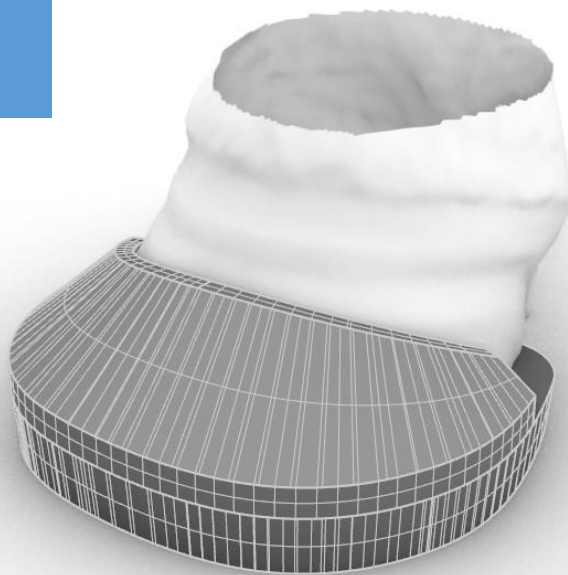


# 3Dシュー モデリング マニュアル



The National Association of Racing  
地方競馬全国協会  
競走馬生産振興事業



公益社団法人  
日本軽種馬協会

## はじめに

馬の蹄は、その体重を支えるだけでなく、第二の心臓として四肢末梢循環にも寄与する重要な役割を果たしています。蹄の異常は馬本来の能力を発揮できないことを意味するので、古来より世界中のホースマンたちが肢蹄管理に苦慮してきました。現代の蹄病の治療においても、専門的な知識や技術が必要だけでなく、長期間にわたる処置が必要となる場合もあるため、装蹄師、飼養管理者ならびに獣医師が三位一体となって治療にあたっています。特に特殊蹄鉄による装蹄療法や幼駒の肢勢矯正等では高度な装蹄技術が要求され、装蹄療法処置期間中に問題が生じた際は装蹄師による再処置の機会を待たなければならない、という問題があります。また、疼痛を伴う症例や蹄が小さい幼駒では釘打ちによる蹄鉄の固定が難しいため充填剤を使用しますが、充填剤が硬化するまで患肢を挙げ続ける必要があるため、人馬共に大きな負担となっています。

このような状況のなか日本軽種馬協会では、地方競馬全国協会の補助を受け実施しております「競走馬生産振興事業・軽種馬経営高度化指導研修事業」の一環として、2021年より「生産地における3D技術の活用」について調査研究を行ってきました。本研究では、工業界はもとより、ヒト医療でも注目されている3Dプリント技術のウマ医療分野での活用を模索し、これまでに、3Dプリンターによる蹄病治療用蹄鉄（以下3Dプリントシュー）の作製方法や、幼駒の肢勢矯正や蹄病罹患馬への応用について報告しました。（2022年のJRA競走馬に関する調査研究発表会・ウマ科学会）。この3Dプリントシュー設計図の作成にはCADソフトウェアを活用し、3Dプリンターで特殊蹄鉄を三次元印刷することで、僅かな接着剤あるいは伸縮性包帯での特殊蹄鉄の装着が可能となりました。また、三次元印刷では同じ形状を再現可能であるため、装着後に破損あるいは脱落した際には、飼養管理者が予備の3Dプリントシューを伸縮性包帯等で応急的に再装着することで、獣医師や装蹄師の到着を待つ必要がなくなりました。しかし、3Dプリントシューの設計には一定レベル以上のスキルが必要であり、普及への大きなハードルとなることが課題でした。

そこで今回、ある程度のパソコン操作が可能な方であれば、簡単に3Dプリントシューの設計ができるマニュアルを作成しました。アイデア次第で様々な用途に使用できる3D技術を活用し、愛馬の肢蹄管理に役立てていただければ幸いです。

## 本マニュアルについて

- ・本マニュアルは、Microsoft Windows 10 および Rhino7の環境をもとに作成しています。環境が違う場合は適宜対応する操作を選択してください。
- ・本マニュアルで使用するGrasshopperファイルおよび練習用サンプルデータは、下記のURLまたはサイトからダウンロードができます。

<https://jbba.jp//data/booklet/guide/3dshoe.zip>

J B B A ウェブサイト トップページ ⇒「提供情報・資料」 ⇒「技術普及・指導冊子」

- ※マニュアルデータ・ダウンロードデータを改変しての再利用・転売を一切禁じます。
- ※マニュアルデータ・ダウンロードデータを実行した結果については責任を負いかねます。
- ※本マニュアル中の会社名・商品名等は、それぞれの商標または登録商標です。本マニュアル中ではTMおよび®マークは省略させていただいております。

# 目次

はじめに		p 1
本マニュアルで使用するデータのダウンロードURL		p 1
目次		p 2
第1章 Rhinoの基本操作方法		p 5
1.画面の概要	(1) ビューポート	p 6
	(2) ツールバー	p 9
	(3) メニュー・コマンド	p 10
	(4) レイヤパネル	p 11
	(5) ステータスバー	p 12
2.操作チュートリアル	(1) 新規ファイルの作成	p 13
	(2) 直線の作図	p 14
	(3) ビューの操作	p 16
	(4) 曲線の作図	p 17
	(5) オブジェクトの選択・削除方法	p 19
	(6) 線を押し出して面をつくる	p 21
	(7) 曲線を閉じる	p 23
	(8) 閉じた曲線から押出しをつくる	p 26
	(9) サーフェスとソリッドの関係	p 27
	(10) ポリサーフェスを編集する	p 29
	(11) 編集データを保存する	p 33
	(12) 3Dプリント用のデータに書き出して保存する	p 34

## 第2章 Grasshopperによる3Dシュー作成

<b>1. 蹄の3Dスキャンデータがある場合</b>	(1) 蹄3Dデータのインポート	p 36
	(2) 蹄外形線の作成	p 40
	(3) Grasshopperの起動 (Light版)	p 42
	(4) 蹄外形線の読み込み	p 43
	(5) カバー形状の調整	p 46
	(6) 設定例	p 48
	(7) サーフェスモデルの出力	p 49
	(8) Full版の設定項目に関する解説	p 51
<b>2. 蹄底写真・蹄角度データから作成する場合</b>	(1) 蹄底写真の寸法合わせ	p 56
	(2) 蹄外形線の作成	p 58
	(3) Grasshopperでの形状合わせ	p 62
<b>3. GrasshopperのQ&amp;A</b>		p 63
<b>4. GrasshopperのスライダーのみRhinoに表示させる方法</b>		p 64

## 第3章 Grasshopperを使用しないモデリング

<b>1. カバー部の作成方法</b>	(1) 蹄3Dデータのインポート～蹄外形線の作成	p 65
	(2) 蹄断面線の作成	p 66
	(3) 蹄断面線のトリム	p 71
	(4) 蹄とカバーの間隙設定	p 73
	(5) 線のリビルド	p 75
	(6) カバーの外側になる線の作図	p 77
	(7) カバー部サーフェスの作成	p 79
	(8) 閉じたポリサーフェスの作成	p 83

<b>2. 馬蹄部の作成方法</b>	(1) 馬蹄部の長さを決める	p 84
	(2) 馬蹄部の上面を作成する	p 86
	(3) 馬蹄部の底面を作成する	p 89
	(4) 馬蹄部をポリサーフェスにする	p 90
	(5) カバー部と馬蹄部の合体	p 92

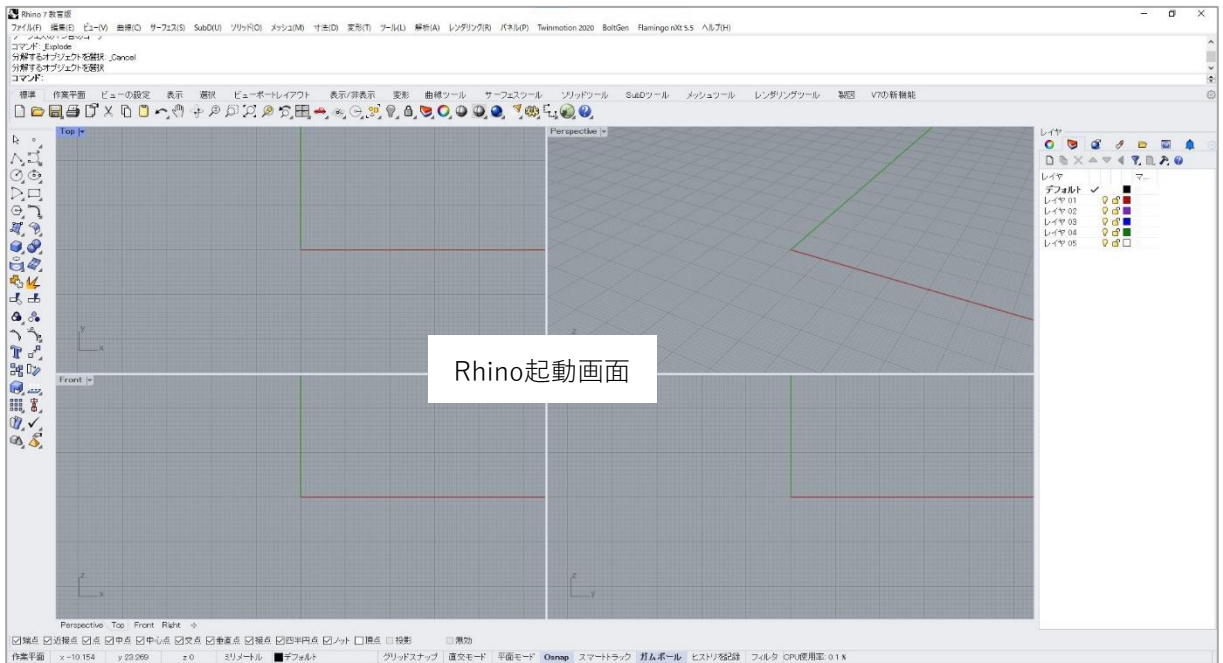
## 第4章 モデルの加工方法

<b>1. カバーの角を丸くしたい</b>	(1) 短い角の場合	p 93
	(2) 長い角の場合	p 96
<b>2. カバー部に穴をあけたい</b>		p 97
<b>3. 馬蹄部に張り出しを作りたい</b>		p 99
<b>4. 馬蹄部を馬蹄型ではなく埋まった板状にしたい</b>	(1) Grasshopperでモデルを作成する時	p 102
	(2) 手作業でモデルを作成するとき	p 103
<b>5. 底面に角度をつけたい</b>		p 106
<b>6. 底面をドーム状にしたい</b>		p 109
<b>7. データの寸法を測りたい</b>	(1) 長さ寸法	p 116
	(2) 平行寸法	p 117
	(3) 角度寸法	p 118
	(4) 注釈スタイル	p 120
<b>8. データのスケールを調整したい</b>		p 122
<b>9. 閉じたポリサーフェスにならないとき</b>		p 124

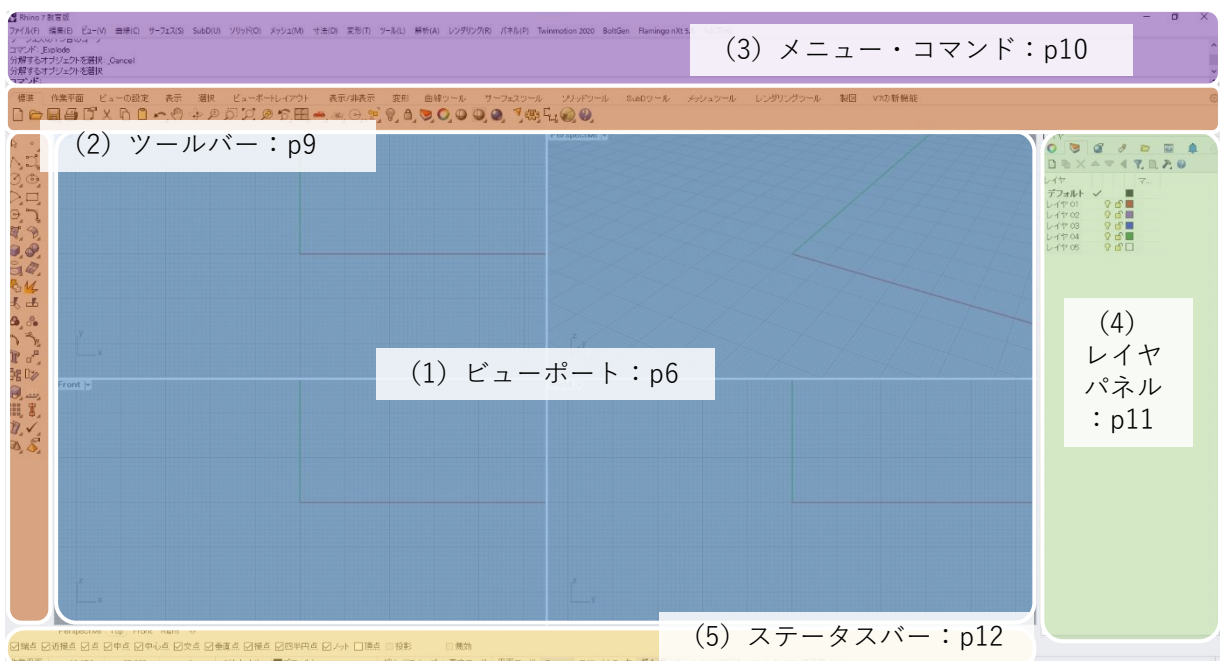
# 第1章 Rhinoの基本操作方法

## 1. 画面の概要

このマニュアルでは3DCADソフト「Rhino 7」を使用しています。まずRhinoを起動すると下の図の画面が表示されますので、画面の見方を説明します。

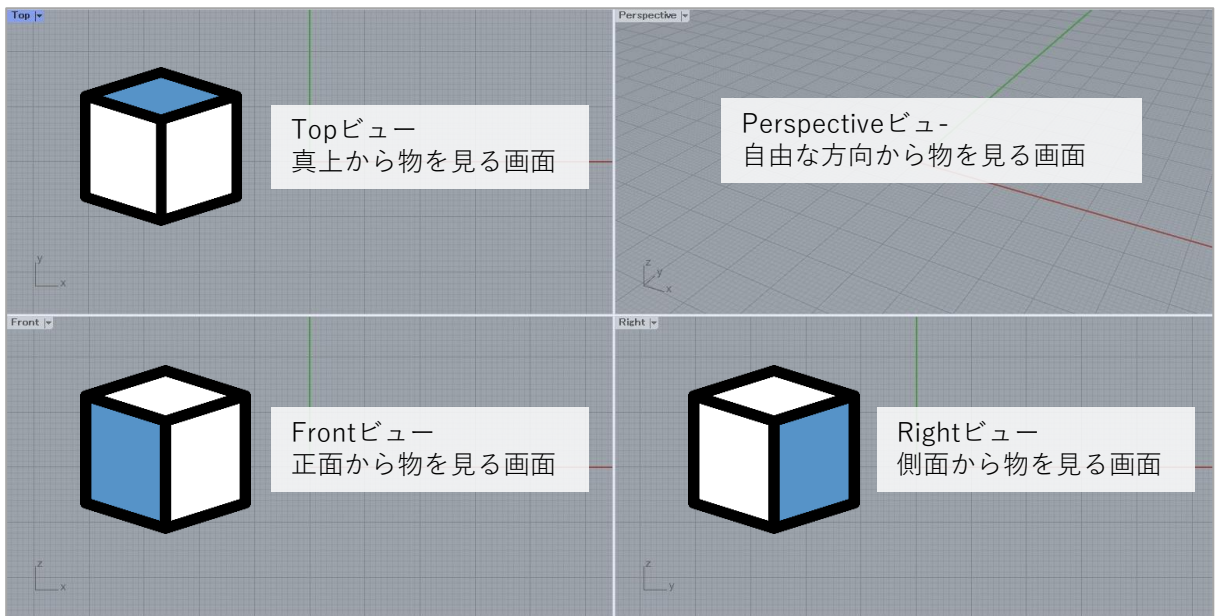


画面の各部分の名称はこうなっています。

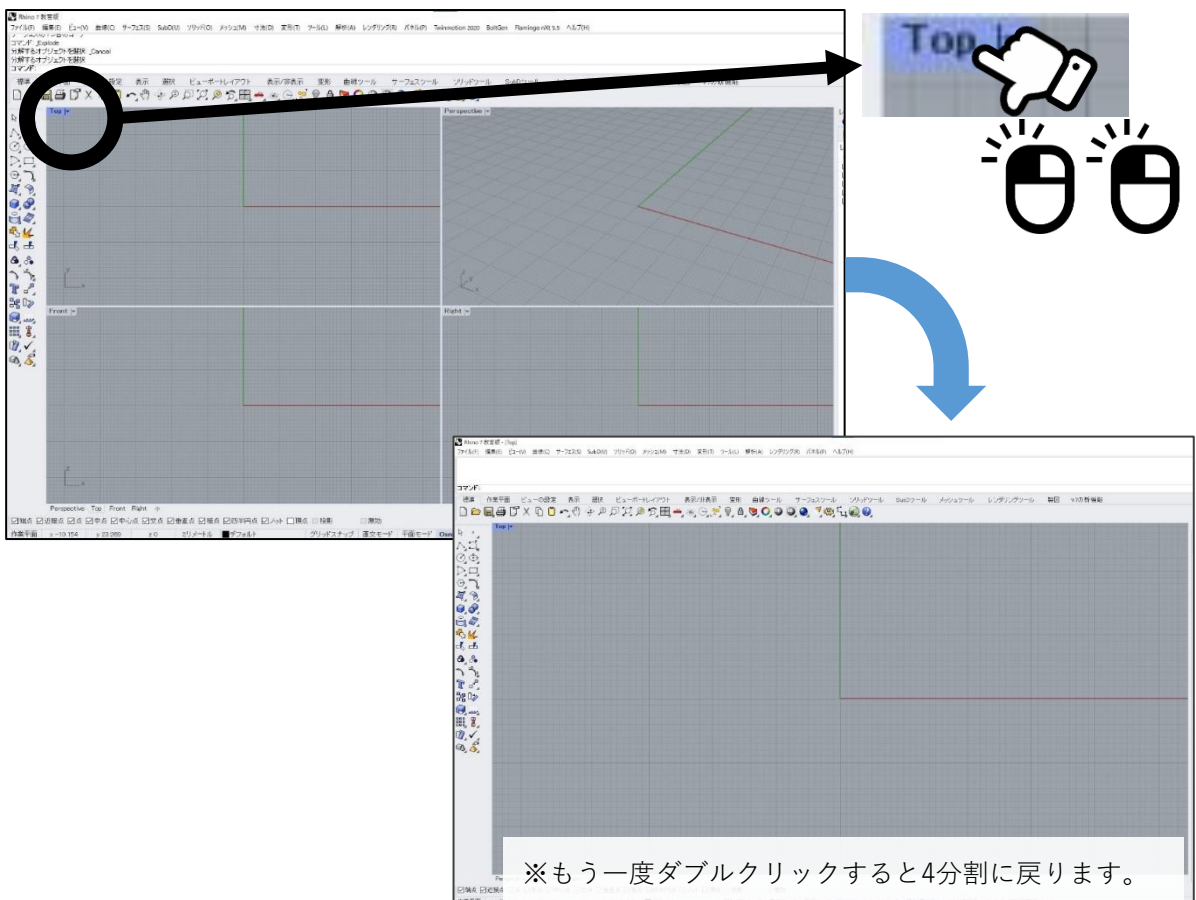


## (1) ビューポート

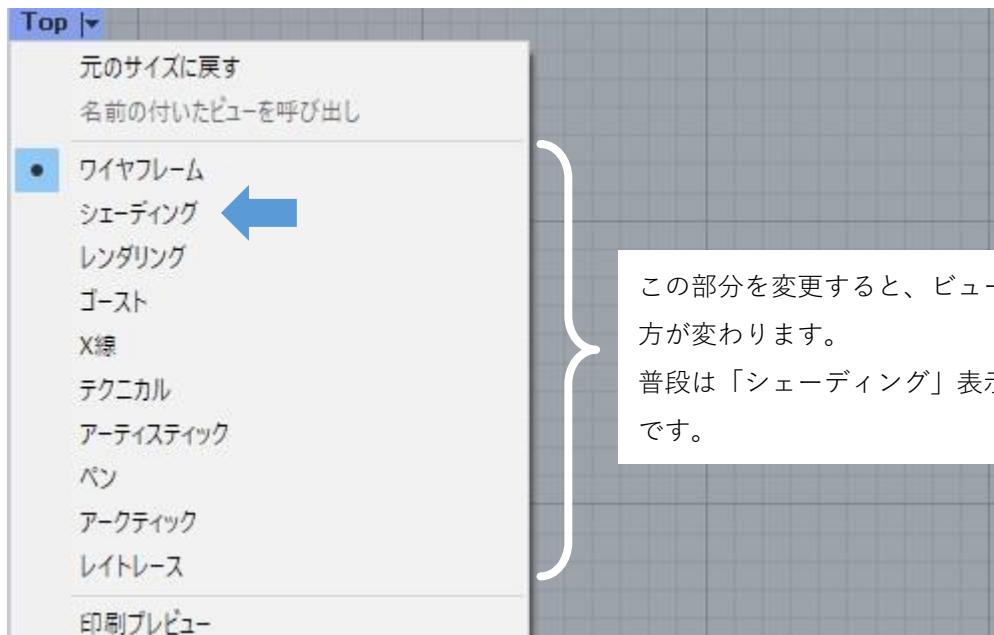
作業をするエリアです。デフォルトでは4つに分かれており、それぞれ物を見る方向が違います。



各ビューの**左上**の**ビュー名** (Topなど) をダブルクリックすると、そのビューが最大表示になります。



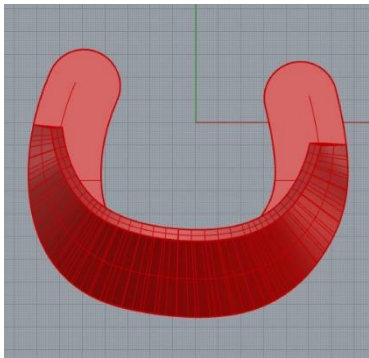
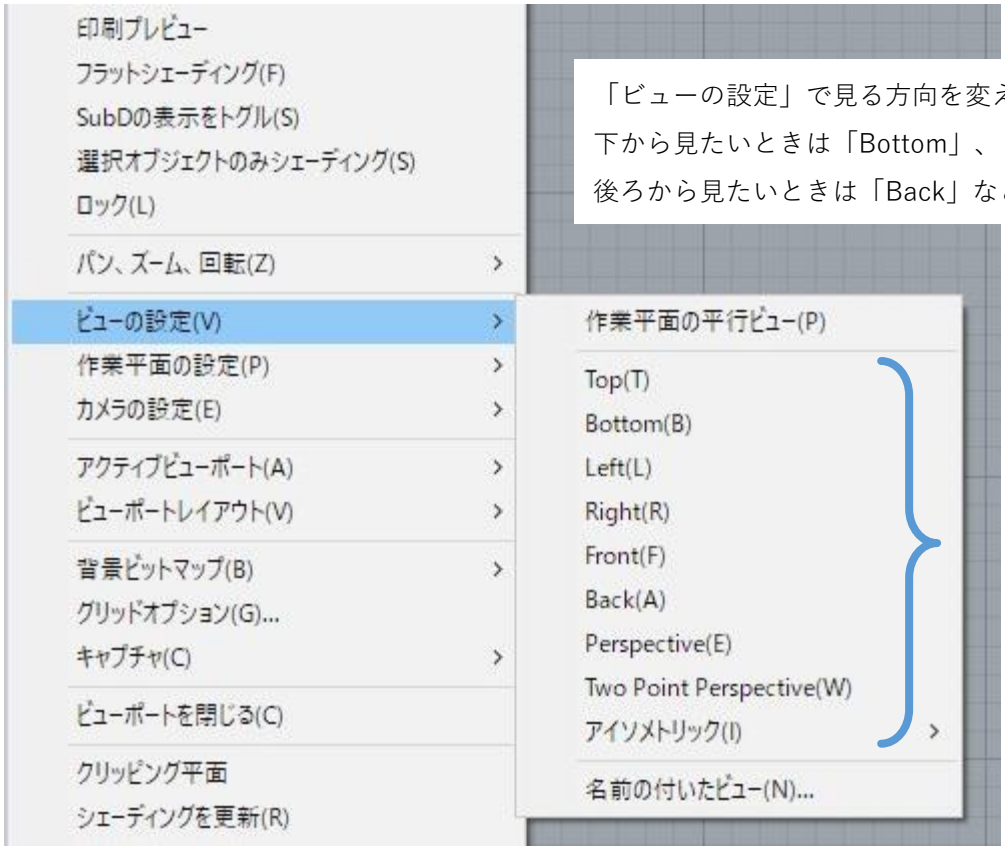
ビュー名の右の▼をクリックすると、いろいろな設定ができます。



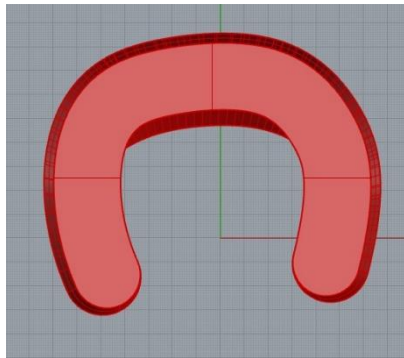
この部分を変更すると、ビューポートでの見え方が変わります。  
普段は「シェーディング」表示が作業しやすいです。



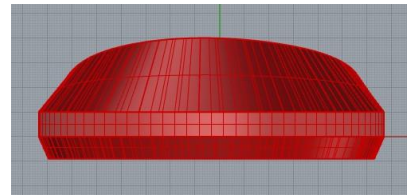




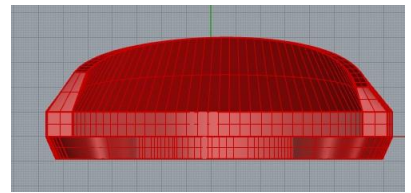
Top



Bottom



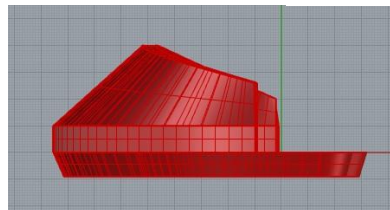
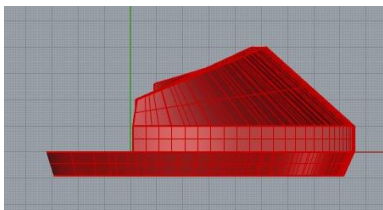
Front



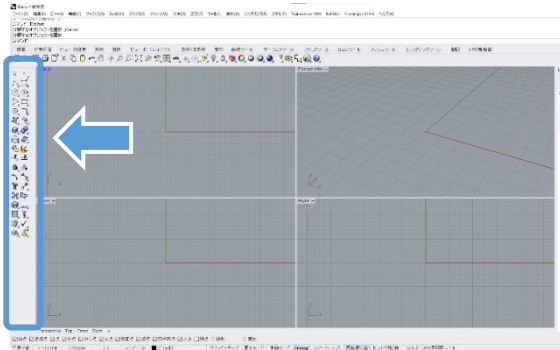
Back

Left

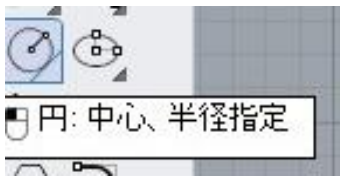
Right



## (2) ツールバー



ツールバーとは、画面左のアイコンが並んでいる部分を指します。



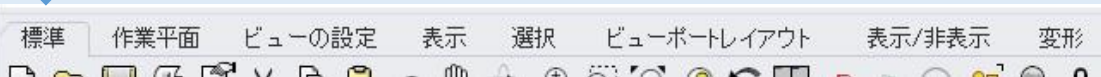
ツールバーには様々な操作がアイコンで示されています。**アイコンにカーソルを重ねると**、操作内容が文字で表示されます。

ツールバーにある機能は、ほとんどの場合メニューからも探すことができます。

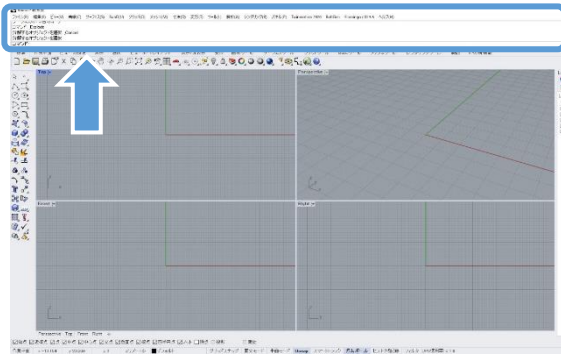
下図で示す通り、画面左の円のアイコンは、メニューの**曲線 > 円 > 中心、半径指定**と同じです。



上のタブを切り替えると様々なツールアイコンが出てきますが、本マニュアルでは「標準」の表示を進めます。



### (3) メニュー・コマンド

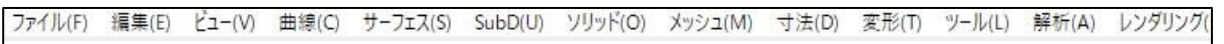


メニューは画面上部の「ファイル・編集・ビュー」などが書かれた部分です。

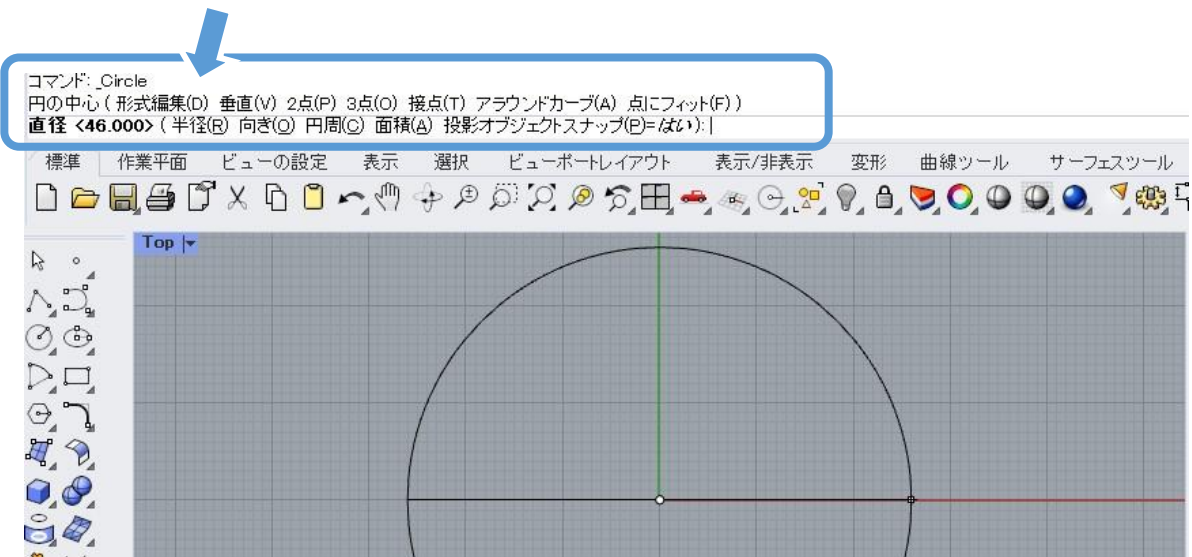
コマンドはその下の「コマンド：」と書かれたエリアです。

メニューでは、前のページで述べた通りツールバーと同様に様々な操作ができます。

本マニュアルでは、**曲線>円>中心、半径指定**のように、選択するものを順番に示します。



コマンドには直前の操作内容と、現在行っている操作と指示が表示されます。



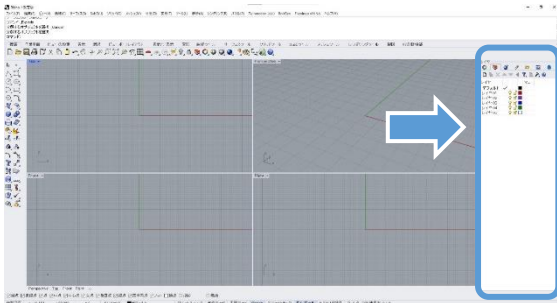
上の図の場合、一段目に**Circle (円)** のコマンドを行ったこと、二段目には**円の中心**を決めた履歴が表示されています。

三段目の太字の部分では、現在の操作指示を表示しています。

また、コマンド部分での操作もできます。上図の例では**直径**の右横に並ぶ**(半径 (R) 向き (O))**などの文字をクリックすると、何を基準に作図するかを変更できます。

コマンドの履歴はスクロールして戻って確認できます。どのような操作をしたか思い出したいとき、また、操作中に今何をするとところかわからなくなったときは、コマンドを確認してみてください。

## (4) レイヤパネル



レイヤパネルは画面右側にあります。

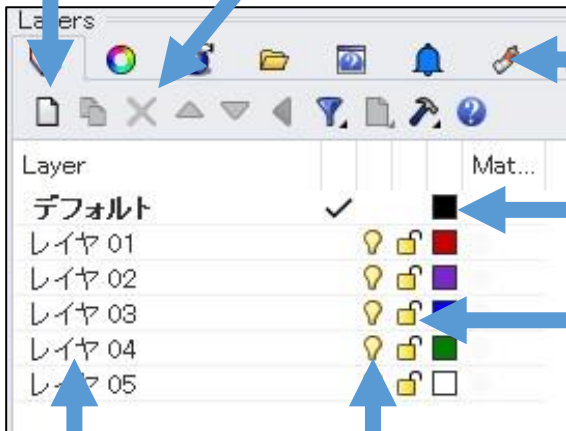
Rhinoでは作成した線や面などを**レイヤ**に分けて管理できます。画面がごちゃごちゃして作業しにくい時はレイヤを整理してみましょう。

**新規レイヤ**

レイヤの追加

**×：削除**

レイヤの削除



他のタブは本マニュアルでは使用しません。

**色**

レイヤの表示色変更

**鍵アイコン**

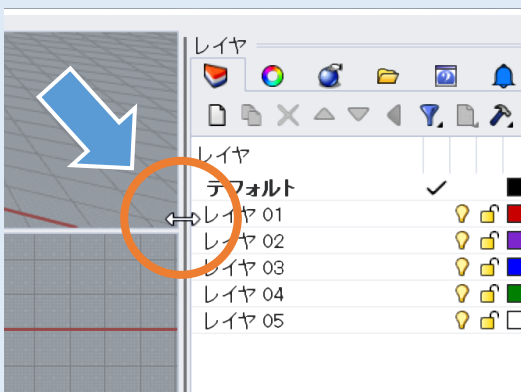
レイヤのロック・解除

**レイヤ名**

ダブルクリックで  
編集可能

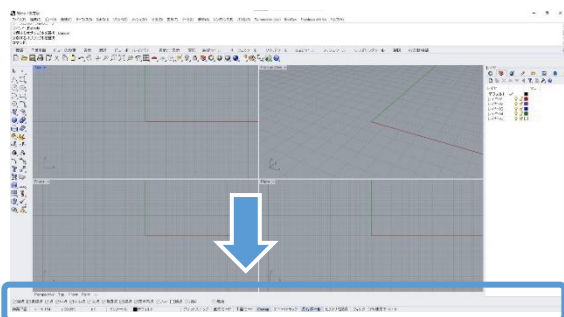
**電球アイコン**

レイヤの表示・非表示



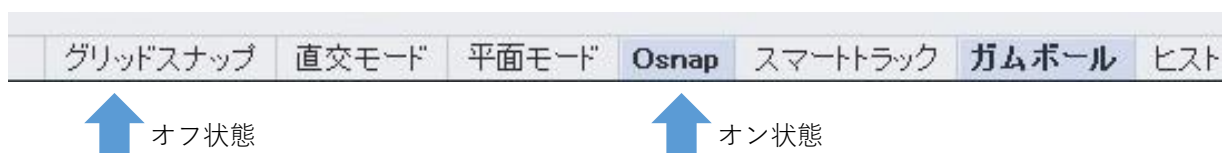
レイヤパネルが大きすぎる・小さすぎる等、サイズを調整したい場合は、パネルの枠部分にマウスカーソルを持っていくと、カーソルが両方向の矢印の形状になりクリック&ドラッグでパネルの大きさを変更できます。

## (5) ステータスバー



ステータスバーは画面最下部にあります。

ステータスバーのエリアには作業の補助をするツールがあります。オン・オフが可能です。青背景・太文字になっているものはオン、そうでないものはオフの状態です。



本マニュアルで使用するのは主に次の2つです。

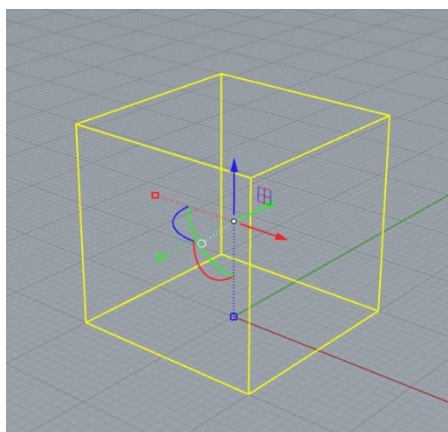
### Osnap

端点 近接点 点 中点 中心点 交点 垂直点 接点 四半円点 ノット 頂点 投影

オンにすると、上図のチェックが入った要素が選択できるようになります。

本マニュアルでは、作業がしやすいようオンオフを指示することがあります。

### ガムボール



ガムボール (赤青緑の矢印)

オンにすると、作成した線などを選択した際に  
**X,Y,Z**の矢印が表示されます。

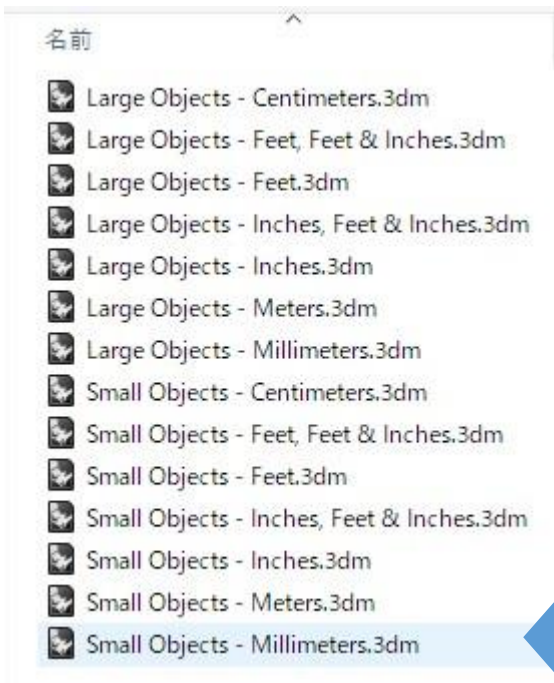
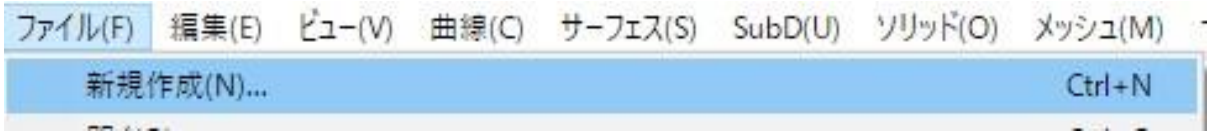
**矢印を引っ張るとその方向に移動**でき、また、**円弧を引っ張ると回転**ができます。

クリックして数値入力での移動・回転も可能です。

## 2. 操作チュートリアル

基本的な操作の練習を行います。指示と図の通りに操作を行きましょう。

### (1) 新規ファイルの作成



ファイル>新規作成 を行うと、テンプレートを  
選択する画面になります。

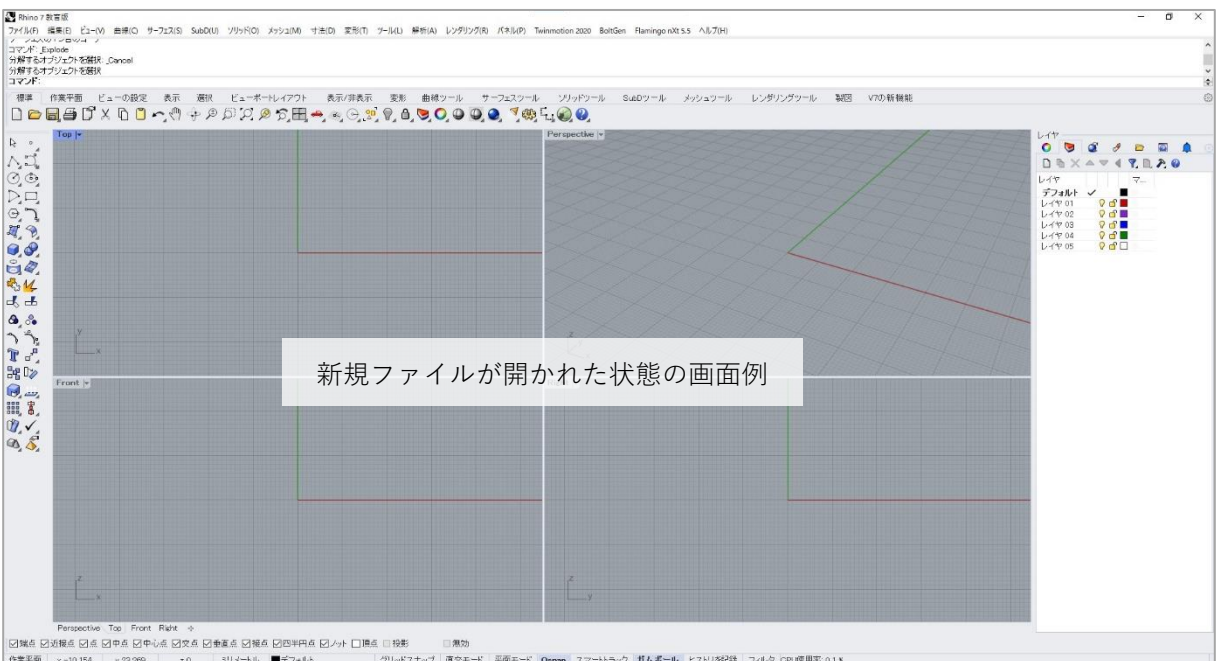
これはファイルで扱う精度と単位を示しています。

3Dビュー作成の場合、一番下の

**「Small Objects-Millimeters.3dm」**

を選択してください。

精度を0.001mm、単位をミリメートルとした新規  
ファイルを作成できます。



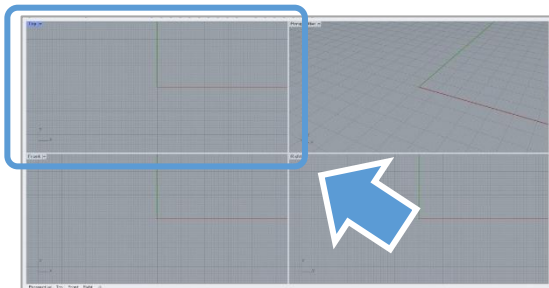
## (2) 直線の作図



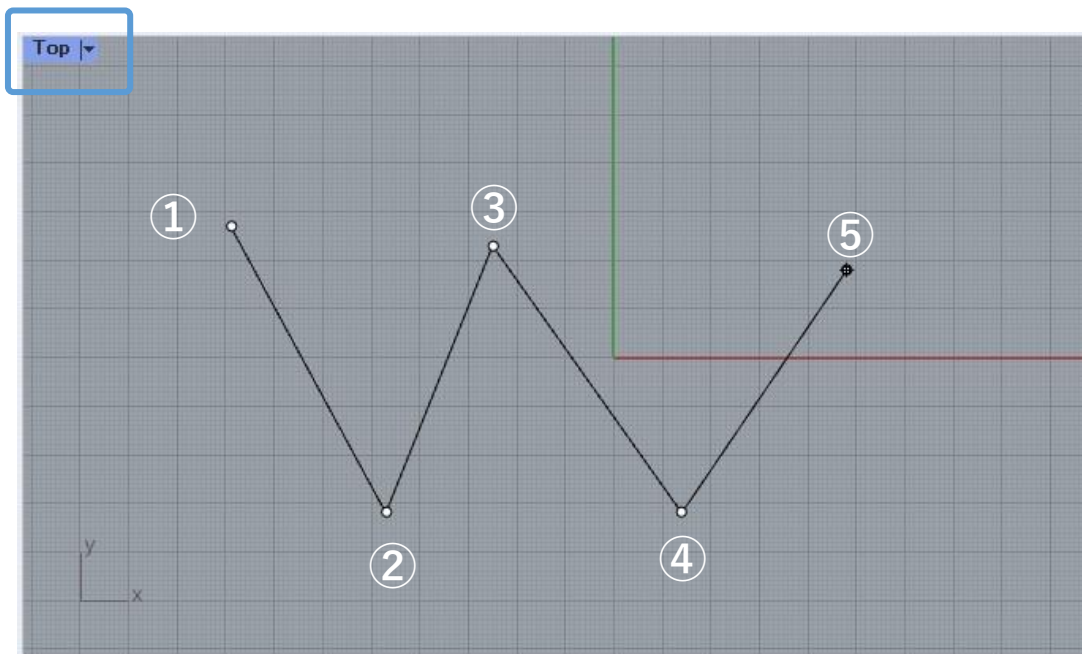
まずは直線の描き方です。

左側ツールバーの上から2段目、左側の「**ポリライン**」を**左クリック**してください。

ビューポート左上の**Topビュー**で**左クリック**をすると、点が描かれます。次に点を描いたところまで、点をつなぐ線を描くことができます。



下図のように、5個程度の点を打って線を描いてみてください。描き終わりたいときは**右クリック**または**Enterキー**で描くのをやめることができます。



**Ctrl** + **Z**



もし操作をやり直したくなったときは、**Ctrl+Z**で一つ前の状態に戻れます。

または **編集 > 元に戻す** を行うか、上部タブの「**元に戻す**」アイコンでも可能です。



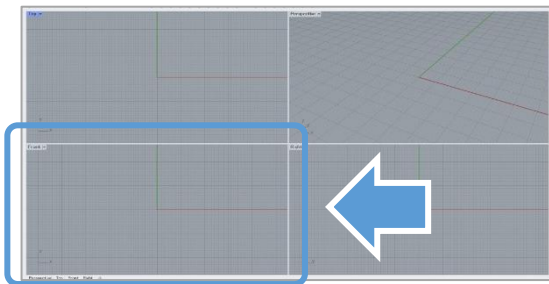
次に、もう一度直線を描きます。

**同じコマンドをもう一度行いたいときは、ツールバーのアイコンをいちいち押しなくても、右クリックまたはEnterキーで再度行うことができます。**

ポリラインの次の点。操作を完了するにはEnterを  
コマンド: Polyline  
ポリラインの始点 (常に閉じる(P)=いいえ):

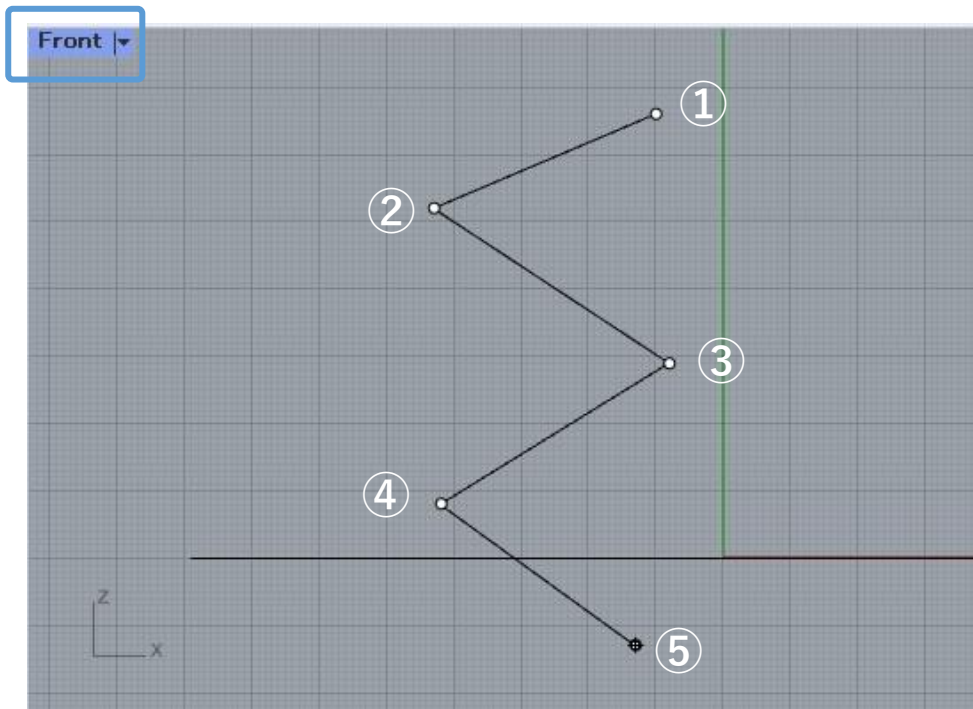
右クリックをすると、画面上部のコマンドエリアに左図のように「**ポリラインの始点**」と太字で表示されていると思います。

これは「線の最初の点を決めてください」という指示となっています。こうなっていれば、再度線を描くことができます。



今度は左下の**Frontビュー**に下図のように5個ほど点を打って線を描いてみてください。

描き終わりたいときは**右クリック**または**Enterキー**で描くのをやめることができます。

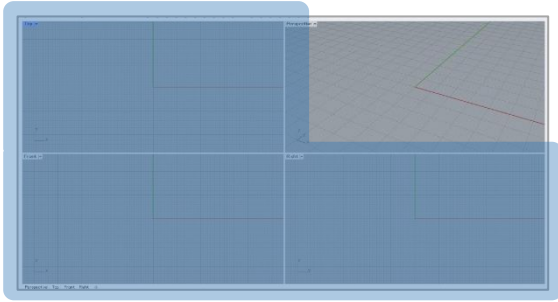


**操作を完了するにはEnterを押します。**

操作のやめ方がわからなくなったときも、コマンドエリアを見るとやめ方のヒントが出ています。



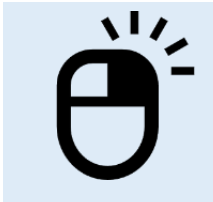
### (3) ビューの操作



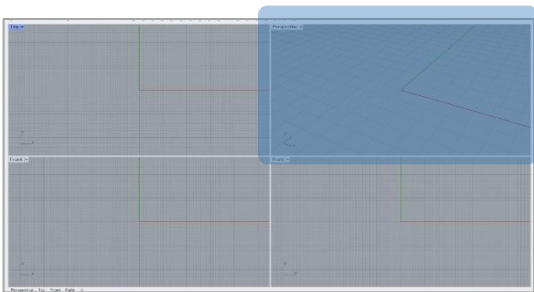
Topビュー・Frontビュー・Rightビューは画面上の操作が同じです。



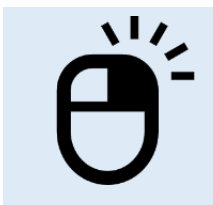
マウスホイールの上で拡大・縮小ができます。



右クリックを押しながら移動で、画面範囲を動かします。画面範囲を移動することを**パン**と言います。上部メニューから **ビュー>パン** を選択、または標準タブ内の「**ビューをパン**」でも同じ効果です。



Perspectiveビューは操作が少々異なります。



右クリックを押しながら移動すると、ビューの回転になります。

上部メニューから **ビュー>回転** を選択、または標準タブ内の「**ビューを回転**」でも同じ効果です。



「**ビューをパン**」を行いたいときは、**Shiftキー＋右クリック移動**となります。

Shift

#### (4) 曲線の作図



### 曲線の始点 ( )

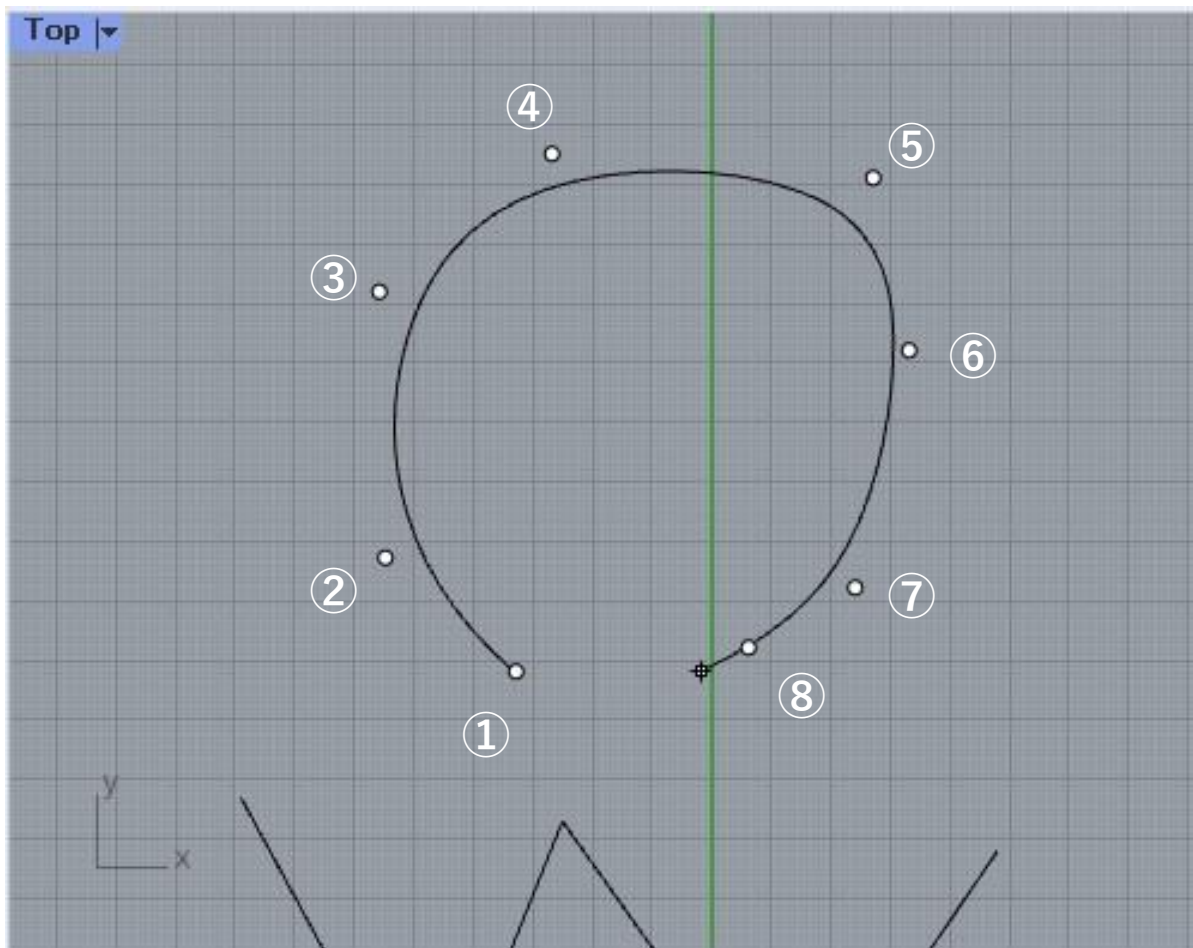
次は曲線を描いてみましょう。

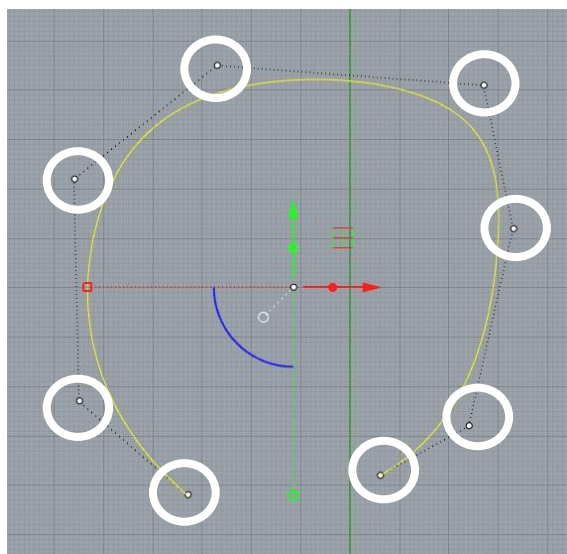
ポリラインの隣の「**制御点指定曲線**」を左クリックしてください。

直線の時と同様に、点を打つと曲線を描くことができます。

**Topビュー**上で下図のように馬蹄型の線を描いてみてください。描く場所がない場合は、前のページを参考に画面を動かして、空いている場所を探してください。

描き終わりたいときは直線の時と同様に、**右クリック**または**Enterキー**で描くのをやめることができます。

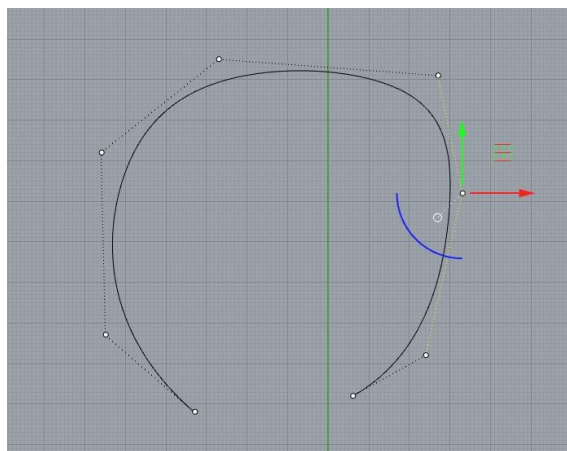




今、点をいくつか置いて曲線を作図しましたが、この点を**制御点**と呼びます。

制御点は線や面を選択したり、**F10キー**を押すことで表示できます。

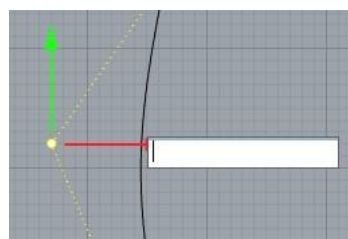
制御点を非表示にするには**F11キー**を押します。



制御点を選んで、動かしてみましょう。

点を一つ左クリックしたまま動かすと、自由な位置に動かせます。

また、点を左クリックすると**ガムボール** (p12 参照) が表示されます。ガムボールの矢印を左クリックしたまま動かすと、まっすぐ動かすことができます。また、矢印を一回左クリックすると、数値入力で移動が可能です。

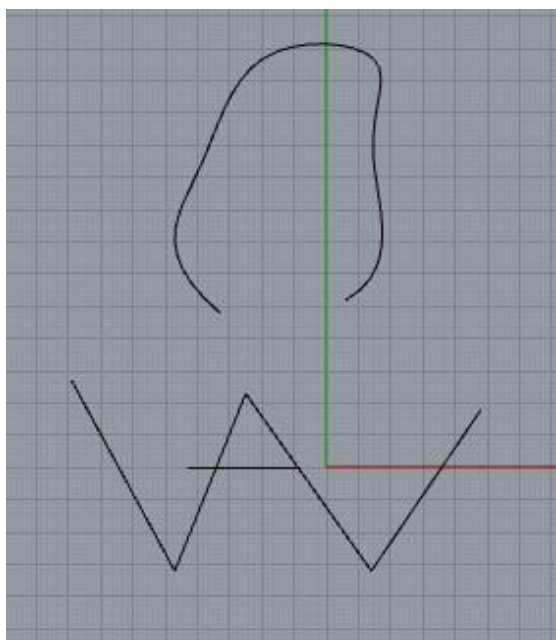


数値入力エリア



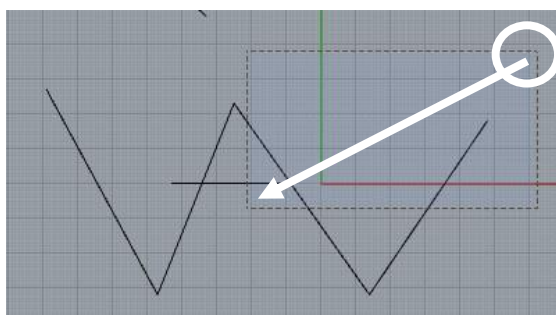
制御点を移動させると、左図のように曲線が制御点に引っ張られる形で変形します。

## (5) オブジェクト（線や面）の選択・削除方法



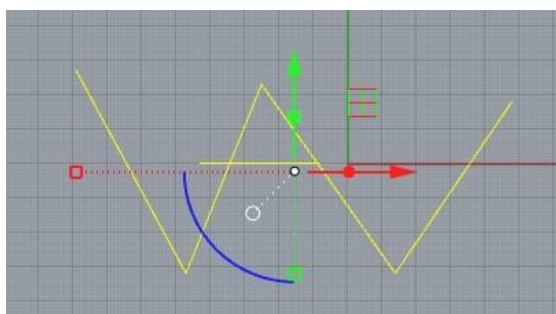
Topビューを見ると、今描いた線がいくつか表示されていると思います。

ここから、**直線だけ**を選択して削除してみましょう。



描いた直線の**右上**を**左クリック**したまま**左下**に移動すると、**選択エリア**が表示されます。

直線の真ん中くらいまで移動し、左図のような選択エリアを作成して下さい。

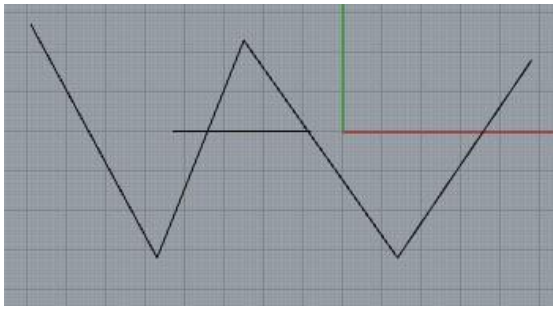


右から左に向かって選択したエリアは、**エリアに少しでも重なったオブジェクト**（線や面）を選択できます。

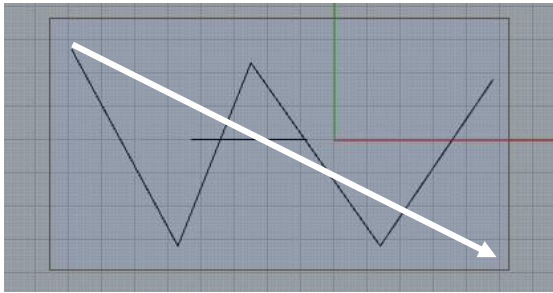
一旦、**Escキー**を押して選択を解除してください。



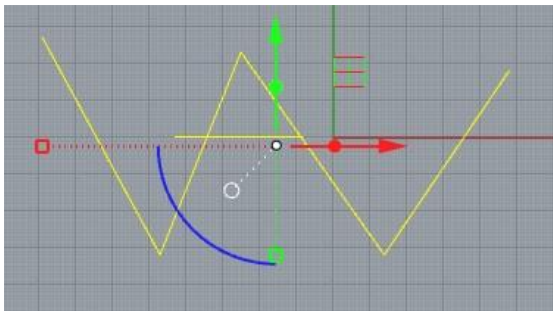
次に、直線の**左上**をクリックしたまま**右下**に向かって移動し、左図のように直線の真ん中くらいまで選択エリアを作ってください。



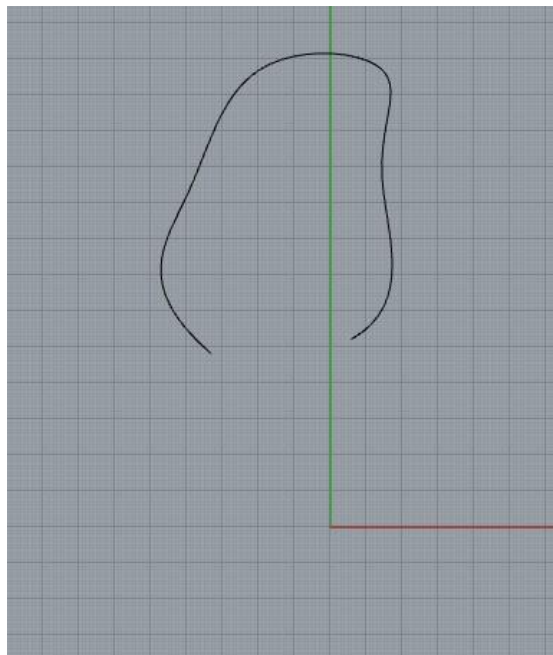
左から右に選択エリアを作成した場合、重なっただけではオブジェクトは選択されません。



左から右の選択エリアは、「**エリアに完全に含まれたもの**」のみ選択できます。



それでは、選択エリアを使って、先ほどポリラインで描いた直線を**2つとも**選択してください。

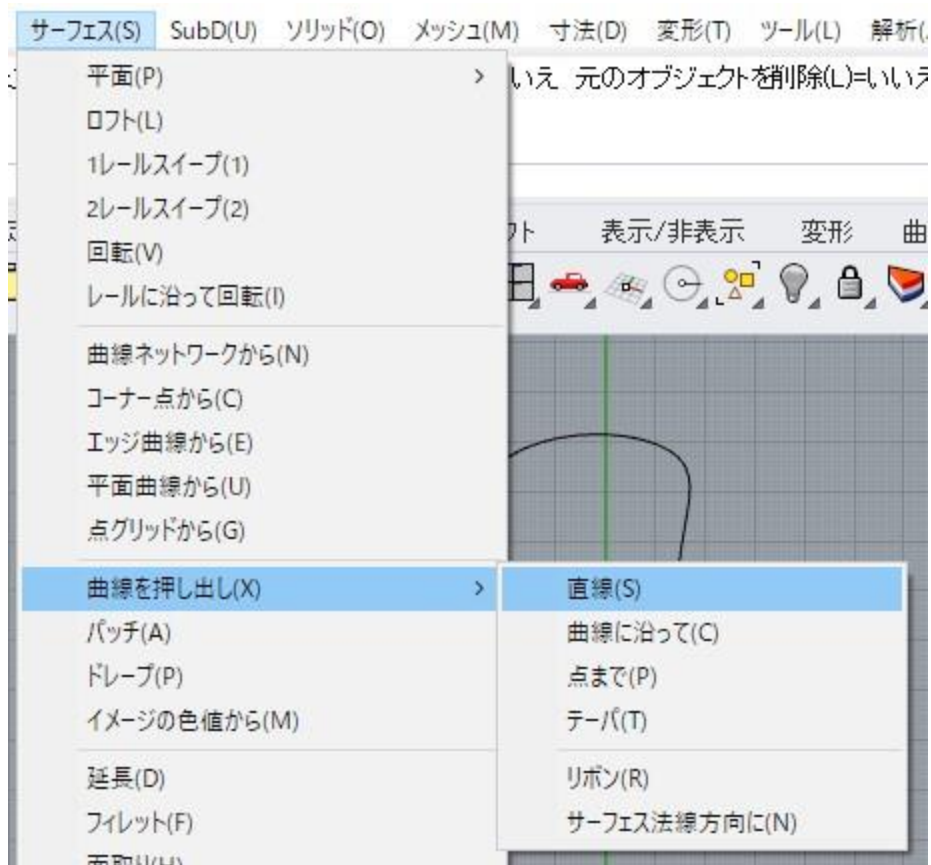


**Deleteキー**または  
**編集 > 削除**

で選択した線を削除します。

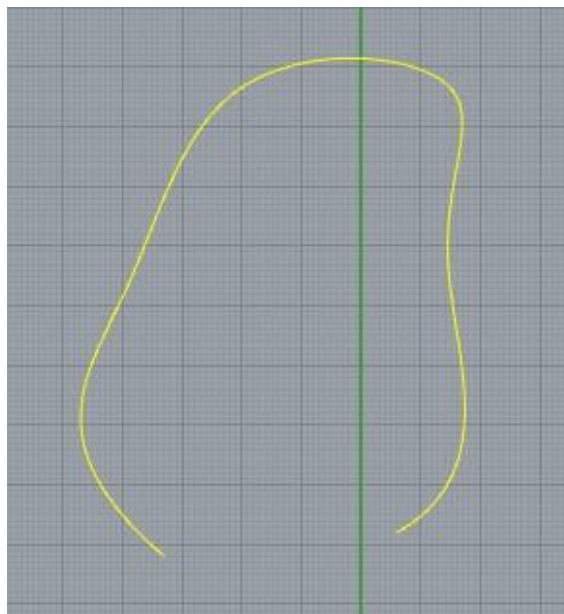
編集(E)	ビュー(V)	曲線(C)	サーフェス(S)	SubD(U)
元に戻す(U)				Ctrl+Z
やり直し(R)				Ctrl+Y
元に戻す(複数回)(O)...				
やり直し(複数回)(E)...				
カット(T)				Ctrl+X
コピー(C)				Ctrl+C
ペースト(P)				Ctrl+V
<b>削除(D)</b>				<b>Del</b>

## (6) 線を押し出して面をつくる



描いた線を面にしてみましょう。

メニューから、**サーフェス**>**曲線を押し出し**>**直線** を選択してください。



押し出す曲線を選択: \_Pause  
押し出す曲線を選択:

コマンドエリアに「押し出す曲線を選択」と指示が出るので、先ほど描いた曲線を左クリックして選択してください。

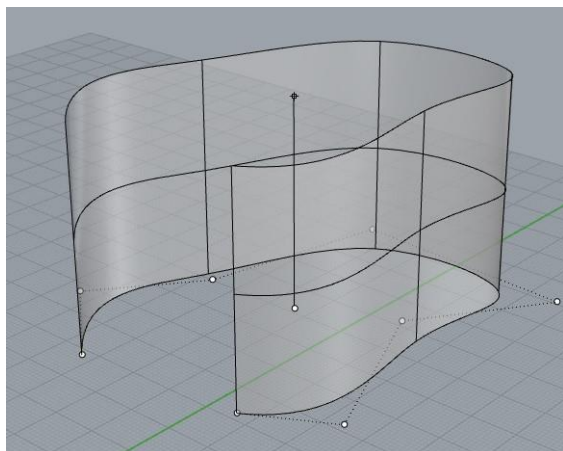
右クリックまたはEnterキーを押して確定します。

# 押し出し距離 <64> (出力(O)=サーフェス 方向(D) 両

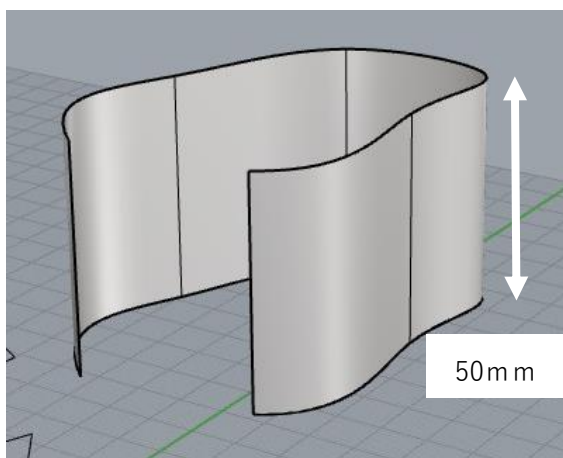
コマンドに「押し出し距離< (何らかの数字) >」と表示されています。「50」と入力してみてください。

いえ 境界まで(T) 基点を設定(A) ): 50

コマンドエリアに出ている表示の一番右側に「50」と入力されます。



ビューポート上では上下どちらに押し出すか、カーソルの位置で決められるようになります。Topビューでは高さを決められないので、**Topビュー以外**のビューで押し出し方向を決めます。



上側に押し出される位置で**左クリック**すると、曲線を**50mm上に押し出した**形の面が作成されます。

Perspectiveビューをシェーディング表示にしていると、左図のように面が作成されていることがわかります。

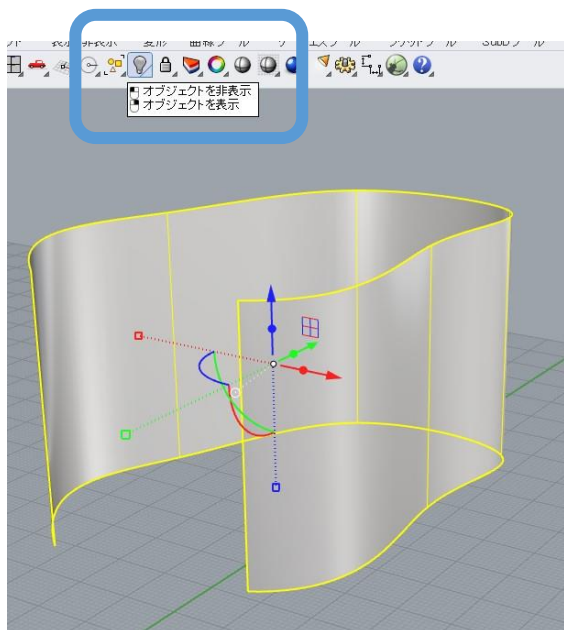


Perspectiveのビュー名右の▼をクリックしてシェーディング表示にする (p7参照)

Rhinoでは面のデータの事を「サーフェス」と呼びます。以降の説明ではサーフェスという単語で説明します。

## (7) 曲線を閉じる

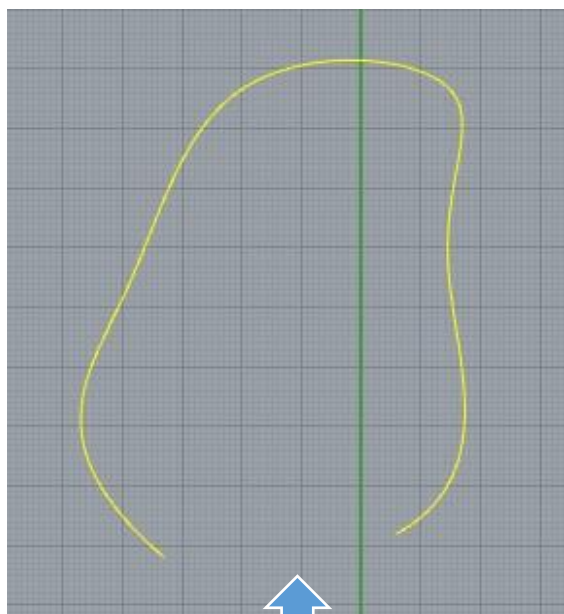
曲線には「開いた曲線」と「閉じた曲線」があります。ここでは曲線を閉じてみましょう。



先ほど押出しで作成したサーフェスを選択してください。

選択された状態で、上のツールバーの電球アイコンをクリックすると、非表示になります。

※**Ctrl+H**キーでも非表示にできます。



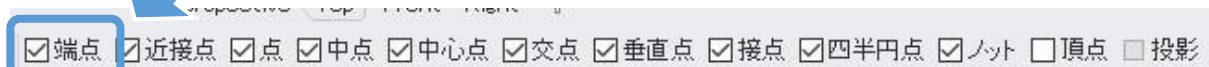
線が繋がっていない状態  
(開いた曲線)

Topビューをご覧いただくと、曲線のみが表示されている状態となっています。

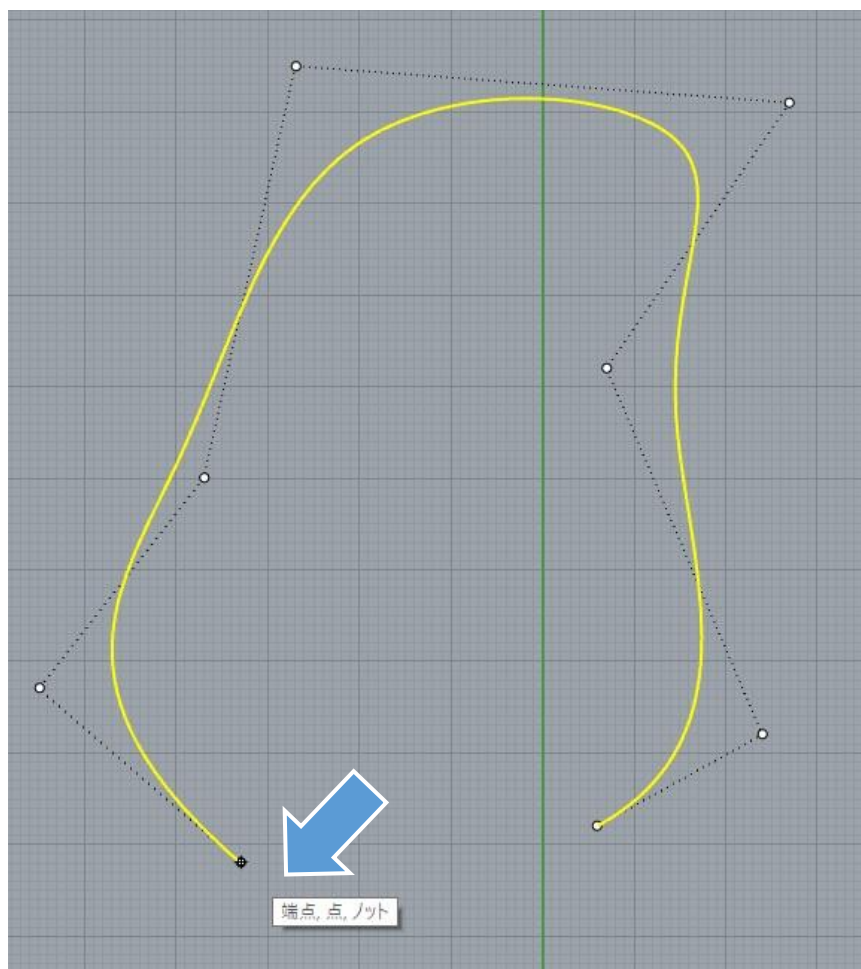
曲線は一部が開いている状態です。これを「開いた曲線」と呼びます。



Osnapをオンにして、「端点」にチェックが入っていることを確認してください。（Osnap：p12 参照）



「ポリライン」を使用します。



Osnapで端点がオンになっていると、線のはしっこにカーソルを近づけた時に上図のように「端点、点、ノット」と表示が出ます。その表示が出ているところで**左クリック**してください。

曲線のもう片方のはしっこも「端点、点、ノット」の表示が出るところで左クリックすると、間をつなげる直線が描かれます。（下図参照）

右クリックまたはEnterキーで直線の作図を終了します。



曲線と今描いた直線の2つの線は、まだバラバラの状態です。2つの線を選択し、左側のツールバーから「結合」を選択します。

2個の曲線を1個の閉じた曲線に結合しました。

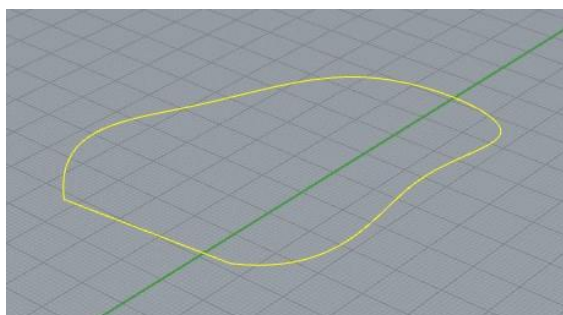
コマンドエリアに左のような表示が出たら成功です。端点が繋がって輪になっている線を「閉じた曲線」と呼びます。

ここで作成した閉じた曲線から、立体を作ってみましょう。次ページで説明します。

## (8) 閉じた曲線から押し出しをつくる



上部メニューから、  
**ソリッド>平面曲線を押し出し>直線**  
を使用します。

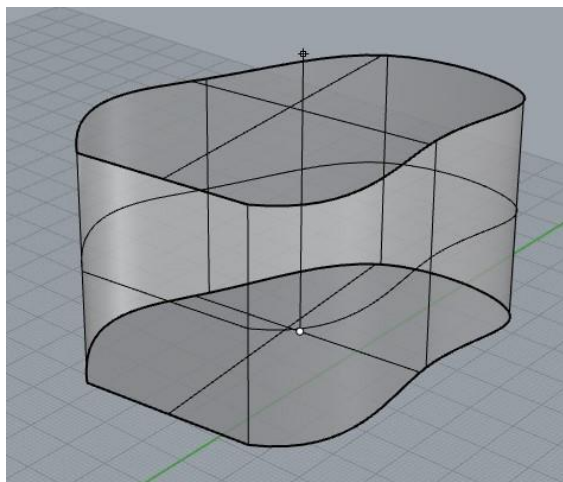


先ほど作成した閉じた曲線を左クリックで選び、  
右クリックまたはEnterを行います。

※線を選んだ状態で**ソリッド>平面曲線を押し出し>直線**を行った場合は、下の「押し出し距離」の表示まで進んでいます。

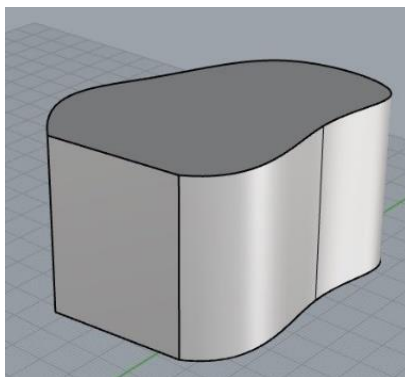
押し出しの作業は高さ方向が必要になるため、  
Topビュー以外で行いましょう。

**押し出し距離 <50> (出力(O)=サーフェス 方向(D))**

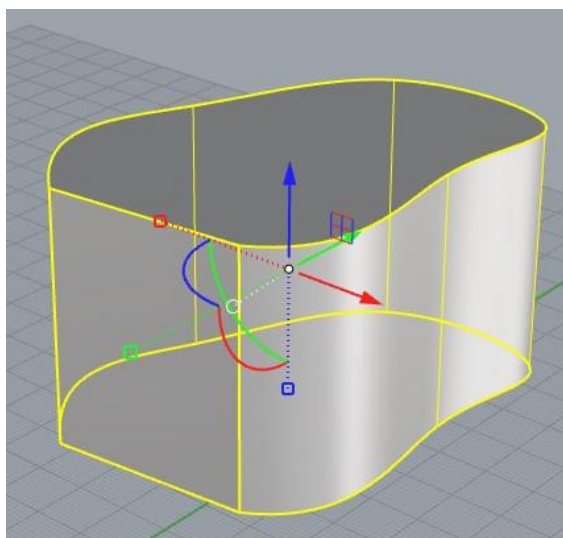


コマンドエリアに押し出し距離を指定するように  
指示が出るので、「**50**」を入力し、上方向に押し  
出す形で左クリックします。

**高さ50mmの立体**が作成できます。

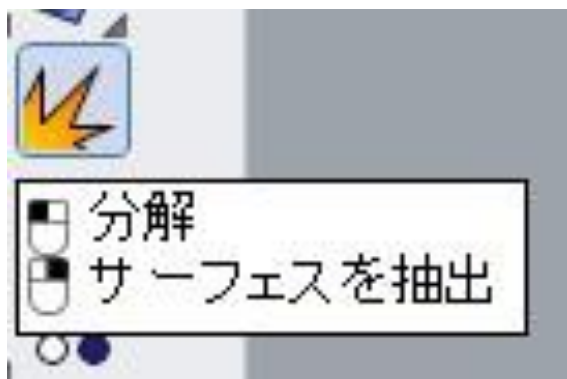


## (9) サーフェスとソリッドの関係



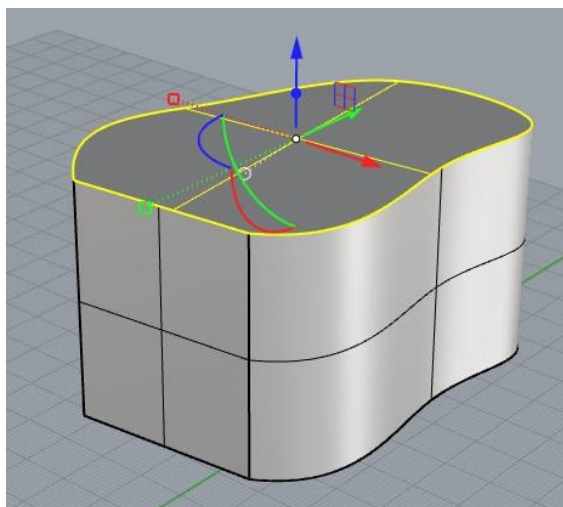
先ほど作成した立体を選択すると、「1個の閉じた押し出し」とコマンドエリアに表示されます。

1個の閉じた押し出しを選択に追加しました。



この立体をサーフェスに分解してみましょう。

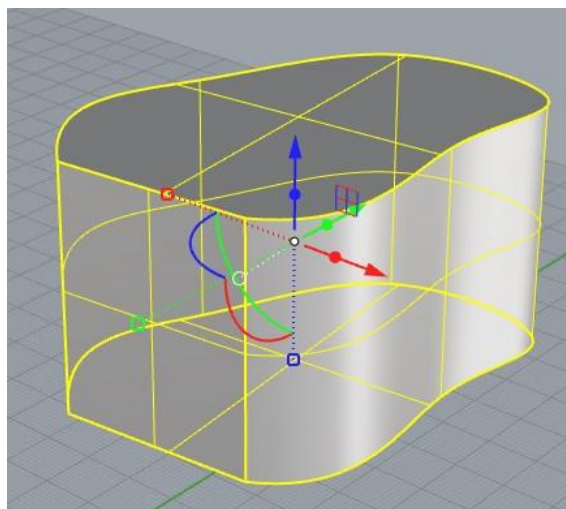
立体を選択した状態のまま、「**分解**」を選択してください。



1個の押し出しを4個のサーフェスに分解しました。

すると、立体が4個のサーフェスに分解されます。左クリックして選択してみましょう。すると、立体ではなくサーフェスが選択されると思います。

分解により、この立体は「天面」「底面」「側面2枚」の4個のサーフェスでできていたことがわかります。

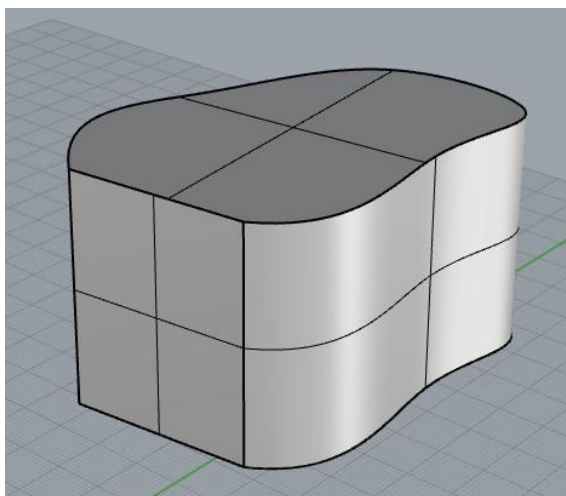


4個のサーフェスを選択に追加しました。



今分解した4個のサーフェスをp19を参考にすべて選択し、「結合」を選択してください。

4個のサーフェスまたはポリサーフェスを1個の閉じたポリサーフェスに結合しました。



見た目は変わりませんが、サーフェスが結合し再度立体になっています。左クリックすると、立体が選択できるようになっています。

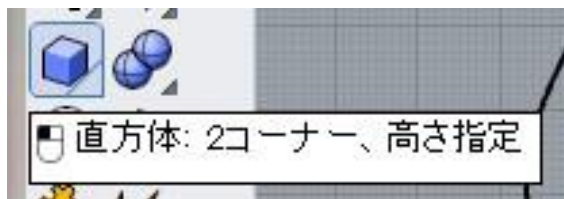
サーフェスが結合して穴のない立体になっている状態を「閉じたポリサーフェス※」または「ソリッド」と呼びます。

3Dプリントするには、この「閉じたポリサーフェス」になっている必要があります。

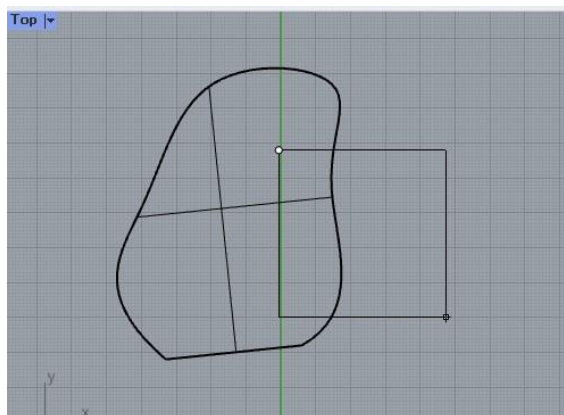
※ポリサーフェス：サーフェスが複数結合した状態

## (10) ポリサーフェスを編集する

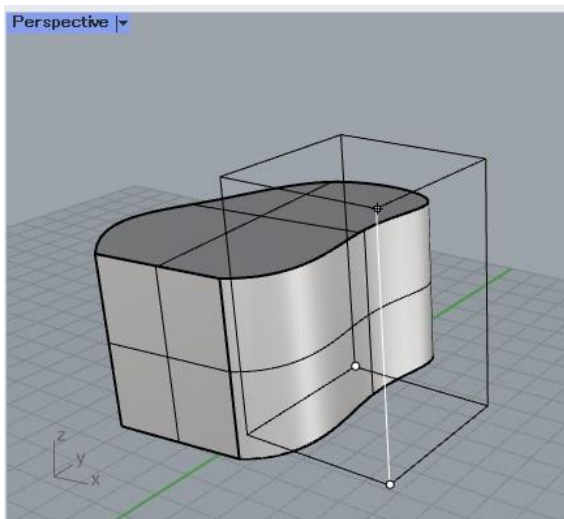
ポリサーフェスを作るには他の方法もあります。また、ポリサーフェス同士を足したり引いたりすることもできます。いくつかの例を試してみましょう。



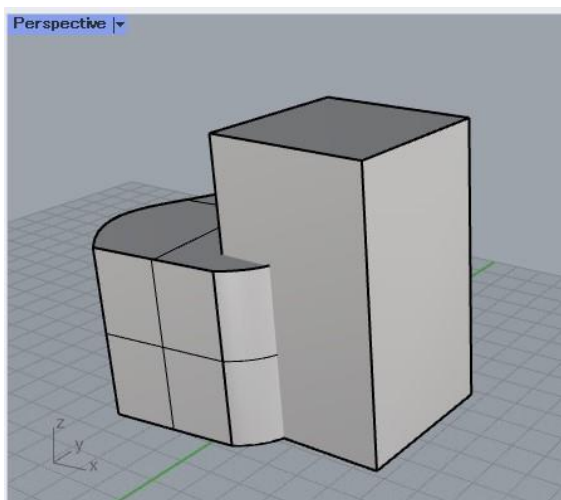
「直方体」アイコンをクリックします。



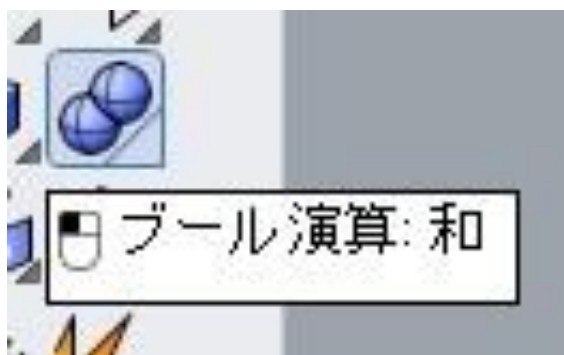
**Topビュー**で底面になる四角形を作図します。  
2つの点を打つと、2点を対角線とする四角形が作図できます。  
このとき、先ほど作成したポリサーフェスに**重なるように**作図してください。



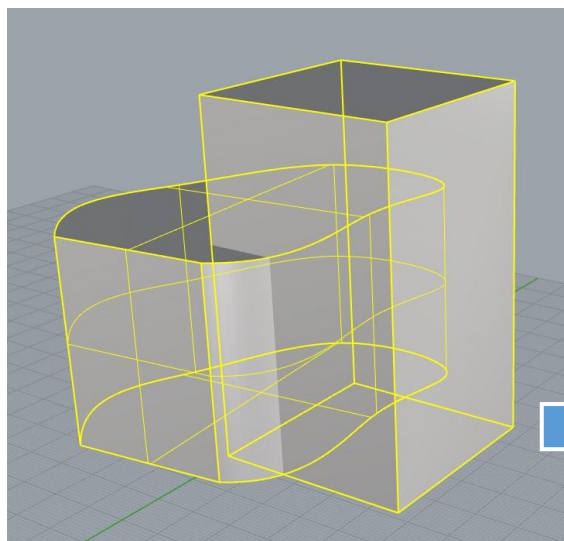
**Topビュー以外のビュー**で高さを設定します。  
または、押し出しの際と同様に数値入力することで高さを設定します。  
今回は、高さは自由に決めて大丈夫です。



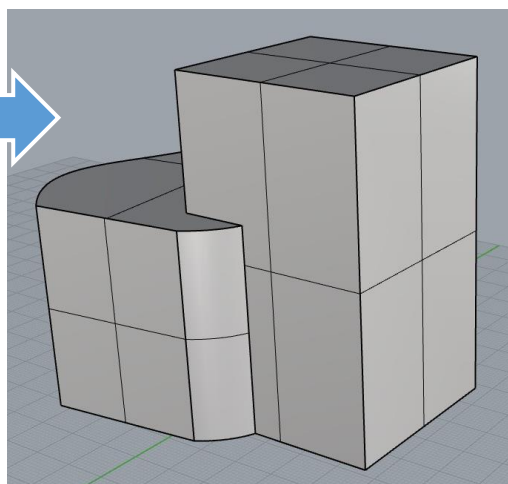
図のように、2つのポリサーフェスが重なった形ができます。



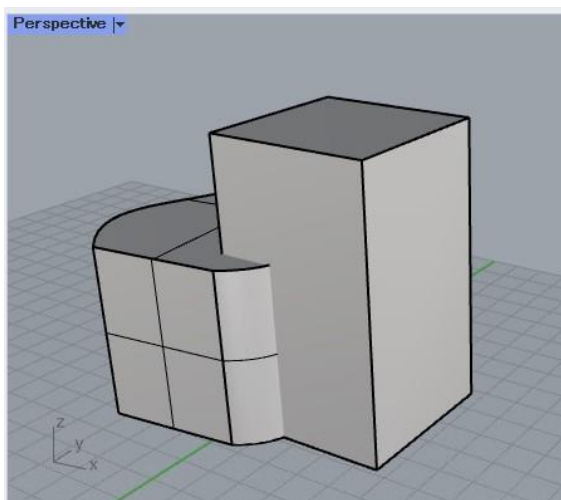
2つのポリサーフェスを合体させるには、ツールバーの「**ブール演算: 和**」を使用します。



2つのポリサーフェスを選択して**右クリック**または**Enterキー**を押すと、1つのポリサーフェスに合体します。  
ブール演算: 和は、3Dシューに張り出しを作る時などに使用できます。



※合体しているかどうかは、ポリサーフェスをクリックして全体が選択されるかどうかで確認できます。



今度は逆にポリサーフェスを削ってみましょう。

**Ctrl+Z**または**編集>元に戻す**

を使用して、合体前の状態に戻してください。



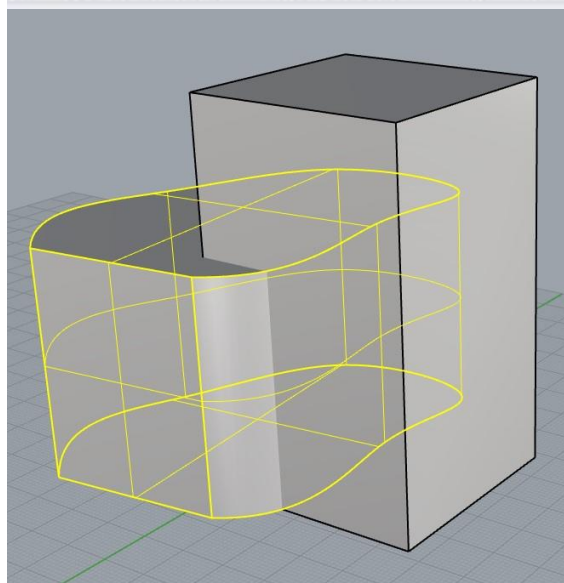
※元に戻しすぎた場合は、**Ctrl+Y**または**編集>やり直し** で元に戻した分をやり直せます。



「**ブール演算：和**」の**アイコン右下の三角**を押すと、アイコンがたくさん出てきます。

今回は一番上左から2番目の「**ブール演算：差**」を使用します。

## 差演算をする元のサーフェスまたはポリサーフェスを選択：



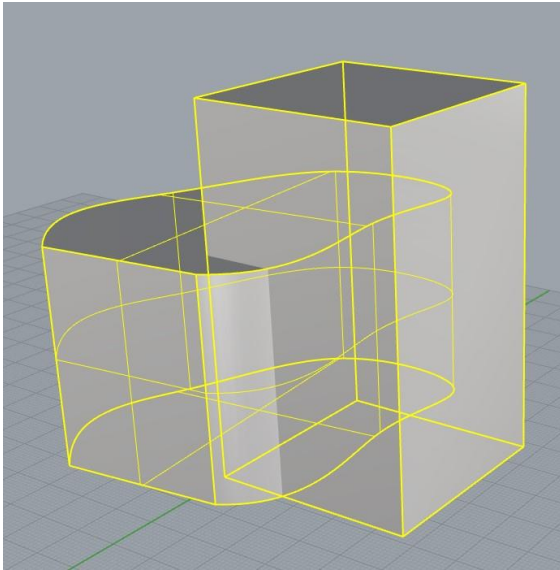
上記のような指示が出ますので、削り取られる方の形状を選択します。

まずは曲線から作成した方のポリサーフェスを選んでください。

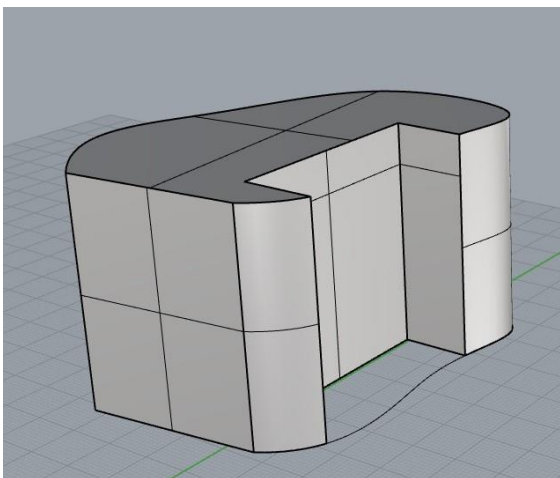
右クリックまたはEnterキーで進みます。



差演算に用いるサーフェスまたはポリサーフェスを選択 (元のオブジェクトを削除(D)=はい):

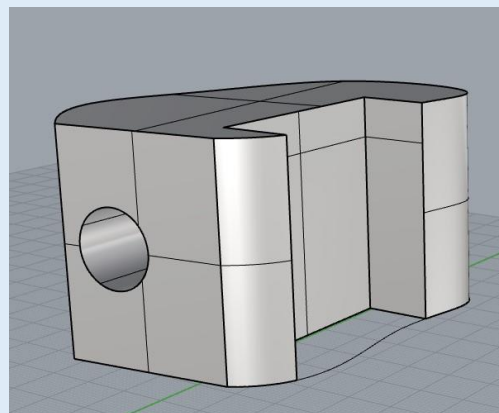
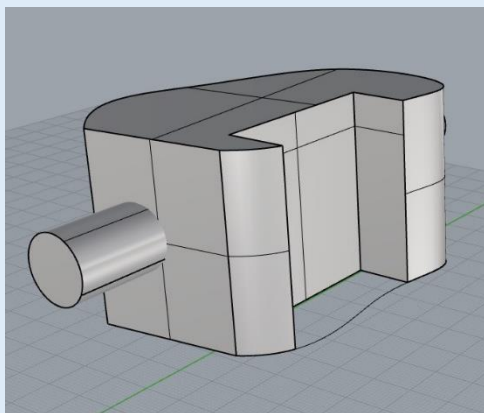


上記のような指示が出ますので、直方体の方を選択して右クリックまたはEnterキーを押します。これは削り取る方の形状を選んでいきます。



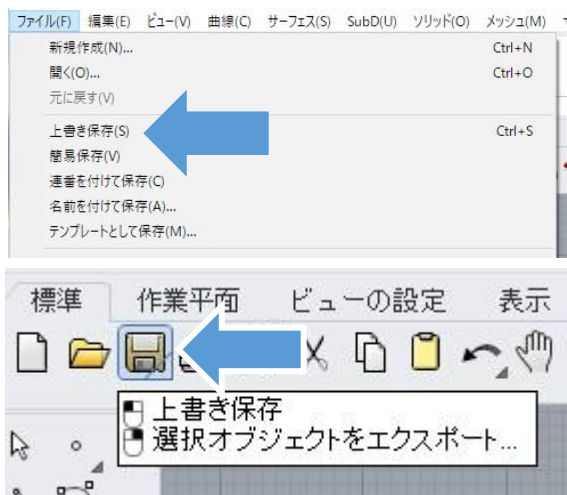
直方体に削り取られた形状が完成しました。

ブール演算を活用すれば、穴をあけたり様々な形状修正を行うことができます。



## (11) 編集データを保存する

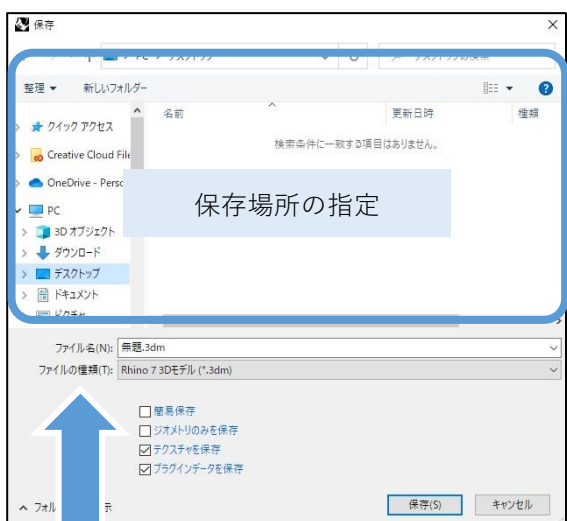
Rhinoで作成したデータは.3dmという拡張子で保存されます。保存方法を下記に説明いたします。



### ファイル>上書き保存

または保存アイコンを左クリック、  
または**Ctrl+S**で保存ができます。

Ctrl + S



初めて保存する場合はファイル名と保存場所を  
指定するウィンドウが表示されます。

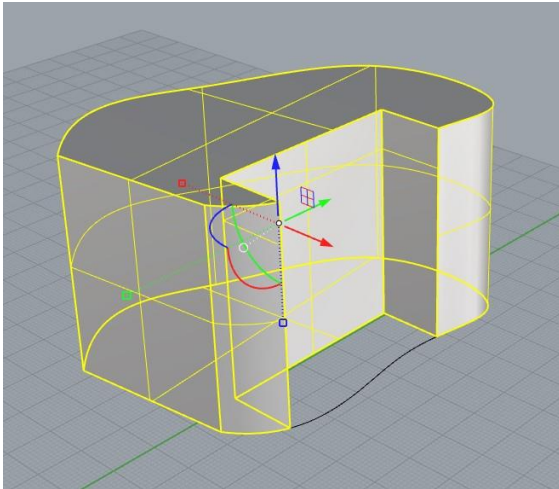
自分のPC内の保存したい場所を開き、「ファイル名」がデフォルトでは「無題」になっているので、名前を付けて保存します。



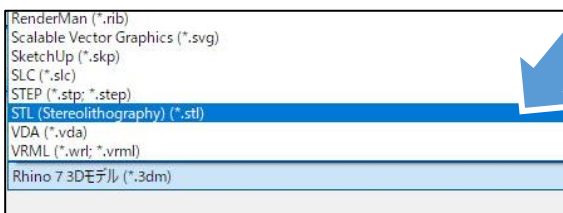
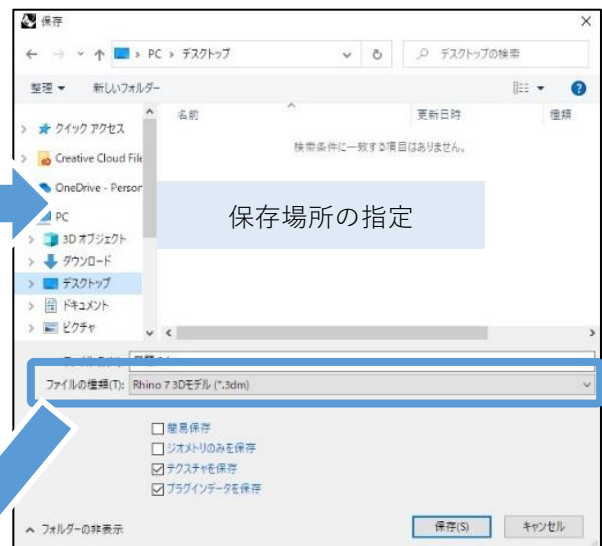
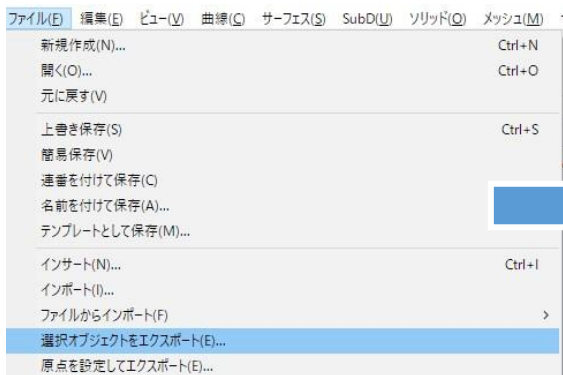
保存名の入力

## (12) 3Dプリント用のデータに書き出して保存する

3Dプリントには主に**STL**というデータを使用します。Rhinoのデータのままでにはプリントできないため、**STL**にエクスポートして保存する必要があります。



作成した閉じたポリサーフェスを選択し、**ファイル>選択オブジェクトをエクスポート**を行います。



ファイルの種類をSTLに指定

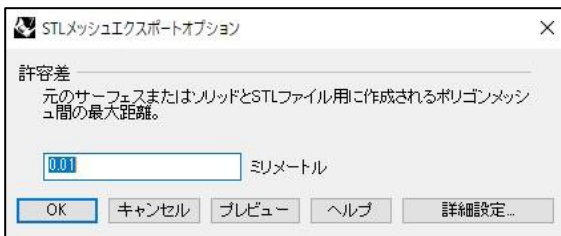
Rhinoは様々な形式でエクスポートが可能です。

**ファイルの種類**：の横に「**Rhino 7 3Dモデル (.3dm)**」と表示されている部分をクリックすると、左図のように保存するファイルの種類を選択できます。

たくさんの形式が出てきますが、アルファベット順に並んでいるので、その中から**STL**を探して選択してください。



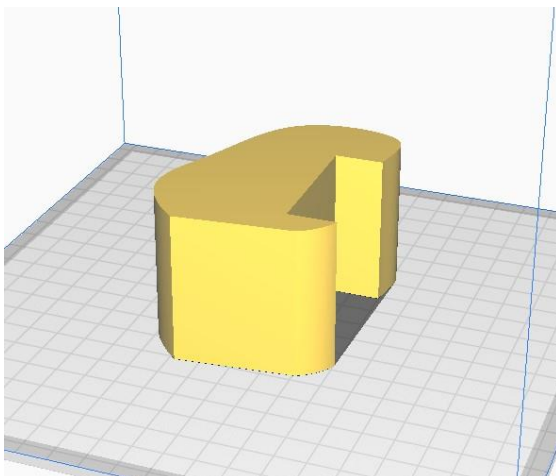
保存場所を確認したら**ファイル名を入力**し、「**保存**」をクリックします。



「STLメッシュエクスポートオプション」画面が表示されます。データ変換時の寸法誤差許容値を決めるもので、0.01ミリメートルと表示されているのでそのまま「**OK**」をクリックします。



「STLエクスポートオプション」画面が表示されます。STLの形式を「バイナリ」か「ASCII」か選択するもので、「バイナリ」にチェックを入れて「**OK**」を押します。



3Dプリンターのスライスソフトを開き、保存したSTLデータを開くことが出来たら完成です。

## 第2章 Grasshopperによる3Dシュー作成

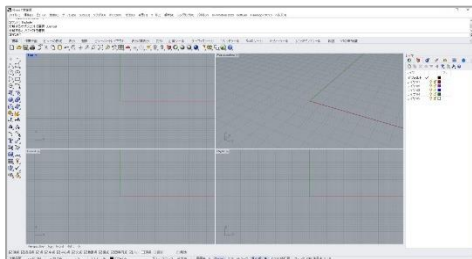
Rhinoで1から3Dシューをモデリングするのは、かなりハードルが高い作業になります。

そこでRhinoの機能の一つである**Grasshopper**を使用することで、比較的簡易に3Dシューモデルを作成できます。本章ではその使い方を説明します。

蹄の3Dスキャンデータがある場合と、写真と蹄角度データのみの場合に分けて解説します。

### 1. 蹄の3Dスキャンデータがある場合

#### (1) 蹄3Dデータのインポート



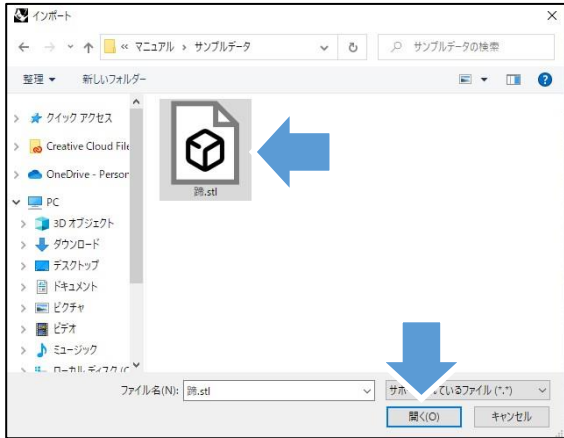
まずはp13と同様に新規ファイルを作成し、作業用の画面を表示させてください。



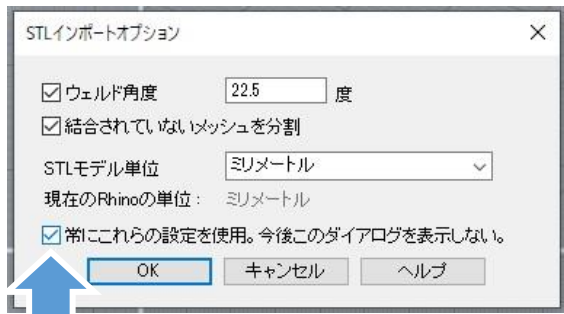
**ファイル>インポート** から、蹄の3Dデータを開きます。

本マニュアルではサンプルデータの「蹄.stl」を使用します。

(サンプルデータのダウンロード：p1参照)

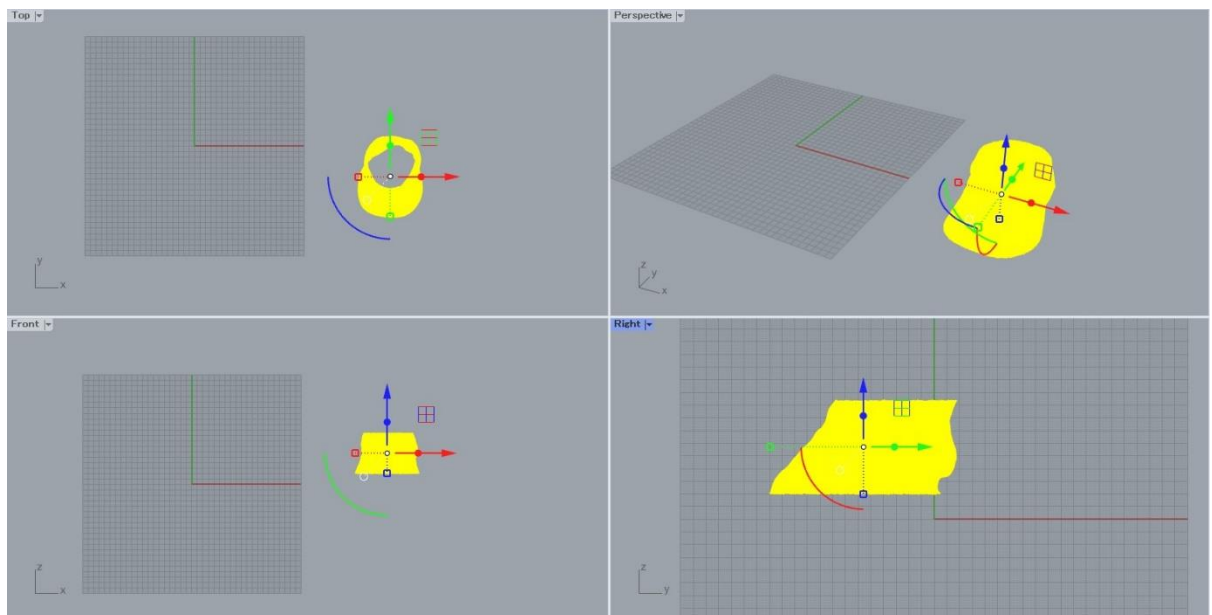


ダウンロードした跡.stlを保存しているフォルダを開きます。  
跡.stlを選択し、「開く」をクリックしてください。

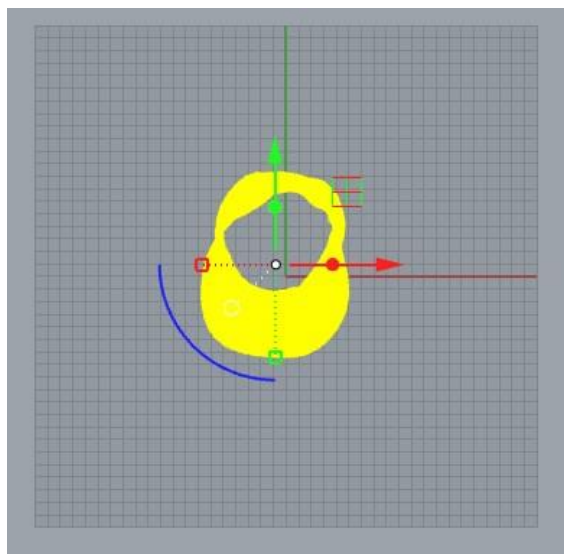


STLインポートオプションウィンドウが表示されたら、特に変更せず「OK」をクリックしてください。

この時、「常にこれらの設定を使用」の項目にチェックを入れておくと、次回以降このウィンドウは表示されません。

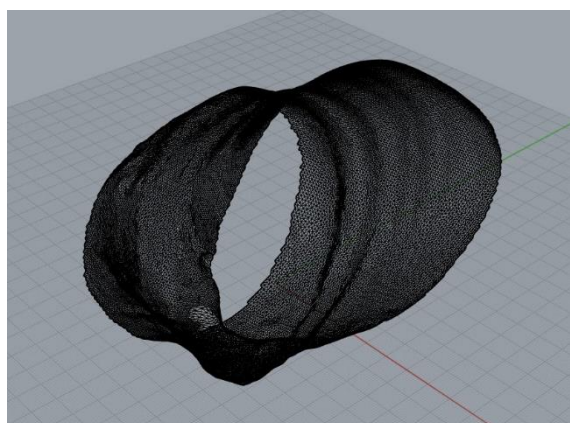


上図のように跡のスキャンデータが読み込まれます。

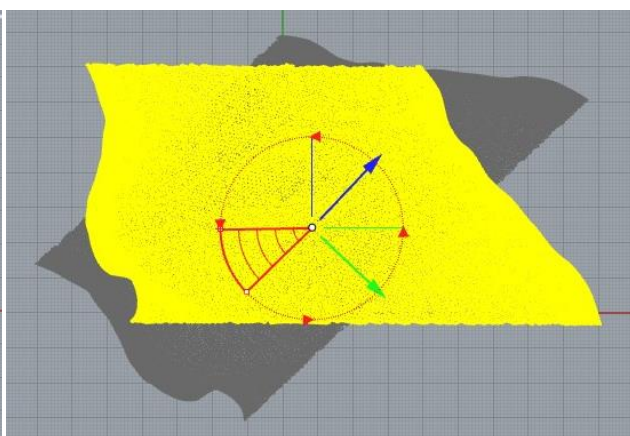
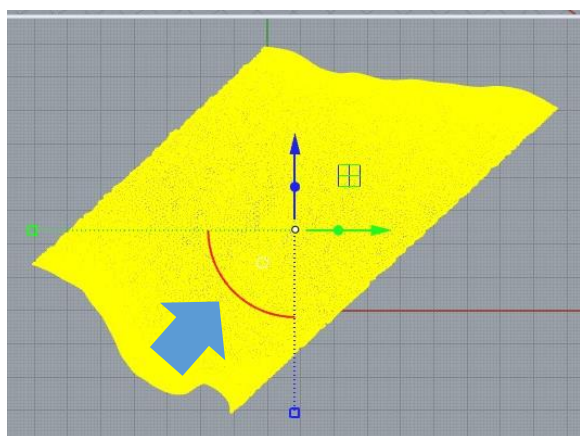


もし読み込まれたデータがずれた位置にある場合は、グリッドのあるエリアに移動させると作業がしやすくなります。

Topビューで見て蹄の先が下になるように配置してください。

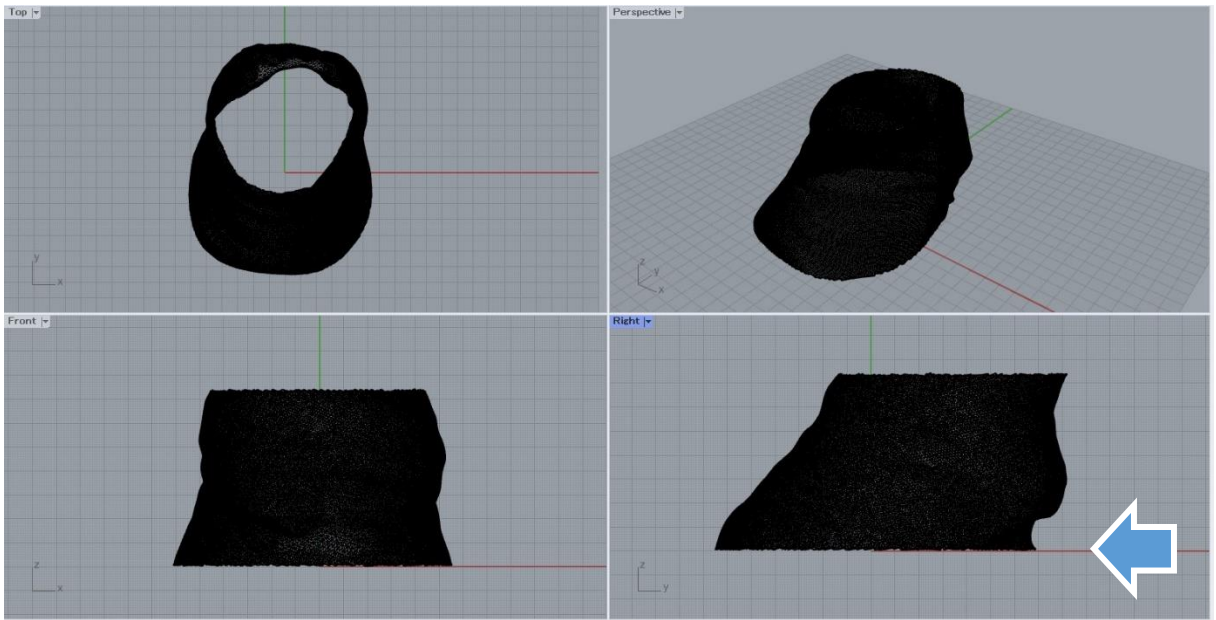


もし読み込まれたデータが傾いている場合は、**ガムボール**を使用して正しい向きに傾けてください。

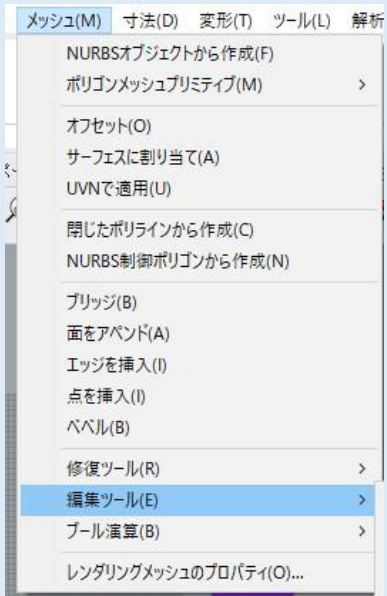


ガムボールの円弧部分を持つと、回転させることができます。

RightビューやTopビューなどを使用しながら、正しい向きに調整してください。

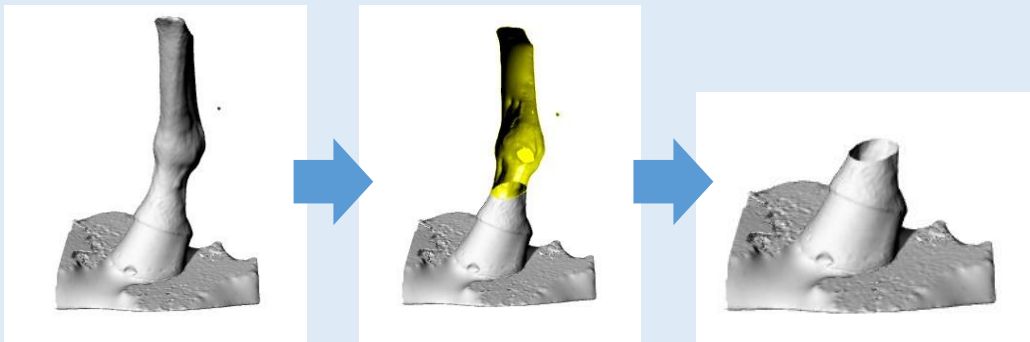
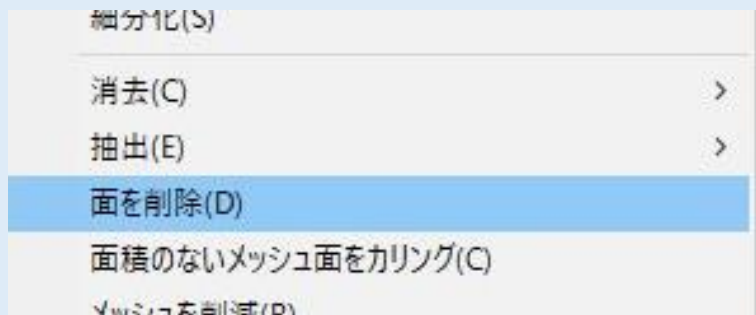


正しい状態：蹄は下向き、Front、Rightビューで見て赤い線の上に馬蹄がぴったり揃っている



もしスキャンデータに蹄以外の不要部分がある場合は、**メッシュ>編集ツール>面を削除**

のコマンドを使用すると、選択した部分を削除できます。





## (2) 蹄外形線の作成

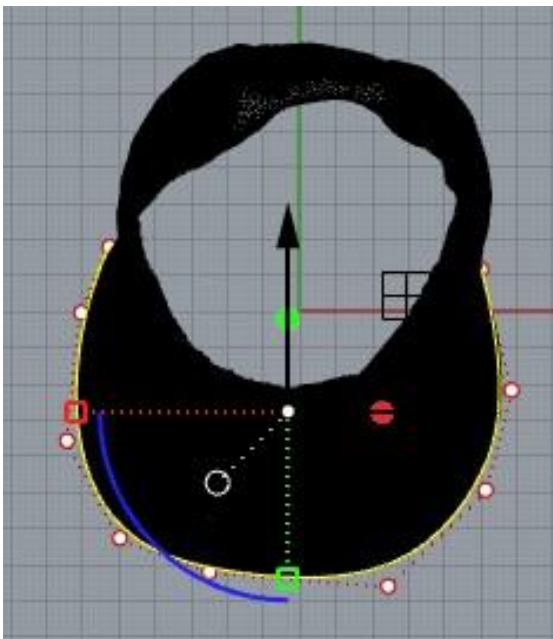


インポートしたスキャンデータはデフォルトレイヤ（黒のレイヤ）に置かれています。

3Dシューのモデリングをするために、**レイヤ01（赤のレイヤ）**を作業レイヤにします。

（作業レイヤの変更：✓マークの列をクリック）

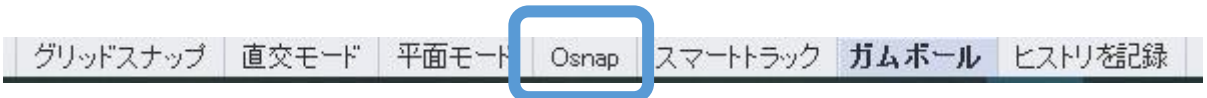
また、デフォルトレイヤは**鍵をクリック**してロックしておくこと、スキャンデータが動いてしまうことがあります。



3Dシューを作る基準となる、左図のような蹄の外形線を作図していきます。

作業しやすいようにTopビュー（形状によってはBottomビュー）を最大表示にしてください。

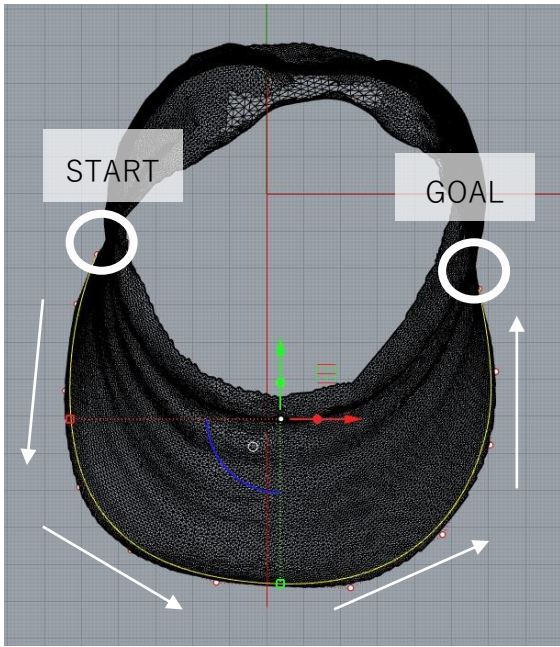
（ビュー最大表示：p6参照）



この作業の際はOsnapを**オフ**にした方がやりやすいです。（細字で背景がグレー＝オフ）

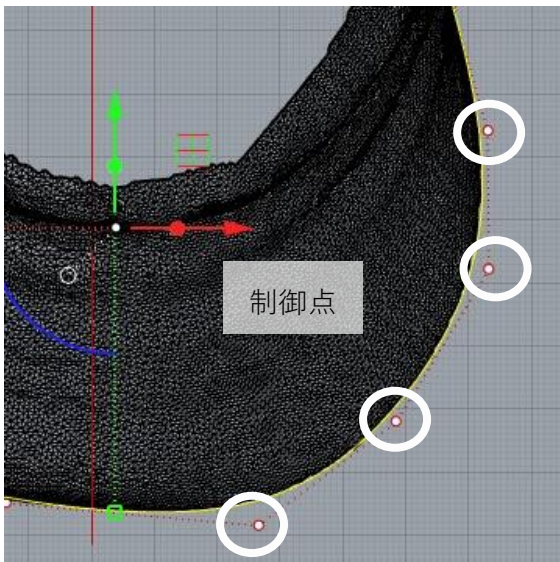


ツールバーから「**制御点指定曲線**」を使用します。



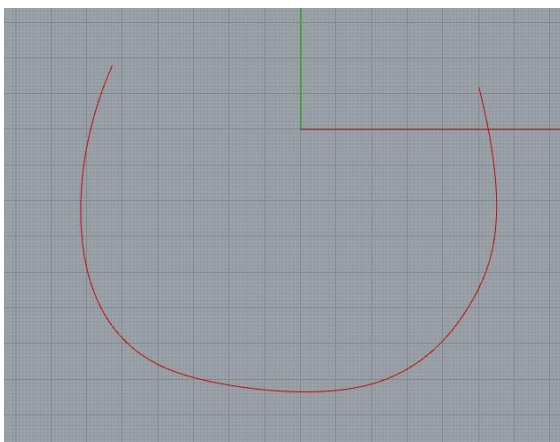
まずは多少ズれていてもいいので、馬蹄の大体の外形線を描きます。

この時重要なのは、左上から順に線を描くことです。右から描いてしまうと、あとで線の向きを反転する作業が必要になります。



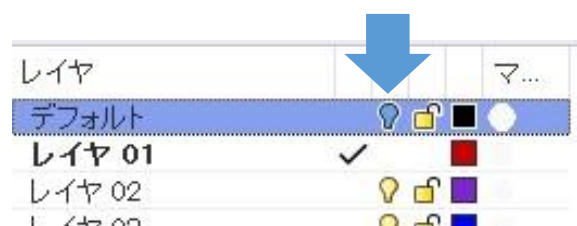
線の制御点を動かして、外形にぴったりと沿った線に調整します。

(制御点：p18参照)



デフォルトレイヤを非表示にした時、図のような赤い線が引けていればOKです。

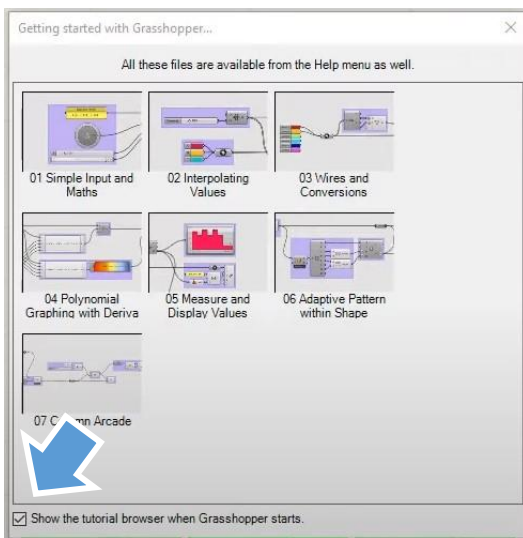
電球をクリックで非表示



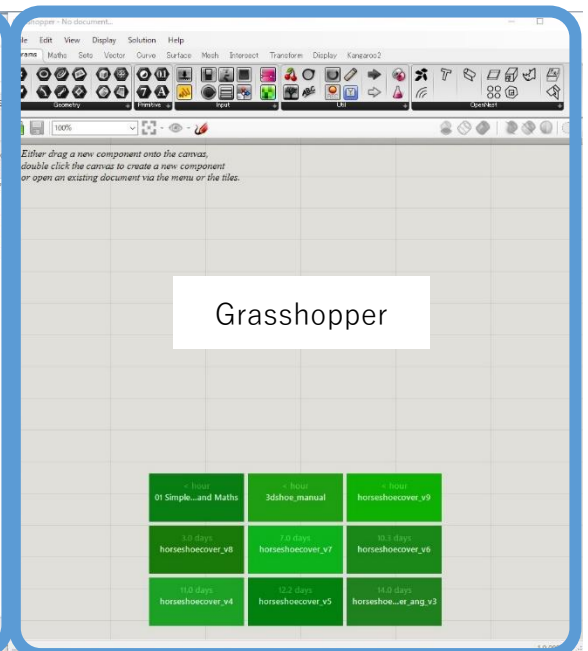
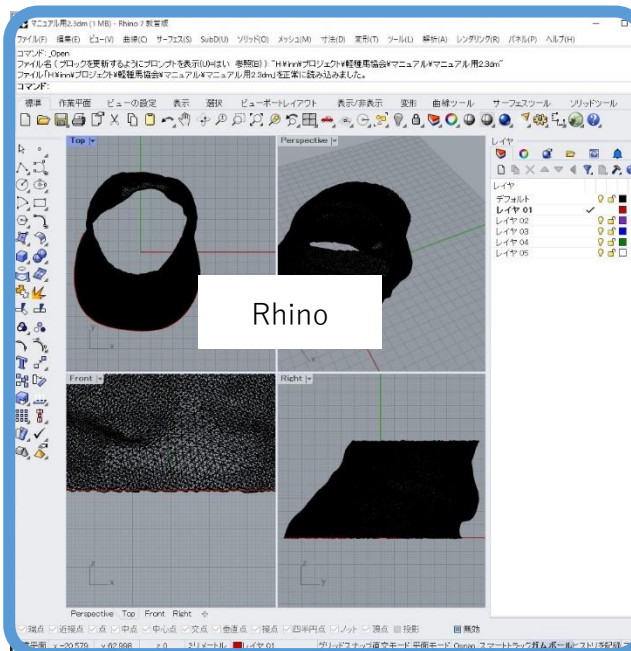
### (3) Grasshopperの起動 (Light版)



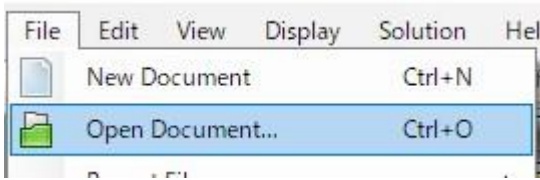
上部ツールバーの緑丸のアイコンをクリックすると、Grasshopperが起動します。



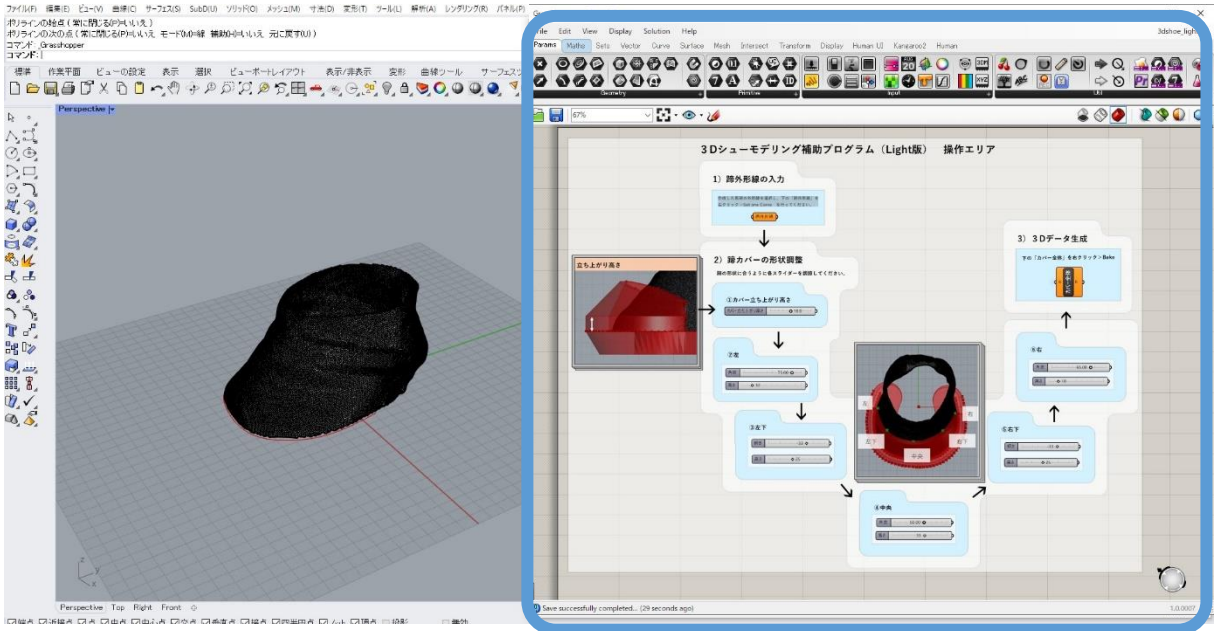
最初は左図のようなチュートリアルブラウザが表示されることがありますが、左下のチェックを外しておけば次回以降は表示されません。



Rhinoの画面と重なって表示されるので、画面を半分ずつ使うようにウィンドウをレイアウトすると作業がしやすいです。



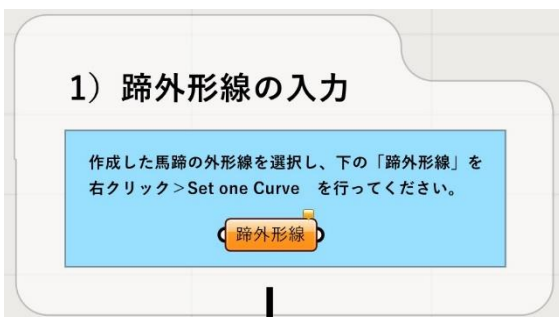
Grasshopperの画面で、  
**File > Open Document...** を選択し、  
 配布している「3dshoe\_light.gh」を開いてください。  
 (配布データ：p1参照)



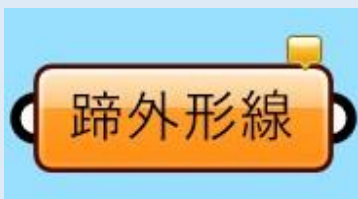
上図の右のようなGrasshopperファイルが開かれます。Rhinoの方はPerspectiveビューを最大表示にしておくと作業がしやすいでしょう。

これで準備はできました。次からは3Dシューデータの作成に入ります。

#### (4) 蹄外形線の読み込み

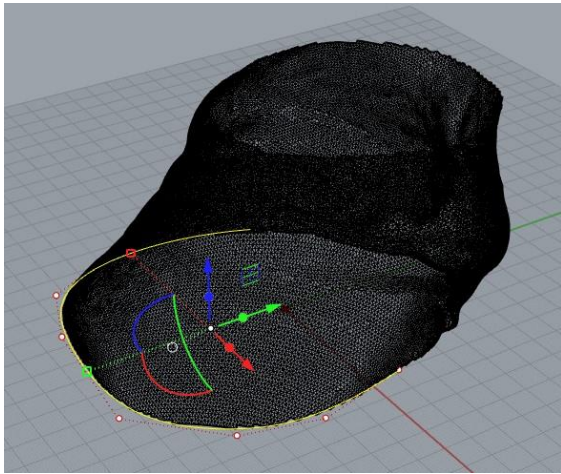


Grasshopperデータ上の左上を拡大し、「1) 蹄外形線の入力」と書かれた中の「蹄外形線」と書かれた小さな四角が見えるようにしてください。この小さな四角を「ノード」と呼びます。

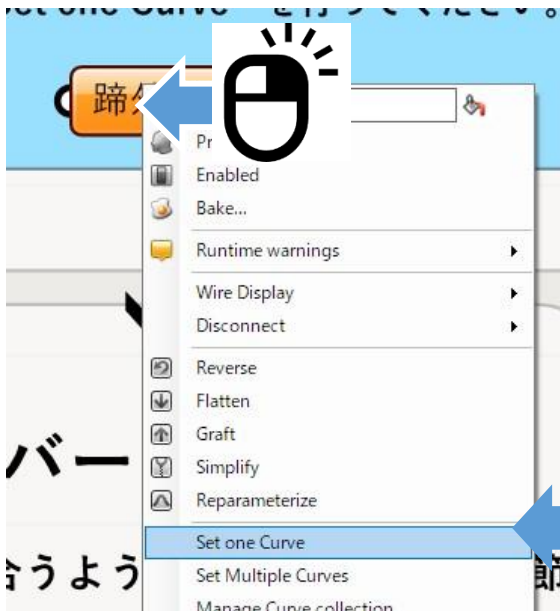


#### ノードとは

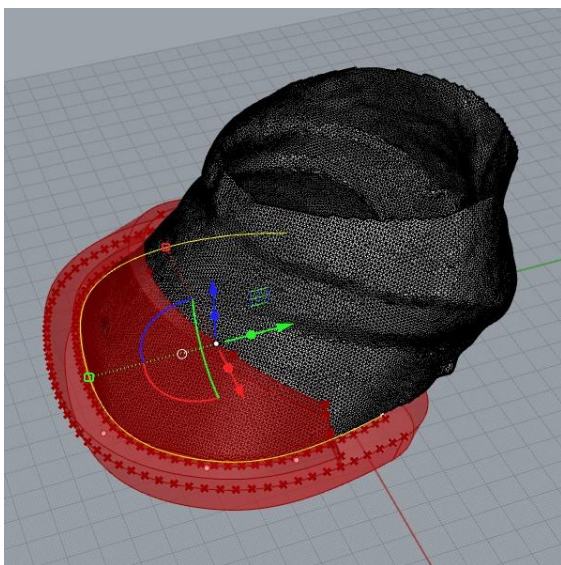
Grasshopper上にある左のような四角いものです。各ノードに機能があり、ノードを繋げることでモデリングを自動化しています。



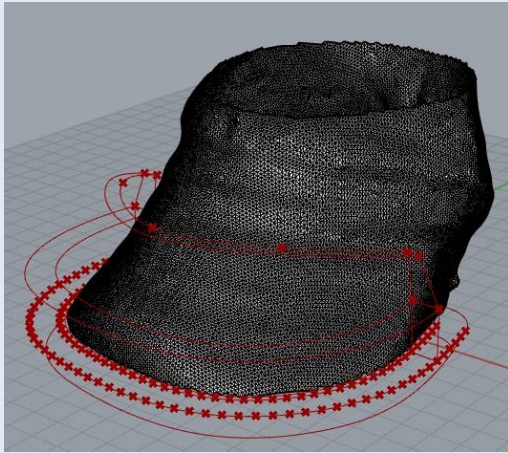
Rhinoの方で、先ほど作成した蹄外形線をクリックして選択状態にします。



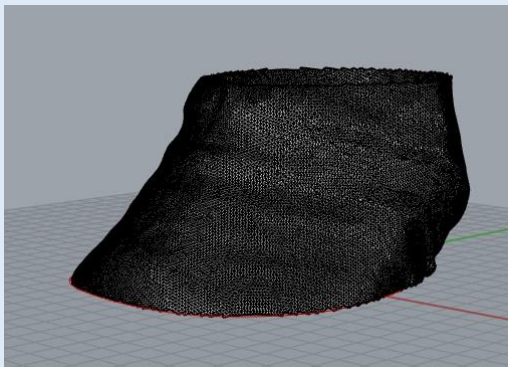
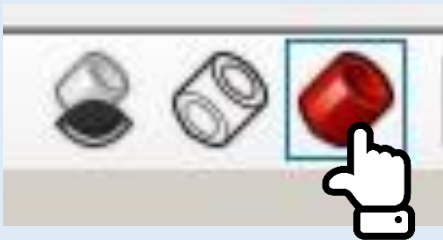
Grasshopperの方で、蹄外形線と書かれたノード（左図でオレンジ色になっている四角）を右クリックし、表示されたウィンドウから「Set one Curve」を選択します。



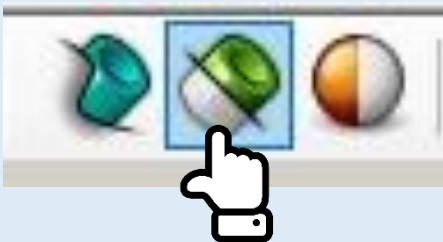
Rhino側に赤く半透明な3Dシューのプレビューが表示されます。  
(表示されない場合の対処法は次ページへ)



左図のように線だけの表示になってしまっている場合は、Grasshopper画面右上の赤い円筒形のアイコンをクリックしてください。



何も表示されていない場合は、Grasshopper画面右上の緑色の円筒形のアイコンをクリックしてください。

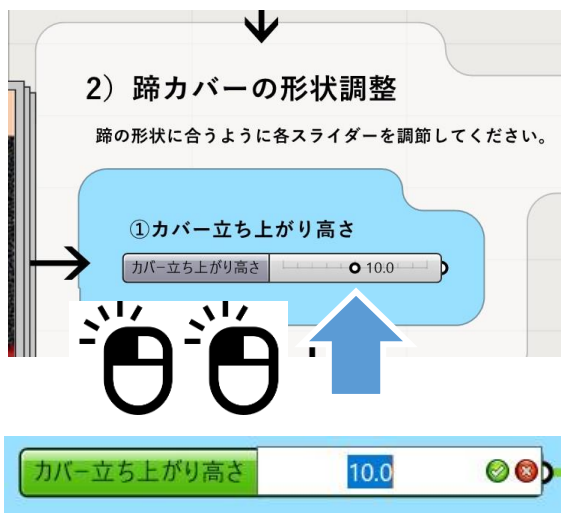


それでも表示されない場合は、蹄外形線の制御点が多すぎる可能性があります。

**編集 > リビルド**

を用いて制御点を減らしてみてください。

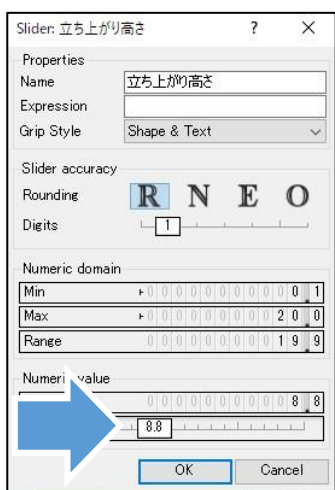
(p75参照)



Rhinoのビューポートに赤い半透明の立体が表示されたら、カバー形状の微調整を行います。

先ほど使用した蹄外形線ノードから、矢印をたどると下側に、2)「蹄カバーの形状調整」を行うスライダーがあります。

スライダーは、○または◇の部分に左右にスライドさせるほか、同じ部分をダブルクリックで数値入力ができます。

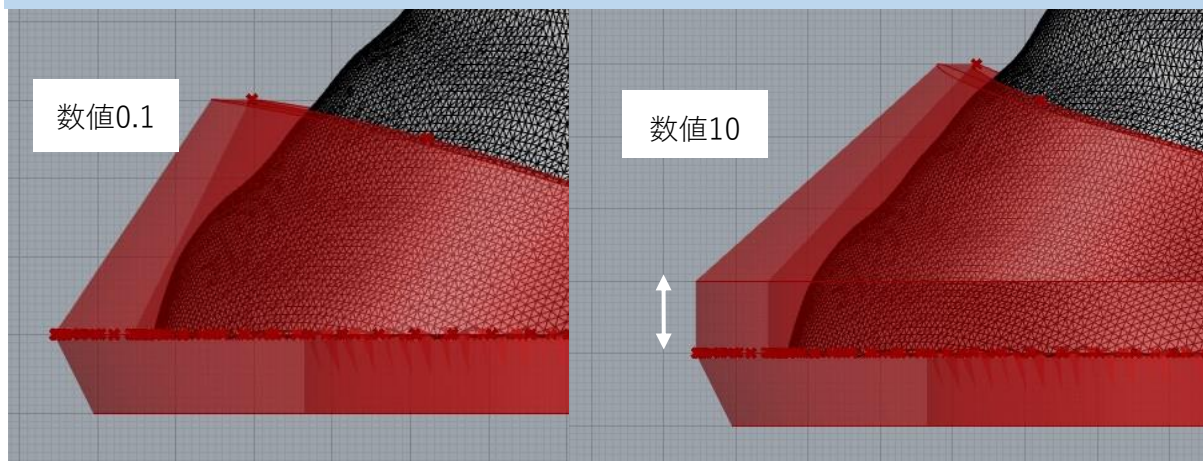


スライダーをあまり拡大せずにダブルクリックすると、左図のようなウィンドウが表示されることがあります。

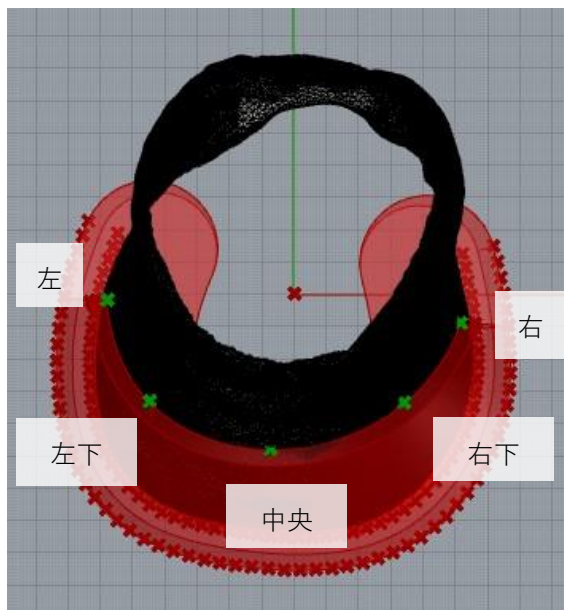
この場合は、一番下のスライダーで数値を調整し、「OK」を押してください。

## (5) カバー形状の調整

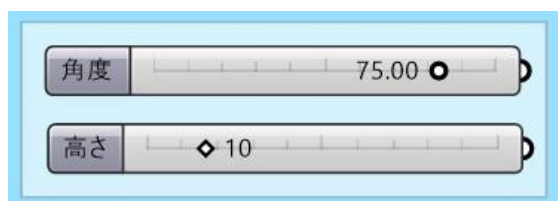
### ① 立ち上がり高さ



蹄の先の形状は垂直に立ち上がっている場合があります。そのような蹄のときは、カバーを立ち上げることでよりフィットさせることができます。

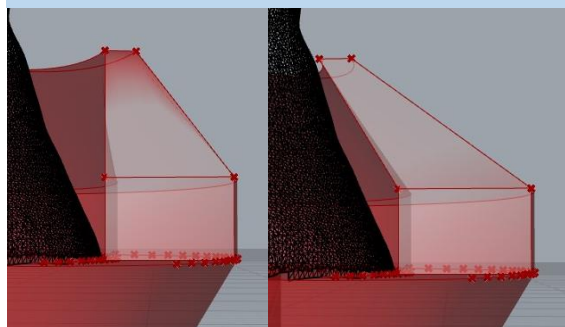


カバーを蹄形状に合わせるために、左図に緑色で示した5点を調整します。

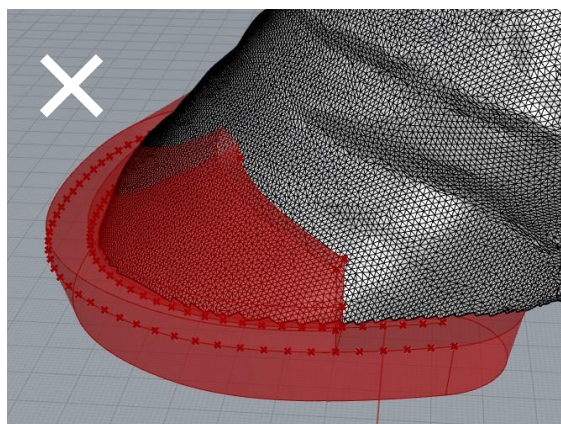


左・中央・右の点では角度で設定ができます。  
左下・右下の点はほか3点の位置に合わせて傾きを調整してください。

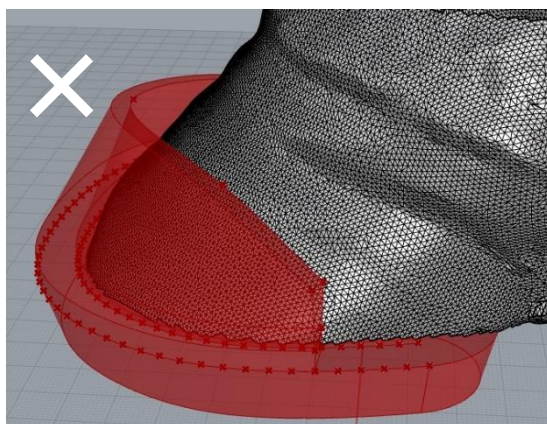
## ②左～⑥右：角度・傾き



角度・傾きではカバーの傾斜角度を設定します。  
スキャンデータに合うように調整してください。



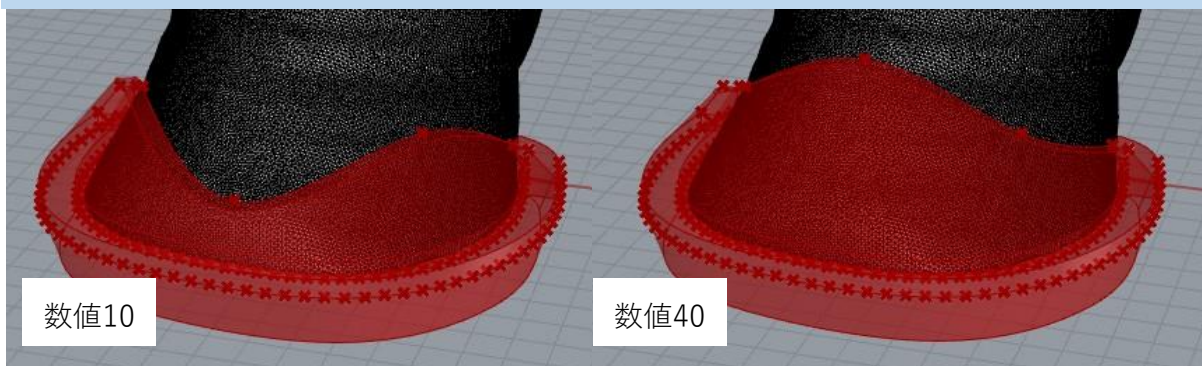
角度がきつすぎて蹄と干渉している例



角度がゆるすぎて蹄から離れすぎている例



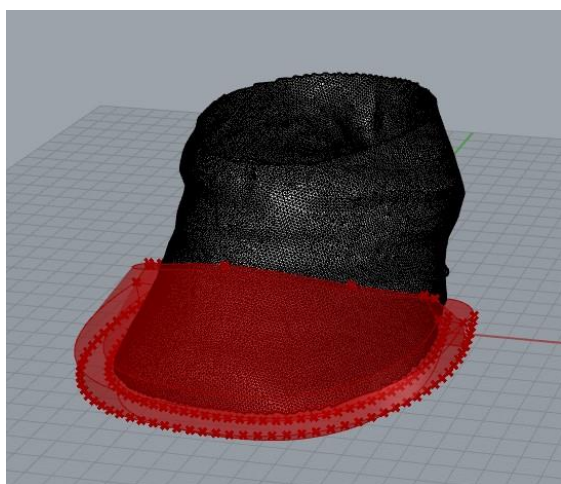
## ②左～⑥右：高さ



高さでは、カバー各点の高さを設定できます。上図は中央の点の例です。

## (6) 設定例

サンプルデータの「蹄.stl」の場合、次のような設定にすると下図のカバー形状になります。



カバー立ち上がり高さ		10
左		
角度	75	
高さ	10	
左下		
傾き	-33	
高さ	25	
中央		
角度	50	
高さ	35	
右下		
傾き	-33	
高さ	25	
右		
角度	65	
高さ	10	



3dshoe\_full.gh



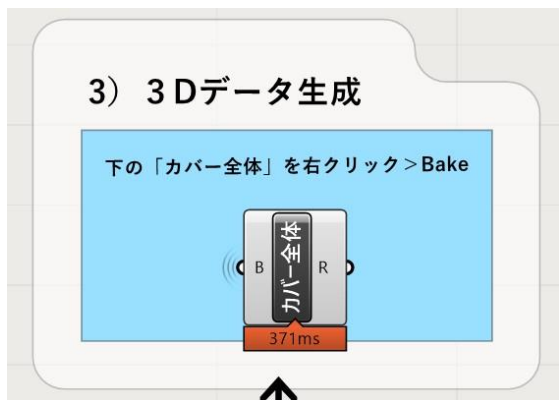
3dshoe\_light.gh

Light版はモデリング初心者向けに設定項目を少なくしています。

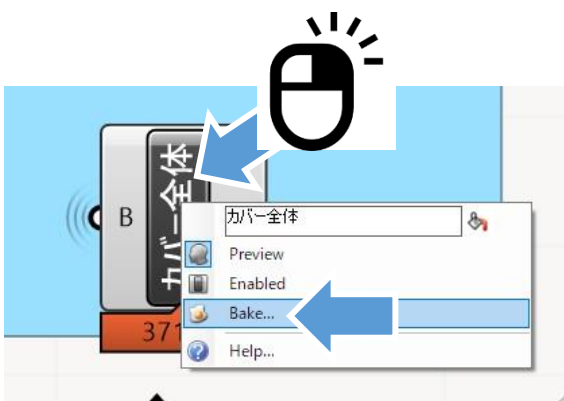
馬蹄部の厚みなど、細かい設定を行いたい場合はFull版の「3dshoe\_full.gh」をご利用ください。使用方法についてはp51から紹介しています。

## (7) サーフェスモデルの出力

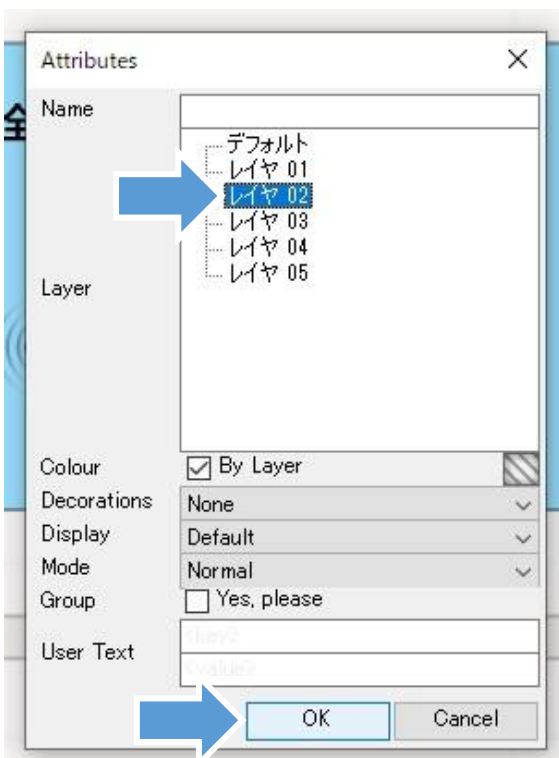
Grasshopperで設定した形状を確定し、サーフェスモデルに出力します。



形状が決まったら、矢印をたどり「3) 3Dデータ生成」の部分に進みます。

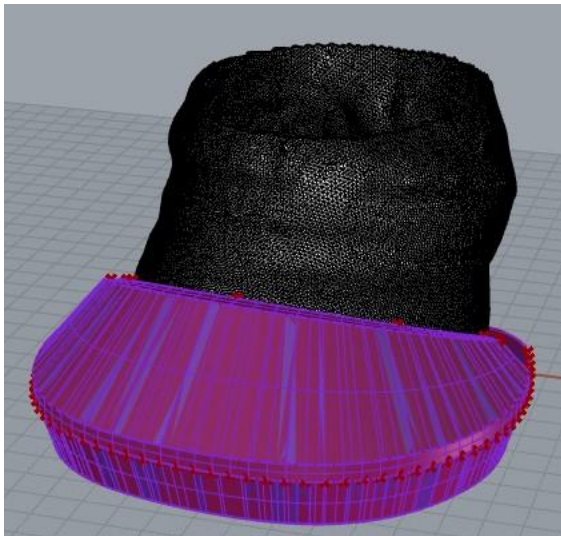


「カバ-全体」と書かれている部分を右クリックし、「Bake」を選択してください。

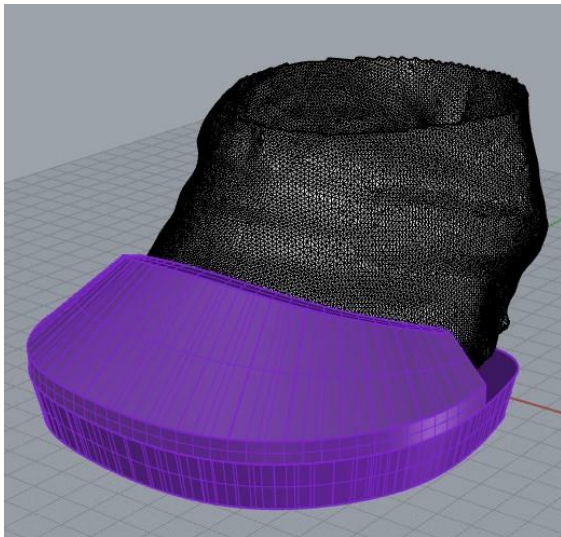


どのレイヤーに出力するか選択したのち、OKをクリックします。

今回はデフォルトにスキャンデータ、レイヤ01に蹄外形線のデータが入っているので、邪魔にならないよう**レイヤ02**に出力します。



レイヤ02の表示色である紫のモデルが、Grasshopperのプレビューと重なって表示されます。

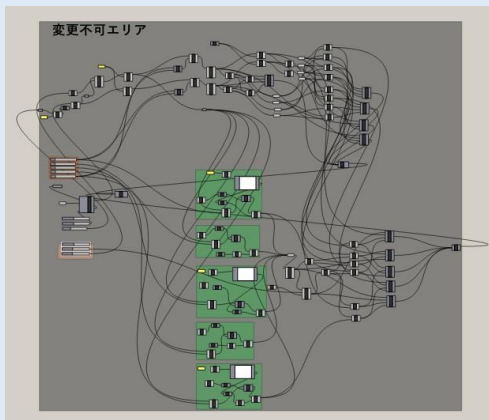


Grasshopperのプレビューは、Grasshopperの画面を閉じると消えます。

このモデルをさらに修正する方法については、p93からの第4章を参照してください。

このモデルをそのまま3Dプリントする場合は、p34を参考にSTLで保存を行ってください。

## Grasshopperとは？

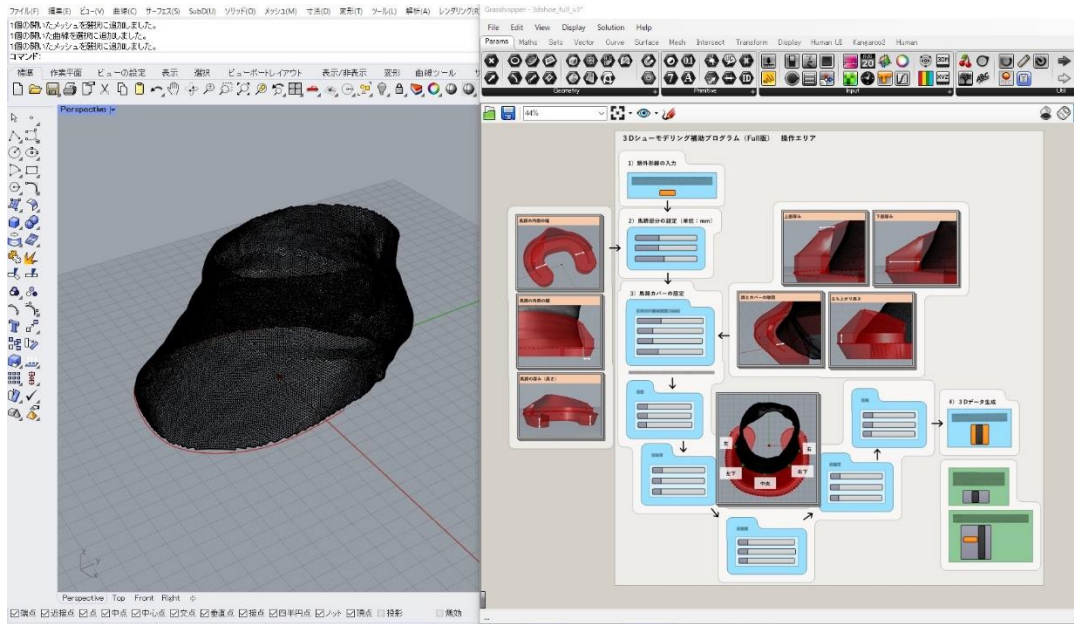


Rhinoでのモデリングの工程を、プログラム化することができるツールです。

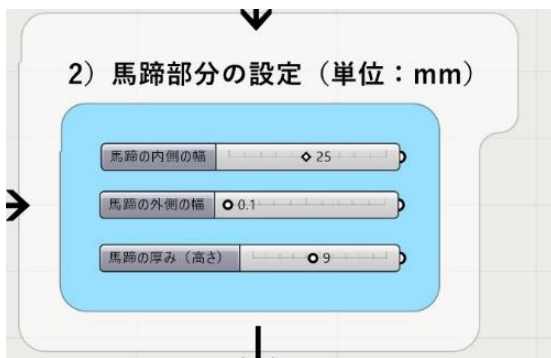
マニュアルで使用している「3dshoe\_light.gh」では、操作エリアの右の方にプログラム部分（変更不可エリア）があります。

ここをいじると生成結果に影響があるので、触らないように注意してください。

## (8) Full版の設定項目に関する解説

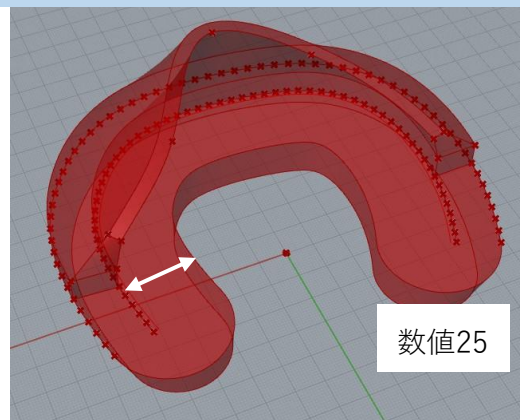
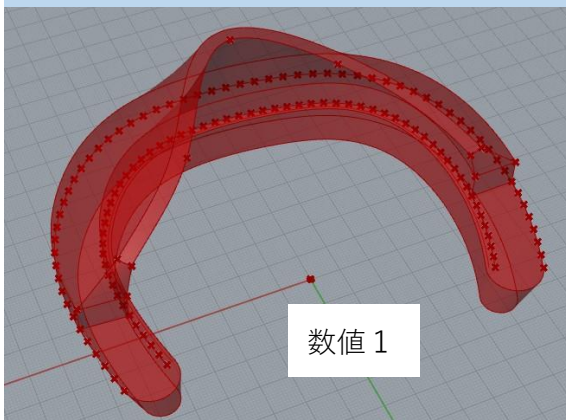


Full版はLight版より設定できる項目が多くなっています。また、カバー部・馬蹄部のみのサーフェス生成にも対応しています。



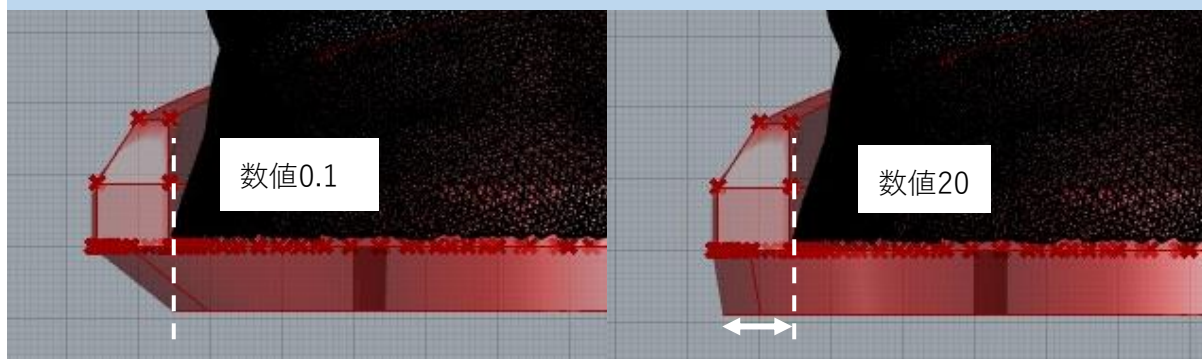
2) 馬蹄部分の設定では3つの数値について設定できます。

### 馬蹄の内側の幅



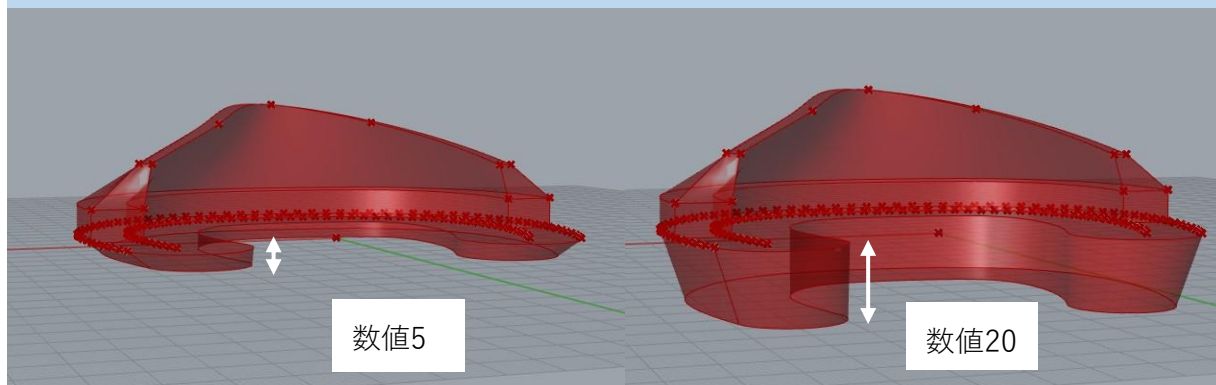
蹄が乗る幅を設定します。左図の数値1の場合、1 mmしかないので蹄が落ちてしまいます。

## 馬蹄の外側の幅（底）

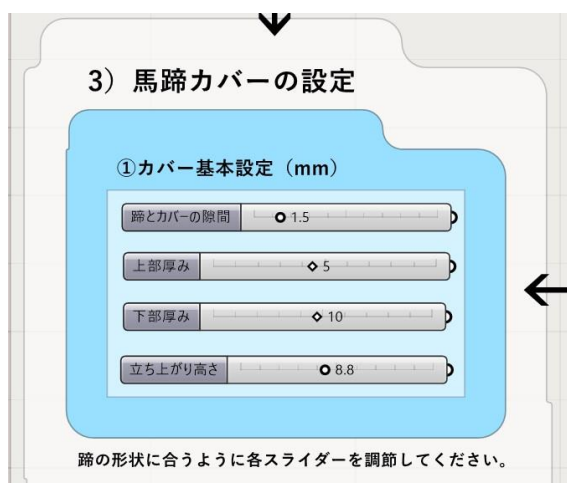


馬蹄の外側の幅（底）は、地面につく部分が蹄より外側に出る幅を設定します。

## 馬蹄の厚み（高さ）

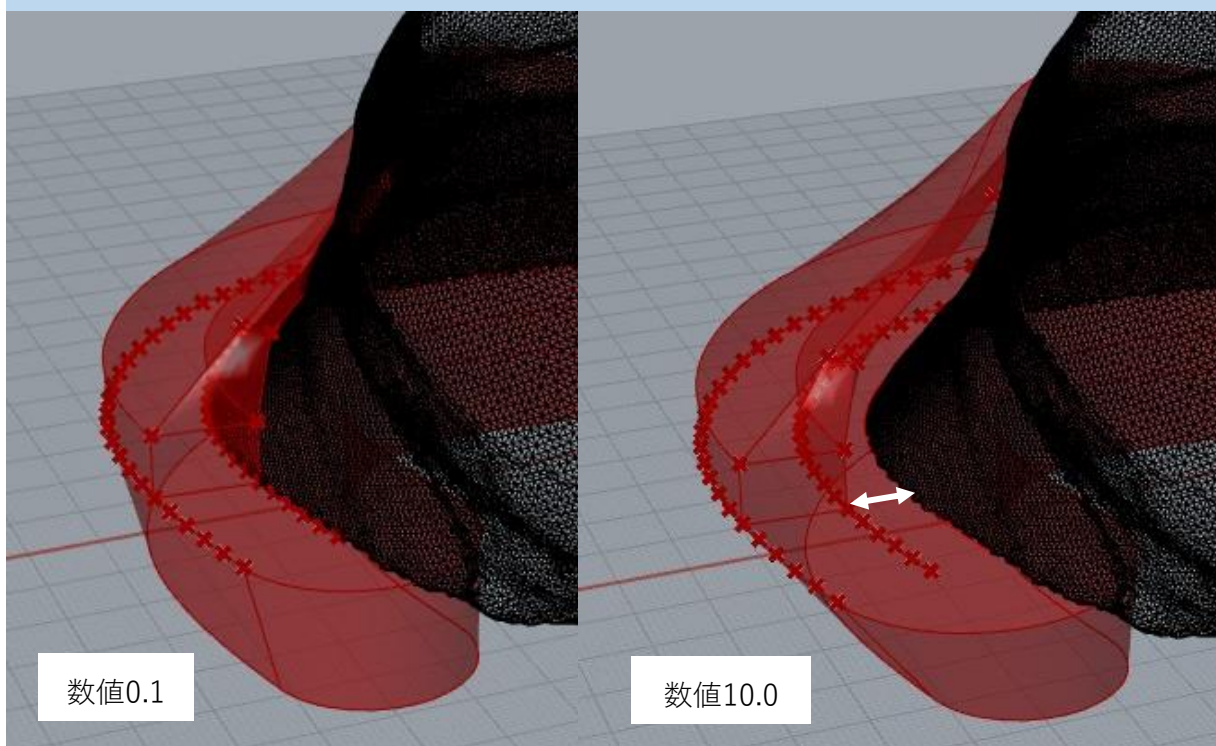


馬蹄部分の高さを設定します。



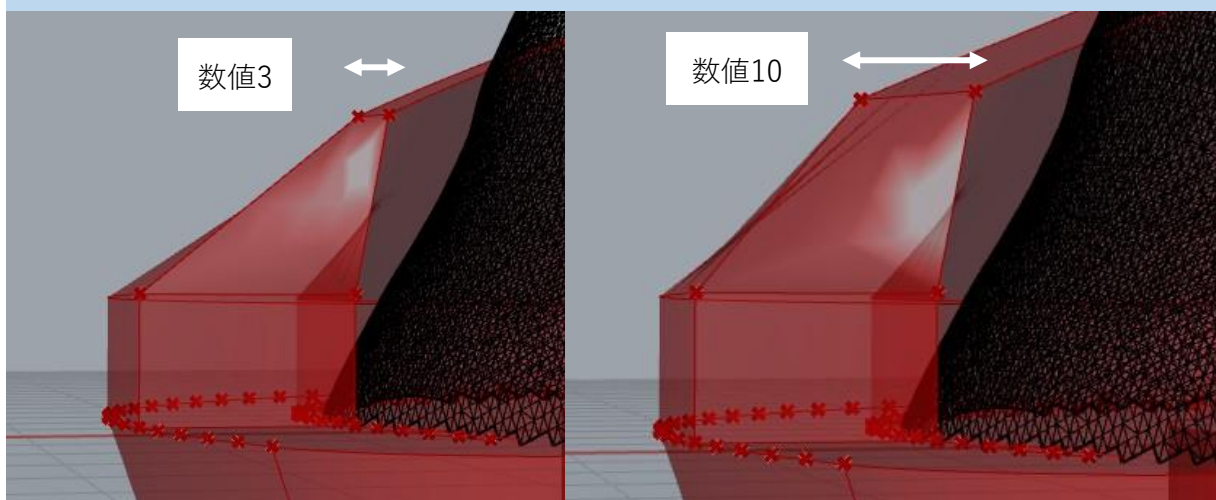
馬蹄カバー部分の設定には、Light版と同様の「立ち上がり高さ」の他、「蹄とカバーの隙間」、「厚み（上部）（下部）」について設定できます。

## 蹄とカバーの隙間



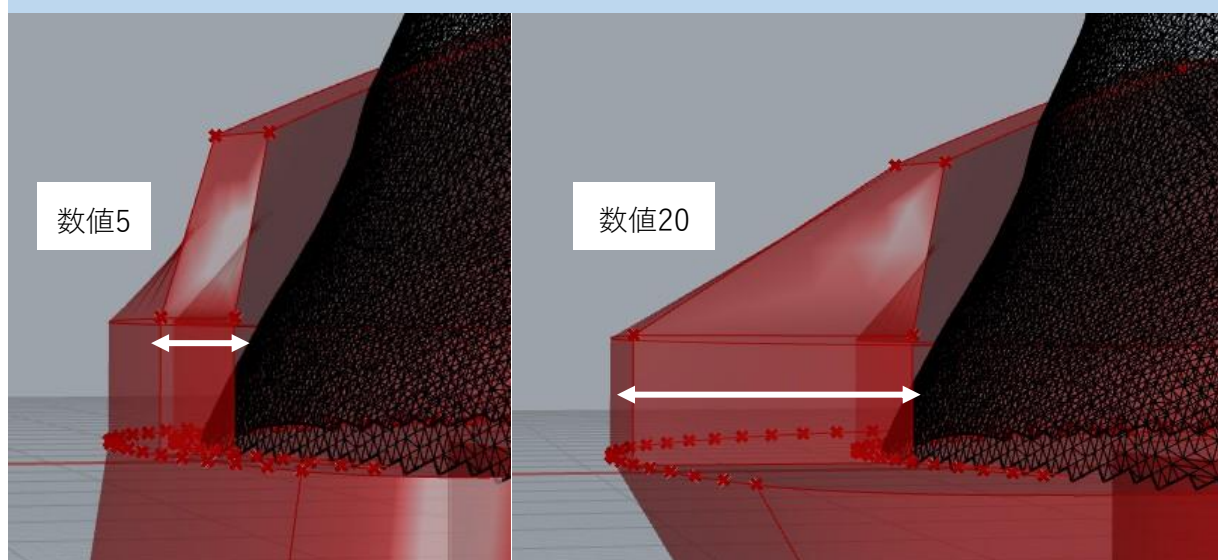
蹄とカバーの隙間距離を設定できます。0.1だときつめ、10.0だとゆるめになります。

## 上部厚み

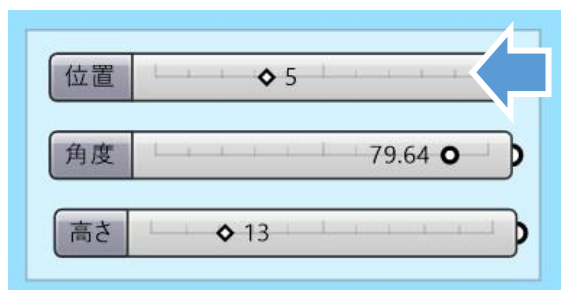


カバーの上部分の厚みを設定できます。

## 下部厚み

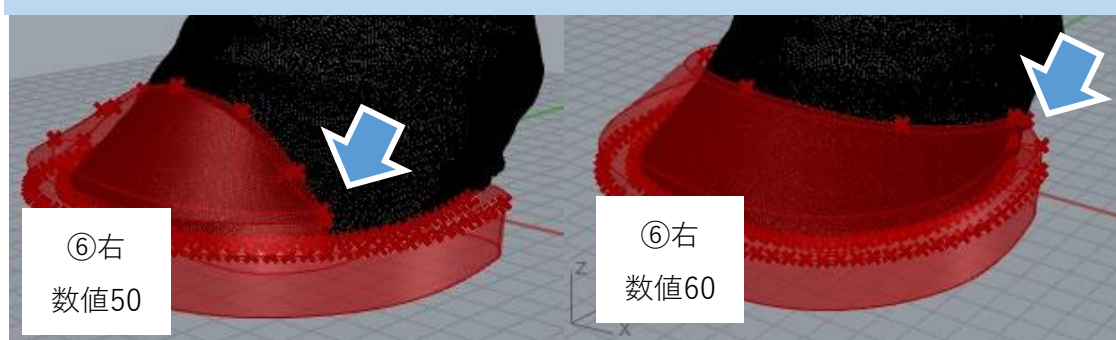


カバーの下部の厚みを設定できます。下部を厚くすることで、強度が高くなります。



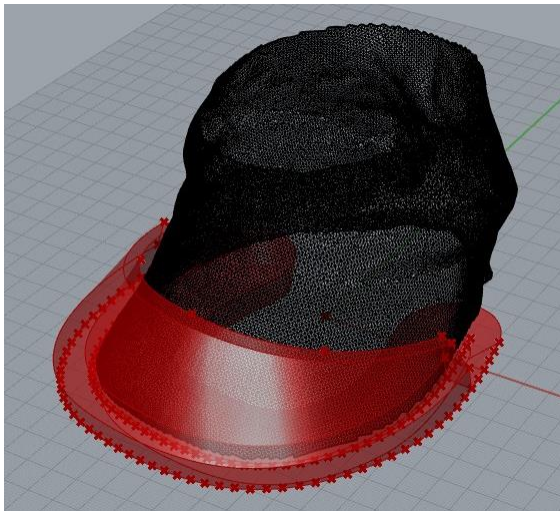
②左～⑥右の5点の設定は、Light版の「角度（傾き）」「高さ」に加えて「位置」が設定できます。

## 位置



点の位置を変えられるので、先端だけのカバーや、全体を覆うようなカバーなどの形状が作れます。

サンプルデータの「蹄.stl」の場合、次のような設定にすると下図のカバー形状になります。



馬蹄部分の設定	
馬蹄の内側の幅	25
馬蹄の外側の幅（底）	0.1
馬蹄の厚み（高さ）	9

馬蹄カバーの設定	
蹄とカバーの隙間	1.5
上部厚み	5
下部厚み	10
立ち上がり高さ	8.8

左	
位置	5
角度	80
高さ	13

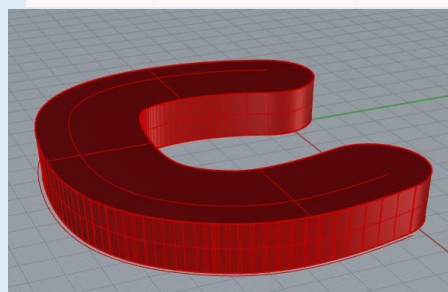
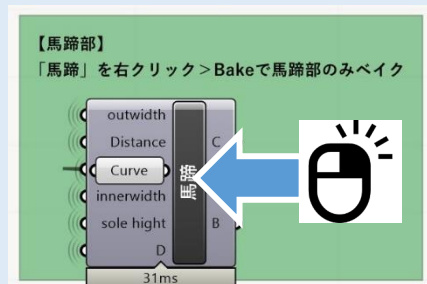
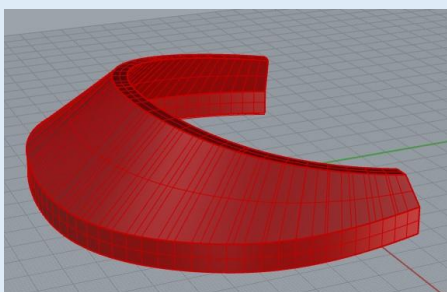
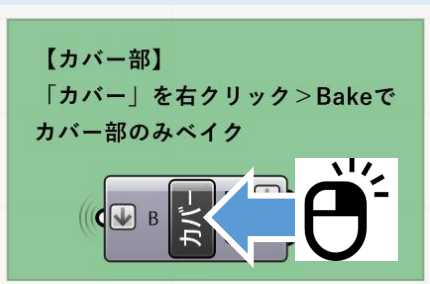
左下	
位置	20
傾き	-32
高さ	20

中央	
位置	30
角度	48
高さ	26

右下	
位置	40
傾き	-26
高さ	18

右	
位置	55
角度	65
高さ	9

Full版では、カバー部だけ・馬蹄部だけのサーフェス生成も可能です。  
 別々に生成して、各部分について編集を行った後に「ブール演算：和」で合体できます。  
 エラーで表示されない形状も、バラバラであれば生成できる場合があります。

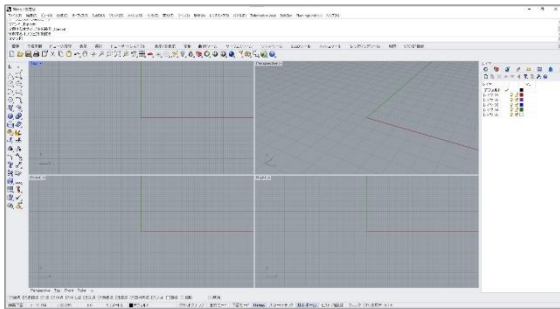




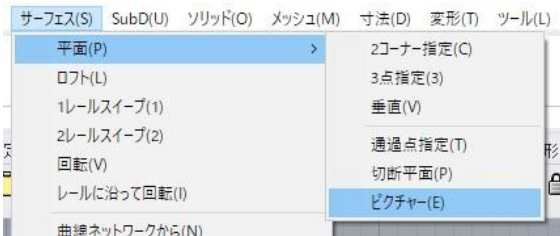
## 2. 蹄底写真・蹄角度データから作成する場合

蹄のスキャンデータがない場合、写真と角度入力からでも近い形状を作ることができます。スキャンデータがある場合に比べ精度が低いので注意してください。

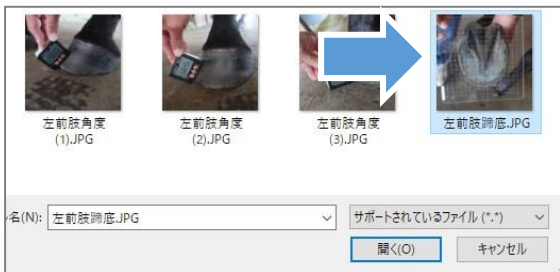
### (1) 蹄底写真の寸法合わせ



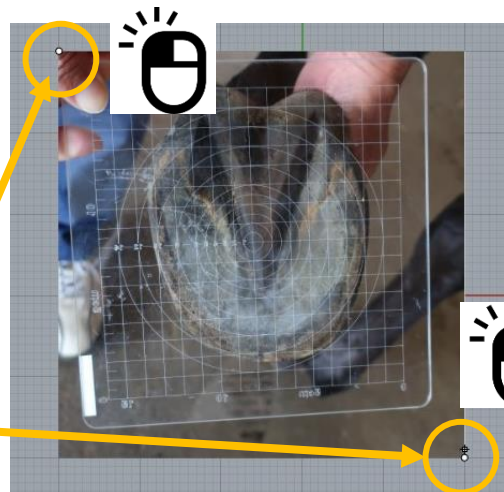
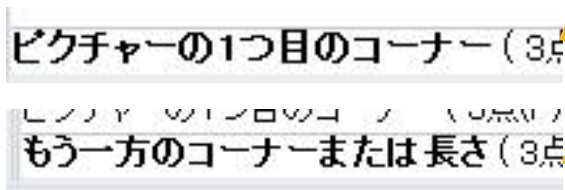
p 13と同様に新規作成ファイルを開きます。



サーフェス>平面>ピクチャー  
を選択します。

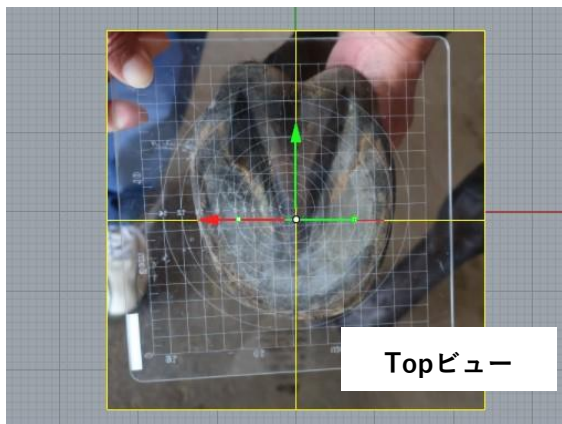


蹄底とスケールが一緒に写っている写真を選択し、「開く」を押します。



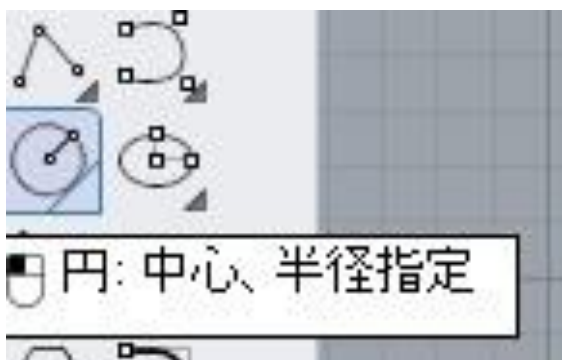
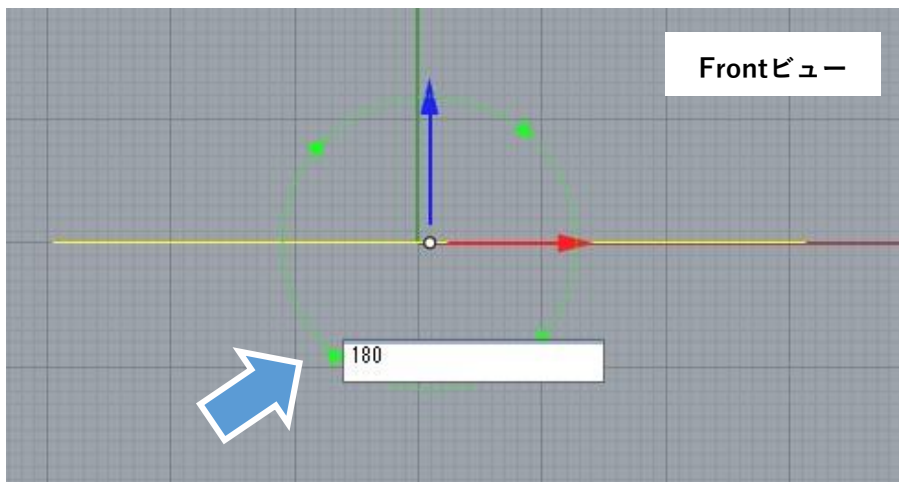
「ピクチャーの一つ目のコーナー」を決めるようコマンドエリアに指示が出ますので、**Topビュー**上で**左クリック**をします。

次に「もう一方のコーナー」を決めるよう指示が出ますので、適当な位置で再度**左クリック**します。**蹄**が**Topビュー**で見て下を向くように配置してください。



蹄底写真をそのまま使用すると、生成されるデータが裏表逆になってしまうため、**Frontビュー**のゴムボールを使用し、写真を裏表逆に**反転**させます。

**Frontビュー**で円弧部分をクリックし、**180**と入力することで、180度回転させることができます。

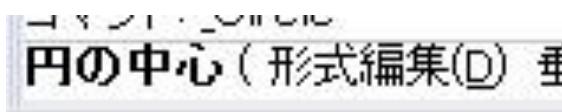


写真の寸法を合わせるためのガイドとなる円を作図します。

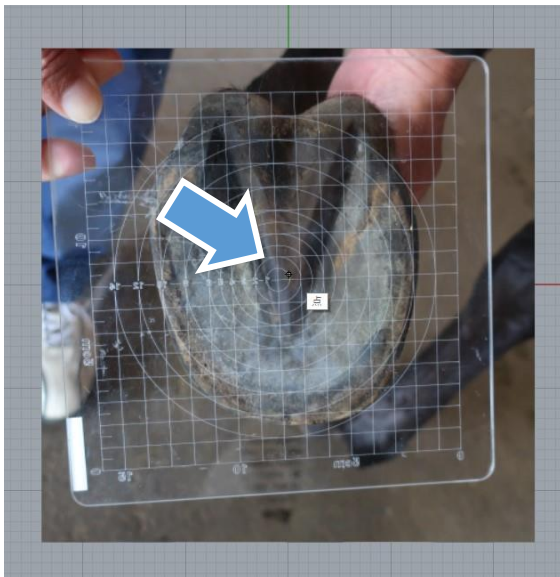
「**円：中心、半径指定**」

のアイコンをクリックします。

ここからの作業はTopビューを最大表示にするとやりやすいです。（p6参照）



円の中心を決めるように指示が出ますので、**Topビュー**で中心点を置きます。（次ページ）



中心点の位置はどこでも良いですが、あまり画面からズレたところに置かないようにしましょう。

半径 <70.000> (直径(D) 向

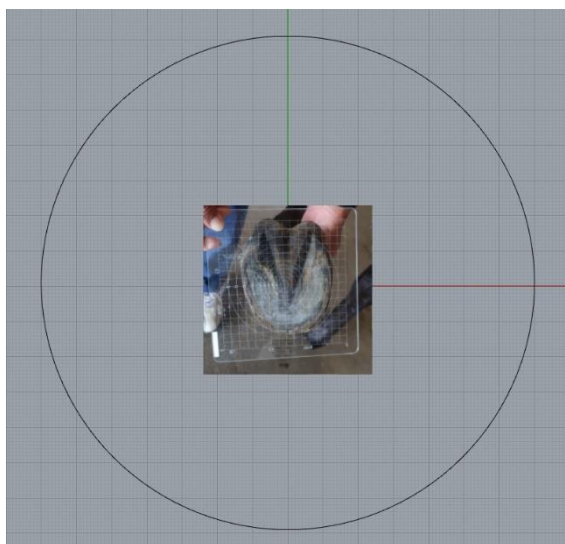
半径を指定するように指示が出ます。撮影したスケールに記載のある寸法を入力してください。本マニュアルのサンプルでは、最大直径が140mmのスケールを撮影しているため、半径に70 (mm)を入力しています。

直径で入力したい場合は、コマンドの「直径 (D)」の文字をクリックすると、直径入力に変更することができます。

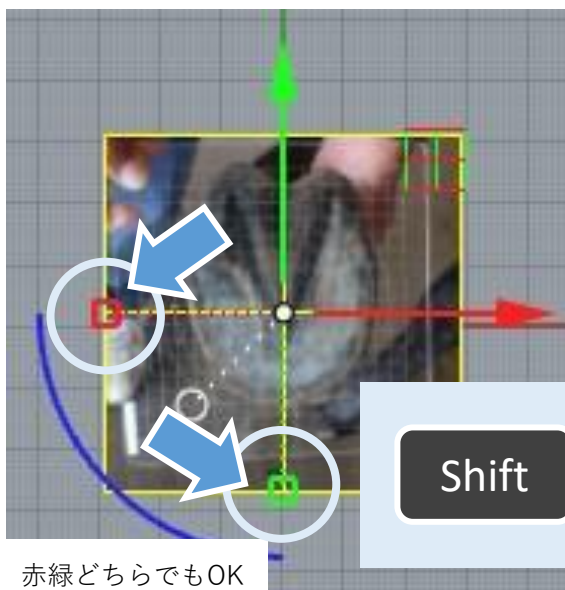
半径 <70.000> (直径(D) 向き(O) 円周(C) 面積(A)



直径 <140.000> (半径(R) 向き(O) 円周(C) 面積(A)

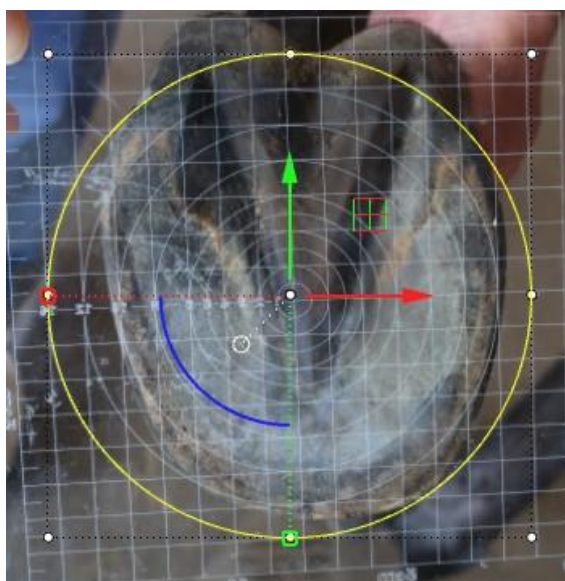


右クリックまたはEnterキーを押すと、半径70mmの円が作図されます。  
これから写真をこの円に合わせて拡大します。



写真の拡大・移動にはガムボールを使用します。  
矢印の反対側にある**四角**を引っ張ると、引っ張った方向に変形します。  
縦横の比率が変わらないように変形するため、**Shift**キーを押しながら拡大してください。

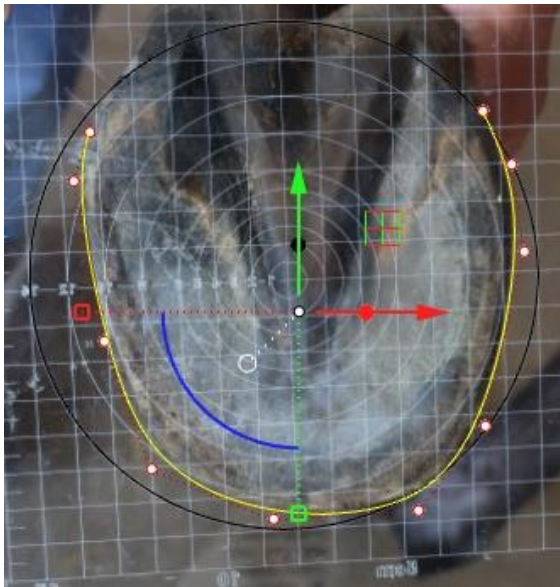
赤緑どちらでもOK



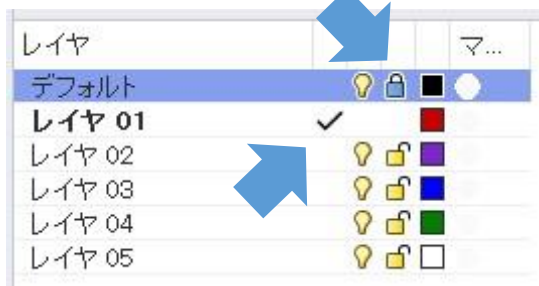
ガムボールを使用して拡大・移動を繰り返し、作図したガイドの円と写真のスケールの線が重なるようにサイズを調整してください。

ガイド円とスケール線が重なった状態が出来たら、寸法合わせは終了です。

## (2) 蹄外形線の作成



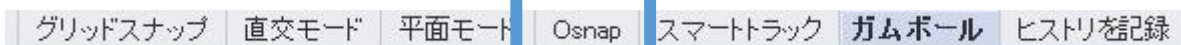
(2) では、左図のような、蹄の一番外側の線を作図していきます。



蹄底写真と作図した円はデフォルトレイヤに置かれています。

**レイヤ01**（赤のレイヤ）を作業レイヤにします。  
（作業レイヤの変更：✓マークの列をクリック）

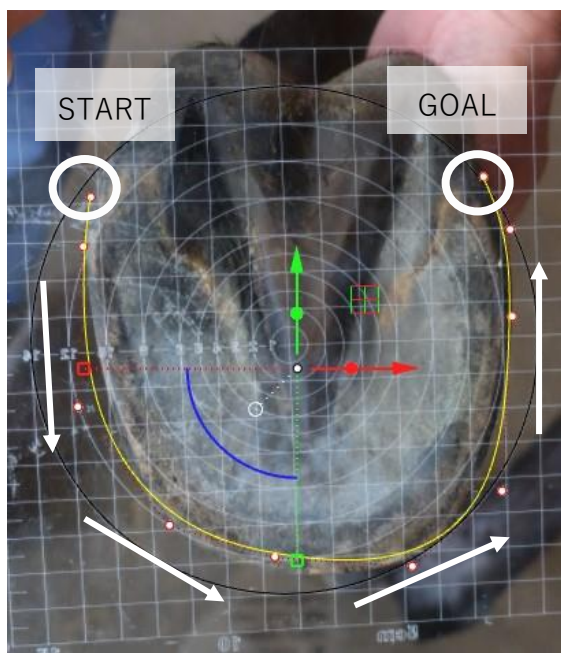
また、デフォルトレイヤは鍵をクリックしてロックすると作業の邪魔になりません。



この作業の際はOsnapをオフにした方がやりやすいです。（細字で背景がグレー＝オフ）

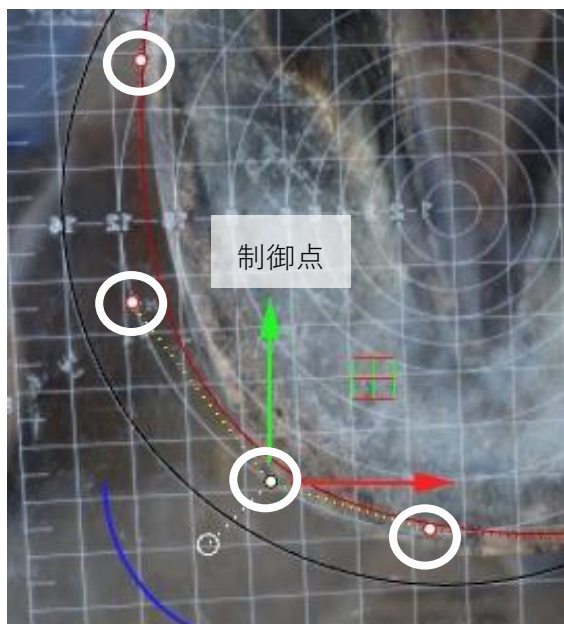


ツールバーから「**制御点指定曲線**」を使用します。



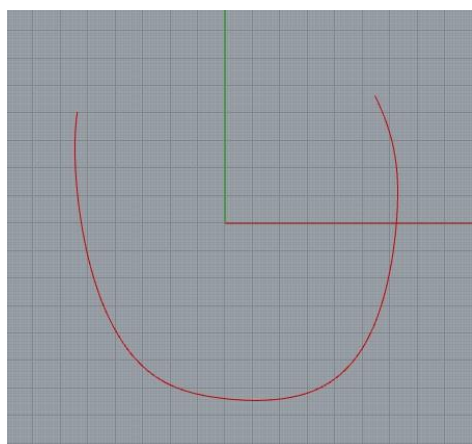
まずは多少ズレていてもいいので、馬蹄の大体の外形線を描きます。

この時重要なのは、左上から順に線を描くことです。右から描いてしまうと、あとで線の向きを反転する作業が必要になります。



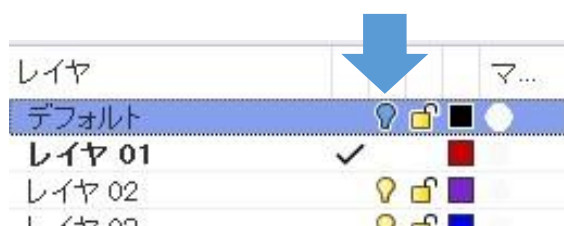
大体で描いた線の制御点をガムボールを使用しながら動かして、外形にぴったりと沿った線にします。

(制御点：p18参照)



デフォルトレイヤを非表示にした時、図のような赤い線が引けていればOKです。

電球をクリックで非表示



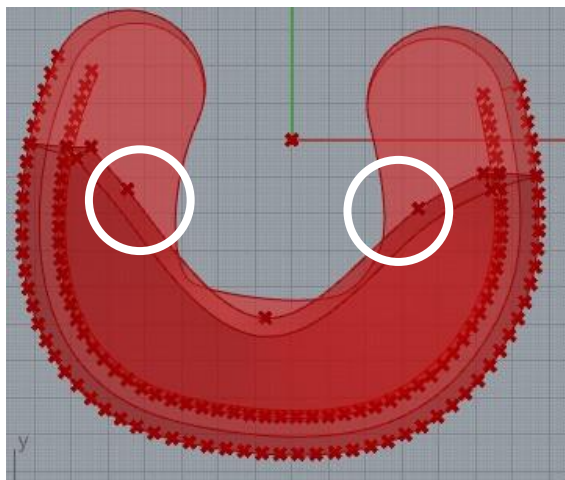
### (3) Grasshopperでの形状合わせ

Grasshopperの起動・使用方法についてはp42以降をご参照ください。

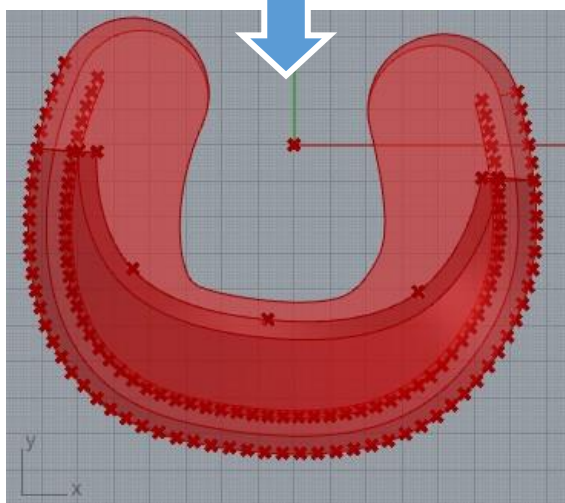


合わせるためのスキャンデータが無い場合、測定した蹄角度を左・中央・右のスライダーに入力します。

サンプルデータの場合は、「左前肢角度.JPG」の3枚の写真に写っている蹄角度を入力してください。



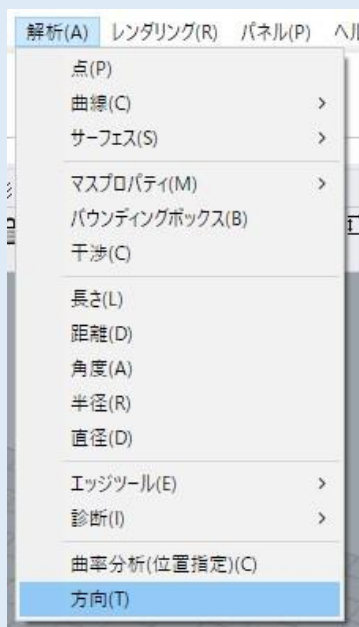
左下と右下は、他の3点に合わせて蹄らしい形状になるよう傾きを調整してください。



形状を調整出来たら、p49以降を行いサーフェスデータを出力してください。

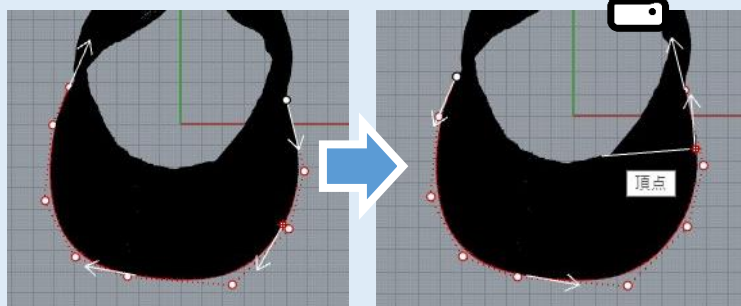
### 3. GrasshopperのQ&A

<p>モデルの一部が消えてしまう。</p>	<p>数値が大きすぎる、または小さすぎる可能性があります。</p>
<p>カバーがねじれた形状になる。</p>	<p>蹄外形線が左から右へ描かれていないと、カバーがねじれます。 (解決策：下図参照)</p>
<p>カバーの傾く角度が逆になる。</p>	<p>上記のカバーがねじれた場合と同じ対処方法が有効です。</p>
<p>スライダーを動かすときスライダー自体が動いてしまい使いづらい。</p>	<p>スライダーだけRhinoで表示する方法があります。 次ページで説明します。</p>
<p>もっと蹄の形状にぴったり合わせたい。</p>	<p>次章でGrasshopperを使用しないモデリング方法を解説します。そちらの方がより高精度なモデルができます。</p>



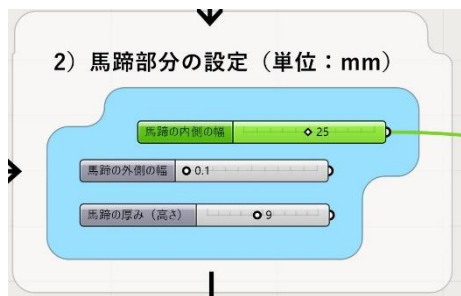
カバーがねじれる・傾きが逆になる場合は読み込む曲線を反転してください。  
読み込んでいる曲線を選択し、**解析 > 方向**を行ってからコマンドエリアの「反転」をクリックして、決定してください。

コマンドエリア  
操作を完了するにはEnterを押します(反転(E)):

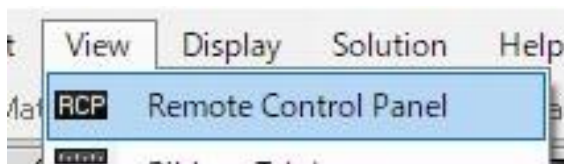




#### 4. GrasshopperのスライダーのみRhinoに表示させる方法



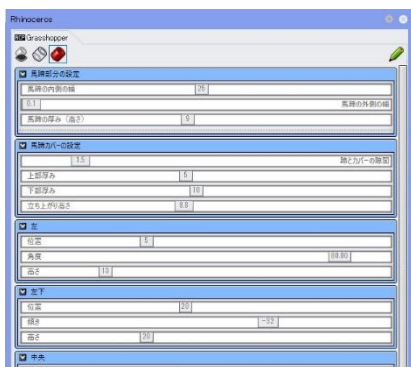
スライダーを動かしたいのに、触る位置によってスライダー自体が動いてしまうのがわずらわしい、といった方には下記のような方法があります。



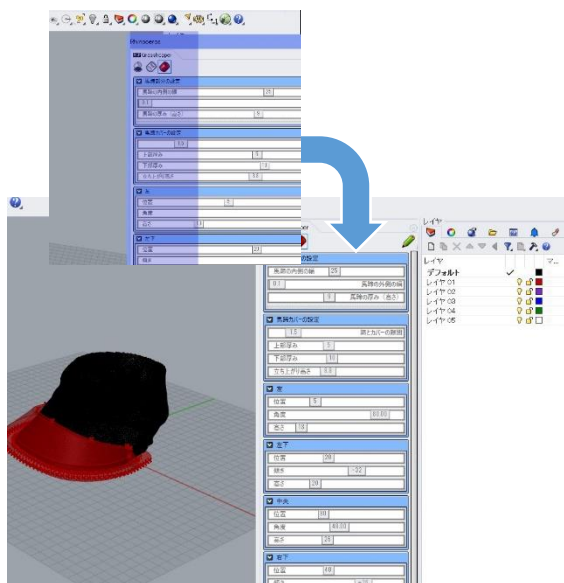
Grasshopper画面で

「View>Remote Control Panel」

をオンにします。



Rhino上にスライダーが一覧になったウィンドウが表示されます。



このウィンドウは左図のようにビューポートとレイヤの間で挟んで配置したりすることも可能です。

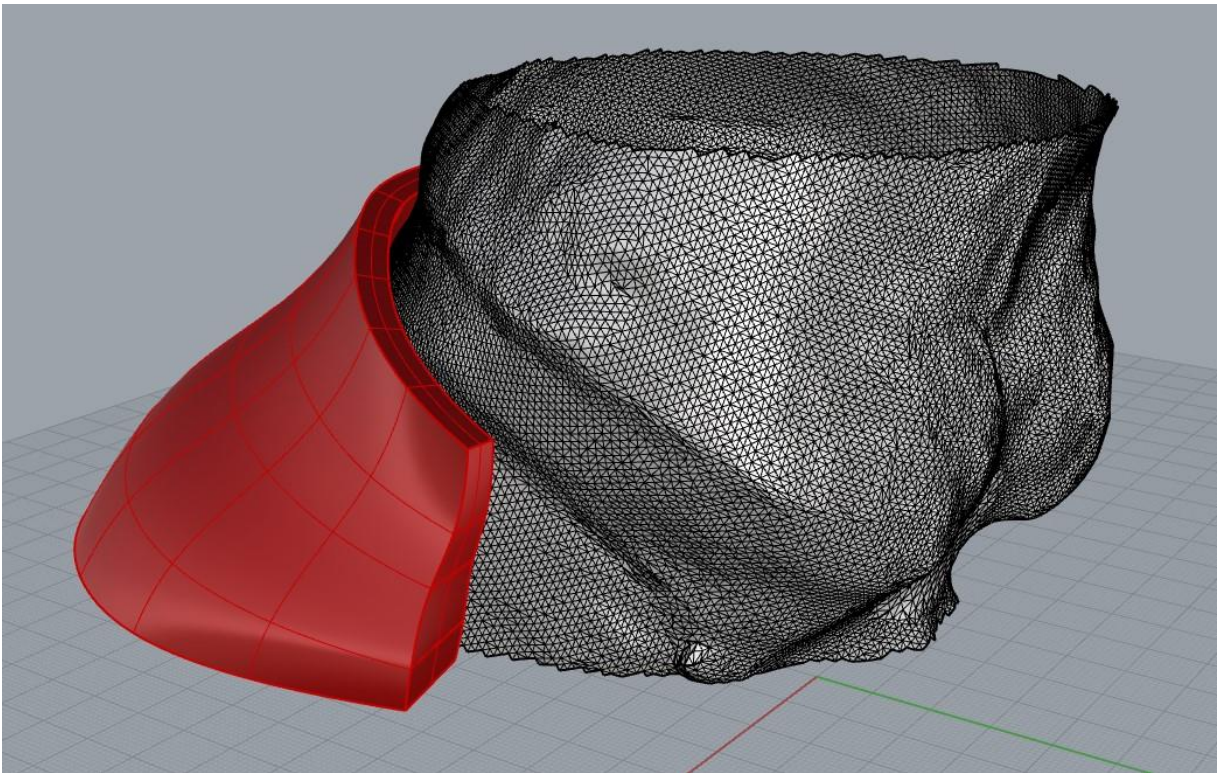
※このウィンドウでは直接の数値入力はできません。

※蹄外形線の読み込みと、3Dデータの出力はGrasshopper画面上で行ってください。

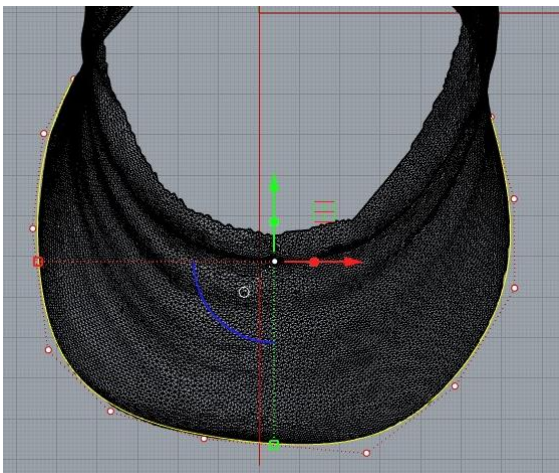
## 第3章 Grasshopperを使用しないモデリング

この章ではスキャンした蹄データにぴったり合う3Dシューを作成するための方法を説明します。難易度が高くなるため、Rhinoの操作に慣れてから行うことをお勧めします。カバー部と馬蹄部に分けて作成し、後で合体します。まずはカバー部の作成方法から説明します。

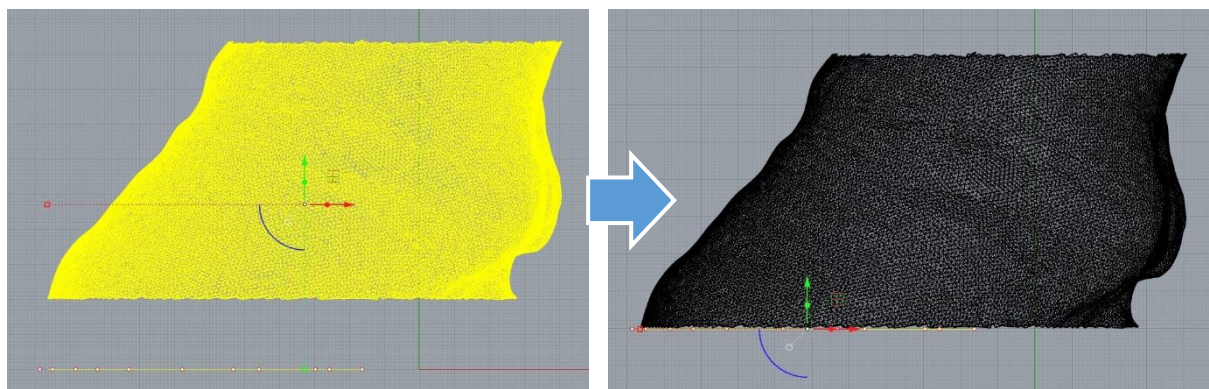
### 1. カバー部の作成方法



#### (1) 蹄3Dデータのインポート～蹄外形線の作成



p36～p41を行ってください。蹄の外形線ができれば、次のページへ進んでください。

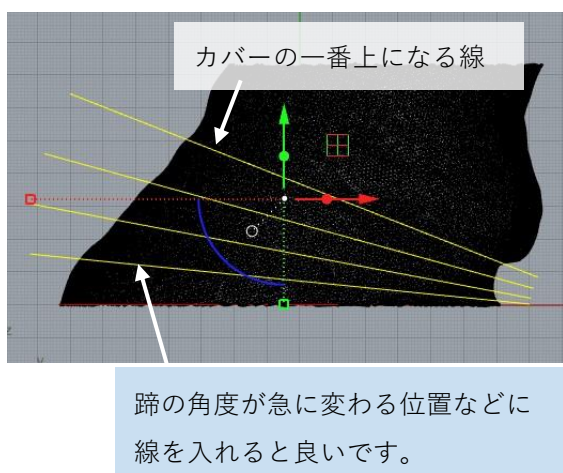


Rightビューから見て、描いた蹄外形線とスキャンモデルが離れている場合はぴったり合わせてあげてください。

## (2) 蹄断面線の作成



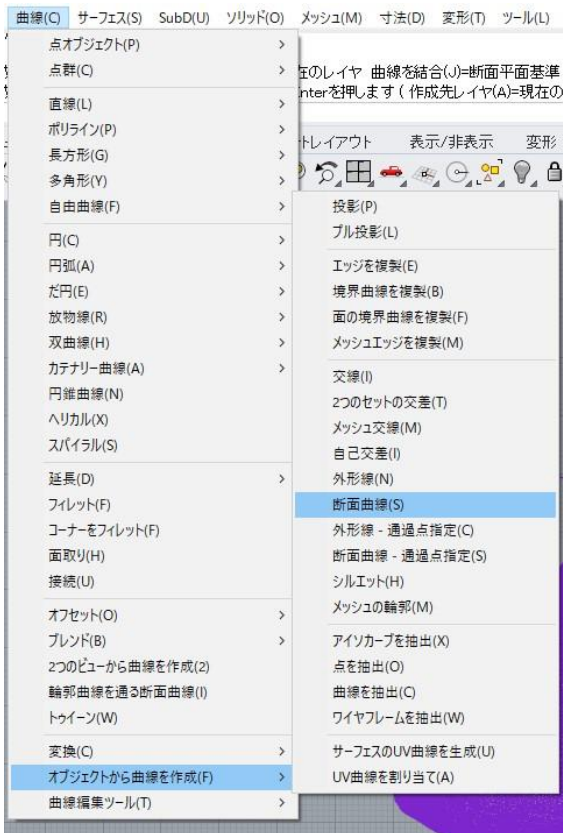
「ポリライン」を使用します。



**Rightビュー**上で、蹄の断面線を作るためのガイド線を作図します。

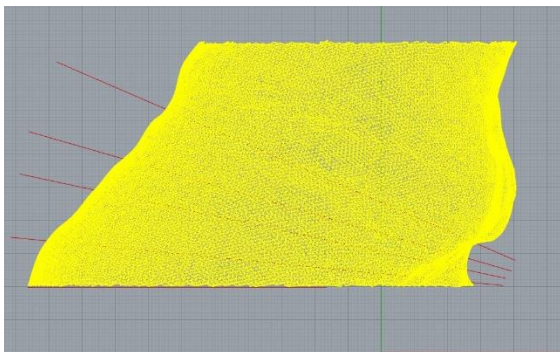
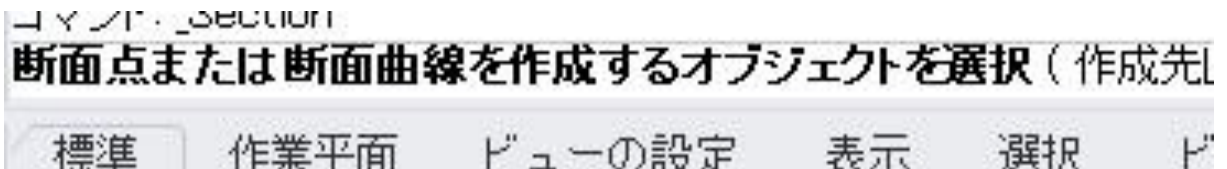
左図のように、**カバーの一番上側**にしたい位置と、そこから下までの間に2~3本の線を描きます。

この線は多ければ多いほど詳細なモデルができますが、手間が増えるので、慣れてきたら線を増やしてみてください。



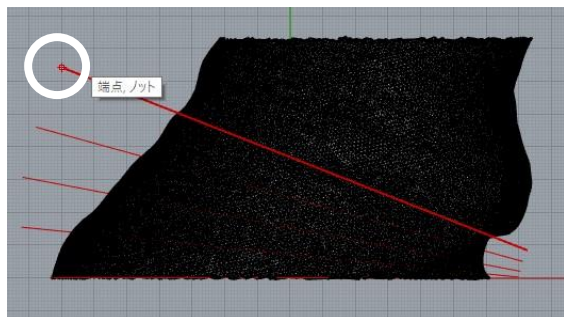
曲線 > オブジェクトから曲線を作成 > 断面曲線

を使用します。



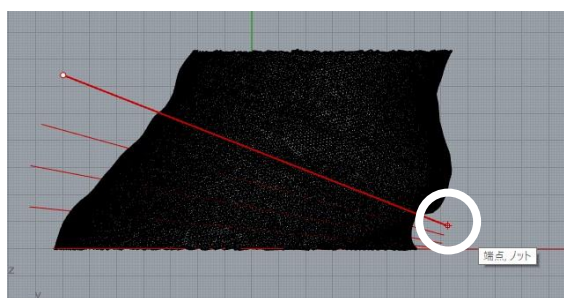
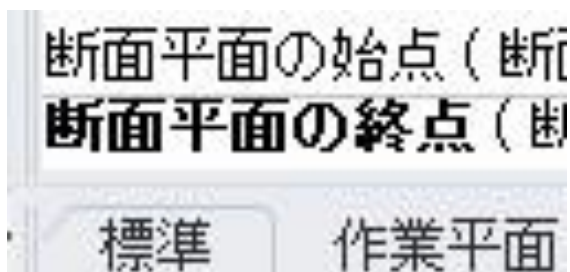
断面線を作成するオブジェクトを選択するように指示が出るので、**跡スキャンデータ**を選択し、右クリックまたはEnterキーで決定します。

選択できない場合は、スキャンデータがあるレイヤのロックを解除してください。

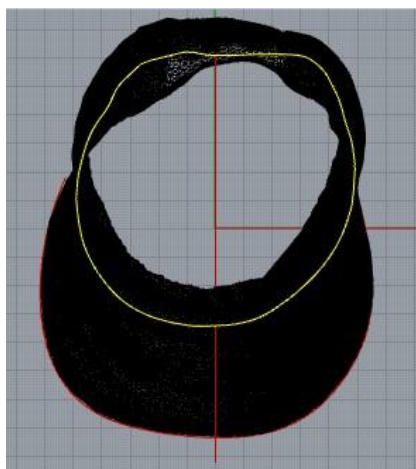


断面平面の始点を選択するように指示が出るので、先ほど描いたガイド線の一つについて、片方の端点を選びます。

この時、**Osnap**がオンになっていないと端点を選べないので注意してください。

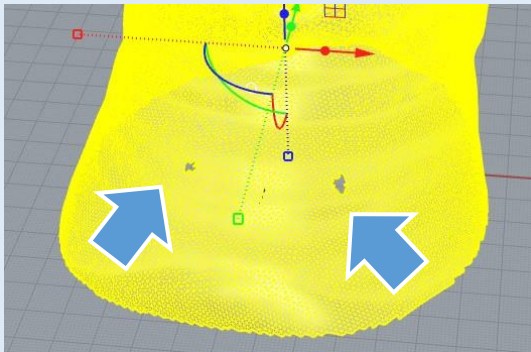


次に断面平面の終点を選択するように指示が出るので、ガイド線のもう片方の端点を選びます。



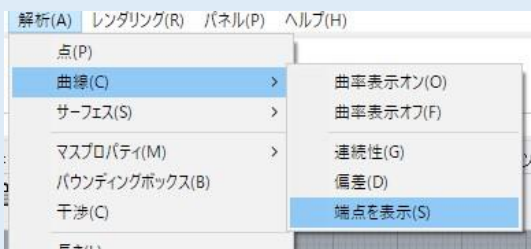
Topビューで見ると、左図のようにスキャンデータをガイド線でカットした時の断面線が生成されています。

スキャンデータに穴が開いている場合、断面線が途切れてしまいます。その場合は次ページを参考に修正してください。



左図のようにスキャンデータに穴があいている場合、断面線を作成すると線が途切れてしまうことがあります。

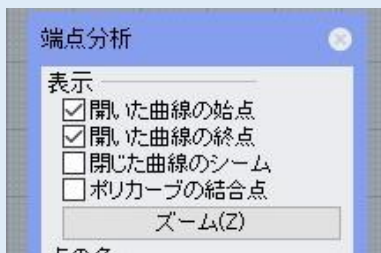
1個の開いた曲線を選択に追加しました。



途切れている場合は線を選択したときにコマンドエリアに「開いた曲線」と表示が出ますが、どこが途切れているのかわからない場合は

### 解析>曲線>端点を表示

を行い、端点分析ウィンドウで「開いた曲線の始点」「開いた曲線の終点」のみにチェックを入れると、線がどこで途切れているかわかります。



途切れた曲線をつなぐには、

### 曲線>ブレンド>曲線ブレンド(調整)

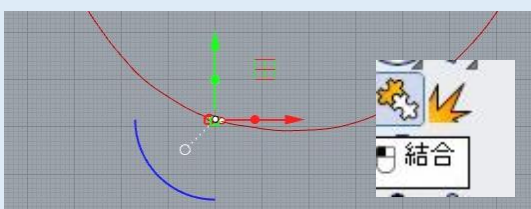
を行います。

## ブレンドする曲線を選択(エ)

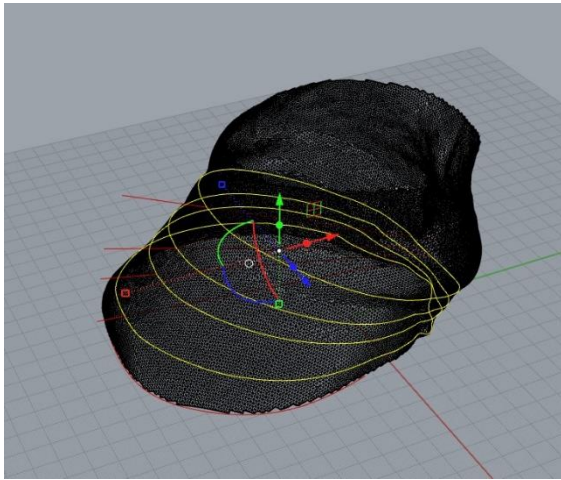


繋ぎたい線の端と端をクリックすると、曲線ブレンドの調整ウィンドウが表示されます。

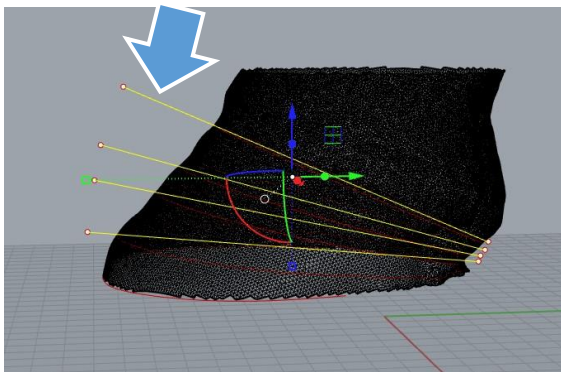
「曲率」の横の丸を2つ選択し、「OK」をクリックします。



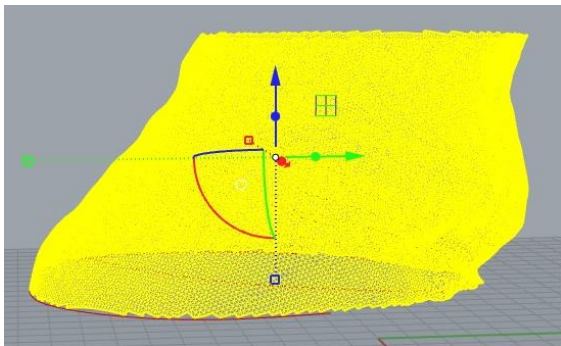
ブレンドで作成した線はバラバラの状態なので、最後に「結合」で繋ぎたい線と結合して完成です。



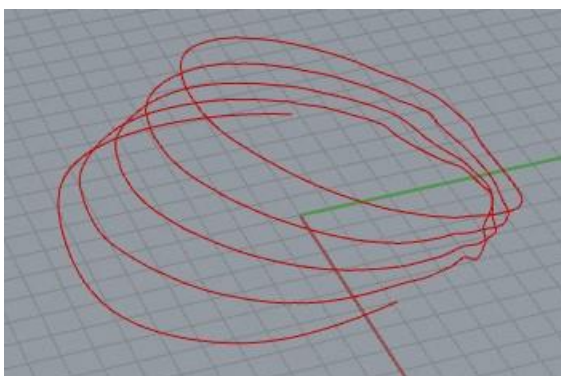
p66で作図したガイド線について、すべて同様に繰り返して断面線を作成します。



断面線が作図出来たら、ガイド線は不要なので削除します。

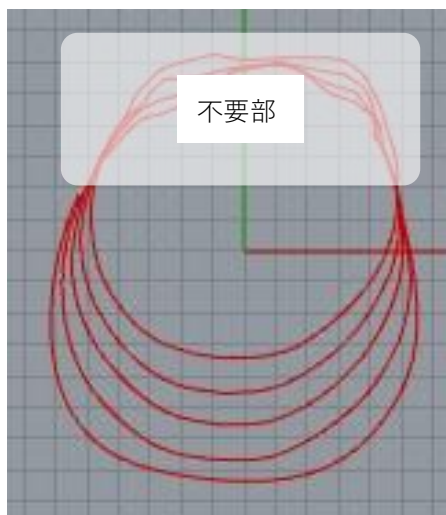


蹄のスキャンデータのレイヤを非表示にします。

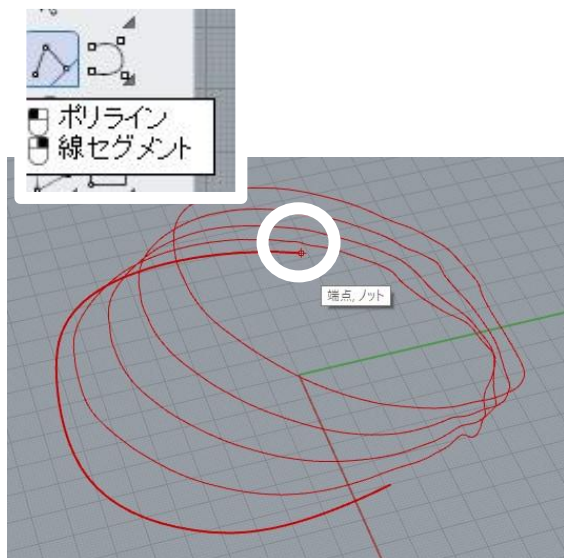


左図のように、最初を書いた蹄外形線と、今作図した蹄の断面線が表示された状態になります。

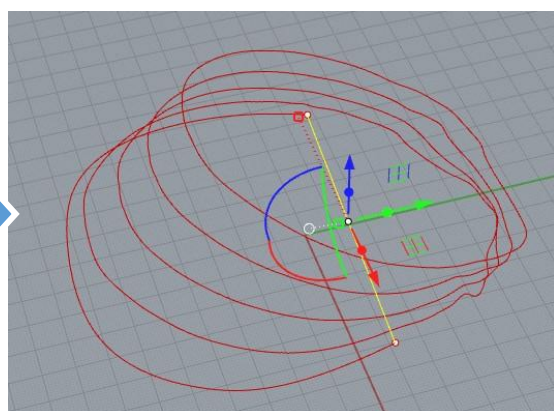
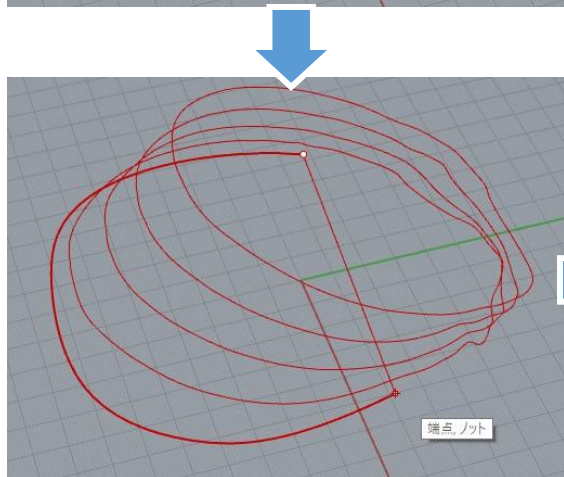
### (3) 蹄断面線のトリム



断面線の後ろ側はカバーを作るのに必要ないので、「トリム」をして削除していきます。



「ポリライン」を使用して、最初に作図した一番下の蹄外形線の端点と端点をつなぐ線を作図します。

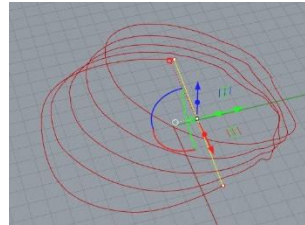






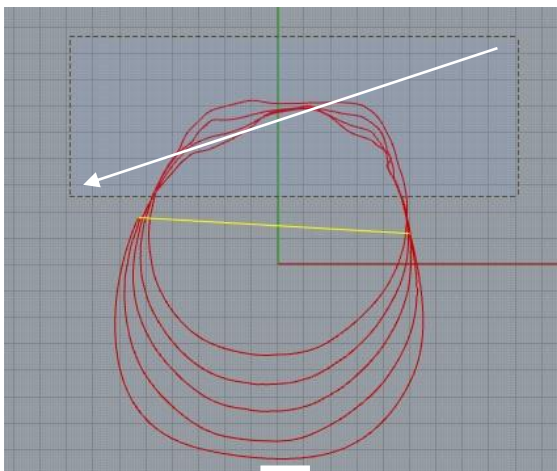
ツールバーから「**トリム**」を選択すると「**切断に用いるオブジェクトを選択**」と指示が出るので、今作図したポリラインを選択します。  
右クリックまたはEnterキーで先に進みます。

切断に用いるオブジェクトを選択



「**トリムするオブジェクトを選択**」という指示が出たら、コマンドの「**切断線を延長**」の部分をクリックして「=はい」の状態にしておいてください。

トリムするオブジェクトを選択。延長するにはShiftを押しながら選択します (切断線を延長(E)=はい 仮想交差(A)=はい):



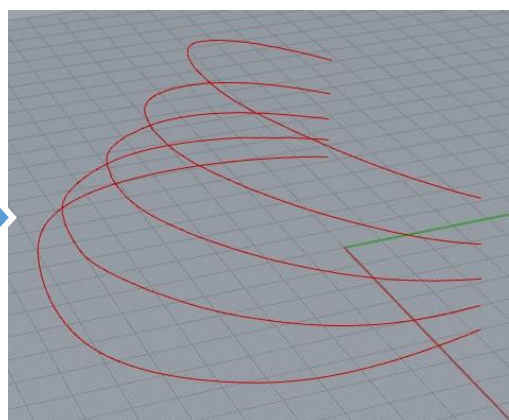
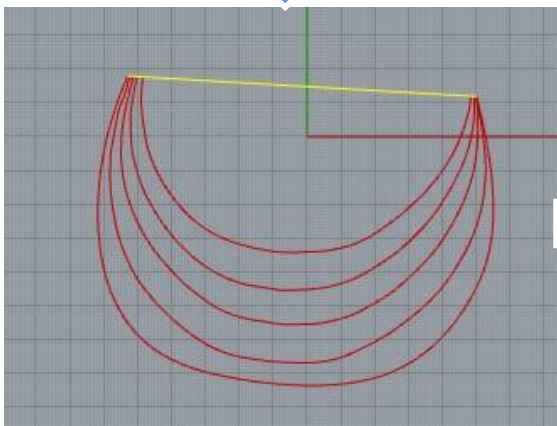
Topビューで見て断面線の上側を、**右上から左下**に選択エリアを作るようにして選択します。

(選択方法：p19参照)

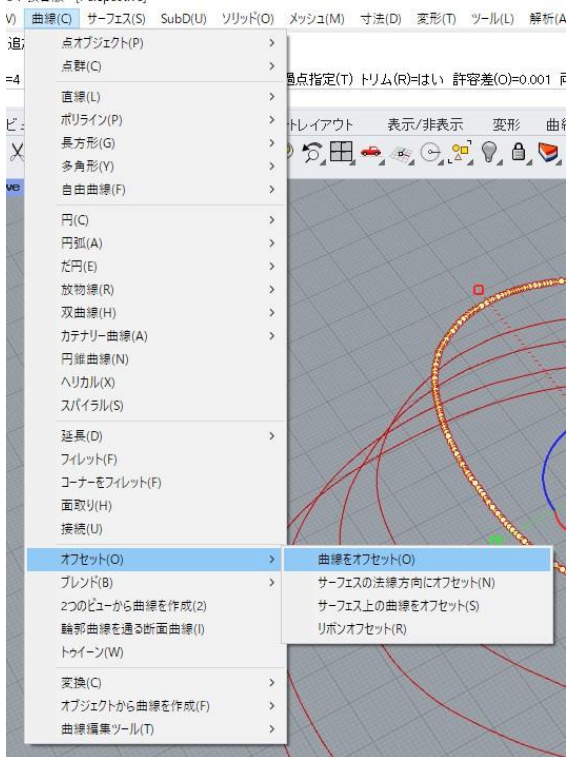
すると、ポリラインより上の線がトリムされます。



切断に用いたポリラインは削除します。

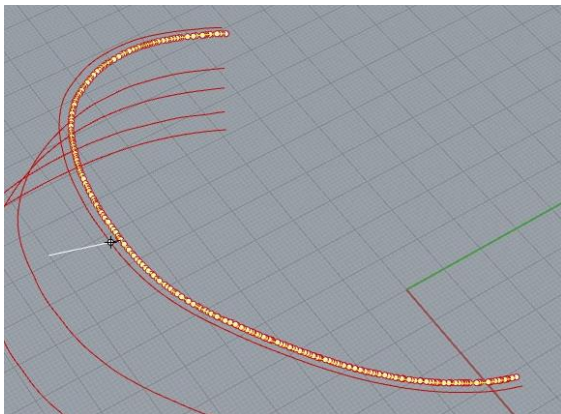


#### (4) 蹄とカバーの隙間設定



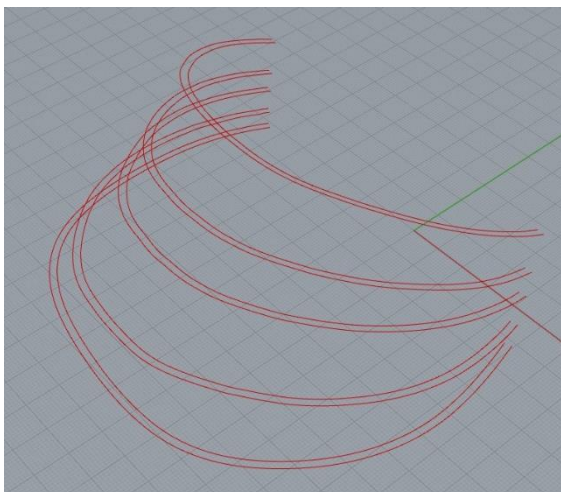
カバーと蹄の間に隙間を開けないと、3Dシューがきつすぎてはまらなくなるため、隙間を作ります。

断面線の一つを選択し、  
**曲線>オフセット>曲線をオフセット**  
を選択します。



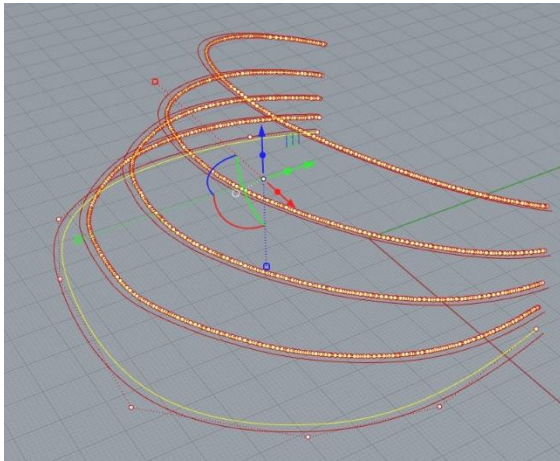
指定した距離だけ広がった曲線がプレビューされます。距離は**隙間**として設定したい**数値**を入力し、右クリックまたはEnterキーを押すとプレビューが更新されます。

**カバーと蹄の隙間にしたい距離だけ線を外側に広げ、Enterではなくクリックして確定**です。



左図の場合は「2 (mm)」と入力しています。これにより、カバーと蹄の間に2mmの隙間を作ることができます。

すべての断面線・蹄外形線を同様に外側に2mmオフセットした状態が左図です。



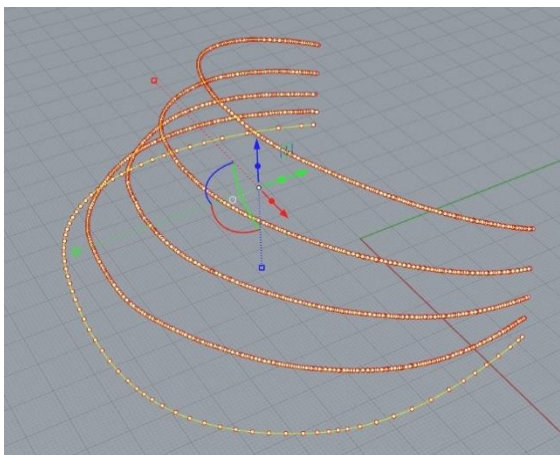
オフセットする前の元々の蹄断面線・蹄外形線は、作業の邪魔になるため別のレイヤに移動します。



オフセット前の断面線をすべて選択し、他のレイヤの**レイヤ名上で右クリック**を行い、「**レイヤの変更**」を選択すると、選択していたオブジェクトがそのレイヤに移動します。

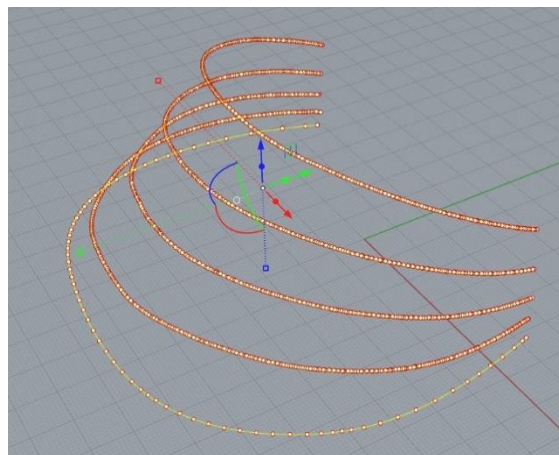
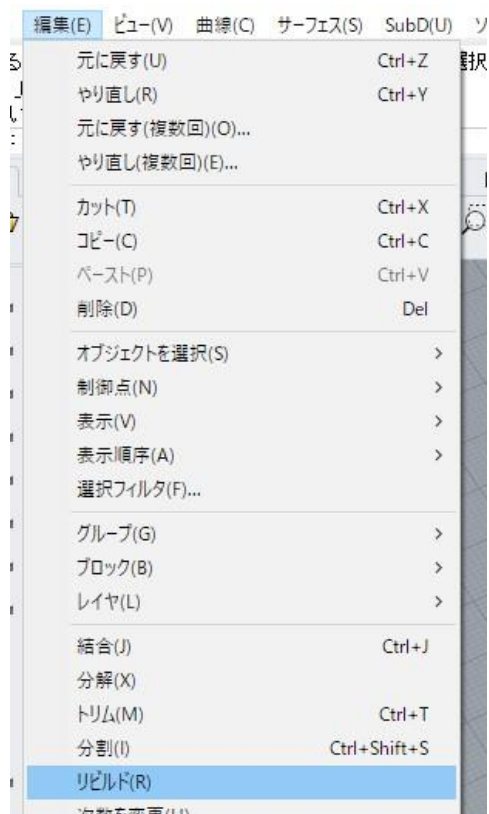
移動したレイヤの電球マークをクリックし、非表示にします。

削除せずに他のレイヤに移動して非表示にするのは、もし作業をやり直したいときに線を再度使用できるようにするためです。



オフセット後の線は左図のように制御点が多く、この後の作業でエラーが起きてしまうため、次ページで制御点を整えます。

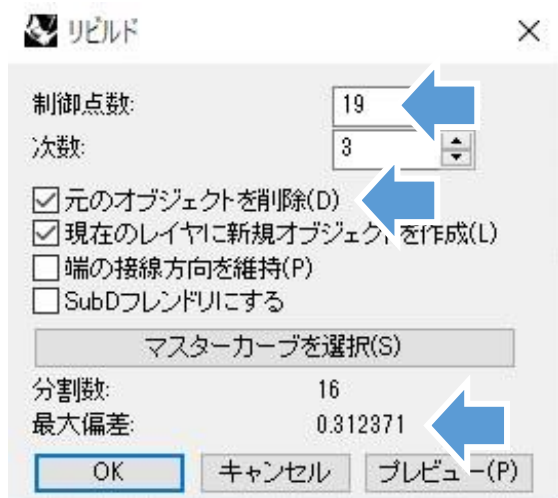
## (5) 線のリビルド



先ほど作成した線をすべて選択し、

**編集 > リビルド**

を選択します。

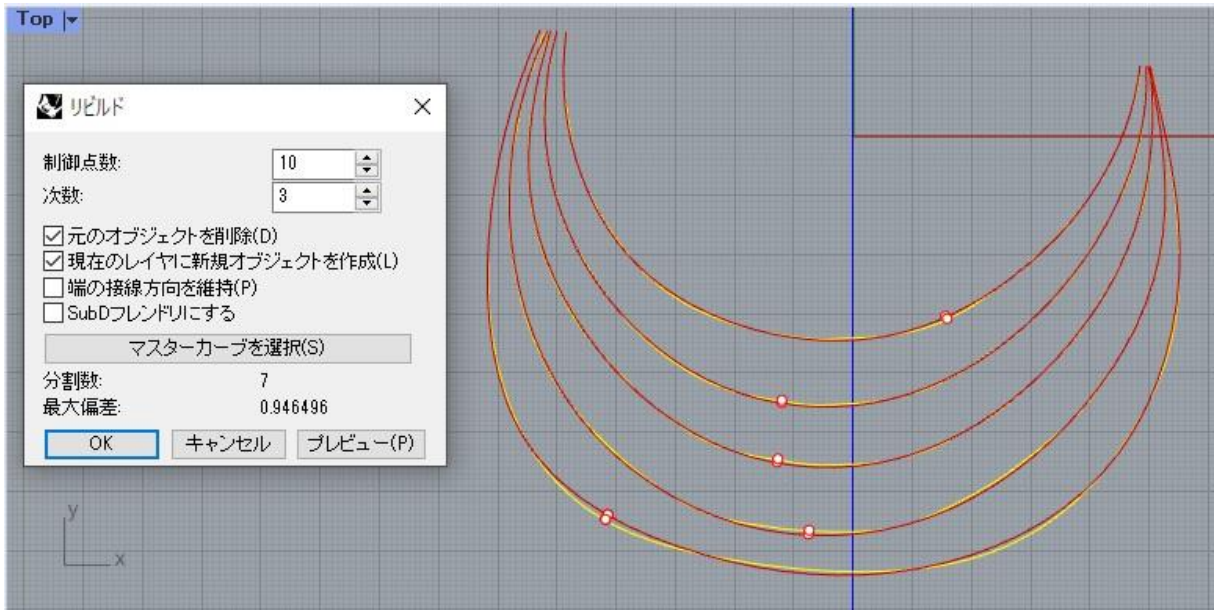


リビルドウィンドウが表示されるので、制御点数をいくつにするかを決めます。

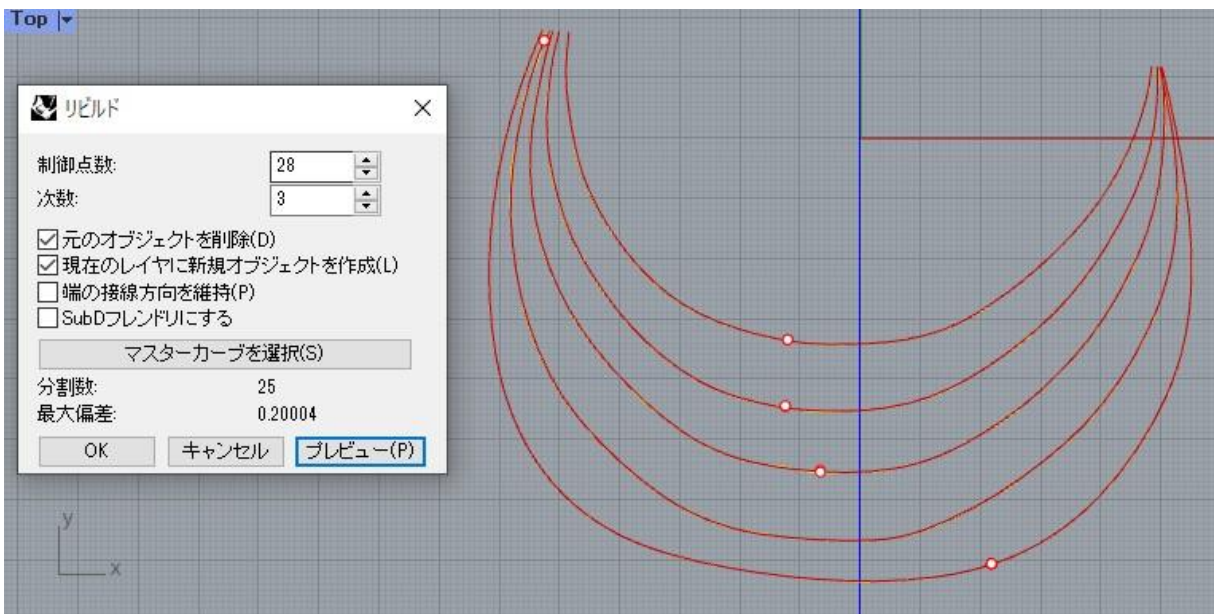
制御点数を変更すると、元の形状から誤差が生まれますが、その誤差は「最大偏差」のところに示されています。

制御点数10～30くらいの間で、最大偏差が許容範囲に収まるような数字を設定して下さい。

この時、「元のオブジェクトを削除」にチェックを入れることで、この後の作業がしやすくなります。

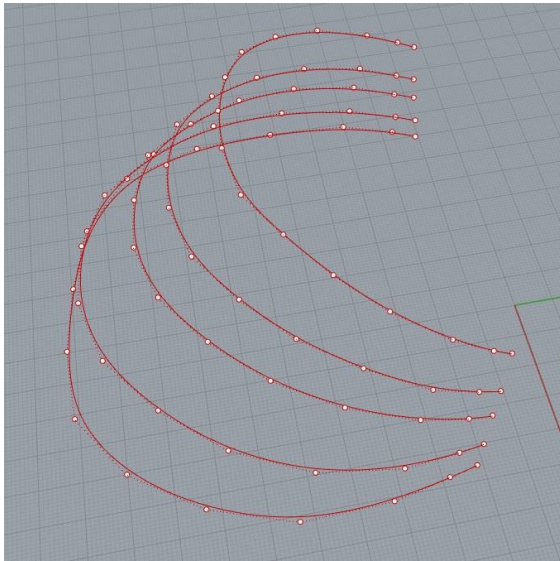


上図は制御点数を10にした場合、1 mm近いズレが生じているのが見えます。



制御点数を28まで増やすと、ズレが0.2mm程度まで減少します。

制御点が多いほど元の形状に近くなりますが、データが重くなるため計算負荷が高くなります。

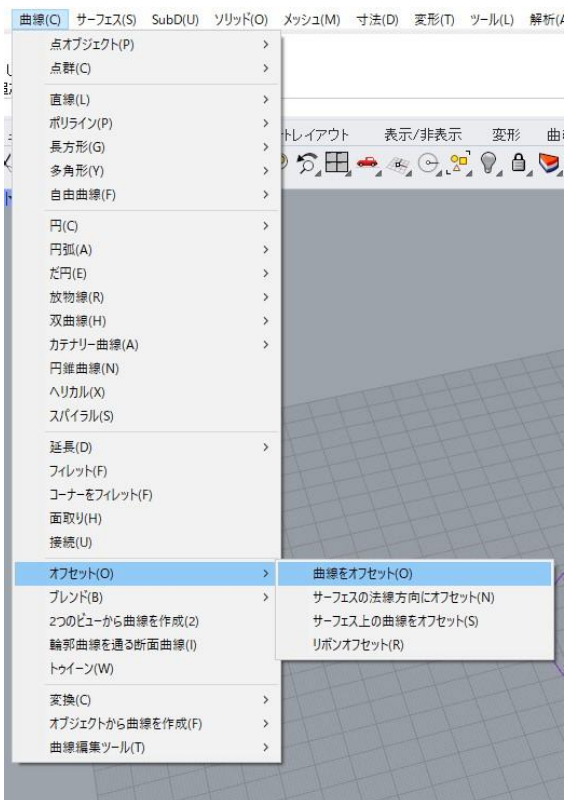


リビルドで制御点を減らすと、左図のようになります。

リビルドには、線の制御点数を揃える意味もあります。制御点数が揃うと、後で面を貼るときにエラーが起きにくくなります。

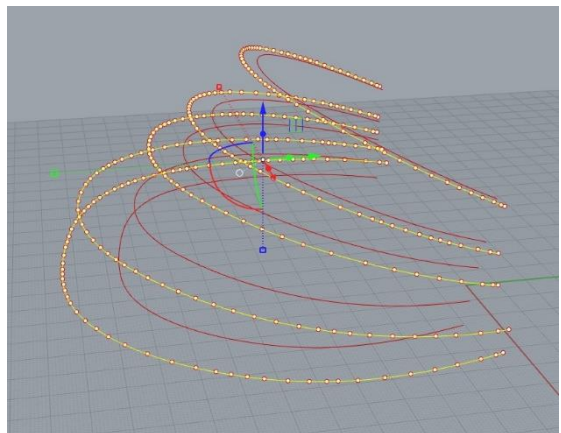
制御点を確認したいときは、F10キーを押すと制御点表示、F11キーで非表示です。

## (6) カバーの外側になる線の作図

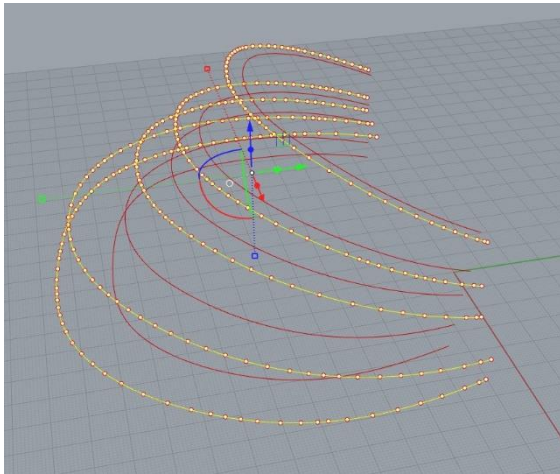


### 曲線>オフセット>曲線をオフセット

を使用して、カバーの外側になる線を作図します。



次ページの作業で、上図のような線を作図します。



このオフセットではカバーの厚みを決めます。

**カバーの下部に強度を出すためには、下の方のオフセット距離を長くすると厚みが増します。**

左図では、上から順に5,7,10,16,16の距離でオフセットをしています。

この場合カバー上部が5mm、下部が16mmの厚さになります。

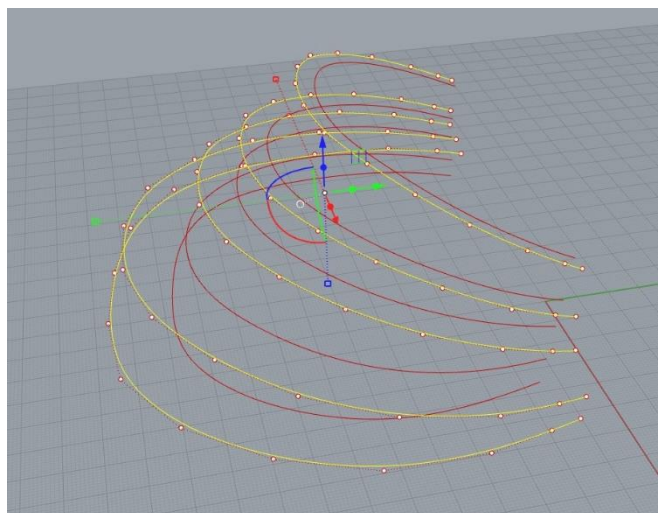


すべての曲線について、カバーの厚みぶん外側にオフセットしてください。

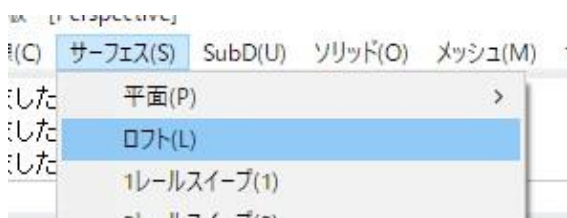
今オフセットした線もp75と同様に、

**編集 > リビルド**

を行って制御点数を揃えます。

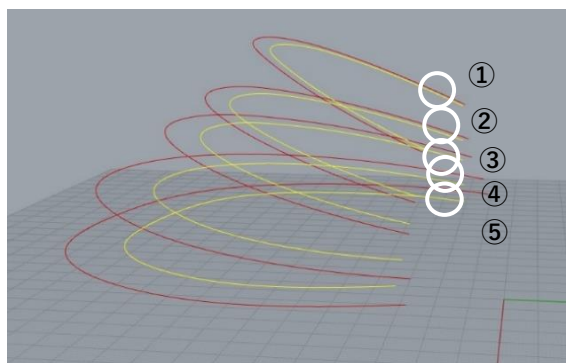


## (7) カバー部サーフェスの作成



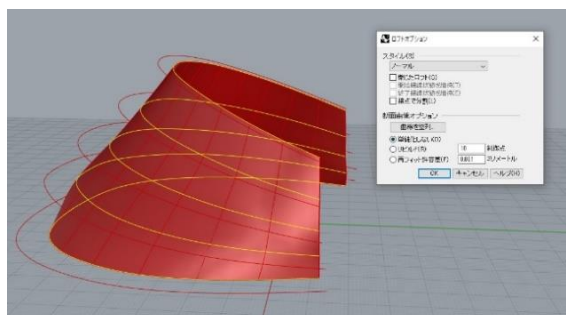
### サーフェス>ロフト

を使用し、カバー内側の線を上から順番に選びます。



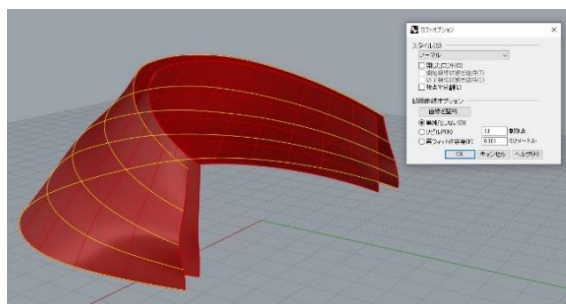
この時バラバラの順番で線を選ぶと、サーフェスがグチャグチャになるので注意してください。

また、選ぶときにクリックする位置も、線の左端ならずべて左端というように、揃えて選んでください。クリックする位置が左右バラバラでも、サーフェスがグチャグチャになります。



ロフトオプションが表示され、サーフェスのプレビューが表示されます。

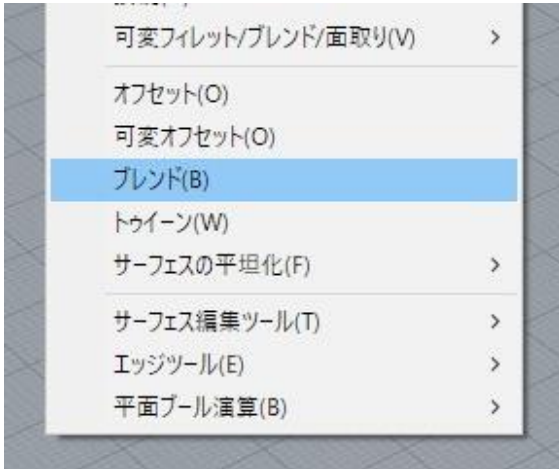
問題がなければ、そのままOKを押します。



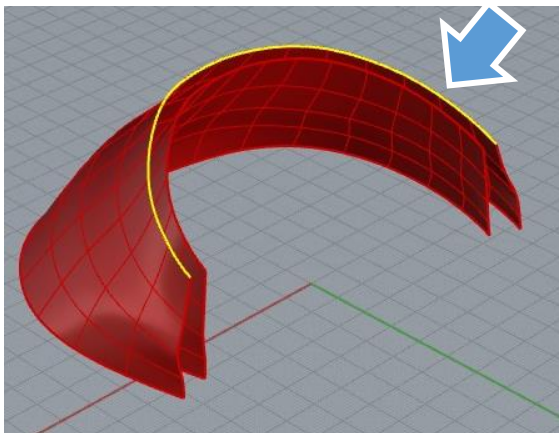
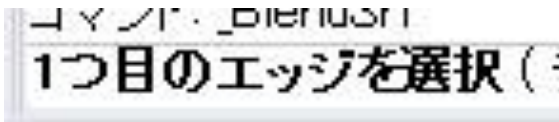
外側も同様に行い、サーフェスを作成します。

これで、カバーの内側と外側の面ができました。次ページから、足りない面を作成していきます。

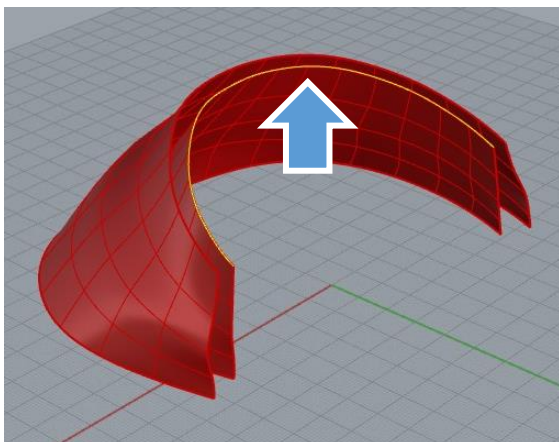
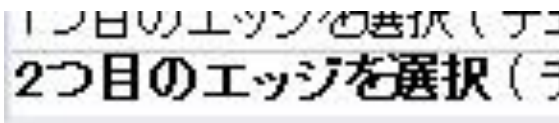




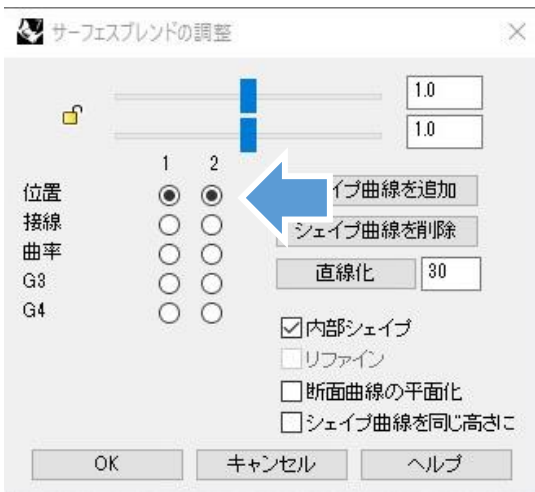
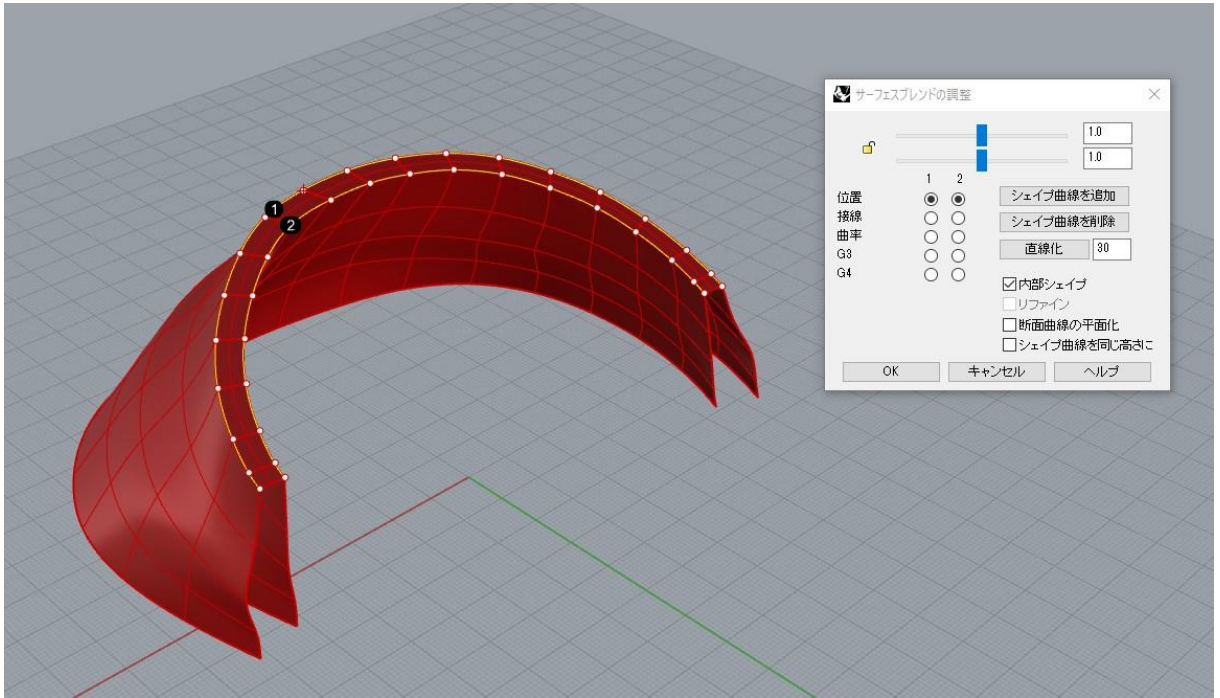
サーフェス>ブレンド  
を選択します。



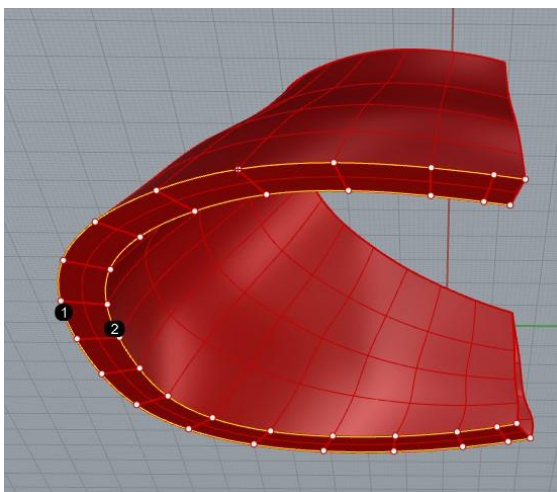
「1つ目のエッジを選択」と指示が出るので、前ページで作成したサーフェスのうち、片方の上側のエッジを選択します。



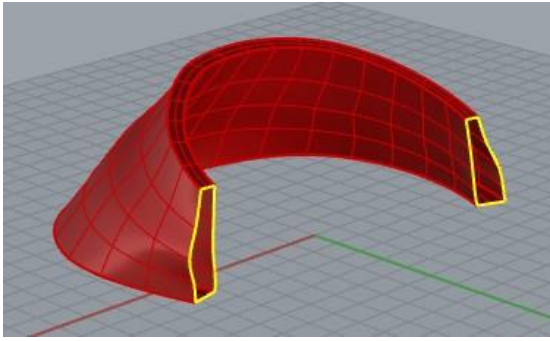
「2つ目のエッジを選択」と指示が出るので、もう片方の上側のエッジを選択します。



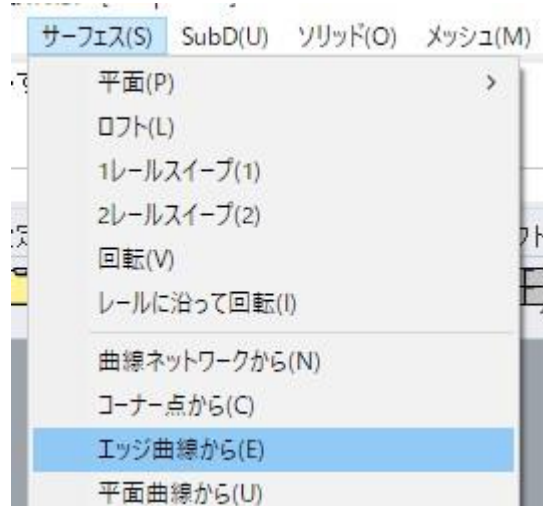
サーフェス同士をつなぐサーフェスが作成されま  
す。つなぎ方は左図の矢印の部分で変更されま  
すので、平面でつなぎたいときは、「位置」の横の  
二つの丸を左クリックして選択してください。



下側も同様に  
**サーフェス>ブレンド**  
を使用して繋いでください。

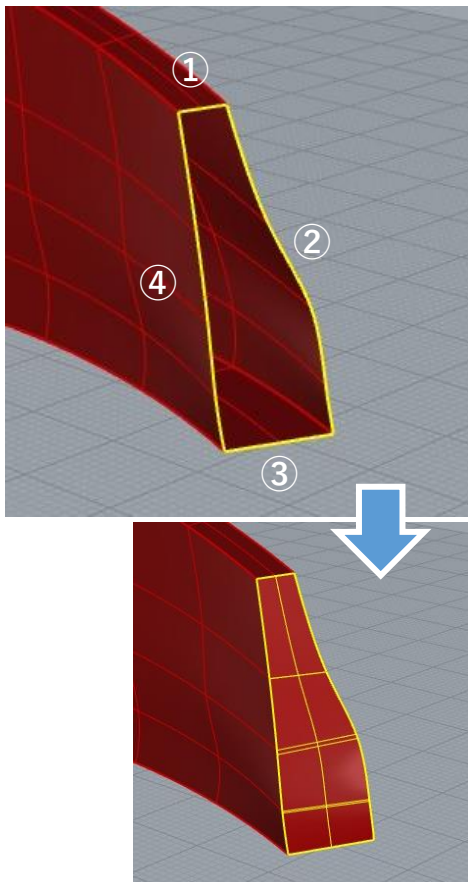


左図の黄色ラインで示した部分が穴になっているので、サーフェスを作成して埋めます。



サーフェス>エッジ曲線から

を選択します。

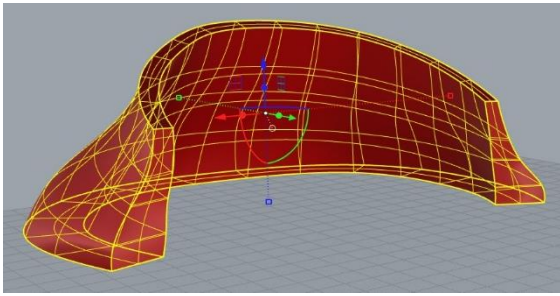


開いた曲線を選択するように指示が出るので、左図のように4つのエッジを選択します。

側面のサーフェスが張られます。

もう一方の側面も同様にサーフェスを張ります。

## (8) 閉じたポリサーフェスの作成

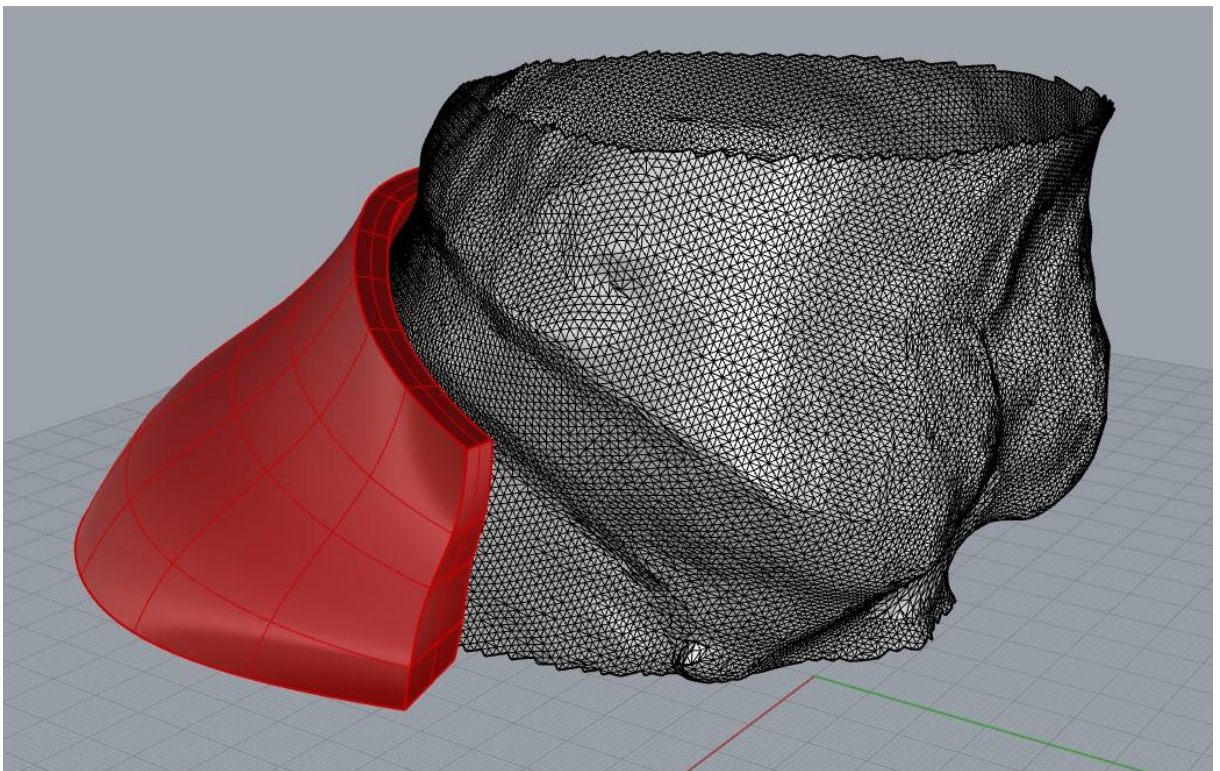


作成した6枚のサーフェスを選択し、「結合」を行います。



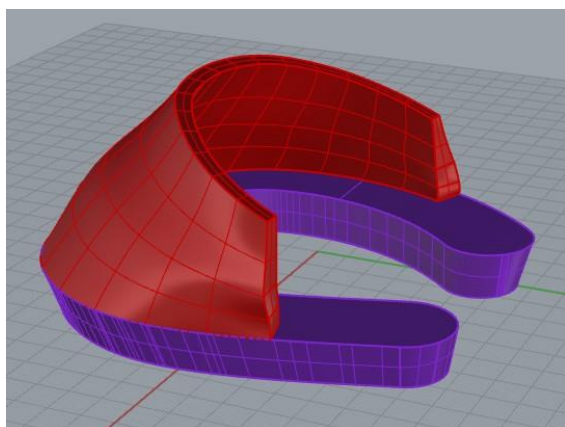
「閉じたポリサーフェスに結合しました」の表示が出ていれば、カバー部分の完成です。

6個のサーフェスまたはポリサーフェスを1個の閉じたポリサーフェスに結合しました。



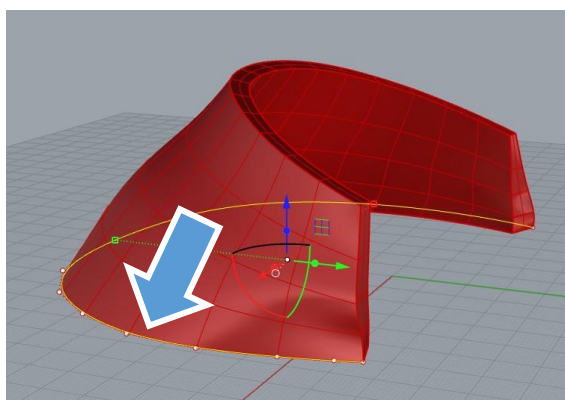
スキャンデータを表示し、カバーデータに問題が無いか確認をしてください。

## 2. 馬蹄部の作成方法



ここからは、馬蹄部に当たる部分を作成し、カバー部のモデルと合体させる工程を説明します。

### (1) 馬蹄部の長さを決める

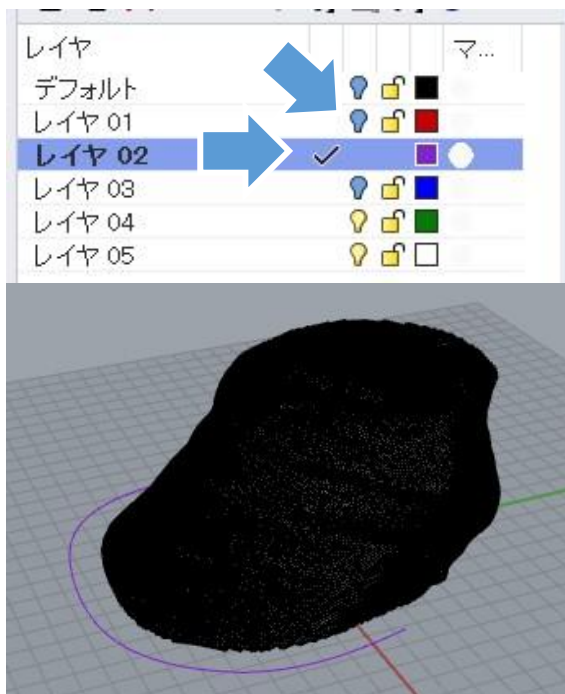


カバー下部の一番外側の線を使用するので、作業しやすいように別のレイヤにコピーします。今回はまだ使用していないレイヤ02（紫のレイヤ）にコピーしましょう。

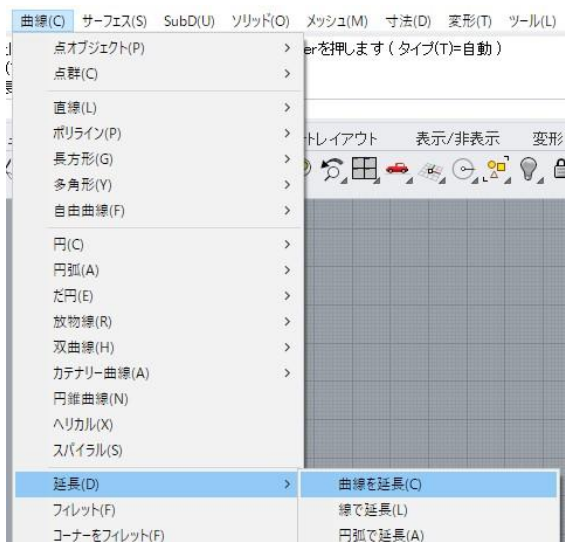
線を選択してからレイヤ02のレイヤ名を右クリックして「オブジェクトをレイヤにコピー」を選択します。



「レイヤの変更」ではオブジェクトがレイヤを移動しますが、「オブジェクトをレイヤにコピー」では元のレイヤにも残ったままになります。



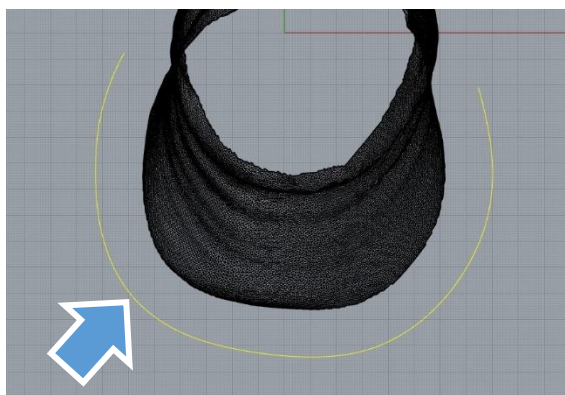
線をコピーしたレイヤに移動し、カバー部を作成したレイヤ01（赤）は非表示にします。スキャンデータ（デフォルトレイヤ）を表示して、馬蹄の長さを決める目安にします。



曲線 > 延長 > 曲線を延長

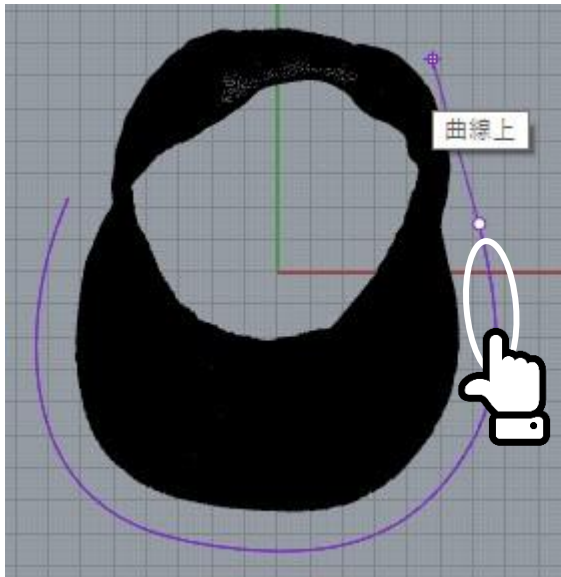
を使用します。

境界オブジェクトを選択、または延長長さを入力。任意に延長する場合はEnterを押します (タイプ(T)=自動):

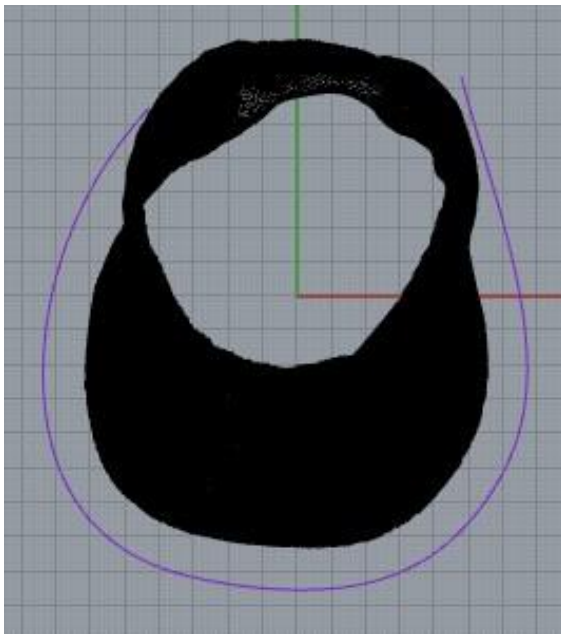


「境界オブジェクトを選択」と指示が出ますが、特に何もせず右クリックまたはEnterで進みます。

「延長する曲線を選択」と指示が出るので、コピーしてきた線を選択します。

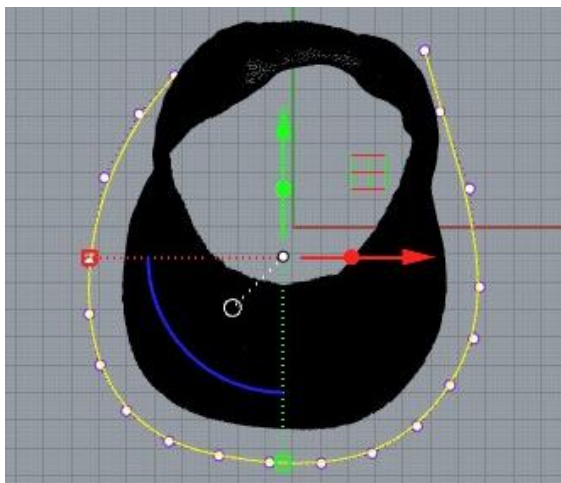


線の端の方をクリックすると、線を延ばすことができます。  
馬蹄を作りたい長さまで線を延ばしてください。

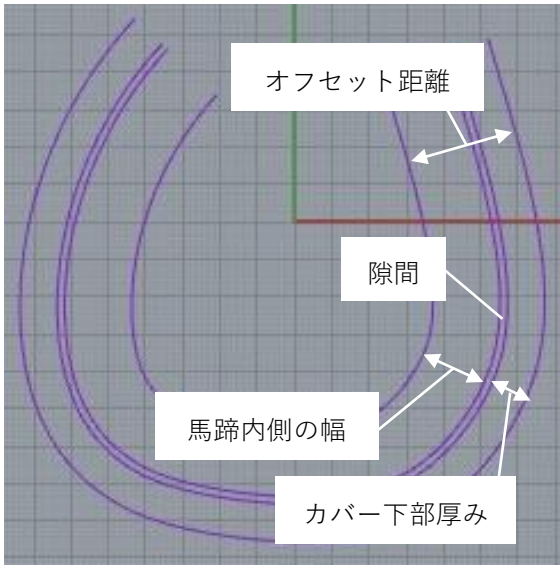


両端を延長した状態です。

## (2) 馬蹄部の上面を作成する

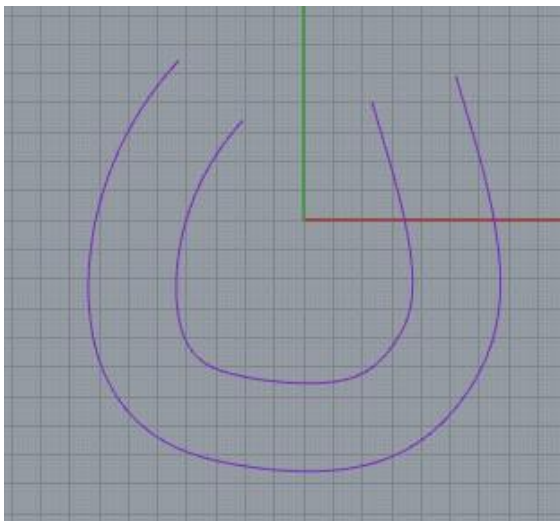
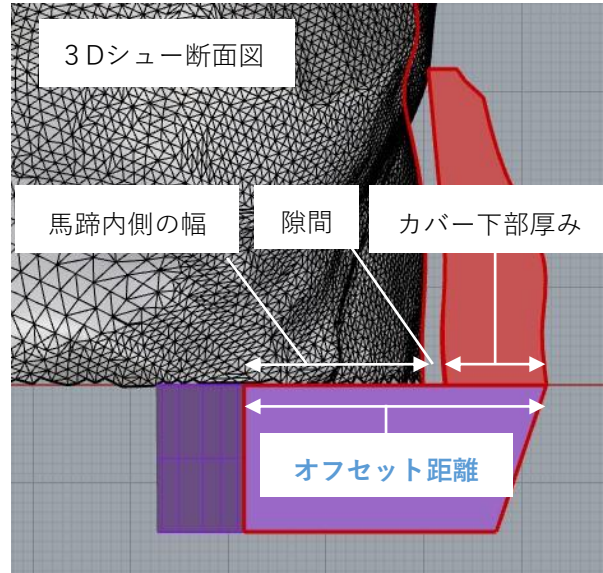


曲線を選択し、**曲線>オフセット>曲線をオフセット**を行います。

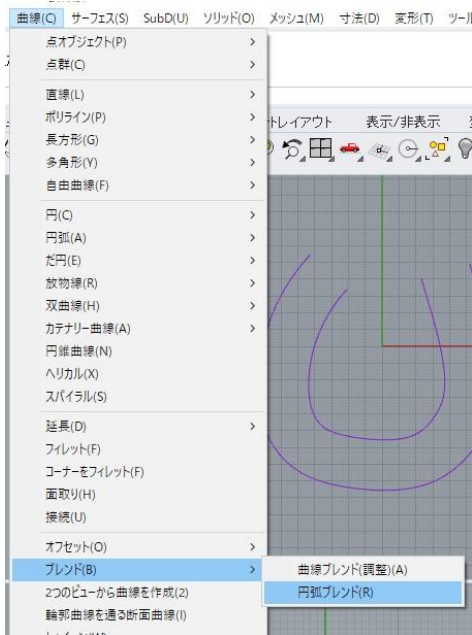


この時のオフセット距離は、(p73で設定した隙間距離 + p78で設定したカバー下部の厚み + 作成したい馬蹄内側の幅) を入力します。

蹄の内側の幅は蹄が乗る部分の幅になります。



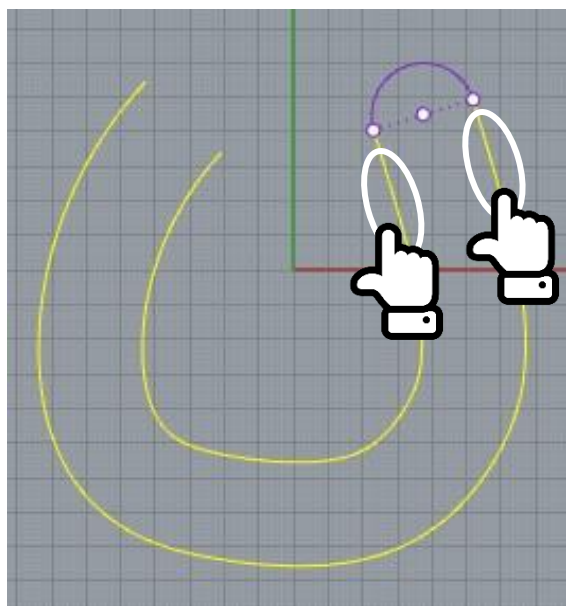
オフセットした状態は左図のようになります。



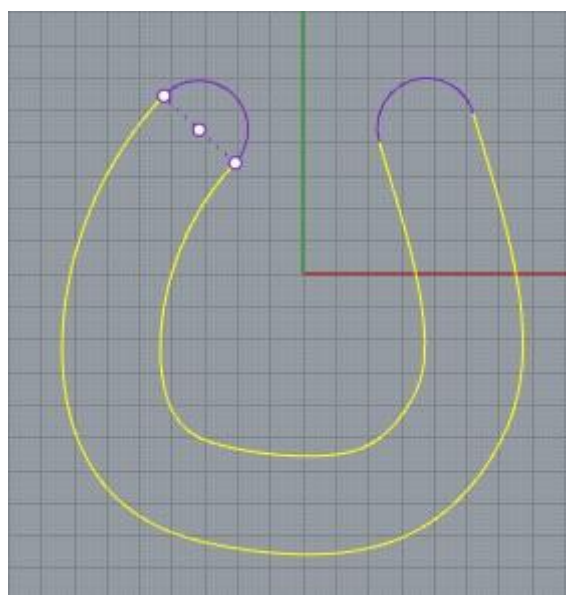
馬蹄になる線の端点をつなぎます。

**曲線>ブレンド>円弧ブレンド**  
を選択します。

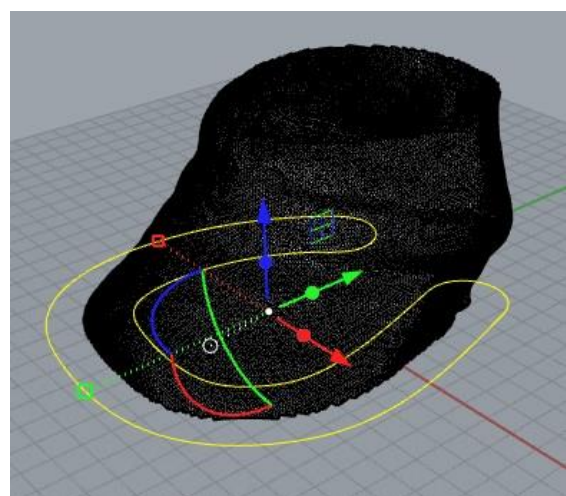




2つの曲線の端同士を選択すると、2本を連結する円弧が描かれます。  
右クリックまたはEnterで決定です。

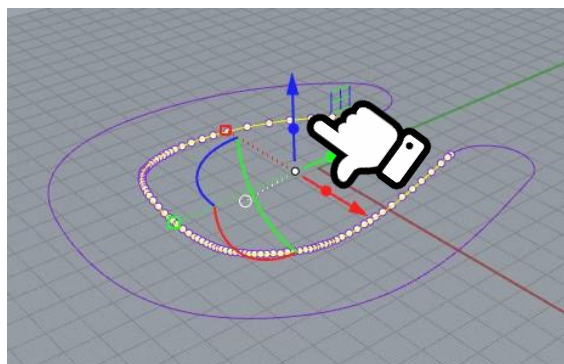


同様にもう片方の端についても円弧を描きます。



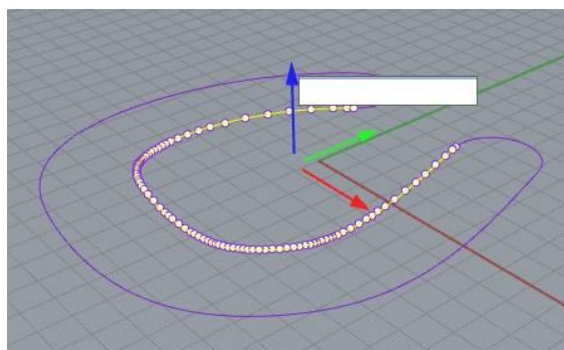
馬蹄の上面を作る線が完成しました。

### (3) 馬蹄部の底面を作成する



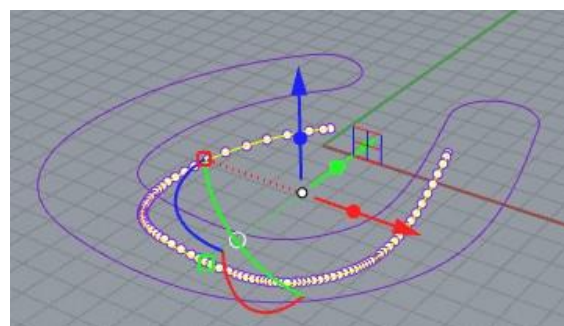
内側の曲線を選択し、ガムボールのZ軸方向の矢印（左図青矢印）をAltキーを押しながらクリックします。

（Altキーを押しながらクリック=コピーして移動）

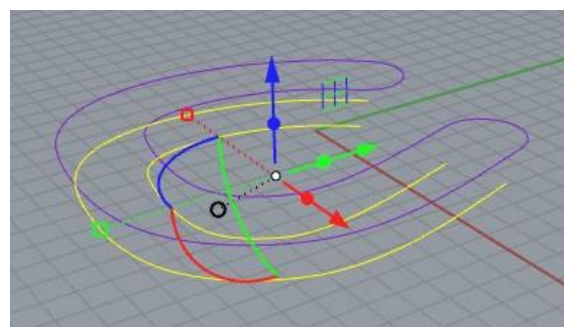


数値入力エリアが表示されるので、「-馬蹄部の高さ」の数値を入力してください。

※マイナス入力・・・矢印と逆方向に移動

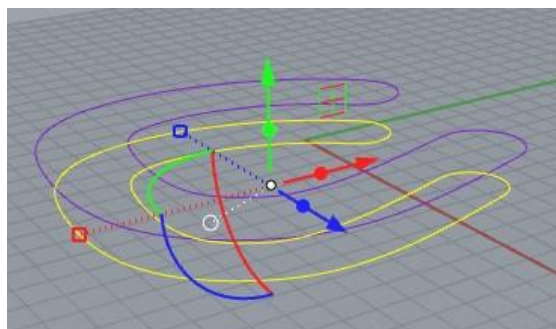
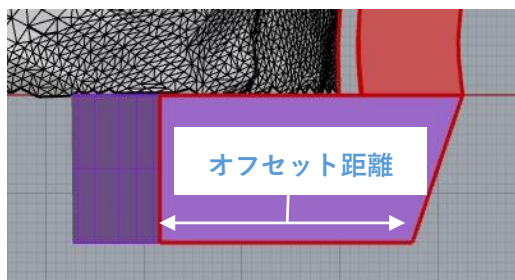


下にコピー移動した曲線を選択し、**曲線>オフセット>曲線をオフセット**を行います。

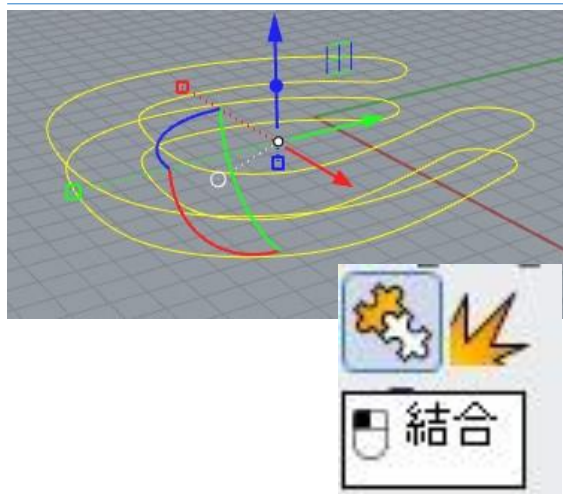


底面の馬蹄の幅にしたい数値をオフセット距離に入力します。

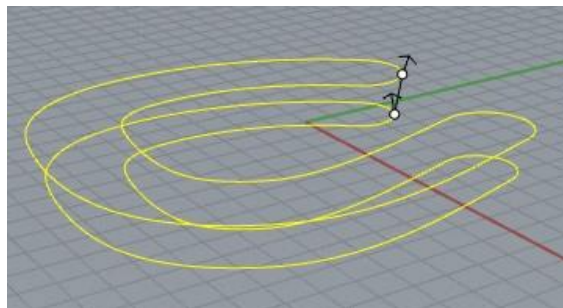
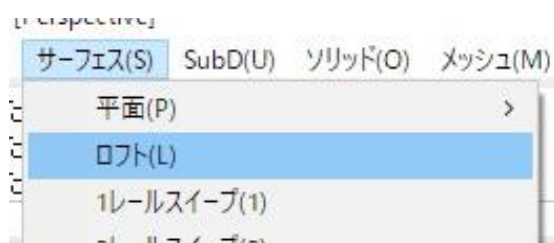
オフセットしたら、**p87～88と同様に円弧ブレンド**を使用し、両端を円弧でつないでください。



#### (4) 馬蹄部をポリサーフェスにする

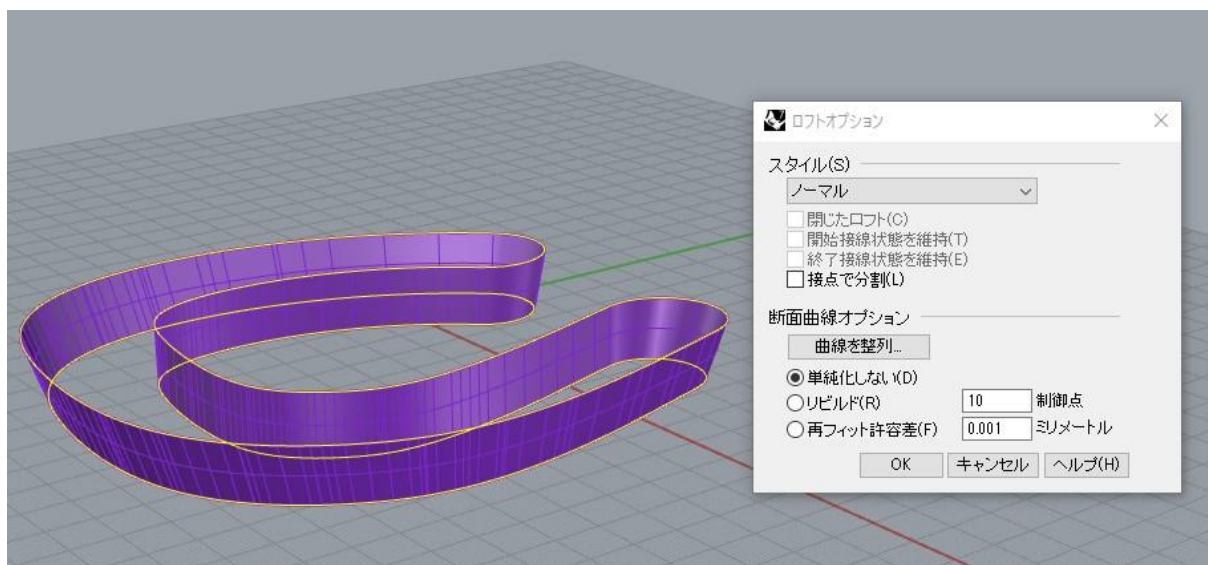


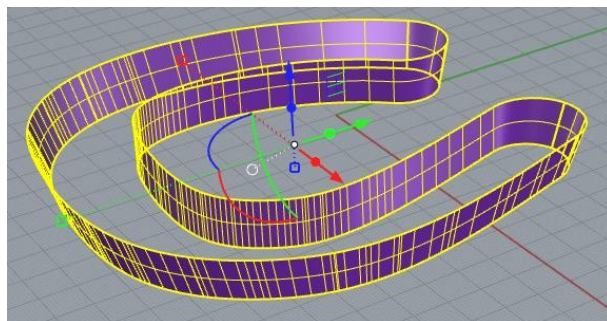
線がバラバラになっているので、上面と底面の線  
をすべて選択し、「結合」を行います。



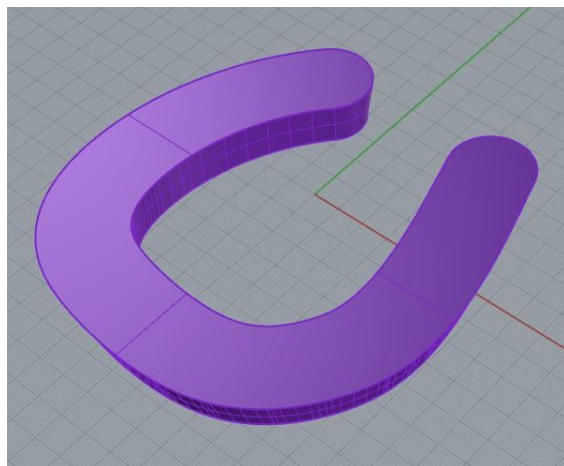
#### サーフェス>ロフト

を選択し、作成した2つの馬蹄型の線を選択すると、  
下図のように側面のサーフェスができます。



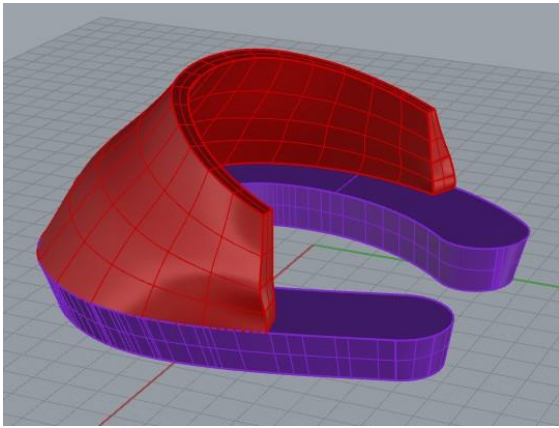


作成した側面のサーフェスを選択し、**ソリッド>キャップ**を行います。

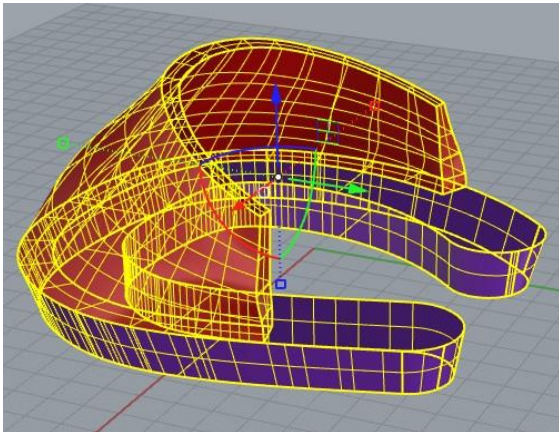


上面と底面にサーフェスが張られ、閉じたポリサーフェスになります。

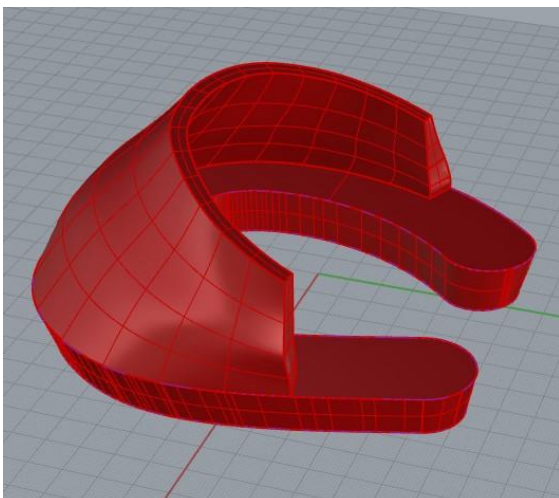
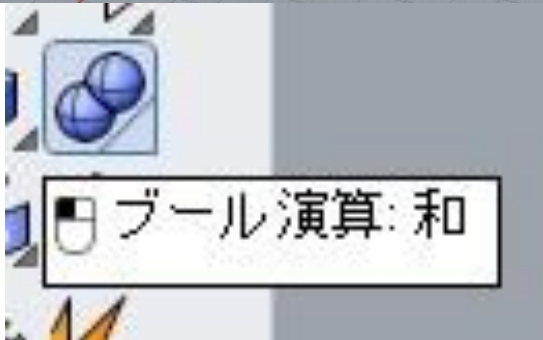
## (5) カバー部と馬蹄部の合体



非表示にしていたカバー部のモデルを表示状態にします。



両方のモデルを選択し。「**ブール演算：和**」を選択します。



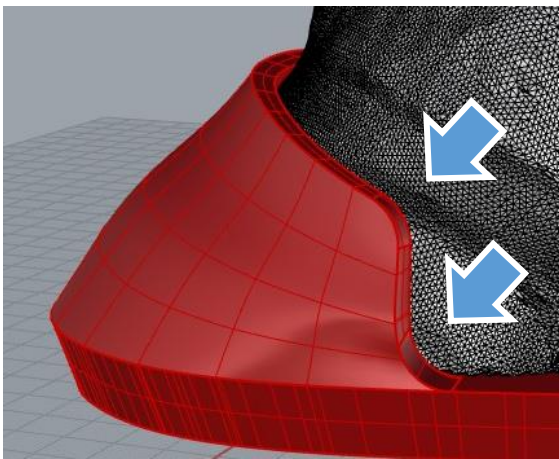
カバー部と馬蹄部が合体します。  
これで基本のモデルは完成です。

# 第4章 モデルの加工方法

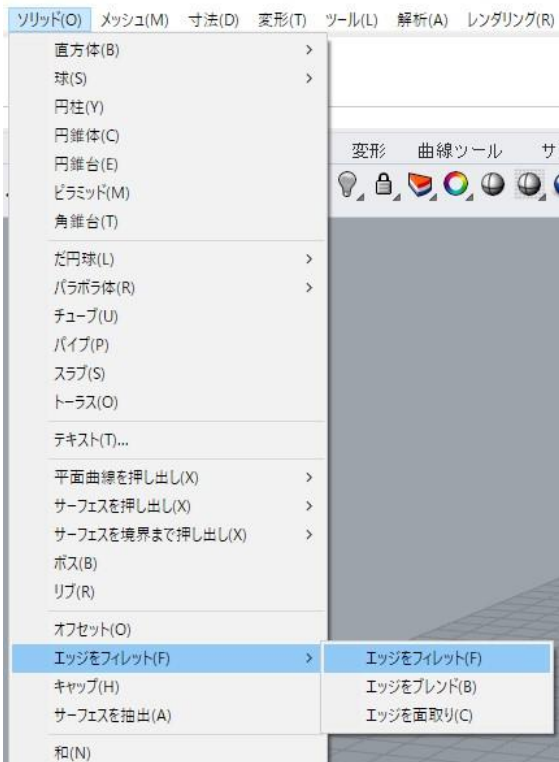
この章では、作成した3Dシューモデルを各馬の症状に合わせて変形する方法についてご紹介します。よく使われるいくつかの形状を例に示しますので、こちらを参考に必要な形状にアレンジして下さい。

## 1. カバーの角を丸くしたい

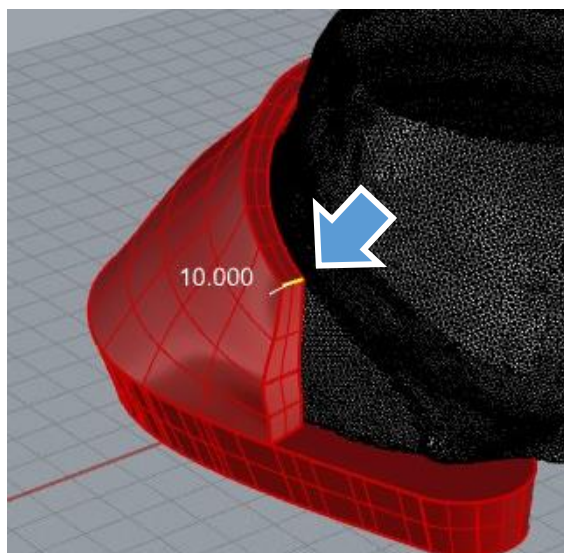
### (1) 短い角の場合



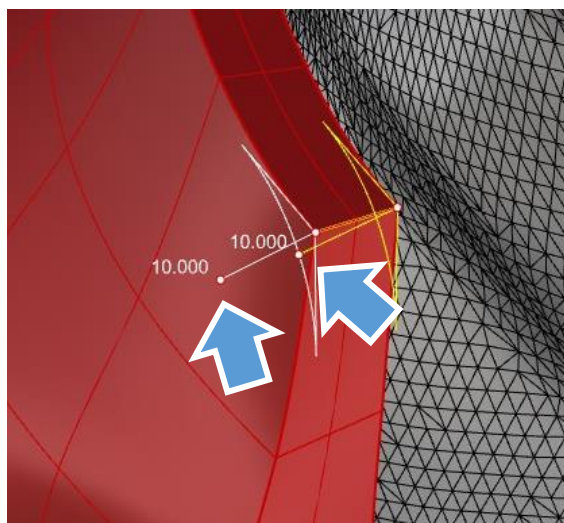
カバーの角部分を丸くするには、**ソリッド>エッジをフィレット>エッジをフィレット**を選択します。



## フィレットするエッジを選択



丸めたいエッジを選択するように指示が出るので、左図のように角の部分のエッジを選択します。右クリックまたはEnterキーで次に進みます。

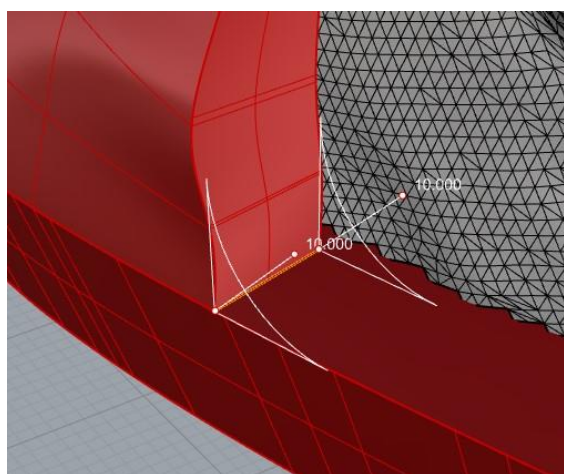


次に丸みの大きさを設定できます。

図で示した、数値が書いてある点を**フィレットハンドル**と呼びます。

この点を引っ張ったり、クリックした後数値を入力することで、角の丸みの半径を設定することができます。

このエッジでは、ハンドルが2個あることに注意してください。内側と外側で丸さを変えることも可能です。



同様に、凹んだ角も丸くできます。

プレビューの線が表示されているので、それを参考に丸くする大きさを決めてください。

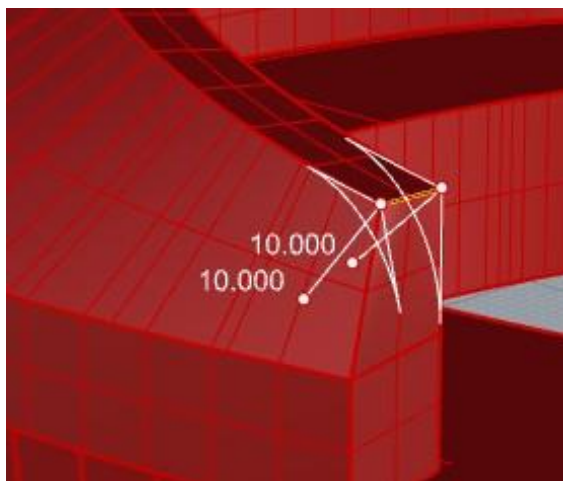
フィレットするエッジを選択 (半径を表示(S)=はい 次<sup>1</sup>の半径(N)=1 チェー



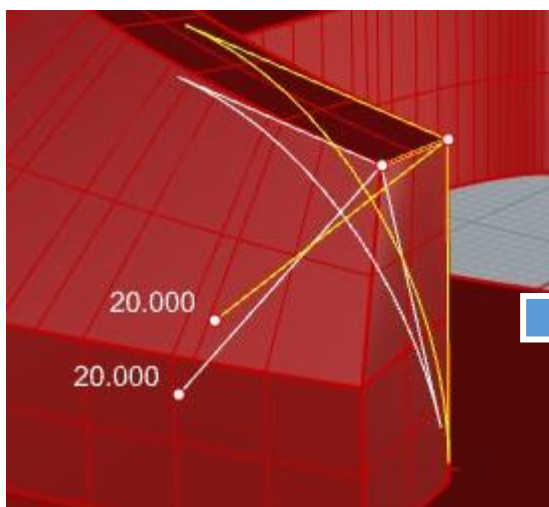
また、エッジを選択する前にコマンドエリアの「次<sup>1</sup>の半径」をクリックすることで、先に丸める大きさを決めておくことができます。

次<sup>1</sup>の半径 <1>: 10

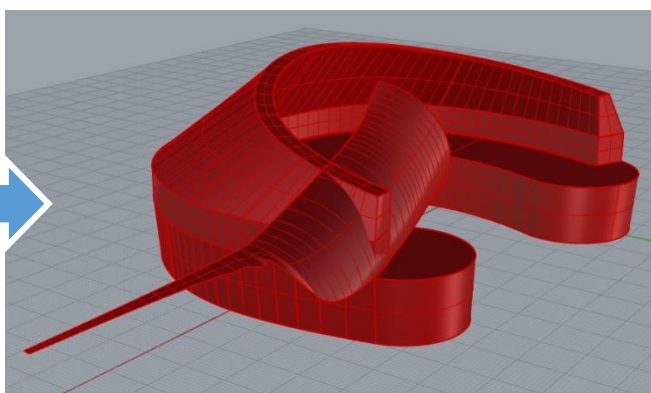
丸めたい大きさの半径を入力し、右クリックまたはEnterキーを押します。



エッジを選択して右クリックまたはEnterキーで進むと、設定した大きさでプレビューが表示されます。

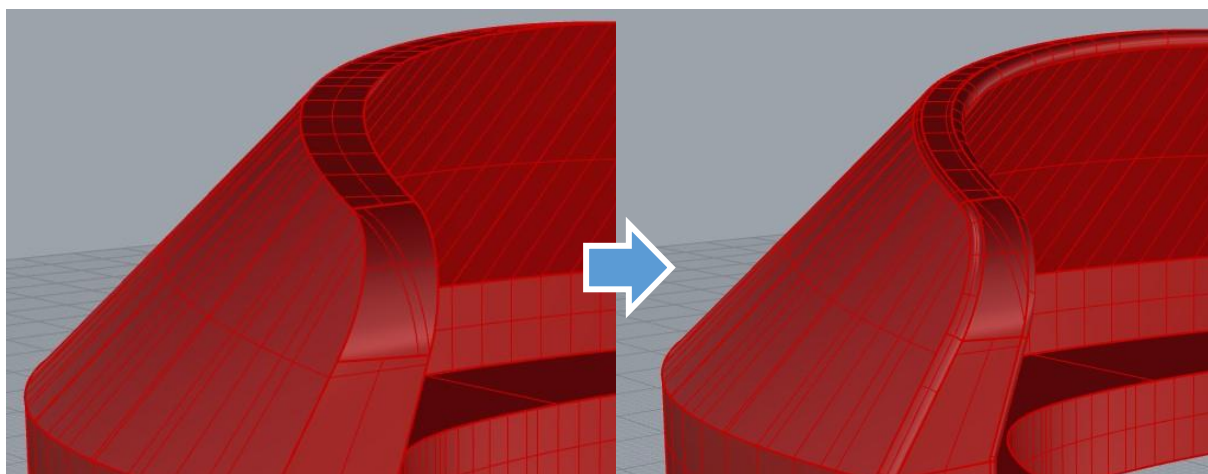


エッジに対して大きすぎる半径が指定されると、エラーが起きるので注意してください。

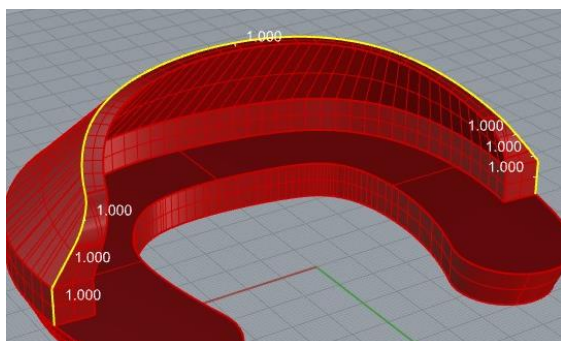




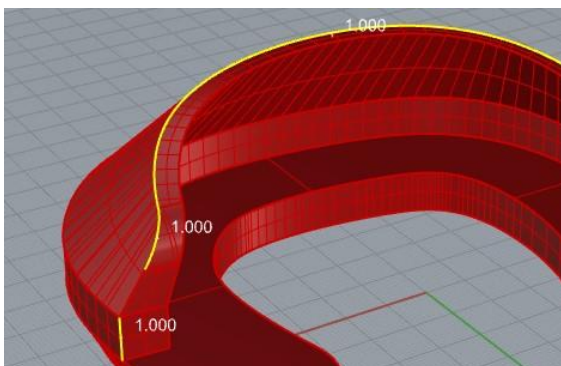
## (2) 長い角の場合



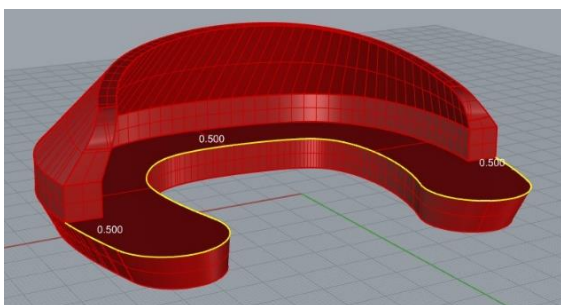
長いエッジを丸めることもできますが、エラーが起きやすいので気を付けてください。



(1) と同様に  
**ソリッド>エッジをフィレット>エッジをフィレット**  
を選択し、丸くしたいエッジを選択します。

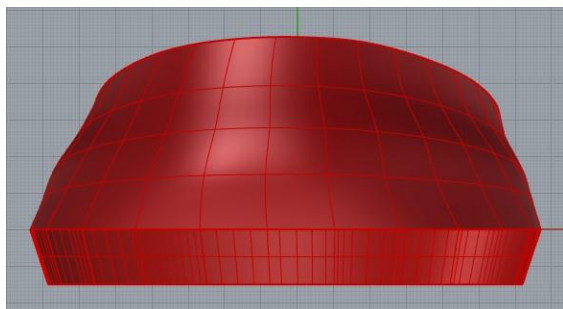


この時、繋がっているエッジを途中までしか選択しなかったり、途切れていたりすると失敗します。



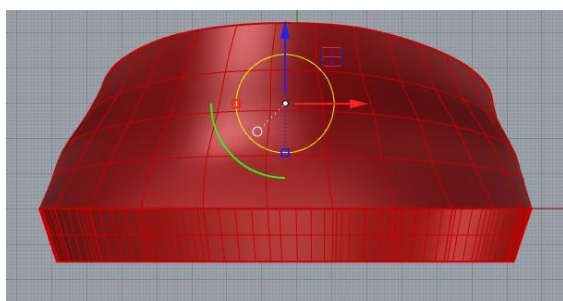
また左図のエッジは突き当たりがカバーと接しており、ほとんどの場合エラーになります。

## 2. カバー部に穴をあけたい



カバー部分に穴をあけるには、p31でも紹介した「**ブール演算：差**」が簡単です。

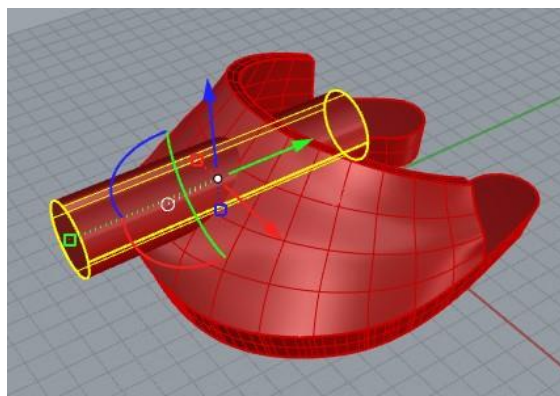
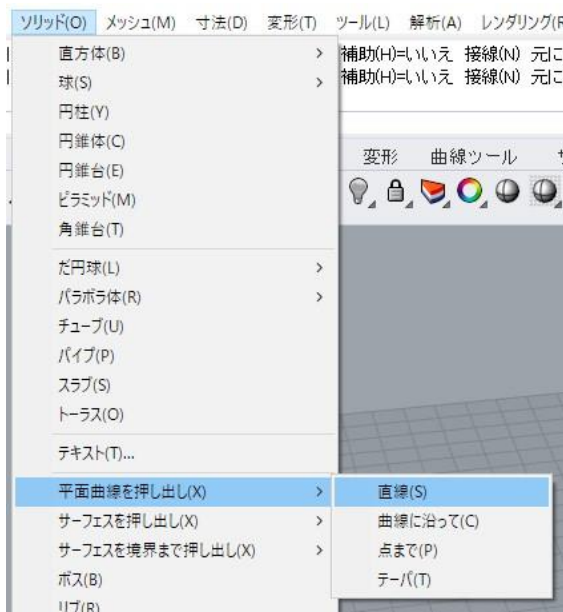
**Frontビュー**または**Rightビュー**に、開ける穴の形状を描いていきます。



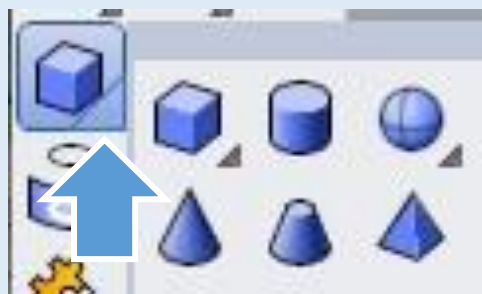
「**制御点指定曲線**」などを使用して、開ける穴となる曲線を作図します。

**ソリッド**>**平面曲線を押し出し**>**直線**

を使用して、描いた曲線を押し出します。



押し出した立体がカバーと重なっているかを確認してください。

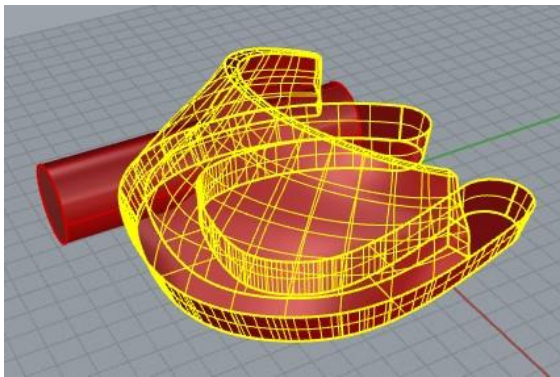


「立方体」ツール右下の三角を押すと出てくる、円柱ツールや球ツールも、穴をあける形状を作るのに便利です。



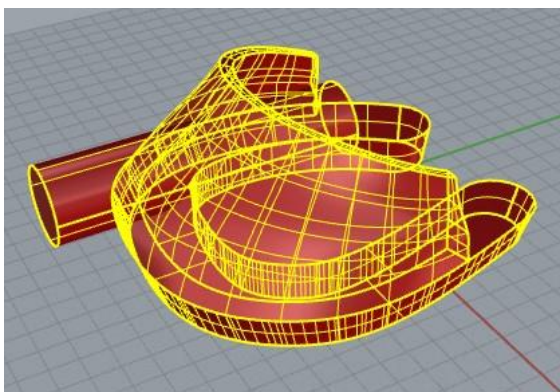
「ブール演算：和」のアイコンの右下の三角をクリックして、左図の部分にある「ブール演算：差」を選択します。

### 差演算をする元のサーフェスまたはポリサーフェスを選択：



「差演算をする元のサーフェス」には3Dシェーのデータを選択します。

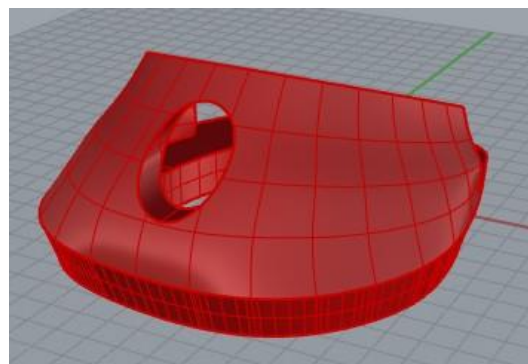
### 差演算に用いるサーフェスまたはポリサーフェスを選択 (元のオブジェクトを削除(D)=はい)：



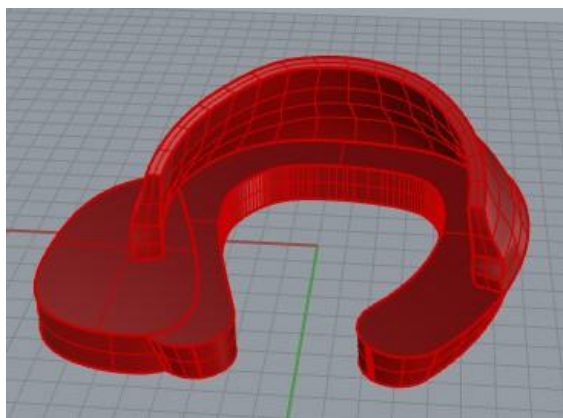
「差演算に用いるサーフェス」には、穴になる立体を選択します。

このとき、「元のオブジェクトを削除」は「はい」にしておく、演算後にこの立体は削除されます。

決定すると、立体部分が削られた形状ができています。

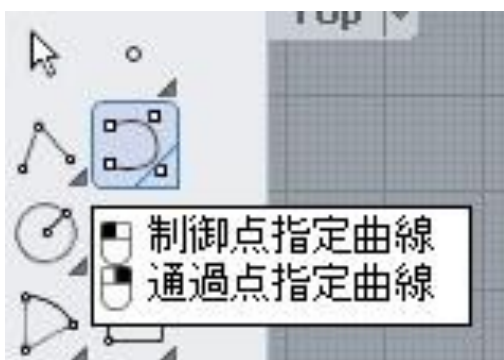
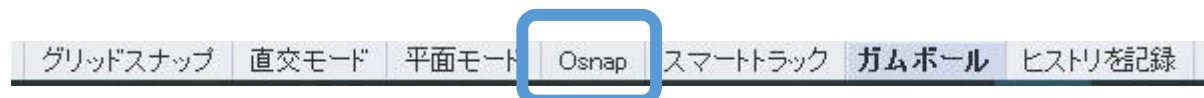


### 3. 馬蹄部に張り出しを作りたい

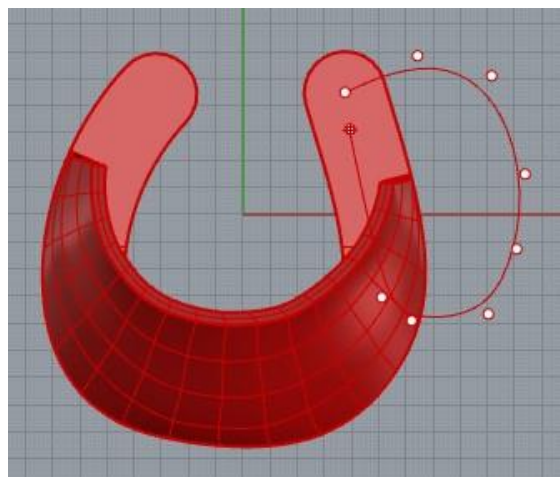


馬蹄部を左図のように一部張り出させる方法を紹介します。

Osnapは作業の邪魔になるのでオフにします。

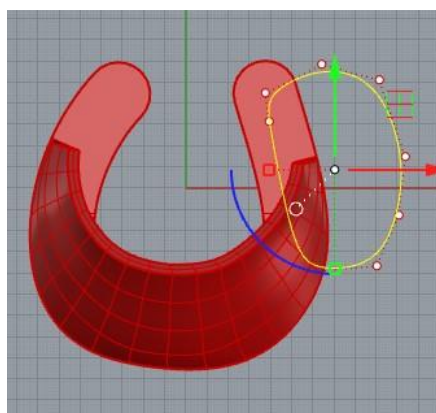


「**制御点指定曲線**」等を使用し、**Topビュー**で張り出した形状を3Dビューに重なるように描きます。



線を閉じたいときは「**閉じる**」をクリックすると、描いたところから自動的に閉じてくれます。

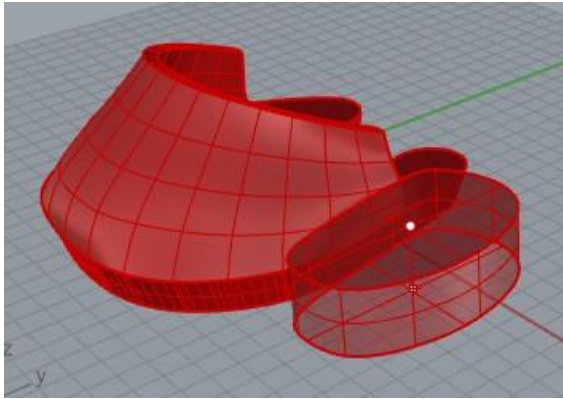
いいえ 閉じる(O) シャープ(H)=  
(P)=いいえ **閉じる(O)** シャープ(



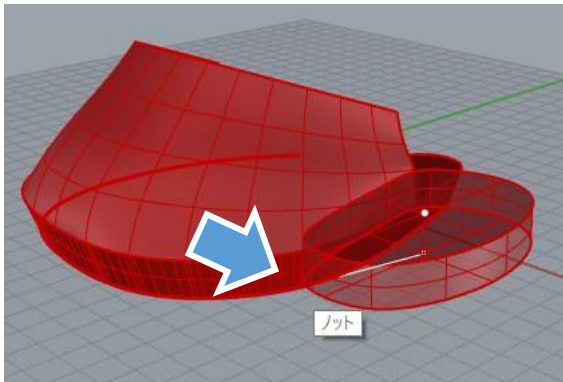


Osnapをオンにします。

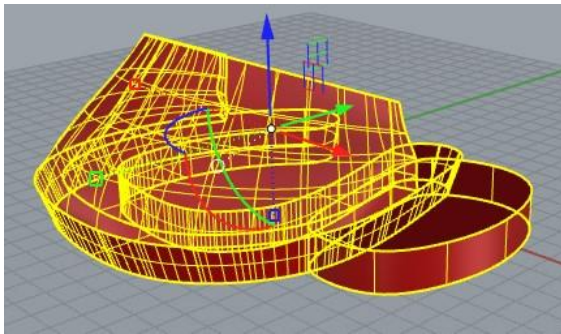
ソリッド>平面曲線を押し出し>直線  
を選択し、作図した曲線を選択します。  
右クリックまたはEnterで先に進みます。



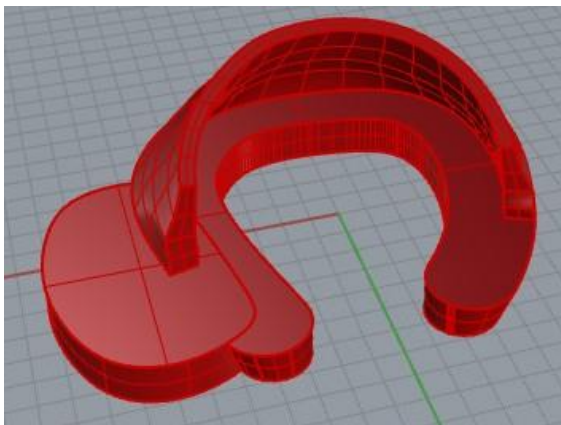
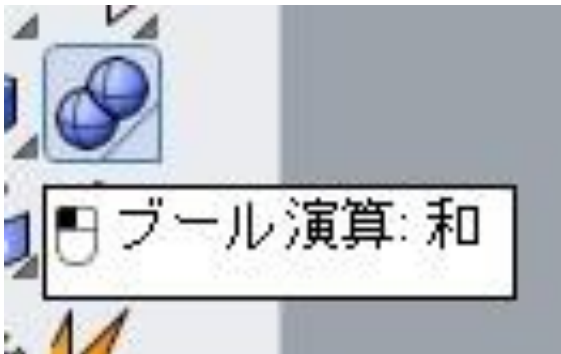
曲線を押し出して立体にすることができるようになります。



押し出し距離を設定するとき、Osnapをオンにしているのので、**馬蹄部の底のエッジにカーソルを合わせると、馬蹄と同じ厚みに設定できます。**



張り出す立体ができたなら、その立体とカバーの両方を選択し、「**ブール演算：和**」を行ってください。



一体化したら完成です。

#### 4. 馬蹄部を馬蹄型ではなく埋まった板状にしたい

##### (1) Grasshopperでモデルを作成する時



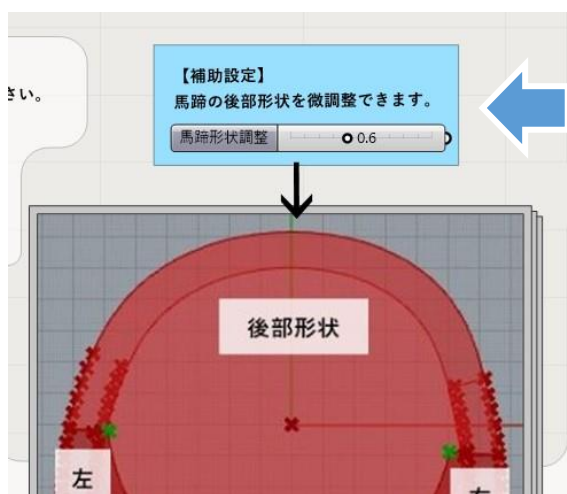
3dshoe\_full\_plate  
.gh



3dshoe\_light\_plat  
.e.gh

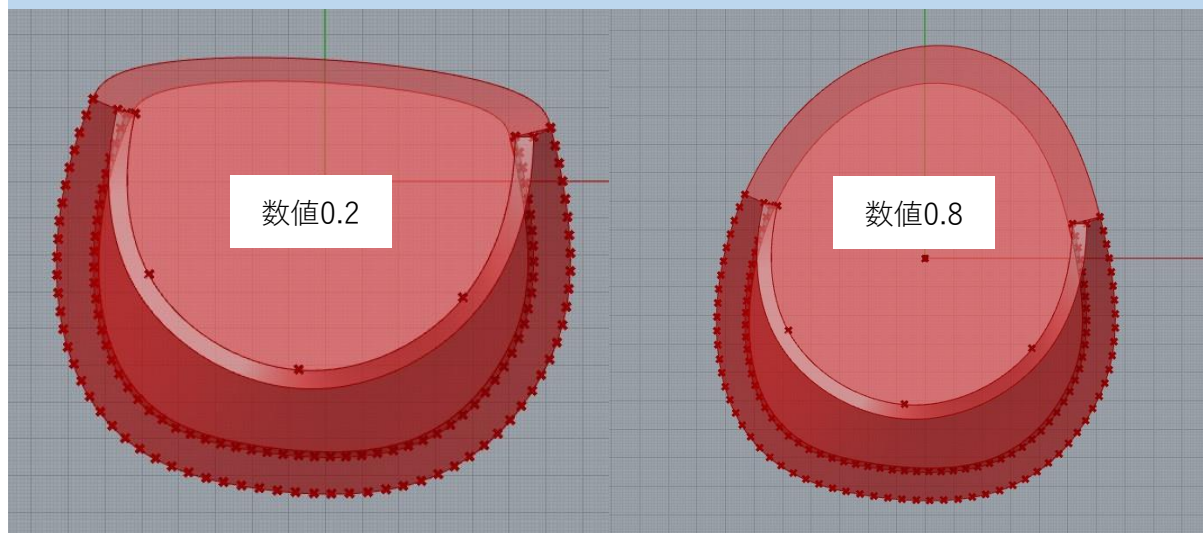
馬蹄が埋まった状態を生成できるGrasshopperデータを別に用意しています。

Full版・Light版で分かれており、データ名に\_plateとついているものになります。

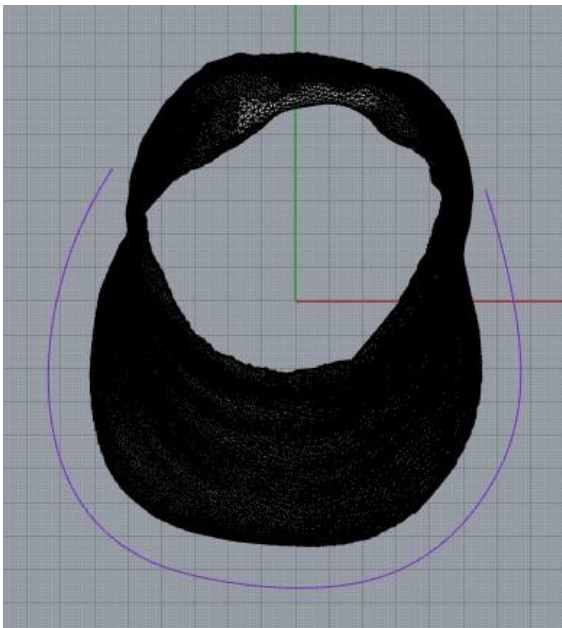


Full版・Light版ともに通常のものとはほぼ同じですが、【補助設定】で馬蹄の後部の形状を調整できます。

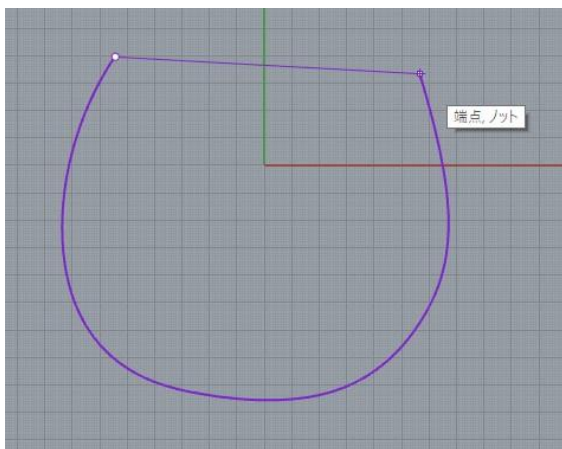
#### 馬蹄後部形状



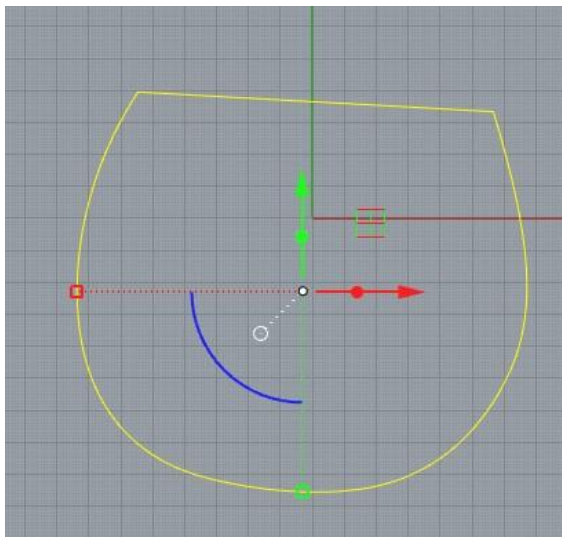
## (2) 手作業でモデルを作成するとき



p86で曲線を延長したところから始めます。



「**ポリライン**」や「**制御点指定曲線**」を使用し、端点と端点をつなぐ線を描いてください。右クリックまたはEnterで作図を終了します。



馬蹄の線と今描いた線の二つを「**結合**」で閉じた曲線にします。





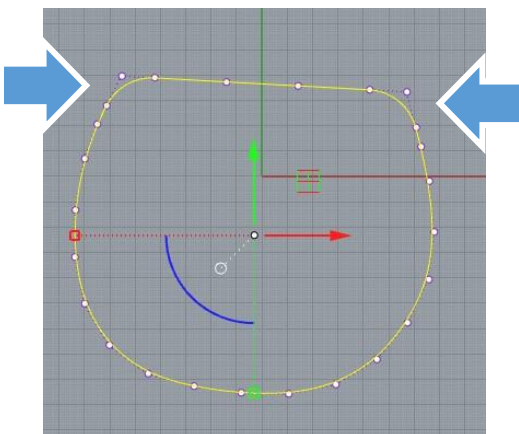
直線でつないだ場合は角がとがっているので、  
**曲線>コーナーをフィレット**  
 を使用して、角を丸くします。

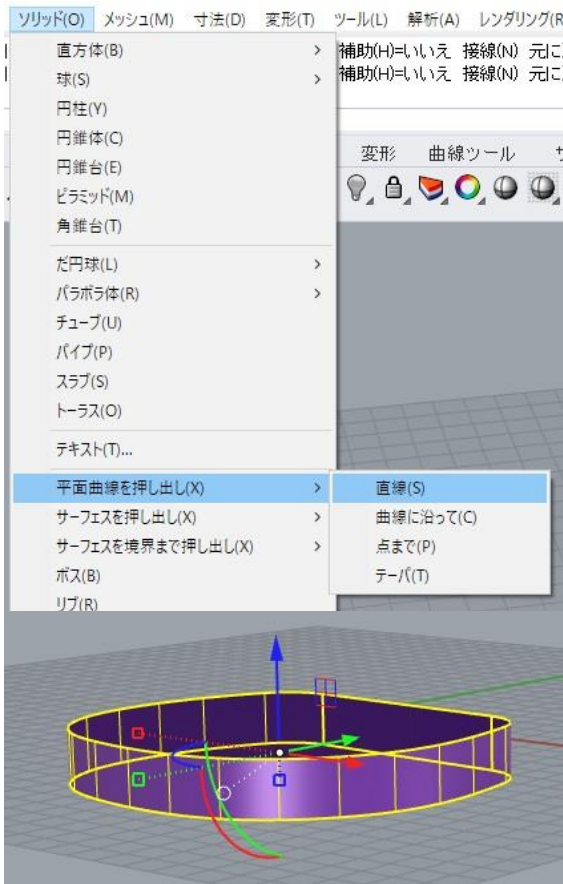
フィレットするポリカーブを選択:

フィレットする**ポリカーブ**を選択するよう指示が出るので、前ページで作成した曲線を選択します。

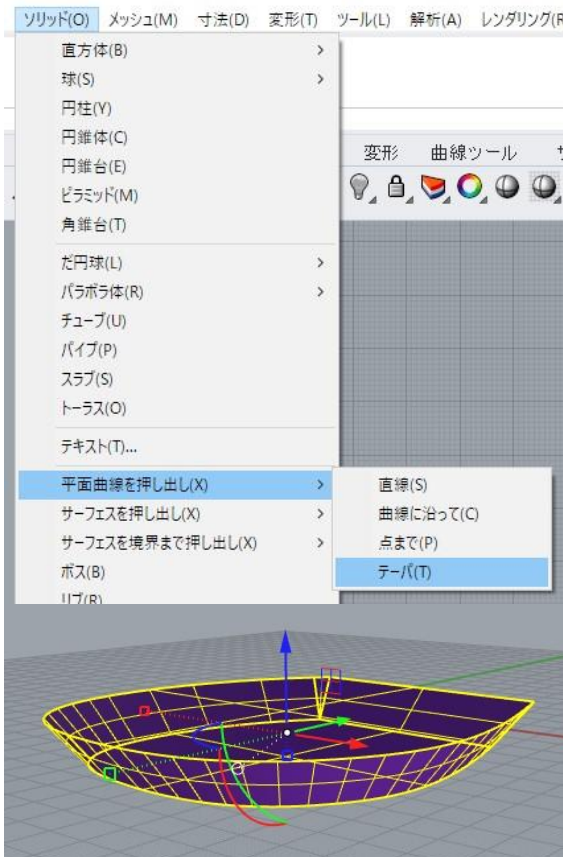
フィレットの半径 <20.000>:

フィレットの**半径**には丸めたい大きさを入力します。**Enter**を押すと角が丸まった線になります。

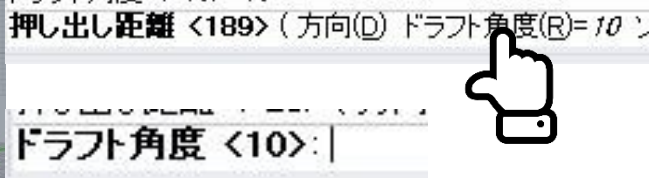




まっすぐ押し出した形にしたい場合は  
**ソリッド>平面曲線を押し出し>直線**  
 で押し出します。

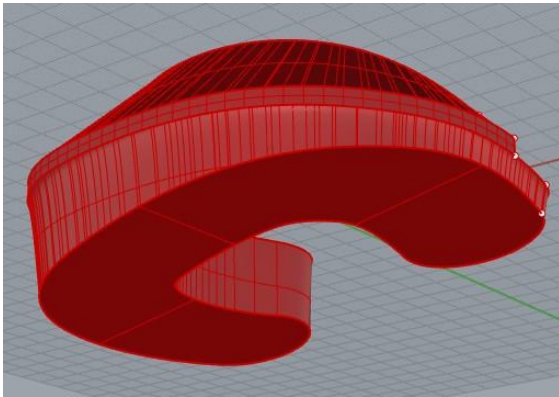


底面の面積を小さくしたい場合は、  
**ソリッド>平面曲線を押し出し>テーパ**  
 で押し出すと、斜めに押し出されます。  
 斜めの角度を変えたいときは、コマンドラインの  
 「ドラフト角度」をクリックして角度を入力する  
 ことで変えられます。



以降の操作はp92以降を参照してください。

## 5. 底面に角度をつけたい



左図のようにシューの底が斜めになっている形状の作り方を説明します。

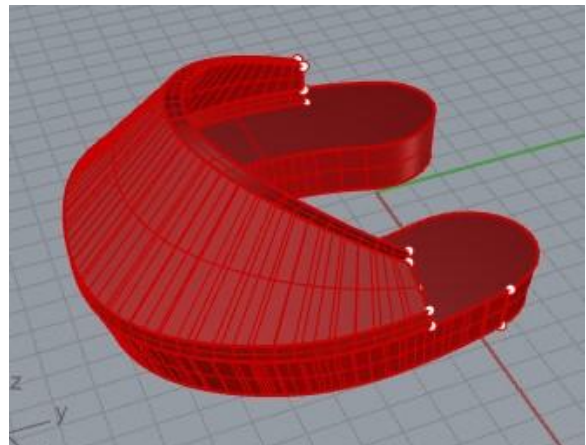
まずは馬蹄部の厚みを厚くします。

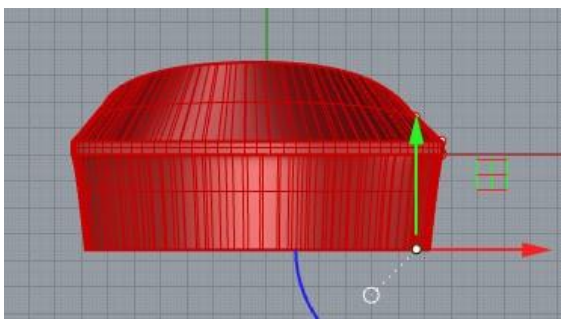
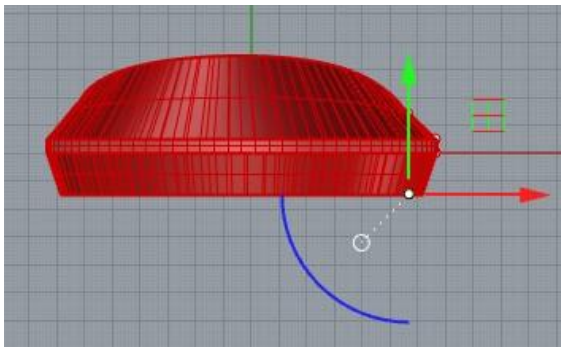
馬蹄部に角度をつけられるだけの十分な厚みがある場合は、次ページまで飛ばしてください。



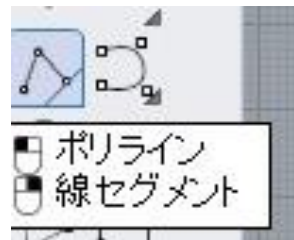
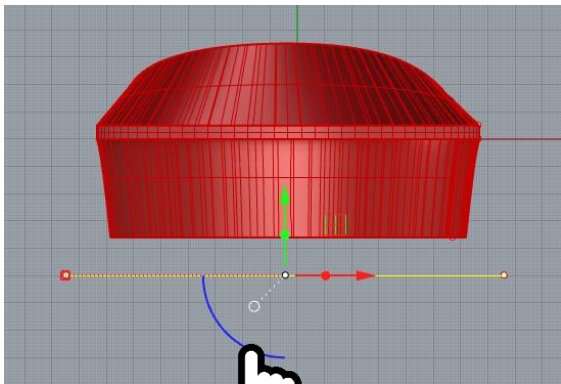
ソリッド>ソリッド編集ツール>点をオン

を選択し、3Dシューの制御点をオンにします。





馬蹄の底部分についている制御点を選択し、ガムボールを下方方向に引っ張ることで、馬蹄部の厚みを変えられます。

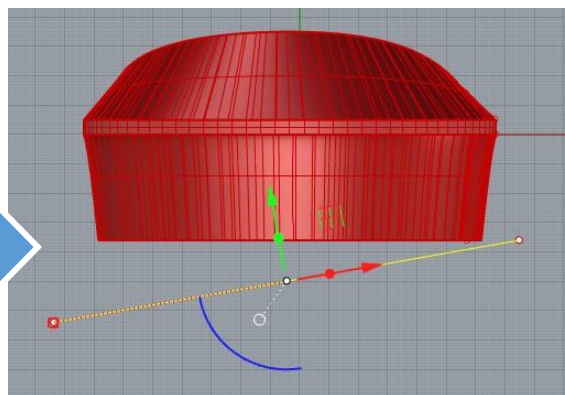
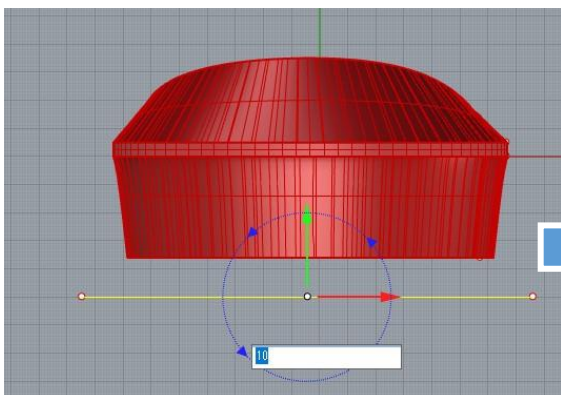


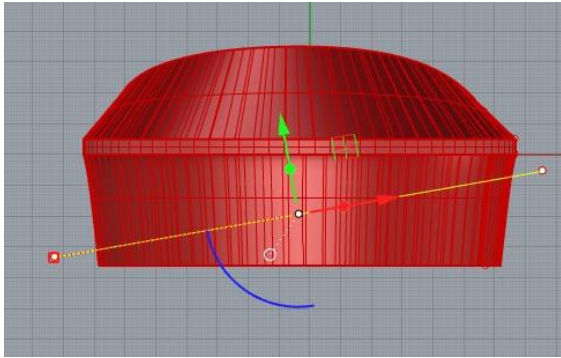
「ポリライン」を使用し、底をカットするためのガイド線を作図します。

Shiftキーを押しながら線を描くと、真横に線を引けます。

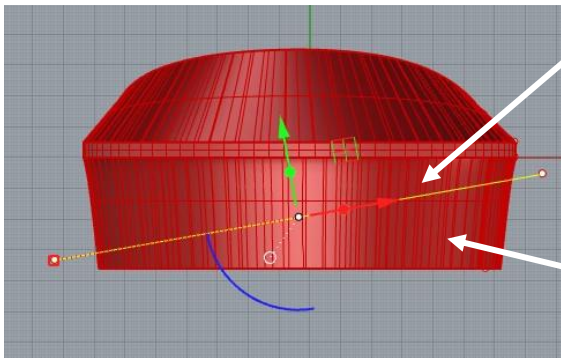


ガムボールの円弧部分をクリックすると、角度を入力できます。カットしたい角度に線を回転させてください。



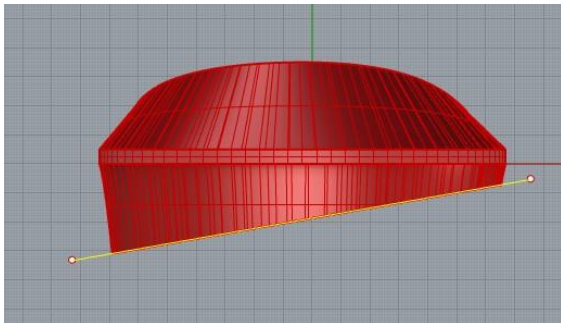


カットしたい高さに線を配置します。



「切断に用いるオブジェクト」にはカット用のポリラインを選択し、

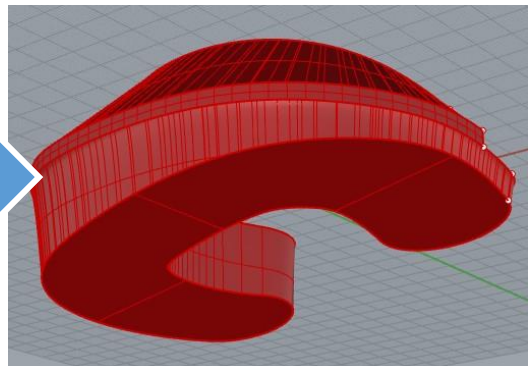
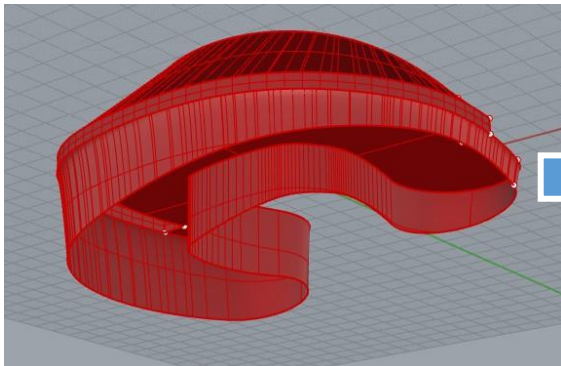
「トリムするオブジェクト」には3Dシェーの削除したい部分を選択します。



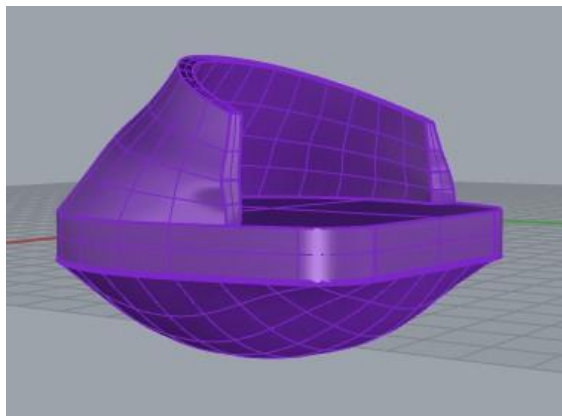
左図のようにカットされますが、底面がなくなっている状態なので、

**ソリッド>キャップ**

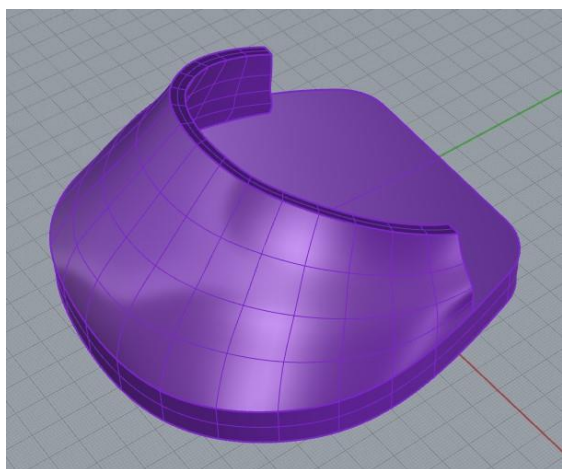
を行い、底面を塞いで完成です。



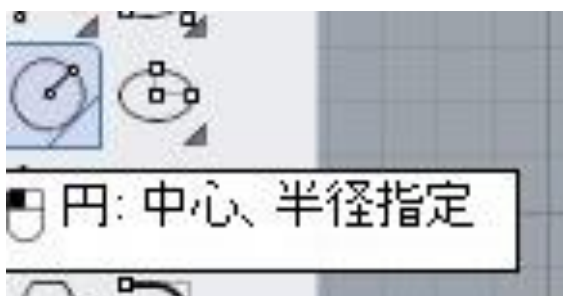
## 6. 底面をドーム状にしたい



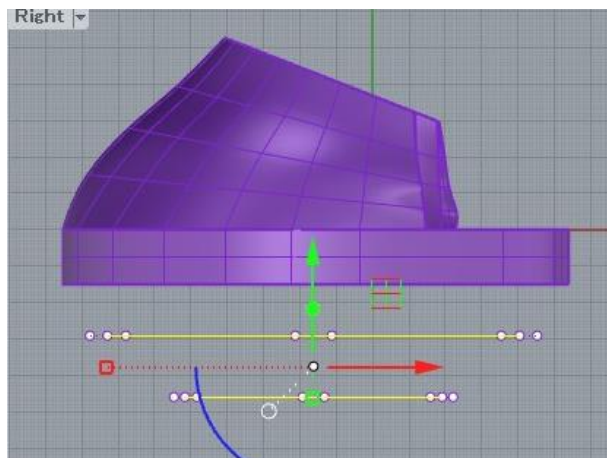
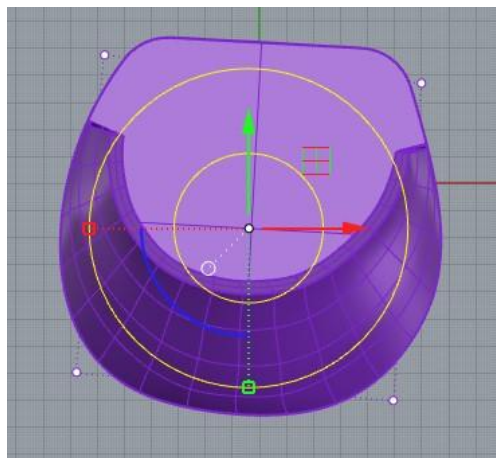
左図のようにシューの底がドーム状になった形状の作り方を紹介します。

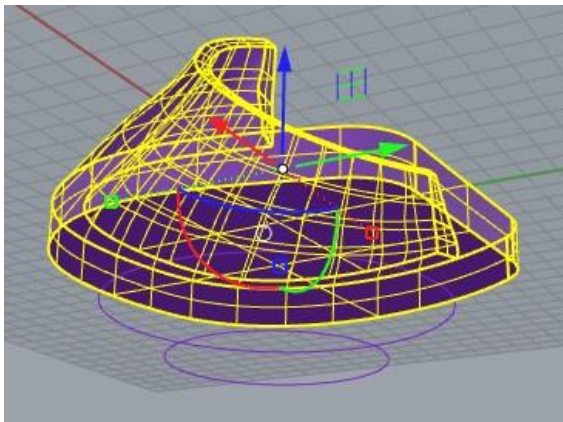


まずはp102「4. 馬蹄部を馬蹄型ではなく埋まった板状にしたい」を参考に、馬蹄部が埋まった3Dシューのデータを用意してください。

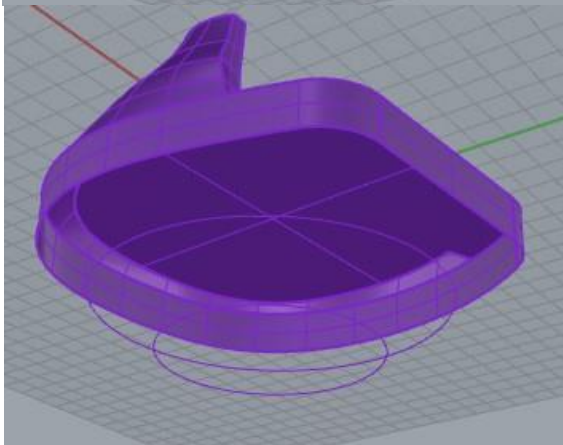
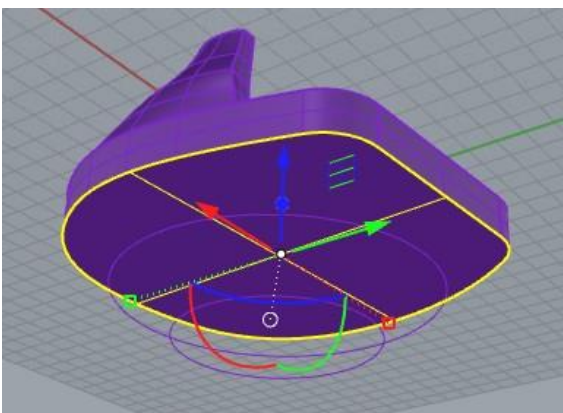
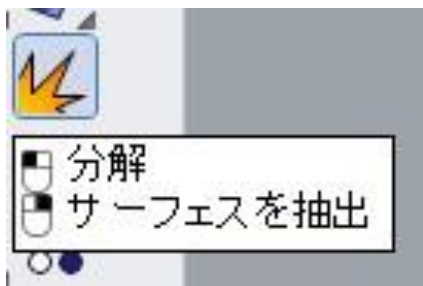


「円」を使用して、ドームの等高線になる線を描きます。

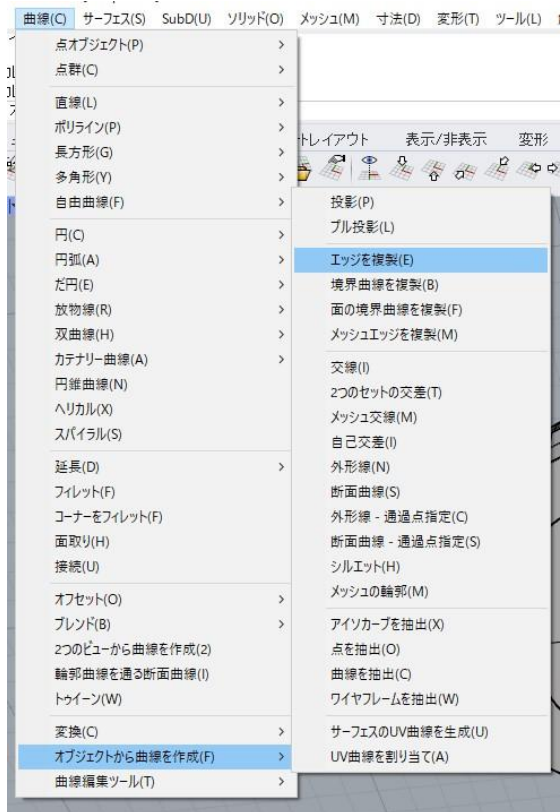




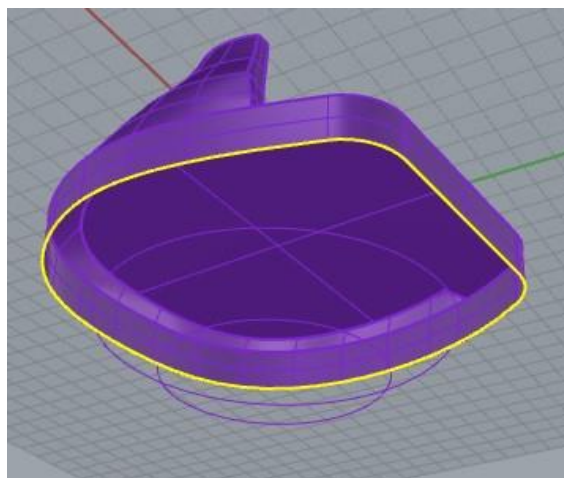
3Dシューのモデルを「分解」します。



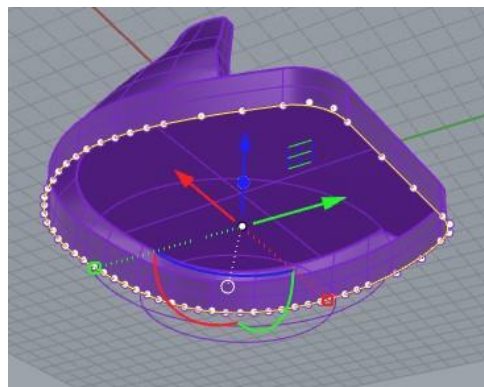
底面のサーフェスは必要ないので削除します。



曲線>オブジェクトから曲線を生成>エッジを複製  
 を選択し、底面の輪郭線から曲線を作ります。

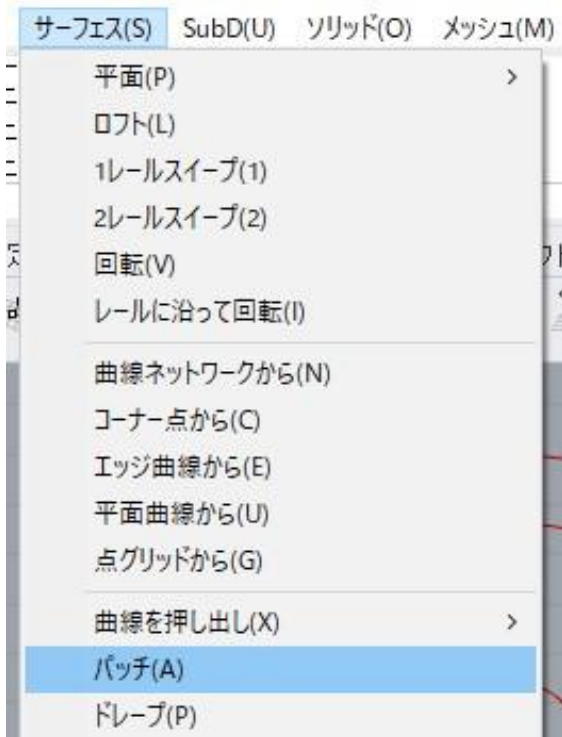


左図のように底面の穴のエッジを一周選択し、右  
 クリックまたはEnterでエッジから曲線ができます。



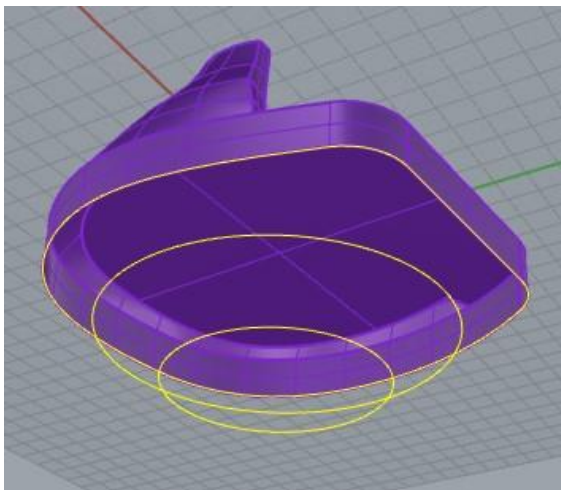
エッジから作った曲線は「結合」して1つの閉じた  
 曲線にしましょう。



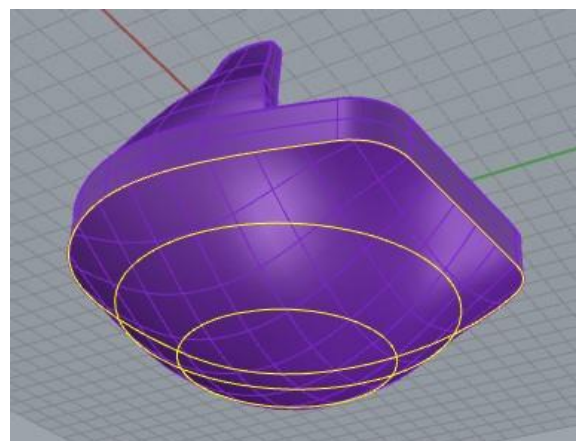
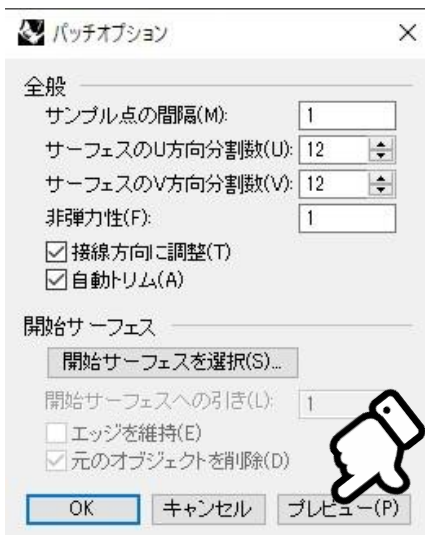


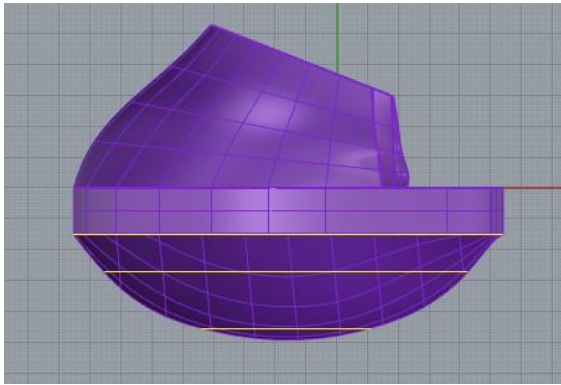
### サーフェス > パッチ

を選択し、先ほど作成した底面のエッジ線と、円で描いた等高線を選択します。

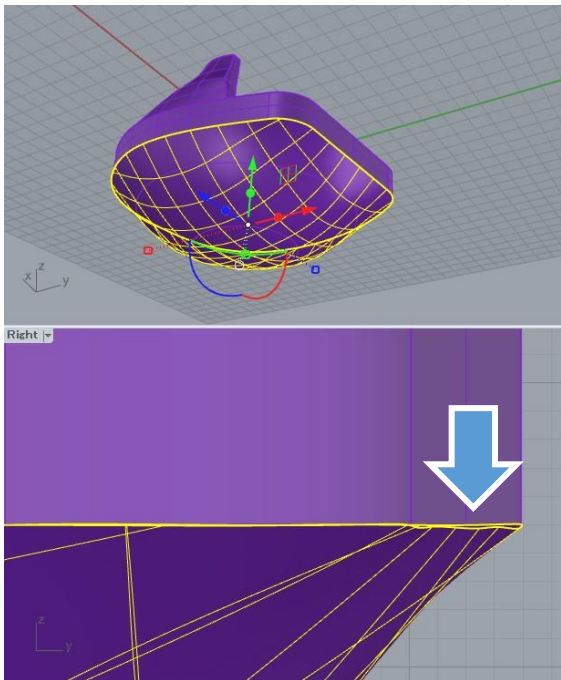


「パッチオプション」のウィンドウが表示されたら、「プレビュー」をクリックするとドーム型サーフェスの生成プレビューが見れます。

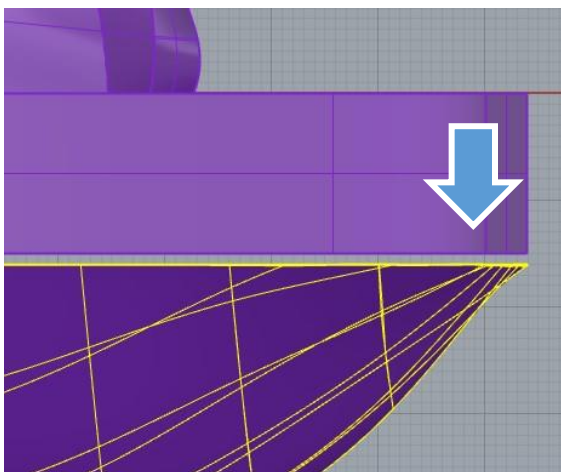




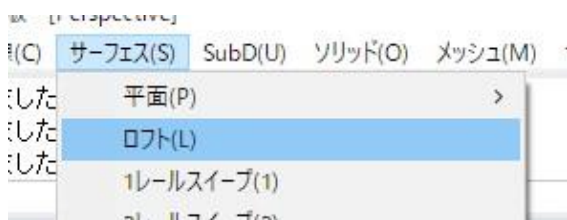
Rightビューなどからドーム形状を確認し、修正が必要であれば、等高線を修正して再度  
**サーフェス>パッチ**  
を行ってください。



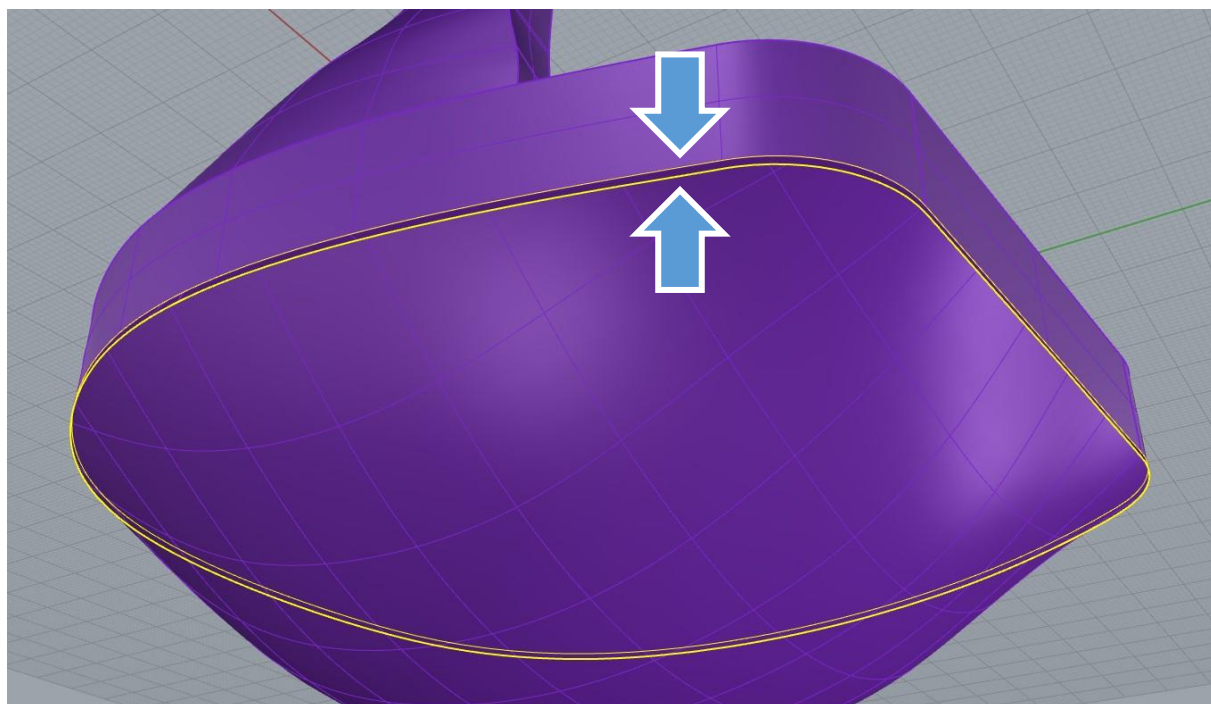
パッチで作成したサーフェスは、端が歪んでいるので、そのままでは3Dビューのモデルと合体できません。



合体させるために、ドーム型のサーフェスを少しだけ下に移動します。



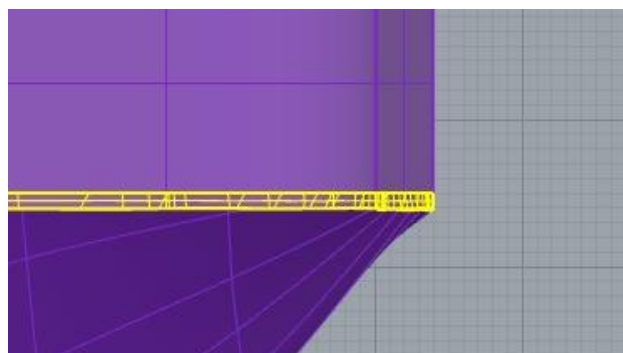
サーフェス>ロフト  
を選択します。

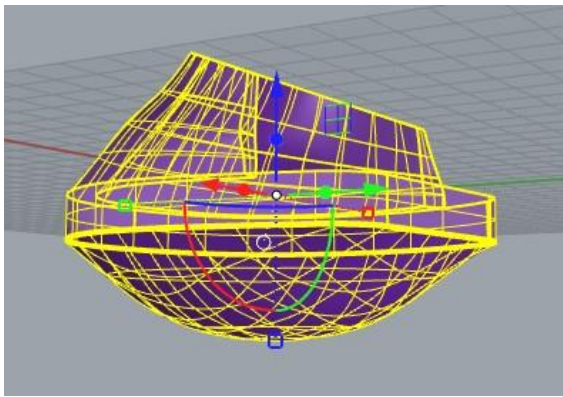


p111で作成した底面エッジの曲線と、ドーム型サーフェスのエッジの二つを選択します。

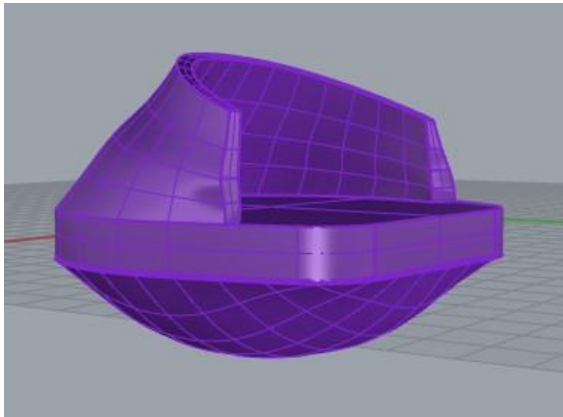


「ロフトオプション」ウィンドウで「OK」を押すと、ドーム型サーフェスと3Dシューをつなぐサーフェスが作成できます。





すべてのサーフェスを選択し、「結合」を行います。



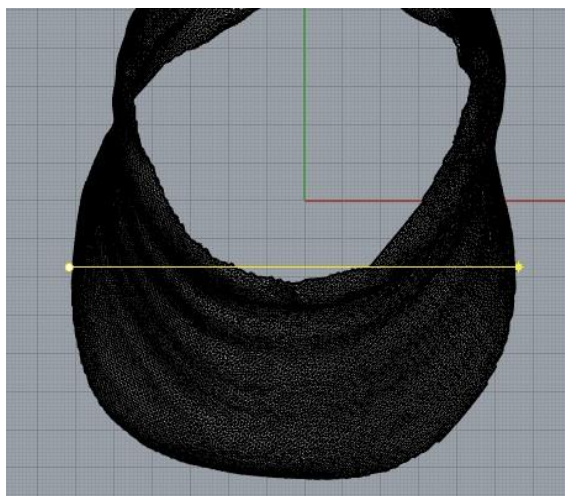
底がドーム型の3Dシューのモデルができました。

## 7. データの寸法を測りたい

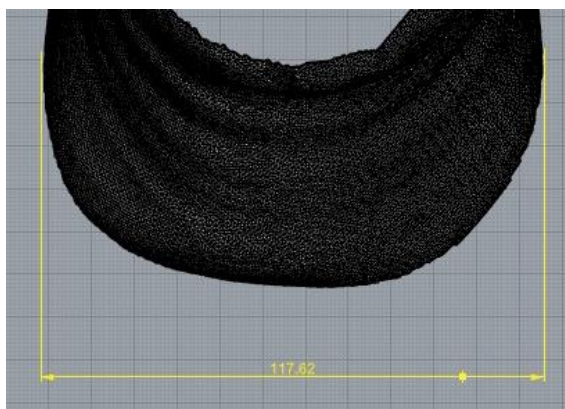
### (1) 長さ寸法



寸法 > 長さ寸法  
を選択します。



長さを測りたい2点をクリックします。

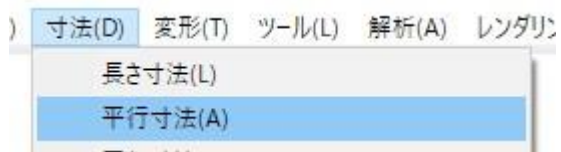


寸法線が引き出され、数値が表示されます。  
単位は新規ファイルの際にmillimetersを選択している  
ので、ミリ単位です。



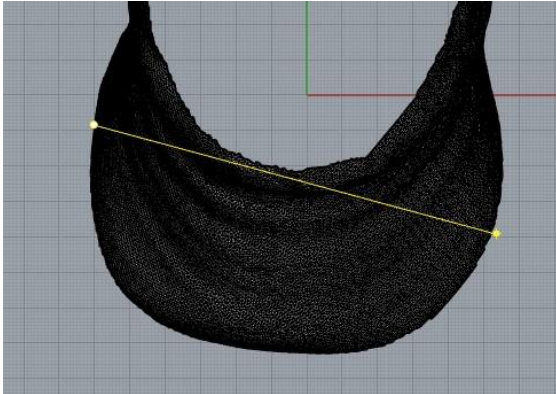
文字が小さくて見えない場合は拡大するか、  
p120の「**注釈スタイル**」を変更してください。

## (2) 平行寸法

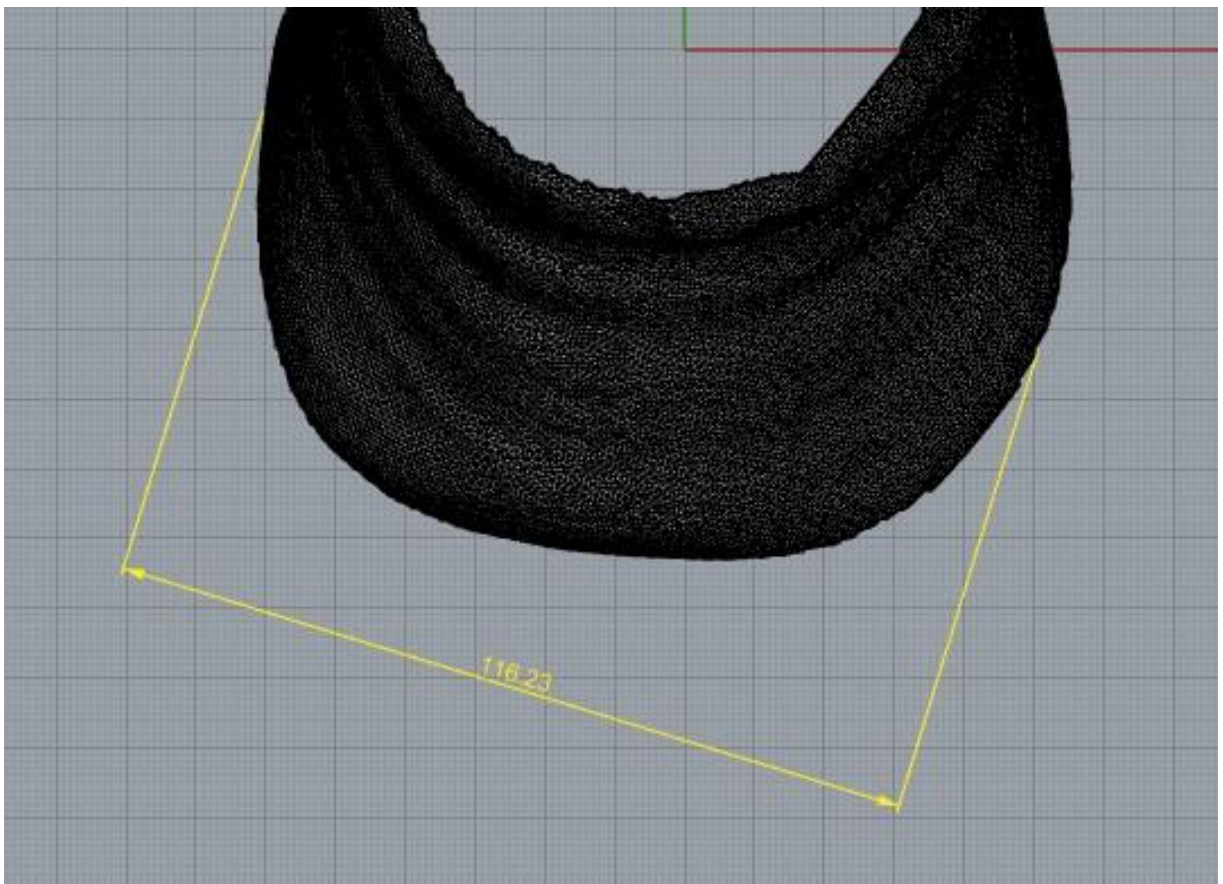


### 寸法 > 平行寸法

を選択します。

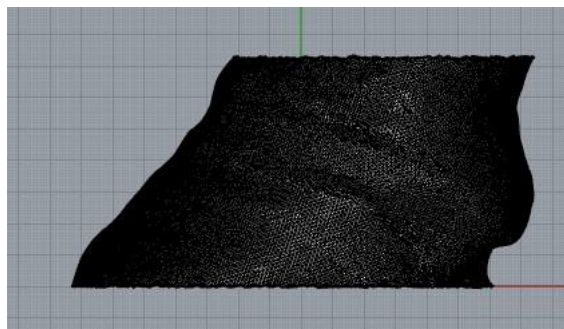


長さを測りたい2点をクリックします。



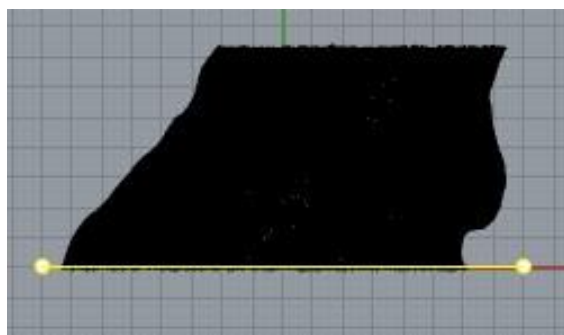
斜め方向の距離を測ることができます。

### (3) 角度寸法



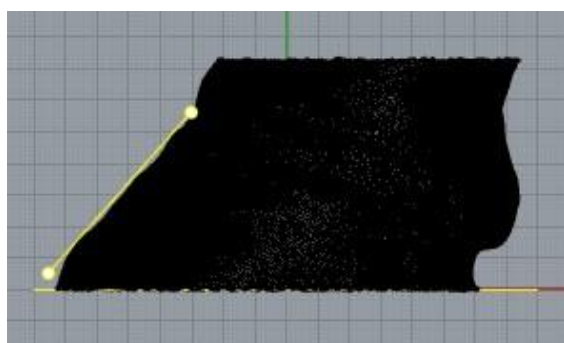
蹄角度を測るには、ガイド線を引くひと手間が必要です。

蹄前面の角度を測りたい場合は、Rightビューで作業を行ってください。



「**ポリライン**」を使用し、底面のガイド線を引きます。

**Shiftキー**を押しながら線を描くと、真横に線を引けます。



再度「**ポリライン**」を使用し、測りたい角度のガイド線を引きます。

大体で描いたあとに、制御点を移動させて近づけると良いでしょう。



**寸法 > 角度寸法**

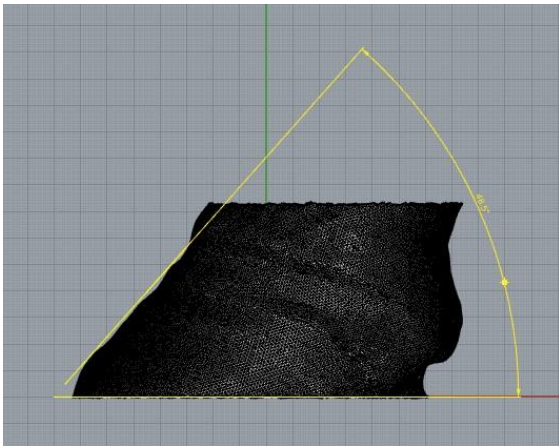
を使用します。

## 円弧を選択、または1つ目の線（注釈

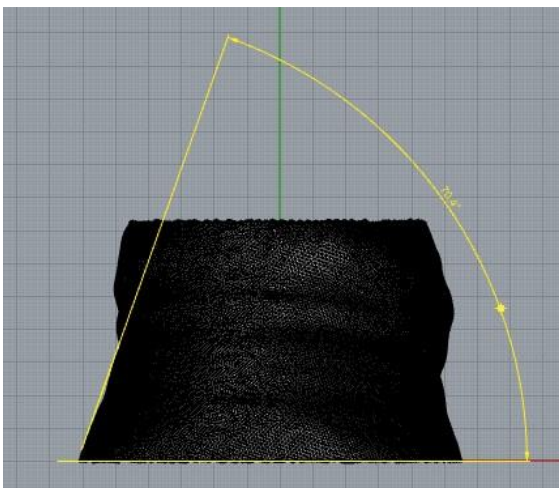
1つ目の線を選ぶように指示が出るので、作図した2つのガイド線のどちらかをクリックします。

## 2つ目の線:

2つ目の線を選ぶように指示が出るので、もう片方の線をクリックします。



二つの線の角度が表示されます。



蹄側面の角度を測りたい場合は、Frontビューで同様の作業を行ってください。



#### (4) 注釈スタイル

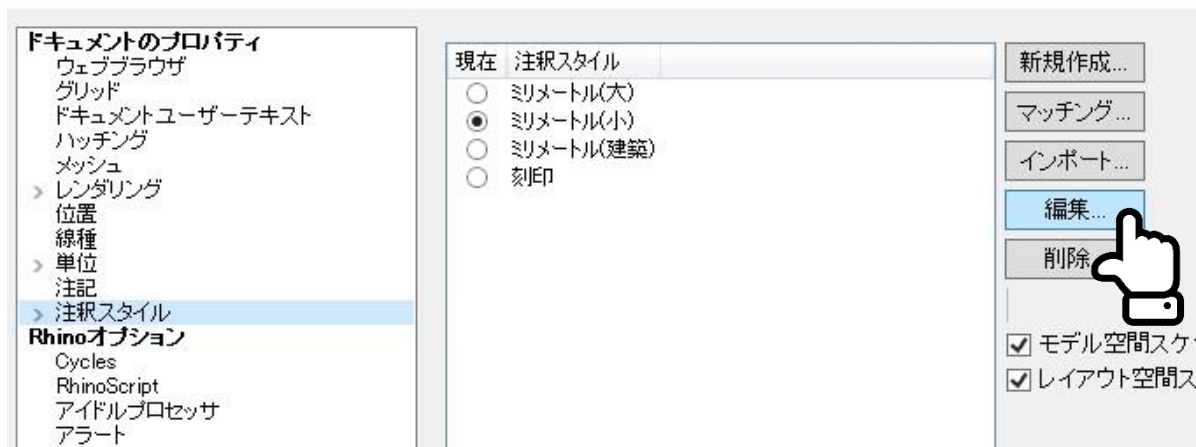


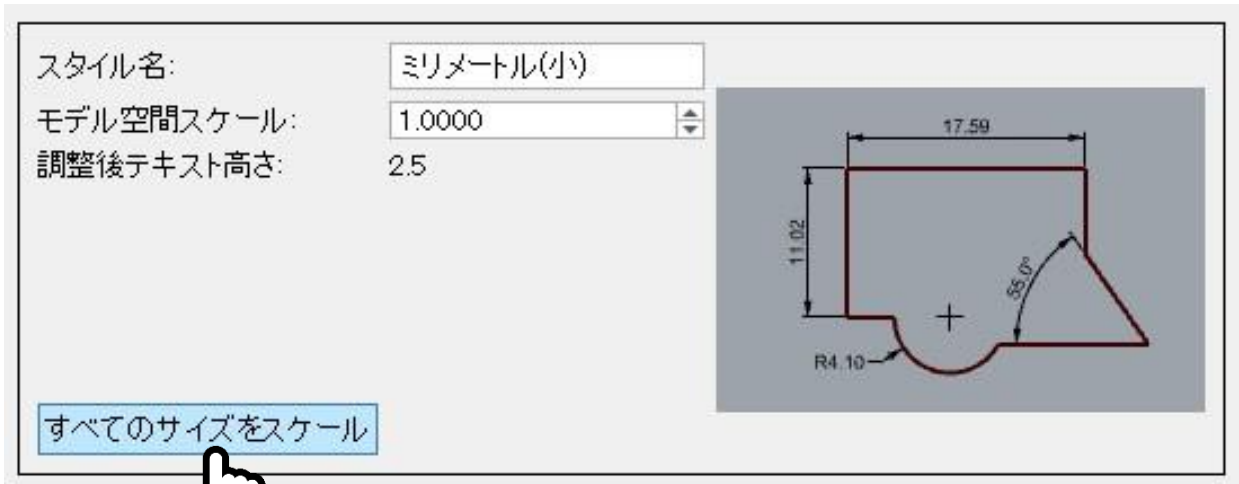
寸法の文字が小さすぎる等の場合は、「注釈スタイル」を変更することで文字を大きくできます。

寸法 > 注釈スタイル  
を選択してください。

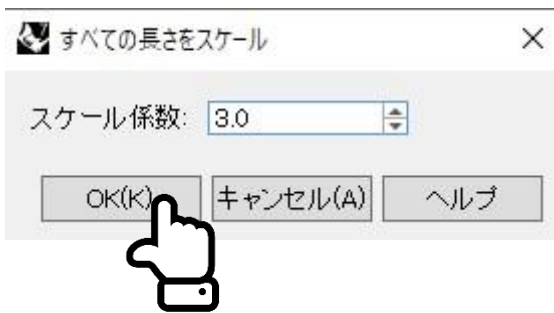
ドキュメントのプロパティウィンドウが表示されるので、右側の「編集」をクリックしてください。

#### ドキュメントのプロパティ



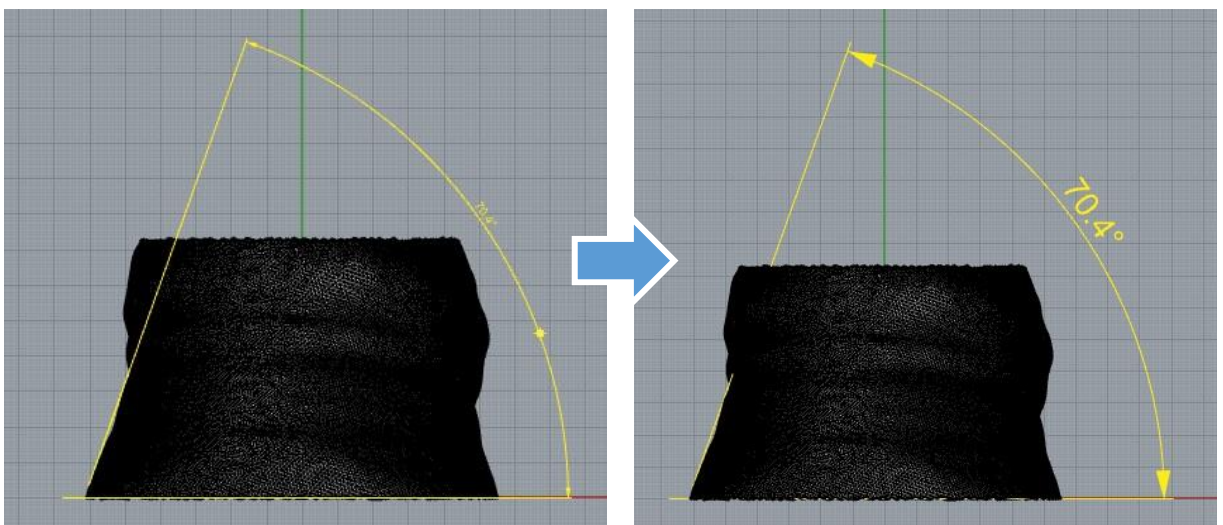


次に出てきたウィンドウで、「すべてのサイズをスケール」をクリックしてください。



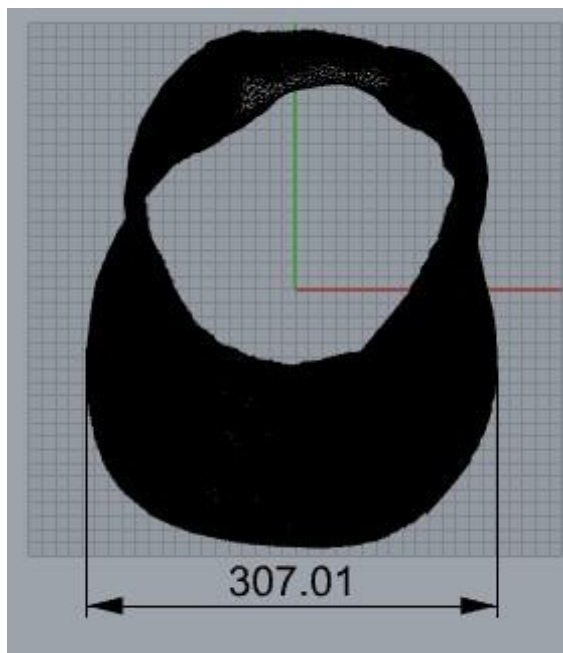
次に出てきたウィンドウで、何倍の大きさにするかを決めます。  
 スケール係数を3.0にすると、文字の大きさが3倍になります。

「OK」を押すと、文字が大きくなります。



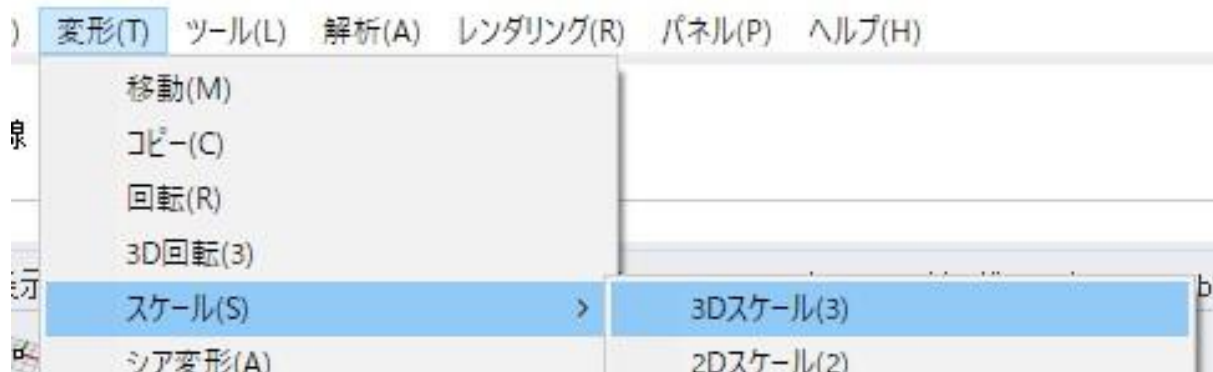
## 8. データのスケールを調整したい

スキャンデータの大きさが実際と違っていた、などの場合は下記の方法で修正してください。



寸法を確認したら実際よりも大きい・小さいという場合は、まず実際の寸法を測定してください。

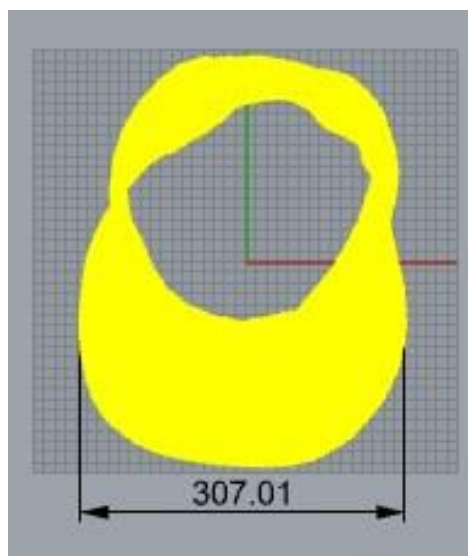
今回は、実際の寸法は116.4mmのはずなのに、スキャンデータは307.01mmになっていた場合を例に説明します。



スケールを変更するオブジェクトを選択:

変形>スケール>3Dスケール

を選択します。



「スケールを変更するオブジェクトを選択」と指示が出るので、スキャンデータを選択し、右クリックまたはEnterキーで進みます。

基点。自動作成の場合はEnterを押します(:

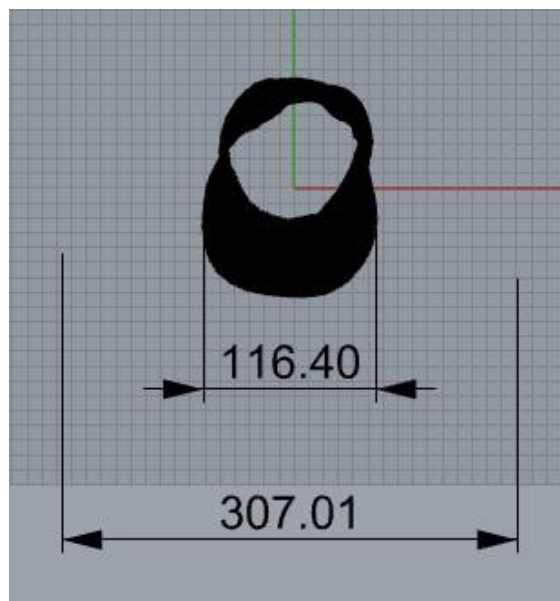
「基点」は、自動生成で良いのでそのまま右クリックまたはEnterで進みます。

スケールまたは1つ目の参照点 <1> (

スケールを入力するように指示が出ます。

例): 116.4/307.01

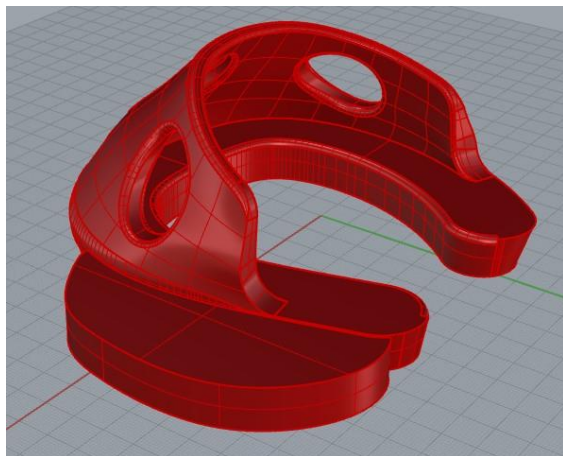
「本来のサイズ/データサイズ」を入力します。  
今回は幅307.01のスキャンデータを116.4にしたいので、116.4/307.01を入力します。



データの大きさが直ったら完成です。

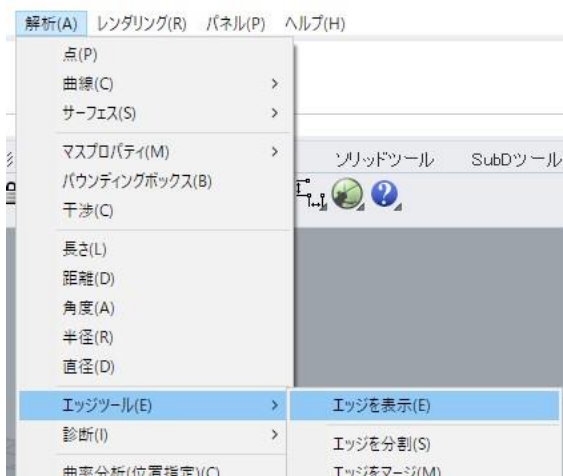
## 9. 閉じたポリサーフェスにならないとき

ポリサーフェスのどこが閉じていないのかわからない、という場合の対処法です。



形状をたくさんいじったら、ポリサーフェスが開いているという表示になってしまったが、どこが開いているかわからない場合があります。

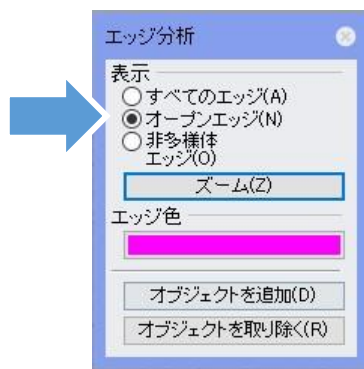
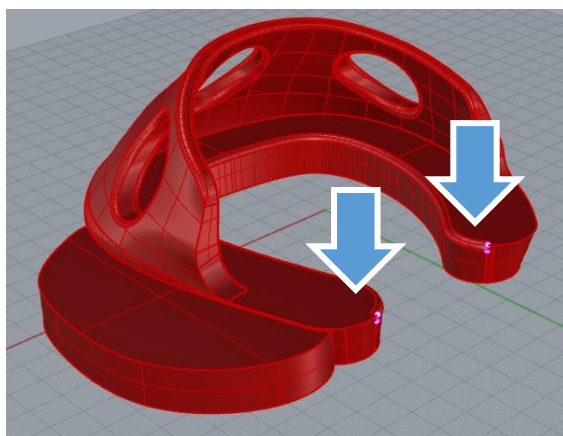
### 1個の開いたポリサーフェスを選択に追加しました。



解析>エッジツール>エッジを表示

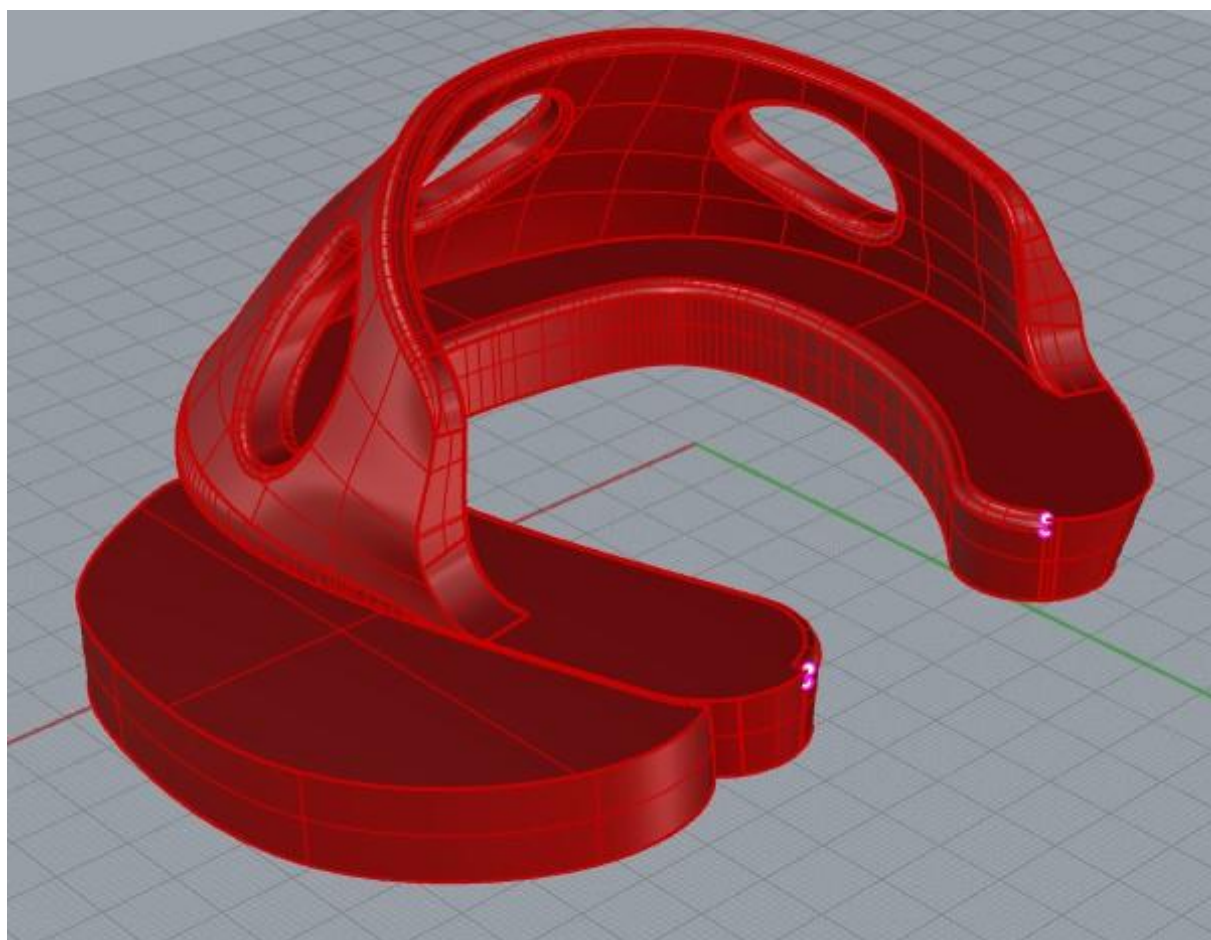
を選択します。

エッジを表示するオブジェクトを選択し、先に進みます。



エッジ分析ウィンドウが表示されます。

開いているところはオブジェクト上にピンク色で示されます。



穴が大きい場合は、  
**ソリッド>キャップ** や、  
**サーフェス>エッジ曲線から**  
を使用してサーフェスを作り、結合することで穴  
を埋められます。  
穴が小さすぎてどう埋めればいいかわからないと  
いう場合は、一度そのままSTLで保存してみてください。  
3Dプリントには問題ない場合があります。

## 3Dシューモデリングマニュアル

発行 公益社団法人 日本軽種馬協会

共同開発 地方独立行政法人 北海道立総合研究機構

発行日 2024年 3月 15日

お問い合わせ先

[tecenter@jbba.jp](mailto:tecenter@jbba.jp)