

# 機械部品加工向け 3 次元 CAM ソフトウェア「MachiningShip」

## 3 D-CAM Software for Machine Part Processings

青 木 敦

**要 約** 製造業界では、2次元加工の場合でもモデルの授受を IGES(Initial Graphics Exchange Specification の略：CAD 間のデータ変換用に使われている汎用的なデータフォーマット)などの3次元データで行なうことが一般的になりつつある。しかしながら、3次元データを扱うことができる CAM ソフトウェアは、価格も高く、NC データ作成までの加工情報設定に手間がかかるものが多い。そこで、低価格でかつ、簡単な操作で NC データが作成でき、さらに従来の図面や線画を基準とした CAM ソフトウェアの問題点を解決するものとして開発されたのが、この『MachiningShip』である。

『MachiningShip』では、3次元の設計データをそのまま利用できるため、従来、手間と時間をかけて図面から作成していた NC データを簡単かつ短時間に、しかも熟練者でなくとも確実に作成できるように工夫されている。干渉回避問題や、ユーザ加工ノウハウの利用と蓄積の問題等、『MachiningShip』の特徴・機能を本稿にて紹介する。

**Abstract** In the manufacturing industry, it is growing popular to exchange three-dimensional data (e. g. IGES<sup>\*1</sup>) even in the case of two-dimensional processing. However, CAM software available to handle three-dimensional data has been generally expensive and required the time and effort for setup of manufacturing information. Recently, we developed "MachiningShip" enabling low-price and easy creation of NC data in order to resolve problems of CAM based on the conventional drawing and line graphics. MachiningShip is designed to accept the three-dimensional design data without modification, and ensures the non-expert engineers easily and quickly to create NC data requiring numerous time and efforts formerly. This paper introduces the features and functionalities of MachiningShip, describing the interference problems, and the challenges of use and storage of user's processing know-how.

### 1. はじめに

製造業界において、設計工程では「3次元ツール」や「3次元データ」の利用が多くなってきている。しかしながら、型構造加工（特に、一次加工）や部品加工の現場では、3次元データの利用は少ない。

利用されていない理由を以下にまとめる。

- ① 2次元ベースのシステムが主体で、3次元データをそのまま利用できないこと。
- ② 3次元データをそのまま扱うことのできる CAM ソフトウェアが非常に高価であること。
- ③ 加工現場は、2次元図面で十分であると判断されていること。

ただし、従来の図面や線画を基準とした CAM オペレーションには、以下の問題点がある。

- ① CAD 設計時の 3次元データから 2次元データ（＝加工図面）を再作成する手間と時間が必要である。
- ② 2次元データへの加工指示などが手作業となるため、コストダウンに繋がらない。

(3) 線画が基準のため、干渉回避問題が解決できない。

これらを解決する手段として、中部ソフト・エンジニアリング(株)では『MachiningShip』を企画・開発・商品化した。(2003年03月01日初版リリース開始)

図1は「MachiningShip」のロゴマークである。



図1 MachiningShip ロゴマーク

『MachiningShip』は、CAD設計時の3次元データをそのまま利用することができる2次元、2.5次元CAMソフトウェアである。

CAD設計時の3次元データをそのまま利用することができるため、

- ① 2次元データを再作成する手間と時間が不要である。
- ② 3次元データに含まれる属性情報を利用することにより、加工指示が不要となる。
- ③ 3次元データを利用することにより、工具系(刃先形状、ホルダ(、アタッチメント))との干渉回避問題を解決することができる。

等の利点がある。

また、加工機能を穴・座・壁・ポケット・輪郭に限定し、さらにCAM操作のみに注目することで、ミッドレンジ価格帯を下回る価格で提供することが可能になった。

また、操作性を重視し、これまでのCAMソフトウェアにあった「操作の分かりづらさ」を解消している。

## 2. 『MachiningShip』の適用範囲

MachiningShipは樹脂型、プレス型、鋳造型ならびに部品加工の製作支援ソフトウェアである。

樹脂型、プレス型、鋳造型ならびに機械部品に対する、2次元ならびに、2.5次元加工に限定している。

図2に「MachiningShip」の適用範囲を示す。

MachiningShipの加工機能には、穴・座・壁・輪郭・ポケットの5種類を用意した。

穴加工は、全ての固定サイクルを用意している。

座加工としては、スキャンタイプとオフセットタイプを組み込んでいる。

壁加工には、部分壁加工と全周壁加工が可能である。

ポケット加工では、全てが囲まれる閉ポケット加工と、開口部のある閉ポケット加工が可能である。

輪郭加工では、指示した通過点あるいは、線(境界線を含む)をなぞる加工を用意している。

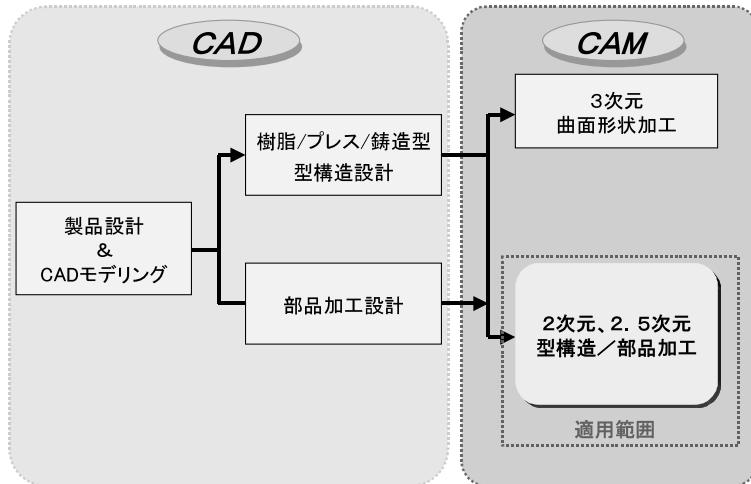


図 2 MachiningShip の適用範囲

また、マシニングは、3軸制御、4軸制御、5軸制御（アタッチメント含む）に対応可能であり、同時4軸制御ならびに同時5軸制御は、対象外としている。

### 3. 『MachiningShip』の特徴

従来の2次元CAMソフトウェアでは、穴の加工部位に対する経路計算は、穴の中心位置と径ならびに深さの情報から求めるのが一般的であった。しかも径ならびに深さの情報は、ユーザの手入力に頼ることになり、入力ミスによる加工不正を引き起こすこともあった。

『MachiningShip』では3次元データを取り扱うことにより、穴の加工部位と選択された工具との接触計算による経路計算を実装している。従来、必要とされていた径ならびに深さの情報は、定義された穴の加工形状からシステムが算出するので、ユーザによる手入力は不要である。さらに、加工部位の周辺部分と使用ホルダとの干渉チェックを行うことにより、干渉のない工具首下長をシステムが自動的に求めている。

さらに、『MachiningShip』の最大の特徴は、この穴の加工部位に対するワークサイクルをユーザが定義・変更出来るようにしたことである。この機能を実現するために、「動作定義」なる記述言語を用意している。加工動作が直線と円弧にて表現可能であれば、この言語を用いて登録することができる。

この「動作定義」により固定サイクルのみならず、コンタリング動作やスパイラル動作、工作機に登録されているユーザマクロの実動作等を表現することが可能となった。

それ以外にも、穴の加工部位から、溝加工やポケット加工の動作を表現することができ、汎用的な部品の取り付け加工にも適用することが出来ると考えている。

一つの「動作定義」は、以下の3つの構成から成り立っている。

- ① 予約語定義：変数の型宣言、初期値、表題などを定義する。
- ② 予約語計算：定義されている接触計算関数などを呼び出し各座標値を計算する。
- ③ 動作定義：加工における補間動作の定義、およびNCデータフォーマットなどを記述する。

「③動作定義」にて記述する1行は、NCコードの1ブロックに相当し、動作タイプ、終点

座標値, [中心点座標値], [マクロフラグ], [付属指令, …] から成り立っている。

動作タイプは, 早送り補正命令他, 切削送り直線補間命令, 径補正付き切削送り直線補間命令, 円弧補間命令, ドウェル命令, マクロ呼び出し命令, 固定サイクル呼び出し命令等があり, ユーザ意図にあったものを組み合わせることによりワークサイクルを定義することができる。

終点座標値や中心点座標値は, 「②予約語計算」で求め, それを利用する。

システムが定義している接触計算関数は, 前の工程までの切削状態を考慮した切削開始点を求めるものや, 加工部位の深さと工具肩位置を考慮した切削終了点を求めるもの, 加工部位の深さにおける半径を求めるもの他, 多数を用意し公開している。

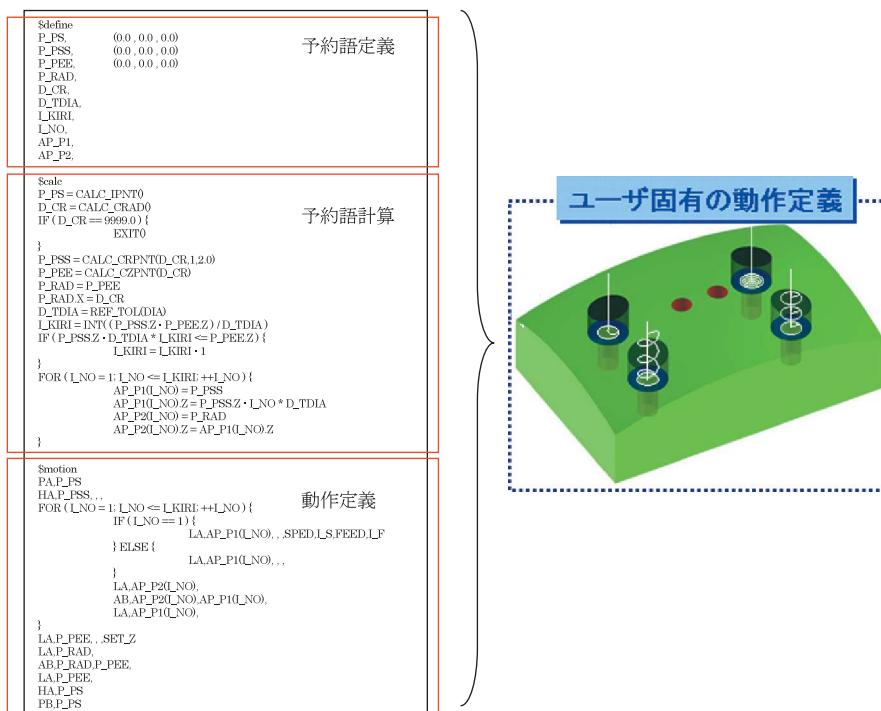
また, 加工部位の寸法諸元や刃先形状の寸法諸元, 切削条件等を呼び出し利用することも可能にしている。

マクロフラグは, 固定サイクル, 工作機械マクロのように, NC コード上の動作を伴わないものに使用する。即ち, マクロフラグ指示行は NC コードに出力されないが, 移動を伴う動作タイプを使い, マクロ等の実際の動作を指示することで, 3 次元モデル上で工具動作を確認したり, 加工時間を算出する等が可能となるのである。

付属指令は, 動作タイプで出力される情報以外に, 同一行に出力したい情報を NC コード上に表現するためのものである。

システムはこれら記述内容を解釈し, NC コードに変換する。

図 3 にて, 動作定義の実例を示す。



#### 4. 『MachiningShip』の機能

『MachiningShip』の代表的な機能を、4 項目紹介する。

##### 4.1 他 CAD システムとの連携

『MachiningShip』は、IGES（Initial Graphics Exchange Specification の略：CAD 間のデータ変換用に使われている汎用的なデータフォーマット）形式ファイル取込インターフェスを搭載している。

システムに取り込んだ 3 次元データはシステム内部形式フォーマットに変換される。その際、幾何解析処理での安定度を狙い、自由曲面から幾何形状への近似処理を行なっている。この処理により、NC コードの G 02,G 03（円弧補間）を算出しやすくなった。

取り込んだ 3 次元データに対し、以下の 3 パターンで加工部位を定義することができる。

- ① CADCEUS-MoldDesign (CADCEUS,MoldDesign は日本ユニシス(株)の登録商標) が用いている加工属性を利用する方法

MachiningShip が提供する CADCEUS オプション機能を導入することで利用可能となる。

CADCEUS-MoldDesign が持つ加工属性「穴加工属性」情報から、加工対象を認識し、寸法諸元、加工特徴名、側面粗度、底面粗度、タップフラグ、面取りなどの情報を取り出し、MachiningShip が定義した中間ファイルを作成する。

MachiningShip では、この中間ファイルを取り込むことにより、加工部位を定義することができる。

図 4 に、CADCEUS-MoldDesign と MachiningShip との連携イメージを示す。

- ② 穴の配置情報と加工特徴を定義した中間ファイルを取り込む方法

MachiningShip が定義したフォーマットに従った、穴の配置情報（座標値）と穴の加工特徴を記述した中間ファイル（=穴リスト）を取り込む方法がある。

穴リストは、5 段形状まで定義することができ、各段に対し、面取り、テーパ、ネジ情報を記述することができる。

IGES データとの組み合わせにより、工具と製品形状との干渉チェックが可能となり、NC データに干渉回避動作を付与することができる。

干渉チェック等が必要のない加工の場合、穴リストの取り込みのみで NC データを作成することもできる。

- ③ 色と加工特徴を関係づけた加工部位の自動抽出または、面を指示することによる個別登録の方法

自動抽出とは、他システムにて定義された形状の色と加工特徴とを関連付けて加工部位として自動的に抽出する機能のことである。

各段に対し抽出する形状の色を定義することができる。穴と座・壁それぞれ専用の抽出条件を設定する機能を用いて、形状の色と加工特徴を関連付けることができる。

穴形状の場合、5 段穴までの組み合わせを抽出することができる。

座・壁形状の場合は、加工軸基準ベクトルを付帯指示することにより指示加工軸で加工可能な加工部位を抽出することができる。

抽出された座ならびに壁の加工部位をシステムが自動的に組み合わせ、ポケット形状

として認識している。

ポケット形状については、1段のみとしている。

図5に、穴加工部位とポケット加工部位の自動抽出例を示す。

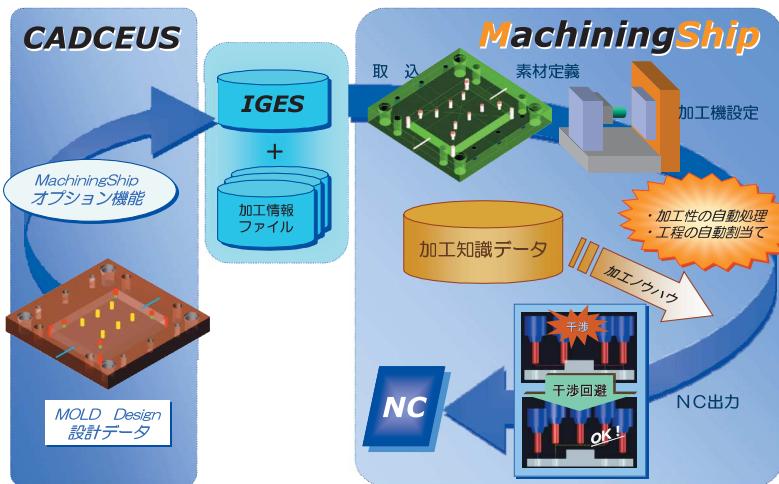


図4 CADCEUS-MachiningShip 連携イメージ

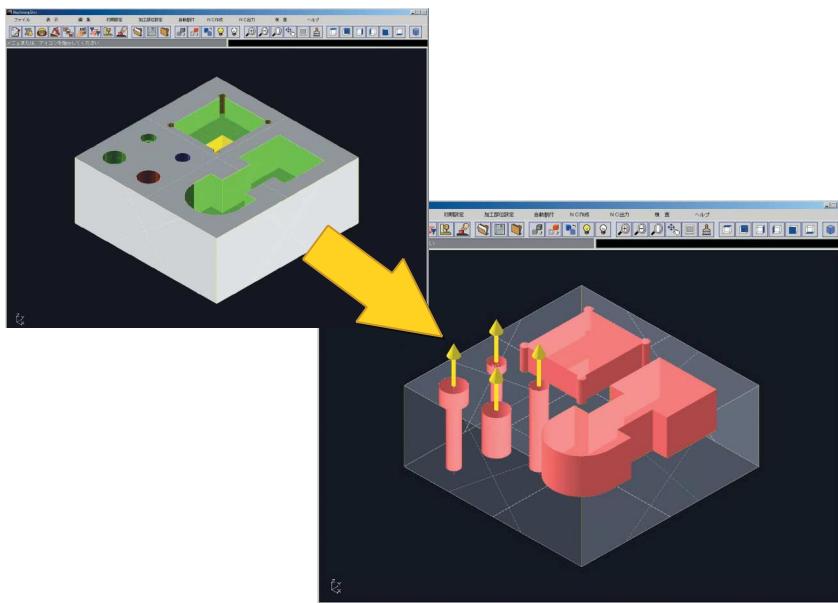


図5 穴加工部位とポケット加工部位の自動抽出例

#### 4.2 干渉回避機能

本システムでは、2種類の干渉回避処理を行っている。

この機能は、3次元データを採用することにより得られた効果のひとつである。

システムが事前に、3次元データとの干渉回避問題を解決することで事前チェック、工作機械での空運転等のユーザ作業負担を軽減することが可能となる。

#### 4.2.1 首下長の最適化処理

首下長の最適化処理とは、経路計算時、製品形状と工具系（ホルダのみ）との干渉計算を実施することにより、選択された工具系（ホルダのみ）における干渉を防ぐためのものである。

干渉発生時は、干渉の発生しない工具首下長をシステムが自動的に変更する。

また、工具首下長の変更後でも再度のチェックで干渉が発生する場合は、加工知識データの自動決定ルールを適用することで別の候補工具およびホルダを導き出し、同様に干渉計算を実施する。

図6に製品形状と工具系との干渉例および、首下長の最適化例を示す。

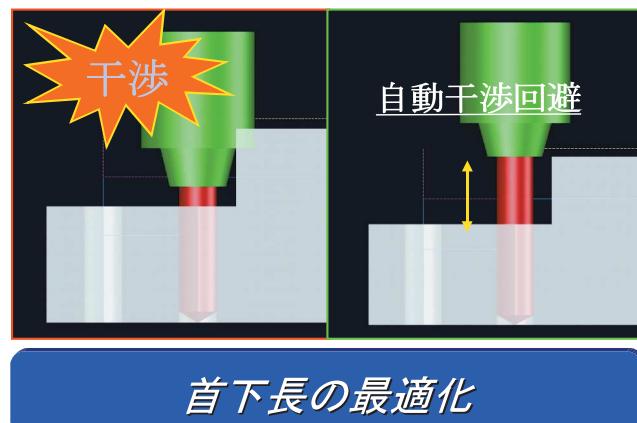


図6 製品形状と工具系との干渉例および、首下長の最適化例

#### 4.2.2 加工部位間の干渉回避処理

加工部位間の干渉回避処理とは、NCコード作成時、加工部位間の移動動作に対し、製品形状と工具系（刃先形状、ホルダ（, アタッチメント））との干渉計算を実施することにより、工具系全体との干渉を防ぐためのものである。

干渉発生時は、干渉点に設定された干渉回避余裕量を見込み、加工部位間の移動動作をシステムが自動的に変更する。

図7に製品形状と工具系との干渉例および、加工部位間の干渉回避動作例を示す。

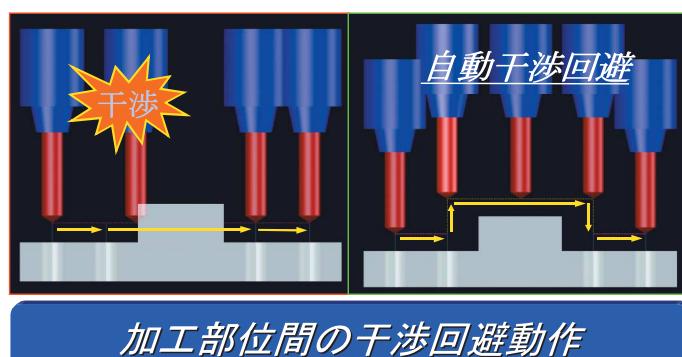


図7 製品形状と工具系との干渉例および、加工部位間の干渉回避動作例

### 4.3 加工ノウハウの登録と蓄積が可能な「加工知識データ」機能

ユーザ固有の加工方法や工具、加工機の買い替えなど、変化する状況や環境に柔軟に対応できるように「加工知識データ」を搭載している。

加工知識データは、4つの項目から成り立っている。

- ① 工具関連情報：刃具、ホルダ、アタッチメントの形状や諸元から構成される。
- ② 加工機情報：加工機の稼動範囲やテーブル情報などのスペック情報を登録する。
- ③ 加工工程情報：工程タイプ(切削パターン)や、切削に関する詳細な情報を登録する。
- ④ 自動決定ルール：工具、切削条件、クーラント、サイクルパラメタや工程の並びに関する自動決定条件を登録する。

加工工程情報と連動し、切削する形状や材質に合わせた工具、切削条件等を自動的に決定するためのルールを記述する。

加工知識データは、標準的なサンプルを用意しユーザに提供している。

このサンプルに対し、ユーザにて追加登録・編集が可能である。

編集操作には、簡単に編集可能なように、専用エディタ機能を用意している。

### 4.4 加工性の自動処理機能

加工性の自動処理とは、システムが使用する加工機の制御軸を判断し、加工可能な部位を自動的に検索ならびにグループ化を行うためのものである。

ユーザが行っていた斜めの穴加工部位や傾斜した壁加工部位等、各制御軸の割り出し角度は、全てシステムが自動処理することで、ユーザ作業の低減に繋がる。

また、このグループは、MachiningShip 上で確認・除外、追加等の編集作業が可能である。

図 8 に、加工性の自動処理について示す。

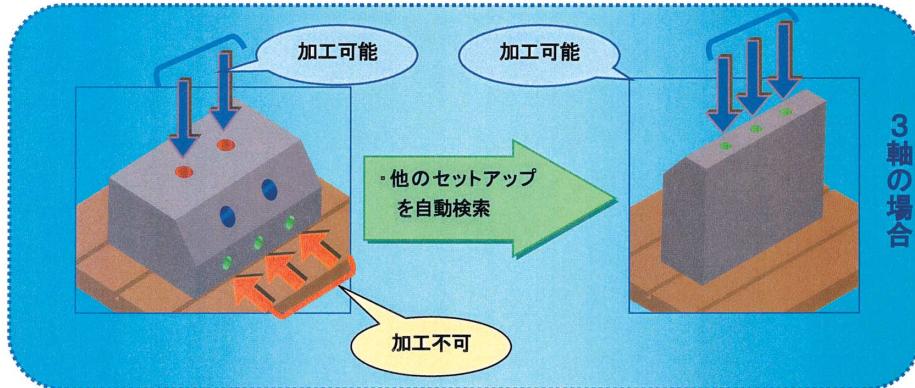


図 8 加工性の自動処理について

## 5. 残された課題

### 5.1 取り扱う形状データについて

現状 MachiningShip が対応している 3 次元形状データは、IGES のみである。

他市販 CAM システムは、IGES のみならず他のフォーマットに対応している。

MachiningShip においても、IGES 以外への取り込み対応は、今後の課題と認識している。

また、冒頭にもあるように、加工現場への3次元データの流通量はまだ少ない。

現在主流の図面データ（例えば、DXF/DWF形式）に対する取り込み機能の実現により、本システムの適用範囲が拡大すると考えている。

### 5.2 簡易シミュレーション機能について

出力されたNCコードの正当性は、本システム上の簡易確認機能（NCコードを読み込み、3次元モデル上に一時图形表示する機能）でしか確認方法がない。

出力されたNCコードによる素材形状から切削状態や、実加工機上の動作をシステム上でシミュレート可能となれば、本システムの利用価値も高まる。

## 6. おわりに

本稿では、MachiningShipの適用範囲、特徴を解説した。

MachiningShipでは今年度、以下の機能バージョンアップを予定している。

- ・輪郭加工の傾斜壁対応
- ・ポケット加工の傾斜壁対応
- ・垂直壁への突き加工タイプ追加

CAMの現場は、CADのようなきらびやかな世界でもなんでもなく、油にまみれたいわゆる3Kの世界である。この世界に身を置いて痛感することは、「ものづくり」に携わる現場の方々の経験値とその継承の問題である。さらに、ユーザのバイタリティあふれる問題点への取り組みと工夫である。

MachiningShipがそれらに対し、少しでも支援の一部になれば幸いである。

---

### 執筆者紹介 青木 敦 (Atsushi Aoki)

1990年神奈川大学機械工学科卒学。同年日本ユニシス(株)入社。CAMソフトウェア開発・適用に従事。2002年中部ソフト・エンジニアリング(株)出向。同社初の市販CAMソフトウェアを立ち上げ、現在、同社商品の開発・販売に従事。