

スーパーキャッピング

コース概要

このコースでは、バージョン 2014.1 より TD Professional の標準機能となったアドオン Reshape の機能より、スーパーキャッピングの使用方法、美しい曲面を得るためのコツ・秘訣などを学習します。

また、Reshape に含まれる機能のうち、メッシュ編集機能も簡単に学習します。

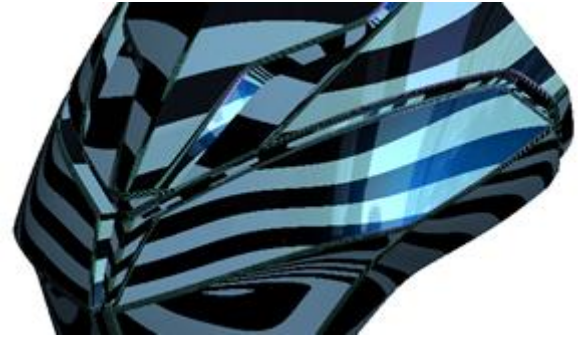
使用するファイル	CharacterLines.e3
	CutMesh.e3
	RECapping.e3
	Sampling.e3
	SewMesh.e3
	SuperCapping.e3

目次

Step 1: Reshape とは.....	3
Step 2: スーパーキャッピング	4
Step 3: 曲面の評価.....	7
Step 4: 点サンプリング	13
Step 5: その他のコマンド.....	19

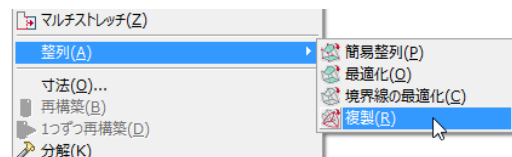
Step 1: Reshape とは

Reshape とは、3Dスキャナーなどを使用して得られたメッシュデータを元に美しい曲面を得るための各種コマンドを装備したモジュールです。



Reshape には次のツールが含まれます。

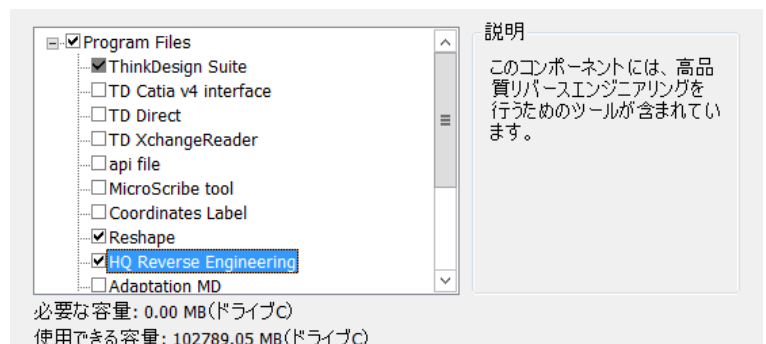
- ・「HQRE (High Quality Reverse Engineering)」
(スーパーキャッピングをはじめとした特別な
バースエンジニアリング支援のためのツール)
- ・メッシュの編集ツール
- ・メッシュの整列ツール



Reshape の各機能は、バージョン 2014.1 よりライセンス TD Professional で動作する機能となりました。

また、Reshape の各機能は、ThinkDeisgn のインストール時に「カスタムインストール」を選択してインストールします。

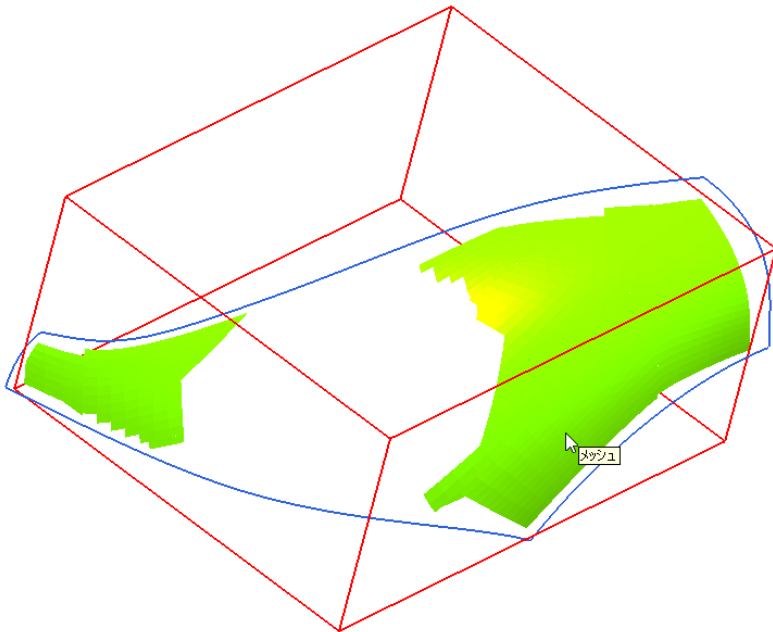
「Reshape」、「HQ Reverse Engineering」を選択してインストールしてください。



Step 2: スーパーキャッピング

スーパーキャッピングコマンドは、3Dスキャナーなどから得られたメッシュに対して高品質な曲面を作成することを目的としたコマンドで、標準のキャッピングコマンドに、点群やメッシュにフィットする滑らかな曲面を作成する機能を追加して強化したコマンドです。(その他の基本的な使い方は標準のキャッピングコマンドと変わりません。)

ダウンロードしたファイルから、**SuperCapping.e3** を開きます。



ファイルには曲線が5本と、メッシュが含まれています。メッシュは1つですが、2つの部分に分かれています。

はじめに、メッシュのノイズを測定します。

- ツール 情報 解析 **メッシュアナライザー** コマンドを選択します。
- モード で **ノイズの計算** を選択し、メッシュを選択します。
- **プレビュー** ボタンを押すとメッシュのノイズが評価されます。
- **最大値** で 1.5899 となっていることを確認してください。

メッシュアナライザー

モード: ノイズの計算

点: メッシュノード

☒ メッシュ

☐ 境界要素

ノード番号 0

☒ しきい値

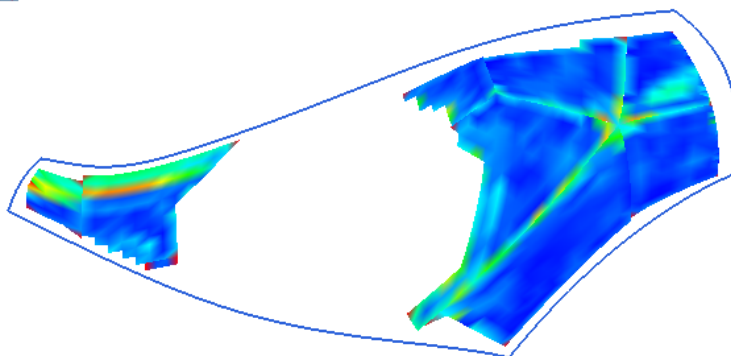
しきい値 0.1 mm

☐ グラフ

最小値 0.0096

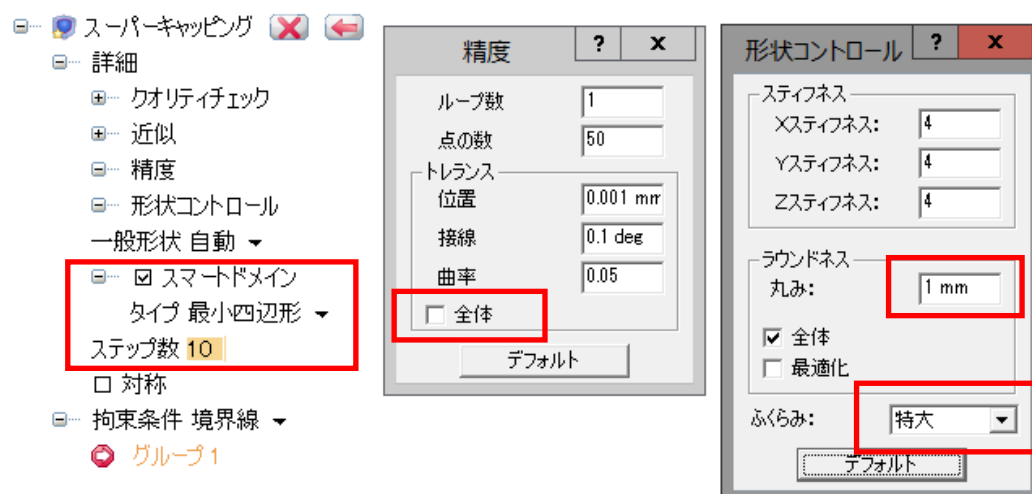
最大値 1.5899

☐ 詳細

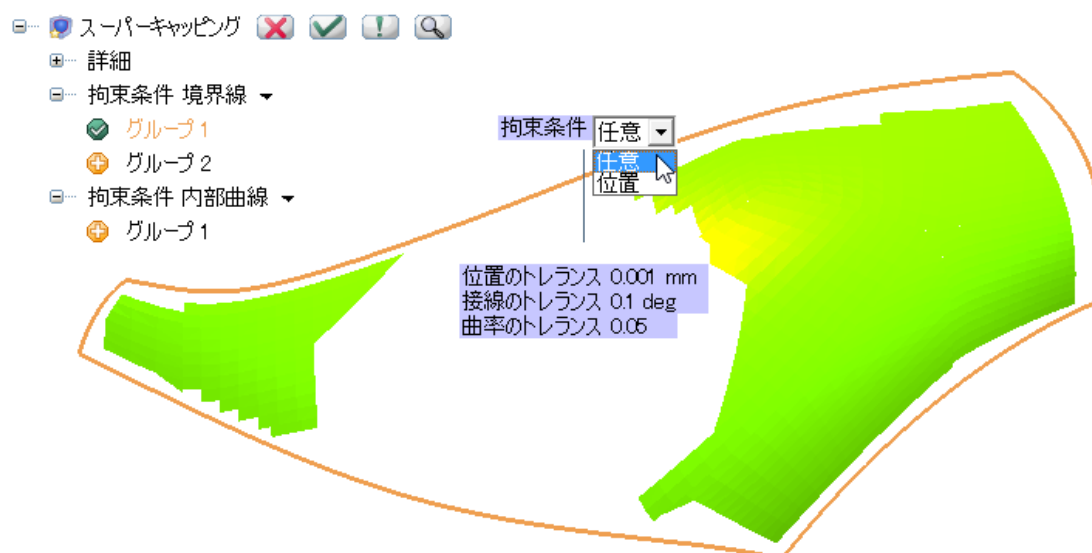





メッシュアナライザー コマンドを終了し、スーパーキャッピング コマンドを選択します。

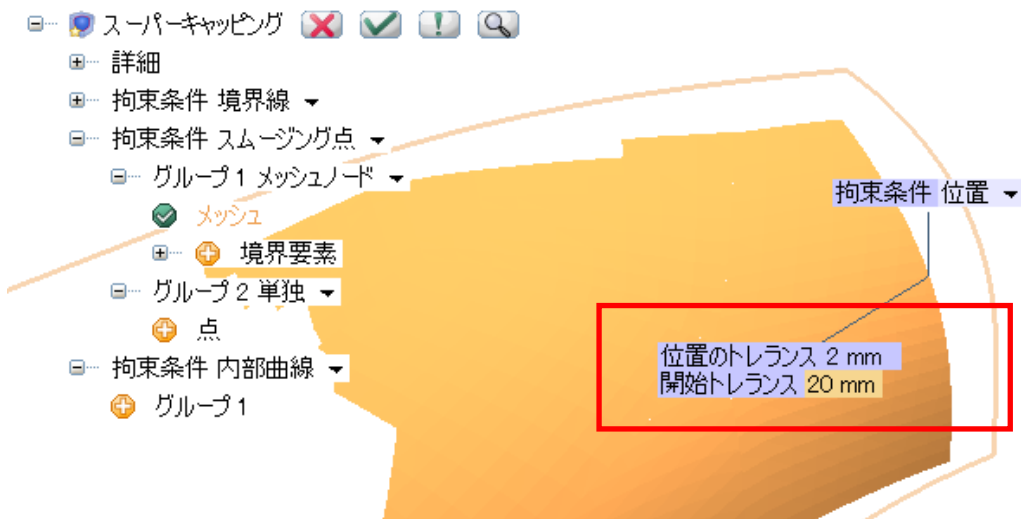
- 挿入 曲面 スーパーキャッピング コマンドを選択します。
- 詳細 オプションを展開し、 精度、 形状コントロール パラメーターを展開します。



- スマートドメイン にチェックし、タイプ で 最小四辺形 を選択します。
- ステップ数 に 10 と入力します。
- 精度 ダイアログの、 全体 のチェックを外します。
- 形状コントロール ダイアログの、丸み に 1 mm、ふくらみ で、特大 を選択します。
- 拘束条件 境界線 の グループ1 に曲線5本を入力し、拘束条件 で 任意 を選択します。





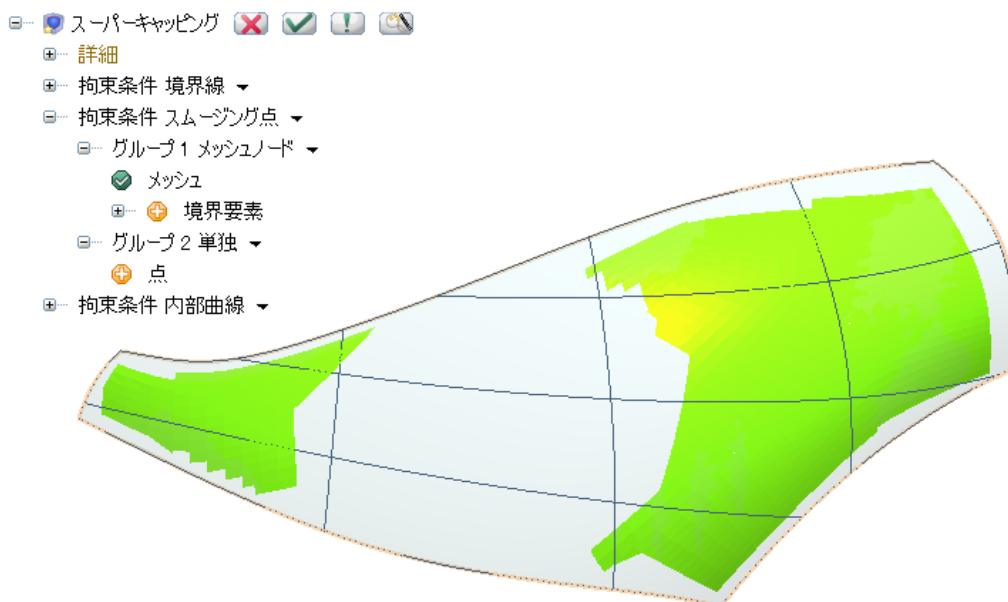
-  拘束条件 スムージング点 を選択し、 グループ1 で メッシュノード を選択します。
-  メッシュ にメッシュを選択します。



- 位置のトレランス 2 mm 、開始トレランス 20 mm と入力します。

スーパーキャッピングでは初期形状をシステムが自動的に作成し、形状全体が位置のトレランス以下になるよう変形しながら、ステップ数分だけループ計算を行います。位置のトレランスには、先に測定したメッシュのノイズ程度の値、開始トレランスには位置のトレランスのざっと 10 倍前後の値を入力します。

-  プレビュー ボタンを押すとプレビューが表示されます。
-  OK を押して曲面を作成し、コマンドを終了します。









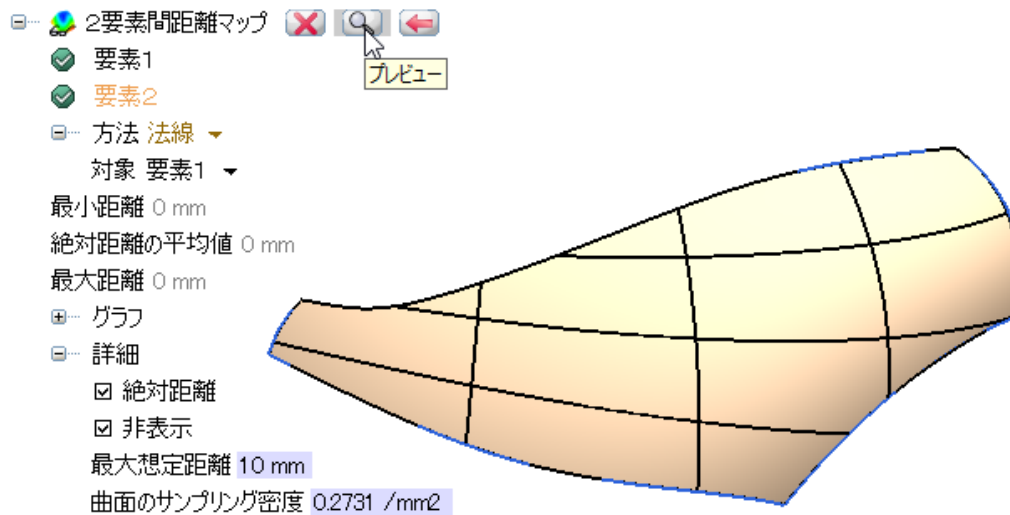
メッシュは2つの部分に分かれていますが、その間の部分にも、面が作成されます。
(スーパーキャッピングコマンドでは、使用するメッシュに穴が空いていてもかまいません。)

Step 3: 曲面の評価

スーパーキャッピングコマンドで作成した曲面を評価します。

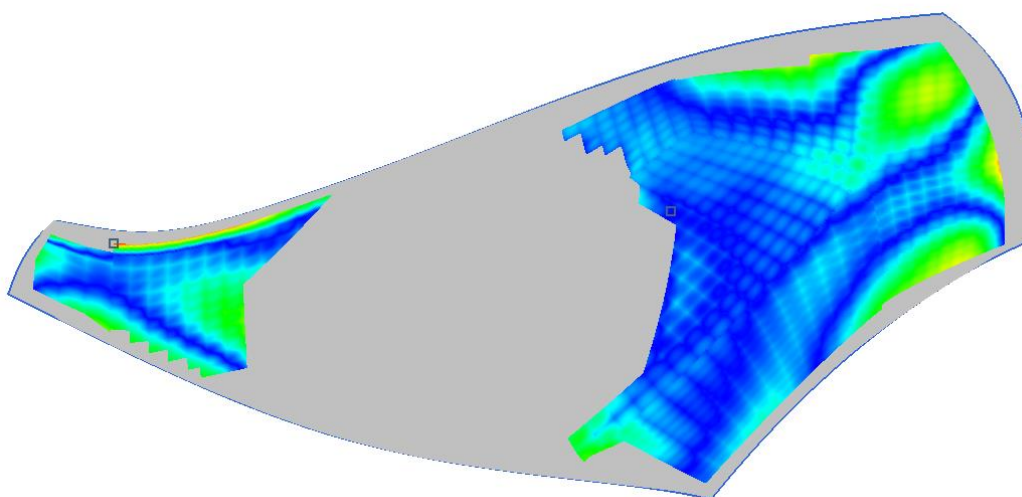
はじめに、メッシュとの距離を測定します。

- ツール  情報   2要素間距離マップ コマンドを選択します。
-  要素1 に作成した曲面、 要素2 にメッシュを選択します。
- ☒ 絶対距離 と ☒ 非表示 にチェックします。
-  プレビュー ボタンを押すと曲面とメッシュの間の距離が評価されます。



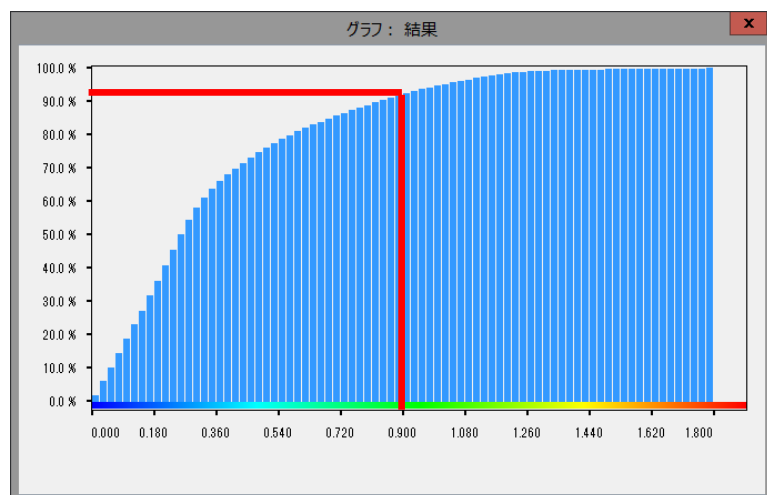
この設定では、要素2(メッシュ)から要素1(曲面)の法線方向へ投影した距離の絶対値を測定し、その結果を要素1上に表示しています。測定(投影)できないところはグレーで表示されています。

また、要素2は非表示になっています。



- **グラフ** オプションを展開すると、測定結果のグラフを表示することができます。
グラフは、**分布** グラフと、**累積** グラフの2種類を表示することができます。
- 選択リストの **最小距離／最大距離** では、グラフの横軸の値を調整することができます。

次の図は累積グラフで表示した例です。

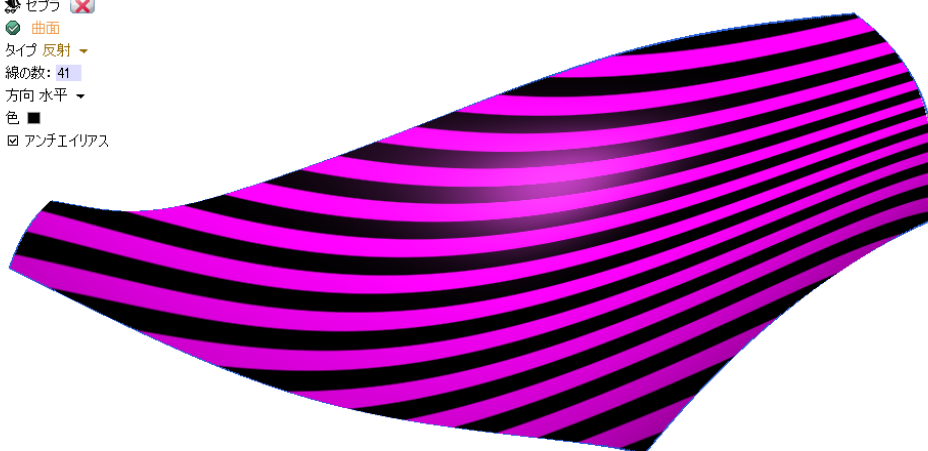


このグラフは、最大値に 1.8 mm を設定した例ですが、ここからは、例えば、0.9 mm 以下に全体のおよそ 90% 以上が収まっている、等と読み取ることができます。

次に、**ゼブラ表示** で面の品質を確認します。

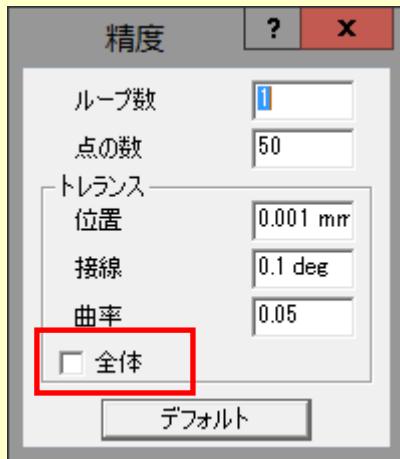
- **非表示** コマンドで、メッシュを非表示にします。
- ツール **情報** **ゼブラ** コマンドを選択し、**曲面** に曲面を選択します。
- ☒ **アンチエイリアス** にチェックします。

☒ **ゼブラ** ☒
☒ **曲面**
 タイプ 反射
 線の数: 41
 方向 水平
 色
☒ アンチエイリアス



メッシュに対する位置のトレランス等を変更すると、どのような結果になるか、いろいろお試しください。

オプション指定のコツ：精度ダイアログ



The screenshot shows the '精度' (Precision) dialog box. It has a title bar with a question mark and a close button. The dialog contains several input fields: 'ループ数' (Loops) set to 1, '点の数' (Number of points) set to 50, 'トレランス' (Tolerance) with sub-fields for '位置' (Position) at 0.001 mm, '接線' (Tangent) at 0.1 deg, and '曲率' (Curvature) at 0.05. At the bottom, there is a checkbox labeled '全体' (All) which is currently unchecked and highlighted with a red rectangle. Below the checkbox is a 'デフォルト' (Default) button.

☐ 全体 オプション:

このオプションのチェックを外すと、境界線の各グループ、内部曲線、スムージング点など各条件に、別々のトレランス値を設定できるようになります。標準のキャッピングコマンドでも同様です。

スーパーキャッピングでは、境界線とメッシュに別のトレランスを設定する(境界線のトレランスを「任意」に設定する)ことが多いため、多くの場合このオプションのチェックは外します。(境界線のトレランスを「任意」以外に設定してはならない、ということではありません。)

オプション指定のコツ：形状コントロールダイアログ



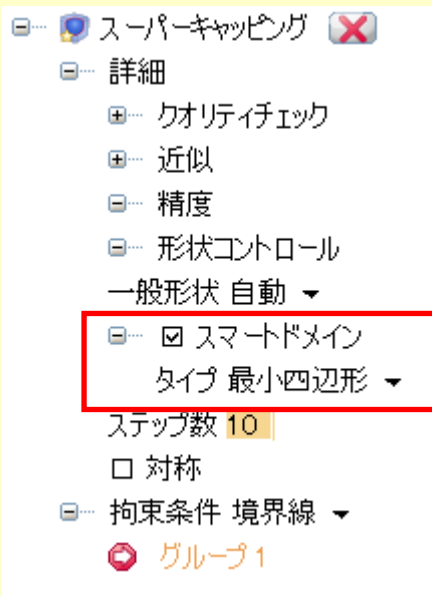
The screenshot shows the '形状コントロール' (Shape Control) dialog box. It has a title bar with a question mark and a close button. The dialog is divided into sections. The 'ステイフネス' (Stiffness) section has three input fields for 'Xステイフネス' (X Stiffness), 'Yステイフネス' (Y Stiffness), and 'Zステイフネス' (Z Stiffness), all set to 4. The 'ラウンドネス' (Roundness) section has a '丸み' (Roundness) input field set to 1 mm. Below this, there are two checkboxes: '全体' (All) which is checked, and '最適化' (Optimization) which is unchecked. At the bottom, there is a 'ふくらみ' (Bulge) dropdown menu set to '特大' (Extra Large) and a 'デフォルト' (Default) button.

ステイフネス オプション: X, Y, Z 共に、通常はデフォルト(4)で使用します。

ラウンドネス(丸み) オプション: 状況によりけりですが、通常 1 mm 程度か、それ以上の大きめの値を指定します。

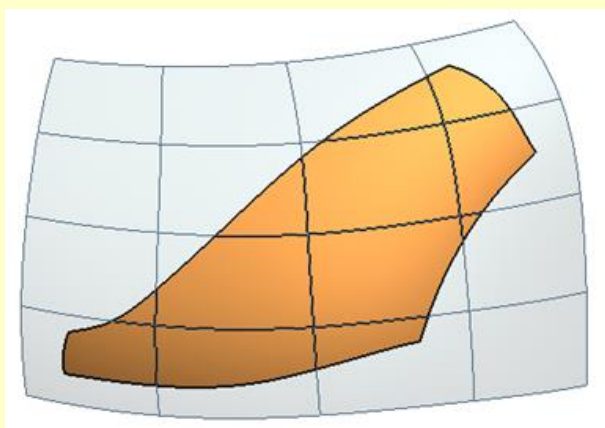
ふくらみ オプション: 通常「大」または「特大」を使用してください。

オプション指定のコツ: スマートドメイン

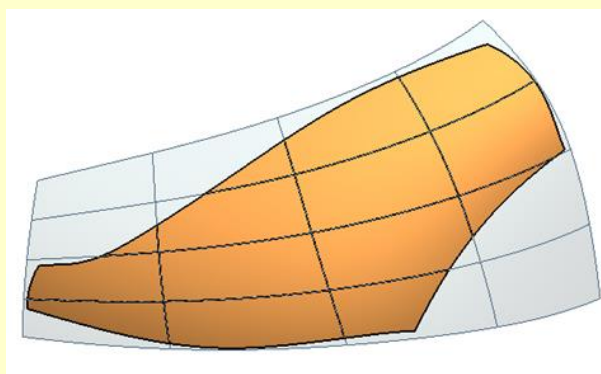


作成される曲面の元の曲面(アトリウム)の境界を制御するオプション。

チェックすると元面を必要最小限の大きさに作成します



スマートドメイン: オフ



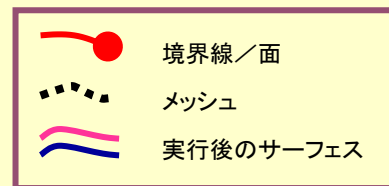
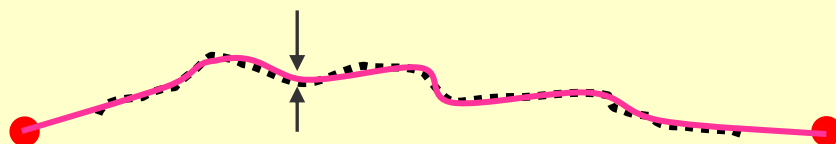
スマートドメイン: オン

選択する場合は「最小四辺形」を推奨します。

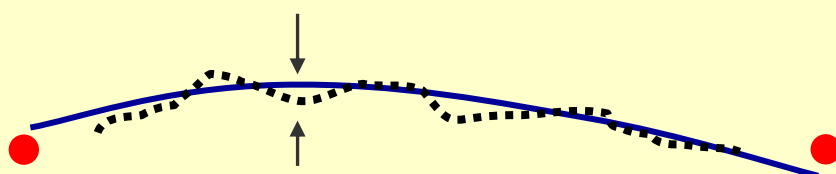
良い結果を得るための秘訣:

スーパーキャッピングで得られる曲面の品質は、トレランス、境界条件などの設定にかなり大きく左右されます。
以下を参考に条件を検討してください。

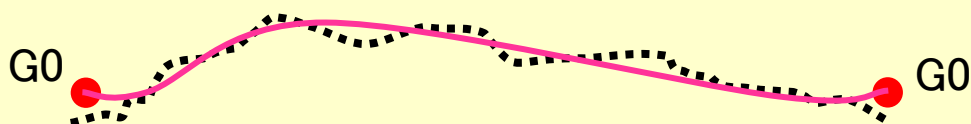
●トレランスが厳しすぎる：シワ発生



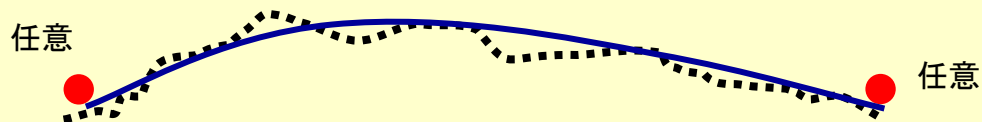
メッシュのノイズを考慮した適正なトレランス値を設定する



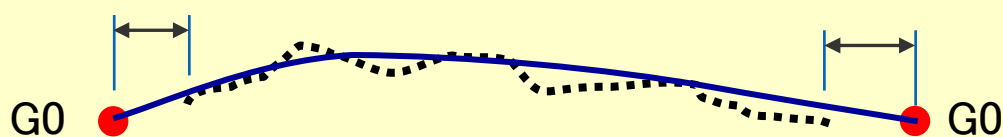
●境界条件(位置)の不整合：境界付近の波打ち



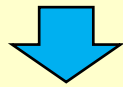
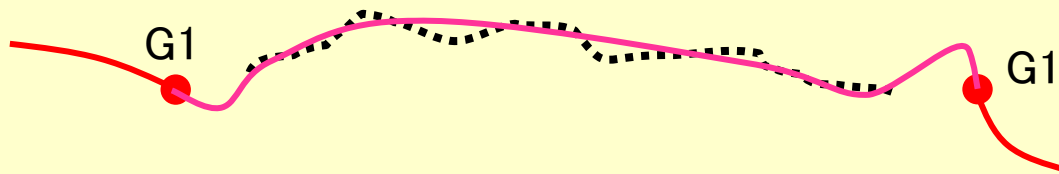
境界の拘束条件を「任意」に設定する



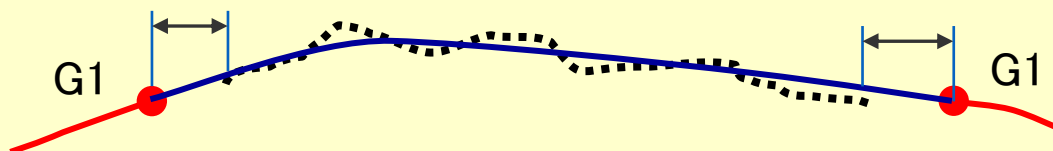
または、メッシュを十分小さくカットする



●境界条件(接線)の不整合: 境界付近の波打ち



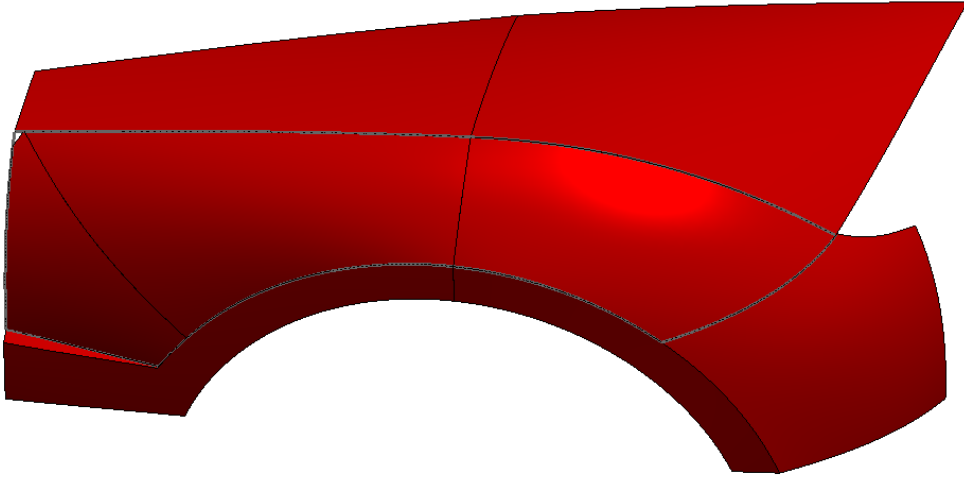
メッシュを十分小さくカットする。周辺曲面の品質を確保する。



Step 4: 点サンプリング

スーパーキャッピングでは、メッシュの代わりに点を使用して曲面を作成することができます。

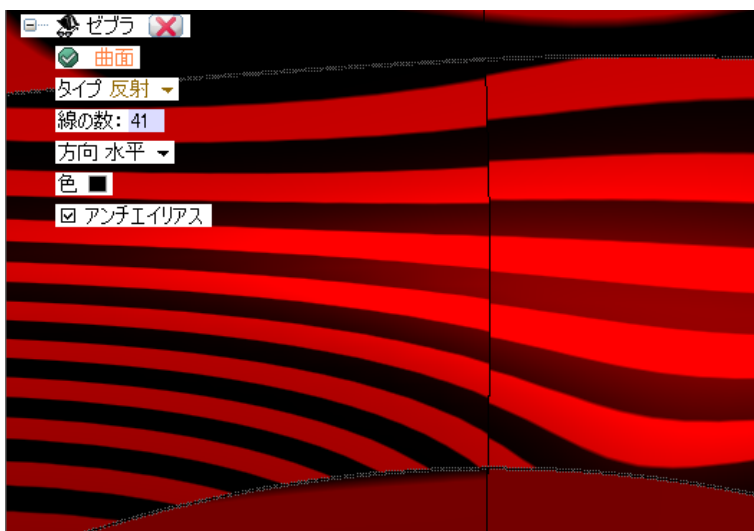
ダウンロードしたファイルから、**Sampling.e3** を開きます。



曲面の品質を確認します。




- ツール 情報 ゼブラ コマンドを選択し、 曲面 に曲面をすべて選択します。
- ☒ アンチエイリアス にチェックします。

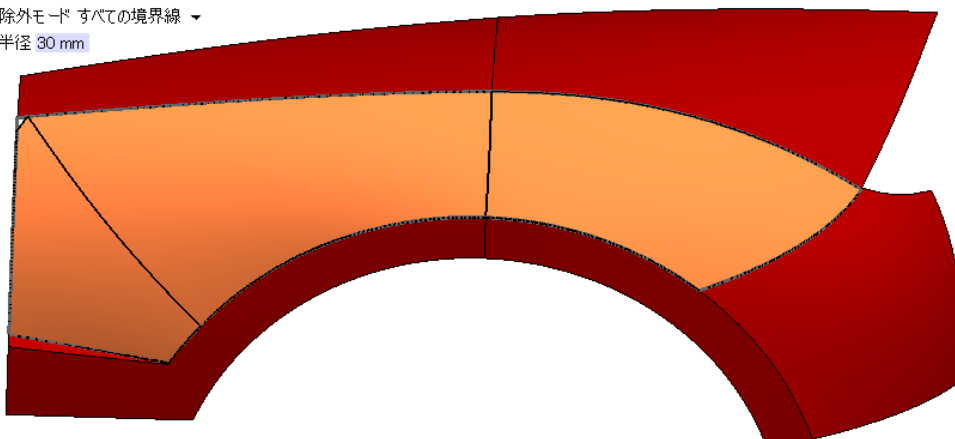
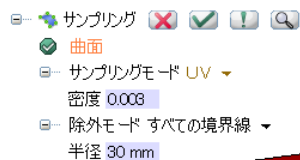
中央部分を確認すると、ゼブラ表示がズレています。(この部分には面間にすき間があります。)





このような場合の修正は、アドバンスGSMコマンドなどでも行えますが、ここでは、左右の面の部分もあわせて1面で作り直すことにします。

はじめに、対象の3面の上に点を生成します。

- 挿入  点  サンプリング コマンドを選択します。
- サンプリングモード で、UV を選択し、密度に 0.003 を入力します。
- 除外モード で、すべての境界線 を選択します。
- 半径 に、30 mm を入力し、 曲面 に下の図でハイライトした3曲面を選択します。

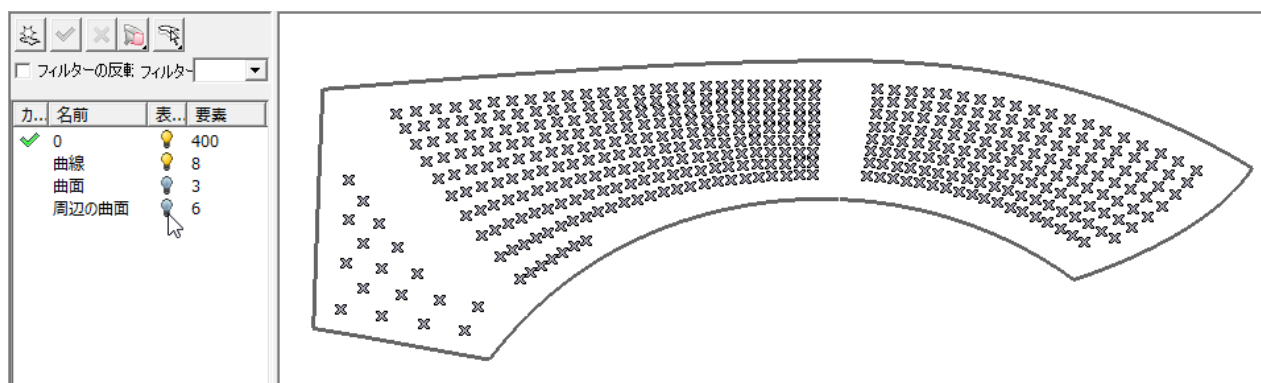


-  プレビュー ボタンを押すとプレビューが表示されます。
-  OK を押して点を作成し、コマンドを終了します。

除外モード では、境界線周辺に点を生成しないよう設定することができます。「すべての境界線」を選択すると、すべての境界線の周辺に点を生成しません。「選択」を選択すると、個別に境界線を選択することができます。

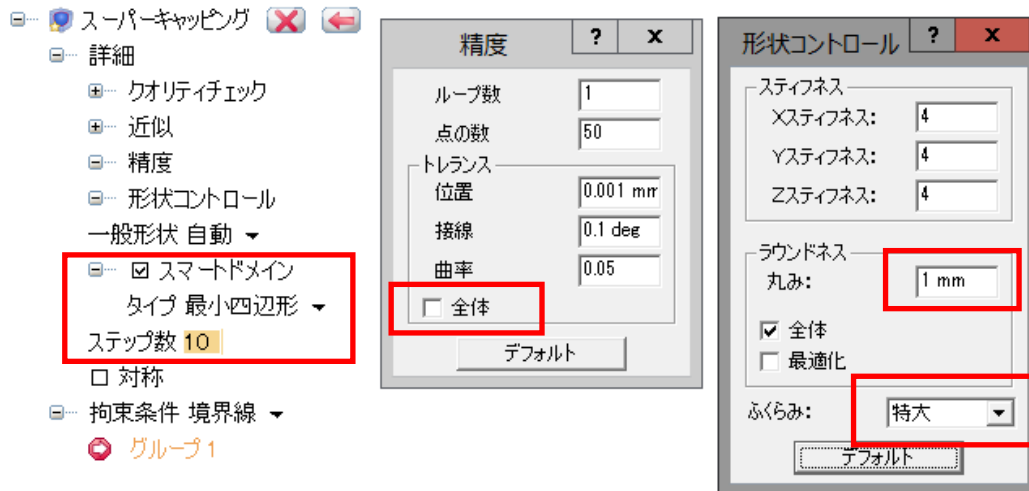
点を生成しない領域は、半径 で指定します。

- レイヤータブに切り替え、曲面、周辺の曲面 レイヤーを非表示にします。

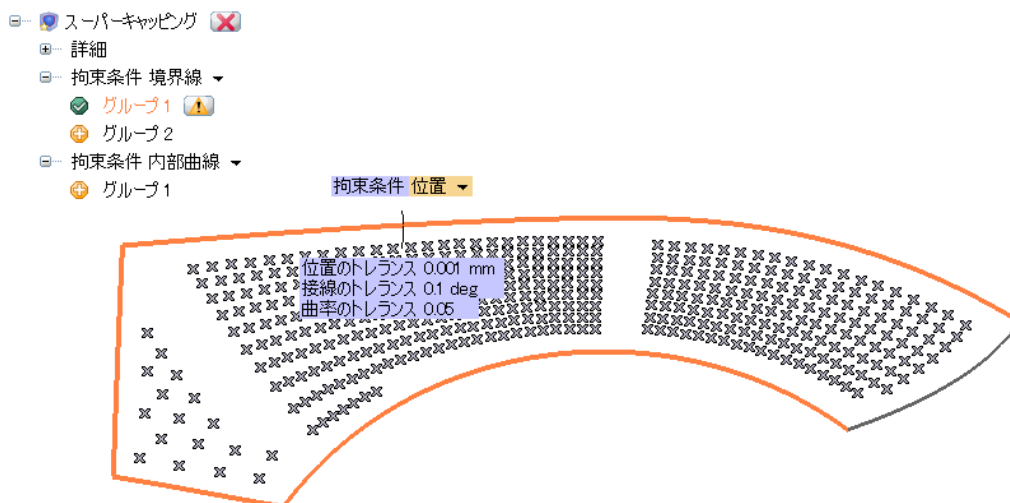


生成した点に対して **スーパーキャッピング** で曲面を作成します。

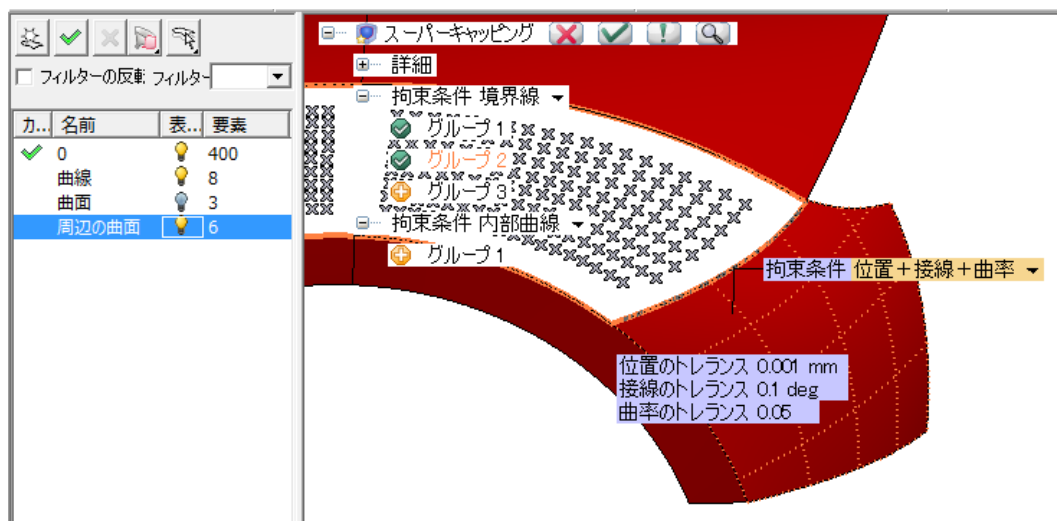
- **挿入** **曲面** **スーパーキャッピング** コマンドを選択します。
- **詳細** オプションを展開し、**精度**、**形状コントロール** パラメーターを展開します。



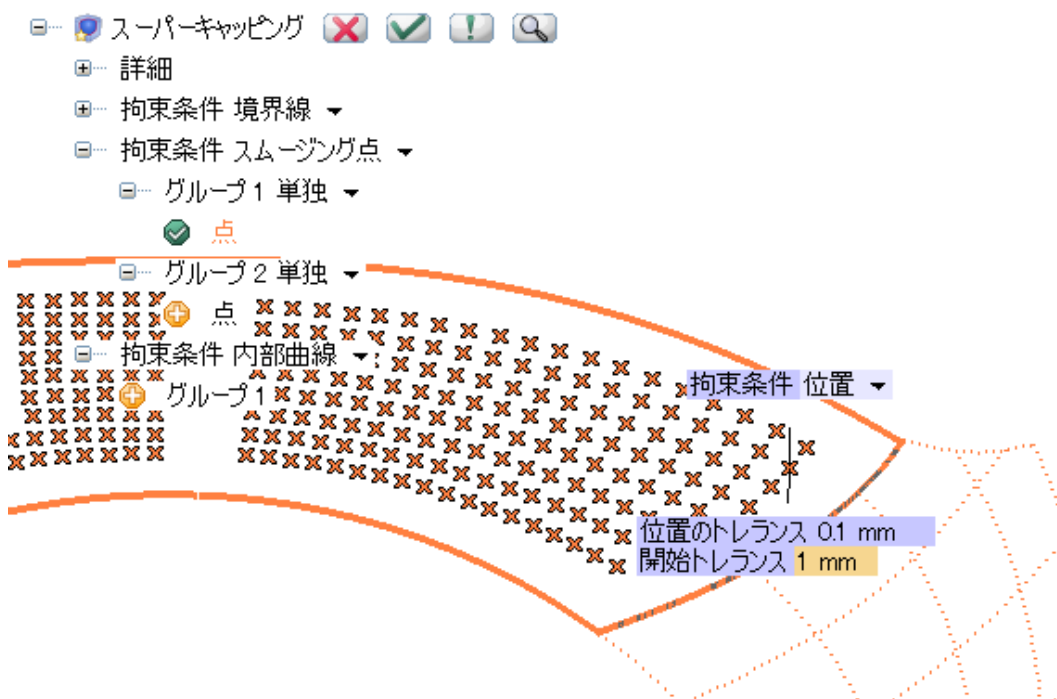
- **スマートドメイン** にチェックし、**タイプ** で **最小四辺形** を選択します。
- **ステップ数** に **10** と入力します。
- **精度** ダイアログの、**全体** のチェックを外します。
- **形状コントロール** ダイアログの、**丸み** に 1 mm、**ふくらみ** で、**特大** を選択します。
- **拘束条件 境界線** の **グループ1** に右下の曲線以外の曲線7本を入力します。
拘束条件 は、今回は **位置** を指定します。





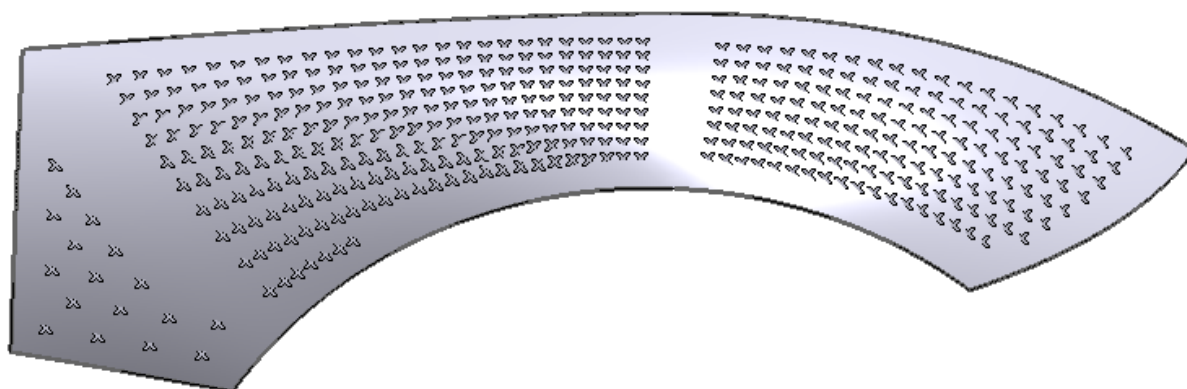
- 周辺の曲面 レイヤーを表示します。
- 境界線の  グループ2 に、右下の面の境界線を入力し、拘束条件位置+接線+曲率 と設定します。



- 周辺の曲面 レイヤーは非表示に戻します。
- 次の 拘束条件 で、スムージング点 を選択し、すべての点を入力します。
- 位置のトレランス 0.1 mm 、開始トレランス 1 mm と入力します。

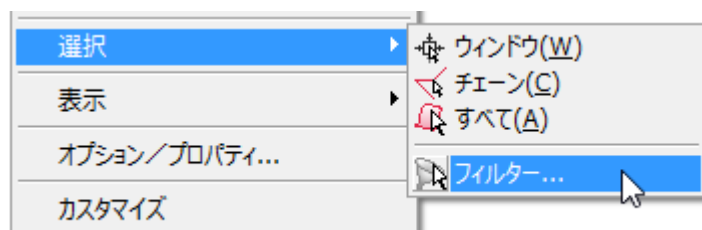



-  プレビュー ボタンを押すとプレビューが表示されます。
-  OK を押して曲面を作成し、コマンドを終了します。



作成した曲面の品質をチェックします。まず、余計な点を非表示にします。

- コンテキストメニューから  選択フィルター を起動します。






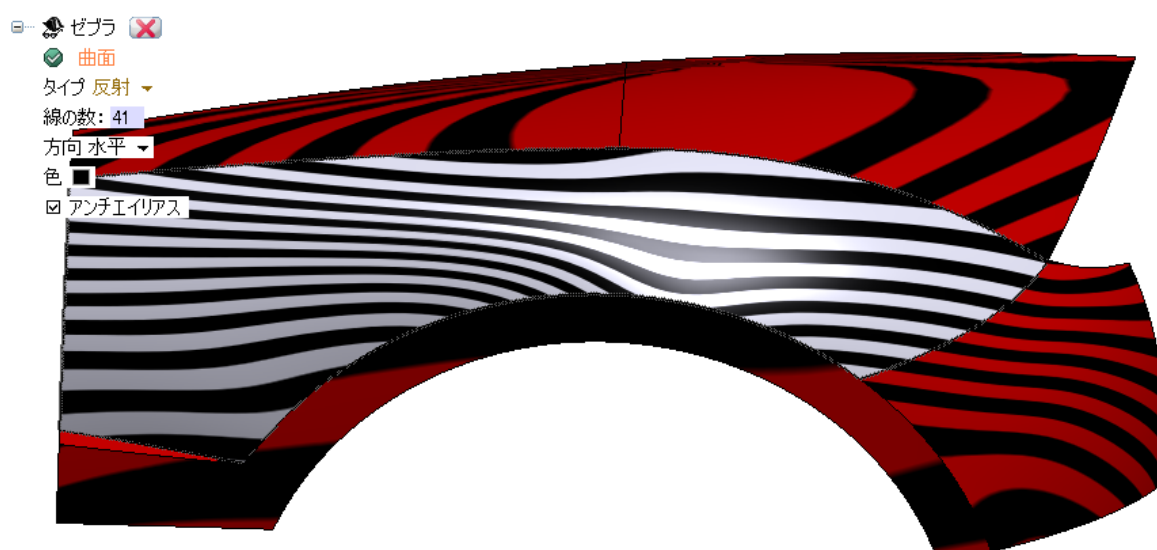
- 点のみを  すべて選択 して、 非表示 にします。



- 周辺の曲面 レイヤーを表示します。

カ...	名前	表...	要素
✓	0	💡	1 / 400
	曲線	💡	8
	曲面	💡	3
	周辺の曲面	💡	6

- ツール  情報  ゼブラ コマンドを選択し、 曲面 に曲面をすべて選択します。



1面で作成しているので、中央の不連続部分がなくなりました。

また、右の面には曲率連続の条件を指定しているの、ゼブラの表示も滑らかに繋がっています。

元の面の表示とも比較してみてください。

Step 5: その他のコマンド



Reshape に含まれるその他のコマンドのうち一部をご紹介します。



REキャッピング

REキャッピングコマンドは、簡略化したスーパーキャッピングコマンドです。簡単に使用することができますが、その分指定可能なオプションも少なく、スーパーキャッピングコマンドほど強力ではありません。

ダウンロードしたファイルから、RECapping.e3 を開きます。


メッシュが 1 つと、曲線が 4 本あります。


挿入  曲面  REキャッピング コマンドを選択します。

 **メッシュ** にメッシュを、 **境界要素** に曲線をすべて入力します。

最小距離 に **5 mm** と入力します。

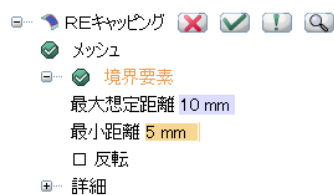
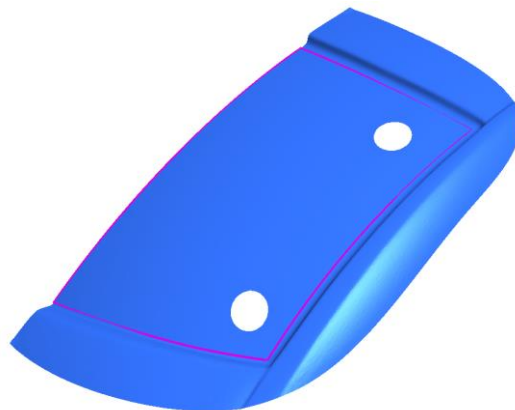
メッシュは境界線から最小距離分離れた領域のみが選択されます。

 **プレビュー** ボタンを押すとプレビューが表示されます。

 **OK** を押して曲面を作成し、コマンドを終了します。

 **ゼブラ** コマンド等で品質を確認してください。

REキャッピングコマンドでは、NURBS 要素が作成されます。





メッシュ編集コマンド



Reshape に含まれる機能のうち、メッシュ編集コマンドのいくつかをご紹介します。

メッシュの切断

メッシュの切断コマンドでは、メッシュの一部を削除したり、メッシュを分割したりすることができます。

ダウンロードしたファイルから、CutMesh.e3 を開きます。

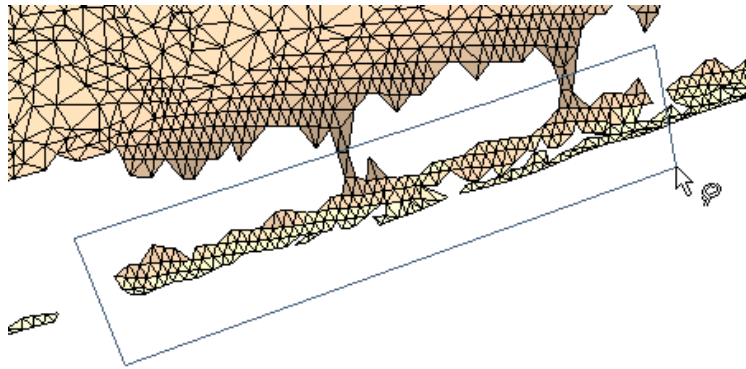
Reshape   **メッシュのカット** コマンドを選択します。

 **メッシュ** にメッシュを、 **ノード** に切断したい部分を入力します。

ノードの入力には、ウィンドウ選択や、ラッソ選択などを使用することができます。

☒ **奥まですべて選択** を選択すると、手前のメッシュに隠れている奥のノードも同時に選択します。



☒ **分割** を選択すると、メッシュを分割します。




メッシュの縫合

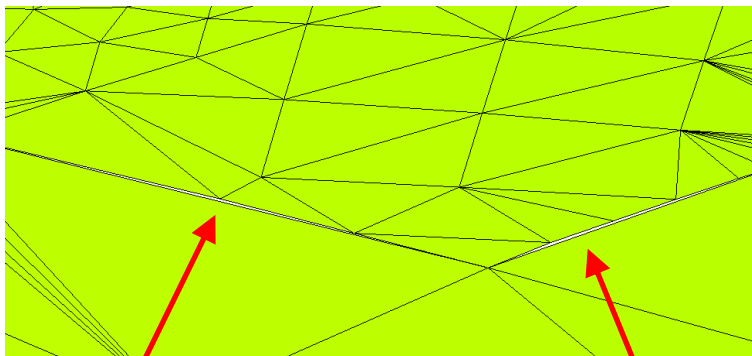
メッシュの縫合コマンドでは、離れた場所にあるメッシュを1つのメッシュにします。すき間を埋めることもできます。

ダウンロードしたファイルから、SewMesh.e3 を開きます。メッシュは一つですが、わずかなすき間があります。

Reshape  **修正**  **メッシュの縫合** コマンドを選択します。

 **メッシュ** にメッシュを、トレランスに **0.02 mm** と入力します。




☒ **OK** を押すとすき間が埋まります。





メッシュの境界線の作成

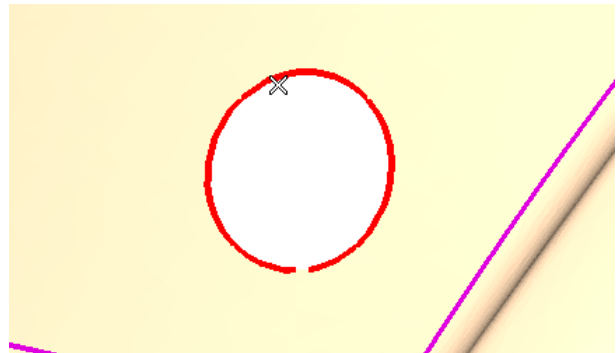
メッシュの境界線コマンドでは、外周部などに曲線を作成します。

ダウンロードしたファイルから、RECapping.e3 を開きます。

Reshape  作成   **メッシュの境界線** コマンドを選択します。

 **メッシュ** にメッシュを入力すると、選択可能な境界線が画面内でハイライトします。

 **境界要素** に切断したい部分を入力します。







☒ **すべて選択** を選択すると、すべての境界要素を選択します。
また、作成される曲線はハイライトの通り、閉じた曲線にはなりません。

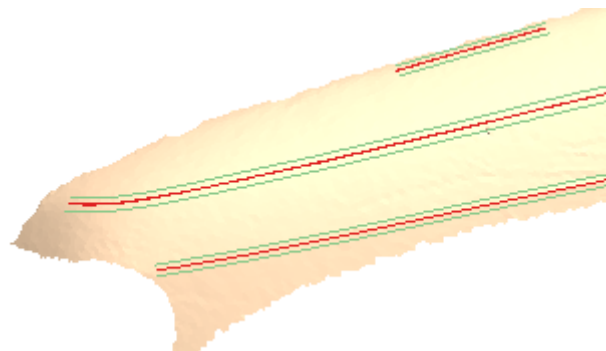
メッシュの特徴線の作成


メッシュの特徴線コマンドでは、メッシュ上のフィレットと思われる場所に、相貫線や中心線などを作成します。

ダウンロードしたファイルから、CharacterLines.e3 を開きます。

Reshape  作成   **メッシュの特徴線** コマンドを選択します。


 **メッシュ** にメッシュを入力します。



 ボタンを押すと、入力したメッシュ中で、フィレットと思われる部位の **相貫線、フィレットの足、フィレットの中心線** (フィレット面の中心線) をプレビューします。

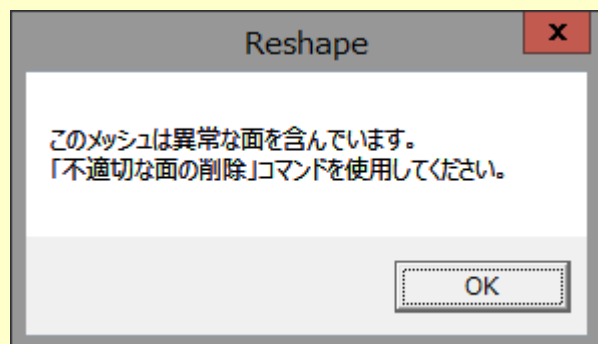
ドロップダウンリストから、相貫線などを作成するレイヤーを選択することができます。



特徴線の数 には、発見されたフィレットと思われる箇所の数が表示されます。
(作成される曲線の数ではありません。)


 **OK** を押すと特徴線が作成されます。

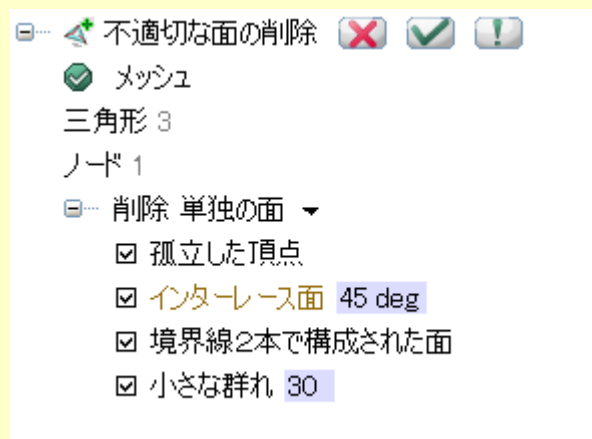
メッシュのヒーリング:

読み込んだばかりのメッシュはかなり荒れていることも多く、おかしい面(ファセット)を含んでいることがあります。そのようなメッシュを処理しようとする、次のメッセージが表示されることがあります。























このメッセージが表示された場合は、**Reshape**  **修正**  **不適切な面の削除** コマンドで、おかしい面を削除することができます。

 **不適切な面の削除** コマンドでは、様々な基準でおかしいと思われる面を検出し、削除することができます。
















その他の Reshape コマンド

その他に、以下のコマンドが利用できます。(32bit 版のみ)

Reshape 	メッシュのインポート	メッシュをインポートします。
Reshape 	メッシュのエクスポート	メッシュをエクスポートします。
Reshape 	平面でメッシュを分割	平面でメッシュを分割します。
Reshape 	曲線によるメッシュの分割	曲線でメッシュを分割します。
Reshape  	メッシュのスムージング	メッシュをスムージングします。
Reshape  	ノード数の削減	ノード数を削減します。
Reshape  	メッシュのリファイン	ノード数を増やします。
Reshape  	メッシュの法線のヒーリング	メッシュの法線を修正します。
Reshape  	メッシュの穴埋め	メッシュの穴を埋めます。
Reshape  	メッシュ上の曲線	メッシュ上に曲線を作成します。
Reshape  	メッシュ上の平面	メッシュ上に平面を作成します。
Reshape  	自動パッチ処理	メッシュ上に自動的に曲面を作成します。

また、以下のコマンドもご利用いただけます。(64bit/32bit 版共)

編集  整列 	簡易整列	メッシュを整列させます
編集  整列 	最適化	メッシュを精密に整列させます。
編集  整列 	境界線の最適化	境界線グループを指示して要素を整列させます。
編集  整列 	複製	変換参照要素を利用して整列を複製します。
挿入  点 	領域の抽出	メッシュ内の条件に該当する領域を点として抽出します。
ツール  情報  解析 	対称性チェック	メッシュの対称性をチェックします。