

## グローバルシェイプモデリング

# コース概要

このコースでは、グローバルシェイプモデリング (GSM) をご紹介いたします。連続性の拘束条件を保ちながら曲面を修正していくテクニックを学習します。一般的な曲面によるモデリングに精通しており、GSMが曲面モデリングに対してどのように有効であるかを学習したい方に適した内容になっています。このコースで使用するモデルは、レイヤーとビジュアルブックマークが設定しており、ステップの内容によって素早く設定を切り替えることができますようになっています。


使用するファイル      GSM.e3

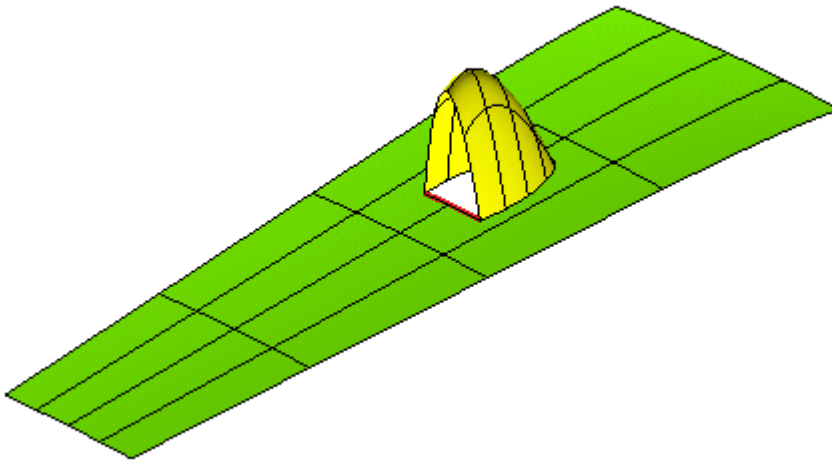
## 目次


Step 1: GSMーインタラクティブ.....	3
Step 2: GSMー曲線の一致.....	8
Step 3: GSMー対称拘束.....	15
Step 4: GSMベンド.....	19
Step 5: GSMベンドとGSMツイスト.....	24
Step 6: GSMラジアルベンド.....	30
Step 7: その他の変形.....	33

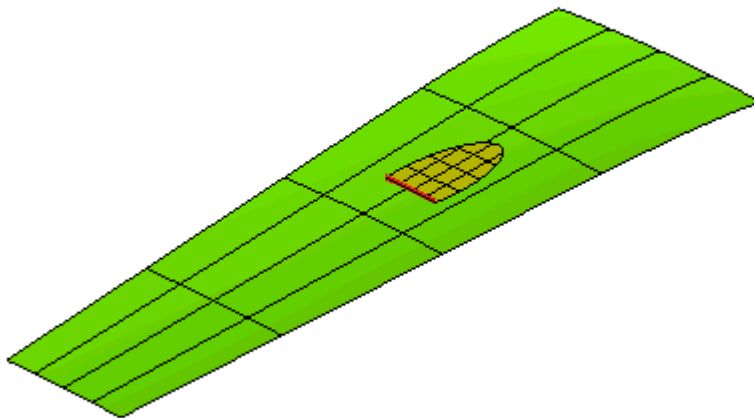
## Step 1: GSMーインタラクティブ

ダウンロードしたファイルから、**GSM.e3** を開きます。

このステップでは、 **アドバンスGSM** コマンドを使用して、グローバルシェイプモデリング(GSM)を行います。具体的には、いくつかの曲線を保ちながら、その他の部分を修正して、曲面を膨らませていく過程を見ていきます。モデルは車の一部です。GSMでは、点、曲線、曲面、ソリッドを修正対象要素として選択することができます。



- レイヤー0 とレイヤー20 のみを表示します。
- ビジュアルブックマークで、「GSM Interactive」を選択しても構いません。同じものが表示されます。
-  **アドバンスGSM** コマンドを選択します。




### GSMが理解しているものは？

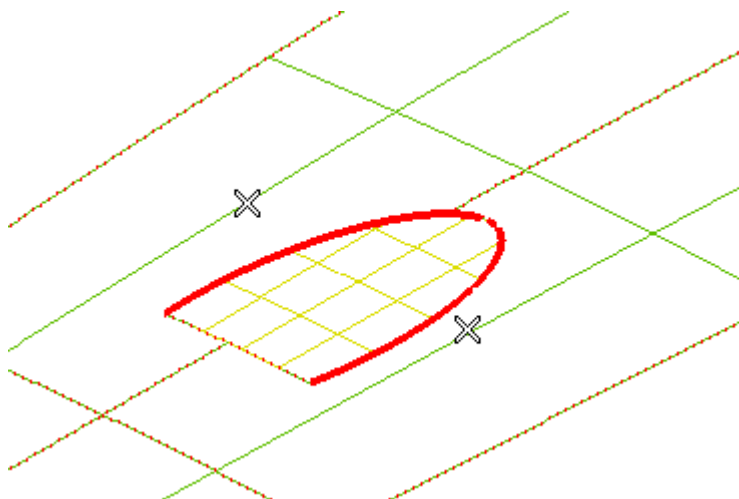
グラフィック領域内のものはすべて「空間」と認識されています。GSMはその「空間」そのものを認識しています。それは、そこに存在している要素がどのように作成され、修正されたかという情報をすべて理解している、ということを意味しています。曲線に対しては、形状、長さ、連続性など。点に対しては、距離、位置など。曲面に対しては、トリムの状態、連続性、接線の方向など。他にもたくさんありますが、このあたりは少し理解しづらいかもしれません。簡単には、GSMはグラフィック領域内の要素により多くの能力、条件、ルールを追加するものである、と理解すると良いでしょう。

ご存じの通り、一般的に何かをモデリングする方法にはいくつかの方法が考えられます。そこで、ここでもここで示した1つの方法を行うだけでなく、その他の方法、オプション120もいくつか試してみてください。

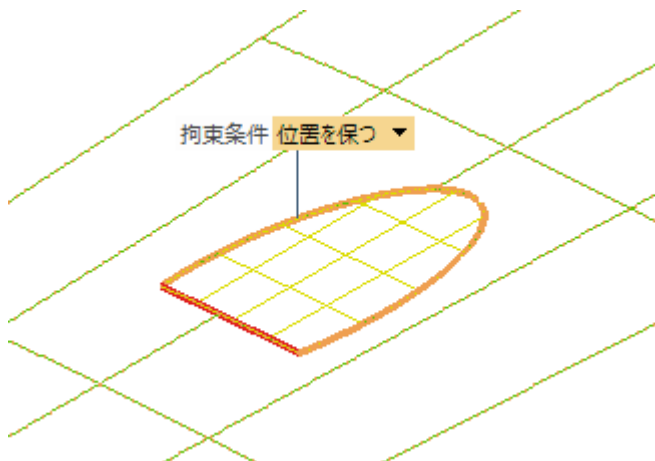
始めに、インタラクティブオプションにて、形状を膨らませる方法を見ていきます。

まず、GSMコマンドが使用する拘束条件を選択します。

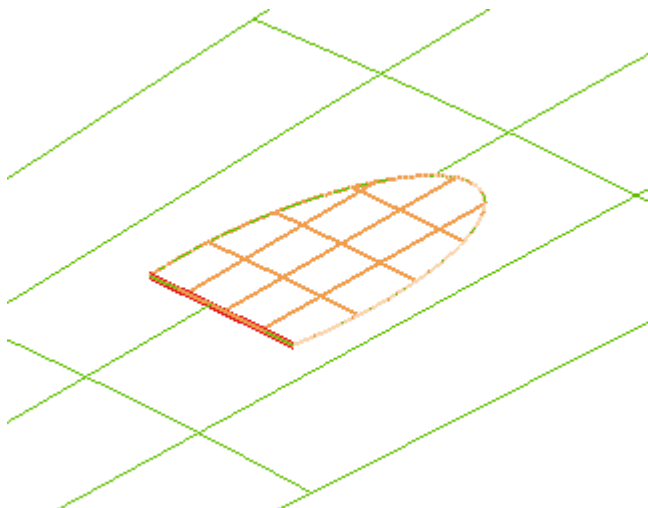
- 選択リストの ◀維持、◀維持 曲線 にて、 曲線(グループ1) を選択します。
- 下図に示す2つのハイライトした境界線を選択します。





維持する曲線では、修正したい要素の周囲で、その場から動かしたくない曲線(曲面の境界線など)を選択します。条件として、**拘束条件位置を保つ** を選択します。

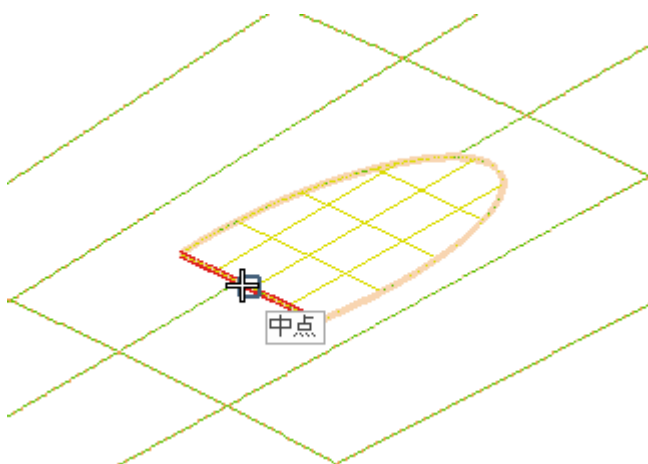


- 選択リストの **修正する要素** にて、 **要素 曲面** を選択し、内側の曲面のみを入力します。



次に、モデルを膨らませる位置を指定します。

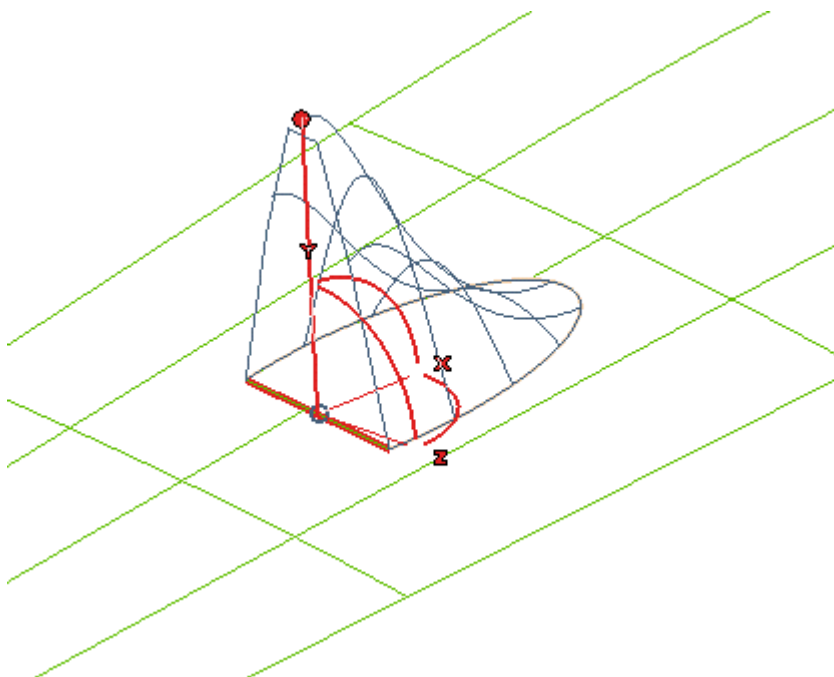
- 選択リストの **一致** にて、**一致 インタラクティブ** を選択します。
- グループ1にて、 **点** を選択します。
-  **中点スナップ** を使用して、赤い線の中点を指示します。




#### インタラクティブモードでの方向

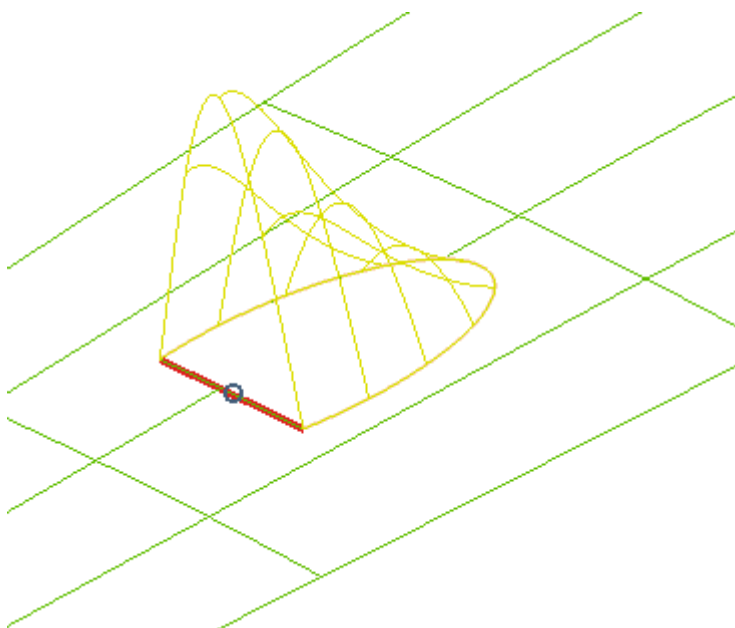
グローバルシェイプモデリング(GSM)にてインタラクティブモードを使用するとき、デフォルトでは、要素は常にワークプレーンの法線方向へ変形されます。したがってワークプレーンはモデル中のどこにあっても構いませんが、その方向が重要です。

- 長さを **長さ 120 mm** に変更し、**Tab** キーを押して確定します。



- 変形方向を明示して指定します。✔ 点の下で、**インタラクティブ Z** を選択します。


-  **プレビュー** をクリックします。



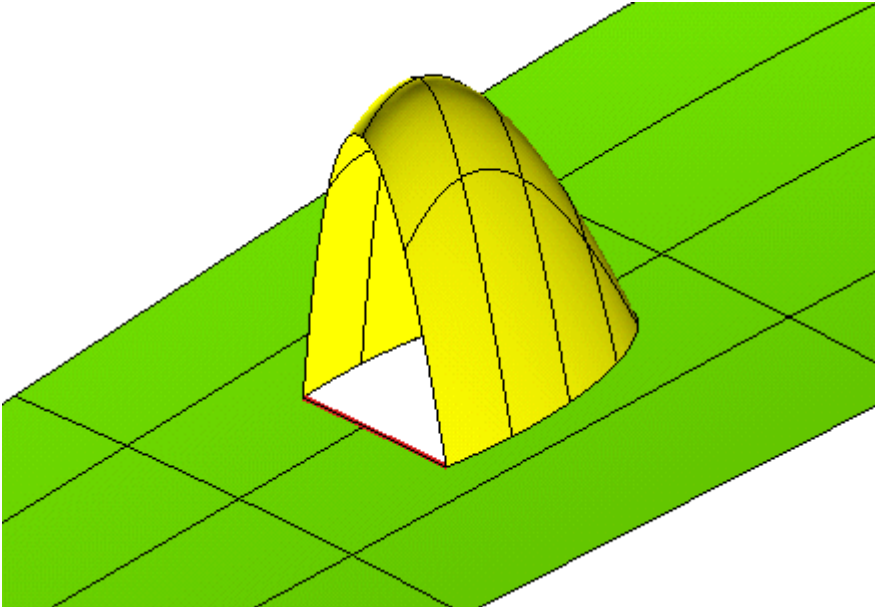
次に、変形方法を変更してみます。

#### ふくらみファクターとは？


ここでは形状のある1点を移動させましたが、この点を通る曲面は何種類も考えられます。形状全体がおよそ平らで、指示した点の周囲のみ盛り上がったような形状を考えてみてください。ふくらみ小ではこのような山のような形状になります。中では丘のような形状、大では、その上にサッカーグラウンドができるような平らな丘になります。（中よりも上が平らな形状になります。）しかしこれらのどの場合でも、曲面は移動させた点を通っています。

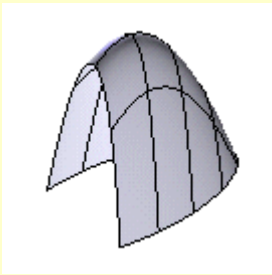
- ▶ 詳細 オプションを展開します。
- ▶ 形状コントロール を選択します。
- デフォルトは 中 になっているはずですが、大 に変更してください。
-  プレビュー をクリックします。


これは簡単に変更でしたが、この操作で、元の「空間」の変形方法を変えています。はじめの形状とアイソパラメーター線の形状を比較してみてください。

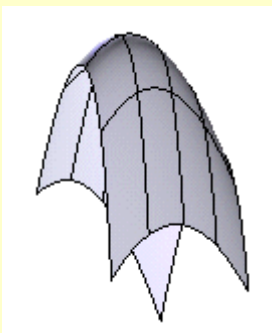



### グローバルモデリング面

GSMコマンドで変形した曲面は、「アドバンス GSM」というタイプの要素になります。この要素タイプは、回転面、オフセット面、NURBS 面などの一般的な要素とは違って、要素の中に元の要素と変形条件などのすべての情報が含まれています。要素のタイプは、 **要素情報** コマンドで確認することができます。




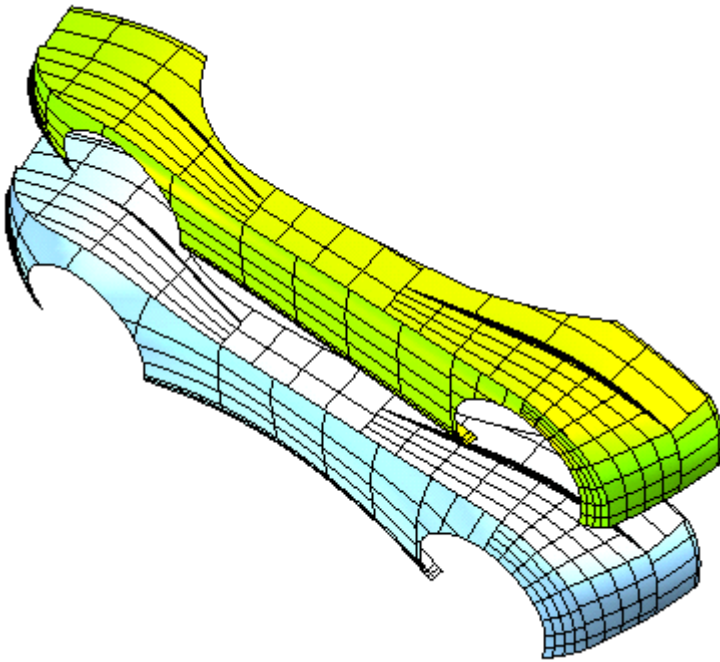
GSMコマンドで変形した要素は元の要素の状態を引き継ぐので、元の要素がトリムされていれば、変形後の要素もトリム面になります。 **曲面のアントリム** コマンドを使用して、曲面全体を確認することができます。



「グローバルモデリング」の記述はモデル中では「重い」ので、必要ならば  **曲面を NURBS に変換** コマンドで NURBS 要素に変換すると良いでしょう。

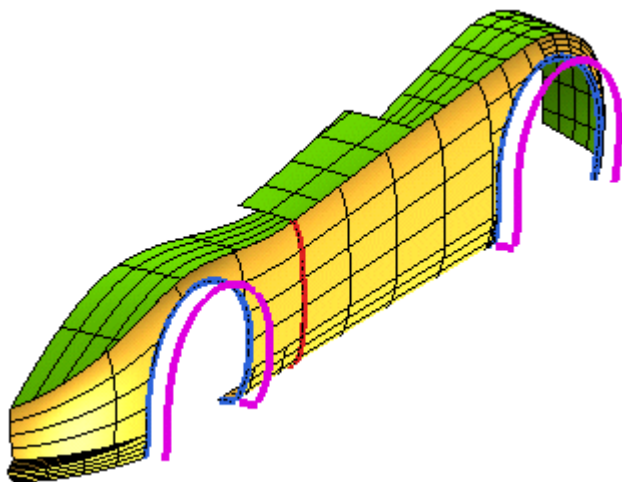
## Step 2: GSM一曲線の一致

このステップでは、一部の形状を変更し、形状全体を修正していきます。具体的には車のモデルのトレッドを変更します。手順は、最初の曲線と目標の曲線を定義し、その間を  **アドバンスGSM** で変形します。



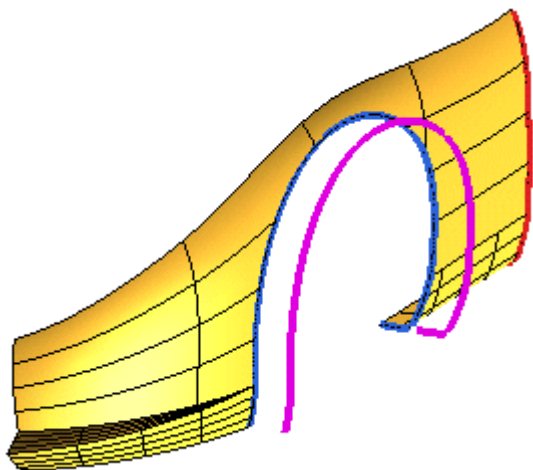
それでは始めましょう。

- レイヤー0 とレイヤー25 を表示します。
- ビジュアルブックマークで、「GSM Curve Match」を選択しても構いません。同じものが表示されます。
-  **アドバンスGSM** を選択します。





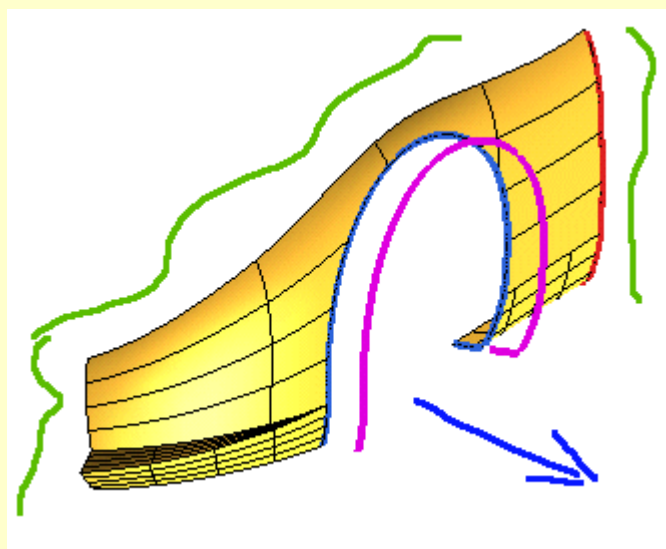
選択を簡単にし、GSMコマンドの動作を確認しやすくするため、下図に示した要素以外を非表示にします。



ここではすでにGSMでの変形に必要な曲線を用意してあります。曲線の作成方法はこのコースでは触れません。詳しくは他のコースを参照してください。

#### どのように変形させるか？

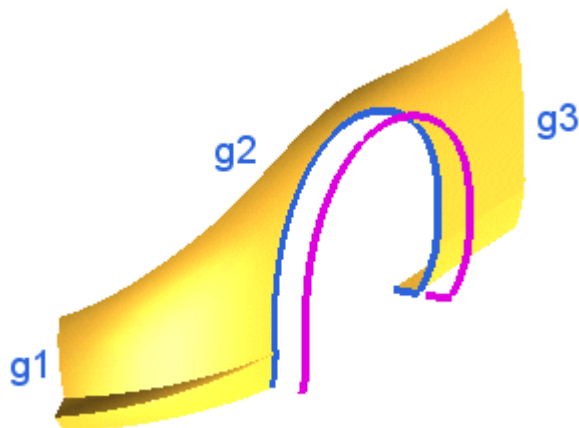
ここでは、トレッドを下図の青い矢印の方向へ広げます。しかし、現在のフェンダーの形状(緑の曲線で示した部分)は変更したくありません。



条件を変更する部分と変更したくない部分に分類し、変更したい部分は、**一致曲線** に、変更したくない部分は、**維持曲線** に入力します。

それでは、曲線の選択を開始します。要素を3つのグループに分けて入力します。

- 選択リストの ▽ 維持、▽ 維持 曲線 にて、⊕ 曲線(グループ1) を選択します。
- 曲面の境界線 **g1** を選択します。(先端部、3要素)

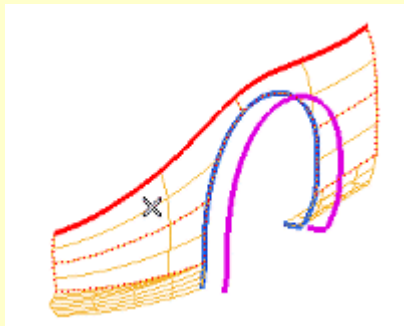


- ⊕ 曲線(グループ2) に、境界線 **g2** を選択します。(フェンダーとフードの境目、1要素)
- ⊕ 曲線(グループ3) に、境界線 **g3** を選択します。(フェンダーと前ドアとの境目、2要素)

拘束条件にはすべて 拘束条件位置を保つ を設定します。

#### 曲線と曲面の境界線

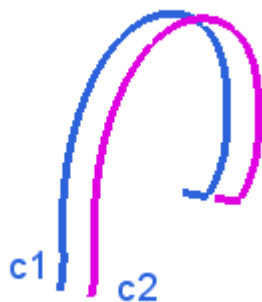
選択の際に邪魔になる要素は非表示にしておいた方がよいこともあります。



曲面の境界線を選択した場合は、選択した境界線の位置おける接線方向、曲率などのパラメーターを保ったり、一致させたりすることができるようになります。

次に、一致させる条件を入力します。

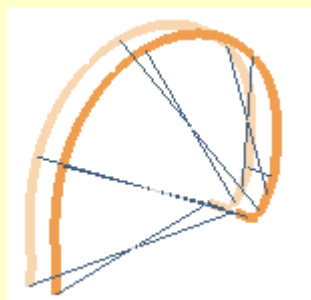
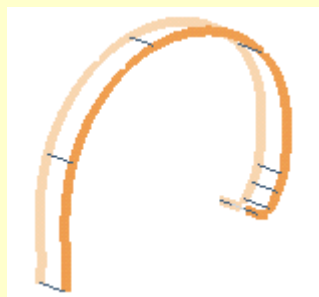
- 選択リストの ▲ 一致 曲線、▲ グループ1 の ➡ 最初の曲線 を選択します。
- 現在の位置の曲線 **c1** を選択します。



- ➡ 目標の曲線 をクリックします。
- 移動先の曲線 **c2** を選択します。
- 拘束条件には、拘束条件 目標の位置 を指定します。

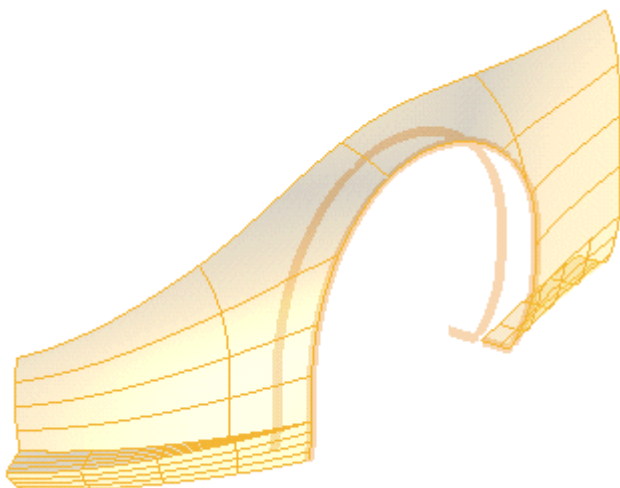
#### 方向が反転したとき

適切に曲線が選択されると、画面にプレビュー線が表示され、どのように形状が変更されるのかを確認することができます。



プレビュー線の方が正しくない場合は、▶ 詳細 オプションを展開し、☒ 反転 ミニダイアログで方向を修正してください。


- 選択リストの ▾ 修正する要素 にて、➡ 要素 曲面 を選択し、修正対象の曲面を入力します。
-  プレビュー をクリックします。

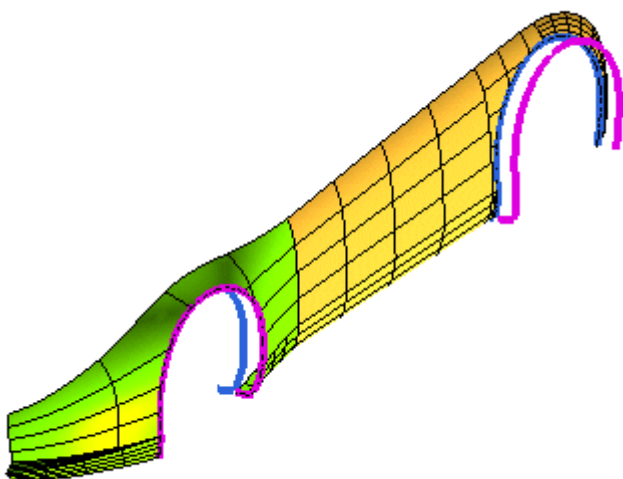


- ☒ 関連付けモード にチェックします。
- ☒ OK します。表示されるメッセージはすべてOKします。

修正の様子をよく確認してください。

続いて、☒ 関連付けモード にチェックした効果を確認していきます。このオプションは、続けていくつか変更を加える場合に大変有効です。

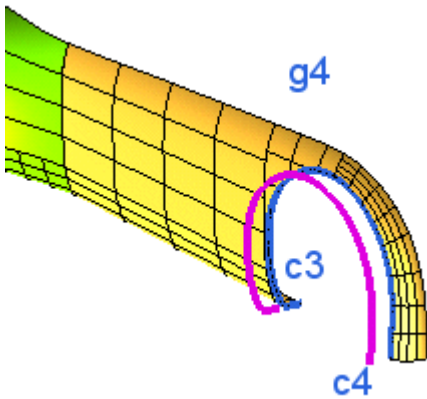
関連付けモード では、異なった形状を得るため、すべてのパラメーターをもう一度変更することができます。この例では、リアの形状(ドア、クォーターパネル、リアフェンダー)を1つのコマンドで修正するように変更します。 表示 コマンドで、下図の要素を表示します。



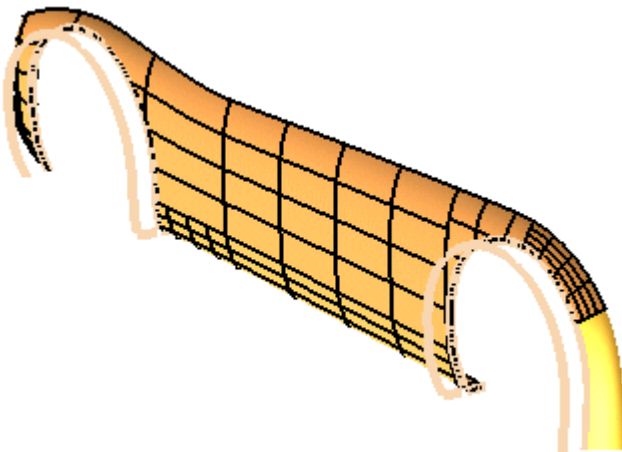
モデル構造ツリーで、ソリッドの項目を展開し、 アドバンスGSM フィーチャーを右クリックして、 フィーチャーの再定義 を選択します。


選択リストには、先ほど適用したパラメーターが表示されます。


- ▲維持 曲線 の下の ⊕ 曲線(グループ4) を選択します。
- 曲面の境界線 **g4** を選択します。(4要素)
- 拘束条件には、**拘束条件**位置を保つ を設定します。

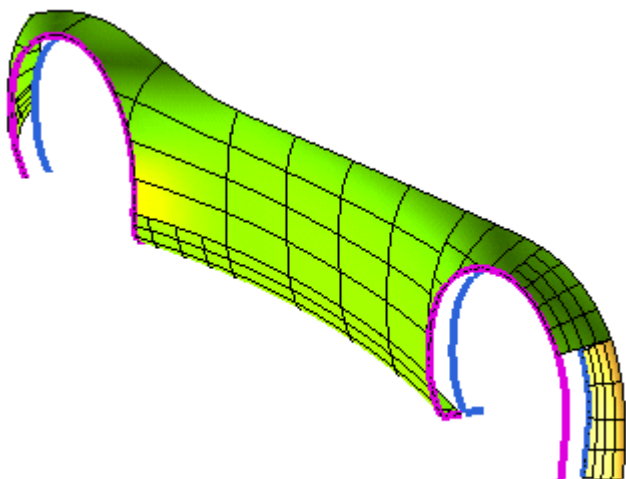


- 選択リストの ▲一致 曲線 、▲グループ2 の ⊕ 最初の曲線 を選択します。曲線 **c3** を選択します。
- ➡ 目標の曲線 をクリックします。曲線 **c4** を選択します。
- 拘束条件には、**拘束条件**目標の位置 を指定します。




- 選択リストの ✓ 要素 曲面 の上にマウスカーソルを移動させると、現在選択済みの要素の数が表示されます。(現在は4要素)
- ✓ 要素 曲面 を再度選択し、変形する曲面を追加します。上図に示す要素を選択します。一番後ろの面は選択しないでください。選択を間違えた場合は、**Ctrl** キーを押しながら再度選択すると、選択が解除されます。
-  プレビュー をクリックして、変形の様子を確認してください。






-  **再構築** をクリックして、変更を適用します。表示されるメッセージはOKをクリックして続行します。

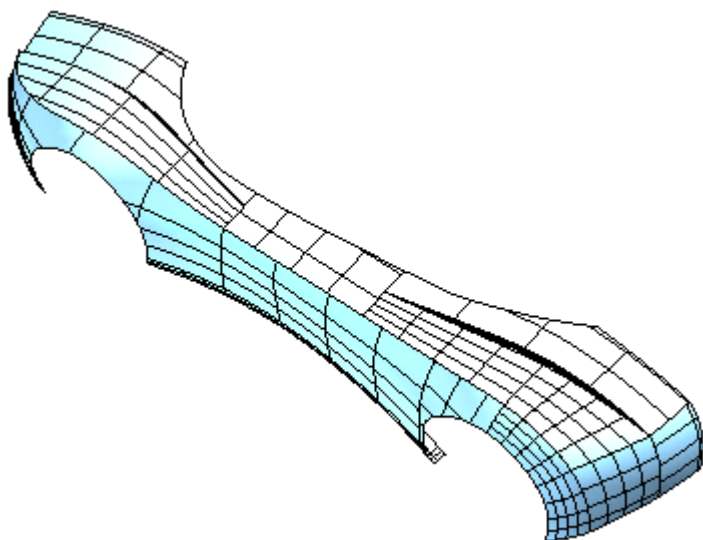


### グローバルモデリング面


ここでは意図的に曲面を1面選択しませんでした。 **要素情報** コマンドで変形した曲面を選択すると、変形後の要素は「アドバンスGSM」面になっていることがわかります。変形していない曲面と比較してみてください。アドバンスGSM面には、このコマンドで適用した変形ルールや拘束条件がすべて含まれています。

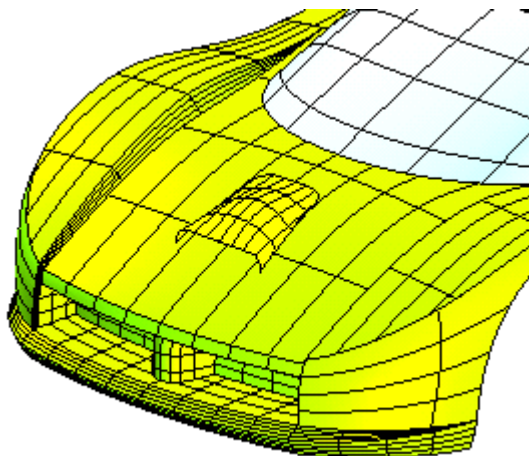
要素に含まれているグローバルモデリングの情報を再利用してみましょう。


-  **GSMコピー** コマンドを選択します。
-  **変形した参照要素** に、GSM面のうちの1つを選択します。
-  **修正する要素** で  **要素 曲面** を選択し、先ほど選択しなかった面を選択します。
-  **OK** します。

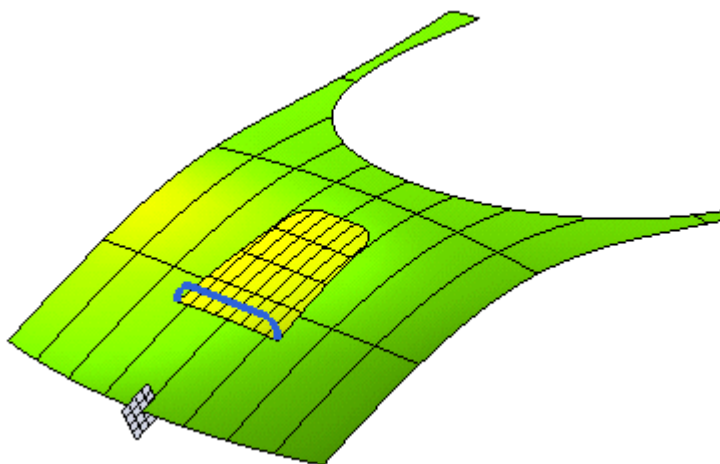






### Step 3: GSM 対称拘束

このステップでは、さらに  **アドバンスGSM** コマンドで変形を続けます。次は、ボンネット上のエアスクープの形状を、対称拘束を使用して作成していきます。

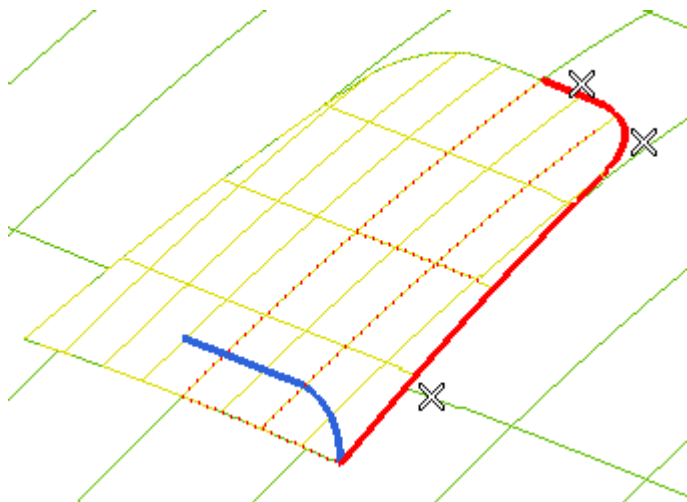


- レイヤー0 とレイヤー30 を表示します。
- ビジュアルブックマークで、「GSM Symmetry」を選択しても構いません。同じものが表示されます。
- 前のステップで作成(変形)した要素は  **非表示** にしてください。

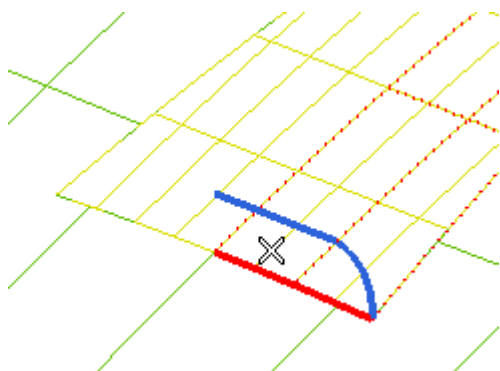


-  **アドバンスGSM** コマンドを選択します。
- 選択リストの  維持、 維持 曲線 にて、 **曲線(グループ1)** を選択します。

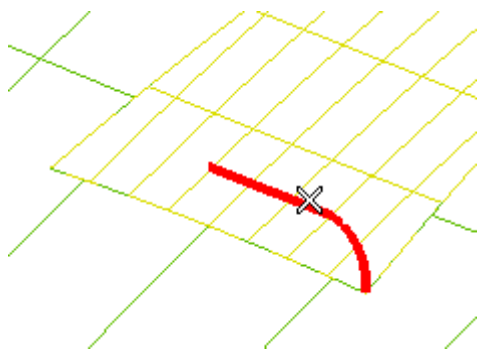
- 下図に示す3箇所の境界線を選択します。
- 拘束条件には、**拘束条件位置を保つ**を設定します。



- 選択リストの **一致 曲線**、**グループ1** の **+** 最初の曲線 を選択します。  
下図に示した赤くハイライトしている曲面の境界線を選択します。

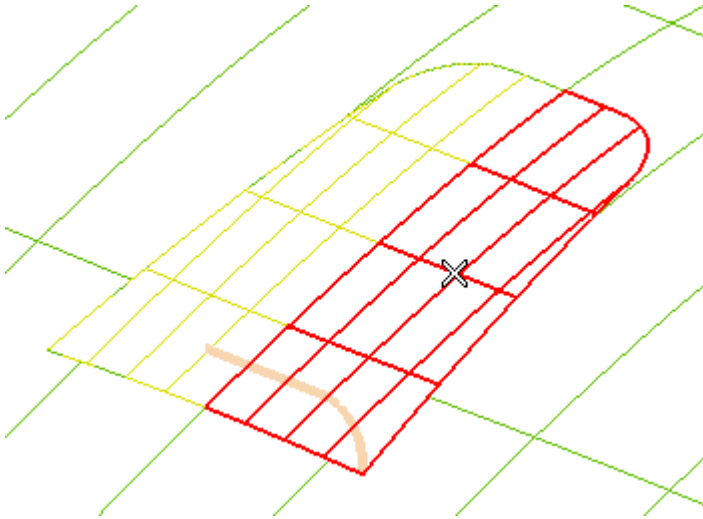



- **→** 目標の曲線 をクリックします。下図に示す曲線を選択します。
- 拘束条件には、**拘束条件目標の位置** を指定します。

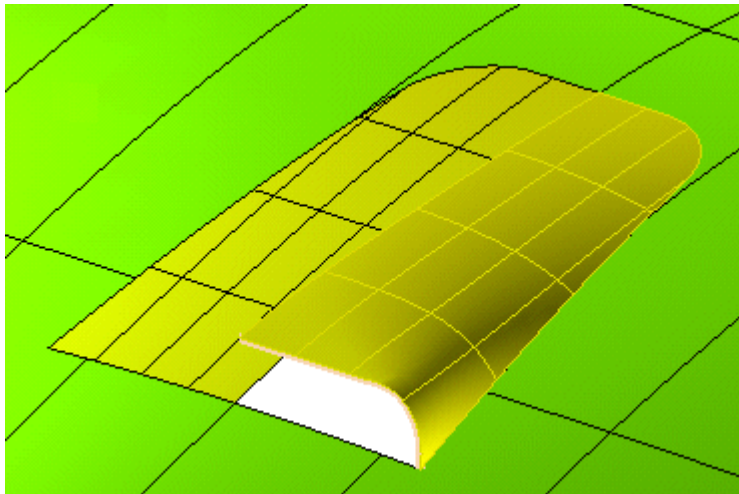




- 選択リストの ▾ 修正する要素 にて、 要素 曲面 を選択し、修正対象の曲面(右側のみ)を選択します。





- ☒ 関連付けモード にチェックします。
-  プレビュー をクリックします。









- ☒ OK します。

## 対称拘束

詳細オプションの下で、**対称** オプションを選択することができます。この拘束条件を使用すると、左右など形状が対称なモデルを作成する場合、拘束条件は片側だけに付加しておき、反対側には自動的に選択した条件と対称の拘束を与えることができますようになります。

モデル構造ツリーで  **アドバンスGSM** フィーチャーを右クリックして、 **フィーチャーの再定義** を選択します。選択リストには、先ほど適用したパラメーターが表示されます。

- ☒ **対称** にチェックして、 **参照平面 3点** を選択し、 **3点** にグレーの平面の角3つを入力します。
- 選択リストの  **要素 曲面** の上にマウスカースルを移動させると、現在選択済みの要素の数が表示されます。(この場合は1要素)
-  **要素 曲面** を再度選択し、もう1つの変形対象の曲面を選択します。
-  **プレビュー** をクリックして、変形の様子を確認してください。
-  **再構築** をクリックして、変更を適用します。表示されるメッセージはOKをクリックして続行します。

▲  **アドバンスGSM**     

### ▲ 詳細

☐ コピー

☒ 非表示

▷ クオリティチェック

▷ 近似

▷ 精度

▷ 形状コントロール

▲ ☒ **対称**


▲ 参照平面 3点 ▼

 3点

▲ 参照平面 面上 ▼

 面


▲ 修正する要素


 要素 曲面 ▼

 要素 ソリッド ▼

▲ 維持

▲ 維持 曲線 ▼

 曲線 (グループ 1)


 曲線 (グループ 2)


▷ 維持 点 ▼

▲ 一致


▲ 一致 曲線 ▼


▲ グループ 1

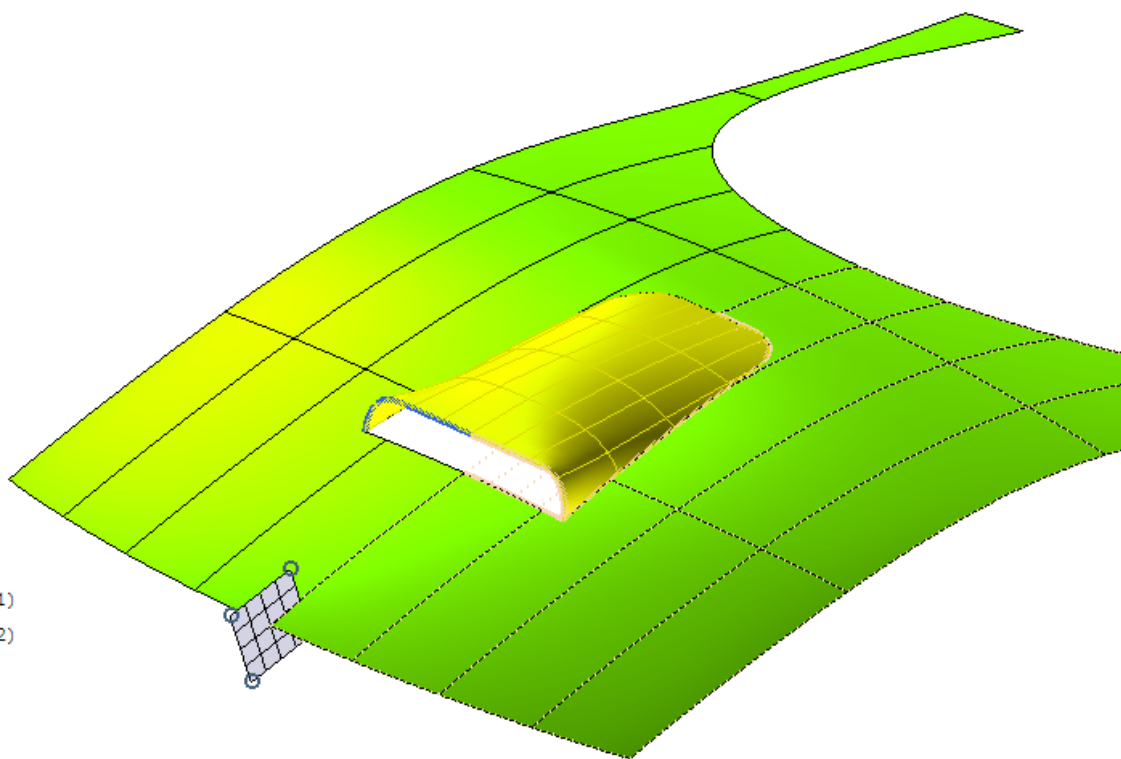
 最初の曲線




 目標の曲線

▲ グループ 2


 最初の曲線

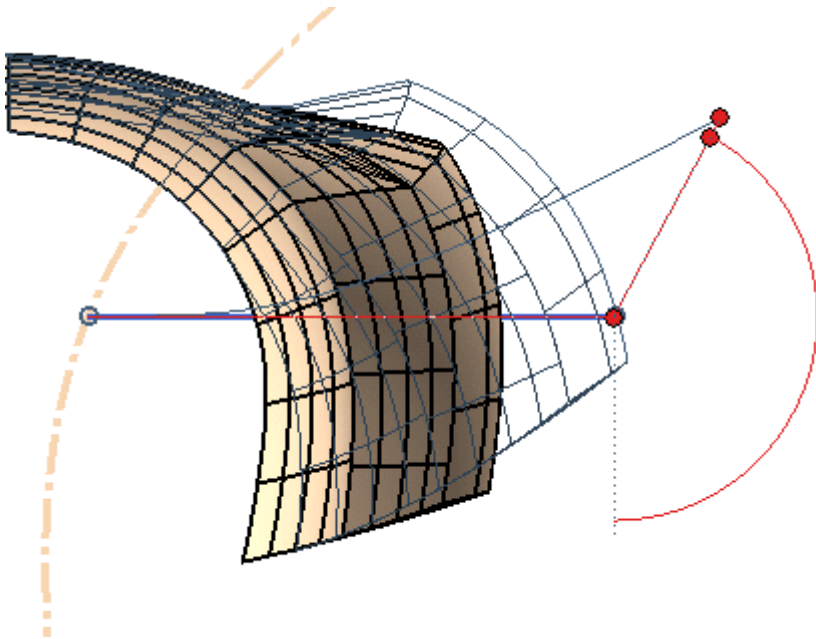
 目標の曲線




再度  **フィーチャーの再定義** を行って、もう少し形状を検査します。▲ 詳細 オプションから、▷ 形状コントロール を開き、**スティフネス** や **ふくらみ** の値を変更してみてください。 キーを押すと入力した値を確定し、 **プレビュー** をクリックすると、変更の効果を確認することができます。

## Step 4: GSMベンド


このステップでは、 **GSMベンド** コマンドを使用して、モデルの一部の寸法を変更する方法を見ていきます。ここでは、モデルの全体を変更することなく、いくつかの曲面をある方向に引き延ばしていきます。








- レイヤー0 とレイヤー45 を表示します。
- ビジュアルブックマークで、「Bend」を選択しても構いません。同じものが表示されます。
- 前のステップで作成(変形)した要素は  **非表示** にしてください。







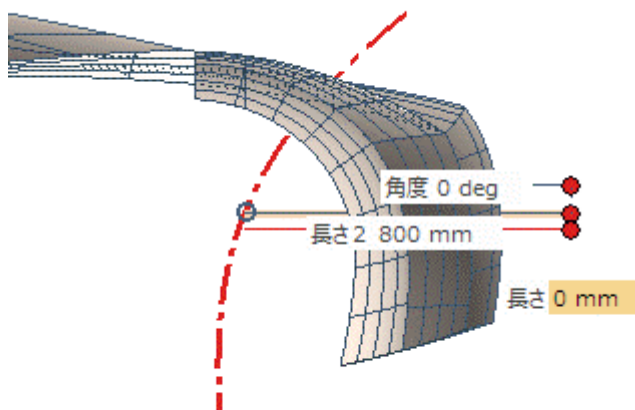
### ワークプレーン

 **GSMベンド** 使用中は、ワークプレーンの方向に注意してください。上図に示す曲線 A と B は、ワークプレーンの XY 平面上にあるか、または XY 平面に平行な面上にある必要があります。

 **ワークプレーンを絶対座標系に設定** を選択して、F8 キーを押し、 +  キー3回で、上図のようなビューに変更します。その後、 **ワークプレーンをビューに平行** に設定します。

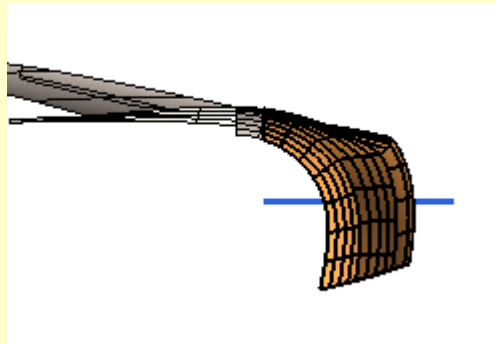
いくつか変形方法がありますが、ここでは、 **GSMベンド** コマンドを使用します。

-  **GSMベンド** コマンドを選択します。
-  曲げの線 をクリックして、水平の線 **A** を選択します。
-  修正する要素 で  **要素 曲面** を選択します。
- すべての曲面を選択します。
- 角度、長さ、長さ2の、3つのミニダイアログボックスが表示されます。

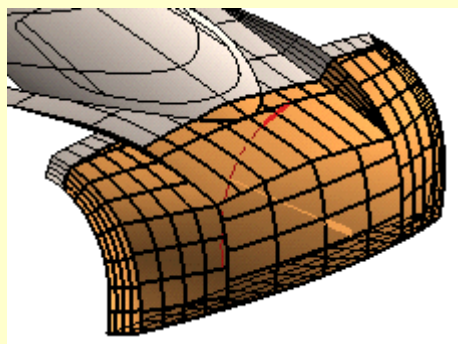


## 境界曲線

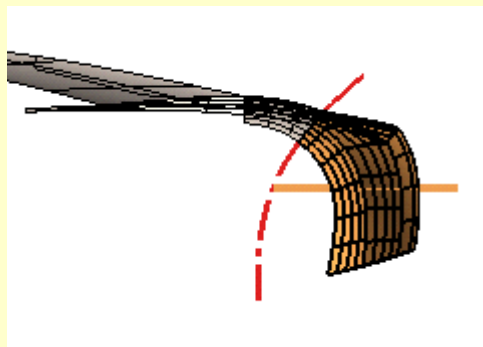
□ 境界曲線を使用 にチェックしないときは、選択した曲げの線の始点の位置に仮の平面が作成されます。この平面で、選択した曲面を変形する領域としない領域の2つに分割します。



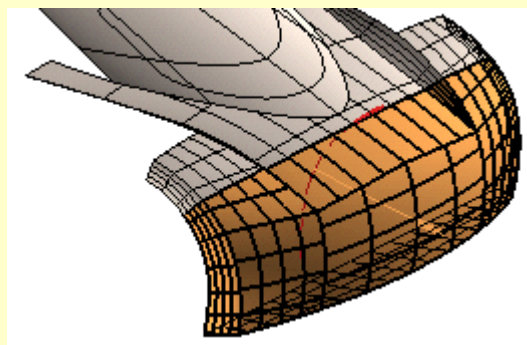
下図は他の方向から見たものです。特に面を分割する位置を指示する必要はありません。自動的に面が分割されます。



下図は ☒ 境界曲線を使用 にチェックして、境界曲線として曲線 B を選択した状態です。この曲線で、面を分割する位置を明示して指示しています。分割する方向は、現在のワークプレーンを基準にして決定されます。

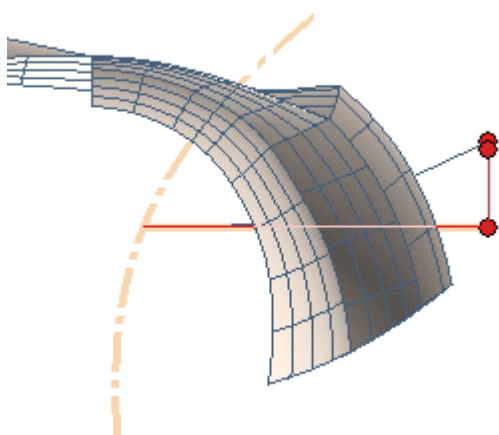


この機能で、実際に変形させたい領域を選択することができます。

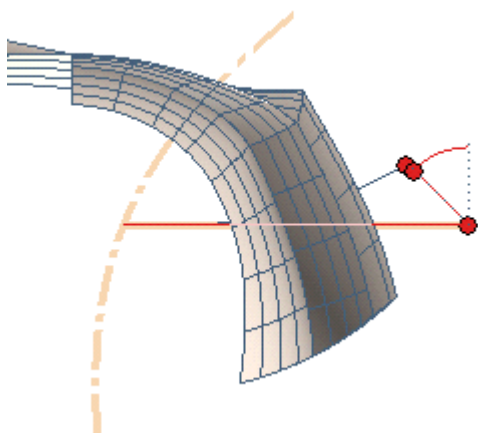


境界曲線が曲げの線の端点を通過していない場合、その線を境界曲線として使用することはできません。ご注意ください。

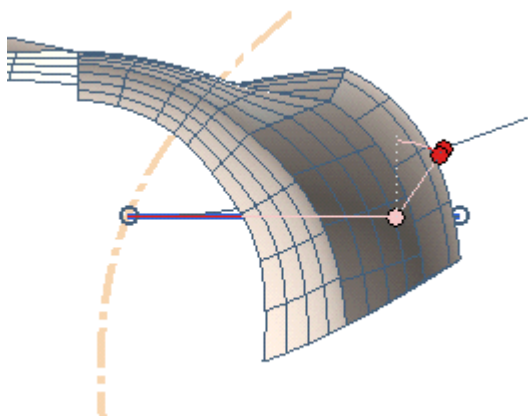
- ▸ 詳細 オプションを展開し、☒ 境界曲線を使用 にチェックします。➡ 境界曲線 には、曲線 B を選択します。
- 長さを 長さ 200 mm に設定します。



- 続いて、角度 35 deg に設定します。下図のように角度の方向が反対になってしまった場合は、負の値を入力します。

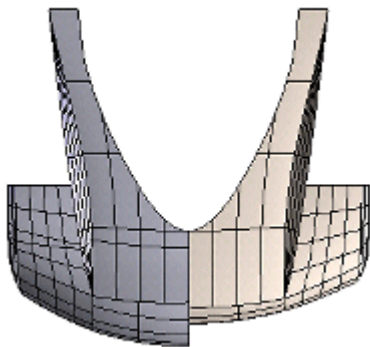


- 次に、長さ2750 mm に設定します。

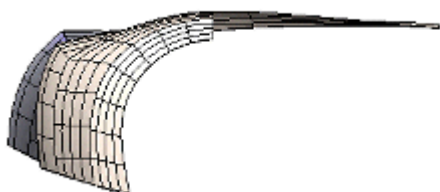



赤いハンドルはドラッグ & ドロップすることもできます。

- ☒ OK します。





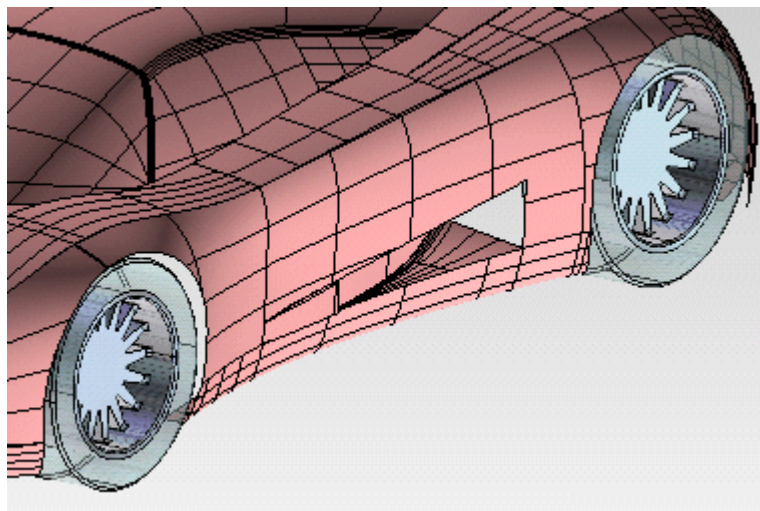
うまく変形できましたか？





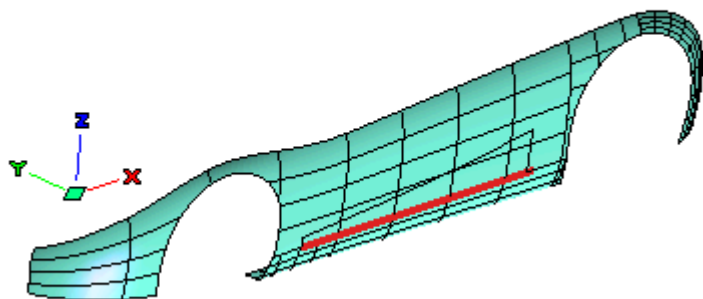
今度は同じ操作を ☒ **関連付けモード** オプションにチェックして行ってみてください。この場合、モデル構造ツリーにグローバルベンドフィーチャーが記録され、あとから  **フィーチャーの再定義** を行って、いつでもパラメーターを変更することができるようになります。



## Step 5: GSMベンドとGSMツイスト

このステップでは、 **GSMベンド** コマンドと  **GSMツイスト** コマンドを使用します。この例では、エンジンとブレーキの冷却のためのエアインレットの形状を修正(作成)します。



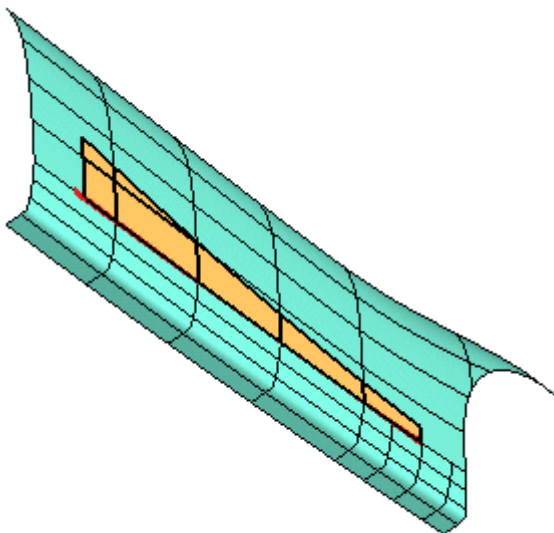
- レイヤー0 とレイヤー55 を表示します。
- ビジュアルブックマークで、「Bend and Twist」を選択しても構いません。同じものが表示されます。
- 前のステップで作成(変形)した要素は  **非表示** にしてください。
-  ワークプレーンを絶対座標系に設定 します。




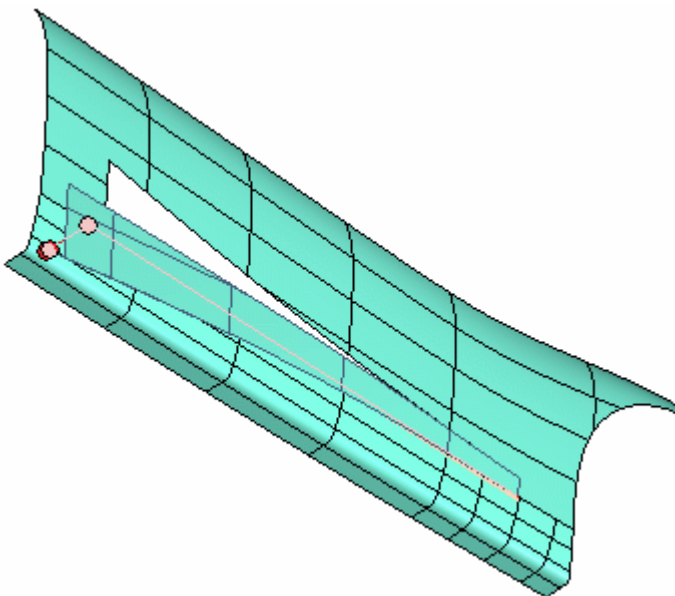
-  **GSMベンド** コマンドを選択します。
- 修正する要素 で  **要素 曲面** を選択します。




- フロントドアの中央の2面を選択します。



-  曲げの線 をクリックして、モデル中の赤い線を選択します。
- 長さ 長さ 150 mm に変更します。

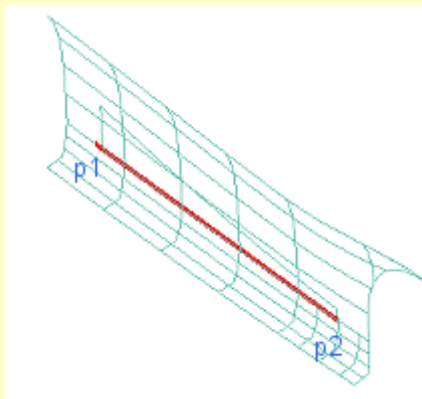


-  OK をクリックします。

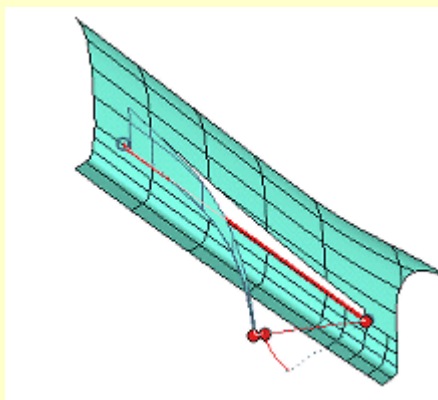
## 線で指定する曲げの線と、2点で指定する曲げの線

選択した線の方角で、どの方角へ曲げるかが決まります。

線の代わりに、2点で曲げの線を定義することもできます。




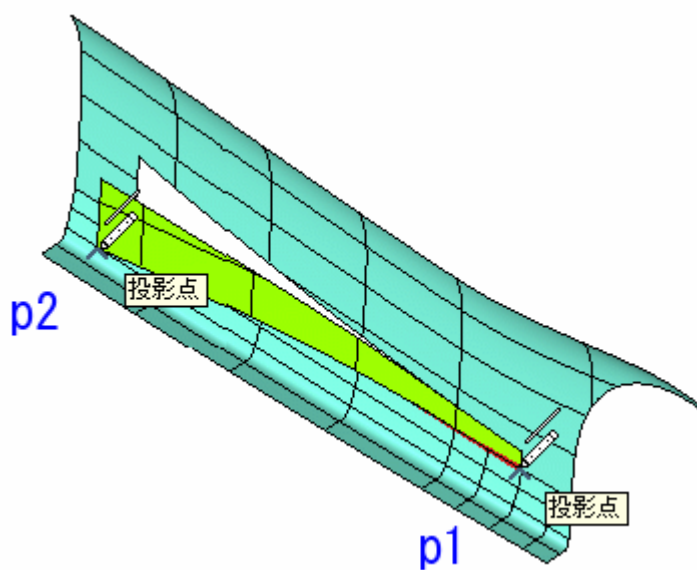
上図のように p1 → p2 と選択すると、曲げの方角が反転します。




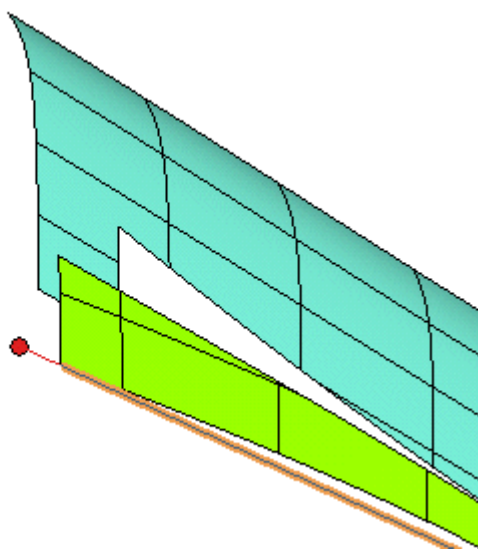
線の方角がどうなっているか不明の場合は、線の端点を必要な順番で選択すればよいでしょう。


続いて、今曲げた曲面の後側をねじります。参照するための軸を先に作成します。





-  **2点を結ぶ線** コマンドで、p1 → p2 の順に結んで線を作成します。

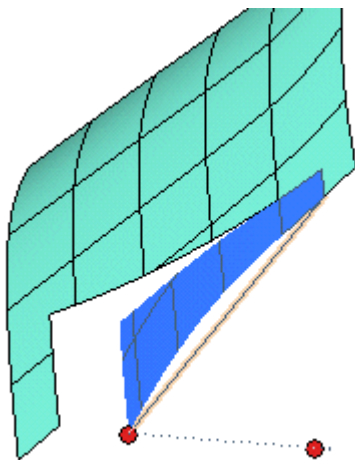


-  **曲線の延長** コマンドで、100 mm 延長します。

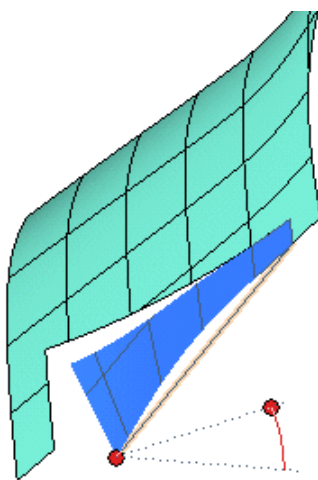


このステップでは、ここで  **GSMツイスト** コマンドを使用して、GSMを行います。

-  **GSMツイスト** コマンドを選択します。
-  修正する要素 で  **要素 曲面** を選択し、先ほどベンドした2面を選択します。
-  **ねじりの軸** で延長した線を選択します。

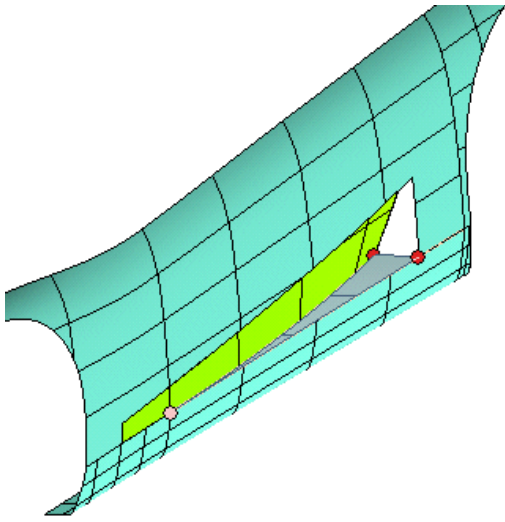


- 角度を **角度 25 deg** に設定します。




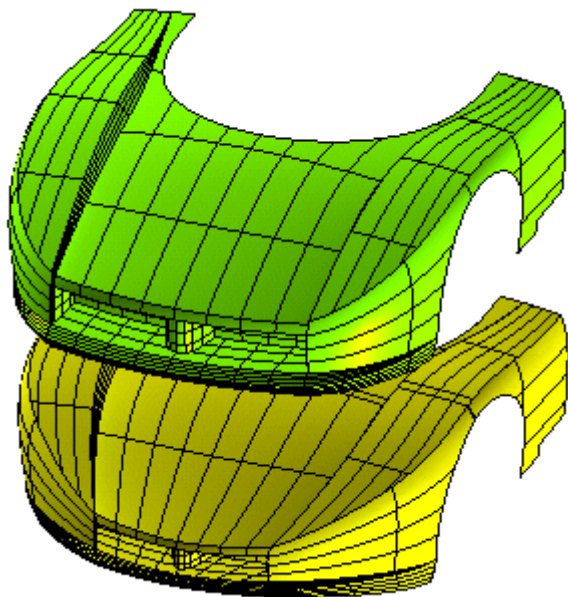
-  **OK** します。



穴の開いた部分は、 **形状ブレンド** コマンドなどで塞ぎます。

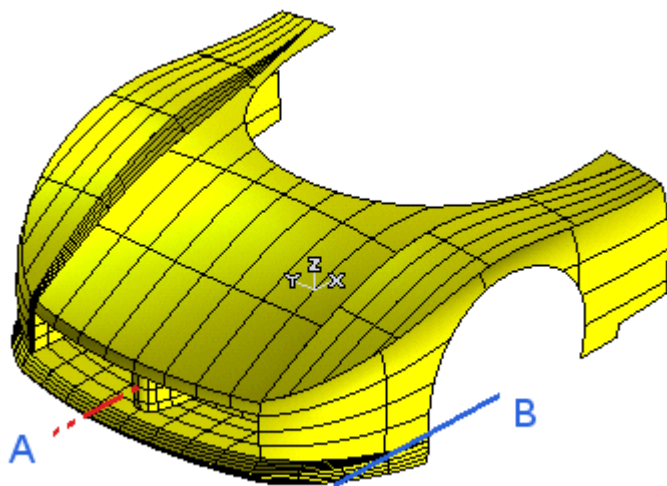




## Step 6: GSMラジアルベンド

このステップでは、 **GSMラジアルベンド** コマンドを用いてモデルを修正します。この例では、車のノーズ部分を少し尖らせてみます。このような、モデルを圧縮したり拡大したりする操作は、特に初期のコンセプトデザインを行う際に大変有用です。



- レイヤー0 とレイヤー50 を表示します。
- ビジュアルブックマークで、「Radial Bend」を選択しても構いません。同じものが表示されます。
- 前のステップで作成(変形)した要素は  **非表示** にしてください。
-  **GSMラジアルベンド** コマンドを選択します。

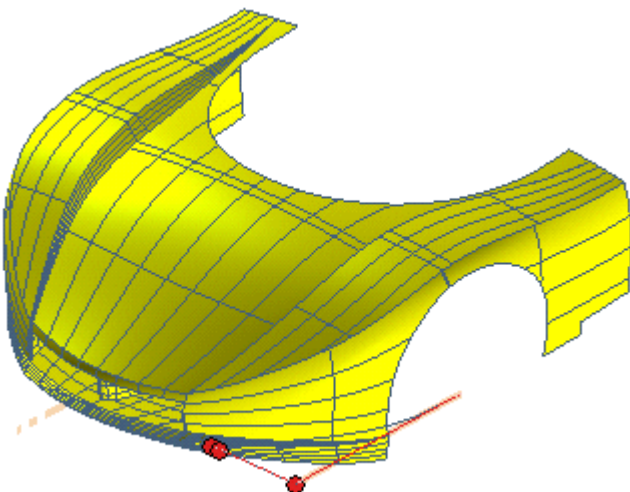


-  回転軸 として、曲線 **A** を選択します。
-  曲げの線 として、形状の外側にある曲線 **B** を選択します。
- ▶ 詳細 オプションを展開し、**直交** ドロップダウンリストが **回転軸** であることを確認します。

### 回転軸と曲げの線

選択した要素に正確に条件を適用するために、ここでは回転軸と曲げの線を選択します。形状の変形は、選択した回転軸を中心として適用され、変形が行われる領域は、曲げの線によって制御されます。(選択した要素の一部のみが実際には変形されます。)

- 修正する要素で  要素 曲面 を選択します。
- すべての曲面を選択します。



長さ2で、曲げの線の長さを修正することができます。また、角度と長さで、曲げの線を中心とした極座標系で形状を変形します。

- 長さに 長さ 400 mm と設定します。

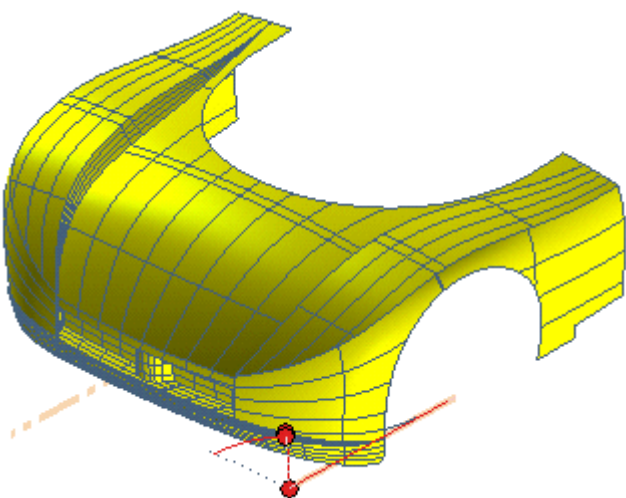
#### 元の面とラジアルベンドによる面

回転軸の始点を通過して、回転軸に垂直な平面を想定し、選択した曲面を2つの部分に分割します。



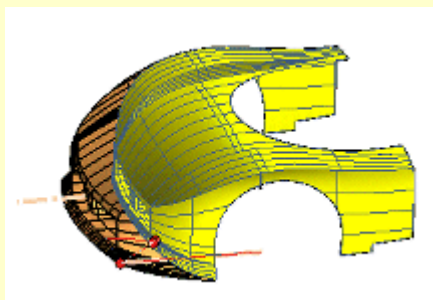
平面より前の面は「ラジアルベンド」要素になりますが、後ろの面は、元の要素タイプを保ちます。

- 次に角度 **角度 45 deg** に設定します。



### クオリティチェック

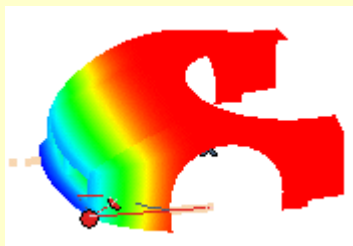
▶ 詳細 オプションを展開し、☐ **非表示** のチェックを外すと、元の形状が表示され、どの程度変形しているのかを確認することができます。



さらに、▶ **クオリティチェック** を選択し、**GSM** タブで、☒ **有効にする** にチェックします。すると画面に要素が色分けされて表示されます。この表示は、作成された形状が元の形状からどの程度変形しているかを示しています。



また、☒ **基本要素** にチェックすると、元の形状がどの程度変形したかを示します。









これらのツールを使用して、変形の様子を詳しく分析することができます。

**長さ**、**角度**、**長さ2** の値をいろいろ変更して、いくつも新しい形状を作成してみてください。このようにして、1つのモデルからたくさんのバリエーションをすぐに作成することができます。



## Step 7: その他の変形

これでグローバルシェイプモデリングの基本的な概念を学習しました。このモデルを使用して、他の変形も試してみてください。  
(ビジュアルブックマークで「Car Shape」を選択すると、車全体の形状が表示されます。)  **アドバンスGSM**、 **GSMペン**、 **GSMツイスト**、 **GSMコピー**、 **GSMラジアルペンド**、 **平面境界ボックス** を使用して、思いのままの変形をお試しください。

