

鈴木自動車工業株式会社での自動車ボデー設計 におけるCAD/CAMシステム

CAD/CAM System for Body Designs at SUZUKI MOTOR CO. LTD.

自動車工業でのCAD/CAMは、スタイルデザインからプレス型のNC加工に至るボデー開発への適用が中心であり、各社固有のシステムを開発している。鈴木自動車工業株式会社では日立汎用計算機HITAC M-180の導入により、TSSとRJEを基幹とする新システムを建設し、従来のバッチシステムと比較してターンアラウンドを約3倍向上させることができた。特に、今回開発した会話形グラフィックシステムは、試行錯誤を伴う設計業務の効率向上を可能にした。ボデーは複雑な3次元の自由曲線と自由曲面とから構成されるが、これらの図形データの管理には、新たに開発した車体データベースが威力を発揮している。

広川澄晴* Kiyoharu Hirokawa
石田幸男* Yukio Ishida
佐藤信雄** Nobuo Satô
島 安治** Yasuji Shima

1 緒 言

自動車技術と産業の歴史をひもとけば、変革期の一つは1920年代である。それまでのフォードT型車に代表される大量生産に適した機能一点ばりの実用車の時代からスタイルデザインを重視した大量生産とモータリゼーションの時代に移行した。市場的にも新規需要の拡大の時代から計画的な販売政策を必要とする買替需要の時代へと変化した。モデルチェンジを頑強に否定してこの状況に適応しなかったフォード社は、デザイン部門を設立させたGM(General Motors)社に首位の座を奪われた¹⁾。このように自動車の製造では、スタイル設計は決定的に重要な意味をもっている。

更に、自動車のスタイルで重要なことは、その形状が直線と円弧の単純な組合せでは表わされず、複雑で芸術的な3次元の自由曲線と自由曲面とで構成されることである。

アイデアスケッチから始まる新車開発には、通常2~5年を要するが、安全性・環境対策、燃費改善のための軽量化、小型化など、最近の社会環境の変化により、ますます開発期間の短縮と開発工数の削減が要求されるようになった²⁾。鈴木自動車工業株式会社では、こうした背景から昭和45年以来CAD/CAM(Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing)システムを開発し、実用化してきた。

以下、SCAD(SUZUKI Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing System:鈴木自動車工業株式会社でのボデー設計用CAD/CAMシステム)について述べる。

2 システムの開発

2.1 開発方針

新車開発でのボデー設計は、図1に示すような設計プロセスを経て行なわれる。このプロセスで基本となるものは、スタイルを決定するためのボデー線図であり、最終的に実物大のモデルが作製されて形状の確認がなされる。

このことからCAD/CAMシステムを開発するに当たり、下記の2点をシステムのねらいとした。

- (1) システムは単なる2次元図面の製図ではなく、設計者が意識する車体形状を3次元数値モデルとしてもつこと。
- (2) システムは設計プロセスでの初期段階から上記モデルを作製し、構造検討・部品設計・モデルのNC(数値制御)加工までの数値情報を提供すること。

2.2 開発の経緯

2.2.1 第1次システムの開発

従来、ボデーの線図作業はその曲線を描くために、しない定規や雲形定規を用いた経験と勘による名人芸によっていた。これを標準化するための計算機利用による数式処理が、第1次システム開発の課題であった。図形処理ソフトウェアは、日立加工システム“HAPT-DS”などを参考に、Coon'sの数式処理を基本としたボデー線図の自動製図システムを開発した(昭和45~47年)。その後、機能の追加と修正を行ない、システムの実用化を図った(昭和48年~53年)。

2.2.2 第2次システムの開発

日立汎用計算機HITAC M-180の導入に際し、第2次シス

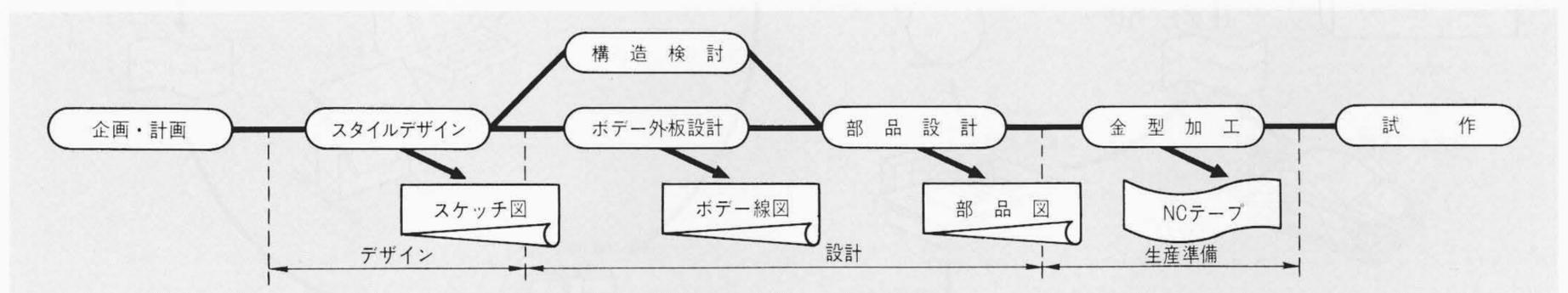


図1 自動車ボデー開発のプロセス 自動車のボデー開発は、デザイン、設計及び生産準備の三つのプロセスが互いに密接に関連して進められる。

* 鈴木自動車工業株式会社技術管理部電算機グループ ** 日立製作所中部支店

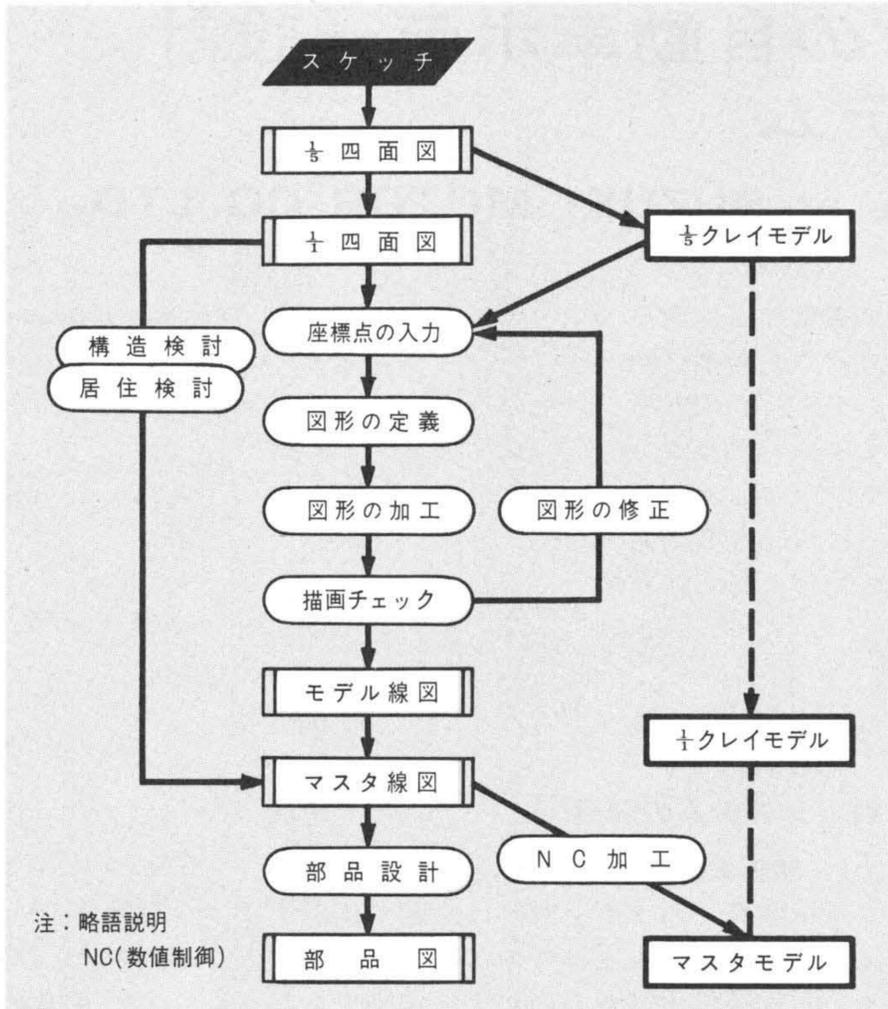


図2 SCADのボデー設計プロセス モデルから測定された座標点を基に、数値モデルが作成され、これを基に各種検討、設計が行なわれる。

テムでは、TSS(Time Sharing System)及びRJE(Remote Job Entry)サービスによる現場部門からの計算機の直接利用を可能にするとともに、グラフィックディスプレイによるシステムの会話形化を図った。また、複雑なボデー形状を表現するために、ARIS(Associative Ring Image Structure: リング構造データ処理システム³⁾)を導入し、図形の関連情報を管理する車体データベースを開発した。

3 システムの概要

3.1 ボデー設計プロセスとシステムの流れ

- 鈴木自動車工業株式会社での新車開発のボデー設計は、図2に示すようなプロセスで行なわれる。
- (1) 新車開発計画が決定されると、デザイナーはその車のイメージをスケッチ図として描く。
 - (2) 次にこれを基に、実寸の寸のクレイモデルと四面図が作られ、以後の図形処理の入力モデルとなる。
 - (3) 入力モデルを基に、計算機内部に数値モデルを作成する。
 - (4) この数値モデルは、グラフィックディスプレイ、自動製図機で描画され、必要な図形データの修正が行なわれる。
 - (5) 更に構造検討、居住性の検討を加えて、最終的な数値モデルができる。
 - (6) これを基に生産の基礎となるマスターモデルや部品図が作成される。

3.2 システムの構成

3.2.1 ハードウェアの構成

本システムは、日立汎用計算機HITAC M-180を中央機器とし、HITAC L330モデル5をRJEステーションとするTSSとRJEの複合システムである。

RJEステーションは、座標測定機、自動製図機、NC加工機などの設計・製図用オフライン機器とのデータ交換で、またTSSは複雑な図形加工、構造検討など試行錯誤の多い設計工程で使用される。これらのハードウェアの運用形態を図3に示す。

3.2.2 ソフトウェアの構成

会話形SCADシステムのソフトウェアは、大別して下記の五つの機能モジュールから構成される(図4参照)。

(1) グラフィックモニタ

TSSグラフィック端末から起動され、入力コマンドの解析、必要なルーチンへのリンク制御を行なう。また、端末への図形出力に先だちシザリングなどの画面管理も同ルーチンで行なわれる。

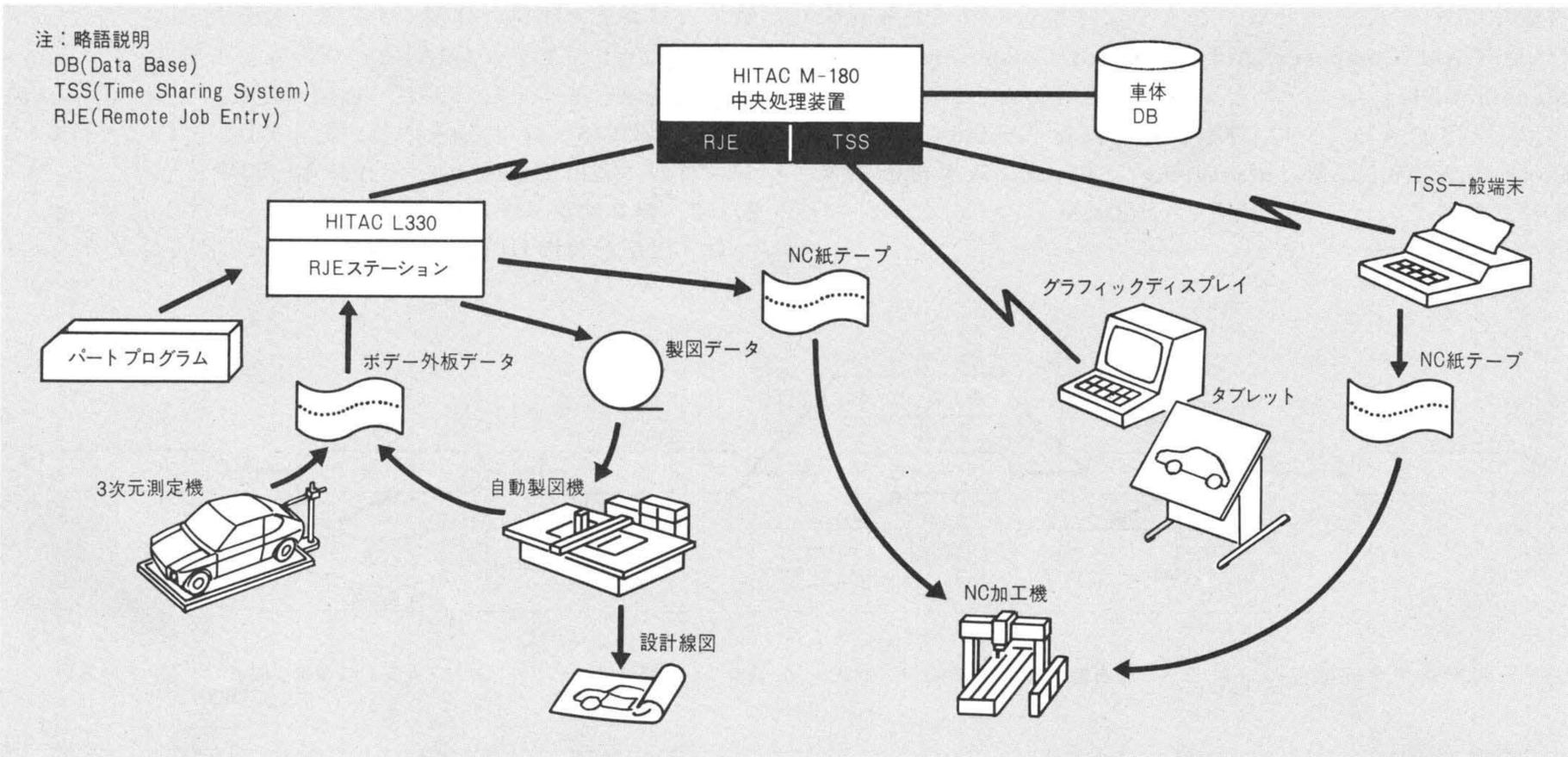


図3 ハードウェアの運用形態 RJEは設計、製図用各オフライン機器との接続に、TSSは試行錯誤の多い複雑な図形処理で使用される。

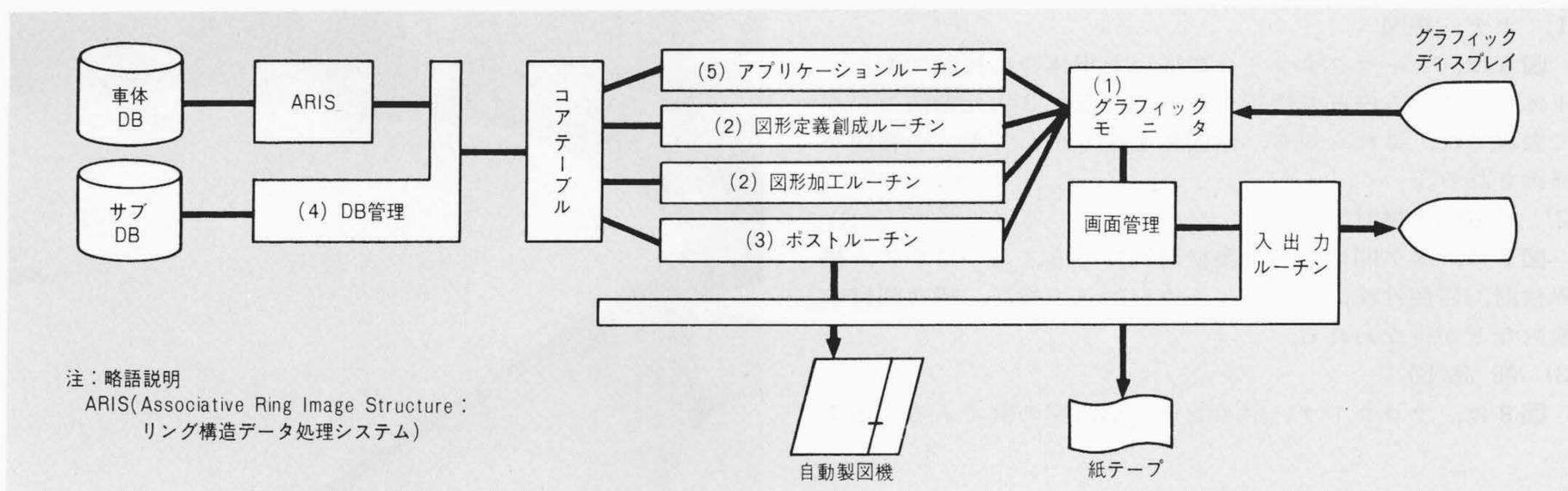


図4 ソフトウェア構成 ソフトウェアを構成する各機能ルーチンの位置を示す。

(2) 図形処理ルーチン

図形処理ルーチンは、図形定義・創成ルーチンと図形加工ルーチンから構成され、必要データをデータベース管理を通じて車体データベース、又はサブデータベースから入力し、図形処理を行なう。

(3) ポストルーチン

図形の処理結果を、機器対応の入出力ルーチンを用いて、グラフィックディスプレイや自動製図機に出力するためのルーチンである。

(4) データベース管理

車体データベース、サブデータベースの入出力を管理するルーチンである。図形データは処理ルーチンに渡される前に、当ルーチンにより加工形式にいったん変換され、コアテーブルに編集される。また、車体データベースへのアクセスにARISを使用している。

(5) アプリケーションルーチン

構造検討など各々の適用業務対応に、以上の一連の処理をマクロ化したものである。

3.2.3 データの構成

車体データベースでのデータの構成は、図5で示すようにリングストラクチャから成る階層構造をもち、構造部とデータ部から構成される。

(1) 構造部

利用目的から機種、車種、型名などの適用を示す基本構造と、曲面、曲線など部品の形状を示す図形構造とに分けて管理される。

(2) データ部

パラメータと関連データから構成される可変長レコードである。パラメータは図形要素の諸元データ、例えば図形種別、機密情報などを表現する。

また関連データは、図形要素の標準形式で示された3次元数値データであり、例えば座標値、接線ベクトルなどから成る。

3.3 データベースの運用

データベースは、ARISの構造的な性質を利用する車体データベースと、ワークファイルとしてデータ構造の簡単なサブデータベースとで構成される。これらを管理するデータベース管理について、その機能の特徴を運用面から述べる。

(1) データのグループ管理及び共用管理

ARISの性質を利用して、同一リングに複数データを接続すれば、単一名称でそのグループを指示することができる。

また、複数リングに単一のデータが接続されていれば、異機種が同一部品を共用するということが容易にできる。

(2) 検索速度の向上

車体データベースでは構造検索となるので処理速度は遅くなるが、データをいったんサブデータベースに移した後、これから出力する場合は処理が速くなる。グラフィックディスプレイ上で曲線を約200本描く場合、車体データベース経由に比べてサブデータベースから直接描く場合は約5倍速く、処理時間は30秒程度である。

(3) データベースの障害対策

機器障害、プログラムのミスによるデータベースの破壊を防止するため、車体データベースへの直接更新は行わずサブデータベースに対して行ない、別フェーズで車体データベースを更新するようにした。

(4) ステータス管理と機密保護

車体データは設計工程が進むにつれ、しだいに確定したものとなってゆくが、既に確定したデータが誤って後工程で変更されたり、また部外者から参照されないよう保証する管理を行なう。

4 システムの適用と評価

4.1 システムの適用

車体開発工程でのSCADシステムの適用例を次に述べる。

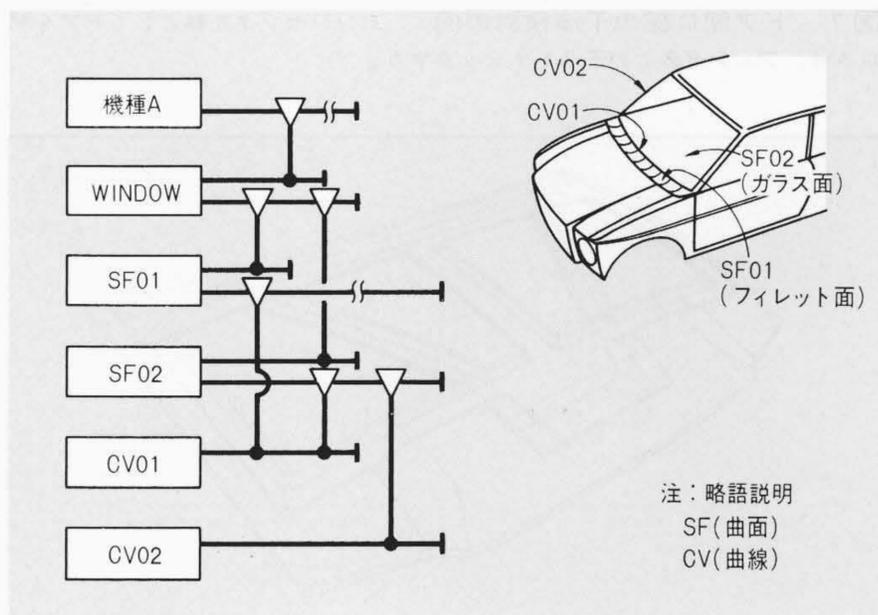


図5 データ構造の例 フロントウィンドパネルは、二つの曲面SF01, SF02から構成され、各曲面は曲線CV01を共有していることを示す。

(1) ボデー線図

図6は、キャラクタラインで描いた車体の透視図である。車体はシステム内部で複雑な曲線や曲面の3次元数値モデルで表現され、これらから、断面線を切り出してボデー線図が描画される。

(2) 構造図・検討図

図7は、ドア開口部の干渉検討例である。このほかに、視界検討、居住性検討、ホイールハウジングの検討、構造部材の検討などが行なわれる。

(3) 部品図

図8は、フロントフードインナー部品図の例である。ボデー

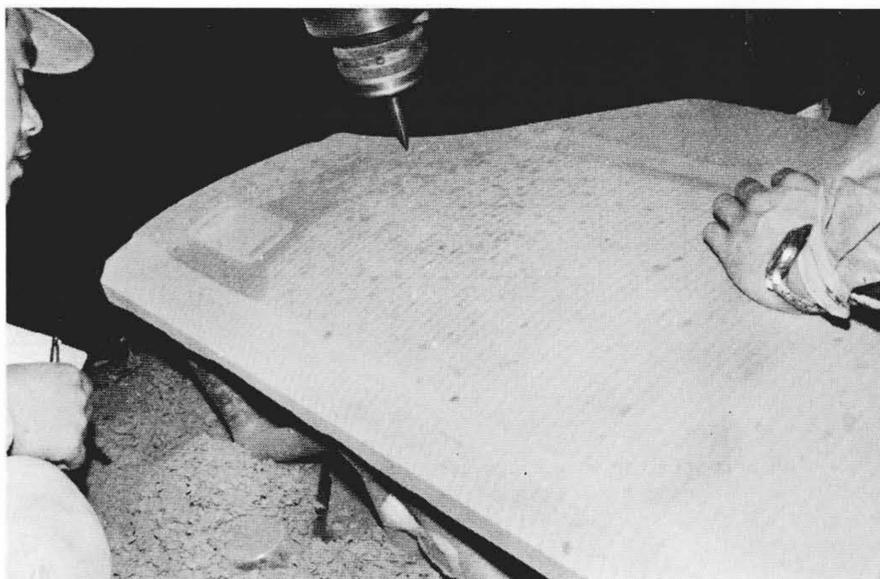


図9 リアドアパネルのマスターモデルのNC加工 3次元NC加工機によりマスターモデルが加工される。

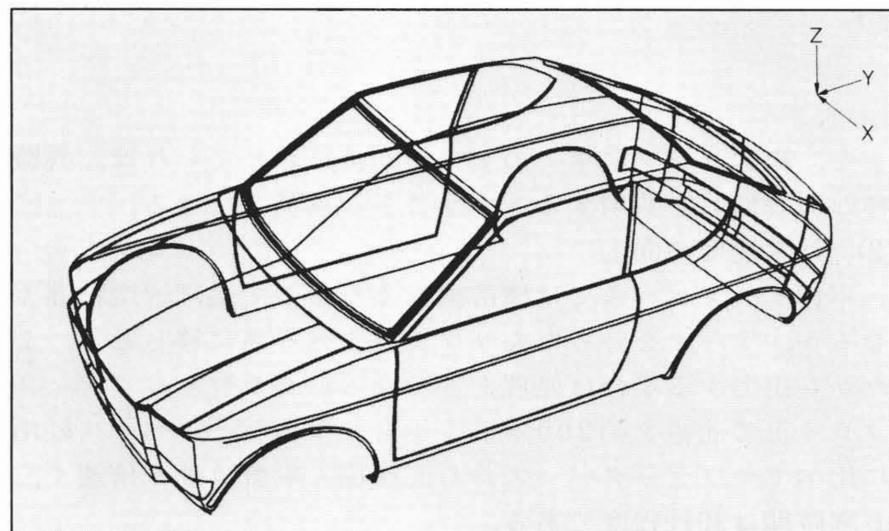


図6 モデルの透視図 車体データベースで表現される数値モデルのキャラクタラインを用いた透視図である。

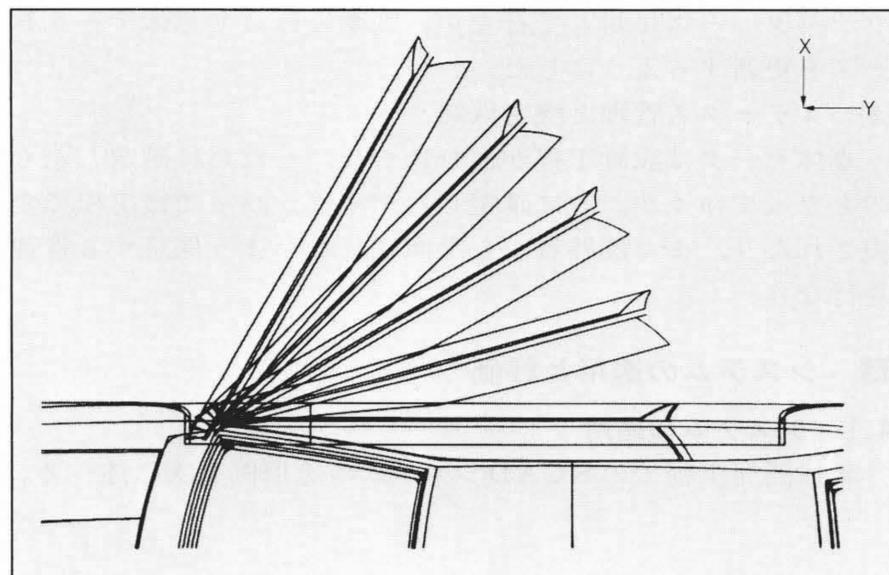


図7 ドア開口部の干渉検討の例 ヒンジセンタを軸としてドアを開口させ、フェンダ部との干渉をチェックする。

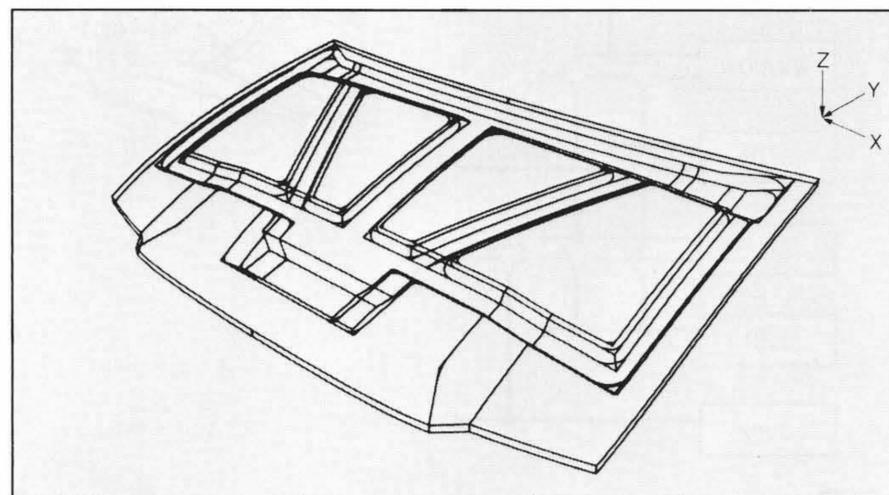


図8 フロントフードインナー部品図の例 フロントフードの外板形状から内板部品が設計される。

一線図を基に、プレス単位の外板部品、内板部品、その他の生産手配に必要な各種図面が作成される。

(4) NC加工

図9に、リアドアパネルのマスターモデルのNC加工を示す。

4.2 システムの評価

(1) 利用量の増大

昭和54年8月にスタートした第2次システムは、稼働後6箇月で利用量が従来システムに比べて3倍に増大した。このことは、ターンアラウンドの短縮とあいまって、設計者の身近なツールとして定着しつつあることを示している。

(2) 利用範囲の拡大

従来、通算番号だけで区別されていたデータは、車体データベースの実現により、車種-機種-部品と構造的に把握できるようになった結果、データの引き渡しが容易になり、工作部門を中心とした利用の拡大が図られた。

(3) ディスクエリアの有効利用

第1次システムのデータ形式は、単純な固定長レコード形式のものであったが、第2次システムではARISの利用により可変長レコードを任意の名称で管理できるようになった。このためディスクエリアを従来の約半に縮小することができた。

5 結 言

以上、鈴木自動車工業株式会社でのボデー設計システムを紹介し、グラフィックディスプレイによる会話形処理、ARISを適用した車体データベースによって、利用面の質的・量的拡大が達成された点を述べた。

このシステムは今後更に、アプリケーションを中心に機能の拡大と強化を図り、最近の急変する社会環境に即応できるトータルCAD/CAMシステムを目指し、開発を進めていく計画である。

最後に、このシステムの開発に当たり、多大の御協力をいただいた関係各位に対して感謝の意を表わす次第である。

参考文献

- 1) 加藤：自動車技術論ノート—変革期における戦略，自動車技術会中部支報，26 (1977)
- 2) Robert W. Decker：Computer Aided Design and Manufacturing at GM, DATAMATION, MAY (1978)
- 3) 小国，外：CAD用ベーシックソフトウェア，日立評論，62，497～502 (昭55-7)