

3Dデータから 加工データを得る

——そのメリットと問題点

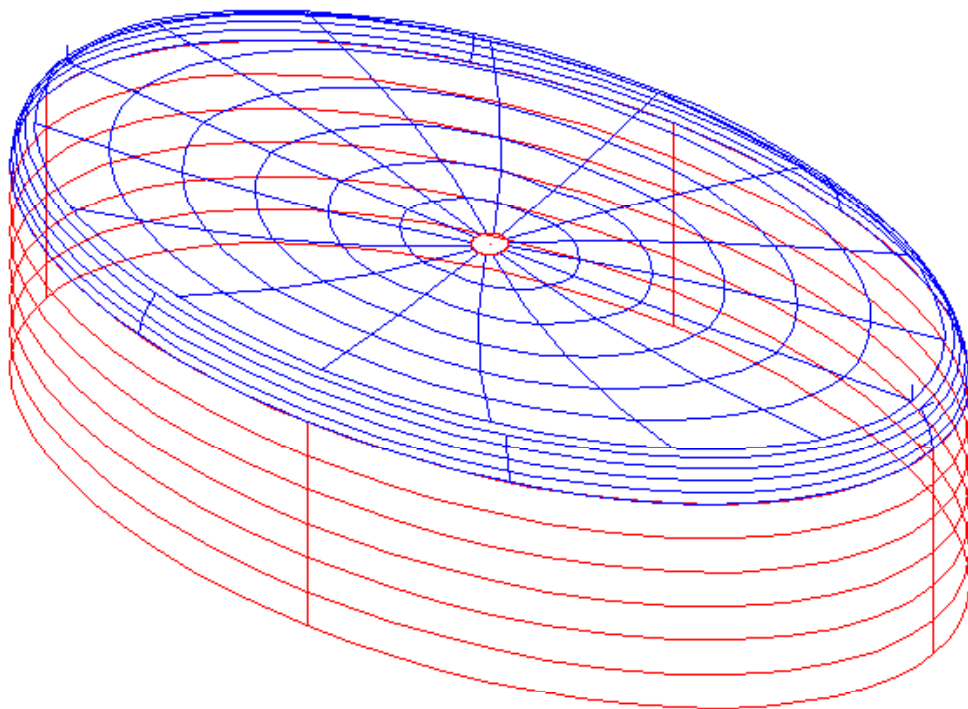


図1 サーフェスでモデリングした接点キー

この秋、JIMTOF が大阪で開催されたが、最近、日本の工作機械関係の展示会では CAD / CAM の出品数が減少し、代わって CAD / CAM ・コンピュータ関連の展示会に多くの製品が出展されるようになってきた。また、最近の CAD / CAM 製品のほとんどが3次元系になっている。

今回の JIMTOF でも、2次元系を中心に出展していたのは数社で、とくに工作機械メーカーは自社製品として2次元 CAM を持っても、3次元製品（とりわけ海外製品）だけを CAD / CAM システ

ムとして出展しているが目についた。

従来、3次元システムというと金型加工向けという位置づけになっていたが、それほどたくさんの金型業者があるわけではなく、最近増えているというわけでもない。また、世の中の機械部品のほとんどが3次元（同時3軸以上の）加工を必要とするものになってしまったということも聞かない。

たしかに、身のまわりの製品を見ると、自動車のボディをはじめとして、携帯電話、ラジカセ、掃除機などの家電製品やカメラ、ペットボトルなどの容

器類も、複雑な曲面でデザインされているものが多い。そして、これらのケース類は金型で成形されたものである。

しかし、この不景気の中で金型業界だけが好況で、こぞって金額の高い 3 次元システムを売りつけようとしているわけでもない。

今年に入ってから、各自動車メーカーによる 3 次元 CAD / CAM の大量導入と、系列・下請けをも含めた傘下への同一システムの設備促進が話題となった。これによって、3 次元 CAD / CAM を軸として新車開発期間の短縮と効率の良いシステム構築を推進するというものである。

この部門の担当者は、「部品製造の発注先に同じ CAD / CAM の導入を強制しているわけではない」としながらも、「今後はこのシステムの CAD データを生みの形でしか出さず、データ交換用のフォーマットへの変換は行なわない。」「何台も設備しろと言っているわけではない。一台あればデータを受け取れるし、たかが千数百万の投資ではないか。」という。

さらに、「世界レベルの競争に勝つためには不可欠な計画で、これに対応できない会社はいらない。この厳しい状況の中で贅肉を落とすのにちょうどよい」というような話も聞かれる。

自動車メーカーがこれまでにして 3 次元 CAD / CAM を集中的に導入しようとしているのは、デジタル・モックアップやデジタル・ファクトリが現実のものになりつつあるからである。これは、コンピュータ上に現実の工場の業務を再現し、実際の品物をつくらずに、その過程で発生する問題をシミュレートすることで試作回数を大幅に減らすという技術である。

これによって、開発期間の短縮と開発コストを削減しようというわけだが、そのためには社外を含む製造の全工程で製品開発に関わる情報を共有することが前提となり、全体をコントロールしやすい同一システムの導入が要求されることになる。しかし、これがうまく機能するようになるには、かなりの時間を要するだろう。

3 次元化の流れと利用法

このように、金型加工に限らず 3 次元化が大きな流れになってきてはいるのだが、いまの 3 次元 CAD / CAM の増殖ぶりは、売る側の論理によっているところも少なくないと思われる。つまり、“人

間がやらなければならないむずかしい処理をしてくれる”、“見映えの良さ”、“機械が自動的にやってくれる”、“新しいものへの興味”といったことを煽っている部分がかかなりある。

本当にこんな方法で誰にでも機械部品や金型がつかれるものなら、明日から金型屋や機械屋はお払い箱になってしまうだろう。

ただし、ケースのような外観部品の設計には 3 次元 CAD がかなり使われるようになってきたのは事実だし、複雑な動きや熱や力のかかり方を解析しながら設計する場合には、3 次元 CAD がその威力を発揮している。

例えば、リモコンや電話などに使われているボタン型の接点ゴム金型の場合、以前は四角や丸のボタンが平らに並んでいるだけだったが、いまはこれが隋円や異形状になり、しかもカメラや携帯電話などになるとケースの曲面に沿って並んでいる。

このような部品を加工するには 3 次元加工を行なわなければならない、これまでの 3 面図で描かれた図面や 2 次元の CAD データを渡された場合は、実際にどんな曲面になるかを想像しながら 3 次元のモデリングをすることになる。このときに使用されるソフトは、通常、サーフェスマデラーで、さまざまな種類の曲面の中から最も適切と思われるものを選んで、1 面ずつ形状を作成していく。(図 1)

ただし、実際にこれを行なうためには、サーフェス作成の知識と経験、そしてセンスが要求されるため、習熟するようになるまでには時間がかかる。しかも、できあがった曲面が設計者の意図したものと同じにならない場合もある。そのときには、試作品をつくっては検討し、修正するということを何回か繰返さなければならない。

また金型屋から見ると、携帯電話を設計したメーカーとの間に接点ゴムを製造する部品メーカーが介在しているため、ここを通すための時間と手間がかかり、納期が厳しいものになってくる。

ところが、最近は製品メーカーから 3 次元の CAD データが提供されることが多くなり、そのサーフェスデータを適切に読み込んで型データに修正し、3 次元のカットパスを作成しするようになってきた。この方法なら上記のような問題は解消される。

さらに、CAD データの受け渡しは電子メールで行なわれるので、余分な時間をかけず、居ながらにして受け取りと確認を行なうことが可能である。

このようなユーザーの例では、ミッドレンジの

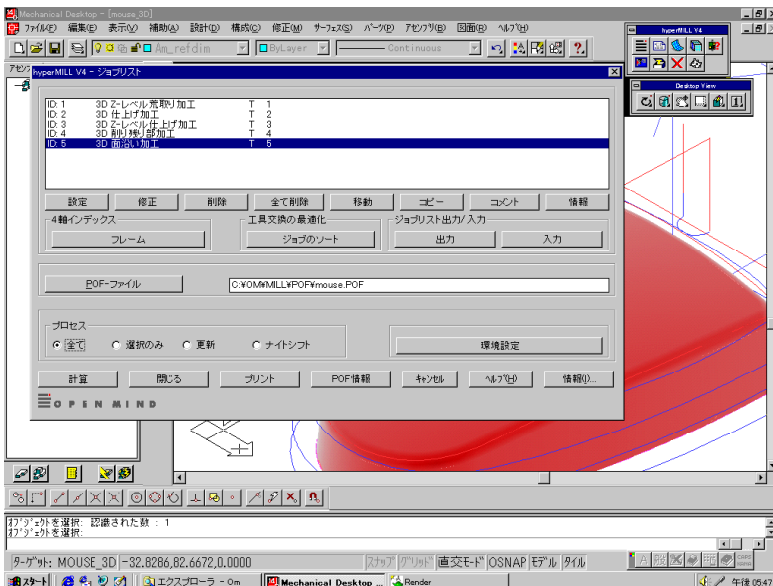


図2 3次元CAMの加工機能一

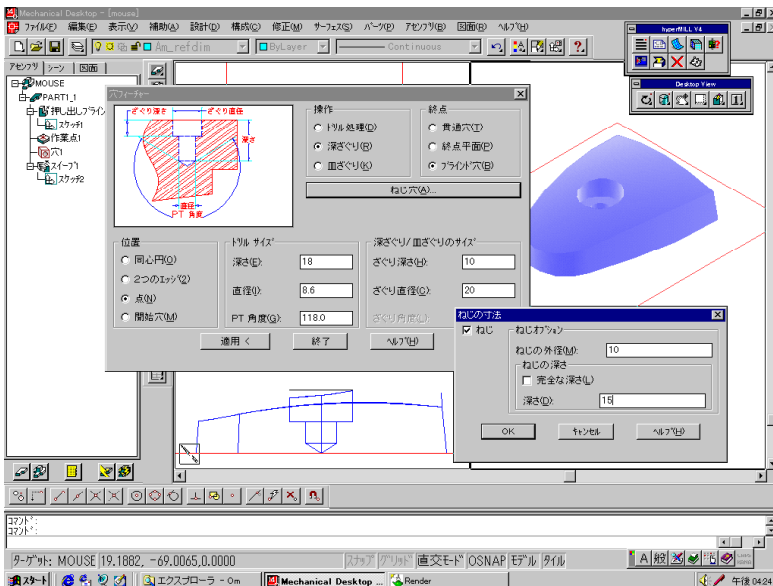


図3 ソリッドモデラの穴チーチャ

3次元CAD(100万円弱の製品)をWindowsパソコンで使用し、CADデータの取り込みや3次元モデリング、修正を行なって、同じ環境で動く別のCAMシステム(200~300万円のソフト)で3次元加工用のNCデータを作成している。

通常、金型メーカーと製品メーカーで使用しているCADは、それぞれ異なるソフトを使用することになるので、3次元のCADデータは汎用のデータ交換フォーマットであるIGESで受け取ることになる。

このときに問題になるのは、メーカーの設計データには金型とは関係のない部分も描かれていて、ソ

リッドでモデリングされている場合には、製品の内側を含めたすべての面のサーフェスデータがあり、かなり大きく重いデータになっているということである。

こうなると、データを読み込んでから不要な面を削除する操作が必要であることはもちろん、受け手側のCAD/CAMの動作が遅くなって操作性が悪化してくる。また、5MB以上、時には数十MBのデータになるとインターネットメールでは扱えなくなり、MO(光磁気ディスク)などで送ってもらわなければならない。

機械部品への利用

最近のCAMの3次元カットパス作成機能には、等高線荒取りや仕上げ、ならい形式の仕上げ、面沿い、平坦部加工、取残し部自動加工、肉厚一定などの多彩な機能があり、さらに工具干渉(ガウジ)回避やパス落ち(面と面のすきまにカットが落ち込む)防止も行なっているため、比較的楽にNCデータの作成が行なえるようになってきている。えます。(図2)

ただし、NCデータのメイン、サブを利用して多数個取りを行なったり、加工面の割出しが簡単に行なえない、とくにMCを効率よく稼動するNCデータを直接作

成できなかつたり、等高線加工でもすべて直線切削(G01)で出力してデータが非常に長くなるといった問題があるものも少なくない。

ある例では、カーメーカーから試作部品を3次元CADデータで受け取り、これからNCデータを作成して高精度・短納期に対応しようとしているところがあった。ここではカーメーカーと同一のシステムを導入しているため、生のCADデータをそのまま読み込んで使用しているが、設備投資には1セットで2000万円ぐらいかかっている。

現在の3次元CADは、大部分がソリッドモデリングになっているため、ここで受け渡されるデータ

はソリッド形式である。そして、ソリッドモデラーの多くは履歴方式になっているため、その製品をモデリングした過程が確認できるとともに、設計者がどのようにモデリングを進めてきたかを理解することができる。また、元のモデリングがパラメトリック手法で行なわれていれば、後から寸法変更も行なえる。

3次元のモデリング手法には、サーフェスマデリングとソリッドモデリングがあるが、最終的にCAMが扱うのはサーフェスデータになる。

従来のCAD/CAMは、サーフェスでモデリングし、それを元にカットパスを計算してNCデータを作成していた。これはCADそのものの使用方がクルマのボディや家電製品などのケースの曲面をデザインし、設計するというものだったからである。

それが、現在ではハードウェアの発達もあってソリッドモデリングが可能になり、とくにスケッチャーやパラメトリック変形、フィーチャベースモデリングの手法が確立してからは、機構のある通常の機械設計でも使われるようになり、機構動作による干渉チェック（ソリッドモデルでは立体的な干渉が確認できる）や応力解析による部品形状の最適化を行ないながら機械設計を進めていくのに利用されるようになってきた。

その結果、金型などの3次元曲面が必要なものだけでなく、一般の機械や自動車のような複雑で点数の多い部品設計にもソリッドモデリングが使われるようになってきたのである。

ただし、自由曲面の多い部品はソリッドだけではモデリングができず、サーフェスマデラーとの併用が必要である。

逆に便利なことは、例えば四角形を押し出すと6つの面を持つモデルが一度につくられたり、連続する曲面のエッジに一括でフィレット（R面取り）をかけられるといったことがある。サーフェスマデラーでは、側面は同時に作成できても上下の面は別々につくらなければならない。

NCデータを作成するためのCAM操作の半分は、この形状モデリングにあるので、CAD（設計部門や外部）で加工に必要なモデルが作成されていれば、NCデータの作成効率は大幅に向上する。また、最近、このソリッドモデリングの中のフィーチャを利用して、穴あけ加工を含む2次元加工のNCデータを自動作成する（と言ってる）システムがいくつ

か出てきている。

フィーチャとは「特徴」という意味で、ソリッドモデリングを行なうときに、押し出してつくったとか、回転させた、穴をあけた（ドリル穴、ねじ穴、座ぐり穴など。（図3））などの各部分ごとの形状の特徴を指定・記憶しておくものである。

これによって、後からモデル内のデータを調べれば、例えば「ねじ穴」部分だけを拾い出すことができるので、あたかも何の注釈もないCADデータからタップ加工のNCデータが自動的に作成できたように見えるようになる。

フィーチャは比較的新しい言葉なので間違った言い方をされることがあり、ある展示会の3次元CAD/CAMのブースで、「バック・トゥ・ザ・フューチャーのフューチャーです」と言っているのには呆れたが、この業界もいい加減なものである。もっとも、ユーザーにとってはフューチャー（未来）でもフィーチャーでもよく、カッコ良く絵を見せられると妙に納得してしまうところがある。

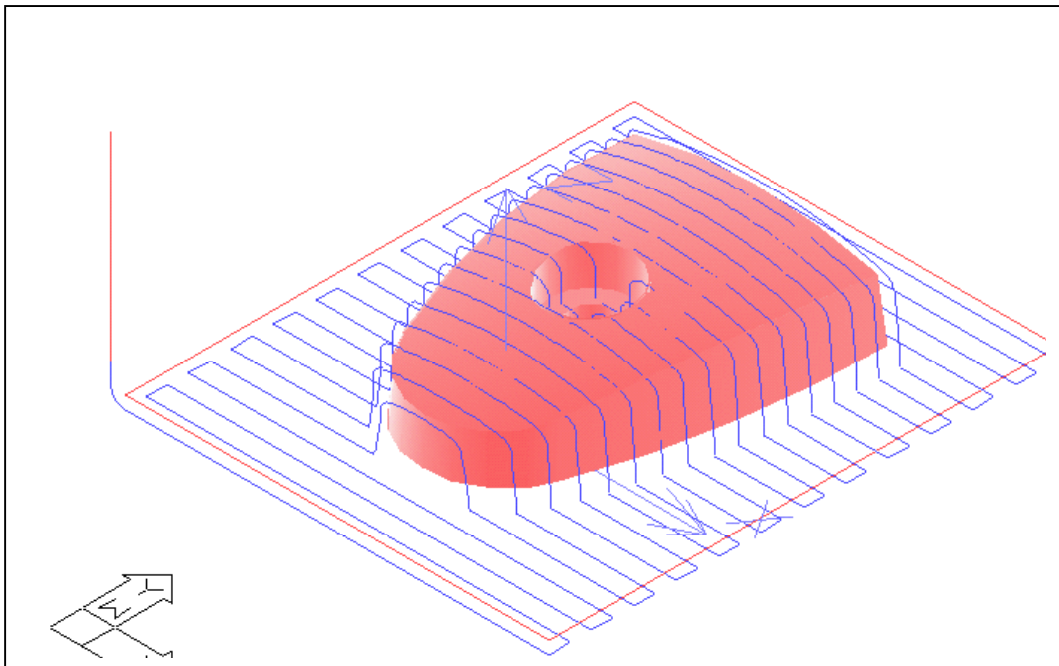


図4 面上の穴にエンドミルが入ってしまう

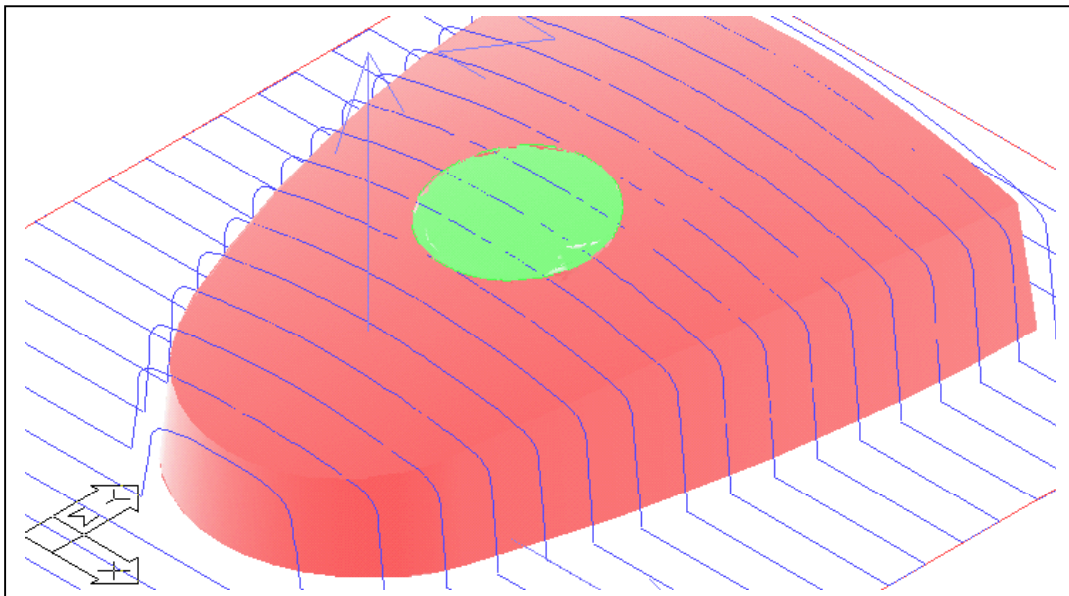


図5 穴にサーフェスで蓋をして面加工を行なう

CAMデータを得るための問題点

ところで、3次元データから実際にNCデータをつくらうとすると、サーフェスでもソリッドでも、ある面に穴があいていると、そこにもエンドミルが入ってしまうことになる。通常は面を加工してから穴をあけるのだが、そのためには穴のない面をつくり直す必要がある(図4, 5)。

また、設計者は丸くくぼんだ部分のモデリングには操作の簡単な穴フィーチャを使用するので、フィーチャだけでは穴加工部なのかエンドミル加工部

なのか、鋳抜き穴なのかわからない。別の属性を付けてやれば判断は可能だが、設計者にとっては余分な操作であり、加工に関するかなりの知識が要求されることになる。

フィーチャのメリットでよく言われるのは、正面から見た丸がボスか穴かを判別できるということだが、2次元CADでも色やレイヤ、グループ図形などで識別できるので、CAMへつなく場合のメリットとはいえない。

その他、CAMへ渡すデータとして問題になることに公差の処理がある。加工上は公差の中間を狙うことになるわけだが、元のモデルが公差抜きでつくられていると、CAM操作ですべて修正しなければならない(ソリッドデータを扱えるCAMの中には公差処理を自動で行なうものもある)。

パラメトリック変形の機能を使えば寸法修正はできるが、そもそもソリッドデータには公差がないので、特別な仕掛けが必要になる。

また、公差があるということは相手があるということなので、単体の部品データだけではモデル全体をどう変形するか決めようがない。

金型のベースのように加工内容もパターンも固定できるものでは、ソリッドモデルからNCデータを自動作成できるかもしれないが、応用性に乏しいものであることは疑問の余地がないだろう。

いずれにしても、ここであげた問題点は2次元の時代から残っていることで、2次元、3次元に関わりなくCAMで扱うデータの性質からくるものである。

製造側へ正確な情報を渡すためには、たとえ3次元ソリッドモデルの時代であっても、従来どおりの図面にして、モデルデータと共に受け渡しているのだから、それを基にして2次元CAMで処理することは当分の間有効だといえる。

ましてや、2次元のNCデータを得るために、3次元ソリッドでモデリングするなどということは、まだ論外といえる。

現状では、3次元ソリッドモデリングやサーフェイスモデリングが、実際どのようなものなのかを理解しておくことが重要で、CAMに関しては2次元、3次元の区分を含めて目的に応じて使い分ける必要がある。

ともあれ「フューチャ」に騙されて未来を辛くしないことが大切である。