

# 3Dデータエラー 解消マニュアル

## はじめに

本マニュアルは、H26年度に石川県工業試験場に導入された3Dプリンタの利活用を目的として作成いたしました。

3Dデータを作成するソフトウェアの殆どに、データエラーのチェックや修復機能が付属しておりますが、ソフトウェアを統一して説明したほうが理解が得られやすいため、本マニュアルでは、エラーチェックは Minimagic、エラー解消については、自由曲面形状の3Dデータにエラーが生じやすく、様々なデータ形式の読み込みが可能な「Rhinoce ros（ライノセラ ス）」を用いております。

# 3D データの種類とエラーの種類について

## 1-1. 3D ソフトウェア間でデータを共有するための汎用形式とは

**⚠ 異なる3Dソフトウェアを併用するとデータが壊れることがある**

3D データにはソフトウェアごとに専用の形式があり、各ソフトウェア間でデータをやり取りするためには、汎用形式へのデータ変換が必要になることがあります。代表的なものに、「IGES(アイジェス)形式」(拡張子.igs) や「STEP (ステップ) 形式」( 拡張子.stp) というものがあります。変換されたデータを読み込んだ場合、ソフトウェア間の互換性によって、設計した立体形状に隙間ができたり、面が無くなってしまったり、データが開かないといったエラーが生じることがあります。



## 1-2. 3D プリントで出力するための専用形式とは

**⚠ ソフト専用形式で作成しないとうまく出力できない場合がある**

3D プリントで出力する際にも、プリンタ出力専用の形式へ、データ変換が必要になります。無色のモデルは「STL(エスティーエル) 形式」(拡張子.stl)。カラーモデルは「PLY (ピーエルワイ) 形式」(拡張子.ply) や「Zcorp (ゼットコープ) 形式」(拡張子.zpr) 等です (下記枠内参照)。壊れたデータから3Dプリンタ用のファイル形式へ変換した場合は、データエラーが原因で3Dプリンタ出力の際に造形できない事があります。



- |                                      |  |
|--------------------------------------|--|
| • 無着色 (白色) モデル                       | STL 形式 (拡張子.stl)                         |
| • カラーモデル                             | Zcorp 形式 (拡張子.zpr)<br>PLY 形式 (拡張子.ply)   |
| • 画像を張り付けたカラーモデル                     | Zcorp 形式 (拡張子.zpr)<br>VRML 形式 (拡張子.vrml) |
| ※画像データ (拡張子 jpg.bmp 等) も別ファイルとして必要です |  |

3D データエラーの  
チェックと修復について

# 3D データエラーのチェックと修復について

## 2-1. データの作成、変換経由の確認について

3Dプリント出力形式のデータに何らかのエラーがあった場合、設計時や変換時のソフトウェアの種類を知ることで、設計時に発生したエラーなのか、変換時に発生したエラーなのかを見極めることができ、エラーが解決しやすくなります。

- 設計時のエラー → 設計スキルの向上（作成過程を記録することで原因が解明）
- 変換時のエラー → ソフトの互換性（設計時のソフトウェア内でのダイレクト変換や、寸法精度や言語の近いソフトでの変換）

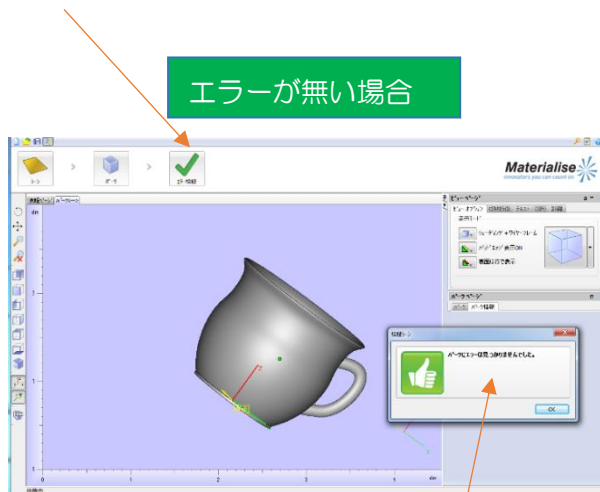
また、1種類のソフトで3Dデータ作成から3Dプリンタ出力用形式の変換まで行うことで、エラーの発生を少なくすることが可能です。

## 2-2. 無料ソフトを用いたSTLデータエラーの確認方法について

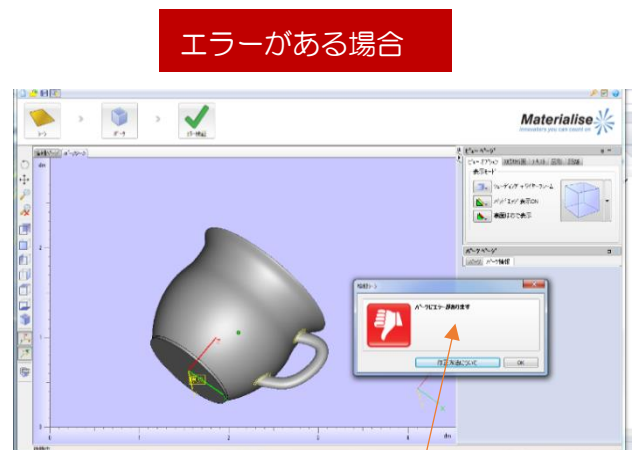
3Dプリント出力時の造形エラーを未然に防ぐため、3Dプリンタ出力用形式のデータにエラーがないかデータエラーをチェックするソフトウェア等で確認してください。

有料、無料の様々なソフトウェアがありますが、ここでは代表的な例として Mini Magics でのチェック方法を以下に記述します。

「Mini Magics 3.0 (Materialise)」にデータを読み込んだ際に、「エラー検証」チェックをクリックすると下記の画面が現れます。



「パーツにエラーは見つかりませんでした」



「パーツにエラーがあります」

## 2-3. エラーの検証結果について

エラーがあった場合は右図のような表示が出ます。

〔反転三角〕 面の向き（法線）が逆になっている箇所。

〔バッドエッジ〕 つながっていない線や面がある箇所。

〔シェル〕 一体化されていないモデルの数。

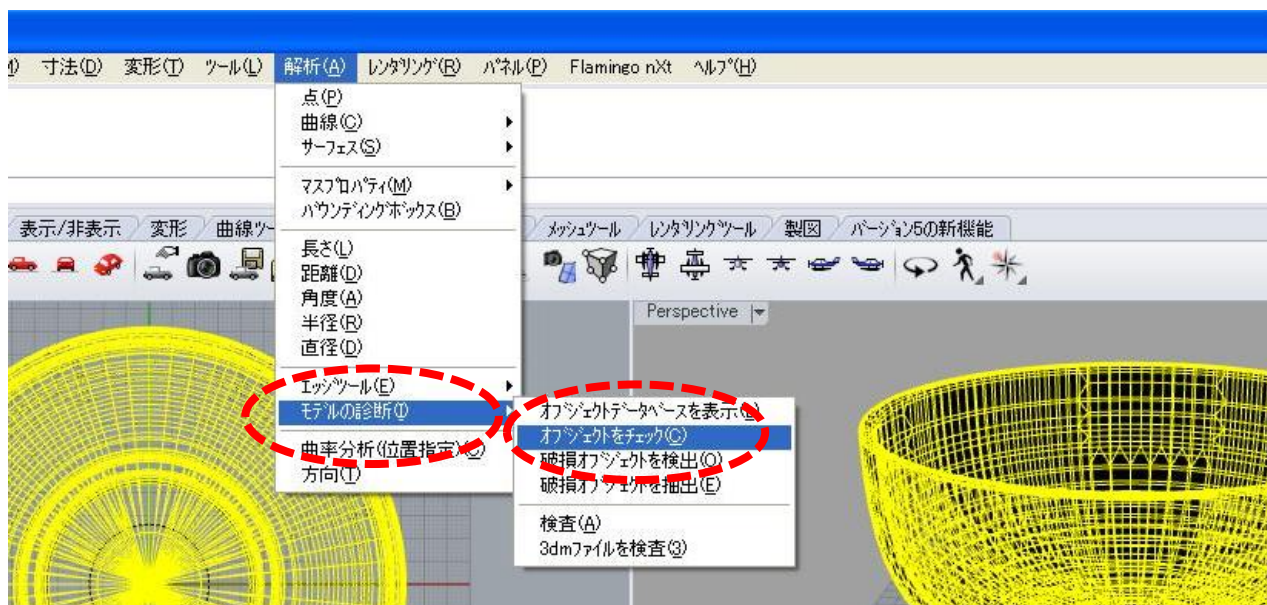
（1以外は、一体化されていないエラー。）



## 2-4. Rhinoceros でのデータエラーの確認方法について

データエラーがあるかどうか、Rhinoceros でも確認、修正することができます。

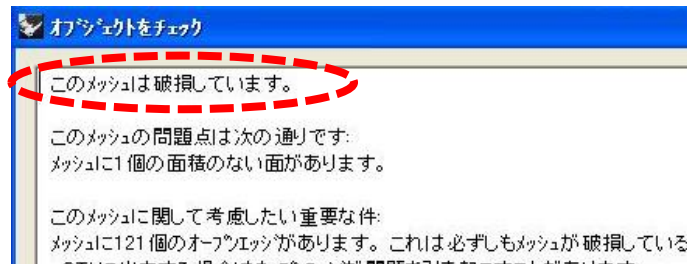
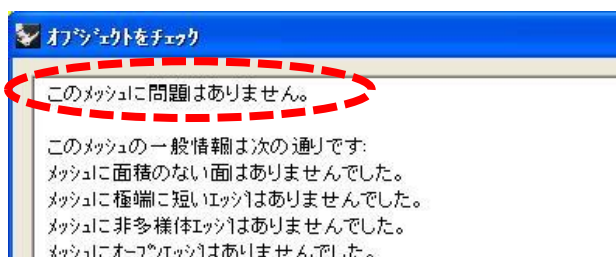
<コマンド> 「解析」 → 「モデルの診断」 → 「オブジェクトをチェック」



下記の表示が出ます。

エラーが無い場合

エラーがある場合

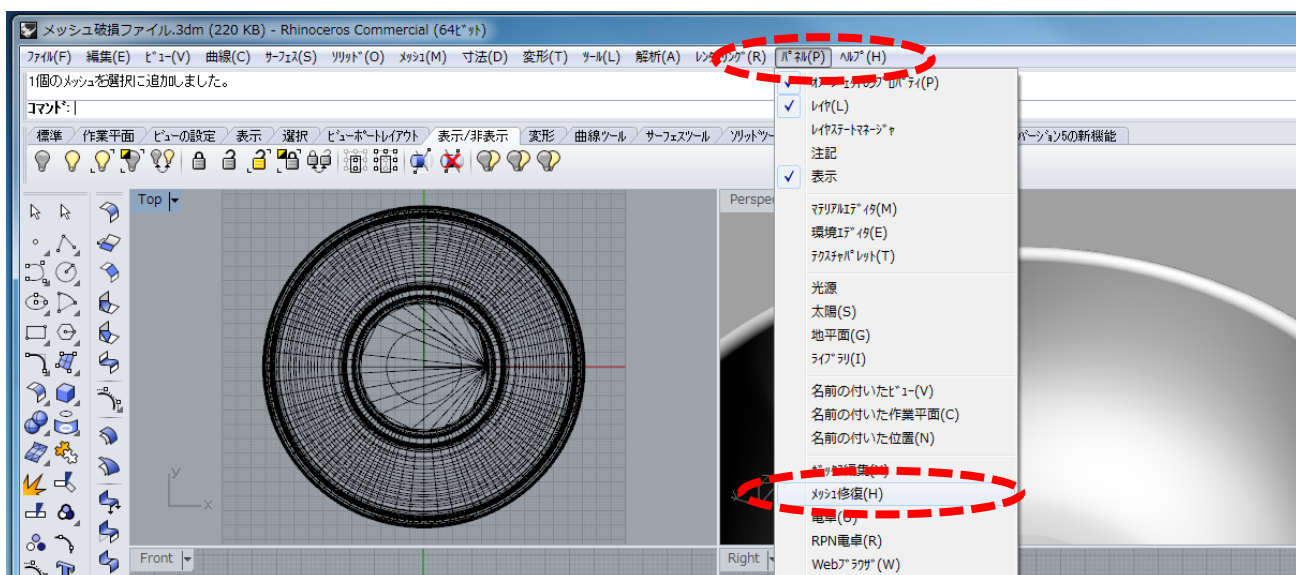


## 2-5. Rhinoceros でのポリゴンメッシュデータの修復方法について

STL等のポリゴンメッシュデータのエラーをRhinoceros で修正できる場合があります。

(ただし、データ修正後は、元の形状から若干、寸法や形状が変化する場合があります)

<コマンド> 「パネル」 → 「メッシュ修復」



エラーがあった場合は右図のような表示が出ます。  
エラーの内容を確認して、「メッシュを修復」を選択して、自動修復を行います。

自動修復で、エラーが解消されない場合は、さらに「進む」をクリックすると、下記の表示が現れます。

エラーの内容を確認しながら、各エラー項目にチェックを入れて、「修復」を選択してください。

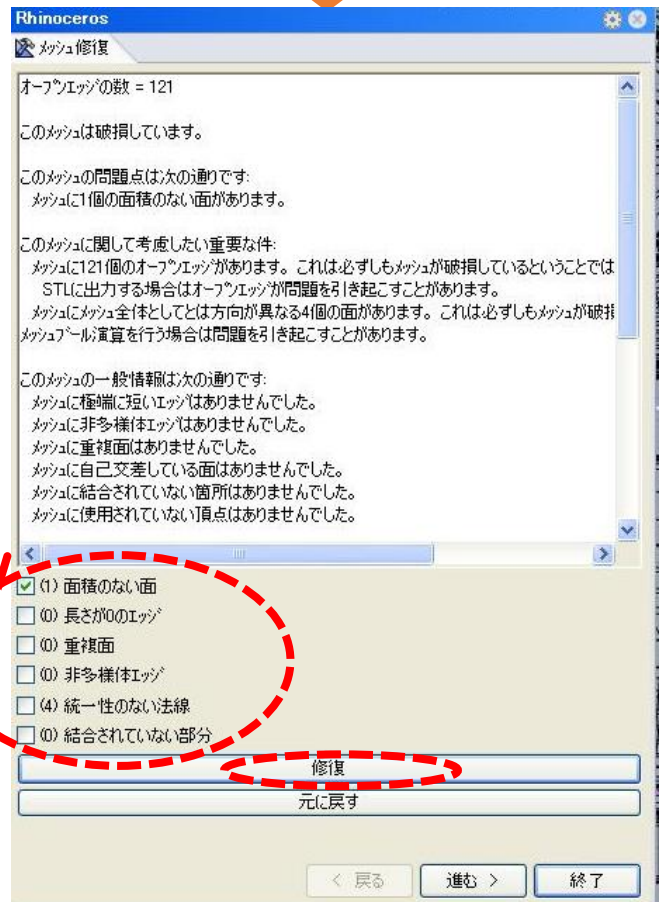
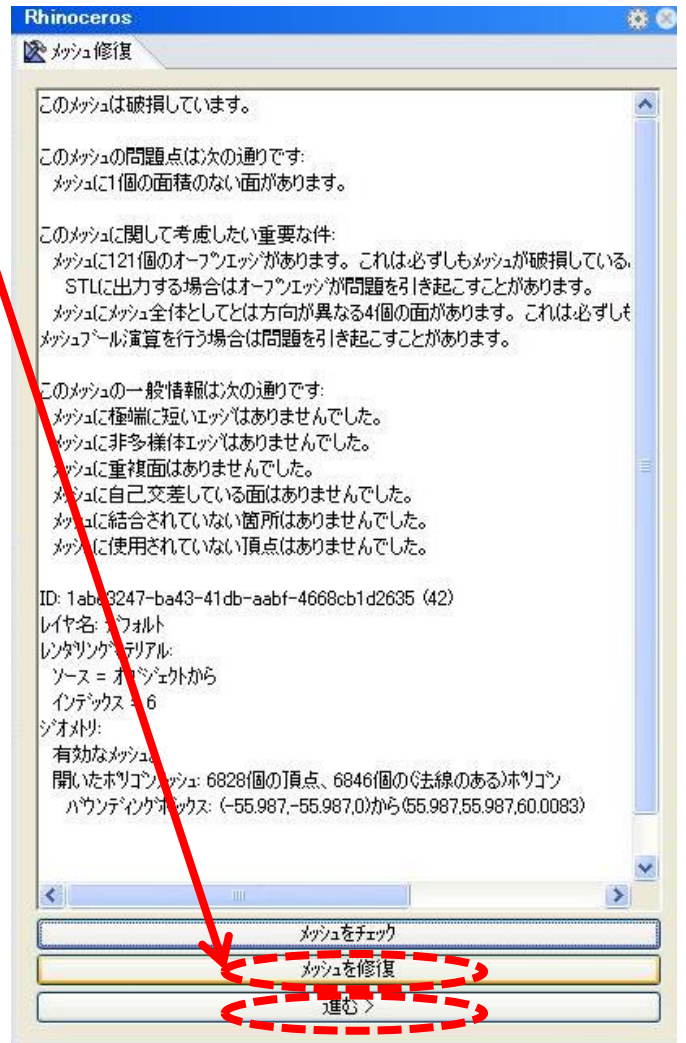
- 〔面積のない面〕  
面積が0の面を取り除きます。
- 〔長さが0のエッジ〕  
長さが0のエッジを取り除きます。
- 〔重複面〕  
重複面を取り除きます。
- 〔非多様体エッジ〕  
非多様体エッジを取り除きます。
- 〔統一性のない法線〕  
統一性のない法線を反転します。
- 〔結合されていない部分〕  
結合されていない箇所を分離します。

3D プリンタ出力用データとしては、データエラーのない状態が理想的ですが、エラーの種類によっては、問題なくプリンタ出力できた前例もあります。

石川県工業試験場で3Dプリンタ出力をご予定されており、このマニュアルを参照して、エラーが解消できない場合は、どうぞ、石川県工業試験場までご相談ください。

<担当>

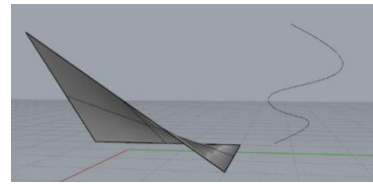
石川県工業試験場 デザイン開発室  
餘久保（よくぼ）優子、太田 翔平  
（電話）076-267-8085



# 1. ノンマニホールドモデル

## ①-1. ノンマニホールドモデル※(線の修正)

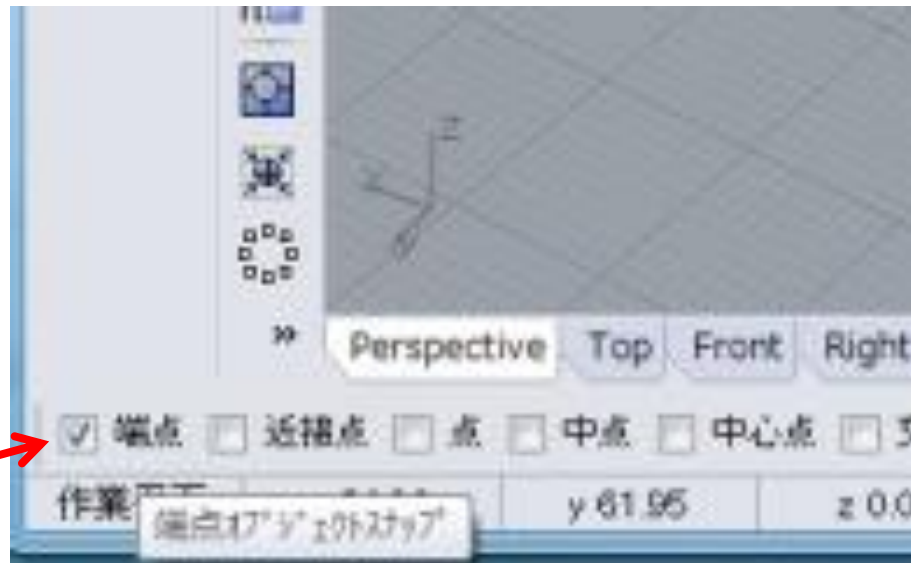
※ノンマニホールドモデルとは・・・  
厚みの無い線や面でできた形。(寸法をもてないモデル)



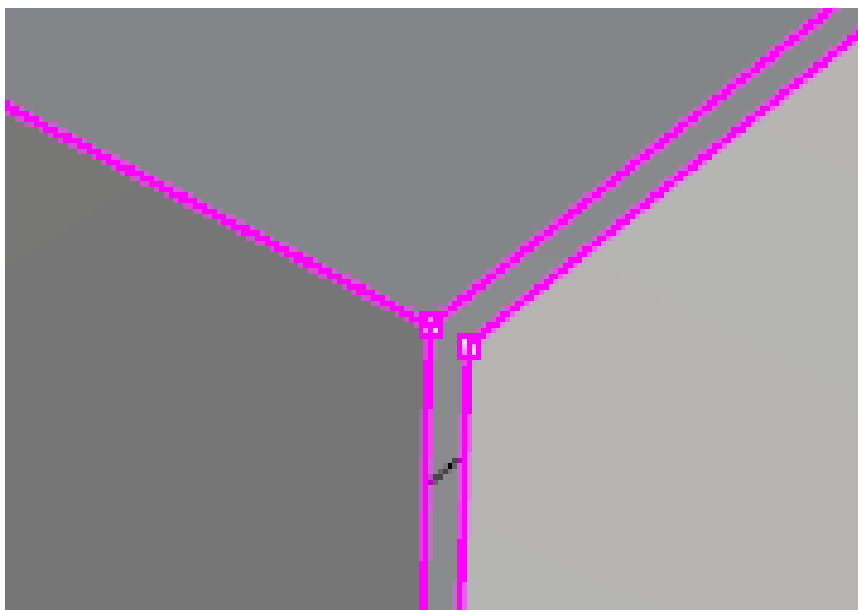
●立体にならない線や面をつくらないためには

＜コマンド＞作成時、メニューパネルの下部にあるO s n a pメニューを選択し「端点」にチェックを入れておく。線の作成時に端点と端点が、自動でつながっていくので隙間が生じない。

「端点」に  
チェック



●面と面に隙間があると、オープンエッジエラーになり、寸法のもてないノンマニホールドモデルになる。  
修正方法は ②-1 オープンエッジを参照



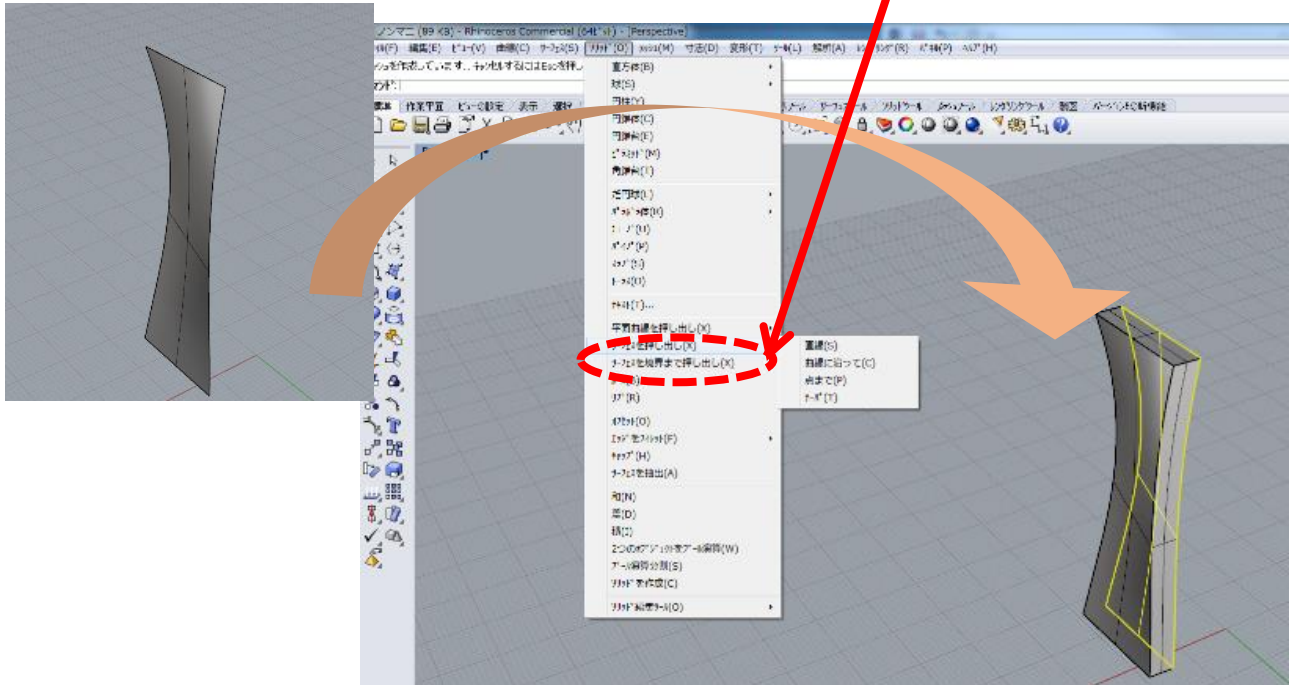


## ①-2. ノンマンホールモデル(サーフェスの修正)

- CAD で作成した面は、質量をもたないため、厚みをつける必要がある。

<コマンド>「ソリッド」→「サーフェスを押し出し」

厚みのない面は、画面上には表示されるが、造形できない。

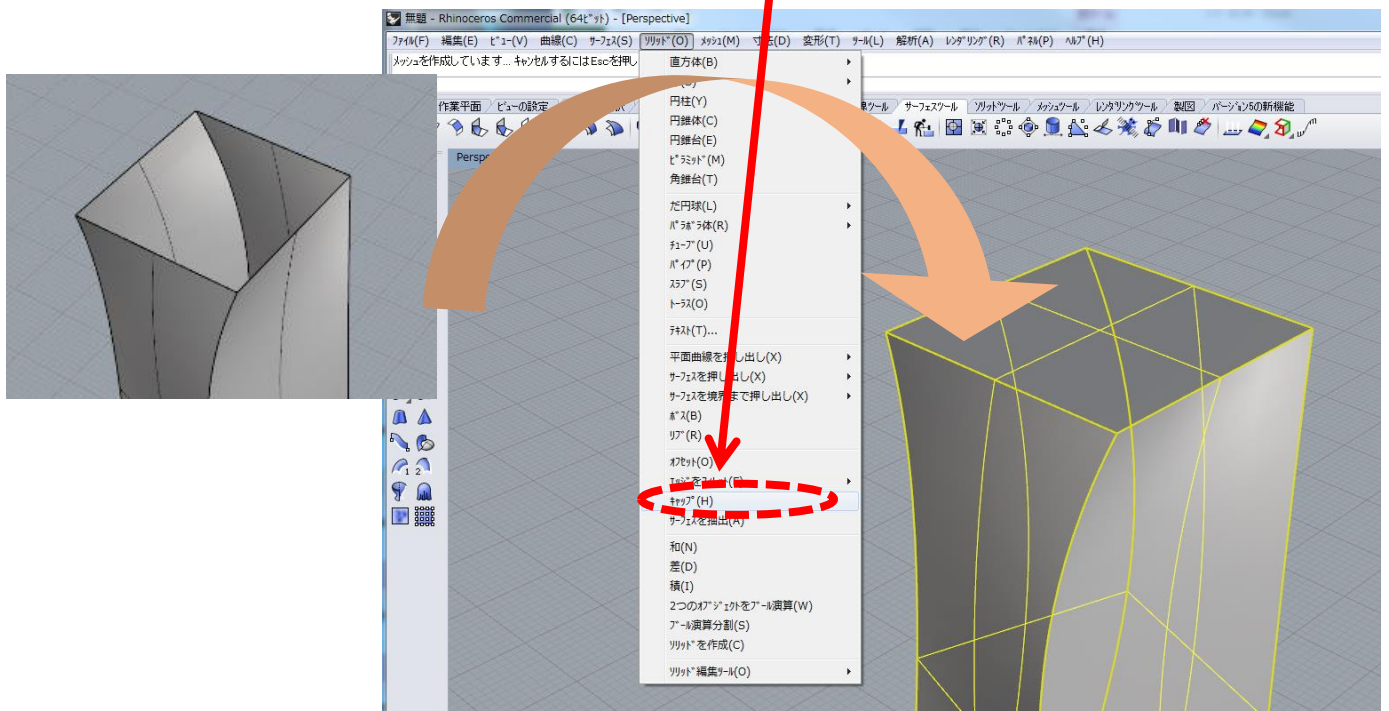


- 厚みのない面で、隙間無く閉じれば、質量のある立体として認識される。

下記の形状の場合、上部に蓋をして立体化が必要。

<コマンド>「ソリッド」→「キャップ」

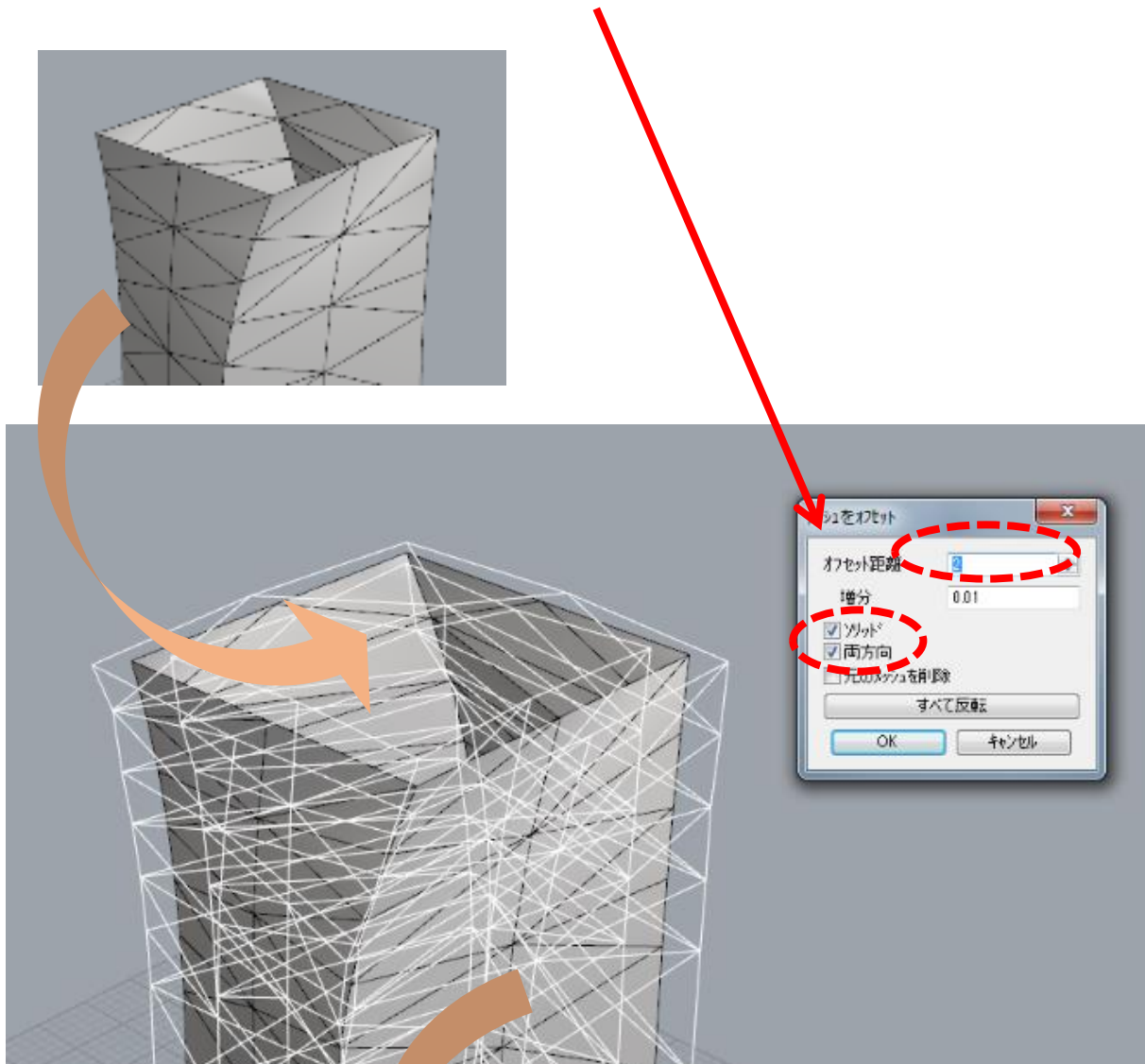
全て隙間なく面を閉じれば、立体として造形できる。



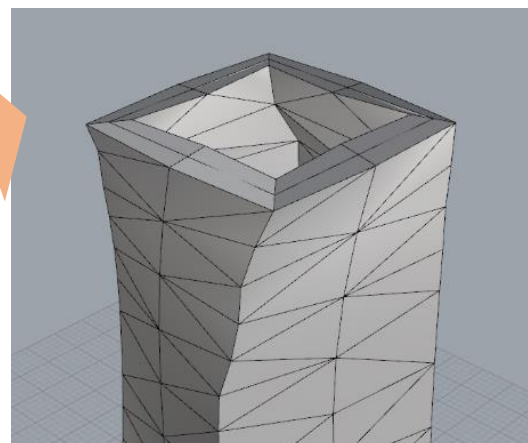
## ①-3 ノンマニホールドモデル(stl ファイル (メッシュ) )の修正

- ポリゴンモデル (三角形の面の集まり) も一面だけだと質量をもたない。閉じたポリゴンモデルにする必要がある。「オフセット※」機能で全体に厚みをつけることができる。

<コマンド>メッシュ→オフセット→距離を入力し、ソリッドのボックスにチェックして、OK を選択。



※CADでのオフセットとは  
平行線を引いたり、一回り小さい、または大きい  
相似形を作る機能などをさす。

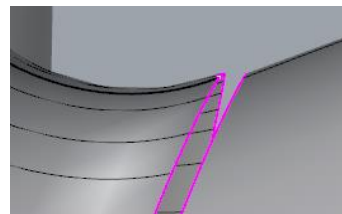


## 2. オープンエッジ

## ②-1. オープンエッジ※の修正（サーフェスの隙間）

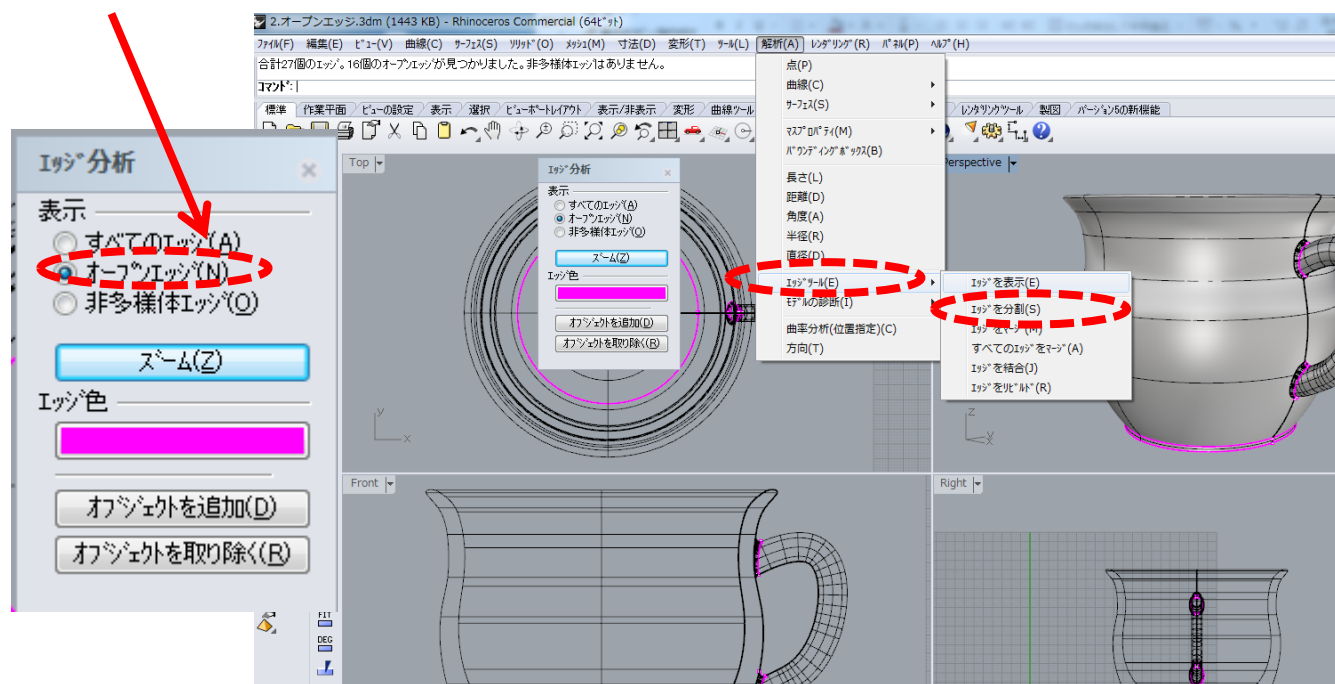
オープンエッジとは・・・

面と面のエッジが結合されておらず、ノンマニホールドモデルのような状態であることをさす。寸法精度の異なる CAD での中間ファイルでの受け渡しや、角に丸みをつける際のエッジ処理の不具合によっても発生しやすい。



### ●オープンエッジの発生している箇所を調べるには

＜コマンド＞「解析」→「エッジツール」→「エッジを表示」。エッジを表示するサーフェース、ポリサーフェース、メッシュを選択し、Enter。エッジ分析のダイアログボックスの「オープンエッジ」を選択すると、面が結合されていない隙間のある部分がハイライト表示される。



### ●オープンエッジの修復を行う前の確認

単純に面が結合されていないといった場合でもエラー表示が出ることがあります。

オブジェクトを選択した際に、形状が一体化されておらず、部分的にしかハイライト表示されない場合は

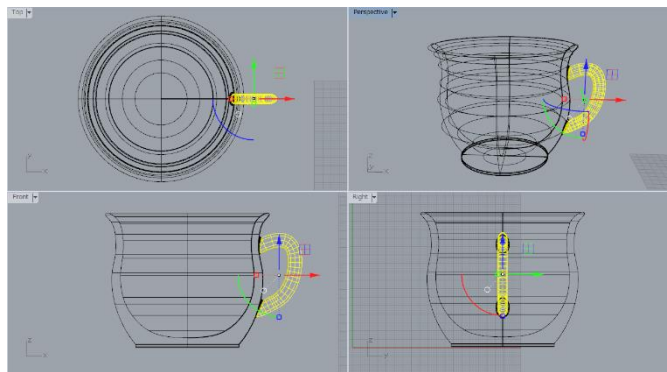
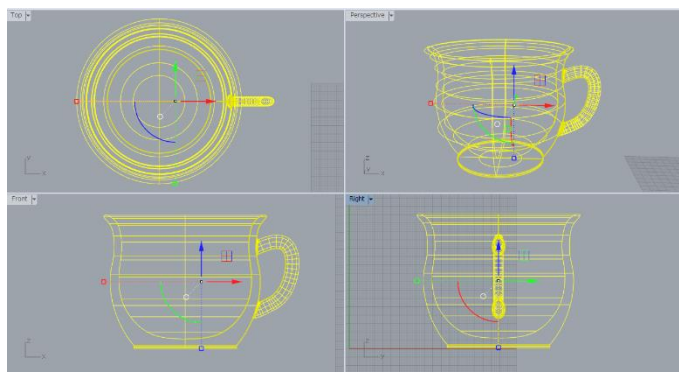
＜コマンド＞「編集」→「オブジェクトを選択」→「すべてを選択」で形状を選択した後、

**形状が一体化になっている場合**

**どこを選択してもハイライト表示がされる。**

**形状がバラバラになっている場合**

**選択した部分のみハイライト表示がされる。**

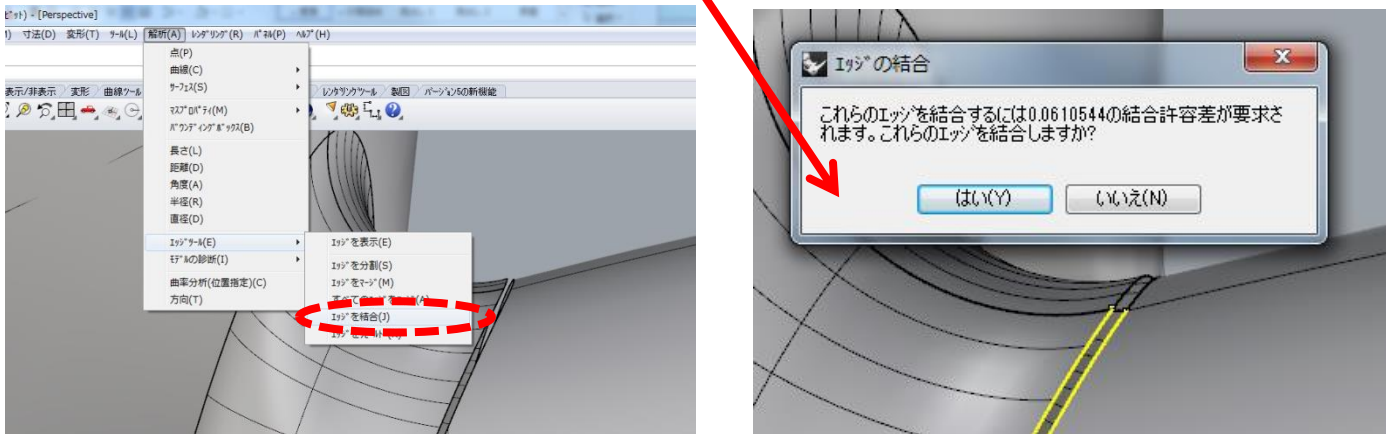


## ●オープンエッジの修復方法

単純に面が欠落している場合は、その部分に新たな面を作成し、隣接する面と結合すればよい。わずかな隙間があり、3Dプリンタ出力など高度な寸法精度が求められる場合は、強制的にエッジを結合する。

<コマンド>「解析」→「エッジツール」→「エッジを結合」。2つの結合されていないエッジを選択。

結合許容差の範囲で元形状からの形が若干変わるのでもよければ、「はい」でエッジが結合。



3Dプリンタ出力用データとしては、オープンエッジのない状態が理想的ですが、オープンエッジが3Dプリンタの造形精度より小さな隙間の場合は、造形できる場合があります。

### 3. 面の裏返り

### ③-1. 面の裏返り（法線が逆）※の修正

面の裏返りとは・・・

3D データで作成した面は、表側と裏側の情報を「法線の向き」で区別しています。法線の矢印が表示されている方が面の表側となり、3D モデルの表面は全て、表側で構成されていなければなりません。



●面の裏表のエラーを調べるには

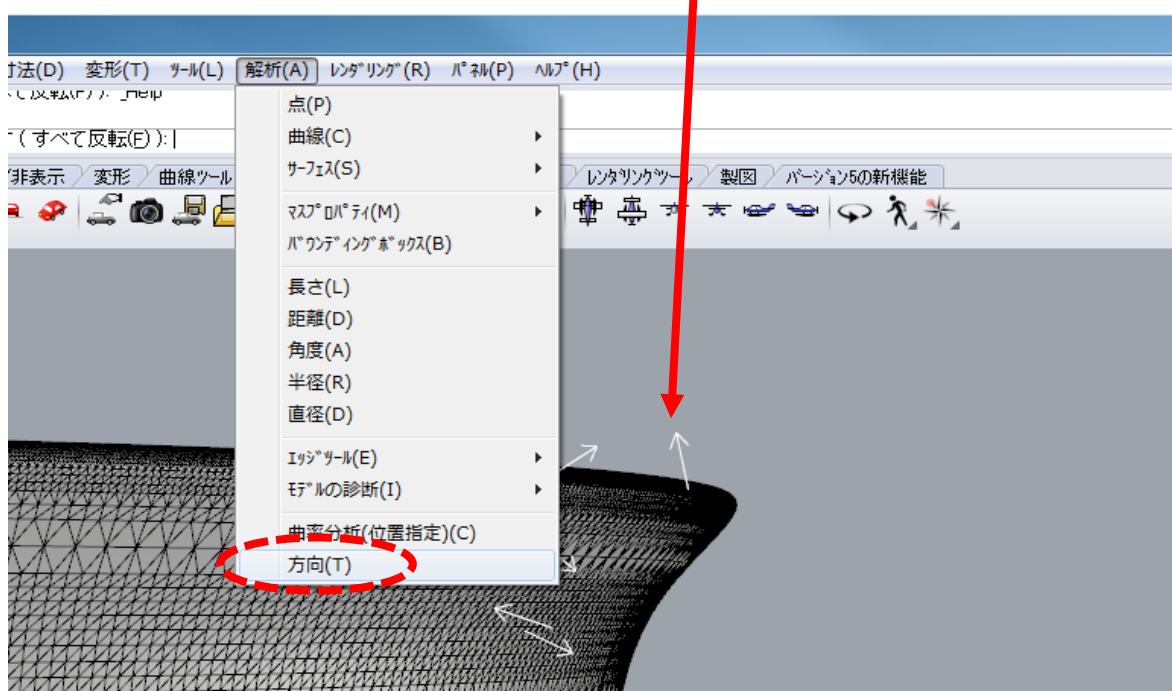
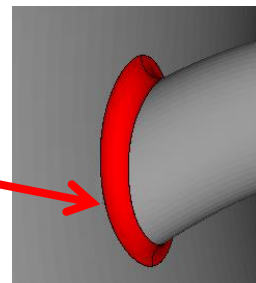
・Mini Magics

データエラーを確認した際に、面の裏側は赤色で表示されます。

・Rhinceros

<コマンド>「解析」→「方向」

モデル表面に、法線の向きを示した白い矢印が表示されます。



エラーが無い状態（面が表側）



矢印が外側に向かっている。

エラーがある状態（面が裏側）



矢印が内側に向かっている。

●面の向きを反転する修復方法

・Rhinceros

<コマンド>「解析」→「方向」→反対になっている矢印をクリック。

クリックするだけで、矢印が反対側の方向を向きます。

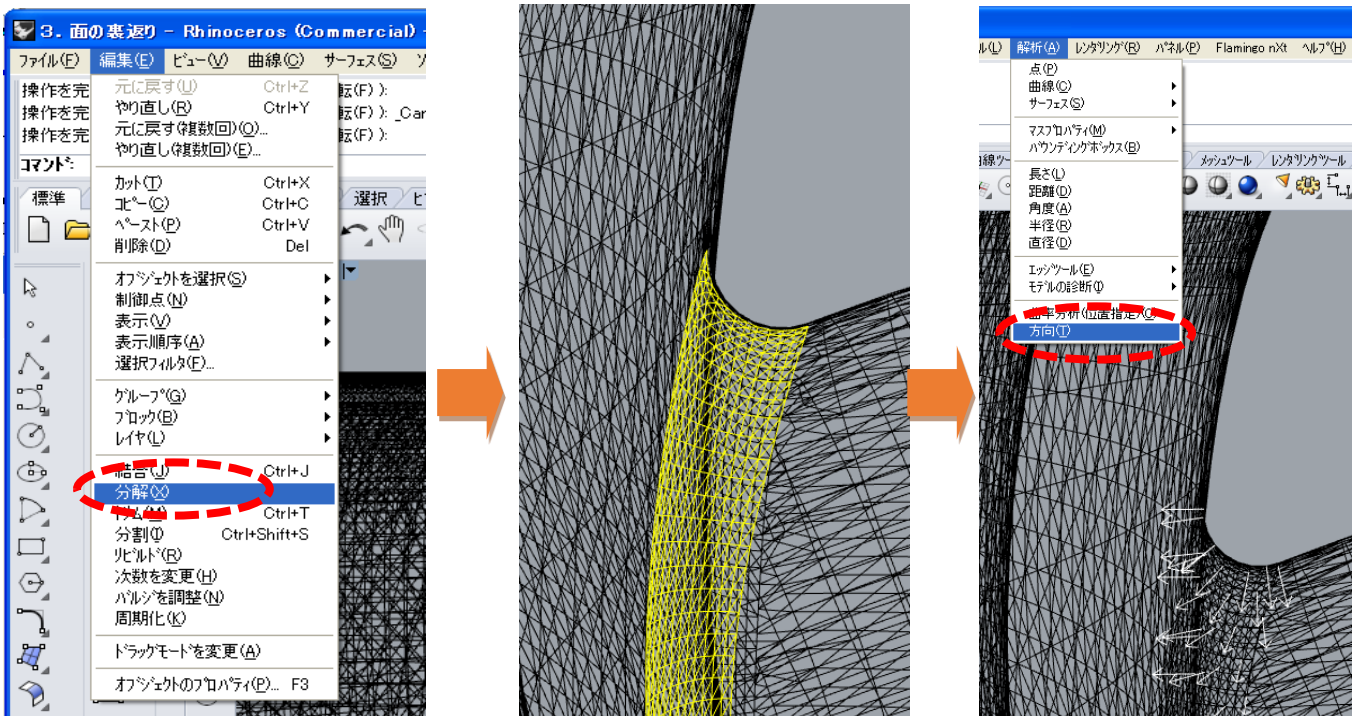
3Dプリンタに出力するためには、どの面も全ての矢印が表側に向かっていなければなりません。形状が一体化（どこをクリックしても全ての形状が選択される状態）されており、一部の面が裏返っていて修正困難な場合は、次を参照下さい。

●面の向きを表と裏が混在しており、形状が一体化されている場合、全ての矢印が同時に反対方向になるので、一部だけの矢印を外側に向けることが困難です。

この場合は、一体化された形状を分解して、反転している面だけを選択して方向を変える必要があります。

・Rhinceros

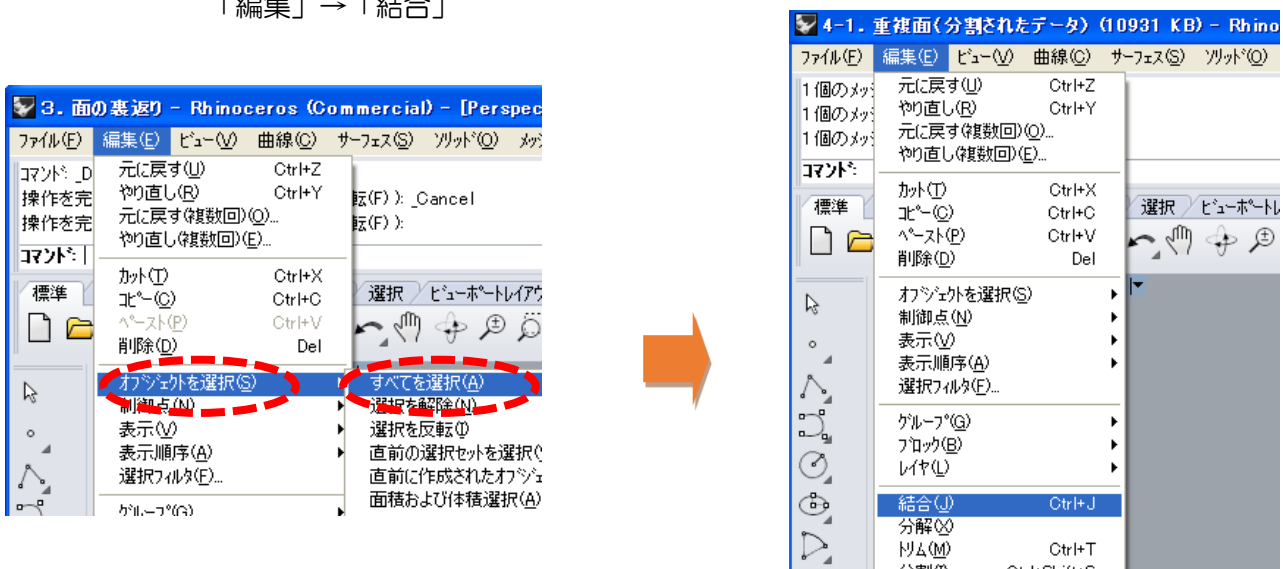
<コマンド>「編集」→「分解」で、一体化された形状を分割します。その後、面が反対方向になっている部分を選択して、「解析」→「方向」で反対になった矢印をクリックして表側に向かわせます。



●矢印の向きが修正できましたら、最後に全ての形状を選択して、一体化します。

・Rhinceros

<コマンド>「編集」→「オブジェクトを選択」→「すべてを選択」。全ての面を選択した後に「編集」→「結合」



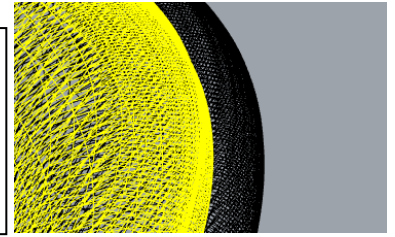


## 4. シェルの重複

## ④. シェルの重複※の修正

シェルの重複とは・・・

3Dデータで作成した一つの個体は、全ての面がつながって一つのシェル（殻構造）になっていなければなりません。つながるべき面が分割されていたり、必要のない面が重なっているとシェルエラーとなります。



●面の裏表のエラーを調べるには

・Mini Magics

データエラーの表示項目に「シェルエラー」がでます。

この場合、一つのシェル（殻）になっていない原因として以下が考えられます。

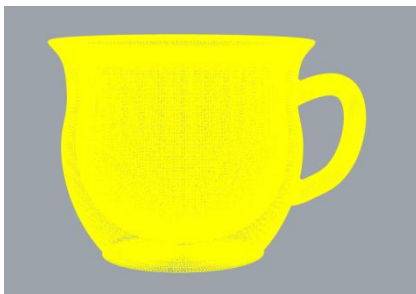
- ④-1. 面が分割された状態で、stl 等にエクスポート（ファイル出力）を行った。
- ④-2. 3D データを作成中に不要な面が残ってしまった。

以下にそれぞれの修正方法を説明していきます。

●④-1. 面が分割された状態で、stl 等にエクスポート（ファイル出力）を行った場合の修正方法。

シェルエラーが無い状態（面が一体化）

どの部分をクリックしても全て選択される。



エラーがある状態（面が分割）

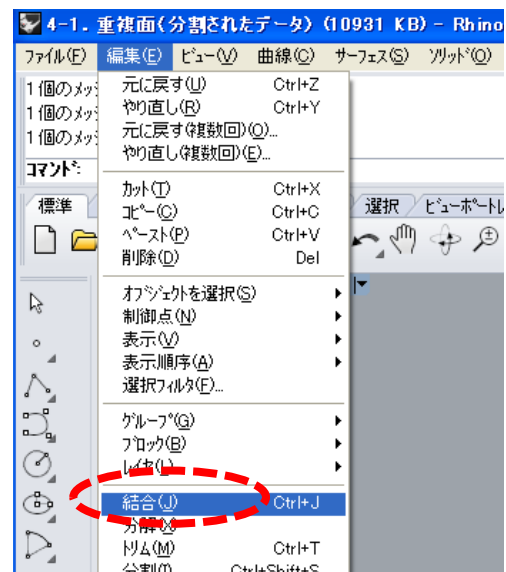
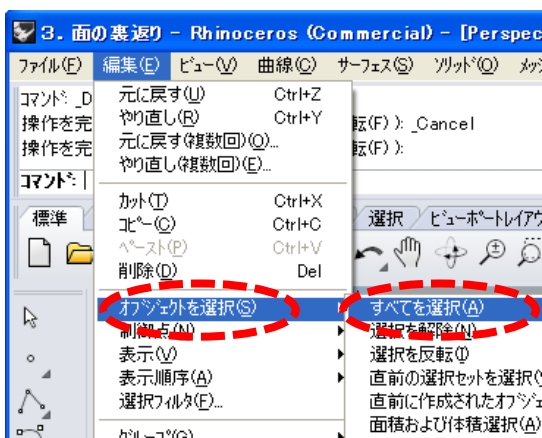
クリックした部分だけ選択される。



形状を全て選択し、下記のコマンドで一体化してから、データをエクスポートしてください。

・RhinoCeros

<コマンド>「編集」→「オブジェクトを選択」→「すべてを選択」。全ての面を選択した後に「編集」→「結合」。



上記のコマンドで形状を結合できない場合、隣接する面に、寸法許容範囲外の隙間があることが考えられます。本マニュアルの「②オープンエッジ」を参照ください。

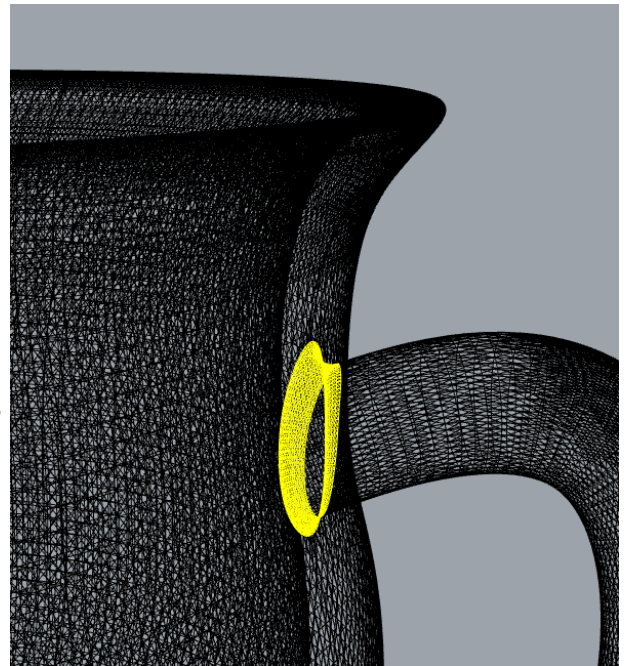
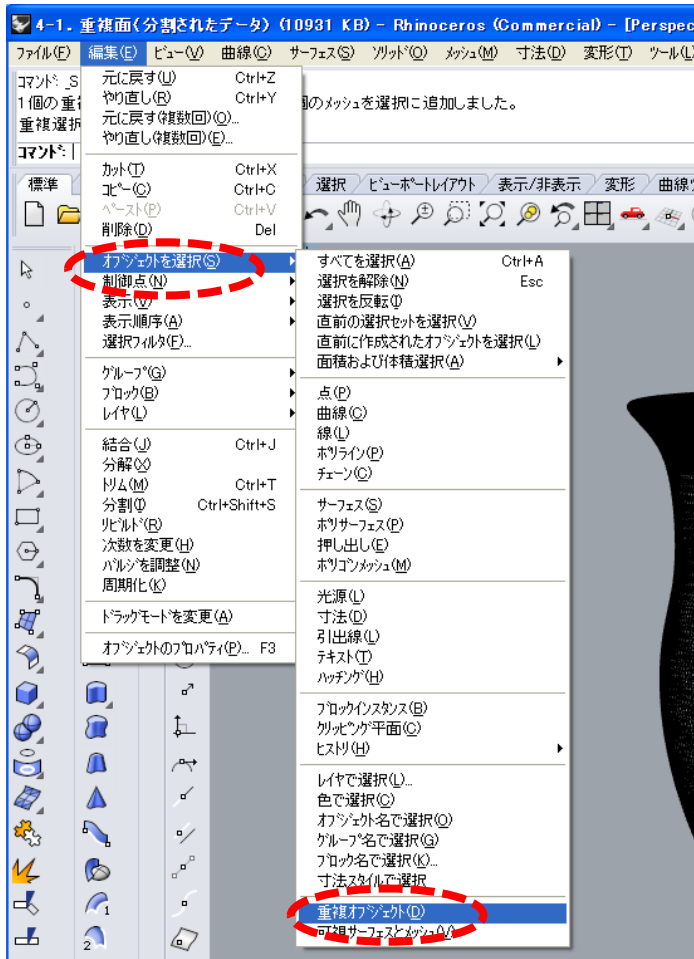
●④-2. 3D データを作成中に不要な面が残ってしまった場合の修正方法。

フィレット〈角を丸める〉処理を行った後に元の形状が残っている場合があります。その部分を選択して削除してください。

また、同じ形状が同じ場所に残っている場合は、目視ではわかりません。その場合は、以下のコマンドで確認して削除してください。

・Rhinceros

<コマンド> 「編集」→「オブジェクトを選択」→「重複オブジェクト」で、重なった形状が選択されます。  
「編集」→「削除」。もしくは Delete キーを押し、削除してください。



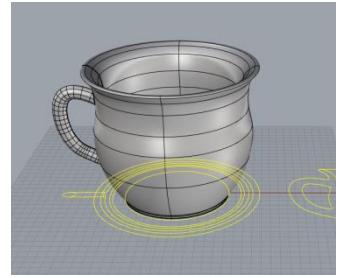
自動で重複面が選択されるので  
「編集」→「削除」。  
もしくは Delete キーを押し、削除。

## 5. ラインの残存の修正

## ⑤. ラインの残存の修正

ラインの残存とは・・・

2次元の図面のデータが残っていたり、平面の線から立体化した際に、元となる線が残っていたりするエラーです。

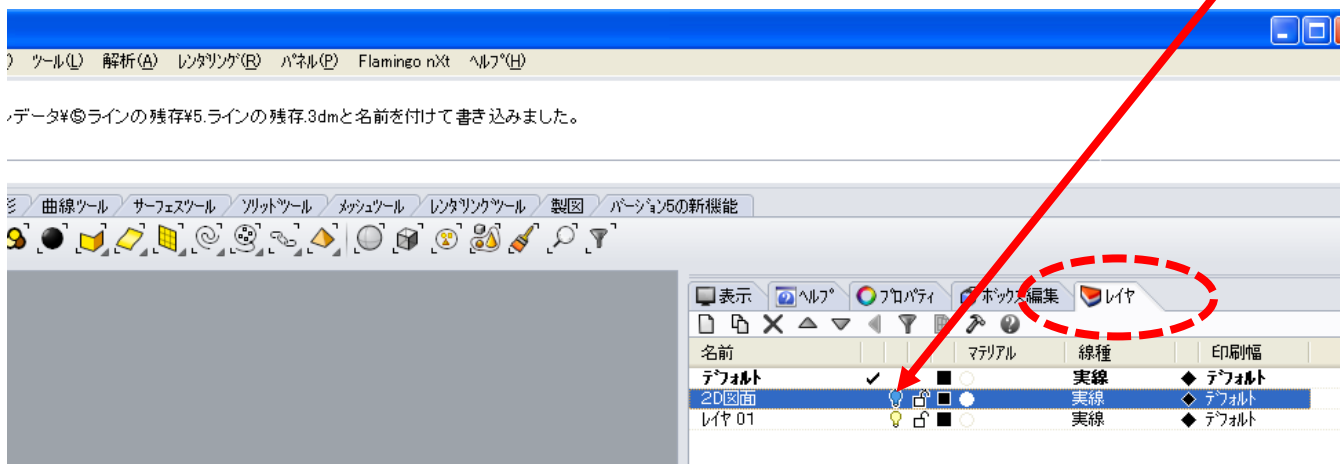


- 不要な線が多く残っている場合に考えられる原因として、レイヤー分けされていたデータを、全て読み込んで出力してしまった事が考えられます。

ほとんどの3Dデータ作成ソフトには、「レイヤー分け」という機能があります。

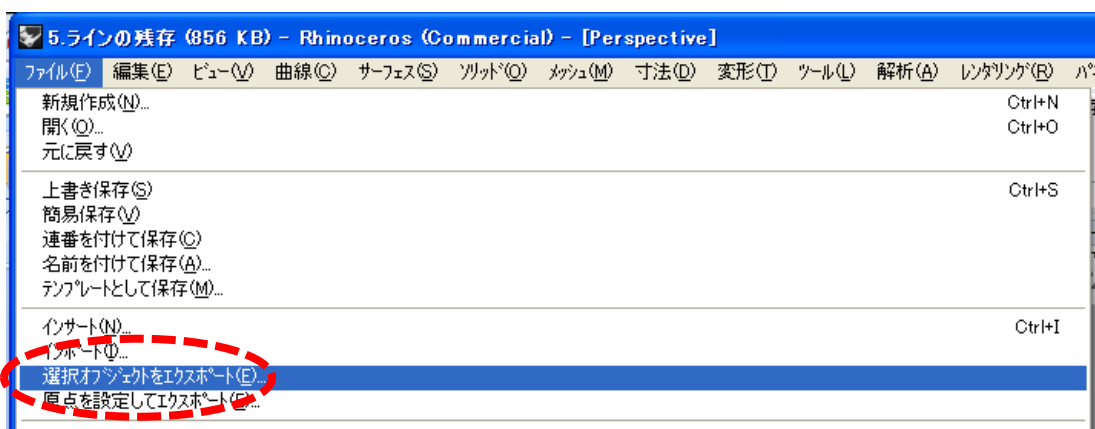
これは、3Dデータを作成する際に作業しやすいよう、トレーシングペーパーを何層も重ねて図面を作成していくように、1レイヤー（1層）ごとに任意のデータを分けておけるものです。

下記の場合、平面の2D図面と3Dデータをレイヤー分けしていますが、電球のアイコンが消えており、2D図面は見えない状態に設定されています。この状態でファイルをエクスポートしてしまうと、知らないうちに、不要な図面や線もすべてファイル出力してしまう場合があります。



こういった事態を避けるには、ファイル出力をする前に、レイヤーが非表示状態になっていないかを確認して、不要な線や面が残っていないかチェックを行います。

<コマンド>「ファイル」→「選択オブジェクトをエクスポート」

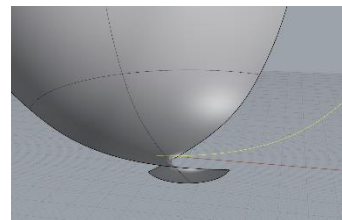


## 6. 自己交差

## ⑥. 自己交差の修正

自己交差とは・・・

主に、面がねじれていたり、ループ状に交差していたりするエラーです。  
データ作成時に発生する場合と、異なるソフト間でデータ変換する時に発生する場合があります。

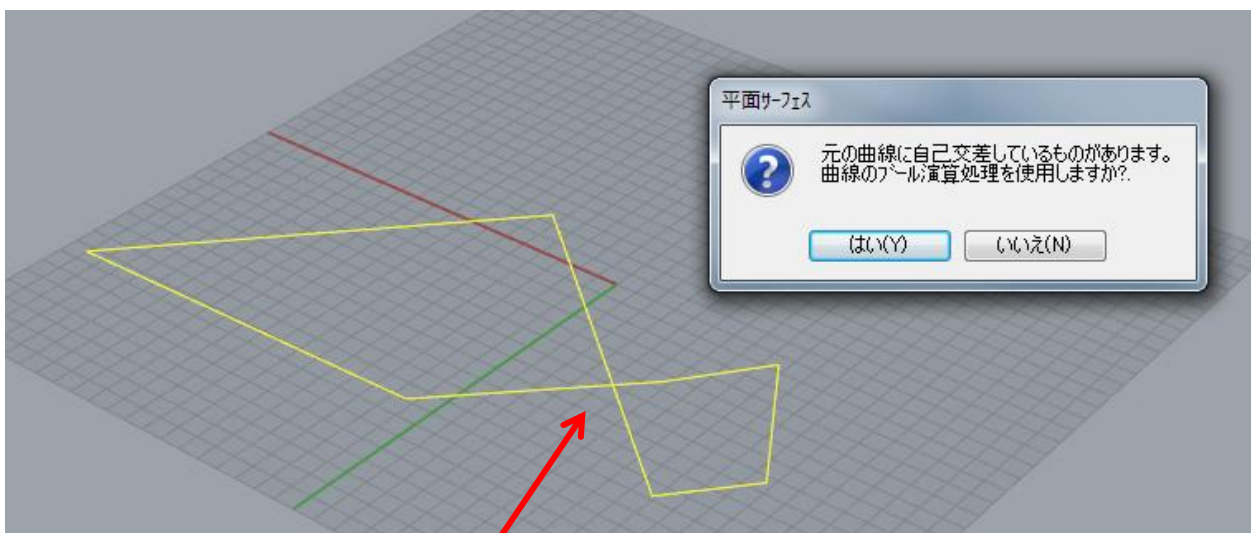


- ねじれた面はデータ変換時に面が欠落したり、オープンエッジになったりすることがあります。  
これらは、以下の点に注意することで防ぐことができます。

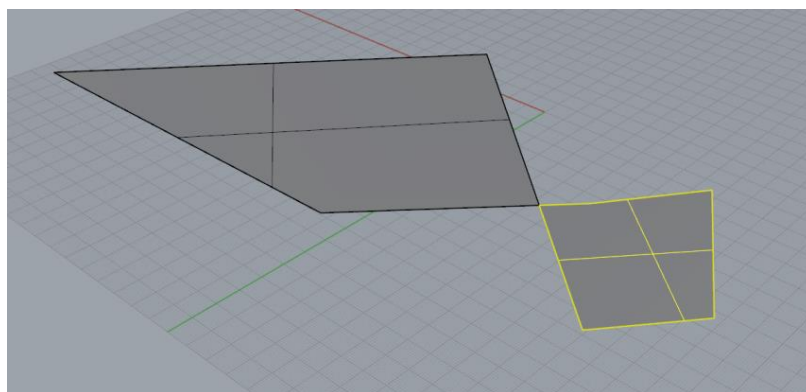
- ねじれや交差のある線から面や立体を作成しない。

下記は、一筆書きで線を交差させて2つの台形を作成した図です。この状態で面の作成や立体を作成するとエラーが生じます。その場合は、曲線を分割して2つの図形にして、それぞれを処理します。

(Rhinceros は、面作成時に自己交差した線を分割して修正（プール演算処理）する機能がありますが、他のCADではねじれたまま面を作成する場合があります)



線は交差させない。作り直すか、  
交差している線を切断して、  
別々の2つの面に分割する。

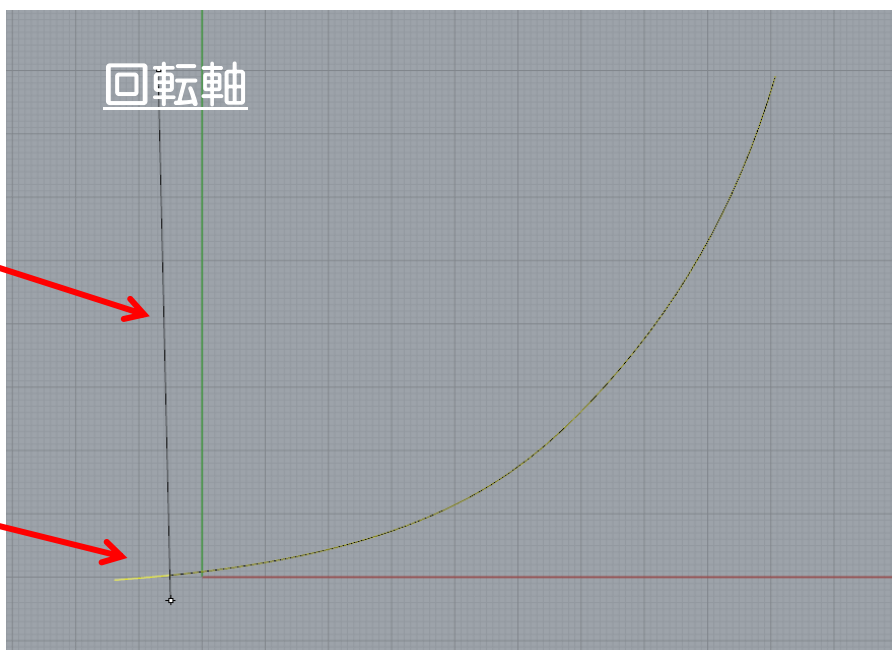


●回転体を作成する際は、必ず回転軸を立体の中心に設定する。

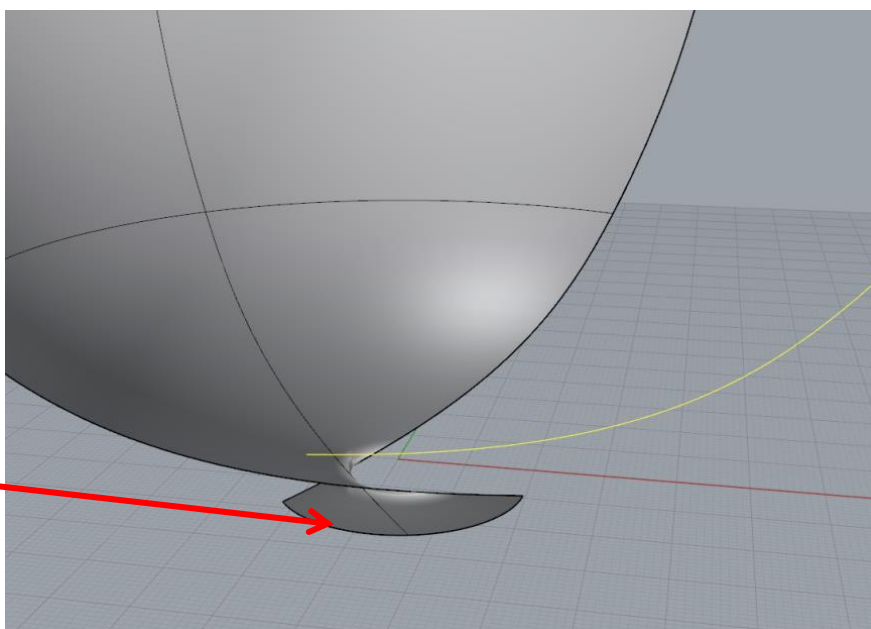
断面線を回転させて、立体を作成する際に、回転軸が中心にないと、面のねじれや穴が生じます。

回転軸が垂直になっていないと  
歪んだ円形になります。

断面線が回転軸からはみ出していると、  
ねじれた形になります。



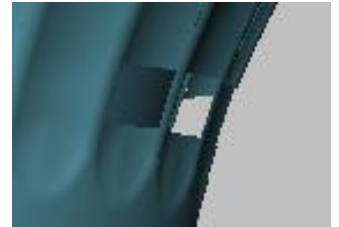
回転軸が回転させる立体の中心に  
ない、垂直でない場合、右図のよう  
な状態になる。





## 7. 穴・面の抜け落ち

## ⑦. 穴・面の抜け落ちの修正

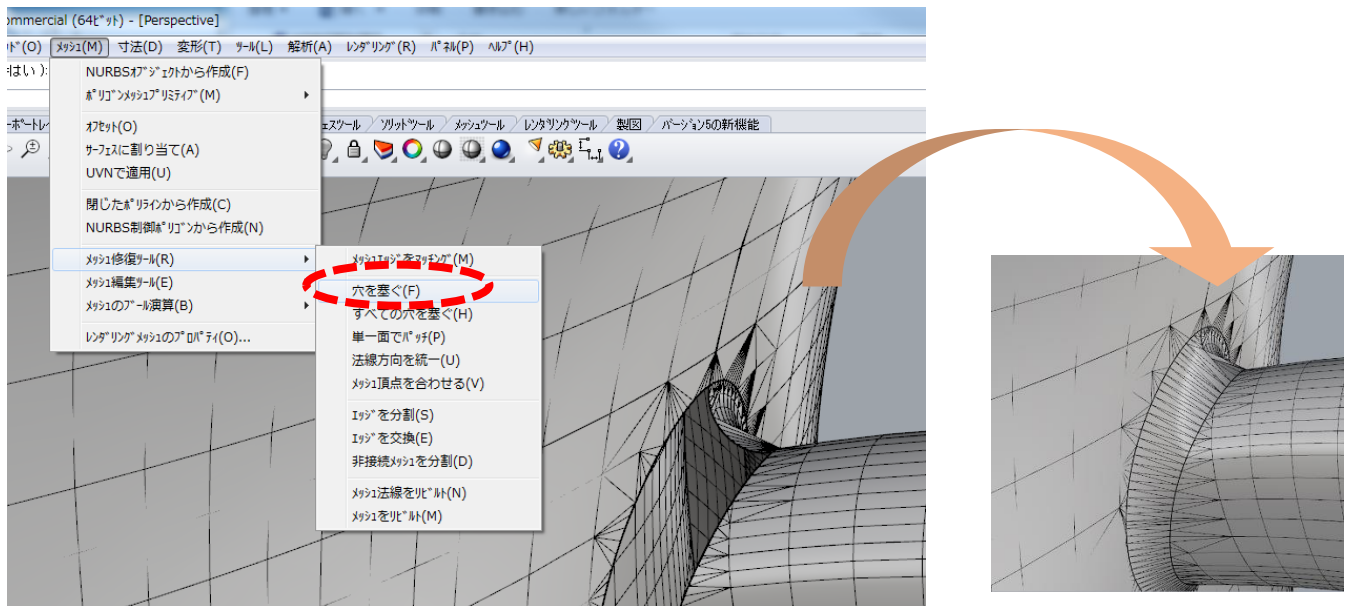


穴や面の抜け落ちとは・・・

原因は様々です。主な原因として、三次元デジタイザで3Dスキャンした際にデータが撮り切れなかった。データ変換時に一部の形状が引き継がれなかった。ソフトの分解能の違いなどが考えられます。

●メッシュ修復ツールで、自動で穴を塞ぐことができます。

<コマンド>「メッシュ」→「メッシュ修復ツール」→「穴を塞ぐ」→穴の境界線上にあるメッシュエッジを選択。



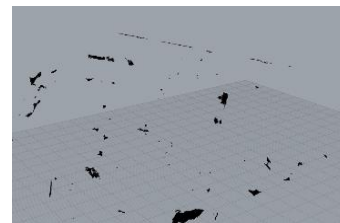
表面の曲率（うねり）が均一でない部分を穴埋めする場合、元の形状を反映しないことがあります。その場合は、CAD側で部分的に形を作成しなおしてください。

## 8. 微小サーフェース

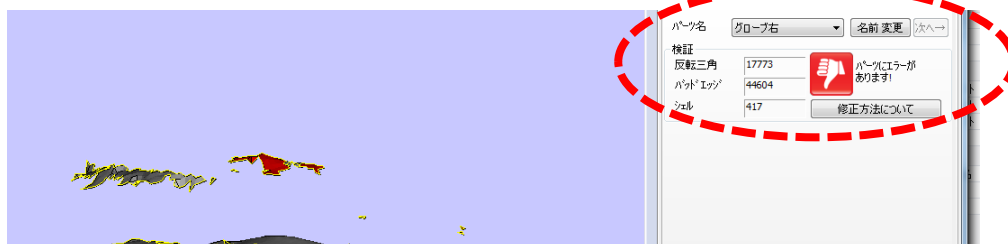
## ⑧. 微小サーフェスの修正

微小サーフェスとは・・・

主に、三次元デジタイザから収集した際に、余分なデータが残っていることから発生します。目視できない小さな破片でも、重篤なエラーとして表示されます。

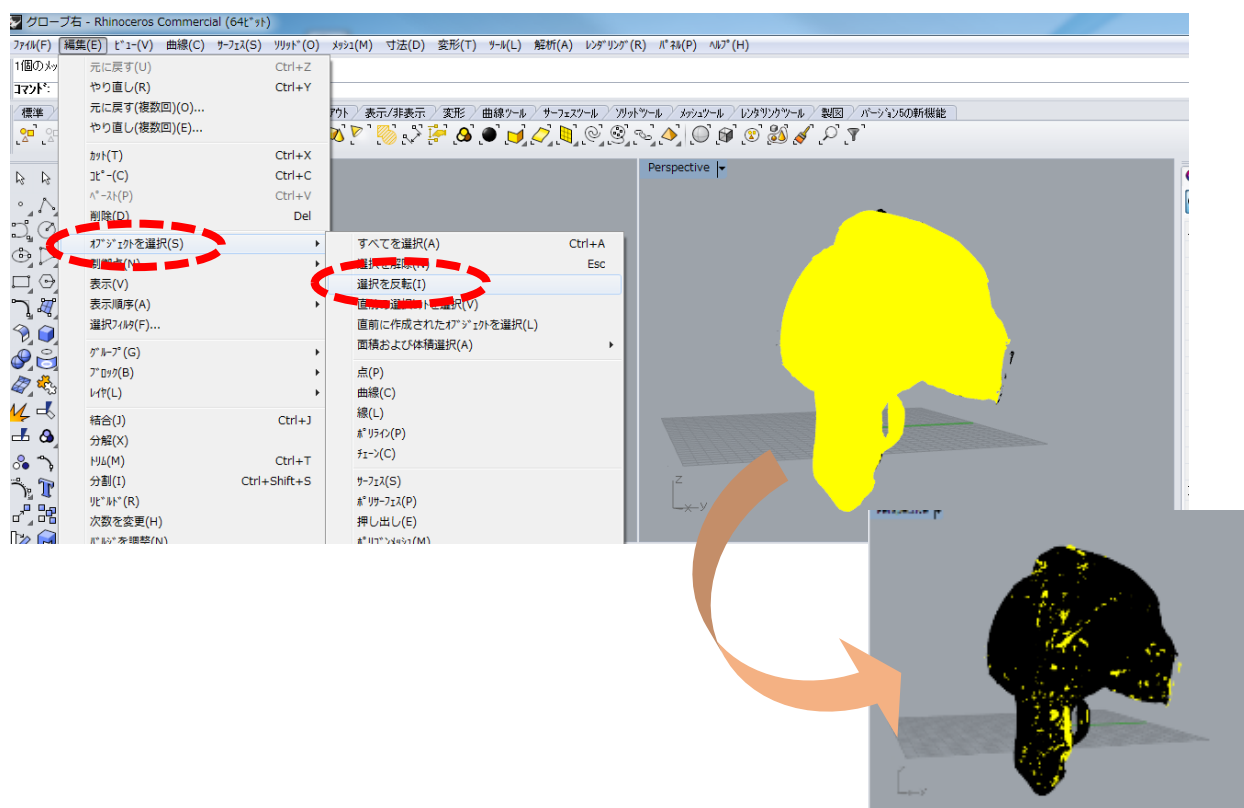


●三次元デジタイザで実物をスキャンしてデータを収集する際、回転テーブル等、不要なデータも採取してしまいます。目視できない微小なサーフェスが残っている場合も多く、この場合は、下記のように重篤なエラーとして表示されます。



●これらは簡単に修正できます。まず、必要なオブジェクトを選択します。このままで、選択を反転させて、不要部分を選択し、削除してください。

<コマンド>「編集→オブジェクトを選択→選択を反転」



## 9. カラー情報が消える

## ⑨. カラー情報が消える

カラー情報が消えるエラーとは・・・

ファイル出力形式の誤りや、色設定の違い。

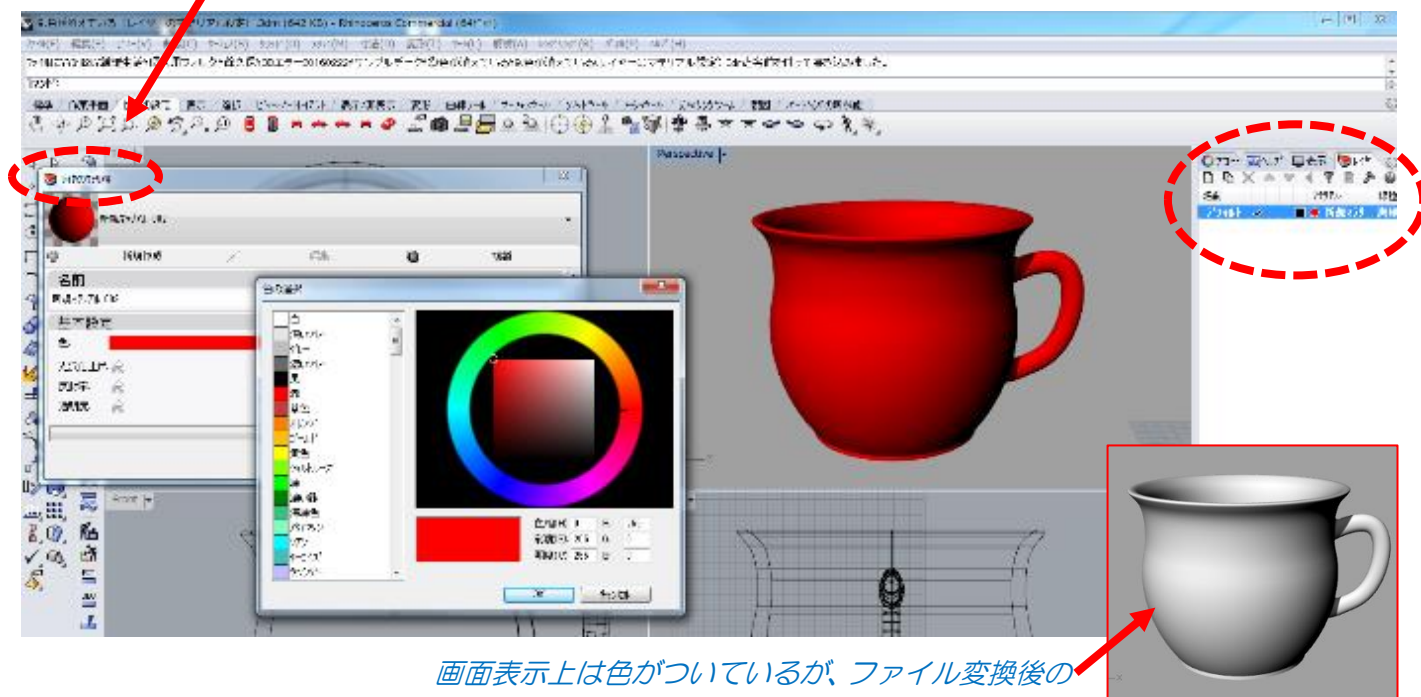
異なるソフトウェア間でのデータ変換でカラー情報が欠落するエラーです。



●カラー情報が消えた原因として、まず、STL 形式等、カラー情報をもたないファイル形式で出力した事が考えられます。

●次に、オブジェクトに着色する設定を、下図のように、レイヤーで行っている場合があります。この場合、画面は着色された表示になっておりますが、ファイル変換した場合、カラー情報が引き継がれないことがあります。

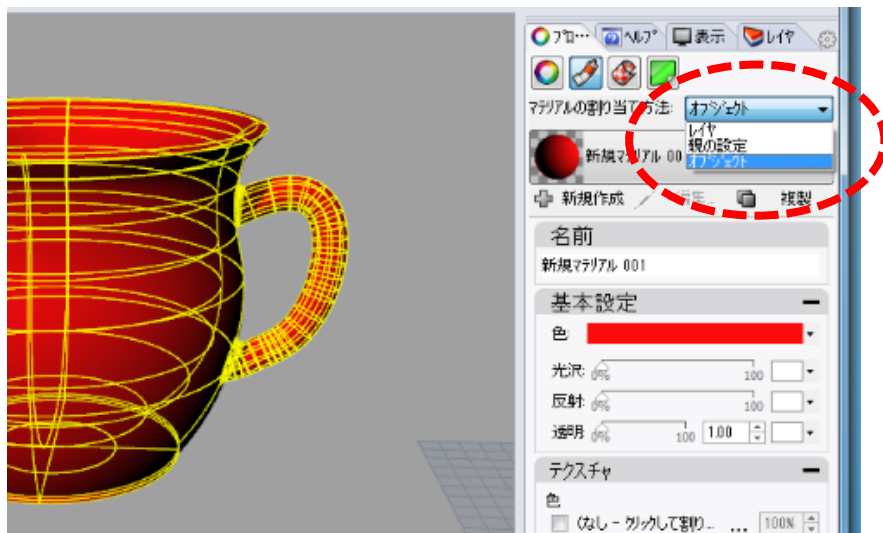
*レイヤーの材料設定という表示になっている*



*画面表示上は色がついているが、ファイル変換後のモデルは色情報を持っていない。*

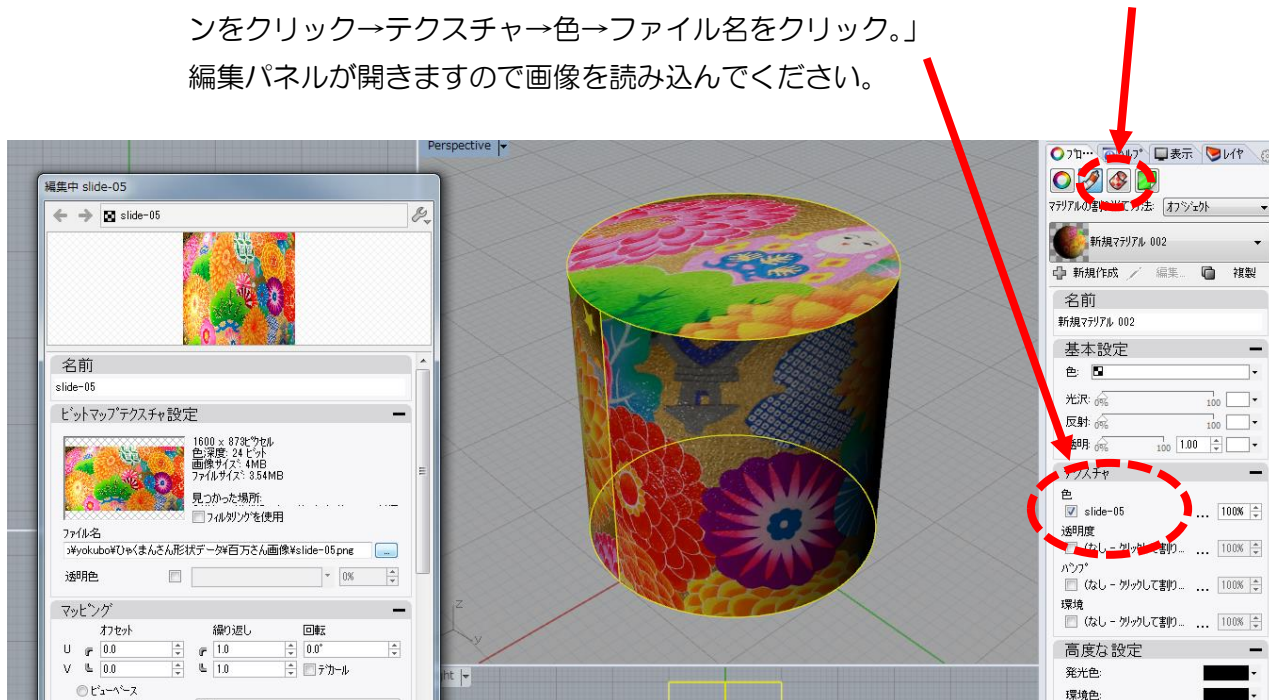
モデルへの着色はレイヤーでの材料設定ではなく、オブジェクトへの材料設定で行ってください。

<コマンド>「編集→オブジェクトのプロパティ→モデルをクリック→材料の割り当て方法→オブジェクト」



●次に、オブジェクトに写真画像をマッピングして着色した場合も、色情報が消えている場合があります。写真画像を貼り付けた位置情報がデータに残っていれば、再度画像を読みこんで着色することができますが、ない場合は再設定が必要です。

<コマンド>「編集→オブジェクトのプロパティ→モデルをクリック→テクスチャマッピングのアイコンをクリック→テクスチャ→色→ファイル名をクリック。」  
編集パネルが開きますので画像を読み込んでください。



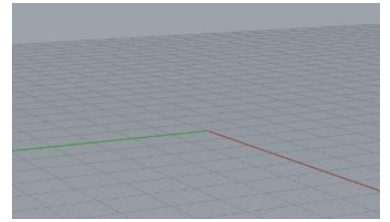
## 10. データが消えている



## ⑩. データが消えている

データが消えているエラーとは・・・

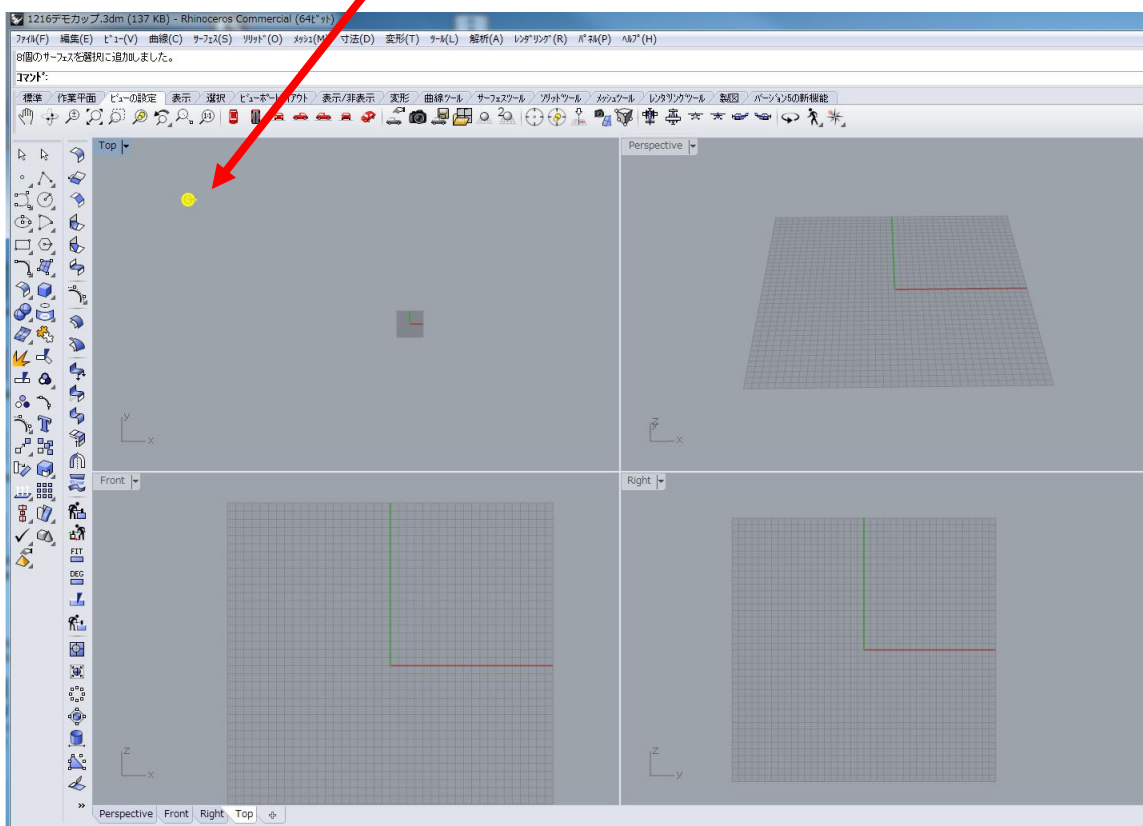
データはあるようだが、画面上に表示されていない。



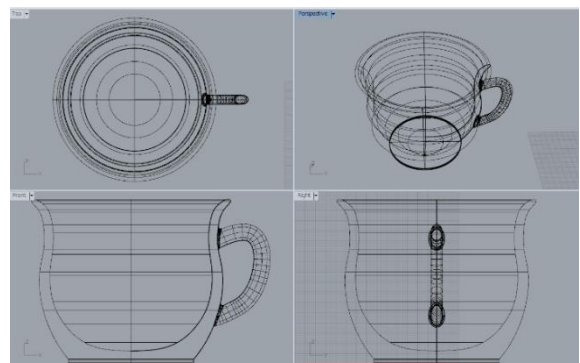
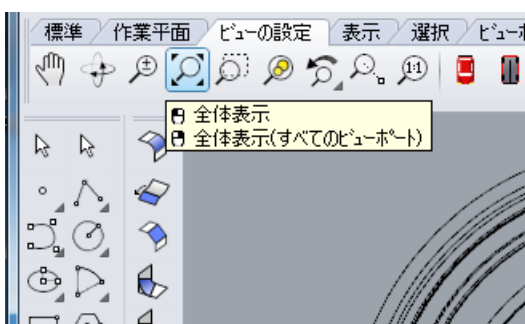
●まず、ファイルを右クリックしてプロパティで、ファイルのサイズを確認してください。一定の容量がある場合は、データが消えている原因として、レイヤーやモデルを非表示設定にして、気づかなかったり、そのまま次の作業者に引き継いだりした場合があります。

●また、下図のように、ファイル変換時の座標位置や寸法設定の違いから起こることもあります。

オブジェクトが極端に離れたところにある。



●オブジェクトをパソコン画面の中心に全体表示させるには、ビュー設定パネルの全体表示のアイコンをクリックしてください。Alt + Ctrl + E でも表示できます。オブジェクトを選択して座標の中心に移動させてください。

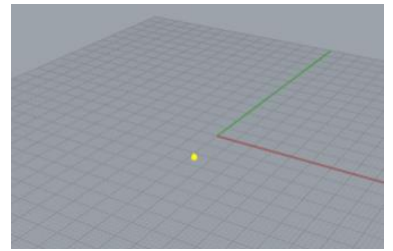


## 11. 寸法設定が不適切

## ⑪. 寸法設定が不適切

寸法設定が不適切で起こるエラーとは・・・

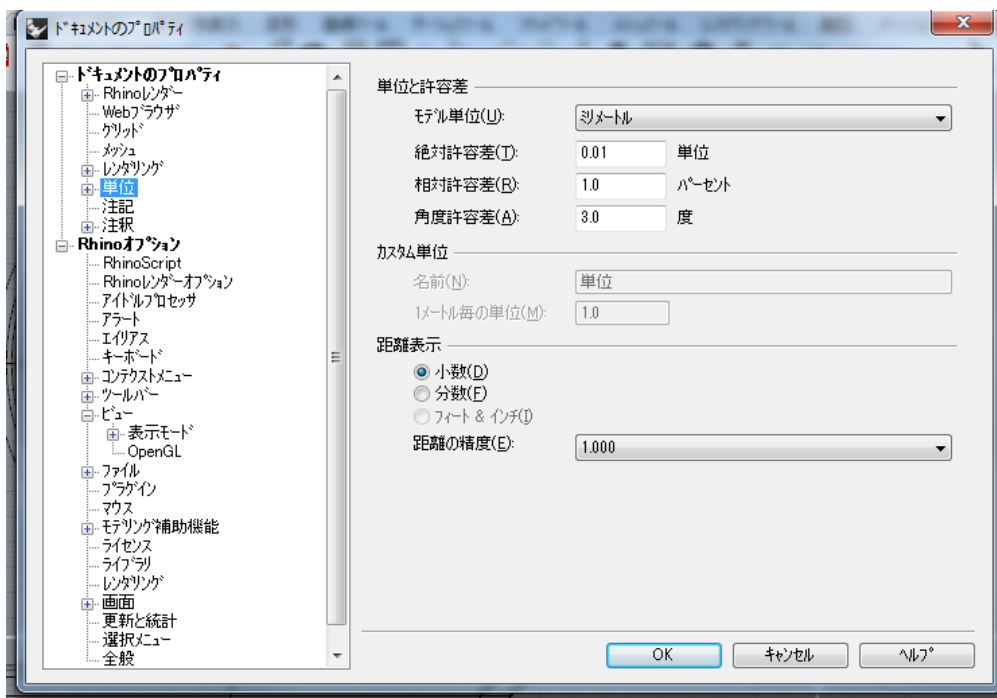
異なるソフトウェアへのファイル変換時、双方の寸法設定の違いから起こりやすいエラーです。



●異なるソフトウェア間でのファイル変換する際に、データ出力側と受け取り側双方のソフトウェアの寸法精度を考慮する必要があります。受け取り側のシステムの10倍、精度を高めてあげると安全です。

以下で精度設定を行います。

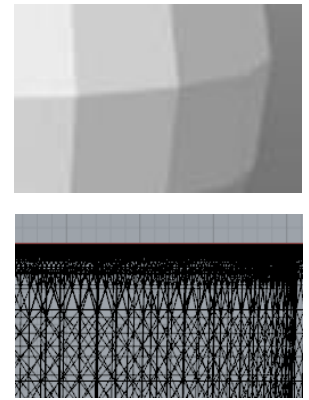
<コマンド>ファイル→プロパティ の単位タブで行います。この場合、不要に精度を高めるとデータ量が増え、扱いにくい場合があります。最終目的の精度（たとえば3Dプリンタの精度が0.1ならば、0.01で渡す。0.01のソフトで変換する前は0.001まで高めるなどの考慮が必要になります。



12. ポリゴン数が少なすぎる
13. ポリゴン数が多すぎる

## ⑫ポリゴン数が少なすぎる & ⑬ポリゴン数が多すぎる。

3プリンタに出力する際、ポリゴン数が少ないと角張った形状になり、多すぎると出力できない場合があります。

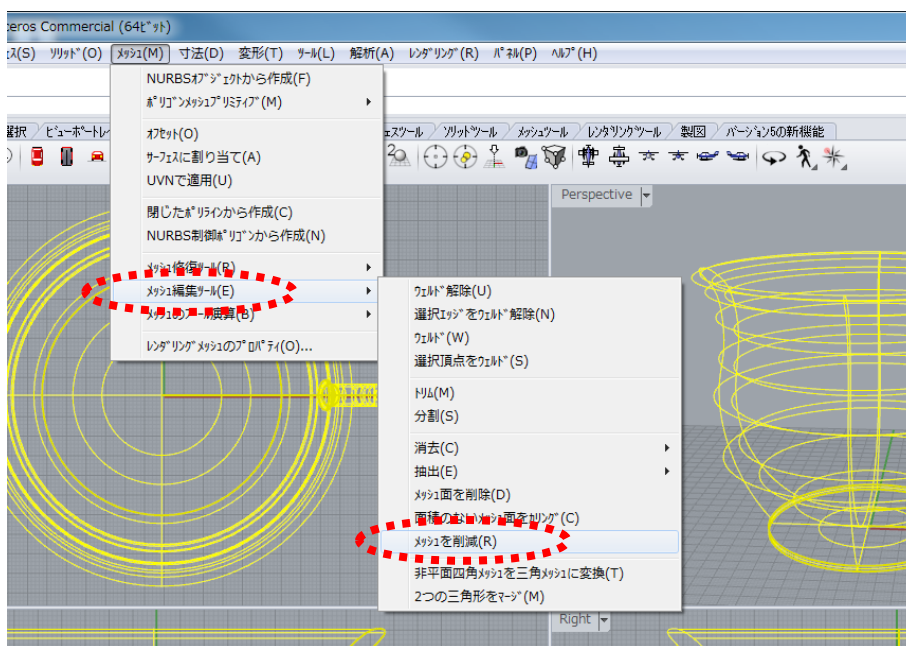


- 3Dプリンタ形式出力する際、ポリゴン数が少ないとデータ量は少なくてすみませんが、滑らかな曲線を用いたモデルの場合、表面に角が出る場合があります。
- また、ポリゴンが多すぎると、表面は滑らかになりますが、データ量が多すぎて、3Dプリンタで出力できない場合があります。  
データ容量は1ファイルあたり、100MB以下を推奨しています。

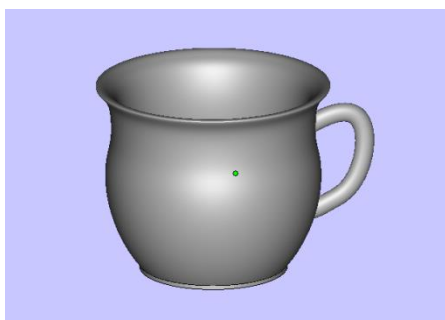
- 3Dプリンタに出力する前に必ず、オブジェクトの表面形状を確認してください。また、多くのソフトには、表面を滑らかに表示する機能がありますので、ポリゴンの一つひとつは直線の構造であることを把握した上で、ポリゴン数の設定を考慮してください。

- ポリゴン数を減らす場合は、以下でできます。

<コマンド>メッシュ→メッシュ編集ツール→メッシュを削減。



- ポリゴン数を減らす際、ポリゴン数を減らして変化した表面形状は、その後にポリゴン数を増やしても元の表面形状には戻りませんので注意してください。



表面が  
粗くなる



元に戻らない

