

パーソナルCADシステム“GMM-1000”

Personal CAD System

パーソナルCADシステムは、ハードウェア性能の著しい進歩とソフトウェアの改良により、処理性能と操作性が大幅に向上している。処理性能の向上に伴い、ニーズも「製図機」の機能から「設計付帯業務支援」の機能へと変化している。また、ユーザーの業務をきめ細かく支援するために、ユーザー個別の機能を簡単に組み込むことができるシステムの開発が必要になっている。これらニーズにこたえるシステムとして、MS OS/2^{*1)}(Microsoft Operating System/2)を採用し、設計業務を支援するための機能やカスタマイズ機能を強化したパーソナルCADシステムGMM(Graph Master Mini)-1000を開発した。

齊藤長敏* *Nagatoshi Saito*
 五十川元* *Hajime Ikagawa*
 関東睦夫* *Mutsuo Kantō*
 柏原登* *Noboru Kashiwabara*

1 緒言

パーソナルCADシステムGMM(Graph Master Mini)は、GMMを昭和58年に発売以来、10回を超える改良を重ねている。この間、32ビットCPUなどハードウェアの急速な進歩とソフトウェアの改良による処理性能、機能および操作性の向上に伴い、各企業への導入が急速に進んできた。これまで、パーソナルCADは作図を中心とした製図機としての機能が重視されていた。しかし、処理性能が向上するに従って、形状のデータだけでなく価格、材質などの情報を同時に取り扱い管理するための機能や、自社の業務に合わせて専用化したコマンドを作成するための機能への要望が高まってきた。

こうした市場ニーズの動向とは別に、GMMの開発面ではMS-DOS^{*2)}のメモリ制限が問題となっていた。たび重なる機能追加、改良の結果、プログラムサイズが大きくなりMS-DOSが管理できるメモリ容量の限界に達してしまっている。このため、新しい機能を組み込むためには、プログラムサイズを削減しながらプログラム追加しなければならず、開発作業が難航することも多くなっていた。今後さらに高度な機能を追加するためには、メモリ容量に制限の少ないOSへの移行が必要条件であった。

このような状況の中で、メモリ容量の制限がないこと、従来のシステムからの移行性がよいこと、将来にわたり長期的にサポートされることなどを重視し、MS OS/2への対応を進

めることにした。ここでは、MS OS/2を使用したパーソナルCADシステムGMM-1000について述べる。

2 開発のねらい

GMM-1000の開発のねらいは、以下に述べる三つの項目に大きく分類される。以下に、それぞれの項目の概略を述べる。

(1) 設計付帯業務支援機能の充実

パーソナルCADシステムがおのこの設計業務に深く入り込むに伴い、CADデータを利用して部材の集計や見積もり積算、購入仕様書やプレゼンテーション資料の作成、図面管理、技術計算などの設計の付帯業務を効率化する機能が必要になってきた。GMMではこれらニーズにこたえるために、図面中の図形データにユーザー独自の情報を付加し、図面の中に関連業務に使用する情報を埋め込む機能を持たせることにした。この機能を用意することにより、図面や部品欄から人手によって読み取る必要のあった情報を、図形データとともに取り出すことができるようになり、図形以外の情報を利用した設計付帯業務をCAD上で実現することができる。

(2) カスタマイズ機能の充実

ユーザーの業種や業務に対応した専用機、あるいは個人の特質に合わせた専用機にするための機能を用意して、細かなニーズに対応することがCAD化効率向上のための大きなポイントになる。しかし、実際には業務、業種によってその内容が大きく異なるため、個々のユーザーの希望をすべて満足させることは難しい。このため、一般的に使用される標準的な機能を基本にして、ユーザーごとに異なる個別部分をカスタ

*1) MS OS/2: 米国マイクロソフト社の商標である。

*2) MS-DOS: 米国マイクロソフト社の登録商標である。

マイズ機能によって補充することが考えられる。カスタマイズ機能は、簡単に利用できるだけでなくカスタマイズ機能を使用して作成したコマンドが基本機能と同じような使い勝手を持っていることが重要である。GMM-1000では、ユーザー独自のコマンドを作成登録するためのスーパーマクロを中心に、機能、処理速度を大幅に改良し、これらのニーズにこたえることにした。

(3) 作図機能の強化と作図制限の緩和

既存図面的一部分を切りばりして新たな図面を作図するための機能や、いったん削除した図形をワンタッチで回復させる機能など、手作業では不可能な高度な機能を用意してCADとしての長所を引き出すことにした。

また、ウィンドウ拡大率の制限や作図図形数の制限など作図操作上の制限事項を緩和して、緻(ち)密な図面や容量の大きな図面の作図を容易にした。

3 システムの概要

3.1 ハードウェア構成

GMM-1000は、386TM*3)マイクロプロセッサおよび387TM*3)数値演算コプロセッサ(ともに25 MHz)を標準装備したパーソナルコンピュータB32GXを処理装置に採用している。メインメモリは10 Mバイトを搭載し、ハードディスク80 Mバイトを

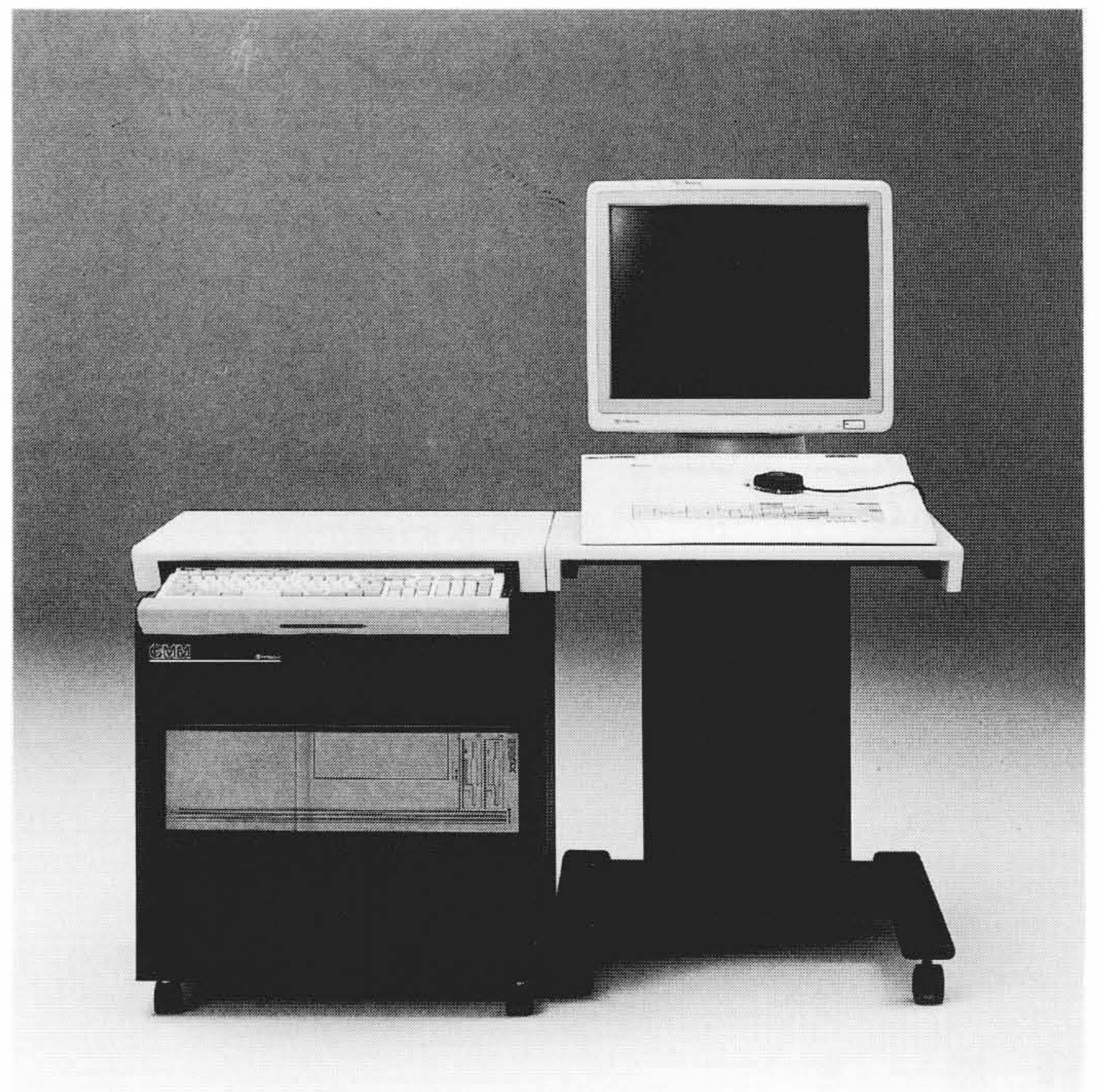
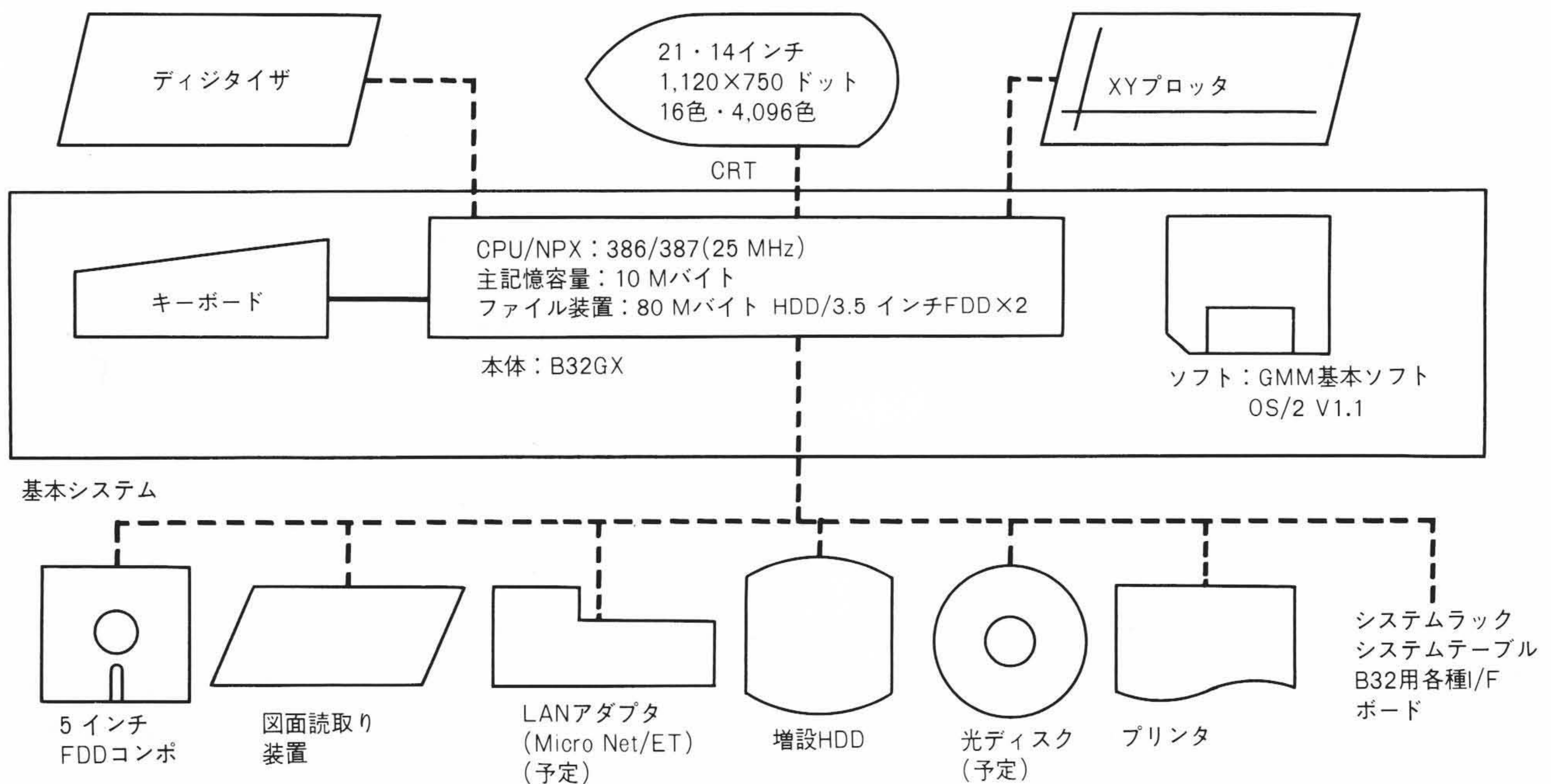


図1 GMM-1000のシステム外観 21インチディスプレイと15インチディジタイザを接続し、システムラックに収めた例を示す。

内蔵している。GMM-1000の外観を図1に、ハードウェア構成を図2に示す。



注：略語説明 GMM (Graph Master Mini), CPU/NPX (中央処理装置・数値演算プロセッサ)
HDD (Hard Disk Drive), FDD (Floppy Disk Drive), I/F (インタフェース)

図2 GMM-1000のハードウェア構成 プロッタなどの入出力装置はオプションとなっている。

※3) 386, 387は米国インテル社の商標である。

表示装置を含めた入出力装置は、すべてオプションとし、ユーザーがそれぞれの業務に適したシステム、予算に合ったシステムを構築することができるようにしている。GMM-1000

でサポートしている入力装置を表1に、出力装置(XYプロッタ)を表2に示す。

GMM-1000の処理装置はメモリ容量の差を除き、従来の

表1 GMM-1000用ディジタイザ ディジタイザはオプションとしている。

品名	形式	メーカー名	有効読取り範囲
A3サイズタブレット	KD-4300-HC	グラフィック株式会社	380 mm×206 mm
15インチディジタイザ	HDG-1515B-HC	株式会社日立製作所	381 mm×381 mm
A0サイズディジタイザ	HDG-3648S-HC	株式会社日立製作所	1,228.7 mm×921 mm
B1サイズディジタイザ	CX1000G	武藤工業株式会社	1,025 mm×745 mm
A1サイズディジタイザ	KD-9600-ED*	グラフィック株式会社	925 mm×619 mm
ワイヤレスディジタイザ	SD-320A-G*	株式会社ワコム	381 mm×381 mm
16インチタブレット	23160G	エヌエス・カルコンプ	406 mm×406 mm

注：* 製品の紹介だけ

表2 GMM-1000用XYプロッタ XYプロッタはオプションとしている。

サイズ	名称 (形式)	メーカー名	仕様				描画速度(mm/s) ドット密度(dpi)
			方式	鉛筆	ロール紙	自動給紙	
A0	7595B	横河ヒューレットパッカー株式会社	グリップ	—	—	—	600 mm/s
	7596B	横河ヒューレットパッカー株式会社	グリップ	—	○	—	600 mm/s
	7576A	横河ヒューレットパッカー株式会社	グリップ	—	—	—	800 mm/s
	F-920P	武藤工業株式会社	グリップ	○	—	—	1,131 mm/s
	GP5400H	セイコー電子株式会社	ドラム	○	○	—	1,000 mm/s
	FX5001*	グラフィック株式会社	フラット	—	—	—	250 mm/s
A1	675-GMM-PⅢ	株式会社日立製作所	グリップ	○	—	—	500 mm/s
	CDP-R620DⅡ-A	日立精工株式会社	グリップ	○	—	—	500 mm/s
	7570A-G	横河ヒューレットパッカー株式会社	グリップ	—	—	—	400 mm/s
	7575A	横河ヒューレットパッカー株式会社	グリップ	—	—	—	800 mm/s
	F-620P	武藤工業株式会社	グリップ	○	—	—	1,131 mm/s
	iP-530/A1B	武藤工業株式会社	グリップ	○	—	—	705 mm/s
	MX-11P	株式会社ミマキエンジニアリング	フラット	○	—	—	1,000 mm/s
	DPX-3500*	ローランド株式会社	フラット	○	—	—	620 mm/s
	DGP-U670-1000	日立精工株式会社	フラット	○	—	—	800 mm/s
	FX5101*	グラフィック株式会社	フラット	—	—	—	250 mm/s
A2	ip-230/A2B	武藤工業株式会社	グリップ	○	—	—	800 mm/s
	MF120*	株式会社ミマキエンジニアリング	フラット	○	—	—	400 mm/s
	SR-6220*	岩通電子株式会社	フラット	○	○	—	650 mm/s
A3	7475A	横河ヒューレットパッカー株式会社	グリップ	—	—	—	381 mm/s
	ip-230/A3B	武藤工業株式会社	フラット	○	—	—	475 mm/s
	7550A*	横河ヒューレットパッカー株式会社	グリップ	—	—	○	800 mm/s
	FP6304R*	グラフィック株式会社	フラット	○	○	—	640 mm/s
	FP6304T*	グラフィック株式会社	フラット	○	○	—	640 mm/s
	MS8623*	グラフィック株式会社	—	感熱	○	—	200 mm/s
	ELP-3000*	マクナス株式会社	—	LBP	—	—	約18.9 d/mm{480 dpi}
	CP-310*	武藤工業株式会社	—	LBP	—	—	約15.7 d/mm{400 dpi}

注：* 製品の紹介だけ、略語説明 LBP(Laser Beam Plotter)

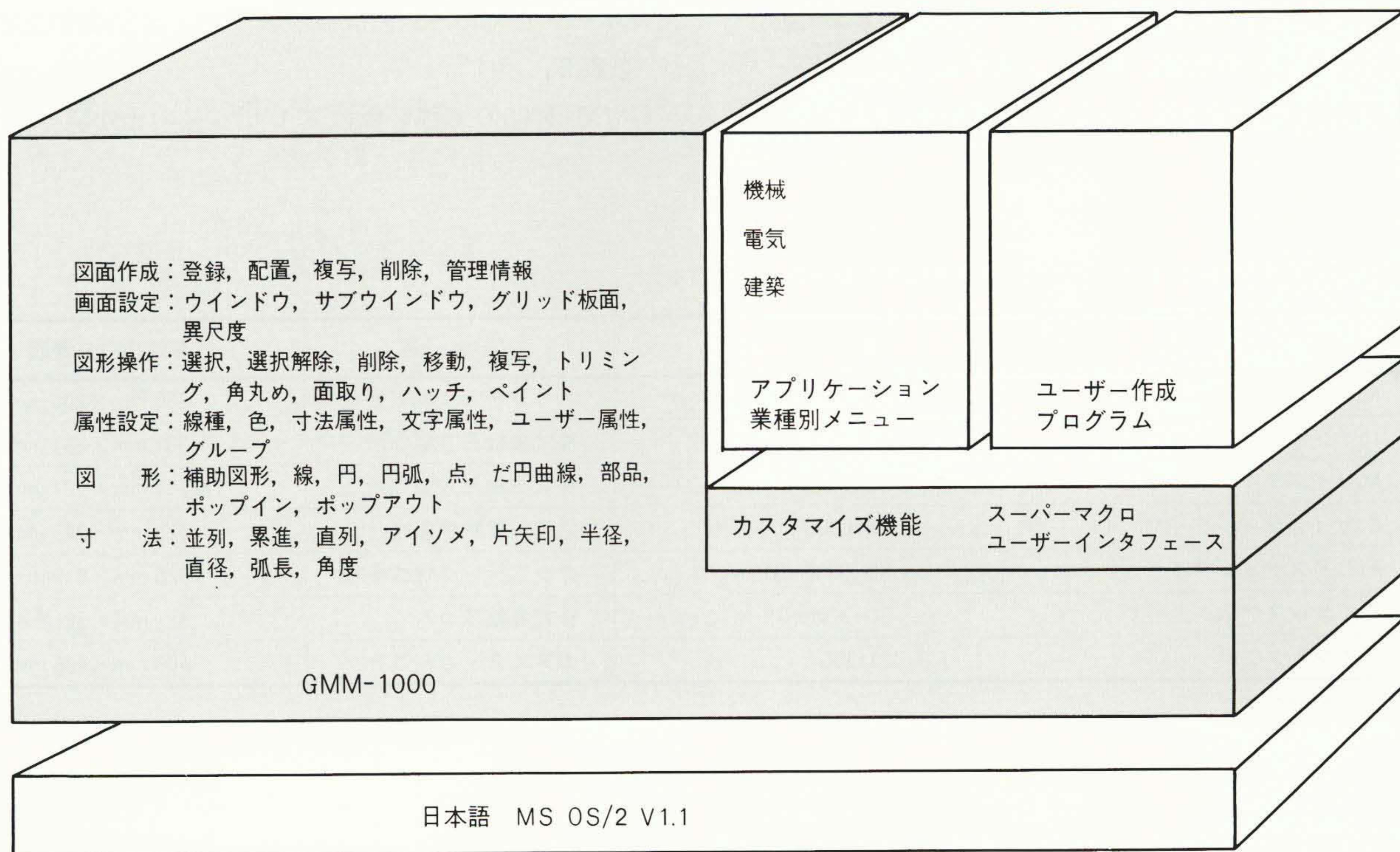


図3 GMM-1000のソフトウェア構成 GMM-1000は、日本語MS OS/2 V1.1のもとで動作する。

GMM-100と共通である。このため、GMM-100を導入しているユーザーは、GMM-100からGMM-1000に移行するためのグレードアップキットを購入することにより、GMM-1000に移行できる。また、XYプロッタ、ディジタイザなどの入出力機器も従来のGMMと共通に使用できる。

3.2 ソフトウェア構成

GMM-1000のソフトウェアは、マルチタスクOSであるMS OS/2の下で動作する。GMM-1000のソフトウェア構成を図3に示す。GMM-1000では、電源投入と同時にプログラム実行指定のメニュー画面が表示され、ユーザーはメニュー中のGMMを選択するだけで簡単に起動することができる。従来はMS-

DOSを使用していたためメモリ容量の制限があり、別プログラムとしていたカスタマイズ機能やデータ管理用のユーティリティも本体プログラムに含め、GMMを終了しなくても実行することができるようにした。

GMMでは作図や修正のためのコマンドの入力は、ディジタイザ上にはり付けられたメニューシート上の升目を指定する方法、画面上に表示されるプルダウンメニューを選択する方法、キーボードからコマンド名称をキー入力する方法の3通りがある。GMM-1000のメニューシートを図4に示す。ユーザーは、熟練度や好みに応じてこれらの中から入力方法を選択できる。また、新たに画面上で対話的にパラメータなどを

A	線	分	移動	複製	複製	平行	リカバリ	補助	図形	異尺度	領域長	システム	HELP
B	円	折	板面	板面	領域	複製	付加	複製	補助	設定	拡大縮小	再表示	解除
C	円弧	線	図形	選択	図形	切断	ユーザ	属性	表示	表示	非表示	全図形	選択
D	折	線	トリム	自動	境界	制御	置換	表示	属性	丸め	有効	解除	大格子
E	円弧	折	トリム	自動	境界	制御	置換	表示	属性	丸め	有効	解除	大格子
F	折	線	トリム	自動	境界	制御	置換	表示	属性	丸め	有効	解除	大格子
G	注釈	注釈	注釈	注釈	注釈	注釈	幾何	計算	寸法	属性	変更	寸法	属性
H	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー
I	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー
J	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー
K	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー
L	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	ワープロ	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー	メニュー
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
43	44	45	46										

図4 GMM-1000用メニューシート GMM-1000の標準メニューシートを示す。

指定することができるダイアログボックス機能を追加し、初心者でも簡単にシステムを使いこなせるように配慮している。

カスタマイズ機能を使用して作成されたコマンドや、GMM以外のOS/2用アプリケーションプログラムはOS/2のマルチタスク機能を使用して、GMMと同時に実行することもできる。

4 機能の概要

以下に、GMM-1000で新たにサポートした主な機能の概要を述べる。

4.1 設計付帯業務の支援

(1) 集計、見積もり積算への展開

設計業務には、部品員数の算出や原価計算、見積もり計算が伴う。GMM-1000では、図形要素や部品、グループなどに各種情報を付加することを可能にした。図形データ形式、名称、価格、材質、物性値などを付加しておき、ファイルに出力して表計算ソフトに渡すことにより、上記の集計業務が可能になる。また、付加した情報を文字として図面上に表示したり、特定の情報を付加した図形だけを、選択することができる。

(2) 図面管理機能

CAD化が進むに従って、作成した図面枚数が多くなると図面管理機能が必要になってくる。

GMM-1000の図面管理機能は、図面情報の付加と図面検索機能から成る。図面属性情報としては、図面番号、図面名称、作成者、作成日などのほかに、ユーザーが独自に10項目の属性情報を付加することができる。

図面検索は、図面に付けられた属性情報をキーワードとして検索できるのに加えて、ワイルドカードを使用したあいまい検索や、作成日や更新日の範囲指定による検索も可能である。

検索結果は、図面名称、図面番号の一覧表表示はもちろん、図面の概略を表示する機能により、さらに視覚的に検索を行うことができる。

(3) 技術計算、ドキュメント作成

図形の周長、面積、図心の計算のほか、断面二次モーメントの計算機能をサポートした。めんどろな技術計算を作図と同時に行うことができる。また、テキスト形式で作成した文章をGMMの図面中に入力する機能も新設した。この機能を利用して、テキストファイル形式で作成したワードプロセッサの文書データを図面中に書き込むこともできる。

4.2 カスタマイズ機能

GMMは、業種に関係なく使用できる汎(はん)用形CADシステムであるが、ユーザー固有の業務に対応するためにカスタマイズ機能を従来持っている。GMM-1000では、専用機化するための機能として、マクロゼネレータ、スーパーマクロ、ユーザーインタフェースの3方式をサポートし、カスタマイ

ズ機能を強化している。

(1) マクロゼネレータ

簡単な図形に寸法線を定義し、その寸法数値を変数に書き換え、登録した後、実行時に対話形式で変数に数値を入力すると、図形が自動的に作図できる機能である。

マクロゼネレータで登録すると、次に紹介するスーパーマクロのプログラムが自動的に作成される。作成されたスーパーマクロを直接変更することによって、さらに複雑な形状に応用することもできる。

(2) スーパーマクロ

GMM-1000のカスタマイズ機能の中心となる機能である。簡単なものでは類似図形の自動作図から、高度なユーザー独自のコマンド、あるいはユーザー専用のメニューシートなどを作成できる。スーパーマクロは、従来のGMM未定義マクロに対して処理速度を5倍以上高速化し、組込関数も140種類以上用意している。組込関数を使用することにより、作図中の図形情報を直接利用した高度なコマンドも作成可能になっている。

(3) ユーザーインタフェース

主に、GMMのアプリケーションプログラムを作成するソフトハウスや、特に高度なカスタマイズを希望するユーザー向けに用意した機能である。

通常のユーザーのための専用機化は、スーパーマクロを利用することによって大半のことが行えるが、さらに一步進んで、C言語で作成したプログラムからGMMの図形データを利用するため、ユーザーインタフェース機能を用意している。スーパーマクロでは、作図中の図形情報だけを対象としているが、ユーザーインタフェース機能では、登録済みの図面ファイルから図形の情報を直接利用することができる。ユーザーインタフェースを使用して作成したコマンドは、基本機能と同様にGMMを終了せずに使用できる。

4.3 作図機能の強化

(1) マルチ図面機能

別々の2図面を同一画面上に配置して、同時に扱える機能がマルチ図面機能(図5)である。

マルチ図面機能を使用することにより、組み図作成時に部品図からの図面の切り出し、他図面からの一部流用や関連する寸法のある図面の同時作成、図面の参照などが簡単に行えるようになった。図面間の流用の場合、尺度はそれぞれの図面に合わせて変換される。異なる尺度間で図形を複写した場合、寸法値や図形の大きさは複写先の尺度に合わせて変換される。

最近では変速機やシリンダ、バルブなどの汎用パーツをCAD図面データとして登録した電子カタログを用意しているパーツメーカーも増えている。マルチ図面機能を利用することにより、この電子カタログの図面データから必要な部分だけを

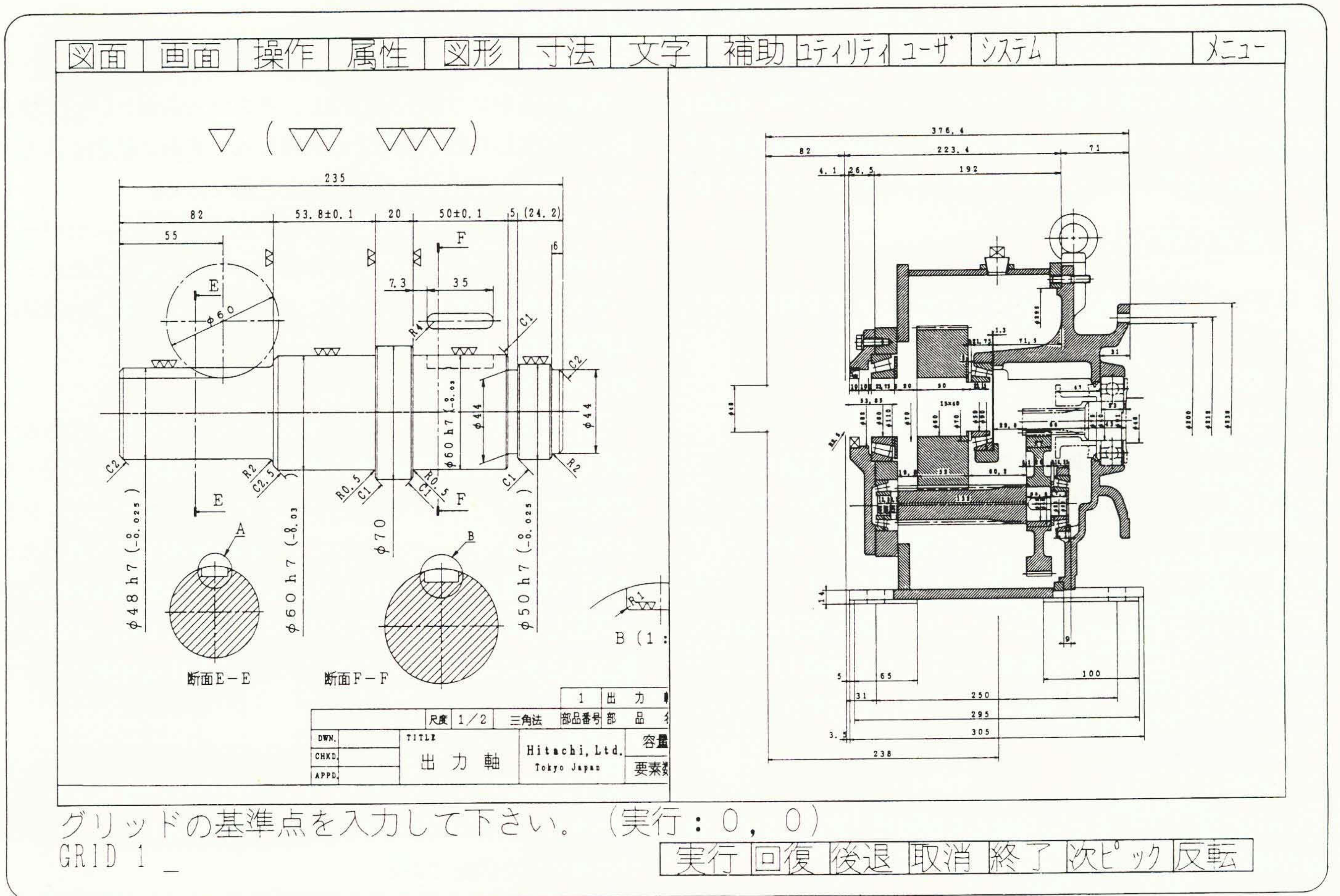


図5 GMM-1000マルチ図面機能 2図面間で図形を複写することができる。

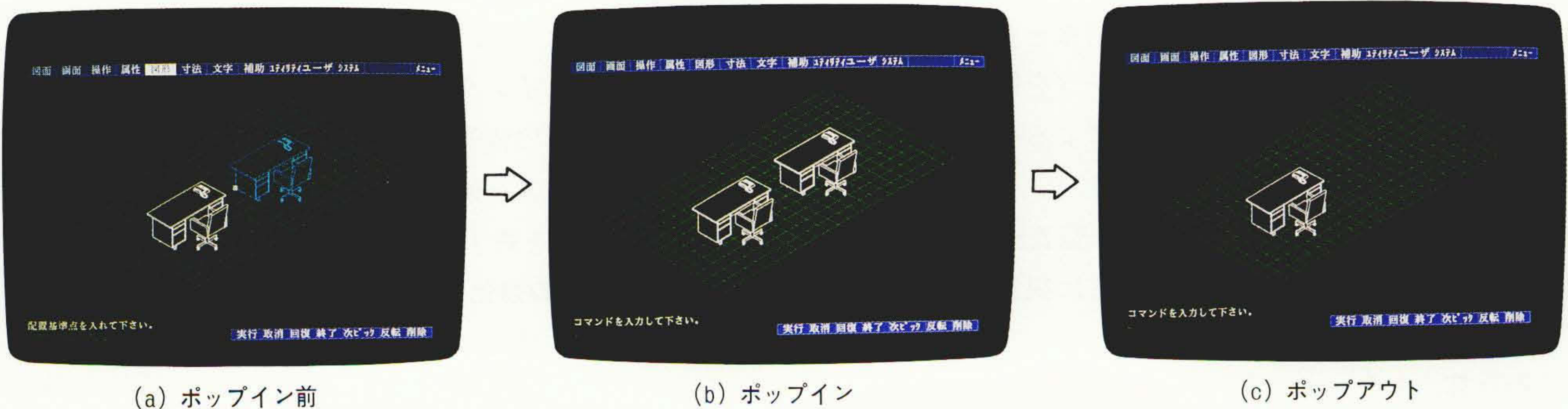


図6 GMM-1000ポップイン・ポップアウト機能 あらかじめ登録した図形を図面上に配置すると同時に、下にある図形を自動的に削除することができる。また、削除した図形を復活させることもできる。

簡単に利用することができる。

(2) 表作成機能

図面作成時の部品表などの表作成を簡単化したのが表作成機能である。ダイアログボックス機能で表の大きさや、記入する文字数などを指定するだけで表を作成できる。表中への文字記入も、表のセル(枠位置)指定で行える。一般に図面中には部品欄などの簡単な表を含んでいることが多い。表作成機能を使用すれば、図面中に簡単に部品欄を作成することが

でき、名称や図番の修正、項目の追加も簡単にできる。

(3) ポップイン、ポップアウト

図面上に部品を配置する際、配置する場所にすでに図形がある場合、下の図形を自動的にトリミングして配置するのがポップイン機能であり、従来のGMMもサポートしていた。GMM-1000ではさらにポップインした部品を消去(削除)したときに、トリミングされていた下の元図形を復元するポップアウト機能をサポートした。ポップイン、ポップアウトの実

行例を図6に示す。

(4) 図面データの倍精度化

図面データはCAMへのデータ渡しを考慮して、内部計算だけでなく図形データも倍精度とした。倍精度にすると、データ量は増加するため、フロッピーディスクやハードディスクへは、ユーザーの選択により、単精度での登録も可能としている。

(5) 最近接点ピック

座標点をディジタイザから入力する際に、図形の近傍を指定するだけで、正確に図形上の点に丸められる機能を用意した。図形と図形を結ぶ線分の定義や、ハッチングの領域を簡単に作成することができる。

(6) 異尺度

図面中の尺度を切り換えながら、図面を作図できる機能を用意した。この機能を使用すれば、同一図面上に異尺度を持つ図面を簡単に作図することができる。異尺度で作図した図形に寸法線を描く場合にも、指定尺度で正しく寸法数値を記入することができる。

(7) 作図制限の緩和

従来のGMMでは、図形要素数は3万2,000要素という制限を設けていたが、GMM-1000では無制限とした。そのほか、補助線の本数の制限廃止、部品登録数の制限廃止、ウィンドウ倍率を $\frac{1}{100}$ ～1万倍に拡大するなど大幅に作図制限を緩和した。

作図機能の強化について代表的なものを述べたが、これら以外にも数多くの強化を行っており、新機能で20項目、機能改良で40項目以上の機能の強化を行った。

5 拡張性

パーソナルCADへのニーズは、適用業種・業務の拡大や複

数台の導入によって、システムとしての拡張性も大きなウェートを占めるようになってきている。以下、GMM-1000のシステム化の対応について述べる。

5.1 図面入力装置

CADを導入すると、従来の手書き図面をCAD図面化することが必要となる。また、取引先から提供された図面に加筆したり、修正をして別図面を作成する場合にも、手書き図面や複写図面のCAD図面化が必要となる。GMMではこれらのCAD図面化のために、図面入力装置を用意している。

図面入力装置では、手書きの原図や青焼きなどの図面をスキャナで読み取り、図7に示す手順で、線分、円、座標値などのCAD図面データ(ベクトルデータ)に変換する。

スキャナで読み取ったデータをベクトル化すると、手入力の図面データよりもデータ数が多くなる。GMM-1000では、作図可能な図形要素数の拡大により、従来1回では取り込めなかった複雑な図面も取り扱うことができるようになり使いやすくなっている。

5.2 他システムとのデータ交換

CAD化が進むにつれて、他社を含めたCADシステムどうしのデータ交換や、DTP(Desk Top Publishing)などの異なる分野での図面情報利用の機会が増えている。CADの図面情報は、システムごとに異なり互換性がないため、データ交換用の中間形式を経由して相互にデータをやり取りするのが標準的である。現在、主流となっているのは、米国のCADメーカーが採用しているDXF^{※4)}と呼ばれる中間ファイル形式を介したデータ交換である。また、わが国で今後CADデータ交換の主流と期待されているのがPCES^{※5)}である。GMM-1000では、これらのDXFおよびPCESをサポートしている。また、GMMの図面データは、日立製作所のDTPシステム“HITCAP”に渡すことが可能であり、GMMで作図した図面を利用して、製

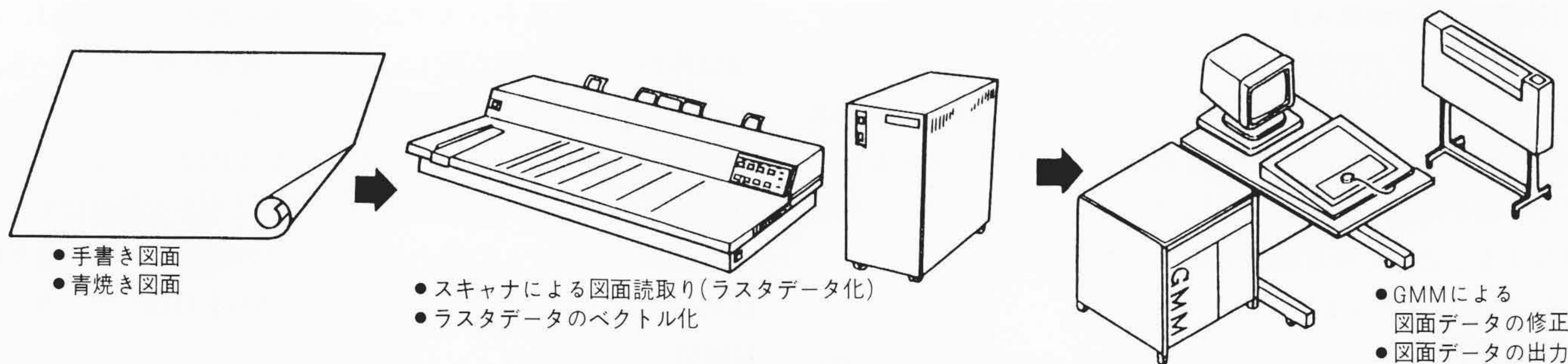
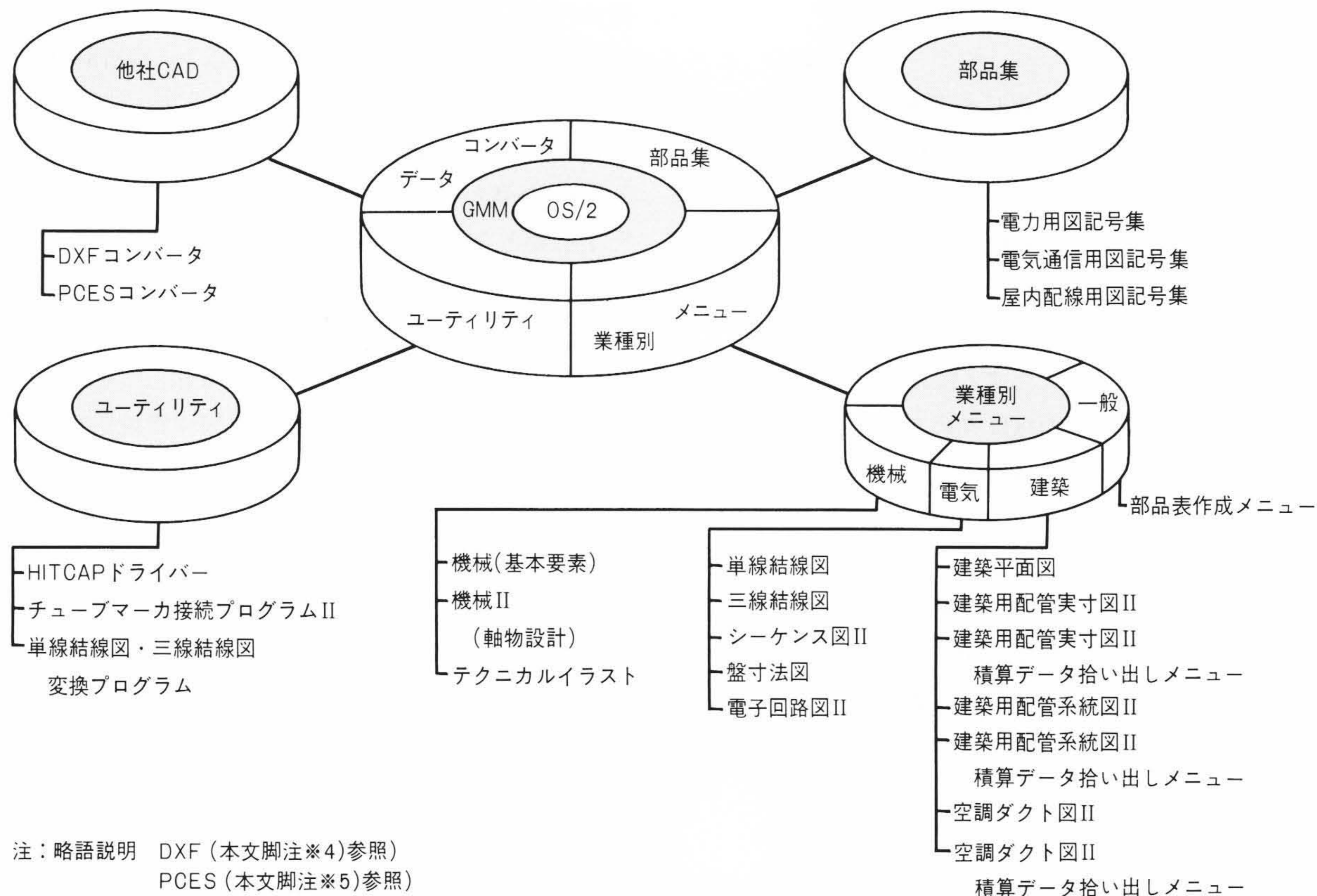


図7 GMM図面読み取り装置 図面読み取り装置のサポートによって、既存図面のCAD化を大きく進ませることができる。

※4) DXF：米国オートデスク社が自社CAD用に開発したデータ交換用外部フォーマットである。

※5) PCES：社団法人日本パーソナルコンピュータ協会、パーソナルCAD専門部会での国内CADメーカーが主体となり開発した、データ交換用中間ファイル形式である。



注：略語説明 DXF (本文脚注※4)参照
PCES (本文脚注※5)参照

図8 GMM-1000のAP, 業務別メニュー一覧 幅広い業務に細かく対応できるように、豊富なアプリケーションをそろえている。

品仕様書、技術文書などのドキュメントを作成することができる。

さらに、構造解析やシミュレーションなどの応用分野では、パーソナルCADよりも演算速度に優れたワークステーションが有利である。GMMでは、専用のコンバータ(HICAD/GMM/W)を使用して日立製作所のワークステーション上で動作するCADシステムHICAD/Wに図面データを渡すことができる。

5.3 ネットワーク

GMMを複数台導入するユーザーが増加するに伴い、図面データの共有や、XYプロッタの共有によってシステム全体を効率よく利用できることが重要となっている。GMM-1000ではMS OS/2のマルチタスク機能を利用して、作図システムを終了することなくネットワーク上の図面データやXYプロッタを使用することができる機能を開発中である。

5.4 アプリケーション

GMMでは、カスタマイズ機能によってユーザー専用の機能を組み込むことができるが、ユーザー自身でコマンドを開発するには、ある程度の知識と開発期間が必要になってくる。このため短期間で導入効果を上げるために、ユーザーの業務や業種ごとに専用のコマンドを登録したメニューシートをあらかじめアプリケーションとして用意している。GMM-1000で用意しているアプリケーションの一覧を図8に示す。今後

も業種や業務に合わせたアプリケーションを増やす予定である。

6 結 言

新たな考え方を取り入れたCADシステムの開発のねらい、システムの概要について述べた。設計付帯業務の支援、カスタマイズ機能の強化、作図機能の強化、作図制限の緩和を目指した新しいパーソナルCADとしての土台は完成した。今後は、LAN、アプリケーションの充実、さらにいっそうの機能の追加によって基本システムの完成度を高めると同時に、図面以外のデータを扱う新しい分野への展開も検討している。

広範囲な設計業務全体を支援するためには、さまざまな形式の情報を統一的に扱うことができなければならないが、現在では、CADの扱うことができる情報は小さな部分にすぎない。図面を中心とした限られた範囲での効率化から、より幅広い設計業務全体の効率化に有効なCADを目指して、さらにGMMの改良を進めていく予定である。

参考文献

- 1) 小林, 外: CAD/CAM/CAEを取り巻く環境と日立製作所の展開, 日立評論, 72, 3, 211~218(平2-3)
- 2) 関東, 外: パーソナルCAD「32ビットGMM」, 日立評論, 72, 3, 287~292(平2-3)