

インテリジェントCAD端末HITAC G-760の開発

Development of Intelligent Terminal HITAC G-760 for CAD System

製造業を中心とした設計・製造部門のCAD/CAMは合理化へ残された最後の領域と言われ、市場は急激に拡大している。こうした背景のもとに、HITAC G-710, G-730に始まる日立の図形処理システムを開発し、実用に供してきたが更にニーズの多様化、高度化に対応するため本論文記載のシステムを開発した。本システムの構成、ホストコンピュータ側基本ソフトウェア及び端末側ハードウェア、ソフトウェアの構造、並びに特長について述べる。応用ソフトウェアの可搬性について、HITAC G-710での既開発ソフトウェアの流用、社外Core Systemソフトウェアの活用を可能にしたこと、端末側に大容量の表示図形データを記憶するバッファをもつこと、表示変換用ハードウェアをもつことなど、高機能化・高性能化を図り、ホストコンピュータ側処理負荷の軽減、応答性能の向上を行なったことを特長とする。

竹屋弘史* Hirofumi Takeya

大木 尚** Takashi Ooki

金間誠一*** Seiichi Kanema

仁尾 都**** Misato Nio

1 緒 言

数年来の製造業を中心とした設計コスト低減、設計期間短縮の強い要求にこたえて、CAD(Computer Aided Design)市場は年率50%の伸びで拡大している。日立製作所での図形処理システムとしては、ミニコンピュータベースのスタンドアロン形G-730システムと、大形ホストコンピュータ接続の端末システムG-710があり、社内外に200ステーション稼動し、それぞれ相応の評価を得ている。

しかし、市場ニーズのより高度化、普及促進のため低価格化の要求が強まり、これに対処して新しいグラフィックシステムを計画し、G-760端末システム、ホストコンピュータを含めたトータルシステム“GRADAS”^{※1)}の開発を行なってきた。

本システム開発に当たっての目標は次のとおりである。

- (1) G-710で既開発のソフトウェアを利用できる。
- (2) G-710ユーザーに対し、操作性、機能、応用ソフトウェアの移行性を配慮する。
- (3) 図形処理での標準化動向に対応して、Core System^{※2)}を採用し、社外の応用ソフトウェアの活用を図る。
- (4) 端末のインテリジェンシーを高め、ホストコンピュータ側の図形処理負荷を軽減し、かつ応答性の向上を図る。
- (5) 端末ハードウェアの高性能化を図る。

2 システム概要

GRADASシステムは、大きくホストコンピュータ側システムとG-760端末システムとに分かれる。この間は回線で接続される。ホストコンピュータ側システムは、大形計算機とこの上で動く図形処理用基本ソフトウェアから構成される。基本ソフトウェアについては3章で記述する。図1(a), (b)にシステムの概要を示す。

応用ソフトウェア又はユーザープログラムが、この基本ソ

フトウェアの上に構築される。ユーザープログラムインタフェースとしては、G-710基本ソフトウェアCADTCS/H機能と、国際標準化動向に対処するCore System機能が用意されている。

G-760端末システムは、図形表示用ディスプレイと座標入力

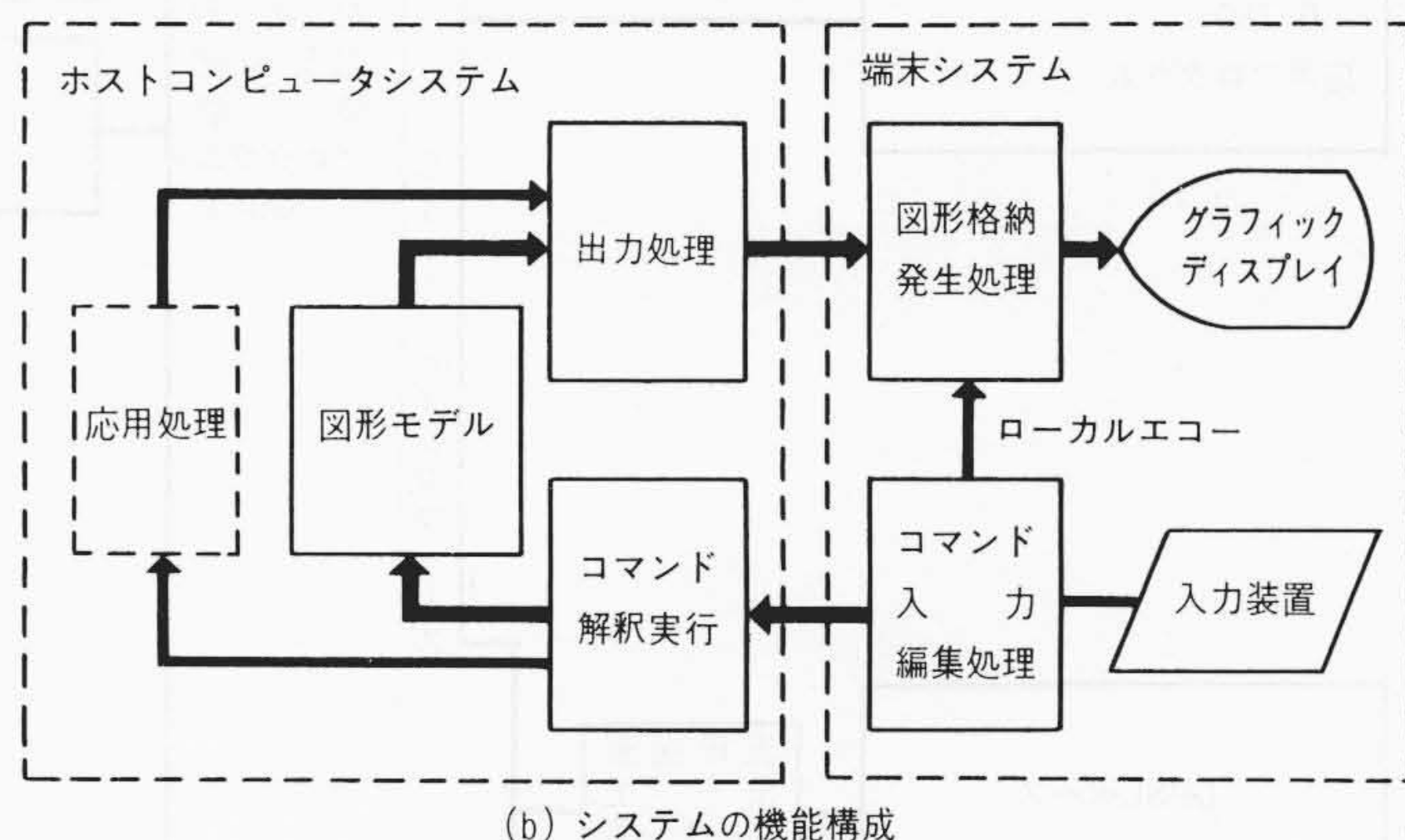
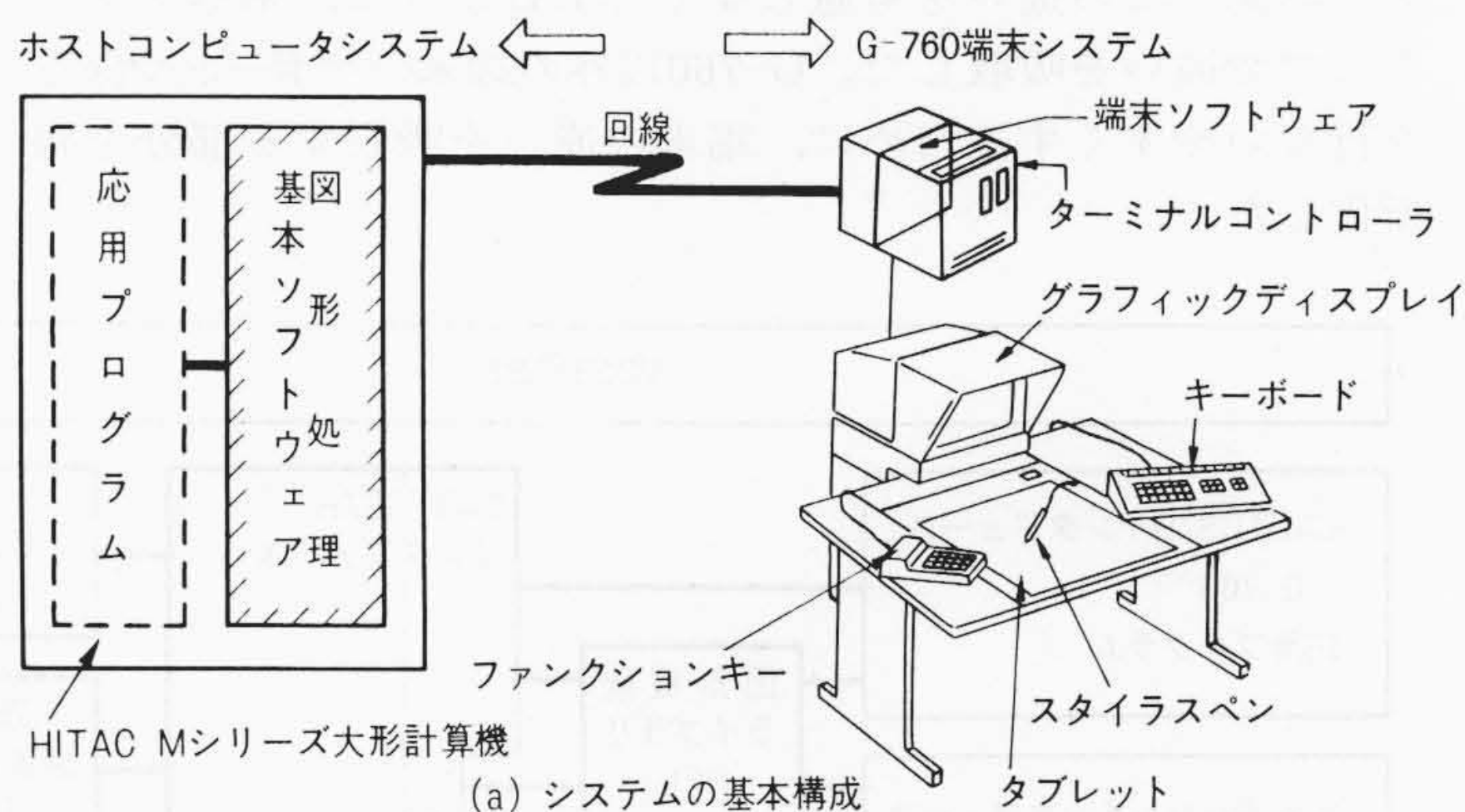


図1 GRADASシステムの概要 (a) システムの基本構成を示す。ホストコンピュータ側システムと端末システムに大別される。(b) システムの機能構成を示す。端末側システムはホストコンピュータ側の図形モデルのコピーを表示用にもち、これを操作する。

※1) GRADAS(Graphic System for Design and Manufacturing Assistance)

※2) Core System(アメリカ電子計算機協会専門部会が1979年提案の図形処理標準化規格案)

のためのタブレット、文字入力の手キーボードなどから成るグラフィックスステーション、及び複数台のステーションのグラフィック入出力デバイスを制御し、端末側での図形処理制御、ホストコンピュータのデータ転送制御を行なうターミナルコントローラ及びこのコントローラ内に格納され、ホストコンピュータ側の基本ソフトウェアと呼応して動作する端末側の基本ソフトウェアから構成される。

また、ターミナルコントローラ内には、図形処理に固有の座標変換、図形の展開、クリッピング、ウィンドービューポート変換などを高速に処理する専用ハードウェアを内蔵する。

3 ホストコンピュータ側基本ソフトウェア

3.1 開発の方針

ホストコンピュータ側基本ソフトウェアの方針は次のとおりである。また、この方針のもとで実現したソフトウェアの構成を図2に示す。

(1) CADTCS/H機能とCore System機能を両立させる。

この異なる二つの機能を、単一のプログラムで実現する方針で開発した。原則として、Core System機能を使ってCADTCS/H機能を実現する方法を採用したが、両者の相違のため、実際にはCADTCS/H機能全体の約30%がこの方法で実現できた。その他は、Core System機能を使わないで直接、端末の機能を使って実現した。

(2) 異種端末使用時、応用プログラムの修正を不要にする。

G-760にはラスタ形とストレージ形の端末がある。応用プログラム側でこの違いを考慮しなくて済むように、基本ソフトウェアで違いを吸収した。G-760以外の端末のサポートや保守を行ないやすくするために、端末の違いを吸収する部分を局所化した。

(3) メモリ所要量を削減する。

基本ソフトウェアは、同時に多くの応用プログラムから利用されるので、メモリ所要量が少なくなければならない。このため、1個の基本ソフトウェアで複数個の応用プログラムを同時に制御できる構造(リエントラント)にした。また、このために、応用プログラムと基本ソフトウェアとを別々のプログラムとして独立させ、実行時に相互を関連づける方式(ダイナミックリンケージ)を採用した。

3.2 対話形図形制御機能プログラム(IGCF)

IGCFはホストコンピュータ側基本ソフトウェアの中核となるプログラムである。CADTCS/H機能とCore System機能の両機能をもち、応用プログラムの実行を制御する。詳細な点では両機能は必ずしも一致していないが、次に述べるような内容である。

(1) 基本図形の出力

線分、文字、マーカー、多角形などの基本的な図形を出力する。

(2) セグメンテーション

複数個の基本図形の集まりであるセグメントの定義や削除を行なう。

(3) 属性設定

線の色、幅、文字の大きさ、方向など基本図形の属性を設定する。

(4) 座標変換の設定

基本図形を定義する座標系からディスプレイ上の座標系への変換を定めるパラメータを設定する。

(5) 入力

キーボード、タブレット、ファンクションキーから入力する。

(6) 制御

基本ソフトウェアの開始、終了などを制御する。

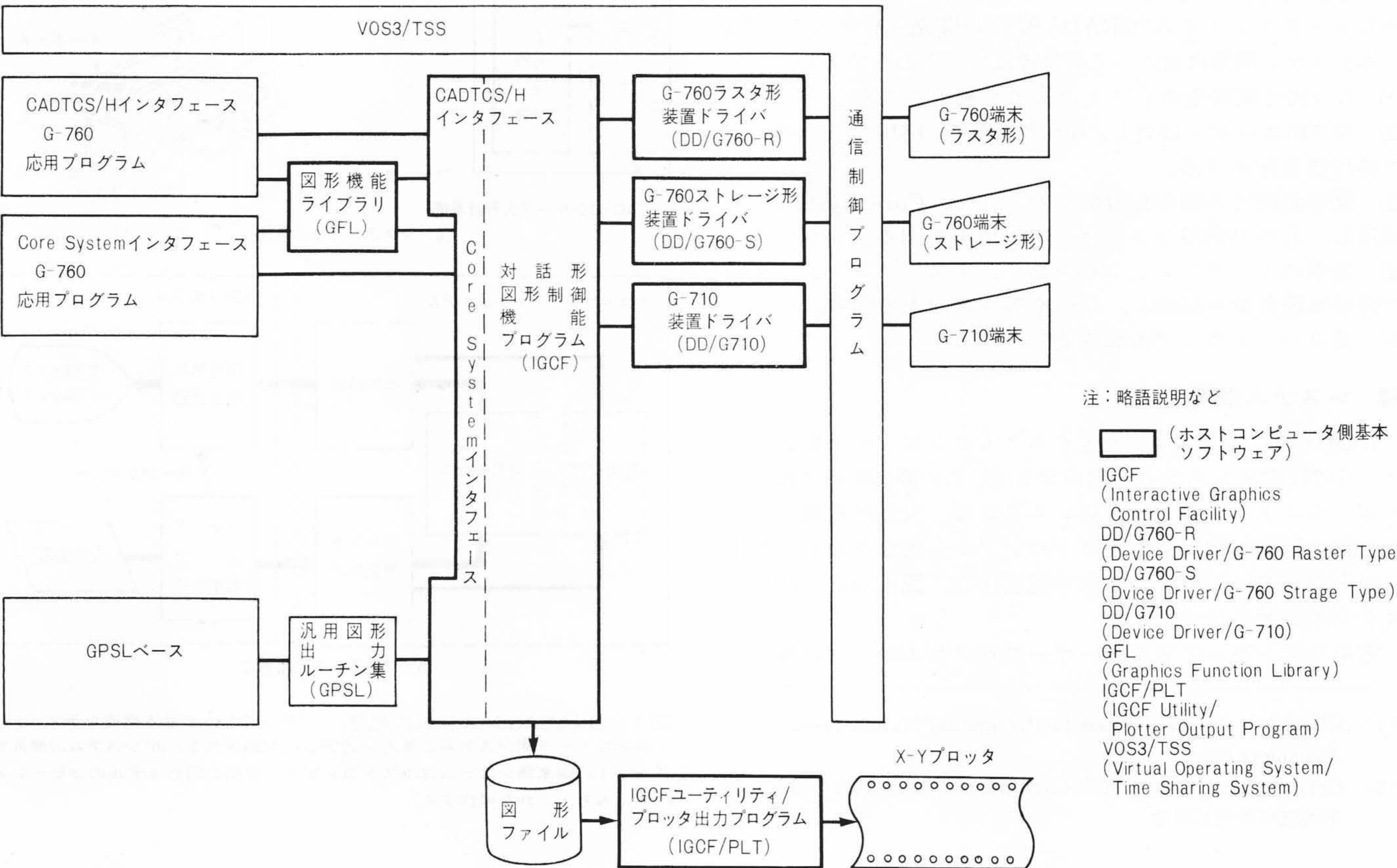


図2 ホストコンピュータ側基本ソフトウェア ホストコンピュータ側基本ソフトウェアの構成を示す。太線枠のブロックは、プログラムプロダクトを示す。

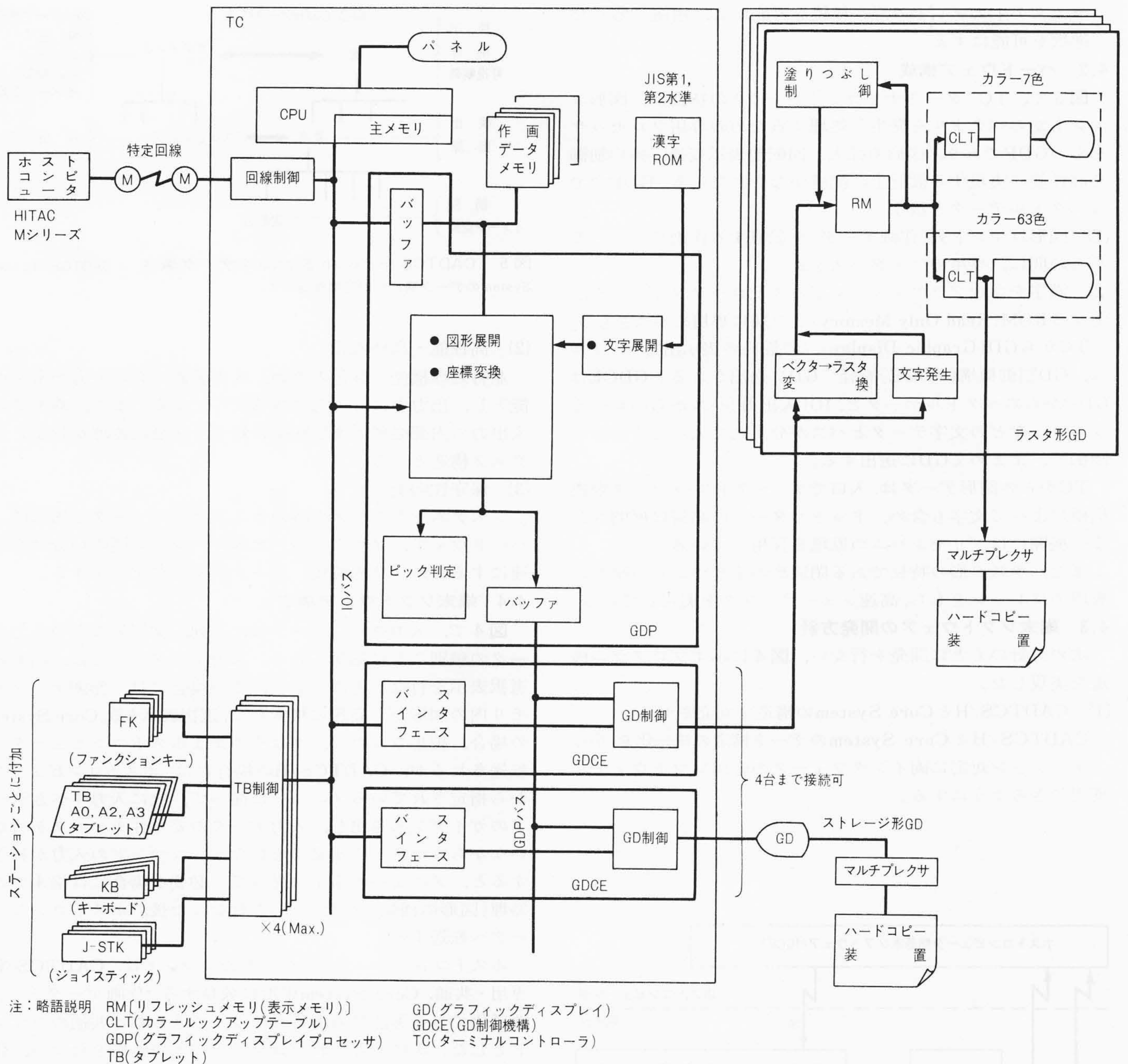


図3 G-760グラフィックターミナルハードウェア G-760ターミナルハードウェアの機能構成及び構造を示す。GDPではベクトルデータを処理する。

3.3 装置ドライバ(DD)

端末装置の種類が違っていても、応用プログラムとIGCFのインタフェースを同じものにするため、端末装置による処理の違いを吸収したプログラムである。端末装置の種類ごとに一つずつある。

3.4 図形機能ライブラリ(GFL)

IGCFの機能は一般性はあるが、非常に基本的である。長円や座標軸を描くためにはIGCFの機能を多数使わなければならない。GFLは、長円、座標軸、矢線など使用頻度の高い図形を一つのサブルーチン呼出しで作画できるようにした、図形作成用サブルーチン集である。

3.5 IGCFユーティリティプロッタ出力プログラム(IGCF/PLT)

IGCFから出力された図形ファイルを入力にして、X-Yプロッタに作画するためのプログラムである。任意のX-Yプロッタに作画できるようにするため、X-Yプロッタのメーカーが提供しているサブルーチンを組み込めるようにしている。

4 端末ハードウェア・ソフトウェア

4.1 端末ハードウェアの開発方針

次の方針のもとに開発を行ない、図3に示すハードウェア機能構成及び構造を実現した。

- (1) 高機能化、高性能化する。線分表示速度30k本/秒、塗りつぶし表示速度2kエリア/秒を目標にした。このため、
 - (a) 端末側に大容量の作画データ用メモリをもつ。
 - (b) 図形処理専用のハードウェア(GDP:Graphic Display Processor)をもち、ウィンドー(のぞき窓)内の図形の切り出し、円・円弧の図形展開、図形の拡大・縮小・回転などに伴う座標変換などを行なう。
 - (c) 漢字パターンの自動生成を端末側で行なう。ストロークフォントをもち、拡大・縮小・回転を可能とする。
- (2) システム構成の柔軟性を強化する。
 - (a) ターミナルコントローラにストレージディスプレイと

ラストディスプレイの混在接続を可能にし、用途に応じた選択を可能にする。

4.2 ハードウェア構成

図3で、TC(ターミナルコントローラ)の特長は、図形コマンドからベクトルを発生し処理するための専用プロセッサをもつGDPであり、図形の拡大、回転他表示変換、操作制御を高性能に実現する設計上の配慮がなされている。GDP内ではベクトルデータを扱う。

- (1) 図形コマンド列(作画データ)を記憶する作画データメモリとの間に、専用のデータバスをもつ。
- (2) 漢字を含むグラフィック文字のストロークフォントを記憶するROM(Read Only Memory)との間に専用のバスをもつ。

TCからGD(Graphic Display)への最終の表示出力ベクトルは、GD制御機構(GDCE)を経てGDに送出される。GDCEはGDPからのベクトルデータと、IO(入出力)バスからのローカルエコーなどの文字データとパスが分かれて入ってくるのを制御し、まとめてGDに送出する。

TCからの図形データは、入口でまずベクトル→ラスト変換機構によって文字も含め、ドットパターンに高速に展開される。展開にはブリゼンハムの原理を採用している。

また、ラスト形の特長である閉図形の塗りつぶしの制御に専用のプレーンをもち、高速シェーディングを実現している。

4.3 端末ソフトウェアの開発方針

次の方針のもとに開発を行ない、図4に示すプログラム構造を実現した。

- (1) CADTCS/HとCore Systemの構造を両立させる。

CADTCS/HとCore Systemのデータ構造の統一化を図り、ステーション対応に両インタフェースの応用ソフトウェアが使用できるようにする。

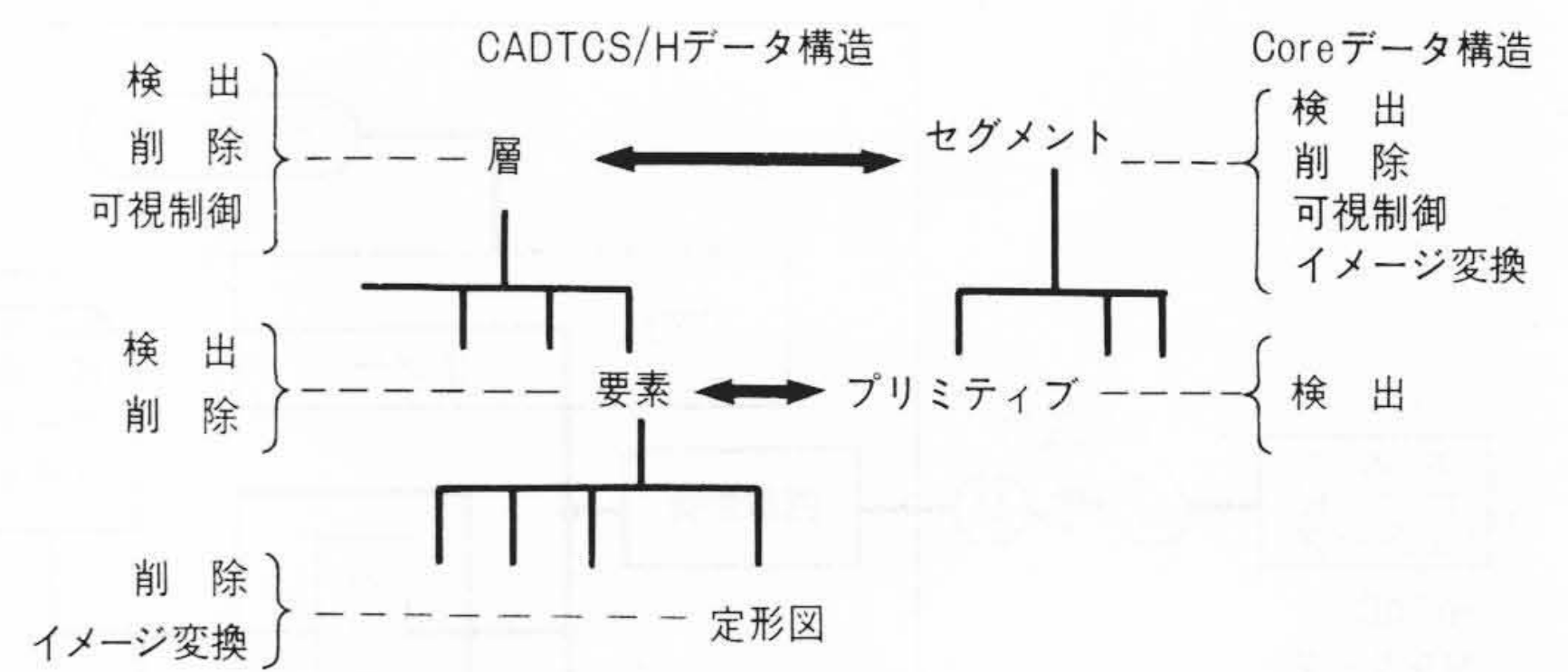


図5 CADTCS/HとCore Systemのデータ構造 CADTCS/HとCore Systemのデータ構造の対応関係を示す。

- (2) 高性能・高機能化

並行処理機能の強化のため、入力装置からの入力が常に可能とし、出力中にも入力できるようにする。また、端末での入出力の内部処理と通信回線に対する送受信処理が行なえるタスク構造とする。

- (3) 保守性向上

システムトラブル発生時のホストコンピュータと端末間、ハードウェア、プログラム、オペレーション間の切分けを迅速にするため、状態監視、データチェックを強化する。

4.4 端末ソフトウェア構造

図4で、入力されたデータは、点列、文字列などの入力データの種別ごとに編集される。入力データの中には、図形を選択表示を行なうものがあり、この場合には、作画データメモリ内の図形から高速に検索して、選択表示する。Core Systemの場合、編集されたデータはそのままホストコンピュータへ転送されるが、CADTCS/Hの場合には、ホストコンピュータから指定されているメニューに従って、次に入力すべきデータのガイダンスを出し、入力データの妥当性チェックを行ないながらコマンドの組立てを行なう。コマンドの入力が終了すると、メニューの指定に従って、必要な場合には端末での処理(図形の回転、移動など)を行なった後、ホストコンピュータへ転送する。

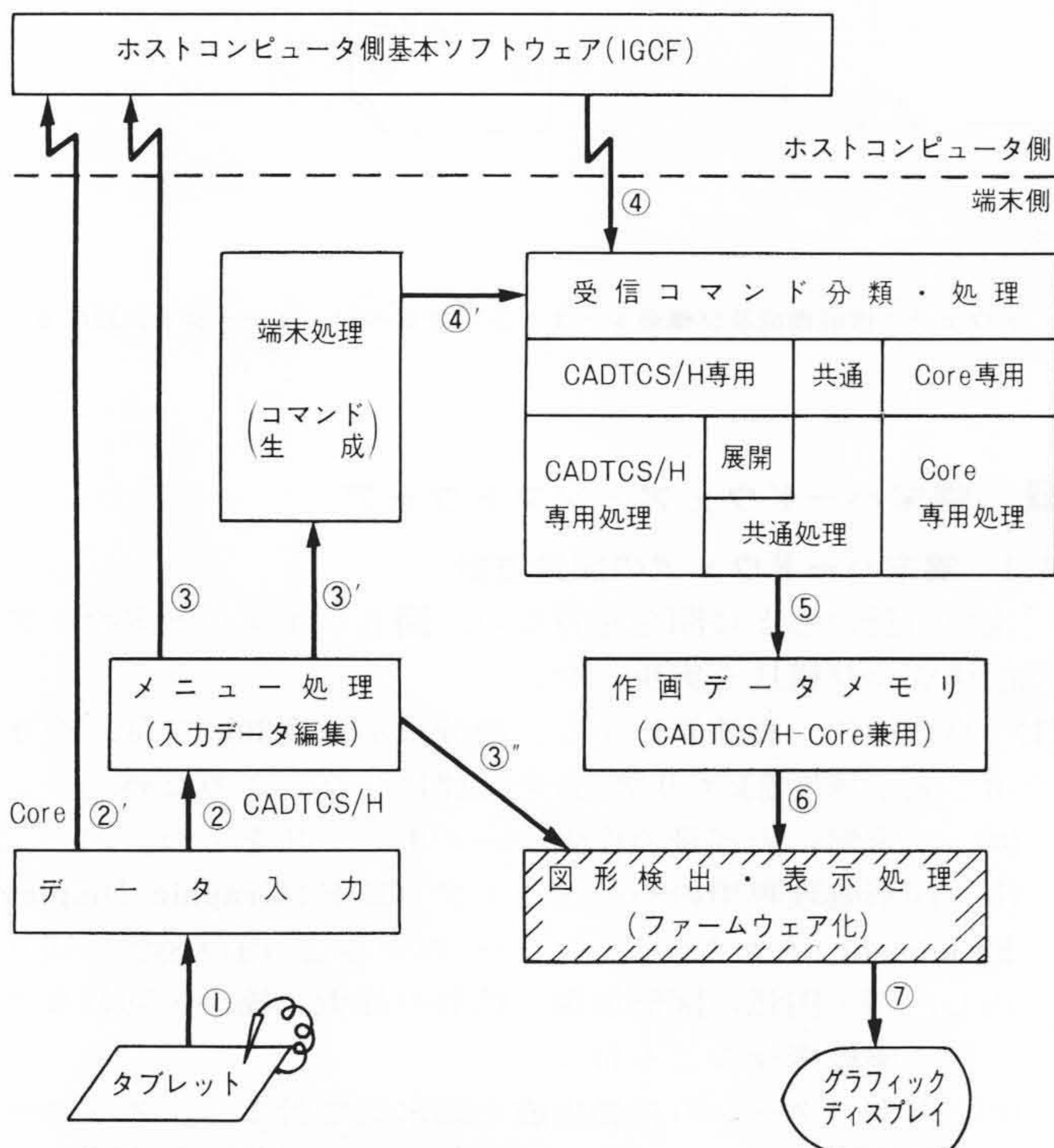
ホストコンピュータから受信したコマンドは、CADTCS/H専用・共通、Core System専用に分類する。作画データなど、共通化できる可能性のあるものは、できるだけ共通のコマンドとした。次に分類されたコマンドごとの処理を行ない、作画データメモリに図形を格納した後、ファームウェアにより高速に表示を行なう。作画データメモリのデータ構造を図5に示す。

5 結 言

以上、CAD/CAM(CAD/Computer Aided Manufacturing)市場でのニーズの多様化、高度化にこたえる高機能・高性能CAD端末を開発した。そのハードウェア、ソフトウェアの構成、構造の概略について述べたが、これにより応答性能の向上、ホストコンピュータ側処理負荷の軽減を実現し、また既開発G-710応用ソフトウェアの利用、Core System準拠応用ソフトウェアの活用を可能にした。本開発システムを基盤に、今後更に各種応用ソフトウェアの拡充、3次元処理、複合処理など端末機能、性能のなおいっそうの向上、低価格化などに努めてゆく考えである。

参考文献

- 1) Status Report of the Graphic Standards Planning Committee, COMPUTER GRAPHICS, Vol.13, No.2, Aug. 1979



注：○囲み内の数字の順に処理が流れる。

図4 端末ソフトウェア構造 端末ソフトウェアの構造とデータの流れを示す。