

株式会社リコーにおける統合形CAD/CAMシステムの開発

Development of Integrated CAD/CAM System at Ricoh Co., Ltd.

市場ニーズの多様化に伴い新製品開発競争が激化しており、設計から生産までの総合的な生産性向上策の一環として、設計開発部門のシステム化が着目されている。

株式会社リコー・複写機事業部では、開発設計効率の向上と総合技術情報管理システムの源システムを構築することにより、設計から生産までのスピードアップを図ることを目標に、大形はん(汎)用コンピュータによるCAD/CAMシステムを導入し、昭和59年9月から本番稼働させている。

このシステムは、設計の上流で発生する図面・部品構成・部品属性などの広範囲な技術情報をデータベース化することによって、情報の再利用による工数低減と、下流システムへの情報伝達のスピードアップに大きく寄与している。

平居 透* Satoru Hirai
岡野敬二* Keiji Okano
矢野 明** Akira Yano
早川光春** Mitsuharu Hayakawa

1 緒 言

複写機市場ニーズの多様化に伴い新製品開発競争が激化しており、これに対処するためには、徹底した開発設計効率の向上策と、設計・生産・販売を通じた総合的な生産性向上策を実施しなければならない。ここに、設計から生産までの情報を統合した、総合技術情報管理システムの構築が期待されている。

株式会社リコー・複写機事業部では、昭和56年からこの総合技術情報管理システムの上流システム、すなわち設計開発部門のコンピュータシステムの検討を開始した。その結果、事務計算や生産管理用のはん用コンピュータとの接続、膨大な設計業務の処理能力といった面から、昭和58年1月に大形はん用コンピュータによるCAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing: コンピュータ支援による設計・生産)を導入し現在に至っている。本システムの中核は昭和57年に発表されたGRADAS (Graphics system for Design and Manufacturing Assistance)¹⁾であり、インテリジェントCAD端末HITAC G-760²⁾を使用している。また、機械系CADの中核ソフトウェアとして、従来の図形情報のグルーピングの概念に、部品単位及び部品構成の管理機能を持つHAICAD/PF (Hitachi Computer Aided Design System for Parts Feature: 部品構成管理システム)を共同開発し利用している。

設計業務に適用するコンピュータシステムとするためには、専任オペレータが設計結果、すなわち図面や部品構成情報を作成するシステムではなく、一般の設計者が設計結果を導きだすまでの作業を支援するシステムとする必要があった。

そこで設計に必要な情報を技術情報データベースに登録するとともに、設計作業中に自由に参照しながら設計できるシステムとして、機械設計用CAD/CAMシステムを開発した。本稿は、これを中心に特徴と概要について紹介する。

2 総合技術情報管理システムの指向

複写機の設計・製造・販売活動を通じて、各部門で発生する製品に関する基幹情報の流れとその支援システムを図1に示す。

(1) A-RICOH

設計から生産準備までの設計情報(製品図面・部品構成など)と、生産準備情報を主体とするCAD/CAMシステムである。

(2) DICS

製造図面及び部品構成表を維持管理するシステムである。

(3) RINKS³⁾

複写機の部品の発注・受入れ・倉庫への入出庫・組立指示・製品の発送までを制御している生産管理システムである。

(4) SUNRISE

販売の売上状況を日ごとに管理し、販売計画と製品在庫の最適化を図るシステムである。

(5) SPC

国内及び国外のサービスパーツを、タイムリーに供給するためのサービスパーツ配送システムである。

(6) 品質情報管理システム

製造品質・市場の着荷・稼働品質を集計し、製品の品質管理を支援するシステムである。

* 株式会社リコー複写機事業部システム開発部 ** 日立製作所大森ソフトウェア工場

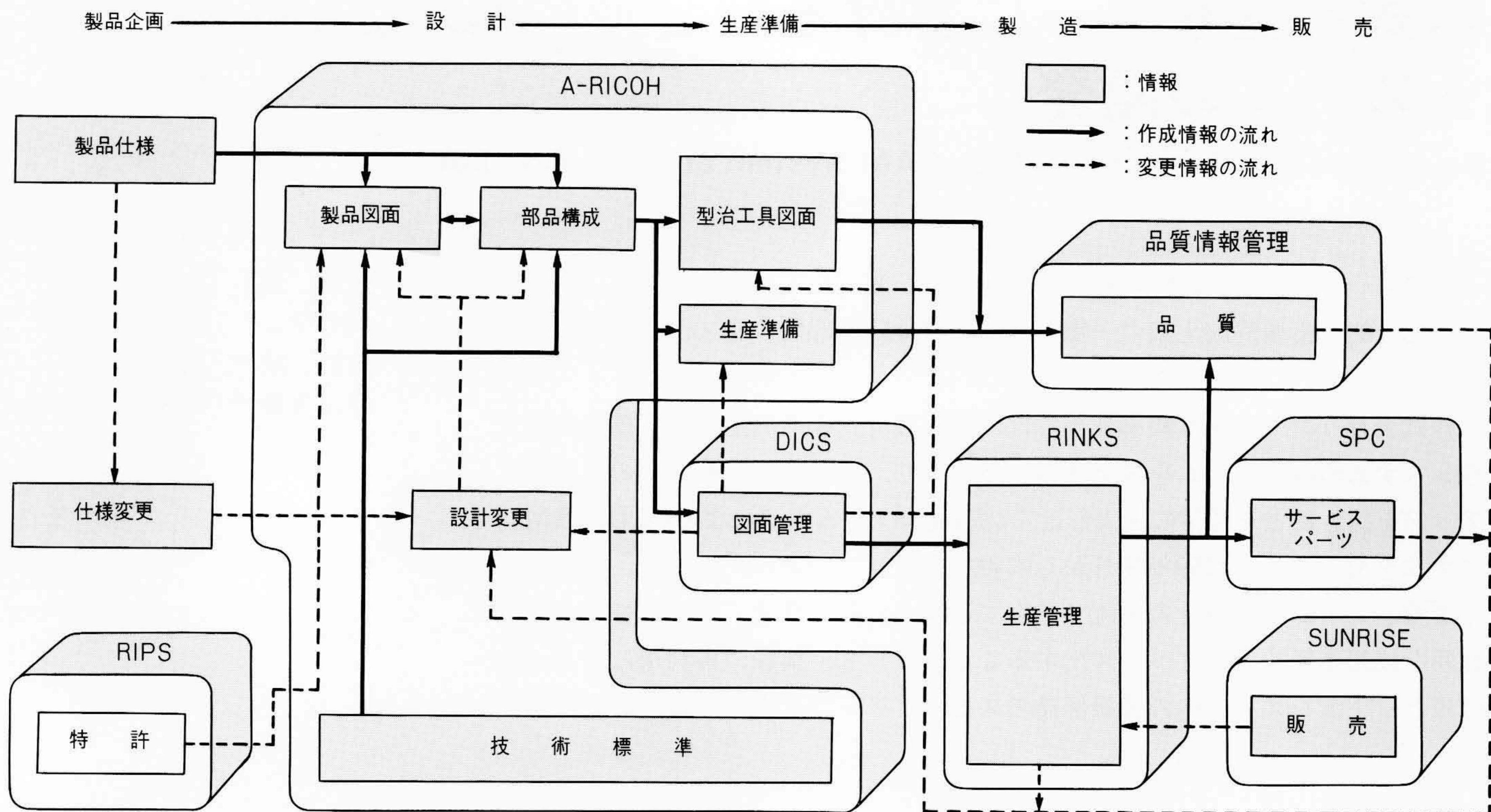


図1 基幹情報の流れと支援システム 全体は七つのサブシステムから構成される。

(7) RIPS

社内の特許情報を対象にした特許管理システムである。

設計段階から生産段階へ流れる情報は、その途中で変換・修正作業が多くなると伝達速度・品質の面で問題がでてくる。特に、設計変更作業は工場の生産性に少なからぬ影響を与えるため、迅速で正確な処理が要求される。

総合技術情報管理システムは、A-RICOH・DICS・RINKSの統合により実現する計画である。これにより設計の基本情報をダイレクトに生産システムに結び付けることが可能となり、製品の生産性を上げることができる。この中でA-RICOHは情報を作り出すシステムであり、いわば川の源である。総合技術情報管理システムを実現するためにはA-RICOHの完成が重要であり、下流の条件を把握した上で開発してゆかなければならない。

3 A-RICOHシステムの基本構造

ハードウェア及びソフトウェアの構成を図2に示す。

(1) 主要ハードウェア

ホストコンピュータはHITAC M-260Kシステム、CAD端末はHITAC G-760、はん用端末は株式会社リコー製TS5を利用している。

(2) 主要ソフトウェア

オペレーティングシステムはVOS 3であり、図形処理ソフトウェアはHICAD/2D (Hitachi Computer Aided Design System for 2D Geometry：設計製図システム)・HICAD/PF・IGCF (Interactive Graphic Control Facility：対話形図

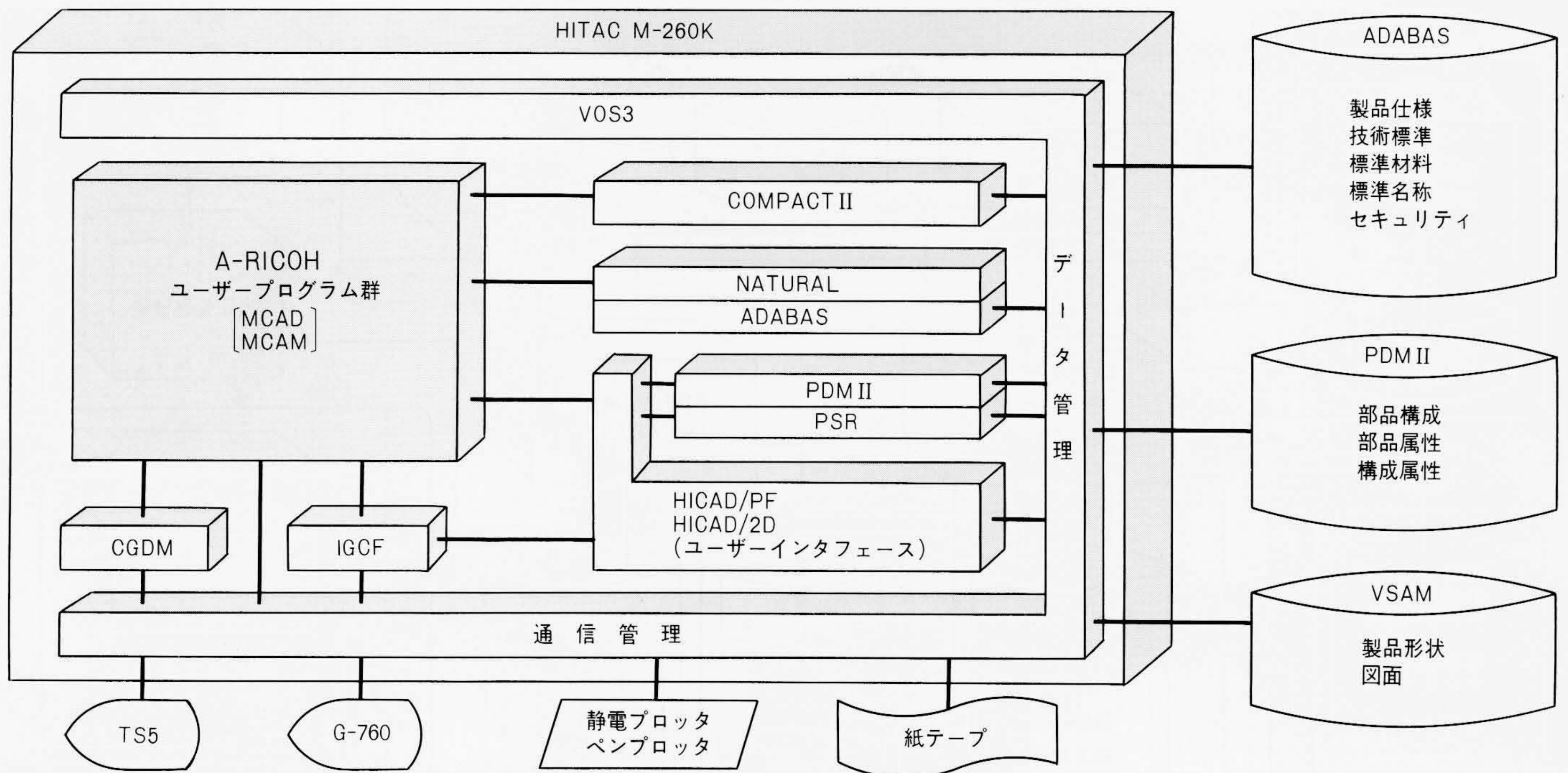
形制御機能プログラム)・CGDM (Character/Graphic Display Manager：キャラクタ・グラフィック画面管理システム)、データベースにはPDM II (Practical Data Manager II：データマネジメントシステムII)とADABAS (リレーショナルデータベース管理システム：株式会社ソフトウェア・エージェンシー社製品)、はん用NC (Numerical Control：数値制御) 自動プログラミング言語にはCOMPACT II (NC自動プログラミングシステム：日本エム・デイ・エス・アイ株式会社製品)を使用している。また、A-RICOHは複写機設計の支援システムとするために、かなりの専用機能をユーザープログラムとして作成している。

システム全体は、GRADASソフトウェアとADABASを結合し、これを基盤としたユーザー作成システムとなっている。これらはHICAD/2D及びHICAD/PFのデータベース・データ処理のユーザーインタフェースと、ADABASのデータベースアクセスのためのNATURAL (第4世代会話形プログラミング言語：株式会社ソフトウェア・エージェンシー社製品)を利用して開発されている。

稼動しているシステムとしては

- (a) 機械系CADシステム (MCAD)⁴⁾
- (b) 機械系CAMシステム (MCAM)
- (c) 制御系CADシステム
- (d) ソフトウェアCADシステム (SCAD)
- (e) 技術情報検索システム (EICS)
- (f) 技術解析・シミュレーションシステム (CAE)

などがあり、本稿ではこのうち機械系CAD/CAMシステムに



注：略語説明 VOS3(Virtual-storage Operating System 3)
 VSAM(Virtual Storage Access Method：仮想記憶アクセス法)
 PDM II(Practical Data Manager II：データマネジメントシステム II)
 PSR(Parts Structure Retrieval)
 HICAD/2D(Hitachi Computer Aided Design System for 2D Geometry：設計製図システム)
 HICAD/PF(Hitachi Computer Aided Design System for Parts Feature：部品構成管理システム)
 IGCF(Interactive Graphic Control Facility：対話形図形制御機能プログラム)
 CGDM(Character/Graphic Display Manager：キャラクタ・グラフィック画面管理システム)

図2 A-RICOHシステムの構成 基本ソフトウェアの上に、複写機設計の支援機能をユーザープログラムとして開発している。データベースにはPDM IIとADABASを使用している。

ついて述べる。

3.1 機械系CADシステム(MCAD)

MCADの開発のねらいは次の3点である。

- (1) 開発設計効率を向上させるためには、過去に設計された部品やユニットを流用した設計ができることが望ましい。また、ユニットの流用化を図るためには、ユニットを構成している任意のレベルで利用できなければならない。そこで部品表データベースとCADを系統的に統合することにより、これを可能とする。
- (2) CADで作られた図面に、一部でも手書きの情報が入った図面の流通を許すと、コンピュータに入っているデータの信頼性が低下し、流用設計する場合に最新図面と比較しなければ使えない状況が生まれる。そこで100%CADで簡単に図面が作れるとともに、コンピュータで原図管理ができるシステムを目指す。
- (3) CAD設計中に、守ることが義務付けられている技術標準や過去の設計情報が参照できたり、設計の過程で決められてゆく製品仕様や部品属性のデータが、自動的に多条件検索可能な技術情報データベースに入ると、技術の共有化が図りやすくなる。そこで技術情報データベースとCADを系統的に統合することにより、これを可能とする。

MCADは五つのシステムから構成されており、全体構成を図3に示す。

- (1) 新製品の設計システム

新製品の企画仕様に基づき製品設計を行い、図面と部品構成表を次工程に渡すまでを支援するシステムである。代表的機能を次に示す。

- (a) 製品仕様登録機能

複写機のコピースピード、コピーサイズ、複写倍率などの製品仕様を最初に登録するシステムで、製品仕様は設計段階で参照されたり追加・更新されてゆく。

- (b) 設計支援機能

複写機の計画図作成を支援する機能で、部品構成情報と部品図が同時に作られる。これを支援する代表的機能を次に示す。

- (i) 部品構成管理機能
- (ii) 部品検索管理機能
- (iii) 採番管理機能
- (iv) 設計ガイダンス機能

データベースに登録されている技術標準をガイダンス画面として出すことにより、設計者は面倒なデザインマニュアルの調査から解放されるとともに、標準を守った設計ができる(図4参照)。

- (v) 半自動設計機能

技術が確立されている設計部分を、コンピュータが設計者の代わりに行ってくれる。

- (vi) 部品設計機能

複写機固有の部品形状を形状属性とともに作成する。

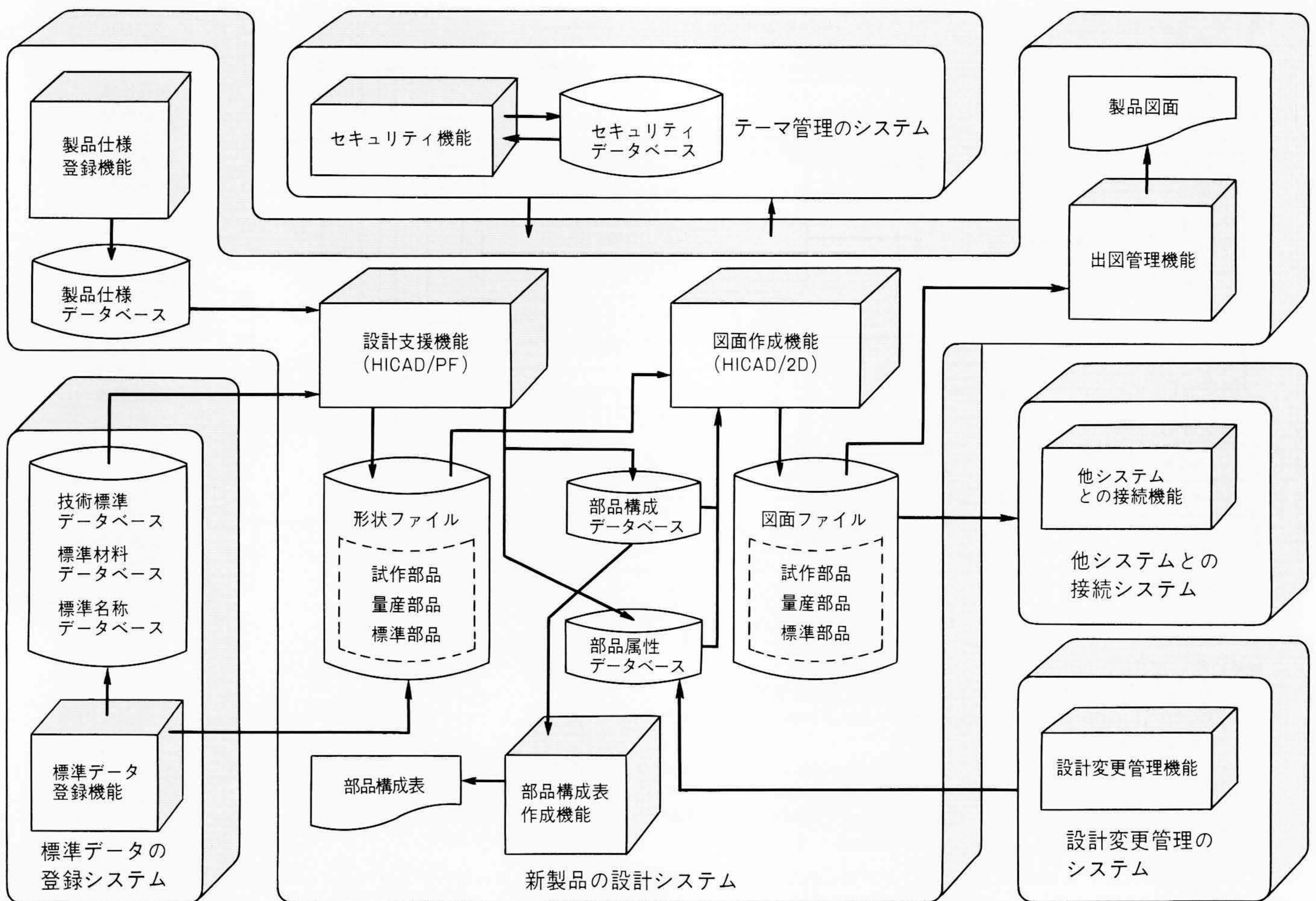


図3 機械系CADシステム(MCAD)の構成 MCADは五つのサブシステムから構成されている。中核は新製品の設計システムであり、設計情報はこのサブシステムで作成される。

(c) 図面作成機能

設計段階で作られた計画図を基に、図面作成までを支援する機能である。代表的機能を次に示す。

(i) 自動ばらし機能

(ii) 表題欄・要目表マージ機能

設計段階で決められた部品属性情報(材質、処理など)と図形情報をマージして図面表示する。

(iii) 注記寸法自動表示機能

部品設計機能で作成された形状に、前文字や後文字(公差など)を含んだ寸法値を自動的に表示する。

(d) 部品構成表作成機能

設計支援機能で作られた部品構成データと部品属性データから、コンポーネントリストを自動作成する。

(e) 出図管理機能

正式出図のための承認処理、出図の際の複数図面の自動配置、及び管理情報の出力を行う。また、正式出図と区別して検図用図面や試作用図面も出力できる。

(2) 標準データの登録システム

標準化活動を担当する技術者だけが使用できるシステムであり、一般設計者は本システムのデータをそのまま使用することが義務付けられている。

(3) 設計変更管理のシステム

設計変更による図面のリビジョン管理、設計変更の状態監

視を行うシステムである。

(4) テーマ管理のシステム

開発テーマの登録管理とともに、各テーマの図面や技術情報データのセキュリティ管理を行う。MCAD全体に関係するシステムである。

(5) 他システムとの接続システム

CAMシステム・生産管理システム・他のCADシステムとのデータ変換を行うシステムである。

3.2 機械系CAMシステム(MCAM)

MCAMはCAD/CAM一貫システムを達成するために、MCADの出力情報(図面、図形属性、部品属性)を入力とし、効率の良いNCテープ作成を支援するシステムであり、開発のねらいは次の3点である。

(1) NCテープの作成効率向上のためには、過去に作られたNCテープを流用できることが望ましい。また、CAD/CAMから派生してきたテープ作成方法と、加工図面を見ながらテープを作る方法が全く違うと効率は上がらない。そこで二つの方法を一元化し、過去の財産を活用できるNCテープ作成システムを目指す。

(2) CADとCAMの情報伝達を、形状要素・図形属性・部品属性(技術情報データベース)を介して行うことにより、加工情報の生成を自動化し、加工情報の再入力工数を大幅に低減できるシステムとする。

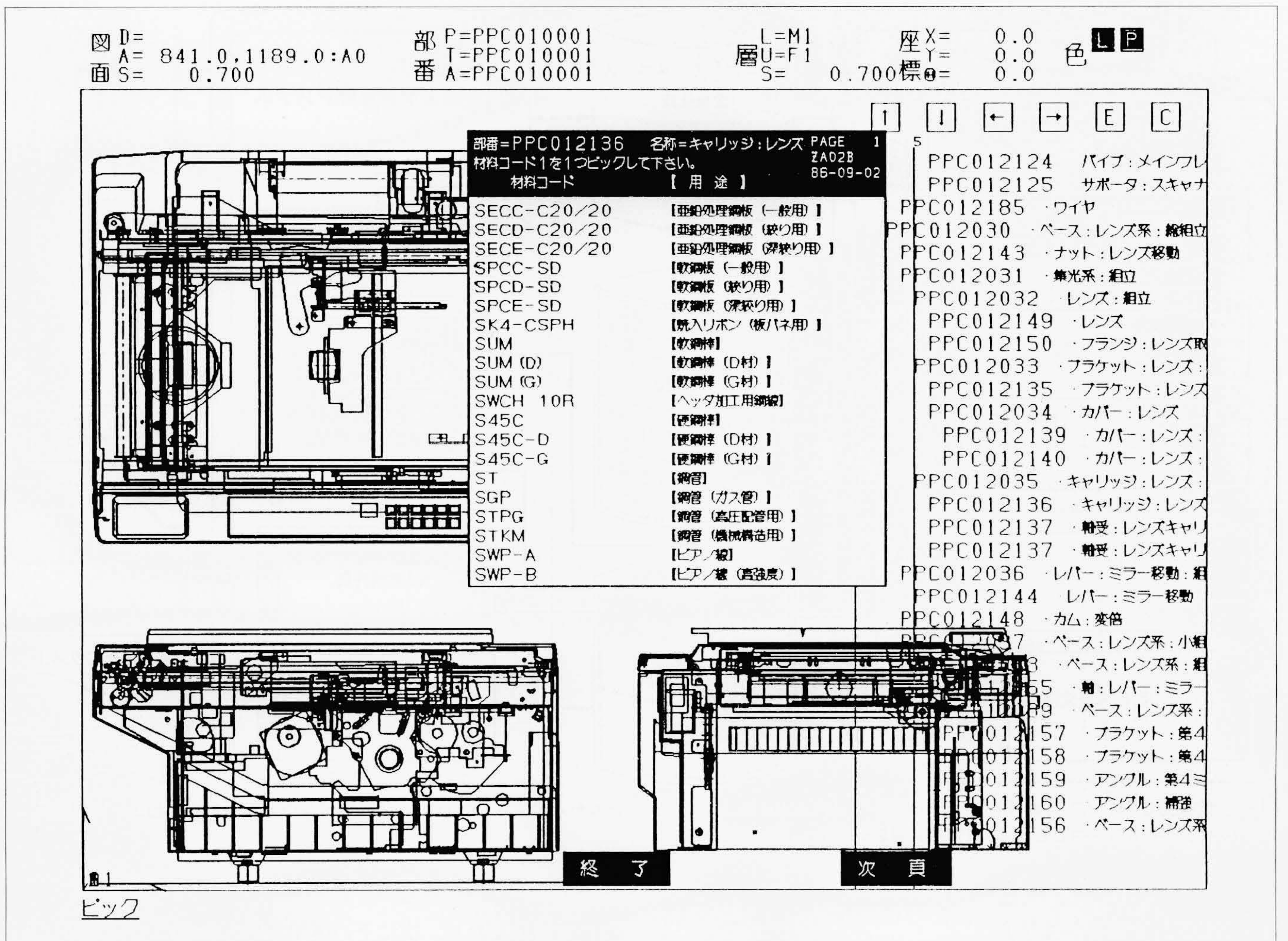


図 4 設計ガイダンス出力コマンドの画面表示例 部品の用途から材質を選択する処理は、表示された材料コードを指示するだけでよい。画面の右側は部品構成リストであり、HICAD/PFの標準機能である。

(3) 工具情報や加工条件などの加工技術情報をデータベース化することにより、複数のプログラマが最新の加工技術を守った、質の高いNCテープ作成ができるシステムとする。

MCAMは四つのサブシステムから構成されており、全体構成を図5に示す。

(1) 標準加工情報登録システム

保有しているすべてのNC工作機の機械仕様・工具情報・加工標準などのデータを登録するシステムである。ここで登録された情報は各システムで利用される。

(2) 板金加工システム

CADで設計された板金図面を、レーザ加工・パンチプレス加工するためのシステムであり、作業工程ごとに五つの機能から構成される。

(a) 工程図作成機能

製品図をMCADの基本図形処理機能で編集し、工程図を作成する。

(b) 板金展開機能

工程図の3面図に対して、曲げ工法・基準面・展開面を指示することにより、加工情報が入った展開図を直接作成する。また、直角以外の角度を持った曲げも処理できる。

(c) ネスティング機能

画面上に表示された材料枠やつかみ換え境界線を参照しながら、同一部品・異なった部品を、指示したネスティングパターンに基づき配置する。また、部品ごとに発生させたカッタパスのデータをネスティングすることもできる。

(d) NCパス作成機能

NCのカッタパスを作成する機能で、標準工具で加工される穴は自動処理される。追い抜き加工やレーザ加工する箇所はこの段階で指示する。定義されたパス情報は加工条件(工具・動作パターン・切削速度)ごとに管理され、ソートすることができる。また、一つの工具のカッタパスを複数に分割したり、加工順序を入れ換えたりする編集機能も用意されている(図6参照)。

(e) はん用NC言語変換機能

作成されたカッタパスの情報から、COMPACT IIのソースプログラムを自動生成する。

(3) 輪郭加工システム

マシニングセンタ ワイヤカットを対象にしたシステムである。基本機能に加え、板金加工システムの特徴であるネスティング機能もできるようになっている。

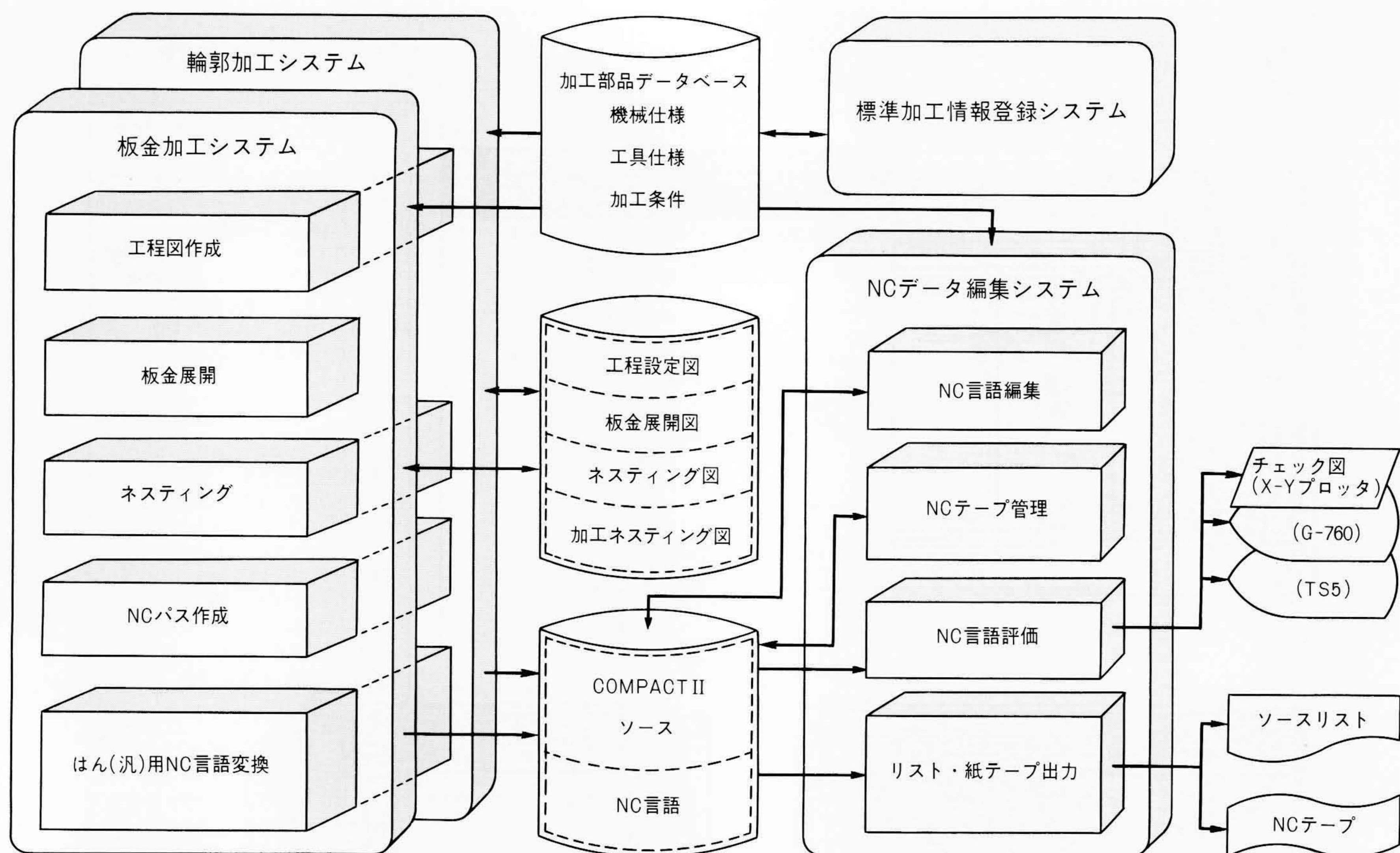


図5 機械系CAMシステム(MCAM)の構成 MCAMは四つのサブシステムから構成されている。図形情報を中心とする板金加工・輪郭加工システムと、文字情報を中心とするNCデータ編集システムに大別できる。

(4) NCデータ編集システム

機械加工全般を対象にしたシステムであり、次の四つの機能から構成されている。

(a) NC言語編集機能

COMPACT IIソース及びポストプロセッサを通した後のNCテープを編集する。COMPACT IIソースはNCテープ名称・部品番号・工具情報の3階層で管理されており、各々の階層ごとに必要な属性データも合わせて持っている。したがって、特定工具を指定してソースの一部修正を行うことなどが簡単にできる。

(b) NCテープ管理機能

部品番号・部品名称・設計者・加工機械・テープ作成者などのNCテープ属性から、関連する情報を検索することにより、設計変更や類似部品加工に伴うNCテープ修正が容易に行える。

(c) NC言語評価機能

COMPACT IIソース及びNCテープの評価を、CAD端末・はん用端末・X-Yプロッタ上に描かれたパス図で行うことができる。

(d) リスト・紙テープ出力機能

NCデータ編集システムで管理する各種情報を、ラインプリンタ・レーザプリンタ・紙テープパンチなどへ出力する。

について紹介したが、次にその運用評価と課題について述べる。

(1) MCADの運用評価と課題

CADの運用には、効果が上がる業務だけを機械化し運用する方法と、1機種すべての情報を設計段階で登録し、トータルの成果を上げていく運用方法がある。株式会社リコーでは後者の方法で運用することにより、次に示す効果をねらっている。

- (a) 開発テーマ間での部品やユニットの流用化率の向上による、設計工数の低減。
- (b) 開発テーマ内の複数設計者間での、情報交換の質とスピードの向上による、設計品質の向上。
- (c) 開発テーマ内の設計者が、データベースに登録されている共通の設計標準を使って設計することによる、技術の共通化。
- (d) テーマ内を共通の運用ルールで設計することによる、テーマ開発状況管理などの管理工数の低減。
- (e) 下流システムへの情報伝達の運用ルールを一元化することによる、情報伝達工数の低減。

これらに対して作業時間の短縮など、直接的な効果の大きいところから活用効果が出始めている。

今後は接続端末台数の増大による量の拡大、支援プログラムの充実によるデータベースの質の向上、及び関連した組織間を連絡したCAD情報のネットワークの充実などが課題となっている。

(2) MCAMの運用評価と課題

4 運用評価と課題

以上、機械系CADシステムと機械系CAMシステムの概要に

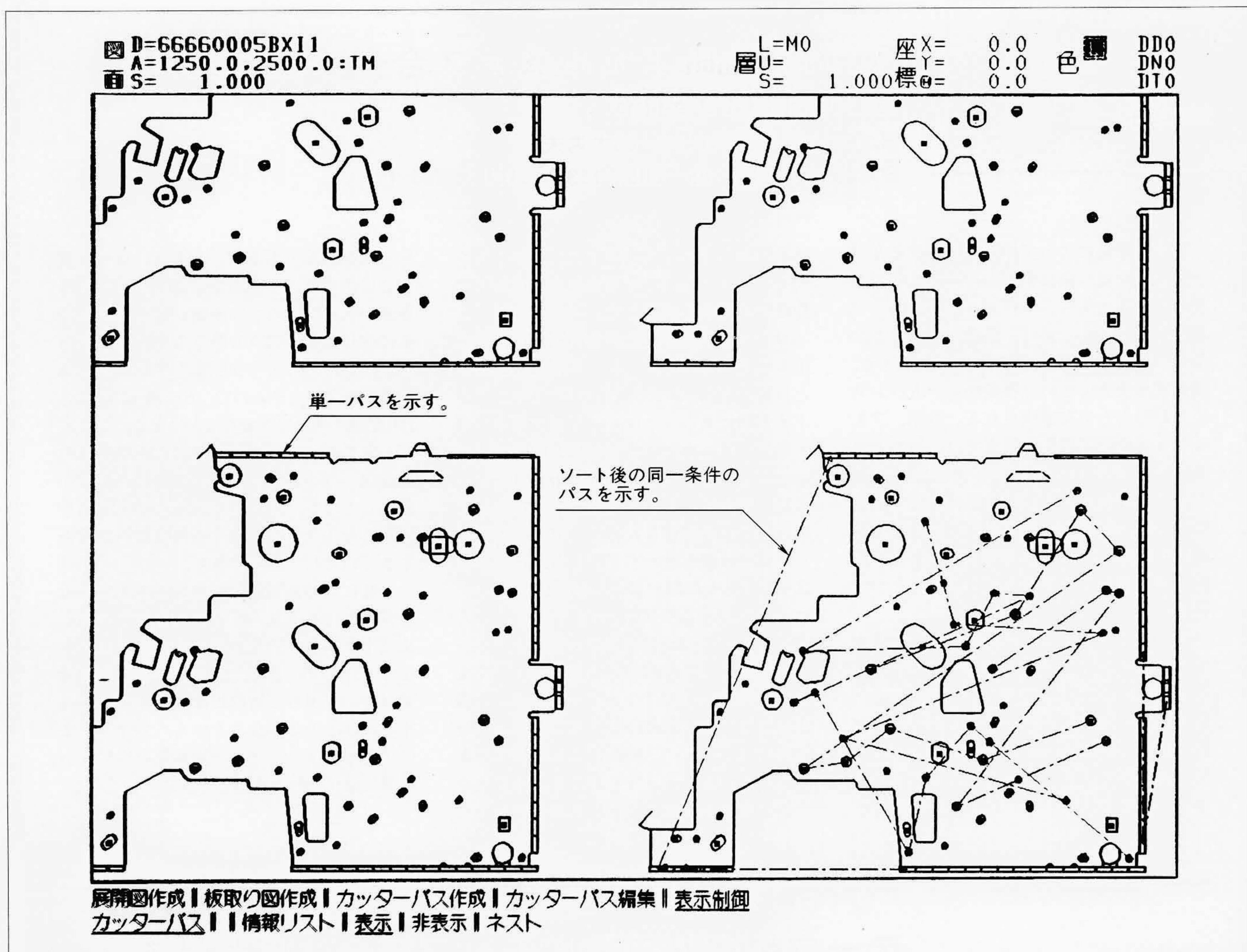


図6 NCパス作成機能による画面表示例 展開図を材料に対してネスティングした後、工具を割り付けている。また、基本となる展開図に対しての加工パス情報を表示している。

従来のCAMシステムの流れは、CADから降りてくるCAD/CAMシステムと、NC自動プログラミングから発展したCAMシステムの二つがあり、両システムの併用は加工現場の生産性を大きく阻害していた。

そこで本システムは二つの流れを統合し、作業を同一コンピュータ・同一データベースで行えるようにした。このためにNC自動プログラミング自体に、データベース管理機能を付加したNCデータ編集システムを開発し、昭和61年4月から運用している。その結果、次に示す効果を上げることができた。

(a) NCテープ作成・編集機能の充実による、NCテープ作成時間の短縮。

(b) NCテープチェック機能の充実による、NC工作機の稼働率の向上。

今後は本システムを有効に活用した、付加価値の改善に取り組んでいく考えである。

5 結 言

設計から生産までの総合技術情報管理システムを構築するためには、その流れの上流に位置する設計部門のシステム化が重要である。また、その設計システムは設計者自身がコン

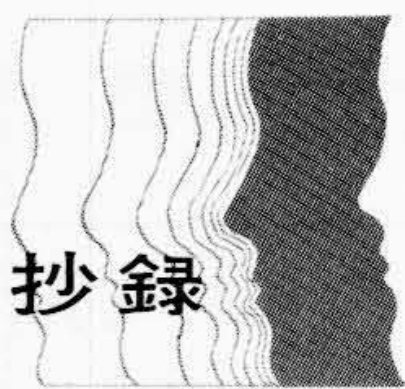
ピュータを使って設計できるように、親しみやすいマンマシンインタフェースの採用や、データベースによる関連技術情報の支援などが重要である。

本稿では、機械系CAD/CAMシステムの事例を中心にシステムの概要について紹介したが、これ以外にも各種のシステムが稼動しており、設計者自身がコンピュータを使って設計できる環境作りに努力している。

今後は、これらの設計システムの機能の充実による開発効率の向上と、設計から生産までの一貫システムの完成に向けて、積極的に取り組んでゆく考えである。

参考文献

- 1) 越智, 外: 日立におけるCADの展開, 日立評論, **65**, 3, 169~172(昭58-3)
- 2) 竹屋, 外: インテリジェントCAD端末HITAC G-760の開発, 日立評論, **65**, 3, 173~176(昭58-3)
- 3) 紙本, 外: ベールをぬいだりコーの製造戦略, 工場管理, **第31巻**, 第6号, 24~50(昭60-6)
- 4) 岡野, 外: DBMSを中心とした統合CADシステムの開発, HITACユーザ研究会第23回大会論文集, 453~469(昭61-6)



Fe₇₃Ni₈Si₁₀B₉アモルファス合金の製造条件と磁気特性の関係

日立製作所 富田貞美・鈴木秀夫

日本金属学会誌 88—805, 1137～1141 (昭60-12)

溶湯急冷法によって作製されるアモルファスリボンは、液体状態から一気に薄板が得られることから、低コストの材料として注目されている。特に、鉄をベースとしたアモルファス磁性合金は磁束密度が大きく、透磁率が大きいという特長から、トランスコア材料として有望視される。従来、アモルファス合金に関する研究では、組成と熱処理とで変化する磁化特性の問題が中心で、急冷状態のままの磁化特性を調べた例は少ない。本研究は、急冷操作のままのFeNiSiB系アモルファス合金の磁化特性、磁区構造、異方性の発生原因などを調べたものである。

取り上げたアモルファス合金は、作りやすさと磁化特性の点で優れているFe₇₃Ni₈Si₁₀B₉である。片ロール法により、幅10mm、厚さ約10～50μmのリボンを作り、これを内径23mm、外径25mmのトロイダルコアにして、磁化特性を測定した。アモルファスリボンの作製条件として、ロール回転数及び

溶湯の噴出圧力を変え、また、リボン厚さがそろそろようなロール回転数と噴出圧力の組合せの条件も実験した。

ロール回転数と磁化特性の関係は、噴出圧力一定の条件では、ロール回転数が増すと保磁力 H_C が増し、角形比 Br/B_m が低下する傾向にある。しかし、リボン厚さ一定の条件では、中間的な回転数2,000～2,500 rpmのとき H_C が大きく、 Br/B_m が小さい。また、噴出圧力とロール回転数の組合せで磁区構造に特徴がみられる。噴出圧力が低く、ロール回転数が小さいとき、迷路状磁区や湾曲した磁壁が多くみられる。しかし、ロール回転数が3,000rpmより大きくなると、よくそろった180度磁区が優勢となる。

以上のように急冷操作の条件によって変化するFeNiSiB系アモルファスリボンの磁化特性及び磁区構造は、リボンが急冷される過程でのインバー効果による体積膨脹が関与しているものと考えられる。冷却途中で磁気変態を経験すると自発磁化の発生に

伴う体積膨脹があるが、リボンのロール面側と自由面側とで、磁気変態点を挟んだ温度差があつて、ロール面側が速く磁気変態点に達して、リボンの厚さ方向に圧縮応力が生じる。このような圧縮応力はリボン面を磁化容易面とするので、 Br/B_m の増大と180度磁区を発生させることになる。この冷却途中でのインバー効果による圧縮応力の発生は、リボンからロールへの熱の放散が関係しており、ロール回転数、噴出圧力などのアモルファスリボンの作製条件が関係するものとして説明できる。

一般に、結晶質材料では磁化の飽和漸近特性が悪ければヒステリシス曲線での角形比は小さいが、アモルファス合金ではそうならならず、また、焼鈍が不完全な結晶質材料とも違って角形比は大きく保磁力は小さい。このようなことから、急冷のままのアモルファスリボンは結晶質材料にない特異な磁化特性をもつということが出来る。

テープキャリア式ICチップ接合法におけるAu-Sn接合時の適正加熱温度の検討

日立製作所 平野幹夫・原田征喜・他1名

電子通信学会論文誌 J68—C, 12, 1074～1082 (昭60-12)

半導体素子の高集積化技術の飛躍的な進歩に伴い、それら素子の組立に関する技術、すなわち実装技術はますます重要になってきた。最近、電子機器の小形化、高性能化が進むなかで、半導体素子を搭載する配線基板の機能や構造に対する要求は多様化し、しかも厳しい仕様になっている。このため半導体実装技術は、単なる素子の組立、外装という従来の概念から一歩を上げたサブシステムの構成をも考慮する必要性が生じており、ICのコストに見合った高信頼性の半導体実装技術の開発が急務になっている。テープキャリア式IC実装法は、そのような要求にこたえる技術として注目されている。

テープキャリア式IC実装法で重要な技術の一つにICチップの電極とテープのリード端子の接続、いわゆる微小接合技術がある。本法では、ICチップ上のAuバンプとリード

端子がすべて十分な強度で接合され、しかも接合部及びチップの電極、配線の腐食やはく離などにより断線しない接合法を確立することが重要である。

本研究では、テープキャリア式のIC接合法で最も多く使用されているICチップのAuバンプとSnめっきCuリード端子の組合せを取り上げ、高信頼性の接合を行なうことを目的に、接合部の強度測定、接合により形成された合金の組成、構造など金属的な解析を行ない、接合時の適正加熱温度について検討した。

接合温度が280℃未満の低温では、AuとSnが共晶合金を作って溶け、ろう材となってバンプとリードを接合している。一方、280℃以上の高温ではAu-Sn融体の中へAu、Cuが溶け込み、それによりAu-Sn-Cuの合金ができ、これがバンプとリードを接合している。Au-Sn-Cuの合金化は固相反応

によって進み、結局SnはAuとCuの相互拡散の媒介の役割を果たしている。以上のことから、接合の機構は280℃未満の場合溶融(共晶)接合、280℃以上の場合固相(拡散)接合であることが分かった。接合界面の合金反応、接合部の強度測定などから、高信頼性の接合を行なうための適正加熱温度範囲は280～420℃であるとの結論を得た。280℃で接合した場合の接合部の強度は、電極当たり60g以上を示した。またその値は、15kg/mm²の引張り強さに対応し、バルクのAuのそれと同等の値であることが分かった。

以上のようなAuバンプとSnめっきCuリードの接合性は、AuとSnのぬれ性に強く依存する。接合性の向上を図るには、Snめっき層に含まれる不純物の低減、及び表面清浄度を高めることが特に重要である。