

# 板金部品の三次元 CAD/CAM システム

Three-Dimensional CAD/CAM System for Sheet-Metal Parts

内田 康夫  
UCHIDA Yasuo

佐野 勝己  
SANO Katsumi

栗林 康二  
KURIBAYASHI Koji

近年、設計部門へ三次元(3D)CADが普及したことにより、製造部門における板金部品の“モノづくり”も3Dデータから行うことができるようになってきている。当社では、板金加工ショップの3D化を推進するため、3Dデータから加工に必要なNC(Numerical Control)データ、作業指示書などを自動で生成する3D板金CAD/CAM(Computer Aided Manufacturing)システムを開発した。成形加工など板金部品に必要な加工情報を3Dデータから自動抽出し、更に、板金製造準備に関するノウハウのデータベース化を行うことによって、極力人手を介さないシステムを実現した。現在、二つの事業場で稼働を開始して効果を発揮している。

Three-dimensional computer-aided design (CAD) systems have become widely used in product design in recent years. It has also become necessary to build up a 3D-based manufacturing system for sheet-metal components.

Responding to these needs, we have developed a 3D CAD/CAM (computer-aided manufacturing) system for sheet-metal parts. In this system, necessary numerical control (NC) data and instruction manuals for processing can be generated automatically. The main feature of the system lies in such functions as automatic extraction of necessary processing information and construction of a database of preparation know-how for sheet metal. These functions realize a significant reduction in human operations.

This system is now in actual operation at two factories, and is producing excellent results as expected.

## 1 まえがき

汎用の板金加工では、加工工程別に製造準備のための定型作業が存在している。従来、板金加工ショップにおいては、対象となる製品別に、この製造準備作業の効率向上を目的としたシステムが構築されてきた。しかし、多種・多様化した顧客ニーズに対し、タイムリーに製品を投入し、更にコストを低減するためには、板金製造体制も大幅な見直しを要求されている。板金製造準備作業は、加工情報作成がクリティカルパス要素の一つとなっている。

今回、3Dデータから抜き加工情報を自動作成できる、汎用性のある板金CAD/CAMのモデルシステム(以下、モデルシステムと略記)を開発した。

## 2 開発の背景

3D-CADの高機能化が進むにつれ、設計部門では3D設計が広まり始めている。しかし、現状では、3Dモデルを作成しても、これを二次元(2D)図面に作成しなおす場合が多く、従来と比較し負荷が増加していると言われている。

この原因として、製造部門に3Dの文化がまだ浸透しておらず、従来の2D図面による製造体制となっている状況が挙げられる。3D-CADのモデル情報を製造側に伝達するための標準化された手段がまだ確立されていないなか、当社製造部門においても、長い歴史の過程で構築されてきた製造

システムを含むインフラが、2D図面ベースのままで根強く残っている。製品開発期間の短縮を図る施策として、3D-CADが本格的に普及している状況下で、板金製造も3D-CADモデルのデータをフルに活用した製造体制を整備することが急務となっている。

## 3 システム概要

開発したモデルシステムの構成を図1に示す。モデルシステムは、極力人手を介さずに板金展開、ターレットパンチプレス(NCT)加工機用金型割付け、ネスティング、NCデータ生成、抜き加工用作業指示書生成までの処理を自動化している。市販のCAMでは汎用性を持たせるため、加工ノウハウについて対話的に入力し、確認を行いながら処理するものが一般的である。今回、ベースとした市販の板金CAMは、重要な機能となる3Dデータの取込み、板金展開、ネスティングについて優れた機能を持ち、かつ独自機能開発ができる拡張性が高いものを選択した。また、CAMに直接取込みができるように、設計の板金モデル作成方法の標準化と、3D-CADへの機能追加も実施した。

これは、従来製造準備作業者が2D図面を参照しながら作成していたNCデータ、及び作業指示書に必要な情報を3Dデータから自動抽出するために必要不可欠なことである。

### 3.1 モデルシステムの特長

モデルシステムの特長を以下に示す。

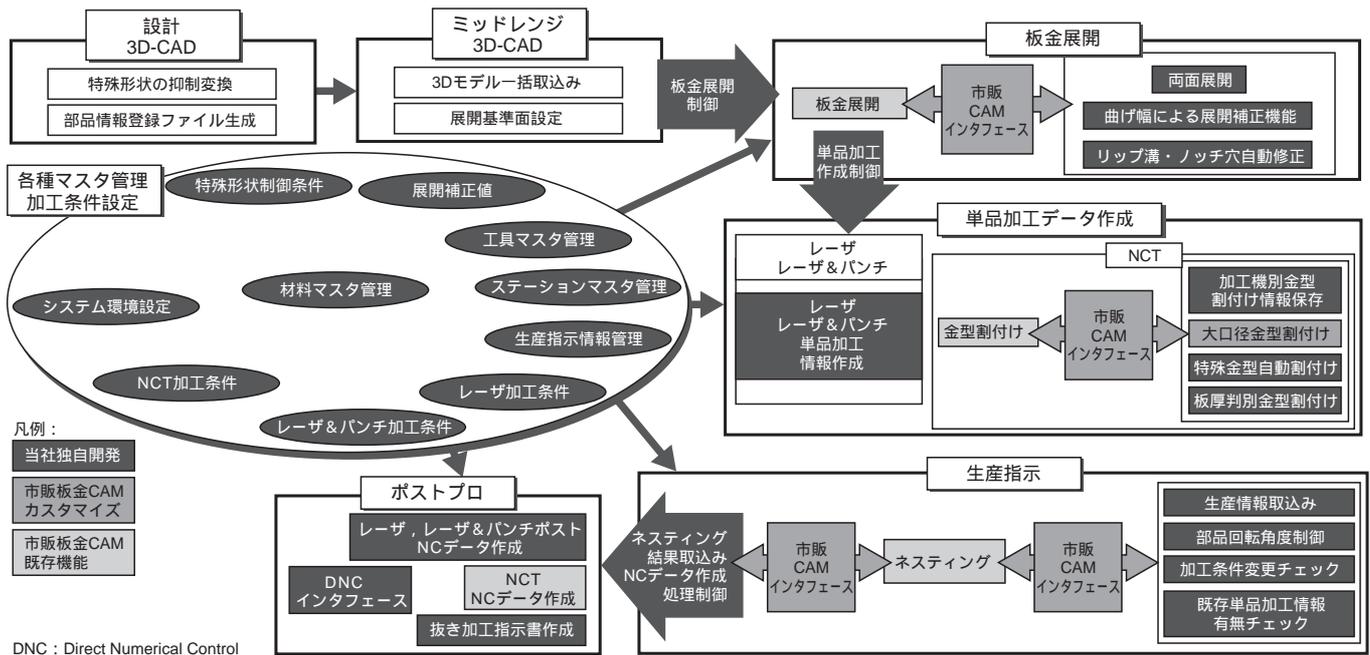


図1．板金CAD/CAMシステムの構成 市販の板金CAMをベースに最大限自動化した。  
Configuration of CAD/CAM system for sheet-metal parts

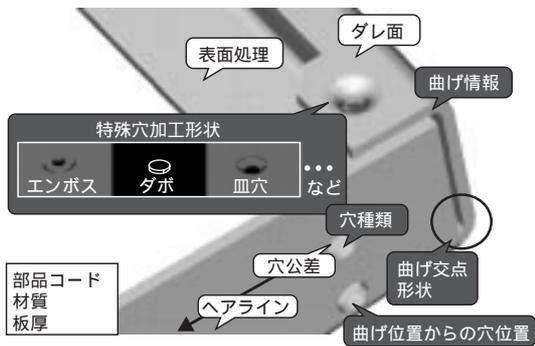


図2．板金3Dモデルの情報 幾何情報と属性情報がある。  
3D sheet-metal model

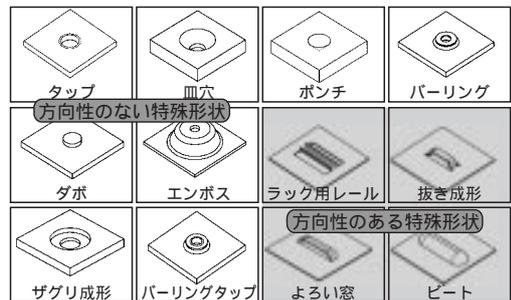


図3．特殊形状の例 成形加工が必要となる形状については、ライブラリ化し、加工情報として抽出可能にした。  
Examples of specific forms

- (1) 3Dデータからの特殊加工情報抽出 板金部品の加工では、図2に示すような情報が必要となる。これらの情報は、3Dモデルの幾何情報(白抜き文字)から自動で取り出すことが可能なものと、属性情報(従来の図面上では注記として表記されていたもの)とに分類される。  
特殊加工のエンボス、ダボ、皿穴などについては、新たに図3に示すライブラリを3D-CADに用意した。モデリング段階において、3Dデータにこのライブラリを配置させることにより、CAM側では、作成されたモデルから特殊加工情報を自動で抽出できるようにした。
- (2) 単品部品の加工情報生成 3Dデータを一括で取り込み、部品別の加工情報を生成する。単品加工情報

- の生成過程では、曲げ加工機別に対応した板金展開補正を行う。また、対象となる抜き加工機用のデータ、例えば、NCT加工機では金型割付けを、レーザ加工機ではレーザパスを生成する。
- (3) ネスティングの自動制御 定尺材に板金展開された部品をレイアウトする場合、通常は歩留り向上のため、展開された部品は自由に回転し、配置させることができる。ロール目方向を考慮する必要がある場合は、部品配置を指定された一定方向に自動設定するようにした。
- (4) 板金製造ノウハウのデータベース化 従来、作業者が2D図面から読み取って決めていた、板金製造の準備ノウハウと加工ノウハウのデータベース化を行い、

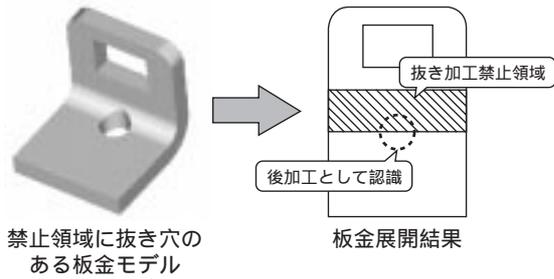


図4 . 板金製造ノウハウの例 抜き工程で加工すると、曲げ加工で変形してしまう穴を自動検出する。

Example of sheet-metal manufacturing know-how

NCデータ生成に反映させている。例えば、図4に示すように、抜き加工工程で行う穴加工と、曲げ工程後に行う穴加工を自動認識させている。

- (5) 自動化による加工不具合回避のチェック リポート生産では、加工機の負荷調整などの理由から、必ずしも同じ加工機で加工をするとは限らない。また、同じ加工機でも装着工具の変更など加工条件の変更に伴い、既に作成済みの加工情報が利用できるとも限らない。そのまま作成済みの加工用データを利用すると、不良品、加工機故障の要因となる。加工情報生成の自動化にあたっては、加工条件などのチェック・調整機能を開発して加工不具合回避の対応をした。

### 3.2 処理性能(ベンチマーク結果)

3DデータからNCデータ・抜き加工指示書生成までの処理時間の測定結果例を表1に示す。

測定対象部品点数は47点で、その内訳は、レーザ加工機用部品が29点、NCT加工機が18点である。

### 3.3 課題と今後の取組み

抜き加工を対象として、3Dデータから加工情報を作り込むためのシステムが完成し、実用化までこぎ着けることができた。課題は、NCT加工機用の単品加工情報生成における自動金型割付けを、より作業者ノウハウを盛り込んだ処理に最適化をすることである。また、3Dデータによる一貫した板金加工を行うため、今後は曲げ加工にも対応したシステムに拡張していく。

表1 . 自動処理速度の測定結果  
Results of automatic processing speed measurement

処理内容	時間
3Dモデルデータの取込み	3分
CAM用モデルデータの変換	2分
単品の加工情報作成	6分
生産指示(含むネスティング)からNCデータ作成まで	5分
処理時間合計	16分
1部品当たりの平均処理時間	20.4秒

## 4 適用事例

開発したモデルシステムは、当社の二つの事業場に適用され稼働している。以下に適用事例について述べる。

### 4.1 適用事例1

一つ目のモデルシステムは、医用機器の製品を開発・製造している那須工場である。医用機器を選択した理由は、板金部品の構成比率が比較的高く、また、設計部門で既に3D設計を実施していたことによる。

4.1.1 板金製造体制の見直し システム開発にあたっては、現状分析と板金の3D設計・製造のあるべき姿を作成し、従来の製造体制を見直した(図5)。

3Dデータをベースにした“モノづくり”体制をあるべき姿としている。3Dモデルは、直感的に形状を把握しやすいので、ある程度製品形状が固まれば、そのモデルを参照することで、製造上問題となる箇所の発見が可能となる。そのため、従来では図面完成後に実施していた製造準備検討、更に見積りを前倒しで行える利点がある。また、図面は、3Dデータから自動抽出が可能で情報の表記を省略した簡易図面で済ませることができた。あらかじめ加工上の問題点を解決させた3Dデータをモデルシステムに通すことにより、読み図や展開図など手動で作成していたNCデータ、作業指示書が自動的に作成される。簡易図面は、製造準備ですぐに必要とはならないため、製造準備段階で並行して作成しておけばよい。このような設計製造体制にすることで、飛躍的にリードタイムを短縮させることができた。

4.1.2 システム適用へのカスタマイズ 各事業所の板金ショップは、扱っている製品がそれぞれ異なる。それに伴い製造方法や保有する加工機も異なっている。これらに対応させるため、今回、那須工場向けに対応した固有機能を追加した。

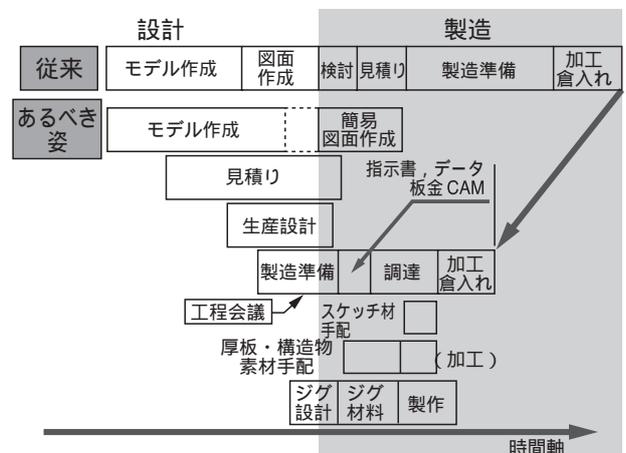


図5 . 設計・製造のあるべき姿 3Dデータを製造に流すためのあるべき姿を描いた。

Desirable design and manufacturing process flows

- (1) 製造準備・加工条件のデータベース構築 今まで作業者が持っていた製造準備作業のノウハウと加工条件を整理し、データベース化した。
- (2) 生産情報の取込み 工場固有の生産管理システムから、NCデータ及び加工指示書作成に必要な情報を取り込むための機能を開発し、対話入力していた人手作業を軽減させた。
- (3) ポストプロセッサ ポストプロセッサを、保有加工機すべてに対して独自に開発することは行わなかった。NCT加工機については、市販の板金CAMに固有機能を追加して利用した。既に、独自ノウハウを基に開発を進めてきたレーザ加工機用ポストプロセッサについては、今回のシステムに移植することで、仕分け機能追加など保有設備向けに改良を加えた。

4.1.3 効果 那須工場では、1999年7月から運用を開始し、次に示す効果が得られた。

- (1) 製品開発期間短縮効果 図5に示す板金製造体制で、新製品開発期間を45%短縮させることができた。
- (2) 製造準備作業時間の短縮 NCデータ作成、作業指示書を自動生成させることで、1部品当たり70%の作業時間短縮を図ることができた。

#### 4.2 適用事例2

柳町事業所では、主に自動改札機、銀行券処理機、郵便区分機などインデント製品を開発・製造している。

4.2.1 導入の背景 社内における事業再編に伴い、製造部門では“多品種少ロット体制”に向けた製造体制の見直しを図っている。取引先業者との競争が激化しており、コスト低減には大幅な構造改革が必要となってきた。その一施策として、板金製造リードタイム短縮を目的に、従来の板金CAD/CAMシステム(以下、従来システムと略記)を見直すことが必要になった。

4.2.2 従来システム 製造部門では、早くから3D板金CAD/CAMシステムに取り組んでいたが、設計部門から出図される媒体が2D図面であったため、3D-CADで新たにモデルを作成し、板金展開、NCデータの作成をしていた。このシステムでは、次のような問題があった。

- (1) システムの老朽化による処理能力不足
- (2) 人間が介在する処理工程が多い(処理が複雑)
- (3) 設計部門の3Dデータと互換性がない

4.2.3 目標設定 現状の問題を解決し、製造リードタイム短縮への第一段階として、加工前準備であるNCデータ作成工数の短縮を目指した。先にモデルシステムを導入した那須工場の実績を基に、目標を現状工数の1/3と設定して導入を開始した。

4.2.4 モデルシステム導入のポイント 那須工場と同様に、生産情報の取込み機能とポストプロセッサのカスタマイズのほかに、次の固有機能を開発した。

- (1) 過去蓄積された展開データの活用 数万件の展開データを、加工機別にモデルシステムへ取り込む機能
- (2) 板金展開機能強化 展開長補正において、各種曲げ方法に応じた展開長に自動補正する機能

4.2.5 導入効果 導入効果としては、従来の工数に対し、目標と同等の1/3から1/4の工数でNCデータを作成することができる結果が得られた(図6)。

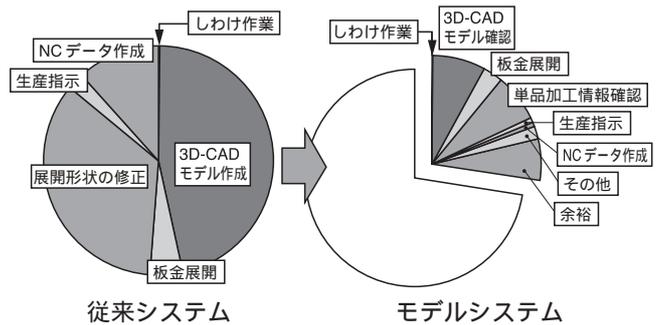


図6 導入効果 サンプル製品について時間測定をした結果、目標を上回る効果が得られた。  
Effect of lead-time reduction by application of this model system

## 5 あとがき

3D設計・製造体制による製品開発の期間短縮は、今回の3D板金CAD/CAMシステムの開発・適用により実証することができた。今後は、内製部品だけでなく、加工部品のかなりの割合を占める加工協力会社へ3Dデータを配信し加工できるようにして、板金部品の3D設計・製造体制をより拡大していく所存である。

## 文 献

- (1) 大輪武司,ほか.次世代設計技術の要件と業務革新.東芝レビュー.54, 9,1999,p.4-9.



内田 康夫 UCHIDA Yasuo  
生産技術センター 生産システム技術開発センター。  
CAD/CAMシステムの開発に従事。  
Manufacturing System Technology Development Center



佐野 勝己 SANO Katsumi  
生産技術センター 生産システム技術開発センター。  
CAD/CAMシステムの開発に従事。  
Manufacturing System Technology Development Center



栗林 康二 KURIBAYASHI Koji  
那須メディカル工業(株)機械部品製造課主任。医用機器  
用部品の製造技術に従事。  
Nasu Medical Industrial Corp.