



新型コロナウィルス感染症が猛威を振るい、需要の大幅な減少やサプライチェーンの混乱など多くの製造業が深刻な影響を受けている。より高精度でさらに短納期を実現し、高付加価値なものづくりを実現していかなければ、ますます生き残っていかない厳しい状況である。国は「ものづくり・商業・サービス補助金」や「IT導入補助金」で新型コロナウィルス感染症対策のための投資への補助率を引き上げるなど支援に力を入れている。企業からのCAD/CAMシステムの新規導入や増設の当社へのご相談も増えている。今回は高付加価値な部品加工とその標準化を実現するCAD/CAMシステムである「TopSolid'Cam（トップソリッドキャム）」を紹介する。

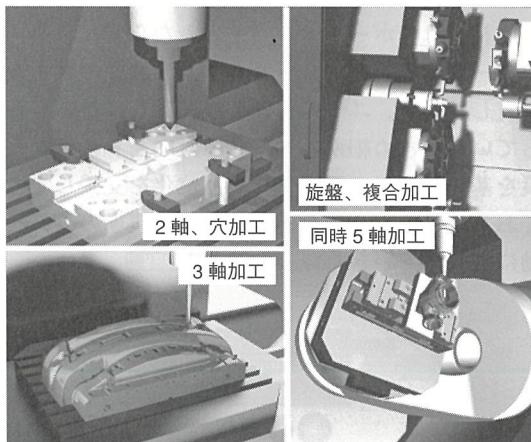


図1 1つのシステムで穴あけから同時5軸までの加工をフルサポート

工作機械や CAD/CAM が属人化していないか?

マシニングセンタ（MC）などの工作機械を持つ製造業は、工作機械を動かすためにCAD/CAMシステムを導入している。そして、異なるベンダーのさまざまなシステムを導入、併用している企業も多い。それらのCAD/CAMシステムの多くは、工作機械の導入時に合わせて十分な選定がされないまま導入されている。たとえば、2軸加工には2次元のCAD、3軸加工には3次元のCAD/CAM、5軸加工には、5軸専用のCAD/CAM、複合加工にはまた別のCAD/CAMといった具合である。操作方法の異なる複数のCAD/CAMシステムを使いこなすのは至難の業であり、工作機械を動かす業務は属人化しがちである。

新たに導入した最新の5軸MCが新人にあてがわれることはない。大抵エース級が担当となり、そのエース級の担当者は例外なく多忙だ。残業や休日返上で新しいCAD/CAMを習得したとしても、その担当者が退職した途端、最新の5軸MCは埃をかぶることになる。

穴あけから同時5軸までの加工をフルサポート

トップソリッドキャムは、2軸、穴加工から旋盤、複合加工や同時5軸加工までをカバーする3次元ソリッドCAD/CAMシステムである。1つ

のシステムで、穴あけ、2軸、3軸、同時4/5軸、旋盤加工に対応し、すべてのツールパスを、3次元形状を元に作成する（図1）。

さまざまな加工に対応することは、従来工作機械や加工方法によって散在していたCAMシステムを集約でき、NCプログラミングの効率化だけでなく、工作機械の稼働率を最大限に向上することにも繋がる。その結果、工作機械やCAD/CAMの属人化を解消できる。

強力な CAD 機能

取引先から供給された3次元データをそのまま利用できることはまれで、工具が入って欲しくない穴形状を塞いだり、中間公差寸法のモデルに修正したり、設計変更があればボスやリブを移動したりする必要がある。トップソリッドキャムは、CADシステムTopSolid'Design（トップソリッドデザイン）上で動作する。トップソリッドデザインは、製品設計にも利用されるのでソリッド、サーフェスモデリング、形状修正やアセンブリの機能を有している。取引先から供給された3次元データの修正のほか、加工に必要なサーフェス形状を作成したり、製品モデルを参照しながら治具を作成したりと、いつでもそのCAD機能を利用できる。

わかりやすい加工指示書とグラフィカルなツーリングリストを自動で作成できるため、段取りのミスを防止し、工数を大幅に短縮できる（図2）。トップソリッドキャムがあれば、製品モデルの修正や治具の設計を毎回設計者に依頼する必要もなく、加工現場で処理できるようになるため、導入する多くの有力企業が、選定理由の1つにCAD機能を挙げている。加工品質を向上させるためには、ツールパスの土台となるCADデータの品質

工具リスト

品名: part 7	品名:-	材質: AU4G	材料径: φ150	作成者: jp1
サブタイトル:-	ファイル名: TC-389_08_複合工具取り残し_Z.cam	コメント:-		
T10 ボールエンドミル				
FR_HEMI-006020Q-SA50				
ホルダカタログコード LK_MAC-CQXX4X-LSA50	アセンブリのカタログコード2			
工具 カタログコード FR_HEMI-010020F-OC6	チップカタログコード			
直径 10	タイプ -			
コナーR 5	チップ角度 0			
チップ角度 0	コナーR 0			
材質 ACIER RAPIDE SUP.	サイズ 0			
有効刃長 10	ISOコード -			
アセナリ全長 173				
突き出し長さ 27				
切削機能 RG/SF/FI				
T11 ボールエンドミル				
FR_HEMI-008030R-SA50				
ホルダカタログコード LK_MAC-CQXX4X-LSA50	アセンブリのカタログコード2			
工具 カタログコード FR_HEMI-008030F-OC10	チップカタログコード			
直径 8	タイプ -			
コナーR 4	チップ角度 0			
チップ角度 0	コナーR 0			
材質 ACIER RAPIDE SUP.	サイズ 0			
有効刃長 38	ISOコード -			
アセナリ全長 189				
突き出し長さ 75				
切削機能 RG/SF/FI				

図2 標準の製図機能で出力されるツーリングリストの例

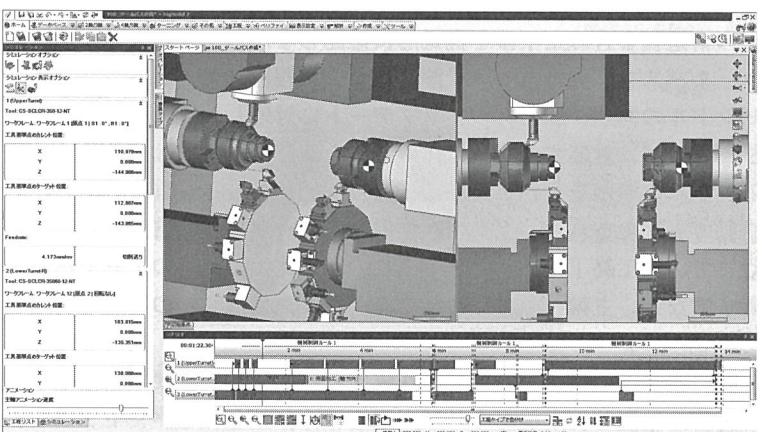


図3 3系統が同時に動く複合加工のシミュレーション

も向上させる必要がある。そのためには、CAMだけでなくCADも重要である。

標準装備されたマシンシミュレーション

傾斜軸、回転軸が加わる同時5軸加工や複合加工で人間が機械の動作をイメージするのは不可能であり、危険を伴う。安全を見て、工具の突出しを長くしては、精度が犠牲となる。ドライランを繰り返せば時間を浪費するだけだ。加工材および工具の複雑な動作をシミュレートするのはもちろん、工作機械の構造物を含めた干渉チェックが不可欠である。

トップソリッドキャムは、信頼性の高い正確なマシンシミュレーションを標準装備し、機械のあらゆる動作、起こり得る衝突、各軸の移動および加工材を管理し、ツールパスの微調整に費やす工

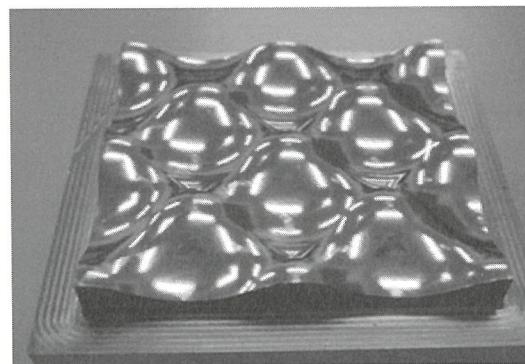


写真1 自由曲面の鏡面加工（面粗さ Ra 0.08 相当）

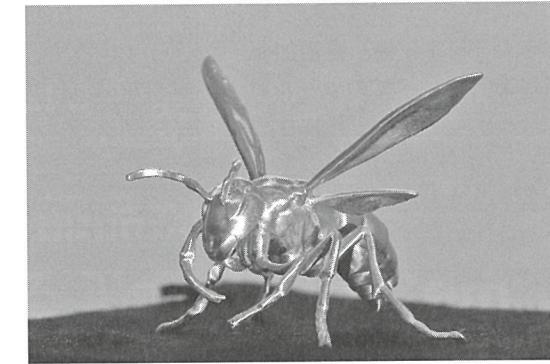


写真2 高精度な5軸加工サンプル（約50 mm）

数を最小化し、安全な加工を行う。

ツールパスを作成すれば、ただちに加工材および工具の複雑な動作をシミュレートでき、工作機械の構造物を含めた干渉を視覚的に確認しながらツールパスを作成できる。干渉チェック、複数スピンドルの同期、加工材のアップデートに対応し、様々な機械に対応する機械全体の動作を確認できる。工程の順序を入れ替えれば、加工開始高さも自動で最適化される。工具交換位置からワーク原点まで、加工終了位置から次の工程の加工開始位置までなど、主軸のすべての動作をチェックできる。

特に複合加工のツールパスを作成するには、機械動作を確認し、干渉があれば回避すべく修正し、再度シミュレーションで安全を確認するなど試行錯誤する機会が多い。このような場合には、トップソリッドキャムのようなCAD/CAMに内蔵されているシミュレーションのほうで、加工リードタイムの大幅な短縮を見込める。これはシミュレーション中に干渉などに不都合な箇所を発見したら、システムを切り替えることなく、その場で工具、ツールパス、加工条件などを変更できるからである。修正結果の是非はすぐにシミュレーションを再実行して確認できる（図3）。

高精度、高効率なものづくりの実現

従来、5軸の工作機械は、主にプロペラやスクリューなどアンダーカットがあり、3軸の工作機械では加工のできない複雑な形状の加工に使われていた。日本でも5軸の工作機械の普及は着実に進んでいるが、他方で導入を躊躇している会社も多く存在する。その理由として、「ワンチャック

での工程の集約化」の考え方まだ十分浸透していないことと5軸の工作機械はブレードやチューブなど同時5軸加工を必要とする特殊な部品のためのものでこの種の仕事が多くないことがあげられる。

しかし近年では、傾斜軸を利用して取付け面を除く各面をワンチャックで加工できる「工程集約化」が着目されている。工程集約化による自動化と加工時間の短縮、そして短い突き出し量の工具でホルダとワークの干渉を回避し、加工面の精度を高められる（写真1）。

同時5軸加工のNCプログラミングで注意が必要となるのが、ワークが回転することによるオーバートラベル、工具と傾斜するワークとの角度変化に伴う削り残しや食い込みの発生、ホルダ、治具や構造物などの干渉である。トップソリッドキャムは加工時間を最短にする効率と同時に安全なツールパスを作成する（写真2）。

加工ノウハウの標準化

トップソリッドキャムは、3次元モデルの特徴を識別し、最適な工具と加工方法を提案する加工メソッドデータベースがユーザー企業の加工ノウハウを標準化し、維持、継承する。たとえば、工具の使用順や切削条件など、パターン化された工程を登録しておくことで、ほかの製品の加工時に流用できる。データベースへの登録も作成した工程を利用して簡単に登録できる。それは、繰り返しの作業からユーザーを解放し、作業性を向上させる。

また、自動作成するだけでなく、ユーザーによる判断が必要な質問を割り込ませ、半自動で柔軟

にツールパスを作成することもできる。システムが画一的にツールパスを作成するのではなく、システムを使い込めば使い込む程に、あたかもユーザー自身が作成したようなツールパスを自動作成できるようになる。

CAD、CAM、シミュレーションの統合

多くのCAD、CAM、シミュレーションはそれぞれが異なるベンダーのシステムである。当然にデータの互換性がないため、データ変換時にトラブルが発生し、その対応に苦慮するのが当然となっている（図4）。

トップソリッドキャムの最大の特徴は、CAD、CAM、シミュレーションが統合されていることである。設計変更が生じたときに3次元モデルを変更すれば、2次元図面も変わり、CAMの形状に反映され、ツールパスも更新される。これがデータの一気通貫

である。すべてのデータはリンクしているので、3次元モデルの設計変更が起こった場合でも、すべてのデータに変更が反映される。「変更による修正漏れ、修正ミスが発生し手戻りが多い」といった問題はなくなる（図5）。

☆ ☆

当社では、CAD/CAM/CAEに関するコンサルテーション、販売、サポートサービス、その関連ソフトウェア開発のほかに、試作部・加工技術研究所を開設し、11台の5軸MCと3台の複合加工機を最大限に有効活用するための加工技術の研究に取り組んでいる。また、大手企業からの難削材、難形状、複雑形状を加工する依頼も持ち込まれる。そこでは、手足となる工作機械に対し、頭脳となるCAD/CAMを活用し、効率的で高品質なNCデータを作成することが不可欠となる。工作機械の選定だけでなく、CAD/CAMの選定

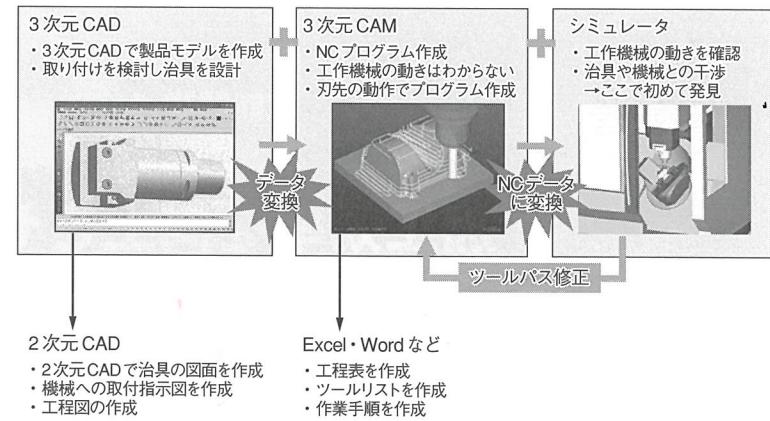


図4 多くのCAD/CAMシステムによる作業フロー

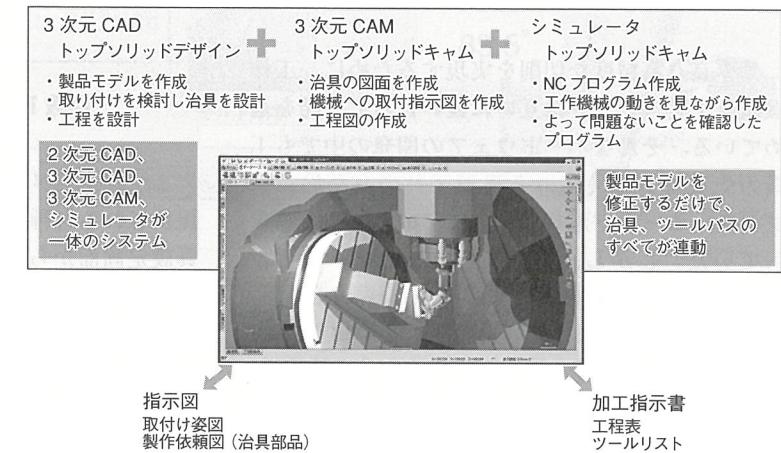


図5 トップソリッドキャムによる作業フロー

と運用が重要であり、CAD/CAMこそが工作機械の導入の成否を左右するのである。

当社では、試作部・加工技術研究所での取組みやCAD/CAMシステムの選定や運用方法を紹介する「経営者様のための5軸・複合加工セミナー」を開催している。セミナー後には工場見学を行い、参加者からのさまざまな質問に技術者が回答している。セミナーの詳細は当社のウェブサイト(<http://www.kodamacorp.co.jp>)で案内している。

今年のJIMTOFはあいにくオンラインになってしまったが、工作機械メーカー各社が革新的な新製品を発表し、多くの企業が将来に向けてそれらを導入するであろう。工作機械をフル活用するためのヒントを1社でも多く当社のセミナーで見付けていただければ幸甚である。