

図形処理指向のワークステーション

—日立グラフィックプロセッサ“GMM-30”—

PC-based Office Workstation for Graphic Processing

—Hitachi Graphic Processor “GMM-30”—

ワークステーションという言葉が、今日的用語として広く使われているが、明快な定義はなされていない。図形処理の分野でも同様に、グラフィックスディスプレイやインテリジェント端末、あるいは高レベルのパーソナルコンピュータCADもワークステーションと呼ばれることがある。

国際グラフィックス規格GKSでは、ロジカルな入力装置をワークステーションと定義しているが、必ずしも一般的ではない。

本論文では、主として図形処理の仕事に従事する担当者の思考過程を支援したり、非定形業務の処理を行なうワークステーションという考え方にたつて、日立グラフィックプロセッサGMMについて述べる。

斎藤長敏* Nagatoshi Saitō

田村秋雄* Akio Tamura

山田二郎** Jirō Yamada

盛 政敏** Masatoshi Mori

1 緒 言

図形処理指向のワークステーションは、一般にコンピュータの非専門家が使用する。このことはマンマシンインタフェースが特に大切で初心者にも操作が容易で、万一誤った場合でも修正が簡単にでき、システムはいつでも中断、再開が可能でなければならない。マンマシンインタフェースのほかに、図形処理指向のワークステーションに要求される機能は、

(1) 幾何モデル

図形処理に必要な基本機能で、3次元ワイヤフレーム以上が望ましい。

(2) 幾何解析

座標値、距離、周長、角度、面積、体積、重心、一次・二次モーメントなどの幾何解析。

(3) ユーザープログラムの組込み機能

ユーザーが作成したプログラムがアプリケーションプログラムとして扱え、図面データが利用できる。

(4) CAD(Computer Aided Design)システムとの接続

IGES(Initial Graphics Exchange Specification)ポストプロセッサを介して、他のCADシステムとデータ交換が可能である。

(5) ファイル

図面ファイルのほかに部品ファイルなどをもち、ファイルが階層構造になっている。

などであり、以下、日立グラフィックプロセッサ“GMM (GRAPHMASTER Mini)-30”を中心に、その機能及び特長について述べる。

2 システムの概要

図1にシステムの構成を、図2にシステムの外観を示す。ユーザーは使用目的に応じて、各種入出力装置が選択できるように、入出力装置はすべてオプションになっている。

処理装置は高速演算プロセッサ(i8087)を標準装備した16ビットパーソナルコンピュータを使い、メモリは640kバイト、5 $\frac{1}{4}$ inのフロッピーディスクドライブを2台内蔵してい

る。グラフィックディスプレイは14inカラー、ハードディスクは5in13Mバイト(アンフォーマット)、キーボード、システムラックで本体を構成している。入力装置はタブレット及びデジタイザの2種があり、デジタイザはA3サイズからA0サイズまでが任意に接続できる。出力装置はA3サイズからA0サイズまでのX-Yプロッタ、ファクシミリ、ドットプリンタが

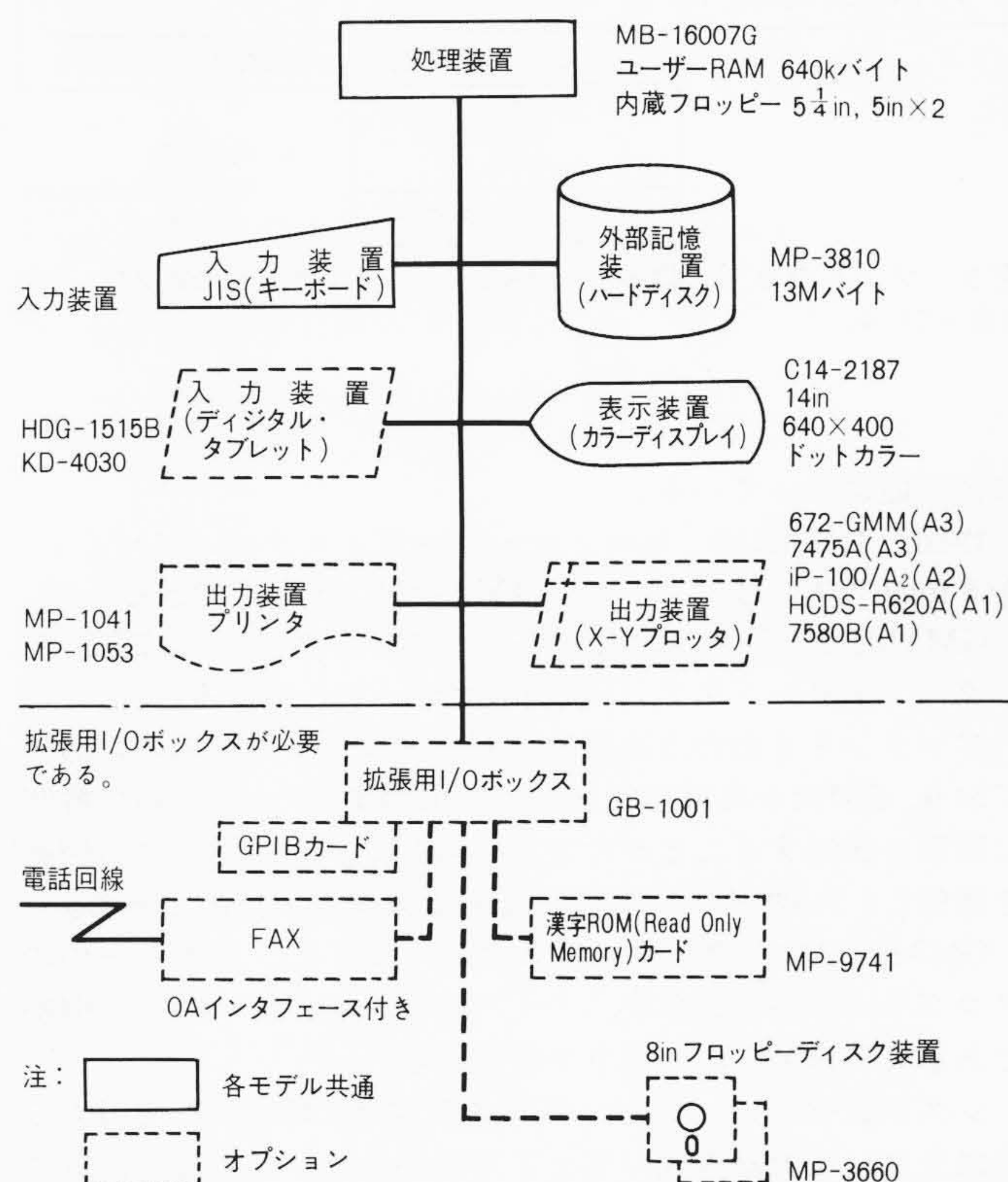


図1 システム構成 GMM-30のハードウェアシステム構成 キーボードと表示装置を除いた入出力機器は、すべてオプションである。

* 日立製作所OA開発工場部

** 日立ソフトウェアエンジニアリング株式会社

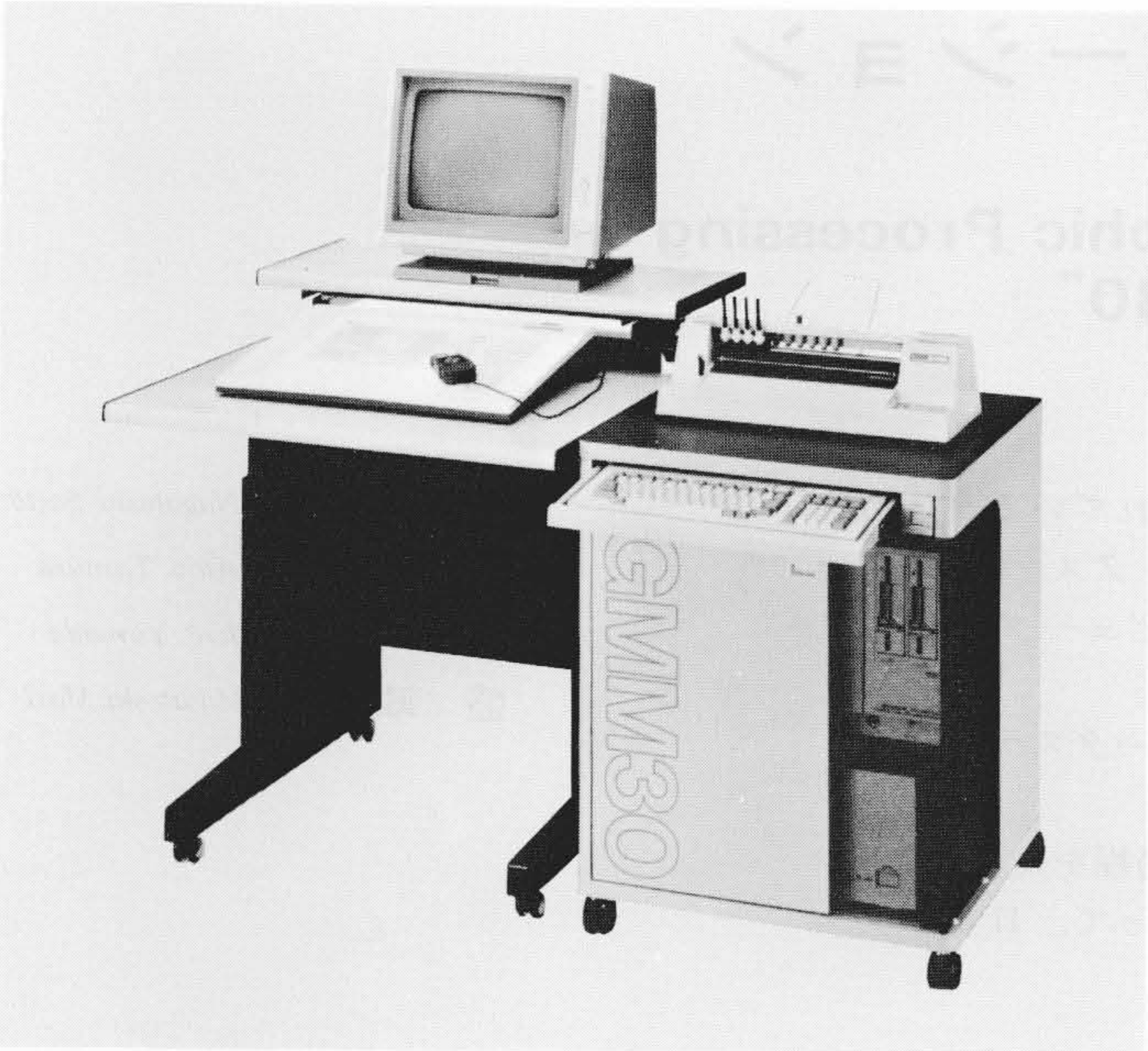


図2 GMM-30システムの外観 オプションは、入力装置としてHDG-1515B, 出力装置として7475A形A3X-Yプロッタを採用した例である。

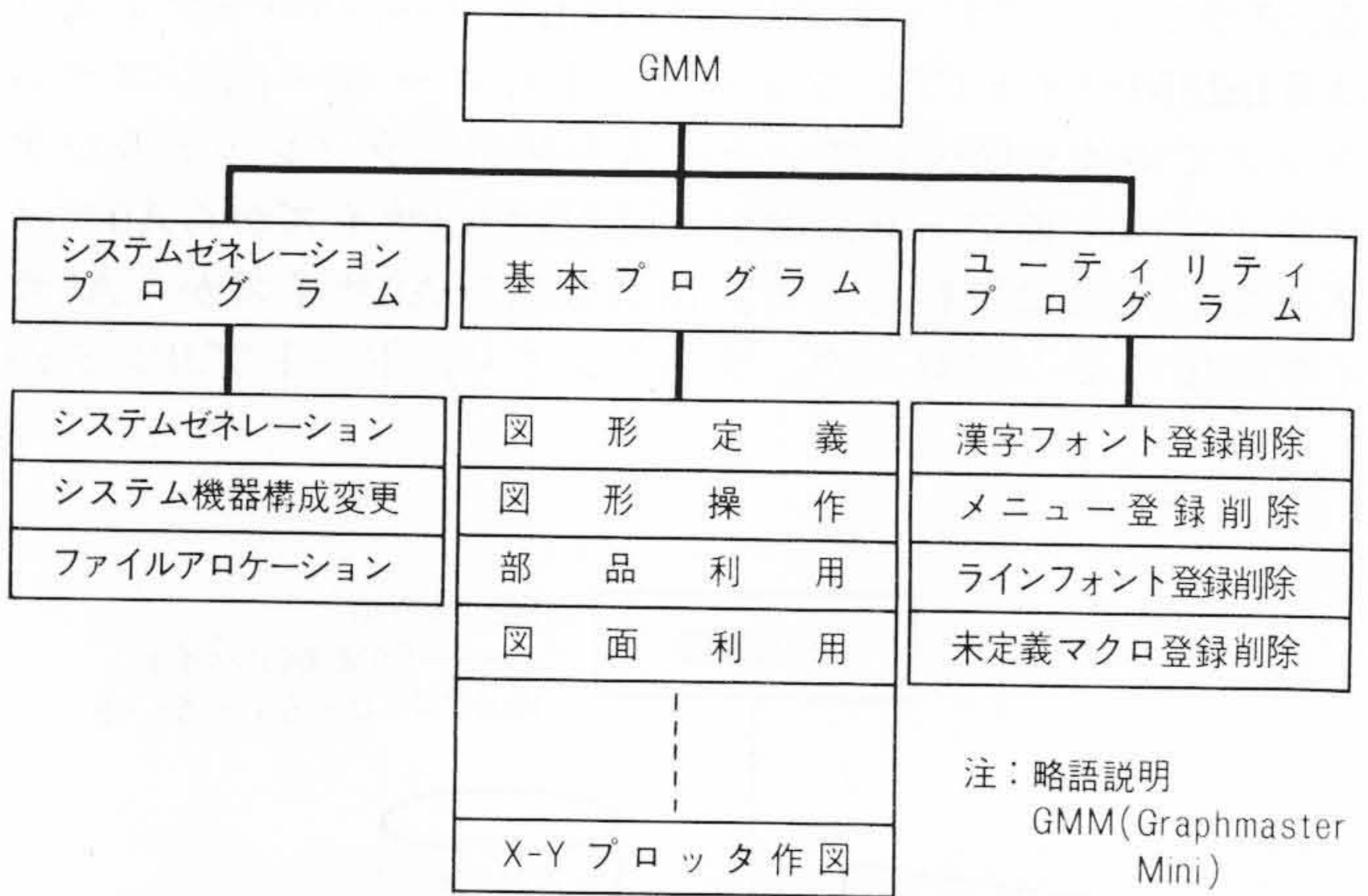


図3 ソフトウェアの構成 GMMのソフトウェアは、三つのブロックから成っている。

接続可能になっている。

作図した図面は5 $\frac{1}{4}$ inのフロッピーディスク(0.3Mバイト)か8inのフロッピーディスク(1Mバイト)に保管できる。

GMM間や上位のコンピュータとのデータ伝送は、DES(データエントリシステム)手順をサポートしている。

ファクシミリ出力は遠隔地へハードコピーを送るのに適しており、GMMから直接電気信号で出力するため、極めて鮮明な図形を伝送することができ、実験結果ではA1サイズの図面を送信し、A4サイズで受信しても十分解読が可能である。

GMMのソフトウェアは図3に示すように、以下の三つのプログラムから構成され、パーソナルコンピュータ用汎用OSであるMS-DOS^{※)}の制御下で稼動する。

システムゼネレーションプログラムは、GMMを使用するのに先立って機器構成、ファイルの割当及び変更など、システムを稼動するための準備を行なうプログラムである。

基本プログラムは図形処理の中心となるもので図形の定

義、修正、削除及び部品形状や図面の登録、配置など作図を行なうための核となるプログラムである。

ユーティリティプログラムは対話処理を必要としないメニューデータや漢字フォント、ラインフォント及びマクロなどの登録、削除を行なうプログラムである。

GMMのソフトウェアは保守性や移行性を考え、大部分をMS-PASCALで一部はMS-アセンブラを使用している。

一般に図面の入力には多くの時間がかかる。特に図形処理指向のワークステーションの場合、使用者は設計者であることが多く、考えながら入力し、結果を見ながら修正して進める。このため作業を一時中断したり、中断した作業を再開したりする機能が必要になる。また停電などの障害発生時に、作成中の図面データを損うことなく、迅速に復旧できることが大切である。GMMではリスタート機能をもたせ、作成中の図面を保護すると同時にこの要求を満たし、システムの信頼性を向上させている。

3 機能概要

表1に製図機能を中心にGMM-30の機能概要を示す。GMMの機能はコマンドの形でユーザーに提供され、全くプログラムに関する知識をもたない人でも容易に使えるように配慮されている。GMMではコマンドを更に幾つかのサブコマンドに分け、コマンドの階層化を図ることにより、操作性を向上させている。以下にGMM-30の主な機能について紹介する。

- (1) マンマシンインタフェース
 - (a) コマンドリピート及びパラメータホールド
- GMMの使用者はガイダンスに従って、コマンドやパラメータを入力するが、毎回コマンドを入力する方式は初心

表1 GMM-30の機能一覧 GMM-30の機能概要を示す。

項番	大分類	中分類	詳細説明
1	製図機能	幾何機能	直線、円・円弧、折れ線・多角形・長方形、長円、自由曲線・トレースカーブ
		表記機能	自動寸法表示、漢字・英字、数字
		編集機能	平行、回転・ミラー回転、拡大・縮小、コピー、トリミング・削除・ラウンドカット、漢字の挿入・置換、オフセット
		ファイル	図面、部品
		操作機能	●画板…255枚の層があり、各層ごとに作図、表示、非表示可。 ●線種…実線、破線、点線、1点鎖線、2点鎖線、ユーザー定義可能なラインフォント ●メニュー…標準コマンドメニュー・ユーザー定義メニュー ●ラバーバンド…作図・ウインドウ・ピックで使用可 ●バッチ入力…コマンドのバッチ処理可 ●マクロ…コマンド群をマクロコマンド化できる未定義パラメータを使用して、パラメトリックな図形が可能。 ●グリッド…方眼・アイソメトリック ●座標系…直交座標・極座標・相対座標
2	計算機能	幾何解析	座標値、距離、周長、角度、面積
3	アプリケーションプログラム		●見積り、積算プログラム ●パース図作成プログラム ●日影図作成プログラム ●IGESデータ変換プログラム ●オフラインプロッタデータ作成プログラム ●図形アクセスサブルーチン ●ファイル転送プログラム ●HITAC-G730データ変換プログラム

※) MS-DOSは、米国マイクロソフト社の登録商標である。

者でも容易に操作できるという長所がある反面、操作に慣れてくるとガイダンスが煩わしいという欠点をもっている。GMM-30にはこの欠点を補うため、コマンドリピートとパラメータホールドの機能をもたせた。

コマンドリピート機能は、ひとつのコマンドが終了後自動的にその前のコマンドが複元する機能で、例えば、表2に示すように2点指定の線分を複数本続けて描きたい場合、最初にSEGMENTのコマンドを一度だけ入力すれば、後は始点、終点だけを繰り返し入力すればよい。複数の線分を描き終えた後、他の仕事に移る場合はそのまま目的のコマンドを入力すればよい。

パラメータホールドは、前回のコマンドで入力したパラメータ値を記憶しておき、リピートキーによって自動的にその値が呼び出される機能で、例えば同心円を描くときなどに極めて有効である。

(b) ラバーバンド

線分及び折れ線作図時に、始点と終点を常に直線で結び、ゴムひものように動かすとか、図4に示すように長方形作図、選択、ウインドウ設定時に常に長方形表示を行ない、使用者に指定範囲を明示する機能である。

ワークステーションは、ユーザーが目的とする仕事のパラメータをすべて入力した後でなければ、それを実行できないという従来の方式では使い勝手が悪い。システムはユーザーのわずかな気持ちの変化にも対応し、ちょうど人の手や目の延長になったかのようなマンマシンインタフェースが望まれる。本機能などはその一端と考えている。

(c) カーソル

GMMはディスプレイ上のカーソルとして2mm四方の+記号で表示するスモールカーソルと、画面一杯のクロスヘアで表示するラージカーソルをもっており、水平、垂直がひと目で分かるなど、使用目的に応じて使い分けができる。図5に示すように、キーボード上のCTRLとPキーを同時に押し下げることにより即座に切り替えることができる。

(d) ユーザーメニュー

メーカーがシートの形で提供するコマンドメニューや漢字メニューのほかに、ユーザーが作成したメニューを登録できるユーザーメニュー機能がある。この機能はユーザーにとっては、より効率良く作図が行なえるばかりでなく、汎用のGMMを業種や業務内容に合わせ専用化したシステムとして、使用を可能にしている。

表2 コマンドリピート機能 コマンドリピート機能のある場合とない場合のオペレーション例の比較を示す。

コマンドリピートのない場合	コマンドリピートのある場合
SEGMENT ↓	SEGMENT ↓
1 ↓	1 ↓
始点1 ↓	始点1 ↓
終点1 ↓	終点1 ↓
SEGMENT ↓	始点2 ↓
1 ↓	終点2 ↓
始点2 ↓	始点3 ↓
終点2 ↓	終点3 ↓
SEGMENT ↓	—
1 ↓	—
始点3 ↓	—
終点3 ↓	—

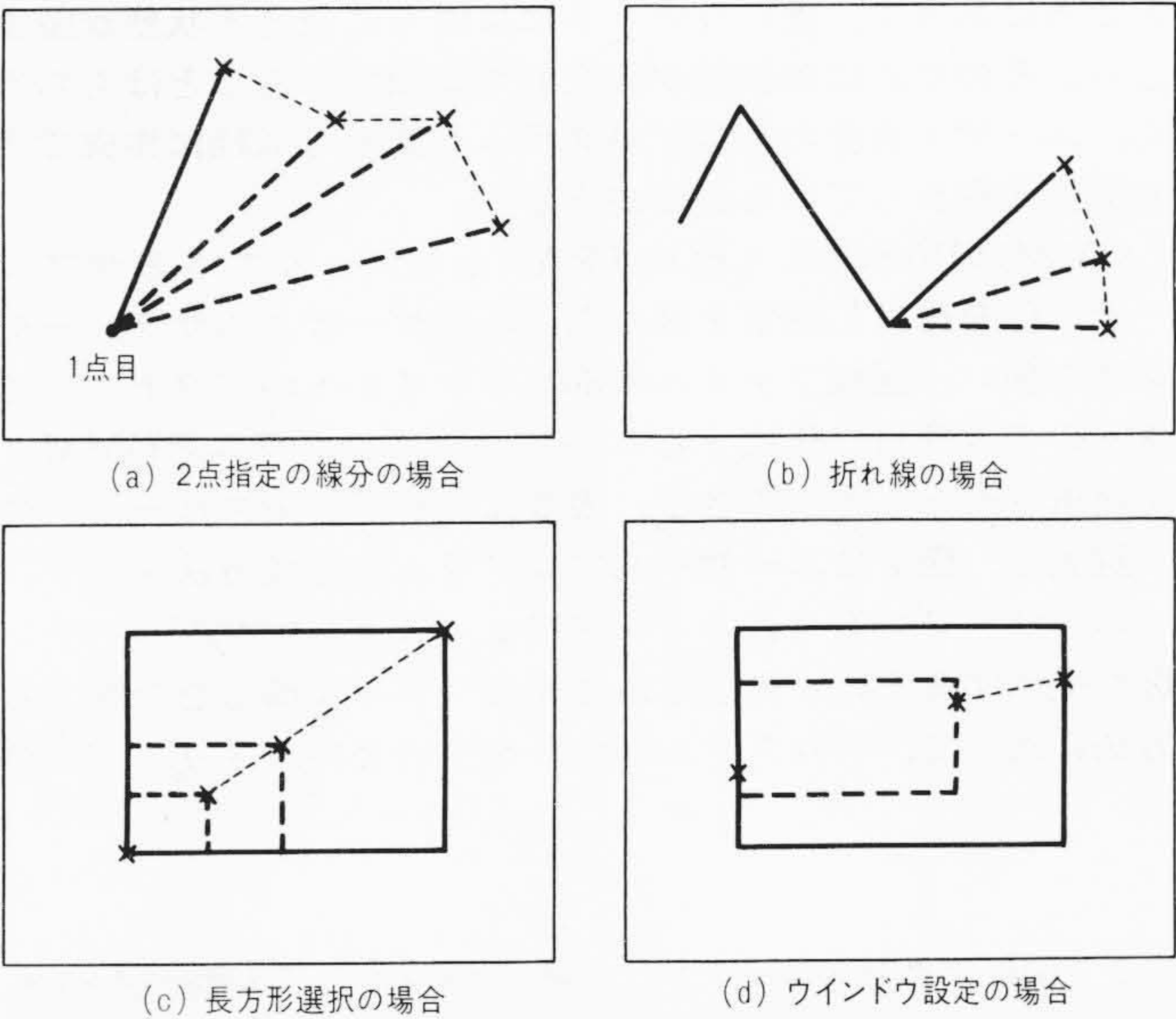


図4 ラバーバンド機能 線分、折れ線表示やウインドウ設定の場合のラバーバンドの動作を示す。

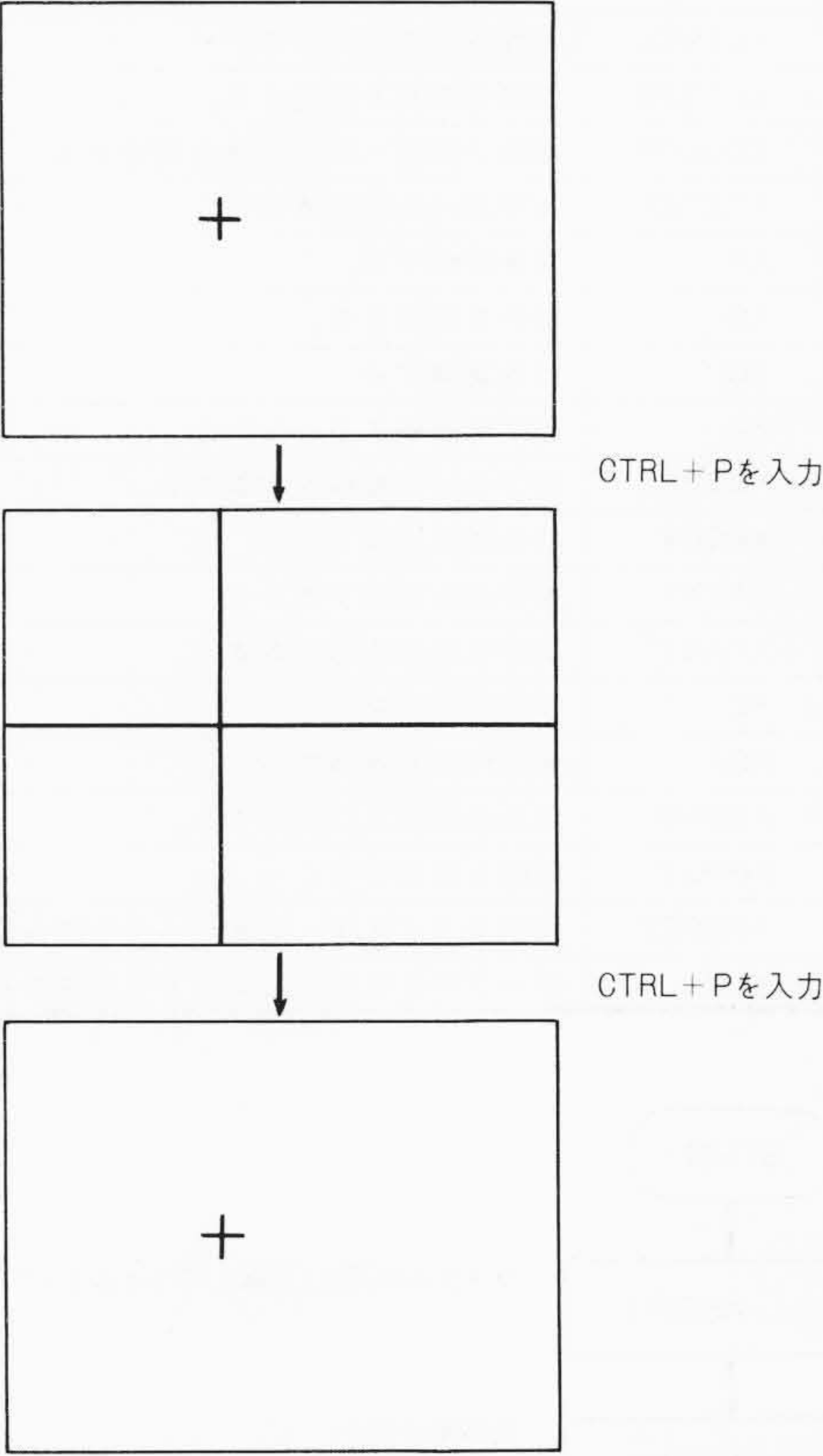


図5 カーソル切換え例 スモールカーソル、ラージカーソルの切換え例を示す。キーボード上のCTRLキーとPキーを、同時に押し下げると切り換わる。

(2) 幾何解析

GMMはグラフィックプロセッサであるが、幾何モデルのほかに幾何解析機能として座標値、距離、角度、周長、面積を計算する機能がある。使用者は求めようとする図形を指定し、コマンドを実行させるとグラフィックディスプレイの左上に計算結果を表示する。

(3) ユーザープログラムの組込み機能

ユーザーにとって、ワークステーションは、いつも身近な

ところにあって、使いたいときには直ちに使える状態が望ましい。そのためには装置が高性能で安価であることはもちろん、ユーザー自身の業務プログラムが簡単で気軽に作成できる機能が備わっている必要がある。

GMMはPASCALとFORTRANからコールできるサブルーチン群を提供し便宜を図った。ユーザーはこのサブルーチン群を使い、画板ファイルや部品ファイルへのアクセスができるので、独自に作成するユーザープログラムとGMMとを連携させることができる。表3に図形アクセスルーチンの一覧表を、図6にユーザープログラムの作成方法を示す。ユーザープログラムのインタフェースとしてサブルーチン群を提供するという方法は、従来のファイル構造を公開する方法に比べて、プログラムが作りやすいというメリットが挙

表3 図形アクセスルーチン 図形アクセスルーチンの機能概要を示す。

項番	ルーチン名	機 能
1	XSTART	システム共通テーブルの初期化及びファイルのオープンを行なう。
2	XFIELD	図面のサイズ・単位・縮尺を設定する。
3	XLEVEL	板面状態を設定する。
4	XLTYPE	図形の線種を設定する。
5	XCOLOR	図形の画面への表示色を設定する。
6	XTXTAT	文字属性を設定する。
7	XP	点を定義する。
8	XS	線分を定義する。
9	XC	円を定義する。
10	XA	円弧を定義する。
11	XBSP	スプライン曲線を定義する。
12	XPOLY	折れ線を定義する。
13	XTEXT	文字列を定義する。
14	XKANJ	漢字仮名文字を定義する。
15	XE	長円を定義する。
16	XEA	長円円弧を定義する。
17	XCOMP	部品を画板上に配置する。
18	XCPUT	部品を登録する。
19	XCAGET	画板ファイルから図形データを読み込む。
20	XEND	オープンされている全ファイルをクローズする。



げられる。またメーカーが都合によりファイル構造を変更した場合でも、ユーザープログラムはそのまま使用できることもメリットである。

(4) 他システムとの接続

GMM-30は、スタンドアロン形のグラフィックプロセッサであるが、分散処理用ワークステーションとして機能するためには、大形機やミニコンピュータベースのCADシステムとの間で図面データの受渡しができることが必要になる。

GMMはIGESデータ変換プログラムによりこれを実現している。IGESデータ変換プログラムを使って、GMMから他システムへ図形データを提供する場合は、まずGMMの図面、部品両ファイルから必要な図形データを読み出し、GMMでIGESフォーマットに変換しフロッピーディスクかファイル伝送で渡す。逆の場合は他システムから渡されたIGESフォーマットのデータを読み込み、IGESデータ変換プログラムを介してGMMの図形データに変換後、図面ファイルに書き込む。

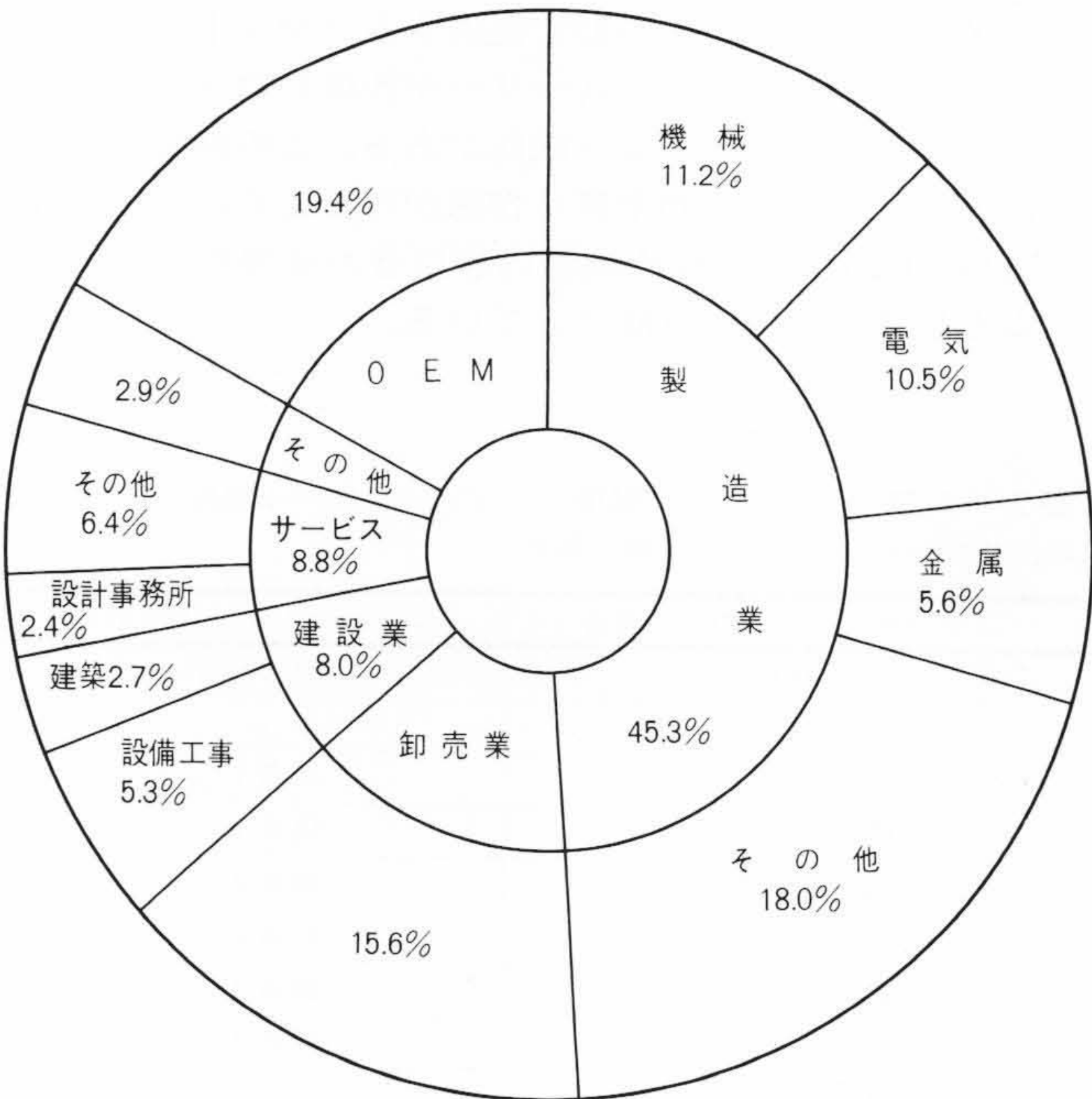
この変換プログラムを活用すれば、他のIGESサポートCADシステムとGMMとの間で、フロッピーディスクか回線を経由して、図面データの受渡しができる。

(5) マクロ

マクロとは一連のGMMコマンドと数式に名称を与えることにより、その名称をGMMの新たなコマンドとして使用する

表4 主な適用業務 GMMは2次元の図面を扱う業種にはすべて適用可能であるが、その主な適用業務を示す。

項番	業 種	適 用 業 務
1	機械・製造	計画図、組立図、部品加工図、金型設計
2	電気・電子	電気回路図、電子回路図、IC・LSI回路図、プリント基板図、電気機械設計、配電盤
3	土木・建築	土木設計、建築設計、住宅設計、ビル鉄骨設計、各種プラント設計
4	設備・家具	配管設計、配置設計、家具設計
5	衣 料	衣服デザイン、図柄設計
6	そ の 他	造園設計、漁網設計、墓石設計、教育、地図、帳票設計



注：略語説明 OEM(Original Equipment Manufacture)

図7 業種別分類 GMM-20の納入先の業種別比率を示す。

図6 ユーザープログラム作成方法 図形アクセスサブルーチンを使用して、ユーザープログラムを作成する方法例を示す。

擬似飽和現象を含むバイポーラトランジスタのCADモデル

日立製作所 新美敏男・猪平 進・他3名

電子通信学会論文誌 J67-C, 11, 855~862 (昭59-11)

最近のバイポーラICでは、高速化、高耐圧化及び高集積化に伴って小面積のエミッタに大電流を流したり、耐圧を確保するためコレクタ側のエピタキシャル層の比抵抗を高くする必要がある。したがって、トランジスタの I_C - V_{CE} 特性の飽和領域と活性領域の中間に折れ曲がった領域、いわゆる擬似飽和現象を取り入れてないEbers-MollモデルとVan der Ziel形のハイブリッド π 形モデルでは、大電流領域での h_{FE} や f_T の低下及びコレクタ電圧依存性に対応できず、これらの領域を含むICシミュレーションには不十分で実用上問題を生じる例がしばしばみられた。

シミュレーション精度が保証できる領域を広げるために、トランジスタモデル自身の改良が必要になる。本論文はその一つの試みについて述べたものである。

新モデルの特徴をまとめると次のように表わされる。トランジスタのベース領域の伝導度変調(Webster効果)及びコレクタ領域の伝導度変調(Kirk効果)とクリティカル電流 I_{CRI} (擬似飽和開始電流)を簡単な式で導入することにより、大電流領域での測定値とよく合う新しいモデルを定式化した。この新モデルは正規化されたベース押し出し領域 W_{CIB} (擬似飽和現象が生じるとベース押し出しが起こる。)によって表現される新しく導出した非線形コレクタ直列抵抗を含んでおり、大電流での h_{FE} 及び f_T の V_{CE} 依存性をよく表現したモデルである。

新モデルを節点解析法の回路解析プログラムに組み込むため、等価電流源を用いる線形化の方法を示した。新モデルを組み込んだ回路解析プログラムをリニアIC用小信号トランジスタの単体シミュレーション及

びHi-Fiステレオ プリアンプ用リニアICの回路シミュレーションに適用した。その結果、トランジスタの I_C - V_{CE} 特性及び f_T - I_C 特性、リニアICの電圧利得-周波数特性及び位相-周波数特性で従来モデル(Ebers-MollモデルやVan der Zielモデル)と比較し、擬似飽和領域が生じる動作領域で精度が著しく改善されることを示した。

このため、新モデルはIC内部のいずれかのトランジスタが擬似飽和領域に入った状況を正確に表現することができる。このことは、ICの不良解析に特に有効である。また、今後いっそう高集積化が進むと相対的電流密度が増加し、本論文で述べた現象が現われやすくなる。新モデルはバイポーラVLSIシミュレーションでいっそう有効性を発揮すると考えられる。

プログラム設計法PAD/PAM

日立製作所 二村良彦

情報処理学会誌 25-11, 1237~1246 (昭59-11)

プログラムの設計法とは、「与えられた仕様書を満足するプログラムを求めよ。」という問題(これをプログラム作成問題と呼ぶ。)を解くための問題解決手順である。従来提案されていたプログラム設計法としては、Dijkstraらのトップダウン作成法とWarnier, Jacksonらのデータ分析法が有名であった。しかしこれらは、設計手順といえるほど手順化されておらず、「トップダウンに作成せよ。」といったガイドラインを与えるもの(トップダウン作成法)あるいはプログラム作成問題を「データ構造の設計」といった別の問題に置き換えるもの(データ分析法)であった。すなわち、一般のプログラマがこれらの設計法を容易に実践できるほど詳細化された手順にはなっていなかった。これら二つの設計法の特徴を生かし、かつその手順をより詳細化する目的で開発したものがPAM(Problem Analysis Method)である。

PAMは構造化プログラム図式PAD(Prob-

lem Analysis Diagram)に基づいた、次の二つの特徴をもつプログラム設計手順である。

(1) PADによりデータ構造が記述できる点に着目し、プログラム構造の設計に際して、データ構造とプログラム構造の類似性を利用する。

(2) PADが図形として分割と統合がしやすい点に着目し、プログラム構造の設計に際して、PADの分割と統合を積極的に行なう。

このように、PAMはPADと一体となって使われているので、我々はこれをPAD/PAMと呼んでいる。これは国の内外で既に広く利用され、その利用者は数万名以上にのぼると推定している。日立製作所内では、過去3年間に少なくとも500万ステップ以上のプログラムがPAD/PAMに基づいて開発された。プログラム開発技術の有効性を定量的に調べることは容易ではない。しかし、PAD/PAMが短期間で多くのプログラマに受け入れられたという事実は、その技

術の質の良さを示すものと考えられる。

本論文は主として次の5点について述べるものである。

(1) PADの概要

PADの詳細については、二村著「プログラム技法—PADによる構造化プログラミング—」オーム社刊で述べている。

(2) PAMの概要

PAMの詳細については次の文献で述べている。二村：問題分析法PAMによるプログラムの設計と審査、情報処理学会論文誌、23巻、4号、451~458(昭和57年7月)。

(3) システム設計法とプログラム設計法との相違点

(4) 情報処理学会「プログラム設計技法の実用化と発展」シンポジウムでの、共通問題「在庫管理システム」のPAD/PAMによる解法(完全なBASICプログラムを作成するためのPADが付けてある)。

(5) オブジェクト指向プログラム技法とPAD/PAMの関係