

2017年3月17日

版数 4

株式会社ディビジョン・エンジニアリング

目次

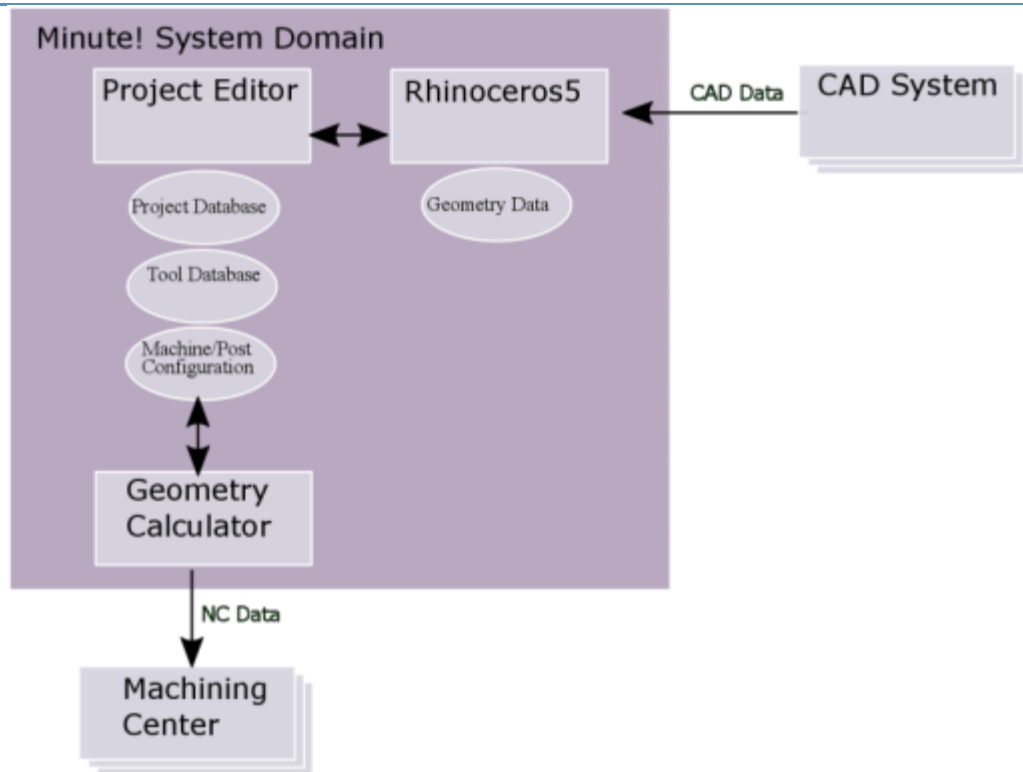
はじめに	2
共通.....	4
ユーザーインターフェース	4
プロジェクト.....	6
プロジェクトの編集.....	8
工具設定	11
計算設定	14
構成ファイル.....	14
「Project Configuration」ノード.....	17
「CAM Configuration」ノード.....	18
システム設定ファイル	20
計算実行	21
付録.....	22
プレースホルダー一覧.....	22
問い合わせ先.....	23

はじめに

・ Minute! Powered By C3CAM(以下本システム)は、Nurbs サーフェスをダイレクトに処理する、曲面加工専用の CAM システムである。

・ 本システムのシステム構成は以下の通り。

項目	内容
CAD System [CAD システム]	外部 CAD システム。本システムでは、様々な CAD とデータ交換が可能。詳細は対応する CAD データの項参照方。
CAD Data [CAD データ]	本システムでは、様々な CAD とデータ交換が可能。詳細は対応する CAD データの項参照方。
Rhino [ライノセラス 5]	本システムは、作業対象の Geometry Data(幾何データ)をすべて Rhino 3DM エンジンで一度読み込み、保持する。
Project Editor [プロジェクト・エディター]	本システム Project Editor で、曲面加工に必要な加工条件、工具、種々のポスト設定などすべてを登録・編集する。また様々な幾何データの分析機能を有する。
Geometry Calculator [幾何計算]	バックエンドの高精度計算エンジンが、パス計算・ポスト・リバースポスト(オプション)全ての計算を行います。
NC Data [NC データ]	制御点 1 億点以上、1 週間にもわたる大規模 NC Data の出力が可能です。
Machining Center [加工機械]	標準で FANUC/Meldas コントローラ向けの NC Data を出力します。

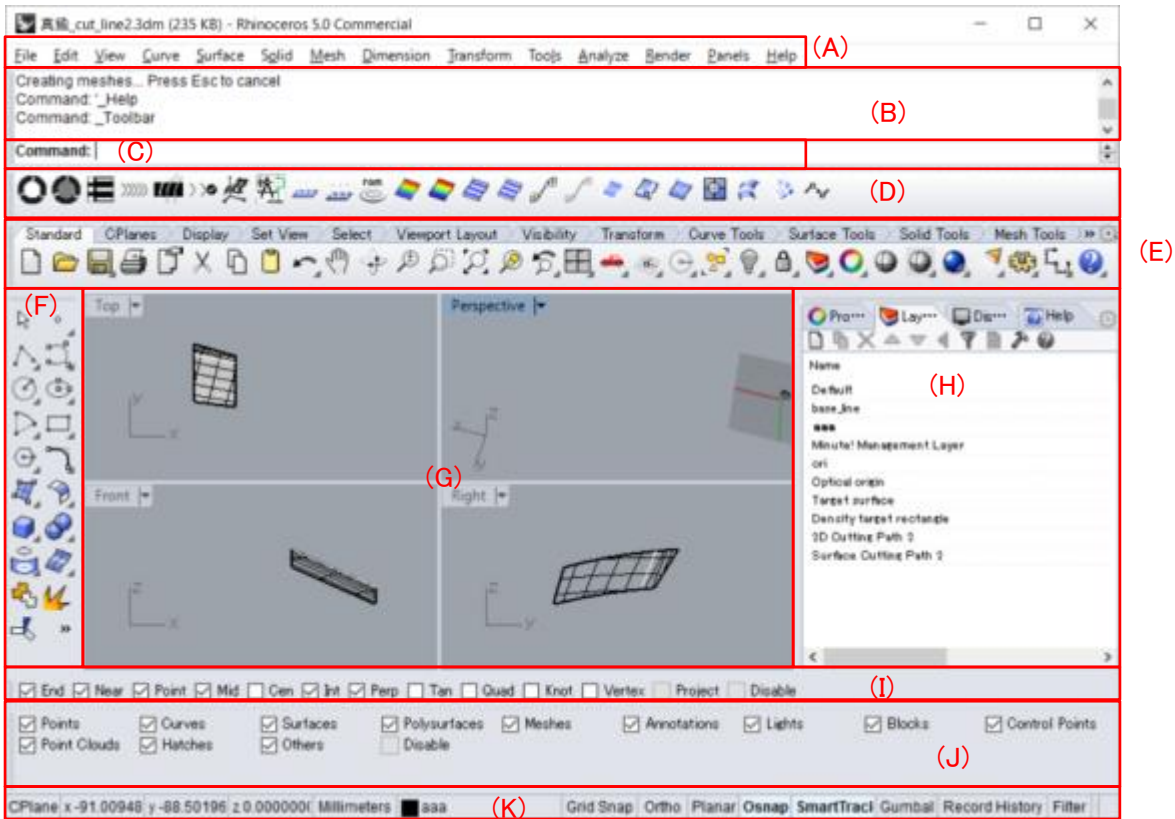


本書では、以下の構成で説明を行う。

- 共通
- 工具設定
- ポストとプロジェクト設定
- 計算実行
- 3軸ミリングパッケージ
- 6軸ヘールパッケージ
- 5軸研削パッケージ

ユーザーインターフェース

Rhino Window



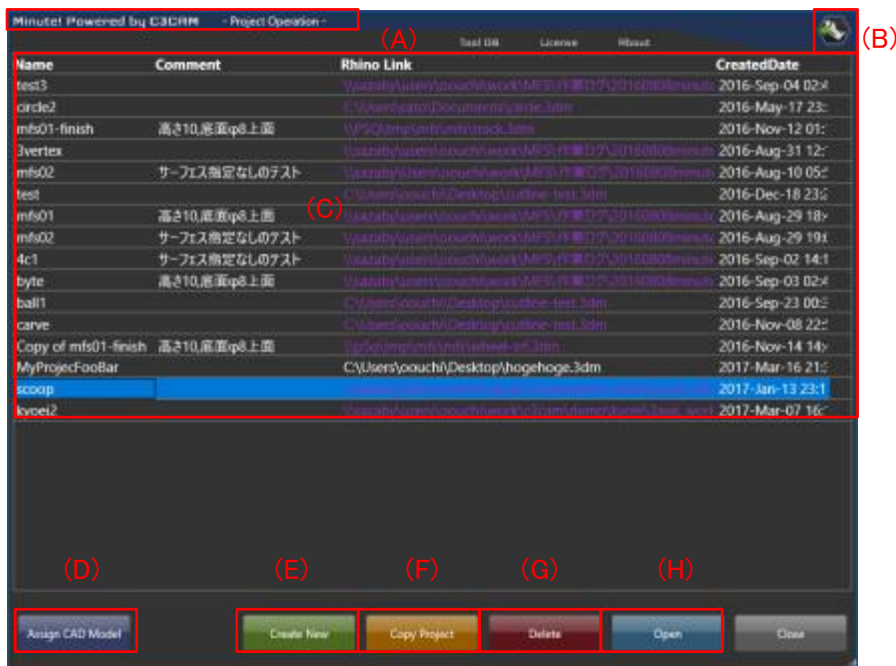
Rhino は高品位 NURBS ジオメトリを取り扱うダイレクト・モデラーである。Rhino で対象ファイルを開くと、上記画面が表示される。主要な GUI 部品(A)~(J)は以下の通り。

番号	名称	機能
(A)	メニュー	種々の機能を選択・起動する。
(B)	コマンド・ヒストリ・ウィンドウ	下記(C)コマンドプロンプトの履歴や、コマンドの出力メッセージが表示される。
(C)	コマンドプロンプト	上記(B)コマンドウィンドウの一番下に表示される。Rhinoceros は機能のすべてがコマンド入力可能である。
(D)	本システム専用ツールバー	プロジェクト一覧の表示・非表示や、便利なツール群をまとめたツールバー。
(E)(F)	Rhino 標準ツールバー	標準的な機能をまとめたツールバー
(G)	ビューポート	複数面 (画面では 4 面) ~1 面を切り替えてモデルを表示する。左上の小メニューがアクティブなビューポートをアクティブビューポートと呼ぶ。
(H)	(ドック)パネル	レイヤやオブジェクトプロパティを表示・編

		集するパネル。
(I)	オンスナップ・ツールバー	「オンスナップ」とは、例えば距離測定の更に、モデルピック対象を拘束する条件のこと。
(J)	セレクション・フィルター	モデルである、サーフェスや線、点等の選択対象をフィルタする条件
(K)	ステータスバー・ペイン	マウス座標やスナップ・タイプを表示する。スナップ・タイプの切り替えも可能。

Project Management Window

Project Management Window は、プロジェクトの一覧を表示する。本機能の全体像は以下の通り。



番号	名称	機能
(A)	タイトルバー	
(B)	BackToRhino アイコン	作業をいったん停止し、Rhino ウィンドウに戻る。
(C)	プロジェクト一覧	
(D)	CAD モデル割り当て	選択中のプロジェクトと、開いている CAD モデルを割り当てる。詳細はプロジェクトの項目を参照。
(E)	新規作成	プロジェクトを新規に作成する。
(F)	コピー	選択中の別プロジェクトとしてコピーする。
(G)	削除	選択中のプロジェクトを削除する。
(H)	開く	選択中のプロジェクトをプロジェクト・エディターで開く。

Project Editor 全体

Project Editor は、1つのプロジェクトを編集する。本機能の全体像は以下の通り。

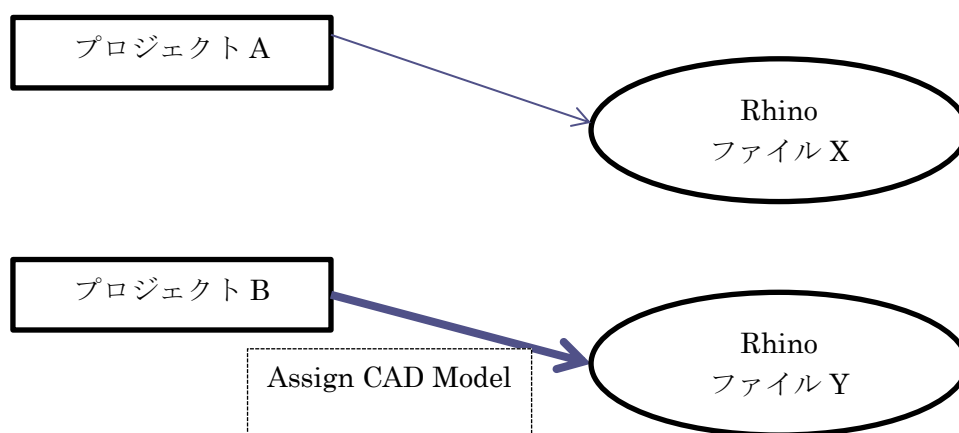
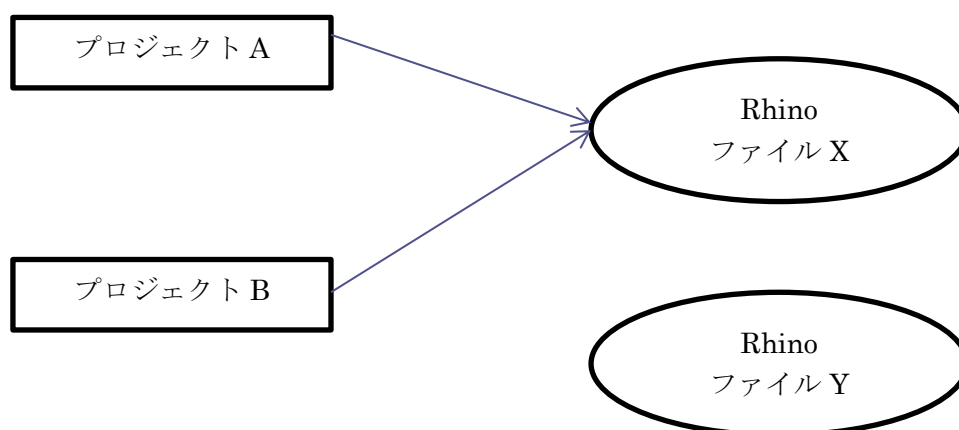
番号	名称	機能
(A)	タイトルバー	
(B)	BackToRhino アイコン	作業をいったん停止し、Rhino ウィンドウに戻る。
(C)	プロジェクト・ツリー	プロジェクトのデータ階層をツリー表示する。またツリー・ノードの変更を行う。
(D)	プロジェクト・パネルビュー	上記の1つのツリー・ノードの内容を表示・編集する。

プロジェクト

プロジェクトとは、一連の加工の単位である。1つのプロジェクトには複数の加工種別、複数の加工面、複数のワークを含めることができる。

プロジェクトと Rhino ファイルの関係

1つのプロジェクトは、1つの Rhino データと「Rhino リンク関係」を結んでおく必要がある。この関係は、いつでも変更可能であるが、後述するリンクに依存したデータの維持はユーザが行う必要が発生する。



Rhino リンク

Project Management Window を表示し、プロジェクト毎の「Rhino リンク」を確認できる。また、Project Management Window で「CAD モデル割当て」機能で、現在開いている Rhino ファイルを選択しているプロジェクトに設定する。

Rhino リンクの状態

Rhino リンクの状態は、以下の状態を持つ。

Rhino リンク	状態	説明
空白	Rhino リンク未割当て	
白色	Rhino リンク割当て済みかつファイルが存在する	Rhino リンクが、現在開いているファイルである場合、プロジェクトを開くことができる。
マゼンタ	Rhino リンク割当て済みかつファイルが存在しない	割当てたファイルが何らかの理由で存在しない。

プロジェクトの管理

Project Management Window の表示

Rhino ウィンドウの以下のアイコンから、 ボタンで Project Management Window を表示する。

プロジェクトの新規作成

Project Management Window の「新規作成」ボタンでプロジェクトを新規に作成する。


プロジェクトの削除

Project Management Window の「削除」ボタンで、選択プロジェクトを削除する。

プロジェクトを開く

前提条件：

Rhino リンクが割当て済みかつ、Rhino リンクが現在開いている Rhino ファイルであるとき、プロジェクトを開くことができる。Project Management Window の「開く」ボタン、もしくは、本システム専用ツールバー

 ボタンから表示できる。


補足：

Rhino リンクに該当するプロジェクトが無い場合、もしくは Rhino リンクに該当するプロジェクトが複数ある

場合、 ボタンを押すと Project Management Window が表示される。

プロジェクトを閉じる

開いているプロジェクトを閉じる場合は、「Back To Rhino」ボタンを押す。もしくは Rhino 画面の本システム

専用ツールバーの  ボタンを押す。

プロジェクトの編集

下記画面のツリーノードを右クリックメニューで編集する。

プロジェクトに必要なツリーノードは以下のとおり。

- Project Configuration：目的プロジェクト全体に関する種々の情報を保持する。
- CAM：ポストに関する情報を保持する。
- Work：開始点および基準となる刃先点に関する情報を保持する。

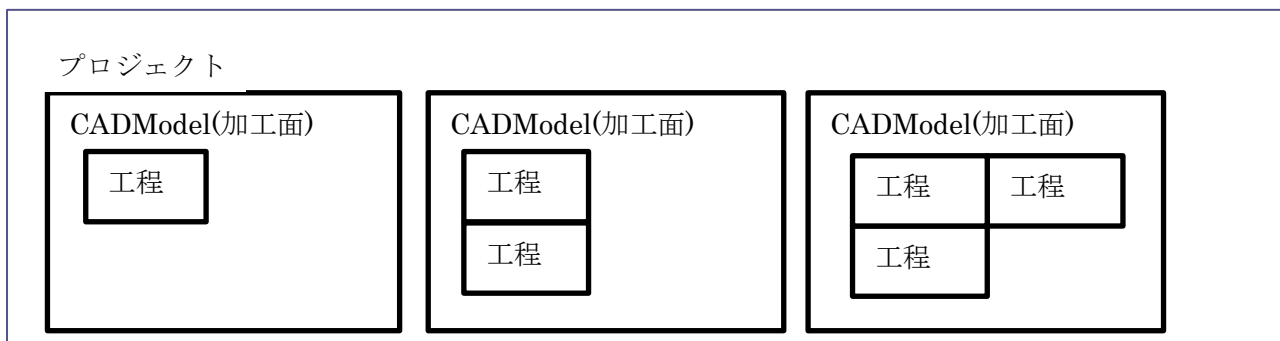
加工面の編集

プロジェクトには、複数の加工面を登録できる。さらに、加工面には複数の加工工程を登録できる。加工面に対応するツリーノードは CADModel である。加工面には、Rhinceros の Surface および PolySurface が登録できる。

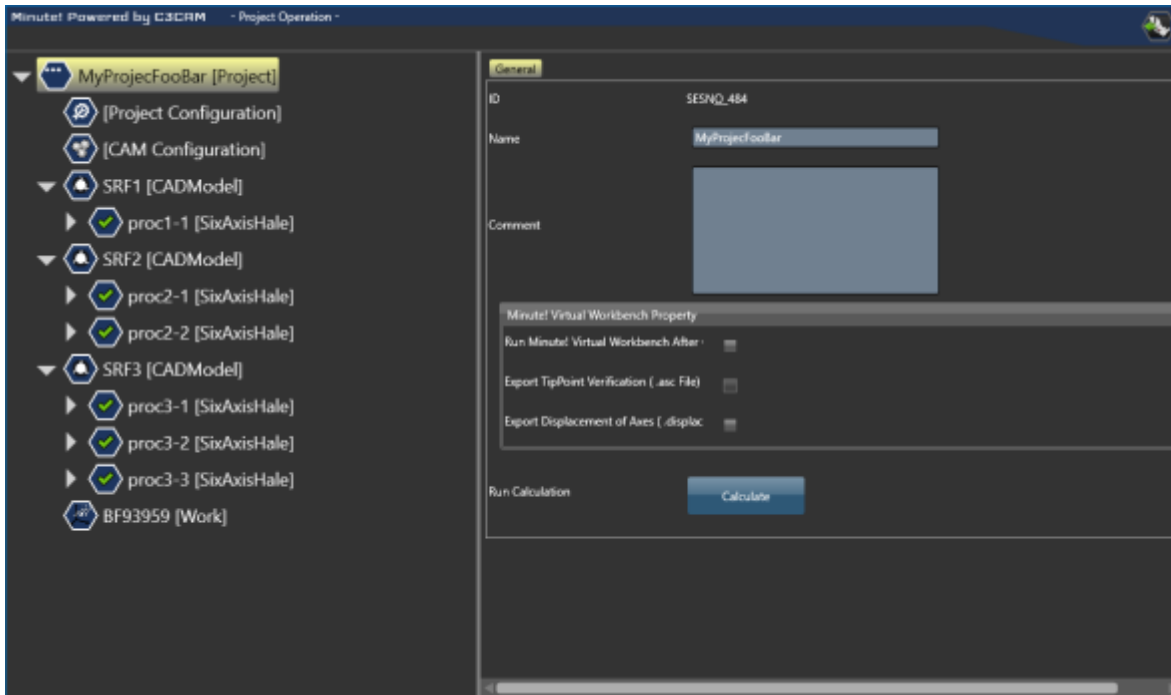
補足：

- ・ Rhinceros の Surface および PolySurface の登録は、Rhinceros レイヤを指定する。
- ・ Rhinceros の Surface および PolySurface の法線ベクトルは、工具が存在する(切削方向と逆方向)であること。3軸加工では法線ベクトルは Z+側である。

例として



下図は、上図の 3 面にそれぞれ 1 工程、2 工程、3 工程を構成する例である。



加工工程の編集

加工工程の一覧

- SixAxisHale：鏡面もしくは鏡面溝加工 利用工具はバイト（Planar）
- SixAxisYamanokoshi：山のこし加工 利用工具はバイト（Planar）
- ThreeAxisCutlineMilling：3 軸エンドミル加工 利用工具はエンドミル（Endmill）

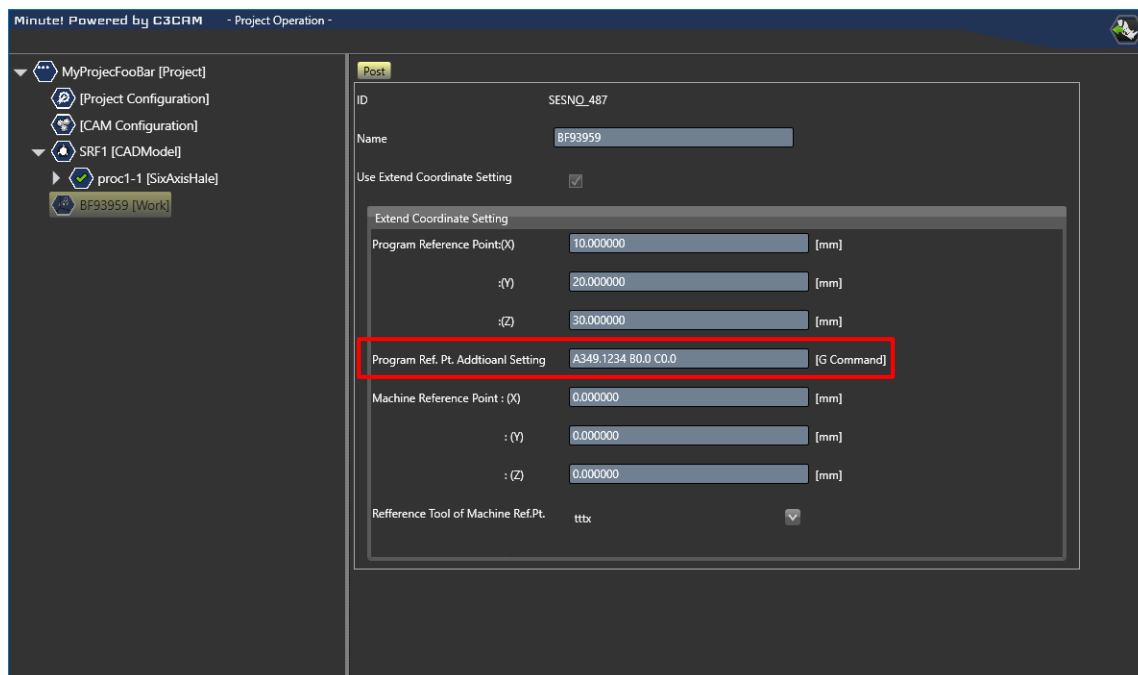
ワーク設定の編集

加工開始点及び座標系を規定する、以下機能を持つ。

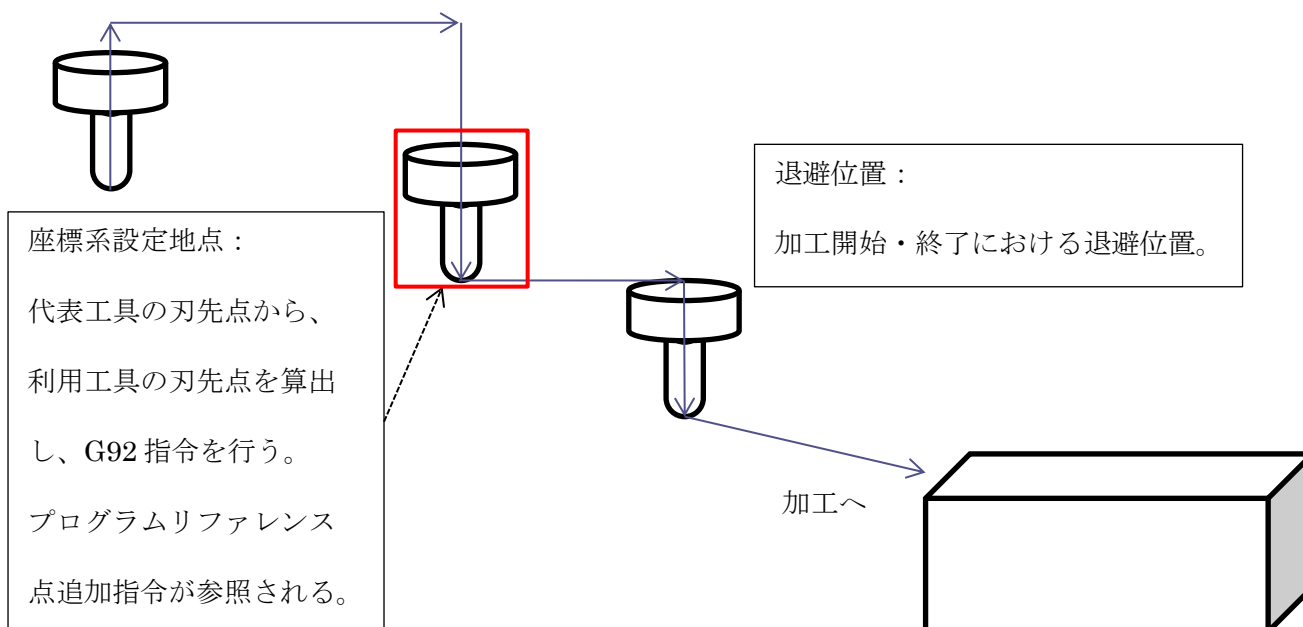
- 工程が使用する工具群のうち、機械座標による刃先点を指示するための工具（代表工具）を選択する機能。
- システムは、以下の情報から座標系指定コマンドを出力する。
 - A. 「Reference Tool」で指定された工具の、刃先点情報
 - B. 指定された「Program Reference Point」
 - C. 指定された「Machine Reference Point」
- プログラムリファレンス点追加指令

プログラムリファレンス点指定時において、xyz 軸以外の軸の指定があれば、G コードの軸パラメータ部を指定する。

例 : A349.1234 B0.0 C0.0

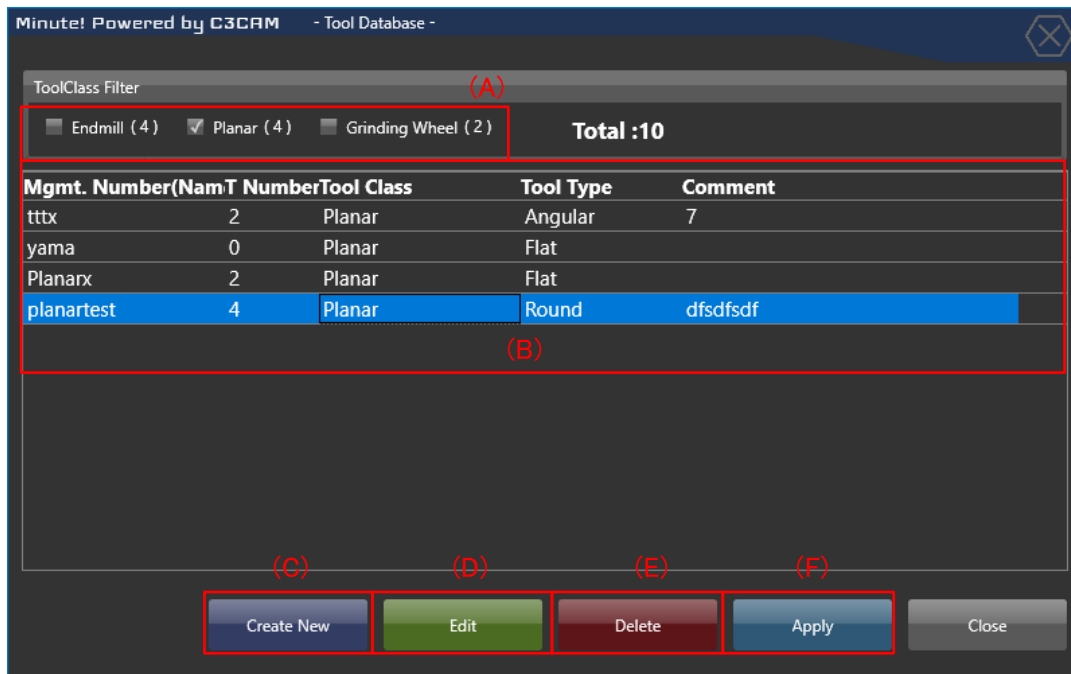
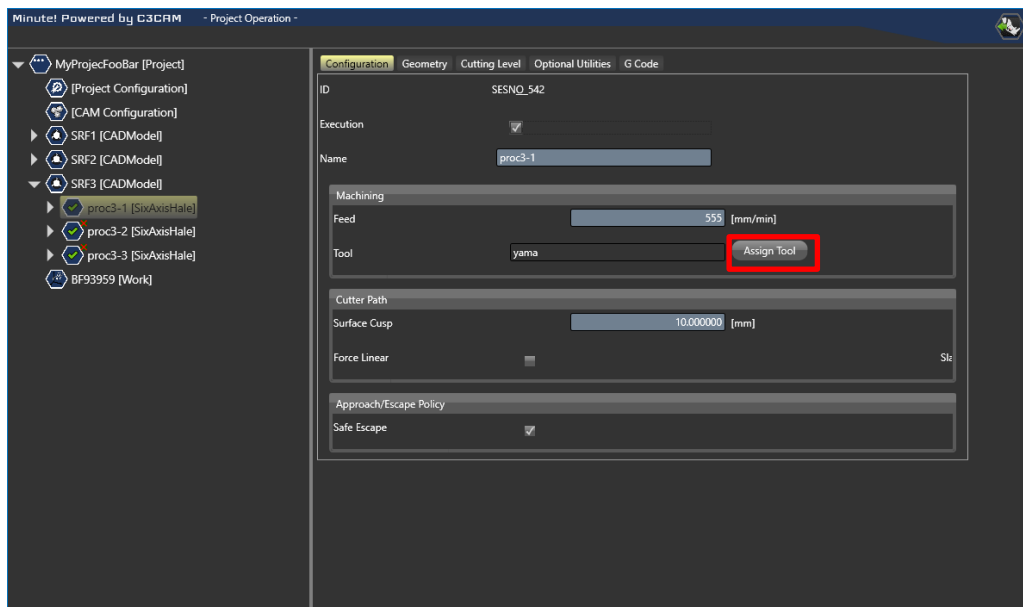


ワークノードの機能を以下に図示する。図中の赤枠の情報構築が、Work ノードの目的となる。工具交換及び座標系設定の一連の命令は工具ヘッダファイルに規定されている。



工具設定

- 各工程画面は、「Assign Tool」ボタンを持つ。「Assign Tool」ボタンにより、工具一覧画面が表示される。工具一覧画面から、工具の編集、工具の選択、工具の作成及び削除ができる。

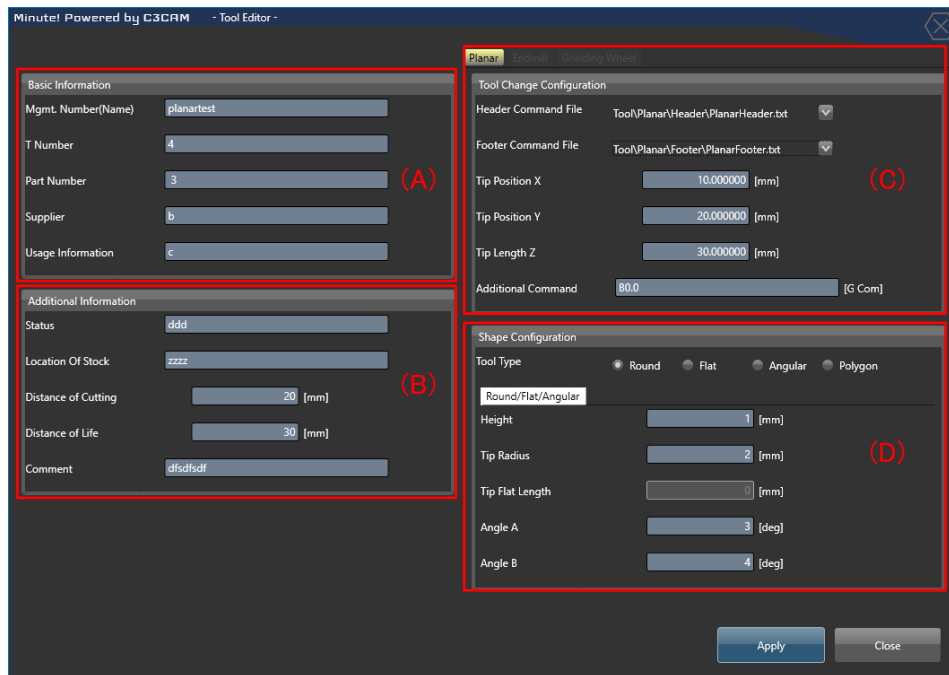


番号 名称

機能

(A)	工具区分でフィルタ	エンドミル(Endmill)もしくはバイト(Planar)でフィルタする。
(B)	工具一覧	編集対象を行選択する。
(C)	新規	工具を新規作成する。
(D)	編集	選択した工具を編集する。
(E)	削除	選択した工具を削除する。
(F)	適用	選択した工具を元画面の加工に適用する。

以下に示す工具編集画面は、大別して4種の情報に区分される。



番号	名称	機能
(A)	基本情報	管理番号 (名称) 及び T 番号は必須。
(B)	形状情報	工具種毎に項目が異なる。
(C)	工具交換情報	工具交換時に適用される情報である。
(D)	補足情報	全てコメント情報である。

- 項目名 : 管理番号 (名称)

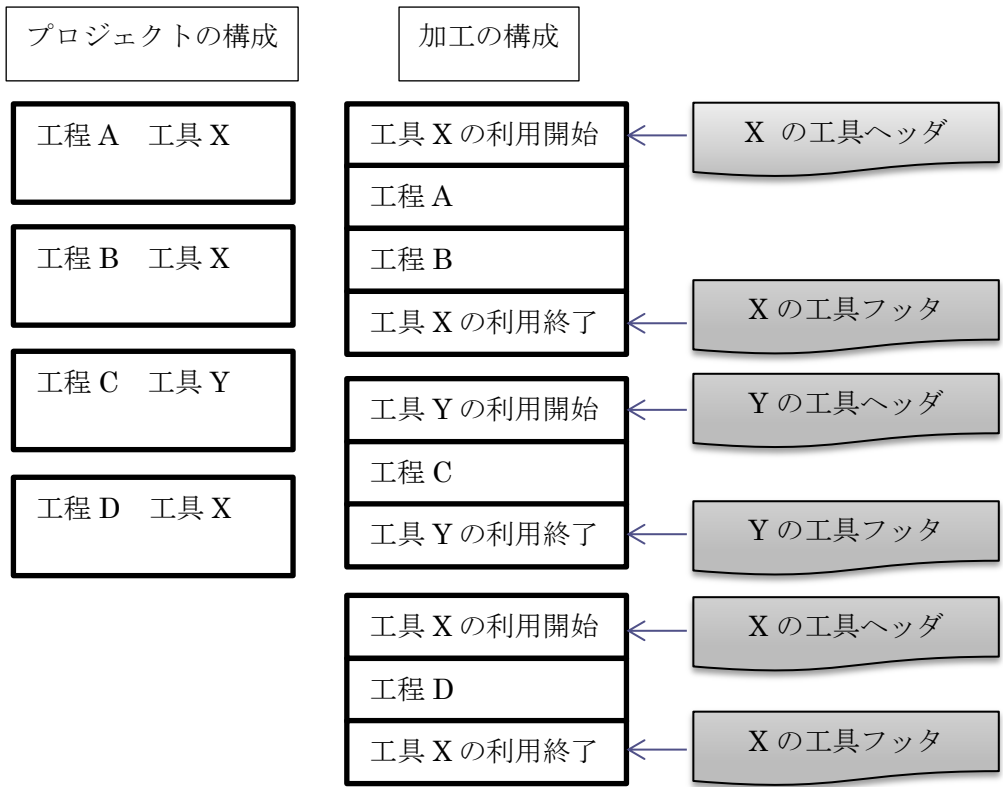
キー項目である。任意の名称が指定可能である。該当プロジェクトのみならず、他のプロジェクトでも参照されている可能性があるため、変更すると工具の割り当てなおしが発生する。

- 項目名 : T 番号

工具交換を行う場合、本番号が G コードに出力される。

- 項目名 : 開始命令ファイル・終了命令ファイル

開始命令(工具ヘッダ)・終了命令 (工具フッタ) の概念は以下のとおり。



- 工具の利用開始時とは、退避、工具交換、座標設定（G92 等）、クーラント開始や集塵開始等である。
- 工具の利用終了とは、クーラント終了や集塵終了である。
- これらの開始・終了時の一連の動作は、工具毎にテンプレート化され、またユーザは自由に変更ができる。
- 工具ヘッダ・工具フッタはテキストファイルとして以下のフォルダにユーザが配置する。

.....

%USERPROFILE%\Documents\Minute!\Tool\[工具区分]\Header

%USERPROFILE%\Documents\Minute!\Tool\[工具区分]\Footer

.....

以下は工具ヘッダ/工具フッタのサンプルである。G コード命令・コメントのほか、プレースホルダを含むことができる。プレースホルダの一覧は付録を参照方。

- 工具ヘッダサンプル

```

1  (--- Tool Header : start ---)
2
3  (MOVE TO ESCAPE BEFORE TOOL CHANGE)
4  G90
5  G53 G0 Z0.
6
7
8  T${TNumber} (TOOL CHANGE)
9  M06

```

```

10
11 (MOVE TO MACHINE REFERENCE POINT)
12 G90
13 G53 G0 Z0.
14 G53 G0 ${Tool_TipCompensation_Additional_Setting}
15 G53 G0 X${Machine_Reference_X} Y${Machine_Reference_Y}
16 G53 G0 Z${Machine_Reference_Z}
17
18 (DEFAULT W AXIS)
19 G92 W0.0
20
21 (RELATIVE MOVE TO TOOL TIP COMPENSATION)
22 G91
23 G0 X${Tool_TipCompensation_X} Y${Tool_TipCompensation_Y}
24
25 (WORK OFFSET)
26 G90
27 G92 X${PG_Reference_X} Y${PG_Reference_Y} Z${PG_Reference_Z} ${PG_Additional_Setting}
28
29 (--- Tool Header : end ---)
30

```

- 工具フッタサンプル

```

1 (--- Tool Footer : start ---)
2 (--- Tool Footer : end ---)

```

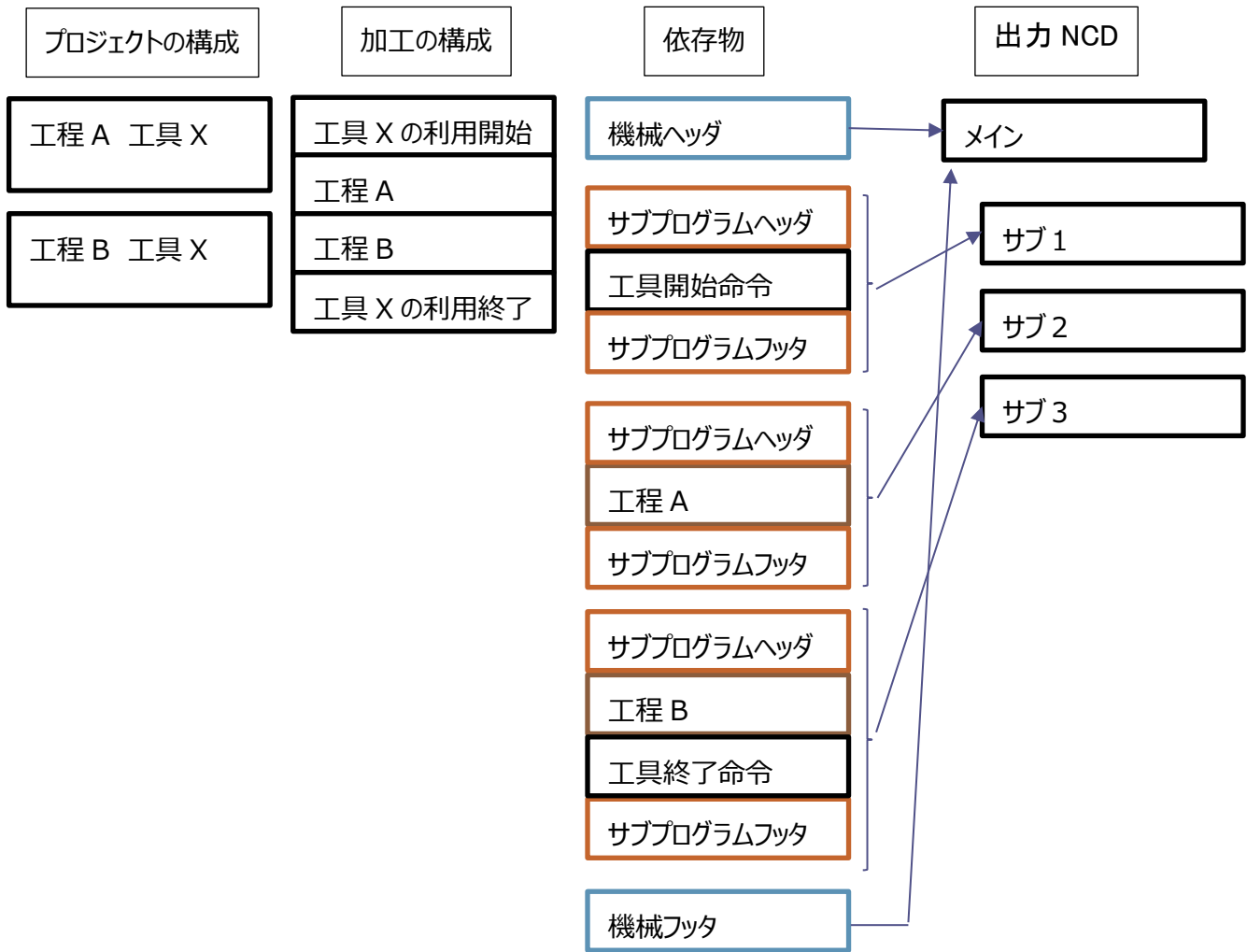
計算設定

構成ファイル

3種のデータ項目から構成される。

番号	名称	機能
(A)	機械ヘッダファイル・機械フッタファイル	1つのプロジェクトが生成するNCDの、メインプログラムの開始・終了に差し込まれる。
(B)	サブプログラムヘッダ・サブプログラムフッタ	1つのサブプログラムの開始・終了に差し込まれる。
(C)	工具開始・工具終了命令	1つの工具の利用・利用終了に差し込まれる。

以下は2工程、利用工具1の場合例である。



サンプルファイルは、下記に格納されている。

C:\Program Files\Division Engineering\Minute! Powered by C3CAM\Template\Post

以下は工具ヘッダ/工具フッタのサンプルである。G コード命令・コメントのほか、プレースホルダを含むことができる。プレースホルダの一覧は付録を参照方。

● 機械ヘッダの例

```

1
2 (--- header 6axis carving : start ---)
3
4 G90 (Absolute)
5 G49 (Use no tool length offset)
6 G40 (Cutter radius compensation off)
7 G80 (No axis motion)
8 G17 (XY Plane)

```

```
9 G05P0 (Cancel P1000)
10 G64 (Cancel Exact Stop)
11
12 (--- header 6axis carving : end ---)
```

● 機械フッタの例

```
1 (--- footer 6axis carving : start ---)
2 G05P0 (Cancel P1000)
3 (--- footer 6axis carving : end ---)
4
5 G53 G0 Z0.0
6 G53 G0 X-100.0 Y100.0
7
8 M30
9 %
10
```

● サブプログラムヘッダの例

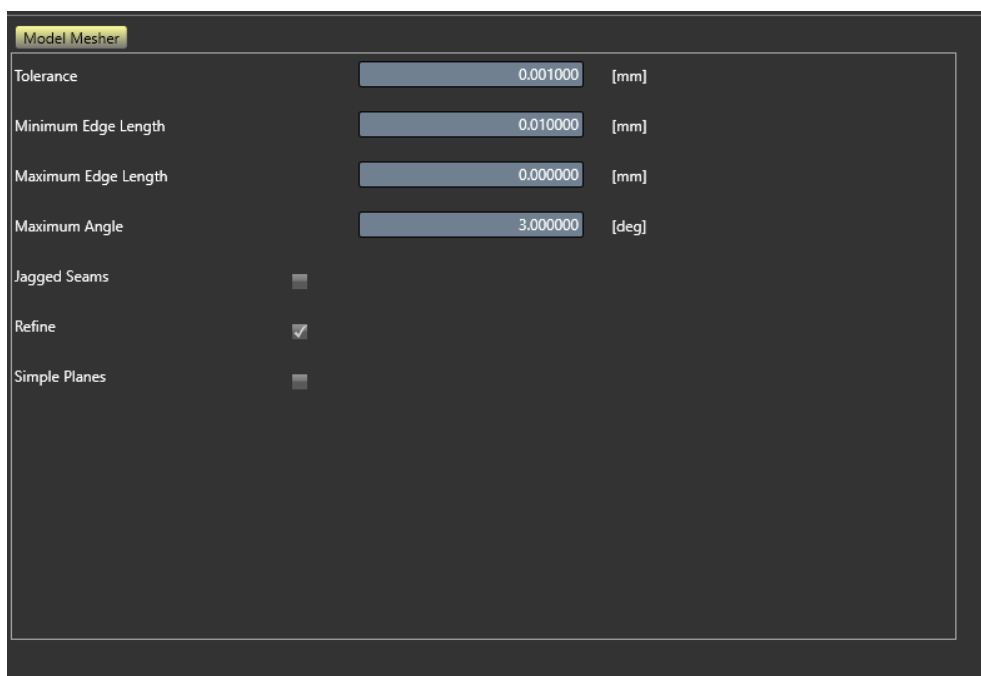
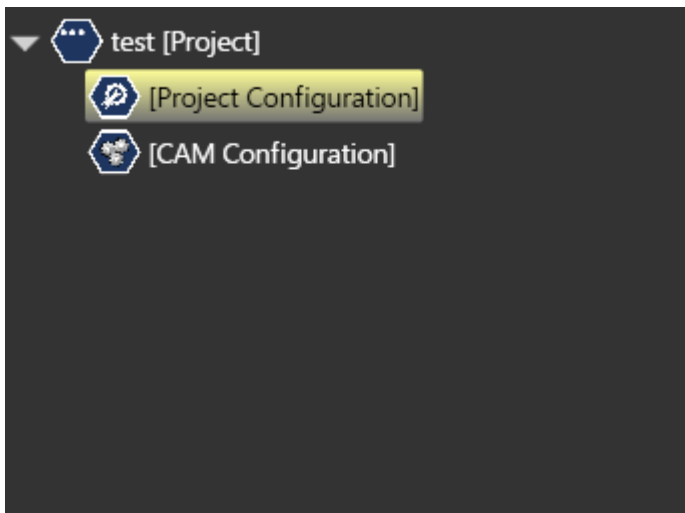
```
1
2
3 (--- Sub Program header : start ---)
4
5 ( O${ProgramNumber} )
6 ( ${CurrentNumber} / ${TotalNumber} )
7 ( Process Name = ${ProcessName} )
8 ( TNumber = ${TNumber} )
9 ( Tool Name = ${ToolName} )
10
11 G90 (ABSOLUTE)
12 (--- Sub Program header : end ---)
```

● サブプログラムフッタの例

```
1 (--- Sub Program Footer : start ---)
2 M99 (END SUB PROGRAM)
3 (--- Sub Program Footer : end ---)
4 %
```


「PROJECT CONFIGURATION」ノード

- プロジェクト・ツリーの唯一ノード「Project Configuration」にて行う。



- 「モデルメッシュ」タブ

サーフェスを要求する計算に使われる、パラメータ群。

- **Tolerance**

- 頂点、エッジ、フェースとの比較に使われる差の絶対値。
参考値：目標寸法誤差の 1/1~1/1000 に設定する。

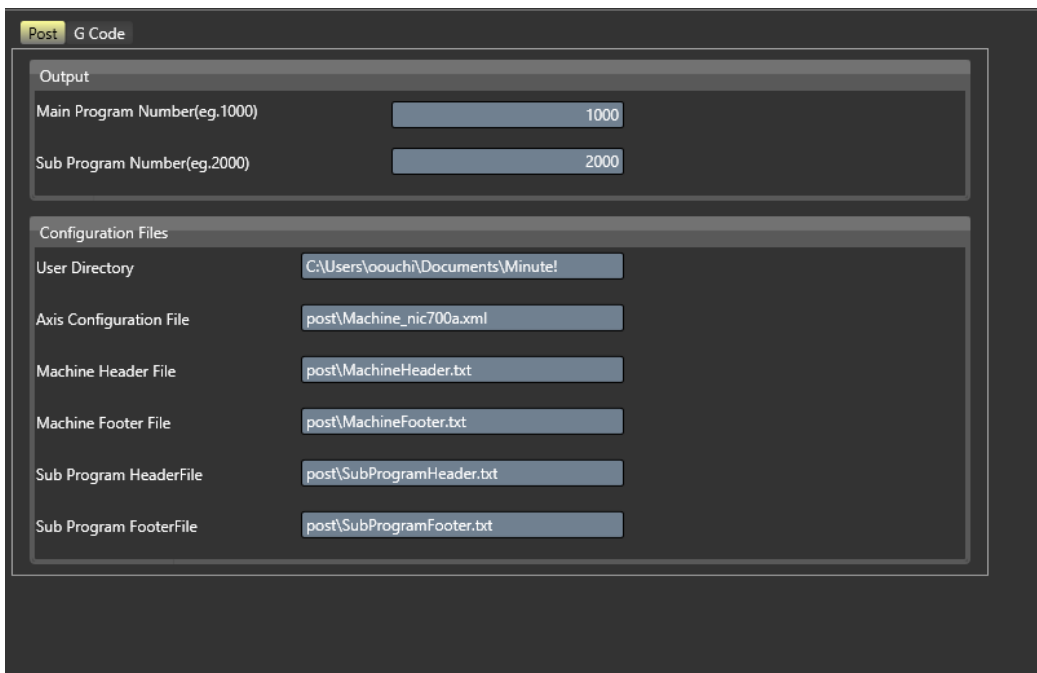
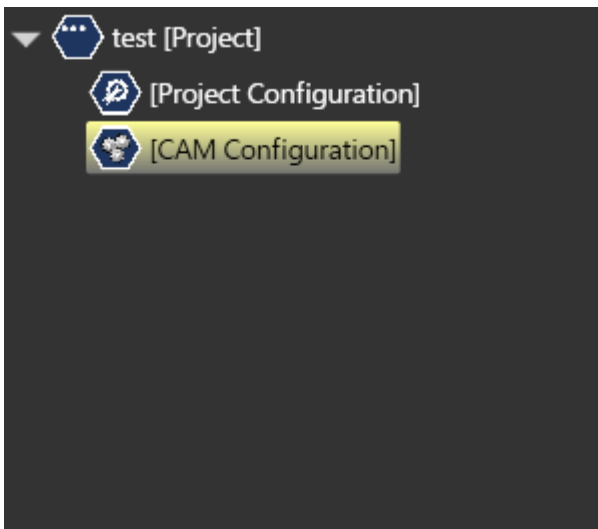
- **Minimum Edge Length**

- メッシュ・エッジの最小値。
参考値：目標寸法誤差の 10 倍~100 倍に設定する。

- Maximum Edge Length
 - メッシュ・エッジの最大値
- Maximum Angle
 - フェース間角度の最大値。3度を推奨。
- Jagged Seams
 - サーフェス間の継ぎ目設定。選択なし推奨。
- Refine
 - 再帰的な最適化する。選択推奨。
- Simple Planes
 - 平面メッシュの最適化。選択なし推奨。

「CAM CONFIGURATION」ノード

- CAM 設定は、プロジェクト・ツリーの唯一ノード「CAM Configuration」にて行う。



- 「ポスト」タブ

- Main Program Number

トップレベルのプログラム番号を整数で 1000-9999 まで指定する。以下に示すサブプログラムより小さい番号で指定する。

- Subprogram Number

サブプログラムの開始番号を整数で 1000-9999 まで指定する。サブプログラムは、各工程の切り込み回数により総数が異なる。

- User Directory

基本的には修正不要。%USERPROFILE%環境変数に指定されたフォルダ以下の、Documents\本システムとなる。このディレクトリはインストール時に作成される。

補足：

ユーザ・フォルダの構成

ユーザディレクトリは、以下のディレクトリにて構成される。ユーザディレクトリに配置されるひな形ファイルは、システムインストールフォルダの Template ディレクトリに保持され、インストール時にインストーラがコピーする。ユーザディレクトリのファイルは、インストールで上書きされない。

フォルダ	説明
Database	プロジェクトデータとツールデータ
Log	システムディレクトリ。ユーザは利用しない。システムのログファイルを保持する。トラブルシューティング時に参照する。
Post	ポスト関連設定ファイルである、軸構成、機械ヘッダ、機械フッタ、サブプログラムヘッダ、サブプログラムフッタを保持する。
Sessions	1つの計算単位を計算セッションと呼ぶが、その計算セッション単位の入出力データを保管する。このフォルダは計算セッション毎に増えるため、ユーザは定期的に消す。セッションファイル構成は後述する。
Tool	工具関連設定ファイルである、ツールヘッダ、ツールフッタを保持する。
Tmp	いくつかのユーティリティツールは、制御点データ等を CSV ファイルとして出力することがある。その出力先である。
Etc	システムディレクトリである。

- Axis Configuration File

「Minute! Axis Configuration File 設定解説書」参照方。

- 「Gコード」タブ
 - Form of Sub Program Calling
“%1%”はサブプロ番号に置換される。例：“G65P%1%,D2” => G65P1051,D2.
 - Digit Precision
小数点桁数
 - GCode Comment
コメントをGコードに付加。

システム設定ファイル

プロジェクトの作成時に、デフォルト値を指定することができる。変更後はアプリケーションの再起動が必要。

.....
%USERPROFILE%\Documents\Minute!\Etc\Minute!.config

項目	内容	デフォルト値
CAM.digit_precision	CAM 設定の桁数	6
CAM.program_call_form	サブプロ呼び出し形式	G65P%1%
RhinoUtilities.check_surface_vector	計算時に面法線が下向き の時にエラー停止	False

- システム設定ファイルサンプル

```

1 <?xml version="1.0" encoding="utf-8"?>
2 <configuration>
3   <appSettings>
4     <add key="LogWindow" value="False"/><!-- True:show False:noshow-->
5     <add key="Language" value=""/><!-- "ja":Japanese "en":English otherwise auto -->
6
7     <!-- Default System Parameters -->
8     <add key="Format.Double" value="{0:0.000000}"></add>
9
10    <!-- Default Values -->
11    <add key="Work.extend_coordinate_setting" value="true"></add>
12    <add key="CAM.digit_precision" value="6"/>
13    <add key="CAM.auto_g05p10000" value="true"></add>
14    <add key="CAM.program_call_form" value="G65P%1%"></add>

```

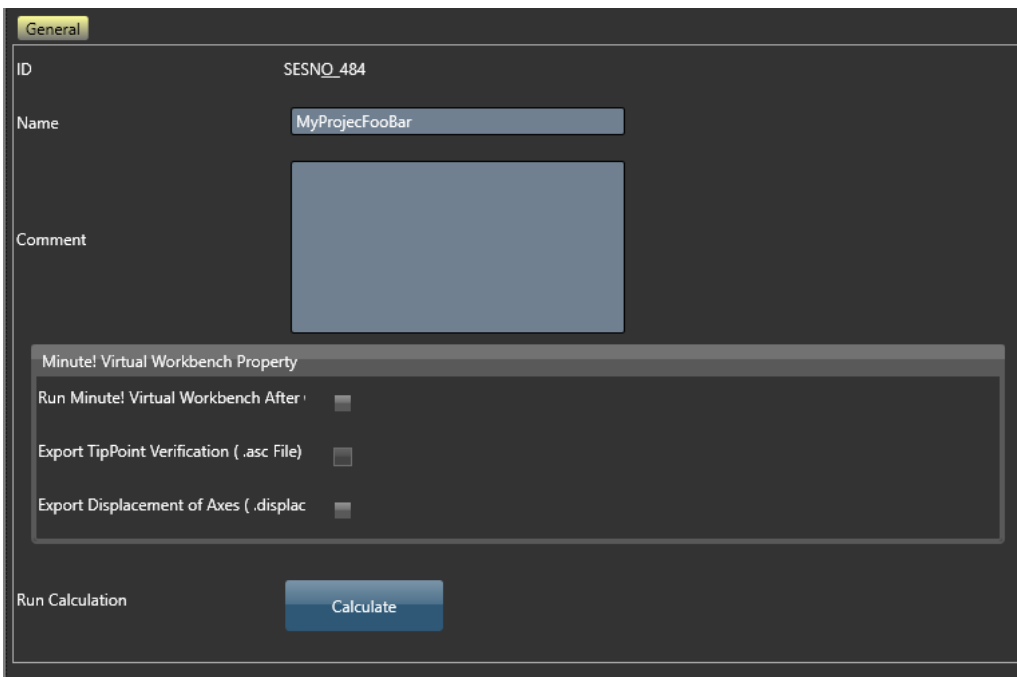
```

15 <add key="RhinoUtilities.check_surface_vector" value="false"></add>
16
17 <add key="Carve.SurfaceCusp" value="10.0"></add>
18 <add key="ThreeAxisCutlineMilling.SurfaceCusp" value="10.0"></add>
19 </appSettings>
20 <startup><supportedRuntime version="v4.0"
21 sku=".NETFramework,Version=v4.6.2"/></startup></configuration>

```

計算実行

プロジェクトが計算実行を受け付ける状態となると、プロジェクト・パネルの計算実行ボタンが有効化する。計算実行ボタンを押すと、以下のようなシステムの状態遷移が起こる。



計算終了後、セッションディレクトリに生成物を出力する。

セッションディレクトリ

項目	内容
場所	%USERPROFILE%\Minute!\Sessions\ YYYY_MM_DD_HH_mm_ss
生成タイミング	計算実行直後
In フォルダ内容物	入力データ群が格納される
Out フォルダ内容物	生成物である G コードファイル群および レスポンスファイルが格納される。レス ポンスファイルはシステムが利用する。

プレースホルダー一覧

プレースホルダーへのアクセスは以下の書式である。

$\{\text{プレースホルダー記号}\}$

対象	プレースホルダー記号	置換データ例
機械ヘッダ・フッタ	PostDateTime	
機械ヘッダ・フッタ	ProgramPrefix	0
機械ヘッダ・フッタ	ProgramNumber	1000
機械ヘッダ・フッタ	FileExtension	<空白>
サブプログラムヘッダ・フッタ	PostDateTime	
サブプログラムヘッダ・フッタ	TNumber	3
サブプログラムヘッダ・フッタ	ToolName	R0.2Endmill
サブプログラムヘッダ・フッタ	ProgramPrefix	0
サブプログラムヘッダ・フッタ	ProgramNumber	1000
サブプログラムヘッダ・フッタ	FileExtension	<空白>
サブプログラムヘッダ・フッタ	RetractPoint_X	
サブプログラムヘッダ・フッタ	RetractPoint_Y	
サブプログラムヘッダ・フッタ	RetractPoint_Z	
サブプログラムヘッダ・フッタ	CurrentNumber	3
サブプログラムヘッダ・フッタ	TotalNumber	5
サブプログラムヘッダ・フッタ	ProcessName	
工具ヘッダ・フッタ	PostDateTime	
工具ヘッダ・フッタ	TNumber	
工具ヘッダ・フッタ	ToolName	
工具ヘッダ・フッタ	CurrentNumber	
工具ヘッダ・フッタ	TotalNumber	
工具ヘッダ・フッタ	ProcessName	
工具ヘッダ・フッタ	Tool_TipCompensation_X	
工具ヘッダ・フッタ	Tool_TipCompensation_Y	
工具ヘッダ・フッタ	Tool_TipCompensation_Z	

工具ヘッド・フッタ	Tool_TipCompensation_Additional_Setting
工具ヘッド・フッタ	RetractPoint_X
工具ヘッド・フッタ	RetractPoint_Y
工具ヘッド・フッタ	RetractPoint_Z
工具ヘッド・フッタ	Machine_Reference_X
工具ヘッド・フッタ	Machine_Reference_Y
工具ヘッド・フッタ	Machine_Reference_Z
工具ヘッド・フッタ	Tool_TipCompensation_X
工具ヘッド・フッタ	Tool_TipCompensation_Y
工具ヘッド・フッタ	Tool_TipCompensation_Z

問い合わせ先

EMAIL : info@division-engineering.com