



NURBS 曲面の切削データ生成（手抜き）解説書

2022 年 4 月 NCVC Ver4.00～ 初版

はじめに

この機能のコア部分は、金沢大学マンマシン研究室で開発されている Kodatuno ライブラリを用いて実現しています。

<http://www-mm.hm.t.kanazawa-u.ac.jp/research/kodatuno/>

このページでも述べられているとおり、まだ完全なライブラリではありません（僕が言うのも変ですがww）。IGES データの読み込みに失敗してもイライラしてはいけません。望み通りのパスが出ないからといって SNS に悪口を書いてはいけません。生あたたかく見守ってください。

3次元切削においては、2次元切削以上に注意が必要です。生成された NC データは、工具干渉なども含めた検証を十分に行った上で、加工作業を進めてください。**トラブルや損害等について、作者は一切責任を持ちません。必ず自己責任で使用してください。**

Kodatuno ライブラリの使用に際し、同研究室の関係各位には大変お世話になりました。ここに謝意を表します。

1. 3D-CAD データの準備

1.1 IGES データについて

現状の Kodatuno ライブラリで処理できる IGES データは、NURBS の曲線と曲面のみです。お使いの CAD データから IGES データを出力する際は、NURBS オプションを選択してください。Kodatuno ライブラリ開発元からの情報によると、SolidWorks, SolidEdge, CATIA から出力された IGES データは問題なく読めるようです。Inventor からの IGES データは読めないとのことでした。

筆者は Rhinoceros で動作確認しています*¹。Rhinoceros から出力される IGES データも問題なく読めましたが、一部 NCVC が落ちるデータも確認しました*²。保存時の IGES タイプを変更すると読める場合もあったので、適宜対応してください。

1.2 原点について

2D-CAD データのときは『ORIGIN レイヤに円を作図』という NCVC の独自ルールがありましたが、3D-CAD データの場合は作図原点がそのまま加工原点（工具の初期位置）になります。ただし、Z 値については後述する設定でワーク上面をゼロにすることが可能です。

1.3 スキャンングパス生成用のガイドカーブ

スキャンングパスの生成では、基準となるガイドカーブ（NURBS 曲線）が必要です。3D モデルを囲うように作図してください。ガイドカーブが円だとスキャンングパスがうまく生成できないことを確認しています。

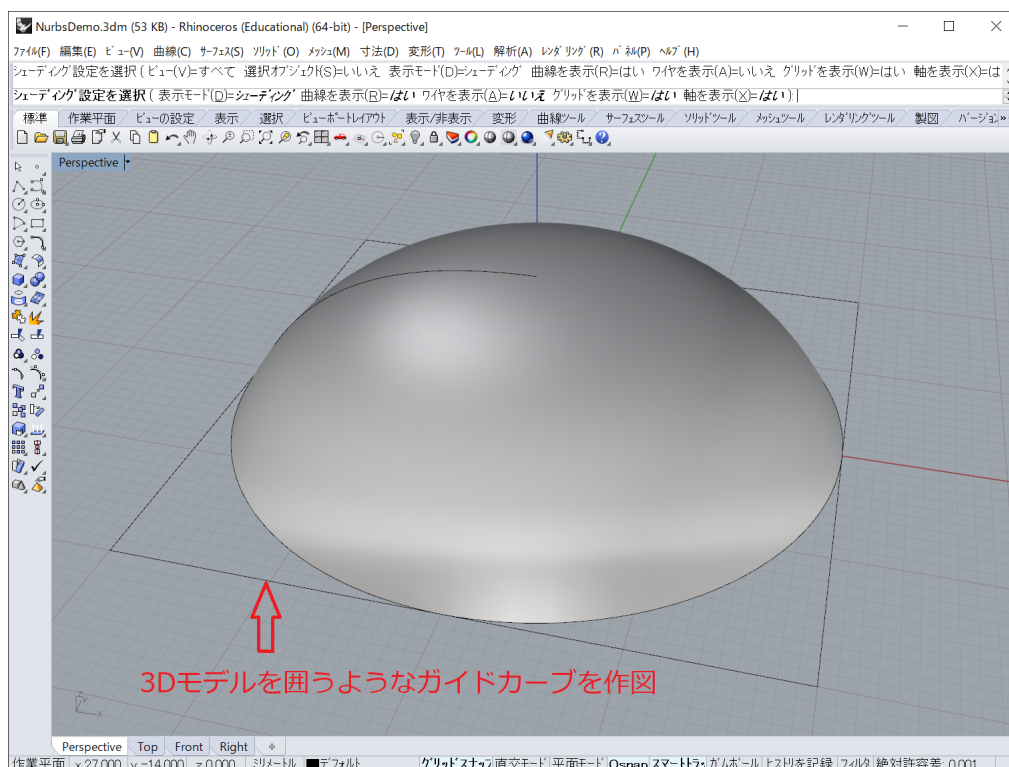


図 1.1 サンプル図形

*¹特段推奨しているわけではありません。

*²try-catch ブロックでも捉えられない例外エラーで NCVC が落ちてしまいます。調査継続中。

1.4 NCVC の設定ファイルについて

IGES データと同じ場所に、NCVC の設定ファイル（～.ncvc）が自動的に作られます。インストーラ付属のサンプルデータを使用する場合は、ドキュメントフォルダ等の書き込み権限がある場所にコピーしてから使用してください。

1.5 Kodatuno ライブラリからのメッセージ

計算処理の途中で Kodatuno ライブラリからメッセージが表示されることがあります。データが欠落していたり、おかしいパスが生成される場合があるので、とくにご注意ください。3D モデルを変更したり、生成後のデータを手作業で修正する必要があるかもしれません。

表 1.1 Kodatuno ライブラリのメッセージ一覧

NURBS_FUNC CAUTION: Singler point was ditected.	特異点検出により処理を継続できない場合
NURBS_KOD_ERROR: Intersection points exceeded the allocated array length. There is a possibility that you set large ds.	交点の数が指定サイズを超えた場合は そこまでで強制リターン

2. スキャニングパスのNCデータを生成

2.1 IGES データの読み込み

図 1.1 の IGES データを NCVC で読み込みます。この時点で 1.1 節にも書いたように NCVC が落ちる場合があります。IGES タイプを変更するなど適宜対応してください。

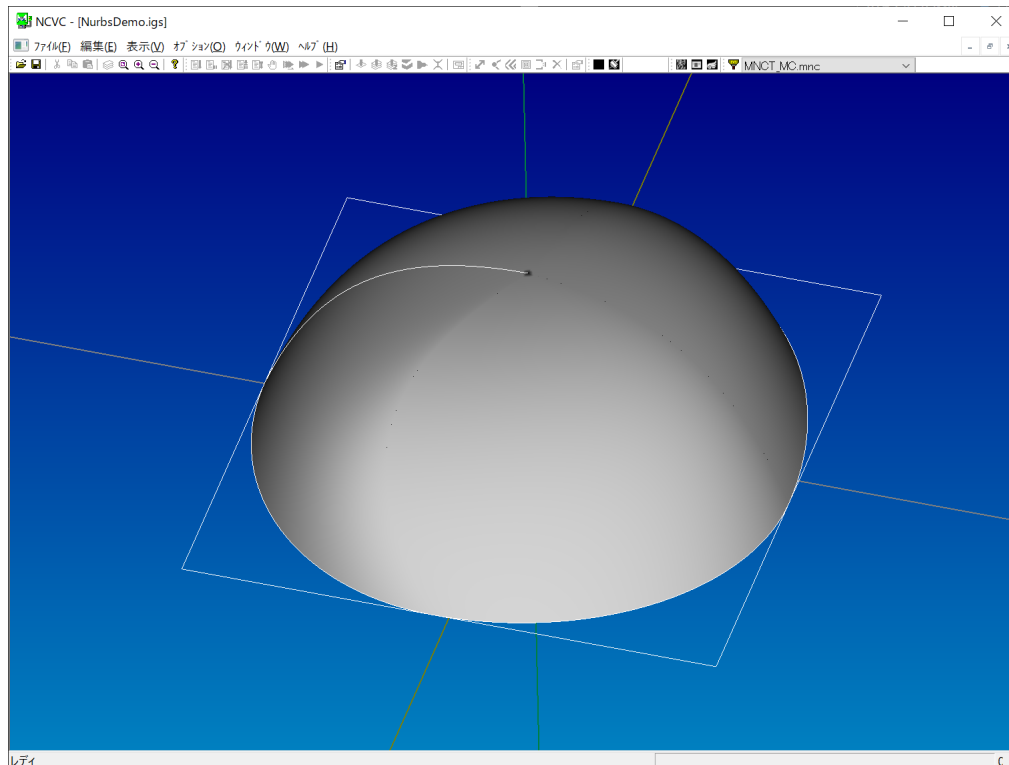


図 2.1 サンプル図形の読み込み

2.2 スキャニングパスの生成

スキャニングパスを生成するには、切削対象となる NURBS 曲面とガイドとなる NURBS 曲線を 1 つずつ選択する必要があります。マウスの左クリックで選択してください。選択順は問いませんが、マウスが動くとドラッグ扱いになるので慎重にクリックしてください。選択できると選択色^{*3}に変わります。

^{*3}「オプション」>「表示属性」>「表示属性の設定」から「共通」タブの「選択オブジェクト」の色

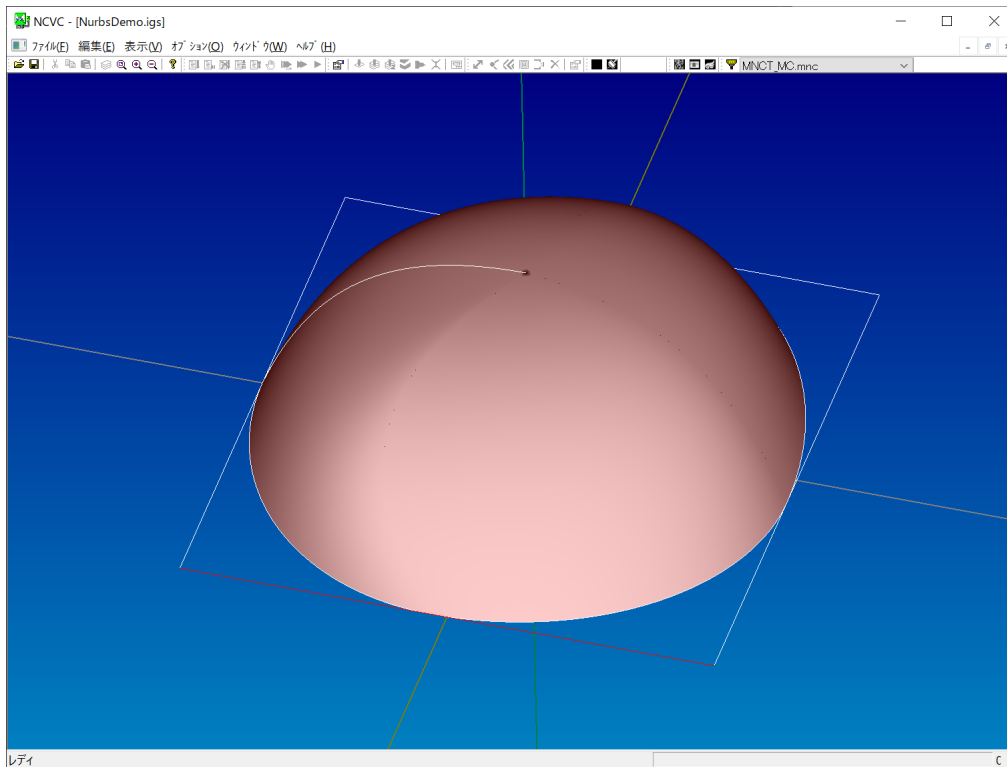


図 2.2 NURBS 曲面と NURBS 曲線を選択

NURBS 曲面と NURBS 曲線が選択されていると、**ファイル** ≫ **NC データの生成** ≫ **スキャニングパスの生成** (**F2**) のメニューが有効になります。図 2.3 のダイアログから適当な値を設定してください。

- 「曲面からのオフセット」は削り代と考えてください。ここをゼロにすると曲面に沿ってスキャニングされるので、実質的な仕上げ工程になります。
- 「NC 生成時ワーク上面を Z 軸のゼロにする」にチェックが入っていると「ワークの高さ」で設定した高さが Z 軸のゼロになるように NC データが生成されます。ワークの上面で Z 軸の原点や工具長補正を設定する場合がほとんどだと思うので、通常はチェックを入れておきましょう。

スキャニングパスの生成		×
ボールエンドミル半径(R)	<input type="text" value="3.000"/>	mm
ワークの高さ(H)	<input type="text" value="15.000"/>	mm
1回の切り込み量(Q)	<input type="text" value="1.000"/>	mm
曲面からのオフセット	<input type="text" value="1.000"/>	mm
スキャニングラインの分割数(S)	<input type="text" value="50"/>	< 100
<input checked="" type="checkbox"/> NC生成時ワーク上面をZ軸のゼロにする(Z)		
<input type="button" value="OK"/>		<input type="button" value="キャンセル"/>

図 2.3 スキャニングパスの設定

図 2.3 で **OK** を押すと、図 2.4 のようにスキャニングパスが表示されます。選択されたガイド曲線が「スキャニングラインの分割数」で分割され、さらにそのガイド曲線に沿うように点群が生成されます。

データによっては計算がうまくいかずデータが欠落する場合があります。その場合は選択したガイド曲線を変えてみてください。図 2.2 の選択方法では左上付近のパスが欠けてしまいました。

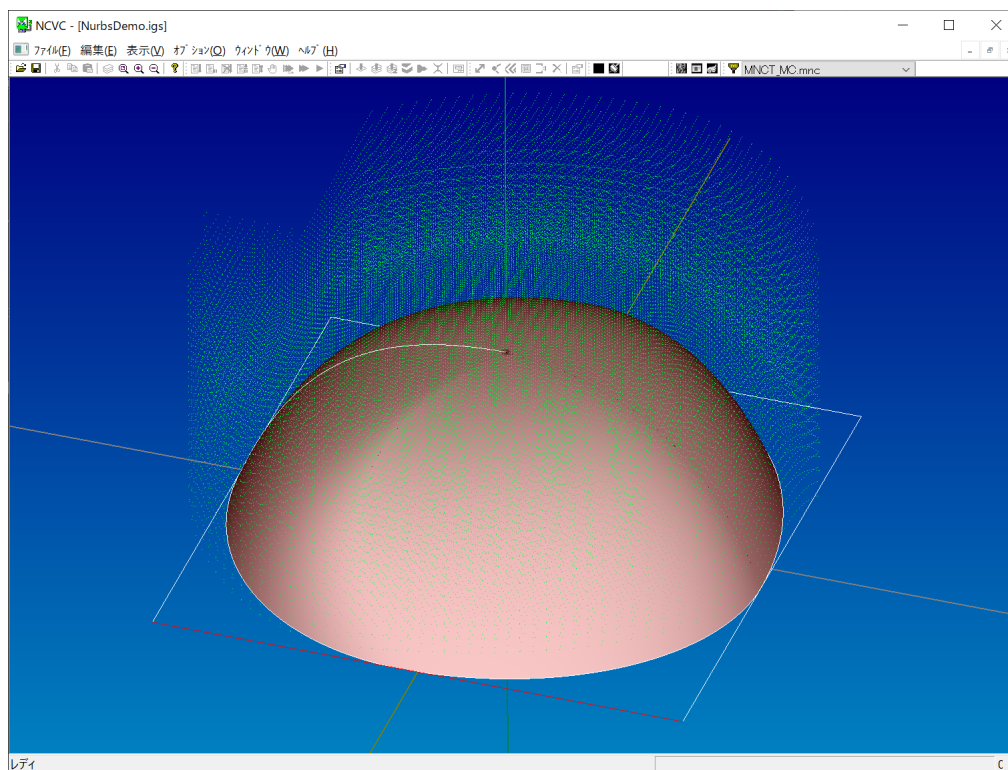


図 2.4 スキャニングパスの表示 I

図 2.2 ではモデルの手前（または奥）にある X 軸と平行なガイド曲線を選択したので、点群は図 2.4 のように Y 方向の集まりになりますが、モデルの右（または左）にある Y 軸と平行なガイド曲線を選択すると、図 2.5 のように点群は X 方向の集まりになります。どちら方向に切削するかは、このガイド曲線の選択によって変わります。

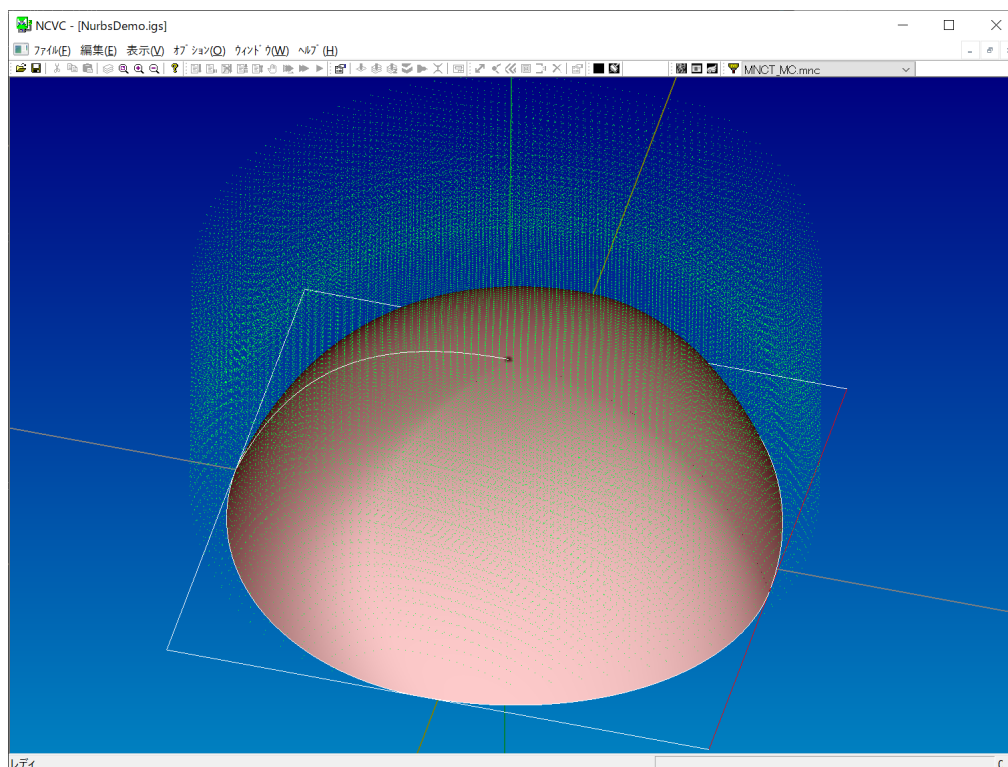


図 2.5 スキャニングパスの表示 II

2.3 NC データの出力

ファイル ≫ NC データの生成 ≫ 3D 切削データの出力 (F7) のメニューから出力できます。出力ファイル名にはデフォルトで _Scan というサフィックス（接尾語）が付けられます（図 2.6）。

切削条件は 2D 切削と共通ですが、図 2.6 から 編集 ボタンを押すと、図 2.7 のように NURBS Mode となり、不要なタブは非表示にされます。切削条件ファイルの拡張子 (.nci) が共通というだけなので、3D 切削用に設定しなおし、それ用に新規で保存しておきましょう。

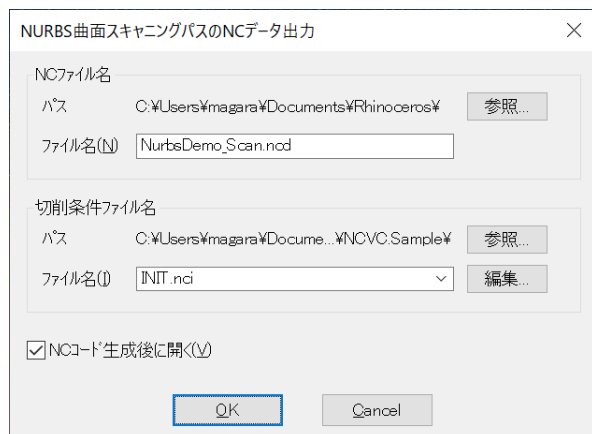


図 2.6 NC データの出力設定

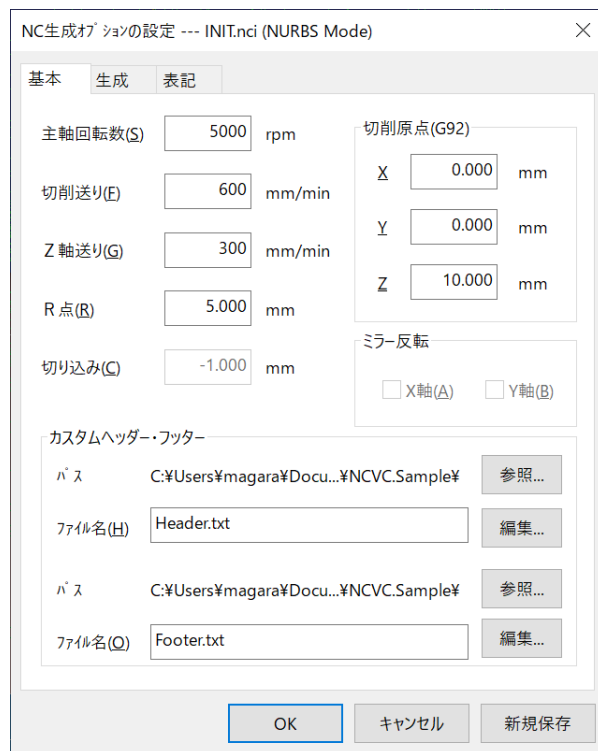


図 2.7 NURBS 用の切削条件設定

カスタムヘッダーも 3D 切削用に書き換えてください。G92 での原点指示は小型加工機に多い設定方法ですが、ワーク座標系と工具長補正で設定を行う大型加工機の場合は、リスト 2.1 の方が一般的かもしれません。ほか工具交換の G コード挿入など、積極的にカスタマイズしてください。

リスト 2.1 カスタムヘッダーの例

```
%  
G90G54G00X0Y0 → G92は削除 G54ワーク座標系のXY原点に移動  
{Spindle}M03  
G43Z50.H01 → 工具長補正でZ50.0まで移動
```

2.4 NC データのシミュレーション結果

図 2.3 で指定したボールエンドミル半径が、NCVC 用の OpenGL 表示コメント

```
(Endmill=R_)
```

としてカスタムヘッダーの ”%” の次の行に挿入されます。最大矩形は NC データから自動算出されるので、図 2.9 のように、ほぼ正確な切削イメージがシミュレーションできます。

実はこの IGES データでスキャニングパスを生成すると、1.5 節の警告メッセージが出力されます。そのせいで図 2.9 をよく見ると中央付近にパス漏れと思われる若干の盛り上がりが確認できます。

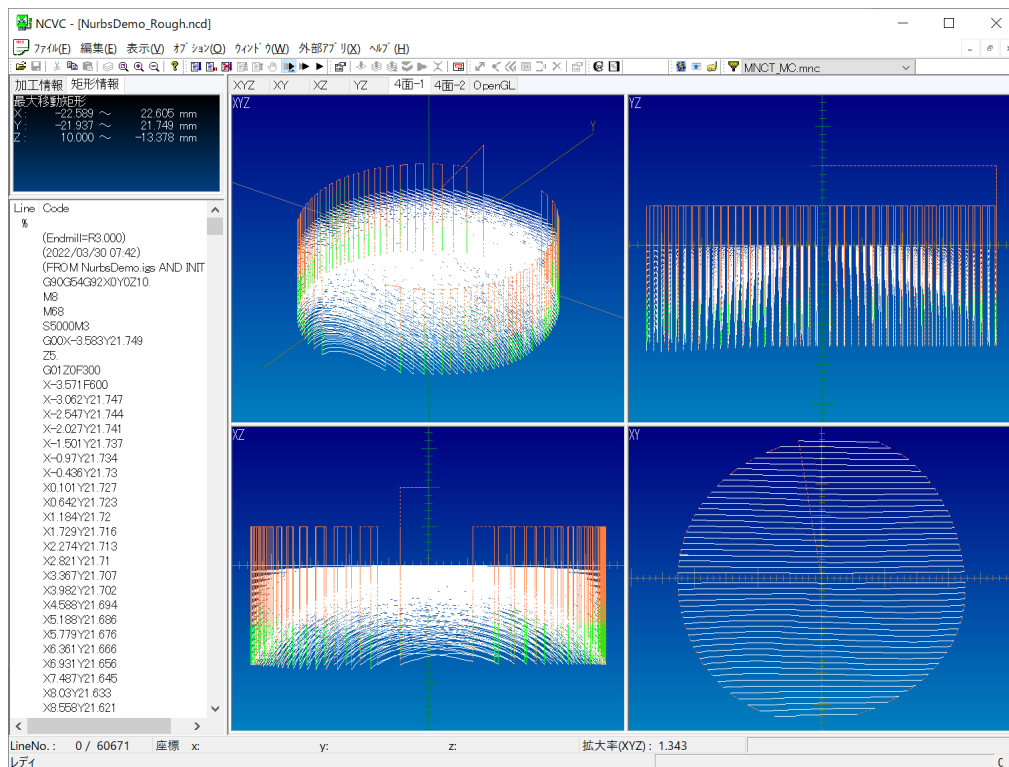


図 2.8 スキャニングパス NC データのシミュレーション結果 I

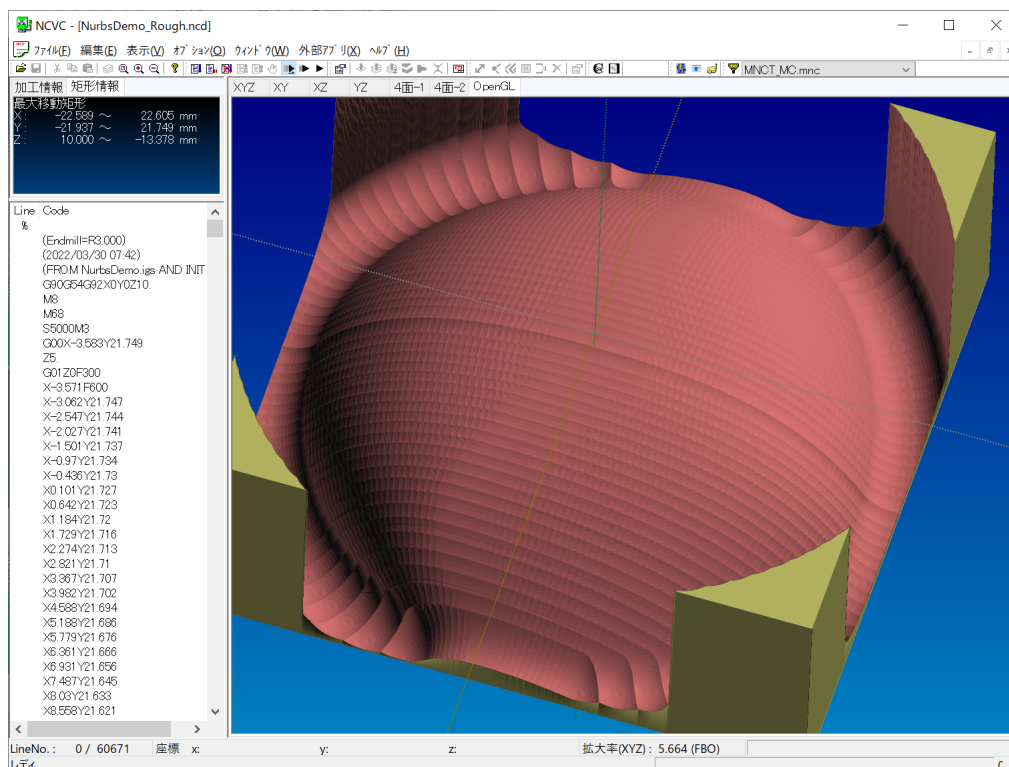


図 2.9 スキャニングパス NC データのシミュレーション結果 II

もし期待通りのシミュレーション結果ではない場合,

- **F6** (ウィンドウの切り替え) で IGES データのウィンドウにする.
- **F2** (スキャンングパスの生成) で 図 2.3 から再設定 (選択状態が維持されているはず).
- **F7** (3D 切削データの出力) で NC データを出力.

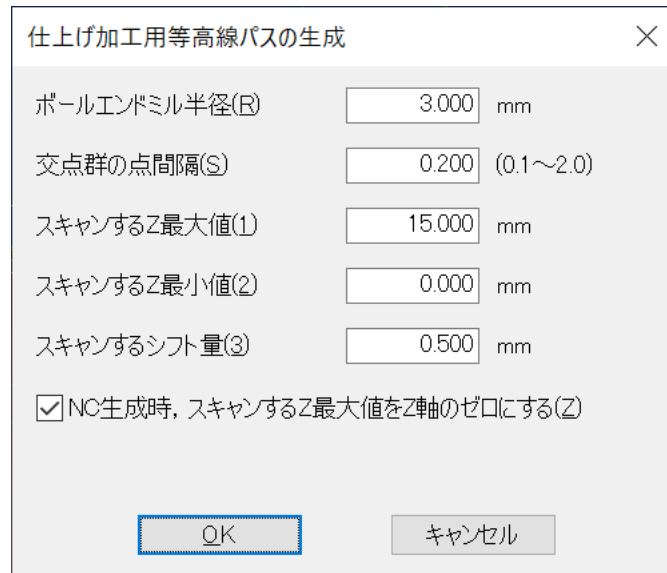
のようにショートカットキーを駆使して効率よく作業を進めることが可能です.

3. 等高線の NC データを生成

3.1 等高線パスの生成

等高線のデータを生成するには、切削対象となる NURBS 曲面を 1 つ選択する必要があります。マウスの左クリックで選択してください。

NURBS 曲面が選択されていると、**ファイル** ≫ **NC データの生成** ≫ **等高線パスの生成** (**F3**) のメニューが有効になります。図 3.1 のダイアログから適当な値を設定してください。



仕上げ加工用等高線パスの生成

ボールエンドミル半径(R)	3.000	mm
交点群の点間隔(S)	0.200	(0.1~2.0)
スキャンするZ最大値(1)	15.000	mm
スキャンするZ最小値(2)	0.000	mm
スキャンするシフト量(3)	0.500	mm
<input checked="" type="checkbox"/> NC生成時, スキャンするZ最大値をZ軸のゼロにする(Z)		

OK キャンセル

図 3.1 等高線パスの設定

図 3.1 で **OK** を押すと、図 3.2 のように等高線パスが表示されます。この等高線は NURBS 曲面上に点群がプロットされます。裏面を見ると 図 3.3 のように点群が貫通して見えますが気にしないでください^{*4}。

^{*4}ポリゴンオフセットという手法で面を少しだけずらして描画しています。こうしないと表面であっても「Z ファイティング」と言われる不自然なレンダリング結果になります。スキャンングパスで曲面オフセットをゼロにしたときも同様です。

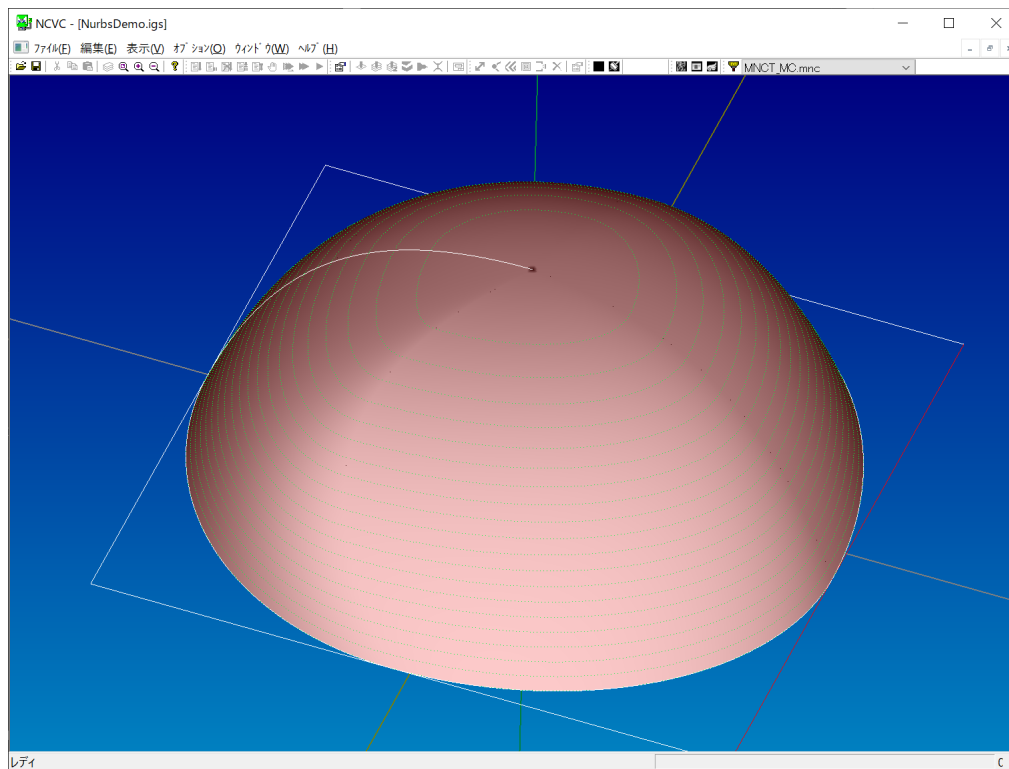


図 3.2 等高線パスの表示

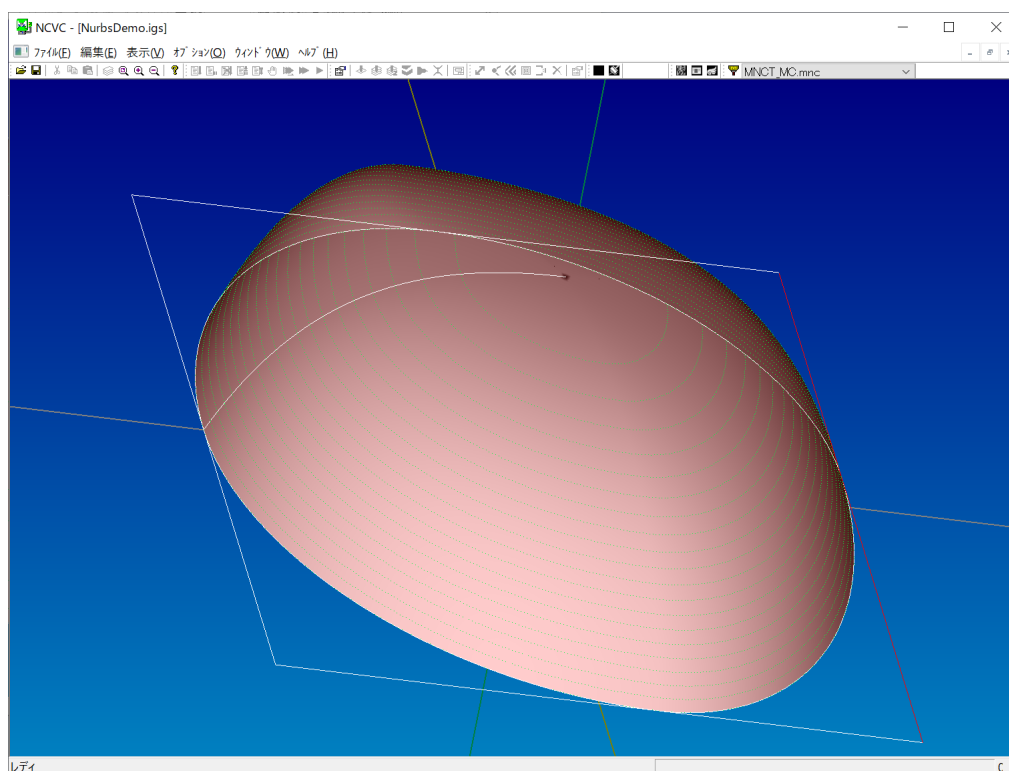


図 3.3 裏面のようす

3.2 NC データの出力とシミュレーション結果

スキニングパスと同じように **ファイル** ≫ **NC データの生成** ≫ **3D 切削データの出力** (**F7**) のメニューから出力できます。出力ファイル名にはデフォルトで **_Contour** というサフィックス (接尾語) が付けられます (図 3.4)。切削条件は 図 2.7 と同じなので省略します。

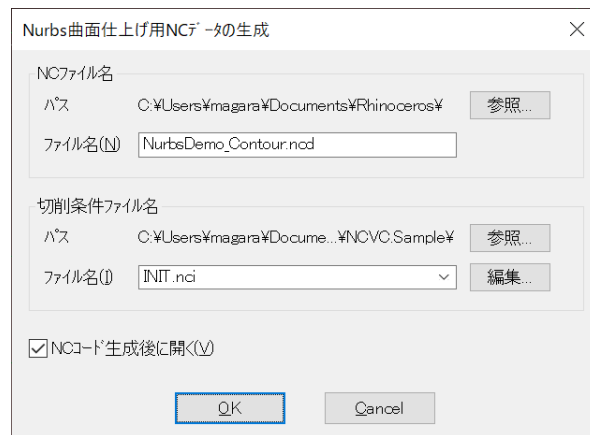


図 3.4 等高線用 NC データの出力設定

用途や形状に応じてスキニングパスと使い分けてください。必要なら手作業で2つのパスを連結しても良いかもしれません。

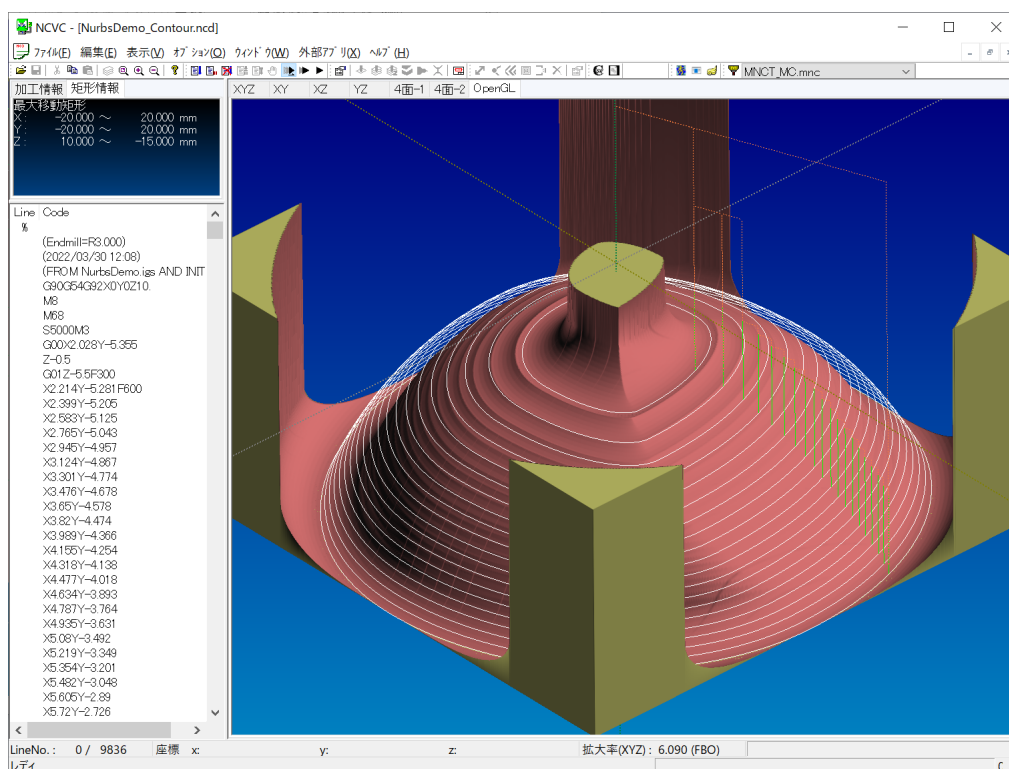


図 3.5 等高線 NC データのシミュレーション結果

ここまでの【まとめ】

(1) IGES データ

- NURBS の曲線と曲面のみ
- NCVC が落ちる場合もある
- 読めない場合は IGES タイプを変更

(2) スキャニングパス

- NURBS 曲面とガイドとなる曲線を選択
- **F2**→**F7** でシミュレーション確認
- ダメなら **F6** → ガイド曲線や設定を変える → **F2**→**F7**
- 曲面オフセットをゼロにすると仕上げパスになる

(2) 等高線

- NURBS 曲面を選択
- **F3**→**F7** でシミュレーション確認
- ダメなら **F6** → 設定を変える → **F3**→**F7**
- 用途や形状によってスキャニングパスと等高線パスを使い分ける