



GIBBSCAM 2025 CAM for  
Production Machining

バージョン2025, 2024年 9月

---

4-Axis



GIBBSCAM

# 目次

---

<b>4-AXISの基礎</b>	<b>4</b>
4-Axisについて	4
4-Axisと回転加工(Rotary Mill)の比較	4
用語	5
モデル	8
4-Axisとは?	8
図形	9
ソリッド	9
ツールパス	9
<b>4-AXISの使い方とインターフェース</b>	<b>10</b>
4-Axisのインターフェースについて	10
加工アイコン	10
4軸輪郭加工	11
輪郭加工に使用する図形	12
輪郭加工の例	12
輪郭プロセスダイアログ	14
一般データ	15
アプローチ/戻り	16
リードイン/アウト	18
ツールパス	20
禁止面	25
ポケット切削領域	26
カーブ	26
深さ	27
工具移動	28
線分割	29
4-Axisでの食い込み	30
4軸ポケット加工	32
アプローチ/戻り	32
スピンドル送り	33
加工	33
ツールパス	34
線分割	34

---

---

カスタム進入/逃げ .....	35
-----------------	----

---

<b>付録 .....</b>	<b>36</b>
-----------------	-----------

参考になる公式 .....	36
---------------	----

回転角度の計算 .....	36
---------------	----

用語解説 .....	37
------------	----

---

<b>表記について .....</b>	<b>39</b>
---------------------	-----------

テキスト .....	39
------------	----

グラフィックス .....	39
---------------	----

---

<b>オンラインリソースへのリンク .....</b>	<b>40</b>
-----------------------------	-----------

---

<b>索引 .....</b>	<b>41</b>
-----------------	-----------

# 4-Axisの基礎

- ・ 4-Axisについて
- ・ “モデル” 8ページ
- ・ “ツールパス” 9ページ

## 4-Axisについて

4-Axisモジュールは、3D図形の同時4軸加工を提供し、Y軸オフセットもサポートします。Y軸オフセット機能は、4-Axisモジュールと、ツールの中心線がワークの中心を通る必要がある、回転加工 (Rotary Mill) モジュールとの違いです。4-Axisモジュールは、Mill、回転加工 (Rotary Mill)、Mill/Turn、Advanced CS、およびMTMモジュールとの互換性があります。

ソリッドモデルから作業する場合、加工する図形のインポートし抽出するためにSolids Importモジュールが必要となります。2.5D SolidsまたはSolidSurfacerモジュールをお持ちの場合、4-Axisモジュールでは追加的な機能が利用できます。これらのソリッドベースのモジュールでは、工具軸の制御に面や図形を選択できます。



4-Axisは直接ソリッドを加工しないことにご注意ください。ソリッドは図形の抽出と、場合によっては工具軸の制御に使用されます。4-Axisには、ソリッドの食い込み保護機能はありません。

このガイドをお読みになる前に、少なくともMillモジュールに慣れておく必要があります。ソリッドを使用する場合には、2.5D SolidsまたはSolidSurfacerモジュールについても知っておく必要があります。本ガイドには、他のGibbsCAMモジュールの使い方のおさらいは含まれていません。

4-Axisモジュールを起動するには、2個のDLL (...¥Plugins¥4-Axis¥フォルダにあります)と、この機能向けに設定されたハードウェアキーまたはNLOライセンスが必要です。4-Axisの出力をサポートするには、ポストプロセッサをアップグレードする必要があります。ポストプロセッサのアップグレードについては販売店にお問い合わせください。

## 4-Axisと回転加工(Rotary Mill)の比較

4軸MCのプログラムには、回転加工 (Rotary Mill) または4-Axisモジュールを使用できます。ただし、これらのモジュールの機能、プログラムできるワーク、生成するGコードは大きく異なります。どのオプションを使用するかは、加工するワークのタイプ、およびこれらのワークがどのように定義されているかによって決まります。

機能	回転加工 (Rotary Mill)	4-Axis
内容	円筒を包む「平坦な」図形からの工具動作をプログラムします。	ソリッドモデルから生成できる3D図形から工具動作をプログラムします。

機能	回転加工 (Rotary Mill)	4-Axis
ワークの作成元	平面または円筒図形を作成するCAD機能が含まれています。IGES、DXF等から平面図形をインポートすることができます。3D図形を平面/円筒にする、またはその逆を行うことも可能ですがこれにはあまり適しておらず、単一の360° 図形に制限されています。従って、ソリッドモデルや3D図形で定義されたワークに回転加工 (Rotary Mill)を使用するのは厄介な作業です。	インポートしたあらゆるソリッド、サーフェス、あるいは3Dワイヤーフレーム図形を使用できます。「平坦な」図形は使えませんが、そのため図形をラップするための、変更、ラップ、ラップ解除ツールが用意されています。
深さとテーパー	一定の深さの加工に適していますが、テーパ面には適していません。	一定の深さの加工が最適ですが、テーパ面に対する様々な機能も用意されています。
壁の角度とYオフセット	軸の長さや回転角度の寸法を持ったワークに適しています。工具は必ず円筒ツールです。ツールパスにはYオフセットはなく、側面角度オプションも制限されています。	様々な側面角度の向きおよびYオフセットをサポートします。
Y軸の互換性	一部のMill-TurnおよびMTM機械のようにY軸を持たない機械にも適しています。	Y軸を持つ機械に適しており、Y軸を持たない機械には適していません。
ワークの種類	ローラーダイ、工具の中心線溝など、平坦な図形で定義されたワークに適しています。Mill/TurnおよびMTM向けの正面およびOD切削機能もあります。	コアテクノロジーはProAXYZ 5asと共通であり、基本的に5軸システムです。多くの機能をこのテクノロジーから得ていますが、単一ブロックのマルチ回転出力を生成する特殊なケースには最適化されていません。
ポスト互換性	回転加工 (Rotary Mill)をサポートするポストプロセッサが必要です。3軸Mill、Mill-Turn、MTMと組み合わせることはできますがAdvanced CSポスト(5軸位置)あるいはTMSとは組み合わせることはできません。	すべてのGibbsCAMポストはアップグレードして4-Axis (あるいはProAXYZ 5as)との互換性を持たせることができます。4-AxisはTMSポストプロセッサに組み込むことができますが、TMSオペレーションと4-Axisオペレーションを同じワークにプログラムすることはできません。どちらか片方のみ可能です。
補間オプション	CNC極補間および円筒補間出力オプションをサポートします。	極補間および円筒補間出力オプションをサポートしていません。
マルチレボリューション出力	回転加工 (Rotary Mill)は最適なマルチ回転Gコードを出力し、Gコード1行で制限なく回転を行うことが可能です。	4-Axisは単一行あるいは単一ブロックのマルチ回転出力を生成しません。

## 用語

4-Axisモジュールは、GibbsCAM製品ラインに様々な新しいコンセプトをもたらすものです。これらのコンセプトについてはご存じのものもあるかと思いますが、定義をお読みになり4-Axisでどのように使われているかを理解されることをお勧めします。

**プリズム形状**

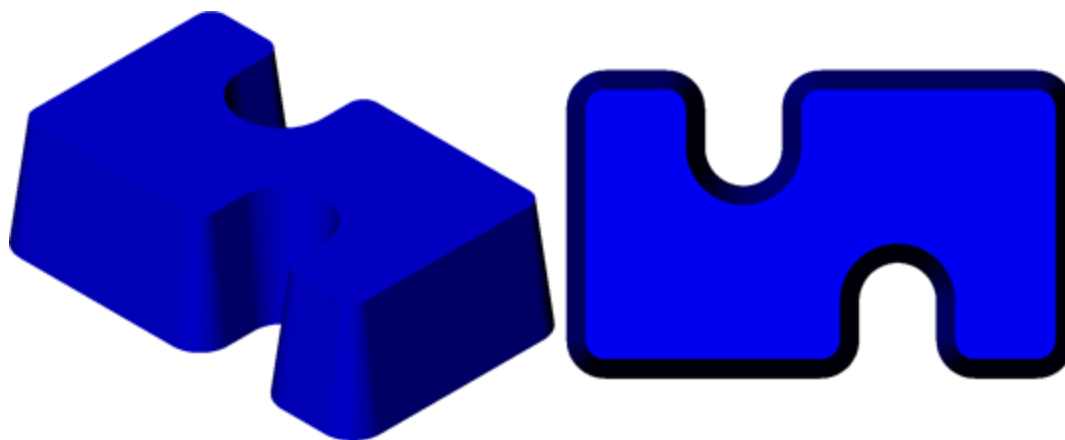
プリズム形状(サーフェスまたはソリッド)は深さ方向の軸に沿って押し出された2D輪郭です。たとえば、XY方向では2Dであり、Z方向に延長された形状です。2軸Millワークはプリズム形状の組み合わせです。

**スイープ面またはスイープソリッド**

スイープ面またはソリッドは、閉じた形状を中心に輪郭を動かして作成される3D形状です。輪郭が直線であれば、3D形状はルール面と同等です。閉じた形状がXY方向で2Dであり、直線がZ方向に平行であれば、プリズム形状のソリッドが作成されます。

**ルール面またはルールソリッド**

ルール面またはソリッドは、閉じた形状に沿って直線を動かし、直線のもう一端は2番目の形状に沿わせることにより作成されます。2つのHV形状が同じで、Dだけがオフセットされていれば、プリズム形状になります。この場合、ルールド直線は常にDに平行となります。

**円筒**

円筒とは、回転軸を基準にして定義されたものを指します。

**円筒深さ**

円筒深さとは回転軸からの距離です。

**円筒線**

円筒線とは回転軸を通り、回転軸に垂直な直線です。

**円筒形状あるいは円筒輪郭**

円筒形状とは、回転軸を中心とした円筒上の形状です。2D形状あるいは輪郭と同様のものです。

**円筒面**

円筒面とは輪郭が円筒線であるスイープ面です。通常、円筒線が円筒形状の周囲をスイープします。ルール線が円筒線であるルールド面も円筒面です。

**円筒状プリズム**

これは円筒状のプリズム形状です。

ソリッドには壁と底面があります。円筒状プリズムのソリッドは、円筒面である壁と、円筒の床面を持ち、すべてが同じ回転軸を持っています。壁は工具の側面で加工でき、床面は工具の底面で加工できます。

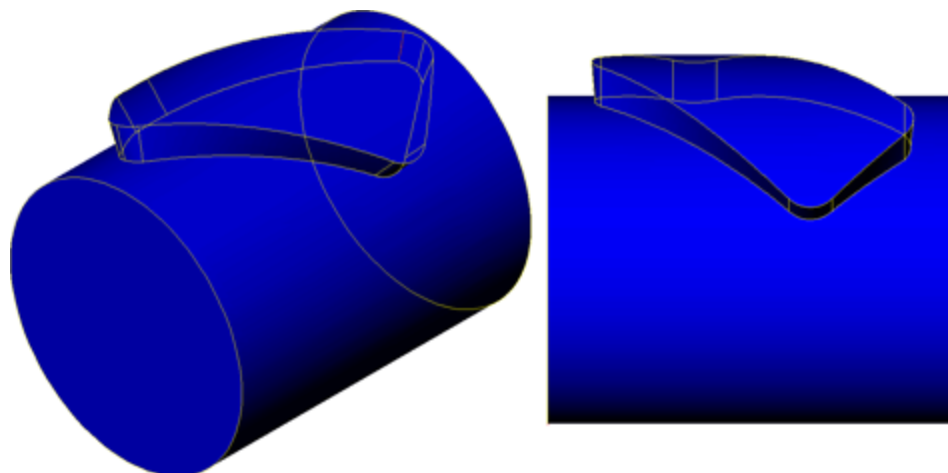
2軸加工と3軸加工の大きな違いは、2軸加工では壁の加工は工具の側面で仕上げ、床面は工具の底面で仕上げますが、3軸加工では全てを工具接触点の正接点で切削します。同じ違いが、円筒状プリズムの回転加工(壁の加工は工具の側面で仕上げ、床面は工具の底面で仕上げる)と全てを工具接触点の正接点で切削する自由形状回転加工にもあります。

### 自由形状

自由形状とは、任意の形状のソリッドを指します。自由形状の回転切削は多数のパスを使用して行われ、工具の正接接触点を使って加工します。

### 可展面

可展面とは、工具(円筒形加工)の側面で正確に切削できる面です。可展面は、すべてのルール面に一定の法線ベクトルを持ったルール面です。可展面は工具の円筒接触点のサーフェス線(カーブではなく)と平行なサーフェス法線ベクトルを持ちます。プリズム面は可展面です。ほとんどの円筒面、ルール面、スイープ面は可展面ではありません。非可展面を切削する安全な方法は、低速で高価な3軸あるいは自由形状回転切削を使用することです。面が可展面でない場合、工具のオーバーカットが生じる場合がありますが、これは多くの場合問題ない程度、あるいは許容誤差内です。



可展面のボスを持つソリッド

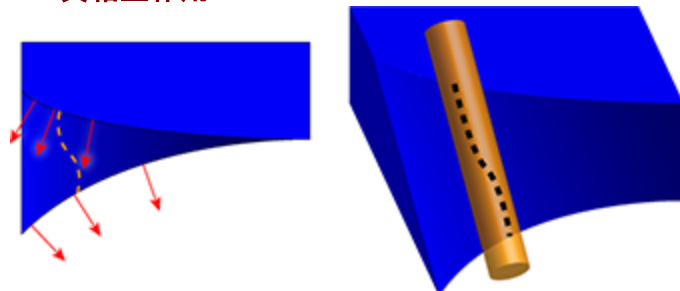
多くのワークが単一パスで工具側面を使用して回転テーブル上で切削することができるように見えますが、本当にその方法で切削できるのでしょうか？ 正確に切削できるのでしょうか？ できないことの方が多いと言えます。通常、問題ない程度あるいは「許容誤差内」で加工できます。

ワークの切削をさらに難しくしている問題は、CADソフトウェアとエンジニアが回転移動を含む工具とワークの図形的関係を理解していないことが多いということです。ソフトウェアおよびエンジニアはワーク上の重要でない部分についてはあまり注意を払わないケースが多いと言えます。そのため、円筒状プリズムの4軸手法では加工できないモデルが作成される場合があります。結果としてほとんどの4軸円筒加工ではソリッドモデルを正確に加工することにはなりません。ほとんどの4軸加工においては顧客が実際に何を望んでいるかを理解することが重要です。たとえば、どの部分が重要でどの部分がそうでないか、これを理解すること、そして実用的かつ効率的に4軸加工を適用する製造上の判断が重要となります。

しかし良いニュースは4-Axisではユーザーが選択した切削手法を、ユーザーが選択したやりかたでモデルに適用する柔軟性が提供されていることです。4-Axisでは、最適とは言えない構成のソリッドモデルにユーザーが縛られる必要はありません。

**遷移要素**

遷移要素とは、フィレットなど2つのサーフェス間のパッチとして考えることのできる要素です。遷移要素をモデル化すると、可展面になることはほとんどありません。通常、フィレットを追加すると、モデラーは2つの平面間に円錐を指定せず、片側(通常上面の半径)だけに沿って定義されたスイープサーフェスを使用します。

**工具相互作用**

工具(円筒形)は一般にルール面を切削できません。工具は面法線に従ってサーフェスのカーブに沿って進もうとします。ルール面上の面法線はいろいろな方向を向いています。その結果接触点が直線になりません。工具のあちこちが食い込み、あるいは余分な材料を残し、不完全な面が作成されます。エラーの大きさは工具の大きさと法線の違いの大きさに比例します。

**ワーク中心**

GibbsCAMはワーク中心、つまりワークの視点で表示します。これは、ワークが固定されており工具が周囲を移動するように見なし、説明することを意味します。機械の動きについては考えません。切削をCPRに表示される通りに考えますので、回転テーブル型機械でワークが回転している場合にも工具がワークの周囲を移動するかのように説明します。

**4軸サーフェス**

4軸サーフェスとは4軸機械で十分適切に切削できるサーフェスです。

**4-Axis**

4軸の円筒状プリズムワークを加工するためのGibbsCAMモジュールです。

**ProXYZ 5as**

5軸の自由形状ワークを加工するためのProXYZモジュール。

**回転加工 (Rotary Mill)**

円筒図形の4軸Mill加工用GibbsCAM製品オプションです。

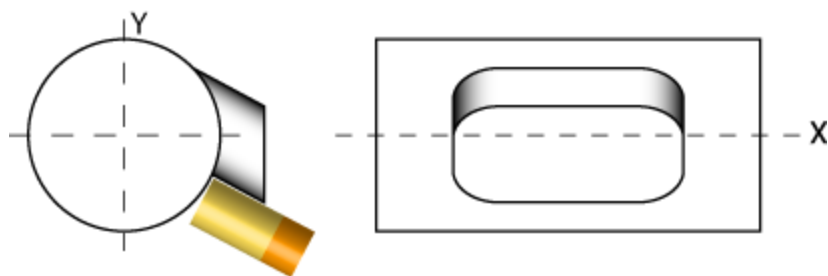
# モデル

## 4-Axisとは？

4軸機械で加工できないワークを識別する方法を学ぶことは重要です。一般に、4-Axis のワークでは、回転軸に垂直な直線(Y軸に平衡)は真上から見た場合に重なっていません。以下の画像は4-Axisで加工できるワークです。形状は比較的シンプルなものですが、4-Axisで加工できます。ボスの壁は互いに重なっています。円筒ではないため、ボスの角度がおかしいように見えますが、



4軸機械で加工できます。Yに沿った壁は円筒で、工具角度を変更してコーナーに入ることができます。



加工できないように見えるが、加工可能な4-Axisワーク

## 図形

4-Axisモジュールは選択された図形を使用して切削の形状と方向を制御します。ソリッドモデルを使用する場合、加工したい図形を選択します。加工する図形は、円筒状プリズム – つまり、軸を中心に放射状でなくてはなりません。円筒状プリズムは、工具の底部あるいは側面を使って直線または円弧で仕上げることができます。円筒状プリズムでない場合、あるいは工具の接点を使って仕上げなければならない場合、多数の小さな動きが必要となりおそらく5軸機械で加工する必要があるでしょう。

元になるのが図面か、2D図形か、あるいはソリッドであるかを問わず、4軸ワークを加工する上での問題については知っておく必要があります。ルール面、遷移要素、フィレットのモデリング、ツールとワークの相互関係などにより、設計されたとおりには物理的に切削できないフィーチャーが存在する場合があります。このようなケースでは、機械技術者は、結果が許容誤差範囲内である、あるいはクライアントのニーズを満足する結果であるかどうかを判断しなければなりません。

## ソリッド

4-Axis製品モジュールはソリッドをサポートし、ソリッドを使ったオペレーションの作成機能があります。しかし、ソリッドがどのようにモデル化されたかによって、難しいケースもできます。図面上4軸の円筒状プリズム形状ワークのように見えても、そのようにモデル化されていない場合もあります。特に遷移要素を使用している場合などがそうです。ルール面、作成可能なサーフェスの種類、遷移要素、工具の動きに関するあらゆる情報は、ソリッドを使用する場合にも適用されます。

ソリッドが4-Axisにもたらすものは図形の抽出と、より重要な機能として面を選択して工具の軸を制御することです。もちろん、サーフェスがルール面であれば、システムはユーザーのニーズと入力に基づいて最適な出力を試みます。

## ツールパス

4-Axisはポケット加工、輪郭加工という2つのオペレーションに使用します。ポケット加工では、円筒状の側面を持つ領域を除去します。輪郭加工は選択されたジオメトリに沿い、工具の底面あるいは側面で切削します。すべてのクリアランス、進入/逃げ、切削の動きは4-Axisモジュールで定義、制御されます。

現状では4-AxisはIDマシニング機能はありません。これは将来的な機能強化項目です。

# 4-Axisの使い方とインターフェース

- ・ [4-Axisのインターフェースについて](#)
- ・ [“加工アイコン” 10ページ](#)
- ・ [“4軸輪郭加工” 11ページ](#)
- ・ [“4軸ポケット加工” 32ページ](#)

## 4-Axisのインターフェースについて

4-Axisモジュールは、GibbsCAMプラグインとして開発されています。プラグインは、GibbsCAMに統合されていますが、その動作方法には若干の違いがあります。たとえば、4-Axisダイアログはモーダルです。つまり、ダイアログが開いている間は、選択を変更できません。プラグインでは、開始点、終了点のマーカを使用しません。プラグインは、透明度などのウィンドウやインターフェースのオプションをサポートしていない場合があります。

## 加工アイコン

4-Axisオプションにより、加工パレットに2つのアイコンが追加されます。1つは4-Axis輪郭加工、もう1つは4-Axisポケット加工です。



1. 輪郭加工
2. ポケット加工

他の加工プロセスとは異なり、プロセスを作成する前に図形(点および直線または円弧)を選択することをお勧めします。これにより、プロセスは適切に図形データを設定することができます(詳細は“[カーブ](#)” 26ページを参照してください)。これ以外では、4-Axisのプロセスの作成は他の加工プロセスと同じです。4軸輪郭加工または4軸ポケット加工アイコンをプロセスリストにドラッグし、同じタイトルに工具を追加してください。オペレーションに対するパラメータを設定するダイアログが開きます。

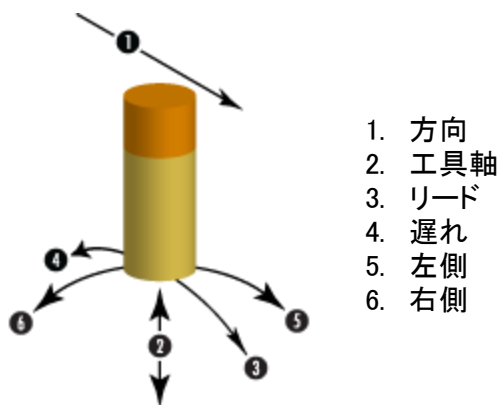


## 4軸輪郭加工

4軸輪郭加工の基本的な目的は2つあります。工具の通るパスを制御すること、そして工具がパスに沿って動く際の角度(傾斜)を制御することです。

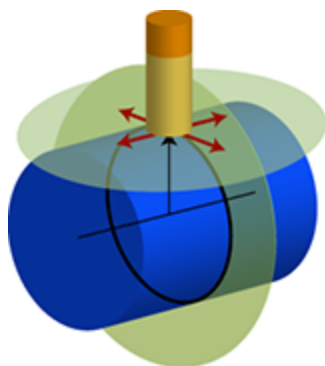
工具の通るパスを制御するためには、輪郭加工では入力として図形パスを必要とします。輪郭加工では、切削の開始から終了までの図形パスを通る「制御点」のコンセプトに基づいて、一連の工具の動きを計算します。デフォルトで、輪郭加工は切削全体を通じて工具の先端をこの制御点上に位置づけます。パラメータの指定により、工具がパスに沿って動く際この制御点から工具の位置を変化させることができます。工具は制御点から上下左右にシフトさせることができます。工具位置の変化は元のパスと移動の制御点を元に計算されます。

制御点のコンセプトと同様に、輪郭加工では工具の角度または傾斜を制御する方法があります。「制御線」は工具のパス上のあらゆる位置で計算されます。制御線は「円筒線」です。つまり、機械の回転軸の回転中心と、制御点を通る線です。さらに、この線は機械の回転軸に垂直です。デフォルトで、工具の角度あるいは傾斜はこの制御線にぴったり平行に設定されます。パラメータの指定により、この制御線から工具の傾斜角度を変化させることができます。これにはソリッド面を使用することもできます。工具は制御線から前後左右に傾斜させることができます。工具角度への変化は、この制御線から計算されます。



### 工具軸コントロール

さらに、制御点を通り、制御線に垂直な平面を考慮すると便利な場合があります。この平面は制御点が切削の図形パスに沿って動く各位置で計算できます。制御点から左または右へのシフトはこの平面内で計算されます。そして制御点から上または下へのシフトはこの平面に垂直に計算されます。



## 輪郭加工に使用する図形

輪郭加工に使用する図形には、角コーナーがあってはなりません。内部コーナー（円筒形の接平面から見て）は加工方向に垂直の値よりもかなり大きい必要があります。外部コーナーには半径は必要ありません。許容誤差の値は半径より小さい必要があります。図形を抽出する前にモデルにフィレットを追加するか、より小さい工具を選択する必要があります。

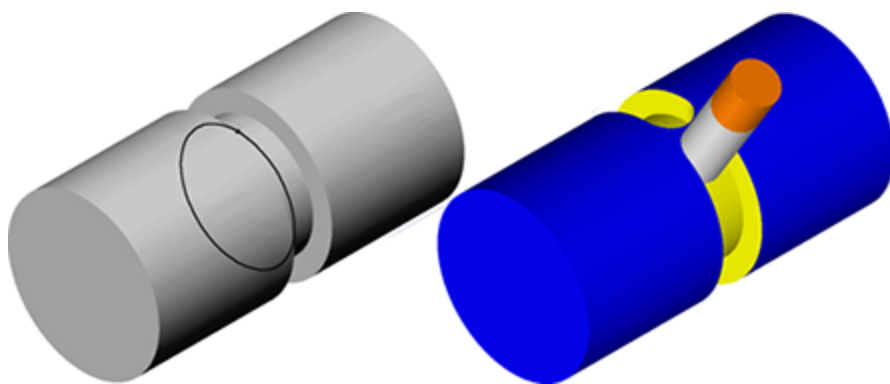
## 輪郭加工の例

この例では、4軸立型MCでX軸を中心に回転するA軸を使用します。形状はシンプルで、Y0、Z0の回転軸を中心としたYZ面の円です。

### 例1

直径50mmのシャフトがあり、深さ6mm、幅13mmの溝を周囲全体に切削します。溝の底面中心には直径38mmの円形があります。13mmの工具を使用して溝を加工します。図形を選択し、オプションを何も

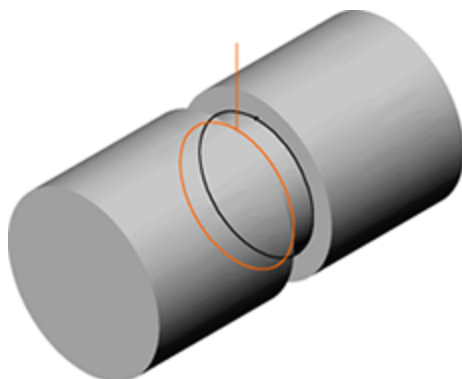
チェックせずにオペレーションを作成します。工具は、回転軸の中心線を通り、Yオフセットは0で、径方向を保ちながら溝を切削します。



溝の中心にある図形と、オペレーションのレンダリング図

## 例2

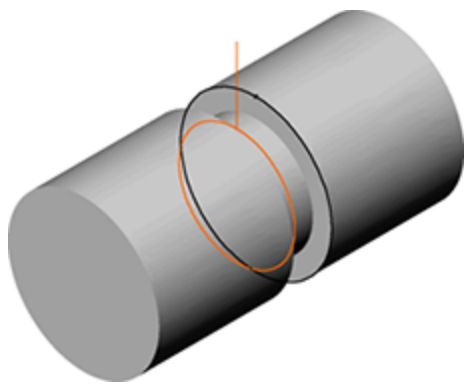
円は、溝の底面中心ではなく、底面の片側エッジ上にあります。今回は、**工具移動 - 加工方向に垂直** (工具オフセットと同様)を6.5mmに指定し、図形の側に沿って切削します。



移動中の工具の向きは、図形のプライム点を通りラジアル角に一致します。

## 例3

この例では、円は溝の片側、外径上にあります。例2を複製し、図形からの**深さ - 一定**の値として-6.5を指定します。



## プロセスデータ一覧

YZ面の円はごくシンプルな例ですが、すべて同じ原則で対応できます。まず図形を作成します。開始フィーチャーと開始点を選択します。工具を図形のZに追従させるか、**深さ**を指定するかを決めます。工具を接円筒面の図形の中心に配置するか、**工具移動 - 加工方向に垂直**の値を使って側面にシフトするかを決めます。

側面を切削する場合には、**加工方向に垂直**ボックスで工具半径値を指定します。加えて、左へのオフセット値、右へのマイナスオフセット値を指定します。工具が片側、あるいは**深さ**オプションで上下に動くことはありますが、図形上のどこでも、径方向の配置はプライム点を通る放射状の直線から決定されます。これによりYオフセットがツールパスとワーク上のラジアル面に作成されます。この方法は多くのワークに対して適切な選択肢です。

## 輪郭プロセスダイアログ

4軸輪郭加工パラメータダイアログは、4軸輪郭プロセスと工具を選択すると開きます。このダイアログでは、4軸輪郭がどのように3D図形に追従するかを定義します。プロセスパラメータを設定し、**OK**ボタンを**クリック**してダイアログを閉じます。加工する図形を選択していない場合、点と直線またはカーブ（場合によってはソリッドの面）を選択し、CAMパレットで**実行**を**クリック**します。変更せずにダイアログを閉じる場合には**キャンセル**ボタンを**クリック**します。

## 一般データ

### 許容誤差

許容誤差	0.02
ストック	0
送り速度	1250
切込み送り	500
回転速度	5000
傾斜角度	0
<input type="checkbox"/> 切削油	

このオプションでは選択した図形に沿ったツールパスの精度を設定します。精度は、ワークに設定した単位系で設定します。

### ストック

ワークの残し代を指定します。残し代を残す側は**アプローチ側**オプションで定義し、アプローチ側の設定に従って左側あるいは右側から測定します。精度は、ワークに設定した単位系で設定します。

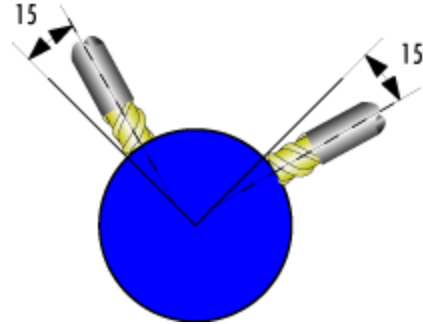
### 送り速度

切削時の送り速度をmm/minまたはinch/minで指定します。

### 回転速度

スピンドルの回転速度を1分あたりの回転数で指定します。

### 傾斜角度



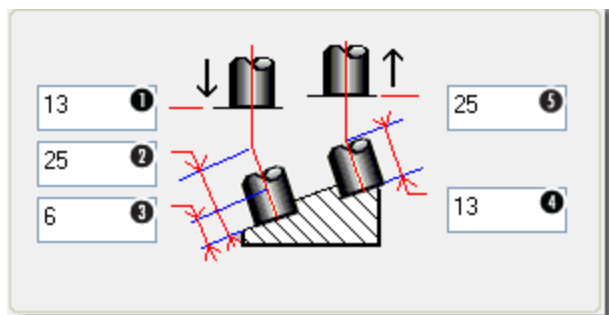
傾斜角度により、デフォルトのラジアル角度に加えて、特定の角度を設定できます。ネジの傾斜した側面など、一定の角度で切削する場合に便利な機能です。ツールパスオプションの**連続的工具傾斜**では、工具を前後に動かしてポケットに面取りを作成できます。

### 切削油チェックボックス

このオペレーションで切削油を使用したい場合、このチェックボックスを選択し、使用する切削油の種類を選択します。

## アプローチ/戻り

アプローチ/戻りの値は、データが少し追加された以外は、どのGibbsCAMプロセスでも基本的に同じです。ここではワークに設定した単位系で値を入力します。



1. 進入クリアランス面
2. 早送りクリアランス
3. 送り進入クリアランス
4. 送り逃げクリアランス
5. 逃げクリアランス面

### 進入クリアランス面

GibbsCAMではこの値は使用しません。

### 早送りクリアランス

最終切り込み深さから測った増分距離です。回転軸が正しい開始角度まで回転すると、必ずZ軸の早送りアプローチ移動が発生します。回転軸の角度はツールパスの始点の工具角度と同じです。リードイン移動の前には、Z軸のアプローチ移動も発生します。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面2と同様です。このクリアランス値はCP2aと考えることもできます。

### 送り進入クリアランス

最終切り込み深さから測った増分距離です。早送りクリアランスZからZまで工具を早送りし、その後切削深さまで送ります。回転軸の角度はツールパスの始点の工具角度と同じです。この移動はリードイン移動の前に発生します。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面2と同様です。このクリアランス値はCP2bと考えることもできます。

### 送り逃げクリアランス

最終切り込み深さから測った増分距離です。回転軸の角度はツールパスの終点の工具角度と同じです。この移動はリードアウト移動の後に発生します。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面3と同様です。このクリアランス値はCP3bと考えることもできます。

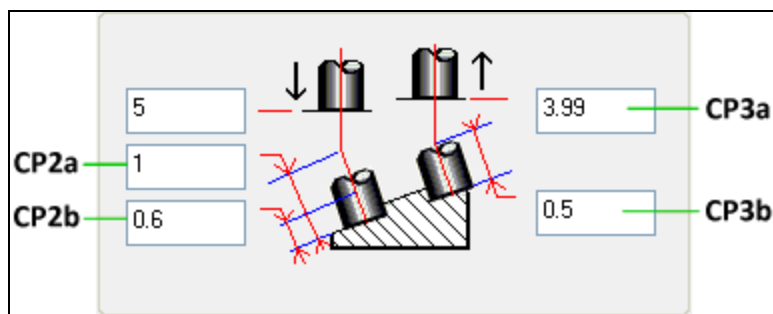
### 逃げクリアランス面

この値は、オペレーションのクリアランス面を指定します。この値は現在のCS(加工座標系)のZ値(絶対値)です。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面3と同様です。このクリアランス値はCP3aと考えることもできます。

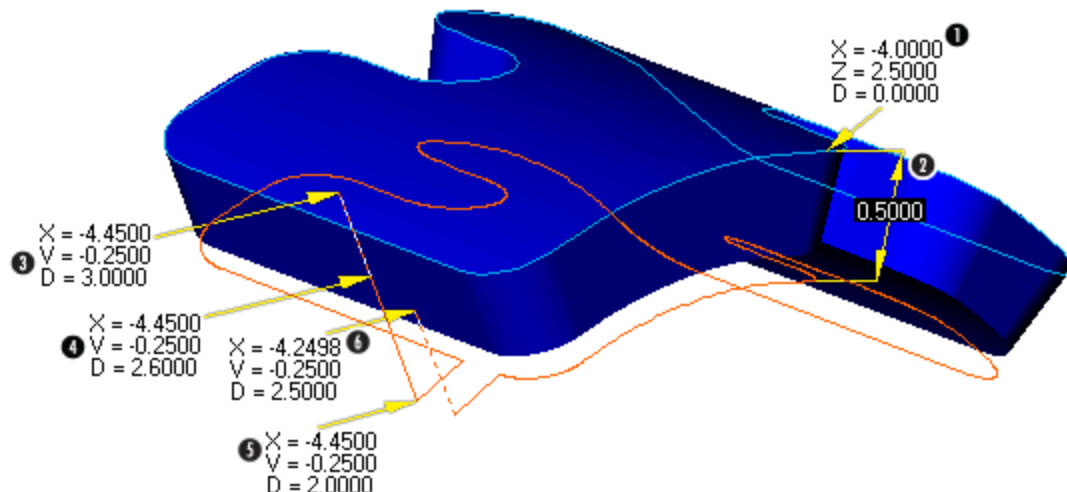
## クリアランス面の例

この例はワークと、ポスト出力にクリアランス値がどのように表示されるかを示したものです。この4軸ワークの上面のZ軸の値は2.5です。プロセスダイアログで設定した切込み量は0.5で、最終深さは2.0です。ファイル設定ダイアログ内の**クリアランス面**の設定値(CP1)は10です。プロセスクリアランスは次の図に示す通りです。





以下の図に、ワーク(ソリッドおよび図形)、ツールパスおよび主要な点の値を示します。



このワークの上面のZ軸の値は2.5です(#1)。工具は0.5(#2)から2.0まで切削します。CP2a(#3)の深さは3で、最終切削深さから1上です。CP2b(#4)の深さは2.6で、最終切削深さから0.6上です。切削深さは2.0です(#5)。CP3b(#6)の深さは2.5で、最終切削深さから0.5上です。

以下に示したのは出力コードのサンプルです。重要な値は強調表示しました。

進入値

( TOOL 1 - .375 ROUGH ENDMILL )

N5G0G90G54X-4.45Y-.25A37.8 (開始角度)

N6S5000M3

N7G43Z10. H1 (CP1: ファイル設定ダイアログから)

N8M8

N9Z3. (CP2a)

N10X-4.45Y-.25Z3.

N11Z2.6 (CP2b)

N12G1Z2. F50. (切削深さ)

逃げ値

N1292X-4.2498Y-.25

N1293G0Z2.5 (CP3b)

N1294Z3.99 (CP3a)

N1295Z10. (CP1: ファイル設定ダイアログから)

N1296M9

N1297G91G30Z0.

N1298G90A0. (ストレート面に回転戻り)

N1299G91G30Y0.

N1300M30

## リードイン/アウト



1. 正接
2. 傾斜
3. 中心
4. 左
5. 右



## リードイン/アウトモード

### 正接進入

このオプションは正接リードイン/アウトモードを設定します。直線移動の後に円移動を実行します。このオプションを選択すると、長さ、半径、角度の各フィールドが有効になり、高さフィールドが無効になります。

### 傾斜進入

このオプションは傾斜進入を設定します。このオプションを選択すると、進入の長さ、高さ、最大傾斜進入角度の各フィールドと逃げの高さフィールドが有効になります。

## アプローチ側

### 中心で

中心からアプローチするにはこのオプションを選択します。正接進入と組み合わせると、アプローチは最初のフィーチャーと平行 (X、Y、またはXY方向) に移動し、同時にZ方向にも移動します。回転軸は、リードイン移動が始まる前に、ツールパスの始点で工具角度と同じ角度になっています。また、回転軸はリードイン移動の際には回転しません。つまり、これは回転軸を使用しない2-3軸同時リードイン移動です。

あるいは、傾斜進入と組み合わせると、アプローチは最初のフィーチャーと平行 (X、Y、またはXY方向) に傾き、同時にZ方向と回転軸方向に移動します。回転軸の角度は、リードイン傾斜が終わるツールパスの始点の工具の角度と同じです。つまり、これは回転軸を使用した4軸同時リードイン移動です。

**左**

形状の左側からアプローチする場合、このオプションを選択します。**正接進入**と組み合わせると、アプローチは最初のフィーチャーと平行(X、Y、またはXY方向)に移動し、同時にZ方向にも移動しません。回転軸は、リードイン移動が始まる前に、ツールパスの始点で工具角度と同じ角度になっています。また、回転軸はリードイン移動の際には回転しません。つまり、これは回転軸を使用しない1-2軸同時リードイン移動です。

あるいは、**傾斜進入**と組み合わせると、アプローチはXYタイプのジグザグ移動をすると同時に回転軸を回転します。回転軸の角度は、リードインジグザグが終わるツールパスの最初の点の工具の角度と同じになります。つまり、これは回転軸を使用した2-3軸同時リードイン移動です。

**右**

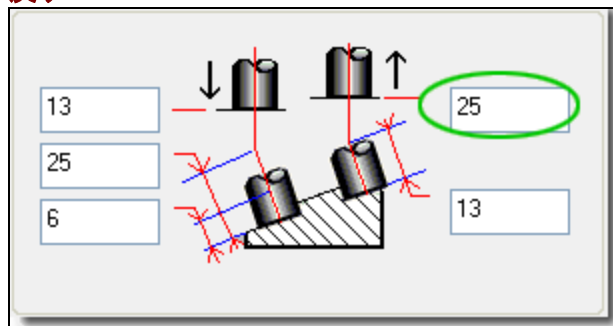
形状の右側からアプローチする場合、このオプションを選択します。このオプションは**左**と同様の動作ですが、リードイン移動が形状の右側で行われます。

**荒削り加工**

輪郭に沿って複数のパスを定義する場合、このオプションを選択します。最初のパスの進入動作はダイアログのメイン部分で定義しますが、以降のパスは荒削り加工ダイアログで定義します。**荒削り加工**ボタンをクリックすると、パラメータを設定するためのダイアログが開きます。

**切込み**

材料に直線でプランジするか**傾斜**でプランジするかを選択します。**傾斜**を選択すると、長さフィールドと角度フィールドで傾斜動作を定義できます。

**戻り**

このセクションでは、連続した切り込みの間の工具の動きを定義します。**完全**を選択すると、オペレーションの逃げクリアランス面に工具を早送りします(右図の強調表示した値を参照)。

戻りオプションは、**ジグザグ**の使用時には無効です。

**高さ**フィールドは、荒削り加工パス間の増分戻りを生成するオプションです。**完全**オプションが無効な場合、高さの値だけ工具は戻り、形状の同じ高さの開始位置に移動し、新しい切り込みの最初の点へ切り込みます。閉じた形状の場合、この値は通常**0**です。

開いた形状の場合、**完全**オプションが便利です。たとえば開いた輪郭が円筒上の位置、-90から開始し、+90まで切り込むと、工具軸沿いの戻りは、すべてワークを横断します。**完全**オプションを選択すると工具は工具軸沿いを増分値だけ戻り、その後(CSのZ軸沿いに)垂直に絶対ZCP3値まで移動し、ZCP3値のままワークを横断して移動し、(CSのZ軸沿いに)垂直に切り込みます。

プロセスが複数の形状を使用する場合、**Opを分割**オプションを使用することをお勧めします。これにより、ばらばらな形状はそれぞれのオペレーションになります。一部のGibbsCAM MDDに組み込まれた機械に専用の回転ヘッドサポートでは、オペレーション間の戻り移動をより正確に制御できます。**Opを分割**を使用しない場合、オペレーション間の移動が考慮されないため、このように移動を制御するMDD制御のクリアランスオプションは使用できません。

### カット数

実行する荒削り加工パスの合計数を入力します。

### ステップ

工具のパス間の距離(ステップダウン)を入力します。この値は工具軸の向きに沿って測定します。これは通常切込み量を切込み数で割ったものです。

### ジグザグ

パス間で工具の切込み方向を変更するときに、このオプションを選択します。

### Opを分割

このオプションはオペレーションの最終深さまでステップが複数ある場合に使用します。このオプションを選択すると、1つのオペレーションがパスごとのオペレーションに分割されます。このオプションはパスの開始位置と終了位置の角度が異なる場合に便利です。角度が異なる場合の戻りでは、工具がワークを通過する可能性もあります。しかし、パスが別々のオペレーションになれば、正しく、安全な戻りを実行できます。

## ツールパス

ツールパスセクションは図形に沿って工具の動作を制御します。工具は、図形のプライム点を通る放射状の直線に、必ずしも平行に合わせる必要はありません。また、放射状の壁面を切削する必要はありません。このセクションには、その他の角度に対応したオプションがあります。デフォルトの径方向の配置を基準にして工具角度(または「工具の向き」)を変更できるドロップダウンメニューと、調整用の傾斜パラメータがあります。使用できるオプションは1つだけです。選択しなくてもかまいません。



同時に複数の選択を行うことができます。これはProAXYZ 5asでは有効ですが、4-Axisでは、1度に1つのオプションしか機能しません。

**放射状に工具を配置**オプションを除き、図形のプライム点は、工具の向きを変更するためのピボット点です。工具の刃先を図形より下の位置に下降させると、角度の変化によって前後に振れて、刃先が逆

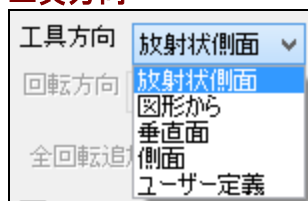
行(後退)することがあります。この動作は正しくないわけではありませんが、望ましくない場合があります。図形のレベルで最も正確なのは壁の厚さです。

#### 4軸



このプルダウンメニューでは、オペレーション中の4軸の制御方法を定義します。工具の向きは、選択した形状の上の接触点の径方向で定義します。選択した軸で回転軸を定義します。オプションには、CS1に対する**回転軸X**（あるいはYまたはZ）、そして現在のCSに対する**回転軸H**（あるいはVまたはD）があります。立形MCには、通常**回転軸X**を使用し、横形MCには、通常**回転軸Y**を使用します。

#### 工具方向



このプルダウンメニューでは、工具の方向を決定する項目や方法を指定します。以下の項では、それぞれの選択肢（放射状側面、図形から、垂直面、側面、**ユーザー定義**）について解説します。

##### 放射状側面

以前のバージョンでは、これがデフォルトモードでした。選択した形状を通る放射状の側面の加工を想定しています。（放射状にあるのは側面であり、工具軸ではありません。）

##### 図形から

従来の図形からの工具方向です。このオプションを選択すると、選択した形状で工具の向きが定義されます。これは工具の底部でカムを加工することを意図したものです。カムは円形ではありません。このオプションを選択すると、回転軸に垂直な平面で、工具は図形に垂直な位置関係を維持します。形状のプライム点はピボット点です。したがって深さのシフト量で工具の動きが大きく変化します。工具の刃先が図形の上にあり、**深さ**のシフト量が**0.0**のとき、刃先は図形に沿って移動し、角度はすべて刃先の上で変化します（最適）。図形が刃先より上にあり、**深さ**シフト値により刃先を下げる必要がある場合、角度は図形の点レベルで変化するため、刃先が振れる場合があります。

##### 垂直面

このオプションでは、工具は選択した面に対して垂直になります。面法線は、選択した形状の1点で計算します。したがって、厳密には、工具軸はサーフェスに対して垂直とは言えませんが、サーフェスに対して垂直な側面を加工すると見なされます。工具が移動するか、ツールパスのリードイン/リードアウトの部分では、工具軸はサーフェスに対して垂直ではなくなります。

## 側面

従来のサイドカットオプションです。このオプションは、工具の底部ではなく、側面で形状を加工するときに選択します。これは、形状の（底面やソリッドではなく）壁面の加工に適しています。このオプションは通常、ソリッドモデル上の面選択とあわせて使用します。このオプションを選択すると、4-Axisは選択した面で図形のプライム点から法線ベクトルを取得し、その点に適切な4軸の傾斜を計算します。

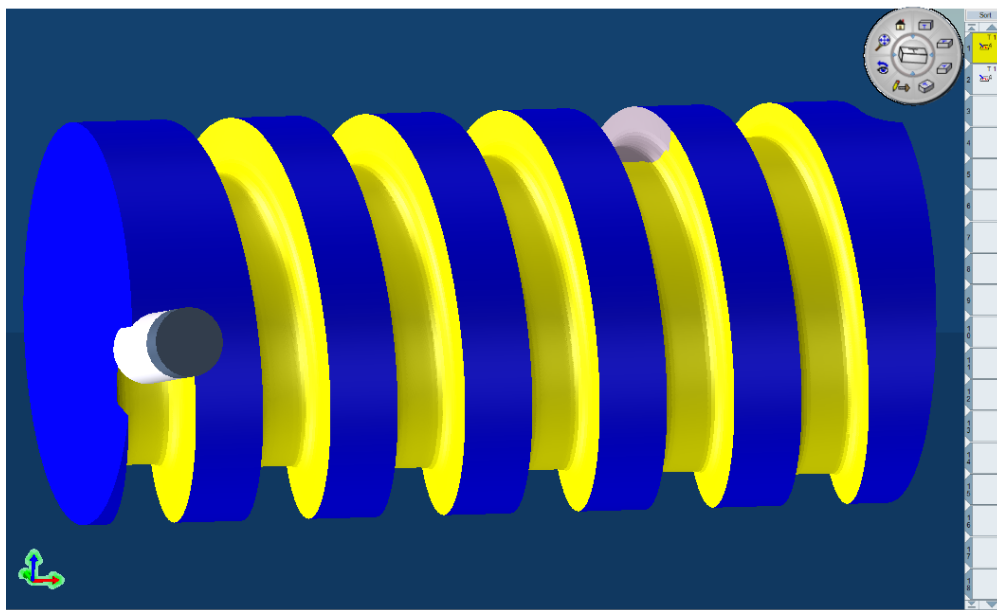
これは4軸サーフェスでは有効ですが、非4軸サーフェスではおかしい結果となる場合があります。Xを中心としたA軸回転（“輪郭加工の例” 12ページを参照）では、円は、Xの変化はなく、まっすぐに上下する、回転軸に直角な壁面を生成します。同じ側面に5°の抜き角度あるいはテーパを想定してみます。これは既に4軸サーフェスではありません。工具を傾斜できる方向はY方向だけ、X方向には傾斜できません。4軸機械では加工できません。これらのサーフェスに**サイドカット**を適用すると、おかしい結果となります。**サイドカット**は、図形のレベルで回転します。

## ユーザ定義

ベクトル間の直線補間と円弧補間を同時サポートするCNC機の場合、4-Axisでは、可能なかぎり、分割されていない1本のヘリカルツールパスを作成できます。ポスト出力のGコードでは、直線移動と円弧移動を組み合わせ、連続したセグメントではなく、セグメントがされていない解析ヘリカル移動を作成します。その結果、セグメント数が大幅に減少し（なめらかなツールパス）、ポスト出力のコードが単純化され、全体の処理能力が向上しました。

- 開始ベクトルを選択し、**CTRLを押しながら**、平行終了ベクトルを選択します。
- 最短角度**（システムが決定）、**時計方向**、または**反時計方向**の中から、**回転方向**を選択します。
- 全回転追加数**に整数を入力します。
- 実行**をクリックして、解析ヘリカルツールパスを生成します。

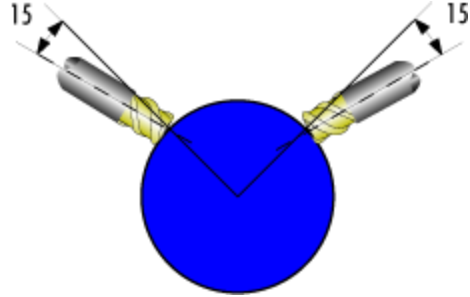
サンプルモデルにあるように、軸からの距離が開始ベクトルの終点と終了ベクトルの終点で異なる場合、ヘリカルツールパスは、テーパの範囲内で均一なテーパを形成します。



### 放射状に工具を配置

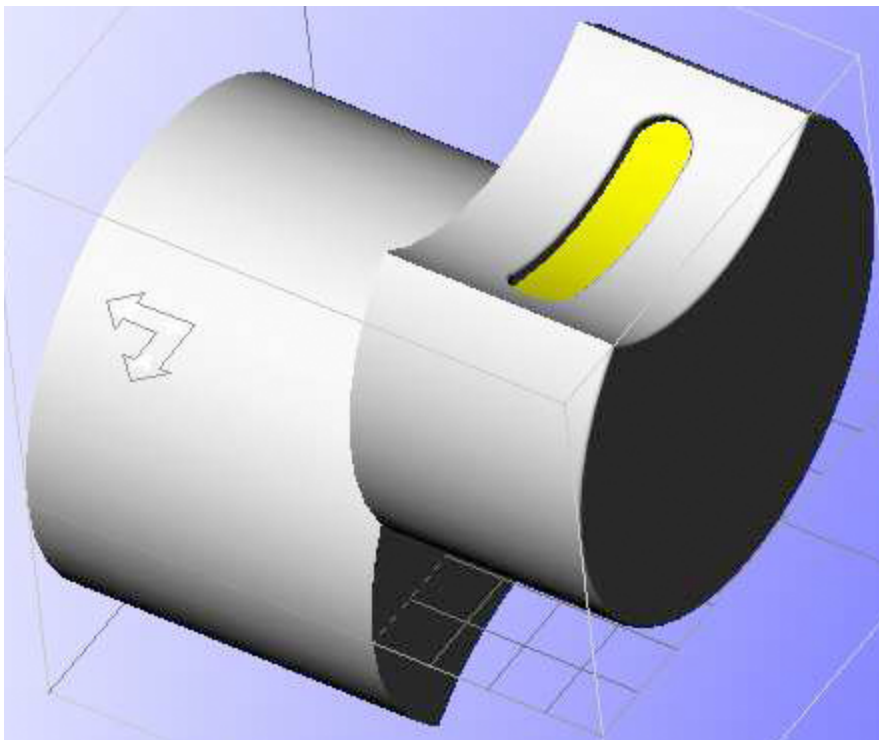
このチェックボックスを選択すると、Yオフセットなしで、工具軸は回転中心線から放射状に配置されます。工具の中心線は必ず現在の座標系の中心線を通ります。Y位置が生成されないため、Y軸がない機械に適切なオプションです。これはGibbsCAM 回転加工 (Rotary Mill) オプションで生成されるツールパスと同様です。放射状に工具を配置オプションは、一般に、文字彫り加工に使用します。これをサポートするため、工具はボールエンドミルの中心、他の工具形状の場合は工具刃先の中心を軸に回転します。

### 連続的工具傾斜



このチェックボックスを選択すると、図形に垂直以上に工具を切削方向に傾斜させます。傾斜は図形に沿って変化します。このオプションは通常 **傾斜角度** 値と併用します。その場合、たとえば工具が常に左側に傾くように、図形の向きが調整が行われます。また、回転軸に平行に移動する完全な傾斜から、回転軸に垂直に移動する傾斜0まで傾斜角度を調整できます。ここでは最大値を入力します。

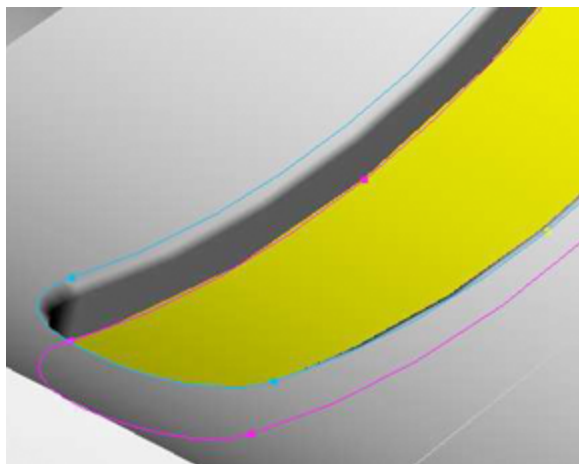
### 例



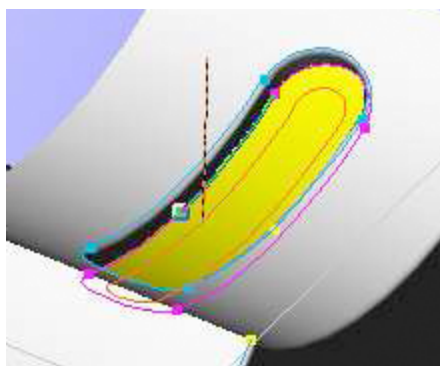


側面が上面(または底面)に対して垂直ですが、これらの側面は回転軸を中心にした回転のサーフェスではありません。上面エッジに沿ってRコーナーがあり、R面取り工具を使用して、1回のパスで加工します。

ポケット側面の加工パラメータ



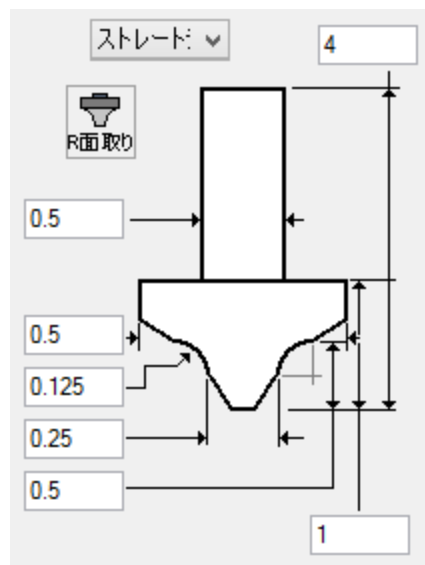
工具方向に垂直面を選択します。工具補正として、加工方向に垂直に負の工具半径を指定します。



底面とポケットの底の形状を選択してください。

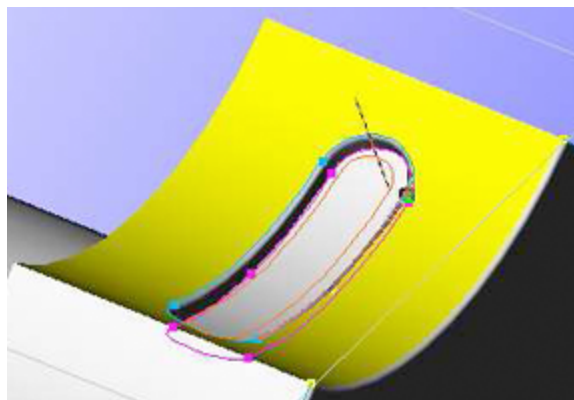
Rコーナー加工のパラメータ





深さには、工具の刃先からR上端までの長さの逆数 ( $-0.03$ ) を一定オフセットとして設定します。工具シフトの加工方向に垂直には、パイロット半径 + R面取り半径に相当する値 ( $0.19/2 + 0.03 = -0.125$ ) を指定します。

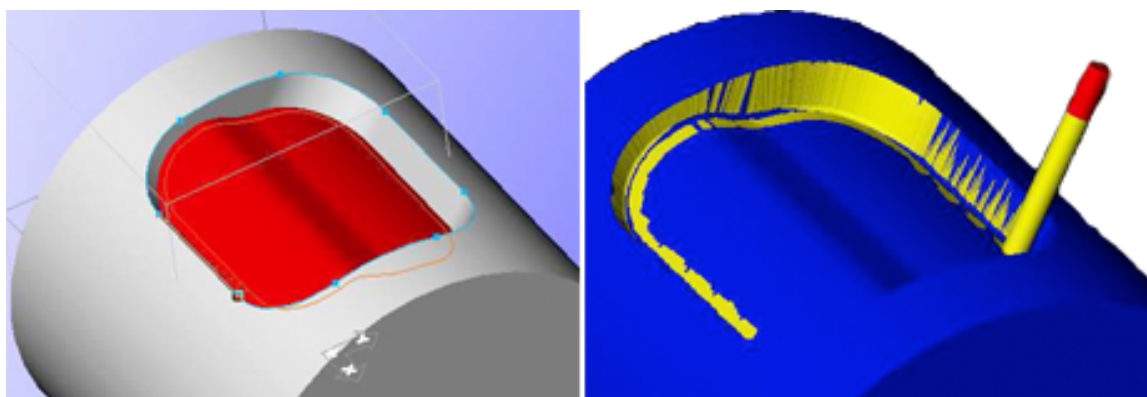
上面と、上面にあるRコーナーの終点の形状を選択してください。



## 禁止面

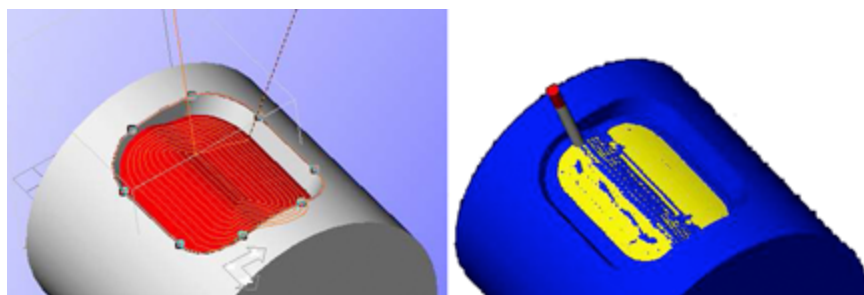
禁止面の別名はチェックサーフェスです。この機能は、一般には、(食い込みを避けるための)凹形の底や、さまざまな深さの底面を持ったポケット側面を4軸輪郭加工するときを使用します。

1. 追従したい形状と、ポケット底面のサーフェスを禁止面 (赤色表示) として選択してください。
2. 加工方向に垂直に工具半径を入力してください。



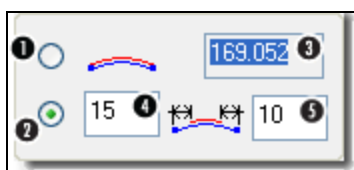
## ポケット切削領域

4-Axisの輪郭加工では切削領域面をサポートしています。形状と、ポケット底面のサーフェスを禁止面（赤色表示）として選択してください。



## カーブ

プロセス作成前に図形が選択されると、**形状全体**フィールドに選択された形状の長さが表示されます。選択された形状（開いた、または閉じた）の長さ全体を加工する必要はありません。



1. 形状全体
2. 形状内
3. 形状長さ
4. 開始距離
5. 終了距離

### 形状全体

最初の**カーブ**オプションを選択すると、選択された形状全体が加工されます。これがデフォルトの選択です。

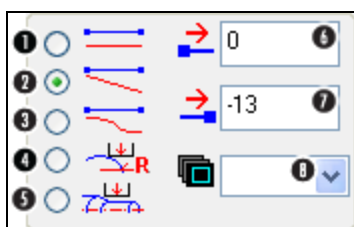
### 形状内

このオプションを選択すると、選択された形状の一部のみを加工することができます。テキストボックスには、加工する必要のない部分の開始点と終了点からの距離（セットバック）を指定することができます。

す。距離は形状に沿って測定されます。

## 深さ

回転軸に垂直な平面でワークの図形を確認することを推奨します。よくある間違いは、図形のラジアル深さを変更し忘れて、底面に食い込みが発生してしまうことです。



1. 一定
2. 線形変化
3. 連続的变化
4. Rコーナー
5. 輪郭
6. 開始深さ
7. 終了深さ
8. WorkGroup

### 一定深さ

工具が切削する、形状からの深さを指定します。一定深さの場合、開始値の深さのみ指定します。正または負の、図形からのインクリメンタルなラジアル深さのシフト量を入力できます。工具は図形のラジアル深さに従います。回転軸を中心とした円または円筒のラジアル深さは一定です。

### 線形変化深さ

このオプションは、ある深さで始まり、別の深さで終了するツールパスを生成します。切削形状に沿った深さは**開始深さ**から**終了深さ**まで直線的に(均一に)変化します。このオプションも、シフト対象となる図形のラジアル深さに従います。

### 連続的变化深さ

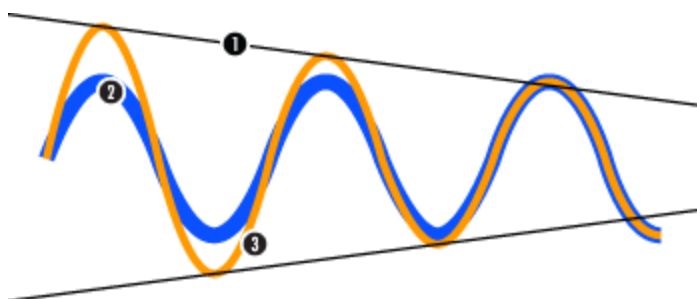
このオプションは、ある深さで始まり、別の深さで終了するツールパスを生成します。切削形状に沿った深さは**開始深さ**から**終了深さ**まで連続的に変化し、開始点と終了点で円筒形に接します。このオプションも、シフト対象となる図形のラジアル深さに従います。このオプションは、特定のカムの種類に重要な方法です。このオプションが適切に動作するには、線分割の値が「0」であってはなりません。

### Rコーナー

このオプションは図形のラジアル深さを無視し、一定の円筒上で形状を切削します。工具の上部は変化しますが工具の刃先は一定の半径値を保ちます。これは、テーパネジの切削(形状の上面に追従するとワークに食い込む場合)あるいはカーブしたサーフェス上に平坦な図形を切削する場合などに便利です。

### 輪郭

このオプションは回転軸を中心に回転するWorkGroup内の図形により工具の深さを制御します。この図形はガイドとして機能し、工具は切削図形が輪郭の下にあれば干渉しません。



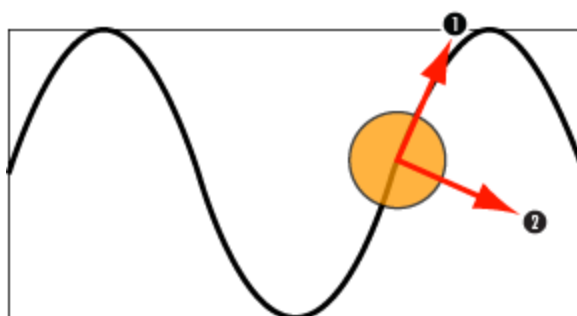
1. 輪郭図形
2. ヘリカル図形
3. ツールパス

このオプションを使用するには、2D図形の輪郭形状を作成します。開いた形状で端点で終結するもの、あるいは閉じた形状(単独でWorkGroup内にある)を使用できます。この図形は、工具が4-Axisで別の図形を切削する際のZ深さを制御します。**輪郭**オプションの横にあるWorkGroup選択メニュー内のこのWorkGroupを選択してください。さらに、**開始深さ**ボックスで切削する図形からのインクリメンタルな値を設定できます。通常この深さにある工具を使ってRを選択して切削します。**輪郭**はこの深さ(切削形状:**開始深さ**)と輪郭図形を比較し、高い場合には輪郭図形を使ってZを計算します。

## 工具移動

側面を切削する場合には、**加工方向に垂直**ボックスで工具半径値を指定します。加えて、左へのオフセット値、右へのマイナスオフセット値を指定します。工具が片側、あるいは**深さ**オプションで上下に動くことはありますが、図形上のどこでも、径方向の配置はプライム点を通る放射状の直線から決定されます。これによりYオフセットがツールパスとワーク上のラジアル面に作成されます。この方法は多くのワークに対して適切な選択肢です。

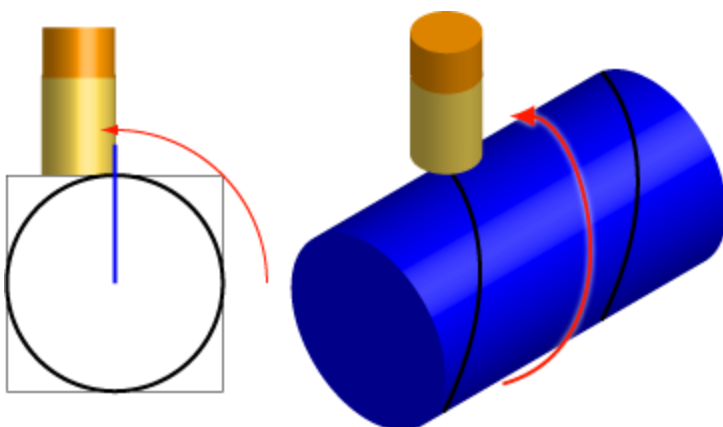
工具移動	
加工方向に沿って	4.8
加工方向に垂直	4.8
回転軸に沿って	4.8
回転軸に垂直	4.8



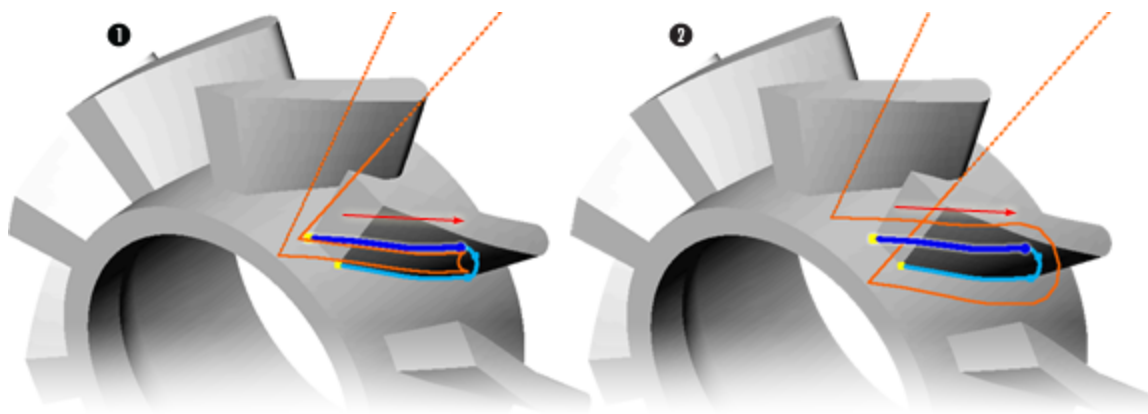
1. 加工方向に沿って
2. 加工方向に垂直

### 加工方向に沿って

このオプションは選択された形状上の加工方向に沿った工具接触点の位置を変更します。このパラメータは側面ではなく底面を切削する際に有効です。通常この値は工具半径と等しい値です。以下の図で形状に沿って工具がどうシフトされるかを確認できます。材料は工具の底部ではなく側面で切削されています。

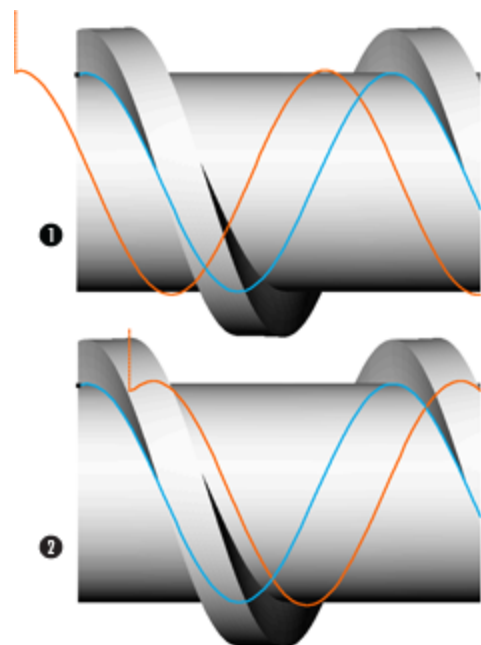


以下の図は負の値(#1)と正の値(#2)のオフセットの違いを示したものです。ツールパスが反対方向に進むと結果は反対になり、負の値が形状の外側、正の値が形状の内側になります。



### 加工方向に垂直

このオプションは、工具軸と切削方向に垂直な、選択された形状上の工具接触点の位置を変更します。このパラメータは側面を切削する際に有効です。通常この値は工具半径と等しい値です。次の図は正の値(#1)と負の値(#2)のオフセットの違いを示したものです。



この状況では負の値はワークに切り込みすぎています。ツールパスが反対方向に進む場合、結果は反対になります。

## 線分割

### 最大長さ

線分割	
最大長さ	0
最大角度	0

線分割の**最大長さ**の値は、ツールパスの弦の高さ設定に対するもう1つの条件です。輪郭に沿った2つの連続したツールパス点間の最大距離を指定します。この値は近接した平坦面上に追加の点を計算

させ、加工の許容誤差を下げることなくよりスムーズなツールパスを得るのに使用できます。この値を0に設定するとこの機能はオフになります。その場合、2点間は長い直線になります。

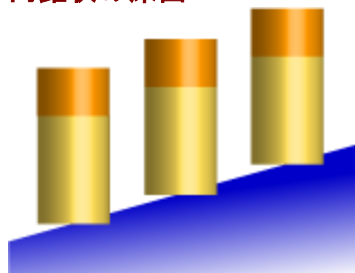
### 最大角度

輪郭に沿った2つの連続したツールパス点の垂直な平面間の最大角度を指定します。この値は部分的に曲率の大きい面上に追加の点を計算させ、加工の許容誤差を下げることなくよりスムーズなツールパスを得るのに使用できます。この値を0に設定するとこの機能はオフになります。その場合システムが適切と見なされる角度に工具を設定します。実際の角度を入力すると工具は選択された図形あるいは面からその角度内に収まります。

## 4-Axisでの食い込み

食い込みは望ましくない結果であり、4-Axisの使い方が正しくない場合によく発生します。輪郭加工は、図形に基づいて切削加工を実行します。切削の動作と、その結果として形成されるパーツ形状を柔軟に制御できます。切削面が、底面(床面)か、側面か、側面と底面(床面)かの区別はされません。ソリッドから直接切削するのではないため、食い込みを回避するためのソリッド面の情報を持ちません。SolidSurfacerや2.5D Solidsのようなソリッド加工機能はありません。4-Axisモジュールは、ソリッドから抽出された図形を加工することは得意ですが、自動的、直接的に加工は行いません。図形が基本となるため、指定される工具の形状と動きがもたらす望ましくない影響は、ユーザーの責任で回避する必要があります。これは図形を基にした2Dや3Dプログラミングと同様です。

### 円錐状の床面



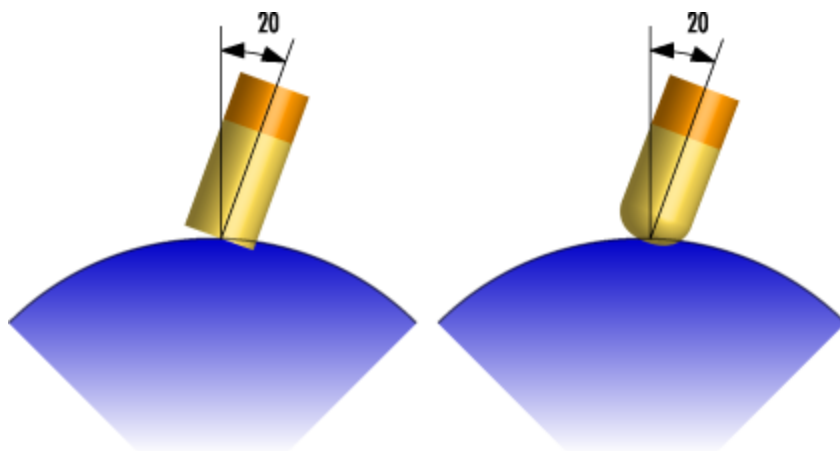
最も代表的な床面は、円筒形の床面です。もう1つのタイプは円錐です。円錐とは、回転軸に沿って、床面の円筒深さ(ラジアル深さ)が直線的に増加することを意味します。4-Axisの輪郭加工には、フロアサーフェス機能はありません。工具は図形に追従します。円錐の断面は、回転軸に垂直な平面において円の形状をしています。工具がこの円を切削するようにプログラミングすると、円錐に食い込んでしまいます。4-Axisでは、工具の刃先を図形の上に配置します。ボールエンドミルでも、図形の深さにある刃先は、工具が円錐に正接する点ではないため、食い込みが発生します。フラット工具では、上り側で大幅に食い込み、下り側では材料を削り残すことになります。ワークによっては、この状態を許容できるケースもあります。しかし、別のワークでは、円錐形の床面を正確に切削する必要がある場合もあります。この場合、食い込みを回避するために、ツールパスの調整が必要です。一定の角度の円錐では、工具を引き上げて食い込みが発生しない深さに調整する値を設定します。図形を描画して、この調整値を計算できます。または、仕上がりソリッドをストックボディとして設定し、レガシーCPR(またはOpシミュレーション)でワークを拡大し、適切な表示になるよう値を調整する方法もあります。数回試行すれば、0.005インチ(0.1 mm)の範囲内に収めることができます。

### 垂直面の食い込み

回転軸の垂直平面(X軸のYZ平面など)において、ワークの図形がどのように見えるかを理解することが重要です。円筒形の床面のワークでは、円に見えます。ラジアル深さが変化する形状では、円には見えません。

### 傾斜/チルト食い込み

工具が図形の点でのラジアル角度から傾いて離れるため、工具刃先が図形の点の深さにあれば、刃先を中心に傾斜/チルトが発生します。(前述の「放射状に工具を配置」する場合は異なります。)この図の円を切削する場合でも、ボールエンドミルを刃先を中心に傾けると、円に食い込みます。

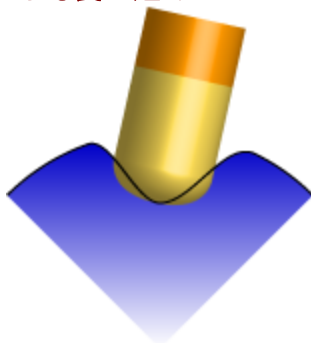


フラットエンドミルの食い込み

ボールエンドミルの食い込み

床面を切削しているのでなければ、問題はありません。床面があるときは、食い込みを阻止する必要があります。深さオプションを一定の円筒深さに変更できます。工具の深さを自動的に調整して、円筒への食い込みを防ぎます。しかし、床面が円筒形でない場合、必要な調整量を計算するか、視覚的に確認して、深さを調整する必要があります。前述の円錐状の床面を参照してください。

### 図形による食い込み



フラット工具を図形に追従させても、円に食い込むことはありません。しかし、工具の中心が図形の上にあるため、この平面に凹コーナーがあれば食い込みが発生します。ボールエンドミルでも同様です。この「常に食い込む」現象の例外は、主として床面を切削しているときに、図形からの工具方向オプションを使用した場合です。このオプションでは、垂直平面にある図形に対して、工具を垂直に維持します。この場合、ボールエンドミルは、工具半径よりも大きい内側のRコーナーに食い込みは発生しませんが、工具半径より小さい内側のRコーナー、あるいは内側のシャープコーナーに食い込みが発生します。床面を切削しないのであれば問題ありませんが、床面を切削する場合には問題になります。



### 正接面の食い込み

図形をワークの周囲を動く正接面として見ると、ラッピングせずに、平たく広げた、2D形状の図形と考えることができます。加工方向に垂直の値が指定されていない場合、工具は中心に位置するため、図形への食い込みは発生しません。加工方向に垂直の値を使用して、工具をオフセットする場合には、図形の正接面の内側コーナーには、加工方向に垂直の値より大きい半径が必要です。

### 深さの食い込み

4つの深さオプションのうちの3つの方法は、工具が図形に追従します。同じ深さ変化ではない床面があると、床面に食い込みが発生します。



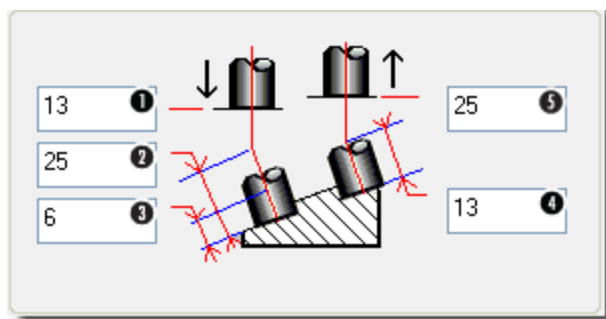
## 4軸ポケット加工

4-Axisモジュールでは、ポケット加工は放射状の壁と円筒状の床面のみをサポートしています。4軸ポケット加工プロセスでは、選択内容として閉じたループ図形が必要です。この図形は円筒上に配置されているものです。あるいは、円筒面をポケット底面として選択することもできます。4軸ポケット加工は面エッジの中心線つまり図形の中心線まで工具を拡張します。工具半径オフセットが必要な場合には、ストックを使用します。4軸ポケット加工では図形のコーナーにRがある必要はありません。ストックで工具半径値を指定すれば、径方向の側面が作成されます。

4軸ポケット加工パラメータダイアログでは、4-Axisポケットを作成するためのパラメータを設定します。ダイアログを閉じプロセスパラメータを保存するには閉じるボタンをクリックします。加工したい形状を選択して加工パレットで実行をクリックするとオペレーションが作成されます。

## アプローチ/戻り

アプローチ/戻りの値は、若干のデータの追加以外はどのGibbsCAMプロセスでも基本的に同じです。ここで入力される数値の単位は、ワークに設定した単位系です。これらの値と出力の例については、“クリアランス面の例” 16ページを参照してください。



1. 進入クリアランス平面
2. 早送りクリアランス
3. 送り進入クリアランス
4. 送り逃げクリアランス
5. 逃げクリアランス平面

進入クリアランス平面:

この値はGibbsCAMでは使用されません。

早送りクリアランス:

この値は最終切り込み深さからの距離です。Z軸の早送りアプローチ移動は、必ず回転軸が正しい開始角度まで回転した後に起こります。回転軸の角度はツールパスの最初の点の工具角度と同じです。またZ軸のアプローチ移動はリードイン移動の前に起こります。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面2と同様です。このクリアランス値はCP2aと考えることもできます。



**送り進入クリアランス:**

この値は最終切り込み深さからの距離です。工具は早送りクリアランスZからZまで早送りされ、その後切削深さまで送られます。回転軸の角度はツールパスの最初の点の工具角度と同じです。この移動はリードイン移動の前に起こります。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面2と同様です。このクリアランス値はCP2bと考えることもできます。

**送り逃げクリアランス:**

この値は最終切り込み深さからの距離です。回転軸の角度はツールパスの最後の点の工具角度と同じです。この移動はリードアウト移動の後に起こります。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面3と同様です。このクリアランス値はCP3bと考えることもできます。

**逃げクリアランス平面:**

この値は、オペレーションのクリアランス平面を指定します。この値は現在のCS(加工座標系)のZ値(絶対値)です。この項目は、Mill輪郭加工またはポケット加工クリアランス平面3と同様です。このクリアランス値はCP3aと考えることもできます。

## スピンドル送り

**回転速度**

スピンドルの回転速度を1分あたりの回転数で指定します。

**送り速度**

切削時の送り速度をmm/minまたはinch/minで指定します。インバースタイムには、希望する単位/分の送り速度を入力します。ポスト(インバースタイムをサポートしている場合)が値を変換します。例:希望する送り速度が50インチ/分の場合、**50**をダイアログに入力すれば、ポストがインバースタイムの相当する値に変換します。

**切込み送り**

ブランチ時の送り速度をmm/minまたはinch/minで指定します。

**切削油チェックボックス**

このオペレーションで切削油を使用したい場合、このチェックボックスを選択し、使用する切削油の種類を選択します。

## 加工

**加工幅**

ポケット加工時の工具のステップ距離を指定します。この値は、工具半径以下にしてください。

**ストック**

ポケット上の残し代を指定します。数値の単位は、ワークに設定した単位系です。

**許容誤差**

このオプションでは選択した図形に沿ったツールパスの精度を設定します。数値の単位は、ワークに設定した単位系です。

**深さ**

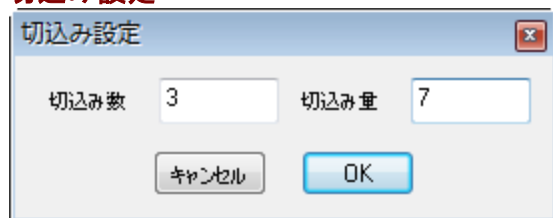
選択された図形またはソリッド面から上下の深さを指定します。

**工具反転方向**

このオプションは反対方向に切削する全く同じツールパスを生成します。切削方向がダウンカットかアップカットかをシステムが判断することは困難です。希望するような結果が得られなかった場合には

このオプションを選択することによりツールパスは反対方向に進みます。

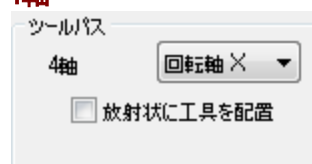
### 切込み設定



このオプションでは、最終深さになるまでのツールパスの切込みの数(切込み数)および切込み量の大きさを定義します。

## ツールパス

### 4軸



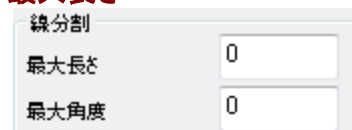
このオプションでは4軸を定義します。工具の向きは選択された形状上の接触点の径方向で定義されます。回転軸は選択された軸により定義されます。オプションには、CS1に対して**回転軸X**(または**Y**あるいは**Z**)、および現在のCSに対して**回転軸H**(または**V**あるいは**D**)があります。

### 放射状に工具を配置

このオプションにより工具軸は放射状の向きになります。

## 線分割

### 最大長さ



形状に沿った2つの連続したツールパス点間の最大距離を指定します。この値は近接した平坦面上に追加の点を計算させ、加工の許容誤差を下げることなくよりスムーズなツールパスを得るのに使用できます。この値を**0**に設定するとこの機能はオフになります。

### 最大角度

形状に沿った2つの連続したツールパス点の法平面間の最大角度を指定します。この値は局所的な曲率の大きい面上に追加の点を計算させ、加工の許容誤差を下げることなくよりスムーズなツールパスを得るのに使用できます。この値を**0**に設定するとこの機能はオフになります。

## カスタム進入/逃げ



**カスタム進入/逃げ**チェックボックスを選択することにより、直線でない進入および/または逃げを行わせることができます。**進入/逃げ**ボタンをクリックして動きを定義します。変更内容を保存する場合には**OK**ボタン、変更を保存せずにダイアログを閉じるには**キャンセル**ボタンをクリックします。

### スパイラル進入/逃げ

工具がポケットにスパイラル状に入るようにするにはこのオプションを選択します。スパイラルのサイズ(半径値)と最終の深さまで工具が何回スパイラルするか(**回転値**)を定義することができます。**0**を入力すると、この機能は出力されません。

### 最終カット進入/逃げ

ポケットの最後のパスの**進入**および**逃げ**に**直線**および/または **90° 半径移動**を定義するのに使用します。**0**を入力すると、この機能は出力されません。

# 付録

- ・ “回転角度の計算” 36ページ
- ・ 用語解説

## 参考になる公式

### 回転角度の計算

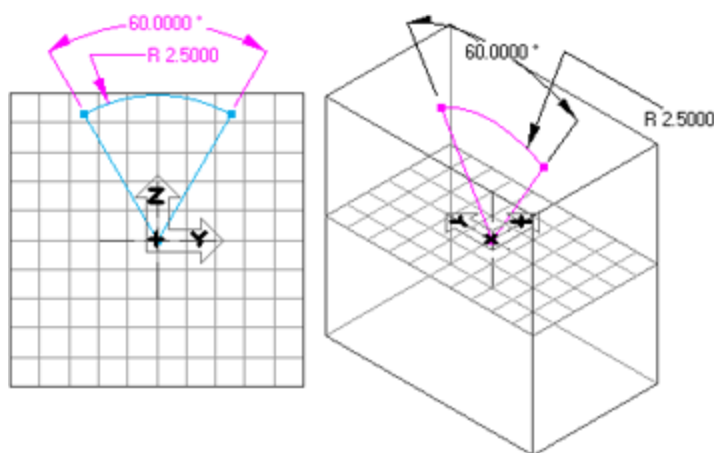
以下の2つの式は、ラップされた図形、ラップされていない図形の未知の角度あるいは未知の距離を調べるためのものです。

- ・ 角度が既知であり、アンラップした時の長さを知りたい場合には以下の式を使用します。

$$\text{長さ} = (\text{角度} \times \pi \times \text{半径}) / 180$$

たとえば、2.5インチの円筒があり角度が60° の場合、長さは2.618インチと計算できます。

$$(60 \times 3.1416 \times 2.5) / 180 = 2.618$$

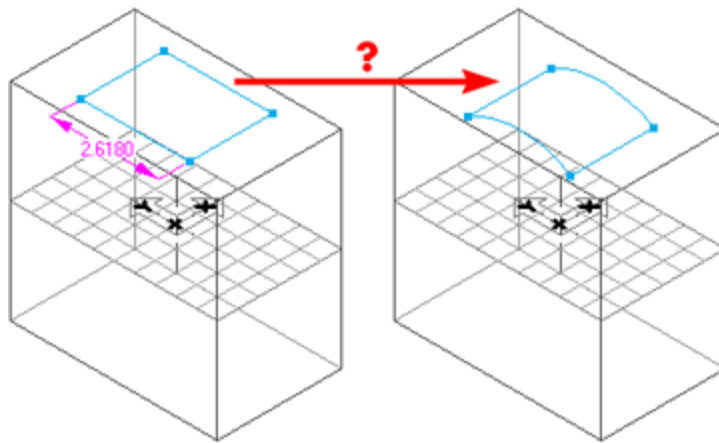


- ・ 長さが既知であり、ラップした時の角度を知りたい場合には以下の式を使用します。

$$\text{角度} = (\text{長さ} \times 180) / (\pi \times \text{半径})$$

たとえば、長さ2.618インチの線があり、それが2.5インチの円筒にラップされる場合、角度は60° と計算できます。

$$(2.618 \times 180) / (3.1416 \times 2.5) = 60$$



## 用語解説

4-AxisはGibbsCAM製品ラインに様々な新しいコンセプトをもたらすものです。これらのコンセプトについてはご存じのものもあるかと思いますが、定義をお読みにになり4-Axisでどのように使われているかを理解されることをお勧めします。斜体の項目は用語解説で定義されています。

4軸サーフェス	4軸機械で”許容可能な品質で”加工できるサーフェス。
4-Axis	4軸の円筒状プリズムワークを加工するためのモジュールです。従来「4軸」モジュールと呼ばれていました。
5as	5軸の自由形状ワークを加工するためのProXYZモジュール。
可展面	可展面とは、工具(円筒形加工)の側面で正確に切削できる面です。可展面は工具の円筒接触点のサーフェス線(カーブではなく)と平行なサーフェス法線ベクトルを持ちます。プリズム面は可展面です。ほとんどの円筒面、ルール面、スイープ面は可展面ではありません。非可展面を切削する安全な方法は、低速で高価な3軸あるいは自由形状回転切削を使用することです。
自由形状	自由形状とは、任意の形状のソリッドを指します。自由形状の回転切削は多数のパスを使用して行われ、工具の正接接触点を使って加工します。
ワーク中心	GibbsCAMがワークを表示する方法です。これは、ワークが固定されており工具が周囲を移動するように見なし、説明することを意味します。機械の動きについては考えません。切削をCPRに表示される通りに考えますので、回転テーブル型機械でワークが回転している場合にも工具がワークの周囲を移動するかのように説明します。
プリズム形状	プリズム形状(サーフェスまたはソリッド)は深さ方向の軸に沿って押し出された2D輪郭です。つまり、XY方向では2Dで、Z方向に押し出されたものです。2軸Millワークはプリズム形状の組み合わせです。
円筒	円筒とは、回転軸を基準にして定義されたものを指します。

円筒深さ	円筒深さとは回転軸からの距離です。
円筒線	円筒線とは回転軸を通り、回転軸に垂直な直線です。
円筒形状あるいは円筒輪郭	円筒形状とは、回転軸を中心とした円筒上の形状です。2D形状あるいは輪郭と同様のものです。
円筒面	<p>円筒面とは輪郭が円筒線であるスイープ面です。通常、円筒線が円筒形状の周囲をスイープします。</p> <p>ルールド線が円筒線であるルールド面も円筒面です。</p>
円筒状プリズム	これは円筒状のプリズム形状です。
回転加工 (Rotary Mill)	円筒図形の4軸Mill加工用GibbsCAM製品オプションです。
ルールド面またはルールドソリッド	ルールド面またはソリッドは、閉じた形状に沿って直線を動かし、直線のもう一端は2番目の形状に沿わせることにより作成されます。2つのHV形状が同じで、Dだけがオフセットされていれば、プリズム形状になります。この場合、ルールド直線は常にDに平行となります。
スイープ面またはスイープソリッド	スイープ面またはソリッドは、閉じた形状に沿って輪郭を動かして作成される3D形状です。輪郭が直線であれば、3D形状はルール面と同様です。閉じた形状がXY方向で2Dであり、直線がZ方向に平衡であれば、プリズム形状が作成されます。

# 表記について

GibbsCAMマニュアルでは、**スクリーンテキスト**と**キーストローク**または**マウス操作**を特別なフォントで表しています。その他のテキストおよびグラフィックスの表記は、迅速な理解を可能にする、関連のない情報を抑制する、あるいはリンクを示すために使われています。

## テキスト

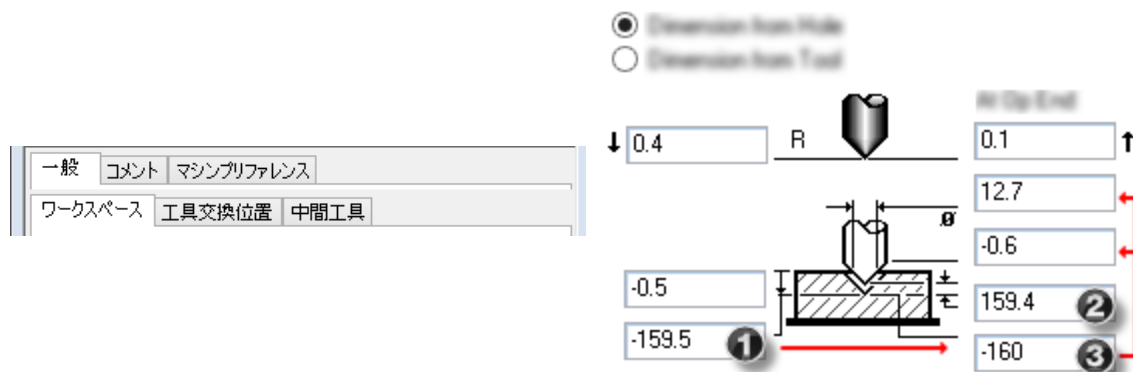
**スクリーンテキスト**: このような外観のテキストは、GibbsCAMあるいはお使いのモニタに表示されるテキストを示します。これらは、通常は、ボタンやダイアログ内のテキストです。

**キーストローク/マウス**: このような外観のテキストは、**Ctrl+C**や**右クリック**などキーストロークやマウス操作を表します。

**コード**: このような外観のテキストはコンピューターのコード、たとえばマクロ内のコードやGコードのブロックなどを表します。

## グラフィックス

一部のグラフィックスは、関係のない情報を目立たせないように処理されています。枠内の文字が消えているところは意図的に省略した部分です。また、グラフィックの一部がぼやけたり、淡色表示されているのは、説明している項目を目立たせるためです。たとえば:



グラフィック上の注記は通常、上記のような番号付きの吹き出しであり、グラフィックの特定の部位に注意を促すよう緑色の円、矢印、引出線が含まれている場合もあります。

# オンラインリソースへのリンク

リセラーに連絡してサポートを依頼してください。

リンク	URL	アクション/説明
<a href="http://www.GibbsCAM.com">移動</a>	http://www.GibbsCAM.com	GibbsCAMのメインウェブサイトが開きます。
<a href="https://online.gibbscam.com">移動</a>	https://online.gibbscam.com	Gibbsオンラインページが開き、GibbsCAMおよびサポートされている資料をダウンロードできます。



# 索引

---

## #

4-Axis 8  
定義 37-38  
4軸  
定義および4-Axisとの比較 8  
4軸サーフェス 8  
定義 37  
4軸選択 21, 34  
4軸輪郭加工  
分割されていないヘリカルツールパス 22

---

## I

IDマシニング 9

---

## O

Opを分割 20  
Opを分割、ポケット加工オプション 20

---

## P

ProXYZ 5as 8  
定義 37

---

## R

Rコーナー 27

---

## あ

アプローチ 18

---

## い

一定深さ 27

---

## え

円筒 6  
定義 37  
円筒形状  
定義 38  
円筒形状あるいは円筒輪郭 6  
円筒状プリズム 6, 9  
定義 38  
円筒線 6  
円筒深さ 6  
定義 38  
円筒面 6  
定義 38

---

## お

送り進入クリアランス 16, 33  
送り速度 15, 33  
送り逃げクリアランス 16, 33

---

## か

解析ヘリカルツールパス 22  
回転速度 15, 33  
加工幅 33  
加工方向に垂直 14  
加工方向に垂直、工具移動 29  
加工方向に沿って、工具移動 28  
カスタム進入/逃げ、ポケット加工 35  
カット数、ポケット加工オプション 20  
可展面 7  
定義 37  
完全後退 20

---

## き

許容誤差 15, 33

---

切込み送り 33  
切込み設定 34

---

## け

傾斜、プランジ進入 19  
傾斜角度 15  
傾斜進入 18  
形状全体、カーブオプション 26  
形状内、カーブオプション 26

---

## こ

工具移動 28  
工具反転方向 33

---

## さ

最終カット進入/逃げ 35  
最大角度、線分割 30, 34  
最大長さ、線分割 29, 34

---

## し

ジグザグ、ポケット加工オプション 20  
自由形状 7  
定義 37  
進入/逃げボタン 35  
進入クリアランス平面 16  
進入クリアランス面 32

---

## す

スイープ面  
定義 38  
スイープ面またはスイープソリッド 6  
図形から 21  
図形からの工具方向 21  
ステップ、ポケット加工オプション 20  
ストック 15, 33  
スパイラル進入/逃げ 35

---

## せ

正接進入/逃げ 18  
切削油チェックボックス 15, 33  
遷移要素 8-9  
線形変化深さ 27

---

## そ

側面 22  
側面切削 22

---

## た

高さ戻り 20

---

## ち

中心アプローチ 18  
直線、プランジ進入 19

---

## に

逃げクリアランス平面 16  
逃げクリアランス面 33

---

## は

早送りクリアランス 16, 32

---

## ひ

左側アプローチ 19

---

## ふ

深さ 33  
深さオプション 27  
プランジ、ポケット加工進入オプション 19  
プリズム形状 6  
定義 37  
分割されていないヘリカルツールパス 22

---

## ほ

放射状側面 21

放射状に工具を配置 23, 34

ポケット加工、リードイン/アウトオプション  
19

---

## み

右側アプローチ 19

---

## も

戻り、ポケット加工オプション 19

戻り高さ 20

---

## り

輪郭、深さを制御 27

---

## る

ルールド面  
定義 38

ルール面またはルールソリッド 6

---

## れ

連続的工具傾斜 23

連続的变化深さ 27

---

## わ

ワーク中心 8  
定義 37