

## 次期 CAM の構成と機能

### Structure and Function of Next CAM

宮 地 隆, 阿 部 哲 雄

**要 約** 日本ユニシスは日本ユニシス・エクセリューションズが提供する CAD/CAM システムである CADmeister 上に CAM 機能を強化した新たな金型製作ソリューションである次期 CAM の提供を開始した。次期 CAM は曲面加工用パッケージ、型構造部加工用パッケージおよびプロファイル加工用パッケージから構成され、長年の CAD/CAM システムの開発・適用支援を通して培ってきたノウハウに加え、新たな要素技術を用いて日本のものづくりを支援することを目的としている。次期 CAM には、(1) 安心・安全の確保、(2) 高能率・高品位加工、(3) 作業工数の削減、(4) 一体操作環境の四つの狙いがあり、それらを実現する機能と環境がある。

**Abstract** Nihon Unisys provides the NEXT CAM based on The CADmeister with its CAM function being enhanced. CADmeister is CAD/CAM system provided by UEL Corporation. The purpose of the NEXT CAM is to support the manufacturing of Japan. NEXT CAM is constituted by surface machining package, structure machining package, and profile machining package. And also, it uses new technologies and knowledge that has been developed over many years.

The next CAM includes the following four aims.

- (1) Relief and safe securement
- (2) High-efficiency, high-quality machining
- (3) Reduction of the operating steps
- (4) Integrated operating environment

And it has functions and environments to achieve these aims.

### 1. はじめに

日本の製造業は、2008年のリーマンショックを契機に、円高の影響、アジア諸国の製造業における競争力向上などにより、更なる競争力向上を求められている。日本ユニシス株式会社（以降、日本ユニシス）は1970年代より日本国内の主要顧客に対して、製品面加工における加工面精度の向上と型構造部加工におけるCAM（Computer Aided Manufacturing）作業の自動化に拘り、それを実現するための機能を提供することで、日本のものづくりを支援してきた<sup>[1][2]</sup>。

CAMは、CAD（Computer Aided Design）機能により設計された3次元形状データから工作機械に取り付けられた工具をどのように動かすかが記述されている工作機械の制御プログラム「NCデータ」を作成する機能である<sup>[3]</sup>。今回、日本ユニシスは日本ユニシス・エクセリューションズ株式会社が提供するCAD/CAMシステムであるCADmeister上に強化したCAM機能を搭載した新たな金型製作ソリューションである次期CAMの提供を開始した。

次期CAMは製品面、プロファイル面および型構造部を加工するため、従来の機能に加え加工シミュレーションや経路最適化などの新機能を使って、加工の安心・安全を確保しムリ・ム

ダを排除したNCデータを作成する商品である。そして現在、市場には製品面加工CAMや型構造部加工CAMなど用途に応じたシステムが個別に存在し、作業者はそれぞれのシステムを使い分ける必要があるのに対し、次期CAMはこれらの機能を全て同一プラットフォーム上に構築することで、同一操作でシームレスな作業環境の提供が可能となっている。

この次期CAMの開発にあたり、1) 安心・安全の確保、2) 高効率・高品位加工、3) 作業工数の削減、4) 一体操作環境という四つの狙いを掲げ、従来システムより一段上の機能の実現に向けて、日本ユニシスが長年のCAD/CAMシステム開発や適用支援を通して培ってきたノウハウに加え、新たな要素技術を用いた新機能を開発した。本稿では2章でこの四つの狙いについて、3章でそれらを実現する機能と環境について解説する。

## 2. 次期CAMの概要

本章では、次期CAMの構成と狙いについて述べる。

### 2.1 次期CAMの構成

次期CAMはCADmeister上のパッケージであり、プレスおよびモールド金型の製作を支援する機能群から構成される。作業の対象となる部位に応じて曲面加工パッケージ（製品面加工）、プロファイル加工パッケージ（プロファイル面加工）および構造加工パッケージ（型構造部加工）の三つがある。各パッケージは全てのパッケージで利用可能な共有機能とパッケージ毎に利用が限定される固有機能から構成される（図1）。共通機能には、段取り定義、加工順最適化、NC出力、加工シミュレーションおよび経路最適化といった機能群が存在し、このうち加工シミュレーションと経路最適化機能はオプションとなる。固有機能は、加工機能とそれを支援する加工設計機能で構成される。



図1 次期CAMの構成

## 2.2 次期 CAM の狙い

日本のものづくり現場では「品質の良い金型を安全に早く・安く製作する」ことが求められており、次期 CAM ではその実現に向けて四つの狙いを掲げ、機能開発を推進している (図 2)。

### 1) 安心・安全の確保

工具干渉や工具破損などの加工トラブルを防止し、無人加工を実現する。

### 2) 高能率・高品位加工

粗取り加工では、加工の無駄を排除し加工効率の良い経路を作成し加工時間を短縮する (高能率加工)。仕上げ加工では、加工面の品質を向上させ磨き作業を最小化する (高品位加工)。

### 3) 作業工数の削減

定型作業を自動化し、過去の作業結果を再利用することで作業工数の大幅な削減を実現する。また、ものづくり現場では一般的な自工程完結の考え方を採用し、CAM 作業の手戻りを防止する機能を実現する。

### 4) 一体操作環境

同一プラットフォーム上に曲面/プロファイル/構造/加工シミュレーション/経路最適化の各機能を構築し、シームレスな作業環境を提供する。また作業シナリオを統一し、作業の統一化を図る。



図2 次期 CAM の狙い

## 3. 次期 CAM の機能紹介

本章では、前章で挙げた四つの狙いに沿って、次期 CAM の機能を紹介する。

### 3.1 安心・安全の確保

CAM システムにとって最も重要な要件は安心・安全に加工できる NC データが作成できることである。ここで言う安心・安全とは、次の要件を満たすことである。

- ・加工中に削り込みが発生しない。ホルダ・アタッチメント等が被削物に干渉しない。
- ・過負荷による工具破損が発生しない。
- ・加工残り (加工すべき箇所が加工できていない) が発生しない。

これらを実現するために次期 CAM では、加工途中の状態をシミュレートする以下三つの機能を用意し、その結果をビジュアルに確認できるようにした (図 3)。

## 1) 素材干渉検査

加工途中の被削物の状態をシミュレートすることで削り込みやホルダ・アタッチメント等の干渉を検出する。

## 2) 加工負荷

加工途中に工具に掛かる負荷（切削体積）を算出し表示する。

## 3) 残り量表示

加工後の被削物と製品形状（CAD 形状）との距離を測り、結果を表示する。

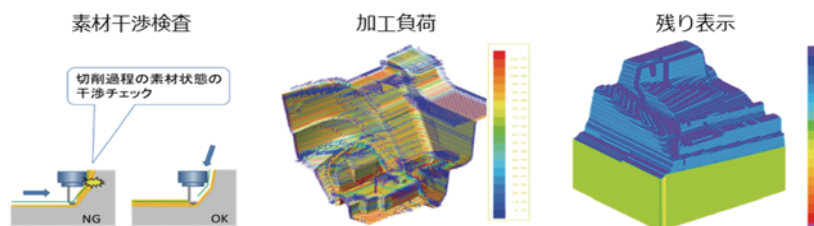


図3 加工シミュレーション機能

## 3.2 高能率・高品位加工

一般に粗取り加工では加工効率を優先し、仕上げ加工では加工面品質を優先することが要件として求められる。次期 CAM では従来の CAM システムの課題を解決した新たな加工機能を開発することで高能率・高品位加工を実現している。

## 3.2.1 高速等高粗加工

従来の CAM システムで作成するラジラス工具の粗取り加工用 NC データには折れがあり、その影響で加工途中に工具の減速が発生し加工時間が増加する課題が存在していた。次期 CAM では折れない NC データを作成することで加工機の減速を極力抑え加工時間を短縮している（図4）。

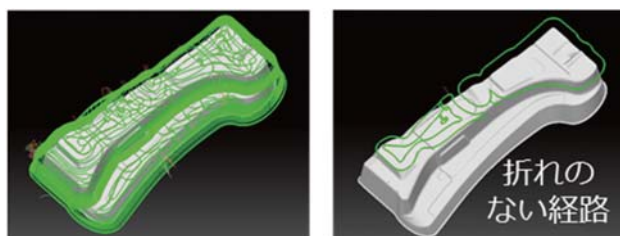


図4 高速等高粗加工

また中仕上げ加工に向けて加工残り部を均一化するための加工機能を二つ用意し効率的な粗加工を支援する（図5）。

## 1) 残領域ボール加工

高速等高粗加工で使用したラジラス工具で加工できない形状の隅部をボール工具で加工する機能である。

## 2) ラジラス平坦加工

高速等高粗加工後に階段状に残っている加工残り部をラジラス工具で均一化する加工機能である。

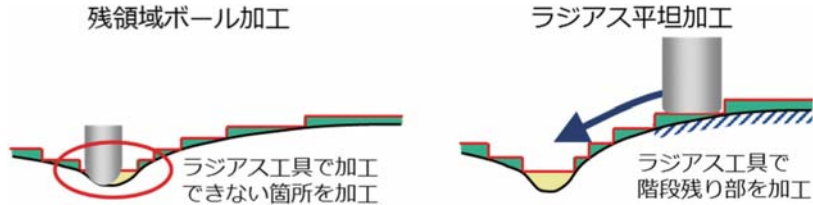


図5 粗取り用加工機能

### 3.2.2 複合面沿い加工

従来のCAMシステムでは、仕上げ加工後の加工面にスジ模様等が現れ磨き作業に工数が掛かり、かつ金型自体の精度が下がる課題があった。複合面沿い加工で作成した経路は、曲率を意識して経路点の並びを決め、工具磨耗を考慮して加工順を決定することで加工面品位の向上に貢献する(図6)。

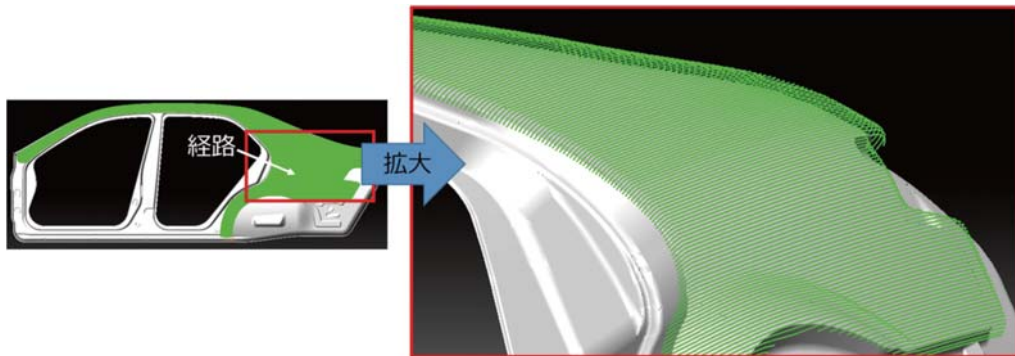


図6 複合面沿い加工

### 3.2.3 経路最適化

素材モデルを用いて加工途中をシミュレートすることで加工のムリ・ムダを排除した経路を作成する(図7)。

- 1) 補間パス作成  
加工負荷の高い箇所に補間パスを追加し加工負荷を軽減する。
- 2) 送り速度最適化  
加工負荷に応じて送り速度を変更することで加工負荷を均一化する。
- 3) エアカット削除  
切削動作内の空振り(エアカット)部分を削除して、加工効率を向上する。
- 4) 空中動作最適化  
切削途中の被削物の状態を考慮して空中動作の高さを最適化することで加工効率を向上する。



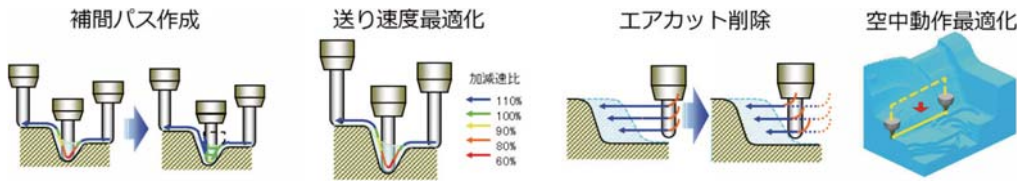


図7 経路最適化機能

### 3.3 作業工数の削減

定型作業の自動化や過去データを再利用することで、作業時間の大幅な削減を実現し、「誰でもいつでも同じ品質のNCデータが作成できる」ことを目標とする。また自動化できない作業については作業者が予め情報を付与する（以降、仕込みと称す）ことで後工程での手戻りが発生しないようにし、作業工数を削減する。自動化／再利用／仕込みのうち、どの手法で工数を削減するかは作業の対象によって決めている（表1）。

表1 作業工数削減の方針

	曲面加工		プロファイル加工	構造加工
	粗取り	仕上げ		
自動化	○	×	△	○
再利用	×	×	×	○
仕込み	×	○	×	×

○：実現済み △：計画あり ×：計画なし

#### 3.3.1 自動加工設計

型構造部のデータに対して、工具や加工工程組みを自動決定する。型構造部の加工箇所（以降、加工部位と称す）に設定された加工特徴と加工技術ファイルを参照して最適な加工工程組みを決定し、加工残りや干渉が発生しない工具を割り当てる。型構造部には多数の加工部位が存在するため大きな効果がある（図8）。

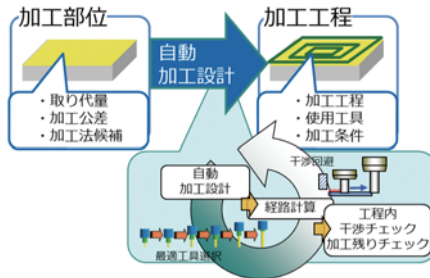


図8 自動加工設計

#### 3.3.2 流用加工設計

今までのCAMシステムでは設計変更などの類似データに対しても、一から作業を行う必要があった。流用加工設計では過去の作業済みデータ（親型）と今回の作業データ（子型）を比較し、同一部分は親型の作業結果を子型に取り込むことで作業時間を大幅に削減する（図9）。

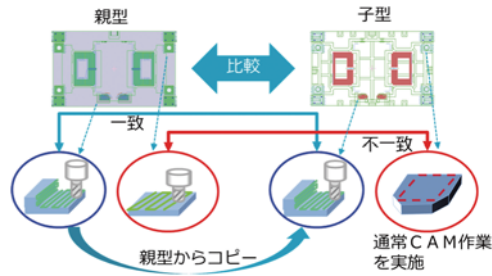


図 9 流用加工設計

### 3.3.3 仕込み

曲面仕上げ加工において作業者は、加工効率を念頭に置きつつも加工面の品質確保を最優先事項として工具の進行方向やピッチおよび工具寿命等を考慮して領域線を定義している。従来のシステムでは実際に経路計算後の経路を目視で確認しないと作業者が意図した結果になっているか否か判断できず、意図しない結果の場合は、クリップ等の経路編集を行うか、領域線を再定義する必要があった。その結果、大幅な手戻りが発生し作業工数増加の要因となっている。次期 CAM では経路計算前に経路の出方を確認し、使用者の判断で適切な領域に編集することで手戻りを最小限に抑えている。また同じ編集作業でも経路より領域の方が作業をしやすいため、作業工数の削減に寄与できる (図 10)。

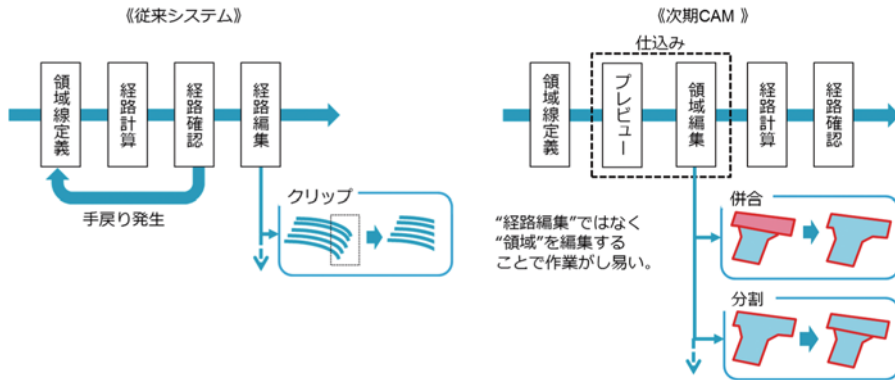


図 10 仕込みの概略

### 3.3.4 段取り定義

既存の CADmeister の CAM 機能では、加工機に関する情報を NC 出力時に設定していた。そのため加工機のストロークが足りない、アタッチメントが向きつけできないといった場合は、加工設計までの手戻りが発生していた。次期 CAM では使用する加工機、加工機と製品形状の位置関係、加工原点などの情報を加工設計の前段階で設定することで、加工設計時に加工機のストローク、アタッチメントの向きつけのチェックを行い作業の手戻りを防止している。

## 3.4 一体操作環境

現在の市販システムは、曲面加工用 CAM、プロファイル加工用 CAM、型構造加工用 CAM、加工シミュレーション、経路最適化といったようにそれぞれの目的に特化した商品と

なっており、一人の作業者が一型分の NC データを作成するには数種類のシステムを使いこなす必要がある。次期 CAM はこれらの機能を全て同一プラットフォーム上に実装することでシームレスな操作環境を提供している (図 11)。さらに次期 CAM では各パッケージに共通の作業シナリオを用意することで、操作を一体化し、作業性を向上している (図 12)。

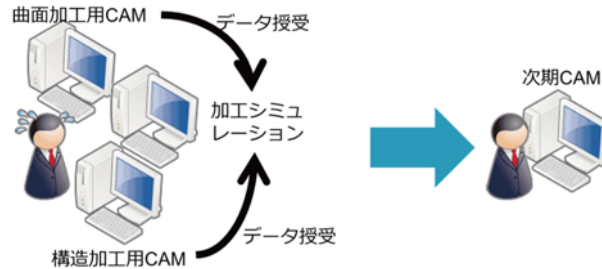


図 11 プラットフォームの統一

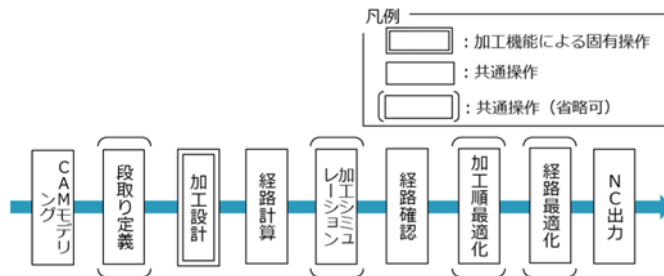


図 12 次期 CAM の作業シナリオ

#### 4. おわりに

日本ユニシスは、今後も日本のものづくりを支えるために、次期 CAM の四つの狙いのうち、高能率・高品位加工の実現を中心に機能強化を継続する。

一つ目は隅取り加工の刷新である。現行の隅取り加工には、(1) 渦巻き経路に起因する加工負荷の急激な変化、(2) 稜線出しができない、(3) 工具半径と形状のフィレット半径が等しいときの経路の出方が不安定といった課題があり、作業者はこれらの課題を回避するために多大な作業時間を費やしている。新たな隅取り加工機能では、稜線を基準とした負荷一定の経路を作成し、かつ先に述べた仕込みの考え方を採用することで、作業者が簡単な操作で高能率で高品位な隅取り加工経路を作成できることを目標とする。

二つ目は工具接触位置を考慮した経路を作成することである。現在は経路の滑らかさや加工負荷など経路の形に着目した機能を提供している。今後は、工具の何処で削っているのかに着目した高能率・高品位な経路の作成を目指す。

- 参考文献 [1] 日笠山晴久, 三石貴幸, 大坪正典, 蓮沼博行, 工具経路点配置最適化による加工面の高品位化, 型技術, 日刊工業新聞, 25号, 2010年7月, p.1-2.  
[2] 宮地隆, 天野泰裕, 藤井省, ナレッジ利用による 2.5D 加工の自動化・最適化, 型技術ワークショップ 2006 in 長岡, 型技術, 2006, 52-53



- [3] 河野淳, 磨きレスを狙う『複合面沿い加工』, ユニシス技報, 日本ユニシス, Vol.36 No.3, 通巻130号, 2016年12月
- [4] 松林毅, 金沢淳一, 長岡紀, 次世代造型支援システム Dynavista, ユニシス技報, 日本ユニシス, Vol.23 No.4, 通巻80号, 2004年2月, 65-66

**執筆者紹介** 宮 地 隆 (Takashi Miyachi)

1987年日本ユニシス(株)入社. 同年より CAD/CAM システムの開発および適用支援に従事.



阿 部 哲 雄 (Abe Tetsuo)

2000年日本ユニシス(株)入社. 同年より CAD/CAM システムの開発に従事.

