

# ペットボトル-ボトルキャップの作成 (FreeCAD)

## 【3D-CAD Lesson-38】

### 1. はじめに

“ No02-ボトルキャップ.jpg “ ( 全 3 ページ ) を参考にモデルの作成をします。

また、このモデルは 2 つのファイルを作成し、後で、結合して 1 つのファイルとして保存します。

“ No01-ボトル-01.FCStd “ から必要な要素を複写して作成します。

### 2. ファイル操作 ( 1 )

“ No01-ボトル-01.FCStd “ を開きます。

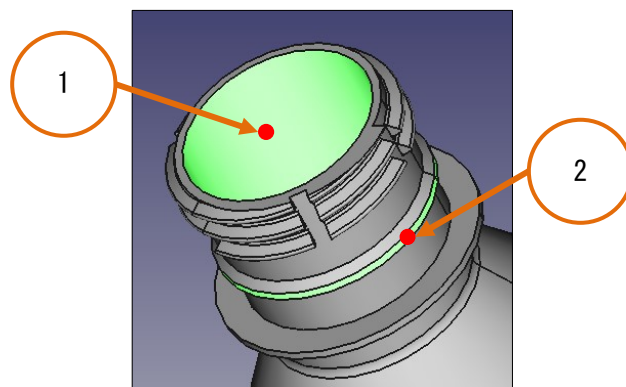
### 3. ファイルの新規作成 ( 1 )

ファイルを新規作成し、名称を “ No02-ボトルキャップ-01 ” として保存します。

ここでは、ねじ部を除くモデルを作成します。

### 4. 参照面のコピー ( 1 )

“ No01-ボトル-01.FCStd “ の右図 1 , 右図 2 の面をシェイプバインダーでコピーをして、名称を順に “ ボトル-φ23 面 ” , “ ボトル-φ27 面 ” に変更します。



## 5. 履歴を消去してコピー（1）

“ No02-ボトルキャップ-01 ” を表示して、前述でコピーした “ ボトル-φ23 面 ” ， “ ボトル-φ27 面 ” を Create transformed copy でコピーをします。

## 6. ファイル操作（2）

“ No01-ボトル-01.FCStd ” を閉じます。

## 7. ボディの作成（1）

ボディを新規作成して、名称を “ ボトルキャップ-00 ” に変更します。

### 〔1〕 参照面のコピー（1-1）

前述 5 でコピーをした “ ボトル-φ23 面 ” ， “ ボトル-φ27 面 ” をシェイプバインダーでコピーをして、名称を順に “ SB-ボトル-φ23 面 ” ， “ SB-ボトル-φ27 面 ” に変更します。

### 〔2〕 データム直線の作成（1-1）

“ SB-ボトル-φ23 面 ” を選択して、アタッチメントモードを “ 第1主軸 ” で、データム直線を作成して名称を “ ボトル-Z 軸 ” に変更します。

### 〔3〕 レボリューションによる形状追加（1）

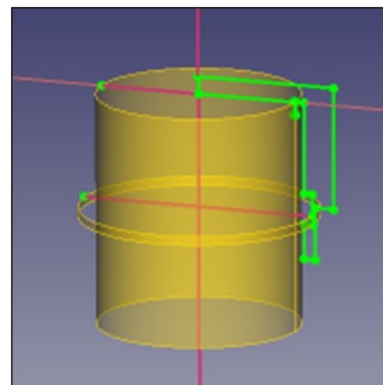
#### （ア） スケッチの作成（1-1）

スケッチを “ XZ\_Plane ” を参照に作成して、名称を “ ボトル-00-断面 ” に変更します。

#### A) 断面形状の作成( 1-1-1 )

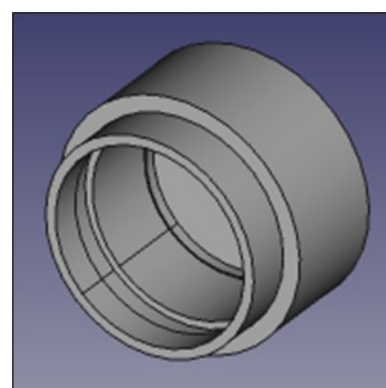
右図のように、“SB-ボトル-φ23 面”，“SB-ボトル-φ27 面”，“ボトル-Z 軸”を投影して、投影した要素をもとに断面形状を作成します。(右図では、各拘束を非表示にしています。)

断面形状の作成が終わりましたら、スケッチを終了します。



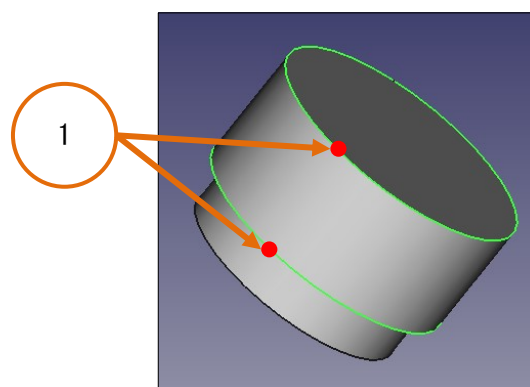
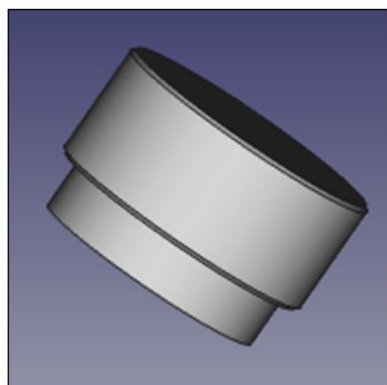
#### (イ) レボリューションによる形状追加

右図のように、前述で作成したスケッチを選択して、回転軸を“ボトル-Z 軸”，角度を“360°”にしたモデルを作成します。



#### [ 4 ] 面取りの追加

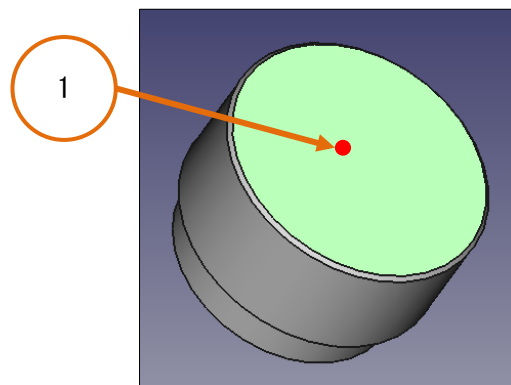
右図 1 の稜線（エッジ）を選択して、“0.5 mm”の面取りを下図のように追加します。



## 〔5〕 ポケットによる形状削除

### (ア) スケッチの作成 ( 2-1 )

右図 1 の面を参照にスケッチを作成して、名称を“溝断面”に変更します。

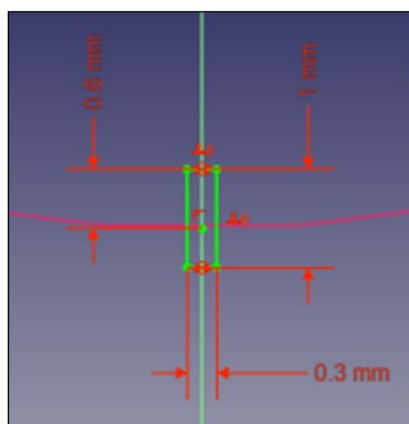
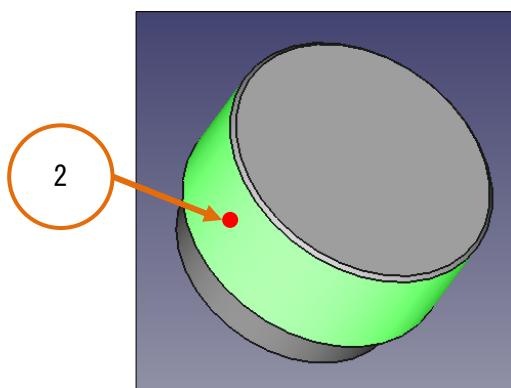


#### A) 断面形状の作成 ( 2-1-1 )

まず、右図 2 の面の稜線( エッジ )を投影して、投影した要素をもとに、下図のように断面形状を作成します。

( 下図の長さ“1 mm”の拘束は、投影した要素を超えるような任意の長さでも問題ありません。 )

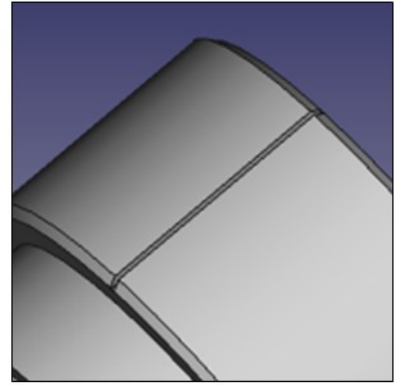
※ 作成する方向は、“Y 軸”の“正( プラス )”方向です。



断面形状の作成が終わりましたら、スケッチを終了します。

(イ) ポケットによる形状削除

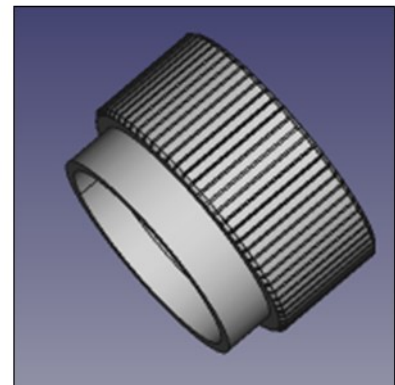
右図のように、前述で作成したスケッチを選択して、タイプを“貫通”にしたモデルを作成します。



(ウ) パターンによる形状のコピー

前述で作成された“Pocket”を選択して、右図のように、“軸”を“ボトル-Z軸”，“角度”を“360°”，“回数”を“72”にした回転によるパターン形状を作成します。

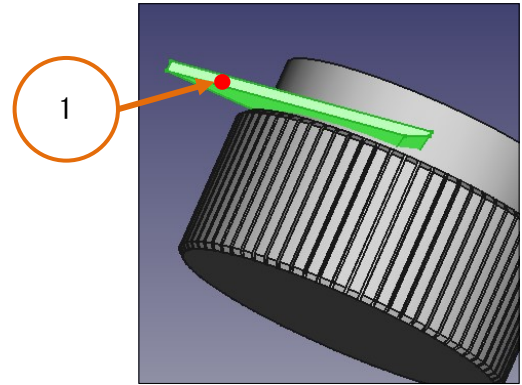
パターンによる形状のコピーについては、Lesson-04 “3D-No05-シャフト.pdf” 「2. [5] (カ) パターンによる形状のコピー①」を参照してください。



## 8. ボディの作成（2）

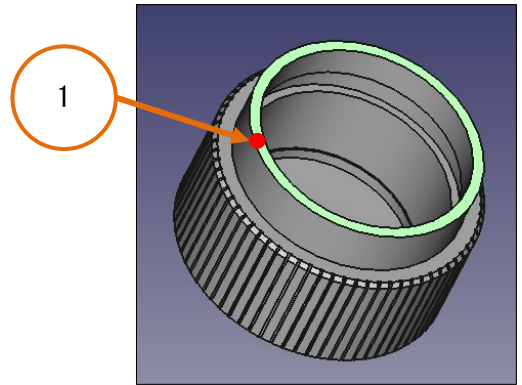
ここでは、右図 1 のようにモデルを作成して、前述で作成したボディ “ ボトルキャップ-00 ” からブーリアン演算を行ってモデルを作成します。

ボディを新規作成して、名称を “ 抜き形状-01 ” に変更します。



### 〔1〕 参照面のコピー（2-1）

“ ボトルキャップ-00 ” の右図 1 の面をシェイプバインダーでコピーをして、名称を “ ボトルキャップ下端面 ” に変更します。



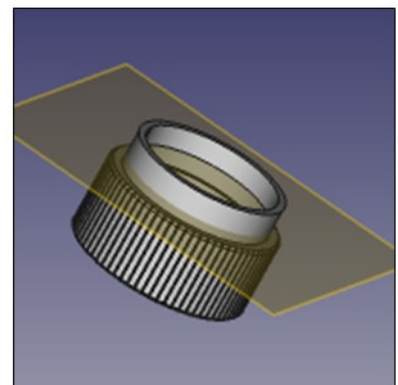
### 〔2〕 データム平面の作成（1-1）

前述で作成した面 “ ボトルキャップ下端面 ” を選択して、アタッチメントモードを “ 平面 ” でデータム平面を作成します。

このデータム平面の名称を “ 抜き形状要素作成面 ” に変更します。

そして、“ 抜き形状要素作成面 ” を、右図のように “ Z 軸 ” 方向に “ -4.4 mm ” オフセットします。

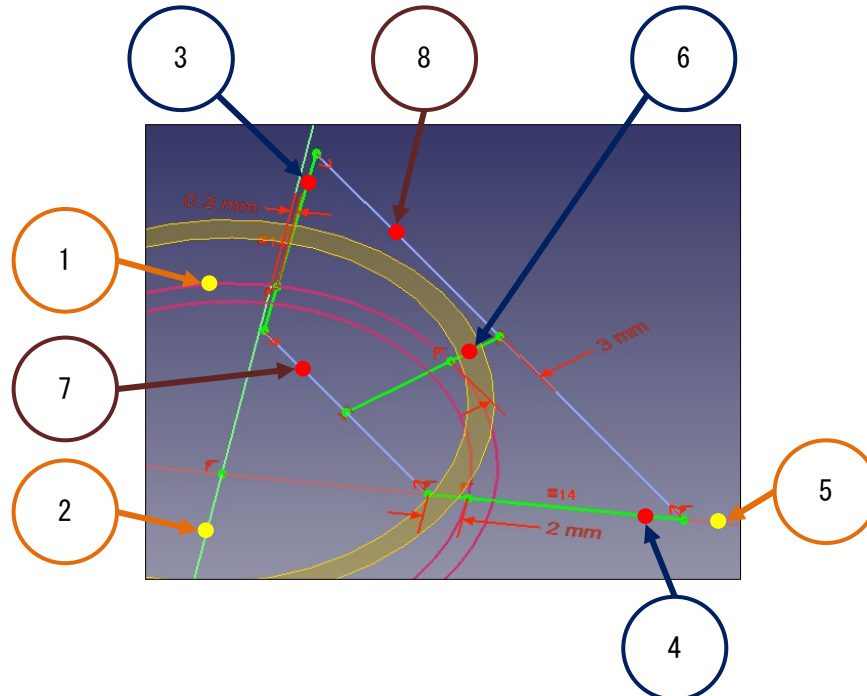
[データム平面の移動については、Lesson-02 “ 3D-No01-蝶番.pdf ” 「 2. \[ 2 \] （イ）スケッチの移動① 」 および、Lesson-37 “ 3D-No01-ボトル.pdf ” 「 4. \[ 2 \] （イ）データム平面の回転（2-1-1） 」 を参照してください。](#)



### [3] スケッチの作成 ( 3 )

スケッチを前述で作成したデータム平面 “ 抜き形状要素作成面 ” を参照に作成して、名称を “ 抜き形状要素 ” に変更します。

#### (ア) スケッチの作成 ( 3-1 )



上図のように、前述 8. [ 1 ] でコピーした “ ボトルキャップ下端面 ” の稜線（エッジ）を投影して、スケッチを作成します。

※ 作成する方向は、“ X 軸 ” の “ 正（プラス） ” 方向，“ Y 軸 ” の “ 負（マイナス） ” 方向です。

“ 0.3 mm ” の距離拘束は、点を作成して上図 1 の円の要素上に拘束してから、上図 2（スケッチでの Y 軸）との距離拘束を追加します。

上図 3 の直線は、“ 0.3 mm ” の距離拘束を与えた点と投影した円の中心を通ります。

上図 4 の直線は、上図 5（スケッチでの X 軸）の要素上に端点を拘束します。

上図 6 の直線の端点は、上図 3 の直線と上図 4 の直線の端点との対称拘束を与えます。

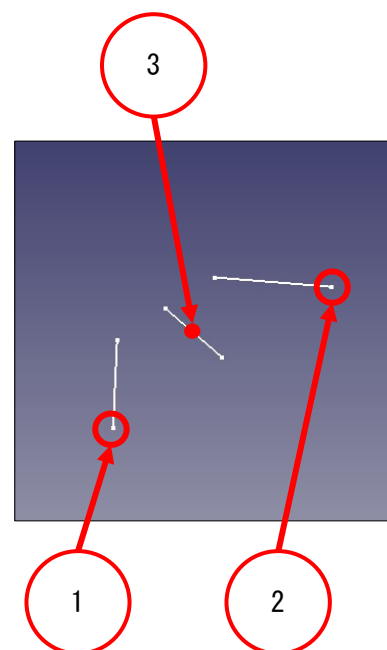
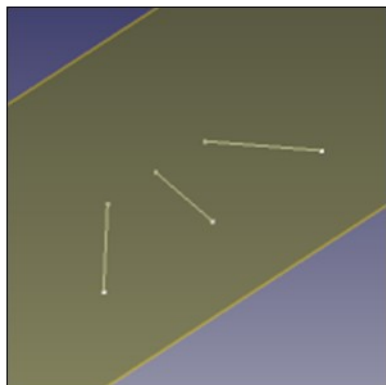
上図 3 の直線、上図 4 の直線、上図 6 の直線の端点は、上図 7 の直線、上図 8 の直線上にあります。

“ 2 mm ”，“ 3 mm ” の距離拘束は、投影した円を超える任意の長さで問題ありません。

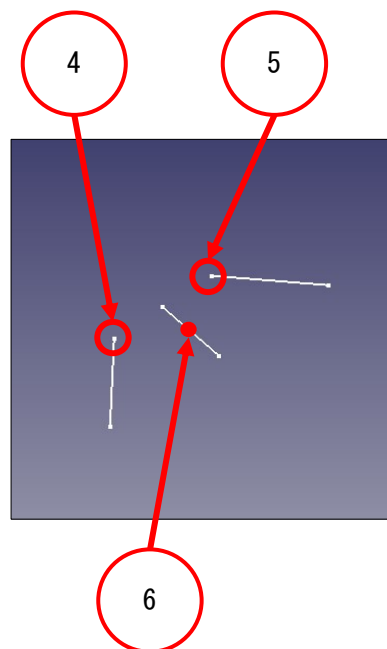
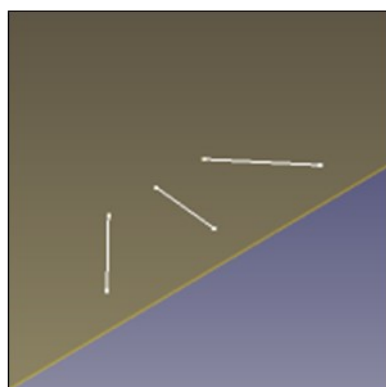
スケッチの作成が終わりましたら、スケッチを終了します。

#### [ 4 ] データム平面の作成 ( 1-2 )

右図 1 の頂点, 右図 2 の頂点, 右図 3 のエッジを選択して、アタッチメントモードを“ 配置 0-X-N ”でデータム平面を下図のように作成して、名称を“ 抜き形状断面作成面 1 ”に変更します。



同様に、右図 4 の頂点, 右図 5 の頂点, 右図 6 のエッジを選択して、アタッチメントモードを“ 配置 0-X-N ”でデータム平面を下図のように作成して、名称を“ 抜き形状断面作成面 2 ”に変更します。



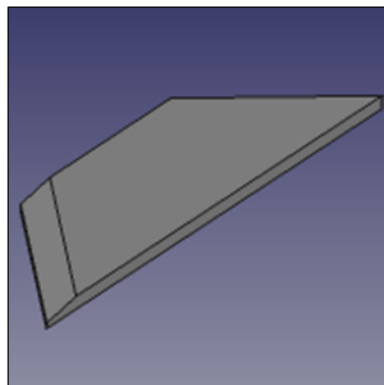
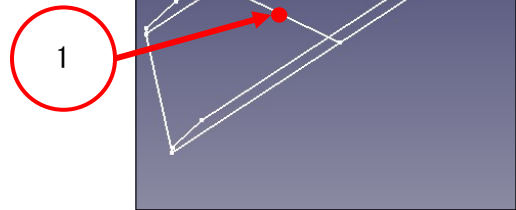




(ウ) スイープ ( マルチ断面 ) による形状追加

プロファイルを “ 抜き形状断面 1 ” ，  
スイープ経路を右図 1 のエッジ ， マルチ  
断面を “ 抜き形状断面 2 ” としたスイープ  
形状を下图のように作成します。

スイープ ( マルチ断面 ) については、  
Lesson-32 “ 3D-No03-クリップ.pdf ” 「 5.  
〔 2 〕 ( エ ) B ) マルチ断面によるスイ  
ープ 」 を参照してください。



## 9. ボディのクローンによる複写と回転移動

### 〔1〕 クローンによる複写

前述で作成したボディ “ 抜き形状-01 ” を 3 回クローンで複写します。

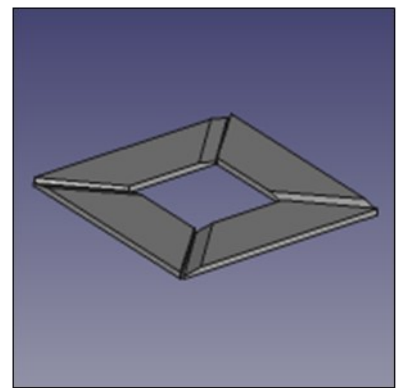
名称を複写した順に、” 抜き形状-02 ” ， ” 抜き形状-03 ” ， ” 抜き形状-04 ” に変更します。

[クローンについては、Lesson-03 “ 3D-No00-蝶番-組立.pdf ” 「 2. \[ 1 \] 蝶番の複写① 」 を参照してください。](#)

### 〔2〕 ボディの回転移動

前述で複写したボディ ” 抜き形状-02 ” ， ” 抜き形状-03 ” ， ” 抜き形状-04 ” を ” Z 軸 ” を回転軸として、それぞれ “ 90° ” ， “ 180° ” ， “ 270° ” で、右図のように回転移動をします。

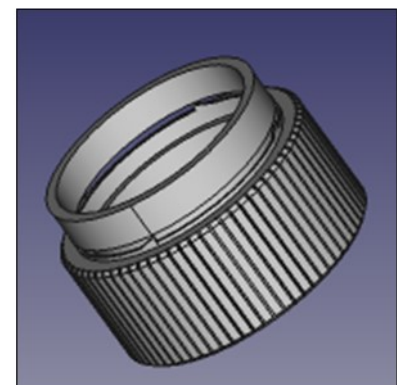
[回転移動については、Lesson-03 “ 3D-No00-蝶番-組立.pdf ” 「 2. \[ 2 \] 蝶番の回転① 」 を参照してください。](#)



## 10. “ Part ” でのブーリアン演算（ 差 ）（ 1 ）

前述 7 で作成したモデル “ ボトルキャップ-00 ” を前述 8 及び前述 9 で作成したモデル ” 抜き形状-01 ” ， ” 抜き形状-02 ” ， ” 抜き形状-03 ” ， ” 抜き形状-04 ” で、右図のように “ Part ” でのブーリアン演算（ 差 ）を行います。

[“ Part ” でのブーリアン演算（ 差 ）については、Lesson-11 “ 3D-No06-ボルト.pdf ” 「 10. \[ 1 \] モデルのブーリアン演算（ 和 ） 」 を参照してください。](#)



## 1 1. 形状の高精度化

前述で作成されたモデルに形状の高精度化を行います。

形状の高精度化をした後のモデルの名称を“ ボトルキャップ-01 ”に変更します。

形状の高精度化については、Lesson-04 “ 3D-No05-シャフト.pdf ” 「 2. [ 9 ] 形状の高精度化による稜線の削除 」を参照してください。

## 1 2. 上書き保存 ( 1 )

ねじ形状を追加するまでのモデルが完成しましたので、上書き保存をします。

## 1 3. ファイル操作 ( 3 )

“ No01-ボトル-01.FCStd ”を開きます。

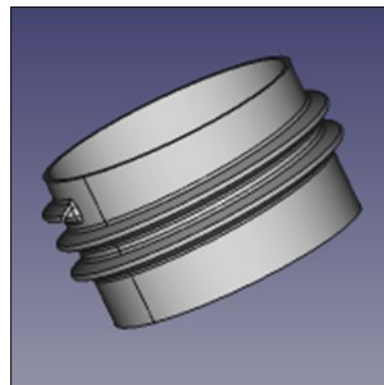
## 1 4. ファイルの新規作成 ( 2 )

ファイルを新規作成し、名称を“ No02-ボトルキャップ-02 ”として保存します。

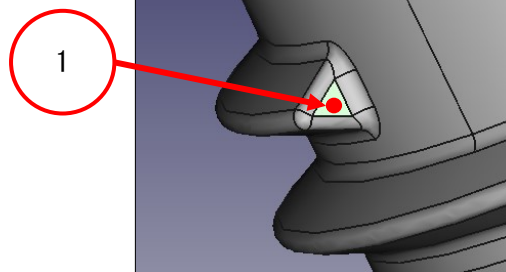
ここでは、ねじ部を作成します。

## 15. 参照面のコピー ( 2 )

“ No01-ボトル-01.FCStd “ のボディ “ ねじ部-00 “ をアクティブなボディに切り替えて、“ ねじ部-00 “ 内の “ ねじ部-01 ” のみを表示します。



右図 1 の面 ( “ Z 軸 ” の “ 正 ( プラス ) 方向 ” のねじ部の端面 ) をシェイプバインダーでコピーをして、名称を “ ねじ開始面 ” に変更します。



## 16. 履歴を消去してコピー ( 2 )

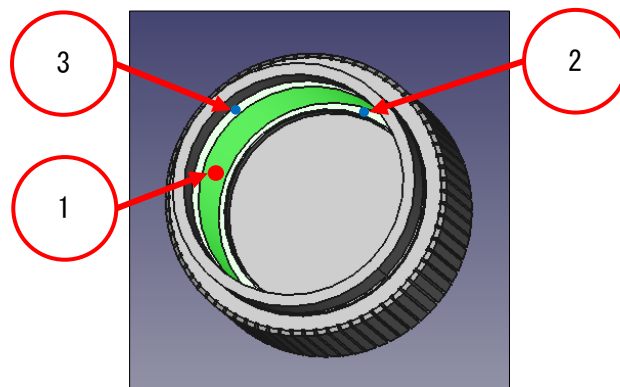
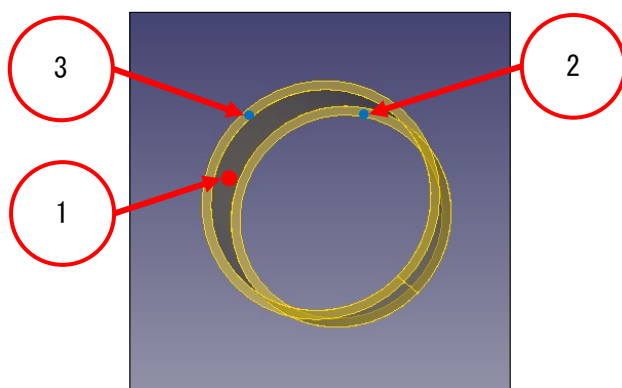
“ No02-ボトルキャップ-02 ” を表示して、前述でコピーした “ ねじ開始面 ” を Create transformed copy でコピーをします。

## 17. ファイル操作 ( 4 )

“ No01-ボトル-01.FCStd “ を閉じます。

## 18. 参照面のコピー ( 3 )

“ No02-ボトルキャップ-01 ” を表示して、右図 1, 右図 2, 右図 3 の面をシェイプバインダーでコピーをして、名称を順に “ ねじ追加面 ”, “ ねじ上端面 ”, “ ねじ下端面 ” に変更します。下図は、コピーした面のみを表示した図です。



## 19. 履歴を消去してコピー ( 3 )

“ No02-ボトルキャップ-02 ” を表示して、前述でコピーした “ ねじ追加面 ”, “ ねじ上端面 ”, “ ねじ下端面 ” を Create transformed copy でコピーをします。

## 20. ファイル操作 ( 5 )

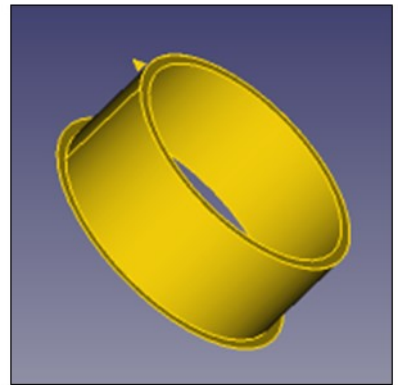
一度、“ No02-ボトルキャップ-01.FCStd ” を閉じます。

## 2 1. ボディの作成 ( 3 )

右図は、“ No01-ボトル-01.FCStd “ , “ No02-ボトルキャップ-01.FCStd “ から参照する面をコピーした図です。

このコピーした面を使用してねじ部を作成します。

ボディを新規作成して、名称を “ ねじ部-00 ” に変更します。



### [ 1 ] 参照面のコピー ( 3-1 )

前述 16 , 19 でコピーをした “ ねじ開始面 ” , “ ねじ追加面 ” , “ ねじ上端面 ” , “ ねじ下端面 ” をシェイプバインダーでコピーをして、名称を順に “ SB-ねじ開始面 ” , “ SB-ねじ追加面 ” , “ SB-ねじ上端面 ” , “ SB-ねじ下端面 ” に変更します。

### [ 2 ] データム直線の作成 ( 3-1 )

“ SB-ねじ追加面 ” を選択して、アタッチメントモードを “ 第 1 主軸 ” で、データム直線を作成して名称を “ ねじ部-Z 軸 ” に変更します。

### [ 3 ] データム平面の作成 ( 2-1 )

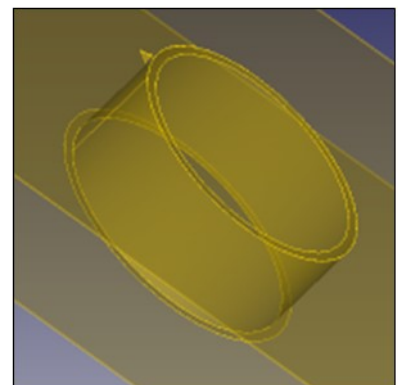
前述でコピーをした面 “ SB-ねじ上端面 ” を選択して、アタッチメントモードを “ 平面 ” でデータム平面を作成します。

このデータム平面の名称を “ ねじ上端切断面 ” に変更します。

同様に、“ SB-ねじ下端面 ” を選択して、アタッチメントモードを “ 平面 ” でデータム平面を作成します。

このデータム平面の名称を “ ねじ下端切断面 ” に変更します。

( 右図は、2 つのデータム平面を作成した図です。 )



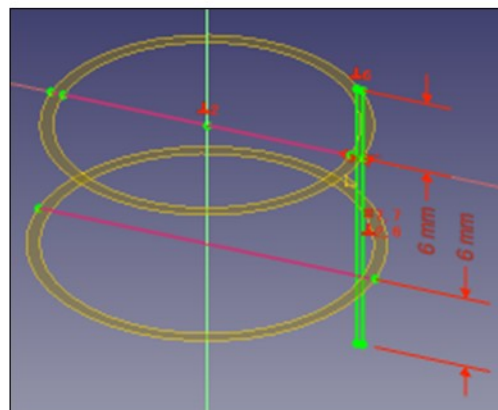
## 〔4〕 レボリューションによる形状追加（2）

### （ア） スケッチの作成（5-1）

スケッチを“XZ\_Plane”を参照に作成して、名称を“回転断面”に変更します。

#### A) 断面形状の作成（5-1-1）

前述でコピーをした“SB-ねじ上端面”，“SB-ねじ下端面”を投影して、右図のように断面形状を作成します。



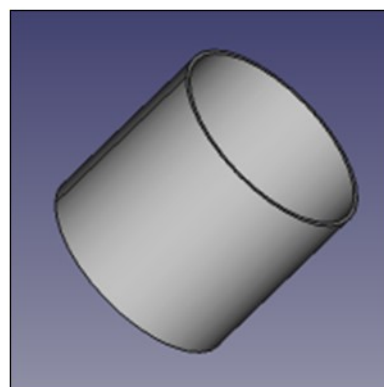
このモデルは、あとで、前述で作成したモデル“ボトルキャップ-01”を切断するため、“ねじ上端面”の内側の円を超えないように断面形状を作成します。

また、“6 mm”の距離拘束は、あとで作成するねじ形状を切断するために十分な形状を作成するためです。

断面形状の作成が終わりましたら、スケッチを終了します。

### （イ） レボリューションによる形状追加

右図のように、前述で作成したスケッチを選択して、回転軸を“ねじ部-Z軸”，角度を“360°”にしたモデルを作成します。

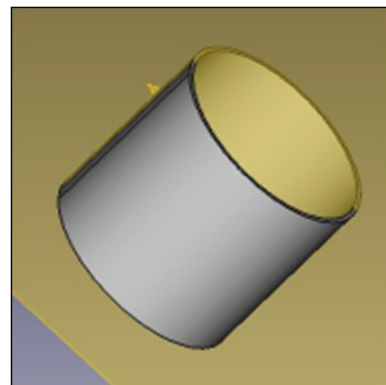




## [5] データム平面の作成 ( 2-2 )

前述でコピーをした面 “ SB-ねじ開始面 ” を選択して、アタッチメントモードを “ 平面 ” でデータム平面を、右図のように作成します。

このデータム平面の名称を “ ねじ開始平面 ” に変更します。



## [6] “ Additive helix ” による形状追加

### (ア) スケッチの作成 ( 5-2 )

スケッチを前述で作成したデータム平面 “ ねじ開始平面 ” を参照に作成して、名称を “ ねじ断面形状 ” に変更します。

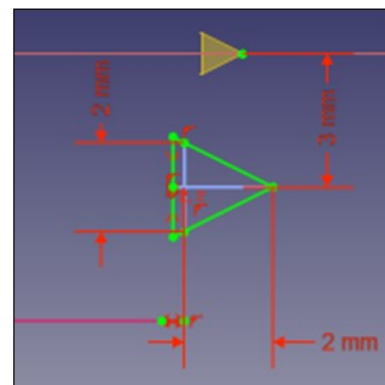
#### A) 断面形状の作成 ( 5-2-1 )

“ SB-ねじ開始面 ” の頂点と、前述で作成したモデルのエッジを投影して、投影した要素をもとに、右図のように断面形状を作成します。

( 断面形状の作成位置は、” ねじ上端切断面 “ を越える位置です。)

ねじの根元部分は、必ず前述で作成したモデルの内部に入るように作成します。

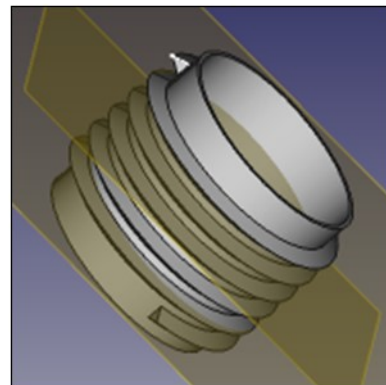
断面形状の作成が終わりましたら、スケッチを終了します。



(イ) “ Additive helix ” による形状追加

前述で作成したスケッチ “ ねじ断面形状 ” を選択して、Axis を前述で作成したデータ直線 “ ねじ部-Z 軸 ”， Mode を “ Pitch-Height ”， Pitch を “ 3 mm ”， Height を “ 17 mm ” にした “ Additive helix ” で右図のようにモデルを作成します。

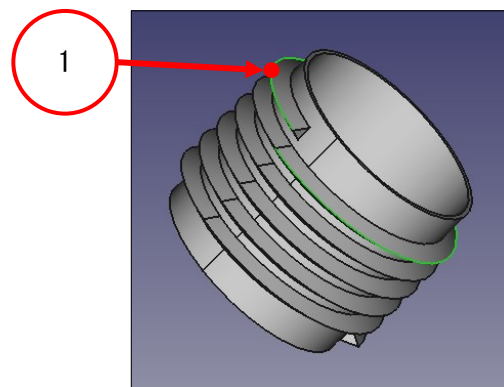
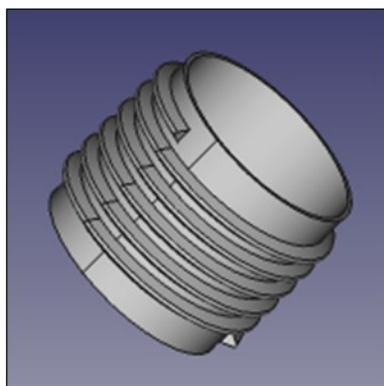
” Additive helix ” については、Lesson-11 “ 3D-No06-ボルト.pdf ” 「 9. [ 7 ] “ Additive helix ” による形状作成① 」を参照してください。



[ 7 ] フィレットの追加 ( 1-1 )

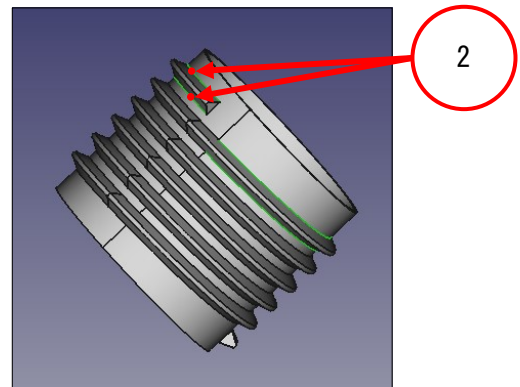
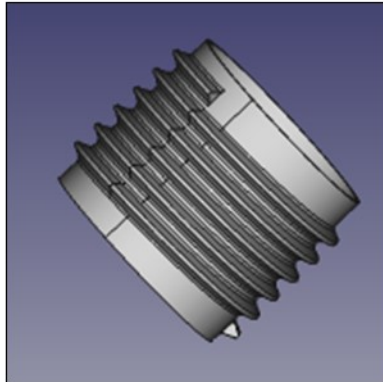
(ア) フィレットの追加 ( 1-1-1 )

右図 1 の稜線 ( エッジ ) を選択して、” 0.3 mm ” のフィレットを、下図のように追加します。



### (イ) フィレットの追加 ( 1-1-2 )

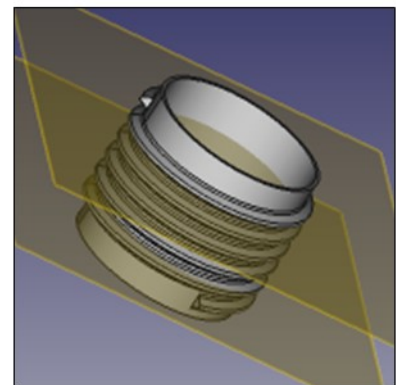
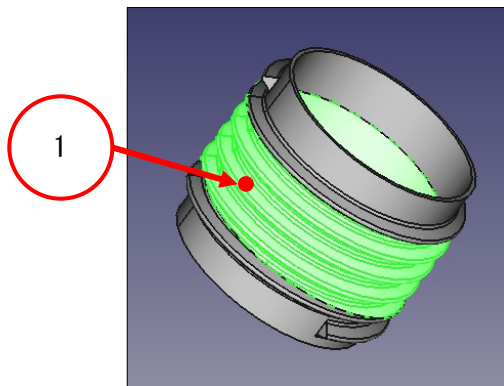
右図 2 の稜線 ( エッジ ) を選択して、” 0.4 mm ” のフィレットを、下図のように追加します。



## 2 2. ボディの切断 ( 1 )

前述 21. [ 7 ] ( イ ) で作成したボディを前述 21. [ 3 ] で作成したデータム平面 “ ねじ上端切断面 ” , “ ねじ下端切断面 ” で、下図のように切断します。

下図 1 のモデルの名称を “ ねじ-01 ” に変更します。



## 2 3. 上書き保存 ( 2 )

ねじ部のモデルが完成しましたので、上書き保存をします。

## 24. ファイル操作 ( 6 )

“ No02-ボトルキャップ-01.FCStd “ を開きます。

## 25. ファイルの新規作成 ( 3 )

ファイルを新規作成し、名称を “ No02-ボトルキャップ ” として保存します。

ここでは、前述で作成した2つのファイル “ No02-ボトルキャップ-01.FCStd ” , “ No02-ボトルキャップ-02.FCStd ” のモデルを使用して作成します。

## 26. 履歴を消去してコピー ( 4 )

“ No02-ボトルキャップ-01.FCStd “ から、ボディ ” ボトルキャップ-01 ” を Create transformed copy でコピーをします。続いて、“ No02-ボトルキャップ-02.FCStd “ から、ボディ ” ねじ-01 ” を Create transformed copy でコピーをします。

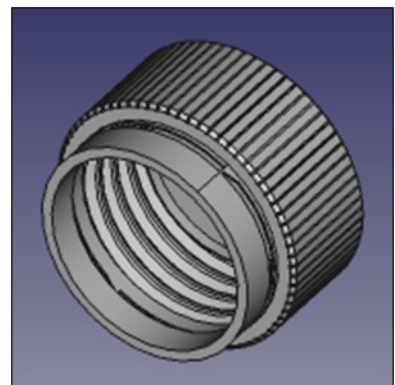
## 27. ファイル操作 ( 7 )

2つのファイル “ No02-ボトルキャップ-01.FCStd ” , “ No02-ボトルキャップ-02.FCStd ” のモデルを開じます。

## 28. ボディの切断 ( 2 )

” ボトルキャップ-01 ” を ” ねじ-01 ” で切断します。( ブーリアン演算の差は使用しません。 )

切断をした後、右図のモデルの名称を “ ボトルキャップ ” に変更します。



## 29. 上書き保存 ( 3 )

モデルの作成が完了しましたので、上書き保存をします。