CAD用ベーシックソフトウェア

Basic Software for Computer Aided Design

最近の各種設計業務は、見積、設計、試作、評価、予算編成といった業務の多様化による設計者の不足に加えて、人員削減による少数精鋭化ないし軽量経営も行なわざるを得なくなった。こうした企業環境により、各種設計業務の機械化による迅速化、費用の低減といった合理化を行なう必要がますます強くなってきている。一方、コンピュータハードウェアは安価な高速・大容量メモリを装備し、図形処理機器もまた安価で性能の良い製品群が日進月歩で市場に参入しつつある。このような状況で、各種のCADへの需要が急速に高まっているわけであるが、CADを実現するためには、それにふさわしい基本的なソフトウェア群が必要である。

本論文では、日立汎用コンピュータHITAC Mシリーズの上位機種でのこれら各種ソフトウェアについて紹介する。

小国 力* Tsutomu Oguni 小崎治男* Haruo Kosaki

□ 緒 言

CAD(Computer Aided Design)といわれているものの中には、様々なCADがある。大別すると、次の4種に分かれる。

- (1) 発動機,冷凍機,自動車,建築物など機械系のCAD
- (2) 制御盤,配電盤など電気系のCAD
- (3) プリント基板などエレクトロニクス系のCAD
- (4) ソフトウェアオリエンテッドなCAD

本論文では、上記のうち第4番目のソフトウェアオリエンテッドなCADに含まれるCAD用ベーシックソフトウェアについて述べる。この種のCADは非常に範囲が広く、かつ他のCADと併用して用いられるのが普通である。ソフトウェアオリエンテッドなCADを構成するソフトウェアとしては、対象業務に応じて、

- (1) 設計データの維持管理に用いるリング構造データ処理プログラム
- (2) 構造解析用プログラム群
- (3) 設計図面などを描くための図形処理用ソフトウェア
- (4) 設計書作成用の文書編集印刷プログラム
- (5) 事故事例や実験データの技術情報検索システム
- (6) 会話形統計処理プログラムや予算編成用ソフトウェア
- (7) ソフトウェアエンジニアリング用ソフトウェアなどがある。日立汎用コンピュータHITAC Mシリーズでは、これら各分野のプログラムの開発に努めており、今回これらを統一的にまとめるとともに、上記のうちCAD用ベーシックソフトウェアを構成する(1)のリング構造データ処理システムと、(3)の図形処理用ソフトウェアを中心に述べる。

2 ソフトウェアオリエンテッドなCAD

この種のCAD用のソフトウェアを大別すると、他のCADの基本となる一群のソフトウェア(直接設計業務用ソフトウェア)と、設計業務の中の補助業務をコンピュータにより処理して設計業務の合理化に役立つソフトウェア(間接設計業務用ソフトウェア)とに分かれる。リング構造データ処理システム、図形処理用ソフトウェア及び構造解析用プログラムは前者の分類に入り、文書編集印刷プログラム、技術情報検索システム、会話形統計処理プログラム、予算編成のための経営計画

用シミュレーションプログラム及びソフトウェアエンジニアリング用ソフトウェアは後者の分類に入り、ソフトウェアCADの範ちゅうと考えられる。

2.1 直接設計業務用ソフトウェア

設計業務は設計データの維持管理、設計データの解析及び設計図面の作成が主要なものである。設計データの維持、加工には"ARIS"(Associative Ring Image Structure:リング構造データ処理システム)が使える。設計データの解析のために用いられるプログラムとしては、"NASA"(アメリカ航空宇宙局)の"NASTRAN"(有限要素法プログラム)をベースにアイソパラメトリック要素など、大幅に機能、性能を向上させた"ISASII"(総合構造解析システム)を中心に、IG/OG(総合構造解析入出力プログラム)"ISAS-POL"(問題向き入力言語プログラム)、"MPLAREAII"(断面性能計算プログラム)及び"TPLIG"(会話形構造解析入力プログラム)がある。現状の構造解析関係プログラムの全体を図1に示す。

設計図面や設計書の作成をコンピュータで行なうことがCAD の主要目的であるが、その基本ソフトウェアとしては、各種 X-Yプロッタ、H-8844(日立ストレージ形図形処理装置)、 H-8833(日立リフレッシュ形図形処理装置)及び漢字プリンタ を同一のインタフェースで処理できる"GPSL"(Graphic Plotting Subprogram Library:汎用図形出力ルーチン集)が ある。GPSLの関連プログラムとしては、"VECTOR-FONT" と"DOT-FONT"(文字フォントを会話的に作成するプログラ ム),及び図形コマンドを各種図形出力装置に出力する図形出 力ユーティリティがある。GPSLの数あるルーチンのうち で、管理情報や実験データの図表化に用いられるビジネスグ ラフは、"LINEPLOT" (ラインイメージ作画ルーチン集) を 介してラインプリンタやCRT(Cathode Ray Tube:文字表 示装置)に作画することができる。更に、漢字プリンタの特長 を生かし、"TONE"(濃淡出力サブルーチン集)がある。 GPSLは出力だけの汎用出力サブルーチン集であるが, GPSLと "DEPP"(文書編集印刷プログラム)を併用すると、図入りの 設計書が漢字プリンタに印刷できる。図形処理関係の全体像 を図2に示す。

^{*} 日立製作所ソフトウェア工場

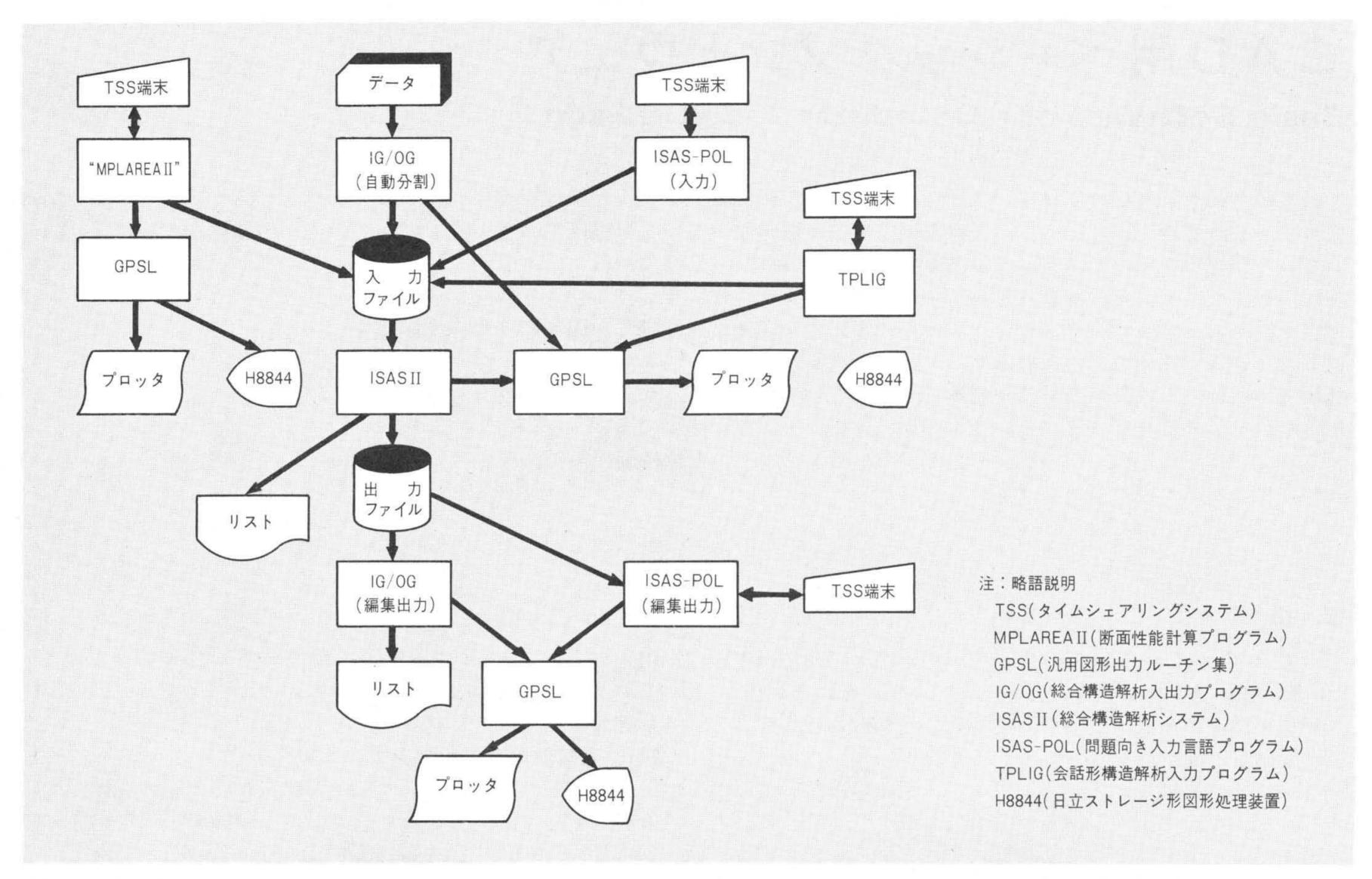


図 | 構造解析システムの全体 構造解析を中心とした前処理プログラム、後処理プログラム及び図形出力との関係を示す。

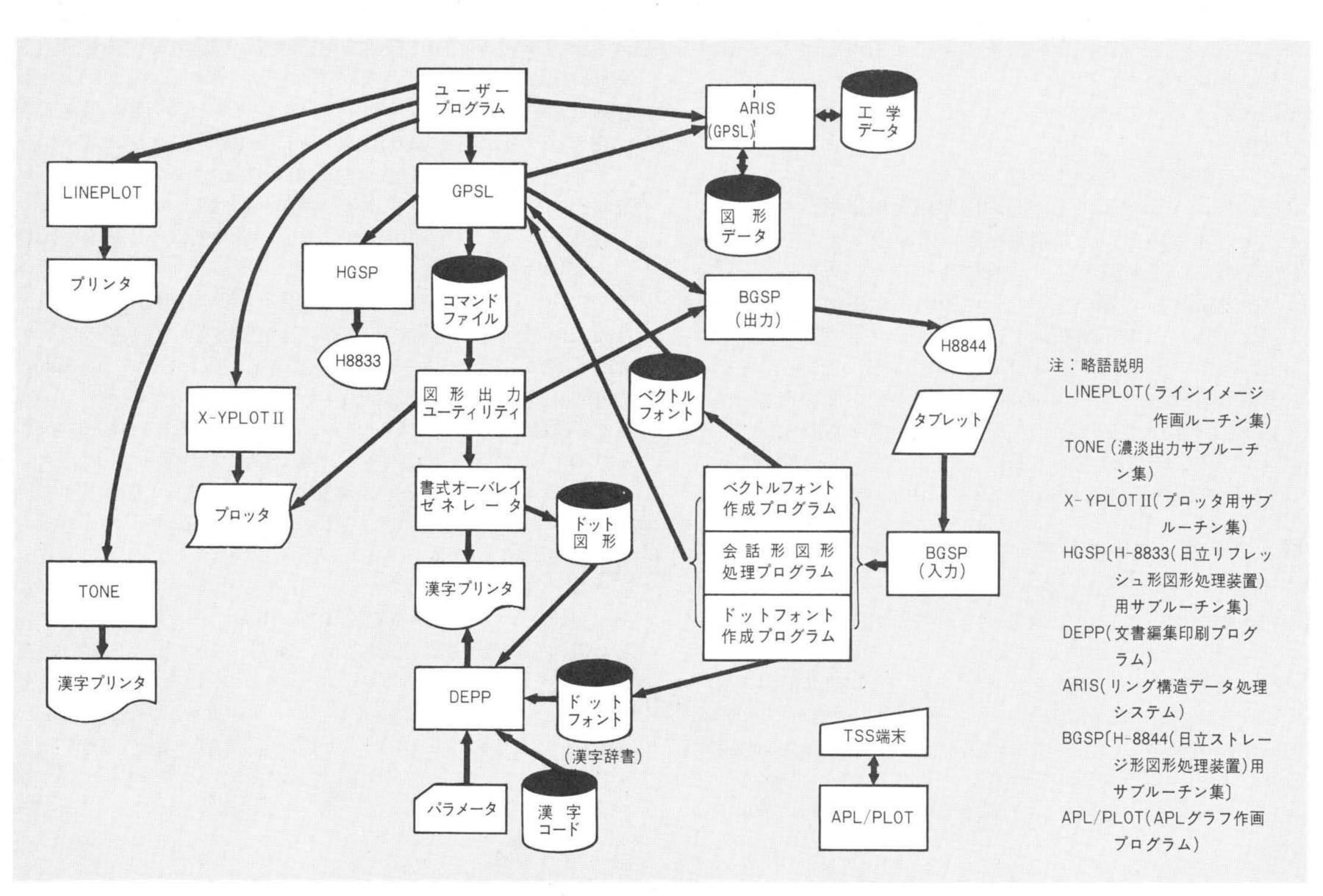


図 2 図形処理システムの全体 各種出力装置と図形処理プログラム群との関係を示す。

2.2 間接設計業務用ソフトウェア

設計者が設計を円滑に行なうためには、いわゆる事務作業や清書作業の自動化、合理化が必要となる。設計書や指示書を印刷する"DEPP"(文書編集印刷プログラム)、"ORION" (事故・障害データの検索に用いる文献検索システム)、実験データや稼動データの分析に用いる"SDFSII"(統計用データファイルシステム)や"CSTAT"、"PPSSII"、"TIMESII" (会話形統計処理プログラム)がある。会話形統計処理プログラムの出力ファイルは、"STATEDIT"(統計計算出力編集プログラム)により漢字出力される予定である。

"ORION"は文字情報や数値情報から成る技術情報を会話 処理で蓄積・検索でき、検索した数値情報についてはファイ ルを経由して会話形統計処理プログラムで解析することがで きる。設計業務の中でいま一つ大切なことは予算編成であり、 設計部署が損益の責を担う企業では相当な比重を占める。こ の目的に用いることができるのが"SIMPLAN"(経営計画用 シミュレーションプログラム)である。これらのプログラムは、 ファイルを経由して有機的に結びついている。

図 "ARIS"(リング構造データ処理システム)

構造物の形状や属性をデータベースに一括管理し、このデータベースを利用して形状のモデリング、構造解析及び数値制御へと一連のCAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)を行なう動きが盛んである。このデータベース構築に、商用のデータベースシステムADM(Adaptable Data Manager)やPDM(Practical Data Manager)などを使うこともできるが、設計データの構造に伴う処理速度や操作性の問題から、工学用データベースシステムが要望されている。

日立汎用コンピュータHITAC Mシリーズでは、2年前から連想リング構造に基づいた"ARIS"の開発を行ない、鈴木自動車工業株式会社で実用に供されている。"ARIS"はPL/I (Programming Language/I)で書かれたプログラムで、次に示すような特長をもっている。

(1) データ構造作成の容易性

すべてのデータは、リングポインタで結ばれるリング構造により表現するため、任意のデータ構造が容易に作成できる。 リングを構成するデータの個数は、実用上制限がない。

(2) データ処理の融通性

リング構造は、親グループをリングスタートとする閉ループを構成しているため、データ処理は構造のどの位置からも始めることができる。

(3) データ操作の容易性

本システムは、FORTRANのCALL文で呼び出されるサブルーチンの集まりであり、ユーザーは各サブルーチンを呼ぶことによりデータベース中の情報を容易に参照、更新することができる。

(4) システム効率の向上

処理効率や収容効率の向上を図るため,ページング機能,ハッシングチェイン技法,近傍ページ使用機能,最適空きエリア使用機能などを用いている。

"ARIS"を使ったとき、四面体のデータ構造がどう表現されるかを図3に示す。この四面体の各面には、色属性、名称及び名称表示座標が、各頂点には名称、名称表示座標が、各線には線属性がそれぞれ付与されている。

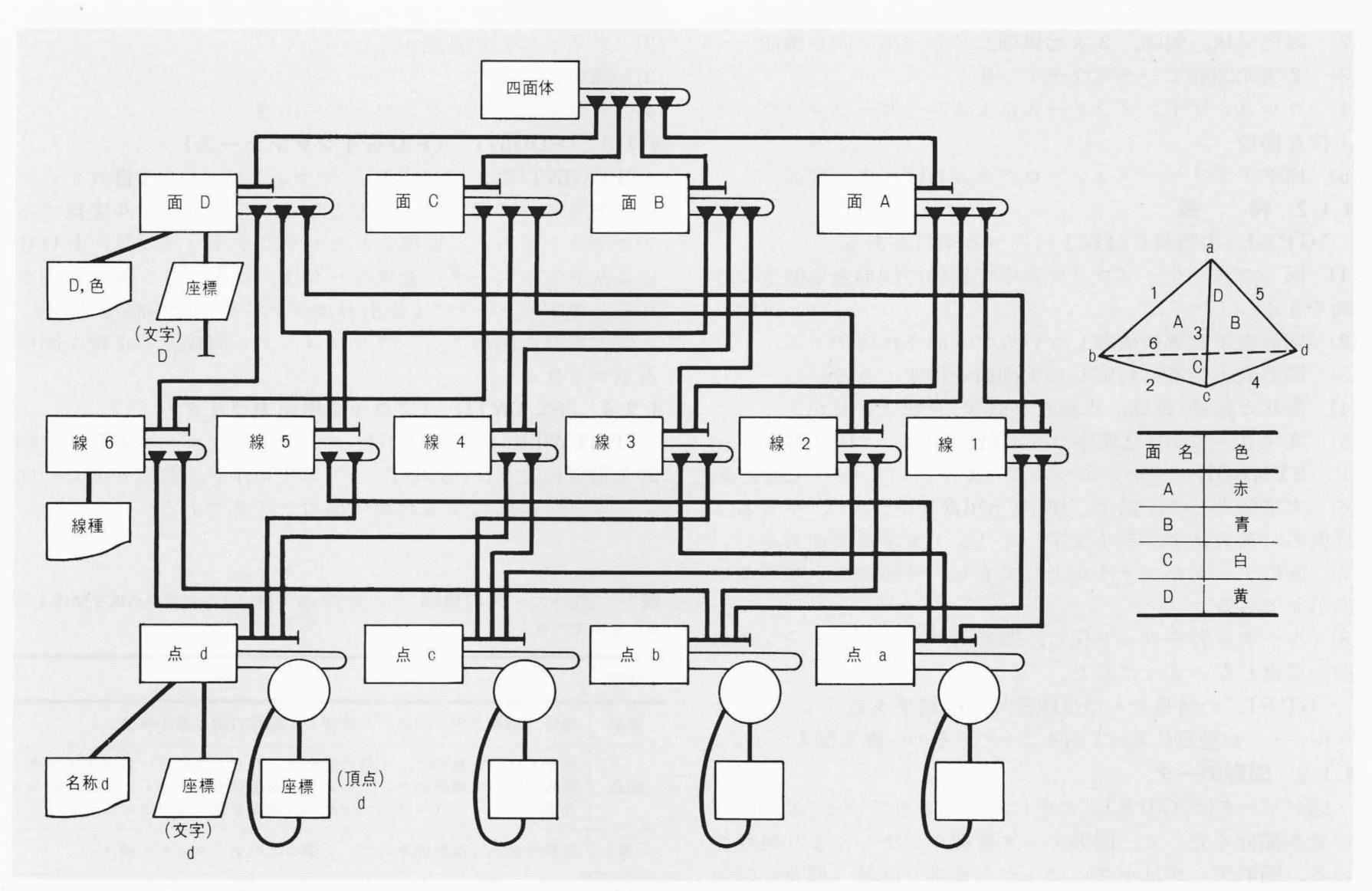


図3 四面体のデータ構造 四面体の各面には英字の大文字から成る名称,各頂点には英字の小文字から成る名称,及び各稜線には数字から成る名称を与えてある。

4 図形処理用ソフトウェア

図形処理装置は近年とみに種類が豊富になってきており、 従来の図形表示装置に加えて、各種の漢字プリンタ、カラー 表示装置、高級キーボードプリンタ及びディジタイザ兼用簡 易プロッタなどが出現した。これら各種の図形表示装置は、 ユーザーのFORTRANプログラムないしAPL(A Programming Language:汎用会話形言語)プログラムから、サブル ーチンないし関数の形で扱うことができるようになっている が、そのユーザーインタフェースは装置ごとに異なっていた し、図形表示装置とともに提供されるサブルーチン群の種類 もごく基本的なものに限られていた。このため、図形表示装 置とは独立した豊富なルーチン集が望まれ、"GPSL"の開発 となった。

に作画する図形出力ユーティリティ集が必要となり、現在4種のプログラムをもっている。更に、ビジネスグラフをラインプリンタや文字表示装置に表示することも必要となり、"GPSL"と同一インタフェースでこれらの装置に表示するサブルーチン集"LINEPLOT"も開発した。"GPSL"や"DEPP"用の文字フォントファイルをタブレットとH-8844を使って作成するプログラムである"VECTOR-FONT"と"DOT-FONT"も治工具として開発済みである。

4.1 "GPSL"(汎用図形出カルーチン集)

図形処理用基本ソフトウェアとして開発した"GPSL"は、日立製作所の研究所の"GIPS/PLOT"(汎用グラフ作画ルーチン)を基に製品化し、昭和55年7月現在、163種のルーチンから成っている。

4.1.1 目 的

"GPSL"は次に述べる五つの目的をもっている。

- (1) 図形表示装置に依存しないユーザーインタフェース
- (2) 幾何形状, 製図, 3次元処理及びビジネス向き機能
- (3) 2次元図形データのファイル化
- (4) カルコンプインタフェースによるユーザープログラムの 上位互換性
- (5) 標準アプリケーションプログラムの図形表示部品

4.1.2 特 長

"GPSL"の特長には以下に述べる項目がある。

- (1) 同一のユーザープログラム中で異種の図形表示装置に作画できる。
- (2) 図形表示装置に依存しない仮想画面を指定できる。
- (3) 図形表示装置に対応した実画面を指定できる。
- (4) 形状と線種(実線,点線及び破線)を独立させた。
- (5) 文字コードは日立漢字コード(16進4桁)とEBCDIKコード, SYMBOLルーチンについてはカルコンプコードも使える。
- (6) 文字種として,数字,漢字(当用漢字レベル),平仮名, 片仮名,英大文字,英小文字,ギリシア文字などがある。
- (7) 図形データをファイルとしてもち、その加工、複写及び表示ができる。
- (8) ルーチン名をコード化し、既存のユーザールーチンの名前と重複しないようにした。

"GPSL"の特長の一つは統計処理の結果を表示するビジネスルーチンが豊富に入れてあることで、その一部を**図4**に示す。

4.1.3 図形データ

図形データは"GPSL"の中に取り込まれている"ARIS" の基本部分を介して、図形データ管理ルーチンにより処理される。図形データは小さいほうから要素、部品、層及び図面

の4階層から成り、部品、層及び図面には名称、非形状属性を与えることができる。また、部品と層に対しては線種やペン種の指定もできる。これら図形データの意味は、表1に示すとおりである。

図形データファイルはパスワードによる機密保護を行ない, みだりに修正されたり破壊されたりするのを防いでいる。

4.2 図形出力ユーティリティ集

"GPSL"の出力コマンドファイルは、CALCOMPプロッタ用のコマンドと同じになっており、カルコンプ社や日立精工株式会社のプロッタへもかかるが、このコマンドファイルをオンラインプロッタ、漢字プリンタ及びH-8844に出力するためのユーティリティ集がある。更に、"GPSL"のコマンドをSYSOUTファイルに出力した後、このファイルをプロッタに出力するプログラムもこのユーティリティ集に含まれている。

4.2.1 プレビュープログラム"PREVIEW"

高性能のプロッタが出現したとはいえ、デバッグの過程でプロッタに作図することは能率の上から得策ではない。このため、コマンドファイルを入力してH-8844に作図し、考えたとおり作画できたときにコマンドファイルをプロッタに出力すればむだを省ける。"PREVIEW"は単にコマンドファイルの中味どおりに作画できるだけでなく、次に述べるような機能ももっている。

- (1) 作画の拡大、縮小
- (2) 作画の平行移動
- (3) 仮想画面による作画の重ね合わせ

4.2.2 "OUTPLT" (プロッタ用出力プログラム)

"OUTPLT"は、"GPSL"のコマンドファイルをオンラインプロッタに作画するためのプログラムであり、次に述べるような機能をもつ。

- (1) ジョブ名,ユーザー名,実行時間などの表示
- (2) クリッピング処理
- (3) 課金情報出力
- (4) プロッタ用ハードコマンドの作成

4.2.3 "FOGINT" (FOGインタフェース)

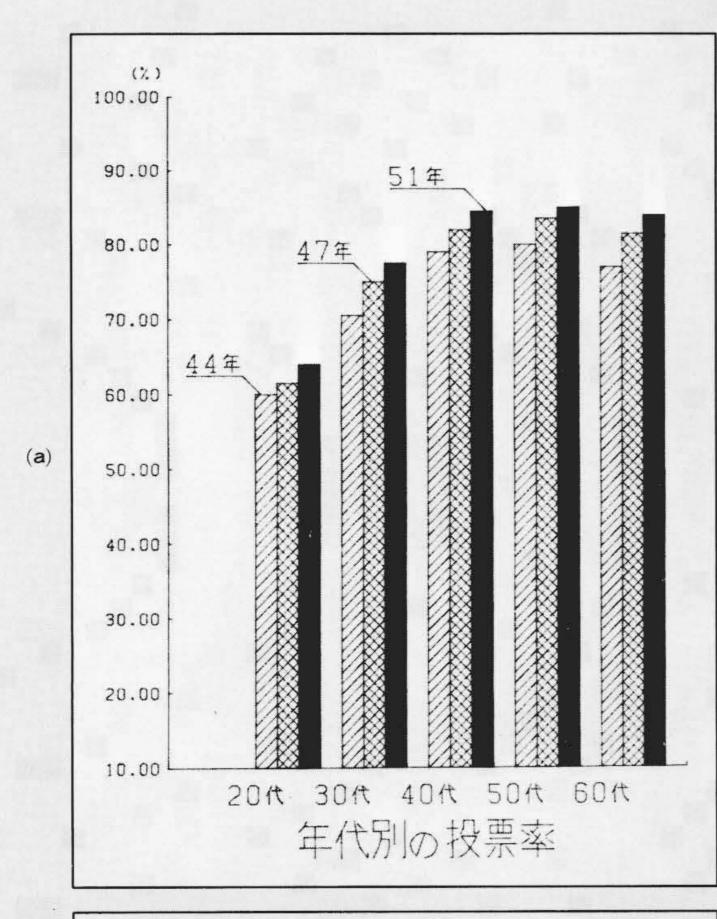
"FOGINT"は、"GPSL"のコマンドファイルを書式オーバレイゼネレータFOGの入力となるようにファイル変換するプログラムである。変換されたコマンドファイルは、FOGによりドットデータに変換された後、漢字プリンタに作画される。漢字プリンタによる出力はプロッタに比べ高速であり、よほど複雑な図形でない限りプロッタと同程度の正確な図形表示ができる。

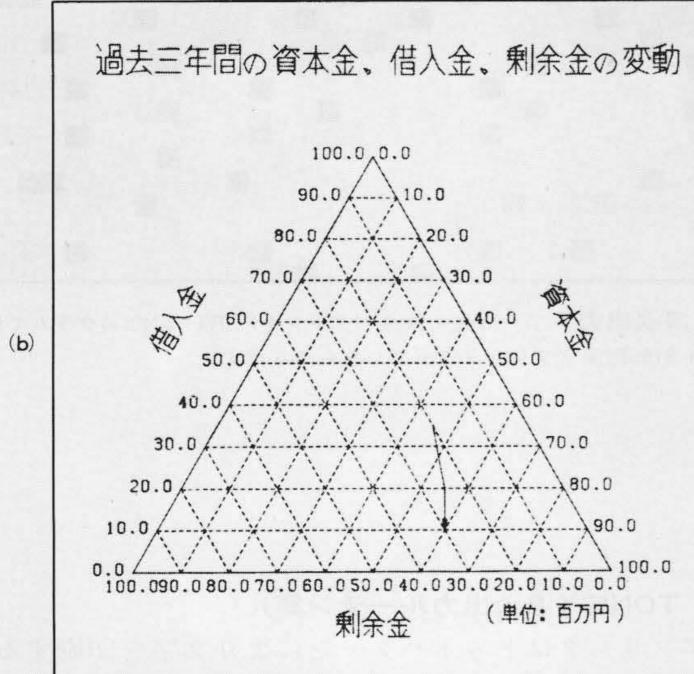
4.2.4 "PLTWTR" (プロッタ用出カライタ)

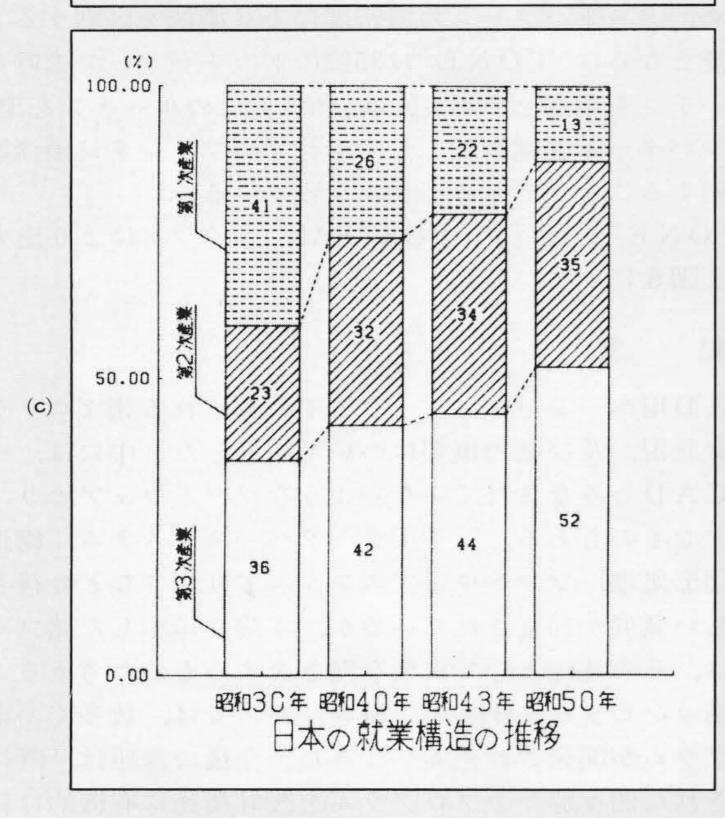
"PLTWTR"は、"GPSL"のコマンドファイルをジョブ制御文指定によりSYSOUTファイル上に作り、別ジョブで一度にプロッタに出力するための出力ライタである。

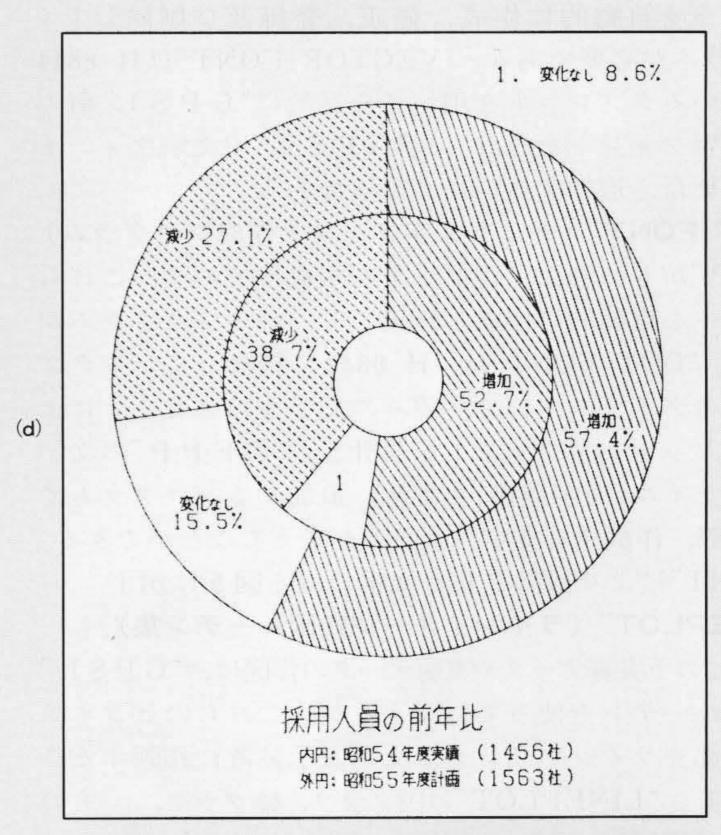
表 | 図形データの種類 図形データを構成する各成分の親子関係を示したものである。

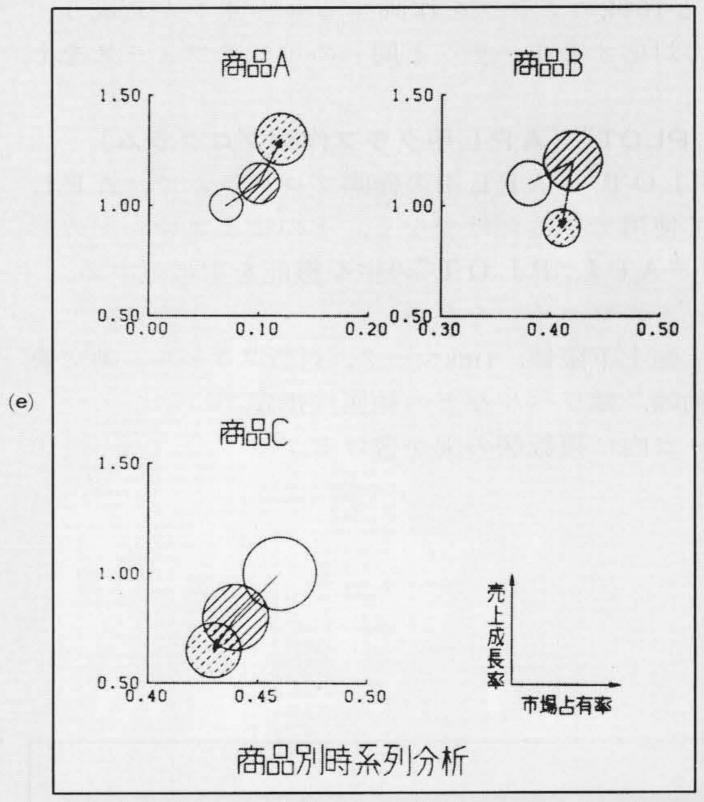
種類	意味
要素	線分,折線,円,円孤,文字列など操作可能な最小単位
部品	要素を複数個集めて、 I 個の図形データとして扱う。部品と要素を 複数個集めて親部品としてもよい。部品は全ユーザーが処理可能な 共通部品と、 一ユーザーだけが処理可能な個別部品とに分かれる。
層	要素や部品を複数個集めて, 1個の図形データとして扱う。
図面	任意の層を重ねて見ることによって図形を表現できる。











注:グラフの説明

- (a) 2 次元棒グラフ
- (b) 三角図
- (c) 内訳棒グラフ
- (d) 多層円グラフ
- (e) ポートフォリオ図

図 4 GPSL ビジネスグラフ ビジネスグラフ22種のうちから、代表的なグラフを選んである。

4.3 "VECTOR-FONT"(ベクトル文字フォント作成プログラム)

"GPSL"がもつ各文字はベクトルから成っており、これら文字フォントを自動的に作成、修正、登録及び削除してくれるプログラムが必要である。"VECTOR-FONT"はH-8844に接続しているタブレットを用いて会話的に"GPSL"用のベクトル文字フォントを設計し、"GPSL"用文字フォントファイルを更新、追加するプログラムである。

4.4 "DOT-FONT" (ドット文字フォント作成プログラム)

"DEPP"がもつ各文字はドットから成っており、これら文字フォントを自動的に作成、修正してくれるプログラムが必要である。"DOT-FONT"は、H-8844に接続しているタブレット上にスタイラスペンで、望みの文字をたどることにより会話的にドット文字フォントを設計し、"DEPP"の文字フォントファイル(漢字辞書)を更新、追加するプログラムである。その際、作成する文字の大きさも変えることができる。"DOT-FONT"により設計された文字の例を図5に示す。

4.5 "LINEPLOT" (ラインイメージ作画ルーチン集)

設計部門での予実算データや実験データの作図は、"GPSL"のビジネスルーチンを使って行なえるが、これらのビジネスグラフの一部をラインプリンタや文字表示装置に作画することが望まれる。"LINEPLOT"は円グラフ、棒グラフ、くもの巣グラフなど16種のグラフを作画するルーチンから成り、"GPSL"の対応するルーチンと同一のインタフェースをもつ。

4.6 "APL/PLOT" (APL用グラフ作画プログラム)

"APL/PLOT"はAPL用の作画プログラムで、APLの関数として使用できるだけでなく、そのままコマンドの形でも使える。"APL/PLOT"の主な機能を次に述べる。

- (1) 作画データのファイルをもつ。
- (2) 軸形式, 軸上下限値, tickマーク, 対数スケール, 軸交換 両端軸, 浮動軸, 軸ラベルなどの軸属性指定
- (3) 同一ページ内に複数個の図が書ける。

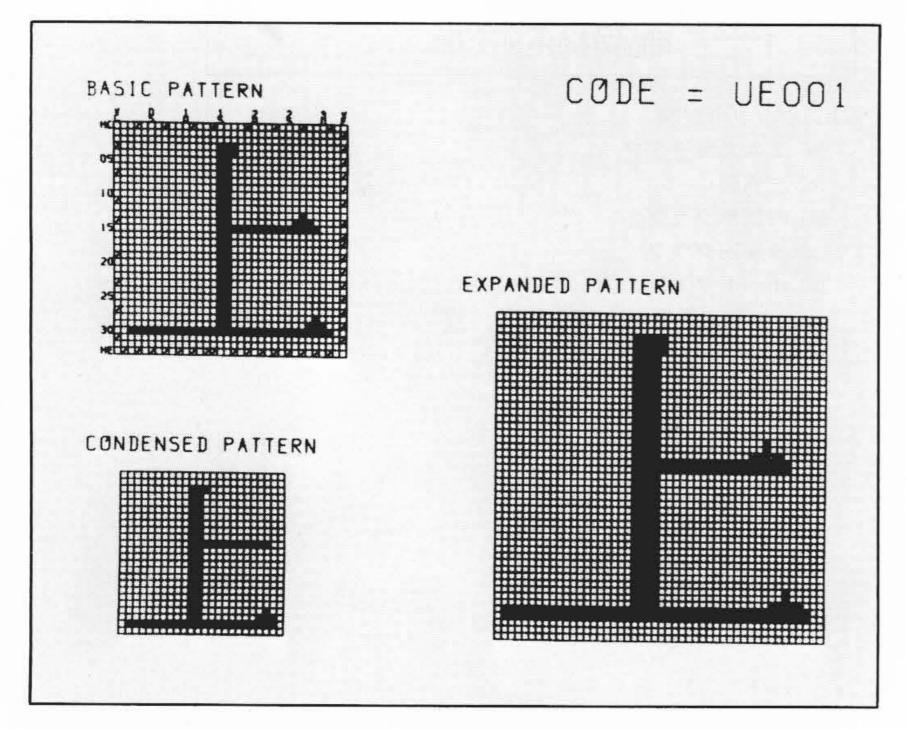


図 5 ドットパターン図 タブレット入力によって「上」という字を標準サイズで設計した後、縮小サイズと拡大サイズのパターンを作り、H-8844上に同時に表示したハードコピーである。

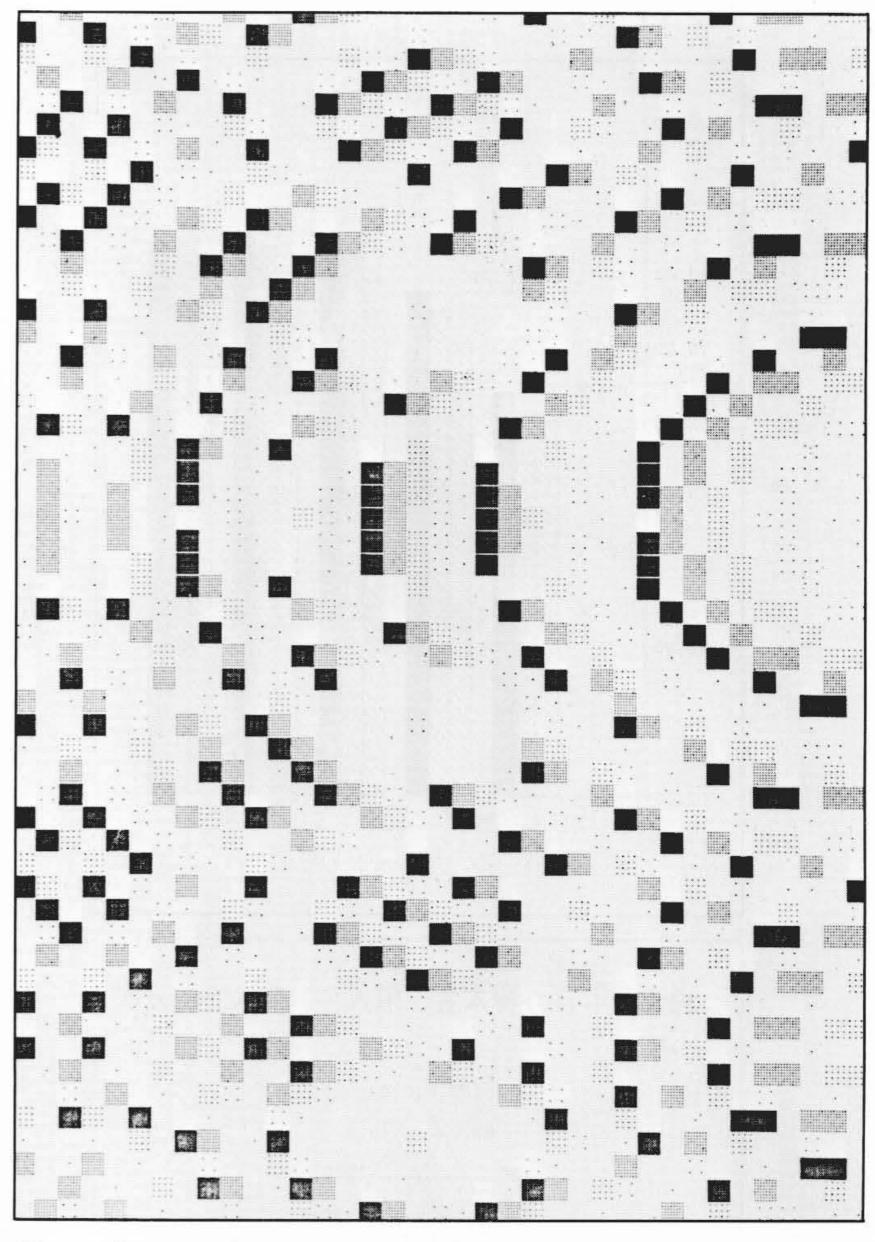


図 6 濃淡出力例 6種の濃淡パターンをFORTRANプログラムで処理した後、H-8195形漢字プリンタに出力したものを示す。

4.7 "TONE"(濃淡出カルーチン集)

漢字プリンタはドットパターンにより文字を印刷する。このため、ドットパターンの濃密度により濃淡を区別することが可能となる。"TONE"は35種のドットパターンを呼び出すルーチンを用意しており、ユーザーはこのルーチンを用い、ドットパターンを選択加工して1行ずつプリンタに濃淡図形を印刷することができるようになっている。

"TONE"を用いて、FORTRANプログラムにより出力した例を図6に示す。

5 結 言

CAD用ベーシックソフトウェアに含まれる諸プログラムの開発状況,及びその概要について紹介した。中には,一般にはCADとみなされていないようなソフトウェアオリエンテッドなものもある。工学用データベースシステム,構造解析,図形処理,ソフトウェアエンジニアリングなど今後も目覚ましい発展が約束されているが,本論文に示した諸プログラムは,その基礎として重要な働きをするものと考える。日立汎用コンピュータHITAC Mシリーズでは,数多くの応用プログラムが開発され充実してきた。今後の課題は,既に製品化された個々別々のプログラムを設計業務に有機的に結びつけて,総合システムとして再編成することである。