

鈴木自動車工業株式会社における型設計・型加工業務へのCAD/CAMシステムの適用

CAD/CAM System Application to Die Pressing at Suzuki Motor Co., Ltd.

近年CAD/CAM化の普及は著しく目を見張るものがあるが、自動車業界では比較的長い歴史をもっている。

鈴木自動車工業株式会社でも、初めてCADシステムを導入してから既に十数年を経過するが、この間設計業務への適用を通じ、種々の改善や機能追加を行ってきた。

今回新たに型設計・型加工及び図面編集機能をサポートした新システムを開発し、試行業務への適用を行ってきた。この結果、製品開発期間(リードタイム)の短縮、製品の品質向上など、当初掲げた期待効果を一応満足することができた。

本稿では、「ボデー設計から型設計・型加工に至るトータルシステム」として完成した本システムの特長と適用事例を中心に紹介を行なう。

廣川澄晴* Kiyoharu Hirokawa

石田幸男* Yukio Ishida

阿部秀達** Hidetatsu Abe

佐藤信雄*** Nobuo Satô

上西博文**** Hirofumi Jônishi

1 緒 言

自動車業界では、新車開発に通常2年から4年の長期を要し、開発費用も多額の投資を必要としている。

このため自動車メーカー各社は、比較的早い時期から、設計開発業務の期間短縮やコストダウンを図るため、CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing) システムの導入を行ってきた。

鈴木自動車工業株式会社でのCAD/CAMシステムの経緯を振り返ってみると、昭和45年から47年にかけて初めてボデー線図の自動製図システムが開発された。その後ボデー形状の3次元数値モデル化や、マスタモデルのNC(数値制御)加工など、種々の改善や修正を重ね、3次元CAD/CAMシステムの体裁を整えてきた¹⁾(図1)。

本CAD/CAMシステムは、“SCAD”(Suzuki CAD/CAM System)と命名され、「ボデー設計からマスタモデル(原器)の製作に至る一貫処理システム」として、不可欠の道具となっていた。しかし、NC加工や図面編集機能に一部不足する面があった。

昭和56年4月、これらの問題を解決するため日立製作所との共同プロジェクトを発足し、「新SCAD」の開発が開始された。昭和57年4月、新システムの基本機能が完成し、翌5月から試行・本番業務への適用が開始された。

以下、鈴木自動車工業株式会社での設計・製造システム「新SCAD」について詳細に述べる。

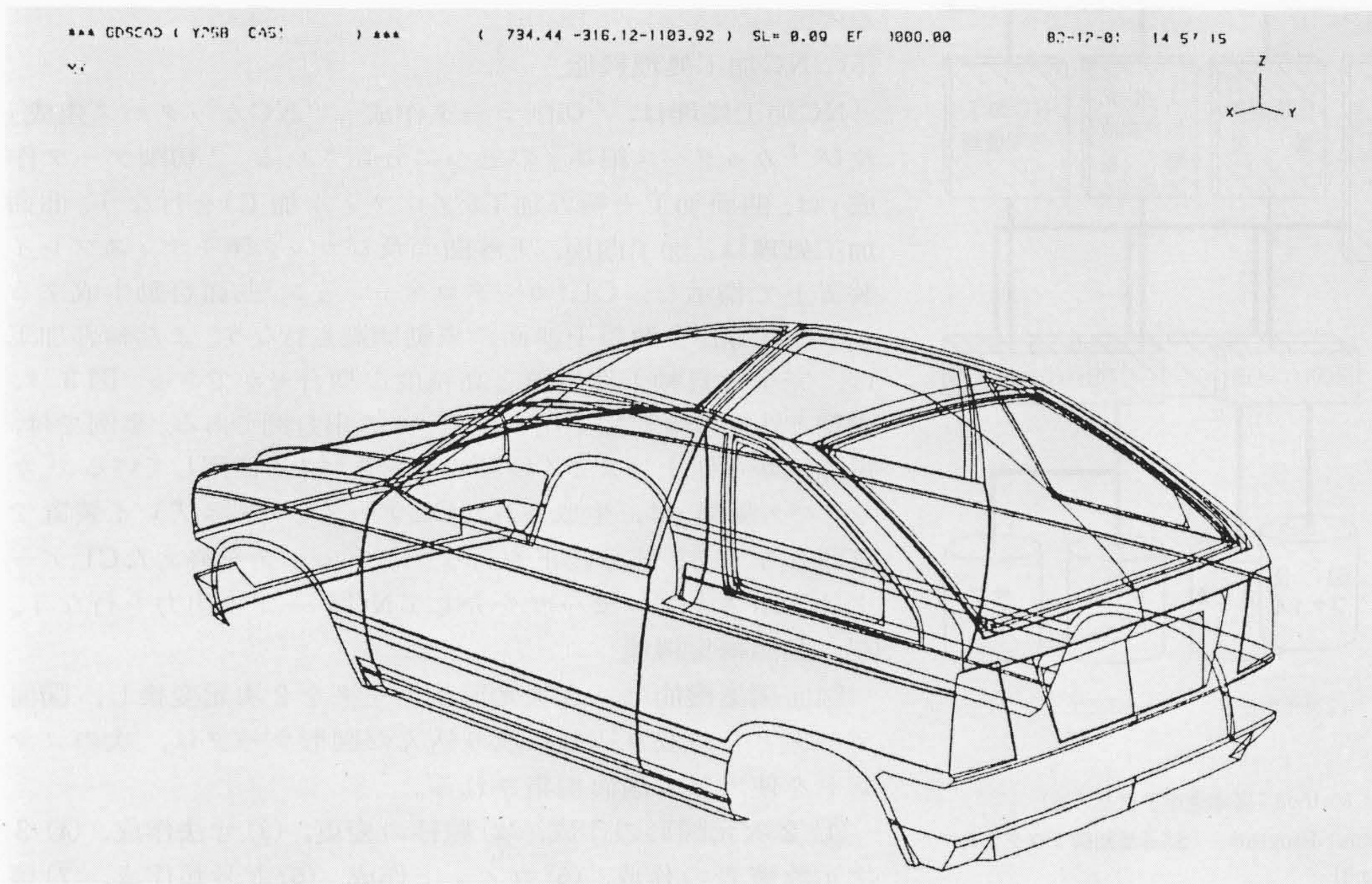


図1 ボデー線図出力例 ボデー線図は、曲面創成法に基づいて3次元形状データを作成し、表示出力したものである。

* 鈴木自動車工業株式会社技術管理部電算機グループ ** 日立製作所ソフトウェア工場 *** 日立製作所中部支店 **** 日立製作所中央研究所

2 システム開発のねらいと機能概要

2.1 システム開発のねらい

前章でも述べたとおり、従来システムは、ボデー設計からマスタモデル(原器)の製作に至るCAD/CAM化を実現しているが、今回新システム開発に当たり、次のような開発目標を設定した。

(1) CAD/CAM適用範囲の拡大と機能の充実

(a) 型設計・型加工機能のサポート

従来の金型加工は、まず“SCAD”でマスタモデルを作成する。そして余肉、しわ押えなどの製品外形状を油土盛(油粘土で加工)した「ならい用モデル」を製作し、フライス盤による「ならい加工」を行っていた。新システムでは、型設計・型加工機能をサポートし、従来の「ならい加工」からNC加工への切り換えを図ろうとするものである。この結果として、次の効果が期待される。

(i) 開発期間(リードタイム)の短縮

(ii) 開発工数の省力化

(iii) 加工精度向上による金型の品質向上

(b) 図面編集処理機能の開発

従来、各種図面類は、“SCAD”から出力された図形と数値表を基に、すべて人手による寸法処理、注記処理などを行っていた。これらの作業は比較的単純ではあるが、多くの工数を要し、転記ミスなども起こりやすい。このため、処理の自動化を図り、従来に比べ $\frac{1}{2}$ の工数削減を図るものである。

(2) 操作性の向上

従来ディスプレイ装置への入力は、キーボードだけに限られ、表示形状の指示に不便な面があった。このため、タブレ

ット装置をサポートし、操作性の向上を図る。

(3) 保守性・拡張性への対応

CAD/CAMシステムでは、個別機能の追加や改造作業が頻繁に発生する。このため、システムの保守や拡張に耐えられるシステム構造とする。

以上の開発目標に従い、「新SCAD」の開発を行なった。

2.2 「新SCAD」の機能概要

「新SCAD」システムは図2に示すように、六つの機能モジュールから構成される(斜線部分)。

(1) SCADモニタ

SCADモニタは、システム全体の運行監視を行ない、万一異常が認められた場合、直ちに回復処理を行なう。必要に応じて不良箇所の部分閉塞を行なう。また、稼動統計データなど課金情報の取得や、運用・保守を円滑に行なうため、動的リンケージ機能のサポートも行なっている。

(2) 会話処理機能

会話処理機能は、ディスプレイ装置を介してオペレータとシステムが会話する機能である。キーボードやタブレットで入力されたデータは、コマンド解析やパラメータ解析などが行われ、編集してSCADモニタに制御がわたる。また出力処理は、画面分割や投影方向の制御メッセージ出力などを行なう。

(3) DB・I/O処理機能

DB・I/O処理機能は、システムが使用する3次元形状データを一元管理し、入出力サービスを行なう。図形DBのデータ構造はリング構造で、点、点列、自由曲線、自由曲面²⁾、更に立体構造を表現する位相構造データを取り扱う。また、基本曲面を部分化した曲面要素の取り扱いや、代表名を用いた集合処理も行なう。

(4) 3次元形状創成機能

3次元形状創成機能は、COON'Sの数式処理に基づく曲面創成法を用いている³⁾。コマンド体系は、「形状定義」と「図形演算」の二つに分類される。「形状定義」は、点、点列、直線、円、円弧、自由曲線、平面及び自由曲面の定義を行なう。また、「図形演算」は、形状の切断、結合、変形及び部分化を行なう。

(5) NC加工処理機能

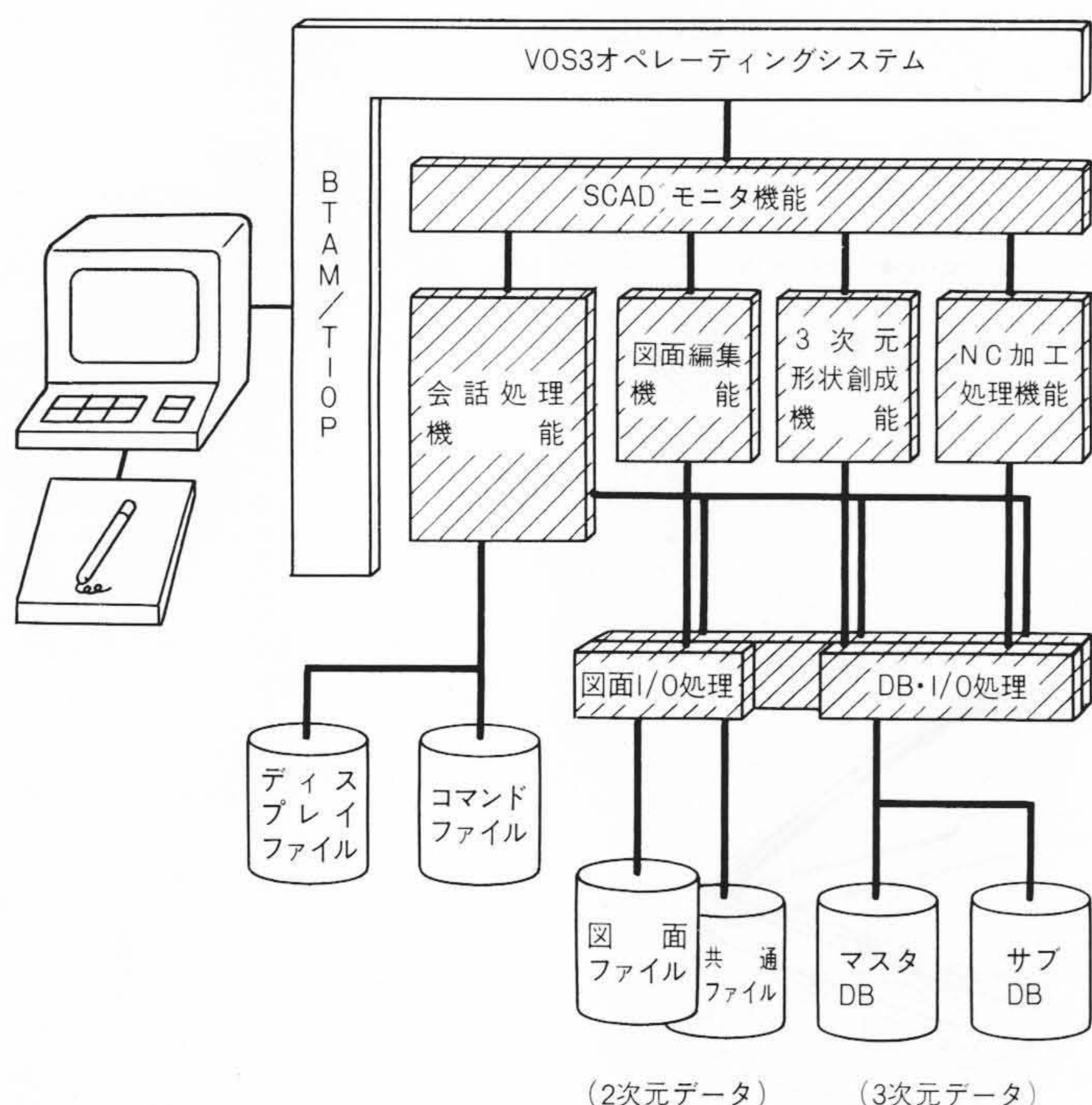
NC加工処理は、「切削データ作成」、「NCカッタパス生成」及び「カッタパス編集」の三つに分類される。「切削データ作成」は、曲面加工と輪郭加工(プロフィール加工)を行なう。曲面加工処理は、加工曲面、干渉曲面及びカッタ径をディスプレイ装置上で指示し、CL(カッタロケーション)曲面自動生成するが、この場合多数の干渉面の自動回避も行なう。また輪郭加工は、完全な自動干渉処理と高精度な型合せができる。図3は、内型と外型の輪郭加工用カッタパスの出力例である。事例では、粗加工から仕上げまで4種類のカッタパスを使用している。「カッタパス編集」は、生成されたCLデータをディスプレイ装置で確認しながら、部分修正を行なう。チェックを終えたCLデータは、ポストプロセッサを介してNCテープの出力を行なう。

(6) 図面編集機能

図面編集機能は、3次元形状データを2次元変換し、図面データとして取り込む。取り込んだ図形データは、次のコマンドを使用して図面編集される。

① 2次元図形の作成、② 線種の変更、③ 寸法作成、④ 3次元数値表の作成、⑤ コメント作成、⑥ 記号類作成、⑦ 標題欄の作成、⑧ 図面配置、⑨ 図面データベースへの保管、⑩ 製図機への出力

図4はインナパネルの図面編集例である。



注：略語説明

BTAM(Basic Telecommunications Access Method：基本通信アクセス法)

TIOP(Time Sharing Terminals Input Output Program：TSS通信制御プログラム)

VOS3(Virtual storage Operating System3)

図2 新SCADシステムの構成図 本システムは六つの機能モジュールから構成されている(斜線部分)。

図3 輪郭加工用NCカットパス出力例
内型と外型の輪郭加工用NCカットパスの出力例である。本例は粗加工から仕上げまでの4種類のカットパスを使用している。

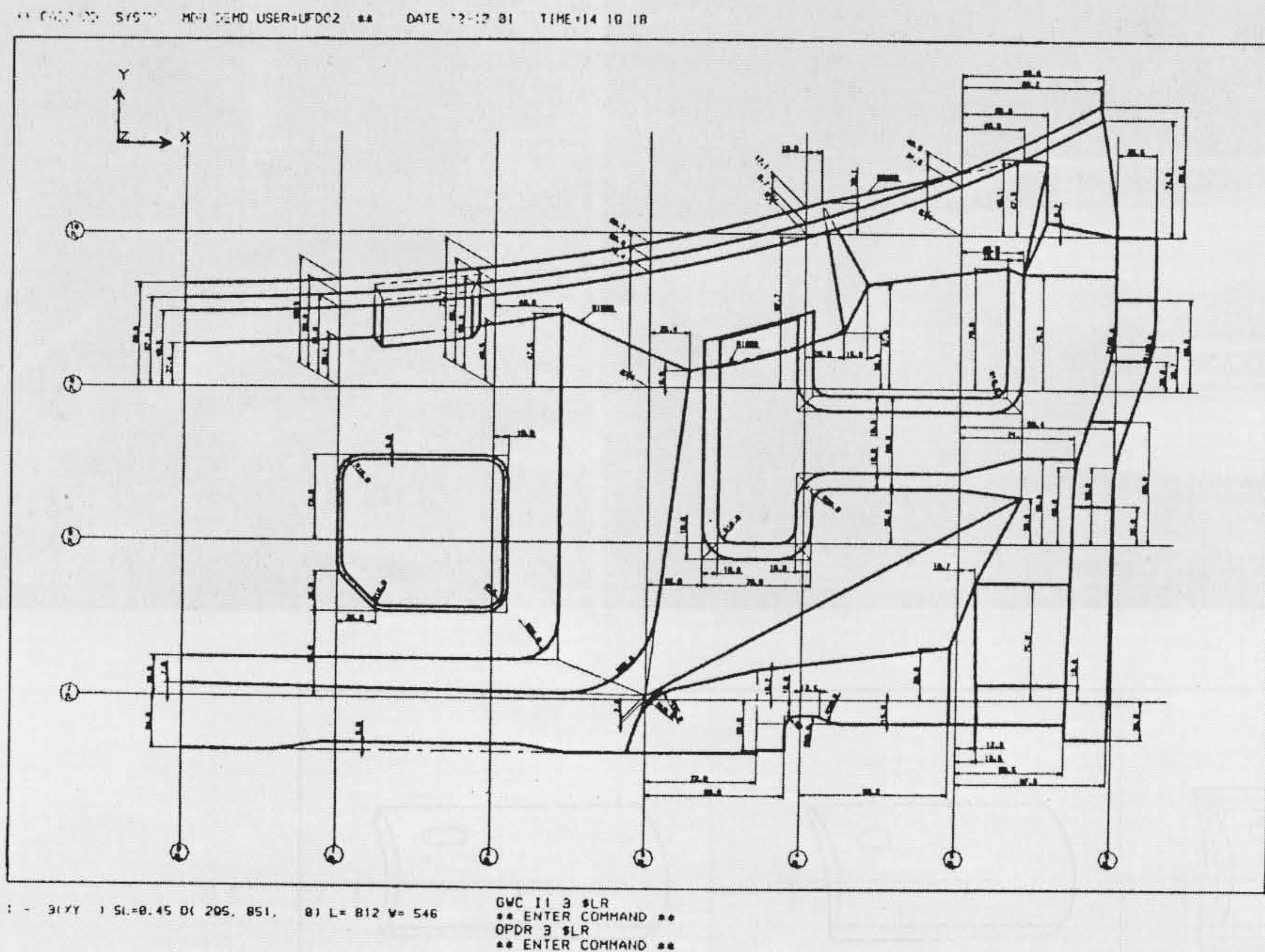
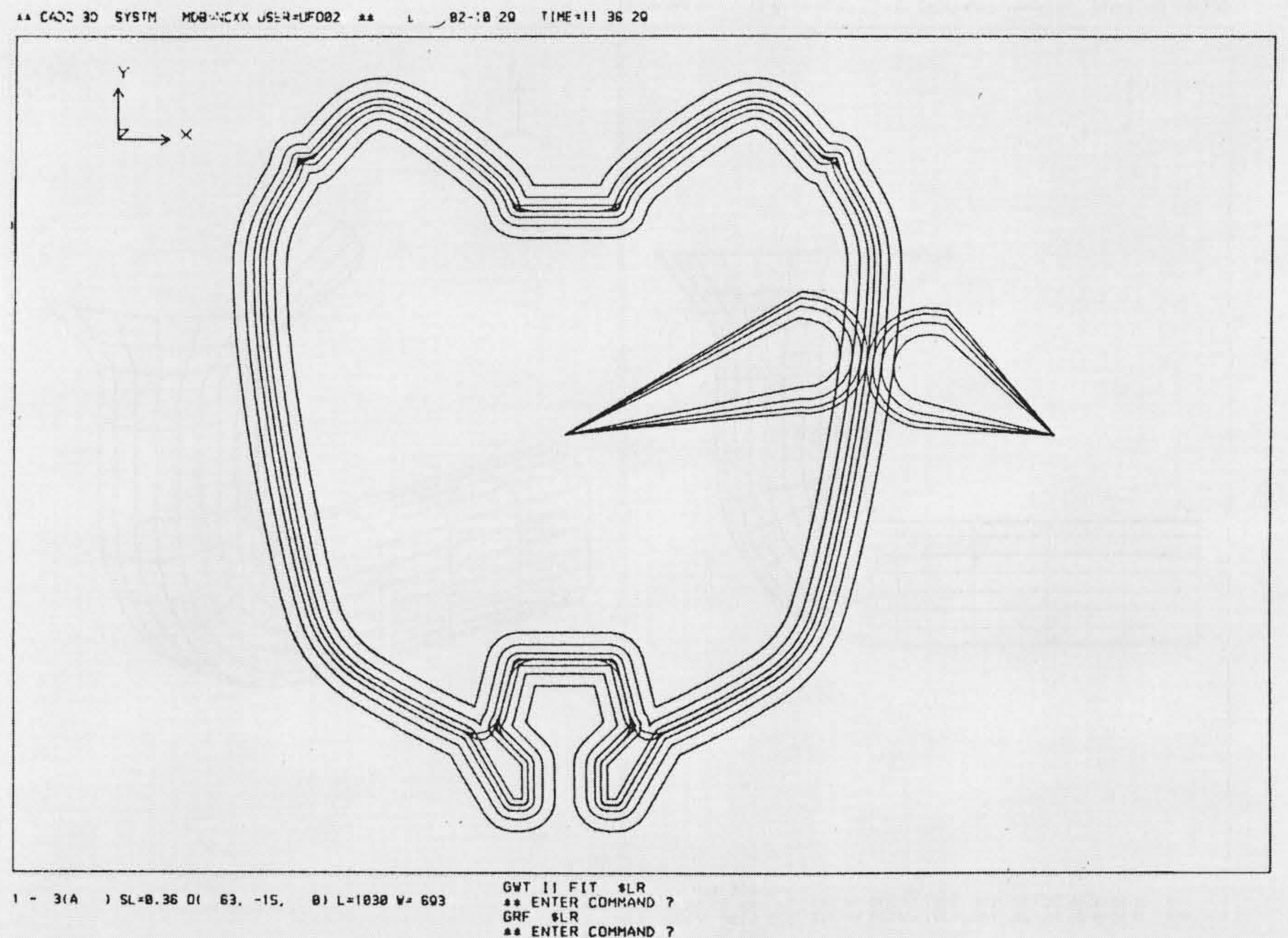


図4 インナパネルの線図出力例
3次元形状データを2次元変換し、編集処理を経て線図が完成する。

3 システムの適用と評価

鈴木自動車工業株式会社でのプレス金型の型設計・型加工は、生産技術部門と工機部門が電子計算機内に創成された形状データ(曲面データ)を設計部門から引き継いで作業を行なう。プレス金型の加工手順は、まず加工法案の検討を行ない、プレス方向の検討や、スプリングバック量の見込み計算などを行なう。続いて製品形状とダイフェースとの接続部分に当たる余肉形状や、パネルのしわ押えを行なうためのビードなど、製品外形状設計を行なう。加工法案の検討結果に基づき、複雑な形状の余肉、ダイフェースなどの創成を行なったが、法案図に従って意図した形状を正確に表現することができた。特にガイドラインとキャラクタラインを与え曲面を創成する広域補間コマンドは、威力を発揮した(図5)。

また、自動車用プレス金型は、曲面が複雑に結合された複合曲面でできており、数箇所以上離れた面や、稜線などとのカット干渉を考慮しなくてはならず、NC加工が大変難しい(図6)。

本システムでは、ディスプレイ装置で確認しながら指示を行なうため、確実にCL曲面を作成することができた。

プレス用金型は図7に示すように、ドロウ型(絞り)、トリム型(打ち抜き)、ベンド型(曲げ)、サイドベンド型(二度曲げ)などの工程で成形加工を行なう。

これらの金型は、製品形状の曲面周辺部分を除き全く同一形状であることや、カット径が異なるCL曲面、更には左右対象部品の金型など、相似形状が非常に多い。これらの形状は、カットパス編集機能を有効に活用し効率的に作業を進めることができた。

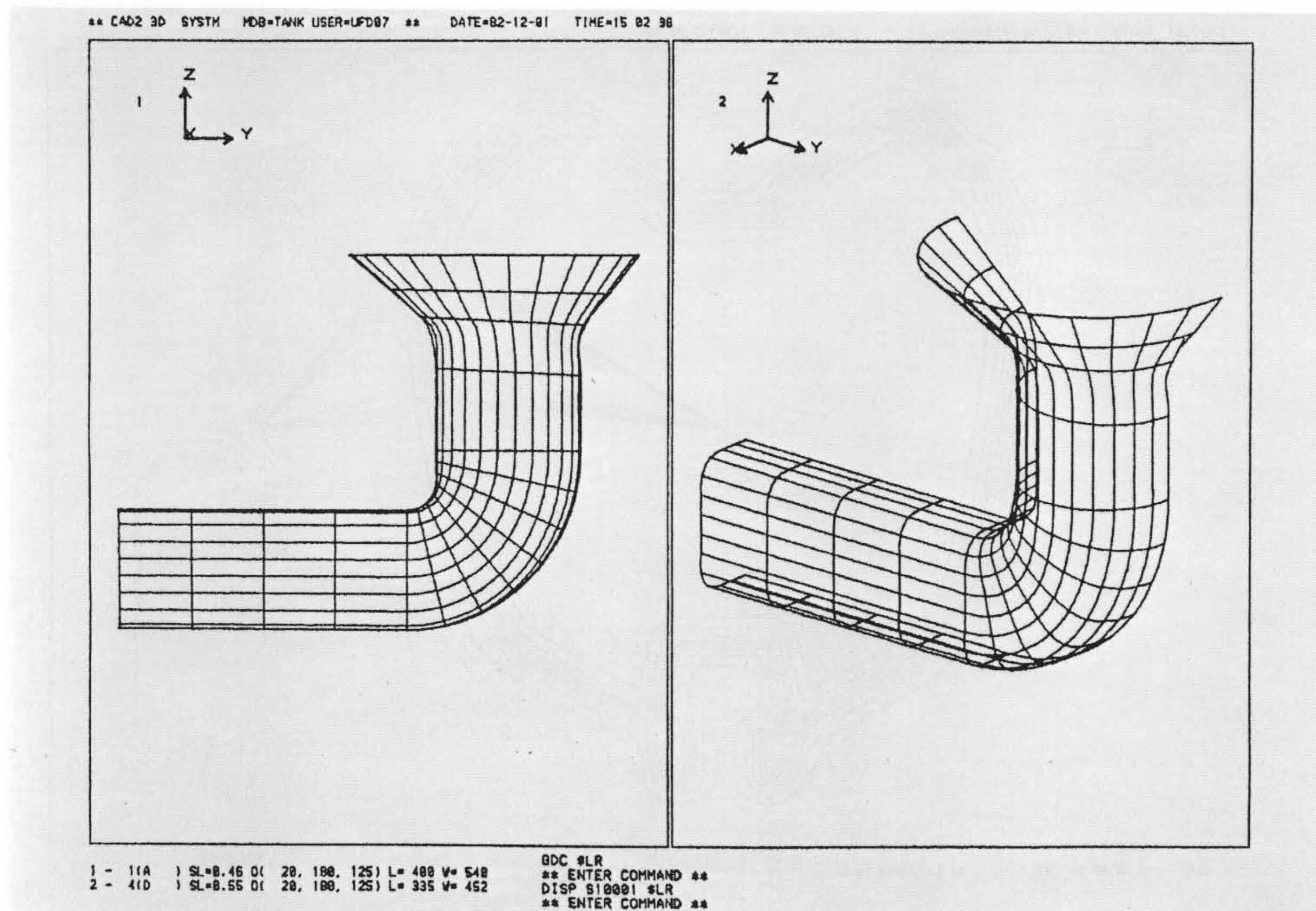


図5 広域補間コマンドによる曲面創成例 GL(ガイドライン)とCL(キャラクターライン)を指定すると、図のような曲面が自動的に創成される。

図6 金型のNC加工例
自動車用プレス金型は複合曲面でできており、NC加工が大変難しい。

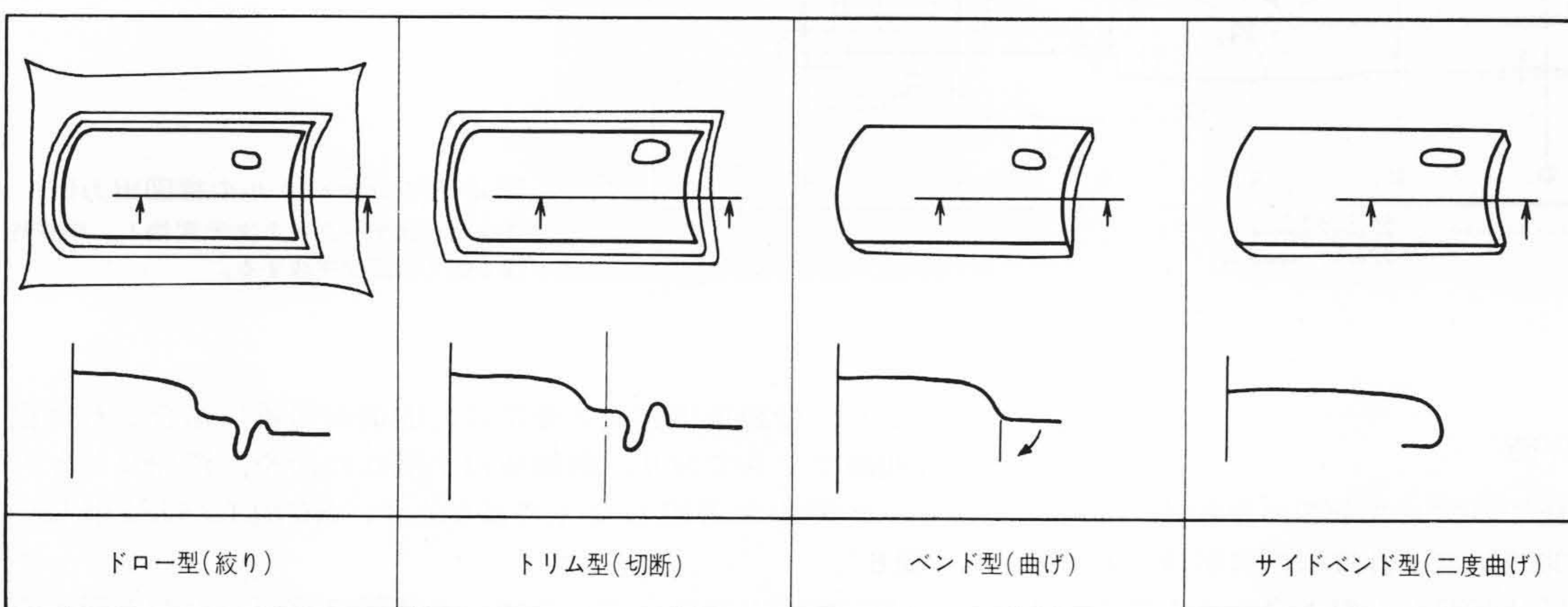
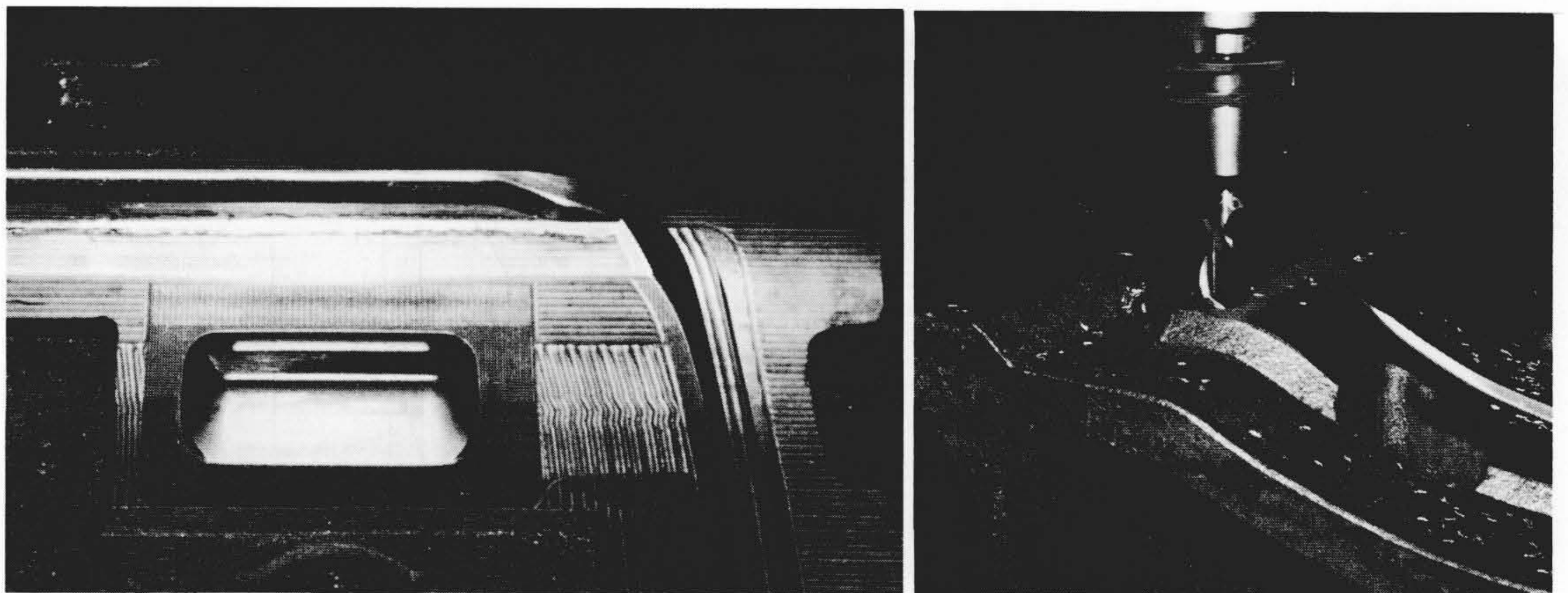


図7 プレス工程の例
自動車用アウトパネルは、通常4～6工程で成形加工される。

また型設計・型加工と平行して図面編集処理の試行も行なったが、当初期待した効果を得ることができた。

4 結 言

前章までに述べたように、「新SCAD」は、長年積み上げた技術をもとに、スタイルデザインから製品設計・図面処理・金型設計・金型加工に至るトータルシステムとして、実務への適用を開始した。しかし、現在まだ緒についたばかりであ

り、今後共「よりいっそう現場に密着した使い勝手のよいシステム」を目指し、改良を重ねていく考えである。

参考文献

- 1) 廣川、外：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、日立評論、62、7、483～486 (昭55-7)
- 2) 山口：コンピュータ・グラフィックス(1979)
- 3) 研野：自動設計法、コロナ社(昭44-7)