

工程設計支援ソフト OFFSET の使い方 (2015/11/06)

このドキュメントは、実験的な工程設計支援ソフトウェア OFFSET の利用法を解説したものです。本ソフトウェアは、部品形状と素材形状の CAD モデル（具体的な STL 形式のポリゴンモデル）、そして工具形状を指定すると、指定された工具を用いてできるだけ部品形状に近づくように素材形状を加工した結果を計算します。得られた結果を画面に表示すると同時に、それを新しい CAD モデルとして出力する機能を実現しています。プログラムの使用に関する疑問点や、実行時に生じた問題点については、下記までご連絡ください。

茨城大学工学部 乾 正知 (masatomo.inui.az@vc.ibaraki.ac.jp)

0. ソフトウェアのインストールと起動法

OFFSET は、16GB 以上の主メモリーを備え、Windows XP 以降の 64 ビット OS を搭載した PC で稼働します。なお、計算の一部に OpenGL の画面処理機能を利用しており、その際にはフレームバッファを一時的なデータの記録領域として参照しています。XP では、ウィンドウが重なるとフレームバッファの内容が破壊されることがあるため、処理中は常にウィンドウの上を空けておく必要があります。Windows7 以降の OS では、ウィンドウが重なっても各ウィンドウのフレームバッファの内容が保持されるようですので、Windows7 以降の OS を搭載した PC での利用をお勧めします。

また計算の一部に、CUDA と呼ばれる nVIDIA 社製の GPU 用の並列処理環境を使っているため、nVIDIA 社の GeForce や Quadro といった GPU を搭載したグラフィックスカードを必ず使ってください。ディスプレイ・ドライバーについては、バージョン 355.60 で動作を確認していますので、それ以降であれば問題ないと思われます。古いバージョンのドライバーでは、CUDA の動作で問題を生じるケースがあるようです。

OFFSET のインストールは、実行形式の `offset.exe` と `DexelSub.dll` を同じフォルダーへコピーするだけです。OFFSET は `offset.exe` をダブルクリックすると起動します。上述のように、計算中にフレームバッファをデータの記録領域として用いる関係で、ウィンドウサイズが大きいほうが処理を効率的（高速）に行えます。そこで起動後に OFFSET のウィンドウを最大化し、できるだけ広いフレームバッファを利用できるようにしてください。

1. 操作の手順

OFFSET の典型的な利用手順は以下の通りです。

- Step 1:** 部品形状と素材形状の STL ファイルを読み込む。工具形状を定義する
- Step 2:** 計算精度を指定する。
- Step 3:** 加工結果の推定を実行する。処理に数十秒を要することがあります。
- Step 4:** 得られた加工結果を STL ファイルの形式で出力する。

以下では、個々の処理ステップの詳細を説明します。OFFSET には幾つかのユーティリテ

ィ機能も用意されています。これらについては第2章をご覧ください。

Step 1 STL ファイルの読み込みと工具形状の定義

最初に処理対象の部品形状と素材形状を記した STL ファイルを読み込みます。また加工で用いる工具形状（刃先形状とホルダー形状）を与えます。

1) 部品形状と素材形状の定義

最初に **File** メニューの **Open part data** を選択し、ファイル選択のダイアログを開いて部品形状を表す CAD モデルを読み込みます。本ソフトウェアは、ポリゴン表現されたモデルのみを対象としています。NURBS などの自由曲面を有する CAD モデルについては、事前にポリゴン化（テセレーション）しておく必要があります。ポリゴン表現には様々なファイル形式がありますが、今回提供する試用版は STL ファイルにのみ対応しています。このメニューを選択すると、以下のダイアログが現われますので、適切な部品形状を記した STL ファイルを選択してください。

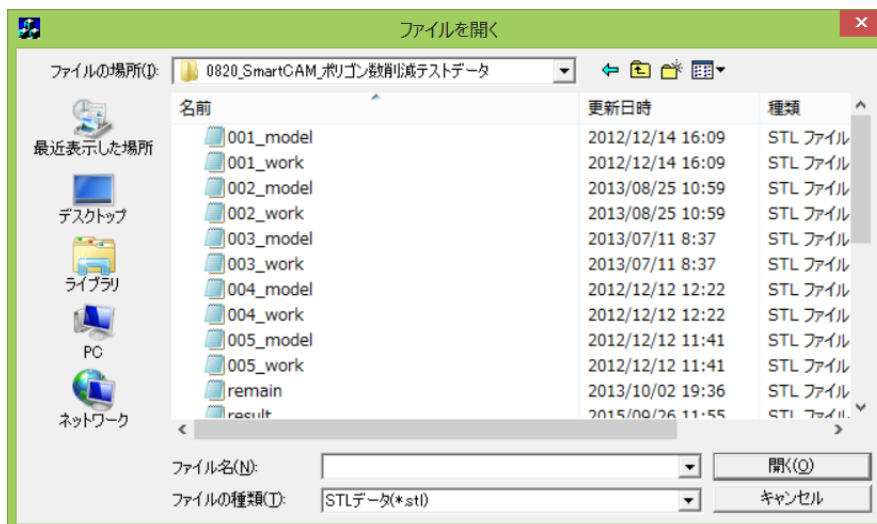


Figure 1 部品形状を表す STL ファイルを選択するダイアログ。

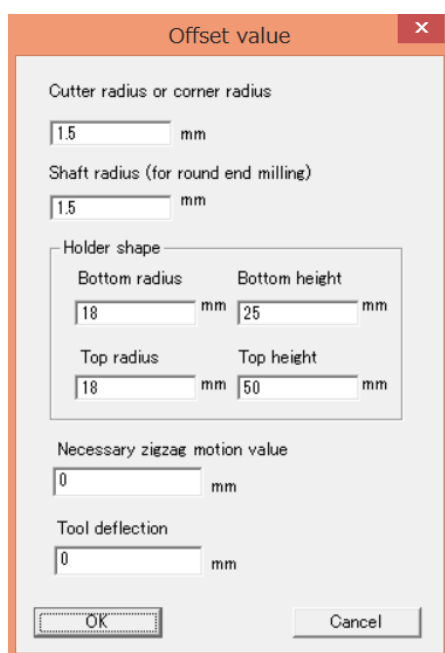
OFFSET は、100 万を超えるポリゴン数の STL ファイルも読み込み可能です。モデルの読み込みを終えると、部品形状が画面に青く表示されます。次に同じ手順で **Open work data** メニューを用いて素材形状の STL ファイルを読み込みます。なお素材形状の読み込みが終わっても、その形状は画面に表示されません。**Display object** メニューから **Initial work shape** を選択すると、素材形状が灰色で表示されます。詳しくは後述する「対象形状の表示」の説明をご覧ください。

本ソフトウェアでは、STL モデルは閉じた立体であることを想定しています。多少ポリゴン間に隙間や重複があっても処理可能で正しい結果が得られますが、オープンなポリゴンモデルの場合には、計算に失敗する場合があります。File メニューから **Erase all models**

を選択すると、読み込んだ部品形状と素材形状のモデルのデータを全て消去することができます。

2) 工具形状の定義

次に **File** メニューから **Tool type** を選択し工具のタイプを指定します。現段階では、ボールエンドミル、フラットエンドミル、ラジアスエンドミル (Round end mill) の3種類の工具に対応しています。工具のタイプを指定した後で、**File** メニュー中の **Tool shape** を選択し、工具とホルダーの形状を指定します。この項目を選択すると、以下のダイアログが画面に現われます。



The image shows a dialog box titled "Offset value" with a close button (X) in the top right corner. The dialog contains several input fields for defining tool and holder parameters:

- Cutter radius or corner radius:** Input field with value "1.5" and unit "mm".
- Shaft radius (for round end milling):** Input field with value "1.5" and unit "mm".
- Holder shape:** A sub-dialog containing:
 - Bottom radius:** Input field with value "18" and unit "mm".
 - Bottom height:** Input field with value "25" and unit "mm".
 - Top radius:** Input field with value "18" and unit "mm".
 - Top height:** Input field with value "50" and unit "mm".
- Necessary zigzag motion value:** Input field with value "0" and unit "mm".
- Tool deflection:** Input field with value "0" and unit "mm".

At the bottom of the dialog are two buttons: "OK" and "Cancel".

Figure 2 工具とホルダー形状を入力するダイアログ。

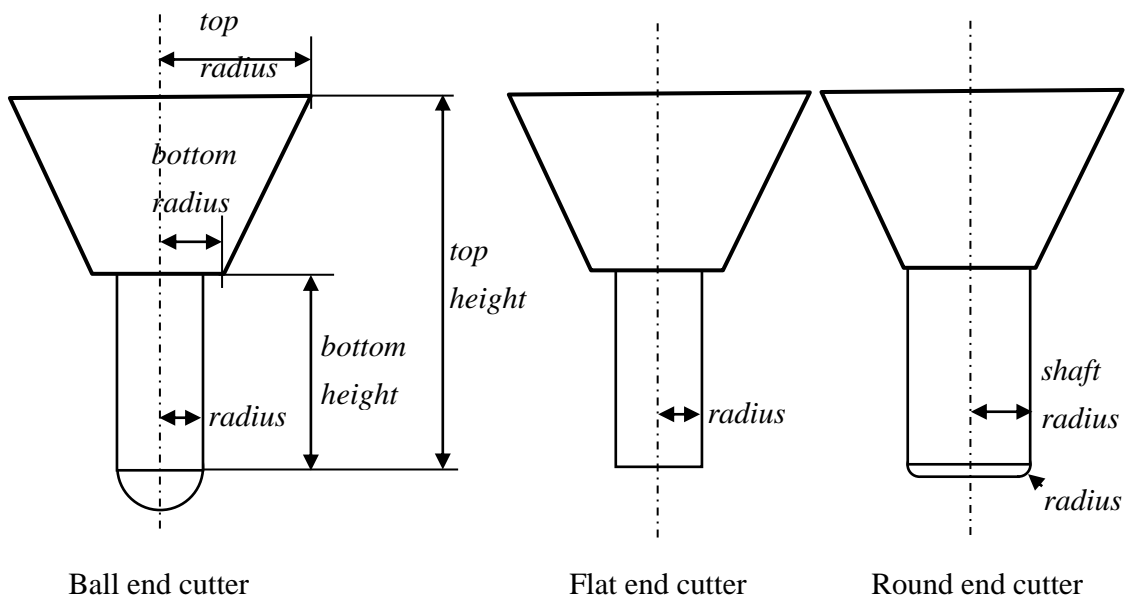


Figure 3 工具とホルダー形状を与えるパラメータの意味.

図3には、このダイアログから与える工具・ホルダー形状を定義するパラメータの、幾何学的な意味を示しました。なおホルダー形状の定義は無視することも可能です。ホルダー形状に関する全てのパラメータに 0 を与えると、ホルダーがないものとして処理を行います。このダイアログの最後の2つのパラメータ (**Necessary zigzag motion value** と **Tool deflection**) には、常に 0 を与えて下さい。図4には、ホルダーのない、半径 5mm のボールエンドミルを指定する場合のパラメータの与え方を示しました。

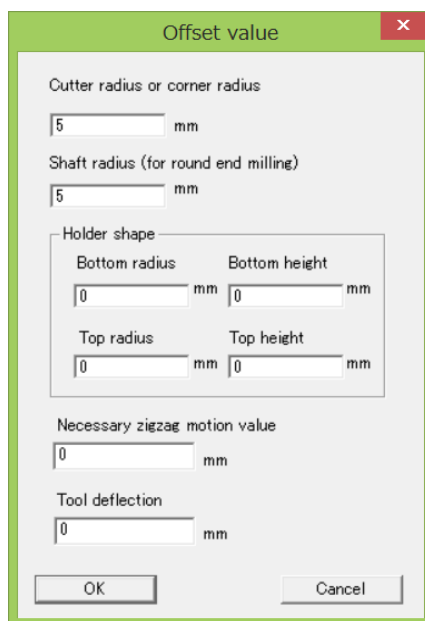


Figure 4 ホルダーのない半径 5mm のボールエンドミルの形状指定.

一方、ホルダーを有する工具径 20mm、コーナー半径 4mm のラジラス工具を定義する際には、以下のようにパラメータを与えます。工具径は半径で指示する点にご注意ください。

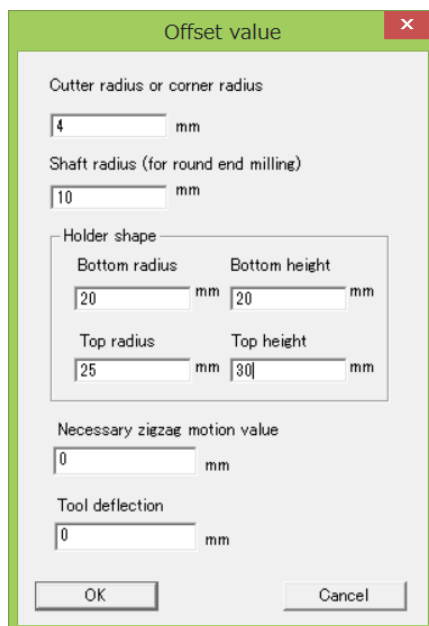


Figure 5 工具径 20mm、コーナー半径 4mm のラジラスエンドミルの形状指定。ホルダー形状も定義している。

加工中の工具姿勢は、工具の軸が z 軸と平行であること（工具が垂直であること）を仮定しています。OFFSET は、定義された工具やホルダー形状を部品と衝突することが無いように移動させ仮想的な加工を行うことで、加工結果を表すモデルを生成します。

Step 2 計算精度の指定

OFFSET では、デクセルモデルと呼ばれる内部形式で素材形状を表現しています。デクセルモデルは、xy 平面上に直交格子を用意し、格子点ごとに定義された垂直な線分の集合で立体形状を表します。したがって計算精度は、格子の各セルのサイズ（大きさ）によって決まります。このパラメータは、**Dexel size** メニューから与えることができます。マウスで **Dexel size** メニューをクリックすると、以下のダイアログが画面に現われます。サイズの初期値は 0.04 に設定されています。

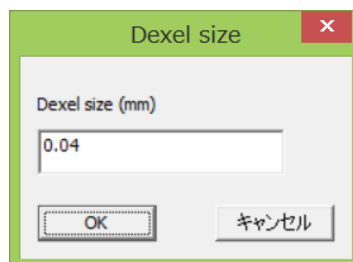


Figure 6 逆オフセット計算の精度を指定するダイアログ。

メモリー上の制約から、格子点の総数の上限は 10000 x 10000 に制限されています。指定されたセルのサイズが小さすぎて、そのまま定義すると格子点の総数がこの上限を超える場合には、上限を超えないようにセルサイズが自動的に補正されます。なお計算精度を高く設定するほど、後で述べる加工結果の計算により長い時間を要することになります。加工結果の計算後にデクセルサイズを変更すると、計算結果が破棄されてしまいます。デクセルサイズの設定は、必ず加工結果の計算前に行うようにしてください。

Step 3 加工結果の推定

部品形状と素材形状の STL ファイルを読み込み、さらに工具やホルダーの形状を与え、計算精度を指示すると、加工結果の計算が可能になります。 **File** メニューから **Milling result estimation** の **Closed model** をクリックすると、処理を開始します。計算に要する時間は、部品形状や素材形状のポリゴン数（計算時間はポリゴン数に比例します）、シミュレーション精度の指定（高精度なほうが時間がかかります）、工具形状によって変化しますが、ポリゴン数が 100 万を超える複雑な CAD モデルであっても、処理に 1 分を要することはまれです。計算が終わると、その旨を伝えるダイアログが画面に現れます。なお処理を終えても計算結果は画面に表示されません。計算結果を表示したい場合には、 **Display object** メニューから **Dexel model** → **Workpiece** を選択します。加工結果に相当するモデルが緑色で表示されます。詳しくは後述する「対象形状の表示」の説明をご覧ください。

注意! OFFSET は計算の際にフレームバッファを用いています。Windows XP では計算中にフレームバッファを操作すると（例えば画面のサイズを変えたり、別なウィンドウを立ち上げたりすると）フレームバッファのデータが破壊され、計算に失敗することがありますのでご注意ください。

Step 4 加工結果の保存

加工結果として得られたモデルを、STL ファイルの形式で出力することができます。画面に緑色の加工結果の形状が表示されている状態で、 **File** メニューから **Save displayed dexel model** を選択すると、STL ファイルの保存先のファイル名を指示するダイアログが現れます。なおファイルは STL のバイナリ形式で書き出されるのでご注意ください。ファイルが大きい場合には、書き出しに 30 秒程度を要することがあります。書き出しが終わると画面にその旨を示すダイアログが現れます。

2. ユーティリティ機能

ユーザは **Eye position** メニューを用いることで工作物を観察する際の視点の位置などを変

更できます。常にモデルは画面中心に表示されるようになっていいますので、このダイアログはモデルを観察する視線方向だけを変更するようになっていいます。視線方向の指定には方位角と仰角を用います。入力パラメータの意味については図8をご覧ください。

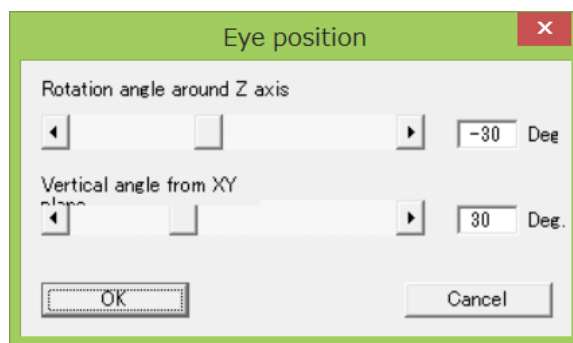


Figure 7 視点位置などを変更するためのダイアログ。

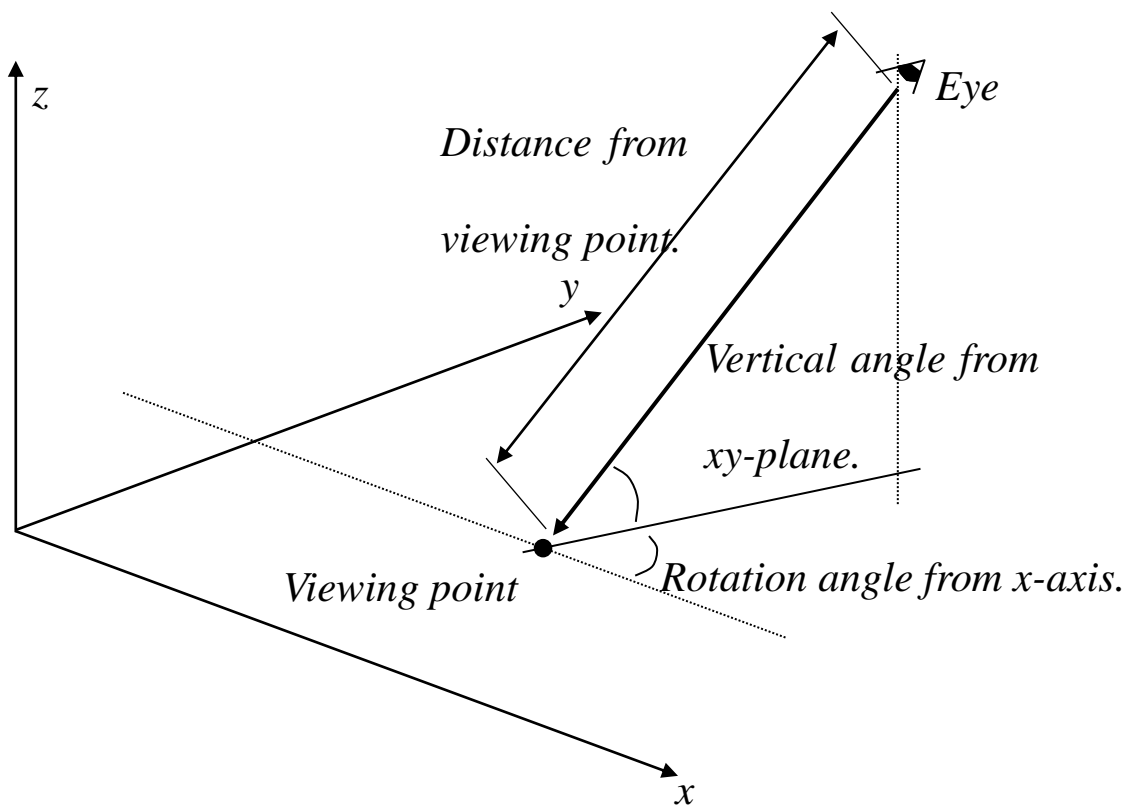


Figure 8 視点や注視点の指示に用いるパラメータの意味。

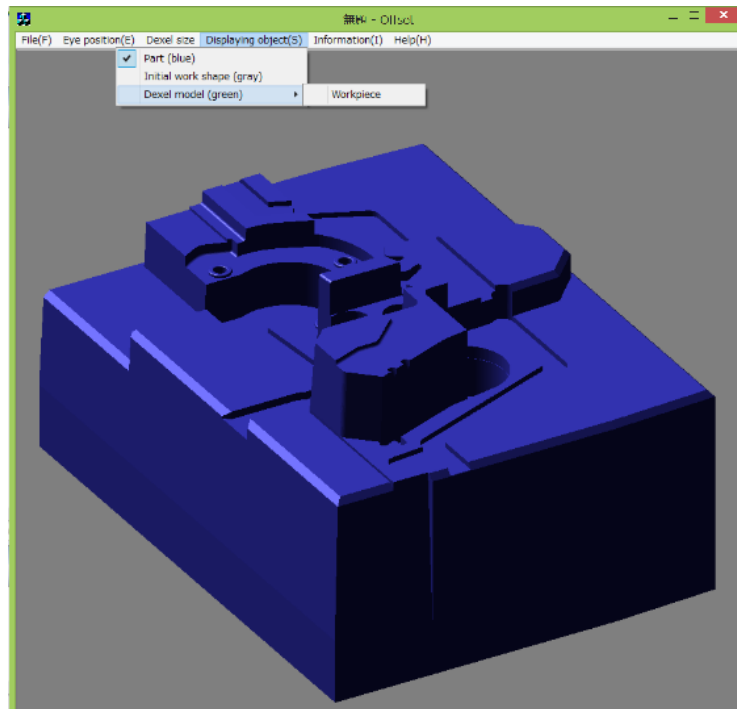


Figure 9 表示対象の選択.

モデルの一部を拡大して観察したい場合には、その位置をマウスで左クリックしてください。再度クリックするともとの表示に戻ります。

画面には以下の3種類のモデルを表示できます。表示されるモデルは、**Displaying objects**メニューから選択できます（図9参照）。具体的には以下の表示が可能です。

部品形状 (Part)：加工対象の部品形状が青色で表示されます。

素材形状 (Initial work shape)：加工前の素材形状が灰色で表示されます。

加工結果 (Dexel model → Workpiece)：加工結果にあたる形状が緑色で表示されます。

3. 処理の流れの例

以下に処理の流れの一例を示します。

(1) プログラムの起動

offset と書かれたアイコンをダブルクリックしてください。

(2) 部品形状と素材形状の読み込み

Fileメニューから **Open part data** を選び、読み込む部品形状の STL ファイルを指示します。すると画面に部品形状が青く表示されます（図10参照）。続けてメニューから **Open work data** を選び素材形状の STL ファイルを読み込みます。素材形状は読み込んでも表示されません。表示したい場合には、**Displaying objects**メニューを使ってください。

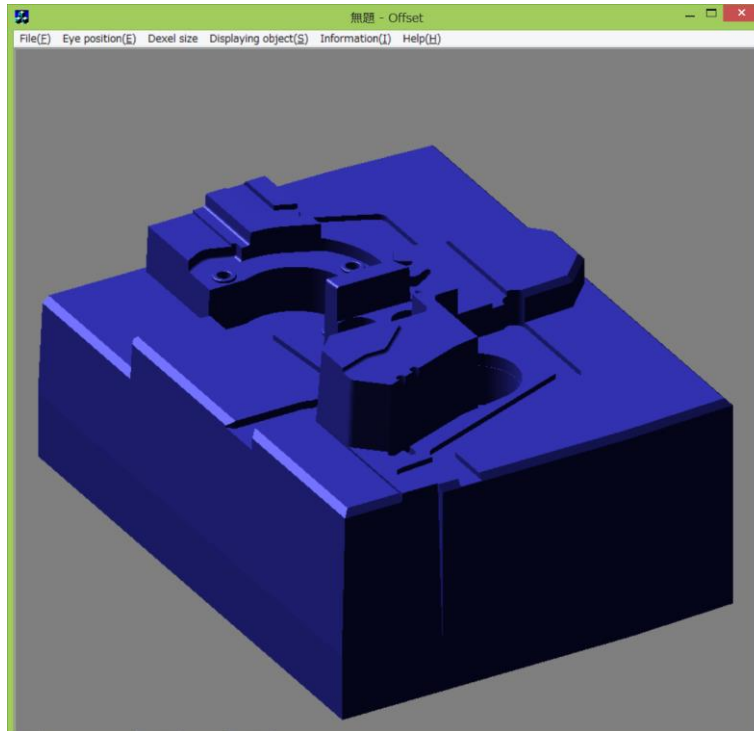


Figure 10 読み込まれた部品形状の表示.

(3) 工具の選択

次に **Tool type** メニューから **Ball end mill** (ボールエンドミル) を選択します. そしてその形状を **Tool shape** メニューを用いて, 半径 1.5mm のボールエンドミルを以下のように指示します. 今回はホルダー形状の定義は無しとしました.

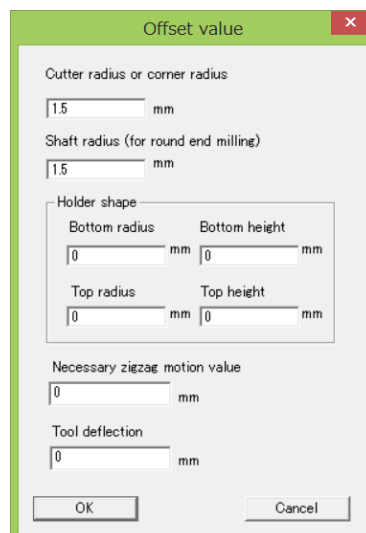


Figure 11 工具径 3mm のボールエンドミルの指定.

(4) 計算精度の指定

Dixel size メニューを用いてシミュレーション精度を与えます. 今回はデフォルト値の

0.04 としました.

(5) 加工結果の推定処理の実行

Milling result estimation メニューから **closed model** を選んでクリックすると加工結果の推定計算のプログラムが起動し, ほどなく加工結果の推定終了を知らせるダイアログが画面に現れます. この状況で **Display object** メニューから **Dexel model**→**workpiece** を選択してください. このままでは部品形状の青い表示もかぶって表示され見にくいので, 必要があれば部品表示のほうを消してください.

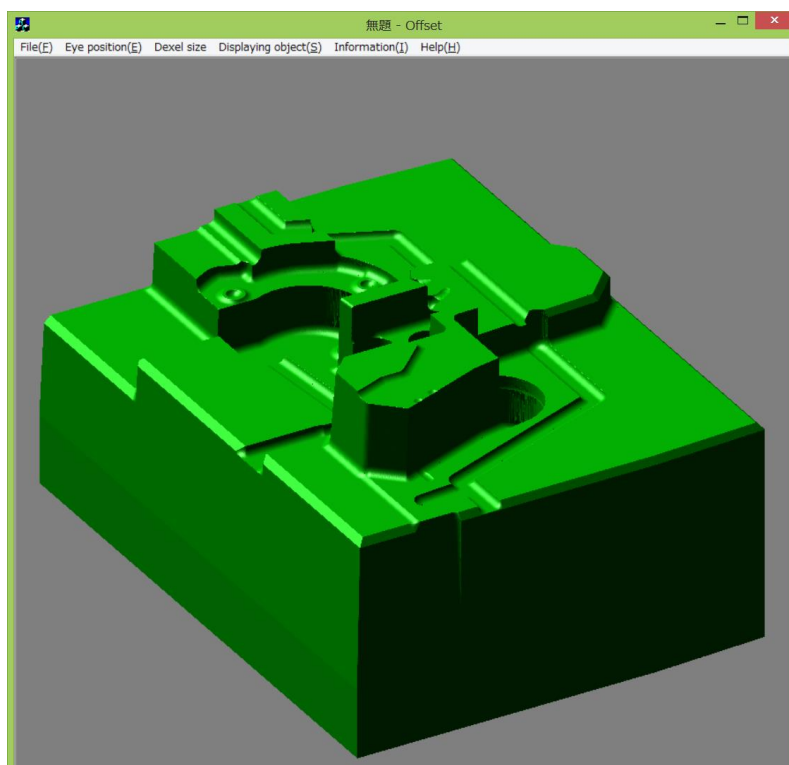


Figure 12 推定された加工結果

(6) 加工結果の保存

Save displayed dexel model メニューを選択して, 現われたダイアログにファイル名を与えると, 加工結果にあたるポリゴンモデルが, 指定されたファイルに STL 形式で書き出されます.

問い合わせ先

茨城大学工学部 乾 正知

電話 : 0 2 9 4 - 3 8 - 5 2 0 4

メール : masatomo.inui.az@vc.ibaraki.ac.jp

ご連絡いただく場合には, できるだけメールでお願いします.