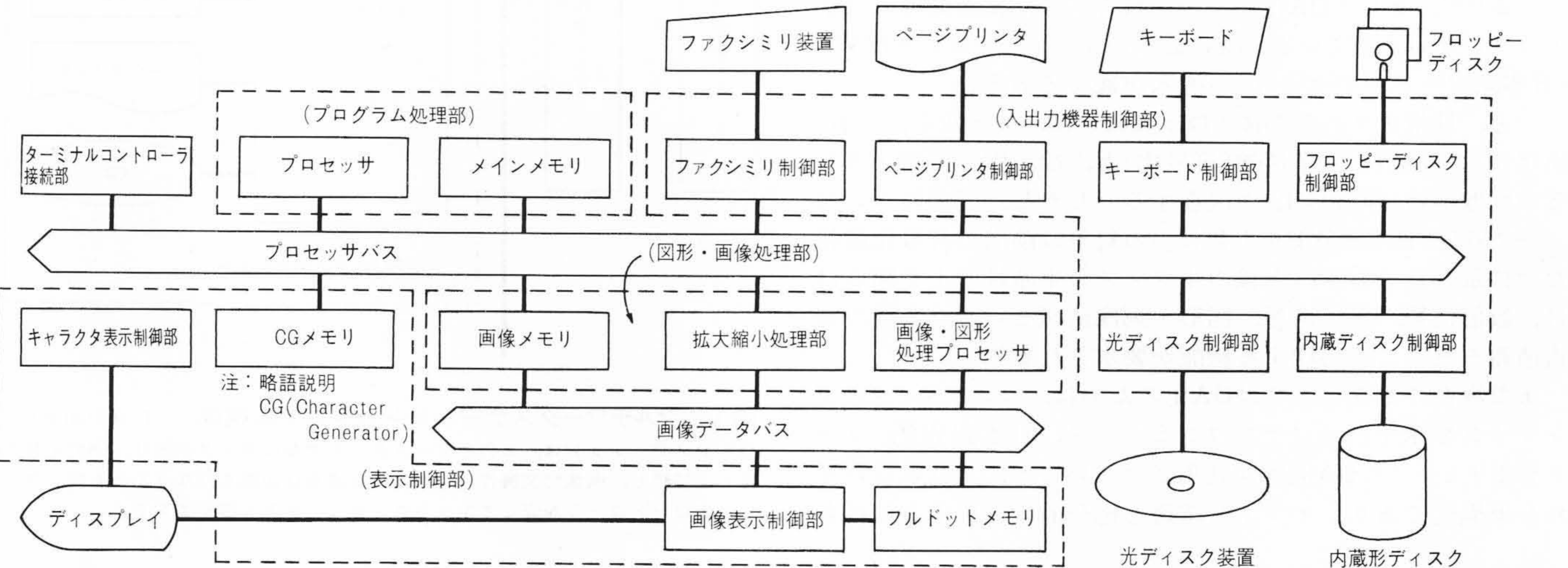


図3 概略ブロック図 マルチワークステーションのビデオデータターミナル制御部は, 大別してプログラム処理部, 図形・画像処理部, 表示制御部, 入出力機器制御部及びターミナルコントローラ接続部から成る。

4 画像付文書編集

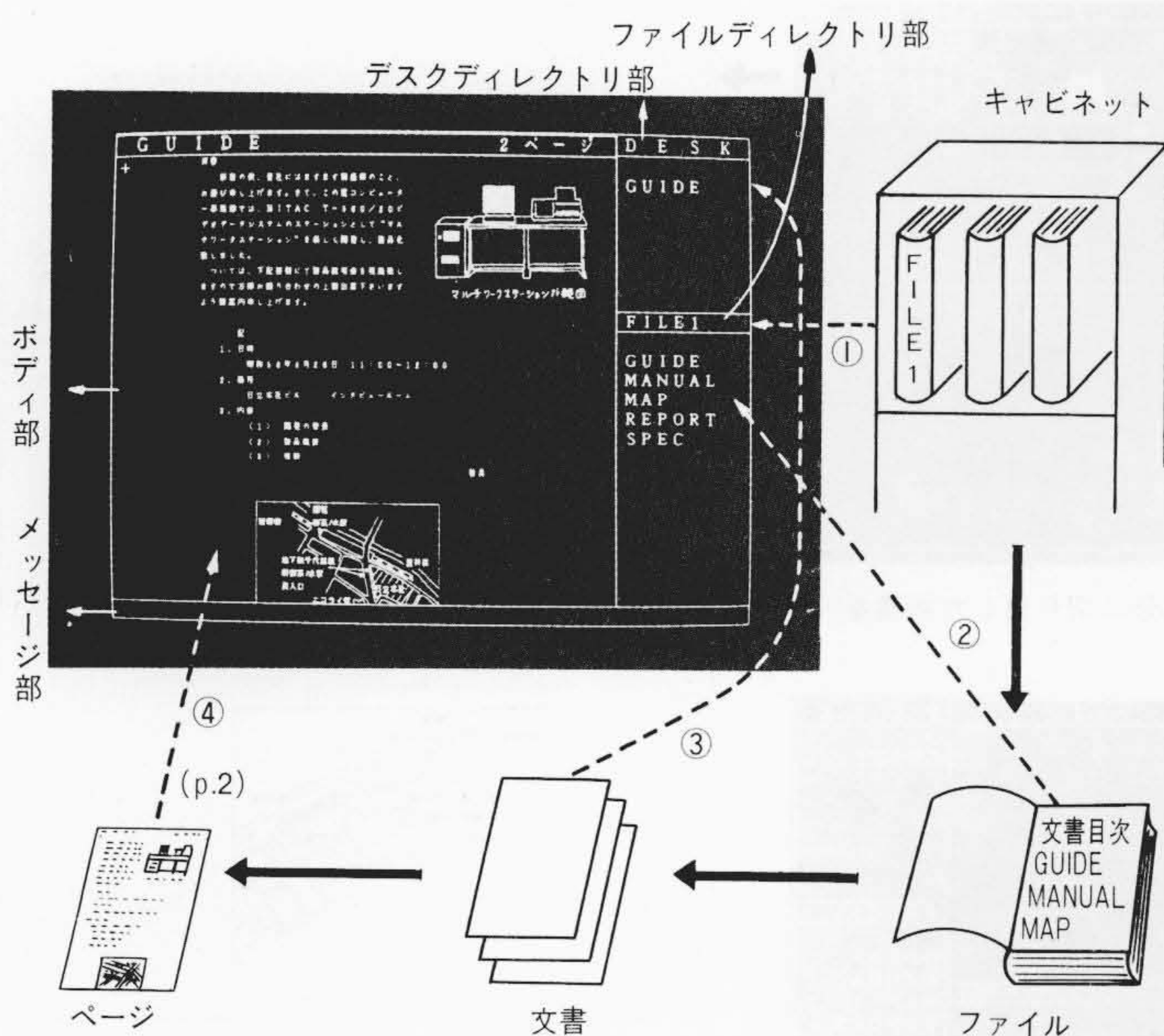
4.1 ディスプレイ画面構成

マルチワークステーションの画像付文書編集では、従来のオフィスワークあるいはデスクワークの概念を何ら変更することなく、ディスプレイ画面上に実現することを目的として画面構成を決めている。図4に画面構成と文書階層構造の関連を示す。オフィスの文書処理業務を考えた場合、まず必要な文書の検索から始まる。同図で、①②③④の順に文書を検索してゆくと考えられ、これらの処理手順を画面上で実行しやすくするため、画面をファイルディレクトリ部、デスクディレクトリ部、ボディ部及びメッセージ部に分割した。ディレクトリ部はファイル内あるいはデスク上の文書タイトルを表示する。ボディ部はデスク上の作業領域であり、処理対象となる文書の内容が通常きに縮小して表示している。これは、文書のレイアウト編集を行なう場合はできるだけ文書全体を表示するほうが好ましいためである。A4サイズ文書の場合に縮小表示でその横サイズがボディ部の横サイズと一致するようにした。メッセージ部は実行中の各種コマンド及びガイダンスを表示する。

4.2 マルチウインドウ表示

ディスプレイの画面を分割し、複数の文書あるいは画像を部分的に表示する方式をマルチウインドウ方式と称する。

ボディ部には複数枚の文書(最大5枚)を同時に表示可能とした。各文書の一部の内容が各々対応したウインドウに表示される。ウインドウの大きさ、文書上の表示位置、拡大・縮小表示などをズーム、スクロール、スコープのコマンドによってウインドウ単位に操作可能とした⁴⁾。マルチの方向は縦方向だけであり、横方向は1文書表示とした。これは前節でも述べたが、文書の横サイズとボディ部の横サイズが一致すること、実際の文書編集処理としては縦方向のマルチだけで



- 注: ① キャビネットからファイルを取り出す。
② 文書目次(インデックス)を検索する。
③ ファイルから必要な文書を取り出す。
④ 文書から必要なページを取り出す。

図4 画面構成と文書階層構造の関連 マルチワークステーションの画像付文書作成時の画面構成は、従来のオフィスでの文書階層構造に合わせて決めた。更に、作業機概念をディスプレイ画面に取り入れた。

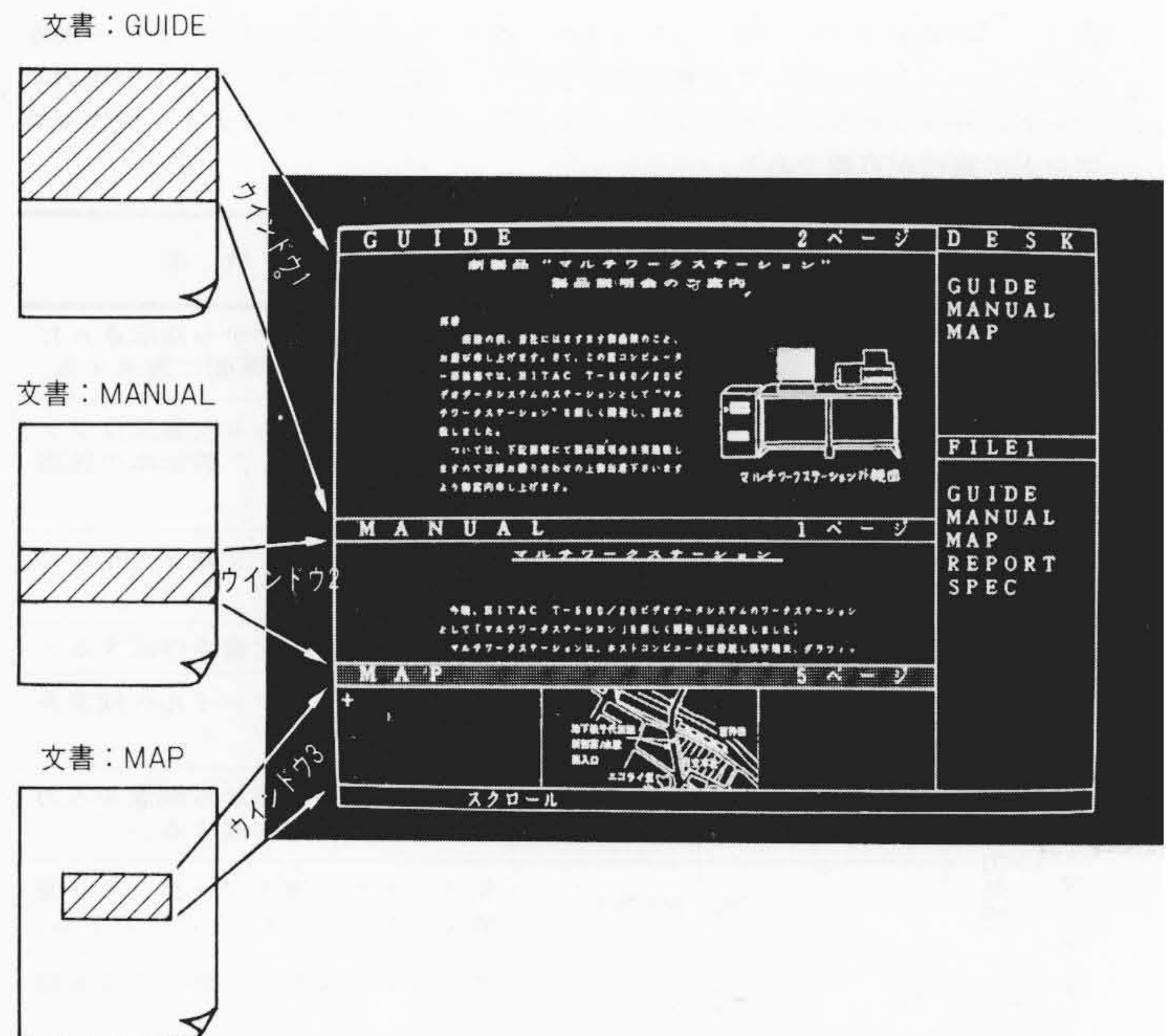


図5 マルチウインドウ画面 マルチワークステーションの特長の一つは、マルチウインドウ画面表示とその制御により、文書のレイアウト編集を自由に行なうことができることである。画面当たり最大5枚の文書を同時に表示することができる。

十分であること、画面上に無駄なエリアが発生しないことなどによるものである。

以上のマルチウインドウ表示を採用することによって、複数枚の文書間で画像の切り貼り編集が非常に容易に実現可能となった。図5にマルチウインドウ表示例を示す。

4.3 対話形コマンド

マルチワークステーションの大きな特長は、非定形な画像付文書を簡単なキー操作だけで対話形式で作成できることにある。コマンドは大きく文書処理コマンド、画面制御コマンド、その他の制御コマンドに大別される。基本的には、処理対象物(文書や部分画像)をカーソルで選択し、処理コマンドキーを押下し、確認の必要なもの、パラメータ選択の必要なものは更に実行キーを押下することによって処理を行なうようにしている。実行キーの代わりに取消しキーを押下すれば、対象物選択以降の処理はすべてキャンセル可能である。表2にコマンドの一例を示す。

4.4 処理例

図6に処理の具体例を示す。まず文書Aをオープンし、画像挿入位置に余白を取る。次に文書Bをオープンし、切り取る画像を長方形で選択する。選択した画像をカーソルを用いて移動させ、文書Aの余白を取った部分に合成する。でき上がった文書は印刷コマンドを用いてファクシミリ又はページプリンタに出力する。また保管コマンドを用いて、フロッピーディスクあるいは光ディスクに登録することもできる。ファクシミリ装置から画像を入力するときは、インプットコマンドを用いて読み取った画像を一度ディスプレイに表示し、必要な画像を長方形で切り出しワーク文書として登録したのち、転記又は切り取りコマンドを用いて、任意の文書に合成することができる。マンマシンインタフェースを良くするため、長方形カーソルの採用、カーソル移動ピッチの可変、画像移動時の切出し画像と文書の元画像との合成表示などに工夫を凝らした。

表2 コマンドの一例 マルチワークステーションのコマンドの一例を示す。コマンドは大別して文書処理コマンド、画面制御コマンド、その他のコマンドに分けられる。これらはすべて対話形であり、ワンタッチキー操作でコマンドの実行が可能である。

コマンド分類	キートップ表示	機能名	機能概要
文書処理コマンド	ファイル処理	オープン	OPEN ファイル、デスクから指示された文書をオープンし画面に表示する。
		クローズ	CLOSE オープンされている文書又はファイルをクローズし、表示中の該当文書を消去する。
		保管	STORE デスク上の文書を文書ファイルに保管する。
		作成	CREATE デスク上に新規文書を作成する。
		検索	RETRIEVE 光ディスク文書ファイルの検索を行なう。
	入出力処理	インプット	FAX IN ファクシミリ装置から画像を入力し、新規文書を作成する。
		印刷	PRINT 指定された文書をファクシミリ装置又はページプリンタに出力する。
	画像処理	転記	COPY 文書内又は文書間で部分画像を転記する。
		消去	ERASE 文書内の部分長方形画像を消去する。
		作図	DRAW 直線、点線などの線分を引く。
画面制御コマンド	テキスト処理	余白	EMPTY テキスト中に枠空けにより余白を作る。
		テキスト	TEXT 余白の枠内にテキストを入力する。
	画面制御	スクロール	SCROLL 文書の表示位置を変える。
		スコープ	SCOPE ウインドウの表示エリアを変える。
		ズーム	ZOOM ウインドウの表示を拡大、縮小する。
その他のコマンド	クリア	クリア	CLEAR 画面を消去する。
		取消	CANCEL キー操作又はコマンド実行を無効にする。
	実行	実行	ACCEPT 指定したコマンドを実行する。
		指定	SELECT カーソルで位置を指定する。

5 サイクリック マッピング法による高速画像拡大縮小

5.1 デジタル画像の拡大縮小

コンピュータで取り扱う画像は、通常、格子状の微小な点(画素)に分解し、それらの画素の集合として全体画像を表現する。例えば、図7(a)の画像は、横2,700個×縦2,400個の画素で構成され、その画素数を増減することによって、同図(b)~(c)のように拡大又は縮小した画像(変換画像)が得られる。このように画像を変換する処理は、原画像を新たな格子間隔で再標本化することを意味し、基本的に次の二つのステップから成る。すなわち、第一のステップは、変換画像の各画素について、原画像上の対応する位置を求める「座標計算」であり、第二のステップは、変換画素の濃度(濃淡の度合)を近傍の原画素の濃度から定める「濃度計算」である。このうち、濃度計算に関しては、SPC法⁵⁾、論理和法⁵⁾、投影法⁶⁾、9分割法⁷⁾などの手法が提案され、主に、変換画像の画質評価を中心に研究されてきた。また、濃度計算を単純な論理演算やテーブル参照で実現する試み⁸⁾もある。

一方、拡大縮小処理の第一ステップである座標計算については、通常、算術演算による座標計算を画素ごとに繰り返す方法が用いられている。このため、座標計算に要する時間が、拡大縮小処理の隘路となっていた。日立製作所が開発したサイクリック マッピング⁹⁾法は、この問題を解決するものであり、次節で述べるように、変換画像と原画像の画素間の位置関係に見られる周期性を利用して、高速処理する点に特徴がある。

5.2 サイクリック マッピング法の原理

本論文では、拡大縮小の倍率(縦・横方向に、各々 α, β)を、式 $\alpha=R/r, \beta=S/s$ で表わせる離散値に限定する。ここに、 R, S は設計定数であり、 r, s は倍率に応じて定める変数で

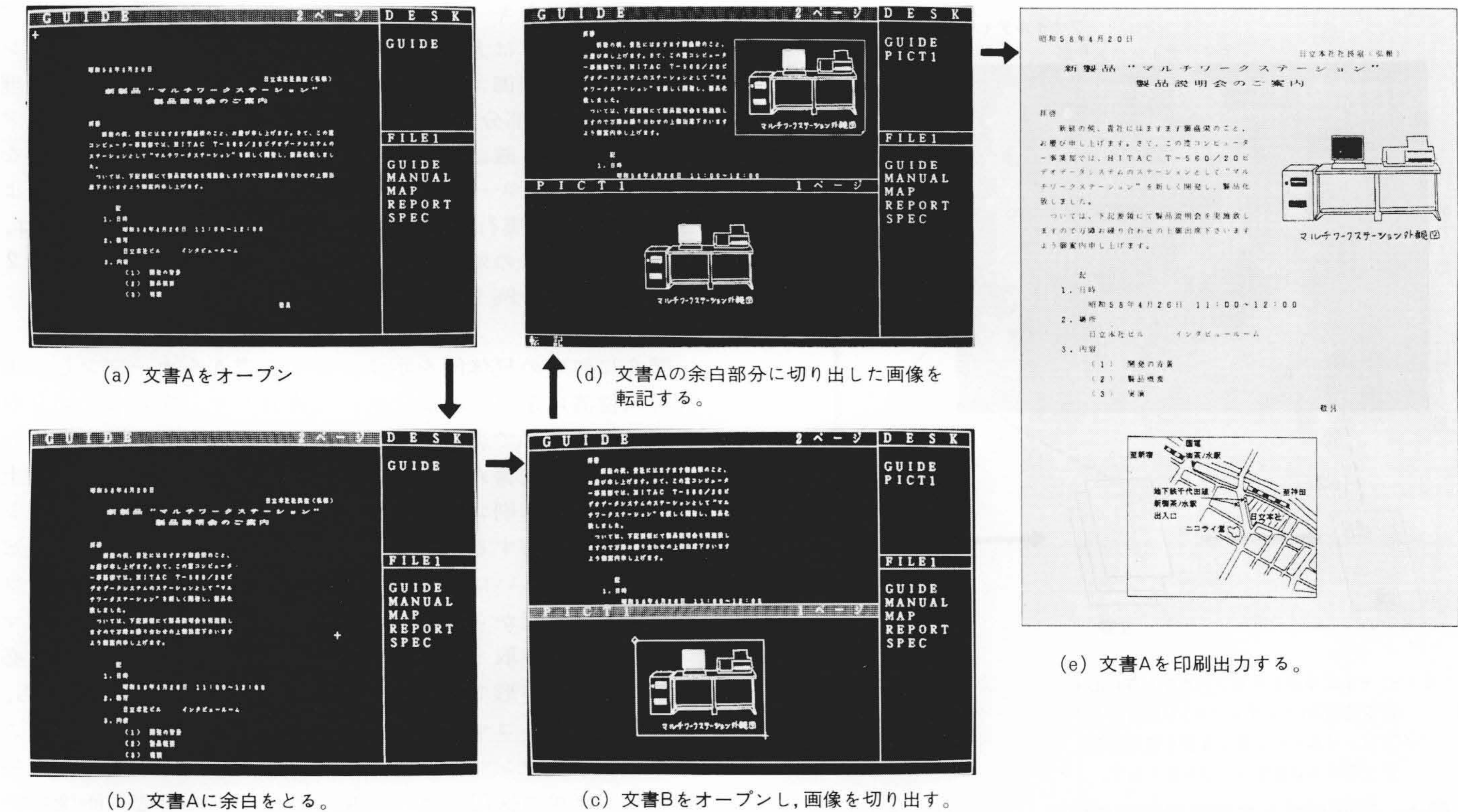


図6 画像切りばり編集の処理例 画像の切りばり編集は、ディスプレイ画面を見ながら対話形式で実行することができる。切り出す画像は長方形であり、切り出した画像をカーソル操作によって所望の文書の所定位置に転記することができる。

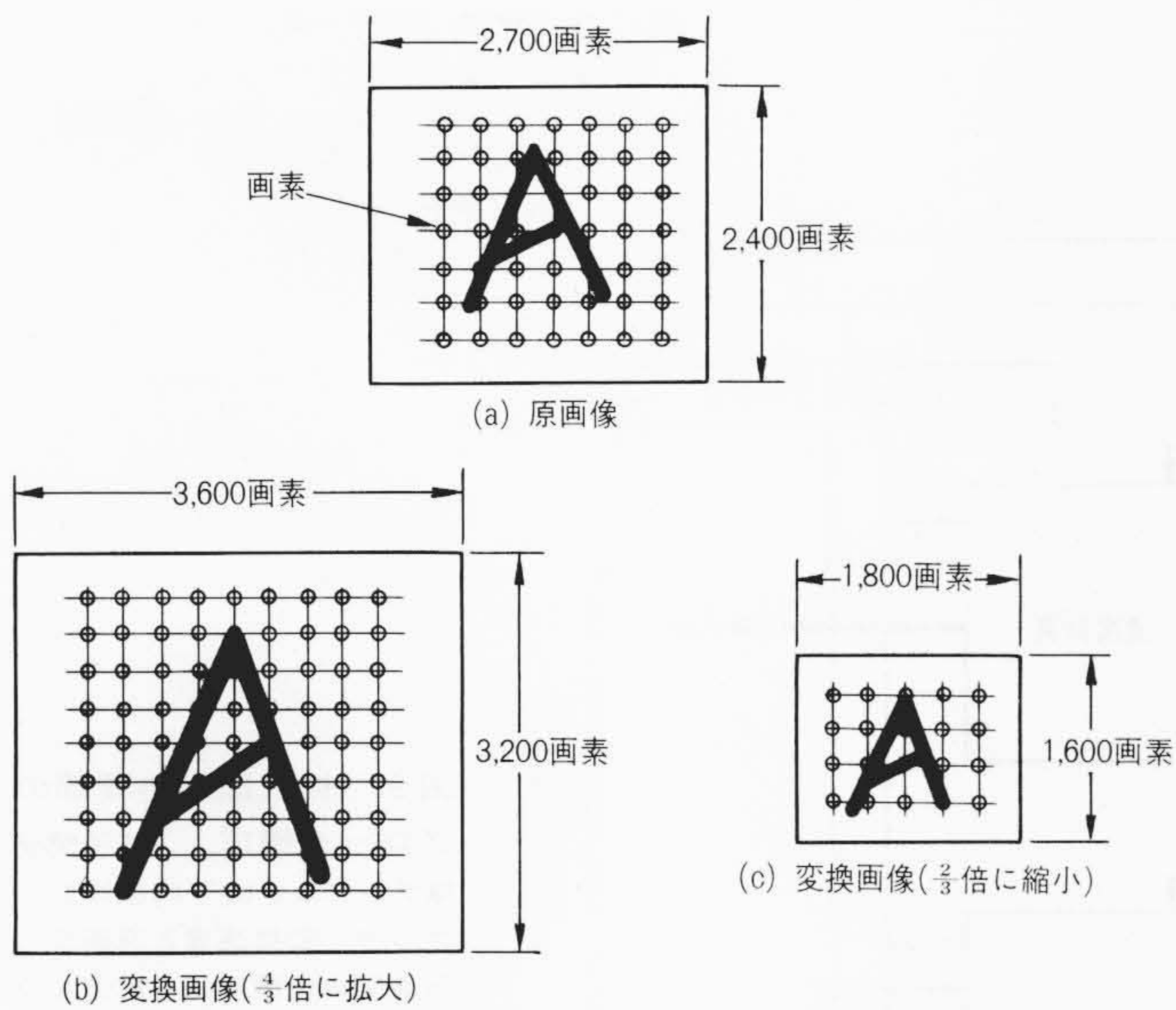


図7 画像拡大縮小の例 本図(a)の画像は、横2,700個×縦2,400個の画素で構成され、その画素を増減することにより、本図(b)~(c)のように拡大又は縮小した画像(変換画像)が得られる。

ある(共に自然数)。例えば、 $R=16$ の場合、変数 r の値に対して実現可能な倍率は表3のようになる。

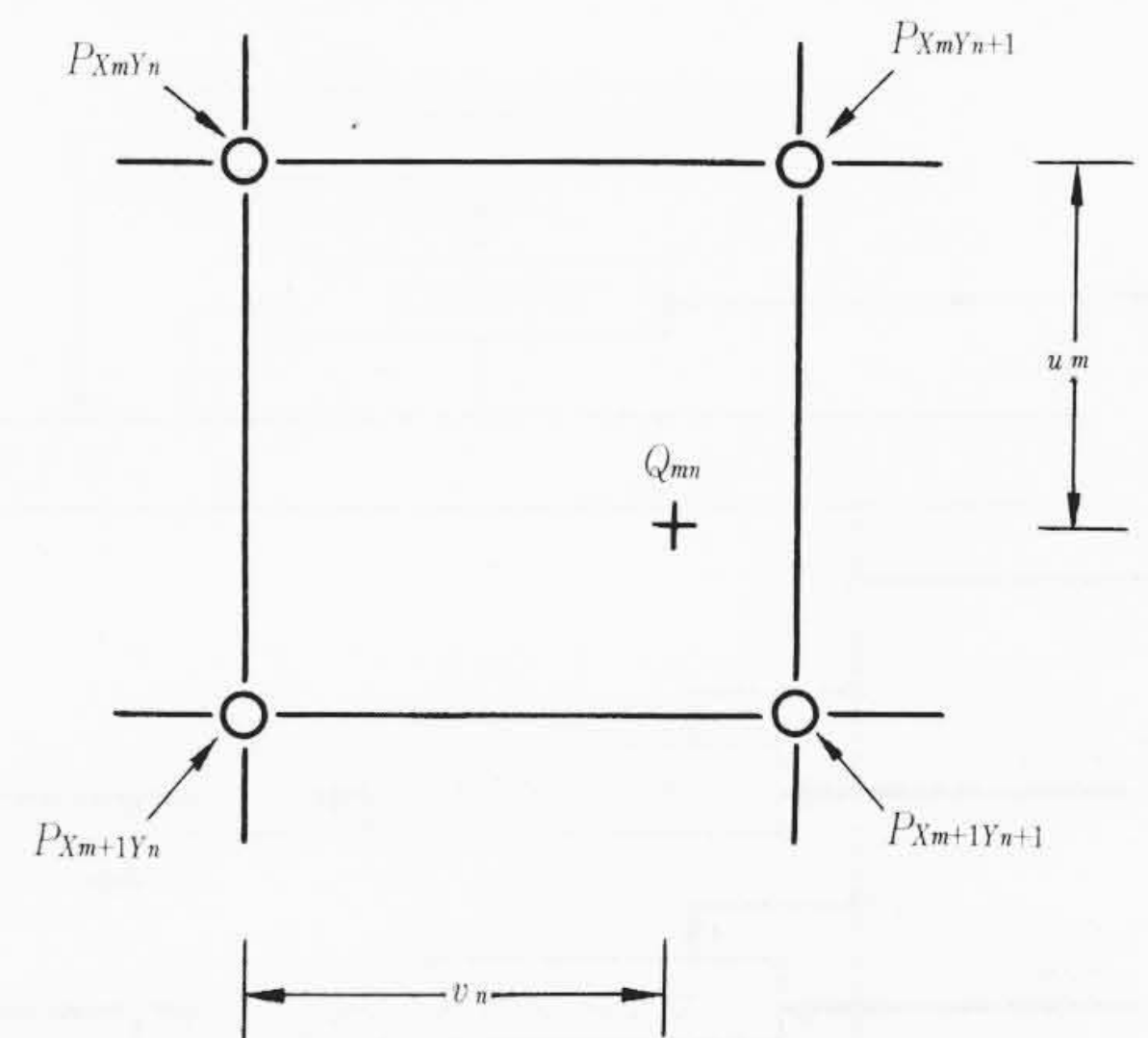
また、図8に示すように、変換画像の第 m 行 n 列の画素 Q_{mn} が、原画素 P_{XmYn} 、 P_{Xm+1Yn} 、 $P_{Xm+1Yn+1}$ 、 P_{XmYn+1} で囲まれる格子域上の点に対応するとき、 (X_m, Y_n) を画素 Q_{mn} の格子間座標と呼び、この格子域内の座標 (u_m, v_n) を画素 Q_{mn} の格子内座標と定義する。

このように倍率を離散化すれば、上記の格子間座標の差分 $\Delta X_m (=X_{m+1}-X_m)$ 、 $\Delta Y_n (=Y_{n+1}-Y_n)$ と格子内座標 u_m, v_n が、 m あるいは n に関して周期性をもつことが導かれる。ここに、 ΔX_m と u_m の周期は、 R 又はその整数分の一、 ΔY_n と v_n の周期は、 S 又はその整数分の一に等しい。例えば、 $R=16$ 、 $r=19$ 、 $\alpha=16/19$ の場合、 $u_m, X_m, \Delta X_m$ の値は表4のようになる。

格子間座標と格子内座標の上記の周期性は、換言すれば、変換画像と原画像の画素間の位置関係が、一定数(縦方向に

表3 実現可能な倍率の例($R=16$ の場合) サイクリック マッピング法では、拡大縮小の倍率を離散値に限定するが、パラメータを適宜選択することによって縦、横独立にほぼ任意の倍率で拡大縮小できる。

r	倍率 α	r	倍率 α
6	2.67	30	0.53
7	2.29	31	0.52
8	2.00	32	0.50
9	1.78	33	0.49
10	1.60	34	0.47
14	1.14	62	0.26
15	1.07	63	0.25
16	1.00	64	0.25
17	0.94	65	0.25
18	0.89	66	0.24



注: ○(原画像の画素), + (変換画像の画素 Q_{mn} が対応する位置)

図8 格子間座標と格子内座標 変換画像の第 m 行 n 列の画素 Q_{mn} が、原画素 P_{XmYn} 、 P_{Xm+1Yn} 、 $P_{Xm+1Yn+1}$ 、 P_{XmYn+1} で囲まれる格子域上の点に対応するとき、 (X_m, Y_n) を画素 Q_{mn} の格子間座標と呼ぶ。この格子域内の座標 (u_m, v_n) を格子内座標と言う。

R 個、横方向に S 個、又はそれらの整数分の一)の画素ごとに同一パターンを繰り返すことを意味する。サイクリック マッピング法は、この周期性を利用したもので、縦・横の各々一周期に含まれる画素の位置関係をあらかじめ計算して記憶し、これを参照して縦・横に繰り返しながら(サイクリック)、全画素を変換(マッピング)する方法である。本方式は、各画素の座標を算術演算で求める従来方式と異なり、単純なテーブル参照の操作で座標変換するので高速に処理できる。

表4 格子間座標と格子内座標の周期性 ΔX_m と u_m が m に関して周期性をもつことを示す。この周期性は、変換画像と原画像の画素間の位置関係が一定数の画素ごとに同一パターンを繰り返すことを意味する。サイクリック マッピング法は、この性質を利用したもので、縦・横の各々一周期に含まれる画素の位置関係をあらかじめ計算して記憶し、これを参照して高速に拡大縮小する。

m	X_m	ΔX_m	u_m
1	1	1	0
2	2	1	3/16
3	3	1	3/8
4	4	1	9/16
5	5	1	3/4
6	6	2	15/16
7	8	1	1/8
8	9	1	5/16
9	10	1	1/2
10	11	1	11/16
11	12	2	7/8
12	14	1	1/16
13	15	1	1/4
14	16	1	7/16
15	17	1	5/8
16	18	2	13/16
17	20	1	0
18	21	1	3/16

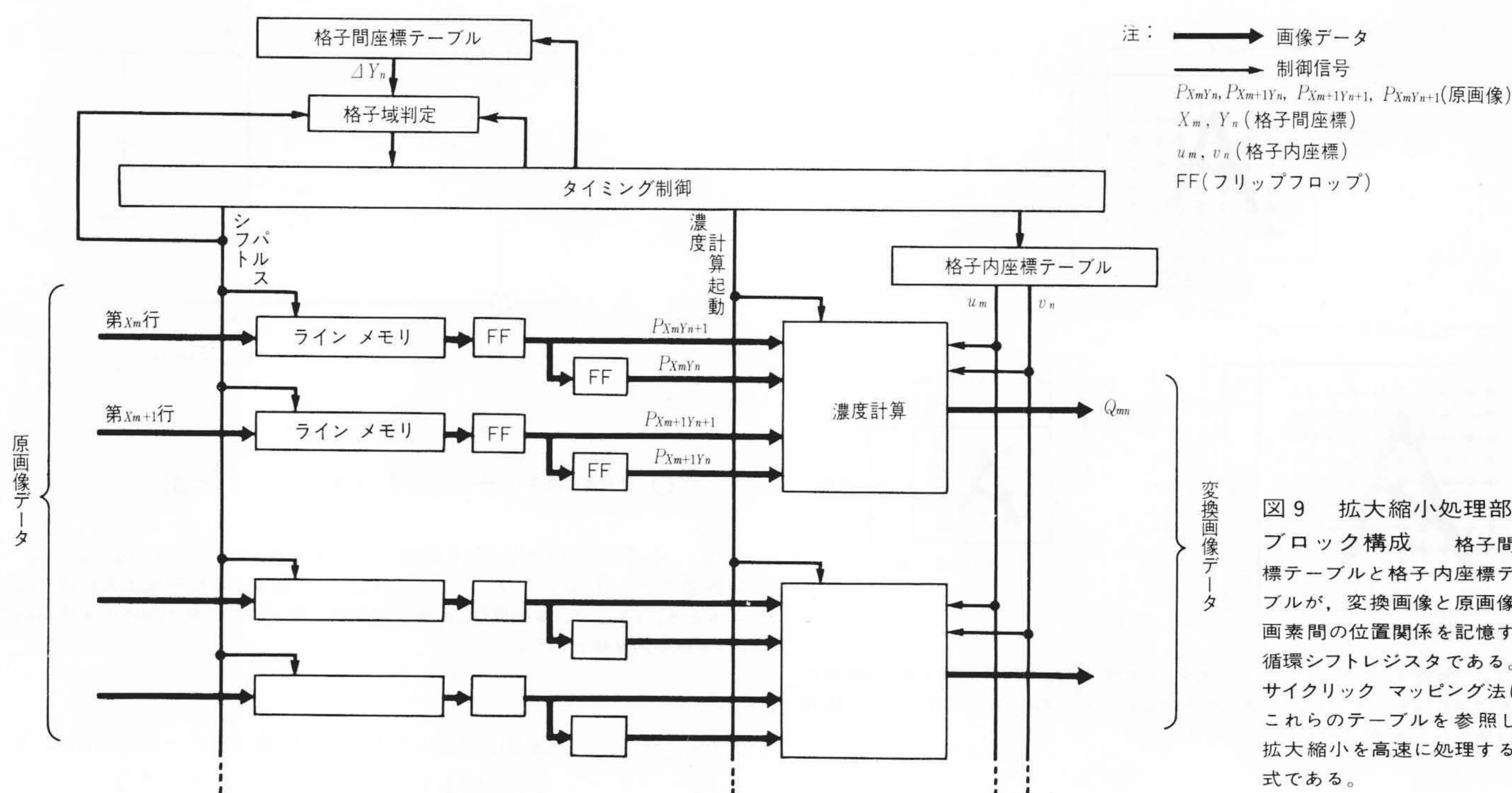


図9 拡大縮小処理部のブロック構成 格子間座標テーブルと格子内座標テーブルが、変換画像と原画像の画素間の位置関係を記憶する循環シフトレジスタである。サイクリックマッピング法は、これらのテーブルを参照して拡大縮小を高速に処理する方式である。

5.3 拡大縮小処理部の構成

サイクリックマッピング法による拡大縮小処理部のブロック構成を図9に示す。図8の格子間座標テーブルと格子内座標テーブルが、変換画像と原画像の画素間の位置関係を記憶する循環シフトレジスタであり、所望の倍率に対応した部分列 $\{\Delta X_1, \Delta X_2, \dots, \Delta X_R\}$, $\{\Delta Y_1, \Delta Y_2, \dots, \Delta Y_S\}$, $\{u_1, u_2, \dots, u_R\}$, $\{v_1, v_2, \dots, v_S\}$ の計算値を初期設定する。

拡大縮小は次のように画像を行方向に走査して順次処理する。例えば、変換画像の第 m 行を処理する場合、外部の画像メモリから、第 X_m 行と第 X_{m+1} 行の原画像データを読み出し、各行の先頭画素より順に、ラインメモリを経由して濃度計算部に送出する。シフトパルスに同期してラインメモリ上のデータを移動するとともに、所定のタイミングで濃度計算部を起動する。その起動タイミングを決定するのが格子域判定部であり、シフトパルスのカウンタ数が格子間座標テーブルの出力に一致する時点を検出する。このとき、濃度計算部は、隣接した四つの原画素 P_{XmYn} , P_{Xm+1Yn} , $P_{Xm+1Yn+1}$, P_{XmYn+1} 及び格子内座標 (u_m, v_n) のデータに基づいて、変換画素 Q_{mn} の濃度を決定する。1変換画素の濃度計算を終了するたびに、格子間座標テーブルと格子内座標テーブルの内容をシフトする。

図9に示すように、ラインメモリ～濃度計算部を複数設けることもできる。これは、変換画像を幾つかの領域に分割し、各領域の拡大縮小処理を同時に実行するためである。

5.4 特長

本論文の拡大縮小方式は次の特長をもつ。

- (1) 各画素の座標を算術演算で求める従来方式と異なり、単純なテーブル参照の操作で座標変換するので、処理が高速である。実測例では、A4判の二値画像(8本/mm)を約0.6秒で処理できた。
- (2) 縦・横独立に、ほぼ任意の倍率で拡大・縮小できる。
- (3) 2×2 近傍の原画素に基づく種々の濃度計算手法に適用できる。

6 結 言

以上、画像付文書編集機能とサイクリックマッピング法による高速画像拡大縮小方式を中心に、T-560/20マルチワークステーションの構成、機能、特長及び処理例について述べた。光ディスクによる文書保管、検索機能については後日に譲りたい。

オフィスの生産性向上を図るうえで、画像やコンピュータ情報をも含む文書の作成・管理を無視することはできず、今後ますますそのニーズは高まってくると考えられる。T-560/20マルチワークステーションは、ファクシミリや光ディスクを接続できるOA用多機能ワークステーションとして開発したものである。今後更に機能の改善、低価格に向け積極的に努力を払っていく考えである。

参考文献

- 1) 野村総合研究所：イメージ処理システムとイメージング材料, p. 149(1981-10)
- 2) 日本電子工業協会：FOSに関する調査報告書, p. 129(1980-3)
- 3) 田畑, 外：イメージ処理機能をもつ文書管理システム, 日立評論, 63, 5, 363~366(昭56-5)
- 4) 津原, 外：文書イメージ・データのマルチウインドウ表示の原理実験, 情報処理学会第25回全国大会, 3J-11(昭57-10)
- 5) 牛坊, 外：ファクシミリ線密度変換の一方式, 画像電子学会全国大会予稿-10(1975-5)
- 6) 新井, 外：ファクシミリ線密度変換の一検討, 画像電子学会誌, 第7巻, 1号, p. 11(1978-4)
- 7) 宮井, 外：イメージの拡大縮小方式, 情報処理学会第20回全国大会予稿, 2E-6, pp. 463~464(1979-7)
- 8) 森田, 外：編集機能付コピーのための倍率任意の高速画素密度変換方式, 第12回画像工学コンファレンス, 4-7, pp. 71~74(1981-12)
- 9) 町田, 外：格子アドレスの周期性を利用した画像拡大・縮小の高速化, 情報処理学会第25回全国大会予稿, 2B-2, pp. 865~866(1982-10)