

令和4年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」

■航空機設計・製造分野におけるDX人材養成事業■

令和4年度プロト教材資料

本プロト教材資料は、文部科学省の教育政策推進事業委託費による委託事業として、日本航空大学校が実施した令和4年度「専修学校による地域産業中核的人材養成事業」の成果物です。



日本航空大学校

3D CAD設計學習領域
NC工作機械 (MAXPAC)

MAX-PAC操作手順

2022年度

目次

0.	準備	…	P03
1.	入力	…	P15
2.	設定	…	P26
3.	計算	…	P29
4.	表示	…	P37
5.	使用する最大工具サイズの判定	…	P45
6.	プログラム作成	…	P49

目的

ターボ機械部品専用のCAMソフトウェア

5軸フライス加工の卓越したソフトウェアとして
全世界で認められており

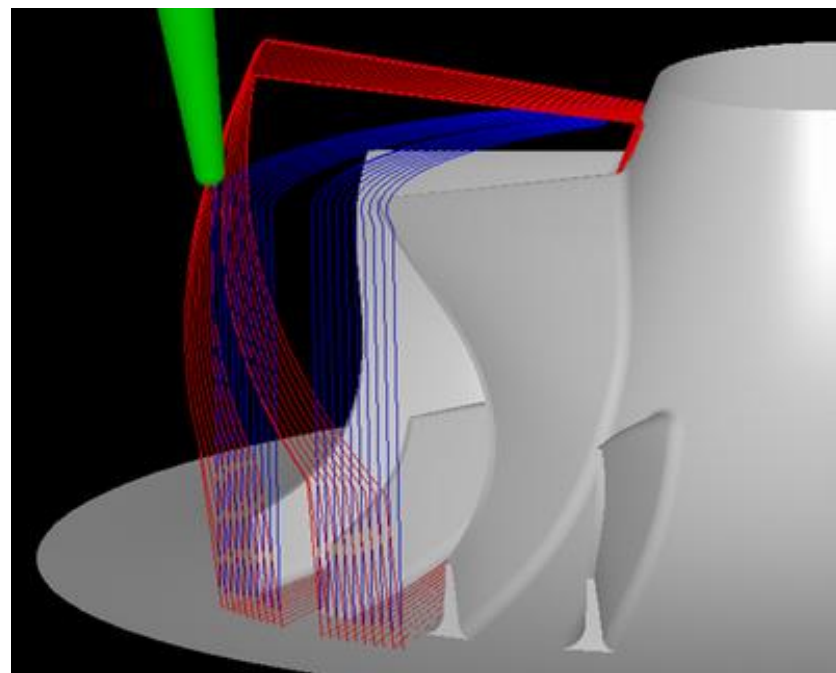
国内大手企業を始め

多くの

ターボ機器メーカー

工作機械メーカーで

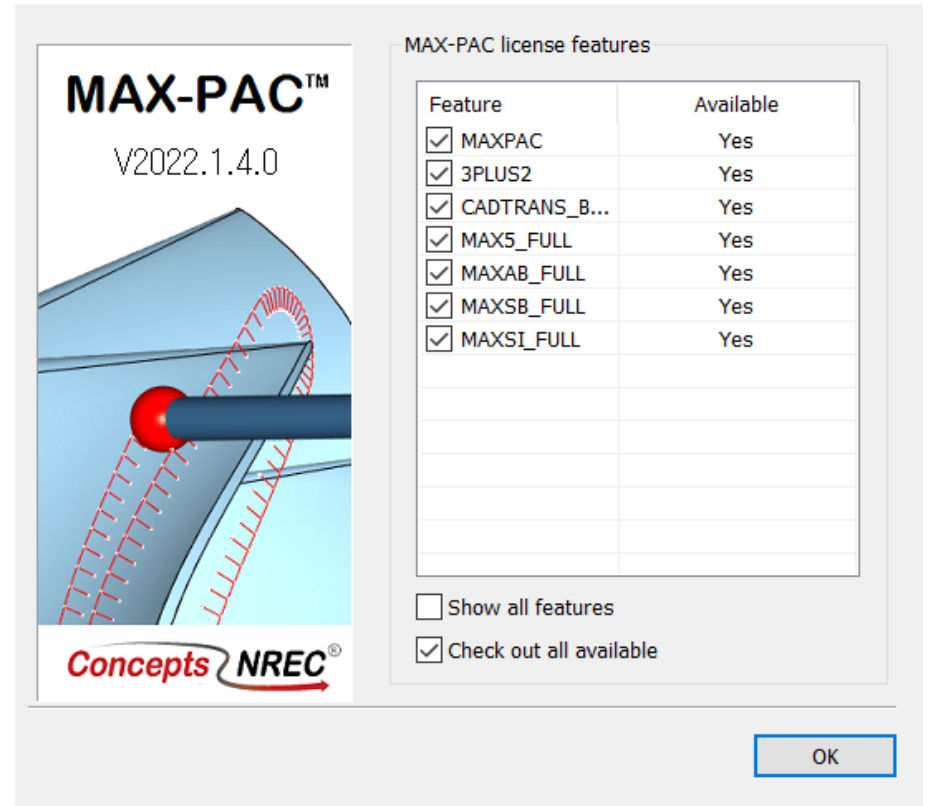
採用されている



0. 準備

(1) MAX-PAC立ち上げ

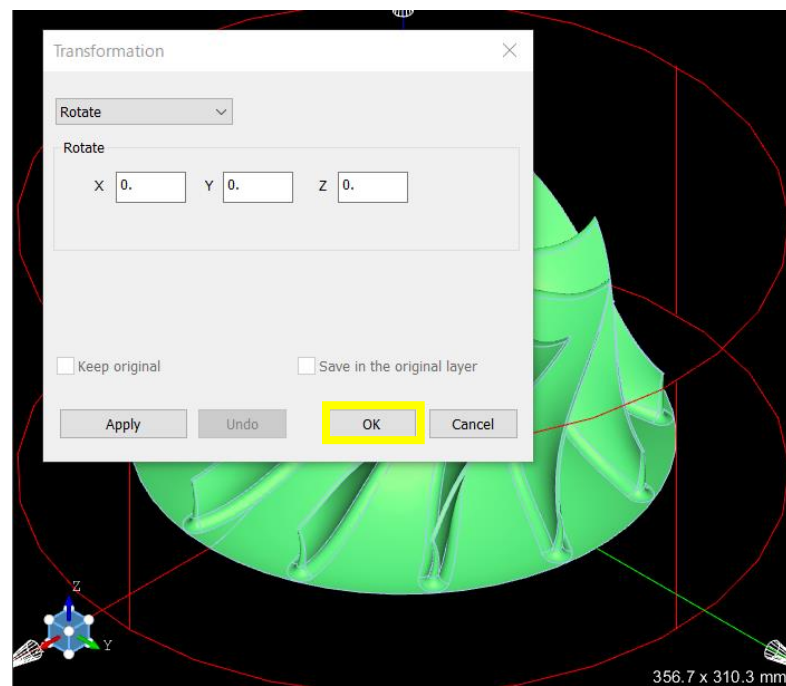
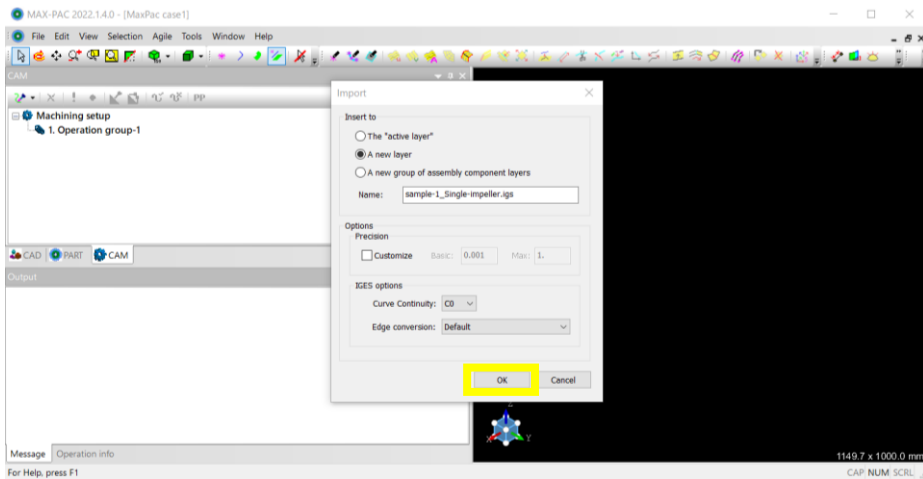
[OK]



0. 準備

(2) データドラッグ

(sample-1._Single impeller.igs) を ■ (黒画面) にドラッグ - OK

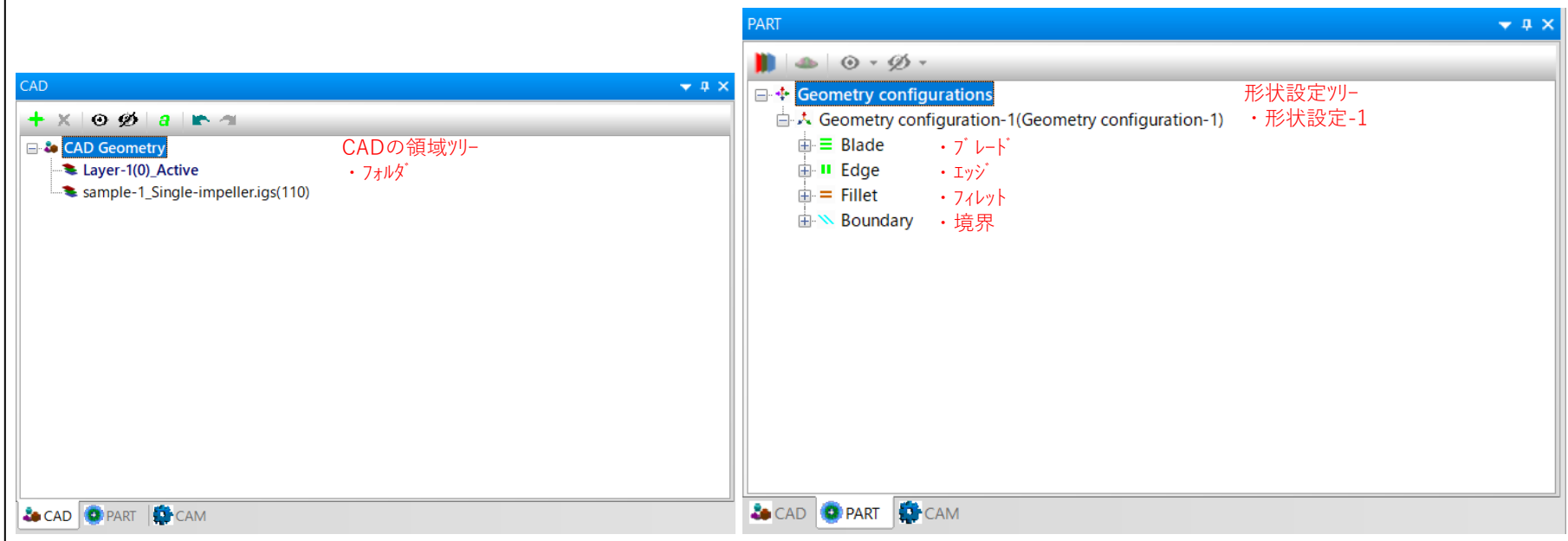


0. 準備

CAD : CAD トランスレータ-作業領域 (変換するための準備・作業)

PART : 変換および変換後の領域 (MAX-PACのモデル領域)

CAM : 加工データを作る領域



参考

マウス

方法 1

回転：ホイールを押しながら動かす

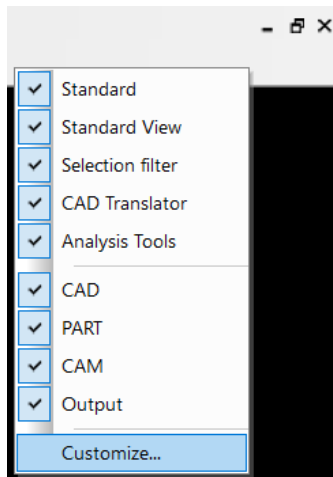
拡大/縮小：ホイールを回転させる

平行移動：ホイールとCtrlキーを押しながら動かす

方法 2

・ 右クリック - Customize

ヘルプ：F1キー



Customize 設定例		
Fit all	Q	全表示
Fit Window	Z	拡大
Pan	T	移動
Rotate	R	回転

0. 準備

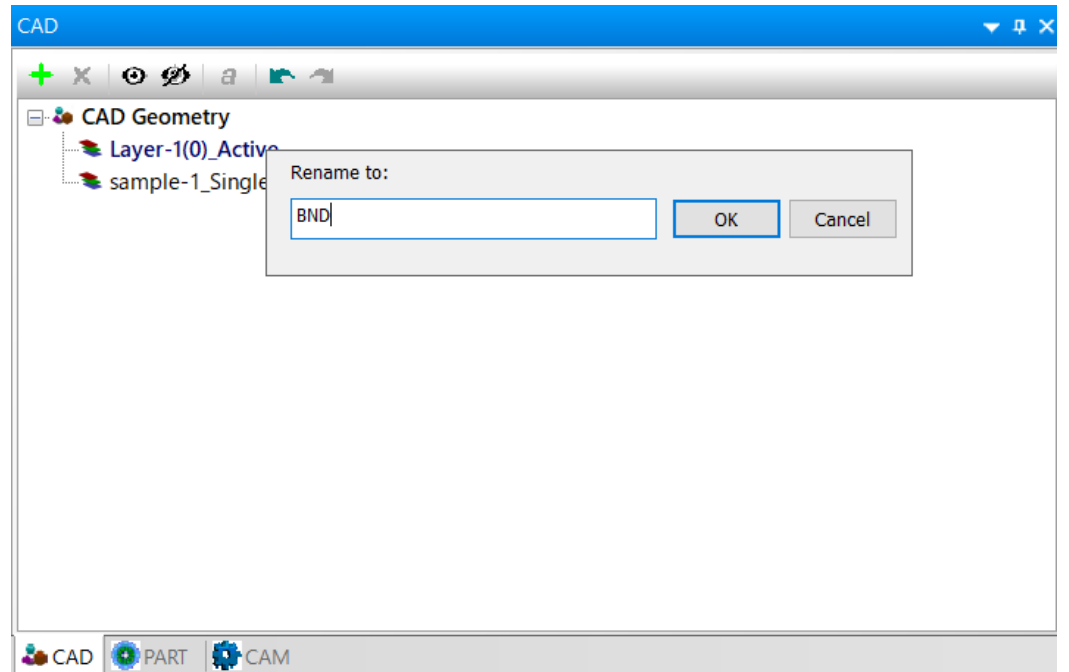
(3) [CAD]タブ

名前の変更

[Layer-1(0)-Active] 右クリック

Rename : BND

(バウンダリー : 境界)



0. 準備

(4) カーブを選択 (シュラウドのサーフェス選択)

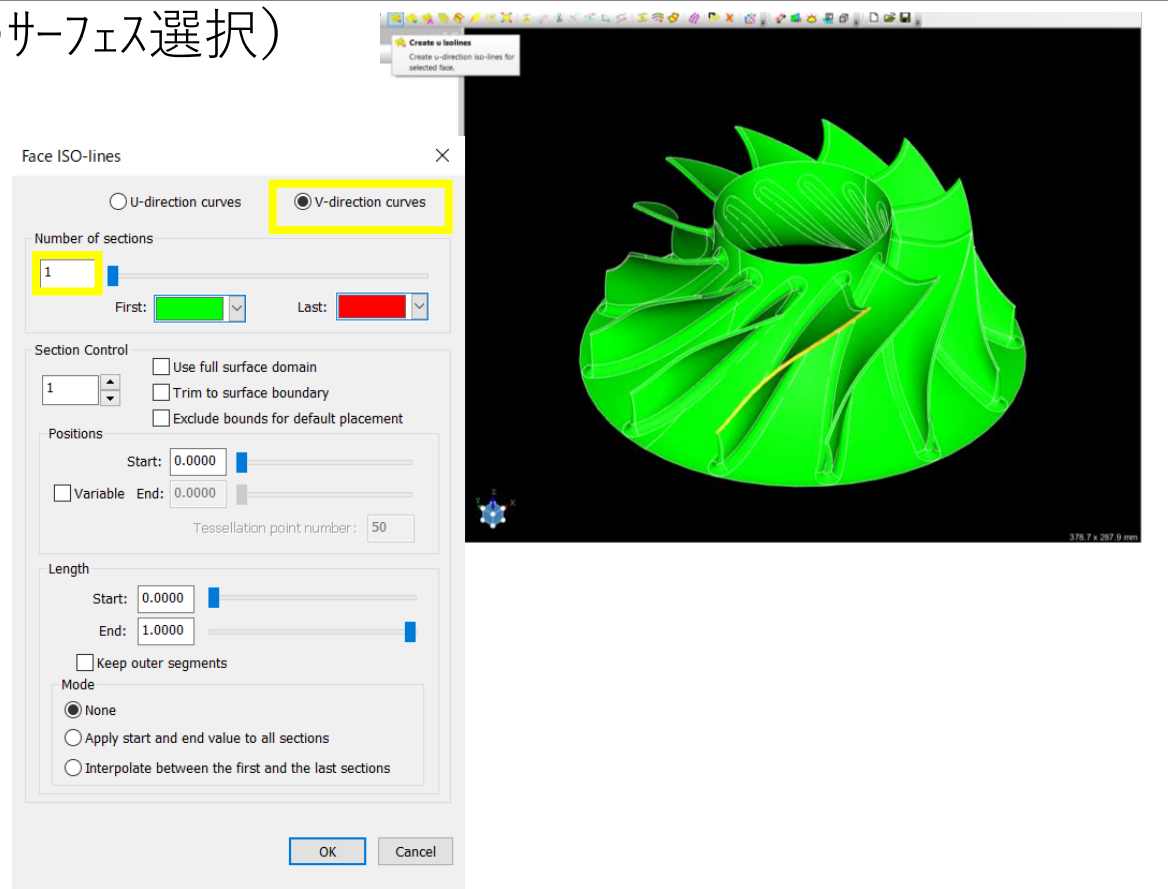
 [Create u Isolines]

● V-direction curves

Number of sections : **1**

→ [OK]

Isolines : サーフェスの構成線



0. 準備

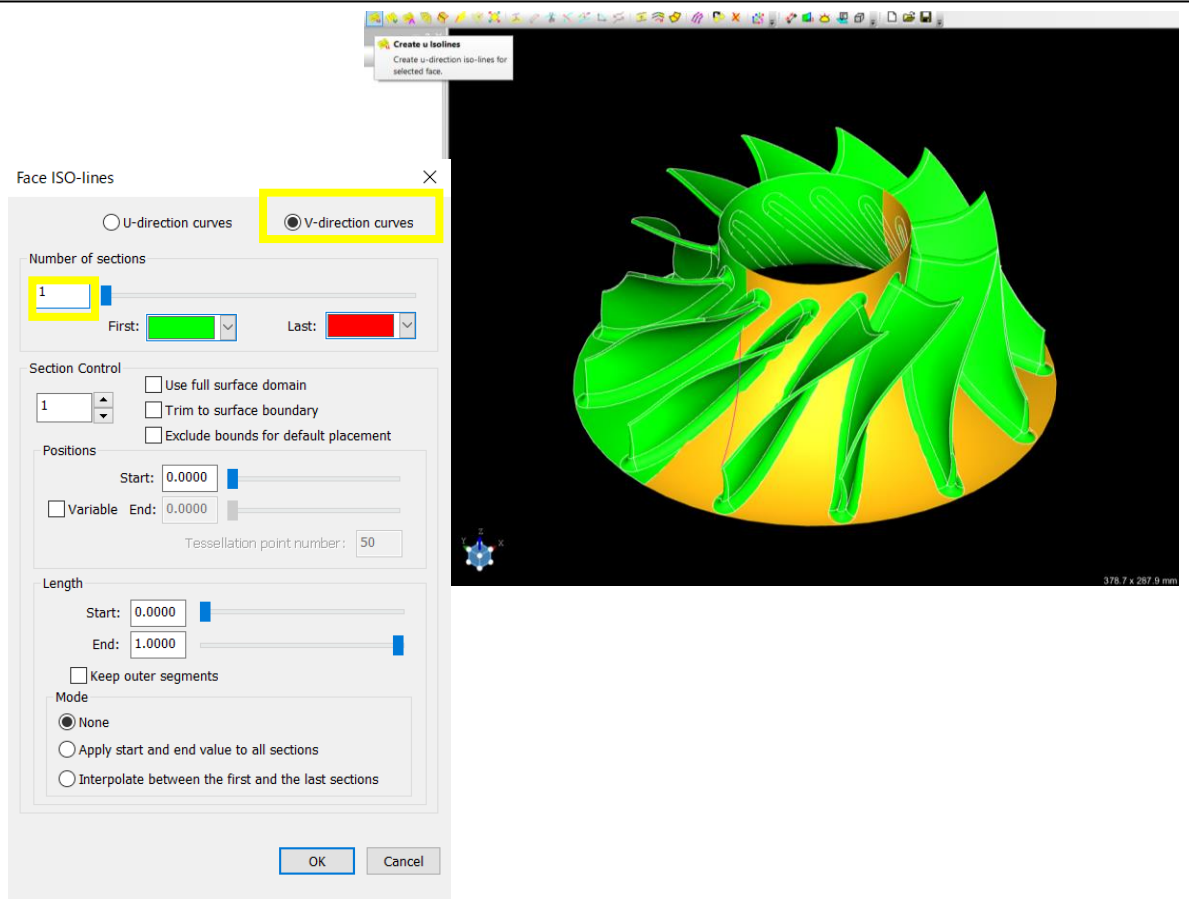
(5) ハブ面を選択
(回転体の根元となる面)

 [Create u Isolines]

V-direction curves

Number of sections : **1**

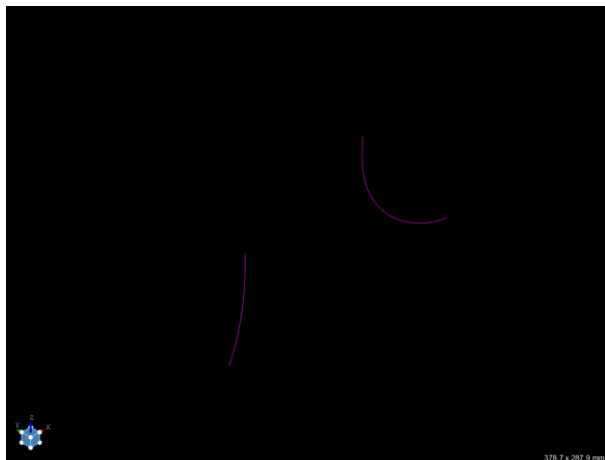
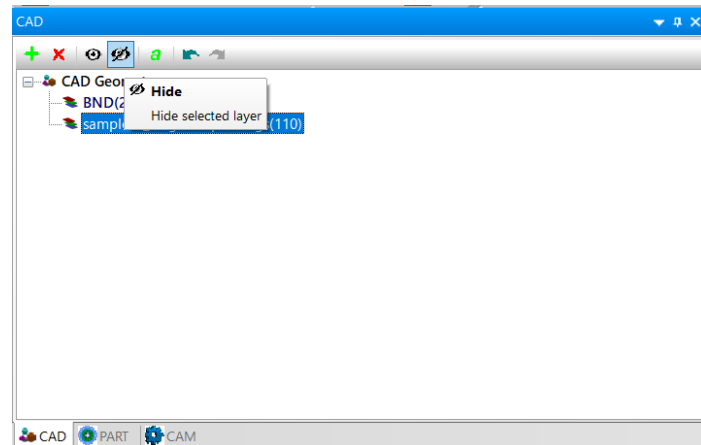
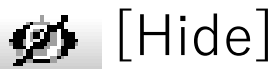
→OK



0. 準備


(6) 基準モデルを非表示

[sample-1_Single-impeller.igs(110)] クリック



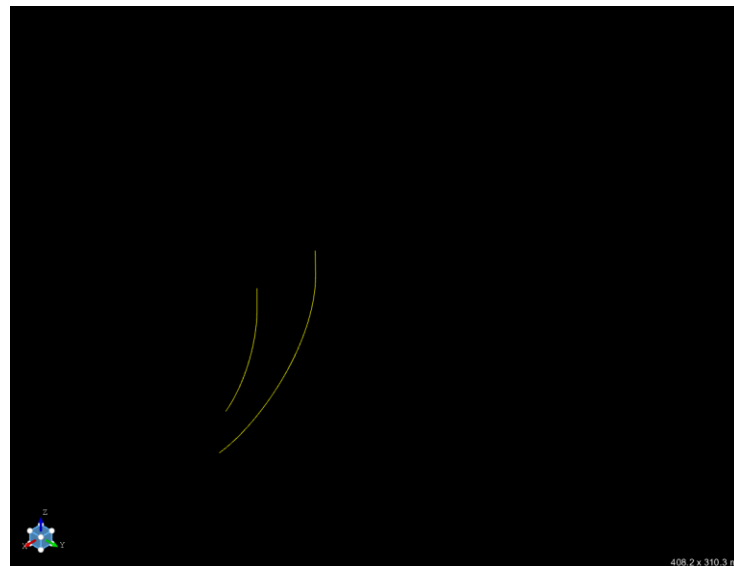
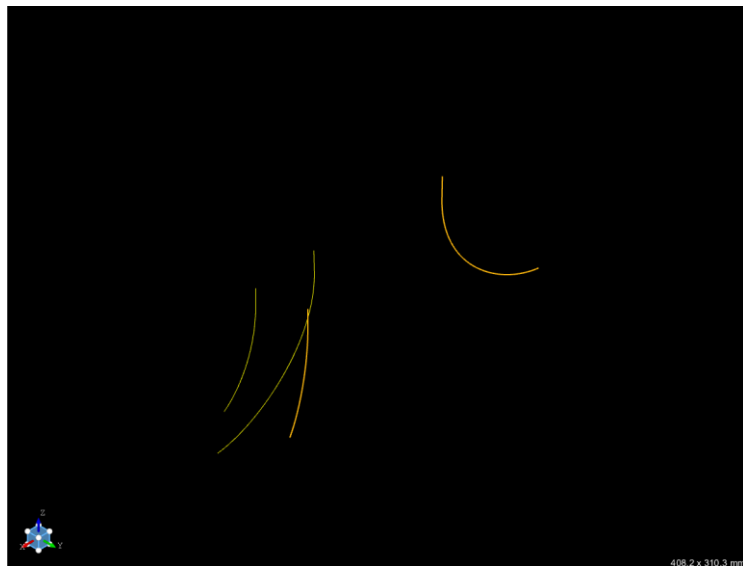
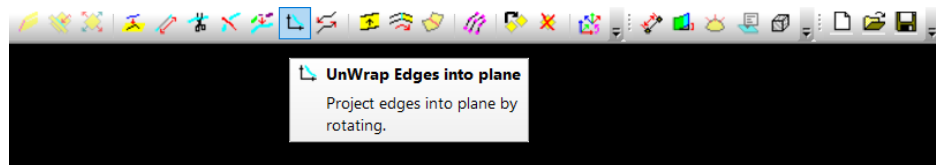
0. 準備

(7) 線を全選択


 [UnWrap Edges into plane]

(回転投影：今後の応用のため)

元の線を[Delete]



0. 準備

(8)  [フォルダの作成]

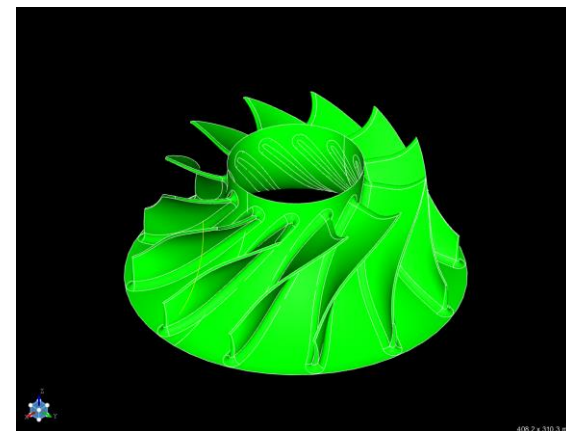
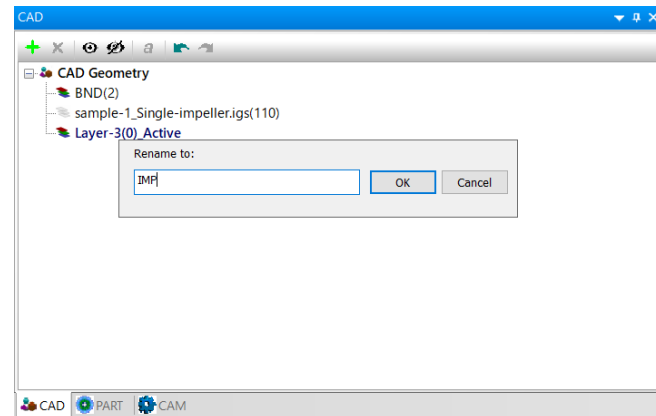
名前の変更

[Layer-3(0)-Active]右クリック

Rename : IMP (インペラー)

[sample-1_Single-impeller.igs(110)] クリック

 [Show]



0. 準備

(9) 面を選択

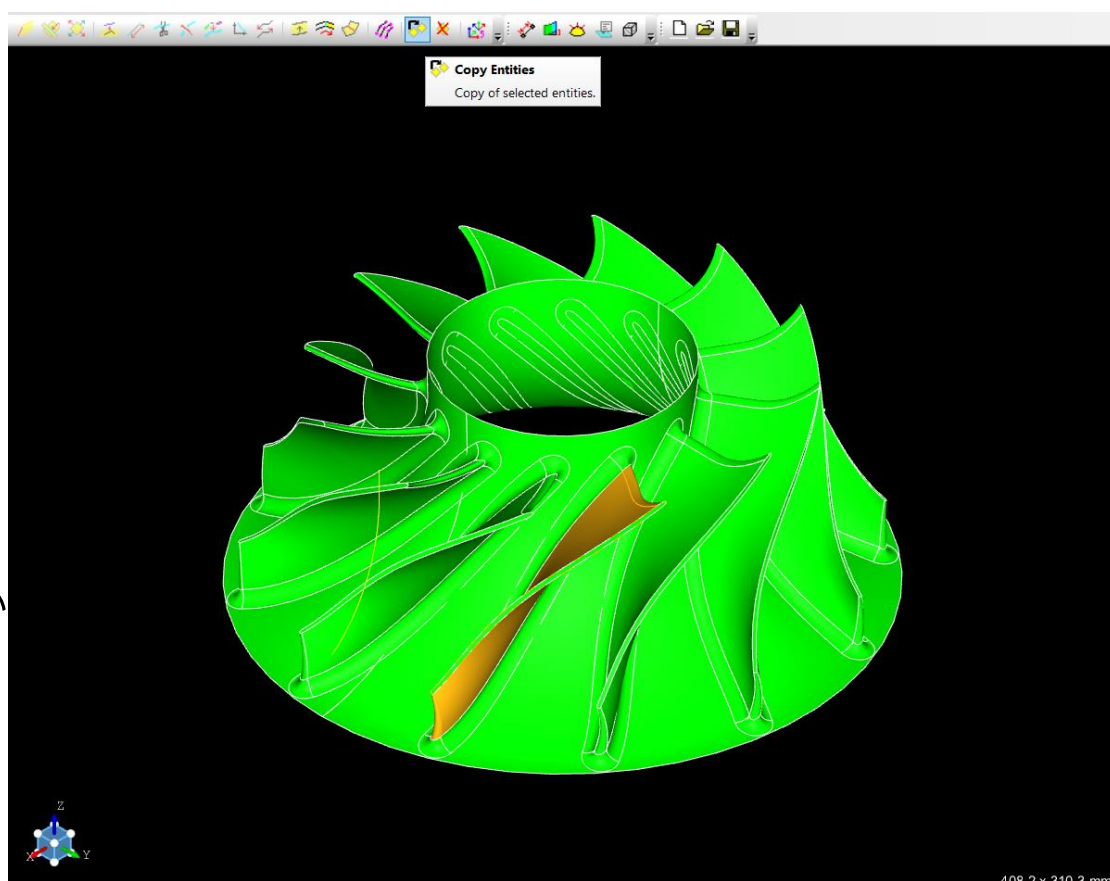
Ctrlを押しながら

ある翼面の4枚のサーフェス

- ・羽根（表裏）
- ・エッジ（上下）

 [Copy Entities]


※翼面の選択を間違わない
ように、1つの羽根に
固定するため



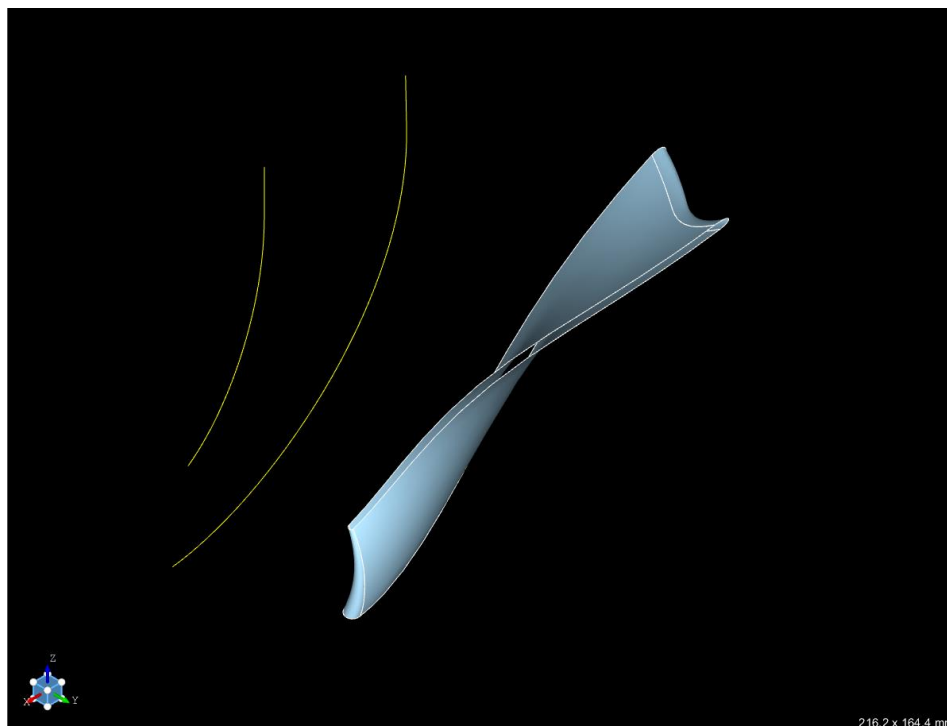
0. 準備

(10) 元のサーフェス非表示

[sample-1_Single-impeller.igs(110)] クリック

 [Hide]

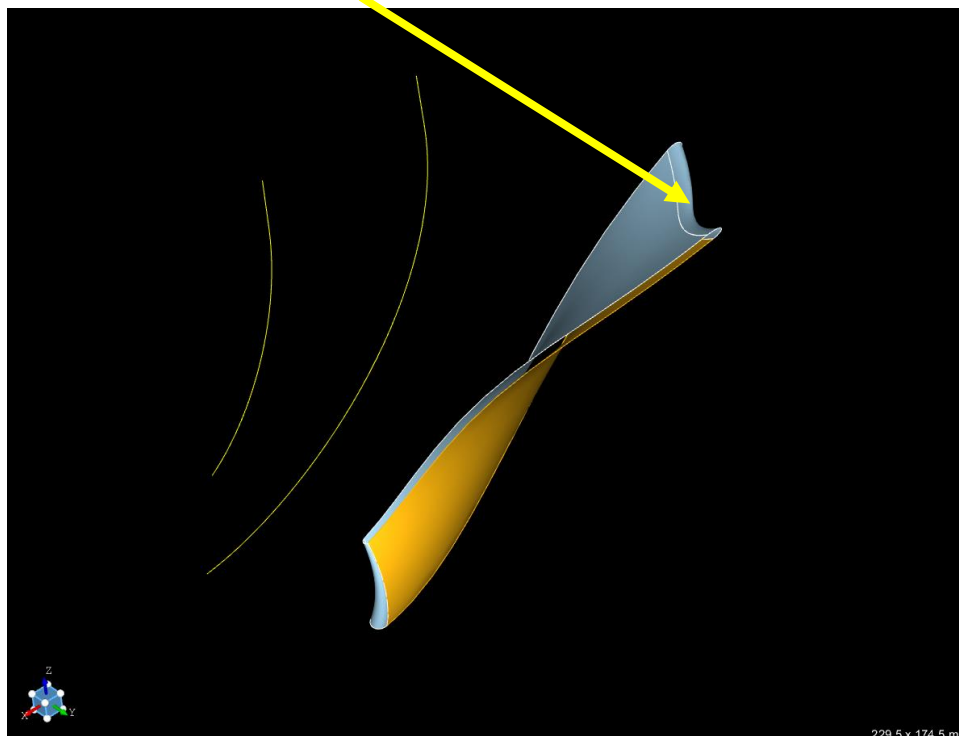
※コピー面のみになる



1. 入力

(1) [PART]タブ クリック (CADで準備したもの→PARTに取り込む)

- ・ sideAの面クリック (Z軸を上にして、上にあるエッジ : **リーディング エッジ**)

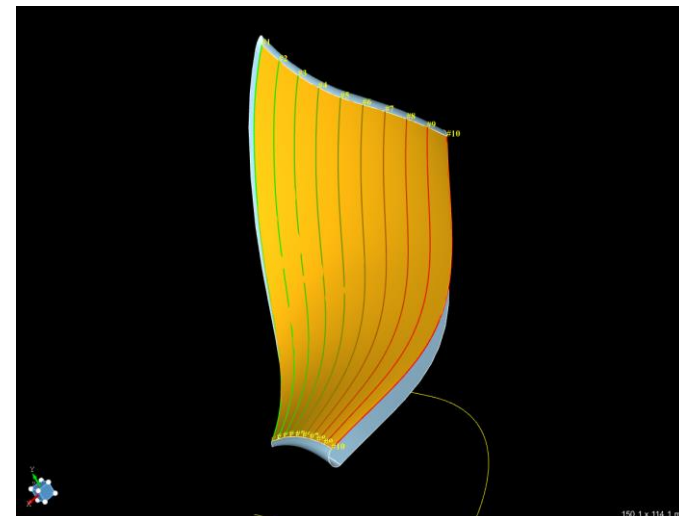
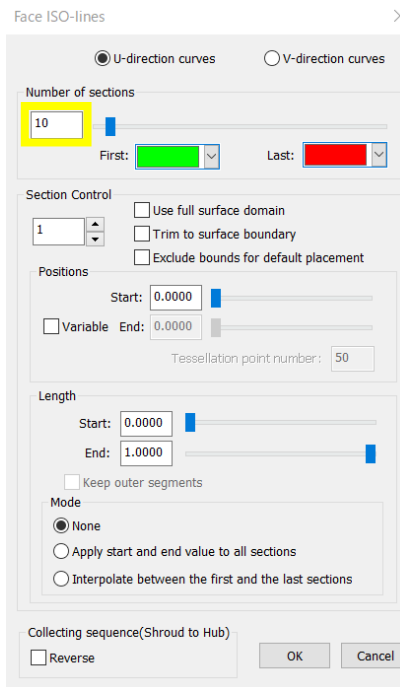
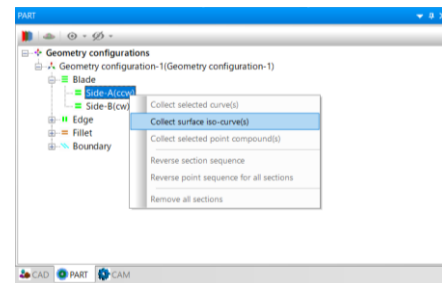


1. 入力

(1) (続き)

- [sideA(ccw)]右クリック - Collect surface iso-curve(s)
- number of sections : **10**

[OK]



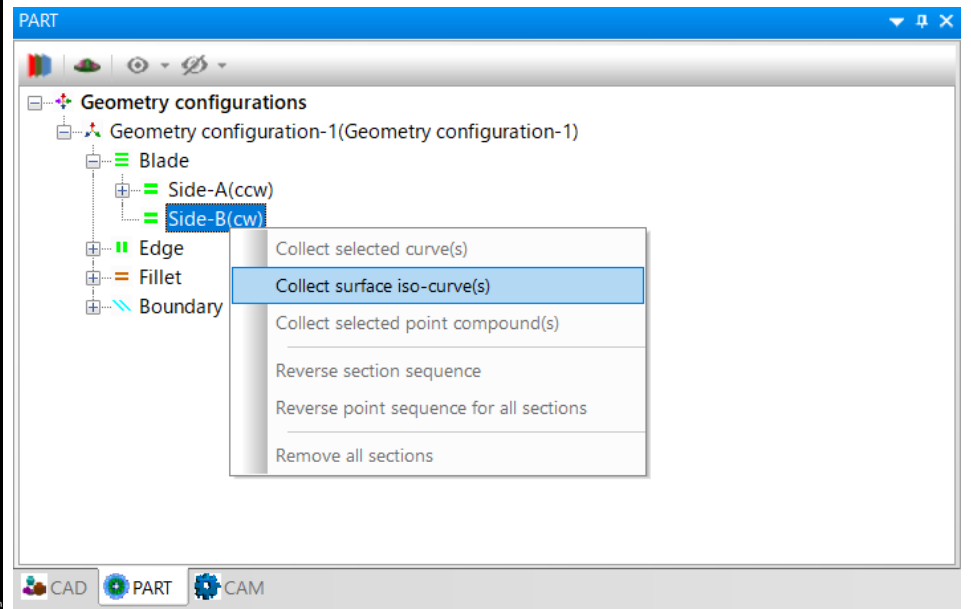
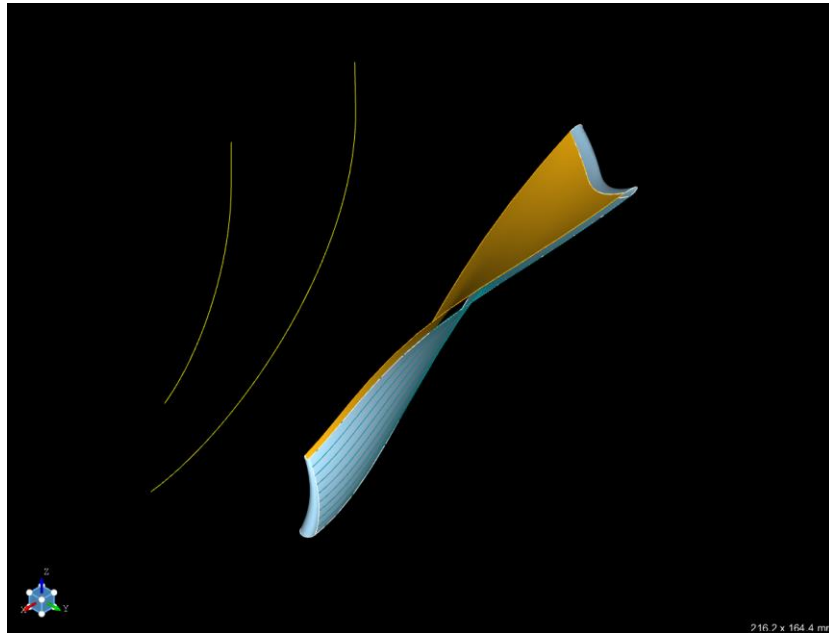
※サーフェス：10の根拠
サーフェスの曲率・面積
によって、数値が変わる

この場合は8~10本が適切

1. 入力

(2)

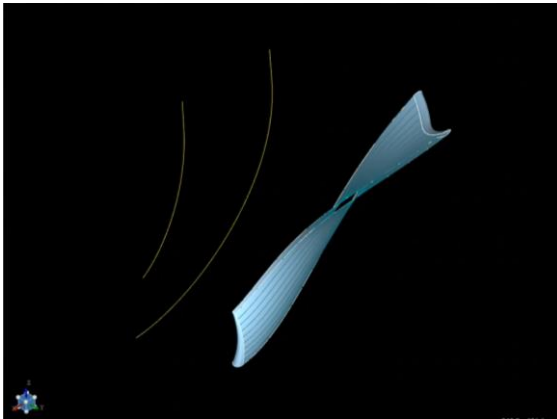
- sideBの面クリック
- [sideB(cw)]右クリック - Collect surface iso-curve(s)



1. 入力

(2) (続き)

- number of sections : 10



Face ISO-lines

U-direction curves V-direction curves

Number of sections
10

First: Last:

Section Control

Use full surface domain
 Trim to surface boundary
 Exclude bounds for default placement

Positions

Start: End:
Tessellation point number:

Length

Start: End:
 Keep outer segments

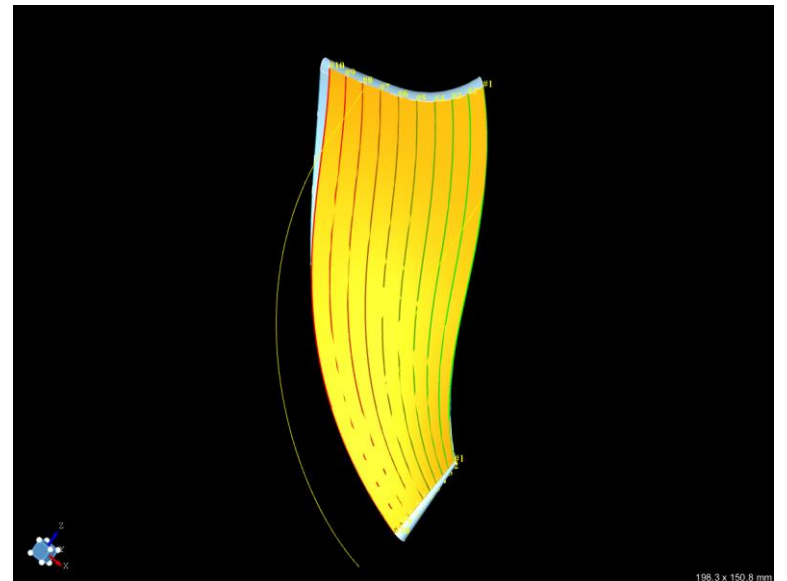
Mode

None
 Apply start and end value to all sections
 Interpolate between the first and the last sections

Collecting sequence(Shroud to Hub)

Reverse

OK Cancel



1. 入力

(3) [Edge] タブ クリック

- Leading edge

Type : **By Points External[Type 4]**

- Trailing edge

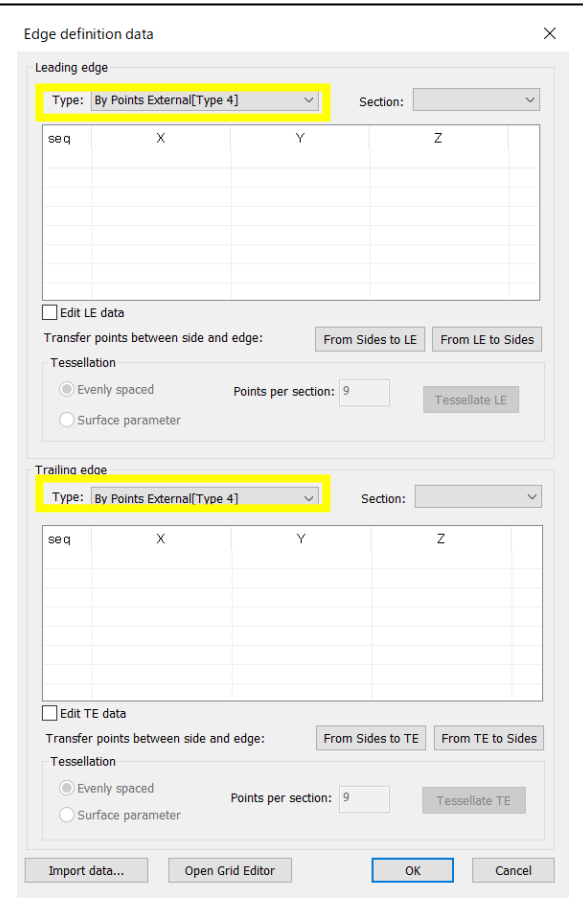
Type : **By Points External[Type 4]**

Type4の根拠

サーフェスをXYZ形式で入力するという意味

※CADトランスレーターで自由曲面のサーフェスを取り込む場合はType4を使用する

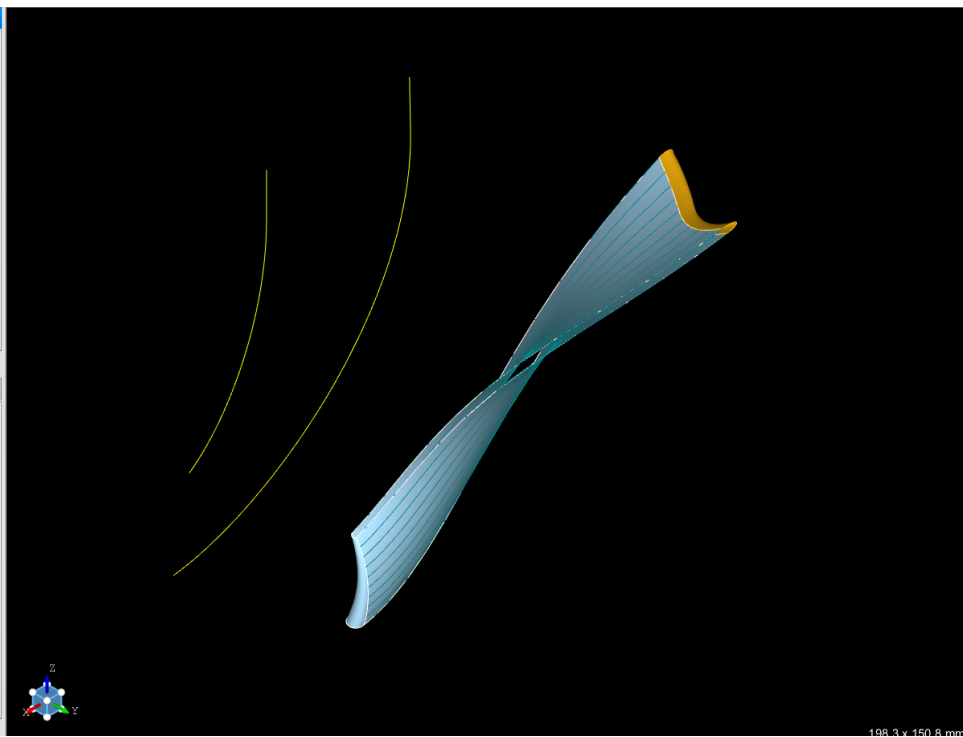
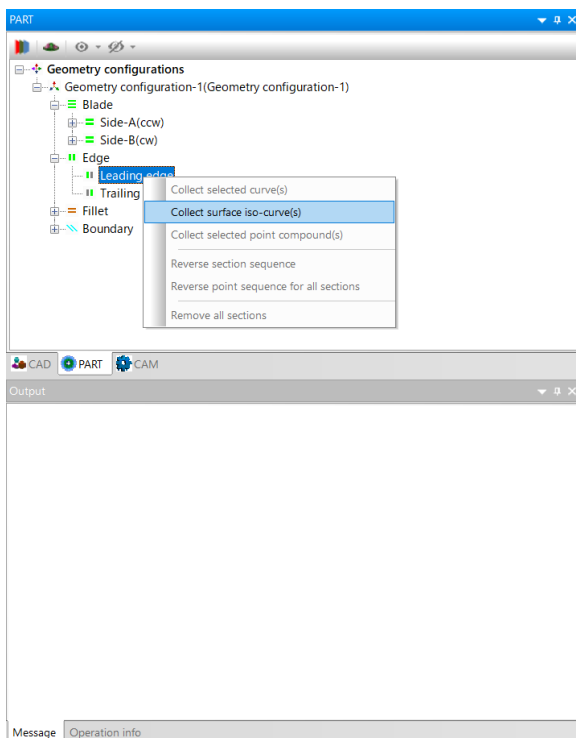
Type1~Type15まであり、形状や設計情報に合わせて使い分ける
(図面ありき)



1. 入力

(4) (リーディングエッジ)クリック ※LEとTEを逆にしない

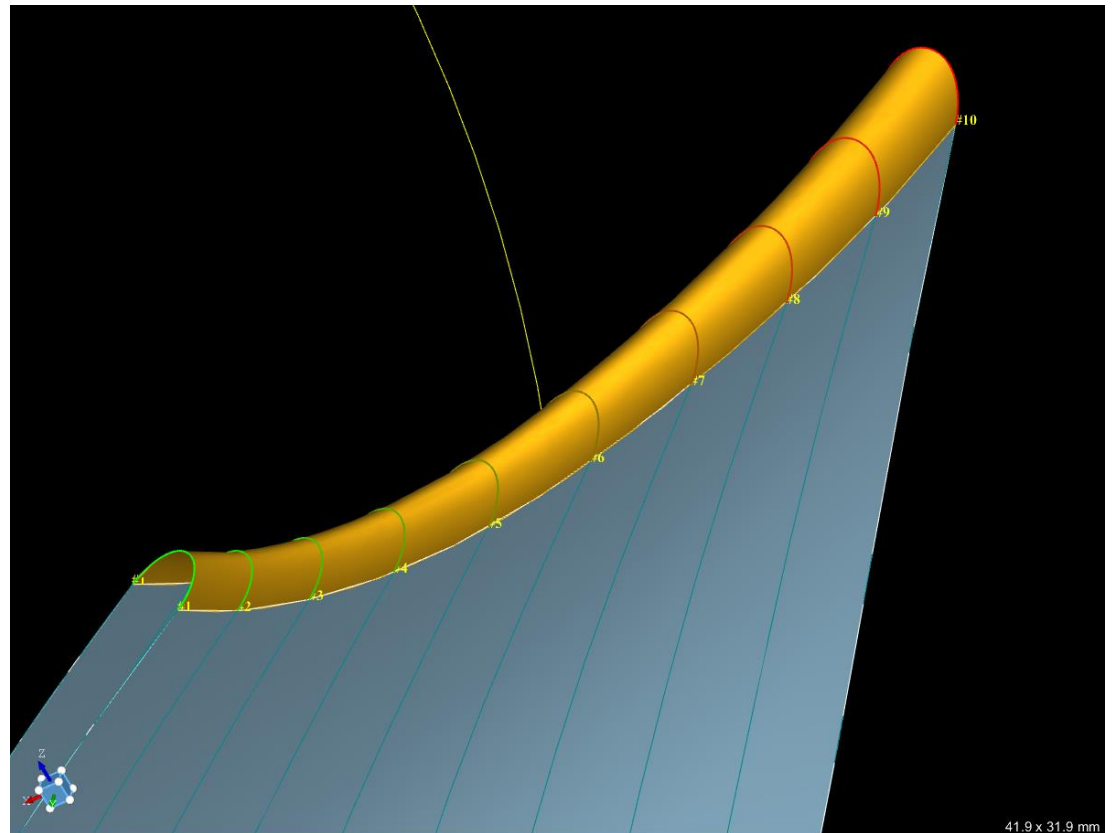
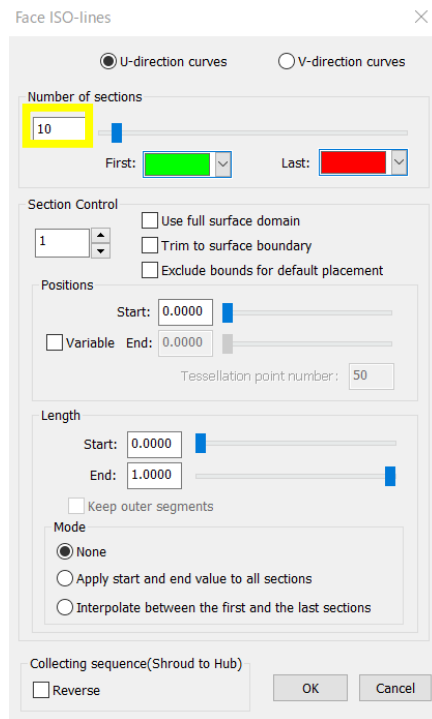
- [Leading edge]右クリック - Collect surface iso-curve(s)



1. 入力

(5) Face ISO-lines

Number of sections : **10**

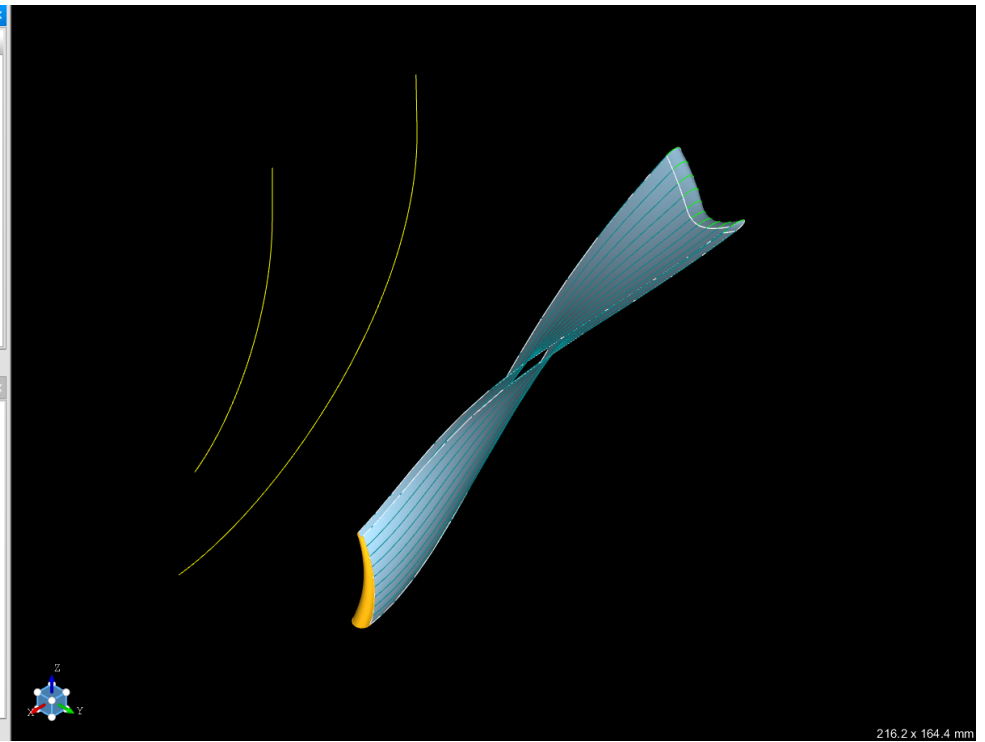
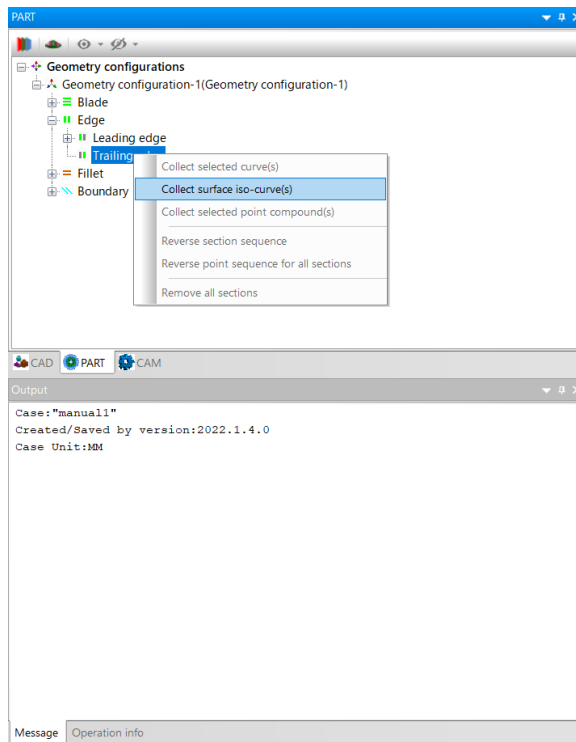


1. 入力

(6) (トレーリング エッジ) のクリック

- [Trailing edge] の右クリック - Collect surface iso-curve(s)

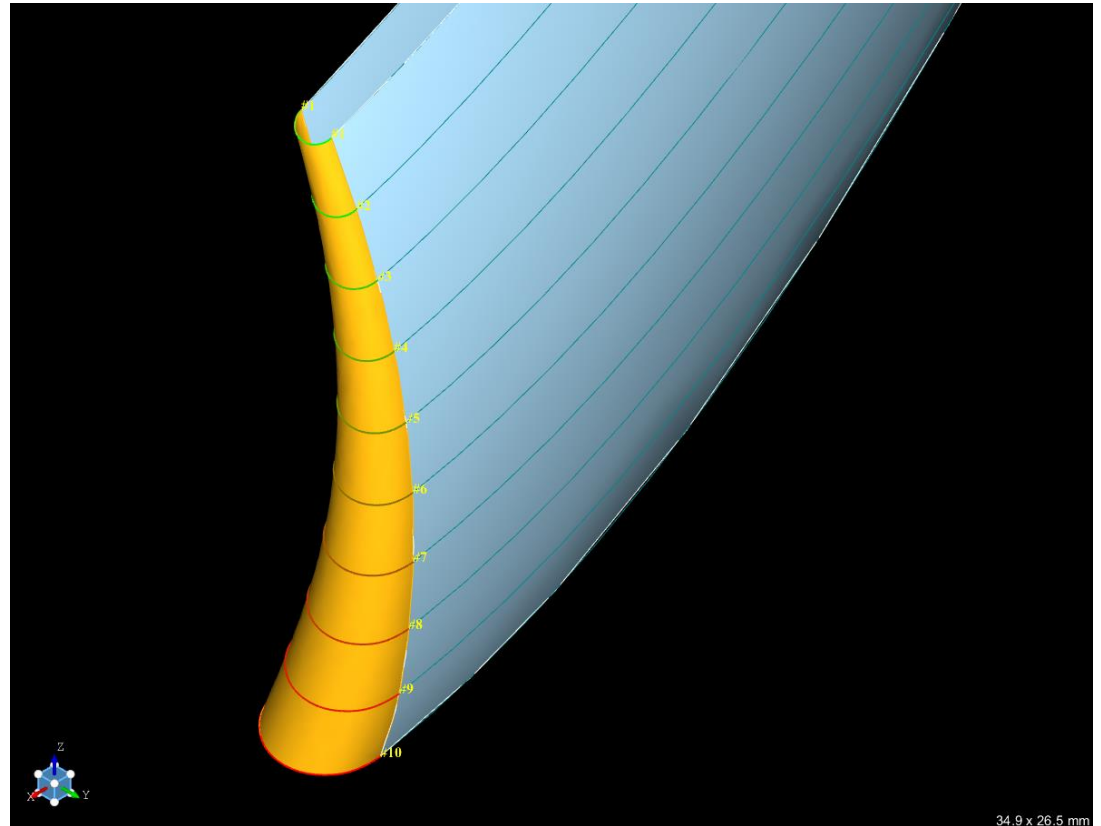
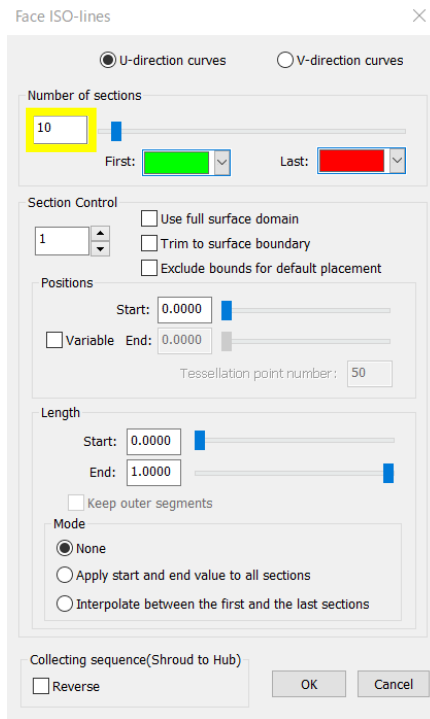
トレーリングエッジ



1. 入力

(7) Face ISO-lines

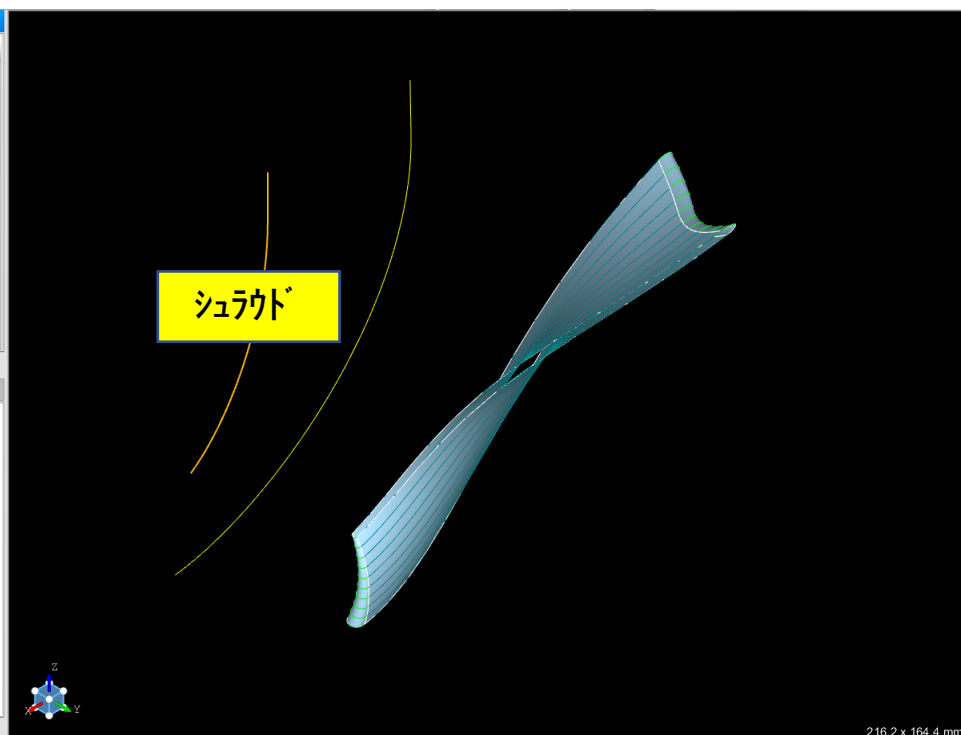
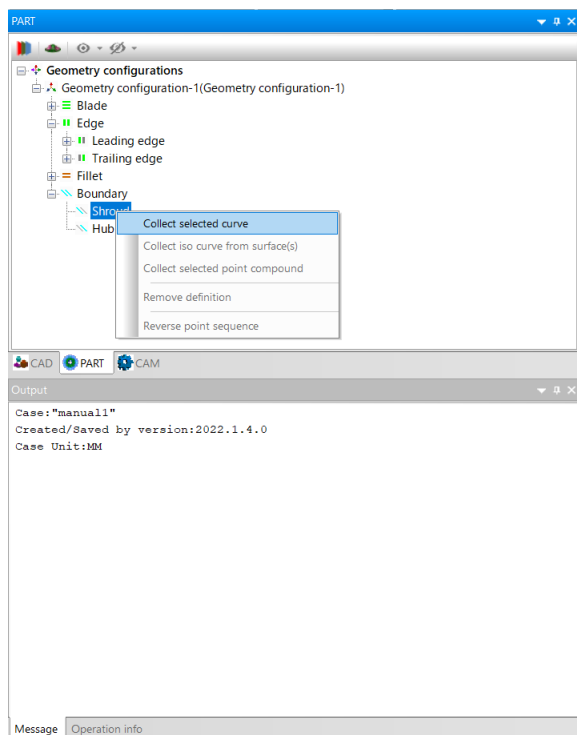
Number of sections : 10



1. 入力

(8) (シュラウド)線を🖱️クリック

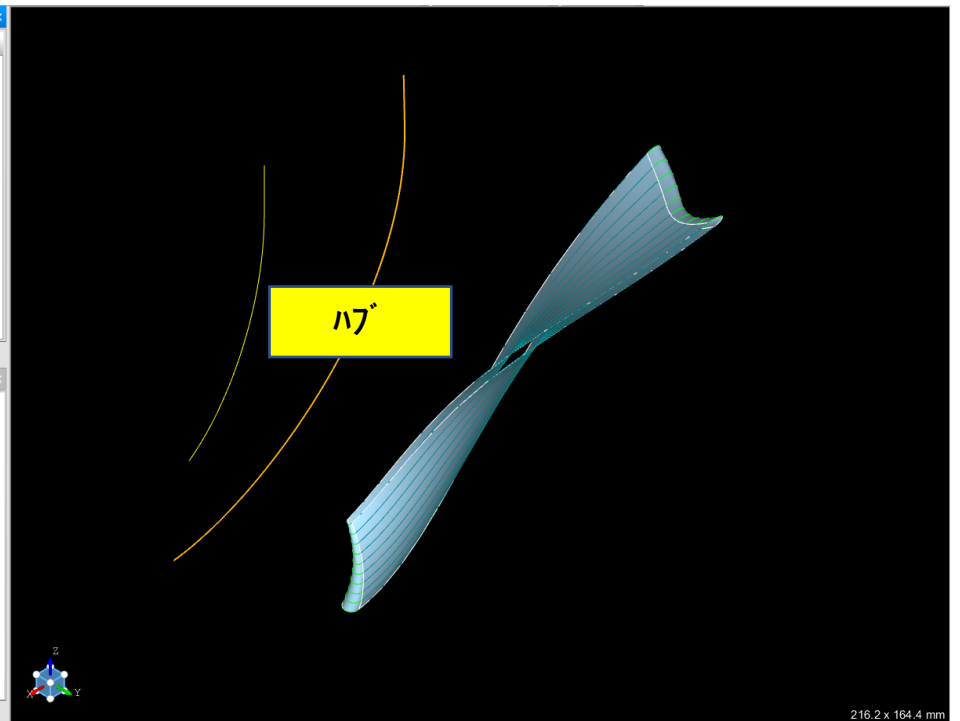
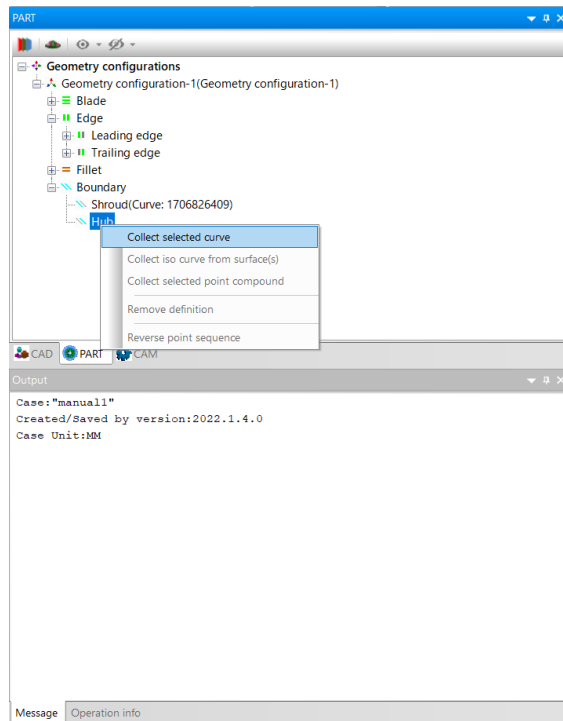
- [Boundary] - [Shroud]🖱️右クリック - [Collect selected curve]



1. 入力

(9) (ハブ)線を📁クリック

- [Boundary] - [Hub]📁右クリック - [Collect selected curve]



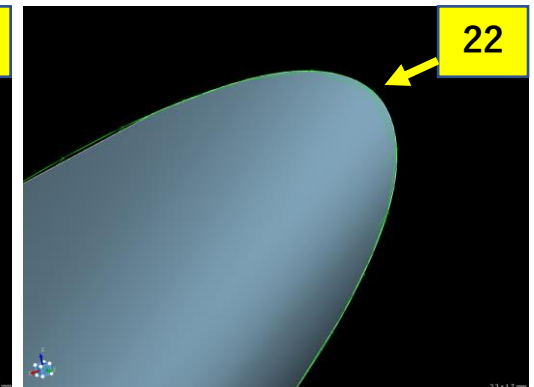
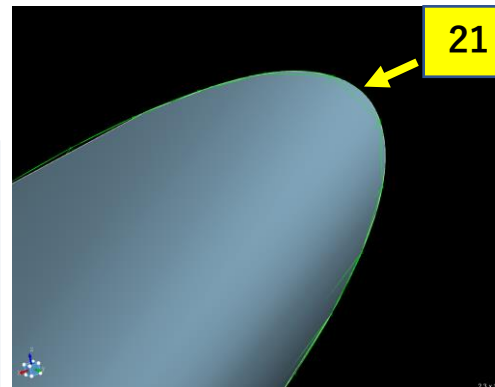
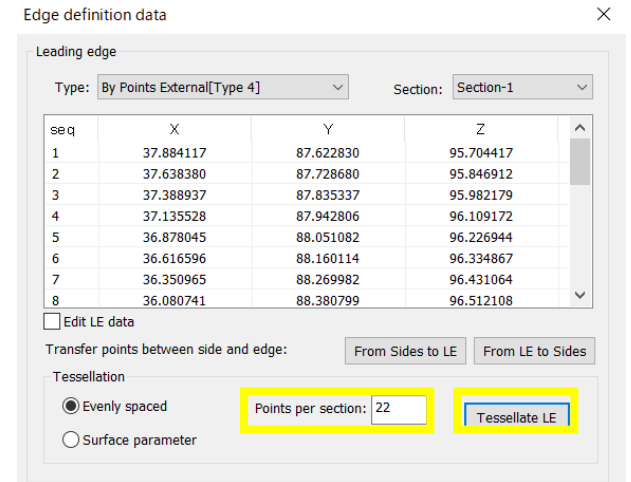
2. 設定

(2) [Edge]ダブルクリック

Leading edge

- Points per section : **22**

[Tessellate LE]



Points per section : 22の根拠
テレートボタンでメッシュを表示させながら、エッジ先端の誤差が少ない値、かつエッジの先端の頂上に分岐点がある
(かたかを目立たないようにする)

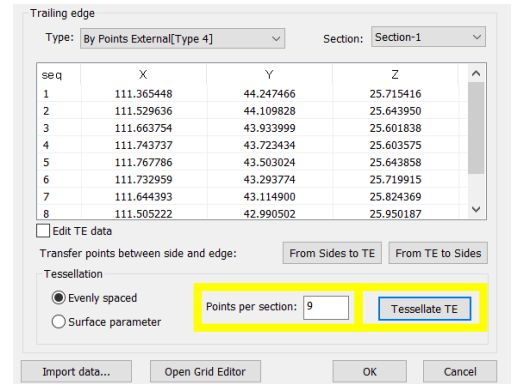
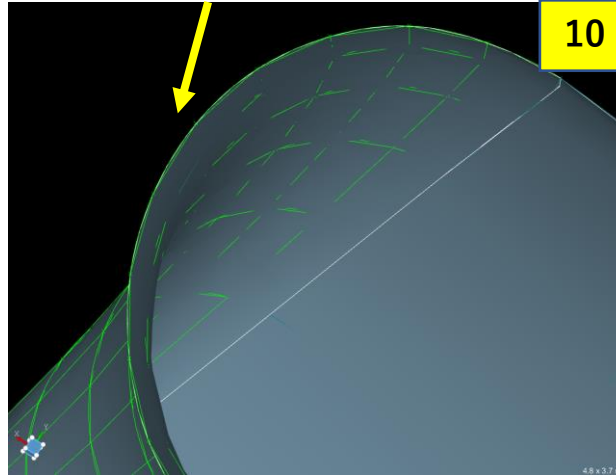
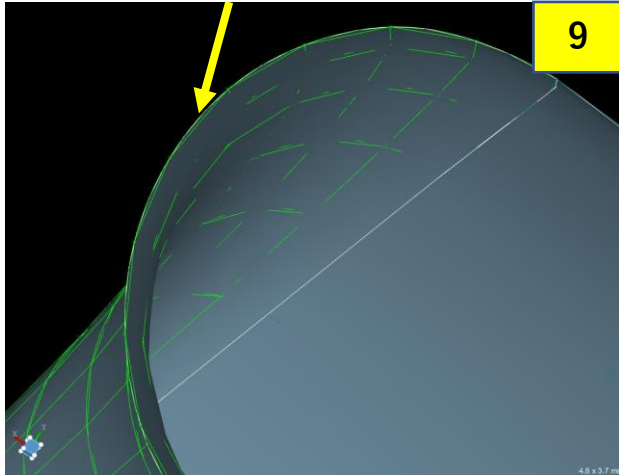
2. 設定

(3)

Trailing edge

- Points per section : **9**

[Tessellate LE]

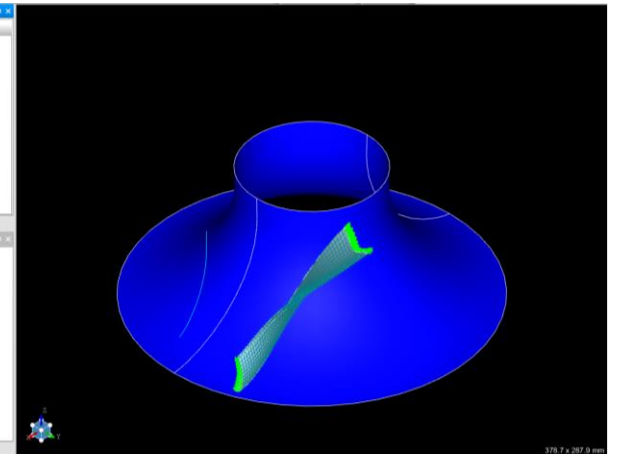
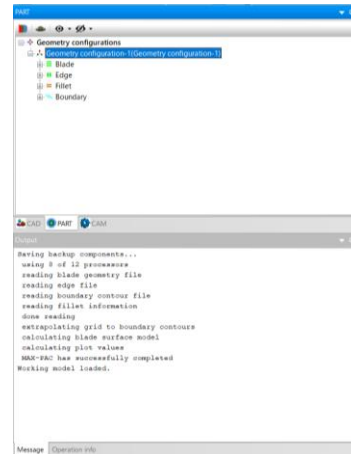
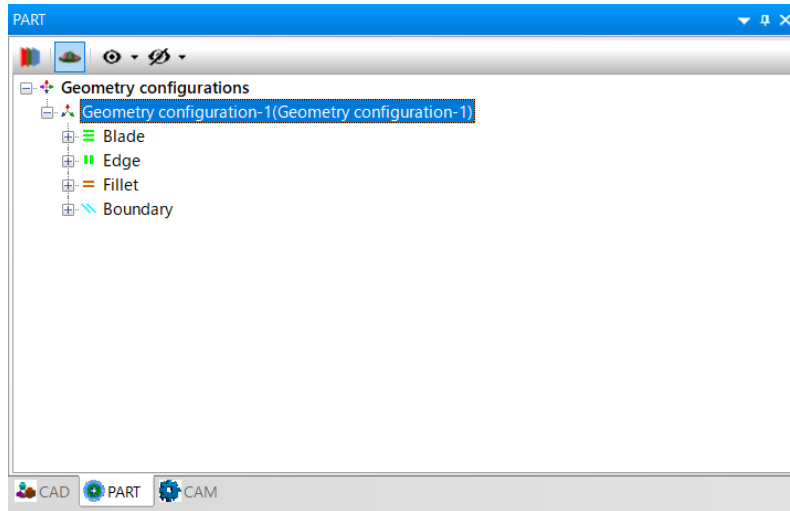


3. 計算

(1) Geometry configuration-1(Geometry configuration-1)のクリック

-  [Build]

※設定した数値を元にMAX-PACでモデル計算をして、3次元化している

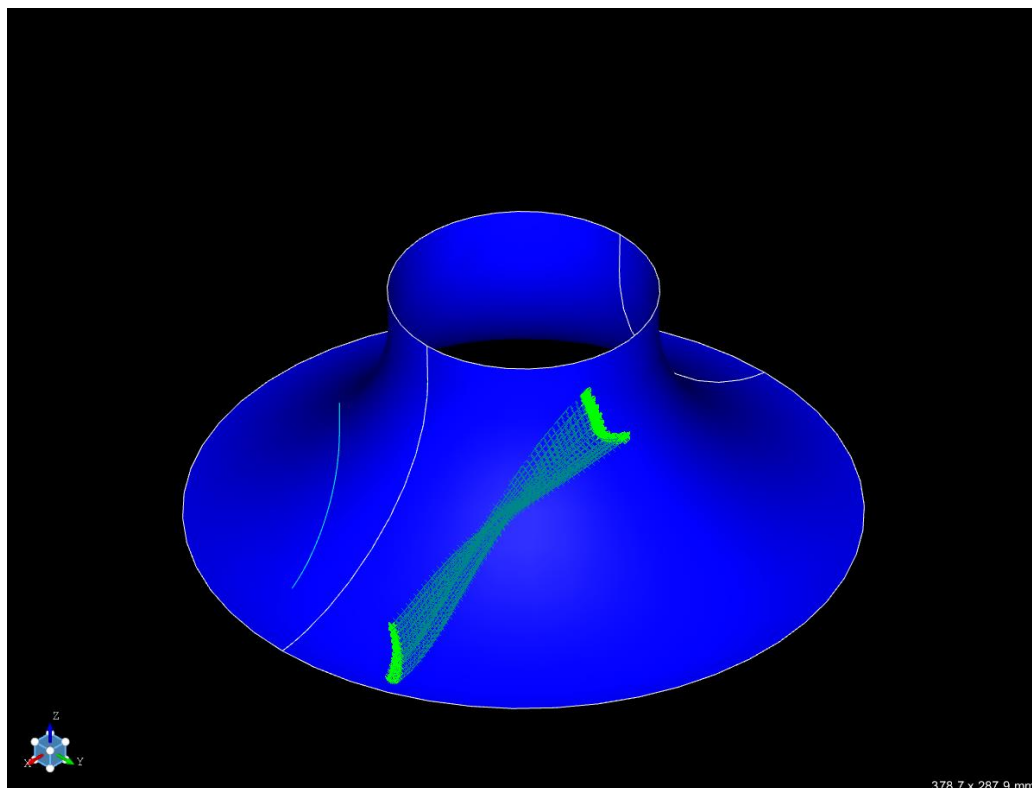


3. 計算

(2) 非表示

[CAD]タブ

- BND(2)  [Hide]
- IMP(4)_Active  [Hide]

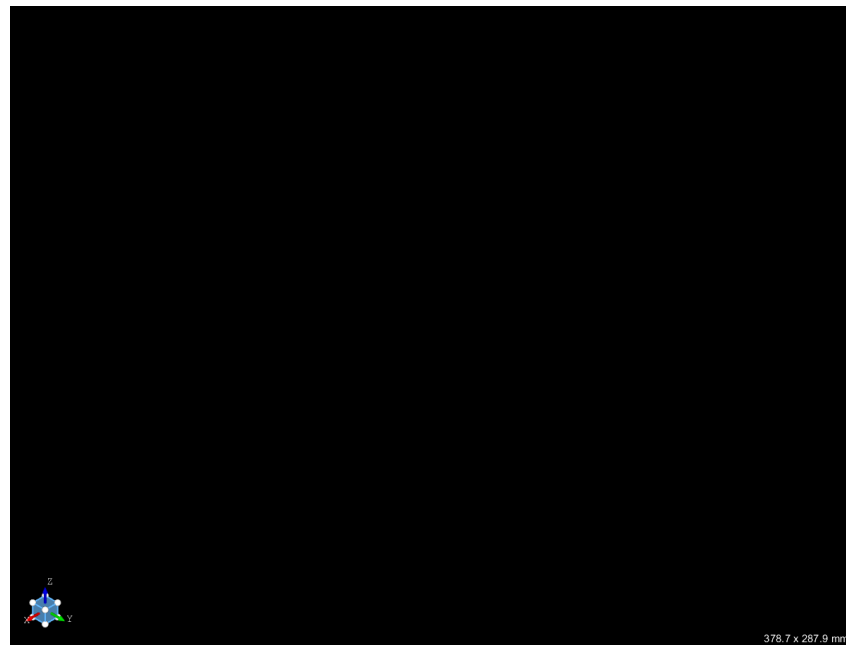


3. 計算

(3)

[Part] 夕`

- Geometry configuration-1 (Geometry configuration-1)  [Hide]

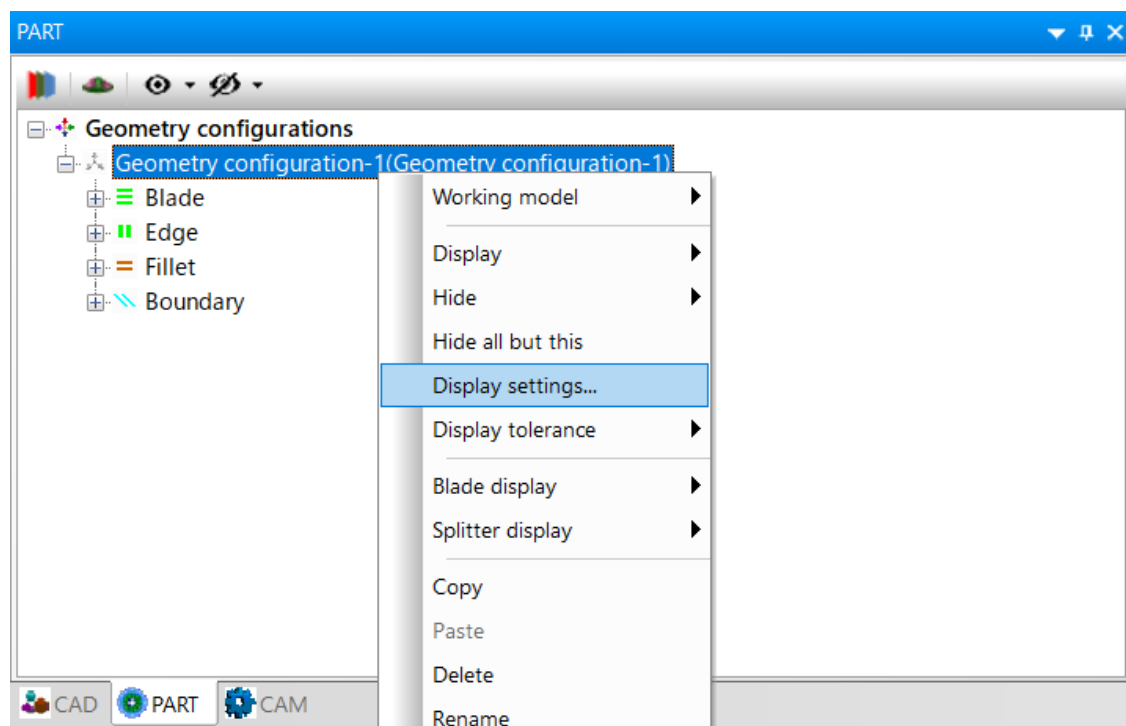


3. 計算

(3)

[Geometry configuration-1 (Geometry configuration-1)] 右クリック

[Display settings]



意味

表示を整える

MAX-PACが計算した
サーフェスだけを表示させる

3. 計算

(4)

Geometry configuration appearance

Apply "Blade" color to all

Blade

Shroud → 表示しない

Hub

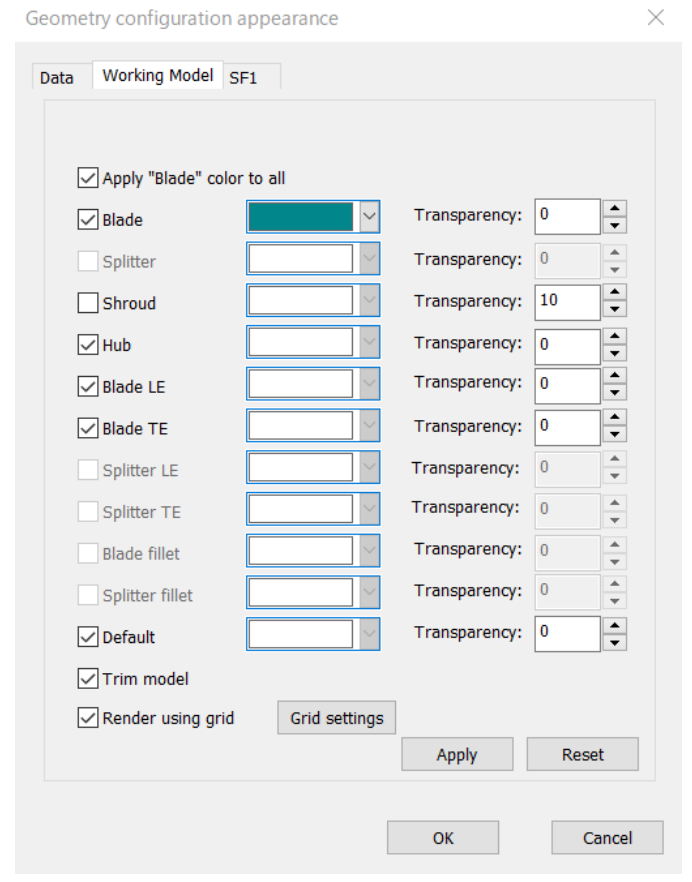
Blade LE

Blade TE

Default


Trim model

Render using grid



3. 計算

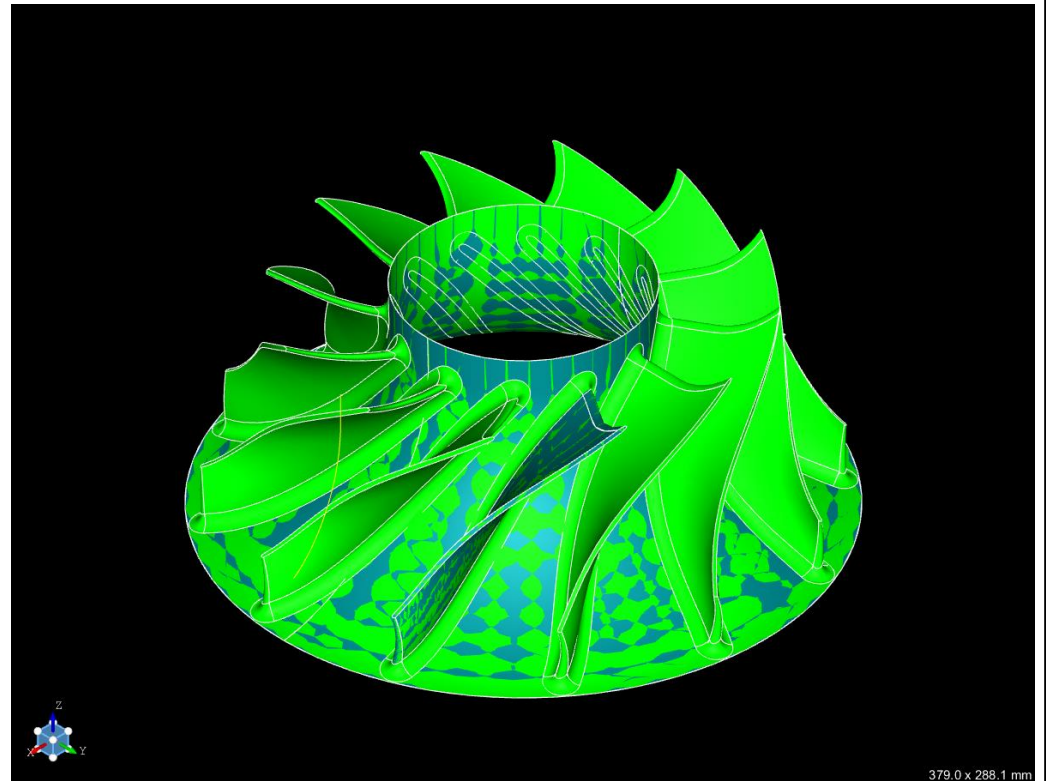
(5) [CAD]タブ

- BND(2)  [Show]
- IMP(4)_Active  [Show]

Igsで取り込んだ
データ

* 手順の成否の確認

斑模様であれば
2種類のサーフェスが3次元的に
同一地点に表示されている



3. 計算

(6) フィレットサイズの測定

[CAD]タブ (フィレット) 選択

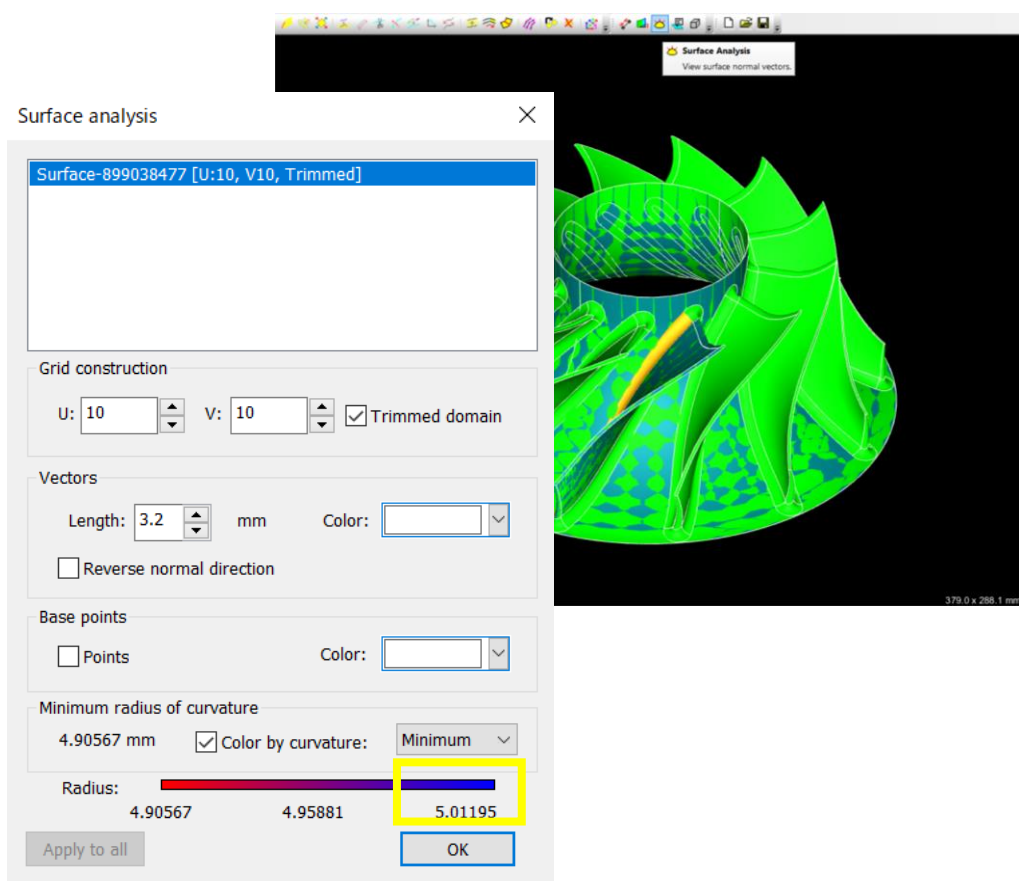
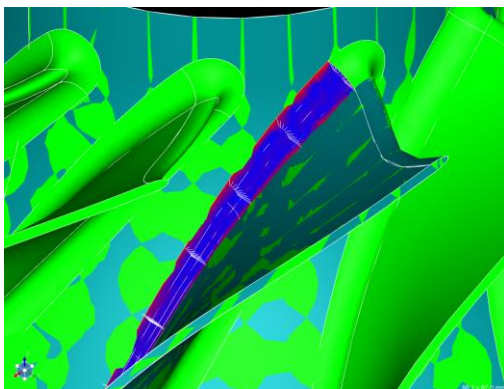
-  [Surface Analysis]

Color by curvature

* Radiusを「5」と特定

[OK]

青い部分が
大多数を
占めている
ので、
5.01を丸め
て
5とする



Surface analysis

Surface-899038477 [U:10, V10, Trimmed]

Grid construction

U: 10 V: 10 Trimmed domain

Vectors

Length: 3.2 mm Color:

Reverse normal direction

Base points

Points Color:


Minimum radius of curvature

4.90567 mm Color by curvature: Minimum

Radius: 4.90567 4.95881 5.01195

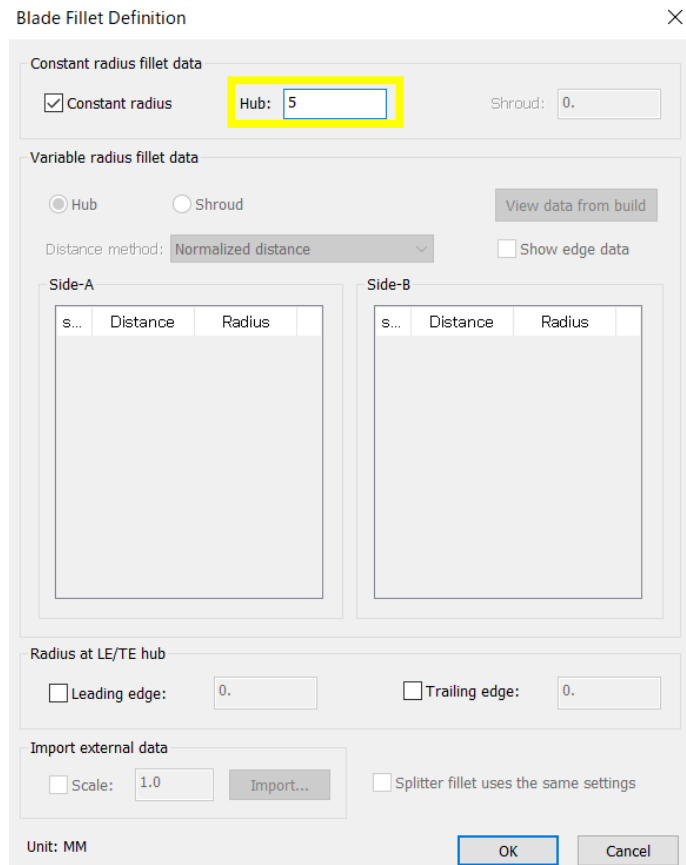
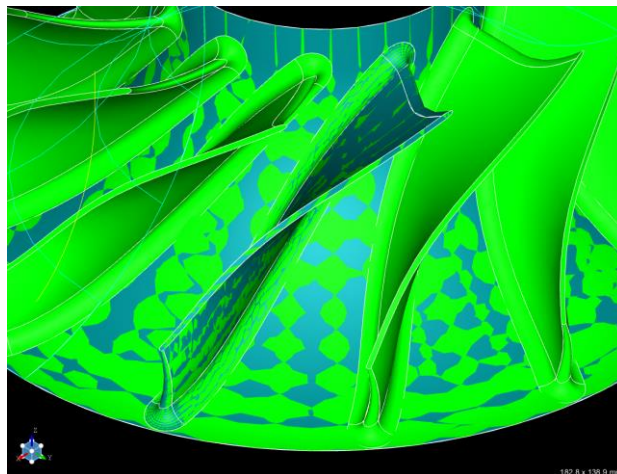
Apply to all OK

3. 計算

(7) [PART]タブ
[Fillet]  ダブルクリック
Hub : 5

 [Build]

※フィレットに斑模様
があることを確認



4. 表示

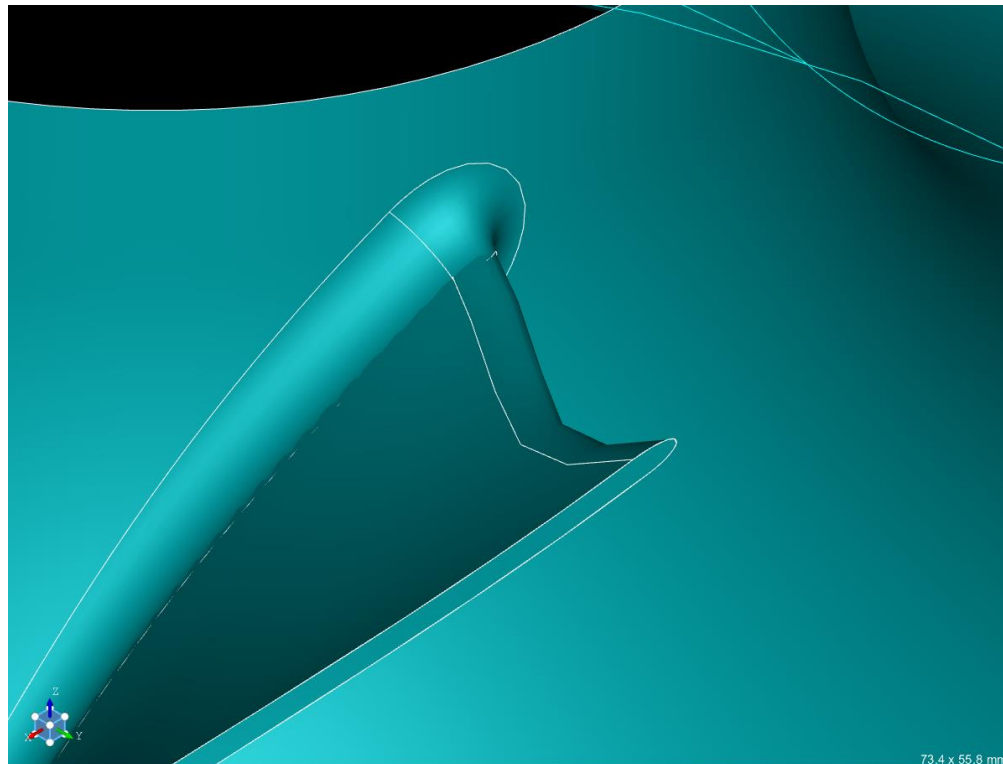
(1) 表示精度を上げる

[PART]表示

[CAD]全て非表示

エッジを拡大

→**カカク**になっている



4. 表示

(2)

[PART]タブ

[Geometry configuration-1 (Geometry configuration-1)] 右クリック

▶ [Display settings]

▶ [Grid settings]

[Working Model Grid]

Number of points

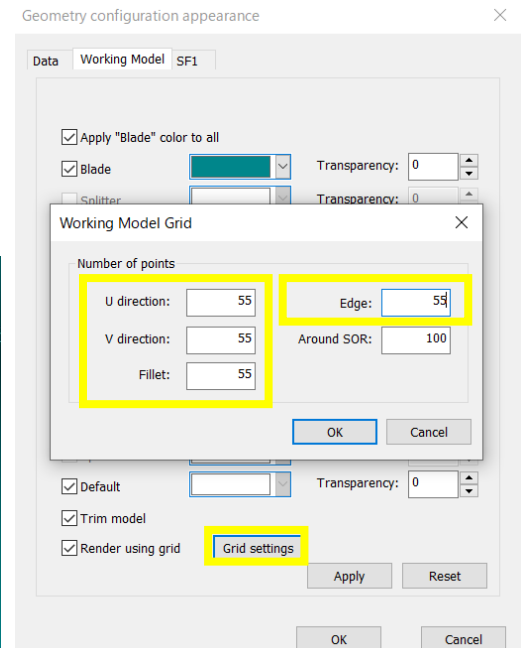
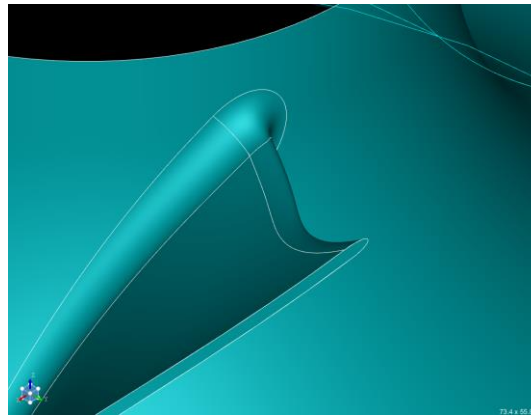
• U direction : **55**

• V direction : **55**

• Fillet : **55**

• Edge : **55**

50以上
90以下
※キーボードの
入力しやすい
数値



4. 表示

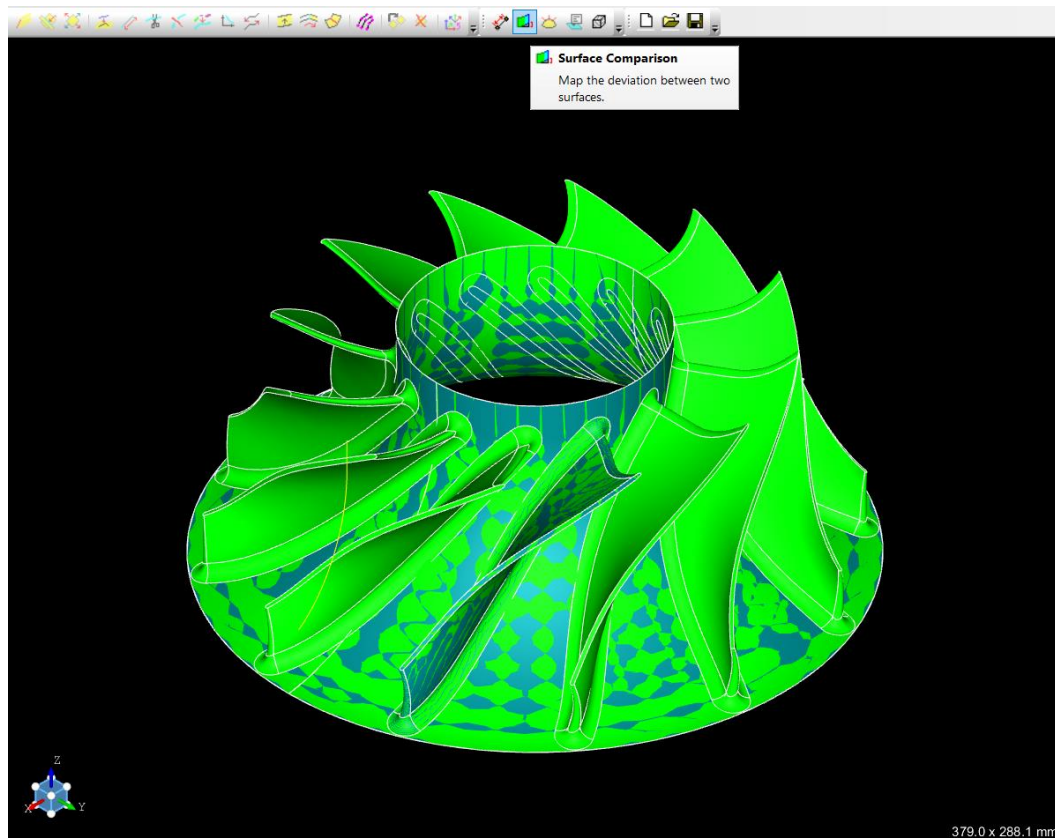
(3) サーフェスの比較測定 (CADとPARTのサーフェス1枚ずつを比較測定)

[CAD]タブ

CADのベースモデルを表示

[PART]タブを表示

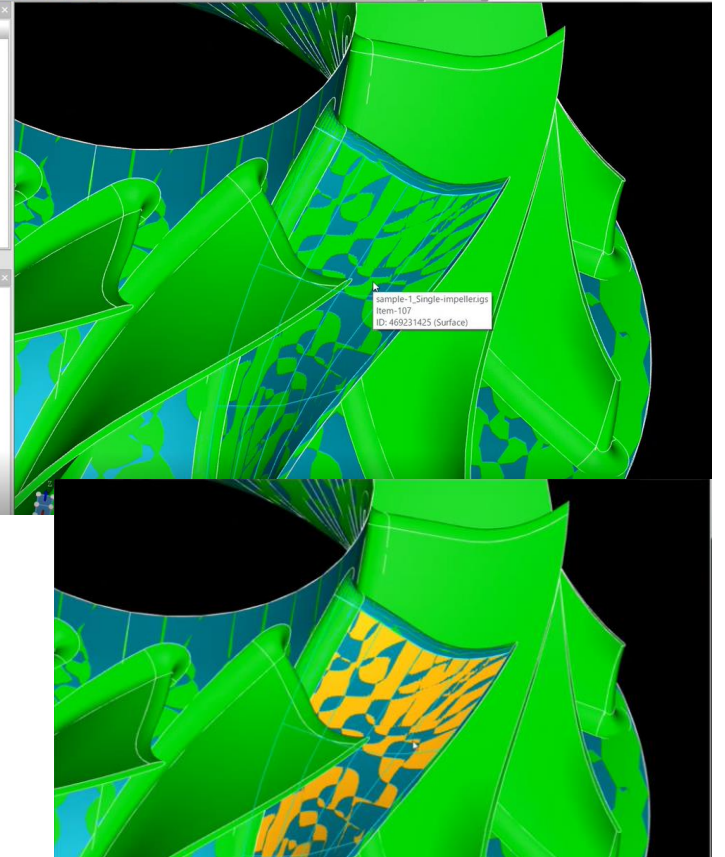
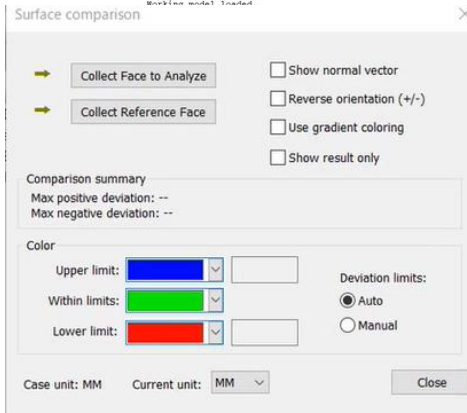
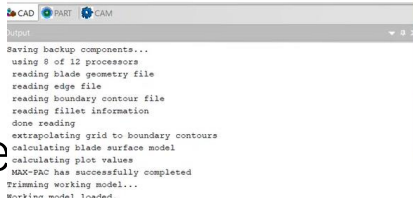
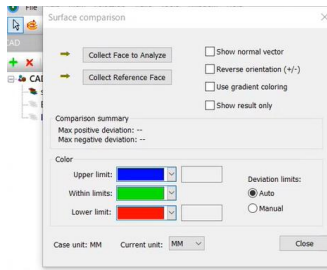
 [Surface Comparison]



4. 表示

(4) 1つ目のサーフェスを入れる
翼面上にカーソルを合わせる
Tabキー（表示が出る）
クリック（オレンジ色に変化）

➔Collect Face to Analyze
(1段階目)



4. 表示

(5) 2つ目のサーフェスを入れる

■ (黒画面) クリック

* 選択要素をリセット

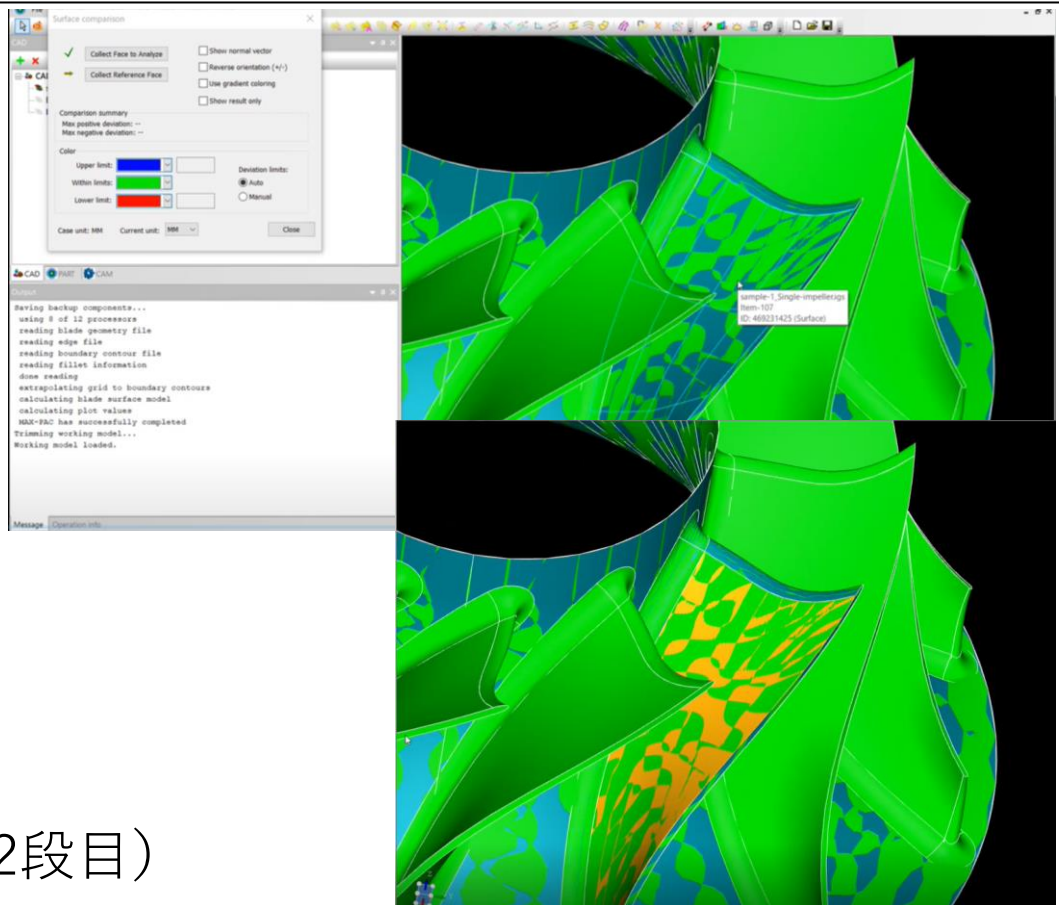
翼面上にカーソルを合わせる

Tabキ-2回クリック

(1個目と違う表示が出る)

クリック (オレンジ色に変化)

→Collect Reference Face (2段目)



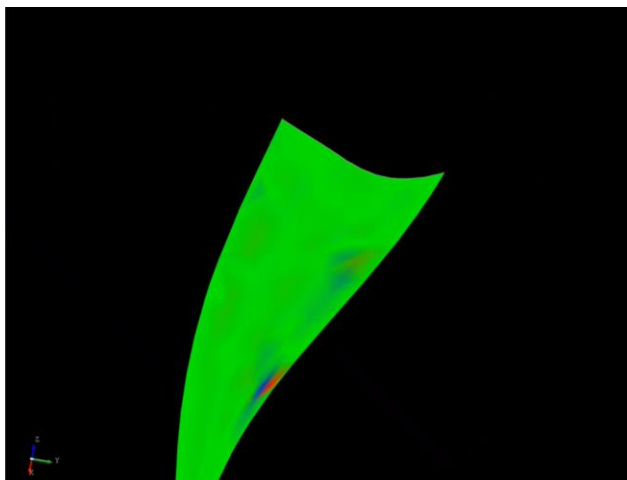
4. 表示

(6) 数値の差を確認

※Comparison summary

の値を読む

(1000分台で取り込み)



Surface comparison



Collect Face to Analyze



Collect Reference Face

Show normal vector

Reverse orientation (+/-)

Use gradient coloring

Show result only

Comparison summary

Max positive deviation:+0.006329 mm

Max negative deviation:-0.00794 mm

Color

Upper limit: 0.00794

Center value:

Lower limit: -0.00794

Deviation limits:

Auto

Manual

Case unit: MM

Current unit: MM

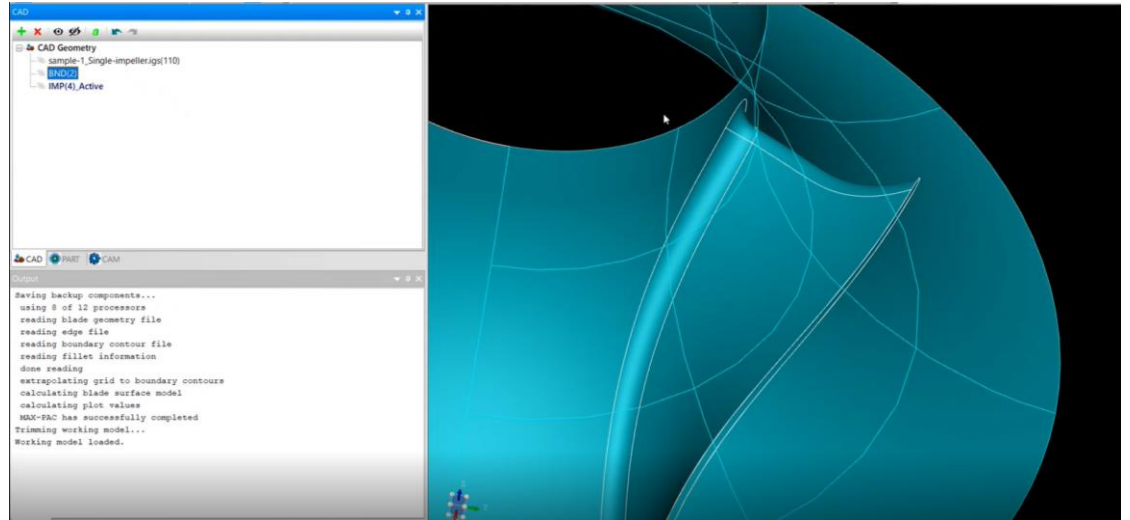
Close

4. 表示

(7) 非表示

[CAD]タブ

- sample-1_Single-impeller.igs(110) ϕ [Hide]
- BND(2) ϕ [Hide]
- IMP(4)_Active ϕ [Hide]

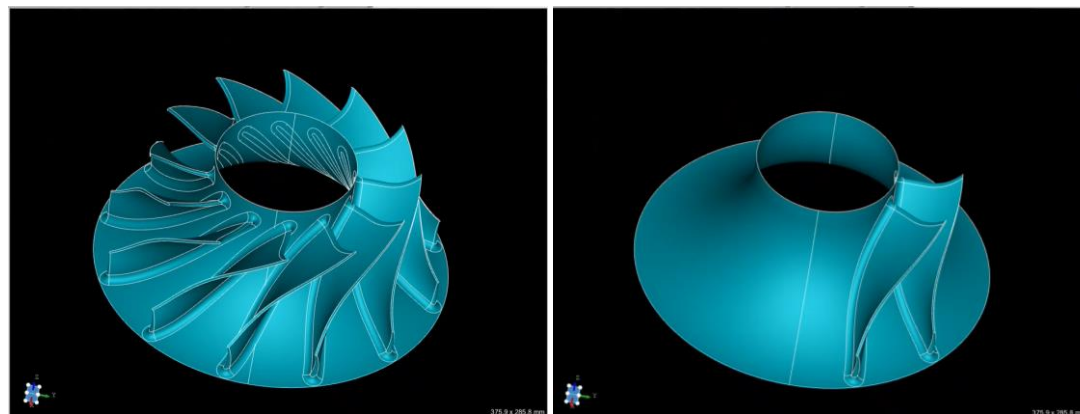


4. 表示

(8)

[PART]タブ

- キーボード A : 羽根が増える
- キーボード B : 羽根が減る



※これでMAX-PACのPARTにモデルを変換できた

[名前を付けて保存]

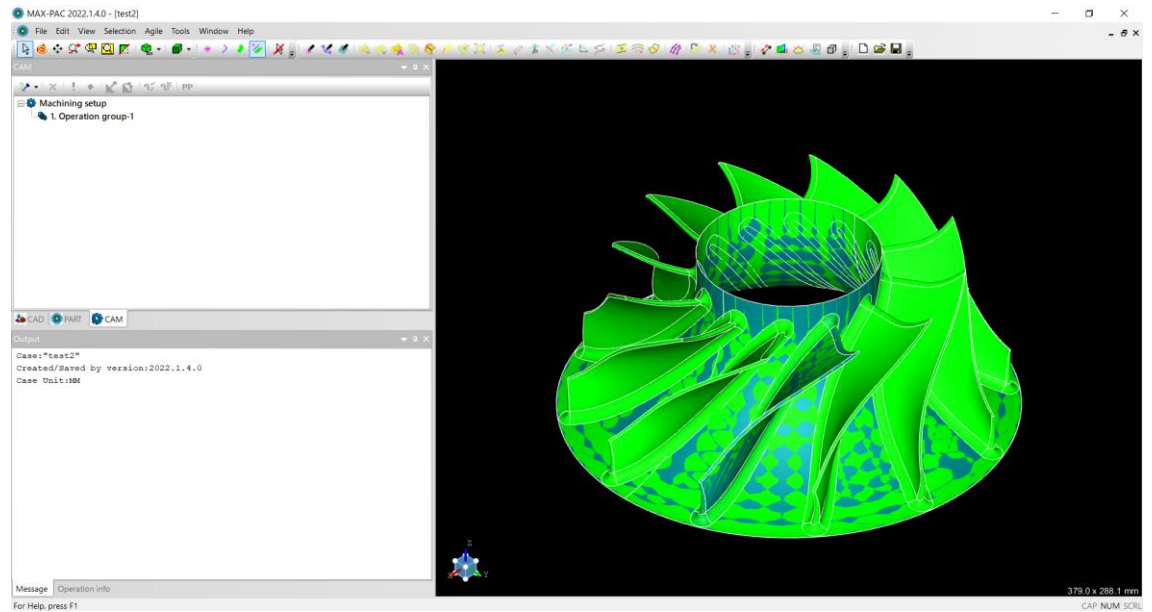
test1

5. 使用する最大工具サイズの判定

(1) CAD Translatorで作成したファイルを開く

名前	更新日時	種類	サイズ
sample-1_Single-impellerigs	2022/01/05 14:28	IGS ファイル	1,953 KB
sample-2_Splitter-impellerigs	2022/01/06 9:03	IGS ファイル	7,152 KB
sample-3_Screwigs	2022/01/05 14:28	IGS ファイル	1,285 KB
test1	2022/12/14 14:45	max file	2,148 KB
test2	2022/12/14 15:10	max file	2,152 KB

種類: max file
サイズ: 2.10 MB
更新日時: 2022/12/14 15:10



5. 使用する最大工具サイズの判定

(3) 非表示にする

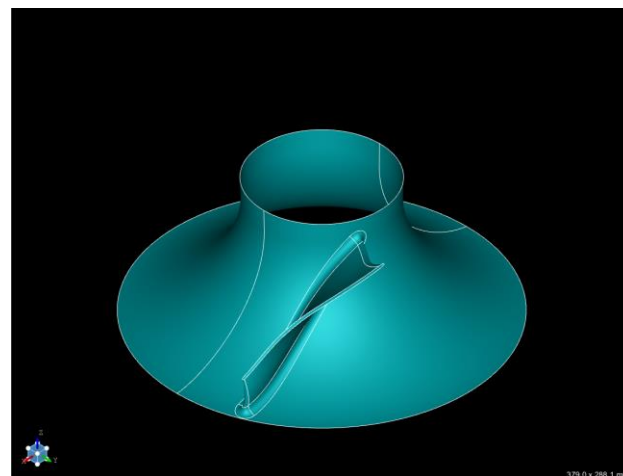
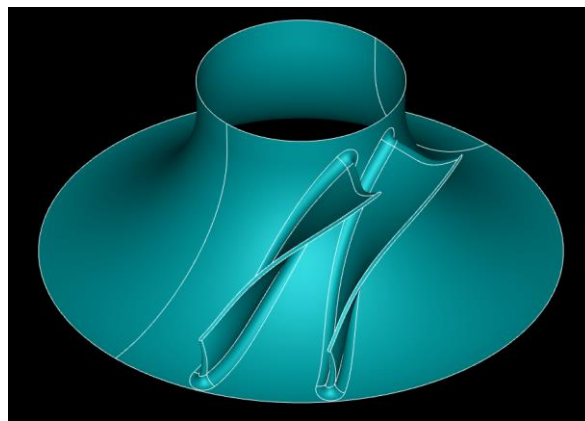
- [CAD]タブ 全部非表示



- [PART]タブ **表示**

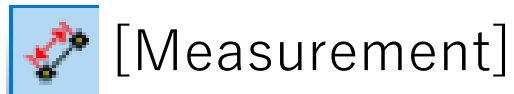
(4) 羽根を2枚にする

キーボード : A



5. 使用する最大工具サイズの判定

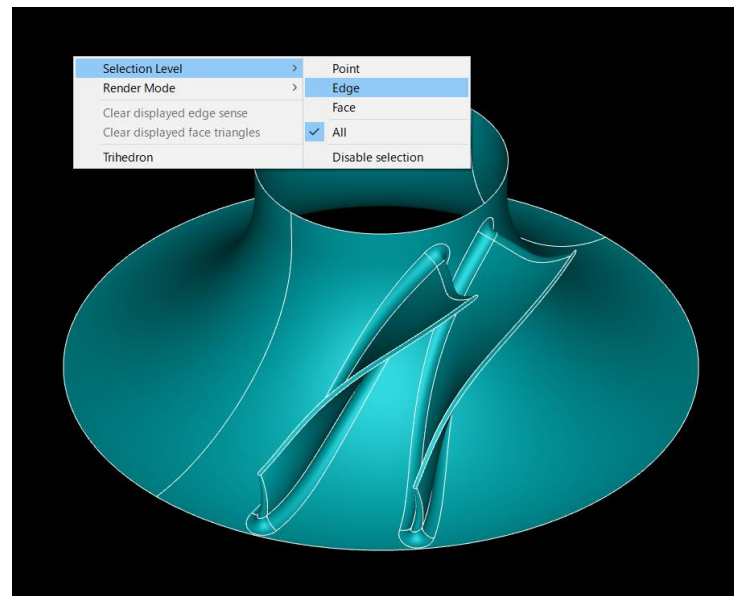
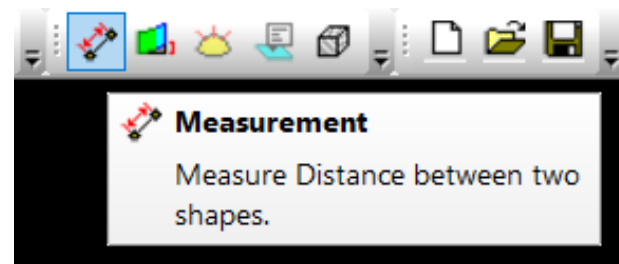
(1) 測定



■ [黒画面] ⇨ 右クリック

[Selection Level] ⇨ [Edge]


※測りたい所が
線から点の間



5. 使用する最大工具サイズの判定

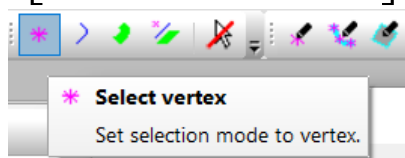
(2) 線と点の間隔 測定


- ・ 右側の線を線が選択されるまでクリック

■ [黒画面]  右クリック

[Selection Level]  [Point]

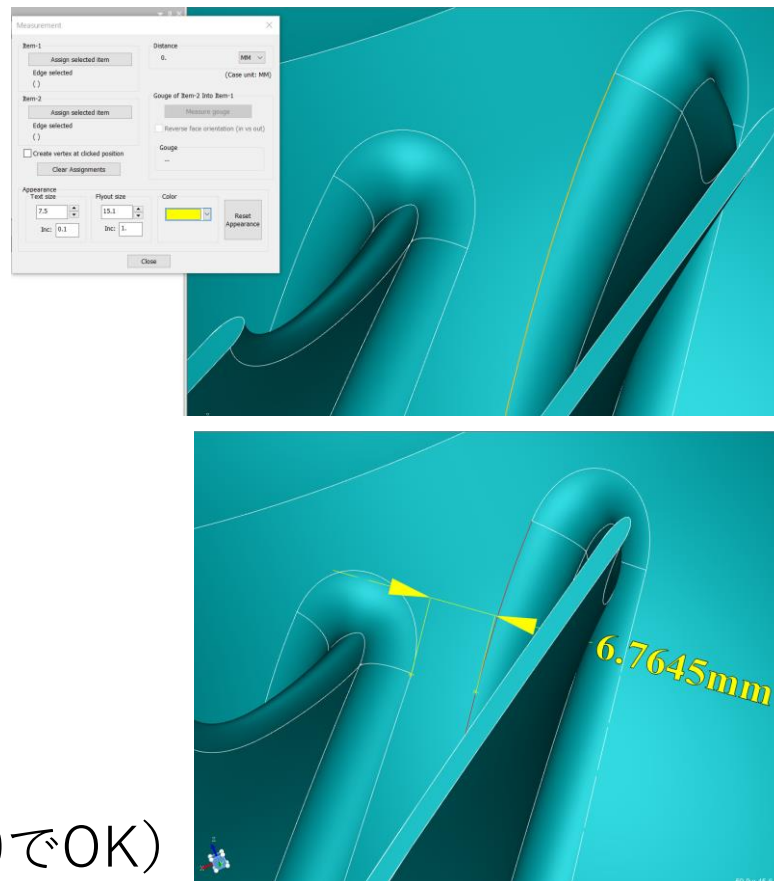
- * [Select vertex] でも点を選択できる



- ・ 交差する点を  クリック

例) 結果：6.7645mm

(約7mmで、左右のR5を考慮するとφ10でOK)



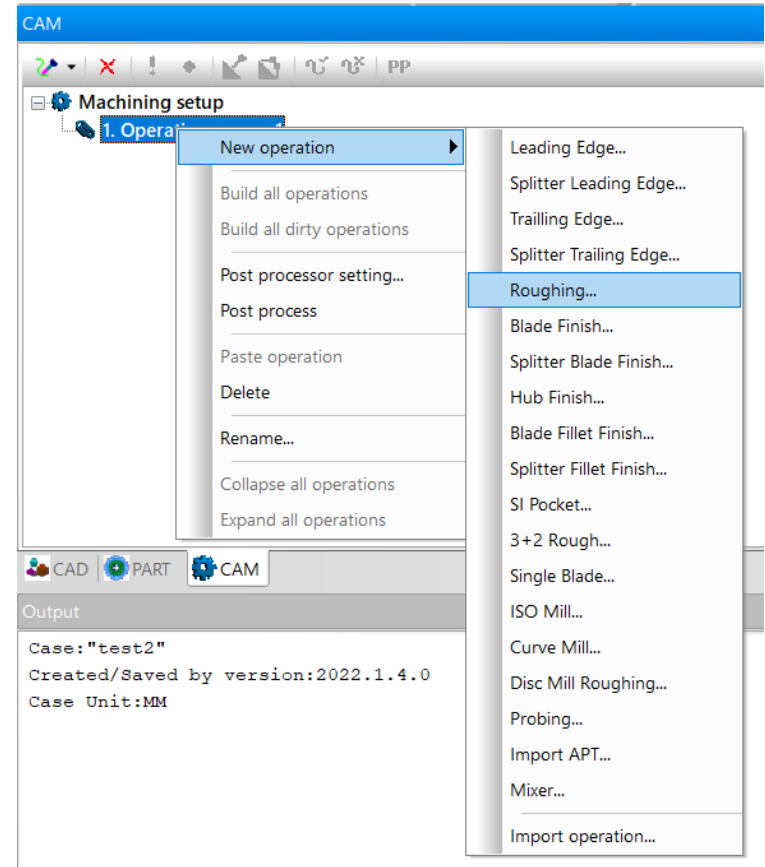
6. プログラム作成 (荒加工)

(1) 荒加工の選択

[CAM]タブ

[Operation group.1] 右クリック

[New operation] ▶ [Roughing]



6. プログラム作成

(2) 工具作成

[Cutter]タブ

[Tool list]

Tool list

(白空間)右クリック

[New] ➤ [Ball Endmill]

Tool library

ToolLib Options

Tool list

ID	Type	Diam	Cut length	Comment
----	------	------	------------	---------

New... >

Copy

Delete

Save to master

Show columns >

Ball Endmill

Bull Endmill

Flat Endmill

Nose Endmill

Lollipop Tool

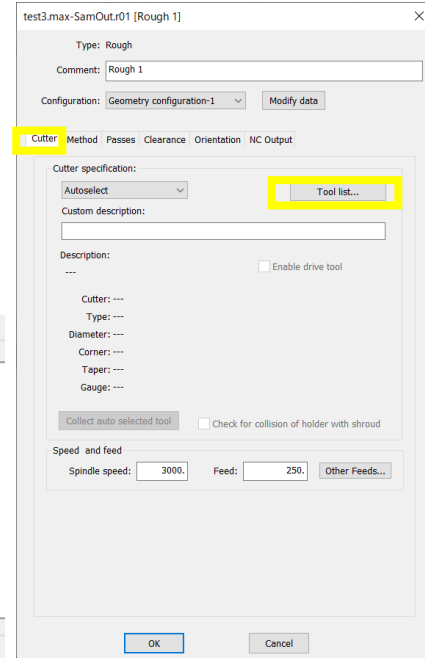
Barrel Tool

Disc Tool

Probe Tool

Profile tool

Import DXF/STEP file...



6. プログラム作成

(2) 工具作成 (続き)

Cutting portion

- Ball Diameter : **10.0**
- Taper(B) : **4.0**

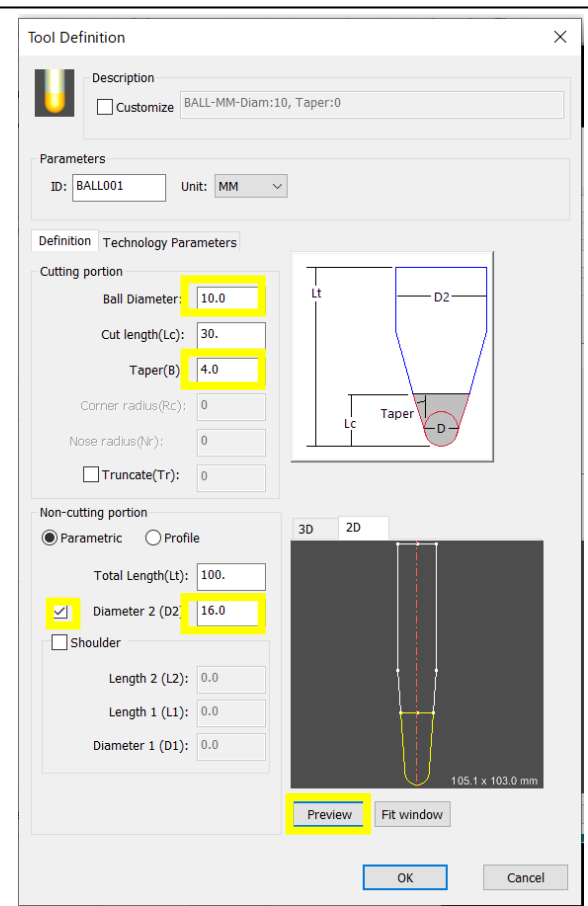
Non-cutting portion

- Diameter2(D2) : **16.0**

[Preview]

* 形状を確認


[OK]



6. プログラム作成

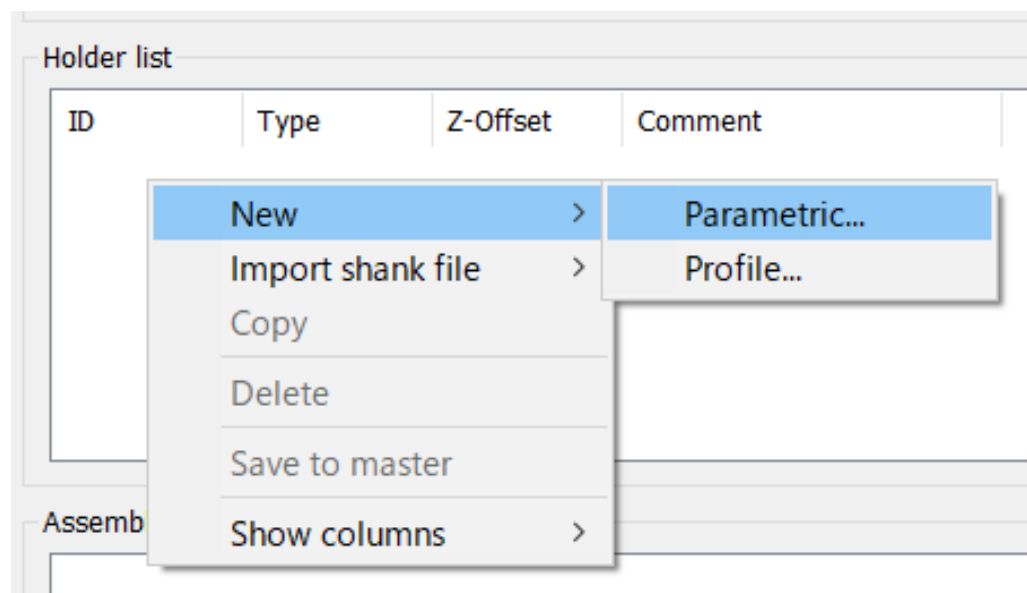
(3) ホルダ作成

Holder list

(白空間)  右クリック

[New] ➤ [Parametric]

- ・ 入力簡単
- ・ シンプルなホルダ形状の入力が可能



6. プログラム作成

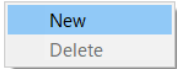
(3) ホルダ作成(続き1)

#

(白空間)右クリック

[New] (1段増える)

#	D	L	B	R
1	50.	25.	0	0.00...

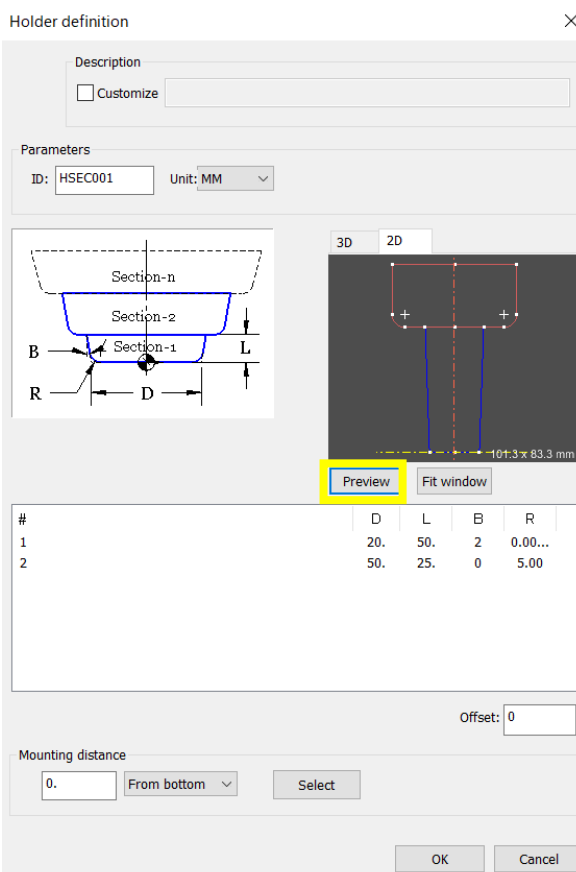


下記のように入力

#	D	L	B	R
1	20.	50.	2	0.00...
2	50.	25.	0	5.00

[Preview]

[OK]



Holder definition

Description
 Customize

Parameters
ID: HSEC001 Unit: MM

3D 2D
101.3 x 83.3 mm

Preview Fit window

#	D	L	B	R
1	20.	50.	2	0.00...
2	50.	25.	0	5.00

Offset: 0

Mounting distance
0. From bottom Select

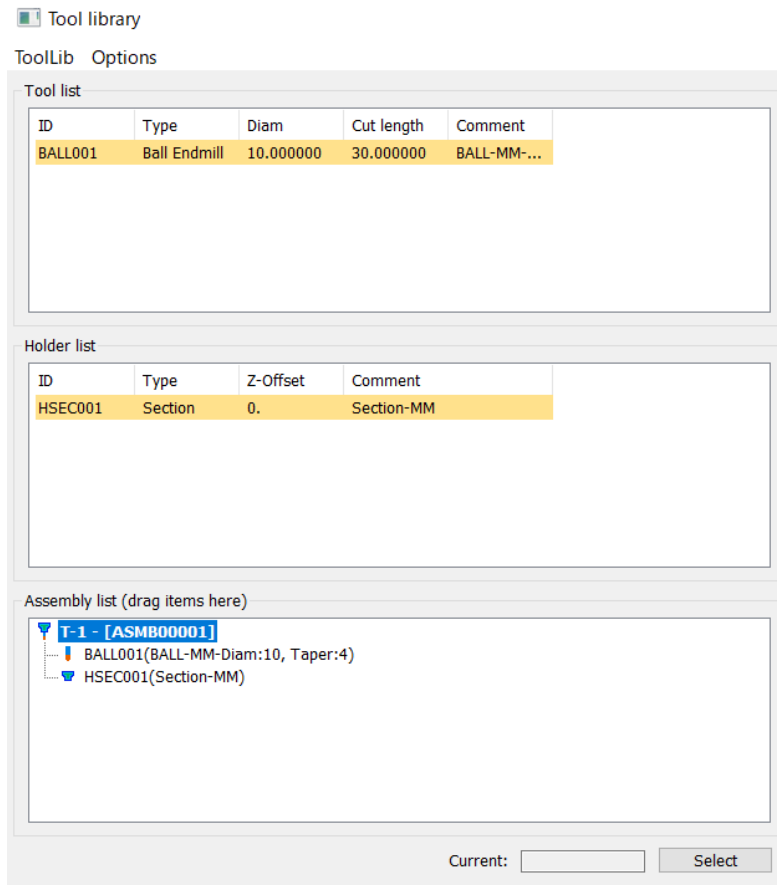
OK Cancel

6. プログラム作成

(3) ホルダ作成(続き2)

Assembly list (drag items here)

- BALL001をドラッグ (白い空間)
- HSEC001をドラッグ (T-1上に)



6. プログラム作成

(4) ホルダ作成(続き3)

Z-Offset

HSEC001 : **60**

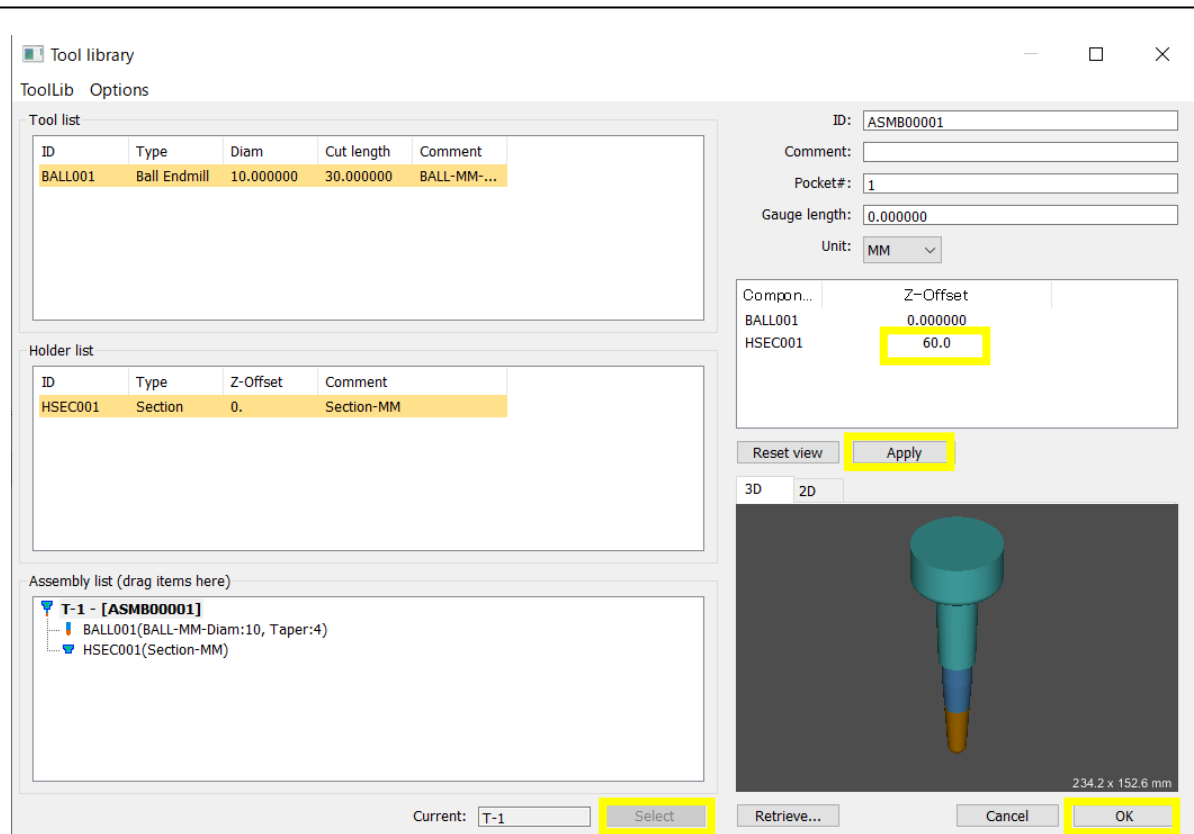
[Apply]

T-1-[ASMB00001]選択

[Select] (工具の宣言)

[OK]

※工具設定完了



6. プログラム作成

(5) [Method]タブ

基本トレーニング : デフォルトでOK

※加工のパターンが何通りも存在する

[Milling type]

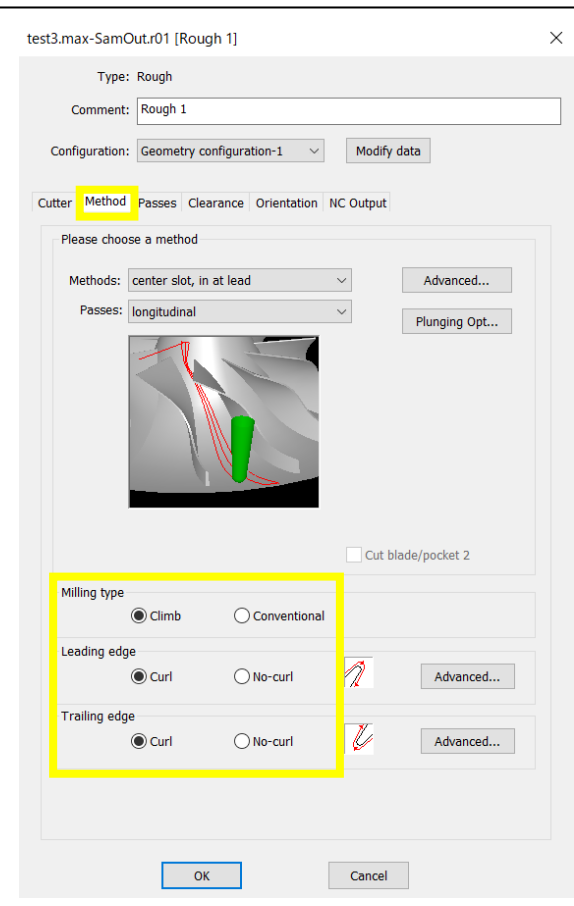
Climb : ダウンカット、Conventional : アップカット

[Leading edge]

Curl : カールをさせる、No-curl : カールをさせない

[Trailing edge]

Curl : カールをさせる、No-curl : カールをさせない



6. プログラム作成

(6) [Passes]タブ

目的：加工パスの範囲・量を決める設定

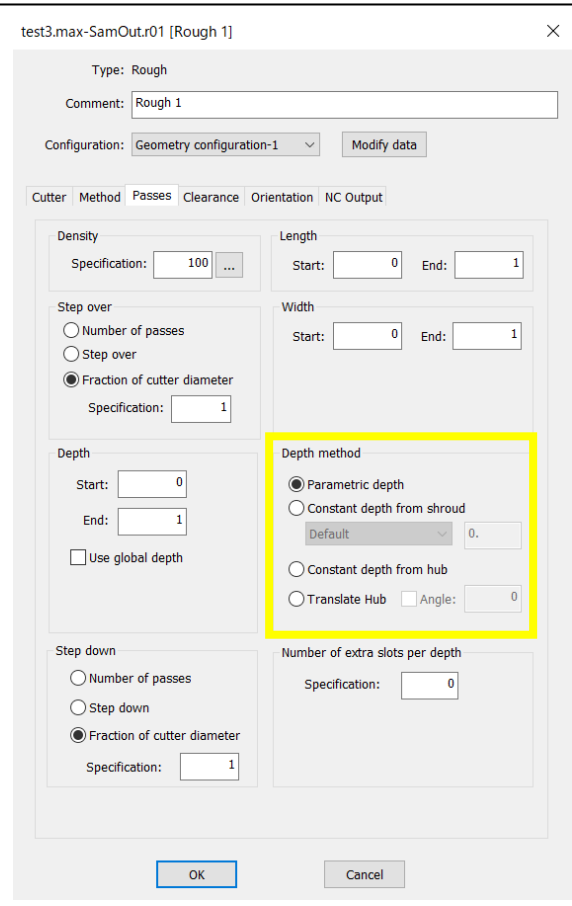
Depth method（違いは別途説明）

● Parametric depth

基本トレーニングでは上記を選択する

基本トレーニング

Depth method以外はデフォルトでOK

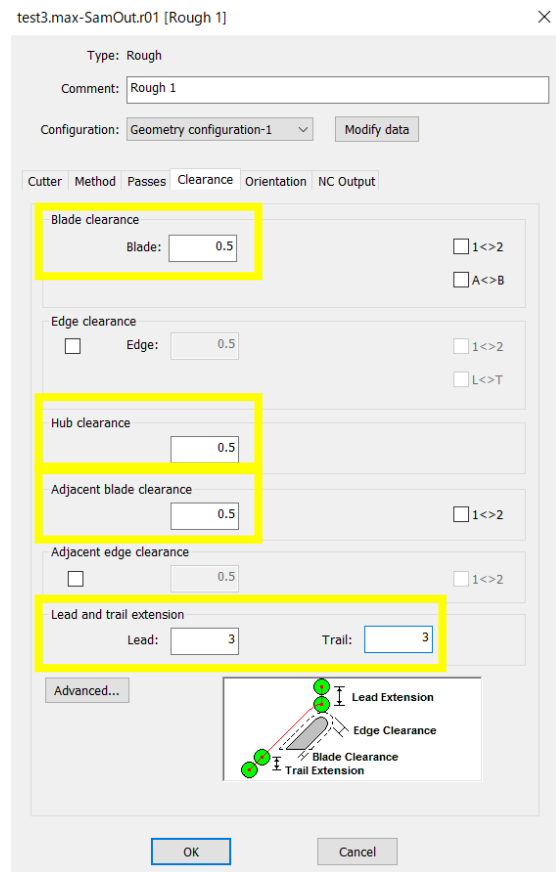


6. プログラム作成

(7) [Clearance]タブ 単位：mm

目的：荒加工の削り刃の設定

- Blade clearance
Blade : **0.5** (翼面のみ)
- Hub clearance
: **0.5** (ハブ面のみ)
- Adjacent blade clearance
: **0.5** (隣の羽根、荒では無関係)
- Lead and trail extension
Lead : **3** Trail : **3**
(パスの延長の設定)



6. プログラム作成

(8) [Orientation]タブ

意味：工具軸の調整箇所

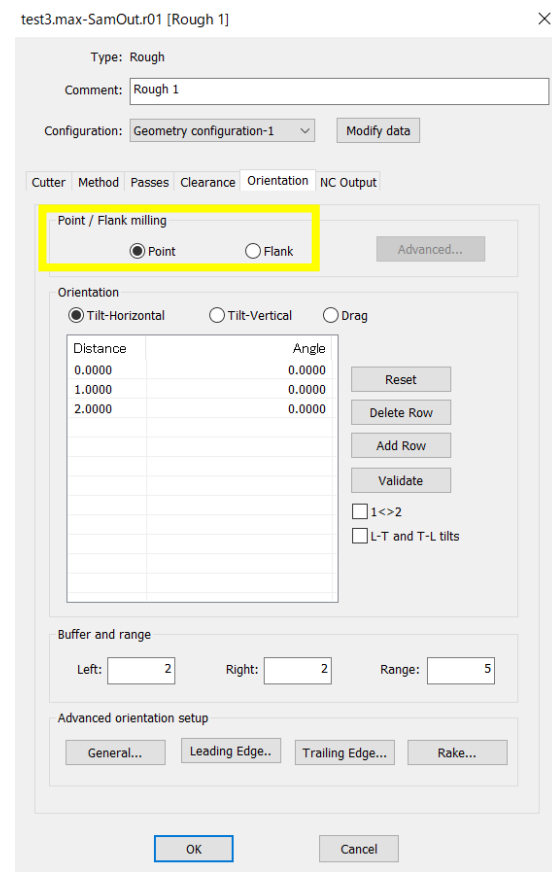
Point/Flank milling

Point を確認

意味

Point：工具の球の中のどこか1点が
接触点となって加工する

Flank：工具側面のテーパ部分で加工する
(MAX-ABでは選択できない)



6. プログラム作成

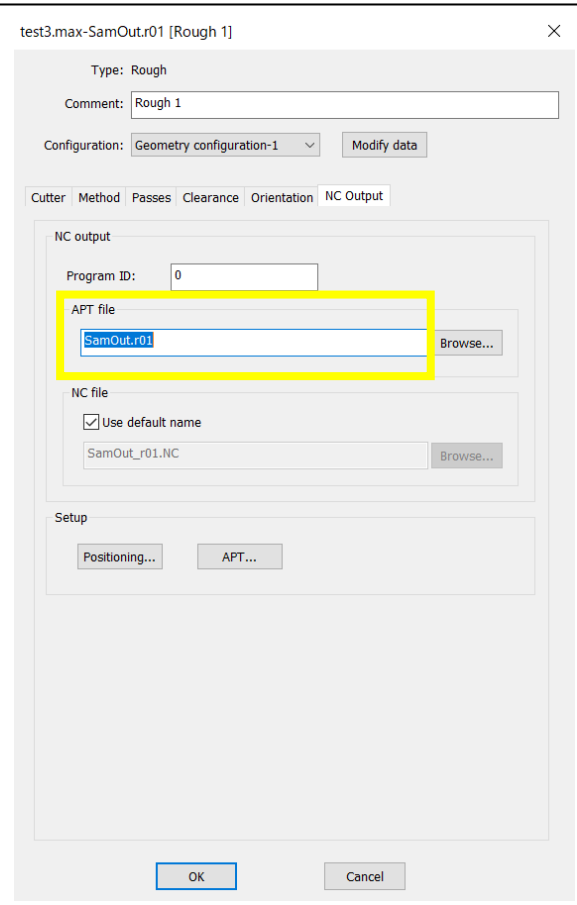
(9) [NC Output]タブ

意味：計算後のAPTファイル
ファイル名の指定

APT file

SamOut.r01 確認

MAX-PAX 荒加工の1番目
が任意に名 ※変更しない
付



6. プログラム作成

(10) 計算

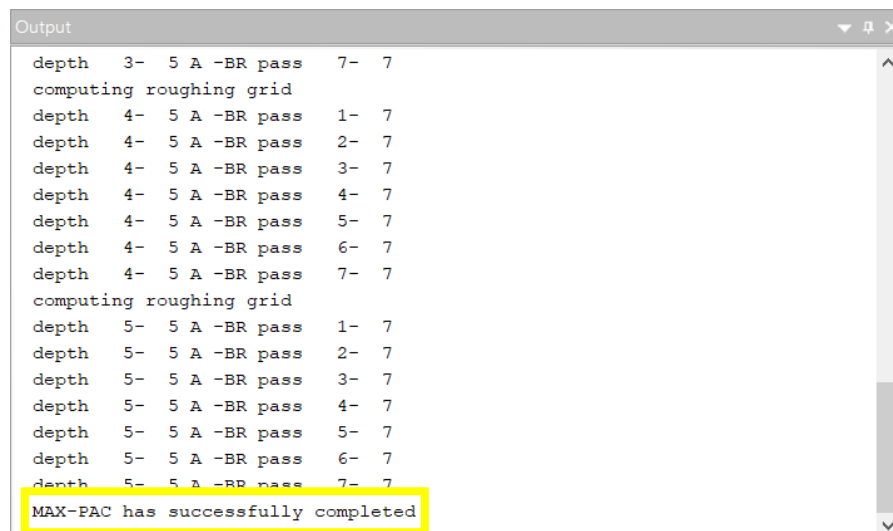
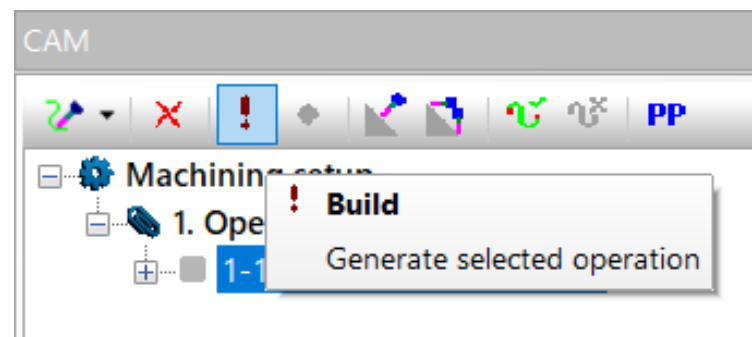
プログラム選択

 [Build]

(重要)

- ・ 正常終了するか
- ・ エラーになって終わるか
を確認する

※計算終了後の「**Successfully**」
確認



6. プログラム作成

(11) シミュレーション

[Simulate]

▶ (再生ボタン)

※加工軌跡を確認

