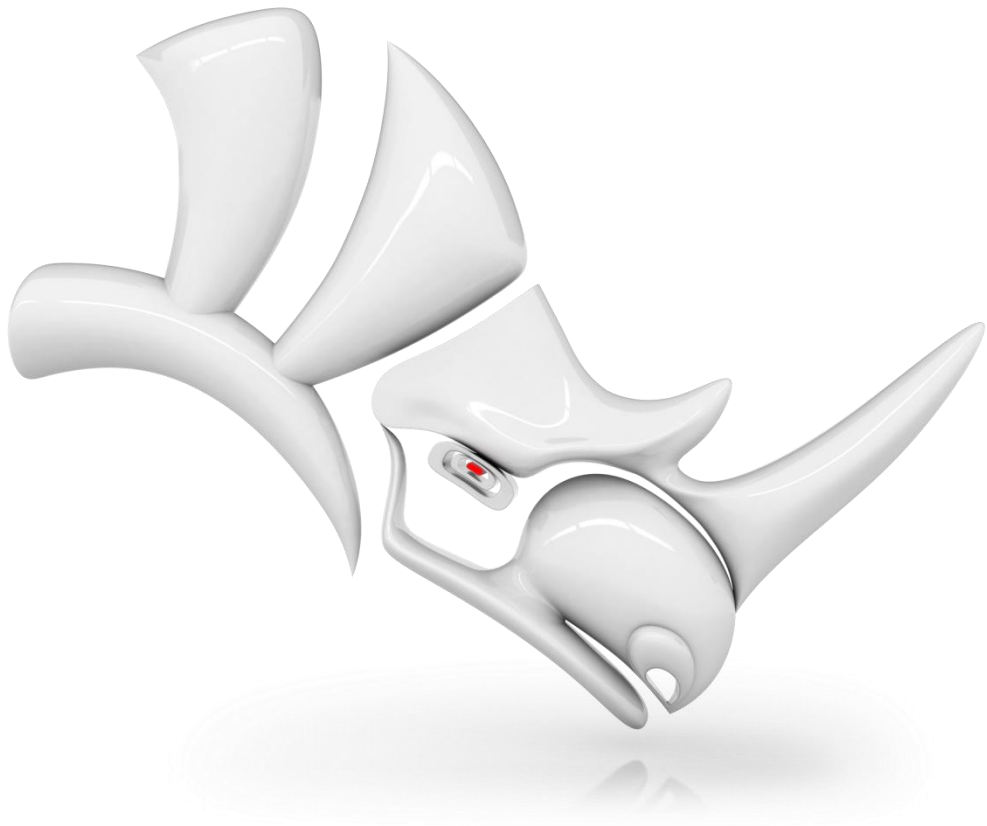


# Rhinoceros®

modeling tools for designers

## トレーニング マニュアル レベル 2





## **Rhinoceros v5.0, Level 2, Training Manual**

Revised 1/7/2014, [Jerry Hambly](#)

© Robert McNeel & Associates 2014

本書の全ての内容は、著作権法上の保護を受けています。著者、発行者の許諾を得ず、無断で複写、複製することは禁じられています。



## 目 次

<b>PART I: はじめに</b> .....1	折り目のあるサーフェス..... 91
<b>1 はじめに</b> .....1	曲線フェアリングによるサーフェス品質の調整..... 97
期間.....1	<b>8 背景にイメージを使用する</b> ..... 103
必要条件:.....1	<b>9 モデリングへのアプローチ</b> ..... 111
コースの目標.....1	<b>10 2次元データを使う</b> ..... 121
スケジュール A: 教室 3 日間コース.....3	2次元の図面からモデルを作る..... 126
スケジュール B: オンライン 6 日間コース.....3	<b>11 サーフェスの解析</b> ..... 131
<b>PART II: 操作画面のカスタマイズ</b> .....7	<b>12 スカルプティング</b> ..... 137
<b>2 Rhino のカスタマイズ</b> .....9	制御点編集に役立つツール..... 137
ツールバー レイアウト.....9	ガムボール..... 137
ボタンにコマンドを入力する際の法則..... 15	ドラッグモード..... 137
コマンドエイリアス..... 18	ナッジ..... 138
マクロエディター..... 19	SetPt (XYZ を設定)..... 138
ショートカットキー..... 20	InsertKnot (ノットを追加)..... 138
プラグイン..... 21	InsertControlPoint (制御点を追加)..... 138
スクリプト..... 24	<b>13 変形ツール</b> ..... 145
テンプレートファイル..... 25	オブジェクトの変形..... 145
<b>PART III: 高度なモデリングテクニック</b> .....31	<b>14 ブロック</b> ..... 151
<b>3 NURBS トポロジー</b> .....33	インスタンスと定義..... 151
<b>4 曲線の作成と連続性</b> .....37	ブロックの定義..... 151
曲線の次数.....37	挿入点..... 151
曲線とサーフェスの連続性.....39	埋め込みブロックとリンクブロック..... 151
曲線の連続性と曲率表示.....40	レイヤとブロック..... 151
連続性を制御するための高度なテクニック.....49	ブロックを編集する..... 152
<b>5 サーフェスの連続性</b> .....51	<b>15 トラブルシューティング</b> ..... 155
サーフェスの連続性を解析.....51	一般的な対策..... 155
サーフェスのマッチング.....51	クリーンなファイルから始める..... 155
ノット追加によるサーフェスマッチングの調整.....55	ファイル修正のガイドライン..... 155
連続性に考慮して使うサーフェスコマンド.....58	<b>16 ポリゴン メッシュ</b> ..... 159
ブレンドサーフェスオプション.....69	レンダリング向けのメッシュ..... 159
フィレット、ブレンド、コーナー.....70	製造向けのメッシュ..... 159
<b>6 ヒストリーを使ったモデリング</b> .....79	NURBS オブジェクトからメッシュを生成..... 160
ヒストリーを使用します.....80	<b>PART IV: レンダリング</b> ..... 165
デフォルトのヒストリー設定がオフの理由.....80	<b>17 レンダリング</b> ..... 167
ヒストリーの使用手順.....80	レンダリング プロパティ..... 169
ヒストリー対応コマンド.....82	ライティング..... 171
ヒストリー機能のコマンド.....82	イメージ・バンプマッピング..... 173
<b>7 高度なサーフェステクニック</b> .....85	デカル..... 174
ドーム型のボタン.....85	

## 練習問題一覧

---

練習問題 1—トラックボールマウス(ウォーミングアップ) .....	5
練習問題 2—Rhino のインターフェースのカスタマイズ .....	9
練習問題 3—トポロジー .....	33
練習問題 4—トリムされた NURBS .....	35
練習問題 5—曲線の次数 .....	37
練習問題 6—図形の連続性 .....	43
練習問題 7—接線連続 .....	45
練習問題 8—曲率連続 .....	48
練習問題 9—サーフェスの連続性 .....	51
練習問題 10—連続性を持つコマンド .....	58
練習問題 11—パッチオプション .....	61
練習問題 12—ロフト .....	62
練習問題 13—ブレンド .....	63
練習問題 14—ブレンドオプション .....	69
練習問題 15—可変半径フィレット .....	71
練習問題 16—可変半径ブレンドと面取り .....	72
練習問題 17—パッチによるフィレット .....	73
練習問題 18—ソフトコーナー .....	73
練習問題 19—ヒストリーの基本 .....	79
練習問題 20—輪郭のなだらかなドーム型ボタン .....	85
練習問題 21—折り目のあるサーフェスの作成 .....	91
練習問題 22—折り目のあるサーフェスの作成(パート2) ...	94
練習問題 23—受話器 .....	103
練習問題 24—カットアウト .....	111
練習問題 25—Adobe Illustrator ファイルの読み込み .....	121
練習問題 26—自由曲面にロゴをフロー変形 .....	123
練習問題 27—洗剤ボトルの作成 .....	126
練習問題 28—サーフェスの解析 .....	131
練習問題 29—ダッシュボード .....	139
練習問題 30—ページ編集によるオブジェクトの変更 .....	145
練習問題 31—他の変形ツールを使用 .....	148
練習問題 32—ブロックの基本 .....	152
練習問題 33—ブロックとしてファイルをインサート .....	154
練習問題 34—トラブルシューティング .....	157
練習問題 35—メッシュ作成 .....	159
練習問題 36—Rhino レンダリング .....	167
練習問題 37—シーンのレンダリング .....	169

## PART I: はじめに

---





# 1 はじめに

---

このトレーニングマニュアルは、Rhinoceros のレベル 2 のトレーニングで使用します。このトレーニングは Rhino を実際に用いる、またはサポートを行う方向けのものです。

このトレーニングでは、モデリングにおけるテクニックの向上を図り、実用的な状況で Rhino のモデリングツールをどのように使っていけばよいのかを受講者が理解できるようにします。

トレーニングに参加されると、短時間で Rhino を効率良く学習することができます。より一層理解を深めるためには、受講期間中に Rhino の端末で繰り返し学習し、更に **Rhino ヘルプ** (ヘルプ> ヘルプトピック) を参考にすると良いでしょう。

## 期間

3 日間

## 必要条件:

レベル 1 のトレーニングを受講済みで、かつ Rhino の使用経験が 3 ヶ月以上あること。

## コースの目標

レベル 2 では以下の項目を学びます:

- ツールバーとツールバーコレクションのカスタマイズ
- 簡単なマクロの作成
- 高度なオブジェクトスナップの使用
- オブジェクトスナップでの距離と角度拘束の使用
- 制御点編集を用いた、サーフェス生成に使用する曲線の作成と編集
- 曲率表示を使った曲線の評価
- サーフェスを作成するための様々な手法
- サーフェスと曲線の再構築
- サーフェスの曲率連続性のコントロール
- ユーザ定義の作業平面の作成、操作、保存、呼び出し
- ユーザ定義の作業平面を使ったサーフェスの作成
- グループオブジェクト
- シェーディング機能を利用したモデルの表示、評価、解析
- オブジェクトの周囲、またはサーフェス上へのテキストの配置
- サーフェスへの平面曲線の配置
- 2 次元図面やスキャンしたイメージからの 3 次元モデルの作成
- インポートしたファイルの整理と整理したファイルのエクスポート
- レンダリングツールの使用



## スケジュール A: 教室 3 日間コース

Day 1	トピック
10-11AM	はじめに、ウォーミングアップ
11-12PM	操作画面、カスタマイズ
12-1PM	休憩
1-2:30PM	NURBS トポロジー、曲線の次数
2:30-5PM	曲線とサーフェスの連続性
Day 2	トピック
10-11PM	ヒストリー、高度なサーフェステクニックと作業平面ツール
11-12PM	作業平面、サーフェスにオブジェクトをマッピング
12-1PM	休憩
1-2:30PM	サーフェスの解析
2:30-5PM	まとめ - スクープ形状の練習
Day 3	トピック
10-11AM	作業平面、サーフェスにオブジェクトをマッピング
11-12PM	サーフェスの解析、制御点によるサーフェス編集
12-1PM	休憩
1-3PM	ブロック、トラブルシューティング、メッシュ
3-5PM	レンダリング (オプション)

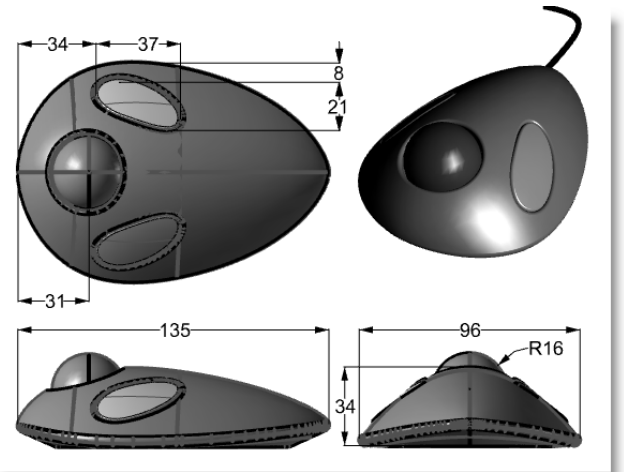
## スケジュール B: オンライン 6 日間コース

Session 1	トピック
9-10:45AM	はじめに、ウォーミングアップ
11AM-2:30PM	操作画面、カスタマイズ
Session 2	トピック
9-10:45AM	NURBS トポロジー、曲線の次数
11AM-12:45PM	曲線とサーフェスの連続性
Session 3	トピック
9-10:45AM	ヒストリー、高度なサーフェステクニックと作業平面ツール
11AM-12:45PM	作業平面、サーフェスにオブジェクトをマッピング
Session 4	トピック
9-10:45AM	サーフェスの解析
11AM-12:45PM	まとめ - スクープ形状の練習
Session 5	トピック
9-10:45AM	作業平面、サーフェスにオブジェクトをマッピング
11AM-12:45PM	サーフェスの解析、制御点によるサーフェス編集
Session 6	トピック
9-10:45AM	ブロック、トラブルシューティング、メッシュ
11AM-12:45PM	レンダリング (オプション)



**練習問題 1—トラックボールマウス(ウォーミングアップ)**

- 1 新しいモデルで始めます。**Trackball.3dm** という名前で保存します。
- 2 トラックボールマウスを自身でモデリングしてください。  
寸法は mm です。寸法はガイドとしてのみ使ってください。





## PART II:

# 操作画面のカスタマイズ





## 2 Rhino のカスタマイズ

この章では、以下のツールを使った、Rhino 操作画面のカスタマイズについて解説します：

- ツールバー レイアウト
- マクロ エディター
- ショートカット キー
- スクリプト
- テンプレート ファイル

### ツールバー レイアウト



ツールバーレイアウトは、ツールボタンを格納するツールバーを画面上に配置します。ツールバーレイアウトは、ファイル(.rui)の中に保存され、後から開いたり保存したりできます。Rui ファイルは、ツールヒントとボタンテキストのほか、コマンドマクロや 3 つのサイズのアイコンを含んでいます。Rhino は起動時にデフォルトのツールバーファイルを開き、.rui ファイルが読み込み専用でなければ、Rhino 終了時にアクティブなツールバーレイアウトを自動的に保存します。自分専用のツールバーファイルを作ることができ、後で使えるように保存することができます。

一度に複数のワークスペースを開く事ができます。これにより、特定の作業のためのツールバーを自在に表示できるようになります。

Rhino のカスタマイズツールは、ツールバーやボタンを簡単に作成したり修正したりできるようになっています。コマンドを結合してマクロ化することによって、より複雑な作業を自在に行うことができます。ツールバーのカスタマイズに加えて、Rhino で作業を実行するためのコマンドエイリアスやショートカットキーを設定することができます。

#### 練習問題 2—Rhino のインターフェースのカスタマイズ

この練習問題では、このトレーニングを通して利用できるボタン、ツールバー、マクロ、エイリアス、ショートカットキーを作っていきます。

##### カスタムツールバーコレクションを作ります：

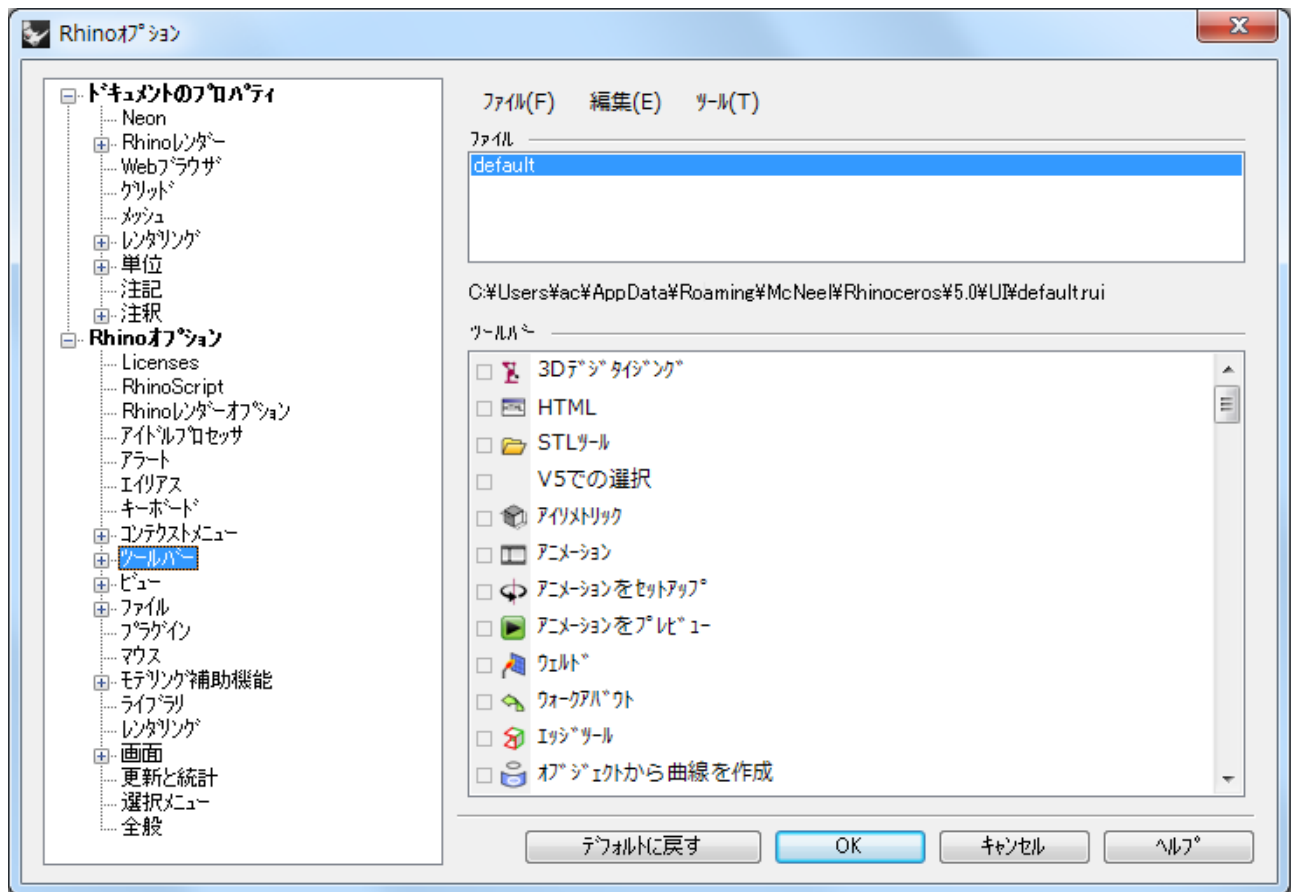
デフォルトのコマンドやボタンでは、操作したい機能ができないことがあります。例えば、**全体表示** は、モデル内にある全てのオブジェクトの全体が表示できるようズームします。この練習問題では、ライトを含め、いくつかのオブジェクトがあるモデルを開きます。

そのオブジェクトをズームするため、**全体表示** を使いますが、ライトのオブジェクトに対して機能させたくありません。この練習問題では、モデル内にある、ライトのオブジェクト以外を全体表示するツールバーボタンを新たに作ります。

- 1 **ZoomLights.3dm** モデルを開きます。
- 2 **ツール > ツールバーレイアウト** を選択します。

**Rhino オプション** ダイアログの **ツールバー** ページが開かれます。

### 3 default のツールバーファイルをハイライトさせます。



#### 4 ツールバー ページで、ファイル> 名前を付けて保存 をクリックします。

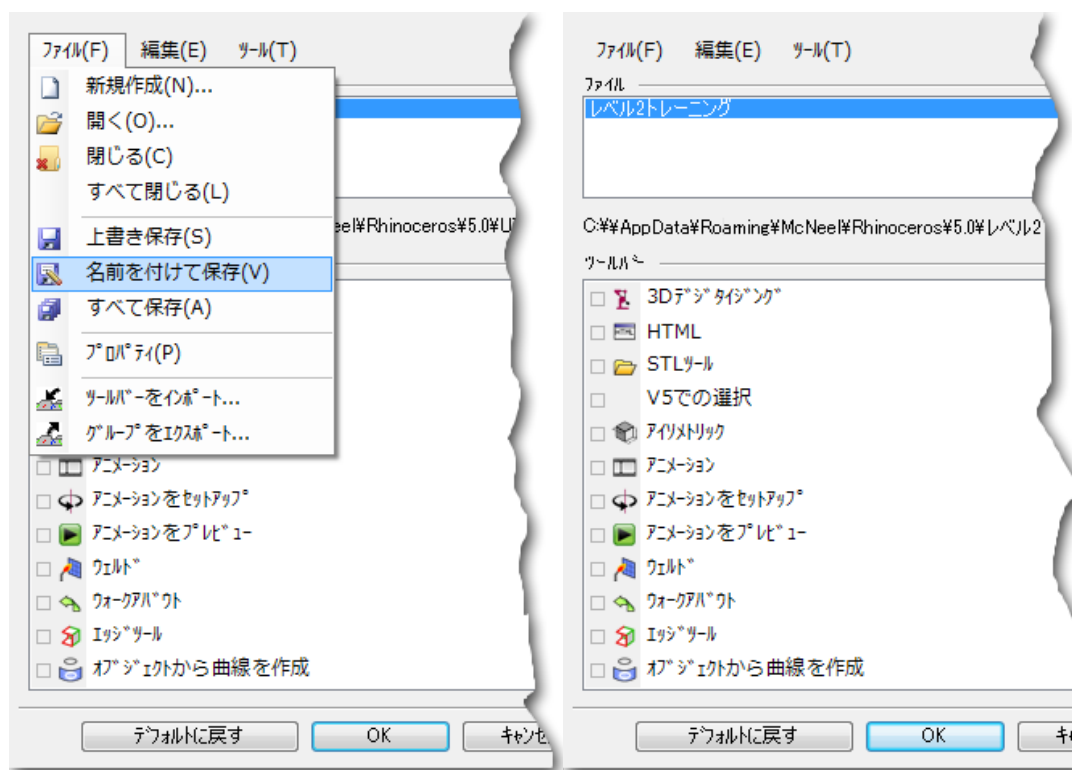
#### 5 ファイル名 のボックスに レベル 2 トレーニング と入力し、保存 を押します。

現在のデフォルトのツールバーのコピーが新しい名前で作成されたことになります。

ツールバーファイルは、拡張子.rui が付いて保存されます。この新しいツールバーファイルを使っていくつかのカスタマイズを行ってみます。

**Rhino オプション** ダイアログの **ツールバー** ページでは、開かれているすべてのツールバーファイルがリストアップされ、ツールバーファイルを選択するとその中のすべてのツールバーがリストアップされます。

ボックスにチェックを入れるとツールバーの現在の状態が表示されます。チェックボックスはどのツールバーが表示されているのかを示します。

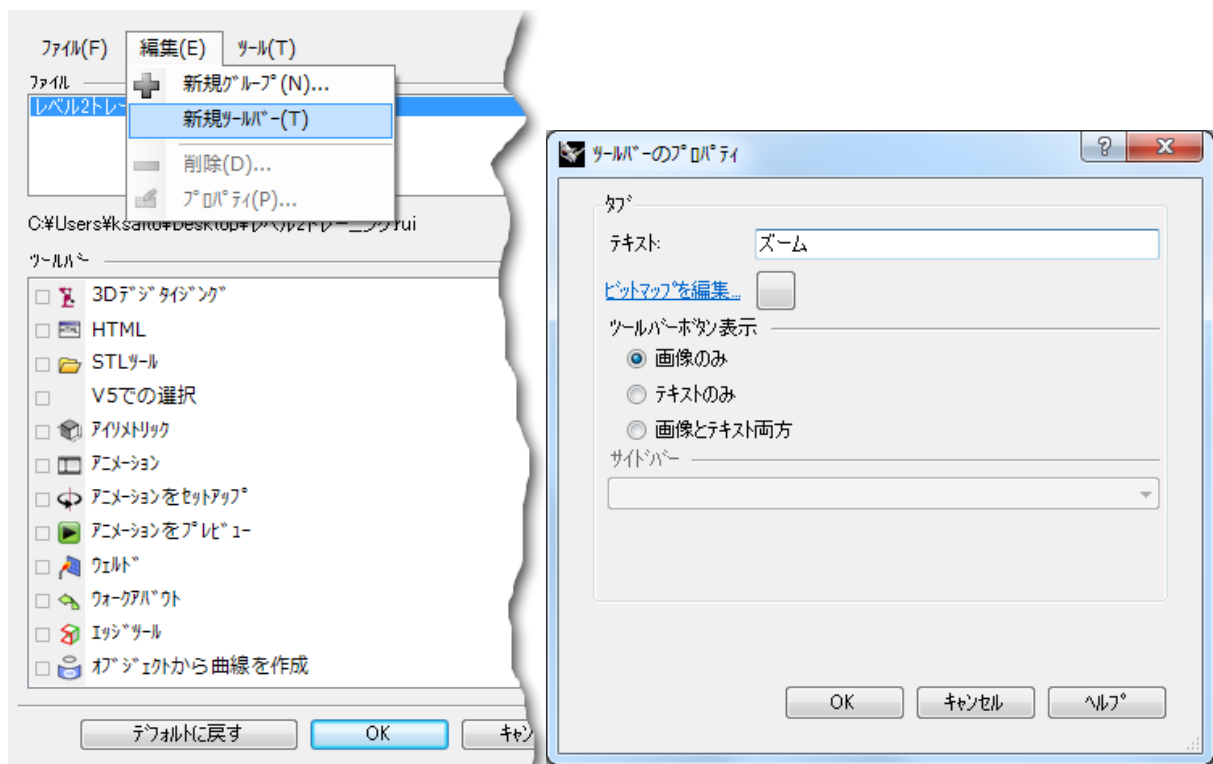


### 新しいツールバーを作成します

- 1 ツールバー ページで、**編集** > **新規ツールバー** をクリックします。
- 2 ツールバーのプロパティ ダイアログ、ツールバーの名前を **ズーム** と入力し、**OK** を押します。

画面上に 1 つの新しいボタンを持つツールバーが現れます。

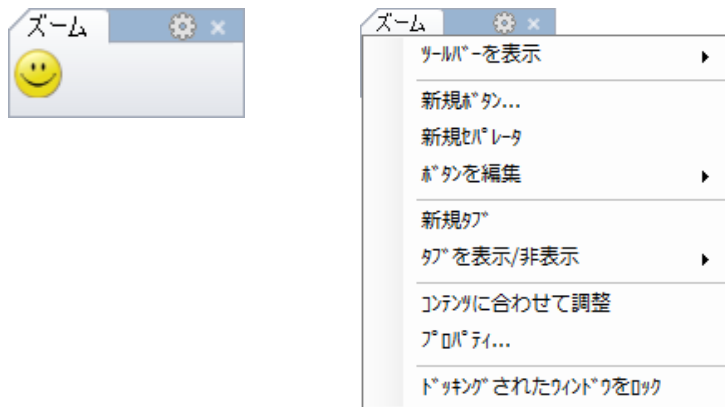
### 3 Rhino オプション ダイアログを終了します。



ツールバーの設定は、浮動ツールバーのタイトルバーからも行うことができます。

### 4 新しいツールバーのタイトルバー上で **右クリック** します。

ツールバーのオプションとコマンドのポップアップリストが表示されます。



#### 新しいボタンを編集します

- 1 新しいツールバーのスマイリーフェイスのボタン上で、**Shift** を押しながら **右クリック** します。

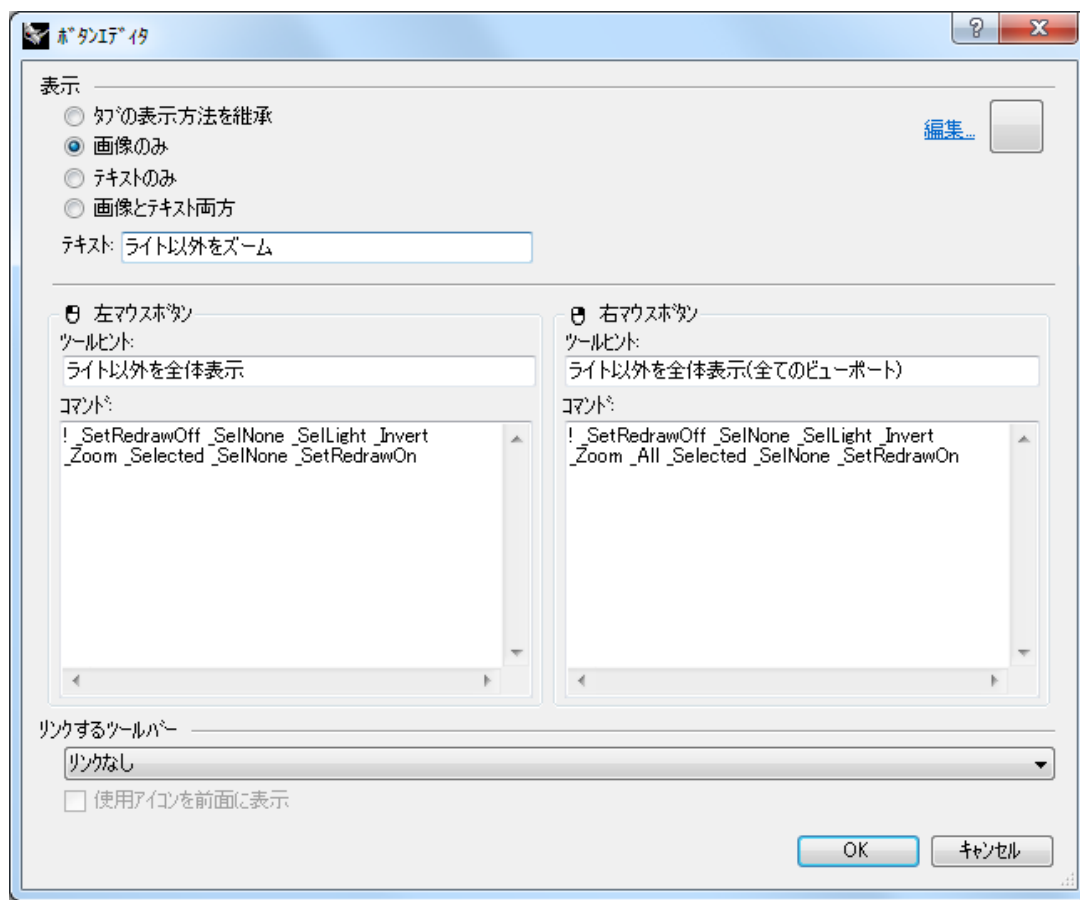
**ボタンエディタ** ダイアログに、ツールヒントや左ボタン、右ボタンに登録するコマンドのフィールドを持ったボックスが表示されます。

- 2 **ボタンエディタ** ダイアログ、**画像のみ** をクリックします。

**テキスト** ボックスに、**ライト以外をズーム** とタイプ入力します。

### 3 左マウスボタン の ツールヒントに、ライト以外を全体表示、

右マウスボタン の ツールヒントに、ライト以外を全体表示 (全てのビューポート) を入力します。



### 4 左マウスボタン の コマンド ボックスに、以下のようにタイプ入力します。

**! \_SetRedrawOff \_SelNone \_SelLight \_Invert \_Zoom \_Selected \_SelNone \_SetRedrawOn**

### 5 右マウスボタン の コマンド ボックスに、以下のようにタイプ入力します。

**! \_SetRedrawOff \_SelNone \_SelLight \_Invert \_Zoom \_All \_Selected \_SelNone \_SetRedrawOn**

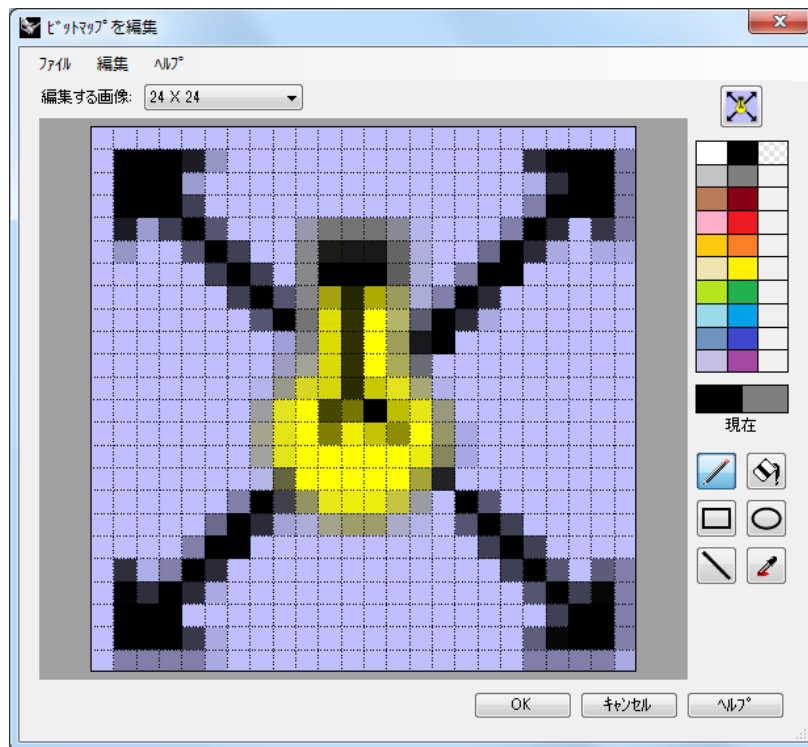
ボタンのビットマップイメージを変更します。

- 1 **ボタンエディタ** ダイアログで、ボタンアイコンの隣にある **編集...** をクリックして **ビットマップを編集** を開きます。

ビットマップエディターはアイコンのビットマップを修正できる簡単なペイントプログラムです。画面上の任意の部分をアイコンとしてキャプチャーできる grab 機能や、ファイルをインポートする機能があります。

- 2 **ビットマップを編集** ダイアログで、**ファイル > ビットマップ** をインポート(フィット) で、**ZoomNoLights\_32.png** を選択します。

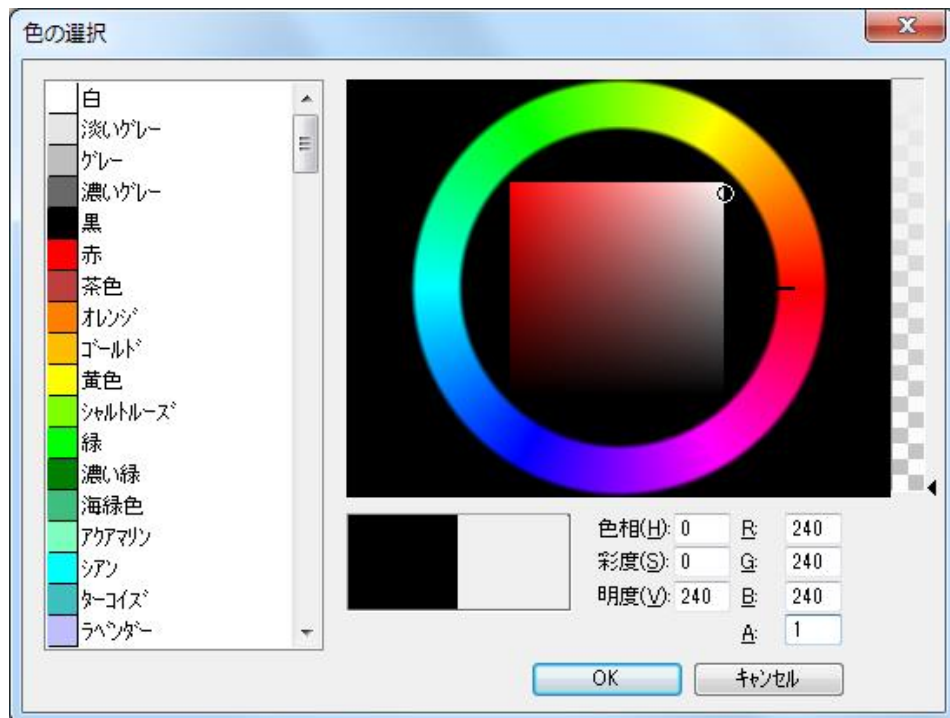
様々なビットマップイメージをインポートできますが、ビットマップが大きすぎる場合は、大きさを調整してインポートされます。



- 3 **ビットマップを編集** ダイアログで図柄に変更を加え、**OK** を押します。

より詳細な色選択を行う為に、**色の選択** ダイアログを表示するには、標準色の下にあるカラー見本をダブルクリックします。

- 4 **ボタンエディタ** ダイアログの **OK** を押します。



## アルファチャンネルを使用してビットマップイメージを変更します

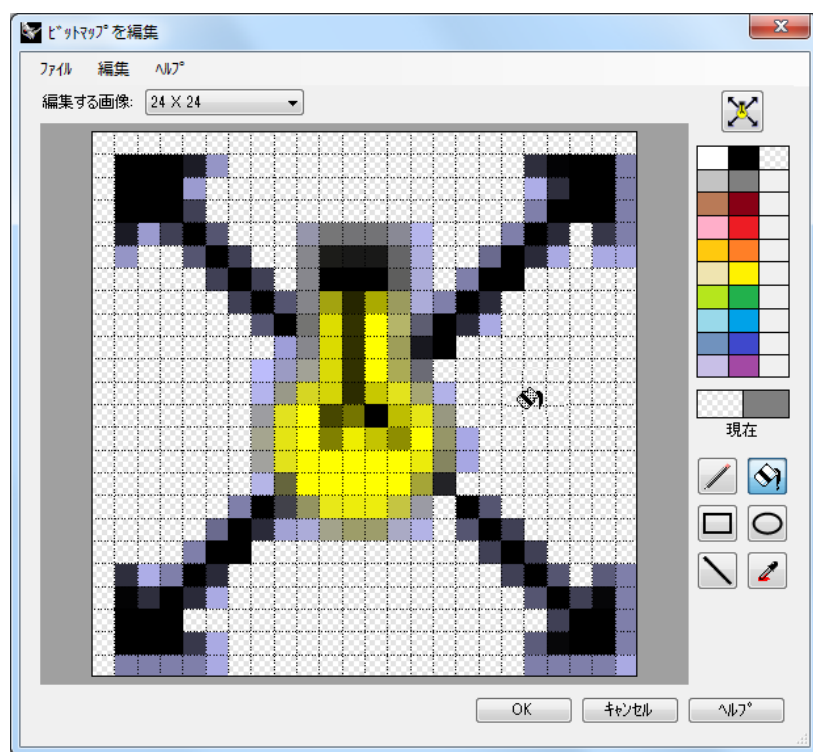
新しいボタンの背景色が他のボタンの背景色と同一色ではありません。これを変更する為にアルファチャンネルを使用して、ボタンの背景を他のボタンと合わせます。

- 1 **Shift** を押しながら、**ライト以外をズーム** ボタンを右クリックします。
- 2 **ボタンエディタ** ダイアログで、**編集...** をクリックして **ビットマップを編集** を開きます。
- 3 カラー見本で、黒の隣にある右上のカラー見本を左クリックします。カラー見本の設定を変更するためダブルクリックして、アルファカラーの値を( **A** の項目)を **255** から **1** へ変更します。

これでボタンの色は透明になります。

- 4 **塗りつぶし** ボタンを押します。次に、ボタンイメージの背景領域を **左クリック** してください。
- 5 **ビットマップを編集** ダイアログの **OK** をクリックして、**ボタンエディタ** ダイアログの **OK** をクリックします。

色は Windows の 3D Objects 色に揃います。



## 新しいボタンを使用します

- 1 **ライト以外をズーム** ボタンをクリックします
- 2 ボタンを使って、2 つの方法でモデルをズームします。  
全体表示のズームを行う時に、ライトが無視される事に注意してください。

## ボタンにコマンドを入力する際の法則

以下の法則を使って適当なボックスにコマンドやコマンドの組み合わせを入力することができます：

アイテム	サンプル	説明
スペース	!_Line	スペースは <b>Enter</b> と判断されます。 コマンドはスペースを含まないので(例: <b>SellLight</b> )コマンドとコマンドの間にスペースを入れることでコマンドを分けます。
" "		スペースを含むファイル、ツールバー、レイヤ、オブジェクト名、ディレクトリをコマンド文字列に含む場合は、そのパス、ツールバー名、ディレクトリの場所をダブルクォーテーション(" ")で囲みます。
! (感嘆符)	!-_Circle	! の後にスペースがある場合は、キャンセルの意味になります。ボタンをクリックしたときに実行中のコマンドをキャンセルする場合には、通常でボタンコマンドを始めるとういでしょう。
' (アポストロフ)		<b>Zoom</b> のようなビュー操作コマンドは、他のコマンドの実行途中でも実行できます。例えば、ロフトを行うため、曲線を選択している途中に、ズームや画面移動ができます。コマンド名の前にアポストロフ(')がある場合は、次のコマンドはネストする事が可能なコマンドです。

アイテム	サンプル	説明
_ (アンダーバー)		アンダーライン( _ )は、英語のコマンド名を使ってコマンドを実行します。Rhino は多くの言語でローカライズされています。英語以外のバージョンは、コマンド、プロンプト、コマンドオプション、ダイアログボックスがそれぞれの言語に翻訳されます。英語のコマンド名は、これらのバージョンで機能しません。ライノの言語に関係なく、全てのコンピューターで機能するために、英語で記述されるスクリプトを使うには、アンダーライン( _ )を用いて、英語のコマンド名を実行させる必要があります。
- (ハイフン)	-_Sweep2	ダイアログを表示するコマンドも、コマンドライン上でそのオプションを実行できます。ダイアログを表示せずに、コマンドラインオプションを使用するには、コマンド名の前にハイフン(-)を付けます。
Pause		マクロの中に <b>Pause</b> コマンドを置くことによって、マクロ実行中に、キー入力やマウスクリックを受け付けるようにできます。 <b>Revolve</b> コマンドのようなダイアログボックスを表示するコマンドは、マクロからダイアログへ入力することはできません。ダイアログボックス無しでマクロから全体をコントロールするには、ハイフン(-)がついた形のコマンド(- <b>Revolve</b> )を使います。

**Note:** 上記の法則は、**ReadCommandFile** コマンドやペースト機能から実行されるスクリプトにも当てはまります。より複雑なスクリプトは RhinoScript プラグインで作成できますが、多くの場合が基本的なコマンドとマクロの法則によって実行できます。

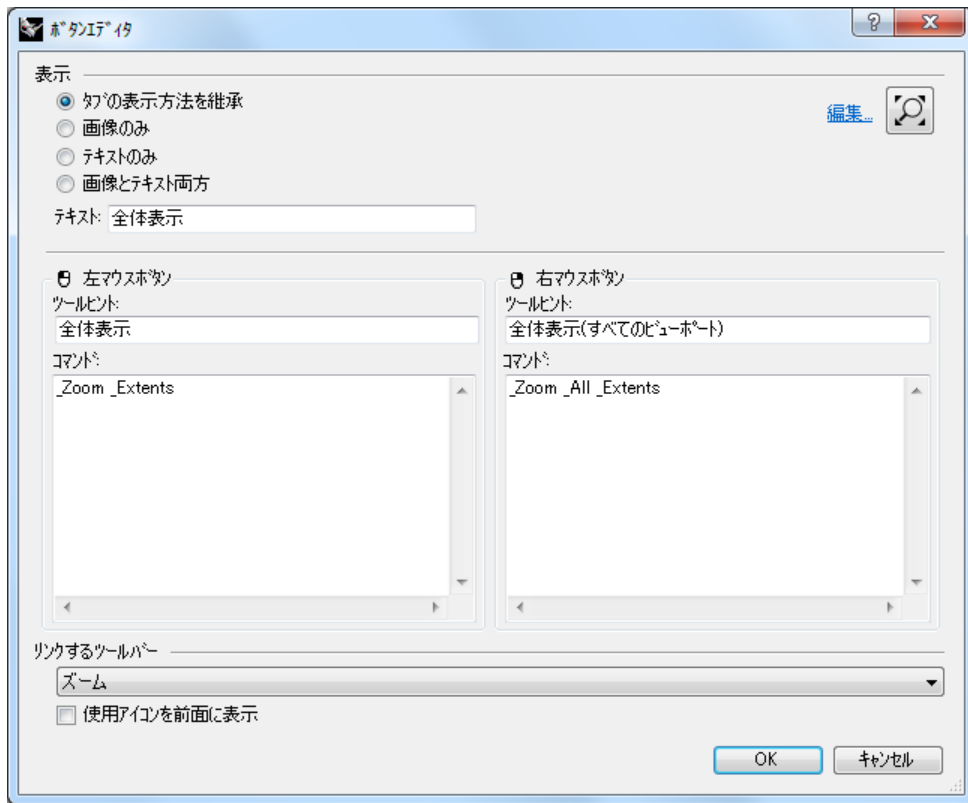
マクロで便利なコマンド: **SelLast, SelPrev, SelName, Group, SetGroupName, SelGroup, Invert, SelAll, SelNone, ReadCommandFile, SetWorkingDirectory**.

#### ボタンにツールバーをリンクします

- 標準** ツールバーの **全体表示** ボタンを **Shift** を押しながら **右クリック** します。
- ボタンエディタ** ダイアログで、リンクするツールバーの ドロップダウンリストから **ズーム** を選択して **OK** を押します。  
こうすることにより、**全体表示** ボタンは、ツールバーがリンクされていることを示す、小さな黒い三角形が右下隅に表示されるようになります。
- リンクされたツールバーをフライアウトさせるために、**全体表示** ボタンを押し続けます。  
作成した **ズーム** ツールバーを閉じた場合でも、リンクしたボタンから再度開くことができます。



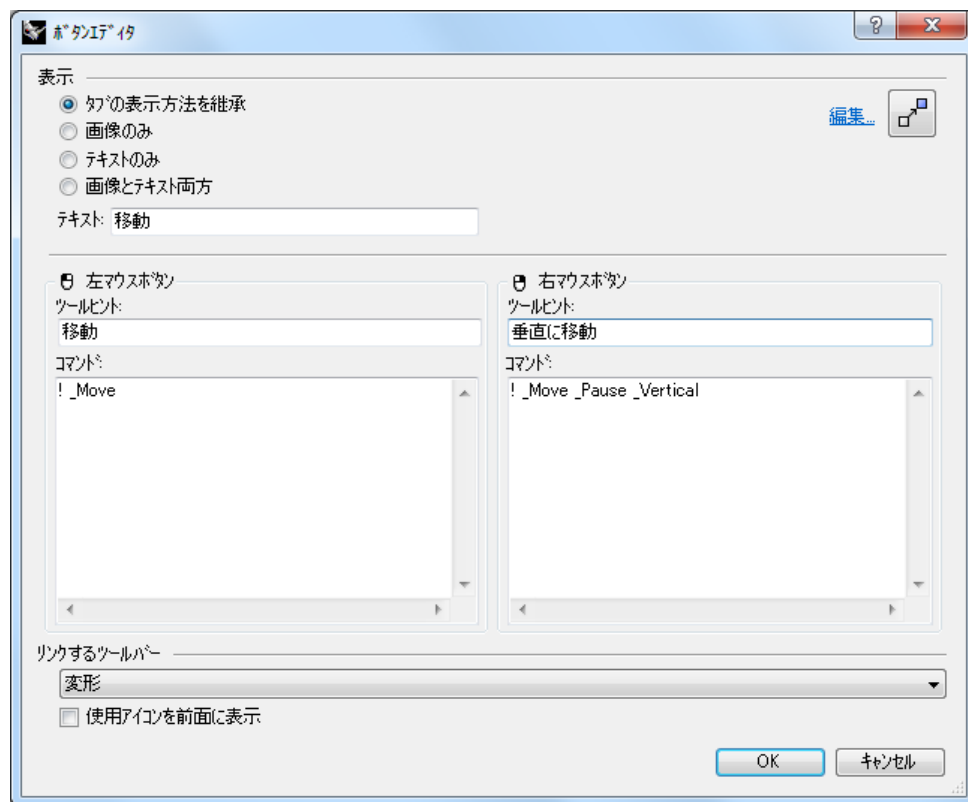
#### 4 新しくリンクされたボタンを試してみてください。



#### 既存のボタンにコマンドを追加します

- 1 メイン ツールバーの **移動** ボタンを **[Shift]** を押しながら **右クリック** します。
- 2 ボタンエディタ ダイアログで、**右マウスボタンコマンド** のボックスに、以下をタイプ入力します。  
**! \_Move \_Pause \_Vertical**
- 3 ボタンエディタ ダイアログで、**右マウスボタン ツールヒント**に、**垂直に移動** とタイプ入力します。  
このボタンは、オブジェクトを作業平面に対して垂直に移動します。このトレーニング中に、このコマンドは何度か使用することになります。
- 4 モデル内のオブジェクトの1つを選択し、**移動** ボタンを右クリックします。

## 5 選択したオブジェクトを、作業平面に対して垂直に移動します。



## コマンドエイリアス

ボタンで利用できるのと同じコマンドやマクロが、コマンドエイリアスでも利用できます。コマンドエイリアスは、Rhinoの便利なオプションのひとつです。キーボードから1文字またはそれ以上の文字を打ち込んでその後に入力することによって、コマンドやマクロを利用できます。

よく使用するコマンド操作は、エイリアスを使用するとよいでしょう。

**Note:** エイリアスの作成時、お互いに近いキーを使うか、あるいは同じ文字を2、3回繰り返すことで簡単になります。

### コマンドエイリアスを作成します

- 1 **Aliases.3dm** モデルを開きます。
- 2 ツール > オプションを選択します。
- 3 **Rhino オプション** ダイアログの **エイリアス** ページで、エイリアスとコマンド文字列またはマクロを加える事ができます。

#### 4 新しいエイリアスを作るために **新規作成** をクリックします。

選択したオブジェクトをアクティブな作業平面の原点を挟んで垂直、または水平にミラーリングするようなエイリアスを作ってみましょう。原点を中心として対称となるオブジェクトを作るときに便利です。



#### 5 エイリアス カラムに **mx** と入力します。

**コマンドマクロ** カラムに、**!\_Mirror \_Pause \_XAxis** とタイプ入力します。

左のカラムにエイリアスを、右のカラムにコマンドストリングやマクロを入力します。また、マクロの作成は、ボタンの場合と同様です。また、エイリアスは、他のエイリアスやボタンのマクロ内でも使用できます。

#### 6 さらに新しいエイリアスを作るために **新規作成** をクリックします。

#### 7 エイリアス カラムに **my** と入力します。

**コマンドマクロ** カラムに、**!\_Mirror \_Pause \_YAxis** とタイプ入力します。

作成したエイリアスを試します。

オブジェクトを選択して、**mx** または **my** と入力して **Enter** を押します。

オブジェクトを先に選択していない場合は、スクリプト中の **Pause** がオブジェクトを選択するためのプロンプトを表示します。もう一度 **Enter** を押すと選択が終了します。

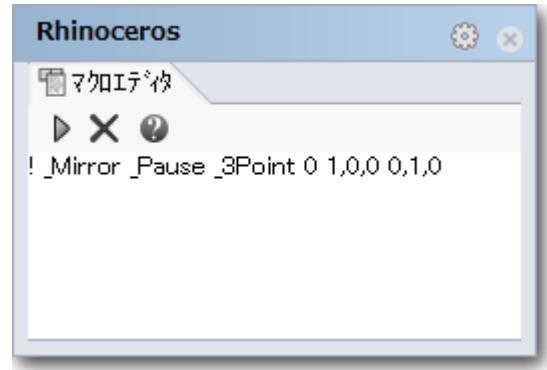
## マクロエディター

より複雑なマクロを作成する場合は、Rhino ビルトイン・マクロエディタを利用するとよいでしょう。マクロは、エディタ画面上で直接編集や実行することができます。そのため、コマンドオプションや構文が正しく動作するか素早く確認できます。

## マクロエディタを使用するには

次の例では、作業平面を使ってミラーコピーを実行するマクロを作成します。エイリアスのリストに追加する前に、マクロの作成とテストを行うため、マクロエディタを使用します。

- 1 ツール> コマンド> マクロエディタをクリックします。
- 2 マクロエディタ内で、以下をタイプ入力します。  
**!\_Mirror \_Pause \_3Point 0 1,0,0 0,1,0**
- 3 マクロをテストするため、マクロエディターの **実行** ▶ アイコンをクリックします。
- 4 マクロが正しく動作するようであれば、テキストを選択して、クリップボードにコピーします。
- 5 **Options** ダイアログの **エイリアス** ページを開き、**mc** というエイリアスを作成します。マクロエディターからエイリアスのコマンドカラムに、テキストを貼り付けます。
- 6 オブジェクトを選択して、新しいエイリアスを試します。**mc** とタイプ入力して **Enter** を押します。



## オプション設定のエクスポートとインポート

オプションで設定した内容を、デスクトップの PC からラップトップの PC といったように、他のコンピューターにコピーすることができます。特に、エイリアスやキーボードショートカット、表示モードの設定には便利です。Rhino は、オプションの設定内容をファイルとして入出力するコマンドがあります。

- 1 ツール> オプションをエクスポートをクリックします。
- 2 名前を付けて保存 ダイアログで、**ファイル名** に、**レベル 2\_オプション** と入力して保存します。  
これで現在の設定がファイルに保存されます。
- 3 先に作成したエイリアスのひとつを削除します。
- 4 ツール> オプションをインポートをクリックします。
- 5 オプションをインポート ダイアログで、保存したファイルを選択します。
- 6 オプションをインポート ダイアログで、**エイリアス**、**画面** のほか、インポートしたオプションをクリックします。  
削除したエイリアスが元に戻ったか確認してください。

## ショートカットキー

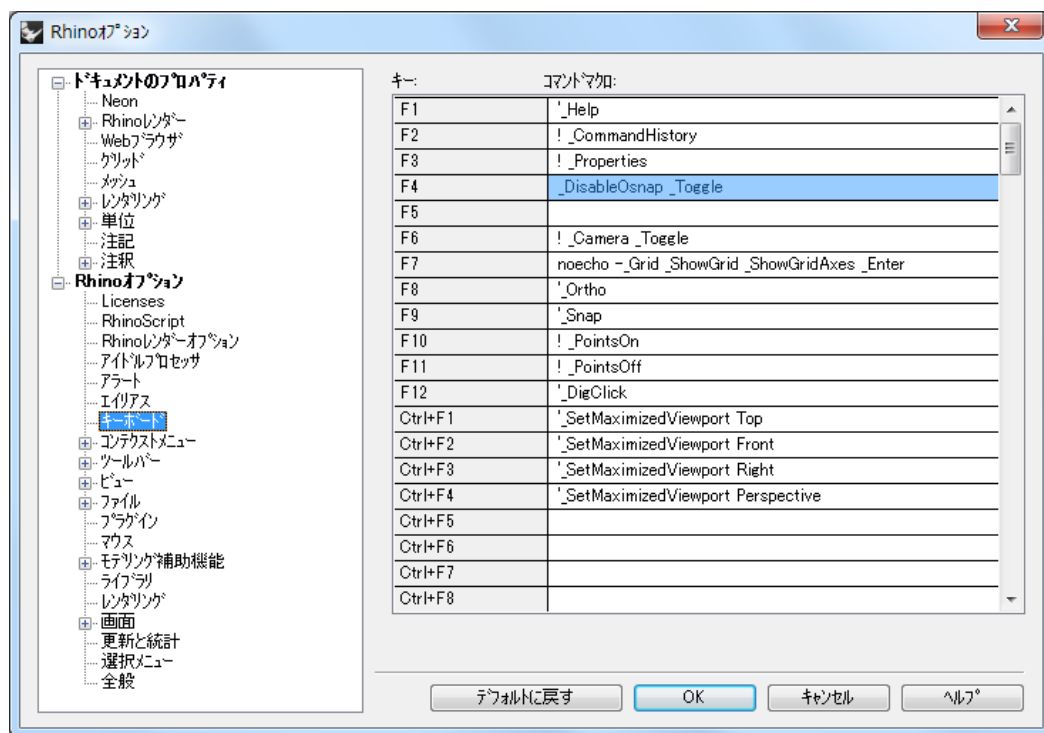
ボタンによって使うことのできるものと同じコマンド、コマンド文字列、マクロが、キーボードのショートカットでも使うことができます。ショートカットはキーボードのファンクションキー、**Ctrl**、**Alt**、**Shift**、アルファベットキー、数字キーを組合せて使うことができます。

### ショートカットキーの作成

- 1 ツール> オプションをクリックします。
- 2 **Rhino オプション** ダイアログの **キーボード** ページでコマンド文字列やマクロを追加することができます。
- 3 新しいショートカットを作るために **F4** の隣のカラムをクリックします。
- 4 ショートカットとして、**\_DisableOsnap \_Toggle** と入力します。  
このショートカットによって、実行中のオブジェクトスナップを簡単に無効に切り替えることができます。

## 5 ダイアログボックスを終了させ、ショートカットを試してみましょう。

ショートカットキーがいくつか既に設定されています。コマンドマクロの法則は、ツールボタンとエイリアス同様です。



## プラグイン

プラグインは Rhino の機能を拡張するプログラムです。プラグインは以下のように分類されます：

### 付属プラグイン

Rhino 出荷時にインストールされています。これらのプラグインのいくつかは、例えば、Rhino レンダー、レンダー開発キット、Rhino ツールバーやメニュー、ボックス編集等、ロードされています。また、インストールされていてもロードされていないプラグインもあり、そのほとんどがファイル入出力のプラグインです。それらは通常使用可能で、初めて利用する際にロードされます。

### Rhino 5.0 ラボ プラグイン

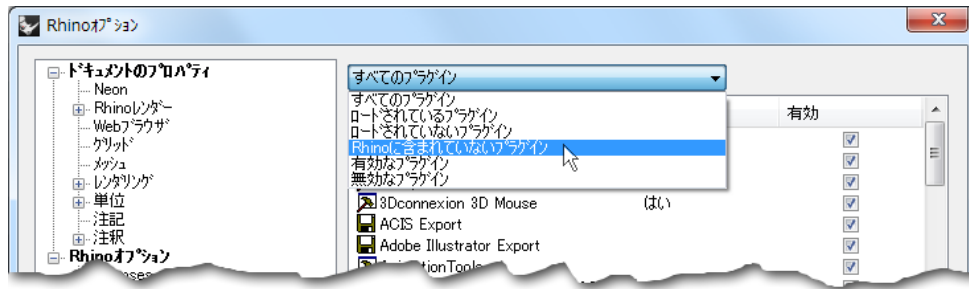
開発中の実験的なプラグインです。これらのプラグインは、将来のサービスリリースや Rhino 次期バージョンでの搭載が予定され、[Rhino 5.0 Labs Tools](http://wiki.mcneel.com/labs/home) (<http://wiki.mcneel.com/labs/home>)でダウンロードできます。

### マクニール プラグイン

Flamingo nXt, Penguin, Brazil (レンダリング), Bongo (アニメーション)は、いずれも有償のマクニール製品です。

## サードパーティー プラグイン

このプログラムやユーティリティは、サードパーティーによって開発されたものです。無償で公開されているものもありますが、ほとんどのプラグインが有償です。また、プラグインではなく、Rhino と共に動作するスタンドアロンのプログラムもあります。いずれも、一般的には Rhino に特定の機能を追加します。例えば、RhinoCam は CAM アプリケーション、VRay はレンダリング、RhinoGold はジュエリーデザイン用のソフトウェアです。これらのプログラムの詳しい情報は、Rhino の [リソース](http://www.rhino3d.com/resources/) ページ (<http://www.rhino3d.com/resources/>) をご覧ください。



### プラグインをロードします

ここでは、Rhino 5.0 ラボ ページで公開されているプラグインを使って、インストールを行って使用してみます。

1 ツール > オプション をクリックします。

2 プラグイン ページをクリックします。

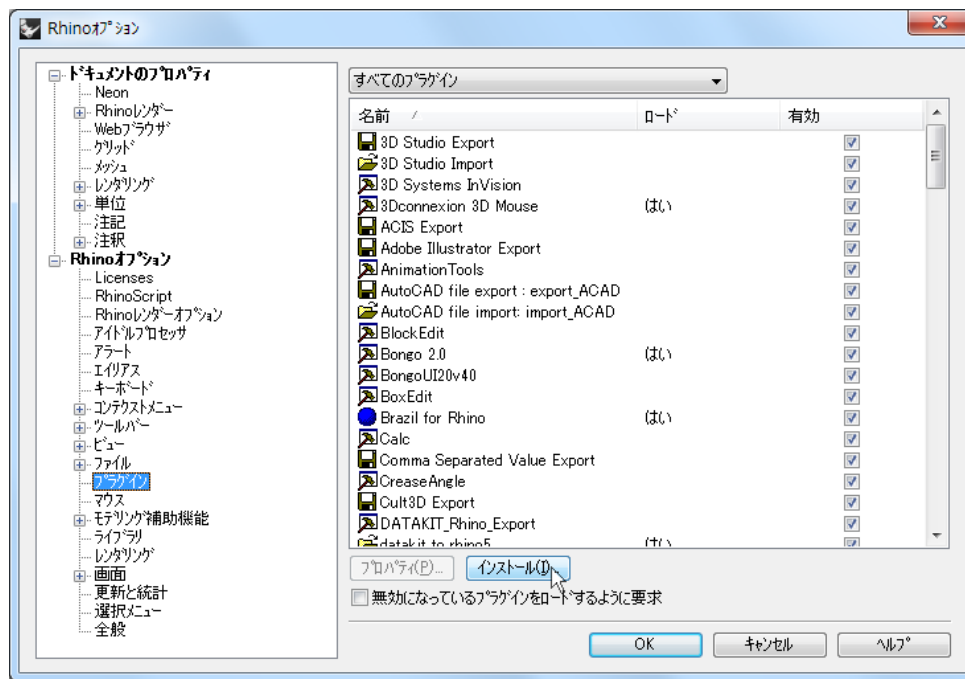
現在ロードされており、使用可能なプラグインがリスト表示されています。

3 プラグイン ページにて、インストール をクリックします。

4 プラグインをロード ダイアログで、使用しているRhino5のプラットフォームに合わせて、**Level2/Models/Plug-ins** フォルダ内の **RhinoPolyhedra\_x64.rhp** (32-bit版の場合は、**RhinoPolyhedra\_x86.rhp**)を開きます。

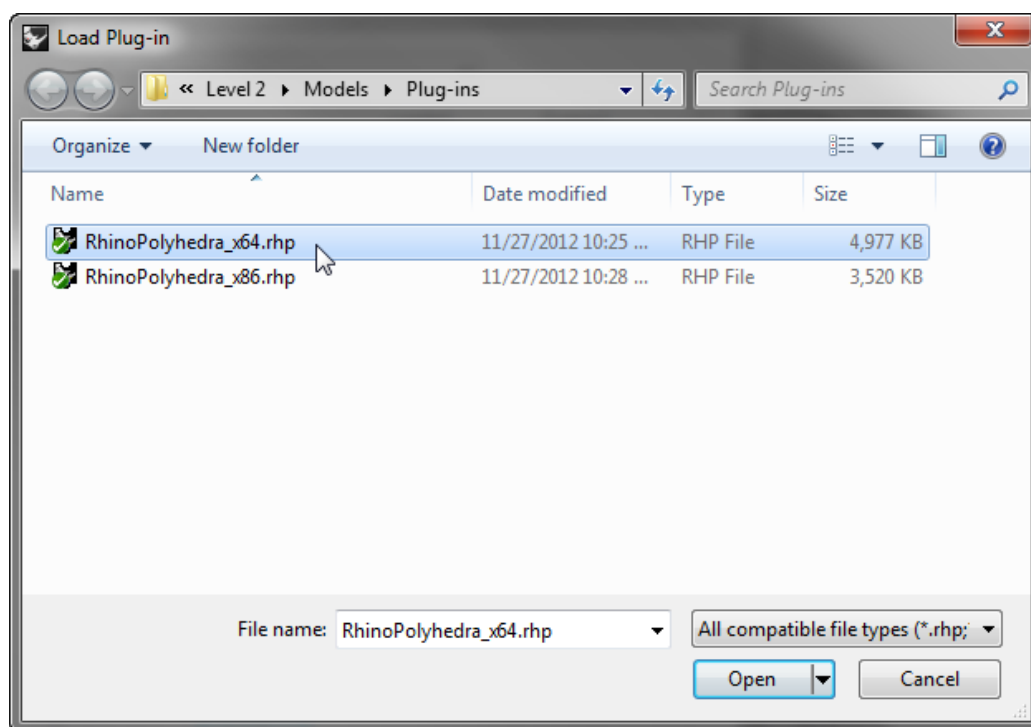
5 コマンドを実行するには、コマンドラインに、**Polyhedron** とタイプ入力します。

## 6 Polyhedron ダイアログで、リストから polyhedrons (多面体) をひとつ選択し、中心点と半径を指定します。



### ドラッグ&ドロップによるプラグインのロード

- 1 Windows エクスプローラーを開きます。
- 2 インストールしたいプラグインのフォルダーを開きます。
- 3 プラグインファイルをクリックして選択したまま、Rhino の画面にドラッグ&ドロップします。



## スクリプト

Rhino は、**VBScript** を使ったスクリプトプログラムをサポートしています。

Rhino のスクリプトを組むためには、ある程度プログラムのスキルが必要です。幸いにも、VBScript は、他のプログラム言語よりシンプルで、プログラムを学ぶための資料が多く揃っています。なお、VBScript は、Microsoft 社で開発・サポートしています。

このトレーニングでは、実際にスクリプトプログラムを作る練習は行いませんが、既に用意されているスクリプトの実行方法、そしてアイコンへの割付方法について学びます。

以下のスクリプトによって、現在のモデルに関する情報を表示することができます。

### スクリプトをロードします

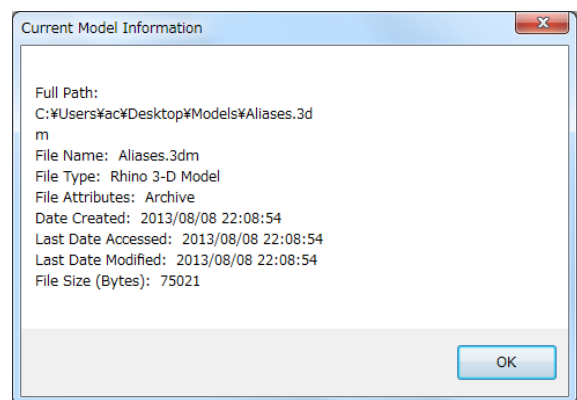
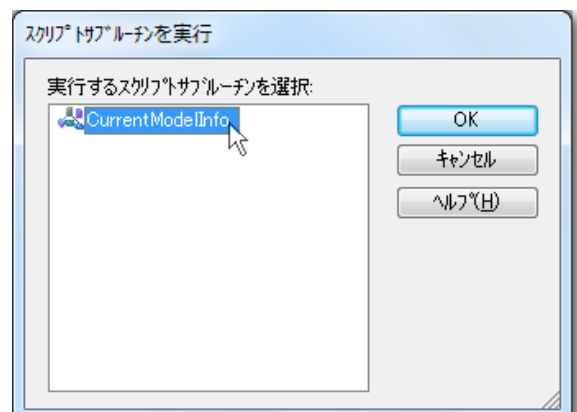
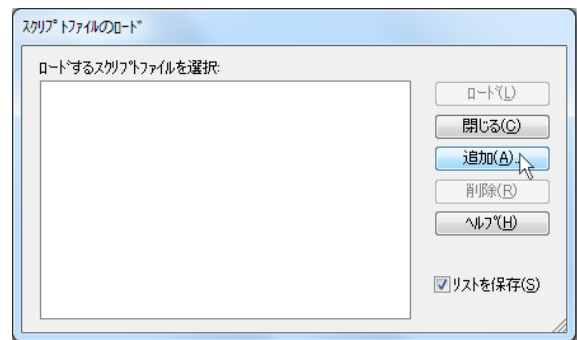
- 1 ツール > **RhinoScript** をクリックします、そして **ロード** をクリックします。
- 2 スクリプトファイルのロード ダイアログで、**追加** をクリックします。
- 3 開く ダイアログが出たら、**CurrentModelInfo.rvb** を選択し、**開く** をクリックします。

**Note:** Rhino が「スクリプトファイル **CurrentModelInfo.rvb** を見つけることができません」というメッセージが表示されることがあります。

この場合は、スクリプトファイルが保存されている場所にパスを指定するか、または **Rhinoオプション** の **ファイル** 以下にある、ファイル検索パスで追加する必要があります。

- 4 スクリプトファイルのロード ダイアログで、**CurrentModelInfo.rvb** を選択し、**ロード** をクリックします。
- 5 ファイルを保存します。モデルの保存が行われていないと、情報は表示できません。
- 6 ツール > **RhinoScript** > **実行** をクリックします。
- 7 スクリプトサブルーチンを実行 ダイアログで **CurrentModelInfo** を選択し、**OK** をクリックします。

ダイアログで、現在のモデルに関する情報を表示します。



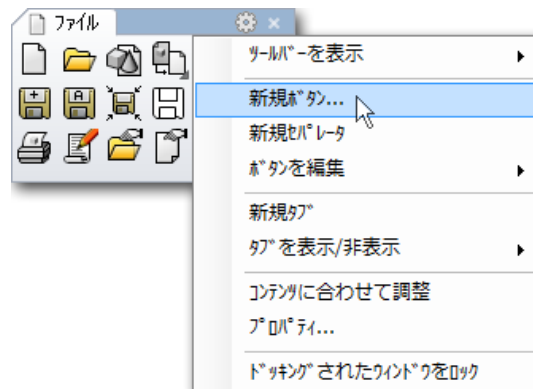


## スクリプトファイルの編集

- 1 ツール> **RhinoScript**> **編集** をクリックします。
- 2 **RhinoScript Editor** ウィンドウの **File> Open** をクリックします。
- 3 **Open** ダイアログで **CurrentModelInfo.rvb** を選択して、**開く** をクリックします。  
このトレーニングではスクリプトファイルの編集は行いません。編集機能にアクセスする方法を学びます。
- 4 **RhinoScript Editor** ウィンドウを閉じます。

## スクリプトのロードと実行をアイコンに割り当てます

- 1 ツール> ツールバーレイアウト をクリックします。
- 2 ツールバー ダイアログで、**ファイル** ツールバーにチェックを入れてダイアログを閉じます。
- 3 **ファイル** ツールバーのタイトルを右クリックして、ポップアップメニューから **新規ボタン** をクリックします。
- 4 ボタンエディタ ダイアログで、**左マウスボタン** の **ツールヒント** に、**現在のモデル情報** とタイプ入力します。
- 5 ツールヒントの右には **現在のモデル情報をロード** とタイプします。



- 6 テキスト ボックスには、**モデル情報** とタイプします。
- 7 **左マウスボタン** の **コマンド** に、次のように入力します。  
**! -\_RunScript (CurrentModelInfo)**
- 8 **右マウスボタン** の **コマンド** に以下のように入力します。  
**! -\_LoadScript "CurrentModelInfo.rvb"**



## ビットマップ画像のカスタマイズ

- 1 ボタンエディタ ダイアログで、**編集** をクリックします。
- 2 **ビットマップを編集** ダイアログで、**ファイル> ビットマップをインポート** をクリックして、**CurrentModelInfo.bmp** を開きます。
- 3 ボタンエディタ ダイアログを **OK** で閉じます。
- 4 新しいボタンを実行してみましょう。

## テンプレートファイル

テンプレートは基本的な設定を保存して使えるようにする Rhino のモデルファイルです。テンプレートは Rhino の 3dm ファイルに保存される、オブジェクト、ブロック、レイアウト、グリッド設定、ビューポートレイアウト、レイヤ、単位、許容差、レンダリング設定、寸法設定、メモといった、ドキュメントプロパティの設定情報を含んでいます。

Rhino と共にインストールされたデフォルトのテンプレートを使ったり、モデリングに必要な基本的な設定を行って、独自のテンプレートとして保存したりできます。モデリングを行う個々の形状、環境に合わせた複数のテンプレートを持つことができます。

Rhino の標準のテンプレートは、ビューポートレイアウトや単位が数種類ありますが、図形形状は無く、その他は全てがデフォルトの設定になっています。したがって、異なるプロジェクトでは設定の変更が必要になるかもしれません。レンダリングのメッシュ、角度の許容差、レイヤの名前、ライト、標準図形や注記などを、デフォルトの設定としてテンプレートに保存することができます。

テンプレートファイルに注記を設定した場合、**テンプレートファイルを開く** ダイアログで確認できます。

**New** コマンドで新しいモデルを始める時にテンプレートを使います。他のテンプレートや他の Rhino のモデルファイルに変更するまでデフォルトのテンプレートを使っていきます。

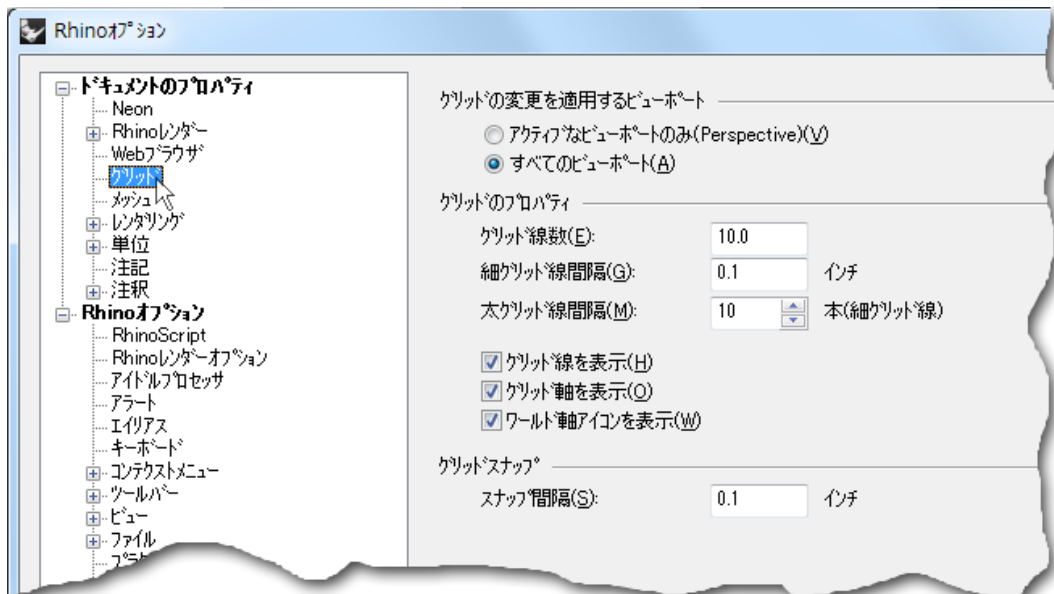
Rhino を起動したときにデフォルトで開かれるテンプレートを変更するには、**新規作成** を選択し、Rhino が起動したときに使いたいテンプレートファイルを選択して、**Rhino 起動時に使用ボックス** にチェックしておきます。

### テンプレートを作成します

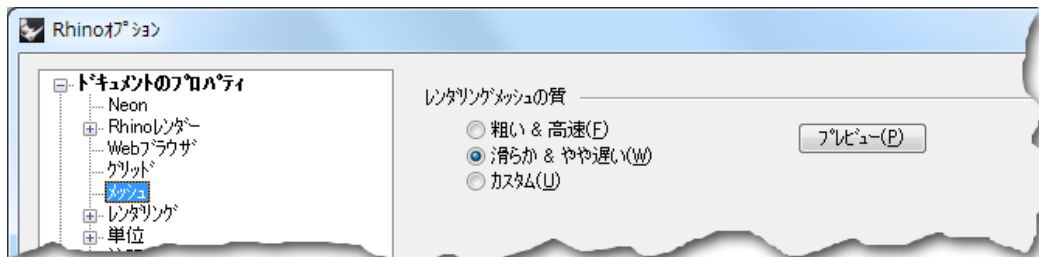
- 1 新しいファイルで始めます。
- 2 テンプレートとして、**Small Objects - Inches.3dm** を選択します。
- 3 **レンダリング> 現在のレンダラ**をクリックし、さらに **Rhino レンダー** をクリックします。

ドキュメントのプロパティを設定します。

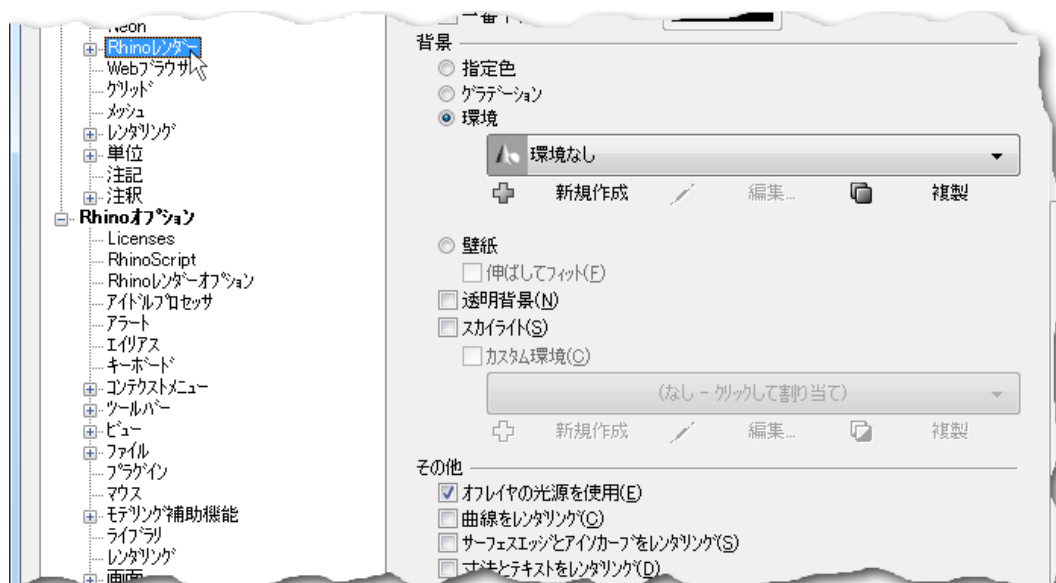
- 1 **ファイル> プロパティ**をクリックします。
- 2 ドキュメントのプロパティ ダイアログの **グリッド** ページで、**グリッド線数** を **10**、**細グリッド線間隔** を **0.1**、**太グリッド線間隔** を **10**、**スナップ間隔** を **0.1** に設定します。



- 3 **メッシュ** ページで、**滑らか & やや遅い** に設定を変更します。

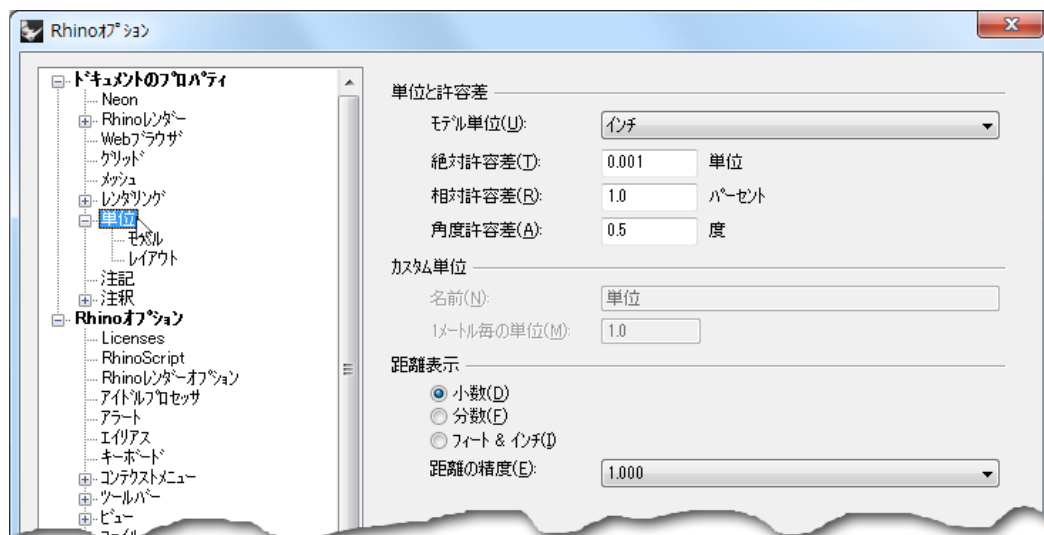


#### 4 Rhino レンダー ページの オフレイヤの光源を使用 にチェックを入れます。



#### 5 単位 ページで、角度許容差 を 0.5 に変更し OK をクリックします。

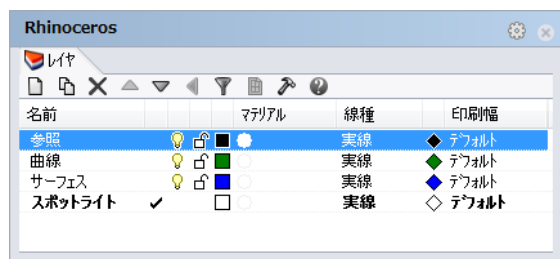
端末の接線方向の法線は、この設定で評価されます。



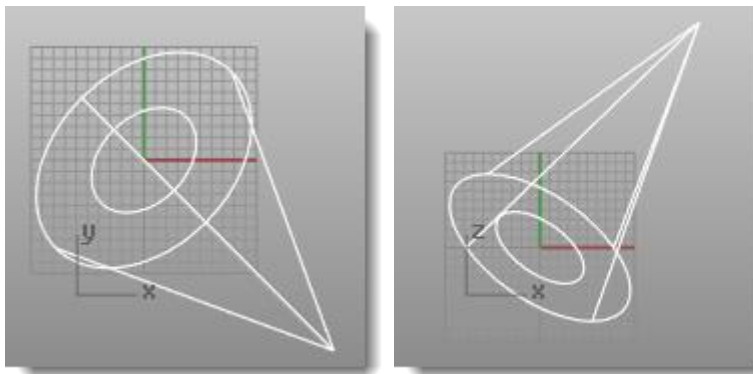
#### レイヤを設定

- 1 レイヤ パネルを開いて、レイヤ 05 を スポットライト、レイヤ 04 を 曲線、レイヤ 03 をサーフェス へ名前を変更します。スポットライト レイヤをカレントレイヤに選択します。

Default、Layer 01、Layer 02 レイヤを削除します。



- 2 Top ビューポートで、原点を照らし、中心から約 45 度、Front ビューポートで 45 度傾いたスポットライトを設定します。
- 3 my エイリアスを使って、2 つ目のライトをミラーコピーします。
- 4 編集 > レイヤ > 1 レイヤのみ表示 をクリックして、曲線 レイヤだけが表示されるようにします。



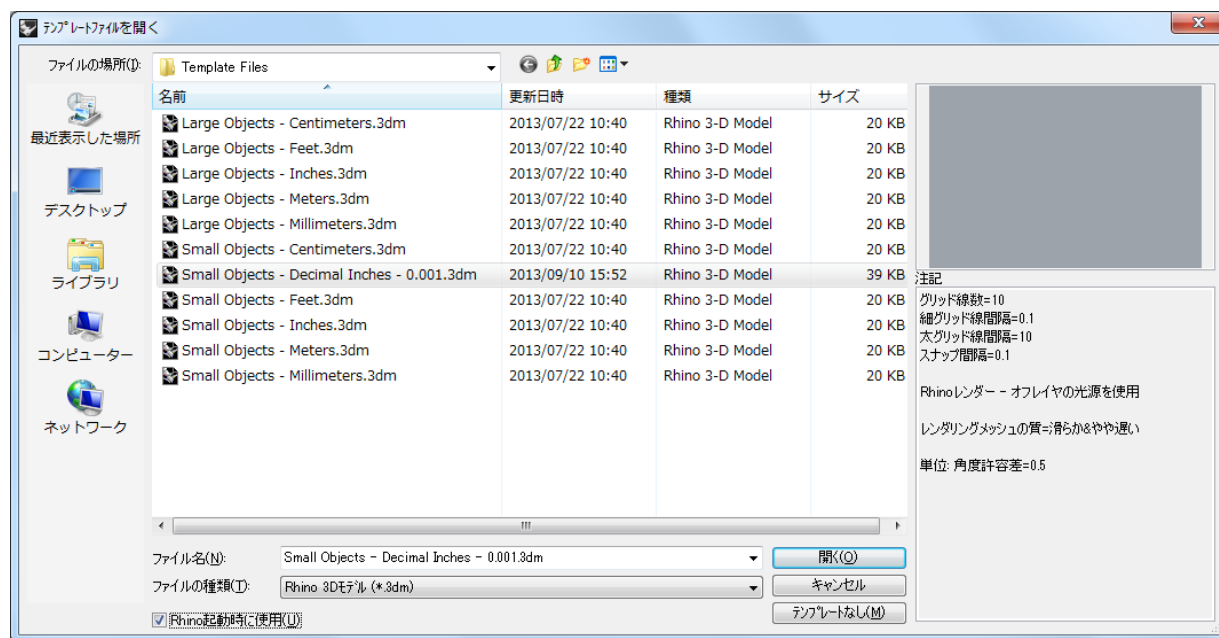
### 注記の保存を設定します

- 1 パネル> 注記をクリックします。

注記パネルに、このテンプレートの詳細を入力します。

- 2 ファイル> テンプレートとして保存をクリックします。

ファイル名に、**Small Objects - Decimal Inches - 0.001.3dm** と入力します。

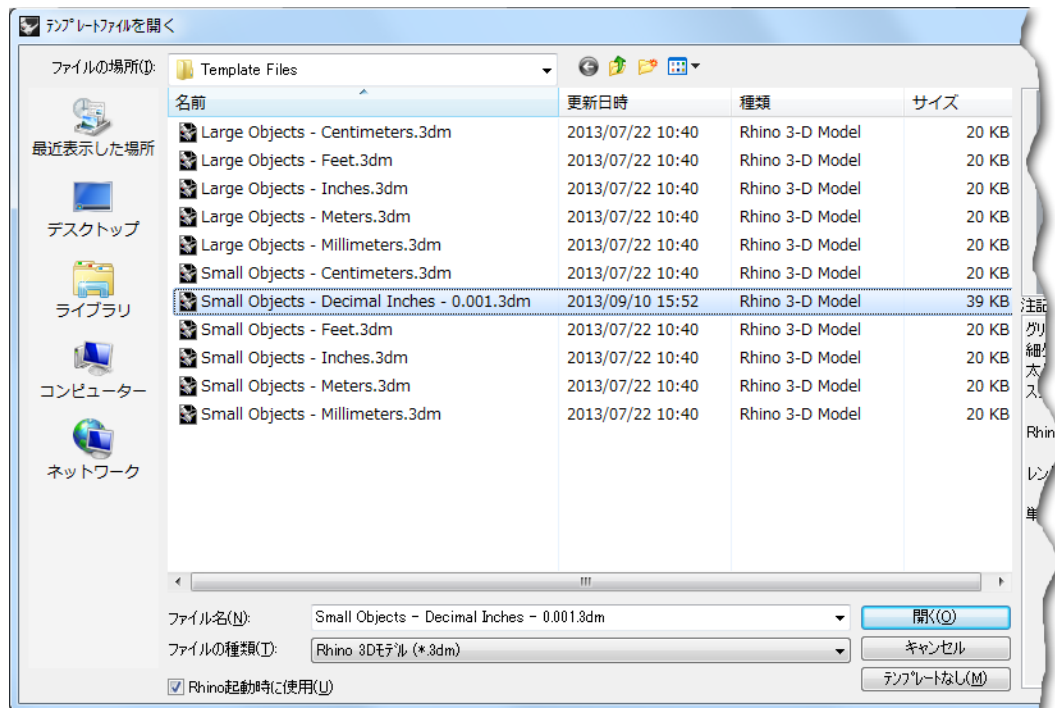


すべての設定を終えたこのファイルは、新しいモデルを始める際にいつでも利用することが出来ます。

## デフォルトテンプレートを設定します

- 1 **ファイル > 新規作成** をクリックします。
- 2 デフォルトテンプレートとして使いたいテンプレートを選択します。
- 3 **テンプレートファイルを開く** ダイアログで、**Rhino 起動時に使用** チェックボックスにチェックを入れます。

同様のモデリング環境で作業する場合、カスタマイズしたテンプレートを使用することで、設定の時間を短縮することができます。





## PART III:

# 高度なモデリングテクニック





# 3 NURBS トポロジー

NURBS サーフェスは、四角形のトポロジーを常に持っています。サーフェスのポイントとパラメータは、基本的には、90度の角度を持つ2つの方向で体系化されています。このことはサーフェスを作成したり操作したりするときにいつでも明白なわけではありません。形状を作成したり修正したりするときにどの手法を使うか決めるときに、この構造を覚えておくと役に立ちます。

## 練習問題 3—トポロジー

この練習問題ではどのようにNURBS のトポロジーが構成されているかを示し、形状を作成したり修正したりするときに考察する必要があります。あるいくつかの特別な事例を検討していきます。

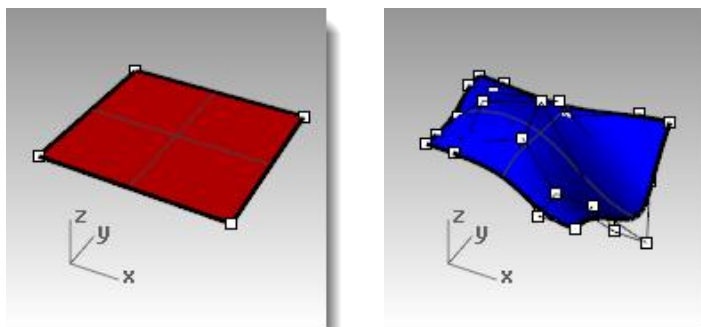
### 1 Topology.3dm モデルを開きます。

カレントレイヤ上に、いくつかのサーフェスと曲線が表示されています。

### 2 左側にある単純な長方形の平面の制御点を表示してください。

それぞれが角に4つの制御点を持ちます。これが長方形のトポロジーを表すトリムされていない単純な平面サーフェスです。

### 3 次に曲がっているサーフェスの制御点を表示させます。



多くの制御点がありますが、格子状にきれいに並んでいます。

### 1 円柱を選択します。

連続したサーフェスになっていて、長方形の境界を持っています。

### 2 ShowEdges コマンド (解析 > エッジツール > エッジを表示) を使ってサーフェスのエッジをハイライトさせます。エッジ分析 ダイアログで、すべてのエッジ にチェックを入れます。

円柱上にハイライトされた継ぎ目に注目してください。ハイライトされた継ぎ目は長方形の2つのエッジを表現し、他の2つのエッジは上部と底部にあります。長方形のトポロジーが、ここでもまた表現されています。

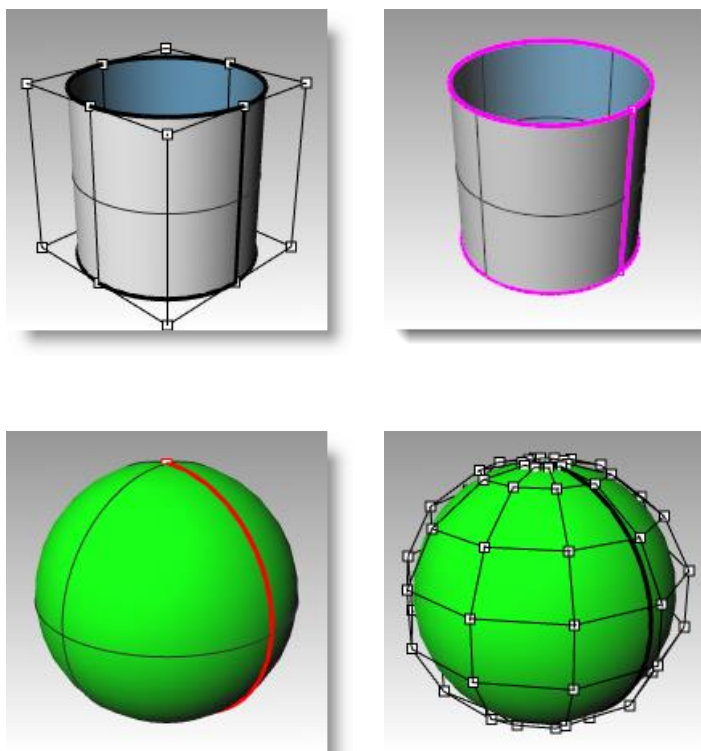
### 3 球を選択します。

閉じたオブジェクトになっていて、やはり長方形の境界を持っています

### 4 エッジを表示するために ShowEdges コマンドを使います。

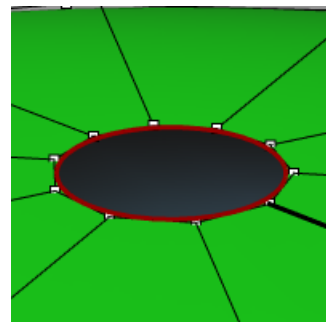
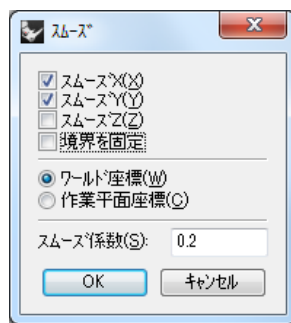
球上のハイライトされた継ぎ目に注目してください。ハイライトされた継ぎ目は長方形の2つのエッジを表現し、他の2つのエッジは両極の単点に収束しています。長方形のトポロジーが、ここでもまた表現されていますが、大きく変形しています。トリムされていないエッジのすべての制御点が、1つの点に収束されているとき、「特異点」と呼ばれます。

大きく変形していますが、長方形のトポロジーがここでも表現されています。



- 1 球の **制御点** を表示します。
- 2 **Zoom Target** コマンド (ビュー > ズーム > ターゲットを中心に) で、球の極のどちらかを大きくズームします。
- 3 球の極のどちらかを選択して、**Smooth** コマンド (変形 > スムーズ) を実行します。
- 4 **スムーズ** ダイアログで、**スムーズ Z** のチェックをはずし、**OK** をクリックします。

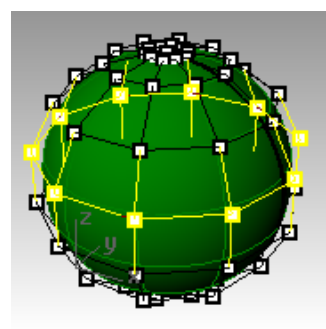
球の極に穴が現われます。この球には特異点はありません。**ShowEdges** を使うと、エッジと同じように、この輪がハイライトされます。



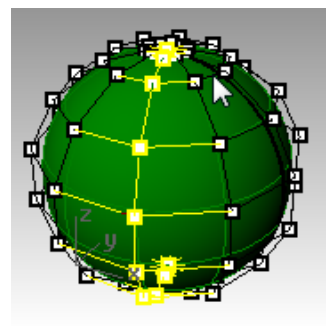
- 5 ズームを元に戻すために **Home** を押します。  
これが、ビューの状態を元に戻す場合に、もっとも短時間で行える方法です。

### 制御点を選択します

- 1 **点を選択** ツールバーを表示させます。
- 2 球の制御点を表示して、球上の任意の 1 点を選択します。
- 3 **点を選択** ツールバーから、**U 方向を全て選択** を選択します。  
同じ列にある全ての制御点を選択されます。
- 4 要素の無いところをクリックして、選択を全て解除し、球上の他の点を選択します。



- 5 **点を選択** ツールバーから、**V 方向を全て選択** を選択します。  
違う方向の同じ列にある制御点を選択されます。U 方向、V 方向の配列は、NURBS サーフェスでは常に用いられます。
- 6 このツールバーにある他のボタンも使ってみましょう。

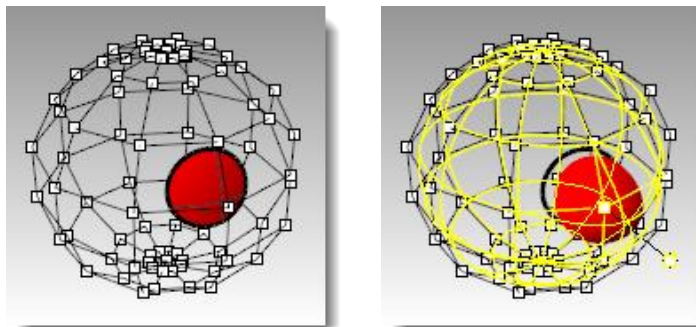


## 練習問題 4—トリムされた NURBS

## 1 Trimmed NURBS.3dm モデルを開きます。

このサーフェスは、より大きなサーフェスをトリムした物です。サーフェスがトリムされた後でも、基本的な 4 つの辺のサーフェスデータは依然として有効ですが、サーフェス上のトリムされた曲線によって、範囲を決められています。

## 2 サーフェスを選択して制御点を表示し、制御点をいくつかドラッグします。



制御点は、サーフェスをトリムした部分や他の部分でも操作できますが、トリムされたエッジもまた、基本のサーフェスの変更に従って、移動することに注意してください。トリム曲線は、常にサーフェス上にあります。

## 3 Undo コマンド(編集 &gt; 元に戻す)を使って、移動した制御点を元に戻します。

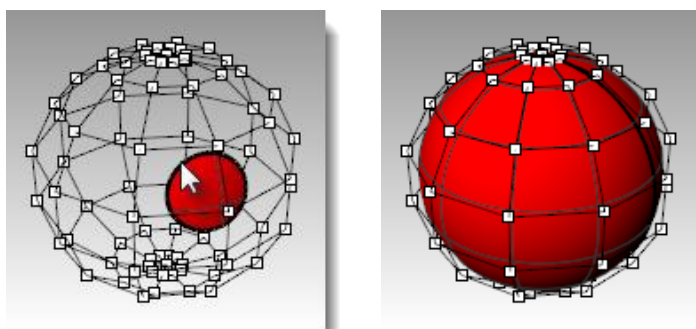
## サーフェスからトリム境界を削除

## 1 Untrim コマンド (サーフェス&gt; サーフェス編集ツール&gt; トリム解除)を実行します。

## 2 トリムサーフェスのエッジを選択します。

基本となる元のサーフェスが現れ、トリム曲線は消えます。

## 3 Undo コマンドで、元のトリムサーフェスに戻します。



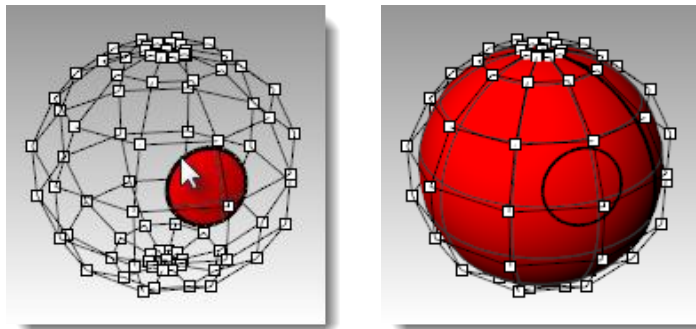
## サーフェスからトリム境界を削除

## 1 Untrim コマンド(サーフェス&gt; サーフェス編集ツール&gt; トリム解除)を実行して、トリムオブジェクトを維持オプションをクリックして、はい にします。

## 2 サーフェスのエッジを選択します。

基本となる元のサーフェスが現れ、トリム曲線は消えます。

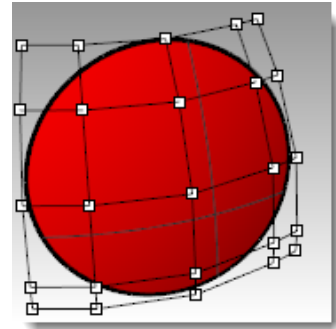
## 3 Undo コマンドで、元のトリムサーフェスに戻します。



## トリムサーフェスを縮小

- 1 **ShrinkTrimmedSrf** コマンド (サーフェス> サーフェス編集ツール> トリムサーフェスをシュリンク) を実行します。
- 2 サーフェスを選択し、**Enter** を押してコマンドを終了させます。

トリムされた基本のサーフェスは、元のサーフェスの部分と正確に一致する、より小さい領域のサーフェスに置き換わります。トリムサーフェスの表示は全く変わりません。基礎となるトリムサーフェスに変更されただけです。



## 4 曲線の作成と連続性

この章では、以後のトレーニングの学習過程を簡単にするために、NURBS 曲線に関連した、いくつかの概念やテクニックを復習していきます。曲線の作成テクニックは、曲線から作成するサーフェスに重要な影響を与えます。

### 曲線の次数

曲線の次数は、曲線の式で一番次数の大きい多項式を参照しており、実際には、1つの制御点が曲線の長さに影響を及ぼす範囲に関連したものです。

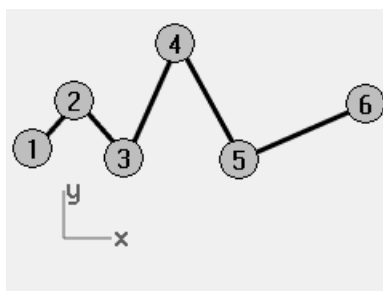
高次の曲線では、1つの制御点が及ぼす影響は一定の範囲にある曲線では小さいですが、曲線の長い部分での影響は大きくなります。以下の例題では、5つの曲線がそれぞれ同様の6つの制御点を持ちます。それぞれの曲線は異なる次数を持ちます。**Curve** コマンドで、次数はオプションを使って設定できます。

#### 練習問題 5—曲線の次数

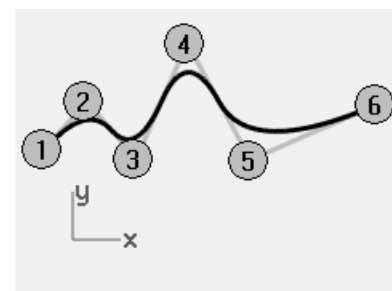
1 **Curve Degree.3dm** モデルを開きます。

2 次数を **1** にして **Curve** コマンド(曲線 > 自由曲線 > 制御点指定)を使い、オブジェクトスナップの **点** をオンにして、各点にスナップします。

3 **Curve** コマンドを繰り返して、次数を **2** に設定します。



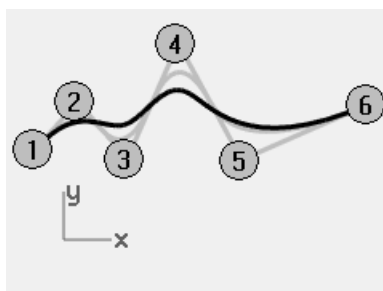
次数 1: 制御点は曲線上一曲がっていません。



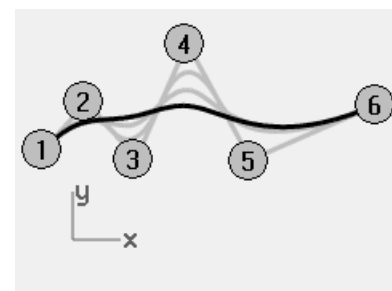
次数 2: 制御点が曲線上から離れます。

4 **Curve** コマンドを繰り返して、次数を **3** に設定します。

5 **Curve** コマンドを繰り返して、次数を **4** に設定します。

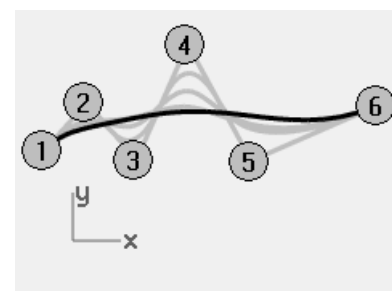


次数 3



次数 4

6 **Curve** コマンドを繰り返して、次数を **5** に設定します。

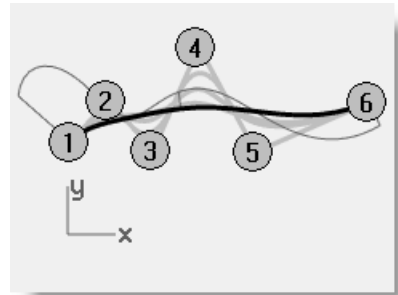
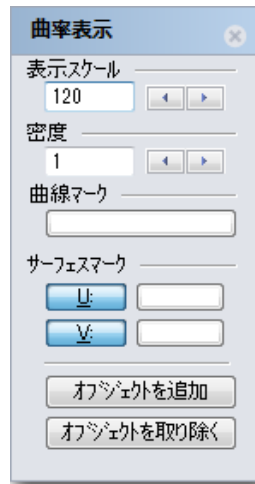


次数 5

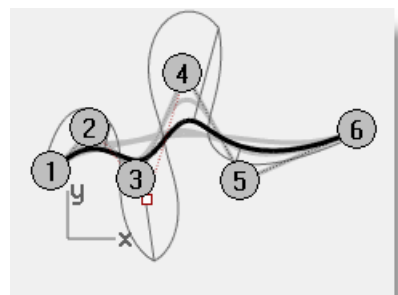
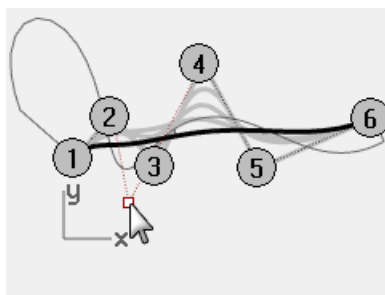
## 曲線の曲率を分析します

- 1 **CurvatureGraphOn** コマンド(解析> 曲線> 曲率表示オン)を使って、1つの曲線の曲率を表示させます。グラフを表示するため、**表示スケール** の値を、**110-120** に設定します。

表示される曲率は、曲線の半径の逆数であることを示します。曲線上のどの点も、曲率の半径がより小さいほど、曲率の量はより大きくなります。



- 2 グラフを表示している曲線の制御点を表示して、いくつかの制御点をドラッグしながら曲率表示を見ます。制御点を移動しながら、曲率の変化に注意してください。
- 3 それぞれの曲線に、この作業を繰り返します。曲率を表示したい曲線を追加または取り除く場合は、**曲率表示** ダイアログで行うことができます。



## Note:

- **次数 1** の曲線は、曲率がなくグラフも表示されません。
- **次数 2** の曲線は、内部的に接線連続です(グラフの折れがこの状態を示しています)。折れは、曲線ではなくグラフ上に表示されます。
- **次数 3** の曲線は、曲率が連続します。グラフに折れは見られませんが、尖った山谷があるかもしれません。これは、その部分で曲線に折れがあるのではなく、曲率が急激に変化しており連続していないわけではありません。
- 曲線の次数が高くなると、より高いレベルでの連続性が可能です。
- 例えば、**次数 4** の曲線は、曲率の変化量で連続しています — グラフで尖った山谷がありません。
- **次数 5** の曲線は、曲率変化の変化量で連続しています。より高い次数の曲線は、より滑らかで、際立った特徴のないグラフが表示されます。
- 曲線の次数を、**ChangeDegree** コマンド(形式編集=いいえ)を使って、高い値に変更しても、内部的な連続性は改善されませんが、逆に次数を低くすると連続性に影響します。
- **Rebuild** コマンドで、曲線を再構築すると、内部の連続性を変更できます。



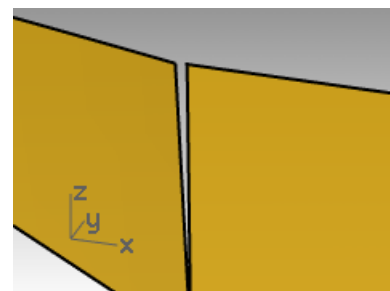
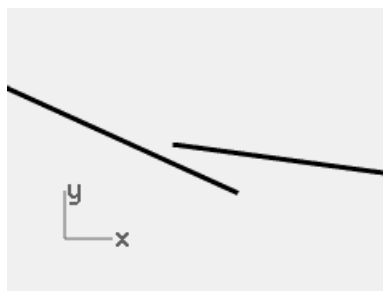
## 曲線とサーフェスの連続性

きれいなサーフェスを生成するには、入力曲線の品質と曲線同士の連続性に依存することが多々あるため、両方の特性のいくつかを研究することは大変意味のあることです。

曲線作成やサーフェス作成を目的とした多くの場合、連続性について以下の4つのレベルがあります：

### 非連続

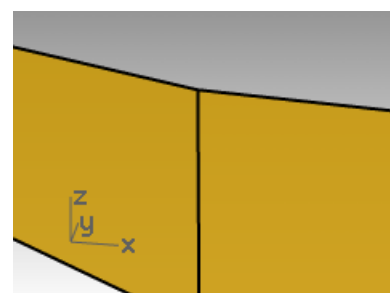
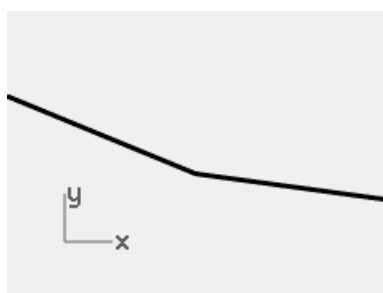
曲線やサーフェスが端点やエッジで一致していません。非連続の場合には、結合することができません。



### 位置連続 (G0)

曲線では端点が一一致し、サーフェスではエッジが一一致しています。

位置連続(G0)では2つの曲線が接する点に折れ点(キंक)があります。位置連続の関係にある曲線は、Rhino上で1つの曲線に結合することができますが、折れ点があり、また分解することもできます。

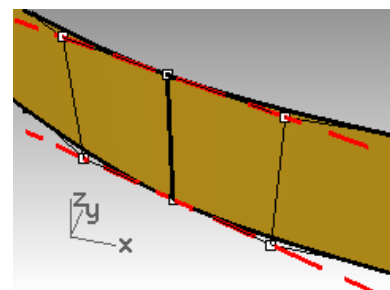
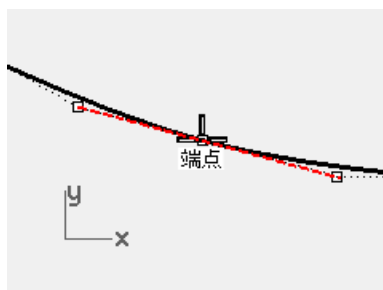


同様にサーフェス間においては、エッジを共有しているものの、折れ点やはっきりとした継ぎ目があります。曲線の端点やトリムされていないサーフェスエッジの位置を合致させたい場合に、G0 連続を考慮します。

### 接線連続 (G1)

曲線やサーフェスが一致し、端点またはエッジでの接線の方向が同じになっています。折り目や尖ったエッジが見えることはありません。

接線連続とは、曲線上の任意の点における曲線の方向を示すものです。

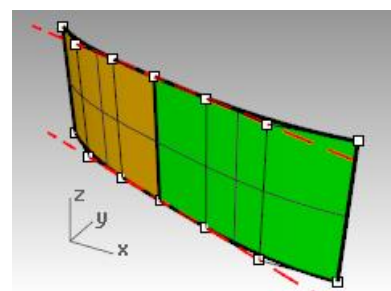
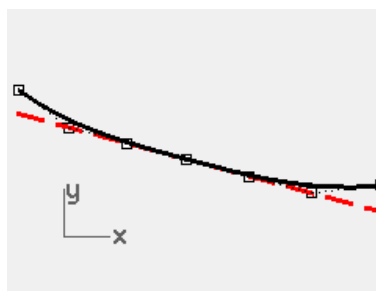


2つの曲線が接線連続状態にあるという事は、それぞれの曲線の終点を示す方向が同じであることを意味します。そのように接した2つの曲線の間では、折れ曲がりはありません。接線方向は、曲線の終点と1手前の制御点間の方向で決まります。

2つの曲線が互いに接線連続であるためには、端点が互いに一致(G0)し、且つ、端点から2つ目の制御点同士とお互いの終点が、一直線上に並ぶ状態、すなわち、計4点が仮想線上に並ぶことになります。

## 曲率連続 (G2)

端点でそれぞれ、曲線やサーフェスが一致し、接線方向ならびに、曲率半径も同じです。



曲率連続は、上記のG0 とG1 の条件を含み、且つ、2本の曲線の曲率が同じであることが条件となります。曲率連続とは、Rhino において、ユーザーが制御可能な最も滑らかな状態のものです。

例えばG3 連続とは、G2 連続での条件に加えて、曲線やサーフェスが共有する端点やエッジにおいて、両方の曲率の変化の割合が同じことを表します。

G4 連続とは、変化の割合の変化の割合も同じことを表します。Rhino はそのような曲線やサーフェスを作成するツールを持っていますが、G0 からG2 までの連続性のよう、その連続性を検証するツールがありません。

G5 以上の連続性においては、その連続性を視覚的に見ることはできません。

## 曲線の連続性と曲率表示

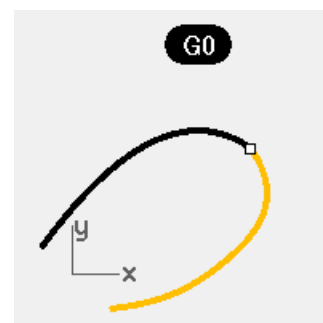
Rhino には、接線連続と曲率連続の違いを表示する、2つの解析コマンドがあります。下図において連続性を確認する為に、**CurvatureGraph** コマンドと **Curvature** コマンドを使用します。

### 曲率を表示して連続性を確認

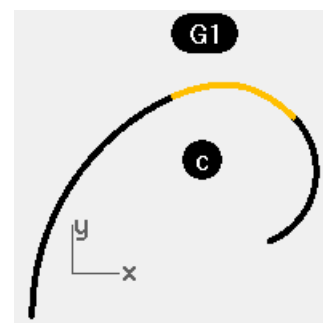
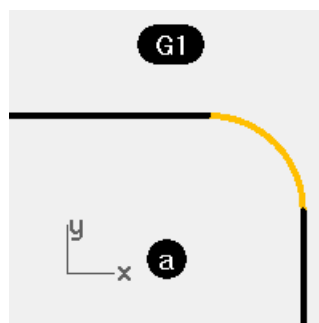
#### 1 Curvature\_Tangency.3dm を開きます。

5 組の曲線が、それぞれ 3 つのグループに分けられています。

ひとつのグループの曲線は、共有する端点が位置連続 (G0) になっています。

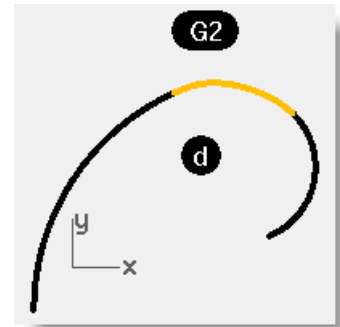
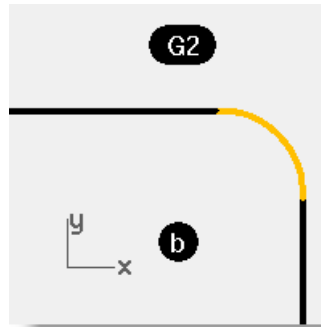


グループ (a-c) は、共有する端点で、接線連続 (G1) になっています。





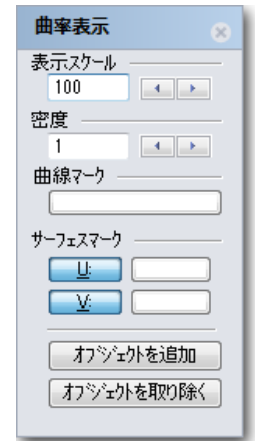
グループ (b-d) は、共有する端点で、曲率連続 (G2) になっています。



- 2 **Ctrl+A**を使用して、すべての曲線を選択します。次に、曲線の曲率 (**解析 > 曲線 > 曲率表示オン**) を表示します。**表示スケール** を **100** に設定します。

このグラフ表示の設定は、モデルの単位で、曲線上の曲率の大きさを示しています。

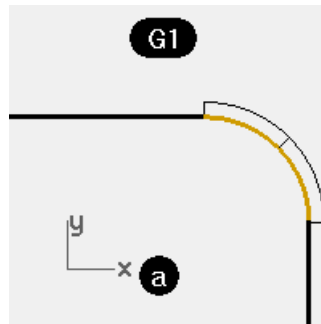
- 3 まず、曲線 **a**、**b** を見てください。これらは、2本の直線の間に曲線があります。直線は曲率表示がなく、曲率を持っていないことを示しています。



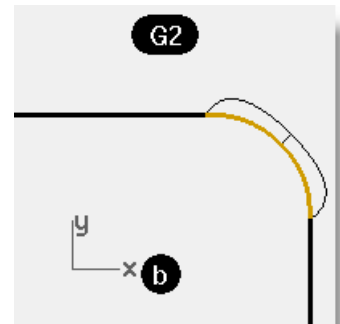
(a)の曲線は曲率が連続していません。曲率グラフで急激な段差は、曲率が連続していないことを示しています。

しかしながら、(a)の曲線は滑らかに接続しています。円弧は、直線の方で正確に繋がり、次の直線の端点においても正確な方向に接続されています。

一方、G2 曲線 (b) は、(a)と同様、直線部に曲率の表示はありませんが、直線間の曲線が G1 と異なっています。この曲線は、曲率 0 (曲線の端点を始点として) で始まり、急激でもなだらかに大きくなり、次の直線の端末部でまた曲率 0 に接続されています。一定の曲率をもつ曲線でないため、半径が一定の曲線ではありません。曲率グラフでは、とつぜんの急激な段差がなく、曲率 0 から最大曲率までスムーズに変化しています。



G1の中央にある曲線は円弧です。一定の半径を持つ円弧は、曲率表示も一定したグラフを表示します。



G2のグラフは、曲線に沿ってゼロから最大高さまで上方に傾斜して、一定の曲率グラフを描き、そして、反対側の直線のゼロに収束しています。

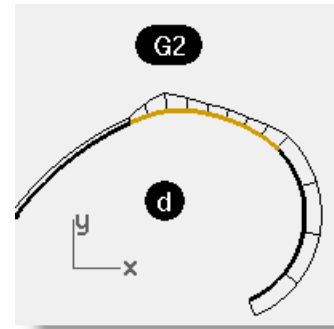
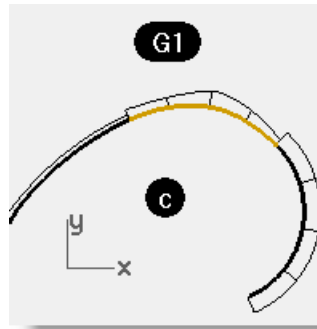
したがって、直線の端末から曲線の端末まで、曲率が連続しています。曲線は、始点終点とも、直線のように曲率が 0 になっています。G2 は、端点における方向性だけでなく、端点における曲率も一致させています。つまり、曲率において段差のないものを G2 または曲率連続としています。

#### 4 次に、曲線c,dを見てください。

曲率表示が全ての曲線上に表示されています。これらは **G1** 及び **G2** 連続であることを示し、直線ではありません。

**G1** 連続の場合は、曲線と曲線の端点の位置で、グラフが段違いに表示されます。また、この曲線は一定の円弧ではないため、グラフでは中央部が大きくなっています。

**G2** 連続の場合、中央の曲線のグラフは、隣り合った曲線と共有する端点で、同じ高さで表示されます。グラフに段差はありません。



外側の曲線のグラフは、隣り合った曲線のグラフと繋がっています。

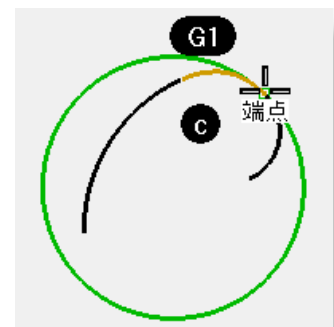
#### 曲率分析(位置指定)で連続性を表示

- 1 **Curvature** コマンド (解析 > 曲率分析(位置指定))を実行して、c 曲線の中央にある曲線を選択します。

表示される円は選択した曲線の曲率半径を示しています。曲線上の点から計測した中心と半径の円です。

- 2 曲線に沿ってマウスをドラッグします。

表示される円が最も小さい位置で、曲率が最も大きいことに注目してください。曲率はどのような場合でも半径の逆数です。



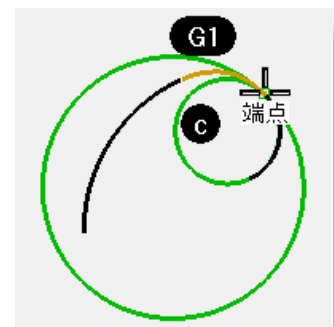
- 3 コマンドラインで、**曲率カーブ作成** オプションをクリックしてください。

Osnap の **端点** を使用して、曲線の端点をクリックします。

- 4 **Curvature** コマンド (解析 > 曲率分析(位置指定))を再度実行して、先程選択した曲線の右側の曲線を選択してください。

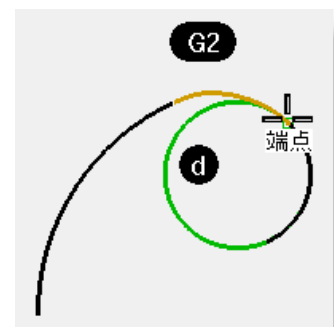
共有している端点をクリックして、同様に円を作成します。

2つの円は、全く異なる半径になります。これは2つの曲線が、曲率連続ではなく、G1/接線連続であることを示しています。2つの曲線が接する端点で、曲率が異なるため、曲率グラフにおいて段差が生じます。



- 5 d 曲線においても、同じ手順を繰り返してください。

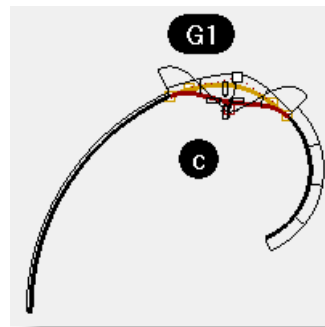
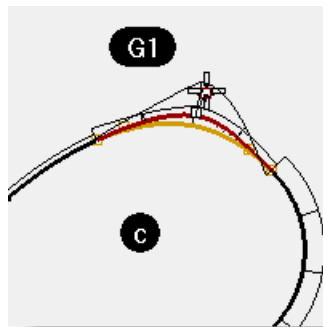
今度は、2つの円は、全く同じ半径になります。これは2つの曲線が曲率連続であることを示します。



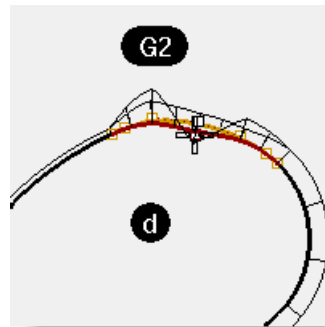
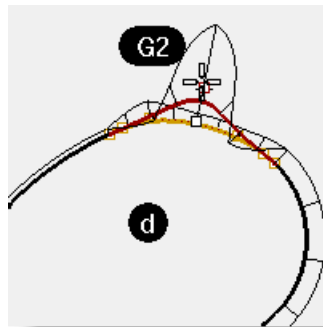
- 6 最後に、**c** と **d** の中央の曲線の制御点を表示してください。どちらの曲線も、真ん中の制御点を選択後、マウスでドラッグして動かしてみてください。

曲率表示は大きく変化しますが、隣接した曲線との連続性は影響を受けないことを確認してください。

接続部において、曲率の方向は変化しますが、G1 連続は保たれます。



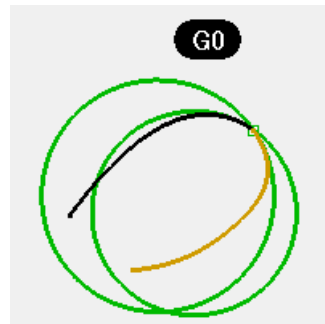
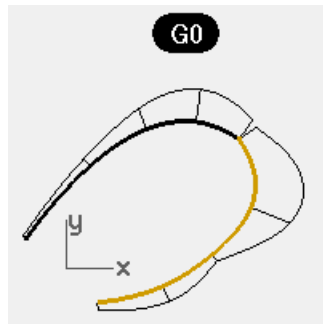
曲率表示のピークは変化しますが、G2 連続は保たれます。



- 7 G0 曲線を確認します。

曲率表示のグラフに隙間があります。これは、G0 または位置連続であることを示します。

曲率を表示する円は、2 本の曲線の端点において、異なる半径になります。しかし、お互いに接しているわけではなく交差しています。端点において連続性はありません。



### 練習問題 6—図形の連続性

- 1 **Curve Continuity.3dm** モデルを開きます。

2 つの曲線はまったく接触していません。**GCon** コマンドで、この曲線の連続性をチェックしてみます。

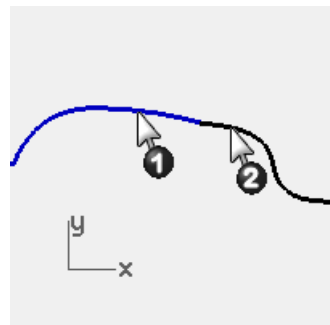
- 2 **GCon** コマンド (解析 > 曲線 > 連続性) を実行します。

- 3 それぞれの曲線の共有する端点に近いところ (①と②) をクリックします。

コマンドラインに、端点同士が繋がっていない曲線であることを示すメッセージが表示されます：

曲線端点の差 = 0.030 millimeters  
 曲率半径の差 = 126.531 millimeters  
 曲率方向の差(度) = 10.277  
 接線の差(度) = 10.277  
 曲線端点が許容差外です。

インポートした曲線には繋がっていない場合があります、正確なモデリングを行うため、以降のような編集が必要になります。



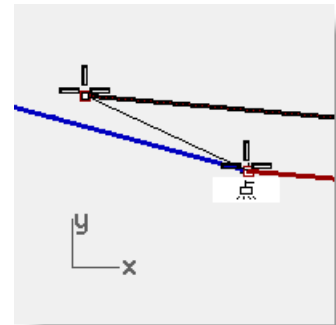
## 曲線が位置連続になるようにします

- 1 両曲線の制御点を表示し、共有する端点を拡大します。
- 2 オブジェクトスナップの **点** を使い、端点をもう一つの端点の上にドラッグします。
- 3 **GCon** コマンドを繰り返します。

コマンドラインメッセージは以下のように表示されます：

曲線端点の差= 0.000 millimeters  
 曲率半径の差= 126.771 millimeters  
 曲率方向の差(度) = 10.307  
 接線の差(度) = 10.307  
 G0 連続です。

- 4 **Undo** コマンドで元の状態に戻します。

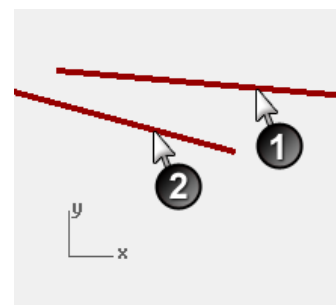


## Match コマンドを使って 2 本の曲線を位置連続に指定

Rhino は、自動的にマッチングを行う **Match** コマンドがあります。

- 1 **Match** コマンド (曲線 > 曲線編集ツール > マッチング) を実行します。
- 2 一方の曲線の共有する端点に近いところを選択します。
- 3 もう一つの曲線の端点に近いところを選択します。

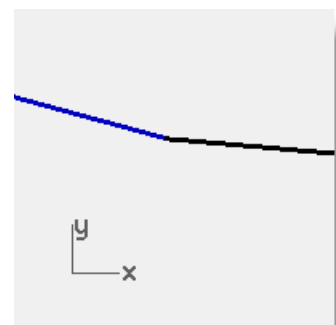
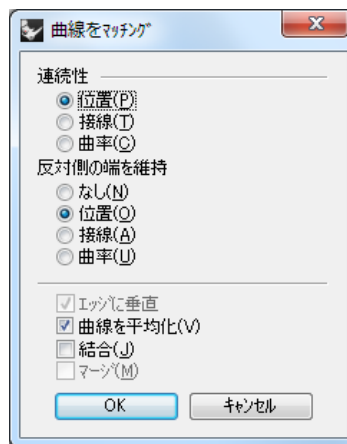
デフォルトでは、最初を選択する曲線は、もう一方の曲線にマッチさせる曲線です。以下のダイアログの **曲線を平均化** オプションにチェックすることによって、両方の曲線を平均的に変化させることができます。



- 4 曲線をマッチング ダイアログで、**連続性** に **位置**、**反対側の端を維持** に **位置** を選択し、**曲線を平均化** にチェックを入れます。
- 5 **GCon** コマンドを繰り返します。

コマンドラインメッセージは以下のように表示されます：

曲線端点の差= 0.000 millimeters  
 曲率半径の差= 126.708 millimeters  
 曲率方向の差(度) = 10.265  
 接線の差(度) = 10.265  
 G0 連続です。



### 練習問題 7- 接線連続

2つの曲線間で制御点を調整することにより、接線連続(G1)を作ることができます。お互いの曲線の端点、及び2つ目の点を、仮想線上に一直線の並べることによって、接線連続が設定されます。通常の変形コマンドを用いて、制御点を移動することで簡単にできますが、**Match** コマンドはそうした設定を自動的に行ってくれます。

**Move, SetPt, Rotate, Zoom Target, PointsOn (F10), PointsOff (F11)** コマンドと、オブジェクトスナップの **End, Point, Along, Between** と、この機能をロックする **Tab** を使用します。

最初に、この練習問題で使用するいくつかのエイリアスを作成していきます。

#### Along と Between のエイリアスの作成

**Along** と **Between** は 1 回限りのオブジェクトスナップで、**ツールメニュー > オブジェクトスナップ** 以下にあります。コマンドを始めた後で使うことができ、1 回の選択が必要です。これらのオブジェクトスナップのエイリアスを作成していきます。

- 1 **Rhino オプション ダイアログの エイリアス ページで、新規作成** をクリックします。
- 2 エイリアスに **a**、コマンドマクロに **\_Along** と入力します。
- 3 エイリアスに **b** と入力します。
- 4 コマンドマクロに **\_Between** と入力します。
- 5 **Rhino オプション ダイアログ** を閉じます。

エイリアス:	コマンドマクロ:
a	Along
AdvancedDisplay	!_OptionsPage_AdvancedSettings
b	Between

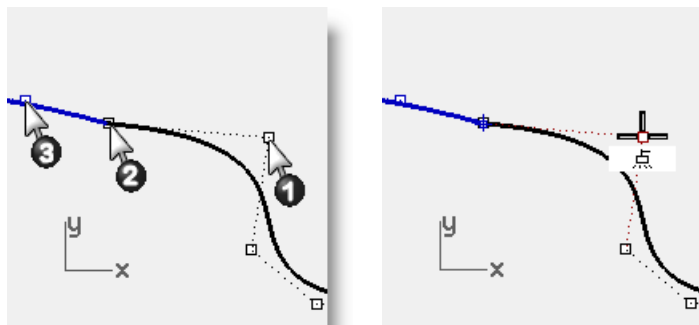
**Rotate** コマンドと **Tab** を押して、制御点を拘束して調節することによって連続性を変更:

**Tab** を押すことにより、カーソルの動きを拘束します。オブジェクトの移動やドラッグ、および曲線や直線の作成等に使用することができます。

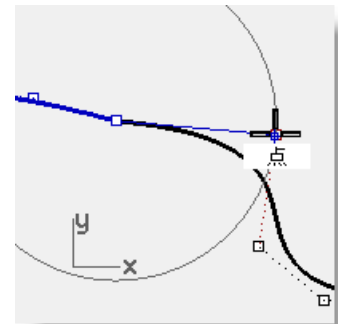
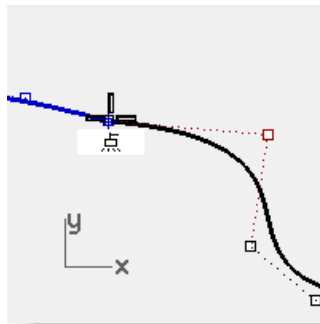
**Tab** を使用して方向を拘束するには、移動する参照点を選択する際に、1 回押して拘束します。カーソルは、最後にクリックされた点と、1 つ前に選択した点の間で拘束されます。

カーソルの拘束を解除するには、もう一度 **Tab** を押してください。違う位置で再度、拘束したい場合は、その位置でもう一度 **Tab** を押してください。

- 1 両曲線の制御点を表示させます。
- 2 ①の制御点を選択します。
- 3 **Rotate** コマンド (**変形 > 回転**) を実行します。
- 4 Osnap の **点** を使用して、**回転の中心** のプロンプトで ②の点を選択します。
- 5 次に、**角度または 1 つ目の参照点** のプロンプトで ①の点を選択します。



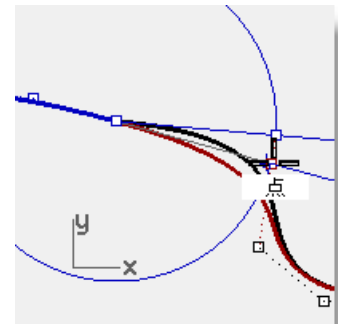
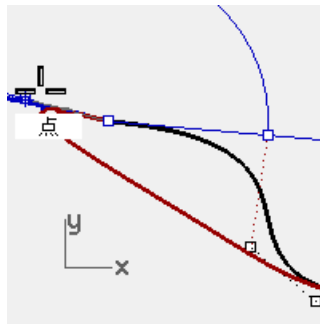
- 6 2つ目の参照点のプロンプトで、Osnap の点を使用して、③の点にカーソルを合わせ、**Tab** を1回押します。マウスでクリックしません。



- 7 マウスカursorを右方向へ動かします。カーソルは②の点と③の点を結んだ直線(**Tab**を押したカーソルの位置)に拘束されています。カーソルを右側に向けた点でクリックします。

回転コマンドの実行中、**Tab** は1つ目の参照点ではなく、回転の中心点からの直線方向に拘束します。

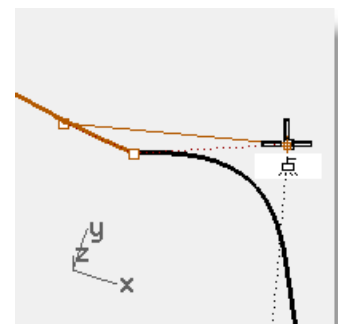
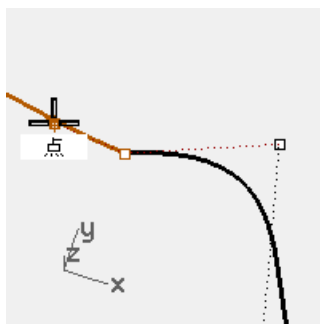
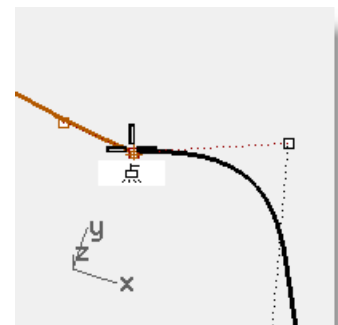
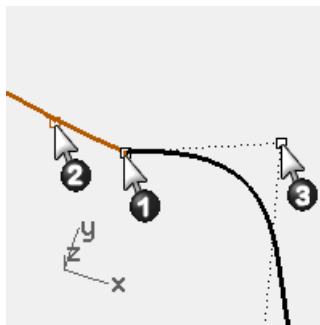
回転の終点は、②の点と③の点を結んだ線上にあります。



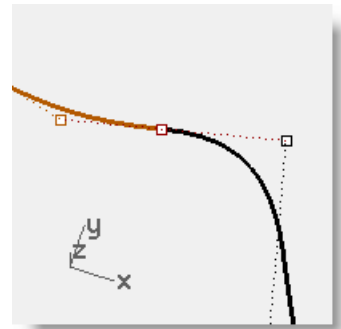
**Between** オブジェクトスナップを使って、制御点を合わせることによって連続性を変更:

- 1 **OneLayerOn** コマンド (編集 > レイヤ > 1 レイヤのみ表示) を使って **3D Curves** レイヤのみを表示します。
- 2 **GCon** コマンドを使って、曲線の連続性をチェックします。
- 3 両曲線の制御点を表示させます。
- 4 両曲線の共有する端点①をウィンドウで選択します。
- 5 **Move** コマンド (変形 > 移動) を使って、点を移動します。
- 6 移動の基点のプロンプトで、①の点にスナップします。
- 7 移動先の点のプロンプトで **b** と入力して **Enter** を押し、オブジェクトスナップ **Between** を使います。
- 8 1 点目のプロンプトで曲線上の次の点②を選択します。
- 9 2 点目のプロンプトでもう一方の曲線上の次の点③を選択します。

共有する点がお互いの2番目の点の間に移動し、4つの点が一直線上に並びます。

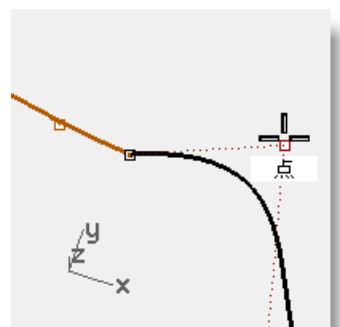
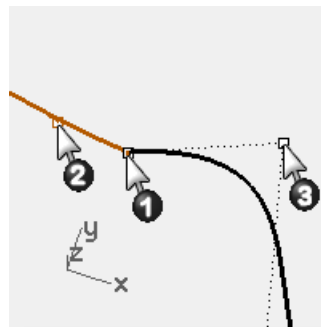


## 10 連続性をチェックします。

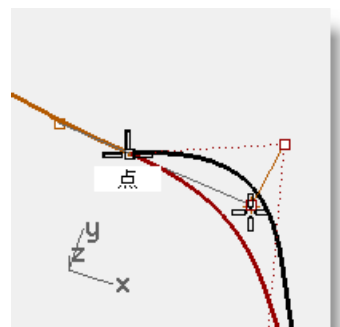
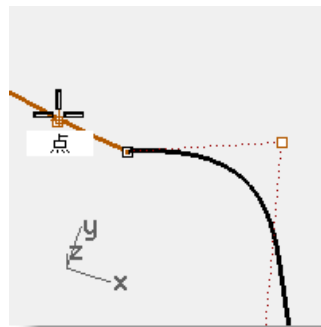


### Along オブジェクトスナップを使って制御点を合わせることによって連続性を変更

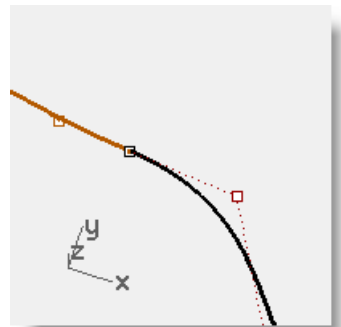
- 1 前回の操作を取り消します(**Undo** コマンド)。
- 2 ③の点を選択します。
- 3 **Move** コマンド(変形>移動)を使って点を移動します。
- 4 移動の基点のプロンプトで、③のスナップします。



- 5 移動先の点のプロンプトで、a と入力し **Enter** を押してオブジェクトスナップ **Along** を使います。
- 6 トラッキングラインの始点のプロンプトで、②の点を選択します。
- 7 トラッキングラインの終点のプロンプトで、共有する端点①にスナップします。  
点は、4 点が一直線上になるように2点を通るラインに沿って移動します。



- 8 点を置く位置を指示してください。
- 9 連続性をチェックします。



## 接線連続を失わないように曲線を修正します

**Tab** の拘束を使って、G1 連続を維持したまま、曲線と曲線の接続点や接続点付近の曲線形状を調整することができます。

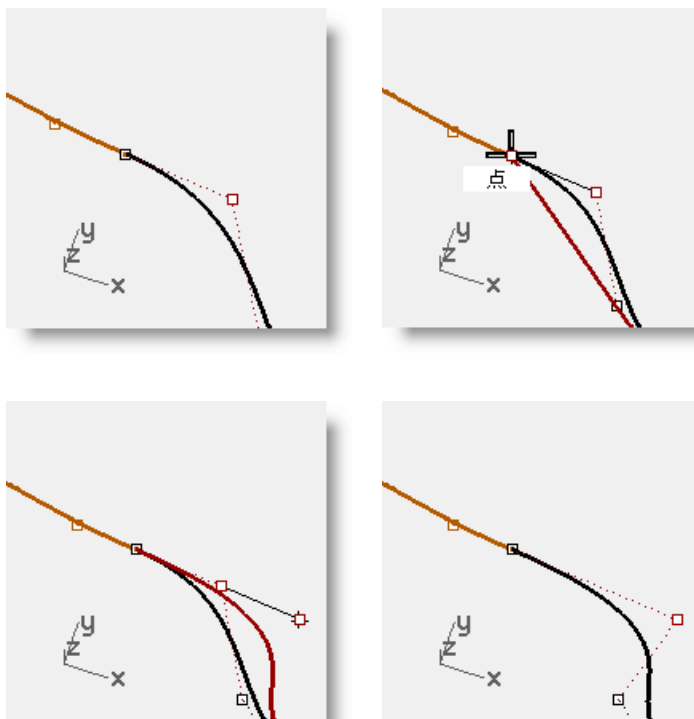
- 1 両端点をウィンドウ選択、もしくは曲線の 2 番目の点のどちらかを選択します。

オブジェクトスナップの点をオンにして、直線上に並べた 4 点のうち、選択した点の隣にある点にドラッグします。

- 2 点のオブジェクトスナップが効いている状態で、マウスボタンを押したまま、**Tab** を 1 回押します。

- 3 点をドラッグします。ここでのドラッグ方向は、**Tab** で拘束した直線方向のため、接線連続が維持されています。

- 4 点を置く位置で、左マウスボタンを離します。



**Note:** G1 連続を維持して点の移動を行うには、連続性を成立させる 4 点のいずれの点もその直線上になければなりません。

G1 連続設定後、**Tab** の方向拘束を使うことで、連続性を維持したまま、端点付近の曲線を編集することが出来ます。

これ方法は、接線連続を設定した後のみ使用できます。

## 練習問題 8—曲率連続

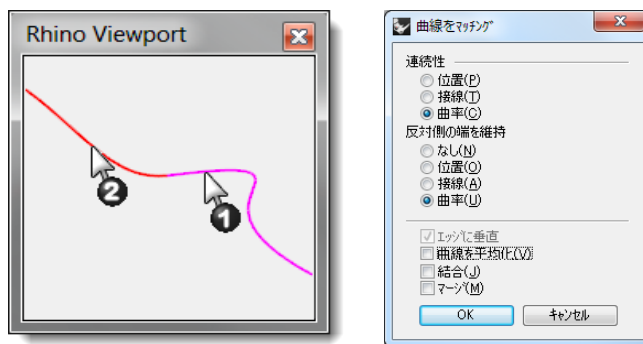
曲率連続を制御点の調整して設定するのは、接線連続のように容易ではありません。曲率連続は曲線上の最後の 3 点を含むため、接線連続の場合より複雑です。

**G2** 連続を確立するためには **Match** コマンドを使う必要があります。

### 曲線をマッチします

- 1 **Match** コマンド (曲線 > 曲線編集ツール > マッチング) を使って、マゼンダ色の曲線①を、赤い曲線②に一致させます。連続性を曲率、反対側の端を維持を曲率に設定して、曲線を平均化からチェックを外します。

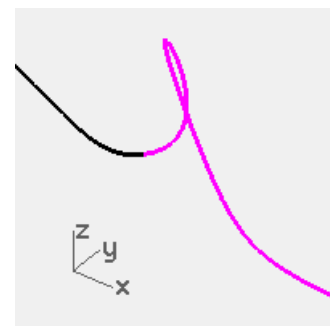
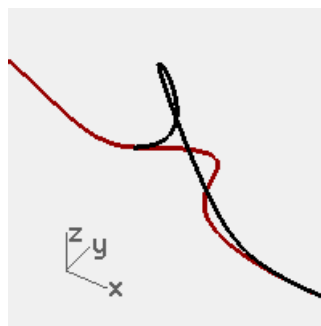
これらの曲線に対して、曲率にチェックを入れて **Match** コマンドを実行すると、変更される曲線上の 3 番目の点は、Rhino によって計算された位置に置かれ、連続性が確立します。





変更される曲線は形状が大きく変わります。

手動で3番目の点を移動すると、その点での G2 連続は無くなりますが、G1 連続は保たれます。



## 連続性を制御するための高度なテクニック

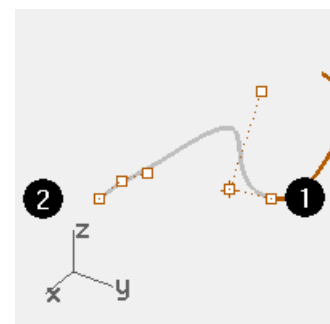
Rhino には、連続性を保ちつつ曲線を修正するための2つの手法があります。(1) **EndBulge** コマンドを使って連続性を保ちつつ、曲線を修正することができます。(2) ノットを追加することにより、自在に点を操作することができます。

### **EndBulge** を使って曲線を修正します

- 1 コピーボタンを右クリックして、マゼンタ色の曲線のコピーを作り、それを **Lock** コマンドでロックします。
- 2 **EndBulge** コマンド (編集 > バルジを調整) を実行します。
- 3 マゼンタ色の曲線を選択します。

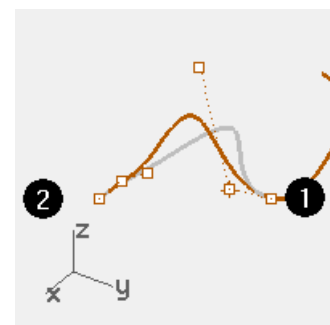
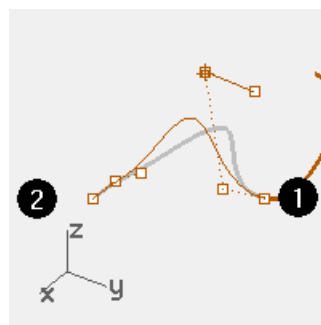
表示された点数が、曲線の制御点より多い事に注意してください。

**EndBulge** コマンドは、操作に必要な制御点数が少ない場合、曲線に制御点を追加します。



- 4 3番目の点を選択し、点を置く場所までドラッグしてクリックします。[Enter] を押してコマンドを終了させます。

曲線の端点がもう一つの曲線と G2 連続性を持っていれば、曲線の端点の曲率は変更されないで、G2 連続性は保たれます。



**Note:** 制御点の調整による曲率連続は、直線にマッチするようなシンプルな場合のみ使用できます。

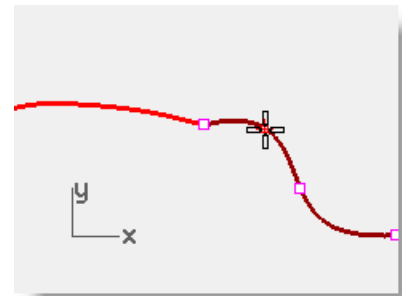
## ノットを追加します

曲線に 1 つまたは 2 つのノットを追加することで、端点付近に多くの点を追加することになるので、3 番目の点は端点に近づきます。**InsertKnot** コマンドを使って、曲線やサーフェスにノットを追加します。

- 1 **Undo** コマンドで前回の操作を取り消します。
- 2 **InsertKnot** コマンド (**編集 > 制御点 > ノットを追加**)を実行します。
- 3 マゼンタ色の曲線を選択します。
- 4 最初の2点の間をクリックしてノットを追加します。

通常、新たなノットを、既存のノット間の中央に追加すると、ノットの配分を均等に保つため、点編集において曲線やサーフェスが制御しやすくなります。

ノットを追加すると、制御点数も増えます。



ノットと制御点は同じではありません、又、新しく追加される制御点は必ずしもノットを追加した位置に加えられません。

**自動** オプションは、既存のノット間の中間に、ノットを追加します。

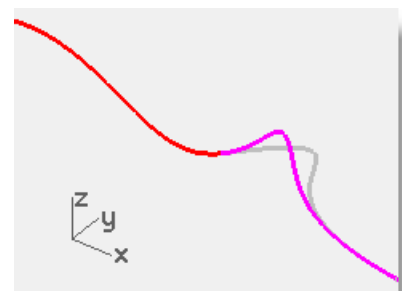
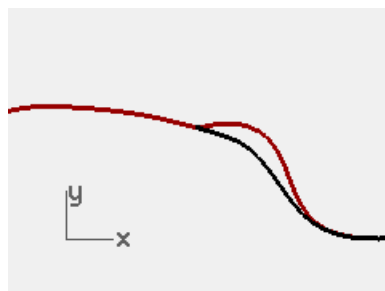
特定の間隔でノットを追加する場合は、曲線上で任意の位置をクリックして、ひとつずつノットを追加します。

既存のノットは、白色でハイライトされます。



- 5 マゼンタ色の曲線にノットを挿入した後で **Match** コマンドを使います。

曲線の端点付近により近くノットを挿入することにより、元の曲線形状の変化を出来るだけ抑えることが出来ます。



## 5 サーフェスの連続性

曲線における連続性の特性は、サーフェスにも適用することができます。両者の違いは、端点、2番目の点、3番目の点の代わりに、エッジの点列全体、エッジからみて2つの点列が含まれることです。**GCon** コマンドのような、サーフェス間の連続性を調べる単純なツールはありません。

### サーフェスの連続性を解析

Rhino は、OpenGL ボードの表示能力を活用して、サーフェス内、サーフェス間の曲率や連続性をチェックするために、各種色表示を行います。これらのツールは、**解析** メニューの**サーフェス** 以下にあります。サーフェス間の**G0-G2** の連続性を、最も直接的に確認することができるツールは、**Zebra** コマンドです。ゼブラマッピングは、サーフェスに縞模様の背景を投影するシミュレーションを行います。

**Note:** OpenGL ボードは、これらのツールを使うのに必ずしも必要ではありませんが、OpenGL 対応ボードがあれば、処理能力は速くなります。

### サーフェスのマッチング

**MatchSrf** コマンドは、サーフェス間の G0, G1, G2 連続を設定します。

#### サーフェスをマッチングオプション

オプション	機能説明
サーフェスを平均化	両方のサーフェスを修正し、2つの中間の形にします。
結果をリファイン	特定した許容差内にサーフェスがマッチするよう、マッチングした結果の正確さをテストし、調整する必要があるかどうかを決定します。
一番近い点でエッジをマッチング	変更するサーフェスエッジの各点を、もう1つのサーフェスエッジの一番近くの点に引っ張って整列します。
反対側の端を維持	サーフェスに必要な制御点数がない場合、十分な点数をもつまで次数(最大5次まで)を上げます。

#### アイソカーブ方向の調整

マッチングされるサーフェスのパラメライズ方法をどのように決めるかを指定します。

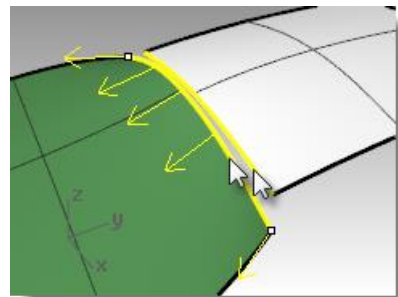
オプション	機能説明
自動	ターゲットエッジがトリムされていない場合、ターゲットアイソカーブの方向をマッチングオプションのように機能します。ターゲットエッジがトリムされている場合、ターゲットエッジに垂直オプションのように機能します。
アイソカーブの方向を維持	できるだけ、既存のアイソカーブの方向を保ちます。
ターゲットアイソカーブの方向をマッチング	サーフェスのアイソカーブは、ターゲットサーフェスのアイソカーブと平行になるように調整されます。
ターゲットエッジに垂直	サーフェスのアイソカーブをマッチされているエッジに対して垂直になるように調整します。

#### 練習問題 9—サーフェスの連続性と MatchSrf

**MatchSrf** コマンドは、選択したエッジのサーフェスまたはマッチする両方のサーフェスを変形します。したがって、どのエッジを変形して、どのエッジをターゲットサーフェスにマッチするのか、指定する必要があります。ここでは、白色のサーフェスのエッジを、緑色のサーフェスにマッチします。変形するエッジとマッチするエッジの両方とも、それらのサーフェス上でトリムされていません。

**MatchSrf** は、一般的に、希望の連続性に設定されるようサーフェスを調整しますが、この例では、機能やオプションを説明するため、明確な結果になるよう操作しています。

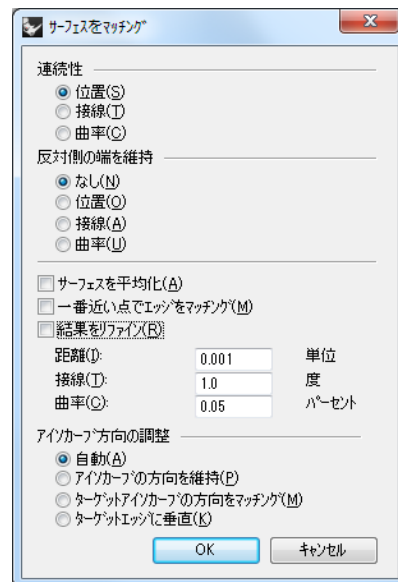
- 1 **Surface Continuity.3dm** を開きます。
- 2 **MatchSrf** コマンド (サーフェス > サーフェス編集ツール > マッチング) を実行します。
- 3 緑のサーフェスに近い、白いサーフェスエッジを選択します。
- 4 緑のサーフェスエッジを、白いサーフェスのエッジを選択した箇所に近い位置で選択して **Enter** します。



- 5 **サーフェスをマッチング** ダイアログで、**連続性** として **位置** を選択します。**反対側の端を維持** を **なし**、**結果をリファイン** からチェックを外し、**アイソカーブ方向の調整** に **自動** を選択します。

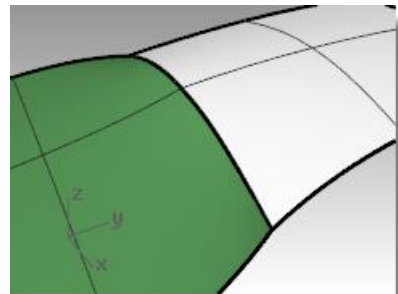
他のすべてのチェック項目からチェックを外します。

結果がわかりやすくなるよう、プレビューが自動的にシェーディング表示されます。



- 6 **OK** をクリックします。

白いサーフェスのエッジが、緑のサーフェスのエッジに一致するように引っ張られます。

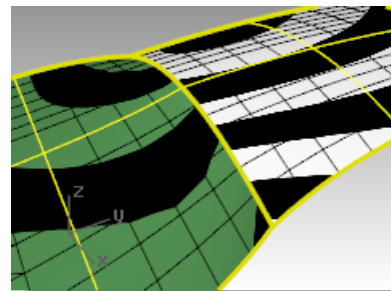
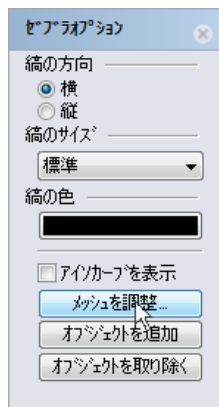


## 連続性を Zebra 分析で確認します:

- 1 **Zebra** コマンド (解析 > サーフェス > ゼブラマッピング) でサーフェスをチェックします。

このコマンドはサーフェスにメッシュを生成して縞模様を表示します。

- 2 デフォルトのメッシュ設定で表示される縞模様は、メッシュが粗く、適正な表示結果を得られない場合があります。縞模様がサーフェスに対して滑らかではなく、非常に角ばっている場合は、**メッシュを調整** ボタンをクリックしてください。

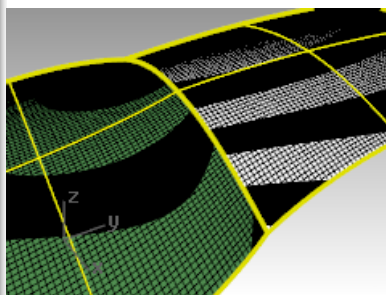
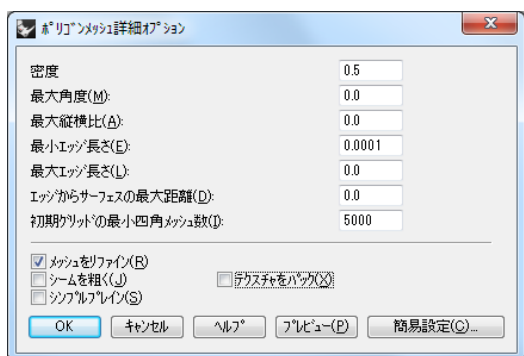


一般的に、解析メッシュは、通常のシェーディングやレンダリングで生成されるメッシュよりも、綺麗なメッシュを生成しなければなりません。

解析メッシュの設定はファイルに保存されるため、モデルに初めてサーフェス解析表示モードを使用する際に、メッシュ設定しておくが良いでしょう。

- 3 **ポリゴンメッシュ詳細オプション** ダイアログにて、詳細なメッシュ設定を行います。

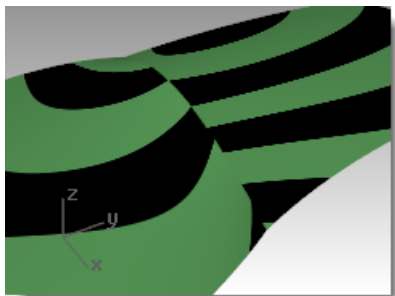
ここでのメッシュ設定を最も単純にするには、最大角度を 0 (無効) に設定して、初期グリッドの最小四角メッシュ数の設定に依存させる方法があります。



この例のように、5000~10000 の設定は、精細で正確なメッシュを生成します。

- 4 サーフェスを結合することで、解析結果はさらに向上します。**Join** コマンドを実行して、2 つのサーフェスを結合してください。これは、結合されたサーフェスエッジに沿ってメッシュを再生成し削除、縞模様をより滑らかに表示させます。お互いのサーフェスエッジにおいて、縞模様はつながっていません。これは、**G0** 連続性を示します。

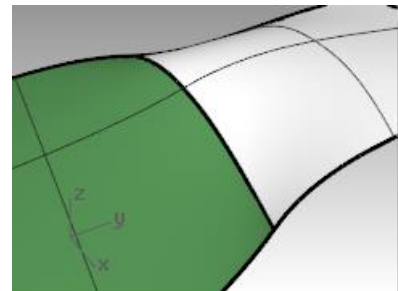
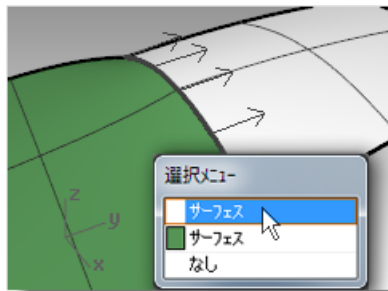
## 5 **Undo** コマンドで、**Join** コマンドを取り消します。



### サーフェスを接線連続でマッチします

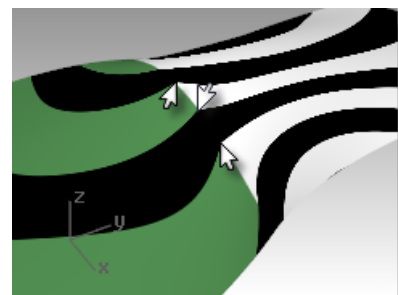
- 1 再び **MatchSrf** コマンド (サーフェス > サーフェス編集ツール > マッチング) を使用します。**連続性** は **接線** に設定します。

サーフェスエッジを選択するときに矢印が表示されます。これは、どちら側のサーフェスエッジを選択するかを聞いており、矢印が向いている側が選択されるサーフェスのエッジです。



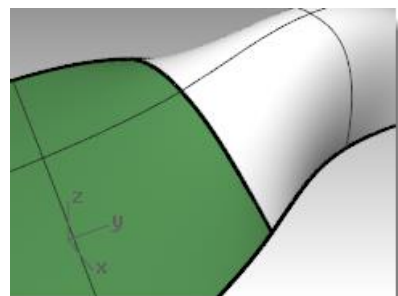
- 2 ゼブラマッピングを使って、サーフェスをチェックします。  
シームが見えるようにビューを回転しておきます。

お互いのサーフェスエッジにおいて、折れはありますが、縞模様は繋がっています。  
これは、G1 連続性を示します。



### サーフェスを曲率連続でマッチします

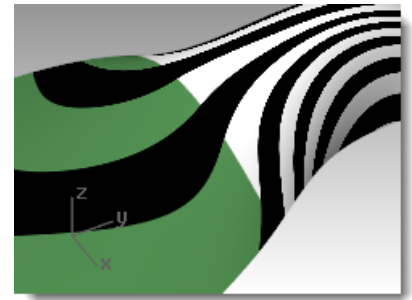
- 1 **MatchSrf** コマンド (サーフェス > サーフェス編集ツール > マッチング) を使用します。**連続性** は **曲率** に設定します。



## 2 Zebra コマンドでチェックします。

お互いのサーフェスエッジにおいて、縞模様は滑らかにつながっています。

これは、G2 連続性を示します。



**Note:** これらの操作を順番に行った場合と、(位置を一致させないで)最初から曲率を指示した場合とは異なる結果になります。なぜなら、各操作はエッジの近くのサーフェスを変更するため、その次の操作を、異なるサーフェス上で行うことになるからです。

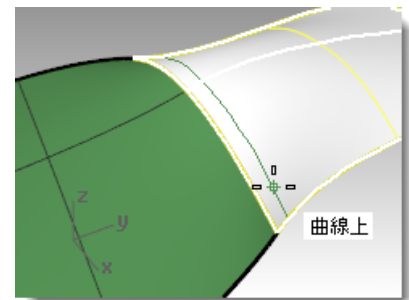
## ノット追加によるサーフェスマッチングの調整

曲線の連続性を調整する場合と同様、**MatchSrf** コマンドを実行したとき、必要以上にサーフェスがゆがむ場合があります。サーフェスにノットを加えることで、**MatchSrf** による影響を制限することができます。サーフェスのエッジの近くに、2 列目、3 列目の点列を新しく加えます。

**EndBulge** コマンドでもサーフェスを調整することができます。

### サーフェスにノットを追加します

- 1 **Undo** コマンドで、直前の操作を取り消します。
- 2 **InsertKnot** コマンド(編集 > 制御点 > ノットを追加)を使って、白いサーフェスの両端にノットの列を挿入します。  
  
サーフェスにこのコマンドが使われると、オプションが増えます。U 方向、V 方向、あるいは両方向にノットの列を挿入する事を選べます。サーフェスの両端にノットを追加するときには、**対称** オプションを使用します。
- 3 **MatchSrf** コマンドを使って、サーフェスをもう一方のサーフェスに一致させます。  
  
マッチングしたサーフェスが、ノットを追加せずにマッチしたものと異なることを確認ください。



### バルジ調整を使ってサーフェスを調整します

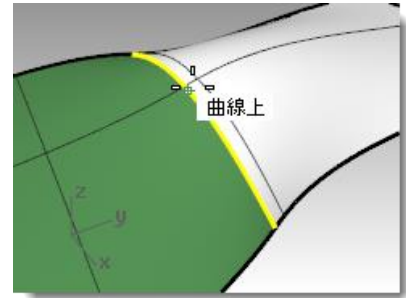
**EndBulge** コマンドは、サーフェスの接線方向と曲率を変えずに形状を変更することができます。このコマンドは、他のサーフェスとのマッチングをはかる際に非常に有効です。

**EndBulge** では、サーフェス上で特定の位置にある制御点を移動できます。これらの点は、方向と曲率を維持するためパスに沿って拘束されています。

サーフェスを、選択したエッジ全体またはエッジの任意の区間に沿って、均等に調整します。後者の場合、調整点は角度を持たず、一直線上で移動します。調整する範囲の開始点または終了点を調整点と一致させることができるため、調整範囲を調整点の片側にします。

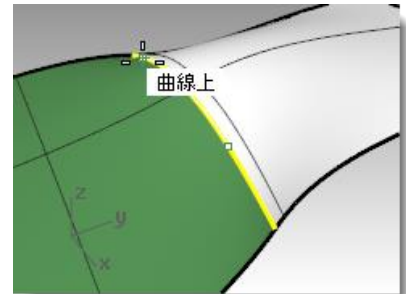
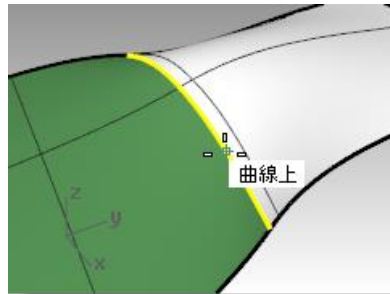


- 1 **EndBulge** コマンド (編集 > バルジ調整) を実行します。
- 2 調整する曲線またはサーフェスエッジを選択 のプロンプトで、白いサーフェスのエッジを選択します。
- 3 編集する点 のプロンプトで、実際に調整したいエッジ上の点を選んでください。  
正確に点を選択するために、オブジェクトスナップを使用するか、座標値入力を行うことができます。



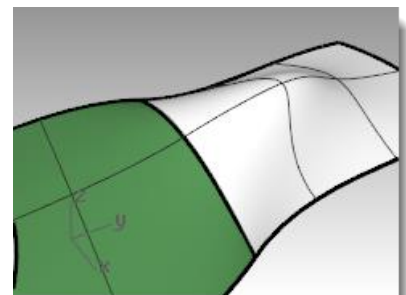
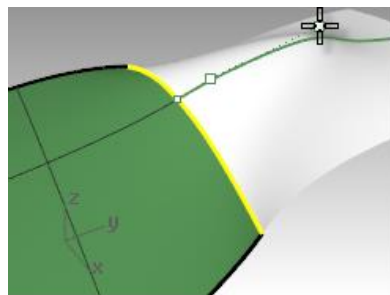
- 4 編集する範囲の開始位置を定義するために、共有するエッジに沿って点をピックアップします。
- 5 編集する範囲の終了位置を定義するために、もう一つの点をピックアップしてください。

調整領域を選択するにはエッジに沿ってカーソルをすべらせて、範囲の始めと終わりの点でクリックします。エッジ全体を均等に調整する場合は **Enter** を押します。



- 6 点をドラッグしてバルジを調整 のプロンプトで、表示されている点のひとつを選択します。

Rhino は 3 つの点を表示しますが、操作できるのは 2 点のみです。サーフェスエッジから 2 つ目の点を移動すると、連続性を維持するため、直接選択していない 3 つ目も一緒に移動されます。3 番目の点を移動した場合は、2 番目の点は変更されません。



- 7 点をドラッグしてサーフェスを調整します。

G2 連続性を必要としないならば、**連続性=接線** オプションを使用して、編集可能な 2 点のうちの 1 点をオフにします。この場合、G1 連続性だけは保たれます。

- 8 **Enter** を押して、コマンドを終了します。



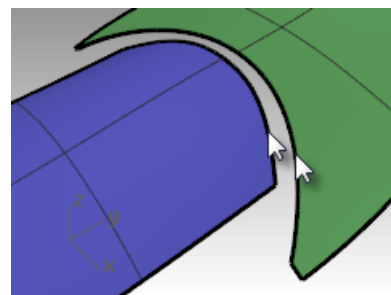
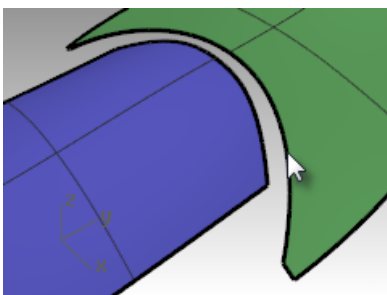
## トリムサーフェスにトリムしていないサーフェスをマッチングします

- 1 **MatchSrf** コマンド (サーフェス > サーフェス編集ツール > マッチング) を実行します。

- 2 緑のサーフェスで、青いサーフェス側のエッジを選択します。

コマンドラインに以下のようなメッセージが表示され、エッジが選択されません:

エッジはサーフェスのエッジ上になければなりません。(トリムエッジではいけません。)  
変更する非トリムサーフェスエッジを選択 (複数マッチング):



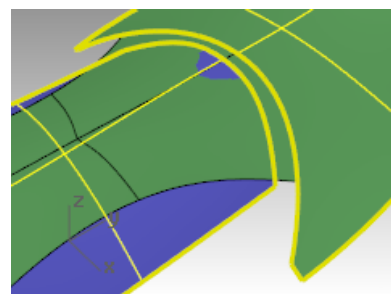
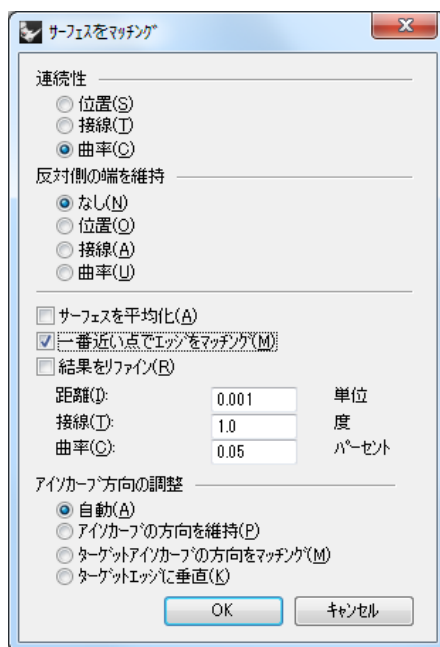
- 3 青いサーフェスで、緑のサーフェス側にあるトリムしていないエッジを選択します。  
4 緑のサーフェスのトリムしたエッジを、青いサーフェスのエッジを選択した点と近い場所で選択します。

- 5 **サーフェスをマッチング** ダイアログで、**連続性** に **曲率**、**反対側の端を維持** に **なし** を選択し、**一番近い点でエッジをマッチング** をチェックして、**アイソカーブ方向の調整** を **自動** に設定します。

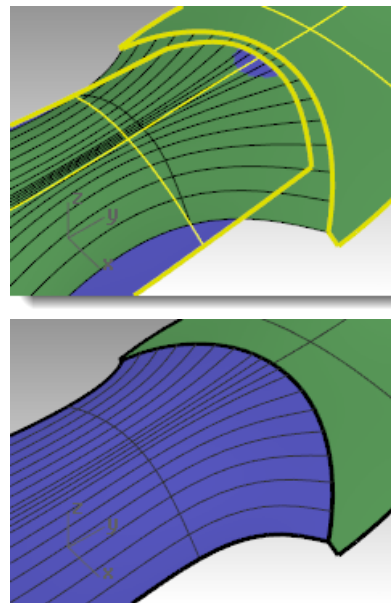
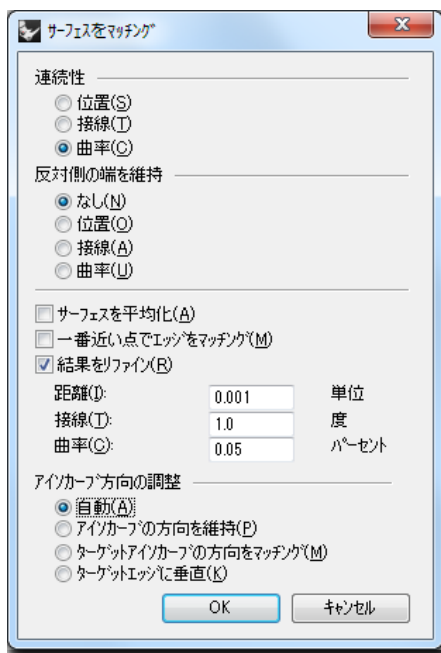
他のチェックボックスはすべてチェックを外しておきます。

結果のプレビューが自動的に表示されます。

青いサーフェスは、緑のサーフェスのトリムしていないエッジの全体にマッチしていません。基のサーフェスから一番近い点に延長しているだけです。



- 6 サーフェスをマッチング ダイアログで、一番近い点でエッジをマッチングからチェックを外して、結果をリファインをチェックします。
- 7 アイソカーブ方向の調整 と反対側の端を維持 のオプションを変更して、青いサーフェスのマッチングの結果を見えます。OK を押して終了します。



## 連続性に考慮して使うサーフェスコマンド

Rhinoには、サーフェスを作成するときに、入力曲線としてサーフェスエッジを使うコマンドがいくつかあります。以下のコマンドを使うことによって、隣り合うサーフェスとG1 連続やG2 連続を持つサーフェスを作ることができます：

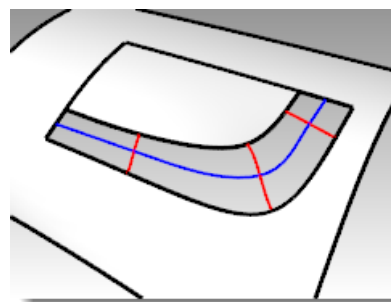
- NetworkSrf
- Sweep2
- Patch (G1 のみ)
- Loft (G1 のみ)
- BlendSrf (G1 から G4)

次の練習問題でこれらのコマンドを理解していきましょう。

### 練習問題 10ー連続性を持つコマンド

網状の曲線からサーフェスを作成します

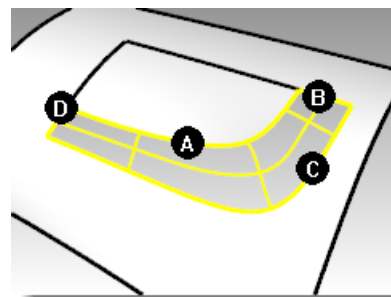
- 1 **Open** コマンドで **Continuity Commands.3dm** を開きます。**Surfaces** レイヤ上に、隙間を残してトリムし、結合された 2 つのサーフェスがあります。この隙間は、周囲のサーフェスと連続性を保って塞ぐ必要があります。
- 2 **Network** レイヤをカレントにします。  
サーフェス上では何本かの曲線によって、必要とされる切断面を定義しています。
- 3 **NetworkSrf** コマンド(サーフェス> 曲線ネットワークから) を使用することにより、曲線およびサーフェスのエッジを入力曲線として使って、トリムされていないサーフェスによって穴を塞ぎます。



- 4 ネットワークを構成する曲線を選択 のプロンプトで、開口部のエッジ 4 本と内側の曲線 4 本を選択して、**[Enter]** を押します。

最大 4 本のエッジが入力可能です。許容差や、入力曲線とサーフェスの最大偏差も指定することができます。

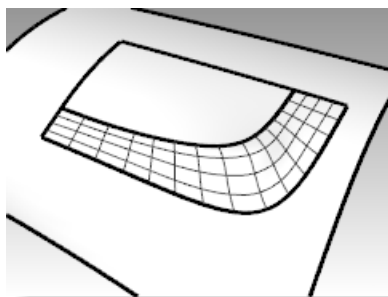
デフォルトでは、エッジの許容差はファイルの許容差と同じです。内部曲線は、デフォルトよりも 10 倍ゆるやかに設定されています。



- 5 ネットワークからサーフェスを生成 ダイアログで、すべてのエッジに **曲率連続** を選択して **OK** をクリックします。

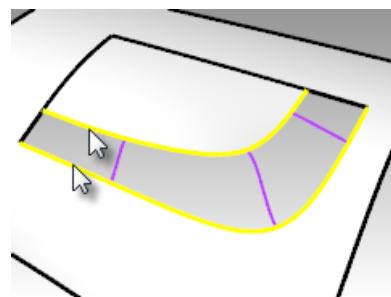
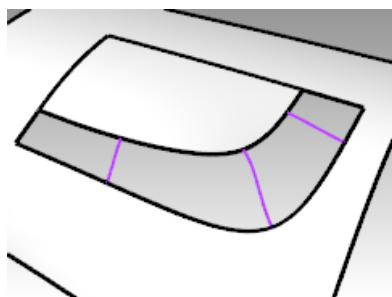
作成されたサーフェスは、4 つのエッジ全てにおいて、曲率連続となっています。

- 6 生成されたサーフェスを、**Zebra** コマンドでチェックします。



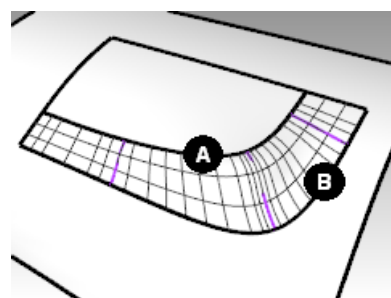
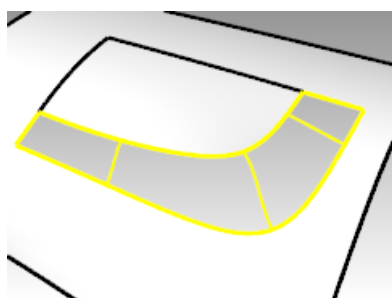
## 2 レールスイープでサーフェスを作成します

- 1 **OneLayerOn** コマンドを使って、**Surfaces** レイヤだけを再び表示させ、ステータスバーのレイヤの部分をクリックして、**Sweep2** レイヤを選択します。
- 2 **Sweep2** コマンド (サーフェス > 2 レールスイープ) を実行し、長い方のサーフェスエッジをルールとして選択します。

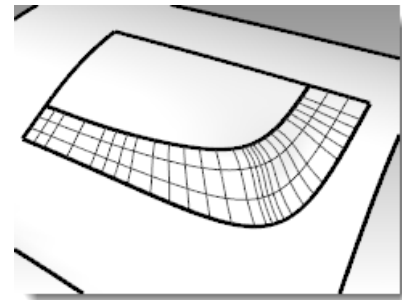
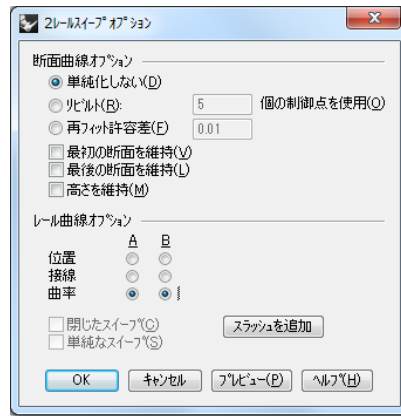


- 3 断面として、短いエッジ、穴形状内側の曲線、もう一方の短いエッジを選択します。
- 4 **2 レールスイープオプション** で両方とも **曲率** を選択します。

ルールがサーフェスエッジのため、エッジがラベルで表示され、**2 レールスイープオプション** ダイアログで、これらのエッジの連続性を設定できます。



- 5 OK をクリックします。
- 6 生成されたサーフェスを、**Zebra** コマンドでチェックします。



### パッチサーフェスを作成します

境界曲線が閉じたループであれば、**Patch** コマンドでトリムサーフェスが作成できます。また、境界曲線がエッジならば、G1 連続を保持することができます。**Patch** コマンドの特徴は次のとおりです：

- 入力に曲線または点を制限なく使用できます。
- 大量の制御点のノイズを無視します。
- スキャンデータに使用できます。
- リバースエンジニアリングに利用できます。

- 1 **Surfaces** レイヤと **Patch** レイヤを表示します。

他のレイヤは全て非表示にします。

- 2 **Patch** コマンド (サーフェス > パッチ) を実行します。

- 3 エッジ曲線と内部曲線を選択して **[Enter]** を押します。

- 4 パッチオプション ダイアログで、以下のよう

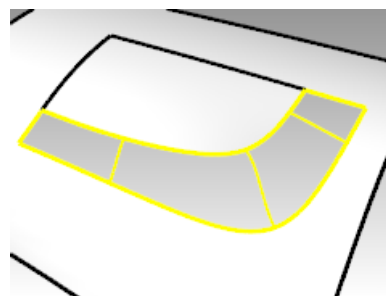
に設定します。

サンプル点の間隔 = 1.0、

非弾力性 = 1.0、

サーフェスの U 方向成分 と サーフェスの V 方向成分 = 10、

接線方向に調整 と 自動トリム をチェックし、OK をクリック。

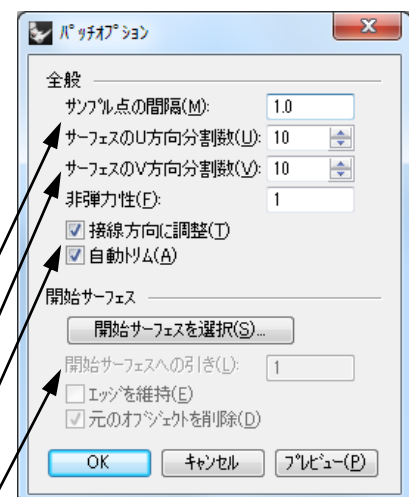


入力曲線からサンプルされた点の間の 3D 距離

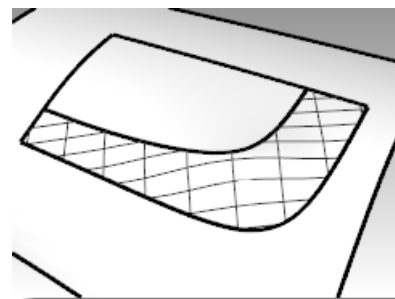
パッチサーフェスの行と列

数値が大きいくほど、生成されるサーフェスは「硬く」なり、より四角に近く、平面になります

選択サーフェスの構造を使用



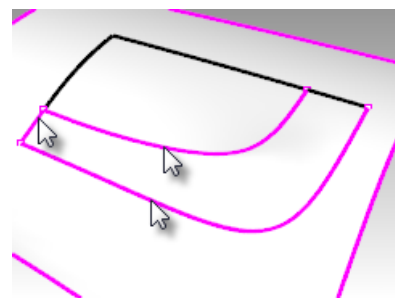
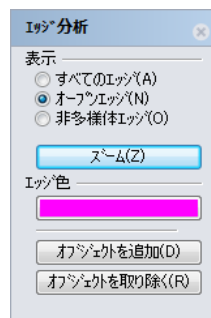
5 サーフェスを結合します。



6 **ShowEdges** コマンド (解析 > エッジツール > エッジを表示) を使って、オープンエッジ (結合されていないエッジ) を表示します。

オープンエッジが新しいパッチサーフェスと既存のポリサーフェスの間にある場合、**パッチオプション** ダイアログの設定を変更する必要があります。

7 **Zebra** コマンドで確認します。

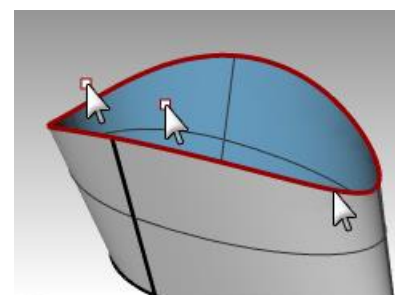


### 練習問題 11ーパッチオプション

#### エッジ曲線と点からパッチサーフェスを作成

パッチは、曲線やサーフェスエッジ同様に、点も入力曲線として指定することができます。ここでは、非弾力性の設定によって、作成されるサーフェスがどのように変化していくかを確認します。

- 1 **Patch Options.3dm** を開きます。
- 2 **Patch** コマンドを始めます (サーフェス > パッチ)。サーフェス上端のエッジ曲線と、2つの点を選択します。
- 3 接線方向に調整 及び 自動トリム にチェックを入れて、サーフェスの **U、V 方向分割数** を **10** にします。
- 4 2つの点が良く見えるように、**Front** ビューポートをアクティブにして、ワイヤーフレーム表示やゴースト表示に設定してください。
- 5 非弾力性を **0.1** に設定し、**プレビュー** ボタンをクリックします。



数値を小さくすることによって、点を通るサーフェスが作成できます。しかし、作成されるサーフェスはシワが多くなります。

## 6 非弾力性を 5 に設定し、もう一度プレビューボタンをクリックします。

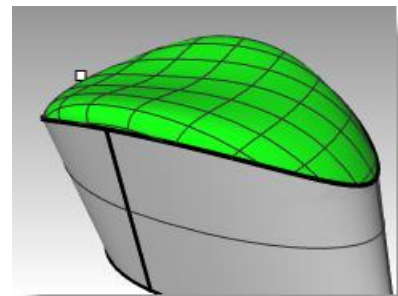
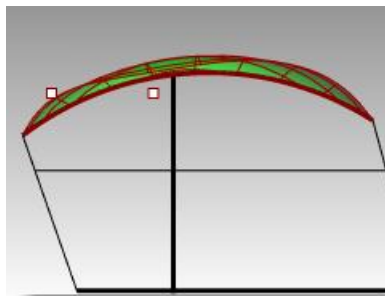
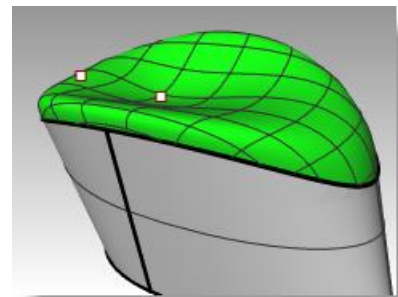
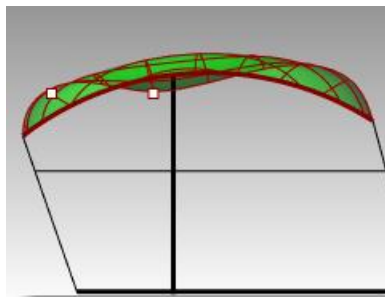
非弾力性の数値を大きくすることにより、指定した点を通過しない場合がありますが、一方でうねりやしわの無い滑らかなサーフェスが生成されることがあります。

また、非弾力性が非常に大きい値の場合、入力に使用したエッジから離れていく傾向があります。

非弾力性の値が大きい = より角張った平面なサーフェスを生成

非弾力性の値が小さい = より滑らかなサーフェスを生成

より多いスパン = より制御点が密集



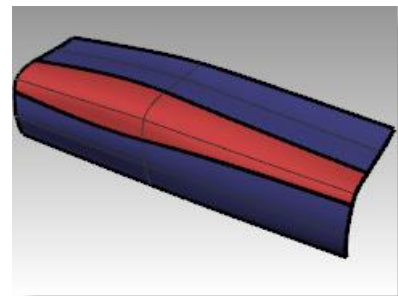
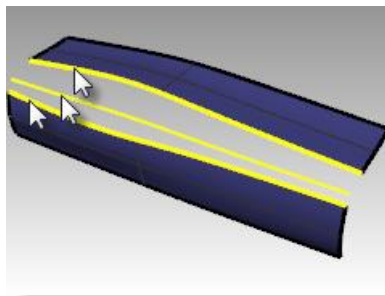
## 練習問題 12ーロフト

### ロフト面を作成します

**Loft** コマンドもサーフェスの連続性を設定するオプションがあります。

- 1 **Loft.3dm** を開きます。
- 2 **Loft** コマンド (サーフェス > ロフト) を実行します。
- 3 下側のエッジ曲線、曲線、上側のエッジ曲線を選択して **[Enter]** 押します。

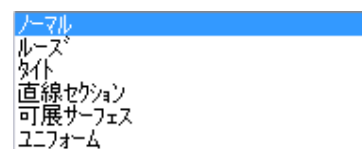
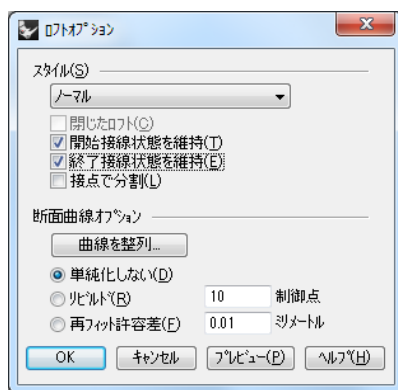
曲線を選択するとき、各々の曲線の同じエッジ付近を選択してください。こうすることにより、作成されるサーフェスが振じれて作成されることを防ぎます。





- 4 ロフトオプション ダイアログで、スタイルにノーマルを選択し、開始接線状態を維持、終了接線状態を維持、単純化しないをチェックして、**[Enter]**を押します。

新しいサーフェスは元のサーフェスと G1 連続性を持ちます。



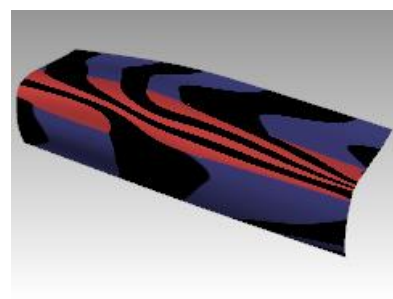
スタイル:

ルーズ—制御点曲線と同じ

直線セクション—ポリラインと同じ

ノーマル/タイト—補間点指定曲線と同じ

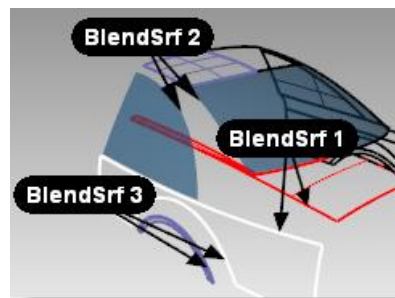
- 5 結果を **Zebra** コマンドで確認します。



### 練習問題 13—ブレンド

隣接するサーフェスとの連続性をコントロールする次のコマンドは **BlendSrf** です。

ファイル内にある 3 つの例を使って、**BlendSrf** コマンドの特徴を見てみます。また、コマンド内の設定を使って、ブレンドサーフェスの形状を変更できます。

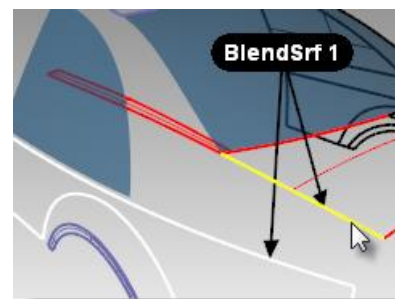


### ブレンドサーフェスを作成します (BlendSrf 1)

BlendSrf 1 では、自動車モデルのトランクと側面の間を繋げます。

- 1 **Blend.3dm** を開きます。
- 2 **BlendSrf** コマンド(サーフェス>ブレンド)を実行します
- 3 **1 つ目のエッジとなるセグメントを選択** のプロンプトで、BlendSrf 1 のマークがある、赤いポリサーフェスのエッジを選択します。

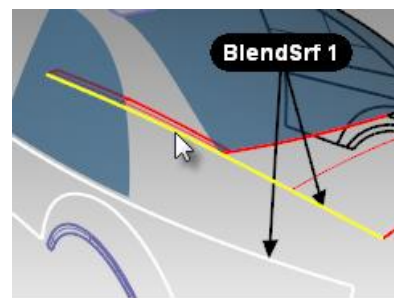
白いサーフェスと赤いサーフェスの間をブレンドしますが、まずエッジセグメントが 1 本のみ選択されます。



- 4 次のセグメントをクリックで選択します。または、コマンドラインの **1 つ後** オプションをクリックします。

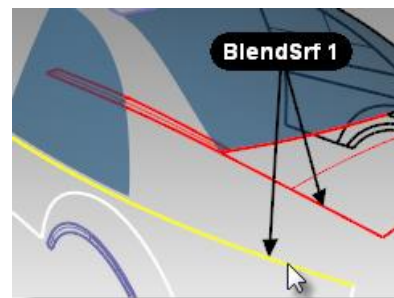
隣り合ったサーフェスのエッジが選択されます

- 5 最初のエッジ選択を終了するため、**Enter** を押します。



- 6 2 回目のエッジとなるセグメントを選択 のプロンプトで、白いサーフェスの上側のエッジを、先にクリックしたエッジの場所に近いところで、選択します。エッジの選択を終了するため、**Enter** を押します。

サーフェスブレンドの調整 ダイアログが表示されます。



### サーフェスブレンドの調整

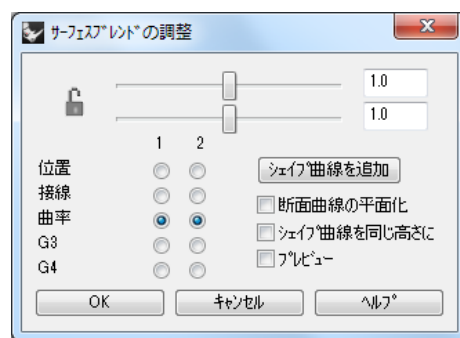
スライダーは、ブレンドサーフェス端末にある、デフォルトの 2 本のシェイプ曲線の形状を変更します。ロックアイコンをクリックすると、ブレンドする両側の形状を同時に調整します。

**シェイプ曲線を追加** ボタンは、輪郭形状を追加します。新しく追加した形状も、デフォルトの輪郭曲線と同様に調整できます。

シェイプ曲線の追加は便利ですが、曲線と曲線の間があまり近くない方がより良い結果となるため、できるだけ少なく設定することを推奨します。

ラジオボタンは、ブレンドサーフェスのエッジ(ビューポート上で 1,2 と表示されたエッジ)の連続性を設定します。

また、ダイアログには他にチェックボックスもありますが、以降の練習問題で説明します。



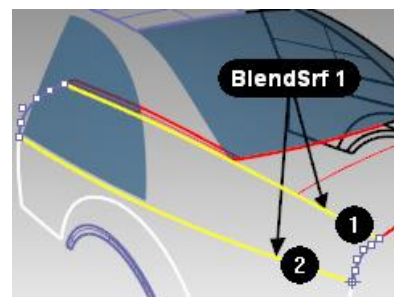
- 7 **シェイプ曲線を同じ高さ** と **断面曲線の平面化** からチェックを外します。連続性は、**曲率** を設定します。

また、ブレンドサーフェスのプレビューを表示するチェックボックスがあります。

ビューポートに、点のあるシェイプ曲線が表示されます。これらの点を、ハンドルと呼んでいます。

シェイプ曲線上のハンドルの数は、ダイアログの設定によって、変わります。

例えば、曲線 1 と 2 の連続性が **曲率** に設定されている場合、輪郭曲線には 6 つの点(各エッジに 3 点ずつ)があります。

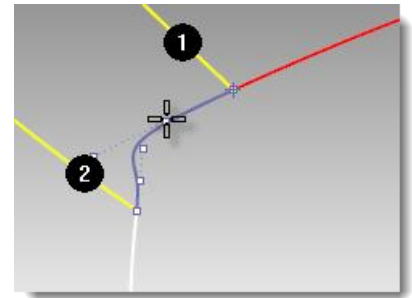




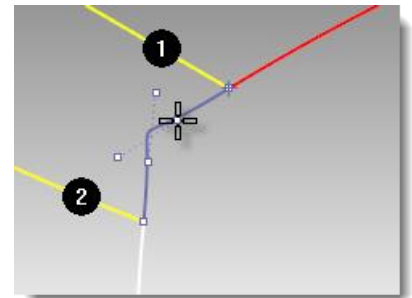
- 8 シェイプ曲線のハンドルを調整してみます。例えば、自動車の後部で、シェイプ曲線の頂点付近にハンドルを移動して点を集めると、よりシャープにブレンドされます。

シェイプ曲線のハンドルを調整すると、ブレンド形状も同時に変更されます。

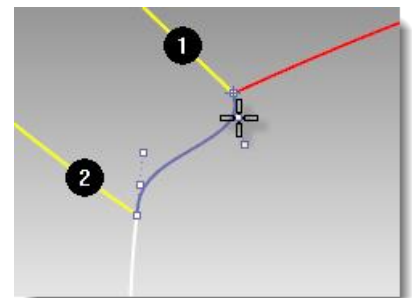
ハンドルの移動は、シェイプ曲線の片側の形状を変更します。



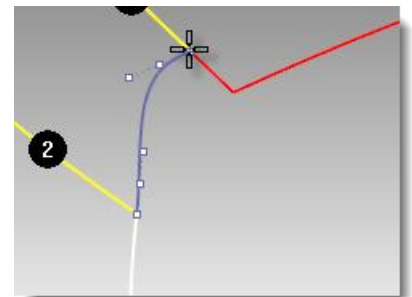
**Shift** を押しながらハンドルを移動すると、シェイプ曲線の両側が同時に調整されるため、ブレンド形状の対称を維持できます。



**Alt** を押しながらハンドルを移動すると、ハンドルが回転するため、エッジに対してシェイプ曲線の方向を変更できます。

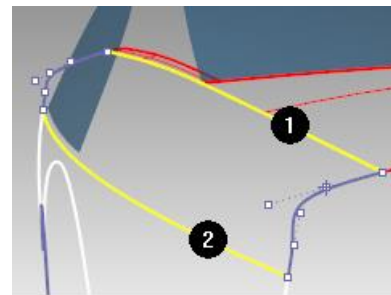
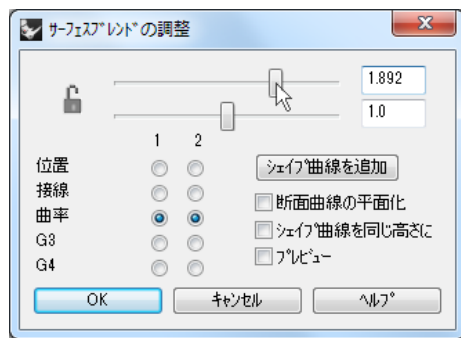


シェイプ曲線末端のハンドルを移動すると、シェイプ曲線の場所を変更できます。

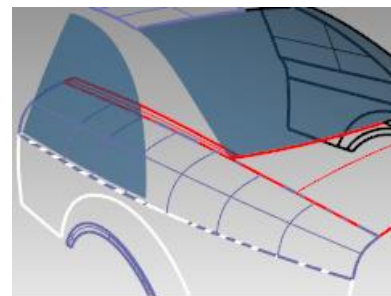
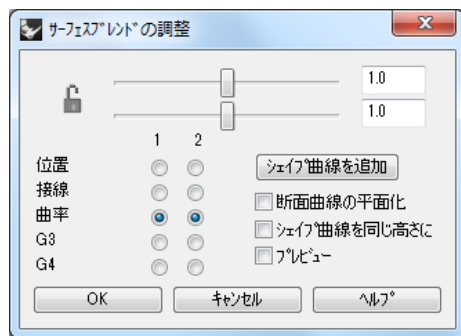


スライダーにより、全てのシェイプ曲線を一緒に調整できます。

上側のスライダーは、エッジ#1 付近のシェイプ曲線をすべて変更し、下側のスライダーは、エッジ#2 付近のシェイプ曲線を変更します。



- 9 ダイアログの値を **1.0** に設定して、**OK** を押して、ブレンドサーフェスを作成します。

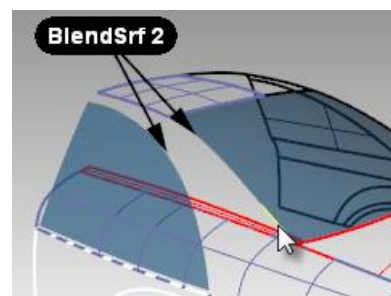


## ブレンドサーフェスを作成します (BlendSrf 2)

次に、屋根のレールと側面の窓の間をブレンドします。

- 1 **BlendSrf** コマンド(サーフェス> ブレンド)を実行します。
- 2 1 つ目のエッジとなるセグメントを選択 のプロンプトで、BlendSrf2 とマークされている、後部窓に沿ったエッジを選択します。

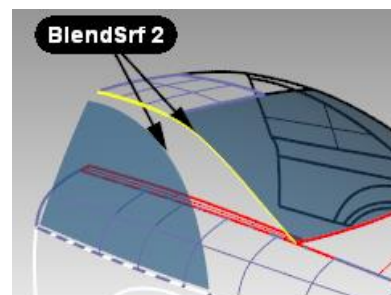
エッジの小さい区間のみ選択されます。窓は単一のサーフェスですが、そのエッジが細かく分割されています。次に、それらがすべて選択できるようにします。



- 3 分割されたエッジを連続して選択できるように、コマンドラインの **すべて** オプションを使用します

屋根のパネルのエッジが新たに追加されています。これは、隣り合ったエッジと繋がっており、互いに接線で連続しているためです。

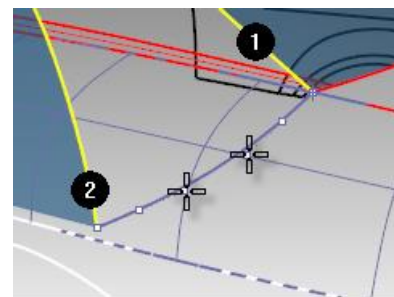
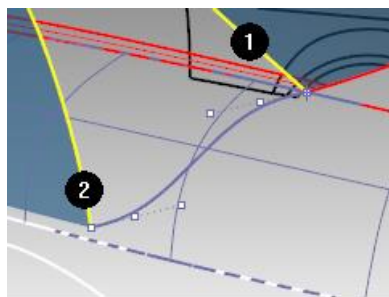
**Enter** を押して最初のエッジ選択を終了します。



- 4 **2 目目のエッジとなるセグメントを選択** のプロンプトで、側面の窓上側のエッジを選択します。

デフォルトのシェイプ曲線が、ブレンドのエリア下側で、S 字になっています。

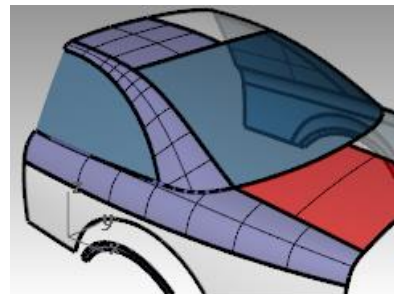
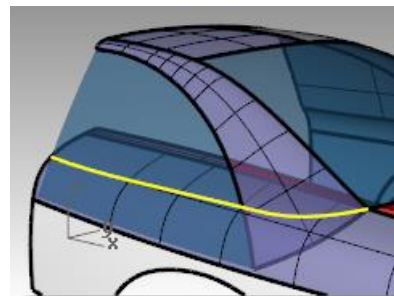
- 5 **[Alt]** を押しながらハンドルをドラッグして、ブレンド曲線が自然に並ぶよう整列させます。



#### 余分なサーフェスを削除します

余分なサーフェスを削除するため、互いのサーフェスをトリムします。しかし、交線がサーフェス全体に通っていないため、まず、それぞれのサーフェスの交線を生成して結合します。また必要に応じて、それらを延長します。

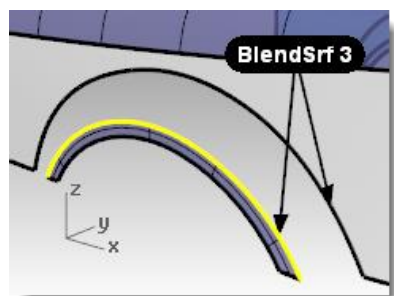
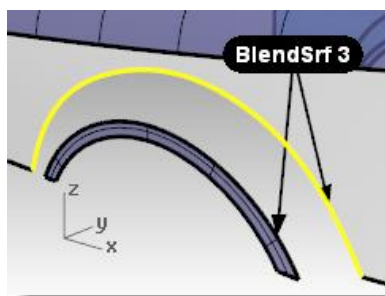
- 1 **IntersectTwoSets** コマンド (曲線> オブジェクトから曲線を作成> 2 つのセットの交差) を実行します。
- 2 **交差するオブジェクトの 1 目目のセットを選択** のプロンプトで、側面の窓と作成した屋根のブレンドサーフェスを選択して、**[Enter]** を押します。
- 3 **1 目目のセットと交差するオブジェクトの 2 目目のセットを選択** のプロンプトで、最初に作成したブレンドサーフェスを選択して **[Enter]** を押します。
- 4 生成された曲線を結合します。
- 5 結合した曲線を選択します。
- 6 **ExtendCrvOnSrf** コマンド(曲線> 延長> サーフェス上の曲線を延長) を実行して、**曲線のあるサーフェスを選択** のプロンプトで、下側のブレンドサーフェスを選択します。
- 7 側面の窓の下側、屋根のレールのブレンドサーフェス下側、側面のブレンドサーフェス内側をトリムします。



#### ブレンドサーフェスを作成します (BlendSrf 3)

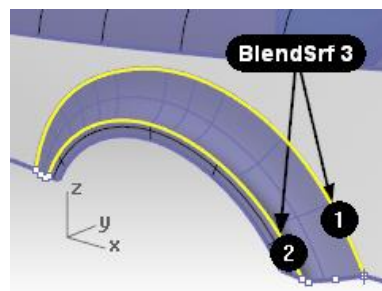
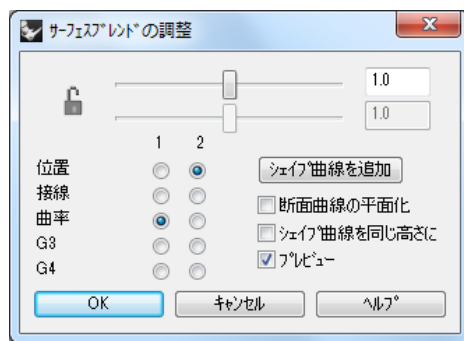
最後に、ホイールアーチとボディ側面の間をブレンドします。

- 1 **BlendSrf** コマンド(サーフェス> ブレンド)を実行します。
- 2 **1 目目のエッジとなるセグメントを選択** のプロンプトで、ホイールアーチのエッジを選択して、**[Enter]** を押します。
- 3 **2 目目のエッジとなるセグメントを選択** のプロンプトで、もう一方のホイールアーチのエッジを選択します。



- 4 連続性の設定を、一方は **位置** (G0)、もう一方を **曲率** (G2) に設定して、**プレビュー** にチェックを入れます。

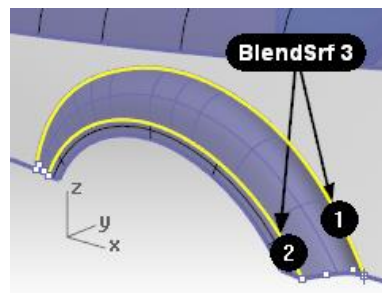
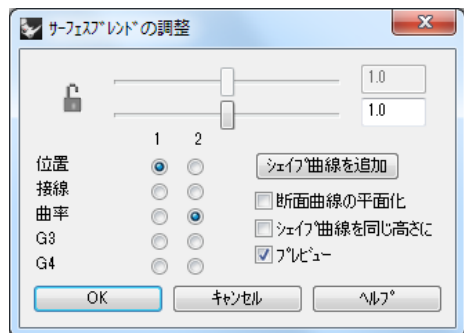
エッジのひとつが尖ったエッジになります。



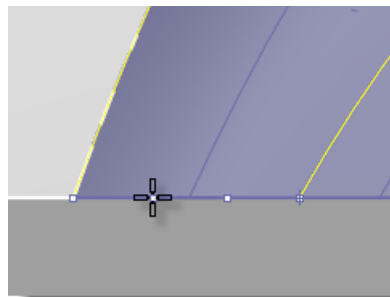
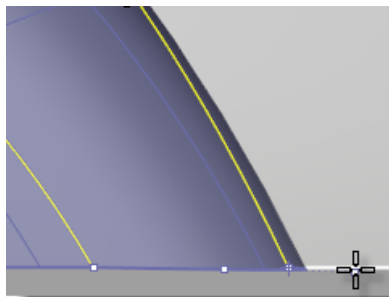
- 5 連続性の設定を、図のように先と反対に設定します。

ホイールアーチ両側のシェイプ曲線を回転して、ボディ側面のエッジに整列させる必要があるかもしれません。

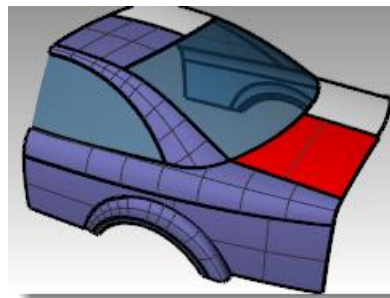
ここでは、Front ビューで操作すると良いでしょう。



- 6 **Alt** を押しながらハンドルをドラッグして、側面のエッジにブレンド曲線を整列させます。



- 7 **OK** を押してブレンドサーフェスを作成します。

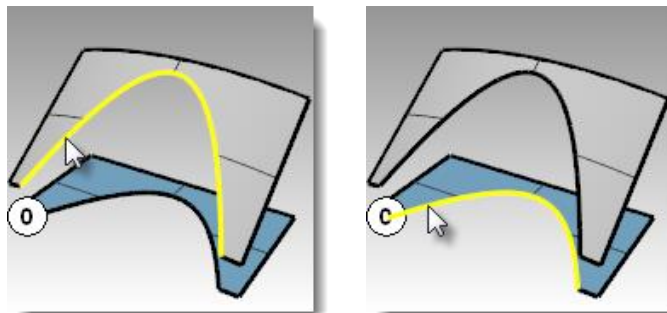


## 練習問題 14—ブレンド オプション

## ブレンドサーフェスを作ります

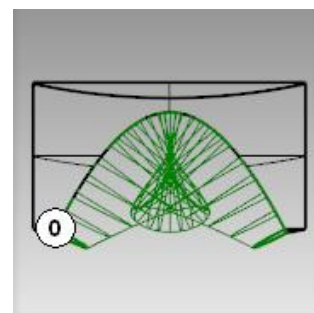
次の練習では、まず自己交差するブレンドサーフェスを作成した後、ブレンドサーフェスのオプションを使って、問題のある箇所を修正していきます。

- 1 **BlendSrf Options.3dm** を開きます。
- 2 **BlendSrf** コマンドを実行します (サーフェス> ブレンド)。0 とマークされたサーフェスエッジ同士を選択します。



- 3 **サーフェスブレンドの調整** ダイアログで、**シェイプ曲線を同じ高さ**にチェックが入っていないことを確認します。そして、スライダーバーを **1.0** に設定して、**OK** をクリックします。
- 4 **Top** ビューポートで生成されたサーフェスをズームします。

Top ビューポートをワイヤーフレーム表示にして、ブレンドサーフェスを見てください。サーフェス中央部で自己交差しています。アイソカーブが互いに交差しており、つまんだように折れています。



## ブレンドサーフェスオプション

このようなサーフェス作成を回避するには、**スライダーバーの調整**や、**シェイプ曲線を同じ高さ**に または、**断面曲線の平均化** オプションを使用します。

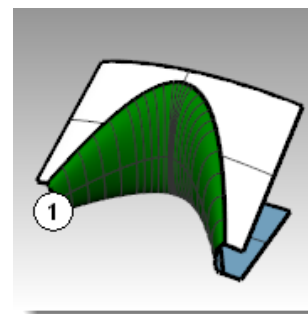
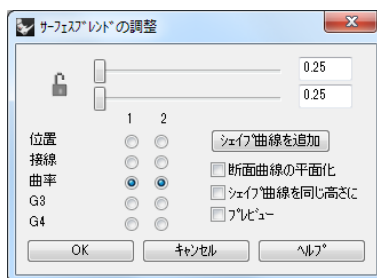
以下の例で、これらのオプションを確認してみましょう。

## オプションを使って、ブレンドサーフェスを作成します

- 1 **BlendSrf** コマンドを実行して、①のサーフェスエッジ同士を選択します。

サーフェス表面のふくらみを **1.0** 未満に調整します。スライダーバーの値を **0.2** から **0.3** の間に設定すると良いでしょう。

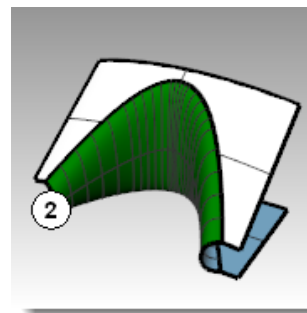
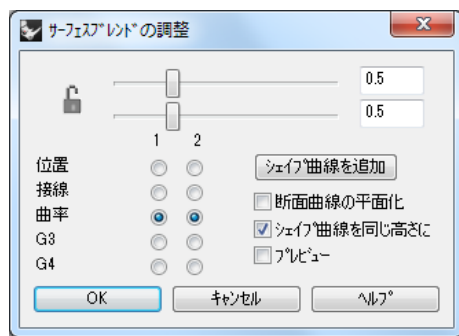
ブレンドサーフェスのふくらみをプレビューしながら、端末の断面形状を調整します。中央部に折れやシワのないサーフェスが作成されます。





- 2 **BlendSrf** コマンドを実行して、②のサーフェスエッジ同士を選択してください。スライダーバーを **0.5** に設定して、**シェイプ曲線を同じ高さ**に にチェックを入れてください。

**シェイプ曲線を同じ高さ**に にチェックを入れると、サーフェス間の間隔が一定ではない場合、ブレンドの始めから終わりまでのシェイプ曲線の高さを同じ高さにします。このオプションを使用することにより、サーフェスのふくらみを全体的に均一とし、中央部分でのアイソカーブの交差をなくすことが出来ます。



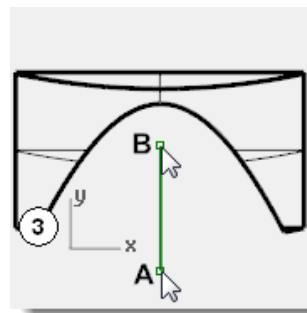
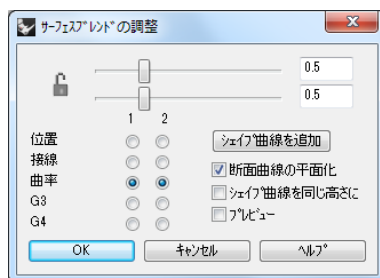
- 3 **BlendSrf** コマンドを実行して、③のサーフェスエッジ同士を選択してください。

- 4 通常通りにエッジを選択します。

ブレンドバルジの設定は、先程と同じ **0.5** を設定します。

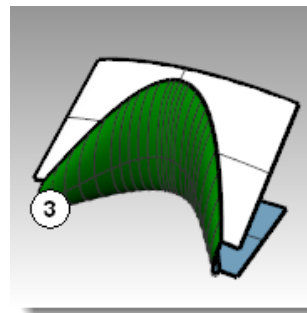
- 5 ダイアログの**断面曲線の平面化** をチェックして、**シェイプ曲線を同じ高さ**に からチェックを外します。

平面断面曲線に平行な線を選択します。これは、どのビューポートにおいても 2 点をクリックすることによって定義できます。



- 6 Top ビューポート内のどこか 1 点目(A)をクリックします。2 点目(B)は、**直交モード** を使用して Y 軸方向にマウスを移動してクリックします。

作成されるサーフェスのアイソカーブの形状は、**ダイアログの断面曲線の平面化** オプションで選択したビューポートの作業平面に対して平行になります。アイソカーブが Y 軸に対して平行なため、サーフェス中央部においてアイソカーブは交差しません。



## フィレット、ブレンド、コーナー

この練習問題では、**NetworkSrf**、**Loft**、**Sweep1**、**Sweep2**、**Blend**、**Fillet**、**Patch** コマンドを使って、穴形状を塞いで、サーフェスの変化を作成する様々な方法を勉強していきます。

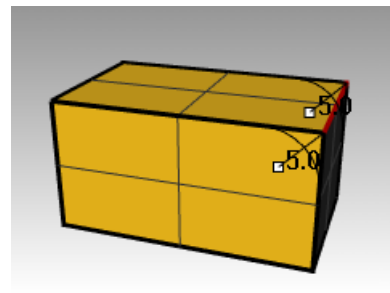
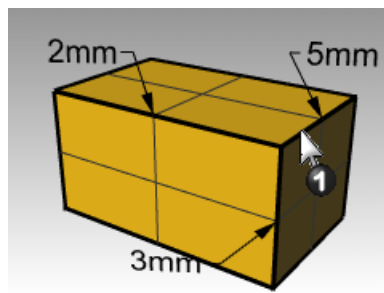
Rhino には自動的にフィレットを作成する機能がありますが、手作業でのテクニックを必要とする場合があります。この章では、異なるフィレット径でのコーナーの作成、径が変化するフィレット、ブレンド、フィレットの変化について勉強していきます。

## 練習問題 15—可変半径フィレット

3つの異なる径のコーナーフィレットを作成します:

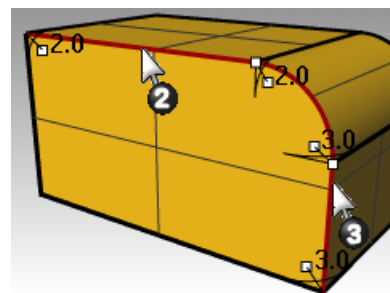
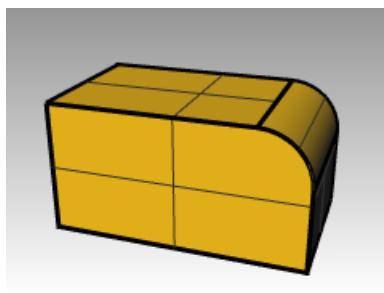
1 **Corner Fillet.3dm** を開きます。

2 **FilletEdge** コマンド(ソリッド> エッジをフィレット> エッジをフィレット) を使って、エッジ①に半径 **5mm** のフィレットを作成します。



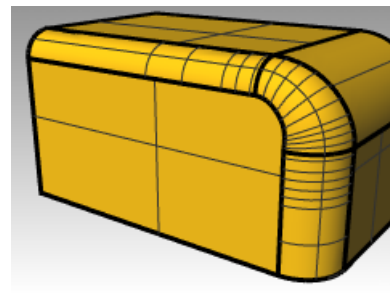
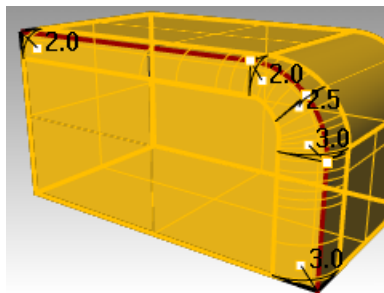
3 **FilletEdge** コマンド(ソリッド> エッジをフィレット> エッジをフィレット) を使って、エッジ②は半径 **2mm** で、エッジ③は半径 **3mm** で、最初に作成したフィレットのエッジを半径 **2.5mm** で指定します。

次のエッジを選択する前に、次の半径オプションで設定値を変更します。



4 **ハンドルを追加** オプションを使って、半径 **2.0** のハンドルをエッジ②の端点に、半径 **3.0** のハンドルをエッジ③の端点に追加します。

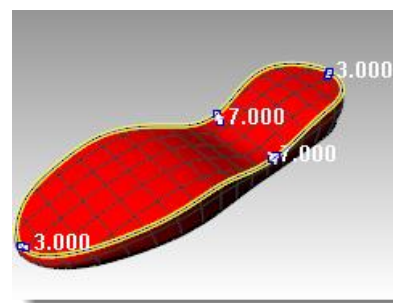
5 **プレビュー** オプションをクリックして結果を確認した後、**Enter** を押すとフィレットが作成されます。



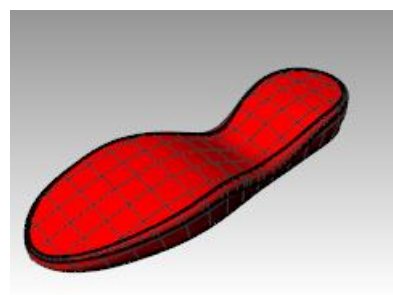
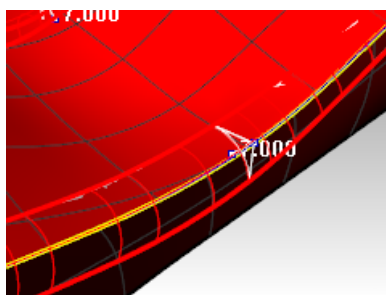
## 練習問題 16ー 可変半径ブレンドと面取り

## 変化する径を持つブレンドを作成します

- 1 **Sandal Sole.3dm** を開きます。
- 2 **BlendEdge** コマンド(ソリッド> エッジをフィレット> エッジをブレンド) を使って、靴底のエッジに異なる径のブレンドを作成します。まず、半径 **3mm** を設定します。
- 3 **ハンドルを追加** オプションを使って、靴底のエッジに異なる径を追加します。  
つま先に半径 3mm、甲の両側に 半径 7mm のハンドルを追加します。

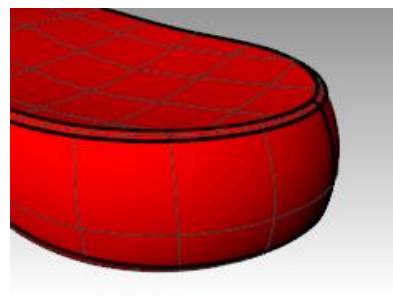
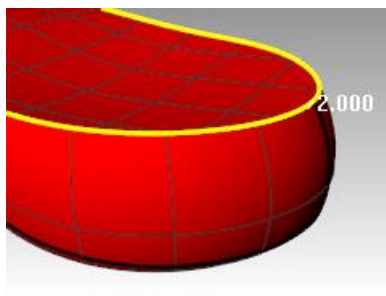


- 4 **プレビュー** オプションを使って、ブレンドを確認しながら、必要に応じてハンドルを調整した後、**Enter** を押してブレンドを作成します。



## 面取りを作成します

- 1 **ChamferEdge** コマンド(ソリッド> エッジをフィレット> エッジを面取り) を使って、靴底の上側エッジに、面取り距離 **2mm** を設定します。  
  
このコマンドは、**FilletEdge** や **BlendEdge** と同様に、異なる距離の面取りを作成するため、ハンドルを追加できます。
- 2 **プレビュー** オプションを使って、面取りを確認しながら、必要に応じてハンドルを調整した後、**Enter** を押して面取りを作成します。

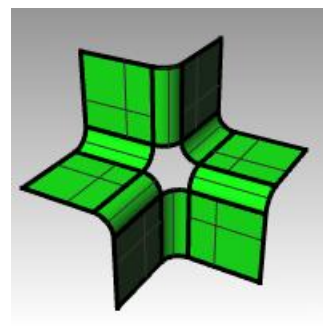
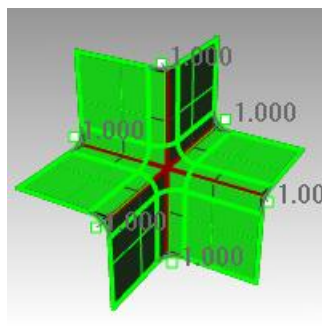




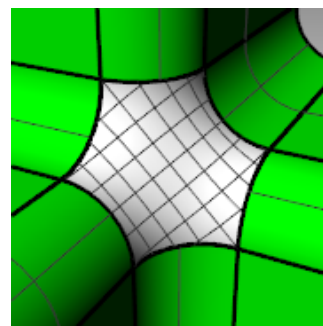
## 練習問題 17ーパッチによるフィレット

パッチを使って 6 面の間にフィレットを作成します:

- 1 **Fillet Edge.3dm** を開きます。
- 2 **FilletEdge** コマンド(ソリッド> エッジをフィレット> エッジをフィレット)を使って、次の半径=1 で同時に全てのエッジにフィレットを作成します。



- 3 **Patch** コマンド(サーフェス> パッチ)を使って、中央の開いている部分を埋めます。
- 4 パッチ面を定義するために、6 本のエッジ全てを選択します。
- 5 **パッチオプション** ダイアログで、**接線方向に調整** と **自動トリム** をチェックします。サーフェスの **U 方向** と **V 方向** の分割数を **10** に変更し、**非弾力性** を **2** に変更します。



**Note:** 入力曲線が 4 本以上ある場合は、**NetworkSrf** コマンドよりも **Patch** コマンドを使用したほうが良い結果が得られます。

## 練習問題 18ーソフトコーナー

下図のようなソフトな矩形形状の作成するにはいくつかの手法があります。

この演習では、同じ下書きの曲線を使ってサーフェスを作成する、2 つの異なる手法を勉強します。この例のデザイン曲線は、すべて接線連続で繋がった円弧です。

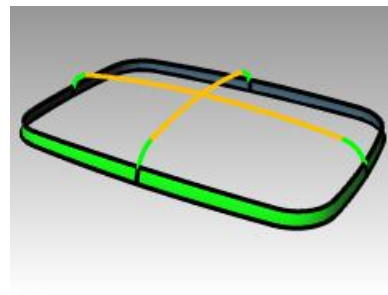
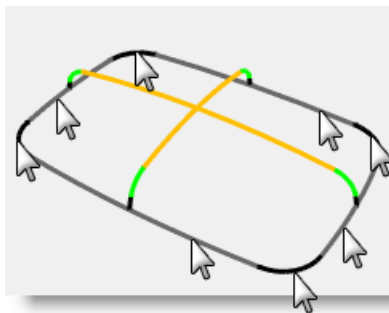
最初の方法は、直接曲線を使用します。2 番目の方法は、デザイン曲線から作成されるシンプルな形状を考慮して進めていきます。

2 つの手法は異なりますが、互いに相反した方法のため、どちらの手法が良いというわけではありません。



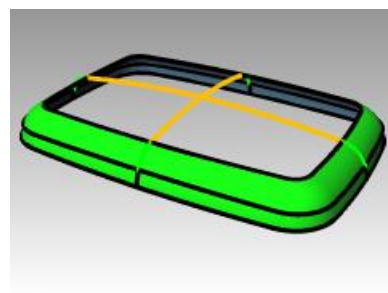
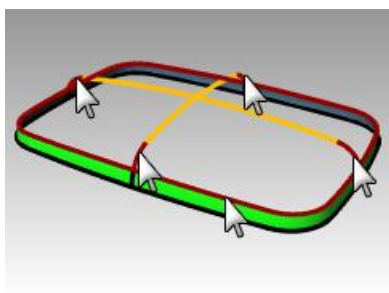
## 曲がった上面とソフトコーナーを持つ矩形の形状を作ります (パート 1)

- 1 **Soft Corners.3dm** を開きます。
- 2 **Join** コマンド (編集 > 結合) を使って、底部の矩形形状を形成する円弧を結合します。
- 3 **03 Sweeps** レイヤに変更します。
- 4 **Sweep1** コマンド (サーフェス > 1 レールスイープ) を使って、最初のサーフェスを作成します。
- 5 **1 レールスイープオプション** ダイアログで、**閉じたスイープ** にチェックを入れて、**OK** をクリックします。

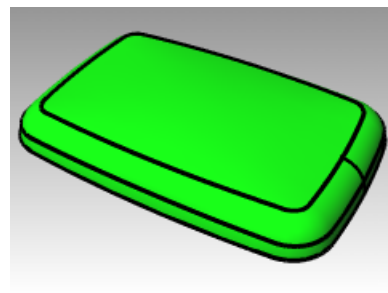
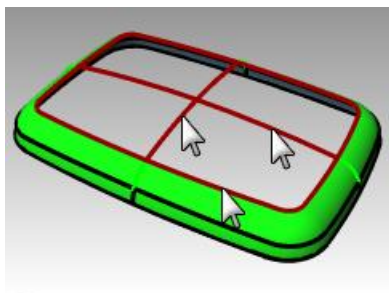


- 6 **Sweep1** コマンドを繰り返して、2 番目のサーフェスを作成します。
- 7 直前に作成したサーフェス上部のエッジをピックし、順番に断面形状を選択して行き、**Enter** を押します。
- 8 **1 レールスイープオプション** ダイアログで、**スタイル** を **サーフェスに整列** に変更して、**OK** をクリックします。

最初に作成したサーフェスと接線連続になります。

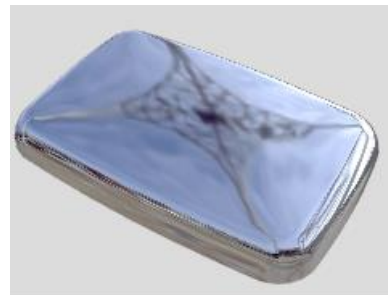


- 9 **Patch** コマンド (サーフェス > パッチ) を使って、中央の開いている部分を埋めます。



- 10 作成したモデルを選択します。
- 11 **EMap** コマンド (解析 > サーフェス > 環境マッピング) を実行します。**メッシュを調整** をクリックして、ゼブラマッピングを使った解析と同様に、メッシュを調整します。**環境マッピングオプション** ダイアログのドロップダウンリストから、**Arches.png** または **Space Needle.png** を選択します。
- 12 ビューを動かしてモデルを確認します。

上面が X のような形状に(疑似的に)反射しています。上面に歪みがあるため、基の入力曲線に対して、きれいなサーフェスではありません。つまり、たとえ全ての入力曲線を利用しても、必ずしもきれいなサーフェスが生成されるわけではありません。



## 曲がった上面とソフトコーナーを持つ矩形の形状を作ります (パート 2)

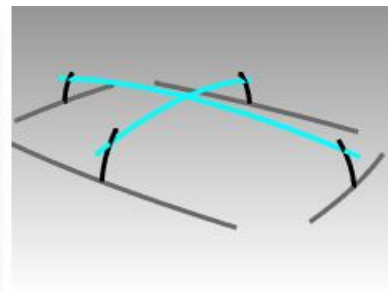
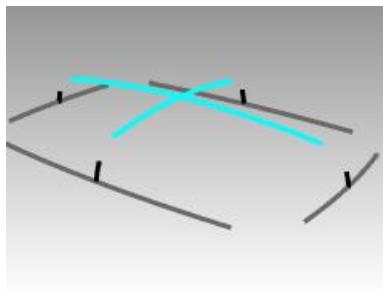
この練習では、入力曲線を見ながら、サーフェスを作成する一番良い方法を考えてみます。

ここで重要なことは、主となるサーフェスにきれいな曲率をもたせることで、転移していくサーフェスはあまり重要ではありません。

主となるサーフェスは全体の形状を決定します。それらは比較的均等な曲率をもち、転移するサーフェスより小さい曲率のものが多くあります。転移サーフェスは、その名前のとおり、主なサーフェス間を繋げます。これらのサーフェスは、主サーフェスより大きい曲率をもっています。例えば、フィレットやブレンドも一般的に転移サーフェスに含まれます。

この例では、4面のサーフェスと上面のサーフェスを主サーフェスとして、各コーナーにフィレットを追加します。この例では入力曲線が接線連続の円弧で構成されているため、上面と側面のサーフェスを回転サーフェスとして定義できます。この種類のサーフェスは、非常に正確でシンプルです。

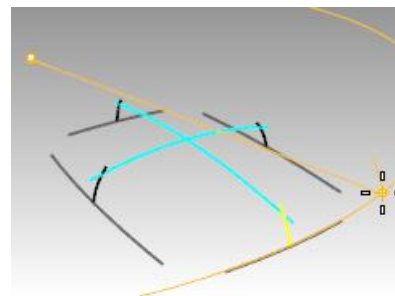
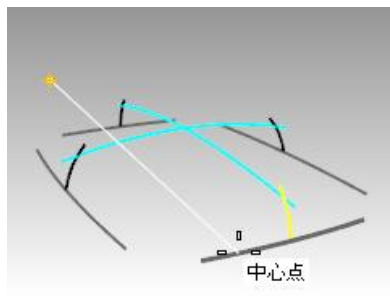
- 1 **02 Separate Curves** レイヤをカレントレイヤに変更し、その他のレイヤの表示をオフにします。
- 2 各コーナーのフィレットの曲線と緑の断面曲線を **非表示** します。
- 3 赤い曲線を **ロック** します。
- 4 **Extend** コマンド (曲線 > 延長 > 曲線を延長) を実行して、**延長の長さ** を **10** に設定し、シアン色の曲線と黒い曲線の末端をそれぞれ延長します。コマンドを終了するには **Enter** を押します。



延長される円弧は各々の曲率半径を使用して延長されます。

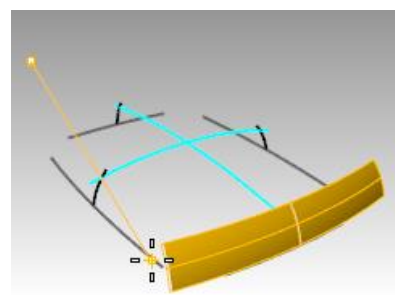
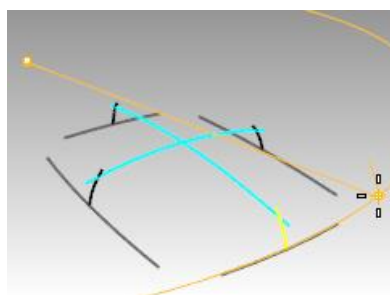
延長の長さによらず、円弧を図のように互いに交わるまで延長します。

- 5 **04 Surfaces** レイヤに変更します。
- 6 **Revolve** コマンド (サーフェス > 回転) を使って、延長した曲線からサーフェスを作成します。
- 7 回転軸の始点のプロンプトで、ベース曲線の **中心点** をスナップします。
- 8 回転軸の終点のプロンプトで、**Enter** を押して、作業平面の **z 軸方向** を使用します。



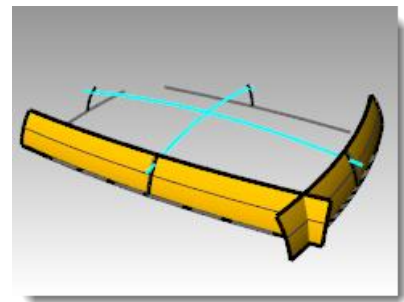
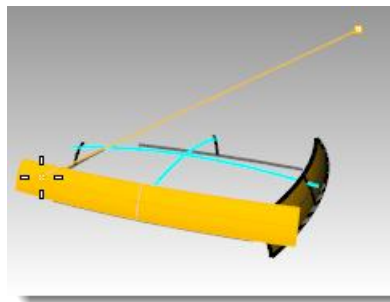
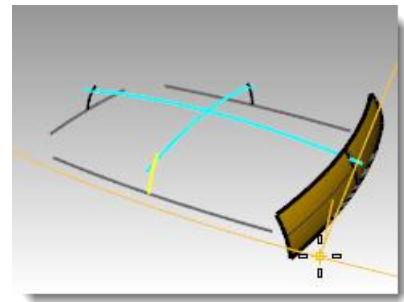
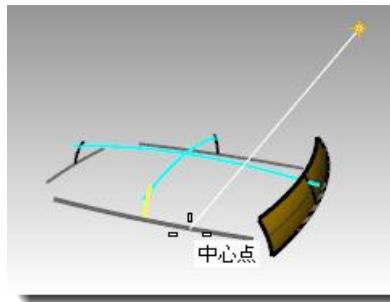
Perspective ビューで作業している場合、このオプションは垂直な軸に自動設定され、2 番目の点を指定する際のトラブルを避けます。

- 1 図のように生成するサーフェスの末端部分を、**開始角度** に指定します。この操作では **直交モード** をオフにしておきます。  
サーフェスの開始点や終了点によらず、ここでは矩形に必要な大きさのサーフェスを作成することが重要です。

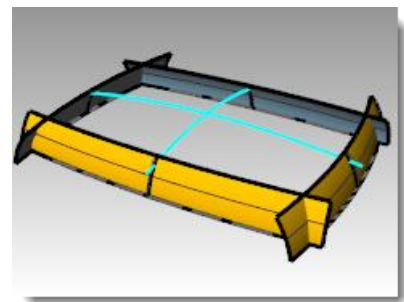


- 2 **回転角度** プロンプトで、点を指定して垂直なサーフェスを作成します。

### 3 同様に、サーフェスを作成します。



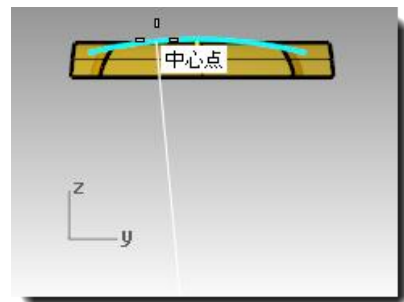
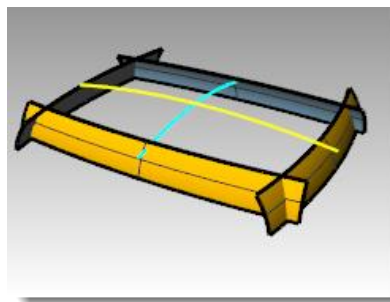
### 4 **MX** 及び **MY** のエイリアスを使って、原点を中心にそれぞれのサーフェスをミラーコピーします。



### 上面サーフェスを作成します。

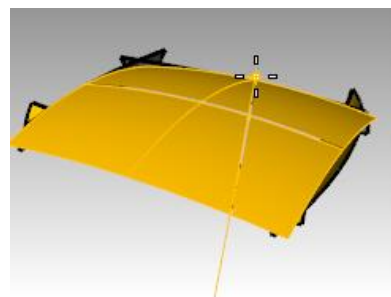
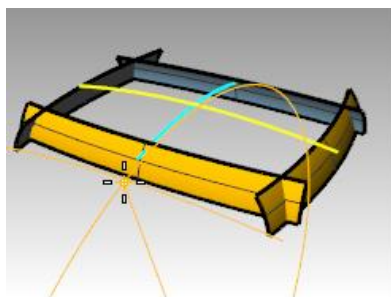
この例では、上面の曲線をもう一方の曲線の中心で回転させて、サーフェスを作成します。Perspectiveビューで作業しているため、このビューポートにおいては作業平面を変更する必要があります。

- 1 **Revolve** コマンド (サーフェス> 回転) を使って、長い方の円弧から上面を作成します。
- 2 **Right** ビューポートで、回転軸の始点 のプロンプトで、短い円弧の 中心点 にスナップします。

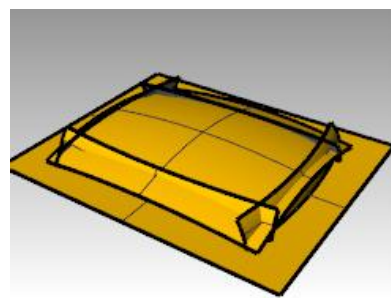
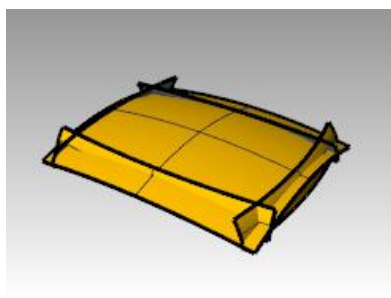




- 3 回転軸の終点のプロンプトで、**[Enter]**を押して、作業平面の **z** 軸方向を使用します。
- 4 開始角度のプロンプトで、図のようにピックアップします。
- 5 回転角度 プロンプトで、もう一方の点をピックアップして、上面を作成します。

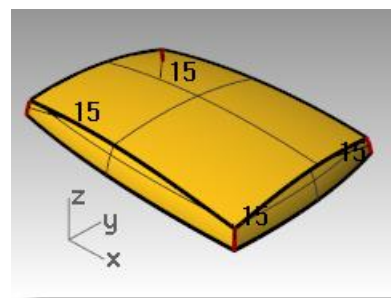
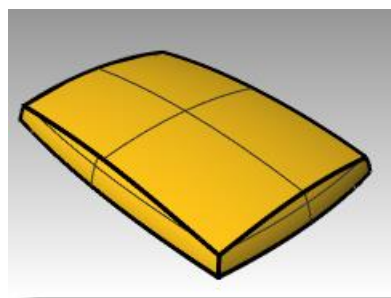


- 6 **CutPlane** コマンド (サーフェス> 平面> 切断平面) を使って、Z 軸原点に切断平面を作成します。



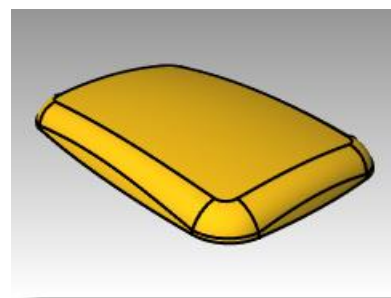
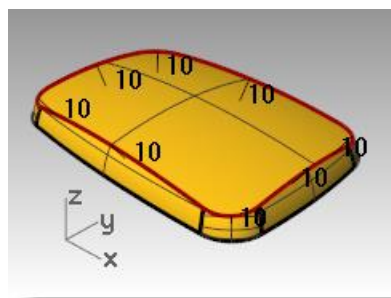
サーフェスをソリッド化します。

- 1 **CreateSolid** コマンド (ソリッド> ソリッドを作成) を使って、サーフェスをトリム、結合して、閉じたソリッド形状にします。
- 2 **FilletEdge** コマンド (ソリッド> エッジをフィレット> エッジをフィレット) を使って、エッジにフィレットを作成します。次の半径に **15** を設定して、垂直な 4 本のエッジを選択して、**[Enter]** を押します。

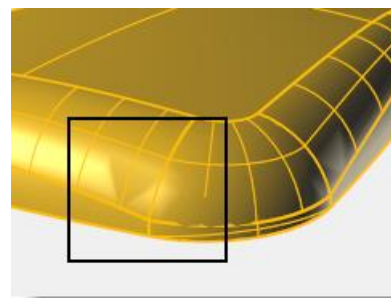


- 3 **FilletEdge** コマンドを繰り返して、上面のエッジにフィレットを作成します。次の半径に **10** を設定して、上面のエッジを選択して、**[Enter]** を押します。

作成されたサーフェスは、尖ったエッジのないきれいで滑らかな形状です。



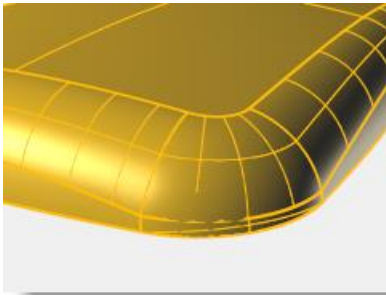
**Note:** シェーディング表示において、コーナー部の形状が正しく表示されないことがあります。これはレンダリングメッシュの設定によるもので、形状自体に問題ありません。



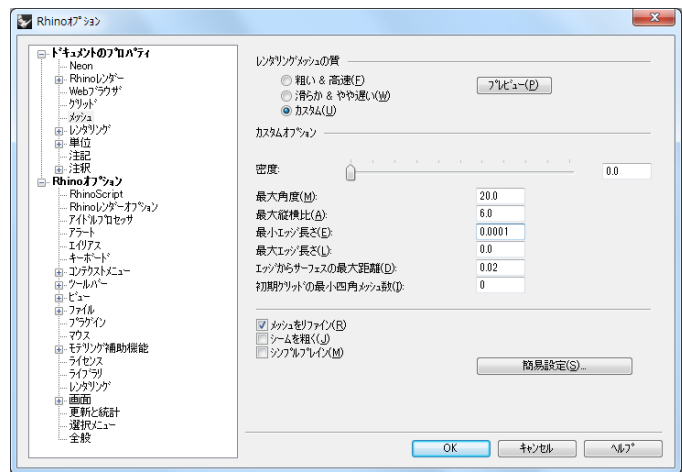
## メッシュ設定を変更します

- 1 **Options** コマンドを使って、メッシュ設定を変更します。
- 2 **メッシュ** ページで、**カスタム** を選択します。

右図のように設定します。



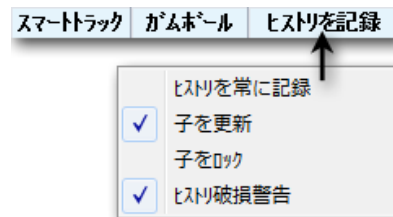
メッシュ設定変更によって、正しく表示されます。



## 6 ヒストリーを使ったモデリング

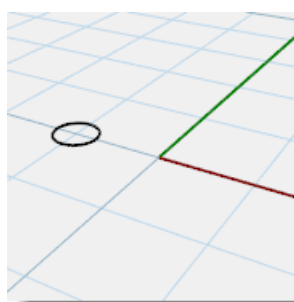
ヒストリー機能は、オブジェクト作成の際に入力したジオメトリを編集すると、そのオブジェクトも更新されて編集されます。ヒストリーは、コマンドの入力オブジェクトを編集する場合やき元の形状に対して変形コピーを行う場合に便利です。

ヒストリーに対応するコマンドリストは、82 ページに記載しています。

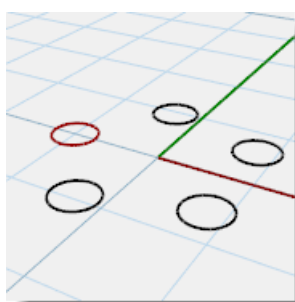


ヒストリーは"フィーチャ"や"パラメトリック"と同じものではありません。また、ヒストリー情報は、Rhino の .3dm ファイルに保存されます。

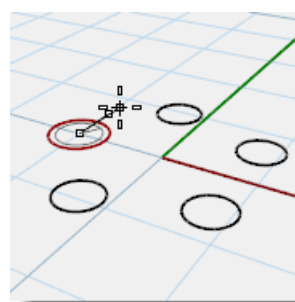
以下に簡単な例を紹介します。



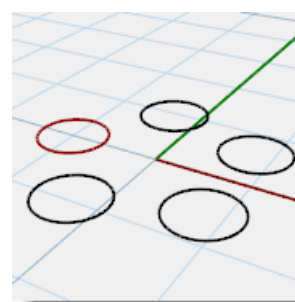
円を描きます。



ヒストリを記録 をオンにして、円を環状配列します。



元のオブジェクトに 2D スケールをかけます。



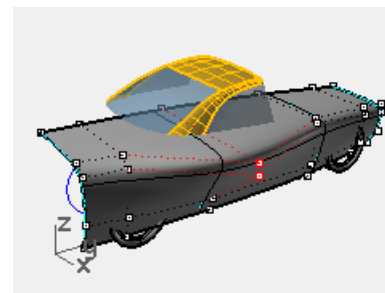
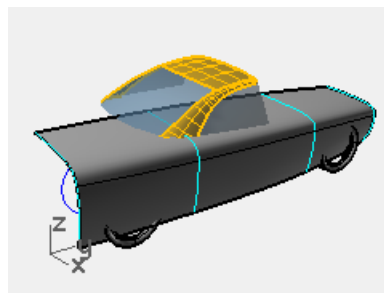
配列した円が更新されます。

### 練習問題 19—ヒストリーの基本

#### ロフトサーフェスを作成します

- 1 **History\_Intro.3dm** を開きます。
- 2 シアンの曲線 4 本を選択します。
- 3 **Loft** コマンド ( **サーフェス > ロフト** ) を実行して、**スタイル** に **ノーマル** を選択し、**OK** をクリックします。

曲線がロフトされ、スムーズなサーフェスが生成されます。



- 4 制御点を表示してサーフェスを編集します。  
制御点編集により直接サーフェスを編集できますが、入力曲線を編集してもサーフェスは変形しません。
- 5 ロフトサーフェスを **Undo** (やり直し) または削除します。

## ヒストリーを使用します

ヒストリーの記録はデフォルトではオフになっているため、ヒストリーを利用する場合、コマンド実行前にオンにします。ヒストリーの設定の状態は、ステータスバーの**ヒストリーを記録** ペインに表示されます。記録を行う場合は、このペインの文字が太文字で表示されます。また、設定状態を変更するには、このペインをクリックします。

ヒストリーを記録するには、**ヒストリーを記録** ペインをクリックして、(ヒストリー対応の)コマンドを実行します。

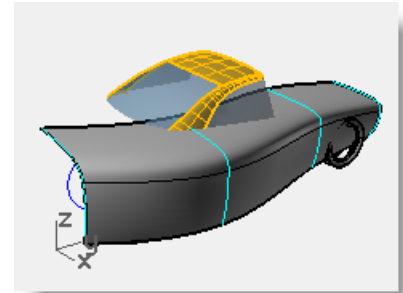
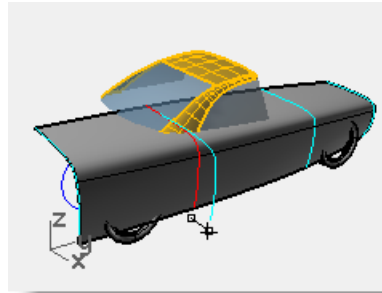
### デフォルトのヒストリー設定がオフの理由

- ヒストリーを使ってコピーした後、編集を行うと、そのコピーしたオブジェクトも変更される等、予想できない結果を起こします。
- ヒストリー情報を含むため、ファイルサイズが大きくなります。

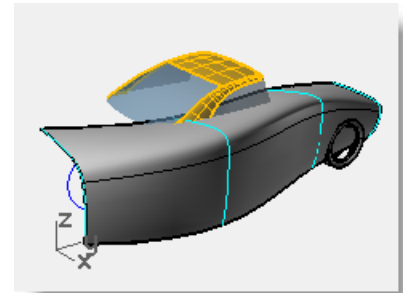
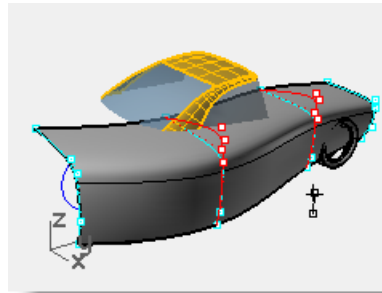
### ヒストリーを使って、ロフトサーフェスを作成します

- 1 ステータスバーの**ヒストリーを記録** ペインをクリックします。オンになると、太文字になります。
- 2 シアンの曲線 4 本を選択します。
- 3 **Loft** コマンド (**サーフェス > ロフト**)を実行して、**スタイル** に **ノーマル** を選択し、**OK** をクリックします。

**ヒストリーを記録** ペインはコマンドが実行されると、元の表示に戻ります。



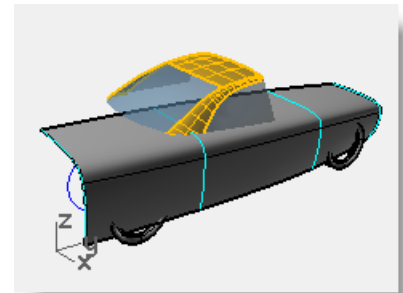
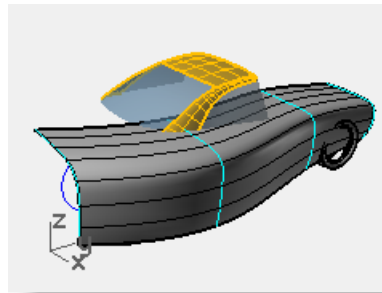
- 4 入力曲線の 1 本を選択して移動します。  
曲線の移動に伴って、ロフトサーフェスの形状が更新されます
- 5 入力曲線の制御点を表示します。
- 6 制御点を編集すると、それに伴ってサーフェス形状が更新されます。



- 7 曲線を選択して、**Rebuild** コマンド (**編集 > リビルド**) を使って、制御点数を **10** に設定します。

この変更によって、サーフェス形状が更新されます。また、曲線の次数を変更しても、サーフェスの(曲線方向の)次数も変更されます。

- 8 3 つ前の作業まで(曲線の移動前まで) **Undo** します。



## ヒストリーの使用手順

- コマンドがヒストリー機能に対応している必要があります。ヒストリー対応のコマンドは以降の頁に記載しています。
- コマンドが動作時にヒストリーが記録されていなければなりません。デフォルトではヒストリーの記録がオフになっているため、ヒストリーを記録するコマンドを起動する度にオンにする必要があります。
- ヒストリーの更新をオンにしておきます(デフォルトでオン)。オンになっていると、入力オブジェクトが編集されるとすぐに、出力したオブジェクトが更新されます。
- ヒストリーはネストできます。たとえば、ロフトサーフェスに投影した曲線は、ロフトサーフェスに変更に従います。



## ヒストリーを使って、曲線をサーフェスの投影します

ここではネストされたヒストリーの例を見てみます。ロフトサーフェスにホイールの曲線を投影します。

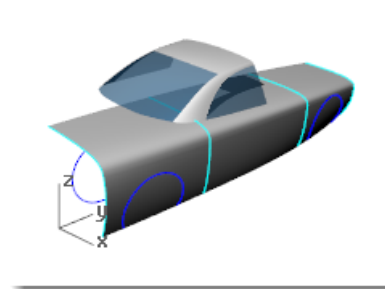
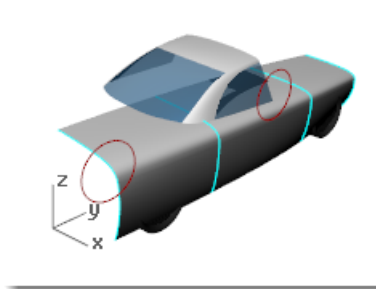
- 1 まず、Perspective ビューの作業平面を変更します。**CPlanes** ツールバータブで、作業平面をワールド **Right** に設定



をクリックします。

- 2 ステータスバーの **ヒストリーを記録** ペインをクリックしてオンにします。

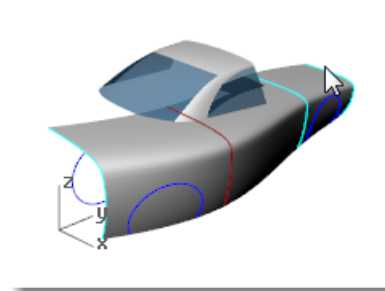
- 3 **Project** コマンド (**曲線 > オブジェクトから曲線を作成 > 投影**) を使って、ホイールのカットアウト曲線 2 本を、ロフトサーフェスに投影します。



- 4 **CPlanes** ツールバータブの 作業平面をワールド **Top** に設定 を使って、作業平面を元の位置に戻します。

- 5 ロフトサーフェスに使った曲線の 1 本を選択して移動します。

ホイールに投影したカットアウト曲線が、サーフェスの変形に追従します。



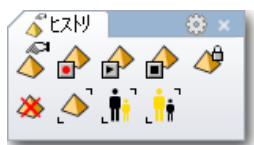
**Note:** 出力したオブジェクトを編集すると、ヒストリーが破損して、入出力間の関係が失われます。Rhino はヒストリーが破損する際にメッセージを表示します。ヒストリーを復旧して元に戻す場合は、**Undo** コマンドを実行します。

## ヒストリー対応コマンド

変形	サーフェス	ソリッド	オブジェクトから曲線を作成	注釈	点
Array	EdgeSrf	Pipe	ArcBlend	Dim	Divide
ArrayCrv	ExtrudeCrv	Slab	Blend	DimAligned	
ArrayCrvOnSrf	ExtrudeCrvAlongCrv	ExtrudeSrf	Crv2View	DimAngle	
ArrayPolar	ExtrudeCrvTapered		CSec	DimArea	
ArraySrf	ExtrudeCrvToPoint		CrvThroughPolyline	DimCurveLength	
Bend (コピー オプション)	ExtrudeSrfToPoint		CrvThroughPt	DimDiameter	
Copy	ExtrudeSrfAlongCrv		Helix (アラウンドカーブ オプション)	DimOrdinate	
Orient (コピー オプション)	ExtrudeSrfTapered		Intersect	DimRadius	
OrientCrvToEdge (C コピー オプション)	Loft		Offset	DimRotated	
OrientOnCrv (コピー オプション)	NetworkSrf		Project	Hatch	
OrientOnSrf (コピー オプション)	OffsetSrf		Pull		
Rotate (コピー オプション)	Patch		Spiral (アラウンドカーブ オプション)		
Scale (コピー オプション)	PlanarSrf		TweenCurves		
Mirror (コピー オプション)	RailRevolve				
Flow	Revolve (コピー オプション)				
FlowAlongSrf	Ribbon				
ProjectToCPlane	Sweep1				
RemapCPlane (コピー オプション)	Sweep2				
Rotate (コピー オプション)	TweenSurfaces				
Rotate3D (コピー オプション)					
Scale (コピー オプション)					
Scale1D (コピー オプション)					
Scale2D (コピー オプション)					
ScaleByPlane (コピー オプション)					
ScaleNU (コピー オプション)					
SetPt					
Shear					
Stretch					
Symmetry					
Taper (コピー オプション)					
Twist					

## ヒストリー機能のコマンド

History  
HistoryPurge  
SelObjectsWithHistory  
SelChildren  
SelParents



ヒストリツールバー

### ヒストリー オプション

ヒストリー対応コマンドに入力するオブジェクトを **親**、出力するものを **子** と呼んでいます。

**ヒストリを記録** ペインを右クリックすると、次のオプションを変更できます：

#### 常にヒストリを記録

このオプションは、デフォルトの設定を変更して、ヒストリー対応コマンドで常にヒストリを記録します。この設定を使用する際は、不必要にファイルサイズが大きくなり、また予期しない動作をすることがあるため、注意が必要です。なお、オブジェクトのヒストリを削除するには、**HistoryPurge** コマンドを使用します。

## 子を更新

親のオブジェクトを変更するたびに、子のオブジェクトを更新します。複雑なオブジェクトの場合、更新に時間がかかることがあります。また、親のオブジェクトに非常に複雑な編集を行う場合、更新をオフにしておき、親オブジェクトの変更後、子を更新をオンにすると、一度に更新されます。

## 子をロック

子のオブジェクトをロックします。子オブジェクトの直接のジオメトリ編集を防ぐために、ヒストリーを使用して作成された子オブジェクトをロックします。(子オブジェクトのジオメトリを編集すると、親オブジェクトへのヒストリーの関係が壊れます)また、子オブジェクトが親オブジェクトと同じ場所にあると、子オブジェクトが選択しづらいことがあります。子オブジェクトをロックしても、親オブジェクトが変更されると、更新されます。

## ヒストリー破損警告

子オブジェクトと親のオブジェクトの関係が壊れるような操作が行われた際に、警告ダイアログを表示します。ヒストリーを元に戻すには、**Undo** コマンドを使用します。

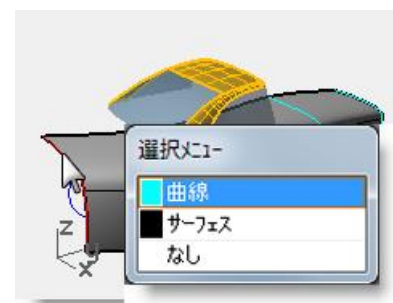
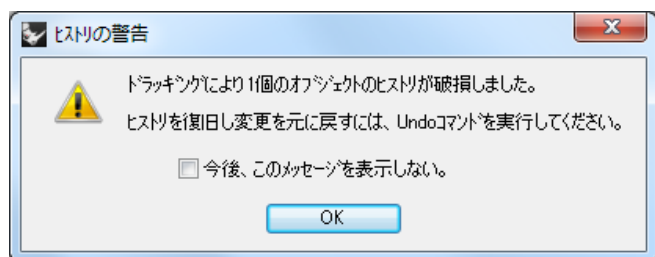
**History** コマンドは、ヒストリーの記録、更新、ロック、警告を設定する際にします。

## ヒストリーオプションを変更します

### 1 選択メニュー ダイアログを表示するため、曲線をクリックします。

サーフェスを編集すると、オブジェクトのヒストリーが破損するメッセージが表示されます。

### 2 サーフェスを選択してドラッグすると、ドラッグングによりヒストリーが破損するメッセージが表示されます。**OK** をクリックします。



"ヒストリー破損"メッセージの後、ヒストリーを復旧して入出力の関係に戻すには **Undo** コマンドを使用します。

### 3 ヒストリーを記録 ペインを右クリックして、子をロック をチェックします。

ヒストリーを破損させる子の編集を行うことができませんが、そのオブジェクトプロパティやレイヤを変更して選択することができます。



# 7 高度なサーフェステクニック

複雑で難関なサーフェスに関する問題は尽きることがありません。本章では、こうした問題を解決するいくつかの手法を紹介します。様々な手法を学ぶことにより、他の難題解決の手助けになるでしょう。

この章では、輪郭がなだらかなドーム型のボタン、折り目のあるサーフェスの作成方法、曲線のフェアリング方法について学んでいきます。

## ドーム型のボタン

この練習問題では、滑らかな面と調和させた、携帯電話のボタンのようなドーム型のサーフェスを作成します。多くの作成法がありますが、ここでは 3 つの方法を見てみましょう。



### 練習問題 20—輪郭のなだらかなドーム型ボタン

#### 1 Button Domes.3dm を開きます。

この練習問題では、一致させたいサーフェスの領域を通る最もよいユーザ定義の作業平面を得ることが重要となります。いったん作業平面を設定しておけば、サーフェスを作っていく上で様々なアプローチができます。

作業平面を設定するには様々な方法があります。この練習問題では、3 点を通る作業平面、曲線に垂直な作業平面、平面オブジェクトにフィットする作業平面という、3 つの方法を勉強していきます。

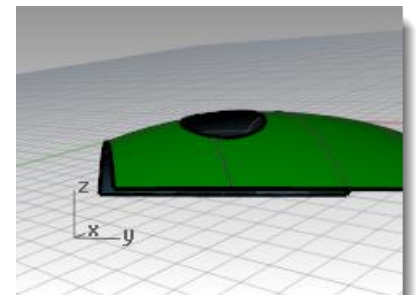
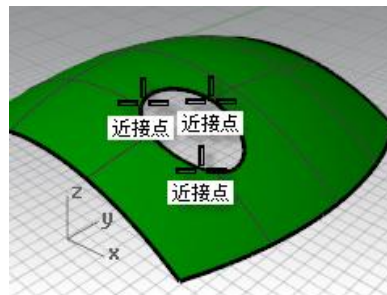
#### 2 OneLayerOn コマンドを使って Surface to Match レイヤだけを表示し、ボタンの切り口を定義するサーフェスが見えるようにします。

#### 3 点を指定する方法でユーザ定義の作業平面を作成します

##### 1 CPlane コマンドの 3 点オプション (ビュー > 作業平面の設定 > 3点指定)を使います。

##### 2 Perspective ビューポートにおいて、近接点 スナップを使って、トリムされた穴のエッジ上の 3 点をピックします。

作業平面は、この 3 点に乗るように設定されます。作業平面の原点は最初に指定した点です。

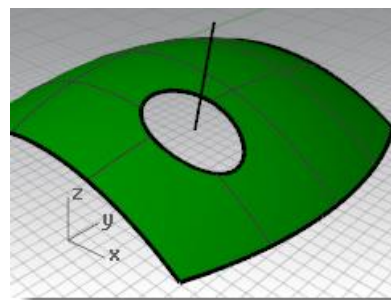
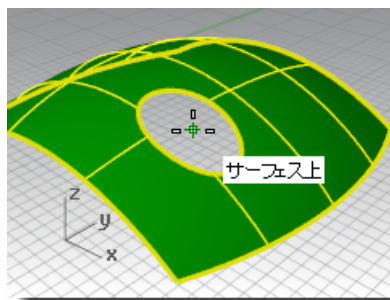


##### 3 Perspective ビューポートを回転し、グリッドがサーフェスに沿っているのを確認します。

## 曲線に垂直なユーザ定義の作業平面を作成します

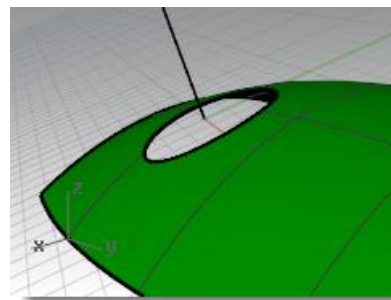
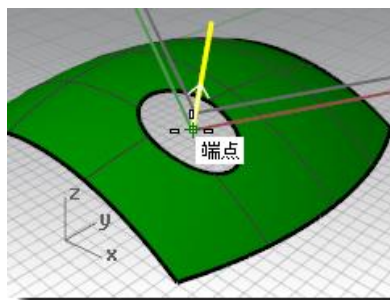
サーフェスの法線と法線に垂直な作業平面を使って、サーフェス上の任意の位置で接する作業平面を定義することができます。

- 1 **CPlane** コマンドの **1 つ前** オプション (ビューポートタイトルを右クリック: 作業平面の設定 > 作業平面を元に戻す) を使います。
- 2 **Line** コマンドの **法線** オプション (曲線 > 直線 > サーフェス法線) を使って、トリムされた穴の中心付近にサーフェス法線を作成します。



法線を作成するサーフェスまたはホリサーフェスを選択 (トリムを無視=いいえ) のプロンプトにて、トリムを無視=はい に設定すると、トリムされた箇所からでも法線を作成できます。

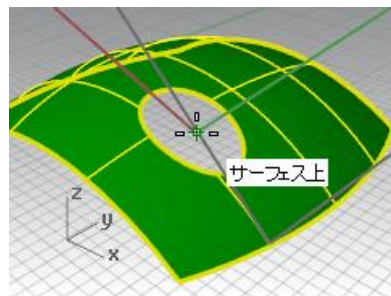
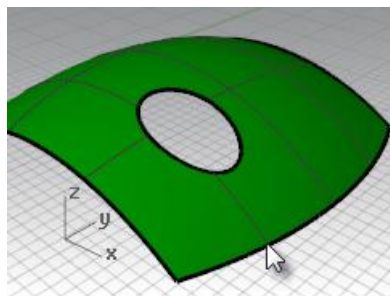
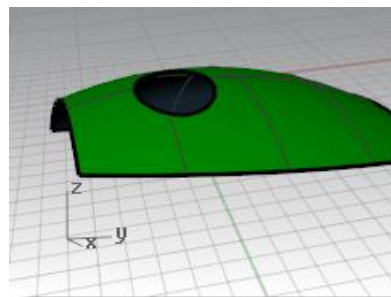
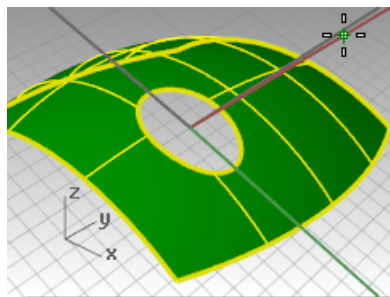
- 3 **CPlane** コマンドの **曲線** オプション (ビュー > 作業平面の設定 > 曲線に垂直) を使います。
- 4 法線を選択します。
- 5 オブジェクトスナップの **端点** を使用して、法線の端点にスナップします。  
作業平面は法線に対して垂直に設定されます。



## サーフェスにユーザ定義の作業平面を作成します

この機能は、作業平面をサーフェスに合わせます。作業平面は、サーフェス上の任意の点で、サーフェスに接するように配置されます。これは、前回の方法に似ていますが、法線を用意する必要がありません。

- 1 **CPlane** コマンドの **1 つ前** オプション (ビューポートタイトルを右クリック: 作業平面の設定 > 作業平面を元に戻す) を使います。
- 2 法線を削除します。
- 3 **CPlane** コマンドの **曲線** オプション (ビュー > 作業平面の設定 > 原点を移動) を実行して、**サーフェス** オプションをクリックします。
- 4 サーフェスをピックします。
- 5 作業平面の原点のプロンプトで、トリムを無視 オプション を はい に変更して、穴の中心付近をピックします。
- 6 **X 軸方向** のオプションで、トリム曲線の長い方向でピックします。  
作業平面が、原点でサーフェスに接して設定されます。



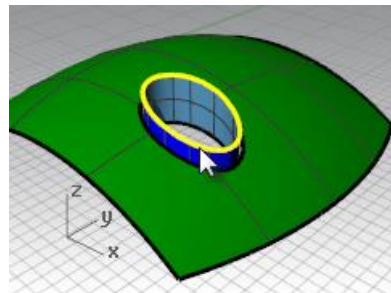


## 点群を通る作業平面を作成します

**PlaneThroughPt** コマンドを使って、抽出した点オブジェクトを通る平面を作成することで、点と最も一致する平面となります。

**Cplane** コマンドの **オブジェクト** オプションで、平面の中心が原点となる作業平面を配置します。この方法は、このボタンの作成において良い方法です。ボタン自身のエッジ、または廻りのサーフェスのトリムされた穴から抽出した点から、いくつかの曲線ができます。

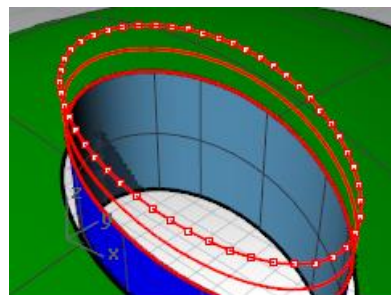
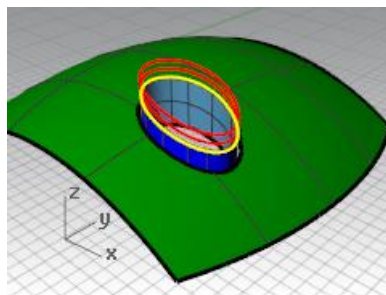
- 1 **CPlane** コマンドの **1** つ前 オプション (ビューポートタイトルを右クリック: 作業平面の設定 > 作業平面を元に戻す) を使います。
- 2 **Surfaces** レイヤを表示して、**Curves** レイヤをカレントにします。
- 3 **DupEdge** コマンド (曲線 > オブジェクトから曲線を作成 > エッジの曲線を複製) を使ってボタンの上のエッジを複製します。



- 4 複製した曲線を、垂直方向に 2 回コピーします。

これらの曲線の垂直方向の位置が、曲がったエッジの形を定義することになります。

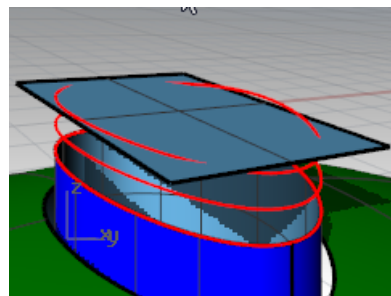
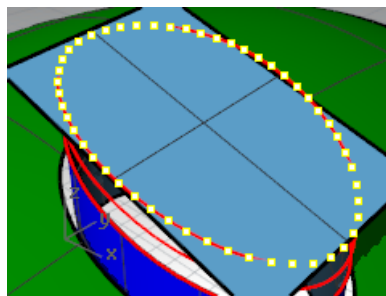
- 5 **Divide** コマンドを使います (曲線 > 点オブジェクト > 曲線上の等分点 > セグメントの数指定)。セグメントの数を **50** に設定します。コマンドラインのオプションで、**分割=いいえ、結果をグループ化=はい** を設定します。



- 6 直前に作成されたオブジェクトを選択するために、**SellLast** コマンド (編集 > オブジェクトを選択 > 直前に作成されたオブジェクトを選択) を使います。

- 7 **PlaneThroughPt** コマンド (サーフェス > 平面 > 通過点指定) を使います。

- 8 **Delete** キーを押して選択されている点を削除してください。長方形のサーフェスは選択された点群を通して配置されます。

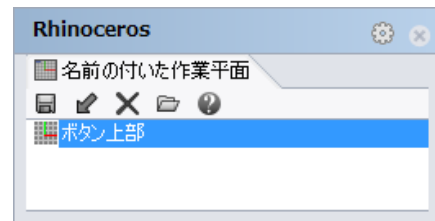
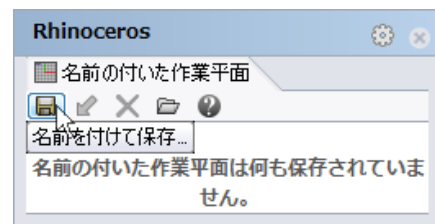


- 9 **Cplane** コマンドの **オブジェクト** オプション (ビュー > 作業平面の設定 > オブジェクトに設定) を使って、平面に沿うような作業平面を作ります。

- 10 ビュー＞ 作業平面の設定＞ 名前のついた作業平面**をクリックします。さらに、**名前を付けて保存**をクリックして、定義した作業平面に **ボタン上部** と名前をつけて保存します。

この作業で、いつでもユーザ定義した作業平面を呼び出すことができます。

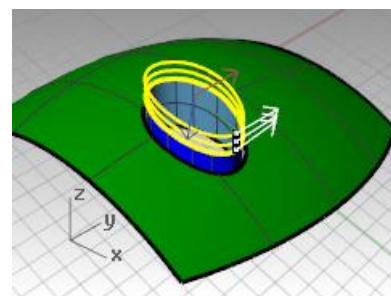
- 11 ボタン上部** 作業平面を設定するために作成したサーフェスを削除します。



### ボタンをロフトで作成します

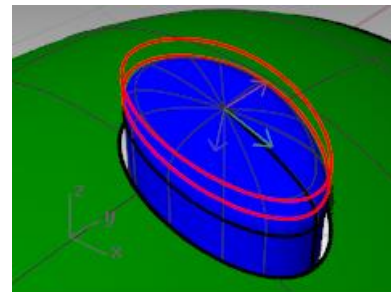
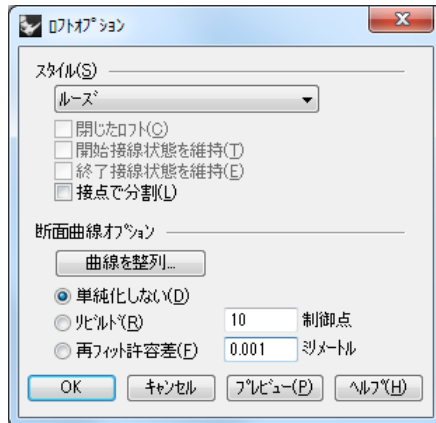
- 1 Surfaces** レイヤをカレントにします。
- Loft** コマンドを使ってボタンを作成します。
- サーフェスの上のエッジとコピーした 2 本のカーブを選択します。
- 曲線を選択した後、**点** オプションを選択します。
- ロフトの終点** プロンプトで、現在作業しているビューが、ユーザ定義した作業平面のビューか確認して、**0** と入力し **[Enter]** を押します。

ロフトサーフェスは、作業平面の原点である平面の中央の点で終わります。



- 6 ロフトオプション** ダイアログで、**スタイル** を **ルーズ** にして **OK** を押します。

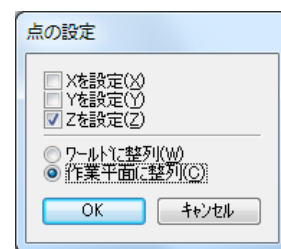
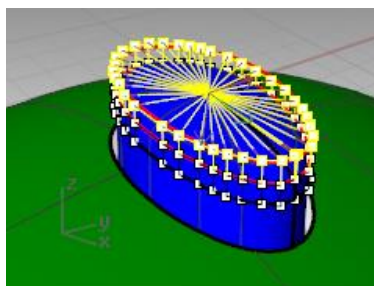
**ルーズ** オプションを使うことで、入力曲線の制御点が、得られるサーフェスの制御点になります。**ノーマル** オプションを使ってロフトしたサーフェスは、曲線を通るように作成されます。





- 7 ロフトしたサーフェスの制御点を表示します。
- 8 中心より外側にある一番近い点の輪を選択します。  
1点を選択し、**SeIV** または **SeIU** を使って点のある輪全体を選択します。
- 9 **SetPt** コマンド (変形 > 点座標を設定) を使って、点群の **Z** の高さを中心の点と同じ位置にします。点の設定 ダイアログで、作業平面に整列 にします。

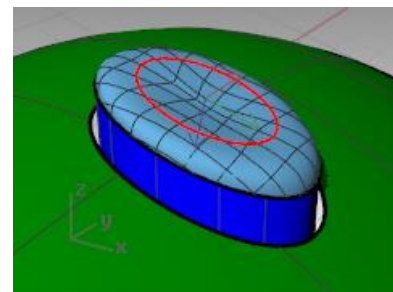
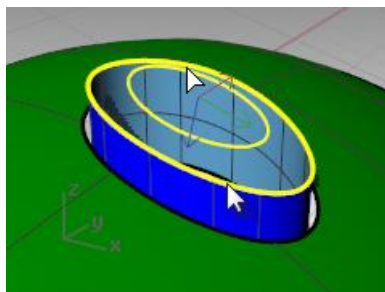
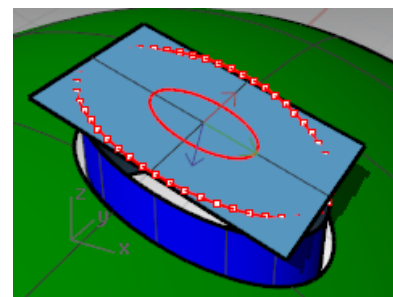
この高さは、カレントの作業平面に関係するものだというのを忘れないで下さい。



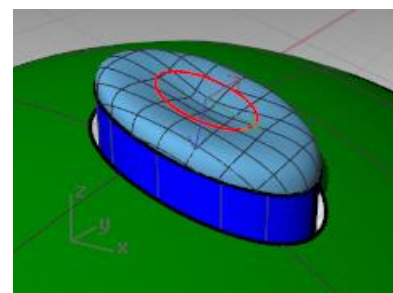
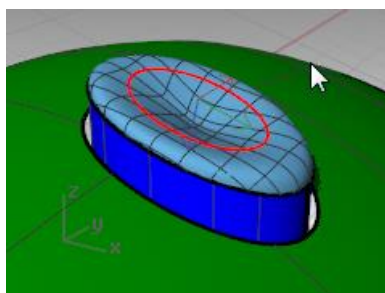
**Note:** ロフトサーフェスの作成に**ヒストリー**を使うことができます。その場合、**SetPt** コマンドは、ロフトサーフェスの制御点ではなく、サーフェスの一番上の曲線に使用します。

### Patch を使ってボタンを作成します

- 1 **DupEdge** コマンドを行い、サーフェスの上部エッジを複製します。
- 2 複製した曲線をほんの少し **Z** 方向に移動します。
- 3 前回の演習のように、**Divide** コマンドを使ってセグメントの数を **50** に設定します。
- 4 **PlaneThroughPt** (サーフェス > 平面 > 通過点指定) を使います。そして、選択されている点を削除してください。
- 5 **Cplane** コマンドの **オブジェクト** オプションを使って、平面サーフェスを作業平面にします。
- 6 作成した作業平面の原点を中心とする円または楕円を作成します。
- 7 **Patch** コマンドを使って、ボタン上部のエッジと楕円または円を選択します。  
サーフェスはエッジに接し、頂点で凹んでいます。



円または楕円の大きさと垂直位置は形状に影響を与えます。



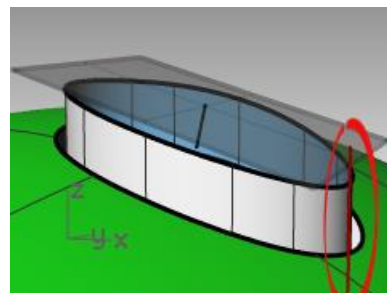
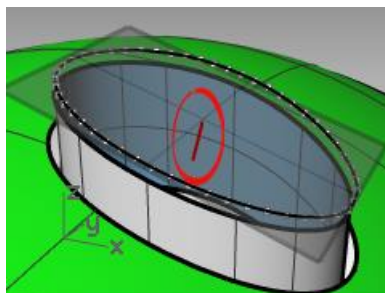
**Note:** パッチに **ヒストリー** を記録した場合、円または楕円を選択して移動や平面スケールをかけると、パッチサーフェスの形状を変更できます。

これらの調整には、**ガムボール** を使用すると良いでしょう。その際、ガムボールを **作業平面に合わせる** 設定を使用します。

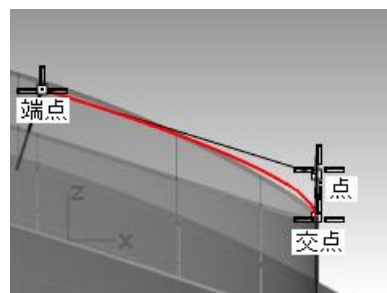
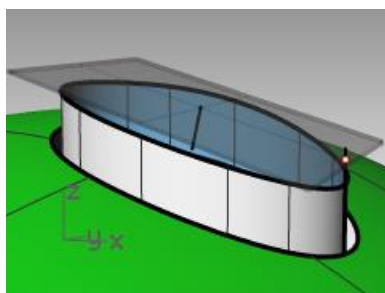
### レールに沿った回転でボタンを作成します

- 1 **DupEdge** コマンドでサーフェス上部のエッジを複製します。
- 2 複製した曲線を **Z** 方向にやや移動します。
- 3 前回同様に **Divide** コマンドと **PlaneThroughPt** コマンドを曲線に使った後、作業平面を設定します。

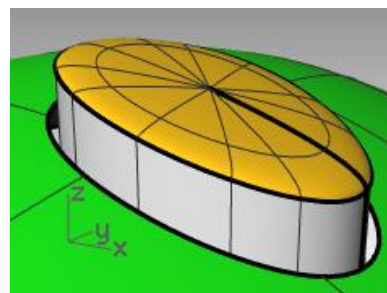
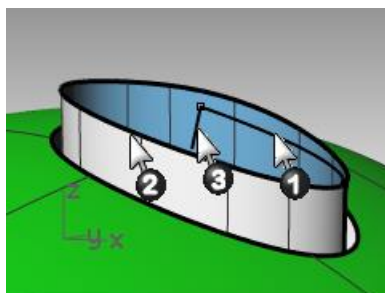
- 4 **Line** コマンドの **法線** オプションで、作業平面の中心からボタンサーフェスに向かって、法線を描きます。
- 5 **Extend** コマンド (**曲線** > **延長** > **線で延長**) を使って、エッジの継ぎ目を矩形のサーフェスを通るまで延長します。



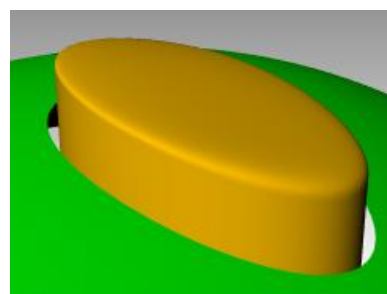
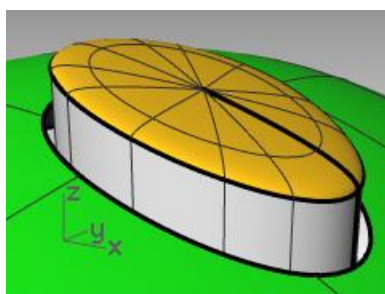
- 6 **Intersect** コマンド (**曲線** > **オブジェクトから曲線を作成** > **交線**) を使って、延長した直線と矩形のサーフェスの交点を見つけます。
- 7 **Curve** コマンドを使って、法線の端点から、中間点として交点を使い、継ぎ目の端点まで、輪郭曲線を作成します。



- 8 **RailRevolve** コマンド (**サーフェス** > **レールに沿って回転**) を実行します。高さ調整 オプションを **はい** に設定します。
- 9 輪郭曲線①、レール曲線として②のサーフェスの上部エッジ、回転軸として法線③の端点を上側下側で選択します。



- 10 **RailRevolve** コマンドはサーフェス同士の間隔性は設定できません。  
**MatchSrf** コマンドで2つのサーフェスの間隔性を接線または曲率に設定してください。



## 折り目のあるサーフェス

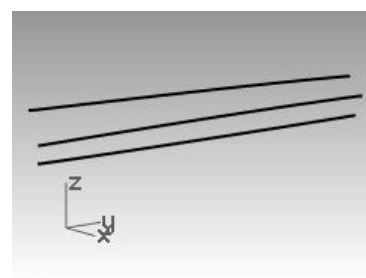
サーフェスを作成する上で、既存のサーフェスエッジに対し、一端はある角度で折れ、もう一端は接線連続で作成する必要がある場合があります。以下の演習でその2通りの場合について勉強します。



### 練習問題 21—折り目のあるサーフェスの作成

この演習では、各端点で異なる接続性で一致している2つのサーフェスを得る事が重要となります。片方の端が 10度で始まり、もう片方が接線連続になっているようなサーフェスです。これを作るために、正しい角度でダミーサーフェスを作り、上部のサーフェスの下のエッジをこれに合わせます。

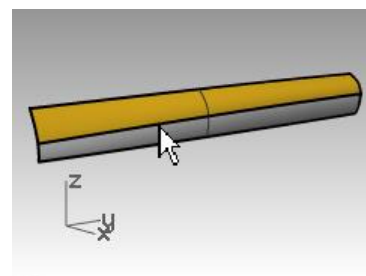
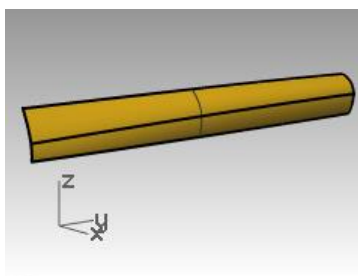
- 1 **Crease 01.3dm** を開きます。
- 2 **Curve** レイヤと **Loft** レイヤを表示します。
- 3 **Loft** レイヤをカレントにします。
- 4 **Loft** コマンドを使って、**Loft** レイヤの 3 本の曲線からサーフェスを作成します。  
ロフトオプション ダイアログの設定が、以前のままになっていますので変更します。  
**スタイル** を **ノーマル** にして、**単純化しない** にチェックを入れてください。



- 5 すべての曲線を含み、かつ真中の曲線に沿って折り目のあるサーフェスを作っていきます。

得られたサーフェスを真中の曲線で、**Split** コマンドを使って分割してください。

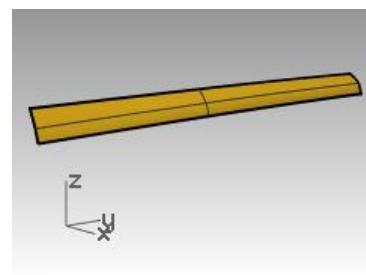
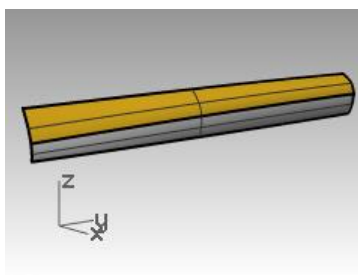
- 6 両方のサーフェスに、**ShrinkTrimmedSrf** コマンド (サーフェス > サーフェスを編集 > トリムサーフェスをシュリンク) を使います。



アイソカーブによって分割されたサーフェスをシュリンクすると、エッジはトリムされていないエッジになります。これは、そのトリムエッジが自然のトリムされていないエッジに相当するからです。

この例では、ロフトで使った曲線でトリムしたため、アイソカーブと同じような効果があります。

分割するオブジェクトが単一サーフェスである場合、**Split** コマンドで**アイソカーブ** オプションを使用することもできます。



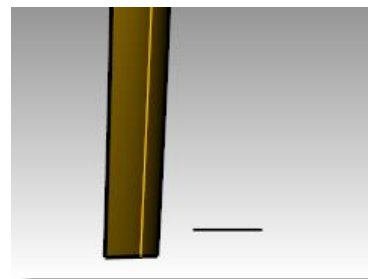
- 7 下部のサーフェスを非表示にして、**Curve** レイヤをオフにします。

## ダミーサーフェスの作成

折り目となるダミーサーフェスを作成して、上のサーフェスをマッチングさせます。

ダミーサーフェスは、上のサーフェスの下のエッジに沿って線セグメントを 2 本配置して、片側のラインセグメントを回転して作成します。任意の角度で、接していない直線を得るための一番簡単な方法は、変形ツールを使って、線セグメントをその角度で回転することです。

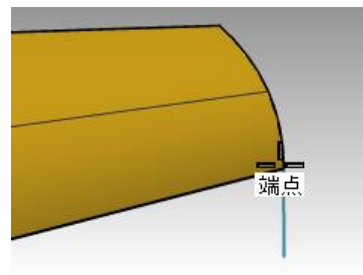
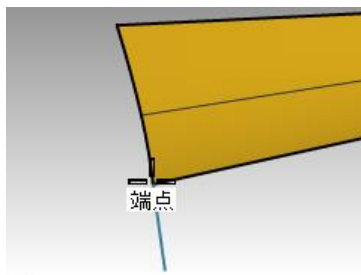
- 1 **Dummy Curve** レイヤをカレントにします。
- 2 **Top** ビューポートで、**Polyline** コマンドを使って、**20** 単位の直線を描きます。



- 3 **OrientCrvToEdge** コマンド (変形 > 配置 > 曲線をエッジ上に) を実行します。

- 4 **位置を決める曲線を選択** のプロンプトで、水平線をクリックします。

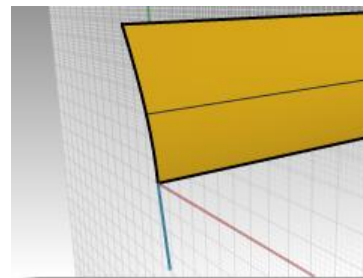
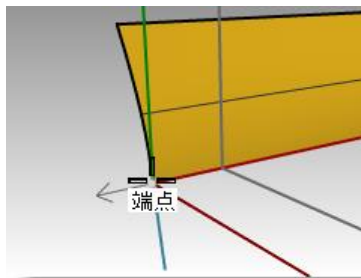
- 5 **ターゲットサーフェスエッジを選択** のプロンプトで、上側のサーフェスの下部のエッジ上をクリックします。



- 6 **ターゲットエッジ点をピック** のプロンプトで、**コピー オプション** を **はい** にして、上側のサーフェスの下部の端点にスナップします。
- 7 **ターゲットエッジ点をピック (コピー=はい)** のプロンプトで、反対側の端点にスナップします。
- 8 **[Enter]** を押します。

結果は上図のようになります。

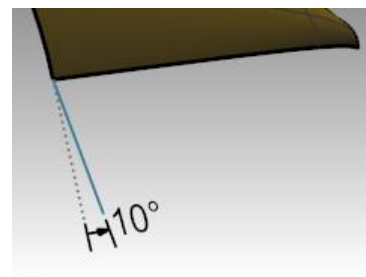
- 9 **Perspective** ビューポートタイトルを右クリックして、**作業平面の設定 > 曲線に垂直** を実行します。サーフェスの下側の曲線を選択して、原点は手前の端点に設定してください。



## 曲線を回転します。

- 1 左側の線セグメントを選択して、**Rotate** コマンドを実行します。先に設定した作業平面の原点を回転の中心に、**10** 度回転させます。

結果は右図のようになります。

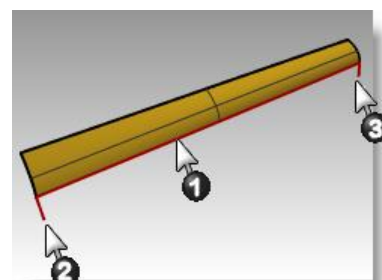


- 2 **Dummy Surface** レイヤをカレントにします

- 3 ダミーサーフェスを作成するため、**Sweep1** コマンド (サーフェス > 1 レールスイープ) を使います。

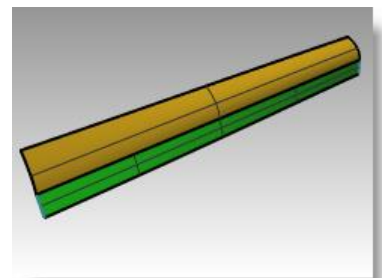
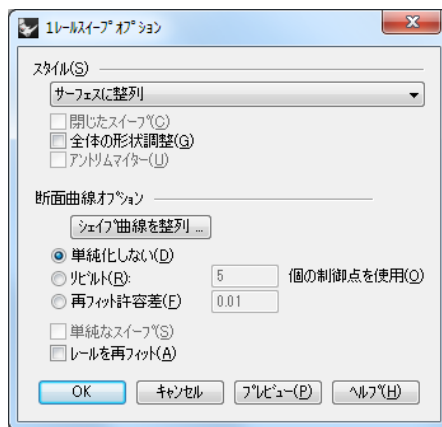
- 4 レールとして上側のサーフェスの下部のエッジ(1)を使い、断面形状として 2 本のラインセグメント(2 & 3)を使います。

スイープするときに、レールとして折り目線を定義している元の入力曲線ではなく、サーフェスエッジを使うことが重要です。



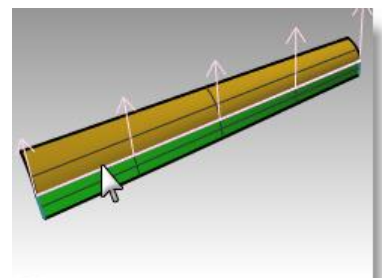
- 5 **1 レールスイープオプション** ダイアログで、**スタイル** に **サーフェスに整列** を選びます。

このオプションによって、断面形状とサーフェスエッジとの角度を保ったままにすることができます。違う角度の断面形状がなければ、接線曲線は接線を保ったままエッジに沿ってスイープされます。ここでは、端点から一方の端点まで滑らかに変化します。



## ダミーサーフェスにサーフェスをマッチングします

- 1 **MatchSrf** コマンドを使って、ダミーサーフェスに上側のサーフェスをマッチングさせます。
- 2 上側のサーフェスの下部のエッジを選んでください。

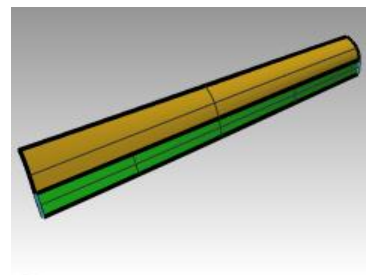
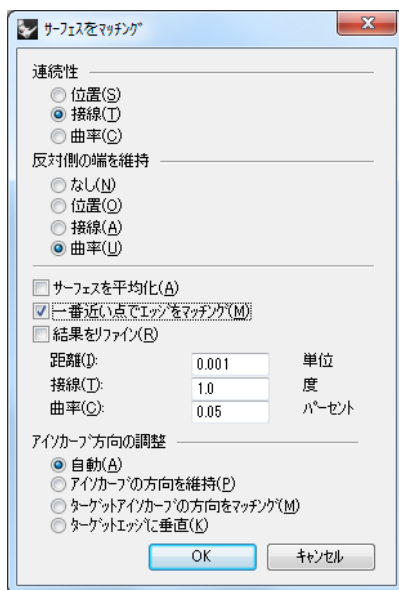




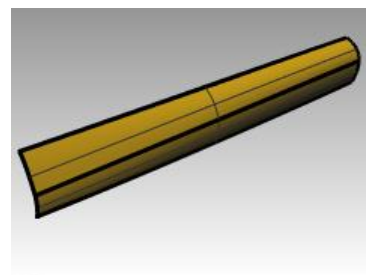
3 ダミーサーフェスの上部のエッジを選んでください。

4 サーフェスをマッチング ダイアログで、接線 オプションを選択し、一番近い点でエッジをマッチング にチェックを入れます。

この作業がねじれを最小限に抑えます。



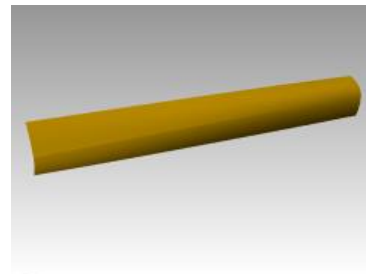
5 ダミーサーフェスを非表示にして、上側のサーフェスを表示します。



6 上下のサーフェスを結合します。

この 2 枚のサーフェスはトリムされていないサーフェスなので、1 枚のサーフェスにマージすることができます。

ポリサーフェスの端からもう片方の端まで折り目は徐々に消えていきます。折り目角度をさらにコントロールする必要がある場合、ダミーサーフェスを作るためのセグメントをより多くする必要があります。

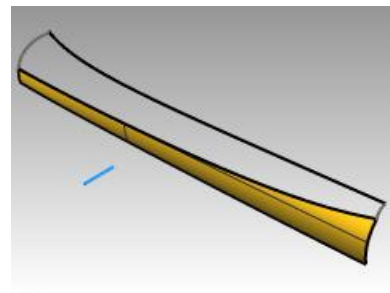


## 練習問題 22ー 折り目のあるサーフェスの作成 (パート2)

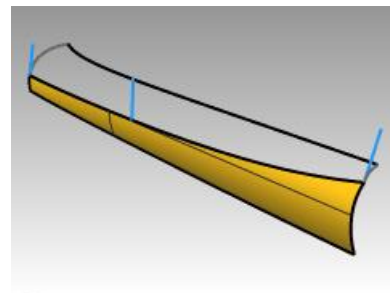
この演習では、折り目の曲線とサーフェスの間に妥当な関係がありません。もうひとつの例と同様ですが、上部のサーフェスを 2 レールスイープで作ります。

トリムサーフェスに対する折り目サーフェスを作成します:

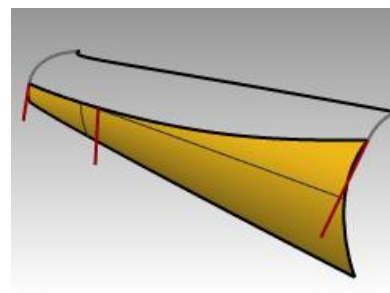
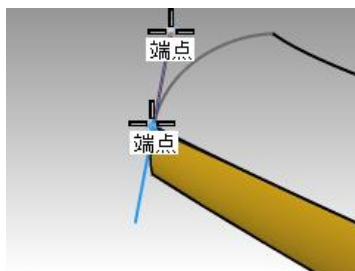
- 1 **Crease 02.3dm** モデルを開きます。
- 2 **Line** コマンド (曲線 > 直線 > 線) を使って、Top または Perspective ビューポートの好きな場所に線を 1 本描きます。  
この線を使って、ダミーサーフェスを作っていきます。



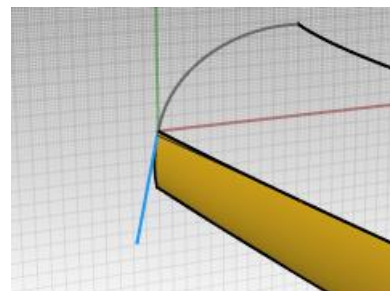
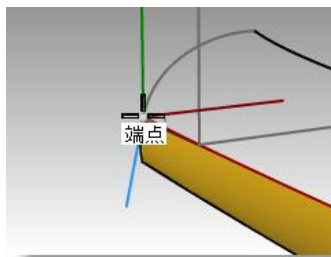
- 3 **OrientCrvToEdge** コマンド (変形 > 配置 > 曲線をエッジ上に) を使って、ダミーサーフェス作成のための曲線を、下部サーフェスの上側エッジに配置します。
- 4 線をエッジの両端点と、エッジのほぼ中央に置きます。



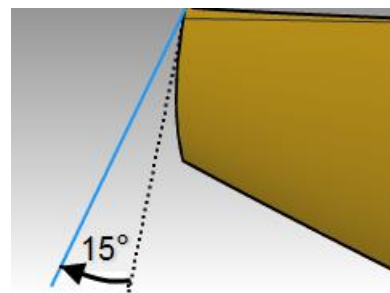
- 5 各線セグメントの上端を同じセグメントの下端まで、**Move** します。



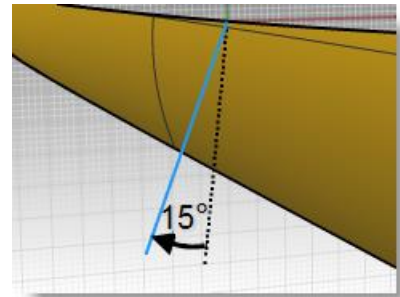
- 6 **CPlane** コマンド (ビュー > 作業平面の設定 > 曲線に垂直) を使って、サーフェスの左側の線が乗るような作業平面を設定します。



- 7 **Rotate** コマンド (変形 > 回転) を使って、図のように線を **15 度** 回転します。

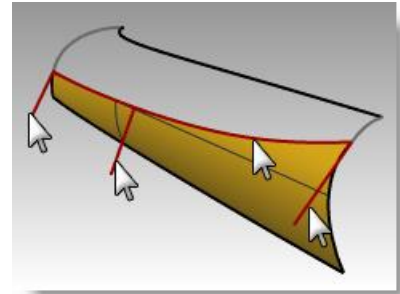


- 8 サーフェスのほぼ中央に配置した線に対しても同じ事を繰り返します。

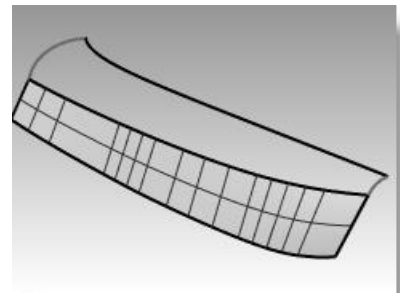


#### ダミーサーフェスを作ります

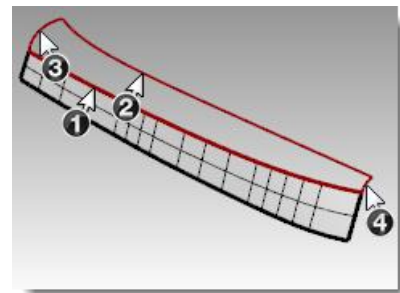
- 1 **Sweep1** コマンドで、ダミーサーフェスを作成します。
- 2 レールとして下部サーフェスの上側エッジを選択し、断面に配置したライン 3 本を選択して、**スタイル** に **サーフェスに整列** で作成します。



- 3 オリジナルのサーフェスを非表示にします。

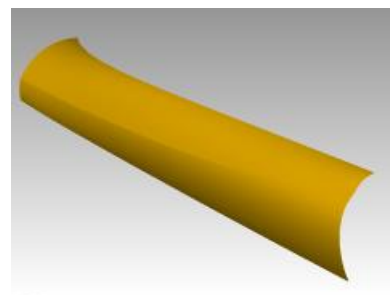
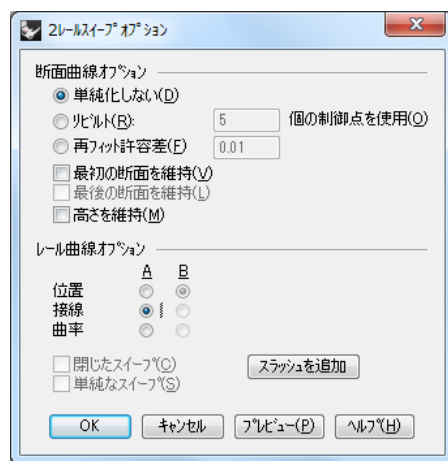


- 4 上部サーフェスを、**Sweep2** コマンドで作成します。  
 レールとして、ダミーサーフェスの上側エッジ(1)と上部の長い曲線(2)を選択します。  
 断面として、両端点の曲線(3)(4)を選択します。





- 5 **2 レールオプション** ダイアログで、エッジ **A** の **レール曲線** オプション項目は **接線** にチェックを入れます。
- 6 ダミーサーフェスを削除します。
- 7 下側のオリジナルサーフェスを表示するために、**Show** コマンドまたは **ShowSelected** コマンド (**編集 > 表示 > 選択を表示**) を実行します。
- 8 上下のサーフェスを **Join** します。



## 曲線フェアリングによるサーフェス品質の調整

Rhino は次のような様々なソースから曲線を得ることができます。

- Rhino 上で直接作成
- デジタイジングデータからインポート
- 他のアプリケーションからインポート
- メッシュから生成された断面曲線

これらの曲線の多くが、品質のために最適化する必要があることを理解しておくことが重要です。

フェアリングは、曲率を表示しながら、許容差内に形状を保ったまま曲線を単純化するテクニックです。デジタイジングデータや、交線、抽出されたアイソカーブ、2つのビューポートから作成した曲線ではフェアリングは特に重要です。

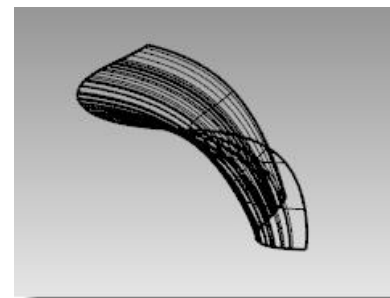
一般的には径間が1つの曲線が最もこの作業に適しています。径間が1つの曲線とは、次数よりも制御点の数が1つだけ多い曲線です。例えば、制御点が4つの3次曲線、制御点が6つの5次曲線、制御点が8つの7次曲線が挙げられます。

**曲率分析を使って、ロフトサーフェスを評価します**

- 1 **FairCurves.3dm** を開きます。
- 2 曲線を選択し、**Loft** コマンド (**サーフェス > ロフト**) を使って、サーフェスを作成します。スタイルを **ノーマル**、**断面曲線オプション** を **単純化しない** に設定します。

サーフェスは非常に複雑です。曲線のノットの構造が全く異なるので、サーフェスには非常に多くのアイソカーブがあります。

サーフェスの曲率も複雑です。



- 3 ロフトサーフェスを選んで、**CurvatureAnalysis** コマンド (解析 > サーフェス > 曲率分析) を実行します。

これは、**Zebra** コマンドとして生成される分析メッシュと同じタイプを使用して、擬似カラー表示を作ります。

曲率の量は、急に变化している曲率部分、又は、平らな領域を分析して、それを色の範囲で表示されます。

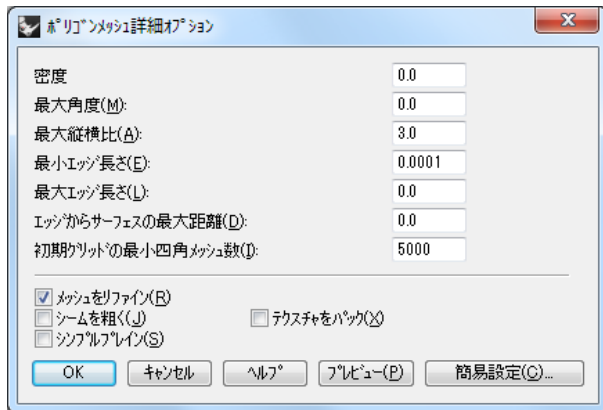
スタイル を 平均 に設定します。

このスタイルは、平らな部分とへこみといった、曲率の非連続を確認する場合に便利です。これは、各点における 2 つの曲率円の値の平均を色の範囲で表示します。

- 4 自動範囲 ボタンを押します。

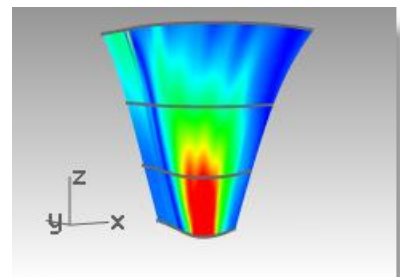
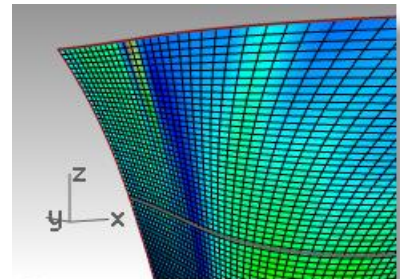


- 5 色の範囲をスムーズに表示するため、**メッシュを調整** ボタン をクリックして、初期グリッドの最小四角メッシュ数を少なくとも **5000** に設定します。



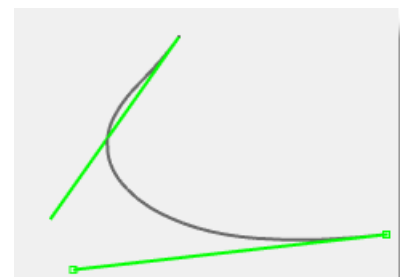
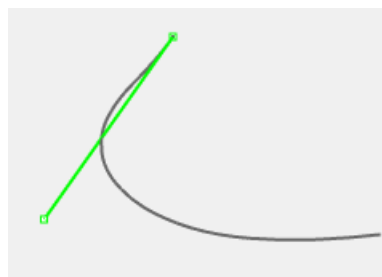
サーフェス上でカラー表示の変化に注目してください。これは、サーフェスの曲率が突然変化していることを示します。

- 6 ロフトサーフェスを取り消します。



## 曲線をリビルドします

- 1 **Tangency Direction** レイヤに変更します。
- 2 **Line** コマンド (曲線 > 直線 > 線) の **延長** オプションを使って、元の曲線の端点から曲線の方法へ適当な長さで、接線を引きます。



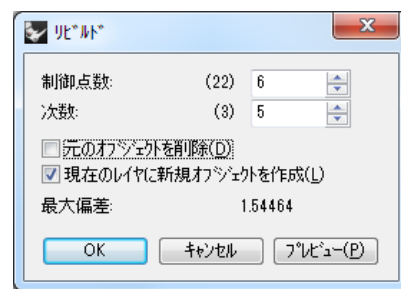
互いに交わるくらいの長さまで直線を作成します。

- 3 カレントを **Rebuild Curves** レイヤに変更し、**Tangency Direction** レイヤをロックします。

- 4 **Rebuild** コマンド (編集 > リビルド) で曲線を再構築します。

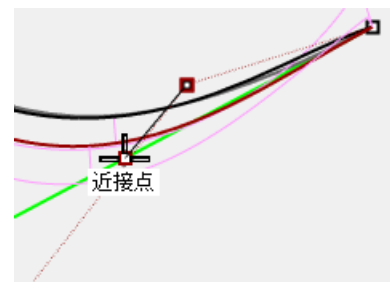
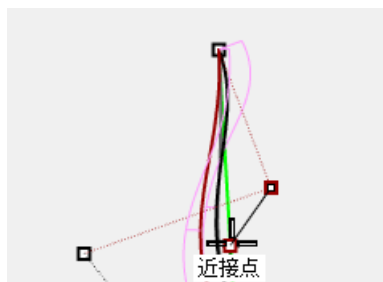
**Loft** コマンドには **リビルド** オプションがありますが、ロフトする前に、曲線をリビルドすることにより、制御点の数と同様に曲線の次数をコントロールすることができます。

- 5 曲線をリビルド ダイアログで、**次数** を **5** に、**制御点数** を **6** に変更します。**元のオブジェクトを削除** のチェックを外し、**現在のレイヤに新規オブジェクトを作成** にチェックを入れます。



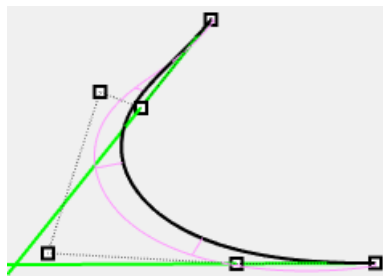
このことにより、曲線は **1** セグメントの曲線になります。**1** セグメントの曲線は、ベジェ曲線です。**1** セグメントの曲線は、次数に対して、制御点が **1** つ多い曲線です。高品質のサーフェスを作る上で、必ずしもこのようにする必要はありませんが、結果を予測することができます。

- 6 **Original Curves** レイヤをロックします。元の曲線を参照するため、それらを選択できないようにします。
- 7 曲線を 1 つ選択し、制御点と曲率を表示します。
- 8 元の曲線と一致するように点を調整しながら曲線をフェアリングします。



リビルドした曲線の 2 番目の制御点を接線に沿って移動することから始めます。接線に沿うようにするために、**近接点** スナップを使います。

- 9 曲線が滑らかに変化しているかを曲率表示でチェックします。
- 制御点が元のロックされている曲線と適切な曲率でほぼ一致するように調整されれば、曲線はなだらかです。
- 10 他の曲線も同じ方法でフェアリングします。

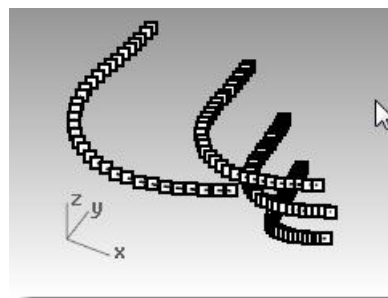


曲線を調整する際に注意する点:

- 元の曲線と接線方向を維持するには、曲線端点から 2 番目の点を、接線方向の緑の直線上に置きます。これらの点は、**近接点** オブジェクトスナップを使って、その直線上のみ移動します。
- **DragMode** コマンドの **制御ポリゴン** オプションでは、点を曲線の制御ポリゴン上でドラッグできます。これによって、接線方向を一定に保つことができます。
- 可能であれば、単一のロフトサーフェスに入力する曲線をフェアリングする際、それぞれの曲線の制御点を同じように配列します。これによって、サーフェスをきれいに整えることができます。
- 移動量が少ないため、制御点編集が難しい場合は、**ナッジキー** を活用します。ナッジキーについては、ヘルプをご覧ください。
- **ガムボール** を使って、点を移動することもできます。非常に少ない移動量で微調整が必要な場合は、**ドラッグ強度を設定** を 100%以下に設定します。これによって、大きくマウスをドラッグしても、小さい距離で移動させることができます。

**PointDeviation** を使って、曲線を編集しながら偏差を表示します。

- 1 **Points** レイヤを作成して、カレントにします。
- 2 元の曲線を全て選択して、**Divide** コマンド (曲線> 点オブジェクト> 曲線上の等分点> セグメントの数指定) を実行して、**セグメントの数** を **32** に、**結果をグループ化** はい に設定します。
- 3 すべてのオブジェクトから選択を解除して、グループ化した点を選択します。
- 4 **PointDeviation** コマンド (解析> サーフェス> 点とオブジェクトの偏差) を実行して、**測定する曲線、サーフェス、およびホリサーフェスを選択のプロンプト** で、ラフにフェアリングしたリビルド曲線を選択します。



- 5 **点/サーフェスの偏差** ダイアログで、次のように数値を設定します:

**Good ポイント = 0.1**

**Bad ポイント = 0.5**

**無視 = 1.0**

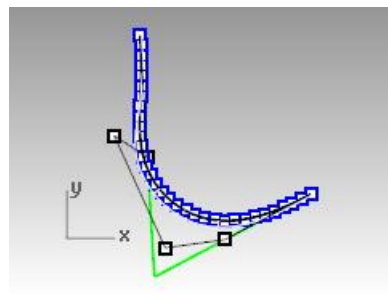
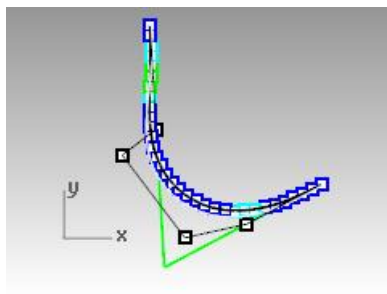
元の曲線上の点とリビルドした曲線上で最も近い箇所の偏差を表示します。

- 6 **Points** と **Original Curves** レイヤをロックします。



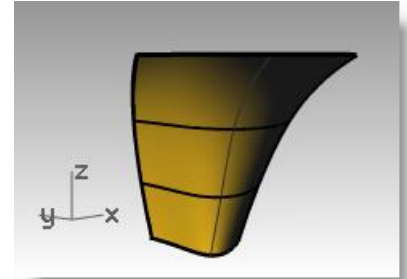
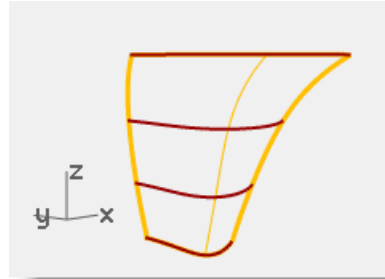
- 7 すべての点が、青(Good ポイント)になるようリビルド曲線を編集します。

**Note:** ダイアログを閉じると、表示が消え、再度 **PointDeviation** コマンドの実行が必要です。

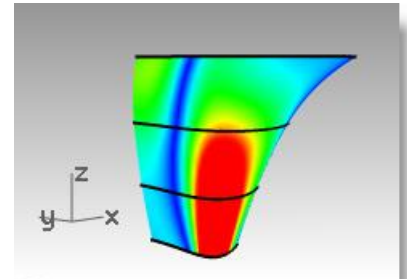


**フェアリングした曲線でサーフェスを作成します****1** 新しい曲線でロフトします。

サーフェスの形と品質に注目してください。最初のサーフェスと同じ形状ですが、アイソカーブの数は非常に少なくなっています。

**2** **CurvatureAnalysis** コマンドでサーフェスを分析してください。

疑似カラー表示のスムーズな変化は、サーフェス上のスムーズな曲率の変化を示しています。





## 8 背景にイメージを使用する

この練習問題では、テンプレートとしてビットマップを使って、携帯機器を作成していく過程を勉強します。また、ビットマップイメージから曲線を作成する事と、サーフェスを作成する前に曲線をフェアリングする事に重点を置いて勉強します。

このモデルでは、まず始めにスキャンしたスケッチを取り込み、3つの異なるビューポートに配置します。手で描いたイメージは、お互いに一致するように適切なスケールをかけ、個々のビューポートに配置する必要があります。

イメージが揃っていて切り取られているならば、より簡単にイメージを揃えることができ、同じ長さのピクセル数を共有することになります。イメージに白い部分が多いときには、薄暗くしたりコントラストを少し下げたりできます。これにより、Rhino でトレースする場合、見えるべきカラーレンジをより大きくとることができます。

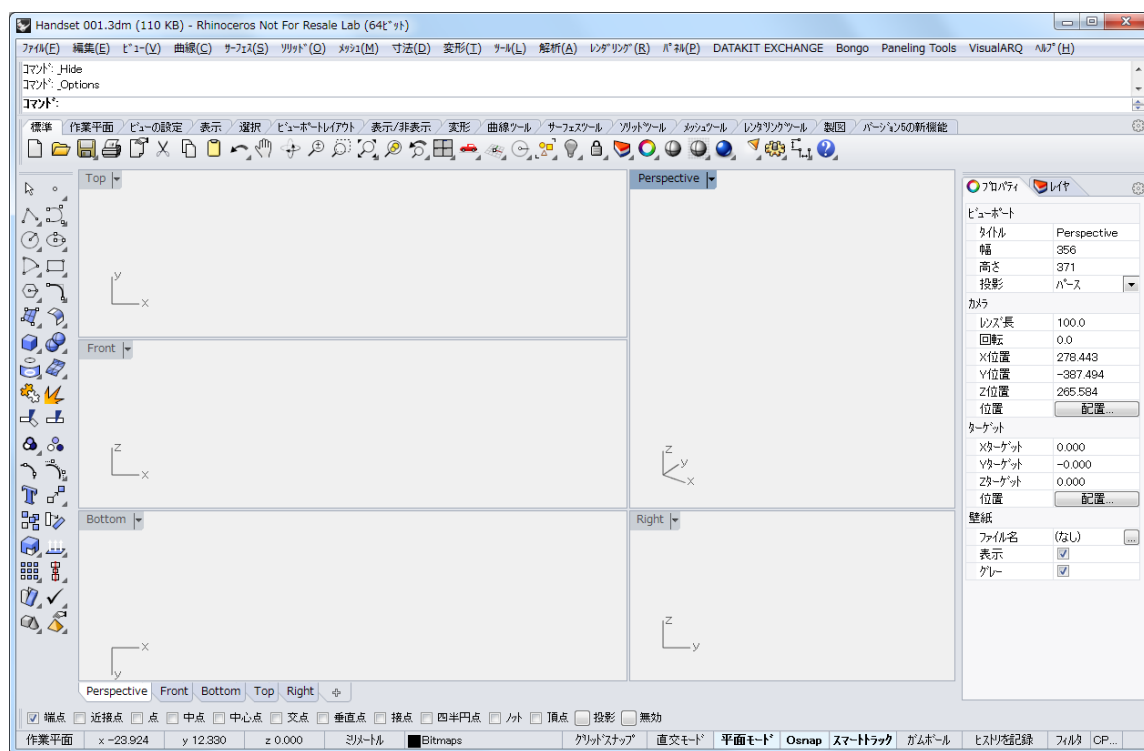
### 練習問題 22—受話器

- 1 **Handset.3dm** を開きます。
- 2 ツール> ツールバーレイアウト を選択します。
- 3 ツールバー ダイアログで **背景ビットマップ** にチェックを入れ、ツールバーを表示させ、ダイアログボックスを閉じます。

以降のパートでこれらのツールボタンを使用します。

このツールバーは、画面上部に配置されている **ビューポートレイアウト** タブから、**背景ビットマップ** をフライアウトによって表示させることができます。

- 4 **Front** ビューポートを **水平に分割** しておき、下側のビューポートを **Bottom** ビューに設定しておく、この練習問題がより容易に進められます。下図のようにビューを再配列します。



- 5 **Rhino オプション** の **ビュー** ページにある、**ビューポートのプロパティ** の項で、**ビューポートをリンク** にチェックします。各ビューポートの表示を揃えたまま、ズームやパンできます。

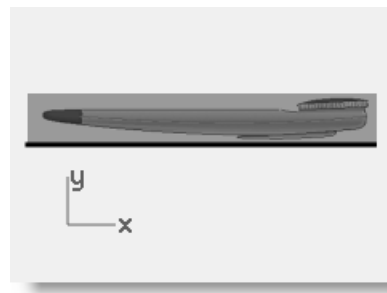
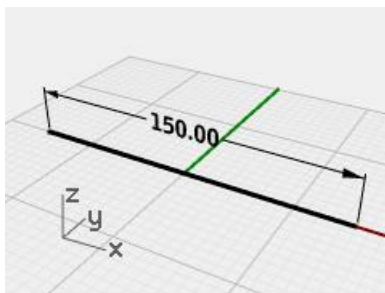
## 背景ビットマップを配置します

ビットマップの配置の目安として、参照ジオメトリの作成から始めます。

- 1 **Top** ビューポートに原点から両サイドに伸びる 150mm の長さの水平線を描きます。

- 2 ビットマップを配置するビューポートのグリッド表示を非表示にするため、**[F7]** を押します。

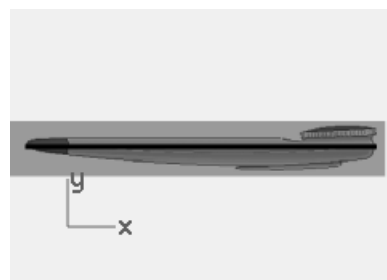
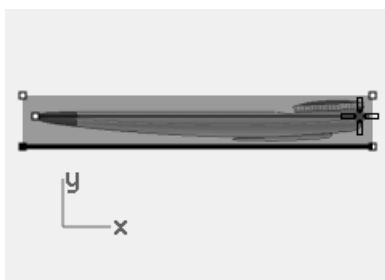
これでビットマップは見やすくなるでしょう。(グリッドは、参考のため表示しています。)



- 3 **Front** ビューポートで、**BackgroundBitmap** コマンドの **配置オプション** (ビュー > 背景ビットマップ > 配置) を使って **HandsetElevation.bmp** を配置します。

- 4 **BackgroundBitmap** コマンドの **整列** オプション (ビュー > 背景ビットマップ > 整列) を使って、イメージの両先端と作成したラインの両端点が一致するように大きさを揃えます。コマンドラインのプロンプトに操作手順が表示されます。

**整列** オプションで、正確にビットマップのコーナーを指示できるよう、**点** オブジェクトスナップ を使用します。

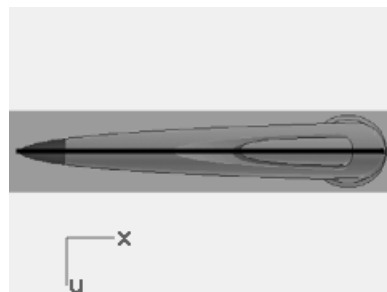


ビットマップ上の 2 点を正確にピックするため、ズームを使用します。

イメージの端点をどちらからピックしても構いませんが、選択した順に、150mm の直線端点も選択します。

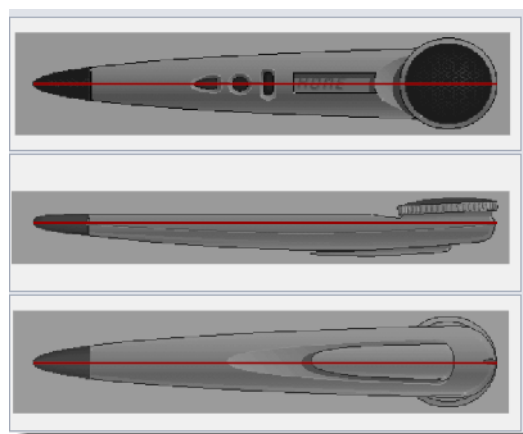
- 5 **Bottom** ビューポートに移動します。

- 6 同じ手順で、**HandsetBottom.bmp** を **Bottom** ビューポートに配置して、大きさを揃えます。





## 7 Top ビューポートに同じ手順を繰り返します。



### ケースの作成

自由曲線をトレースするには、制御点指定曲線が最も便利です。

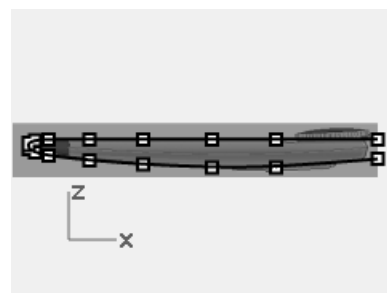
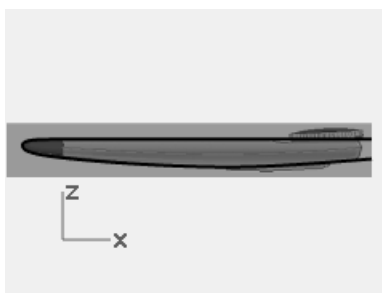
なるべく少ない制御点で曲線を正確に作成します。必要な場所に制御点を配置して曲線を作成し、希望の形状に編集できるようになるには、少し練習が必要かもしれません。

この練習の 2-D 曲線を、5~6 点の制御点を使った、次数 3 の曲線で正確に作成できます。

オブジェクトの端末部で接線方向を維持するため、曲線端点から 2 番目の点の配置に留意してください。

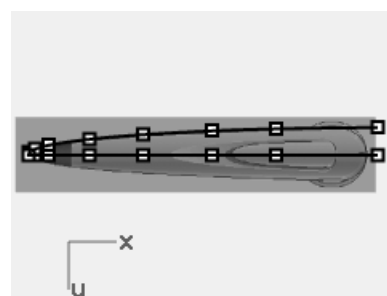
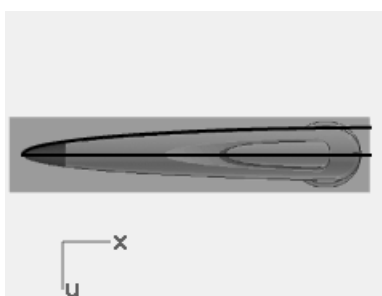
- 1 **Front** ビューポートで、ケースの外形状定義に必要な曲線を 2 本トレースします。

このビューでの曲線は、ケース上面と底面の外形線で、右側の端末は背景イメージより長めに作成します。



- 2 **Bottom** ビューポートで、ケースの形状を定義する曲線を、1 本トレースします。

Bottom ビューのオブジェクトは対称のため、曲線を 1 本だけ作成します。また、曲線の端末は、背景イメージを超えて、Front ビューの曲線の長さと同じぐらい延長します。



- 3 Front** ビューポートで、ケースの上部と下部を半分に分割するパーティングラインとなる曲線を描きます。

この曲線が、上から見た外形曲線を正面から見た形状になります。この曲線の右側も同様に他の外形曲線と同じ点まで延長しなければなりません。

- 4** Bottom ビューと Front ビューの曲線両方を、**CutPlane** を使って **Trim** するか、**SetPt** コマンドで同じ長さに揃えます。

- 5 Perspective** ビューポートで、パーティングラインの曲線と Bottom ビューの外形曲線を選択します

- 6 Crv2View** コマンド (曲線 > 2 つのビューから曲線を作成) を使って、選択した曲線を元に、3-D 曲線を生成します。

- 7** 元の 2 本の曲線を **Hide** あるいは **Lock** します。

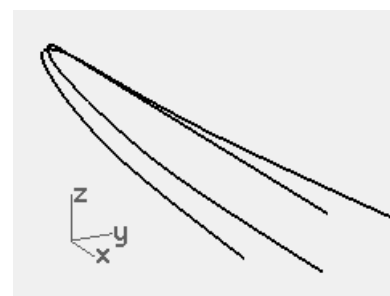
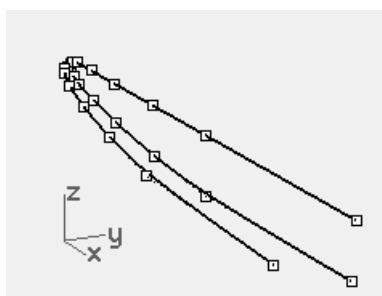
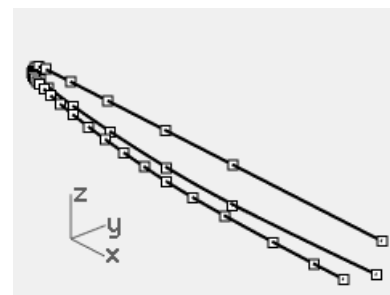
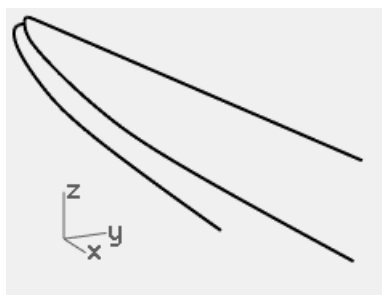
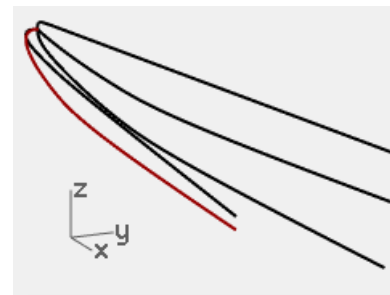
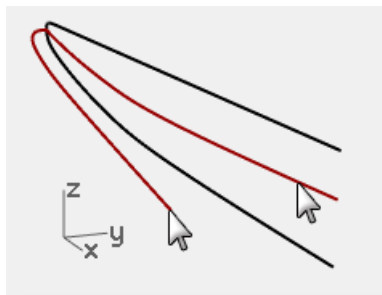
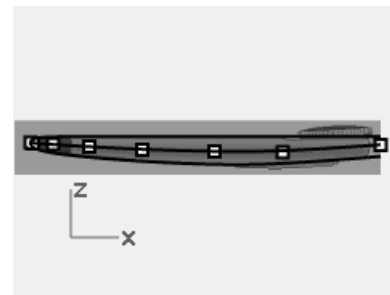
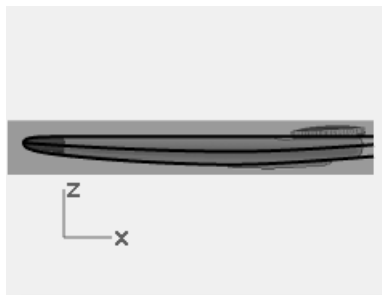
3 本の曲線が残っています。

- 8** 曲線の制御点を表示します。制御点とその密度に注目してください。これはきれいなサーフェスを作るために、これらの曲線をフェアリングする必要があるという一例です。

- 9** 前回の演習のテクニックを使って、曲線をフェアリングします。

- 10** フェアリングした 3-D 曲線を **Mirror** します。

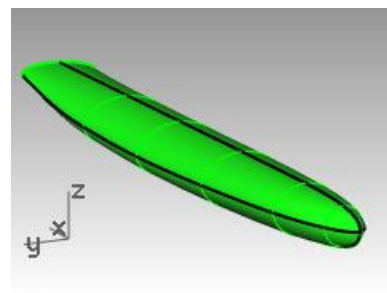
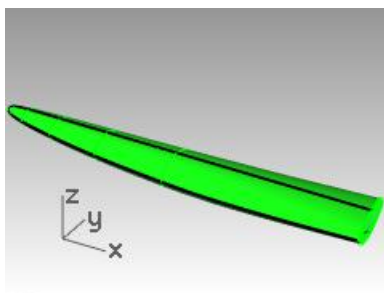
オブジェクトが、X 軸または Y 軸に対して対称であれば、先に登録したコマンドエディアス MV(! Mirror 0 1,0,0) と MH(! Mirror 0 0,1,0) で素早くミラーできます。



- 11** フェアリングした曲線を **Loft** します。閉じたロフト オプションにチェックを入れます。

サーフェスの品質と、アイソカーブの少なさに注目してください。

閉じたロフトはシームがあります。



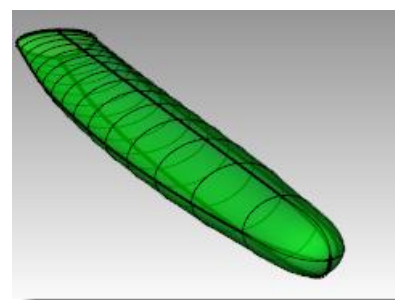
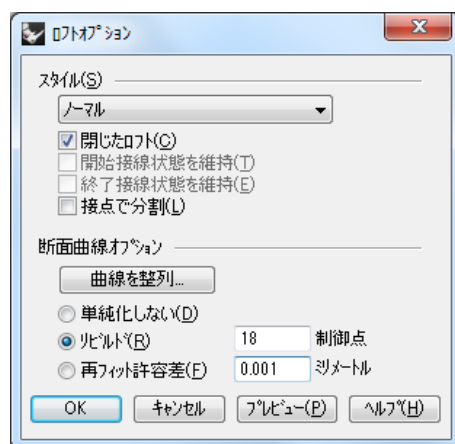
### ケースの作成 (別のテクニック 1)

- 1** 先の手順 7 まで **Undo** します。
- 2** 3-D 曲線をもう一方に **Mirror** します。

- 3** 曲線を **Loft** します。リビルド オプションを **18** 制御点に設定します。

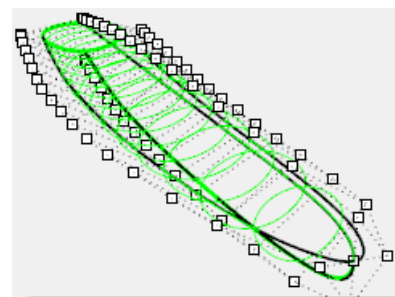
アイソカーブが揃ってきれいに見えます。しかし、先端では入力曲線から外れています。

リビルド オプションは、曲線を均等にわけただけで、曲率の大きい箇所を細かくサンプリングしません。



### サーフェスをフェアリングします

- 1** 背景ビットマップを非表示 して、ビューポートをワイヤフレームに変更します。
- 2** サーフェスの制御点を表示します。



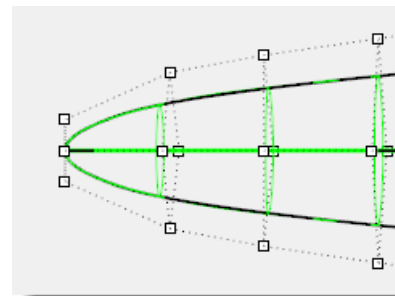
- 3** Top または Bottom ビューで、サーフェスの y-方向にある制御点の片側を移動して、サーフェスを揃えます。

この操作はいくつかの点に行う必要があります。

では、どうしたら反対側と同じ形状が得られるのでしょうか？

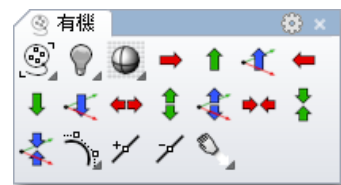
- 4** 移動した点を **Undo** して元に戻します。そして、移動する代わりに、両側の点を選択して、**Scale1D** コマンドで、Y 軸方向に対称に移動します。

スケールの原点はその中間点で、直交モードを使って、Y 軸方向にスケールします。



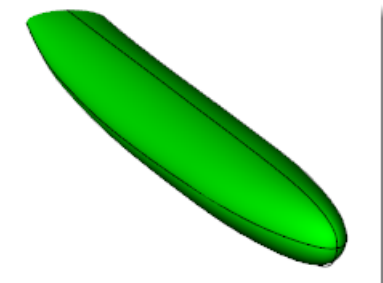
- 5 小さな移動量でナッジ調整するには、**有機ツールバー**を表示して、**Y 軸に沿って拡大**と**Y 軸に沿って縮小**を使用します。

これらのボタンは、スケールの中心に原点を使った、**Scale1D**のマクロです。



- 6 **Front** ビューで、同様の方法を使って制御点を調整します。このビューでは、制御点が X 軸で対称でないため、スケール移動より、片側の制御点だけ移動します。

ナッジキーまたは **有機** ツールバーの **ワールド Z+(-)**方向に**移動**も使用できます。



### CSec コマンドを使ってケースの作成 (別のテクニック 2)

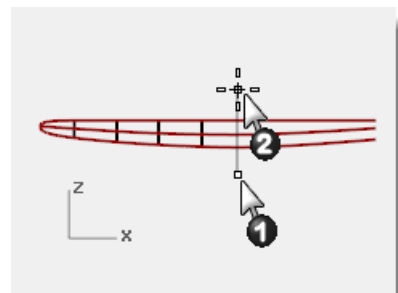
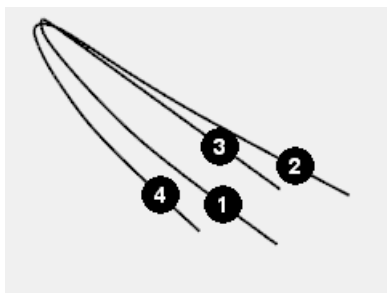
**CSec** コマンドは、輪郭の曲線から断面曲線を生成します。

- 1 **Undo** して 4 本の入力曲線に戻します。

- 2 **CSec** コマンド(**曲線> 輪郭曲線を通る断面曲線**)を実行します。

- 3 ロフトと同様に、順番に曲線を選択して **Enter** を押します。**閉じる** オプションを **はい** に設定します。

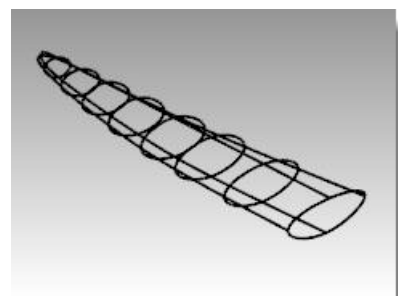
- 4 **断面線の始点** のプロンプトで、**Front** ビューポートで、4 本の曲線の片側①をピックアップします。



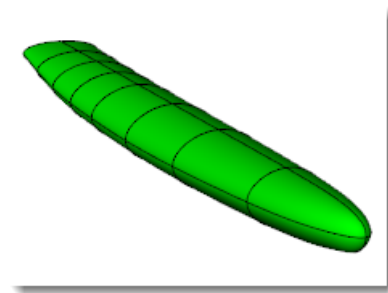
- 5 **断面線の終点** のプロンプトで、**直交モード** を使って、輪郭曲線のもう一方②をピックアップします。

- 6 この手順を繰り返して、断面曲線を 6-10 本、輪郭曲線に対して等間隔になるよう生成します。

輪郭曲線の端末部で、曲線の端点にスナップして、断面曲線を追加してください。



- 7 断面曲線と輪郭曲線をすべて選択します。
- 8 **NetworkSrf** コマンド (サーフェス> 曲線ネットワークから) を使って、サーフェスを作成します。





## 9 モデリングへのアプローチ

モデリングを行う場合、「どこから始めればよいのか？」という疑問がよく生じます。この章では、モデリングの過程を様々な角度から勉強していきます。

モデリングを始める前に考えなければならない事が2つあります。完成モデルにおいて、反射光、流動体の流れ、空気の流れ、制御点を使った形状編集が重要なときには、3次の曲線や5次の曲線から成る形状でモデルを作り始めます。それらが重要ではないときには、直線(次数1)、2次の曲線、3次の曲線、5次の曲線の組み合わせを使っていきます。

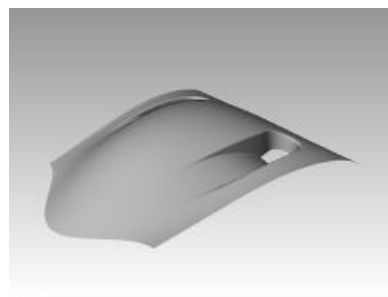
簡単でおおまかな形状から始め、細部は後から加えていきます。それぞれのパーツのレイヤを作成していくことから始めます。そうすることにより、パーツ毎に別々に見ることができ、パーツを合わせていくときにも役立ちます。

どの種類のサーフェスが最も重要であるかを判断するために、様々な製品とそのアプローチについて検討します。

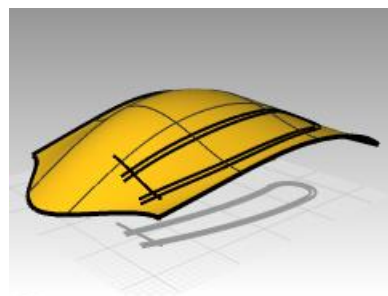
### 練習問題 23ーカットアウト

この練習問題では、切り抜いたサーフェスを既存の曲面に、滑らかで継ぎ目なくブレンドするための方法を勉強します。新しいサーフェスは既存のサーフェスと自由な関係を持つため、この一般的な手法は他のケースでも使用できます。

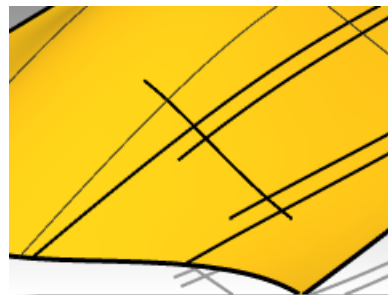
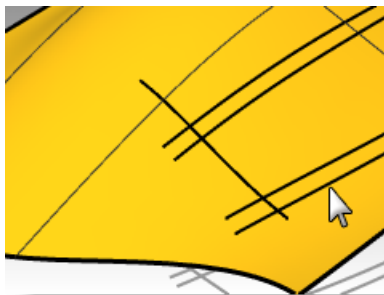
この演習のために、各々のステップでモデルファイルがあります。モデルファイルは参考のため、演習毎におけるステップの手順を説明するためのメモも含んでいます。各ステップにて、該当するモデルファイルが示されています。



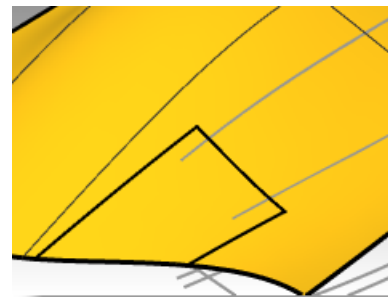
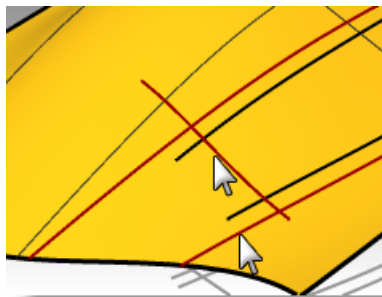
- 1 **Scoop.3dm** を開きます。
- 2 **Cut-out Curves** レイヤをカレントにし、**Original Surface** レイヤを表示して、**Completed Scoop** レイヤを非表示にします。
- 3 **Top** ビューポートで曲線を選択します。
- 4 **Project** コマンド(**曲線 > オブジェクトから曲線を作成 > 投影**)を実行します。
- 5 サーフェスを選択して、**Enter** を押します。  
曲線がサーフェス上に投影されます。



- 6 **ExtendCrvOnSrf** コマンド(**曲線 > 延長 > サーフェス上の曲線を延長**)を実行します。
- 7 **延長する曲線を選択** のプロンプトで、投影した1番外側の曲線を選択します。
- 8 サーフェスを選択します。  
曲線はサーフェスのエッジまで延長されます。

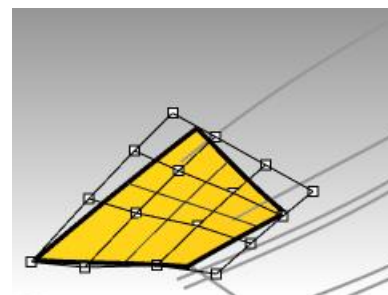
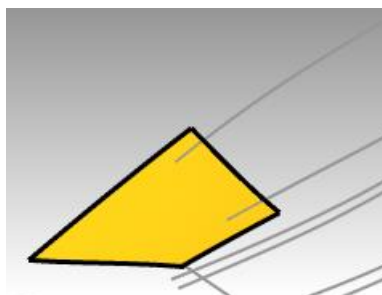


- 9 **Trim** コマンド(編集>トリム)を使って、図のようにお互いに曲線をトリムします。
- 10 トリムした曲線 3 本を **Join** します。
- 11 **Copy** コマンドの **同じ位置** オプションを使って、サーフェスをコピーして非表示します。
- 12 結合した曲線の外側のサーフェスの部分をトリムします。



小さい台形のサーフェスが残ります。このサーフェスは、新しいサーフェスをマッチングするためのダミーサーフェスとして使用し、後で削除します。

- 13 **ShrinkTrimmedSrf** コマンド(サーフェス>サーフェス編集ツール>トリムサーフェスをシュリンク)で、このサーフェスをより扱いやすいものにします。シュリンクする事により、アイソカーブはサーフェスの大きさに変更されます。



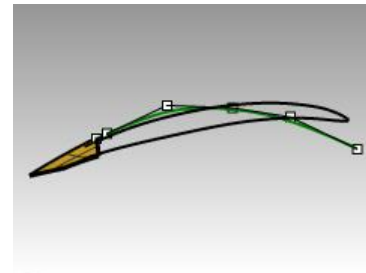
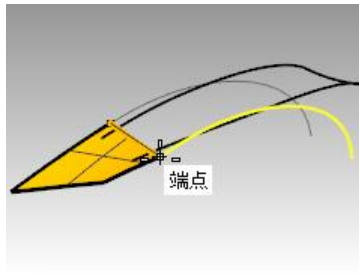
#### 吸入口形状の底面曲線を作成 (参考モデル: Scoop 001.3dm)

次に、切り抜きの底面となるサーフェスを作成します。切り抜き部は端部で丸くなっていますが、まず四角形のサーフェスを作成してから、丸くトリムします。この方法は、正確にエッジを使ってサーフェスを生成するよりも、ずっと軽く、より簡単にサーフェスを作成できます。

ここでは、可能な限り少ない制御点数で、吸入口形状の底面となる曲線を 1 本作成します。曲線を様々なビューで見ながら、作成してください。また、曲線は 5 次で 6 個の制御点数を使用すると良いでしょう。曲線の形状は、曲率表示を使って確認します。

- 1 Front ビューで、右図のように、制御点を配置して曲線を作成します。その際、ステータスバーの **平面モード** をオンにしてください。こうすることにより、曲線は平面上に作成されます。

曲線の始点を、作業しやすいビューで、ダミーサーフェスの角にスナップします。2 点目からは、Front ビューポートに変更して、曲線を作成します。



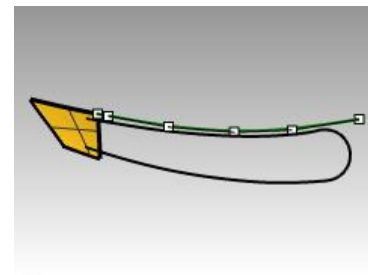
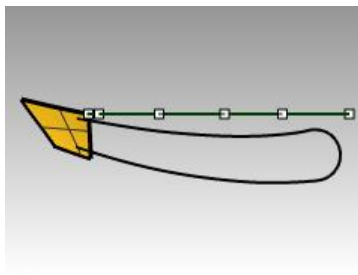
曲線は、ダミーサーフェスのエッジに接するように描き始め、その始点より低い位置で曲線を終わらせます。



- 2 Top ビューで形状を整えるために、制御点を移動して曲線を調整してください。

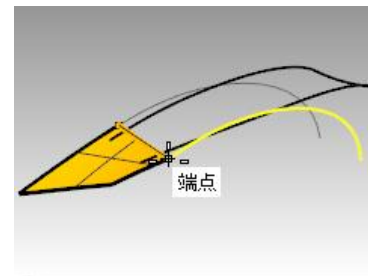
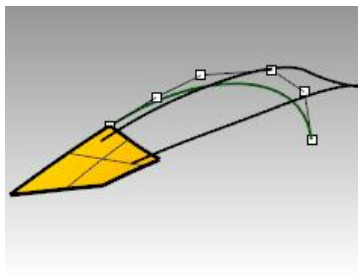
Front ビューでの形状を変更させないため、直交モードを使用して、必ず y-方向にだけ制御点を移動してください。

曲線の最後の部分は、少し長めにとっておいてください。



- 3 **Match** コマンド (曲線 > 曲線編集ツール > マッチング) で、曲線をダミーサーフェスのエッジに、**曲率連続** でマッチングさせます。

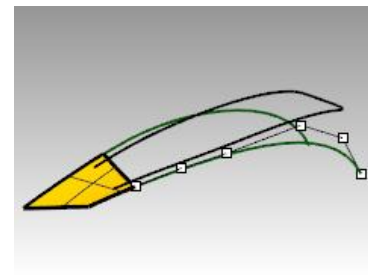
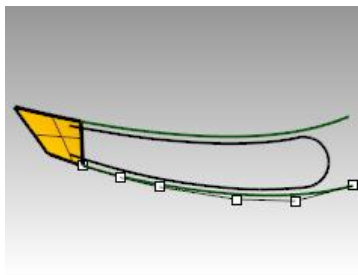
必要であれば、更に制御点を編集してください。ダミーサーフェスから 3 つ目までの点いづれかを移動した場合は、必ずもう一度 **Match** コマンドを実行してください。



- 4 曲線をもう一端にコピーします。

- 5 望む形になるまで制御点を移動して調節して、ダミーサーフェスのエッジにマッチングします。

マッチングで曲線が大きく歪むような場合、ノットを追加して、再びマッチングしてみてください。**EndBulge** の実行や、さらなる点の編集が必要であるかもしれません。



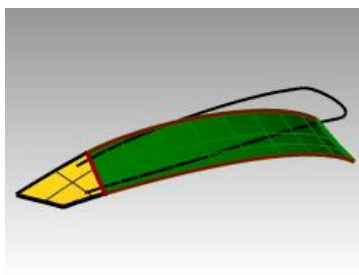
### 吸入口の底面サーフェスを作成: (参考モデル: Scoop 002.3dm)

サーフェスの作成にはいくつかの方法があります。

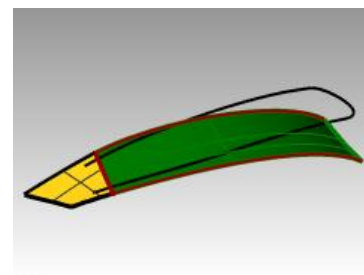
2 レールスイープ は良い作成方法のひとつです。先程作成した2本の曲線をレール曲線とし、ダミーサーフェスのエッジ曲線を断面曲線として作成します。このコマンドの長所は、レール曲線上に、任意に断面曲線を追加することによって、より希望に近い形状のサーフェスを作成できることです。

ダミーサーフェスのエッジ曲線とレール曲線の連続性が G2 連続に設定されていれば、2 レールスイープで作成されるサーフェスは、G2 連続性に近いサーフェスが作成されます。

また、サーフェス同士の連続性を設定するコマンドとして、**MatchSrf** コマンドがあります。時間があれば、こちらも試してみると良いでしょう。



作成した曲線をレール、ダミーサーフェスのエッジを断面とした、2 レールスイープ。

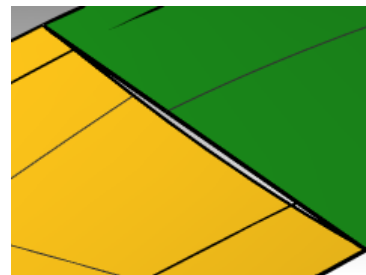
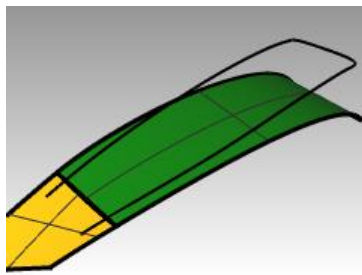


作成した曲線をレール、ダミーサーフェスのエッジを断面とし、単純なスイープオプションを使った、2 レールスイープ。

もう一つの方法は、2 本のカーブの間でロフトサーフェスを作成することです。下図の方法のように、サーフェスはダミーサーフェスとマッチングする必要があります。**MatchSrf** コマンドを実行して、サーフェスの連続性を設定します。

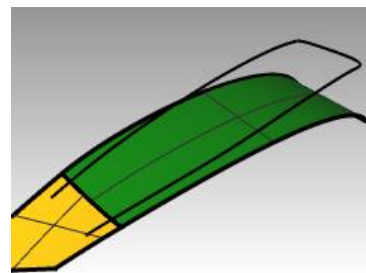
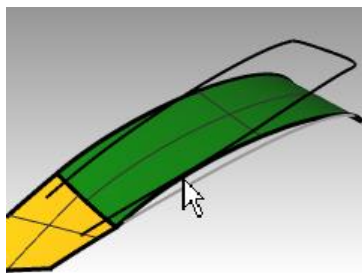
- 1 **Loft** コマンドを実行します (サーフェス> ロフト)。2本の曲線の間にサーフェスが作成されます。

作成されるロフトサーフェスは平らなため、ダミーサーフェスとの間にわずかな隙間があります。



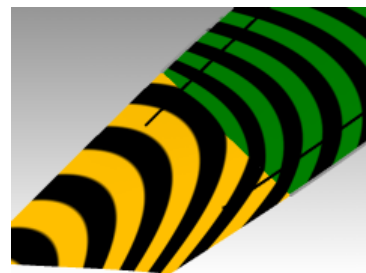
- 2 **MatchSrf** コマンド (サーフェス> サーフェス編集ツール> マッチング)を実行します。ロフトサーフェスをダミーサーフェスのエッジに、曲率でマッチングします。

マッチングしたサーフェスが、ターゲットのエッジに垂直になるよう、大きく変形しているかもしれません。



もしそういう結果になる場合は、**アイソカーブ方向の調整** オプションを、**自動** から**アイソカーブ**の方向を維持に変更します。サーフェスのゆがみが極力小さくなります。

- 3 **Zebra** コマンド (解析> サーフェス> ゼブラマッピング)を使って、サーフェスの連続性を確認します。



### 切り欠き形状の側面を作成します (参考モデル: Scoop 003.3dm)

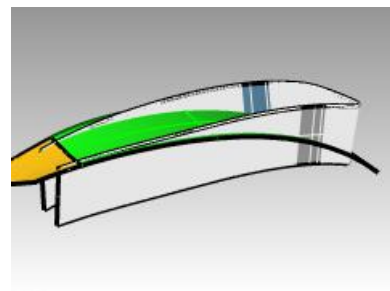
切り欠き形状の側面は、投影した曲線から 10 度のテーパのついた押し出しサーフェスで作成します。その後、ロフトで作った底面でトリムします。

- 1 投影した外側の曲線を選択します。
- 2 **ExtrudeCrvTapered** コマンド (サーフェス> 曲線を押し出し> テーパ)を使って、投影した曲線を押し出します。**ドラフト角度** を **10** に変更します。底面を貫通する位置まで伸ばしてピックします。

押し出す距離が長い場合、単一のサーフェスではなくポリサーフェスが作成されるかもしれません。

このような結果になる場合は、再度、押し出す必要があります。

それでも単一のサーフェスが作成されない場合は、短い距離で押し出してください。



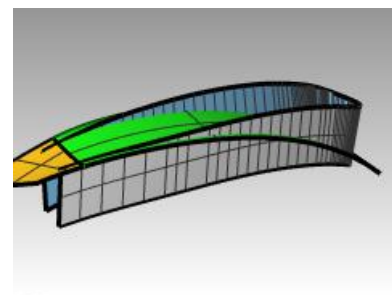
- 3 **ExtendSrf** コマンド (サーフェス> 延長) を使って、底面のサーフェスと交わるように延長します。

押し出したサーフェスはアイソカーブが非常に密集しています。

- 4 サーフェスを単純化するために、**FitSrf** コマンド (サーフェス> サーフェス編集ツール> 既存サーフェスにフィット) を使います。

コマンドラインオプションを次のように設定します:

フィット許容差 = 0.001、元のオブジェクトを削除 = はい、再トリム = はい、U 方向の次数 = 3、V 方向の次数 = 3

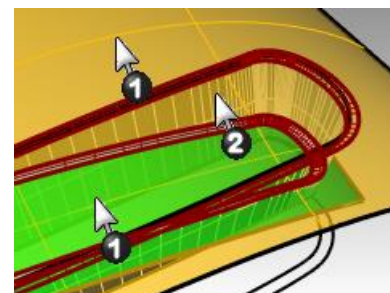


### フィレットを作成します

フィレットをかける準備ができました。

- 1 元のサーフェスを表示して、ダミーサーフェスを非表示します。
- 2 **FilletSrf** コマンド (サーフェス> フィレット) で、半径=5、延長=いいえ、トリム=いいえ に設定して、側面と底面の間にフィレットサーフェスを作成します。
- 3 フィレットする 1 つ目のサーフェスを選択のプロンプトで、底面を選択します。
- 4 フィレットする 2 つ目のサーフェスを選択のプロンプトで、側面の同じあたりを選択します。
- 5 同様に、側面と元のサーフェスにも繰り返します。

2 つのフィレットサーフェスは交差します。それらの交点で、フィレットサーフェスをトリムします。



ピックする場所によって結果が変わりません。

### フィレットサーフェスをトリムします (参考モデル: Open Scoop 004.3dm)

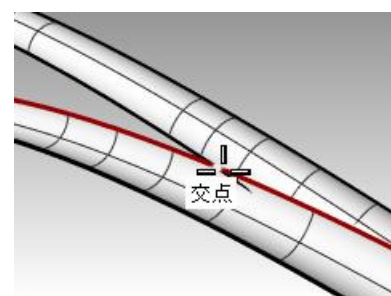
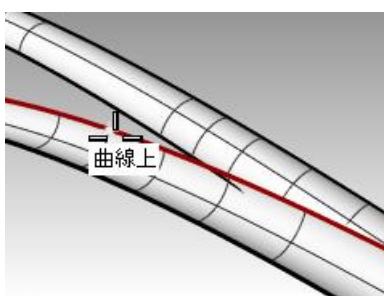
両方のフィレットサーフェスは吸入口の側面に接しており、フィレットが交差する箇所でも互いに接しています。

フィレットの端部を平面のサーフェスでトリムすると、そのエッジも互いに接します。切り欠き形状と元のサーフェスの間をブレンドするサーフェスを作成するため、フィレットをトリムします。

平面のサーフェスを作成するには、まず、円の **アラウンドカーブ** オプションで、フィレット面のエッジに垂直な円を作成します。そして、その円から平面のサーフェスを生成します。

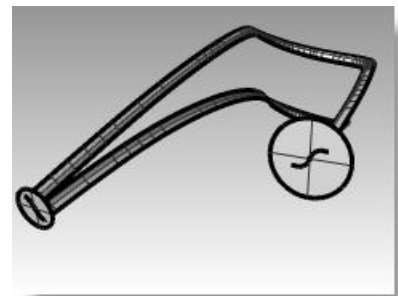
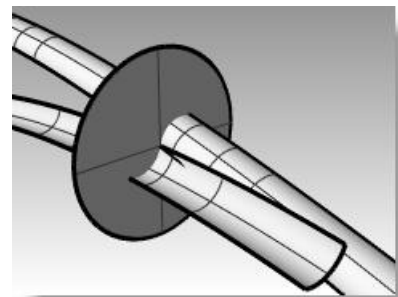
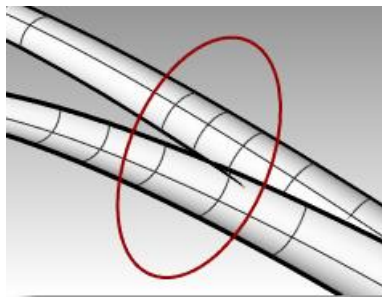
- 1 2 つのフィレットを選択して、その他を非表示にするために、表示 ツールバーの選択を反転してオブジェクトを非表示 ボタンを押します。
- 2 **Circle** コマンド (曲線> 円> 中心、半径指定) の **アラウンドカーブ** オプションを使用します。オブジェクトスナップの交点 のみチェックします。

**アラウンドカーブ** オプションは、エッジも含め、曲線に対して垂直な円を作成します。



- 3 下側のフィレットサーフェスの上部のエッジを選択して、その交点にスナップします。

- 4 2つのフィレットサーフェスよりも大きい円を作成してください。
- 5 **PlanarSrf** コマンド (サーフェス > 平面曲線から) で、交点に円形の平面を作成します。
- 6 もう1つの交点にも同様の作業を繰り返します。
- 7 フィレット面を平面でトリムします。



#### 吸入口の側面をトリムします

フィレット面を使って、吸入口の側面をトリムします。

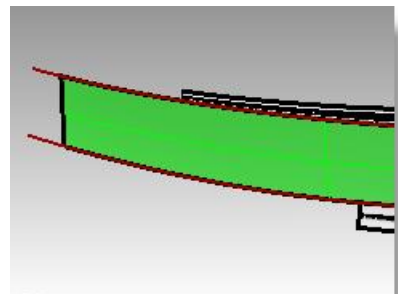
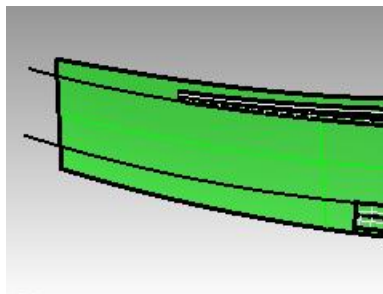
- 1 **ShowSelected** コマンド (編集 > 表示 > 選択を表示) で、側面を表示します。
  - 2 フィレットサーフェスで、側面のサーフェスをトリムします。
- フィレットのように、トリムするオブジェクトがサーフェスに接している場合、サーフェスより曲線を使ってトリムする方が早いことがあります。
- トリムが正しく実行できない場合は、側面に接しているフィレットのエッジを複製して、それを使ってトリムします。



#### 上面サーフェスと底面サーフェスをトリムします (参考モデル: Open Scoop 005.3dm)

次に、メインのサーフェスと底面のサーフェスをトリムするため、フィレットのエッジを延長します。下のフィレットの下側のエッジを底面の端部まで延長します。また、上のフィレットの上側のエッジは、切り欠き形状の先端まで延長します、延長した曲線は、それぞれサーフェスに投影して、トリムの切断オブジェクトとして使用します。

- 1 **Top** ビューポートで、**Extend** コマンドの **タイプ=スムーズ** オプションを使い、下側のフィレット曲線を、底部のサーフェス端部より長く延長します。
- 2 **Top** ビューポートで、2本の曲線を延長します。そして、その曲線で底面サーフェスをトリムします。





- 3 上側のフィレットも同様に、**Extend** コマンドで、底面の端末部より長く延長してください。

Perspective ビューポートで、延長した上側のトリム曲線がサーフェスから離れていることを確認してください。

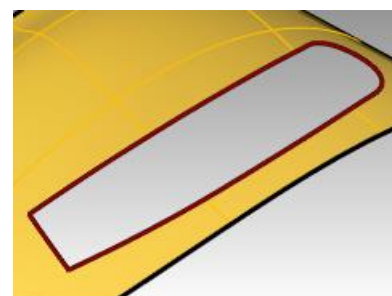
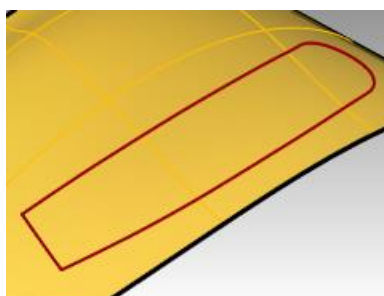
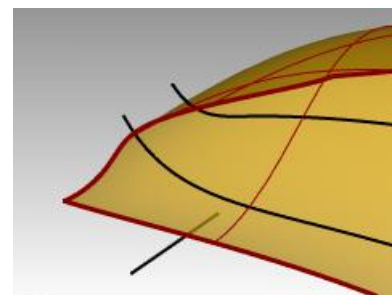
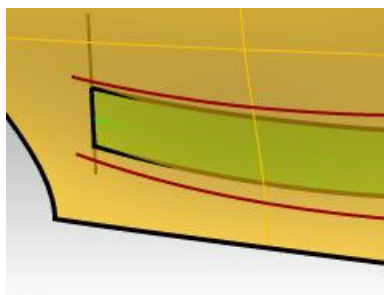
- 4 **ShowSelected** コマンドで、メインのサーフェスを表示します。

- 5 **Top** ビューポートで、上側のフィレット曲線をサーフェスに投影します。

- 6 **ShowSelected** コマンドまたは **Cut-out Curves** レイヤを表示して、端末部の曲線をサーフェスに投影します。

- 7 投影した曲線を、閉じた曲線になるようにトリムします。

- 8 閉じたループ曲線を使用して、メインのサーフェスをトリムします。



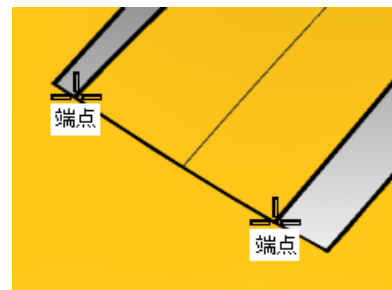
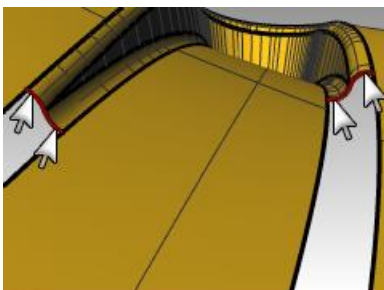
サーフェス作成のために曲線を用意します。(参考モデル: **Scoop 006.3dm**).

四角形の開口部にサーフェスを作成します。ここでは、**Sweep2** または **NetworkSrf** コマンドを使用するため、その開口部を囲む曲線とエッジの編集を行います。開口部の一辺は、2 枚のフィレット面を繋げたエッジのため、曲線を生成して、それを入力曲線として使用します。その曲線は、フィレット面のエッジを複製して結合し、S 字の曲線にします。フィレット面と反対側のエッジは、メインのサーフェスのエッジです。このエッジは開口部の角でそれぞれ分割します。

- 1 **DupEdge** コマンドで、フィレットエッジから曲線を作成します。

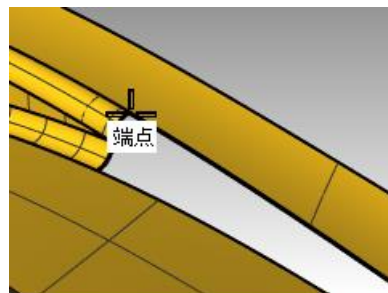
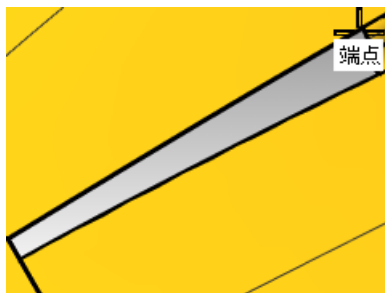
- 2 4 本の曲線を結合して 2 本にします。

- 3 **SplitEdge** コマンド (解析 > エッジツール > エッジを分割) を使って、エッジを分割します。端点 オブジェクトスナップで、底面サーフェスのエッジの端末にスナップして、メインのサーフェスの開口部エッジを分割します。



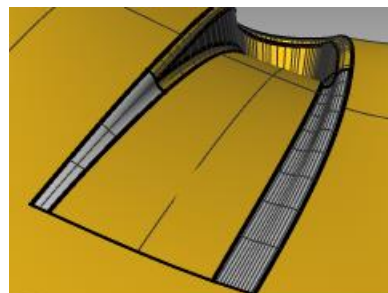
- 4 **SplitEdge** コマンドで、フィレット面のエッジ端末で、開口部のエッジを分割します。

これは、**NetworkSrf** コマンドで使います。



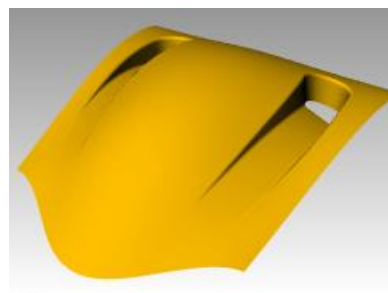
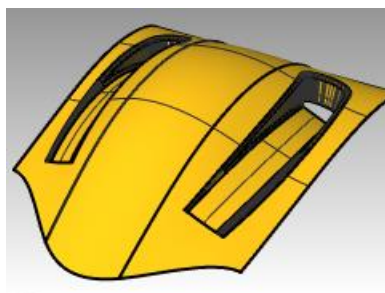
- 5 **Sweep2** コマンドで、レール曲線オプションを **接線** にするか、あるいは **NetworkSrf** コマンドで、最後の 2 枚のサーフェスを作成します。

サーフェスは、複製した S 字型曲線から始まり、分割したエッジで平らな線に変化していきます。



- 6 切り欠きサーフェスを結合して、底面に穴を開けます。(参考モデル: **Scoop 006.3dm**)

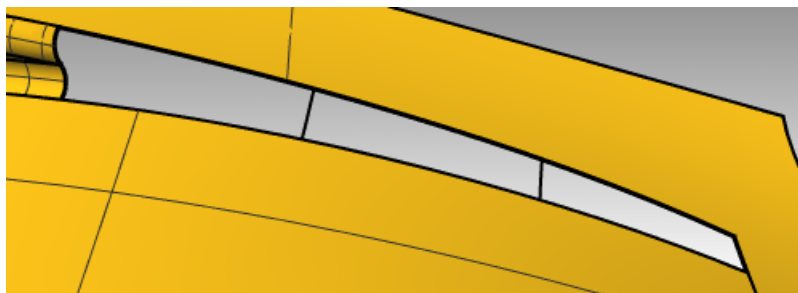
- 7 **Mirror** と **Trim** コマンドを使って、もう一つの吸入口を作成します。



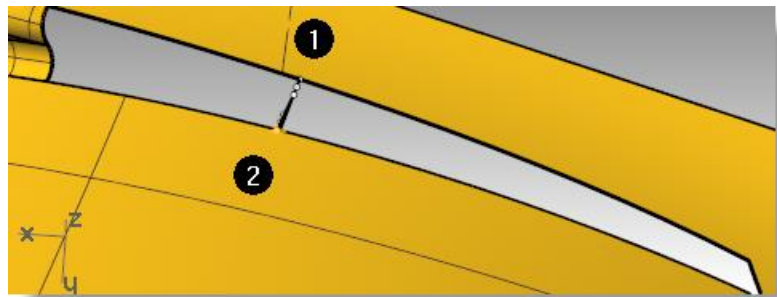
#### 各セクションに断面曲線を追加します

参考モデル: **Scoop 007.3dm**

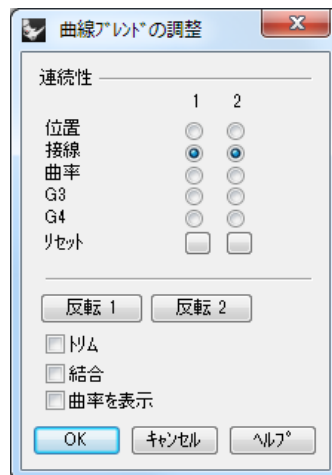
**Sweep2** または **NetworkSrf** を使って、開口部を埋めます。断面曲線を追加することによって、より良いサーフェスを作成できる場合があります。断面曲線を追加するために、両側のエッジのおよそ 1/3 と 2/3 の箇所に、ブレンド曲線を作成します。これらのブレンド曲線も、サーフェス作成の入力曲線として追加して、ネットワークサーフェスを作成します。



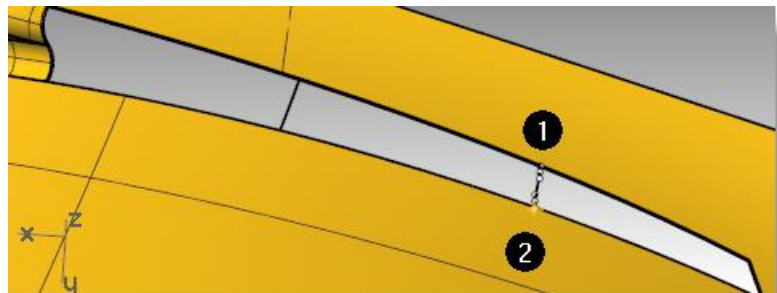
- 1 **BlendCrv** コマンド (曲線 > ブレンド > 曲線ブレンド(調整))を実行します。
- 2 ブレンドする曲線を選択 のプロンプトで、エッジ オプションを選択します。
- 3 ブレンドするサーフェスエッジを選択 のプロンプトで、長い方のエッジの約 1/3 あたりをクリックします。



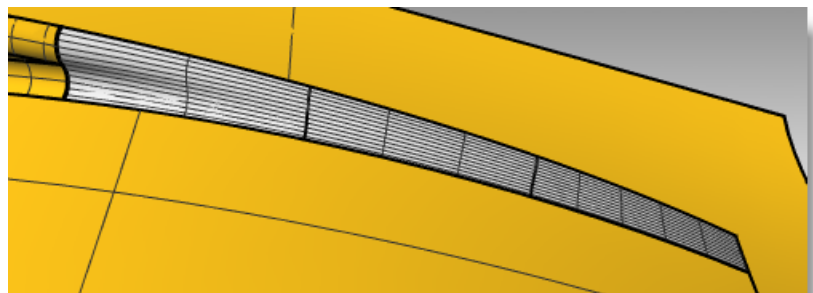
- 4 ブレンドするサーフェスエッジを選択 のプロンプトで、先のエッジを反対側のエッジをクリックします。  
ブレンド曲線が開口部に生成され、ダイアログが表示されます
- 5 曲線ブレンドを調整 ダイアログで、両側のエッジとも、連続性を 接線 に設定します。



- 6 同じエッジの 2/3 の箇所についても、同様の操作で曲線を作成します。



- 7 **NetworkSrf** コマンドを実行して、サーフェスを作成します。  
新しく作成した曲線を選択するのを忘れないでください。







## 10 2次元データを使う

Rhino モデルに、2-D のグラフィックデータから既存のデザインを取り込んだり、それを Rhino モデルの一部にしたいという要求がしばしばあります。それらの要求に応える方法として、グラフィックデータの Rhino モデルへの移動・配置があります。

ここでは、Adobe Illustrator で作成した 2-D ロゴを、既存モデルに割付けて 3 次元化する演習を行います。

### 練習問題 24—Adobe Illustrator ファイルの読み込み

ここでは、任意の作業平面を作成して、Illustrator ファイルをインポートし、3 次元サーフェス上にロゴを配置する練習を行います。

- 1 **Air Cleaner.3dm** を開きます。
- 2 **Rhino オプション ダイアログ**の **モデリング補助** ページで、作業平面を **標準作業平面** に設定します。

以降のテクニックは、**ユニバーサル作業平面** に設定されていると正しく行うことができません。

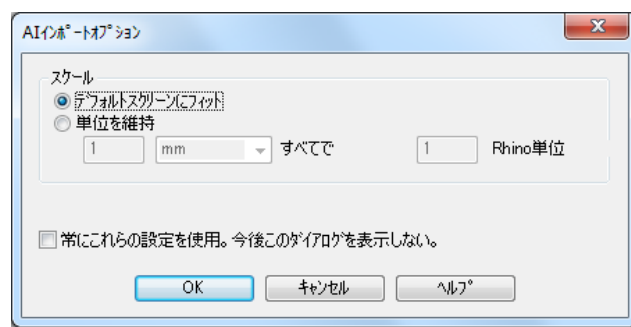
#### ファイルをインポートします

- 1 **Import** コマンド (**ファイル > インポート**)を実行します。
- 2 **ファイルの種類** を **Adobe Illustrator (\*.ai)** に変更して、**AirOne\_Logo.ai** を選択して、インポートし取り込みます。

- 3 **AI インポートオプション** のダイアログでは、そのまま **OK** を選択します。

ロゴデータが、**Top** ビューポートの作業平面の原点に、選択された状態で取り込まれ、**デフォルト** レイヤに入力されます。

**Tip:** 曲線が平面上にない場合は、**ProjectToCPlane** コマンド (**変形 > 作業平面に投影**)を使用します。



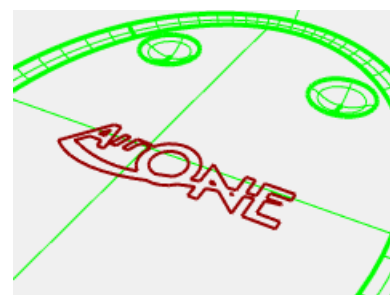
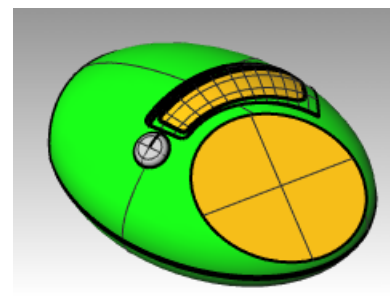
- 4 インポートしたロゴが選択された状態になっているので、**Group** コマンド (**編集 > グループ > グループ化**)を実行します。この操作を行っておくと、以降の変形作業で容易にオブジェクトが選択できるようになります。
- 5 **Layer** コマンドを実行します。
- 6 **Logo** レイヤを非表示にします。
- 7 **Logo** レイヤ上で右クリックし、**オブジェクトをレイヤにコピー** をクリックして、ロゴのコピーを作成します。

このコピーは、後の練習で使用します。

- 8 **Default** と **Top Surface** 以外の全てのレイヤをオフにしてください。

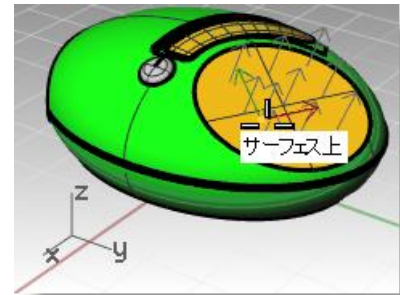
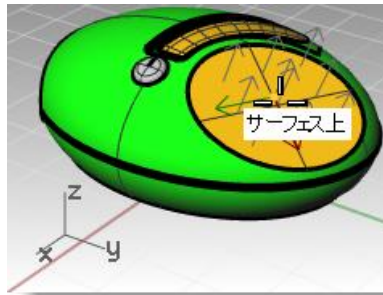
#### 作業平面を設定します

平らなサーフェスに作業平面を設定する必要があります。**Cplane** コマンドによって、作業平面を任意に設定することができます。新しい作業平面の X と Y 方向は、指定したサーフェスの U と V 方向にそれぞれ設定され、Z 方向はサーフェス法線方向に設定されます。サーフェスの方向は、**Dir** コマンドによって確認でき、また変更することも可能です。



- 1 ディスク型の平らなサーフェスを選択します。そして、**Dir** コマンド (解析 > 方向) を実行します。

これは、現在のサーフェス法線方向と UV 方向を示します。現在の法線方向と UV 方向を知っていることは重要です。



白い矢印は、サーフェスの法線を示します。それと同時にマウスカーソルに赤と緑の矢印も表示されます。

赤い矢印は U 方向を、緑の矢印は V 方向を示します。

- 2 コマンドラインには、方向を変更するオプションがあります。方向を変えるために、これらをクリックすることができます。カーソルとサーフェス法線をクリックするたびに更新されます。

方向を変更した際は、**Enter** を押すことによって決定されます。

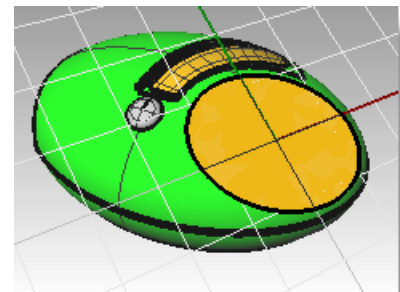
上の右図のようになるよう、各矢印方向を変更して下さい。

このように作業平面は、サーフェスに合わせて設定できます。その場合、作業平面の X、Y、法線方向は、サーフェス上の矢印の向きによって決定されます。

- 3 **Perspective** ビューポートで、**CPlane** コマンドの **オブジェクト オプション** (ビュー > 作業平面の設定 > オブジェクトに設定) を使用して、サーフェスに作業平面を割り付けます。

前回のステップで U、V、法線方向を設定したので、同じ方向で作業平面がセットされました。

- 4 **NamedCPlane** コマンド (ビューポートタイトルを右クリック: 作業平面の設定 > 名前の付いた作業平面) を実行して、名前を付けて保存しておくと、以後、設定した作業平面を簡単に呼び出せます。

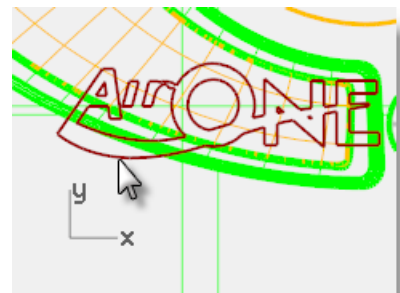


### ロゴ曲線を新しい作業平面上に移動します

ディスク型の平らなサーフェスに、ロゴを移動するコマンドは、作業平面上のオブジェクトの位置を利用します。

- 1 **Top** ビューポートでロゴを選択します。**Top** ビューをアクティブにしておき、**RemapCPlane** コマンド (変形 > 配置 > 作業平面にリマップ) を実行します。

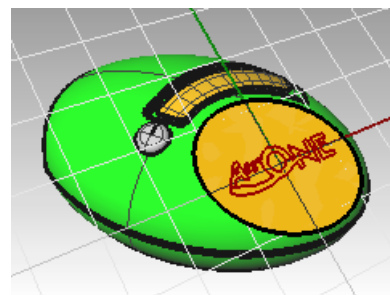
このコマンドは、どの作業平面がアクティブかによって、結果が変わります。結果が思わしくない場合は、選択するビューポートを変更して再度行ってください。



## 2 作業平面をリマップした **Perspective** ビュー内をクリックします

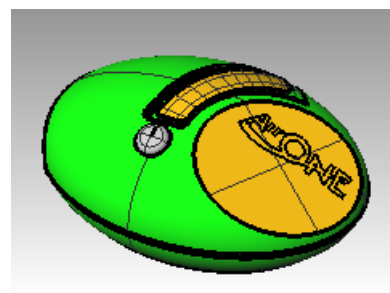
コマンドラインで、**コピー=はい** オプションを使用すると、リマップに選択した形状のコピーが配置されます。

ロゴデータは、元のアクティブな作業平面と同じ位置に配置されます。

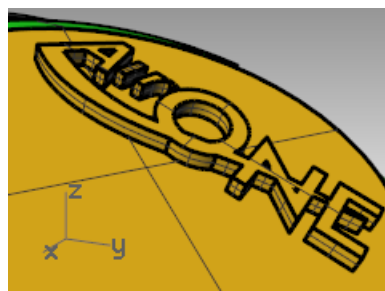


## 3 回転や移動、スケール変更を行い、任意の位置にロゴを配置します。

正確にロゴを配置するため、**Plan** コマンド (**Perspective** ビューポートタイトルを右クリック: ビューの設定 > 作業平面の平行ビュー)を使用すると、平行投影のビューになり、設定した作業平面を真っ直ぐ見ることができます。



## 4 **ExtrudeCrv** コマンド (ソリッド > 平面曲線を押し出し > 直線)の **両方向=はい** オプションを使って、高さ **1mm** の 3 次元の押し出しテキストを作成します。



## 5 **BooleanDifference** コマンド (ソリッド > 差)で、サーフェスに文字の形の凹みを作ります。

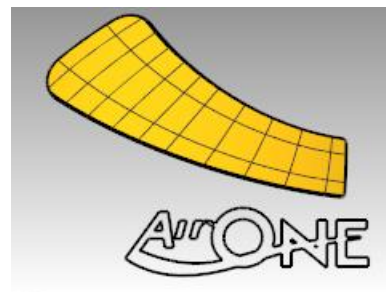


### 練習問題 25—自由曲面上にロゴをフロー変形

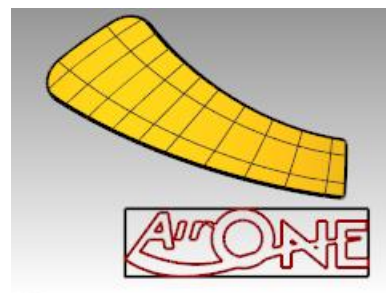
ここでは、ロゴ曲線のコピーを使って、Cutout サーフェス上に配置します。このサーフェスは平らでないため、**FlowAlongSrf** コマンドを使用して、サーフェスに沿って変形させます。**FlowAlongSrf** コマンドは、元のサーフェスから目的のサーフェスに、オブジェクトをモーフィングします。フローの方向は、サーフェスの UV を利用します。したがって、元のサーフェスと目的のサーフェスが同じように UV 方向をもっていることが重要です。

### ベースサーフェスを用意します

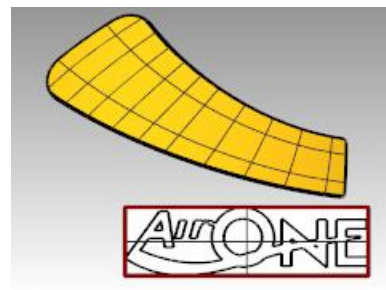
## 1 **Layer** コマンドを実行して、**Cutout** レイヤをカレントにします。**Cutout** と **Logo** 以外のレイヤは非表示にします。



- 2 **BoundingBox** コマンド (解析> バウンディングボックス) を使って、ロゴの周りを四角形で囲みます。

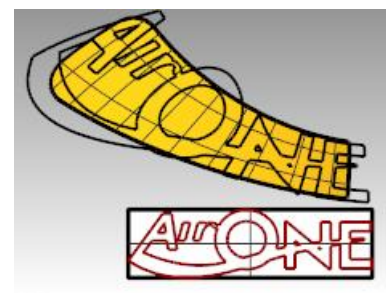


- 3 **PlanarSrf** コマンド (サーフェス> 平面曲線から) を使って、バウンディングボックスにサーフェスを生成します。



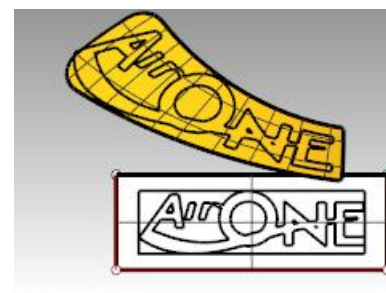
#### Cutout サーフェスにロゴ曲線をフロー変形します

- 1 **Dir** コマンドを使って、Cutout サーフェスの UV 方向を確認します。
- 2 **Dir** コマンドで、ベースサーフェスの UV 方向を、Cutout サーフェスの方向と合うように調整します。
- 3 ステータスバーの **履歴を記録** をオンにします。  
文字が太字になっていない場合は、ペインをクリックして、履歴の記録をオンにします。
- 4 **FlowAlongSrf** コマンド (変形> サーフェスに沿ってフロー変形) を実行して、Cutout サーフェスにロゴを移動します。

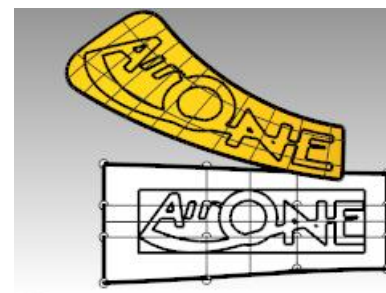


ここではサーフェスの大きさに曲線が合っていません。

- 5 ベースサーフェスの制御点を表示して、制御点を移動しサーフェスを全体的に少し大きくします。  
曲線をフロー変形した際に履歴がオンにしたため、ベースサーフェスを調整すると、Cutout サーフェス上に移動した曲線も変形します。



- 6 **ChangeDegree** コマンド (編集> 次数を変更) を使って、ベースサーフェスの次数を **UV** 両方向とも **3** に変更します。
- 7 制御点を更に移動して、Cutout サーフェスに合うよう微調整します。



## ロゴの文字を押し出して、Cutout サーフェス上にフロー変形します

- 1 **ExtrudeCrv** コマンドの **両方向** オプションを実行して、高さ **1mm** の立体的な文字を作成します。

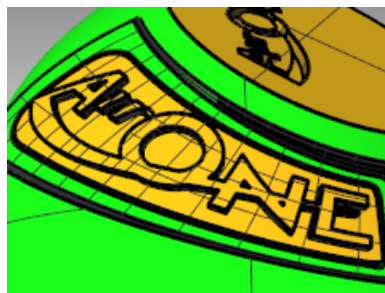


- 2 **FlowAlongSrf** コマンドで、ソリッドのロゴを Cutout サーフェスに移動します。ベースサーフェスは、ここまで使用したものを使います。

ベースサーフェスに対して必要な調整を終えているため、ここではヒストリーを使いません。



- 3 **BooleanUnion** コマンドで、ロゴと Cutout サーフェスを結合します。





## 2 次元の図面からモデルを作る

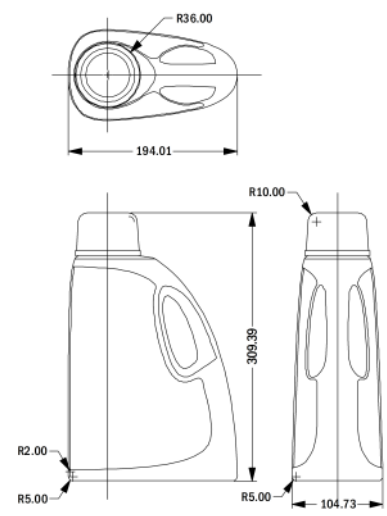
モデリングにおいて最も難しい作業の 1 つが、2 次元である三面図を、3 次元に変換することです。図面のある部分では精細で、3 次元での複雑なサーフェスの変移が起こるところでは不正確ともなります。

製図を行った方にその難しい個所について直接尋ねることが最善の方法ですが、そうもいかない場合もあるでしょう。たいていは図面ビュー間で相違があります。

実際に参考にできるモデルがない場合、スケッチや図面を解釈する最良の方法について判断する必要があります。例えば、どのビューが最も正確であるのかを判断しなければなりません。

次の演習では、三面図からプラスチックボトルを作成するいくつかの手法について学習していきます。この演習では、ボトルを 3 方向から見た参照図面があります。寸法はおおよそのものですが、できるだけデザイナーの描く曲線をキープしていく必要があります。

このトレーニングでは、このモデルの初期段階を仕上げる時間しかありません。ボトルのサーフェスは完成させますが、最終形状のディテールは省略します。モデルの最終形状データは練習と同じフォルダにあります。



2 次元図面

### 練習問題 26— 洗剤ボトルの作成

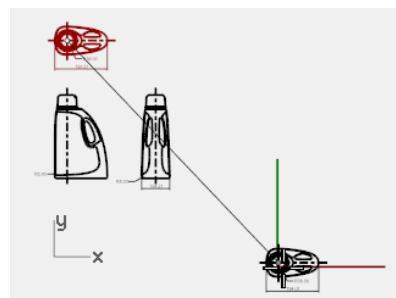
#### パーツをグループ化します

- 1 **Detergent Bottle.3dm** を開きます。
- 2 **Top** ビューポートで、囲み窓を使って、左上の上面図にあたるオブジェクトを 2 次元図面の寸法も含めて選択します。
- 3 **Group** コマンド (**編集 > グループ > グループ化**) で選択したオブジェクトを、グループ化します。
- 4 正面図(左下)、側面図(右下)のオブジェクトも、同様にグループ化します。  
それぞれの図面は、別々のオブジェクトのグループになっています。



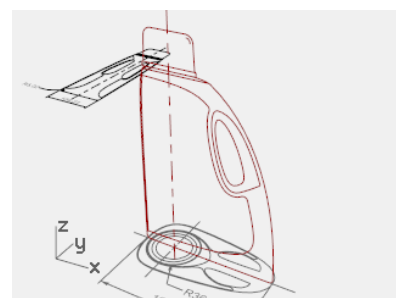
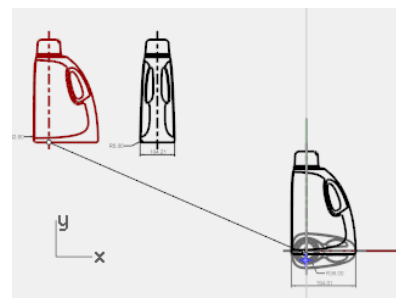
#### Top ビューにオブジェクトを割り当てます

- 1 上面オブジェクトを選択します。
- 2 **ChangeLayer** コマンド (**編集 > レイヤ > レイヤの変更**) で、**2D Template Top** レイヤに変更します。
- 3 **Top** ビューポートで、**Move** コマンドを使って、円中心を **0,0** (原点) へ移動します。



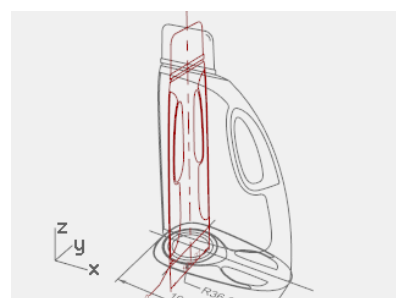
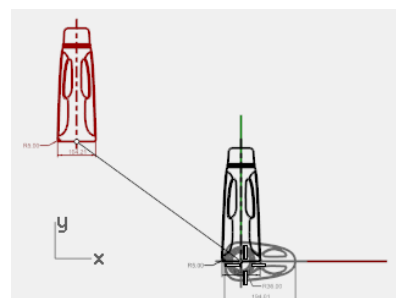
### Front ビューにオブジェクトを割り当てます

- 1 正面オブジェクトを選択します。
- 2 **ChangeLayer** コマンドで、**2D Template Front** レイヤに変更します。
- 3 **Top** ビューポートで、**Move** コマンドを使って、中心線と底面の水平線の交点を **0,0** へ移動します。
- 4 正面図のグループを選択した状態にて、**Top** ビューポートで **RemapCPlane** コマンド (変形 > 配置 > 作業平面にリマップ) を実行します。
- 5 **Front** ビューポートを選択します。  
オブジェクトが 3 次元に配置されました。



### Right ビューにオブジェクトを割り当てます

- 1 **Top** または **Perspective** ビューポートで、側面オブジェクトを選択します。
- 2 **ChangeLayer** コマンドで **2D Template Right** レイヤに変更します。
- 3 **Top** ビューポートで、**Move** コマンドを使って、中心線と底面の水平線の交点を **0,0** へ移動します。
- 4 **RemapCPlane** コマンドを使って、側面ビューの曲線を **Right** ビューの作業平面に移動します。  
オブジェクトが 3 次元に配置されました。



図面に描かれた 2 次元の曲線は、正確に形状を作るために十分なほど綿密に作られていないことがよくあります。2 次元の曲線から 3 次元の形状を作る前に、曲線をチェックし、見つかったエラーを修復してください。

### 3 次元曲線を作成します

ボトル詳細部の形状は後で製作しますが、ここでは、外形のサーフェスのみ作成します。2-D の曲線から、上部と底面にフィレットがありますが、最初のサーフェス生成においては除外しておき、後の操作で作成します。サーフェスを作成する前に、フィレットを無視して尖った角に繋がられるよう、曲線を延長または再作成する必要があります。

外形のサーフェス作成には、**Sweep2** や **NetworkSrf** コマンド等、いくつかのサーフェスツールで生成できます。

ネットワークサーフェスは、曲線の構造よりも形状に考慮します。全ての曲線は再フィットされ、特有の制御点をもったサーフェスが生成されます。

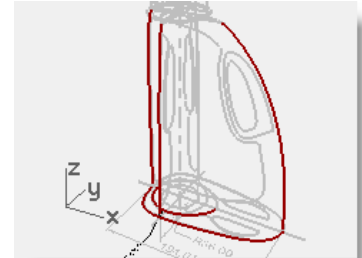
スイープ、ロフト、エッジサーフェス等、他のコマンドは、少なくとも 1 方向の曲線構造を考慮します。いずれの場合でも、断面形状に一致する曲線に考慮しています。サーフェス生成ツールの選択は、入力曲線が作成された方法によって決まると良いでしょう。

- 1 前のステップで行ったグループオブジェクトを選択し、**Ungroup** コマンド (編集 > グループ > グループ解除) を実行します。

- 2 各 2-D テンプレートのビューから、外形のサーフェスとなる曲線を選択して、**3D Curves** レイヤにコピーします。

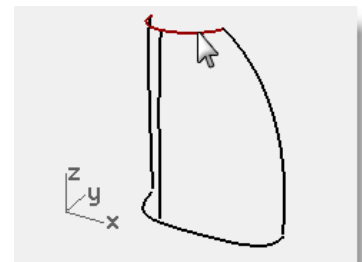
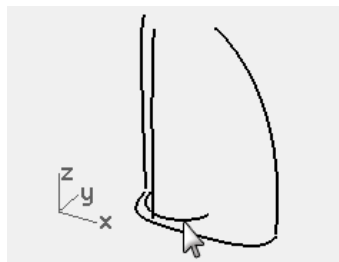
曲線は X 軸に対して対称形の為、片側のみをコピーして、後でミラーコピーします。

- 3 **OneLayerOn** コマンド (編集 > レイヤ > 1 レイヤのみ表示) を実行して、**3D Curves** レイヤのみを表示します。



- 4 Perspective ビューポートで、底部にある半円曲線を上方に移動します。

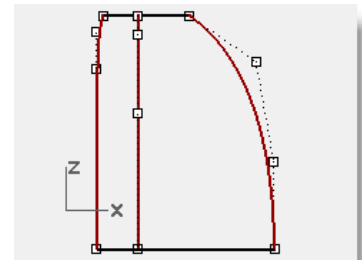
Perspective ビューで、**SetPt** コマンドまたは **Move** コマンドの 垂直 オプションを使用します。



- 5 半円曲線が正確に両側の曲線の端点と一致するように、曲線の終点部分を広げなければなりません。

1 つの方法は、**Extend** コマンドを用いて、**タイプ** オプションを **スムーズ** に設定します。一番上の半円曲線及びベース曲線の **端点** または **四半円点** にスナップします。

このように曲線を延長すると、内部的に複雑な曲線になる場合があります。曲線を簡単に繋げるには、延長する代わりに、既存の曲線上の点を移動する方が良い場合もあります。



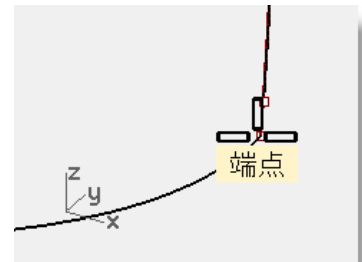
- 6 **Extend** コマンドを元に戻して、曲線端点部の制御点を移動します。

曲線をコピーして、コピー元の曲線をテンプレートとし、各々の曲線の制御点を編集します。

- 7 ベース、上部、側面の曲線を、右のビューから他方へミラーコピーします。

サーフェスを作成するための 8 本の曲線が作成されます。

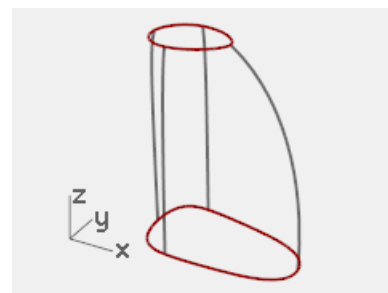
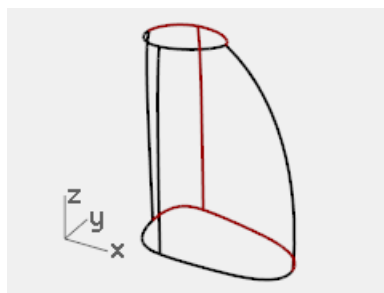
これらの曲線は、基本的に 2-D 図面からコピーした曲線を使用して、3-D 曲線を作成しました。





## 8 ベース曲線と半円曲線を結合します。

この曲線は、ネットワークサーフェス、または、2 レールスイープでサーフェスを作成するために必要です。



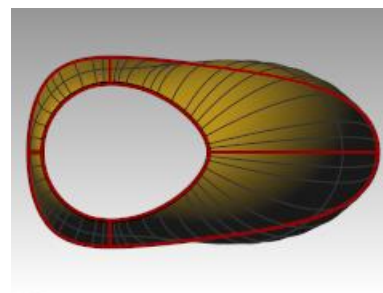
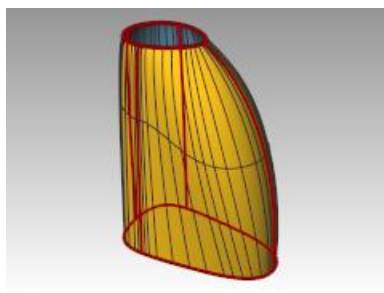
## スイープコマンドでボトルのサーフェスを作成します

今までに作った曲線を使ってサーフェスを作成してみます。

### 1 Surfaces レイヤに変更します。

### 2 曲線を囲み窓選択し、**Sweep2** コマンドを使ってサーフェスを作成します。ビューポートをシェーディング表示にして確認してください。

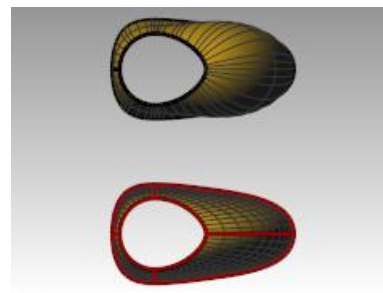
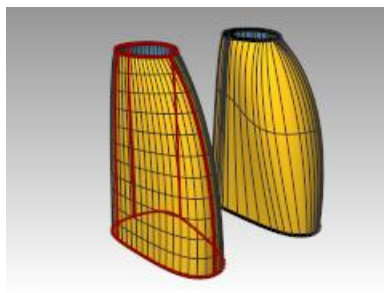
作成されたサーフェスは、ボトルの丸い側で大きく膨らんでいます。



### 3 比較のため、このサーフェスを横に移動しておきます。

**Sweep2** コマンドで作成されるサーフェスをもっと正確にするために、曲線を再編成、又は、加える必要がありますが、その前に、**NetworkSrf** コマンドではどのようなサーフェスが作成されるか確認してみましょう。

### 4 全ての曲線を選択して、**NetworkSrf** コマンドを実行します。



ネットワークサーフェスは、先程に比べ、曲線に沿ったより綺麗なサーフェスを作成しています。

## On your own

詳細部の形状を作成してみてください。

2-D 図面に指示された箇所にフィレットを作成します。

Finished Detergent bottle.3dm を開いて、完成モデルを確認してみてください。





# 11 サーフェスの解析

Rhino は、サーフェスの品質を、視覚的に評価する際に役立つツールをいくつか用意しています。この練習では、曲線とサーフェスの解析ツールを用いて、連続性をもたせ、綺麗でシンプルなサーフェスを作成します。

実際に製造されるモデルを踏まえ、連続性を第一に考慮しなければならない場合があります。例えば、ブロー成形のボトルは、ごくわずかにサーフェスが一致しない部分が見えることがありますが、自動車のパネルでは見えることはありません。

## 練習問題 27ー サーフェスの解析

**Surface Analysis.3dm** には、前回の練習と同じワイヤーフレームが用意されています。この練習では、連続性を与え、より綺麗でシンプルなサーフェスを生成できるような曲線を作成します。また、より良い結果ができるよう、**曲率表示**、**ゼブラ**、**曲率分析** を活用します。最後に、このファイルのモデルと前回の練習したモデルを、曲率分析を使って比較します。

### 曲線を評価します

まず、上部と底部の曲線について曲率分析のグラフを見てみます。これらの曲線は十分綺麗な形状ですが、サーフェスの連続性を考慮すると、まだ改善する余地があります。

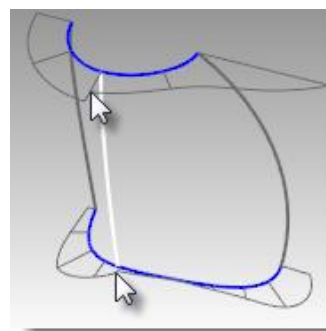
1 上部と底面の曲線を選択します。

2 **CurvatureGraph** コマンド (解析> 曲線> 曲率表示オン) を実行して、表示スケールを **120** に設定します。

グラフから、両方の曲線が接線連続をもっており、曲率においては不連続の箇所があるのがわかります。

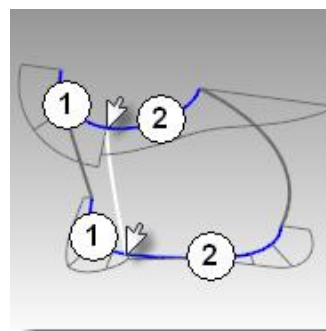
全体的に曲率連続をもつサーフェスを生成するため、サーフェス作成前に、これらの曲線を編集します。

あらかじめサーフェスの構成を決めておくと、新たに綺麗な曲線を描く上で役に立ちます。



一貫性のある曲率をもった単一のサーフェスを作成することは、モデリングの良い練習になります。底部の曲線を見ると、サーフェスの生成に良さそうな 2 つの領域があるため、ここから始めます。正面(1)の領域は、大きい曲率をもっています。また、ハンドルの側面(2)は、比較的平らな中央部から、曲率が急激に大きくなっています。上部の曲線は全体的により滑らかですが、曲率の領域は似ています。

現在の曲線を見てみると、上部と底部はそれぞれ 2 本の曲線で構成されています。白い垂直な線は、上部の曲線で曲率が連続していない箇所、底部の曲線と交わっています。上部の曲線は円を変更したもので、下側の曲線では曲率が急激に変化しています。この交点に関して、曲線の編集を行います。



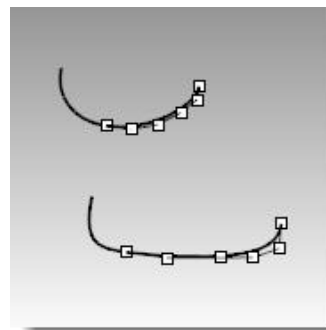
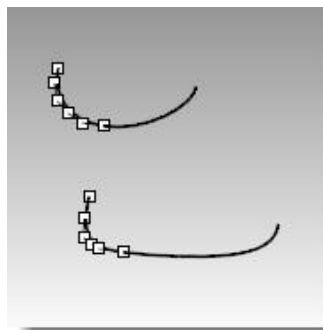
### 変更した曲線を作成します

1 現在の曲線を参照しながら、次数 5 で制御点数 6 の新たな曲線を 4 本描きます。

上部と底部の曲線それぞれを、2 つの部分に分けて再作成します。

連続性を確認するため、**CurvatureGraph** を、接線方向の確認は **EndBulge** をそれぞれ使用します。

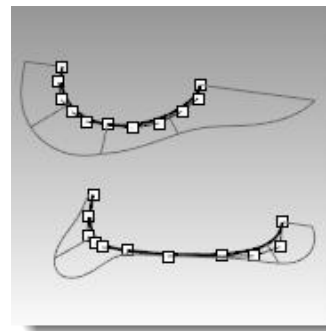
制御点の位置は、均等且つ少しずつ進むように配置してください。



## 2 **CurvatureGraph** コマンドで、曲線を解析します。

曲率グラフで、急激な変化が最も小さく、且つ元の曲線形状と可能な限り一致するように、曲線を調整します。

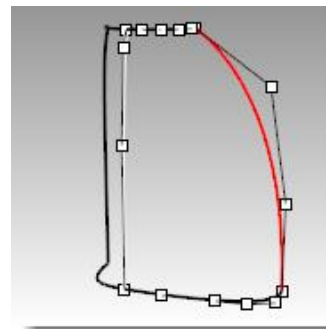
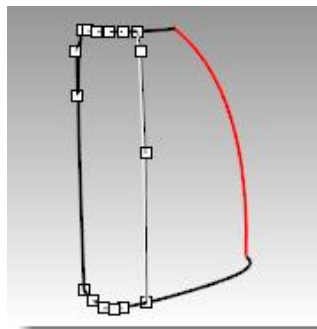
連続性をもたせると、元の曲線と同一にならないかもしれませんが、可能な限り同じ形状に近づけます。



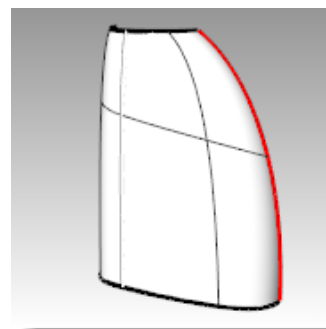
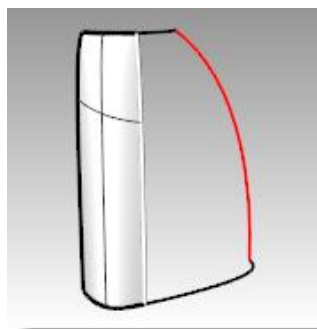
### エッジ曲線からボトルのサーフェスを作成します

サーフェスを定義する単ースパンの曲線が 4 本あります。ここでは、**EdgeSrf** コマンド(サーフェス> エッジ曲線)を使って、サーフェスを作成します。このコマンドは、入力曲線の構造を用いたサーフェスを生成します。また、四辺の向かい合うエッジがそれぞれ一致していると、良い結果が得られ、生成されるサーフェスは、よりシンプルになります。

この基準を満たすように作成しているため、4 つの制御点をもった次数 3 の垂直な曲線と、6 つの制御点数で次数 5 の曲線から生成されるサーフェスは、これらの曲線の構造を共有します。

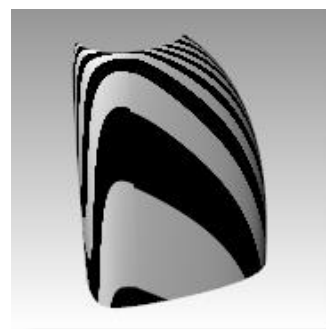


- 1 サーフェスを定義する曲線を 4 本選択します。
- 2 **EdgeSrf** コマンド(サーフェス> エッジ曲線)します。
- 3 1 と 2 の手順を繰り返して、もう一枚のサーフェスを作成します。



## 4 **Zebra** コマンドで、サーフェスを確認します。

ゼブラ模様は、均等に綺麗に表示されますが、垂直なエッジにおいて連続していません。

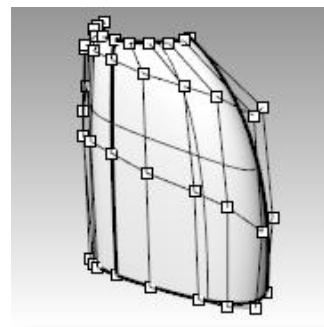


### MatchSrf でボトルサーフェスをマッチングします

- 1 **MatchSrf** コマンド (サーフェス> サーフェス編集ツール> マッチング) を実行して、サーフェスを **曲率** でマッチングします。マッチングするエッジの変更や **サーフェスを平均化** オプションを試してください。

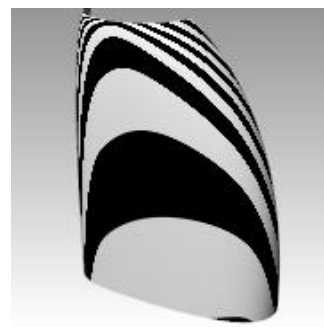
この場合、どうマッチングを行っても良い結果が得られますが、それぞれの場合でのサーフェス上の制御点を見てください。

大きいサーフェスを小さいサーフェスに、**平均化** オプションを外してマッチングすると、大きいサーフェスの制御点は、特に上部から 2 列目において、どの設定の組み合わせより一貫性のない配列になります。他の条件が同じであれば、制御点が規則正しく均等に配列されるサーフェスを選択してください。



- 2 **Zebra** コマンドでサーフェスを確認します。

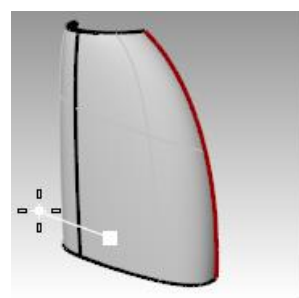
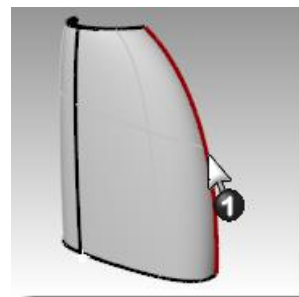
ゼブラ模様は、共有するエッジで不連続なく、綺麗に表示されます。



### Symmetry でボトルサーフェスをマッチングします

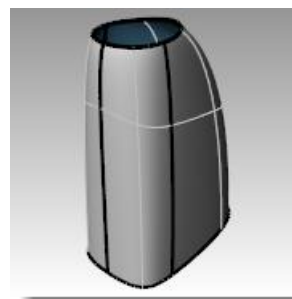
この項目では、**Symmetry** コマンドとヒストリー機能を使って、ボトルの反対側を作成します。**Symmetry** は、曲線やサーフェスを、元の形状に対して接線連続で対称コピーします。また、ヒストリーを使用することで、元のオブジェクトを変更すると、対称コピーした形状も更新されます。

- 1 大きい方のサーフェスを選択します。
- 2 **Symmetry** コマンド (変形> 対称) を使って、X 座標軸を対象にミラーします。**ヒストリを記録** をオンにしておきます。
- 3 **曲線の端点またはサーフェスエッジを選択** のプロンプトで、サーフェスのエッジ (1) を選択します。
- 4 **左右対称平面の始点** のプロンプトで、**0** と入力して **Enter** を押します。
- 5 **左右対称平面の終点** のプロンプトで、**直交モード** を使って、X 軸方向をピックします。



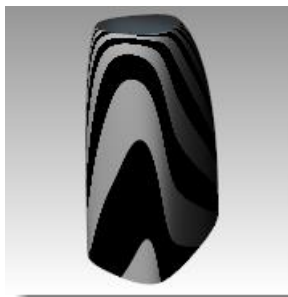
## 6 残りのサーフェスにも同じ作業を繰り返します。

元のサーフェスを編集すると、ミラーしたサーフェスもマッチングを更新します。



## 7 Zebra コマンドでサーフェスを確認します。

ゼブラ模様が、共有するエッジで連続を持って綺麗に表示されます。



## マッチングしたサーフェスを分析します

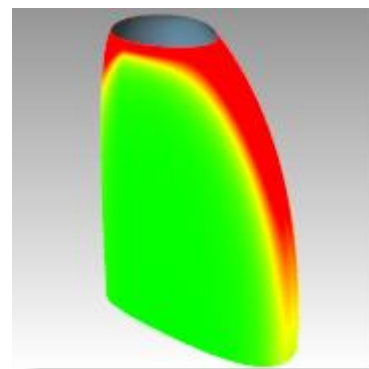
ここでは、マッチングしたサーフェスを評価するため、**曲率分析** ツールを使います。これは、大きく曲率に変化しているサーフェスの確認には役立ちますが、微妙な変化を見落とすこともあります。いずれにしても、これらのサーフェス上で、各種の表示方法において非常に滑らかで、綺麗な表示でなければなりません。

- 1 サーフェス間の連続性をより良く確認できるようにするために、全ての曲線を非表示にします。
- 2 全てのサーフェスを選択し、**Curvature Analysis** コマンド (解析 > サーフェス > 曲率分析) を実行します。

**スタイル** を **ガウス** に設定して、**自動範囲** をクリックします。正しく評価できるように、表示メッシュを精細に設定します。**自動範囲** と **最大範囲** のボタンを交互にクリックして、サーフェスを確認してください。

最大範囲オプションを使用して、最大曲率を赤に、最小曲率を青に表示します。自動範囲オプションは、最大・最小曲率ではない範囲を表示します。

数字は、曲率(1/半径)の値です。



マッチングの際は、連続性を設定させ、可能な限り均等で緩やかな曲率表示を維持します。

マッチングされたエッジで、色がなだらかに変化していることが確認できます。

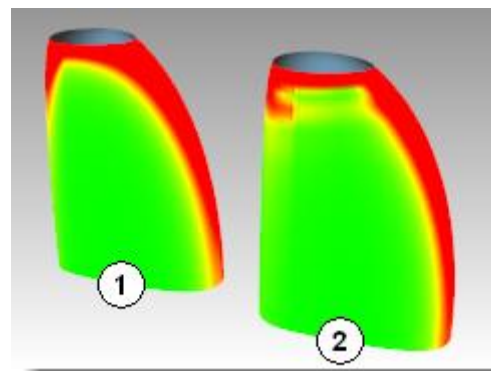
## 他のサーフェス生成テクニックを解析・比較します

次に、比較のため、サーフェスを他の方法で作成します

- 1 曲線をコピーします。
- 2 上部と底部の曲線を、それぞれ x 軸にミラーして結合します。
- 3 ネットワークサーフェスを作成するため、側面の垂直な曲線を x 軸対称にミラーコピーします
- 4 **NetworkSrf** コマンドを実行して、上述の曲線からサーフェスを生成します。曲率表示するため、新しく作成したサーフェスを選択して、**オブジェクトを追加** ボタンを押します。

ネットワークサーフェス(2)は、アイソカーブが多く、表示もあまり綺麗ではありません。シンプルなサーフェスは、この時点ではより綺麗に表示されています。

自動範囲での設定は、非常に狭い範囲での曲率を示すため、表示される色の変化が大きいです。実際の曲率変化はそれよりも小さいかもしれません。







## 12 スカルプティング

デザイナーは、大まかなサーフェスを作り、様々な変形や解析ツールを使って直感的かつ直接的に、3次元空間内でサーフェスのスカルプティングを行うことがあります。

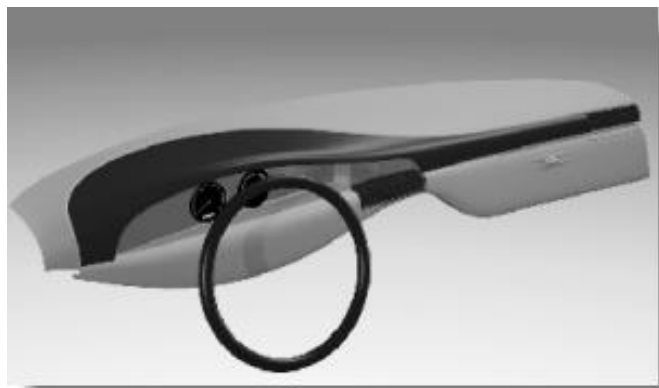
曲線は大まかに配置します。可能であれば、元の曲線をコピーして、他の曲線に編集して使うと良いでしょう。

そうすれば、ロフトする場合に矛盾がない曲線になり、最もシンプルかつ修正の容易なサーフェスを作ることができます。

まず、大きく形状を作ってから、詳細に作っていきます。

**IncrementalSave** コマンド (ファイル > 連番を付けて保存) を使って、作業毎にモデルを保存します。

次の演習では、サーフェスを作るのに必要な4本の曲線が用意されています。この曲線からシンプルな形状のダッシュボードを作成して、デザインを始めます。ロックされたレイヤにステアリングがあり、何か変更を加えようとする時の大きさや位置の目安となります。



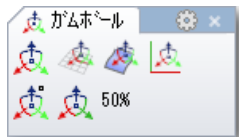
### 制御点編集に役立つツール

制御点は、ドラッグによる移動のほか、**Move**、**Rotate**、や **Scale** 等、各種変形コマンドを使って移動できます。

ドラッグは、最も滑らかにインタラクティブに形状を編集可能です。しかしながら、作業平面によって点の移動が制限されることがあります。ここでは、制御点編集に便利なツールを紹介します：

#### ガムボール

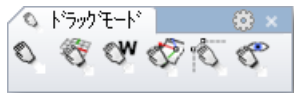
ガムボールの方向は簡単に変更できるため、制御点移動に便利です。**ガムボール** ツールバーを利用すると良いでしょう。



ガムボールが、**オブジェクトに合わせる** に設定されていると、青い軸は、選択した制御点のサーフェス法線方向に向きます。青い矢印をドラッグすると、制御点はそのサーフェスの法線方向へ移動します。赤い軸はサーフェスの U 方向に向きます。また、ガムボールのドラッグ強度を 100%より小さく設定すると、移動量を微調整できます。

#### ドラッグモード

**DragMode** は、作業平面による制限を無効にして、ドラッグの方向を変更します。



#### コマンドライン オプション

##### ワールド

ワールド Top の作業平面にドラッグ方向を制限します。これはあまり使用されないかもしれません。

##### 作業平面

デフォルトの設定です。オブジェクトのドラッグを作業平面に平行に設定します。

## ビュー

オブジェクトのドラッグをビュー平面に平行に設定します。傾いたビューに便利です。

## UVN

サーフェスの制御点を、直交モード(**Shift**による)を使ってドラッグすると、そのサーフェスの UV 方向に制限します。また、**Ctrl** を使用すると、サーフェス法線方向に制限されます。曲線の制御点は、**Shift**では曲線の接線方向に、**Ctrl**は曲線の法線方向に、それぞれ制限されます。この練習では、このドラッグモードを最も多く使用します

## 制御ポリゴン

このモードは、曲線とサーフェスの制御点のドラッグを、それぞれの制御ポリゴンに制限します。制御点を複数選択した場合、それぞれの制御ポリゴンに沿って移動します。制御点の配列を保ったまま、移動することができます。

ガムボールのように、ドラッグモードのツールバーを開いておくと、簡単にそれぞれのモードに切り替えることができます。ドラッグモードが変更されると、カーソルの表示も変更されます。ドラッグモードを変更して点を移動する時は、ガムボールをオフにした方が、より操作が簡単になるでしょう。

## MoveUVN (UVN 移動)

このツールは、ダイアログボックスを使って、ユーザー定義した変化量で制御点を移動できます。点は、U, V, 及び N (法線) 方向に沿って移動できます。また、**スムーズ化** ツールは、密集した制御点や不均等に並んだ制御点を、均等に並べることができます。

## ナッジ

矢印キーを **Alt**, **Alt+Shift**, と **Alt+Ctrl** と使うことで、点を小さいな距離で移動させることができます。設定(**オプション> モデリング補助機能> ナッジ ページ**)では、上述の **DragMode** のように、ナッジ方向を設定できます。

**Tip:** ナッジモードを簡単に切り替えるため、このコースのユーザーインターフェイスの項で学んだマクロを利用すると良いでしょう。

## SetPt (XYZ を設定)

このコマンドは、1,2,3 次元方向に制御点または制御点の列を揃えます。

上述いずれのツールを使って、サーフェスの制御点を個別またはグループで操作する場合に、点の選択ツールを利用すると良いでしょう。**SelU**, **SelV** 等、点の選択ツールは、**点を選択** ツールバーにあります。

生成したばかりのサーフェス等、制御点数が少ない場合、点の移動により大きく形状が変形することがあり、扱いづらいことがあります。

この場合、詳細な形状を追加するため、局所的な制御を与える必要があります。制御点の密度を増やすことで、より制御できるようになります。ここではそのツールを 2 つ紹介します：

## InsertKnot (ノットを追加)

ノットを追加して、制御点の列を増やします。サーフェスの点は、形状を維持するため再構成されます。言い換えると、特別な場合を除いて、新たな点は、新しいノットとして同じ場所に追加されません。

## InsertControlPoint (制御点を追加)

点列の配置場所を指定できますが、機能上サーフェスの形状を維持しません。通常の場合、形状は変更されます。

**InsertKnot** 及び **InsertControlPoint** はいずれも便利な機能ですが、形状を大きく変化させるスカルプティングの場合には、サーフェスの形状を変更しないことから、**InsertKnot** を利用すると良いでしょう。

## ノットを追加する際に考慮すべき点

ノットは制御に必要なだけ追加します。必要に応じて追加すると良いでしょう。サーフェスは制御に必要なだけシンプルにしておきます。

可能であれば、ノットは等間隔で追加します。既存のノット間の中央に配置すると良いでしょう。

## コマンドライン オプション

### 自動

既存のノット間の中間にノットを追加し、できる限り構造の一貫性を維持します。よりスムーズに点が引っ張れるようノットの配分を均等に保ちながら、曲線またはサーフェスのノット密度を上げ制御点を追加します。既存のノット間にノットを追加するため、サーフェスの構造がすぐに密度の高いものになることがあるため、使用に注意が必要です。

### 中点

既存のノット/ノット線間の中間地点にマーカーを配置します。マーカーは既存のノットの中間地点にノットを挿入するためのガイドとしての役割を果たします。**点** オブジェクトスナップを使って、マーカー位置にノットを配置します。

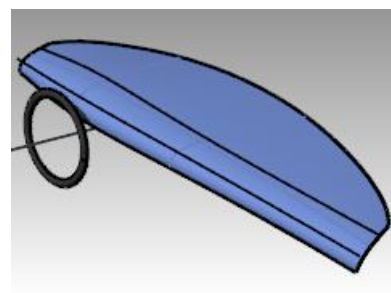
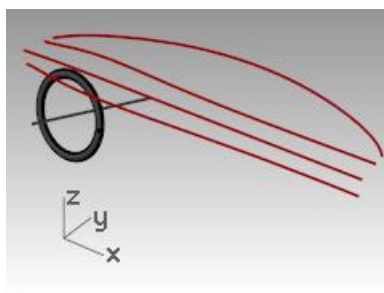
**Note:** 制御点が増えて、形状の制御が難しくなることは容易に起こります。そのため、オブジェクトに形状を追加する前に、**IncrementalSave** を活用すると良いでしょう。このコマンドによって、制御できなくなった場合でも、初めから作り直すことなく、よりシンプルなモデルに戻ることができます。

## 練習問題 28—ダッシュボード

### 1 Dash.3dm を開きます

### 2 Loft コマンドで、4 本の曲線を選択し、ドロップダウンリストから**ルーズ** オプションを選びます。

**ルーズ** オプションを使うことで、可能な限りシンプルな形状が作成されます。このテクニックは、サーフェスを作成するのに必要不可欠なものです。このオプションでは、ロフトに使った内側の曲線はサーフェス上にはありません。見た目は非常になめらかできれいなサーフェスになります。



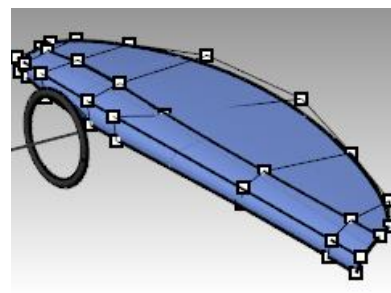
### 3 制御点を表示します。

入力曲線の制御点も表示させると、サーフェスの制御点は 4 つの曲線の制御点と正確に一致していることがわかります。

### 4 Curve レイヤーを非表示にします。

ここからスカルプティングを行うことができます。まず、サーフェスの制御点を移動することから始めていきましょう。

前述のとおり、Rhino は制御点編集に役立つ便利な機能があります。

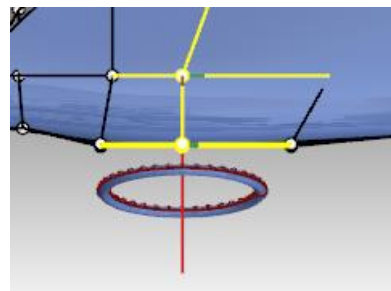
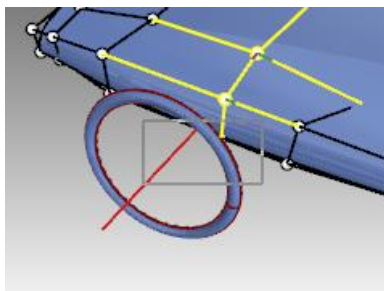


## サーフェスの編集とスカルプティングを行います

### 1 制御点を表示します。ここでは**ガムボール**をオフにします。

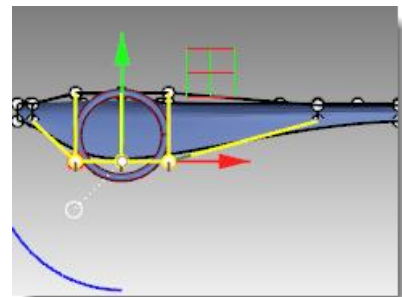
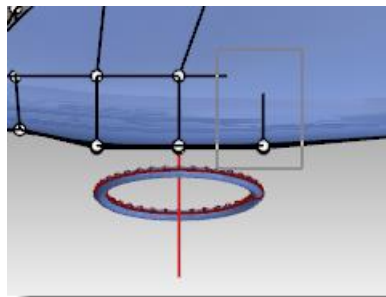
### 2 囲み窓選択で、ステアリングコラム中心線の右側にある 3 つの制御点を選択します。

### 3 SetPt コマンド (変形 > XYZ を設定) を実行して、Top または Front ビューの X 方向に選択した点を揃え、中心線にスナップします。



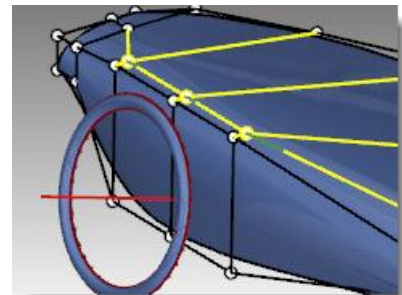
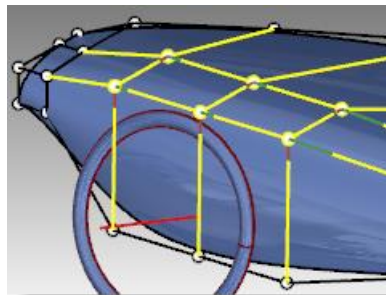
点が選択されると、その点に、+U と +V 方向を示す、赤と緑の線が表示されます。

- 4 UV 方向を確認しながら、**NextU**, **NextV**, **PrevU**, と **PrevV** の点選択ツールを使って、選択を左右の列に変更します。**SetPt** コマンドで、選択した点をステアリングの左右の端へ揃えます。
- 5 **ゴムボール** を使って、ステアリングホイール下側の 3 つの点をドラッグして、形状にアクセントを与えます。



ステアリングホイールに対して、対称の形状ではありません。

- 6 ステアリングホイール上部のエッジにある点を選択して、**SetPt** で、全ての点を Z 軸に揃えます。
- 7 ステアリングホイールのエリアに、ダッシュボードの形状を作ります。**DragMode** を **制御ポリゴン** に設定し、3 つの点をドラッグして、上部のエッジに近づけます。

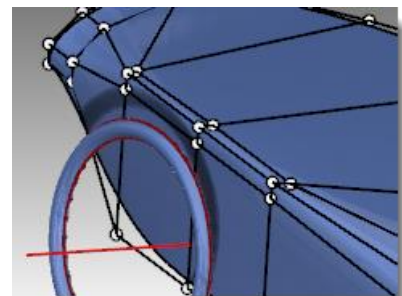
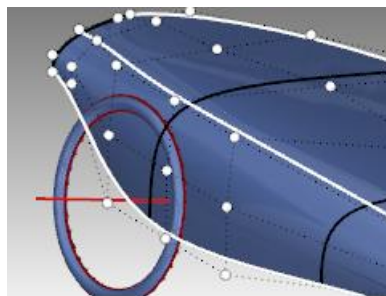


サーフェスの形状はあまり大きく変わっていません。非常に滑らかな形状で、これ以上編集を続ける点がありません。

- 8 **InsertKnot** コマンド (**編集 > 制御点 > ノットを追加**)を実行して、V 方向に点列を追加します。

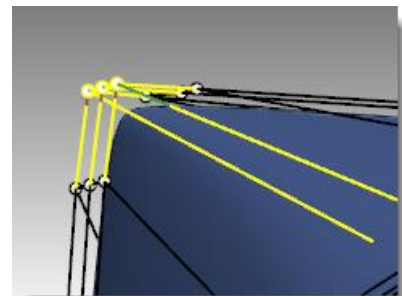
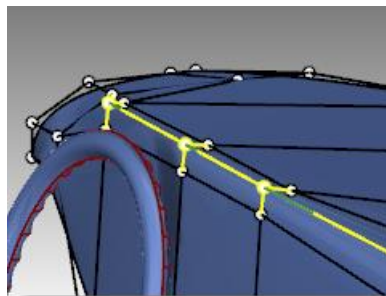
サーフェスは、現在内部にノットをもっていないため、**自動** オプションを使って、ノットをひとつ追加します。

追加した制御点を、制御ポリゴンに沿って移動させて、このエリアのサーフェスの角を尖らせます。



- 9 次の手順の前に、**IncrementalSave** コマンド (**ファイル > 連番を付けて保存**) で保存します。

- 10 上述の形状を作成する他の方法は、点のウェイトを変更することです。例えば、尖ったコーナー部にある 3 つの点を選択します。**Weight** コマンド (**編集 > 制御点 > ウェイトを編集**) を実行して、点のウェイトを **2** に設定します。



制御点のウェイト値を大きくすると、サーフェスがそれらの点に引き寄せられます。また、ウェイト値を小さくすると、サーフェスが点から離れていきます。



## ノットを追加して操作します

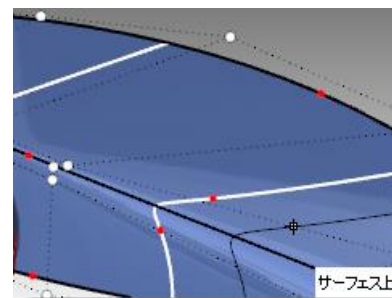
ノットを追加する際、**中点** オプションを **はい** に設定すると、スパンの中間点にスナップできます。**中点=いいえ** に設定すると、より局所的に追加できるようになり、既存のノット付近にも追加できます。

- 1 次の手順の前に、**IncrementalSave** コマンド (ファイル > 連番を付けて保存) で保存します。

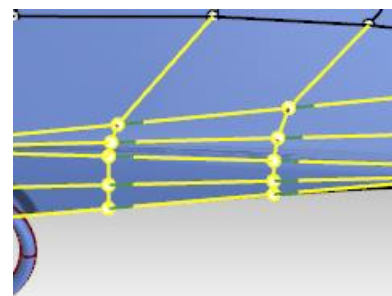
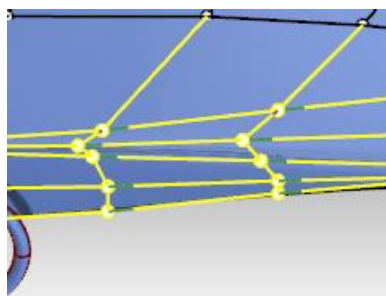
- 2 **InsertKnot** コマンドで **中点=はい** に設定して、**U** 方向にノットを追加します。ノット間を均等にするため、中間点にスナップします。

ノットを追加した際、制御点の配列を確認してください。制御点の配列を保つため、**SetPt** を使って、X 方向の列を揃えることができます。

- 3 前述で紹介したツールを使って、形状やデザインアイデアをいろいろ試してください。

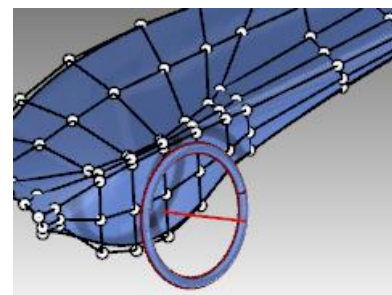


- 4 点の配列から離れた点を選択します。**MoveUVN** コマンド (変形 > UVN 移動) を実行して、**スムーズ化** スライダーで、点列から離れた点をスムーズ化します。



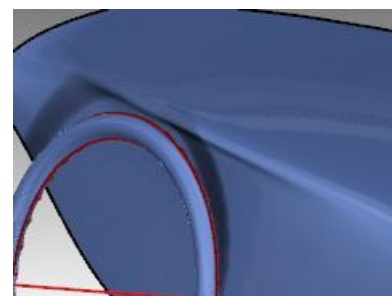
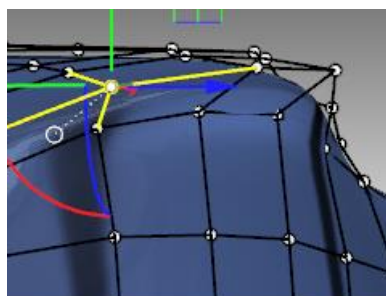
- 5 ステアリングホイールの右にある点を移動して、ステアリングを中心に対称形状になるように調整します。

可能であれば、制御点の配列が均等になるよう保ちます。推察のとおり、編集して形状を作った部分に制御点が集中します。



- 6 ステアリングホイールの上部にノットを追加します。

このエリアにノットを増やすと、局所的な形状を、廻りのサーフェスに滑らかに馴染ませることができます。



## オフセットサーフェスを作成します

サーフェス全体が満足いく形状になったなら、さらに完成形に向けて詳細部を作り込んでいきます。

この演習の最初のイラストのように、サーフェスをオフセットし、トリムしていきます。

UV 両方向が、3 次以上の次数を持つ場合に、最も綺麗なサーフェスが得られます。これはオブジェクトのプロパティでチェックできます。

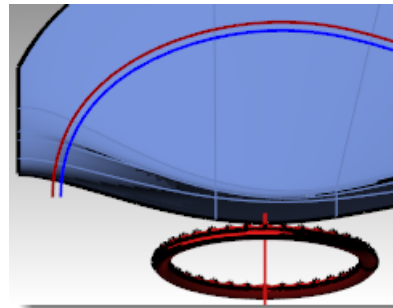
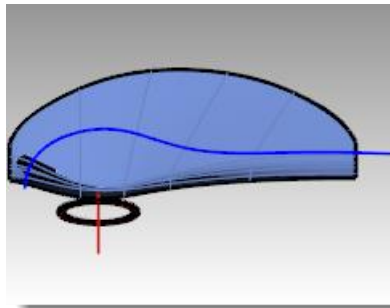
**Note:** 通常、サーフェスをオフセットした場合、結果として得られるサーフェス内部の連続性は一段階低いものとなります。内部的に G1 連続しか持っていないサーフェスをオフセットすると、サーフェスは G0 連続になってしまいます。これは折れ線があるということです。Rhino では、このようなサーフェスの存在は認められていますが、後の段階で問題を起こす可能性があります。

このため、サーフェスをオフセットしようと思うならば、3 次以上の曲線から元となるサーフェスを作ることが最善の方法です。この場合、サーフェスは少なくとも G2 連続となるので、オフセットすると少なくとも G1 連続のサーフェスになります。2 次の曲線から作られたサーフェスの次数を変更して、両方向とも少なくとも 3 次に変更しても G2 の内部連続性を持つサーフェスを得られるとは限りません。後から単純に次数を変更するだけでは、内部連続性を改善することにはなりません。

**1 Cutting Curves** レイヤを、カレントにします。

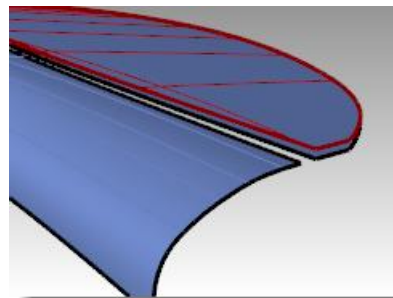
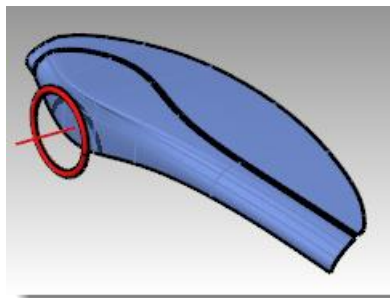
**2** サーフェスを分断するような形状の曲線を作成します。

**3 Offset** コマンド (曲線 > オフセット) で、作成した曲線を **0.5 単位** オフセットします。

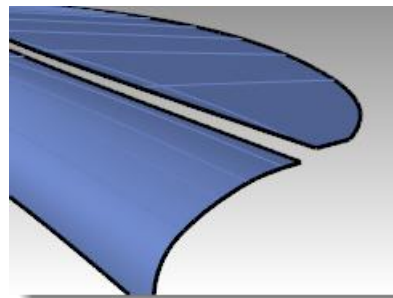


**4 Trim** コマンド (編集 > トリム) でサーフェスを 2 つの曲線の間でトリムします。

**5 OffsetSrf** コマンド (サーフェス > オフセット) で、後側のサーフェスを **0.25 単位** オフセットします。



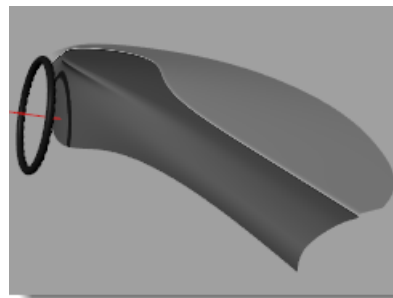
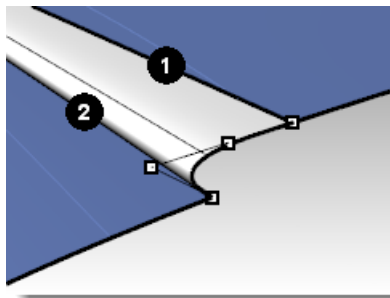
**6** オフセットの元のサーフェスを削除します。



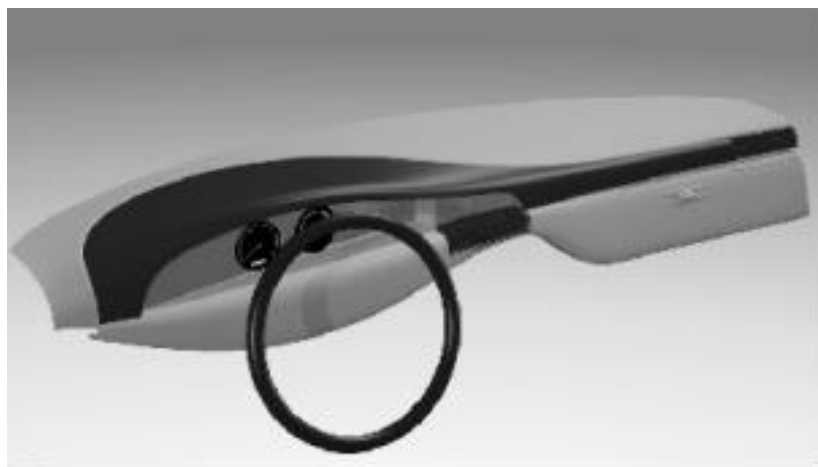
**7** 2 つのサーフェス間を **BlendSrf** コマンド (サーフェス > ブレンド) で埋めます。エッジ(1)は曲率(G2)、エッジ(2)は位置(G0)を設定します。

ここで示されるのは、内側に押し込まれたブレンドサーフェス部分を修正する最も早い方法です。

断面が左図のようになるように、**BlendSrf** スライダーバーを調整してください。



**8** 時間があれば、細部を加えて下さい。







# 13 変形ツール

変形ツールは、オブジェクトの整合性を気にすることなく、メッシュ、曲線、サーフェス、ポリサーフェス、ソリッドを変形することができます。

各種変形コマンドは、**変形** メニューまたは **変形** ツールバーから実行します：



アイコン	コマンド	機能
	フロー変形(サーフェスに沿って)	オブジェクトをソースサーフェスからターゲットサーフェスへモーフします。
	スプロップ編集	オブジェクトをサーフェス上でコピー、回転、スケール変更し、サーフェスを包むように配置します。
	サーフェス上に配置	サーフェスの法線方向を向きに使用して、サーフェス上でオブジェクトを移動またはコピー、回転します。
	マエストラム変形	オブジェクトをらせん状に変形します。
	ストレッチ	1 方向にオブジェクトの選択領域をスケール変更します。
	ツイスト	軸を中心に回転してオブジェクトを変形します。
	ベンド	スパイン(背骨)円弧に沿って、オブジェクトを曲げて変形します。
	テーパ	オブジェクトを指定の軸に向かって、または指定の軸から離れて変形します。
	フロー変形(曲線に沿って)	オブジェクトまたはグループオブジェクトを、ベース曲線からターゲット曲線に再整列します。
	ケージ編集	1、2、3 次元のケージを使用して、オブジェクトを滑らかに変形します。
	ケージ	<b>CageEdit</b> コマンドで他のオブジェクトを変形するために用いる直方体形のケージオブジェクトを作成します。
	コントロールケージからオブジェクトを切り離す	選択したオブジェクトを、 <b>CageEdit</b> コマンドで設定したコントロール元オブジェクトから切り離します。

## オブジェクトの変形

### 練習問題 30—ケージ編集によるオブジェクトの変形

**CageEdit** でオブジェクトを変形します

- 1 **CageEdit\_Mug.3dm** を開きます。
- 2 **Cage** ツールバーを開きます。



3 **CageEdit** コマンド (変形> ケージ編集> ケージを編集 またはケージ ツールバー) を実行して、**キャプティブオブジェクト** として、マグカップを選択します。

4 **コントロールオブジェクトを選択** のコマンドラインオプションに、**バウンディングボックス、ワールド** を選択します。

5 各方向で、ケージ点の数を 4、次数を 3 に設定します。

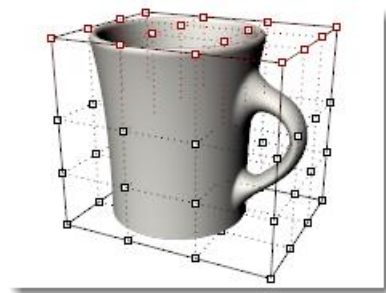
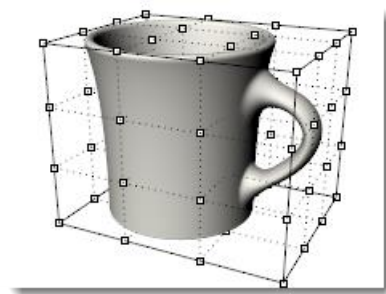
次数は 9 まで設定できます。また、ケージ点の数は、いずれの方向も次数より大きくなければなりません。

6 **変形する範囲** に、**全体** を選択します。

キャプティブオブジェクトの変形は 3-D 空間全体に渡って行われ、ケージのエッジで終わるわけではありません。キャプティブオブジェクトの一部がケージの外側にある場合は、この設定は重要なものになります。

7 ケージ上部の制御点を垂直に移動して、マグカップを変形します。

ケージ点は、移動、ドラッグ、スケール、シア変形、回転、ベント等を行うことができます。



#### 編集する領域を制限します

取っ手のみ変形するには、ケージオブジェクトを取っ手のみ囲みます。

1 **ReleaseFromCage** コマンド(ケージツールバー) で、マグカップからケージオブジェクトを切り離します。ケージを削除します。

2 **Cage** コマンドを実行して、ケージオブジェクトを任意の大きさと作成します。

3 ケージをマグカップに指定する前に、取っ手の位置に移動して、大きさを調整します。

4 **CageEdit** コマンドを実行します。

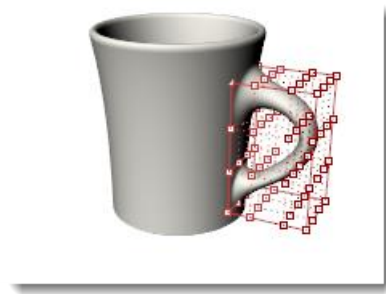
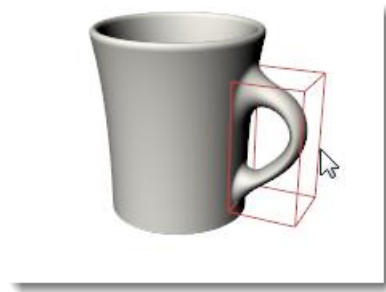
5 **キャプティブオブジェクトを選択** のプロンプトで、マグカップを選択します。

6 **コントロールオブジェクトを選択** のプロンプトで、設定したケージオブジェクトを選択します。

7 **変形する範囲** のプロンプトで、**部分** を選択し、**フォールオフ距離** に **5** を入力します。

この設定は、ケージの変形をケージ内に止め、滑らかなフォールオフをケージから 5 単位まで影響させます。

8 **Front** ビューで、縦のケージ点列の右側 2 列を少し移動して、取っ手を大きくします。

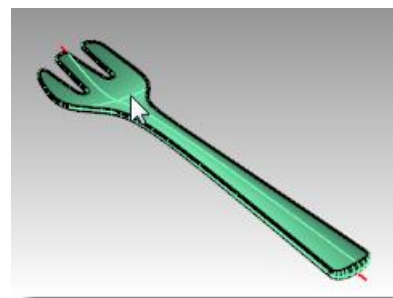


### オブジェクトのサーフェスを使って、ケージ編集します

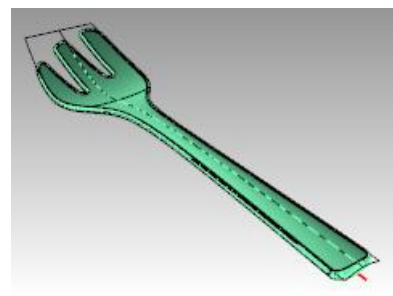
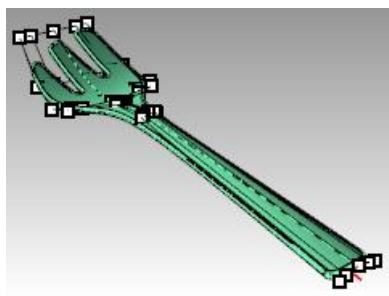
**CageEdit** はコントロールオブジェクトに曲線やサーフェスを利用できるため、最も直感的な方法は、オブジェクトの一部の曲線やサーフェスを使用することです。

**CageEdit** コマンドは、コントロールオブジェクトに、キャプティブオブジェクトのサーフェスも選択できます。

- 1 **Salad\_Cage.3dm** を開きます。
- 2 サラダフォークのモデルを選択して **CageEdit** を実行します。
- 3 コントロールオブジェクト に、フォークの上面サーフェスをクリックします。  
サーフェスのコピーがオブジェクトから抽出され、コントロールオブジェクトに変わります。



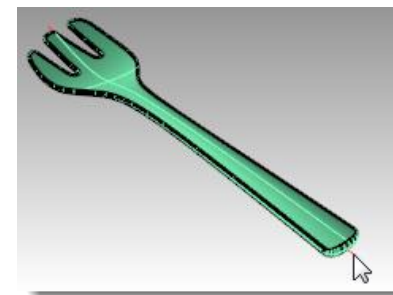
- 4 デフォルトのオプション設定のまま先へ進みます。
- 5 制御点が表示されたら、端末の 5 点を垂直に移動します。  
フォークが前に少し曲がります。
- 6 操作を元に戻します。



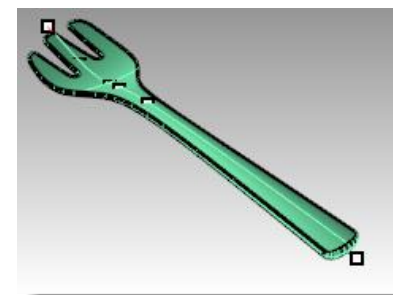
### オブジェクトの曲線を使って、ケージ編集します

曲線も同様に、コントロールオブジェクトとして利用できます。多くの場合、オブジェクトの基本形状となる曲線を使用すると良いでしょう。コントロールオブジェクトとなる曲線は、新たに作成したものを利用でき、またオブジェクトのアイソカーブから抽出した曲線を使用できます。

- 1 **Salad\_Cage.3dm** を再度開きます。  
赤い曲線は底面サーフェスのアイソカーブから抽出され、各端末部でそれぞれ延長した曲線です。
- 2 フォークを選択して **CageEdit** を実行します。
- 3 コントロールオブジェクト に、赤い曲線をクリックします。



- 4 コントロールオブジェクトを点編集して、フォークの形状を編集します。

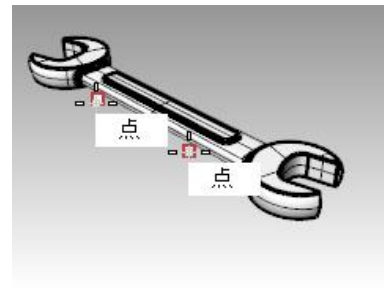


## 練習問題 31ー他の変形ツールを使用

## オブジェクトを伸ばします

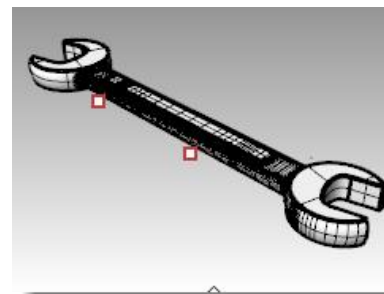
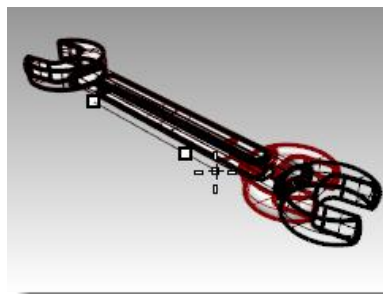
**Stretch** コマンドは、オブジェクトの選択した領域を 1 方向にスケールします。

- 1 **StretchWrench.3dm** を開きます。
- 2 レンチを開きます。
- 3 **Stretch** コマンド (変形> ストレッチ)を実行します。
- 4 ストレッチ軸の始点 と 終点 に、ロックされた 2 点にスナップします。



- 5 ストレッチ先の点 のプロンプトで、カーソルを片側またその反対側に引いて、レンチを伸ばしたり縮めます。

ストレッチ軸を指定した点の間が、レンチが変形する部分です。この軸の外側にあるオブジェクトは移動しますが、変形されません。したがって、レンチの両端に影響ありませんが、オブジェクト全体の長さが変わります。



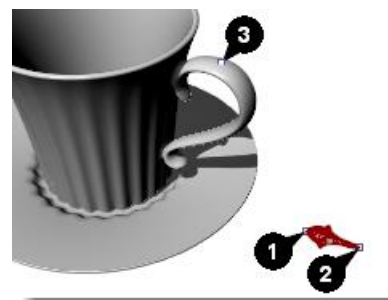
## オブジェクト上に小さな装飾を配置します

ここでは、カップのそばにある小さな装飾のモデルを、取っ手の上に配置します。装飾のモデルは、平らな正投影の方向では簡単に作成できますが、正確に曲面上で作成するのは時間の掛かる作業です。

**OrientOnSrf** コマンドは、任意の曲面上にオブジェクトを配置でき、その配置先のサーフェスの曲率に合わせてオブジェクトを変形できます。

- 1 **OrientOnSrf\_detail.3dm** を開きます。
- 2 **OrientOnSrf** を実行して、装飾のモデルを選択します。
- 3 任意のプロンプトで、(1)の点にスナップします。  
この点は、目的のサーフェス上で配置される点です。
- 4 **スケールと回転の参照点** で、(2)の点にスナップします。

この点と基点と結んだ直線は、目的のサーフェス上で、スケールと方向を指定するために使用されます。現在の作業平面 Z 方向を、目的のサーフェスの法線方向に合わせます。



## 5 配置するサーフェスのプロンプトで、取っ手のサーフェスを選択します。

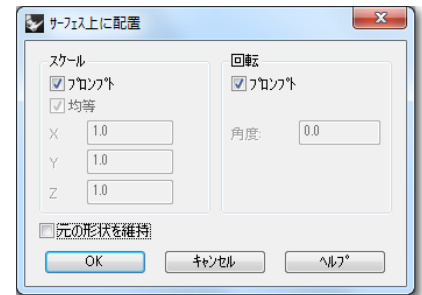
ダイアログで、**元の形状を維持** からチェックを外します。

この設定によって、オブジェクトは目的のサーフェスに対して変形します。

**スケール** と **回転** をそれぞれ **プロンプト** にチェックして、それらをインタラクティブに設定できるようにします。

回転は、基点と参照点を結んだ直線を、ターゲットサーフェスの U 方向に合わせた位置から開始されます。

**OK** をクリックします。



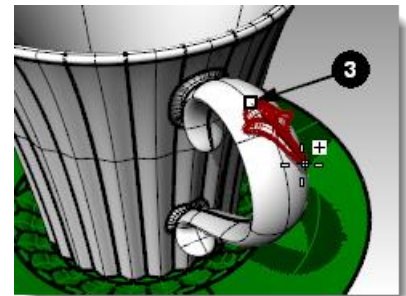
## 6 配置するサーフェス上の点 で、取っ手の(3)の点にスナップします。

プレビューを使って、基点に対応する位置が、ターゲットサーフェス上のどこに配置されるか確認します。

コマンドラインのオプションで、**コピー=はい** に設定しておくで、複数のコピーを配置できます。

**コピー=はい** に設定します。

**反転** オプションは、サーフェスの配置する向きを変更します。また、**トリムを無視** オプションは、**はい** に設定すると、トリム面の基底サーフェス上に配置できます。そうでない場合の配置は、トリム面上のみに制限されます。



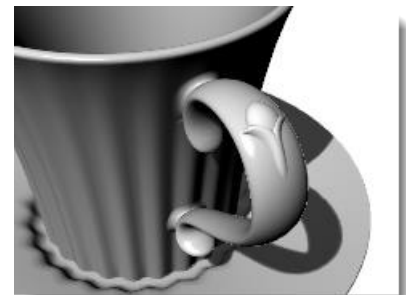
## 7 クリックして配置位置を指定します。

スケールをプロンプトで設定しているため、ドラッグまたはスケール係数を入力して、オブジェクトの大きさを決定します。ここでは、**スケール係数** に **.7** を入力します。

## 8 基点を中心に回転できます。角度は、直交モードを使って拘束するか、数値を入力して決定します。ここでの **回転角度** は **0** を入力します。

角度を設定すると、オブジェクトが目的のサーフェスにマッピングされます。

## 9 引き続き、取っ手に装飾のモデルを配置できます。また、コマンドを終了する場合は、**Enter** を押します。



## らせん上にオブジェクトを変形します

この例では、**Maelstrom** コマンドを使って、ホイールのスポークを捻ったように変形します。

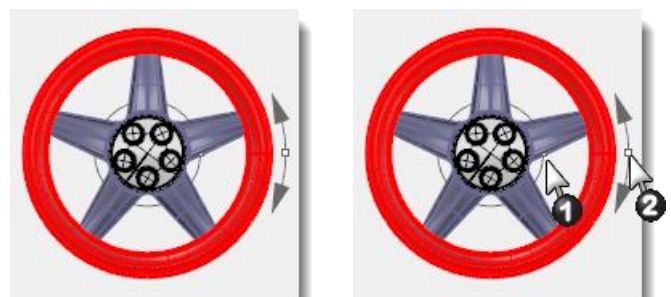
### 1 Maelstrom.3dm を開きます。

### 2 ホイールのスポークを選択して、**Maelstrom** コマンド (変形ツールバー)を実行します。

### 3 Front ビューポートで、マエストラムの中心に **0** を指定します。

### 4 半径 のプロンプトで、ロックされている円の点(1)にスナップします。

### 5 2 つ目の半径 で、ホイール右側の円弧上の点(2)にスナップします。



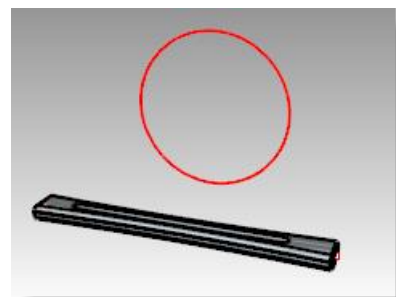
- 6 **コイル角度** で、カーソルを円の周りに 15 度くらいドラッグして、スポークをらせん状に変形します。



### オブジェクトを曲線に沿ってフロー変形します

この演習では、履歴を記録して、オブジェクトを曲線に沿ってフロー変形します。これによって、元のオブジェクトを変形すると、フロー変形したオブジェクトの形状が更新されます。

- 1 **Flow & Twist.3dm** を開きます。
- 2 ステータスバーの **履歴を記録** をオンにします。
- 3 **履歴を記録** ペインを右クリックして、**子を更新** にチェックを入れます。



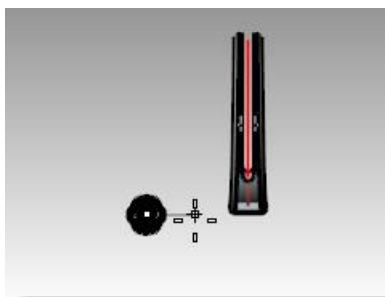
- 4 ポリサーフェスを選択して、**Flow** コマンド (**変形** > **フロー変形**)を実行します。
- 5 **コピー=はい**, **元の形状を維持=いいえ**, **ストレッチ=はい** に設定します。
- 6 **ベース曲線** のプロンプトで、直線(ポリサーフェスの中心線)を選択します。
- 7 **ターゲット曲線** で、円を選択します。

ポリサーフェスのコピーが円の周りにフロー変形されます。



- 8 元のポリサーフェスを選択して、**Twist** コマンド (**変形** > **ツイスト**)を実行します。
- 9 **ツイスト軸** に直線を使って、元のサーフェスを **360 度** ツイストします。

**Flow** コマンドで作成されたポリサーフェスの履歴が更新されます。





# 14 ブロック

---

Rhino でブロックを使用すると、大きな利点が 2 つあります：

- 同一のオブジェクトを、同時に編集、置き換えることができます。
- 複数の同じオブジェクトが、ひとつのモデル定義を参照しているため、同一のオブジェクトを多く含むファイルは、それぞれ個別に定義されたオブジェクトを含んだファイルより、容量が小さくなります。

Rhino では、ブロックはオブジェクト集のようなものです。シンプルな 2-D も複雑な 3-D オブジェクトも、ブロックとして扱うことができ、直線、ポリライン、自由曲線、サーフェス、ポリサーフェス、ソリッド、寸法、テキスト、他のブロックも、その要素として利用できます。他のブロックを含んだブロックは、ネストされたブロックといいます。ネストの階層は無制限です。

## インスタンスと定義

各ブロックはひとつの定義をもっています。定義はブロックを構成するオブジェクトの集まりです。この定義はユーザーから見ることができませんが、ブロックインスタンスとして定義づけ、モデル内に表示します。同じブロックインスタンスを複数使用できますが、その定義はひとつだけです。したがって、ユーザーがブロック定義を変更すると、そのブロックインスタンス全てがその変更により更新されます。

### ブロックの定義

ブロックは、**Block** コマンドを使って定義します。このコマンドは、新たにブロック定義を追加し、ブロックインスタンスを配置します。

ブロックインスタンスは、既存のインスタンスをコピー、または **Insert** コマンドによって追加できます。**Insert** は、既存のブロック定義のリストから選択できるほか、外部のファイルを閲覧することもできます。

---

**Note:** ファイル内に、インスタンスのないブロック定義が残っていることがあります。インスタンスを削除しても、定義に影響ありません。

---

### 挿入点

各ブロックに挿入点があります。これはブロック全体の基点で、**Insert** コマンドで追加される際に使用されます。

### 埋め込みブロックとリンクブロック

Rhino 内に保存されたブロック定義は、埋め込み ブロックといわれます。また、別のファイルにあるブロック定義をリンクブロックといいます。後者の場合、外部ファイルを変更して保存すると、そのブロックインスタンスを挿入した全てのファイルでインスタンスが更新されます。

## レイヤとブロック

ブロックを使用すると、レイヤの管理が複雑になることがあります。まず、ブロックインスタンスも、Rhino のオブジェクトのように、レイヤ情報をもつことを覚えておくとい良いでしょう。通常インスタンスはレイヤと共に挿入されますが、他のオブジェクトのように、インスタンスのレイヤも変更することができます。しかしながら、ブロック定義内のオブジェクトは、ブロックインスタンスと関係なく、レイヤ内に存在します。例えば、同じブロックの 2 つのインスタンスは異なるレイヤに置くことができますが、ブロック定義を構成するオブジェクトは、インスタンス内にある同じレイヤになります。

インスタンスを含むレイヤの表示を切り替えると、そのインスタンスが表示・非表示されます。また、ブロック内に含まれたオブジェクトのレイヤ表示を切り替えると、そのブロックインスタンスから、インスタンス自体のレイヤ表示がオンであっても、その部分が表示・非表示されます。

リンクブロックのレイヤ(参照レイヤ)は、通常のレイヤあるいは特別な参照レイヤとして、**レイヤ** パネルに表示されます。

ブロックを使用する際に留意する法則は次のとおりです：

- ブロックインスタンスが挿入された際のレイヤは、参照レイヤと呼ばれています。挿入されたインスタンスは、このレイヤ内にあります。
- ブロック自体の表示は、ブロックの参照レイヤで設定されます。

- ブロックの参照レイヤをオフにすると、ジオメトリが割り当てられているレイヤであっても、ブロック自体が非表示になります。
- **親の設定** で割り当てられたプロパティをもつブロック内のオブジェクトは、ブロック定義されグループ化されると、同じ動作をします。
- 色、印刷色、印刷幅といったオブジェクトプロパティは、**親の設定** で割り当てられます。
- **親の設定** で割り当てられ、ブロックにグループ化されたオブジェクトは、カメレオンのようにプロパティを変更し、ブロックの参照レイヤの表示色と印刷幅に変更されます。
- この機能は、別のブロックを作成することなく、異なるブロックのように表示します。
- ブロック作成時のカレントレイヤは、そのブロック定義と関係がありません。ブロック定義内のオブジェクトのレイヤ、及びインスタンスを挿入された際のレイヤが、ブロックインスタンスの表示設定を決定します。

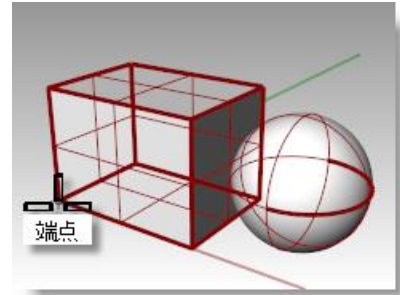
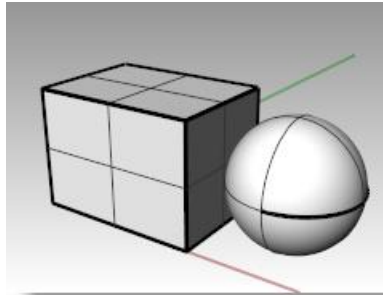
## ブロックを編集する

ブロック定義は、**BlockEdit** コマンドを使用、またはブロックインスタンスをダブルクリックすると、最も簡単に編集できます。リンクブロックの編集は、Rhino を新たに起動して、そのリンクされたファイルを開きます。現在使用している Rhino は、新たに起動された Rhino が終了されるまで停止しています。

### 練習問題32ーブロックの基本

#### ブロックを作成します

- 1 新規モデルで始めます。
- 2 直方体と球を、原点近くに作成します。
- 3 2つのオブジェクトを選択します。
- 4 **Block** コマンド( **編集> ブロック定義を作成**)を実行して、ブロックを作ります。
- 5 **ブロックの基点** のプロンプトで、直方体のコーナーにスナップします。



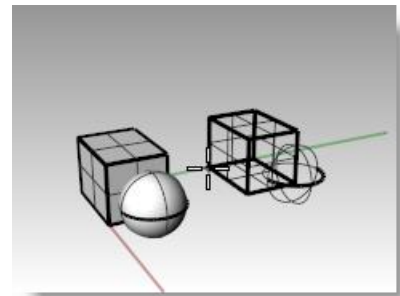
ここで選択した点は、ブロックの挿入点になります。

- 6 **ブロック定義のプロパティ** ダイアログで、**名前**のフィールドに、テスト 1 と入力して **OK** を押します。
- 7 **Insert** コマンド ( **ファイル> インサート**) を使って、新しいブロックを挿入します。
- 8 **インサート** ダイアログ一番上のドロップダウンリストから、**テスト 1** を選択します。

**挿入する形式** に、**ブロックインスタンス** を選択します。スケール と 回転 はデフォルト設定のままです

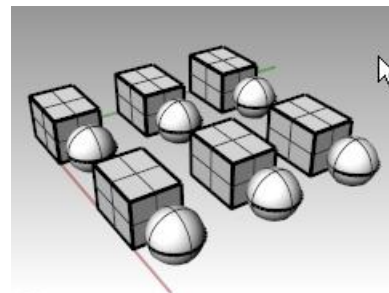
- 9 ブロックを Rhino の画面に配置します。

ブロックが表示され、カーソルはブロックの基点となる位置を示します。これが挿入点です。





- 10 ブロックをインスタンスを選択して、**Copy** コマンドで、インスタンスのコピーをいくつか作成します。

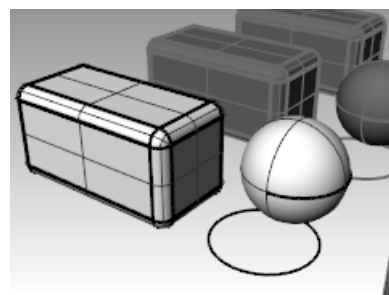
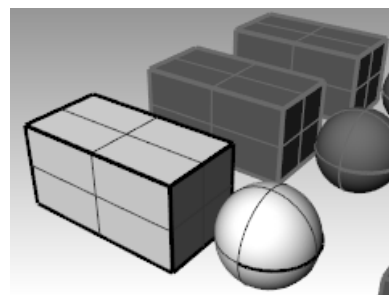
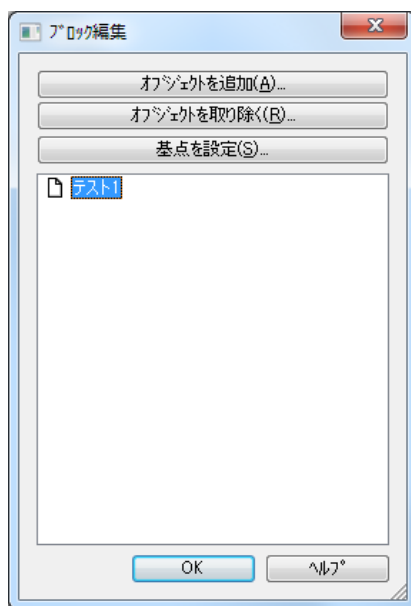


### ブロックを再定義します

- 1 ブロックのひとつをダブルクリックします。

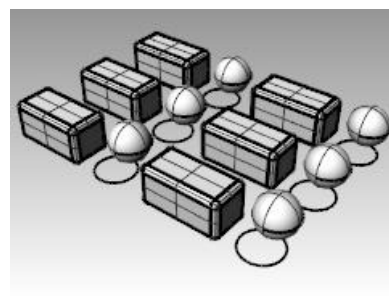
**ブロック編集** ダイアログが開き、クリックしたブロックの元形状がアクティブになり、その他のブロックは輝度の低い色で表示されます。これで、球と直方体がそれぞれ選択できるようになります。

- 2 **FilletEdge** を実行して、直方体のエッジにフィレットを作成します。球は少しだけ上に移動して、円を描き加えます。



- 3 **ブロック編集** ダイアログの **OK** を押します。

コピーした、その他のインスタンスが新しく定義したブロックに更新され、v 直方体と球のブロックは、フィレットされた直方体と移動した球と円に変わっています。



### 練習問題 33—ブロックとしてファイルをインサート

**Insert** コマンドには、挿入点、スケール、及び回転のオプションがあります。ブロックは、ブロックインスタンス、グループ、また独立オブジェクトとして挿入されます。

#### ブロックを挿入します

- 1 **Blocks-mm.3dm** を開く。
- 2 **Fasteners** レイヤをカレントにします。
- 3 **Insert** コマンド (ファイル> インサート) で、**FILH-M6-1.0-25.3dm** モデルを挿入します。
- 4 インサート ダイアログで、挿入する形式に、**ブロックインスタンス** を選択して **OK** をクリックします。
- 5 ファイルのオプションインサート ダイアログで、埋め込み及びリンク を選択して **OK** をクリックします。

- 6 挿入点 のプロンプトで、カバーの穴形状のひとつの中心にスナップします。
- 7 押さえネジのモデルを、他の穴にもコピーします。

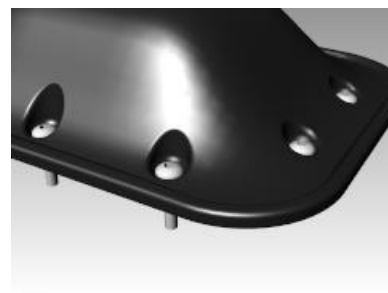


#### ブロックを変更します

- 1 **ブロックマネージャ** コマンド (編集> ブロックマネージャ)を実行します。
- 2 挿入した押さえネジのブロック定義を選択します。
- 3 プロパティボタンをクリックします。
- 4 **ブロック定義名** の項で、**ファスナー** とタイプ入力します。
- 5 **ファイル名** の項のフォルダーアイコンから、**RH-M6-1.0-25.3dm** を選択して **OK** をクリックします。
- 6 **ブロック定義のプロパティ** ダイアログで **OK** をクリックします。
- 7 **ブロックマネージャ** ダイアログで、**更新** をクリックします。

押さえネジは丸頭ネジに変更され、色も挿入したレイヤのレイヤ色に変更されました。

**Note:** このような小さなモデルのファイルであっても、容量の相違が大きくなる場合があります。もしこのファイルに、押さえネジがインポートされコピーされていた場合、ブロックインサートで行った場合よりも 35-40 %大きくなります。ブロックの使用により、大きな容量のファイルで発生する問題を減らすことができます。



# 15 トラブルシューティング

トラブルシューティングのツールは、他のプログラムからインポートしたファイルを修復するときに、最もよく使用されます。

Rhino を使用していると、ある状況で、破損オブジェクトを生成することがあります。破損オブジェクトがあると、コマンド実行に失敗したり、シェーディングやレンダリングの表示に不具合があったり、的確にモデルをエクスポートできなくなってしまう。

モデリング中に、**Check** コマンド (解析 > モデルの診断 > オブジェクトをチェック) や **SelBadObjects** コマンド (解析 > モデルの診断 > 破損オブジェクトを検出) を実行することは良いことです。破損オブジェクトが、他のエラーを生み出す前に破損オブジェクトを検出すると、その修復はより容易になります。

レンダリングやポリゴンメッシュオブジェクトの作成が目的である時、後で行うモデリングに影響がない限り、多少のエラーなら無視してもかまいません。

しかし、エンジニアリングや製造などの為に、他のアプリケーションに NURBS オブジェクトをエクスポートする場合には、可能な限り、すべてのエラーを取り除くことが最も良い方法です。

## 一般的な対策

Rhino で作られていようと他のアプリケーションであろうと、トラブルシューティングの手法は同じです。時間をかけて行えば、問題パターンが明確になり、それらを解決する手順を見つけることができます。

個々のファイルによって使うテクニックは大きく変わりますが、ここでは問題ファイルを修復するために、一般的な手順に注目します。

## クリーンなファイルから始める

可能なら、元のアプリケーションで少々時間を費やしてクリーン (破損オブジェクトのない) ファイルをエクスポートすることは、後の修正時間の大幅な減少に繋がります。ただ残念なことに、この事は常に実行されるとは限りません。

## ファイル修正のガイドライン

1 ファイルを開きます。

2 余分なデータは非表示にするか削除します。

**SelDup** コマンド (編集 > オブジェクトを選択 > 重複オブジェクトを選択) で重複要素を見つけて削除するか、後に必要が生じた場合のために、“重複”レイヤに移しておきます。

3 曲線や点データは非表示にします。

**SelSrf** コマンド (編集 > オブジェクトを選択 > サーフェス) で全てのサーフェスを選択するか、**SelPolysrf** コマンド (編集 > オブジェクトを選択 > ポリサーフェス) で全てのサーフェスを選択し、**Invert** コマンド (編集 > オブジェクトを選択 > 選択を反転) で選択を反転します。それからサーフェス以外のオブジェクトを別レイヤに移して非表示にしておきます。これで、操作画面にはサーフェスとポリサーフェスのみ存在することになります。

4 破損サーフェスがないかチェックします。

**Check** コマンドや **SelBadObjects** コマンドは、そのモデルのサーフェスデータの構造に何か問題がないかを診断します。破損したサーフェスを “破損サーフェス” レイヤに移し、後で問題解決します

ポリサーフェスが破損していると診断された場合は、いったんポリサーフェスを分解してから、**ExtractBadSrf** コマンドを使用してください。

それから、破損サーフェスを修復して、ポリサーフェスと **Join** コマンドを実行してください。

5 **ShadedViewport** を使用して、そのモデルを実際に目で見て確認してみてください。

それは、あなたの予想したイメージでしょうか？ サーフェスが明らかに欠けていませんか？ サーフェスはその範囲を超えて表示されていませんか？ その場合修復に必要なトリム曲線 は “重複” レイヤにある可能性があります。

6 ドキュメントのプロパティの 単位 ページの 絶対許容差 を見てください。

それは妥当な値ですか？ 自由曲面モデリングにおいて、モデリングでの許容差は適度な妥協が必要です。曲線とその隣接する曲線は許容差内で一致しています。許容差が小さいほど、これらの曲線はより複雑になり、システム処理能力に負担がかかります。たとえ許容値に合致する高密度曲線であろうとも、その許容値を後の製造過程や入力データの精度が受け入れることができない場合、その曲線の計算は無意味な事になります。

## 7 サーフェスを **Join** (編集 > 結合) します。

エッジがモデリングの許容差内で一致していれば、サーフェスは結合されます。許容差より大きいものは結合されません。また、結合は幾何学情報を変更するものではありません。結合とは、単に 2 つのエッジを一致するために十分近接しているものとして扱うことです。ですから、一方のエッジは考慮されません。

コマンドラインで結果を見てください。予想したポリサーフェスの数ですか？ 時々、IGES ファイルをインポートすると、二重になったサーフェスが存在することがあります。大概是、一方は完全で、もう一方はトリムに失敗しています。一括して結合すると、その 2 つのサーフェスのどちらと結合するかはコントロールできません。もし失敗サーフェスが結合されているという疑いがあるのなら、2 本のオープンエッジを結合してみます。あるべき場所に隣接するエッジがない場合は、結合を取り消し、重複サーフェスを選択します。不完全な方のサーフェスを消去し、再び結合し直します。

## 8 オープンエッジをチェックします。

オープンエッジは、他のサーフェスと結合されていないサーフェスエッジです。結合の過程で双方のエッジは設定されているモデリングの許容差より大きく離れていたという事です。これは最初のモデルが正しい加減だったのかもしれませんが、インポートした IGES ファイルの許容差設定の誤差かもしれません。あるいは重複サーフェスかもしれません。**ShowEdges** コマンド (解析 > エッジツール > エッジを表示) を実行して、多くのオープンエッジが検出される場合は、**Join** を解除して絶対許容差を大きくしてみてください。元のモデルがエクスポート時の許容差より大きな許容差で作成されることがよくあります。

---

**Note:** 実際にモデリングし直さずに、2 つのサーフェスを許容差内に収めることは不可能です。

---

## 9 オープンエッジを **Join** するか、モデリングし直します。

オープンエッジの結合には長所と短所があります。短所として、結合は妥協したものになり後の行程で問題を引き起こすおそれがあります。ソリッドとしてソリッドモデラーへ後からエクスポートしたり、STL ファイルを作るようなメッシュ操作を行うといった目的でエッジを結合する場合には、**JoinEdge** コマンド (解析 > エッジツール > エッジを結合) を使用しても問題は起きません。もしモデルの断面曲線を得たり、何らかの曲線を得るような操作を実行した場合に、許容差外で結合されたエッジが交差するようなギャップを持つこととなります。修正の必要がある隙間は、結合を行う前にメッセージが表示されます。もしそのギャップが設定した許容差の 2 倍以内に納まっていれば問題はありますが、ギャップがそれよりも大きい場合は、ギャップが小さくなるように、サーフェスを再構築するか編集することを考えなくてはなりません。**Join** コマンドや **JoinEdge** コマンドは、サーフェスの幾何学情報を変更するわけではありません。あくまでも設定されている許容差内でエッジが一致しているとみなしているだけです。

## 10 破損サーフェスを修復します。

破損サーフェスの修復は一回に1つずつ行ってください。それを終えたら、ポリサーフェスに修復サーフェスを **Join** してください。最も基本的で最小限のサーフェス変更で済むように、**Check** コマンドで出た問題を下記の順序で修復することができます：

- エッジの再構築
- トリム曲線の分離と再トリム
- サーフェスの再構築 (サーフェス形状の変更)
- サーフェスの再作成 - 周囲のサーフェスを元にしたエッジを作成し、破損サーフェスを分断して得られた曲線からサーフェスを作成しなおします。

## 11 破損オブジェクトがないかチェックします。

時々、結合する前のサーフェスはチェックに検出されずに、ポリサーフェスでチェックに検出されることがあります。通常、このエラーは、エッジやトリム曲線がモデリングの許容差より微小なものを含んでいることが原因になっています。そのサーフェスを抽出してチェックし、**MergeEdge** コマンド (解析 > エッジツール > エッジをマージ) でそのエッジを取り除き、再び結合します。

**Check** を問題なくクリアし、オープンエッジのない閉じたポリサーフェスができた時点で、作業は終了します。結合やサーフェスを調整した場合に、時々 **Check** コマンドを実行するのはとても良いことと言えます。

## 12 **Export** します。

モデルのクリーンアップ、修復が終了したので、IGES, Parasolid, STEP フォーマットにエクスポートすることができます。

**練習問題 34—トラブルシューティング**

ファイル修正のガイドラインの手順を試してください

**1 Check 01.3dm** を開きます。

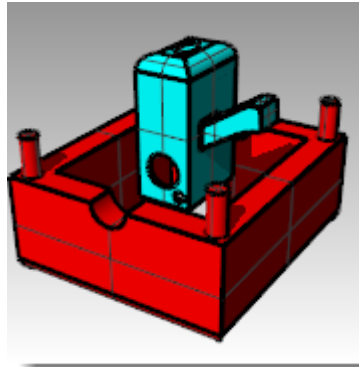
このファイルには 破損オブジェクトが含まれています。

**2** 破損オブジェクトを見つけて、サーフェスを修復、再トリム、及び再度結合します。

**3 Check 02.igs** を開きます。

このファイルにはいくつか問題点があります。一般の IGES ファイルにある問題としての代表的なものです。

**4** 破損オブジェクトを修復して、トリムし直して、正しくトリムされていないほかのオブジェクトを探してみてください。





# 16 ポリゴン メッシュ

メッシュは、点の配置によって形状を定義します。したがって、メッシュから、頂点の位置はわかりますが、その頂点と頂点の間がどうなっているかはわかりません。

Rhino は NURBS モデラーですが、ポリゴンメッシュオブジェクトを作成・編集するツールがあります。

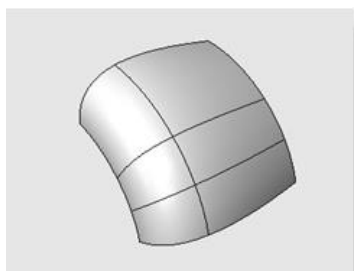
あらゆる状況で機能するといった、ベストな手法があるわけではありません。メッシュ作成において考慮すべき最も重要なことは、そのメッシュの使用目的(要求)です。もしレンダリングが目的ならば、製造(機械加工や試作品)に使用されるものとは違うメッシュ設定を使ってください。

## レンダリング向けのメッシュ

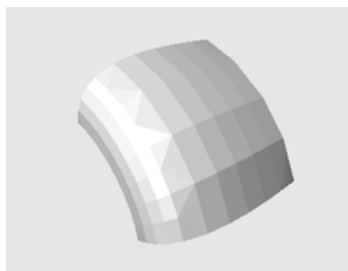
レンダリングのためのメッシュ作成は、表現とスピードが最も重要な要素になります。外観を必要とする形状にするために、できるだけ少ないメッシュで構築する努力が必要です。ポリゴン数は、計算処理のパフォーマンスに影響します。しかし、ポリゴン数をあまりにも少なくした場合、最終的なレンダリング結果においてクオリティは得られません。一般的には外観が良ければ、適切なセッティングということになります。

## 製造向けのメッシュ

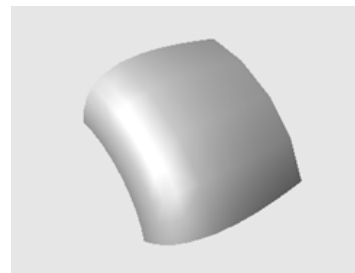
製造に関するメッシュ作成は全く状況が異なります。NURBS サーフェスからあまり逸脱することがないメッシュを作成する必要があります。メッシュは NURBS サーフェスに近似したものにします。完成した製造部品では、NURBS サーフェスから逸脱した部分ははっきりと分かっています。



オリジナル NURBS サーフェス。



製造のためのメッシュ。メッシュ設定が最適でない場合、出来上がった製品は滑らかではなく、ポリゴンエッジの部分が確認できます。

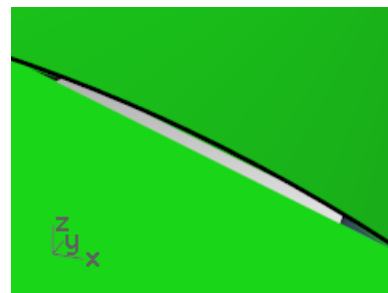


同じメッシュ設定でのレンダリング表示の場合、ポリゴンエッジは表示されません。視覚的にメッシュをなめらかに表示することができます。

### 練習問題 35—メッシュ作成

- 1 **Meshing.3dm** を開きます。
- 2 **Perspective** ビューポートをシェーディング表示モードにし、サーフェス間の曲がったエッジ部分をじっくりと見てください。

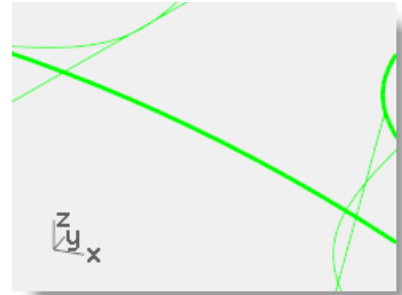
背景色が見えてしまっているギザギザの隙間があります。





### 3 ワイヤフレーム表示に戻します。

2つのエッジは正確に一致しているように見えます。シェーディングした状態で先程見たギャップは、シェーディングやレンダリングで、Rhino が作成するポリゴンメッシュが原因です。ポリゴンはエッジ部で非常に粗く、はっきりとその1枚1枚のポリゴン面が見えています。



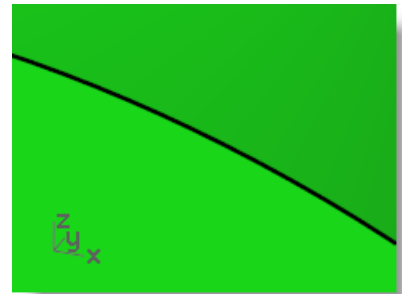
### 4 ドキュメントのプロパティ ダイアログのメッシュ ページで、滑らか & やや遅い をクリックします。

### 5 サーフェス間のエッジを確認してみます。

丸みのあるサーフェス全体は、滑らかにきれいに見えますが、依然としてエッジに隙間が存在します。

**カスタム設定** で、シェーディングメッシュを改良してギザギザのエッジを取り除くことができますが、モデル中の全てのオブジェクトに対して影響を与えてしまいます。そして、メッシュ作成に膨大な時間を費やし、許容できないほどシェーディングやレンダリングのパフォーマンスの低下を生む場合があります。

メッシュ設定を改良しないでエッジ部を滑らかに見せるためには、隣り合う2枚のサーフェスを結合します。



### 6 3枚のサーフェスを **Join** します。

結合されたエッジのそれぞれの側に沿ってメッシュは改良され、エッジを挟んで正確に一致します。このようにして、容易にシェーディングでの隙間をなくすることができます。

Rhino は、ファイルを開きなおした時にモデルをシェーディングする場合にかかる時間を短縮する為に、これらのポリゴンメッシュもファイルの中に一緒に保存します。メッシュは、非常に大きくなり、かなりファイルサイズを増やします。

### 7 ファイル> 簡易保存 を選択します。

これで、ファイルの中にメッシュ情報やプレビュー用のビットマップは書込まれず、ディスクファイルスペースも節約できます。



**Note:** **Render** コマンドやシェーディングモードで作られる、**NURBS** サーフェスやポリサーフェスのメッシュは、ワイヤフレーム表示では見えず、編集できません。またその **NURBS** オブジェクトから独立させることはできません。メッシュ設定は、**ドキュメントのプロパティ ダイアログの メッシュ ページ**で行います。また、**オブジェクトのプロパティ パネルの レンダリングメッシュ設定**では、オブジェクト毎に設定できます。

## NURBS オブジェクトからメッシュを生成

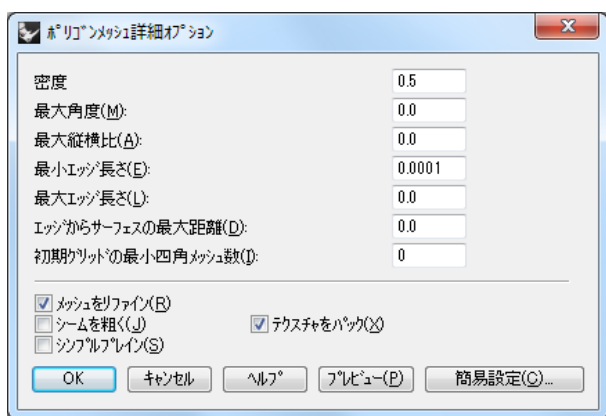
**Mesh** コマンドで作られるメッシュは目で見ることができ、編集可能です。また、作成対象の NURBS オブジェクトから独立して生成されます。

Rhino では2つの方法でメッシュ密度をコントロールします。**簡易設定** と **詳細設定** です。**簡易設定** では、スライダーを使って、メッシュの密度と数を大まかにコントロールします。**詳細設定** では、7つの設定項目と、4つのチェックボックスを変更することで、メッシュの作成をコントロールします。

メッシュは、細部に渡る規準を持った3段階の手法によって作成されます。この手法とは、初期の四角形の作成(規準にほぼ合うように計算される)、加工(規準に合うように細分化)、そしてトリム境界に合うように調整のことをいいます。これらのステップは全て自動で行なわれるので、過程を見ることはできません。

下記演習では、詳細設定の7つの設定項目を吟味して、モデルへの影響を図解しています。

## ポリゴンメッシュ詳細オプション



## 密度

ポリゴンのエッジを元のサーフェスにどのくらい近づけるかをコントロールします。値は 0 から 1 の間で設定します。大きな値を設定すると、ポリゴンの数が増えます。

## 最大角度

メッシュにおける隣り合うフェース間の最大角度のことです。値が小さいほどメッシュ作成処理が遅くなりますが、ポリゴン数が多くなり、メッシュはより正確に作成されます。

## 最大縦横比

初期グリッドの四角メッシュ内にある三角形の最大縦横比です。

## 最小エッジ長さ

大きな値ほどメッシュ作成の処理速度が速くなりますが、メッシュの正確さは低下し、ポリゴン数は少なくなります。メッシュの三角形、四角形の最小エッジの長さをコントロールします。

## 最大エッジ長さ

値が小さいほどメッシュ作成処理が遅くなりますが、ポリゴンの大きさが均等になり、その数も多くなります。**メッシュをリファイン** のチェックボックスが選択されている場合、すべてのポリゴンのエッジがこの値より短くなるまで、ポリゴンが再計算されます。これは初期メッシュグリッドの四角形のおおよその最大エッジの長さでもあります。

## エッジからサーフェスの最大距離

小さな値ほどメッシュ作成の処理速度が遅くなりますが、メッシュはより正確に、ポリゴンの数はより多くなります。**メッシュをリファイン** のチェックボックスが選択されている場合、ポリゴンエッジの中点から NURBS サーフェスまでの距離が、この値より小さくなるまでポリゴンが再計算されます。これは初期メッシュグリッドでのポリゴンエッジの中点から NURBS サーフェスまでのおおよその最大距離でもあります。

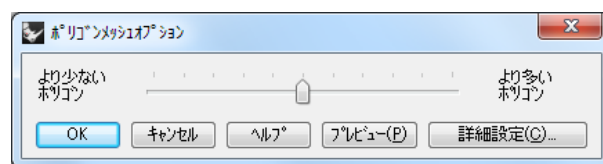
## 初期グリッドの最小四角メッシュ数

大きな値ほどメッシュ作成の処理速度が遅くなりますが、メッシュはより正確に、ポリゴンはさらに均等に配分され、その数はより多くなります。他の設定が適用される前に、設定される四角形の初期メッシュの最小限の数です。最初に、ここの数値を設定して、他の全ての数値を 0 にセットした場合は、ここの数値にて初期メッシュが生成されます。

## 詳細設定を使用してメッシュを作成します

- 1 オブジェクトを選択します。
- 2 **Mesh** コマンド (メッシュ > **NURBS** オブジェクトから作成) を実行します。

ポリゴンメッシュオプション ダイアログが表示されます。



### 3 ポリゴンメッシュオプション ダイアログで、**詳細設定** をクリックします。

ポリゴンメッシュ詳細オプション ダイアログが表示されます。この設定情報は、Rhino を終了するとき、Windows レジストリファイルに書き込まれます。

### 4 ポリゴンメッシュ詳細オプション ダイアログで、以下のように設定します：

**密度=0.5**

**最大角度=0.0**

**最大縦横比=0.0**

**最小エッジ長さ=0.0001**

**最大エッジ長さ=0.0**

**エッジからサーフェスの最大距離=0.0**

**初期グリッドの最小四角メッシュ数=0**

**メッシュをリファイン** にチェックを入れます。

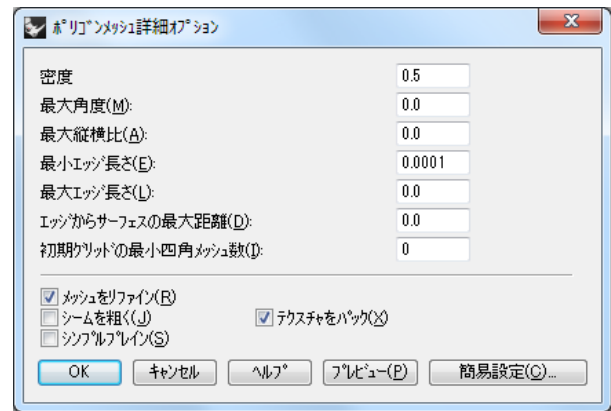
**シームを粗く** のチェックを外します。

**シンプルブレイン** のチェックを外します。

**テクスチャをバック** にチェックを入れます。

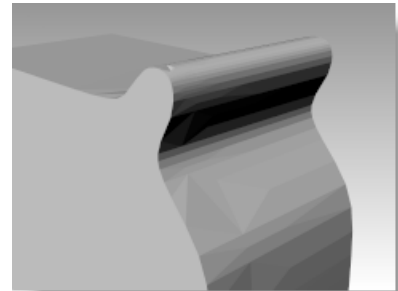
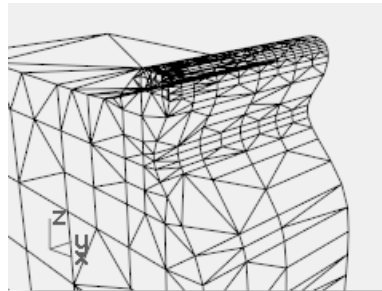
**OK** をクリックします。

メッシュはデフォルトの設定で作成されます。



### 5 元のポリサーフェスを非表示にして、ビューポートの表示モードを **レンダリング** に変更し、出力したモデルを見るため、**フラットシェーディング** の表示モードにします。

**フラットシェーディング** 表示モードは、機械加工や試作品のためにこのメッシュ密度で出力するものであれば、それに近い状態で表示します。



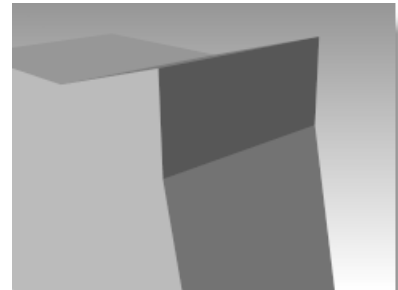
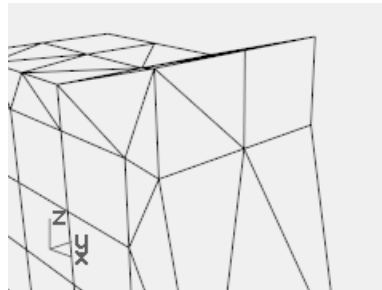
### 6 **Undo** して、**Mesh** コマンドを再実行します。ポリゴンメッシュ詳細オプション ダイアログの設定を次のように変更します：

**最大角度=0.0**

**最大縦横比=2.0**

**OK** をクリックします。

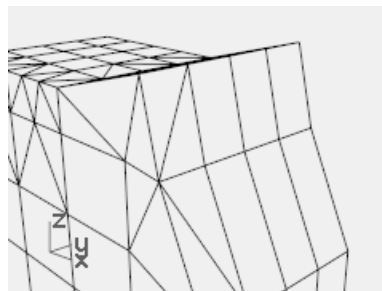
ポリゴン数やメッシュ形状、フラットシェーディングしたメッシュのクオリティの変化に注目してください。



### 7 **Undo** して、**Mesh** コマンドを再実行します。ポリゴンメッシュ詳細オプション ダイアログの設定を次のように変更します：

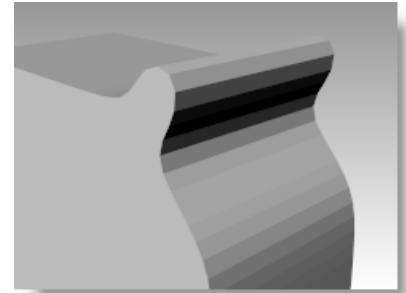
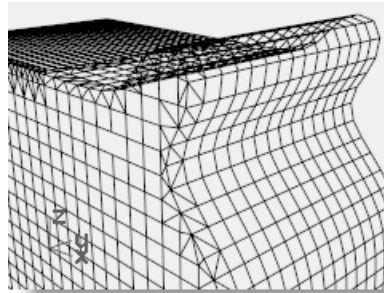
**初期グリッドの最小四角メッシュ数=16**

ポリゴン数やメッシュ形状、フラットシェーディングしたメッシュのクオリティの変化に注目してください。



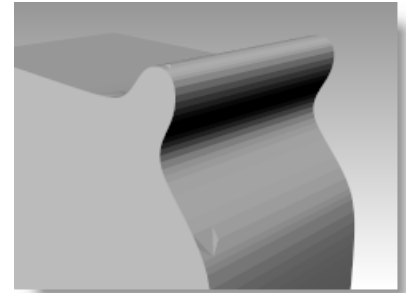
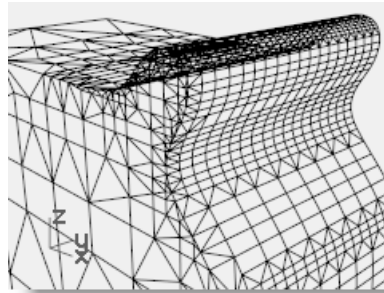
- 8 **Undo** して、**Mesh** コマンドを再実行します。ポリゴンメッシュ詳細オプション ダイアログの設定を次のように変更します：  
**初期グリッドの最小四角メッシュ数=500**

ポリゴン数やメッシュ形状、フラットシェーディングしたメッシュのクオリティの変化に注目してください。



- 9 **Undo** して、**Mesh** コマンドを再実行します。ポリゴンメッシュ詳細オプション ダイアログの設定を次のように変更します：  
**エッジからサーフェスの最大距離=0.01**  
**初期グリッドの最小四角メッシュ数=0**

ポリゴン数やメッシュ形状、フラットシェーディングしたメッシュのクオリティの変化に注目してください。





## PART IV: レンダリング

---





# 17 レンダリング

Rhino では、作成した Rhino モデルを簡単にレンダリングすることができます。マテリアル、ライト、レンダリング設定が容易です。

Rhino 基本レンダラーには、面白い効果を得ることができるいくつかのコントロールがあります。

この演習では、アイソカーブの有無、色・透明度・環境光を調節し、特殊効果を持ったイメージを生成していきます。

## 練習問題 36—Rhino レンダリング

- 1 **Finished Detergent Bottle.3dm** を開きます。
- 2 **レンダリング> 現在のレンダラ> Rhino レンダー** をクリックします。
- 3 ドキュメントのプロパティ ダイアログの **Rhino レンダー** ページで、**その他** の項にある、**オフレイヤの光源を使用** にチェックをいれます。
- 4 ボトルを選択して、**Properties** コマンドを実行し、**マテリアル** ページを開いて、**マテリアルの割り当て方法** に、**オブジェクト** を選択します。  
  
基本設定 の **色** に、**淡いグレー** を設定し、**光沢色** を**ライトブルー (R=163, G=163, B=194)**、**光沢仕上げ** を **60** にそれぞれ設定して、**名前** に **ブループラスティック** と入力します。
- 5 キャップを選択して、**Properties** コマンドを実行し、**マテリアル** ページで **マテリアルの割り当て方法** に、**オブジェクト** を選択します。  
  
基本設定 の **色** に、**タン (R=222, G=172, B=112)** を設定、**光沢色** を **白**、**光沢仕上げ** を **90** に設定して、**名前** に **タンプラスチック** と入力します。
- 6 **Perspective** ビューポートで **Render** コマンドを実行します。



アイソカーブも共にレンダリングします

- 1 **DocumentProperties** コマンドを実行します。
- 2 ドキュメントのプロパティ ダイアログの **Rhino レンダー** ページで、**曲線をレンダリング** と**サーフェスエッジ** と**アイソカーブをレンダリング** をチェックします。
- 3 **Perspective** ビューポートで **Render** コマンドを実行します。  
  
オブジェクトの色がレイヤ色に設定されているので、ワイヤ色はレイヤ色と同じになります。



- 4 **Properties** コマンドを実行し、**オブジェクト** ページで、ボトルとキャップの **表示色** を **黒** に変更し、**Perspective** ビューポートをレンダリングします。

オブジェクトは、黒のアイソカーブでレンダリングされます。



アイソカーブも共に透明度のあるマテリアルでレンダリングします

- 1 **Properties** コマンドを実行し、**マテリアル** ページで、ボトルの **透明度** を **90** に変更し、**Perspective** ビューポートをレンダリングします。

オブジェクトは、黒いアイソカーブと透明なマテリアルでレンダリングされます。



- 2 **Properties** コマンドを実行し、**オブジェクト** ページで、ボトルとキャップの **表示色** を **白** に変更し、**Perspective** ビューポートをレンダリングします。

オブジェクトは、白いアイソカーブと透明なマテリアルでレンダリングされます。

- 3 満足いく効果になるまで、これらを調節し、レンダリングを試みてください。
- 4 **Lights** レイヤを表示し、より微妙な変化を得るために、ライトのプロパティを調節してください



## レンダリング プロパティ

Rhino のマテリアル エディターでは、色・反射・透過・ハイライト・多彩なビットマップ設定や環境の色々な組合せを指定できます。

ここでは、環境設定、マテリアルやライトの追加、独自のマテリアルの作成方法、マテリアルの編集、オブジェクトのデカール設定、シーンのレンダリングについて演習します。

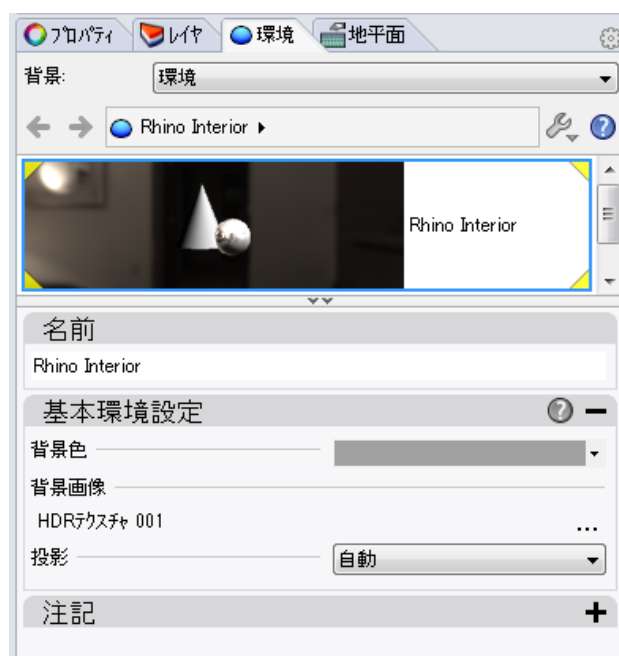


### 練習問題 37—シーンのレンダリング

#### レンダリングのプロパティを設定します

レンダリングのプロパティには、環境設定、レンダー、環境光等の設定が付加されます。

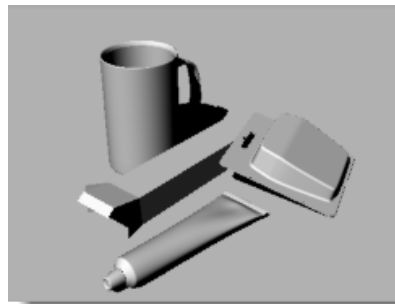
- 1 **Mug.3dm** を開きます。
- 2 **パネル > 環境エディタ**と **地平面**をクリックして、**背景** の設定や、無限に続く地面をシーンに設定します。  
各種パネルは、**プロパティ** タブを右クリックしても開くことができます。
- 3 **環境** パネルで、背景に **環境** を選択して、**[+]**をクリックして環境を追加します。
- 4 **ファイルを開く** ダイアログで、**Environments** フォルダー内にある **Rhino Interior.renv** を開きます。



- 5 地平面 パネルで、**地平面オプション** を **オン** にします。  
地平面は、デフォルトのマテリアルで自動設定されます。



- 6 **Perspective** ビューポートに、**Render** コマンドを実行します。



レイヤにマテリアルを割り当てます

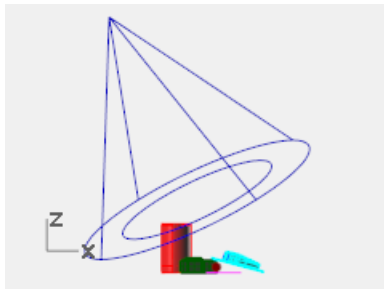
- 1 レイヤ パネルで、**Floss Blister** レイヤの**マテリアル** カラムをクリックします。
- 2 レイヤの**マテリアル** ダイアログで、ドロップダウンリストから **Thin Clear Plastic** を選択して **OK** をクリックします。
- 3 レイヤ パネルで、**Floss Container** と **Toothpaste - Tube** の**マテリアル** カラムをクリックします。
- 4 レイヤの**マテリアル** ダイアログで、ドロップダウンリストから **White Shiny** を選択して **OK** をクリックします。

## ライティング

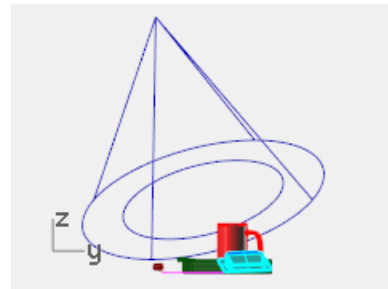
これまでは、Rhinoのデフォルトのライト設定でレンダリングしていました。このライトは、見ている人の左肩から見えない光が射しているイメージです。モデルに光を当てるにはデフォルトのライト設定で十分です。デフォルトのライトは他にライトを配置していない場合のみオンになり、またデフォルトのライトは編集できません。ライトをコントロールするために、いくつかライトを配置しましょう。

### ライトを追加します

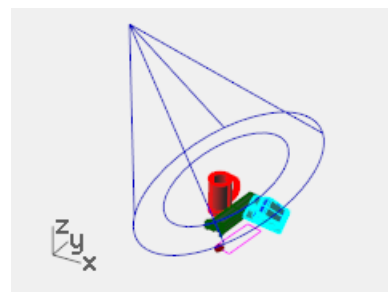
- 1 **レンダリング > スポット光源作成** をクリックします。
- 2 図のような、正面やや上から照らすような大きなスポットライトを作ってみましょう。  
昇降モードを使うか、スポットライトの制御点を表示して移動すると良いでしょう。



スポット光源, Front ビュー

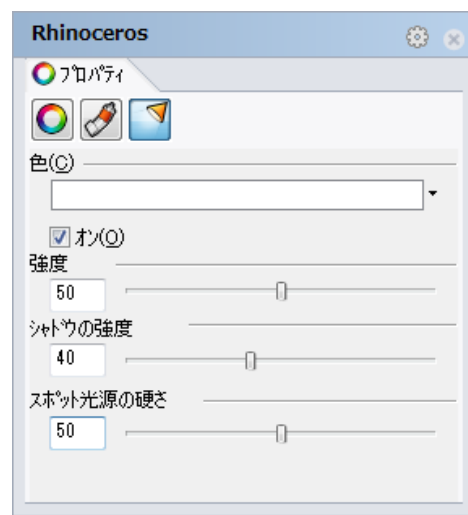


スポット光源, Right ビュー



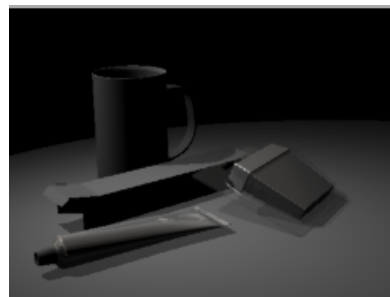
スポット光源, Perspective ビュー

- 3 ライトのプロパティを次のように調整します:  
強度=50  
シャドウの強度=40  
スポット光源の硬さ=50



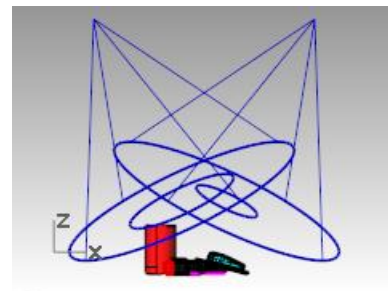
#### 4 Perspective ビューポートに **Render** コマンドを実行します。

これでイメージが良くなりましたが、もう 2、3 ライトを置くことにより、レンダリングイメージは一段と向上します。マグカップに強い光が当たるように別のライトを加えます。



#### 2つめのライトを追加します

- 1 最初に設定したライトを選択します。
- 2 **Top** ビューポートで **Y 軸** 対称にミラーコピーします。
- 3 ライトのプロパティを次のように調整します:  
**強度=60**  
**シャドウの強度=30**  
**スポット光源の硬さ=40**



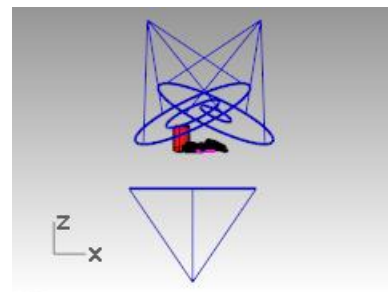
スポット光源 *Front* ビュー

#### 4 Perspective ビューポートに **Render** コマンドを実行します。



#### 3つめのライトを追加します

- 1 **レンダリング> スポット光源作成** をクリックします。
- 2 図のような、大きなスポットライトを作ってみましょう。  
このライトは、歯磨きチューブとデンタルフロスのパッケージの下側に少しライトを加えるのに使います。
- 3 ライトのプロパティを次のように調整します:  
**強度=0**  
**シャドウの強度=25**  
**スポット光源の硬さ=20**



スポット光源 *Front* ビュー

- 5 **Perspective** ビューポートに **Render** コマンドを実行します。  
 シャドウの強度を **0** にすることが重要で、その結果、光は地面を透過します。



新規にマテリアルを作成し、レイヤに割り当てます

- 1 レイヤ ダイアログを開きます。
- 2 レイヤ パネルで、**Mug** レイヤのマテリアル カラムをクリックします。
- 3 レイヤのマテリアル ダイアログで、**新規作成** をクリック。ファイルを開く ダイアログの **他のタイプ** をクリックします。
- 4 **タイプ** ダイアログで、**基本マテリアル** を選択して **OK** クリックします。
- 5 マテリアルの名前に **Green Ceramic** と入力します。

次のように設定します：

色: **グリーン (R=21, G=210, B=180)**

光沢仕上げ: **90**

光沢色: **(R=198, G=247, B=255)**

反射率: **30**

反射色: **(R=21, G=225, B=180)**

- 6 **Perspective** ビューポートに **Render** コマンドを実行します。



## イメージ・バンプマッピング

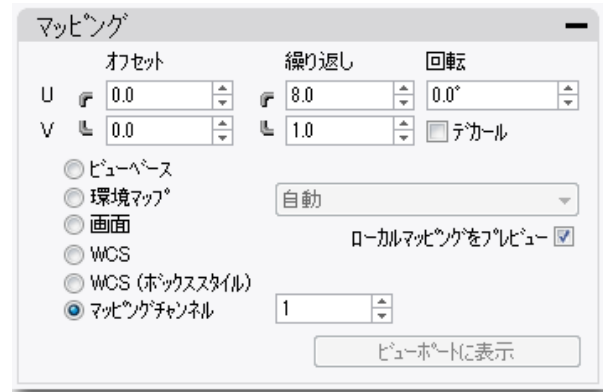
単にマテリアルの色を設定するだけでなく、イメージファイルを使ってマテリアルを定義できます。イメージファイルは、写真や壁紙・カーペットといった実物をスキャナーで読み込んだり、ペイントソフトでパターンを作成したり、他のCGソフトのテクスチャーライブラリのイメージ、他で作られたビットマップイメージを使ったりと、いろいろなところで得られます。

イメージマッピングは、ビットマップイメージを使ってマテリアルに詳細を付加します。イメージファイルを使って、マテリアル表面の様々な属性を変更できます。例えば、そのカラーパターンや、擬似的な立体感を表現するバンプ、ランダムな凸凹感やうねった質感を加える、プロシージャルバンプがあります。



イメージマップで新しいマテリアルを作成しオブジェクトに割り当てます:

- 1 **マテリアル** パネルで、**White shiny** を右クリックして、複製 をクリックします。
- 2 複製したマテリアルの名前を、**Toothpaste Cap** と入力します。
- 3 **テクスチャ** のセクション内にある **色** の項で (なし - クリックして割り当て) をクリックします。
- 4 **ファイルを開く** ダイアログで、**Tube Bump.png** を開きます。
- 5 **テクスチャ** のセクションで、**Tube Bump** をクリックしてテクスチャの設定を開きます。
- 6 **マッピング** のセクション、**U 繰り返し** を **8** に設定します。



- 7 **Toothpaste Cap** レイヤーに新しいマテリアルを割り当てるか、またはオブジェクトに割り当てます。必要に応じてマッピングを調整します。
- 8 **Perspective** ビューポートに **Render** コマンドを実行します。  
キャップに溝が彫られているように表現されます。繰り返しの数値によって、溝間の距離が変更されます。



## デカル

デカルとは、オブジェクトの特定の部分にイメージビットマップを適用する手法です。

デカルマッピングタイプとは、オブジェクトへのデカルの投影方法です。平面、円筒、球状、そしてサーフェスのUV という4つの種類のマッピングがあり、それぞれの詳細は以下の通りです。

### デカル オプション

#### 平面

平面マッピングは、最も一般的な方法です。平面や、ゆるやかに変化するオブジェクトへのデカル設定に適しています。

#### 円柱

円筒マッピングは、ワインボトルのラベルのように単一方向に湾曲するオブジェクトに適しています。

円筒投影は、ワインボトルのラベルのようにビットマップの縦軸が円筒の軸に沿うように、横軸が円筒の周りを取り巻くように円筒形に対しビットマップを割り当てます。

#### 球

球状のマッピングは、2方向に湾曲するオブジェクトに適しています。球状投影はビットマップの縦軸(高さ)が極から極への曲線に沿うように、横軸が赤道の廻りを取り巻くように球に対しビットマップを割り当てます。

最初は、マッピングの球の赤道は現在の作業平面と平行で、球の軸は作業平面の Z 軸と平行であると仮定されます。後から、この配置を修整することができます。

#### UV

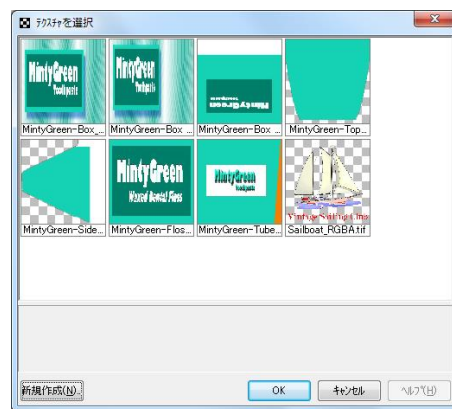
UV マッピングは、サーフェス全体にイメージを引き伸ばす場合に適用します。サーフェスの UV 方向がマップの方向を決定します。UV マップのコントロールはできません。

UV マッピングは、生物の形、毛、皮膚、および植物に有効です。

いくつかのトリムサーフェスやポリサーフェスで、イメージの一部分しかレンダリングされない場合があります。UV マッピングはサーフェス全体にビットマップを引き伸ばします。もし、そのサーフェスがトリムされていれば、トリムされた部分のビットマップイメージは見えなくなるでしょう。

## 平面投影でデカルを配置します:

- 1 **Decal reference planes** レイヤをオン。
- 2 ハミガキの外箱を選択します。
- 3 プロパティ パネルの **デカル** ページで、**追加** をクリックします。
- 4 **テクスチャを選択** ダイアログで **新規作成** をクリック。ビットマップテクスチャをクリックします。
- 5 開くダイアログで、**Minty Green-Box Upper.png** を選択して開きます。
- 6 **平面** を選択して **OK** をクリックします。

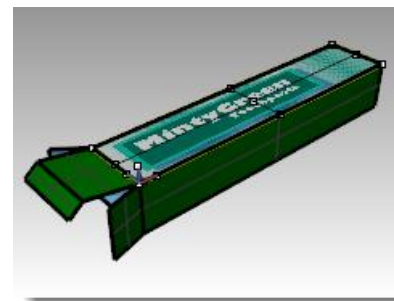


- 7 オブジェクトスナップを使い、**位置 (1)**、**幅 (2)**、**高さ方向 (3)**を指示し、デカルを配置します。

この 3 点で、デカルの位置と大きさを定義します。デカル平面は、サーフェス表面上、あるいは裏側に配置されます。デカル平面からデカルは投影されます。デカル平面の裏側になるサーフェスの部分にはデカルは表示されません。

デカルを配置した後、デカルの制御点を移動、回転や伸ばしたりすることで、位置やサイズをコントロールすることができます。

- 8 配置を決定したら、**Enter** を押すか右クリックします。



## 他の部分にもデカルを配置します

- 1 外箱の側面 (**MintyGreen-Box Side.png**)、フラップ (**MintyGreen-TopFlap\_RGBA.tif**, **MintyGreen-SideFlap\_RGBA.tif**)、及び端面 (**MintyGreen-Box End.png**) にも、同様にビットマップを配置します。
- 2 デンタルフロスの容器 (**MintyGreen-Floss.png**) やハミガキチューブ (**MintyGreen-Tube.png**) にも、**平面マッピング** でデカル設定します。  
マゼンダ色の矩形を利用することで、デカルを配置しやすくなります。
- 3 **Perspective** ビューポートに **Render** コマンドを実行します。



## 円筒投影でデカルを配置します

最初は円筒マッピングの円はカレントの作業平面と平行で、円筒軸は作業平面の Z 軸に平行となっています。

- 1 マグカップを選択します。
- 2 **Properties** コマンド (**編集 > オブジェクトのプロパティ**)を実行します。
- 3 プロパティ パネルの **デカル** ページで、**追加** をクリック。**テクスチャを選択** ダイアログで **新規作成** をクリックして、ビットマップテクスチャをクリックします。
- 4 **Sailboat\_RGBA.tif** を選択します。
- 5 **デカル マッピング スタイル** ダイアログで、**円柱** を選択します。

- 6 マゼンタ色の円を使って、円柱の中心、デカールの 半径または直径 を指定します。

デカールの制御点を移動、回転、伸ばしたりして、イメージを配置するエリアをコントロールします。

- 7 配置を決定したら、**Enter** を押すか右クリックします。

- 8 **Perspective** ビューポートに **Render** コマンドを実行します。



- 9 **Brush** レイヤを表示します。

- 10 マテリアルやライティングを調整して、最終的なレンダリングを完成させましょう。

