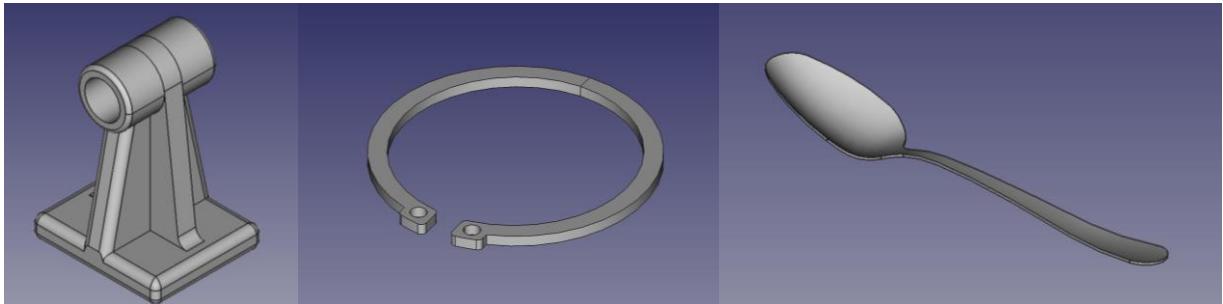
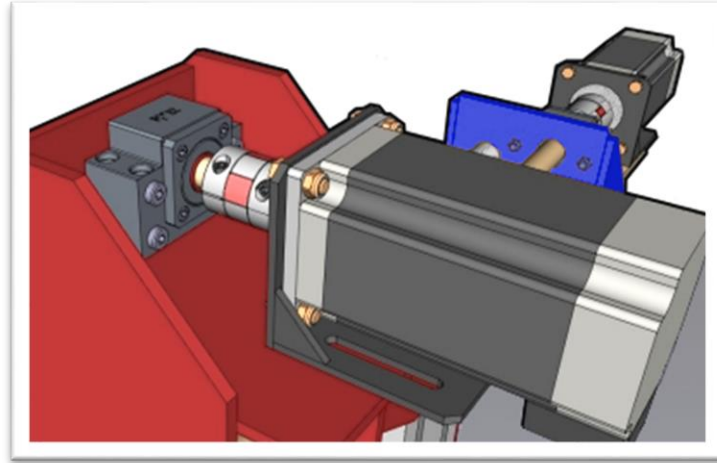


FreeCAD(Ver.0.20)を用いた CAD マニュアル (2 年実習用)



注意!!

この教材は鋳造用模型の製作を行うことでCAD製図を体験させることを目的としたもので、強度計算等を用いた設計を行わずに、3D造形への理解を深めることやエンジニアリングの仕事のイメージをつかむことに注力した教材です。

(Ver.0.20 用としていますが、Ver.0.18 ~ 0.19 でもほぼ同じ操作ができます)

本研究は神戸高専機械工学科早稲田研究室の卒研メンバー(学生)によって開発されています。



Kobe City College of Technology, Waseda Lab. 2023

目次

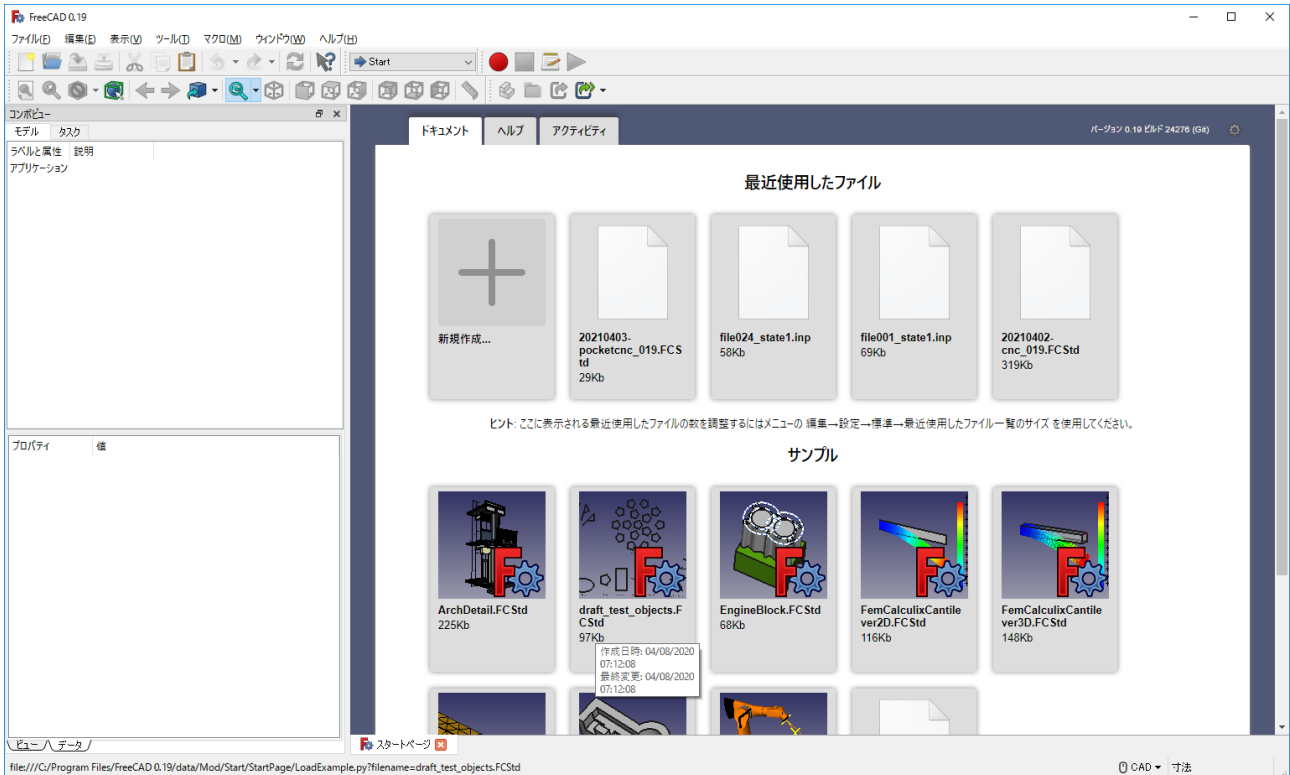
1. CAD でモデリングが行えるまでの手順	2
2. 基本操作	5
3. 軸受台のモデリング (課題その①)	21
4. stl 形式へのエクスポート方法	43
5. スナップリングのモデリング (課題その②)	45
6. スプーンのモデリング (発展課題)	58
7. C 型クランプの鋳造用割型のモデリング (発展課題)	97
付録 FreeCAD のダウンロードおよび	
インストールについて	136
謝辞	140
編集履歴	140

1.CAD でモデリングが行えるまでの手順

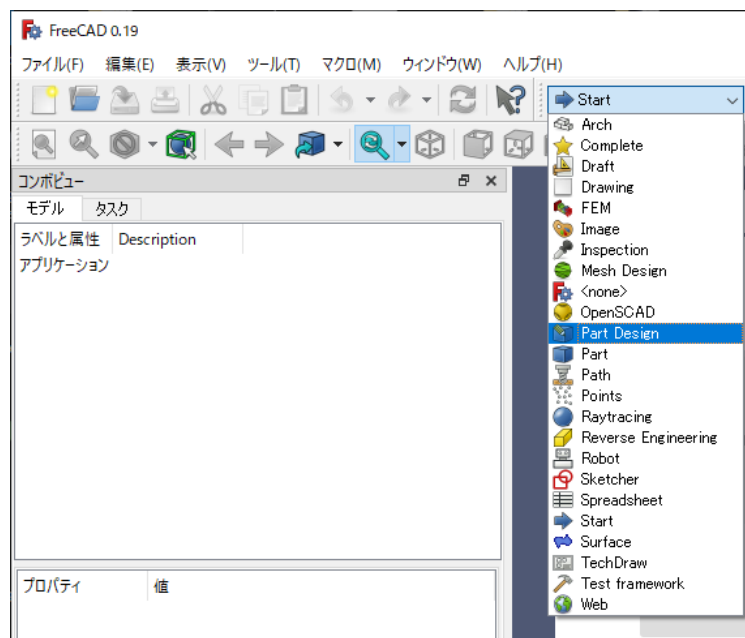
(1)FreeCAD を起動する。



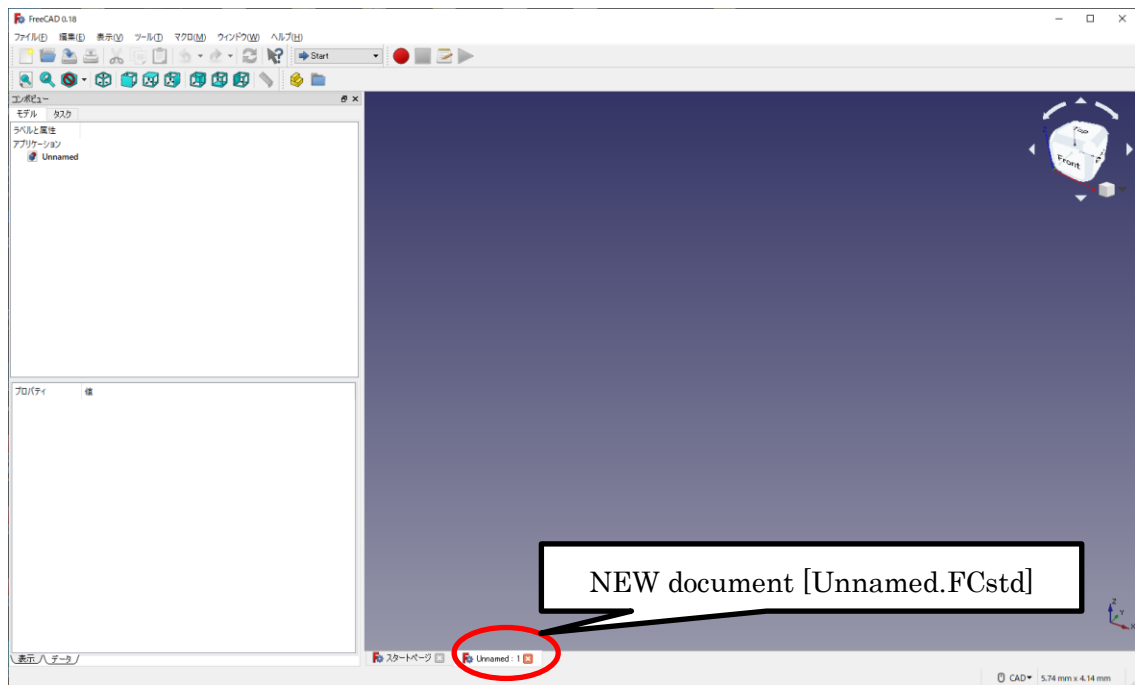
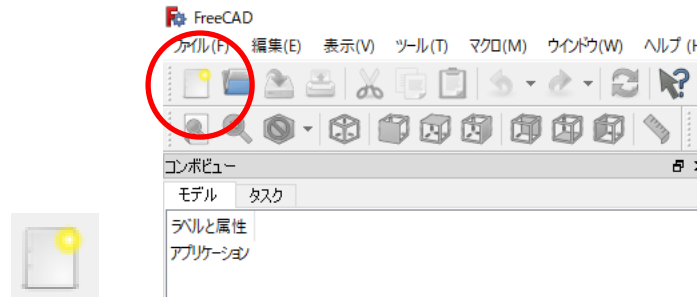
ダブルクリック





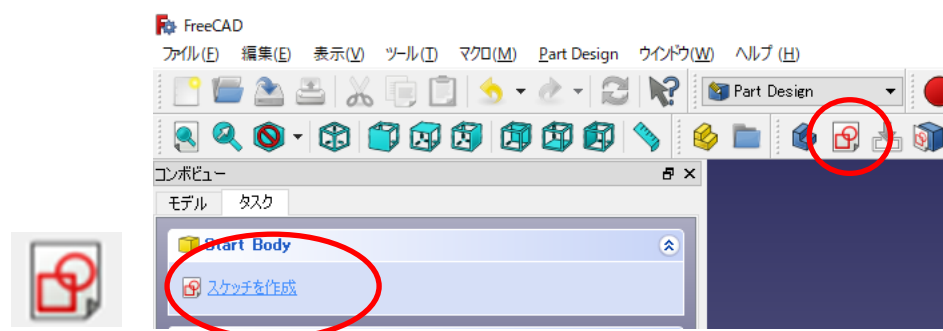
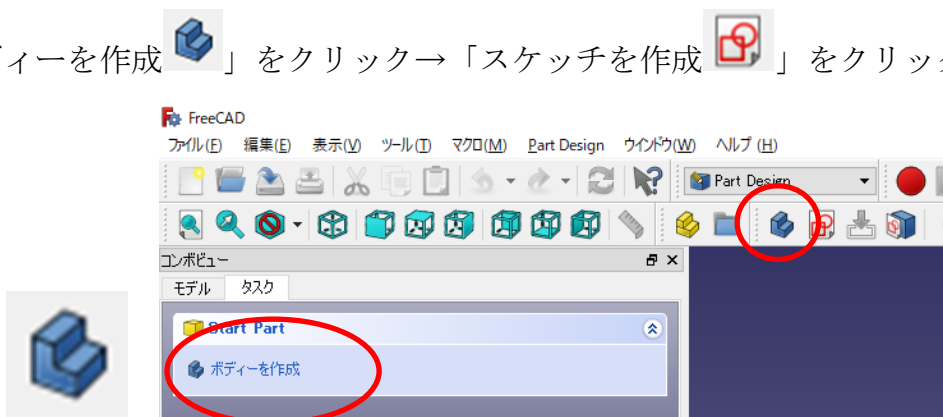
(2)ワークベンチを切り替える。(Start → Part Design)



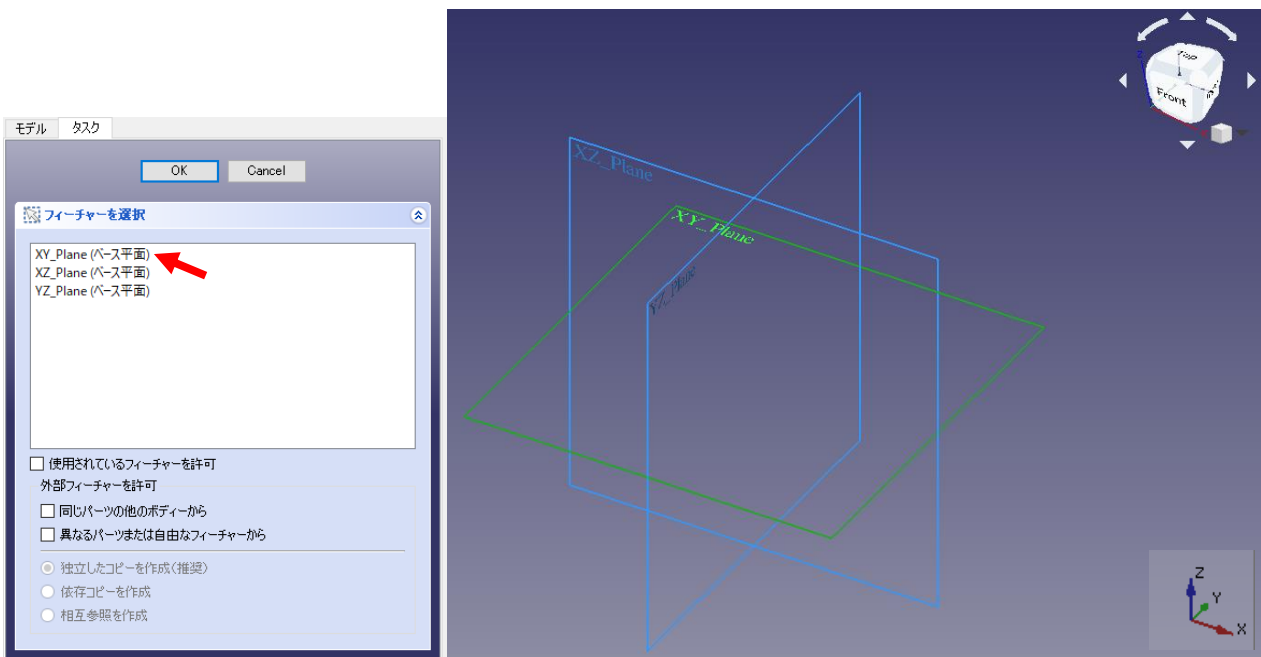
(3)新しい空のドキュメントを作成する。



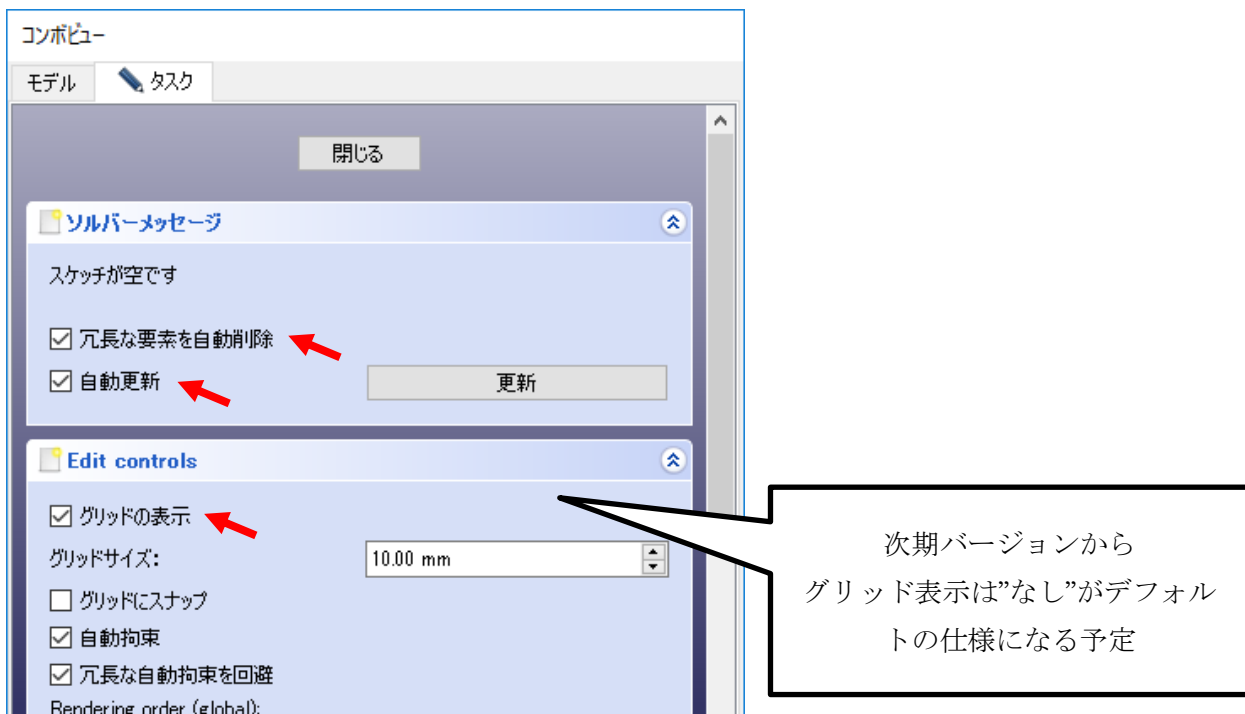
(4)「ボディーを作成」 をクリック→「スケッチを作成」 をクリックする。



(5) スケッチする平面の方向を選択する。(例えば「XY_Plane」を選択して「OK」)



※ スケッチ画面にて以下の3項目にチェックが入っていないならば入れておくとよい。



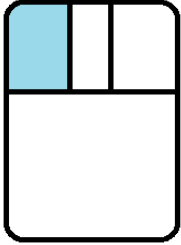
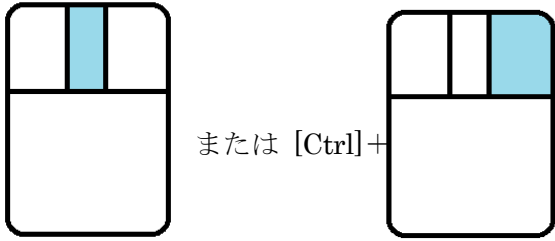
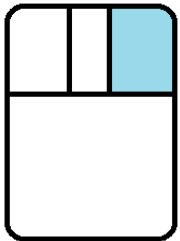
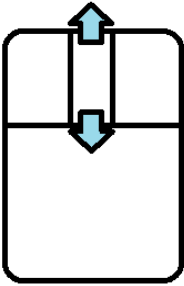
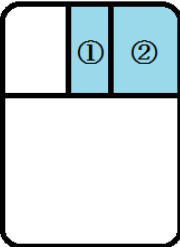
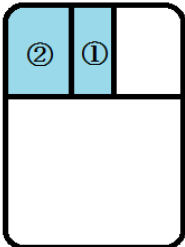
※ 操作に失敗したら「戻る」ボタンで戻ることができる。



2. 基本操作

2-1. マウス操作

CAD モード時のマウス操作は以下の通りである。


選択・決定	平行移動	キャンセル(コマンド選択時)
		
拡大縮小	回転	
		

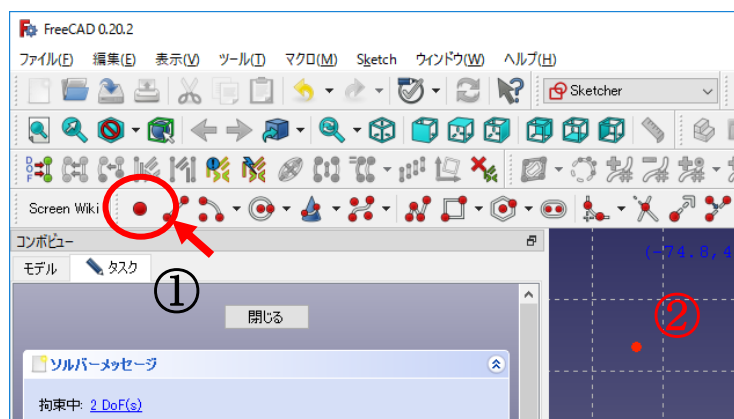
2-2. スケッチ作成

<スケッチ作成用コマンド>




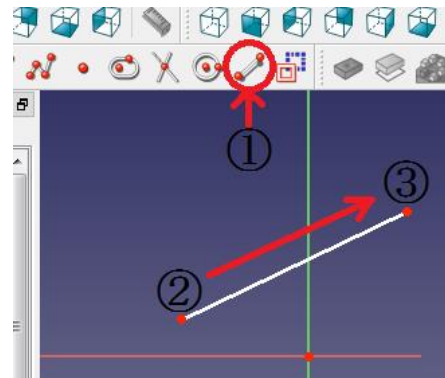
(1) 点を描く

- ①  を **選択** する。
- ② 点を **決定** する。




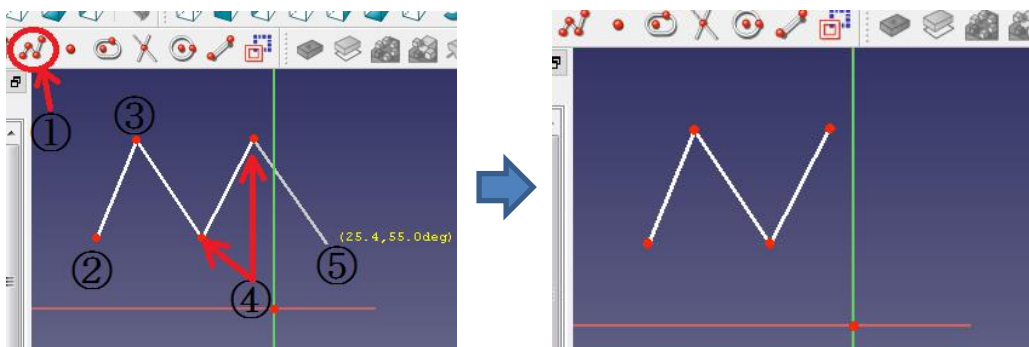
(2) 直線を描く

- ①  を選択する。
- ② 始点を決定する。
- ③ マウスを動かして終点を決定する。




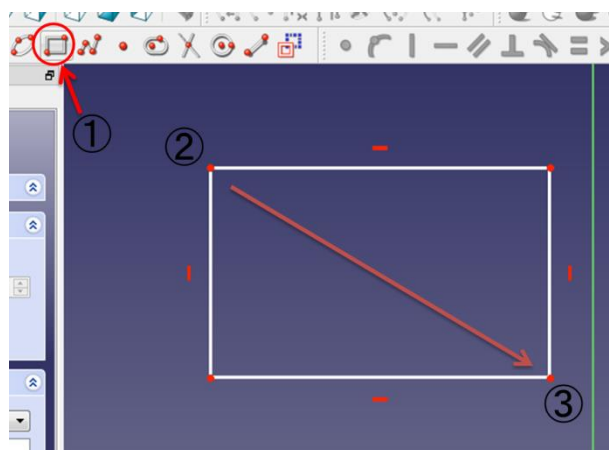
(3) ポリライン(連続線)を描く

- ①  を選択する。
- ② 始点を決定する。
- ③ マウスを動かして折り点を決定する。
- ④ 必要なだけ③を繰り返す。
- ⑤ キャンセルで最後に決めた点が終点となる。




(4) 長方形を描く

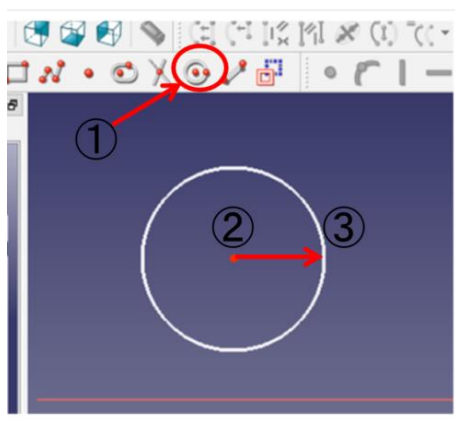
- ①  を選択する。
- ② 4つの角のうちの始点となる角を決定する。
- ③ マウスを動かして適当な長方形を描き、終点を決定する。




(5) 円を描く (2 通り)

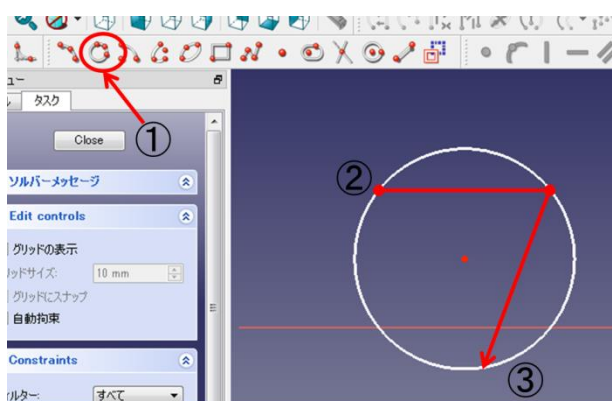
< 中心点から同心円を描く方法 >

- ①  を **選択** する。
- ② 中心点を **決定** する。
- ③ マウスを動かして適当な円を描き、**決定** する。




< 3 点を通る円を描く方法 >

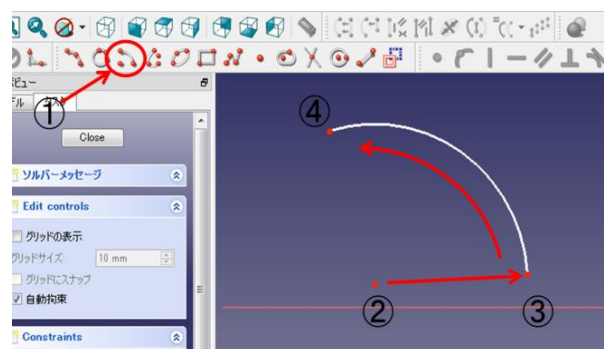
- ①  を **選択** する。
- ② 適当に 3 点を **決定** する。
- ③ 3 点を通る円が描かれる。




(6) 円弧を描く (2 通り)

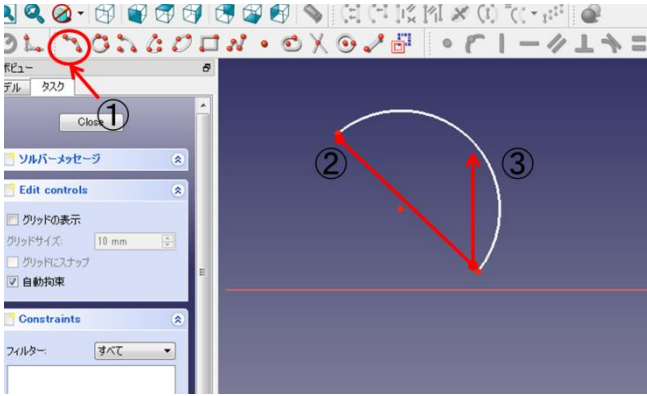
< 中心点から同心円上に円弧を描く方法 >

- ①  を **選択** する。
- ② 中心点を **決定** する。
- ③ マウスを動かして円弧の始点を **決定** する。
- ④ マウスを円周上に動かして円弧の終点を **決定** する。




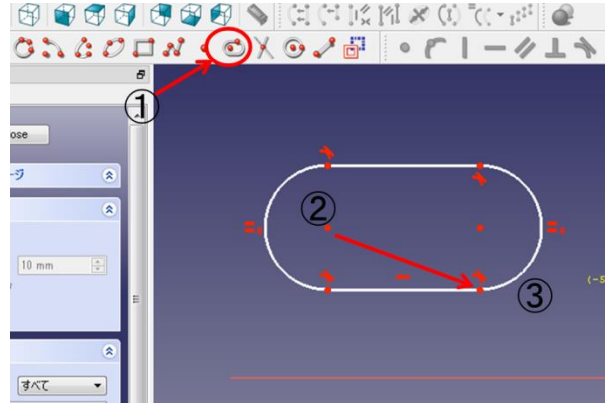
< 3 点を通る円弧を描く方法 >

- ①  を **選択** する。
- ② 円弧の始点と終点を **決定** する。
- ③ マウスを動かして適当な円弧を **決定** する。




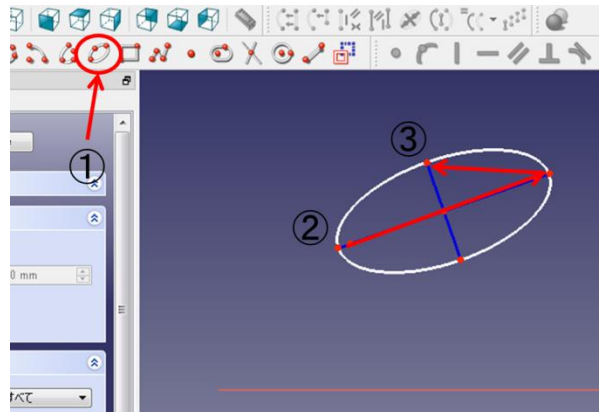
(7) 長円を描く

- ①  を選択する。
- ② 片側の半円の中心点を決定する。
- ③ マウスを動かして適当な長円を決定する。




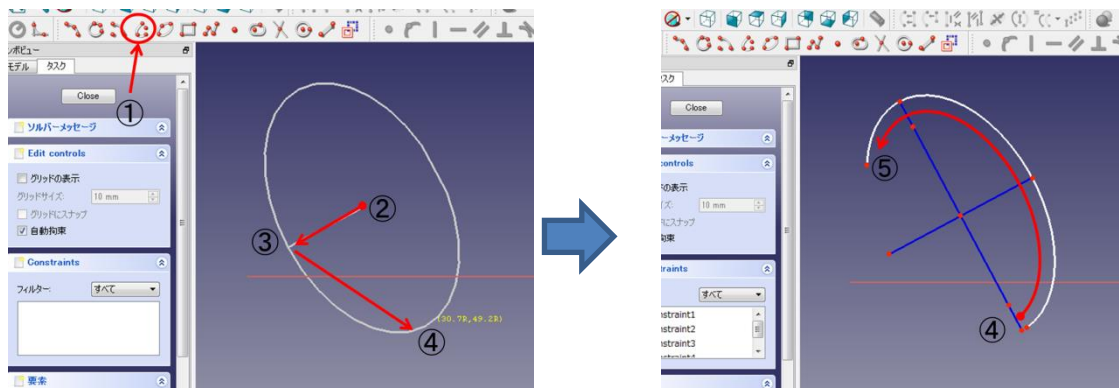
(8) 楕円を描く

- ①  を選択する。
- ② 楕円の対角の長さの長い方の端点を2ヶ所決定する。
- ③ ②に垂直な方向の長さを決定する。







(9) 楕円弧を描く


- ①  を選択する。
- ② 楕円弧の中心点を決定する。
- ③ 1方向の半径を決定する。
- ④ ③に垂直な方向の長さを決定する。
- ⑤ 楕円弧の始点と終点を決定する。

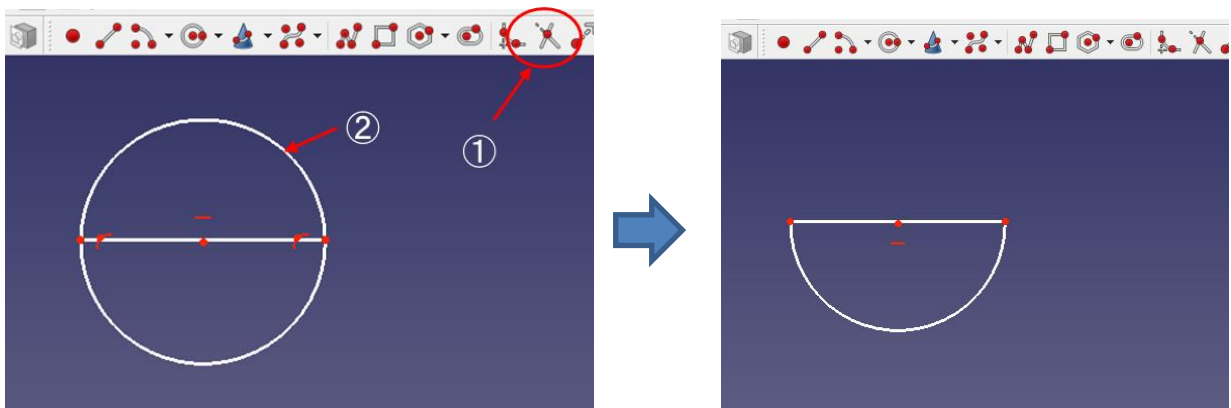


(10) トリミング

トリミングはスケッチが図形として成立するとき、不要な線を取り除くことができる。


〔 図 円と直線を描き   直線を並行拘束  直線の点と円を拘束  2箇所 〕

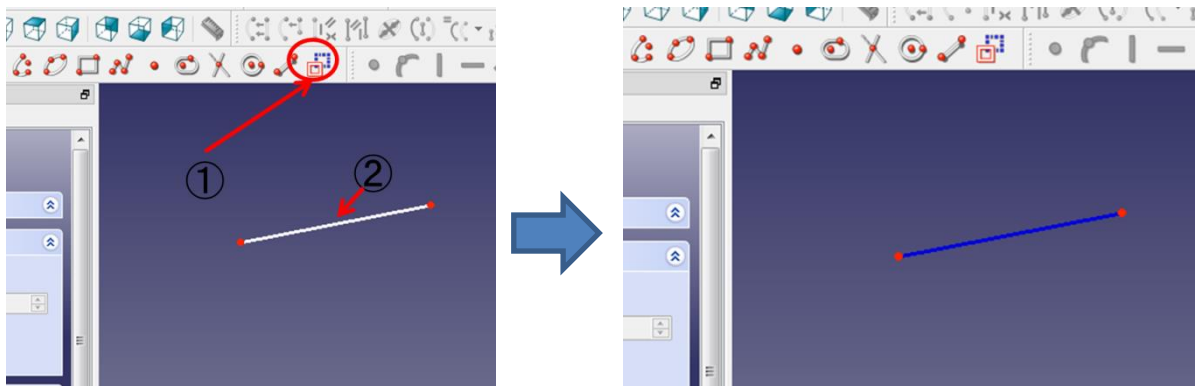
- ①  を選択する。
- ② 不要な線を決定する。



(11) 補助モードへの切り替え

図面上の基準の役割を果たし、実線ではなく補助線として扱う。

- ① 補助線とする線を**選択**する。
- ②  を**選択**する。




2-3 スケッチの拘束および寸法決め

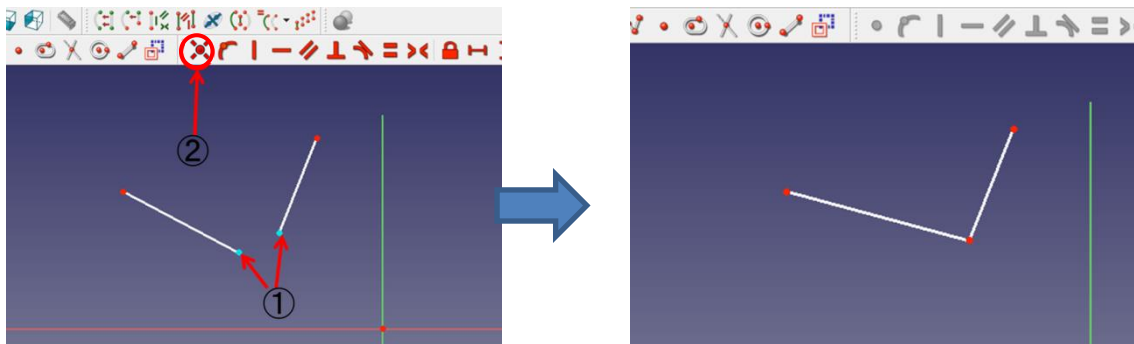
<スケッチの拘束および寸法決め用コマンド>



(1) 点を一致拘束する。

① 2点を選択する。

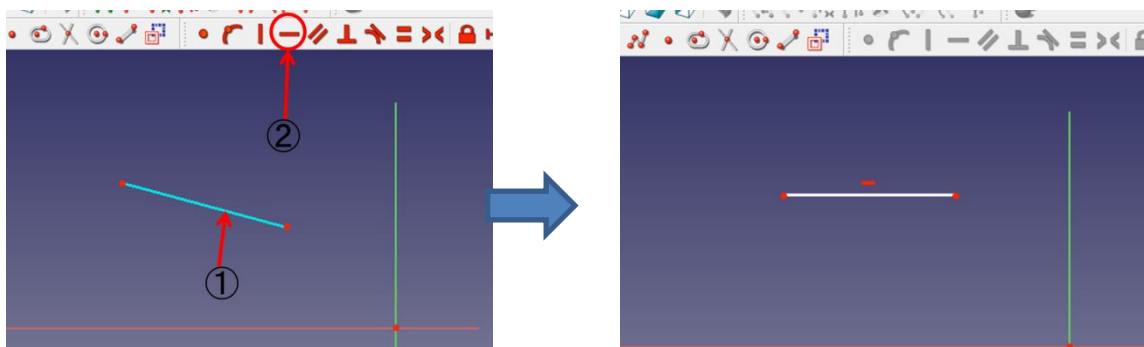
②  を選択する。



(2) 線を水平拘束する。


① 直線を選択する。

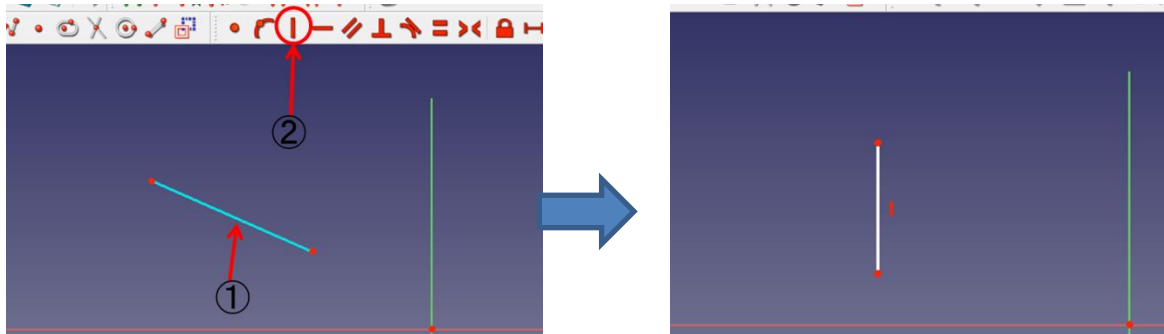
②  を選択する。



(3) 線を垂直拘束する。


① 直線を**選択**する。

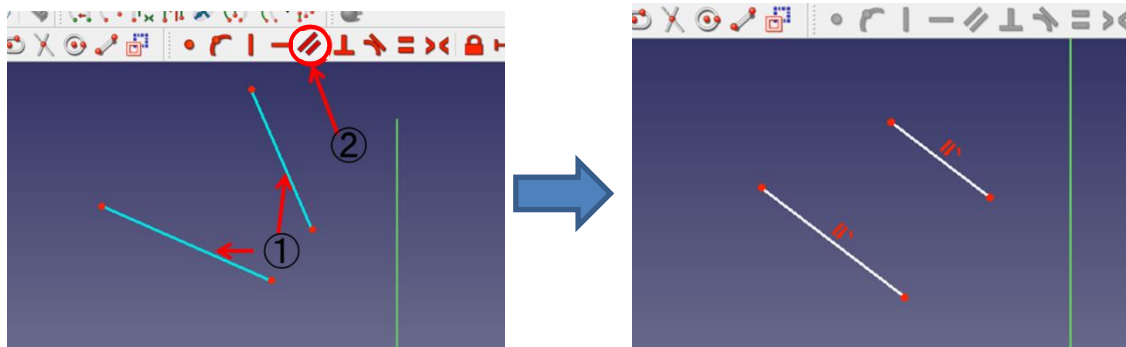
②  を**選択**する。



(4) 2 直線間を平行拘束する。


① 2 つの直線を**選択**する。

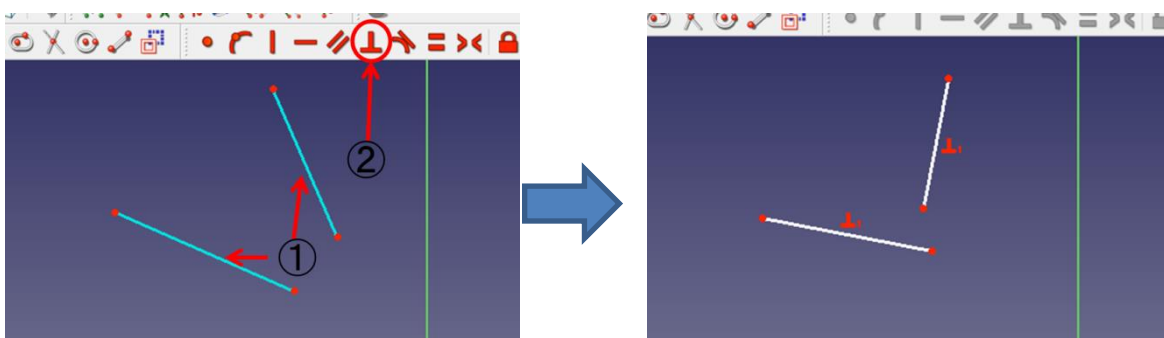
②  を**選択**する。



(5) 2 直線間を垂直拘束する。

① 2 つの直線を**選択**する。

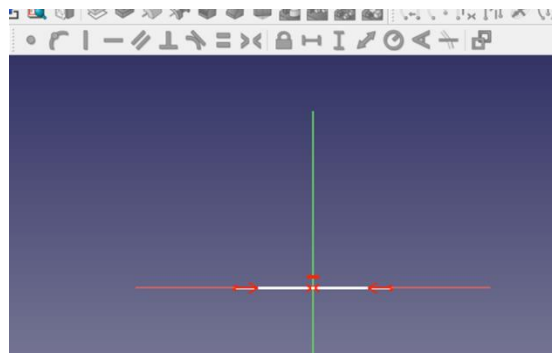
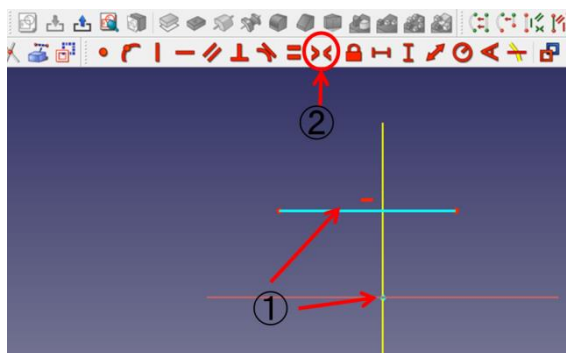
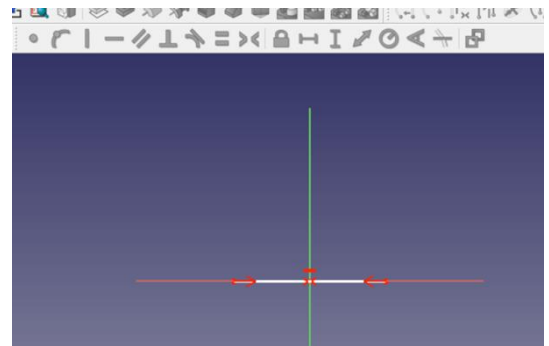
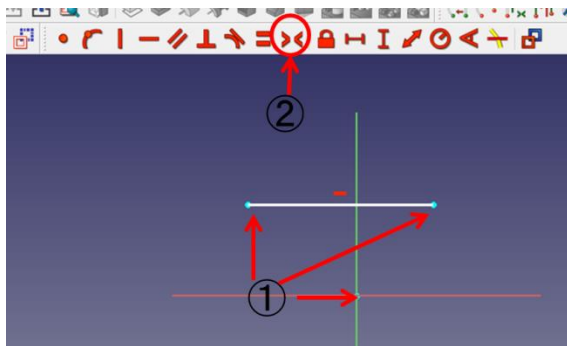
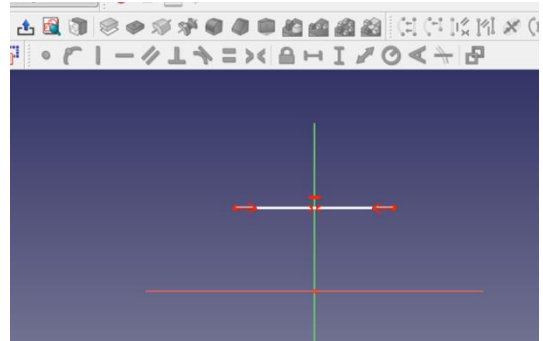
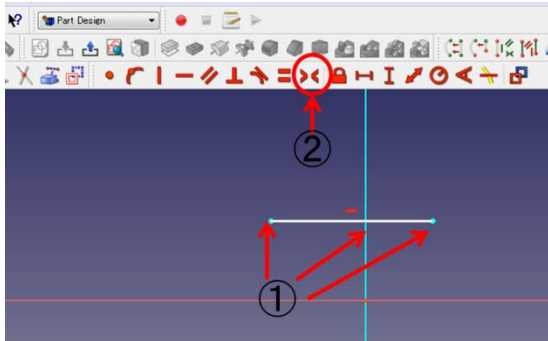
②  を**選択**する。



(6) 2点間を対称拘束する。


① 2つの点と対称となる線
2つの点と対称となる点
直線と対称となる点 } のどれかを選択する。

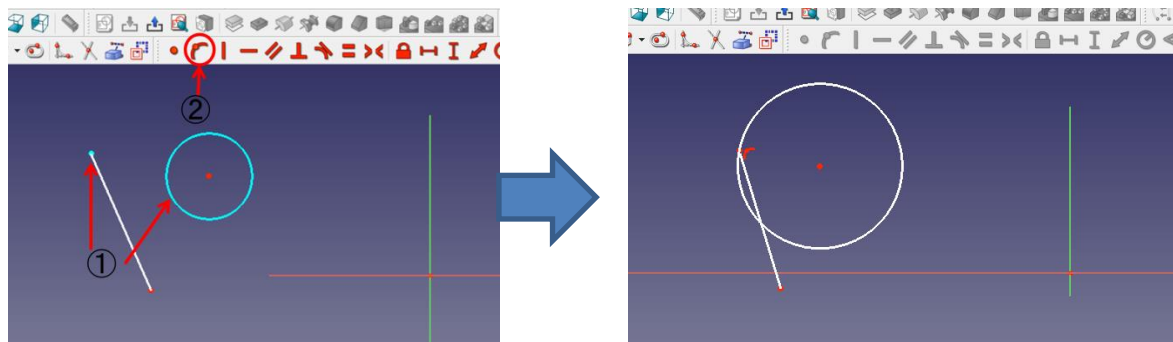
②  を選択する。



(7) 接点拘束する。


① 円(または円弧)と点を**選択**する。

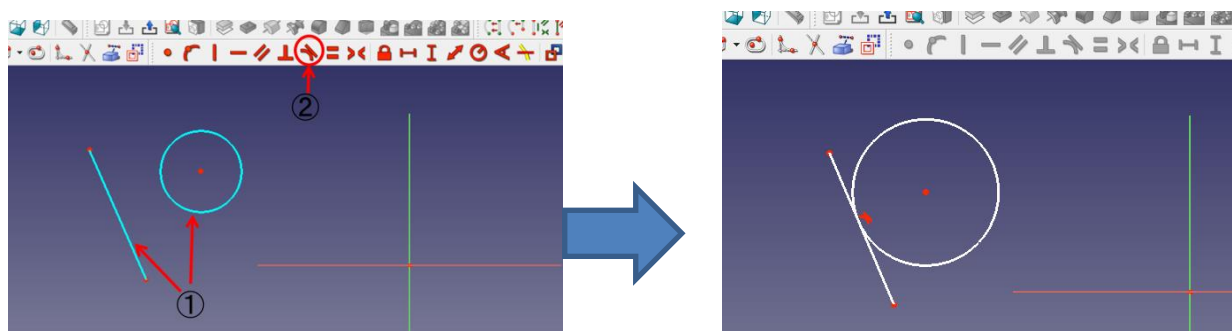
②  を**選択**する。



(8) 接線拘束する。


① 円(または円弧)と線を**選択**する。

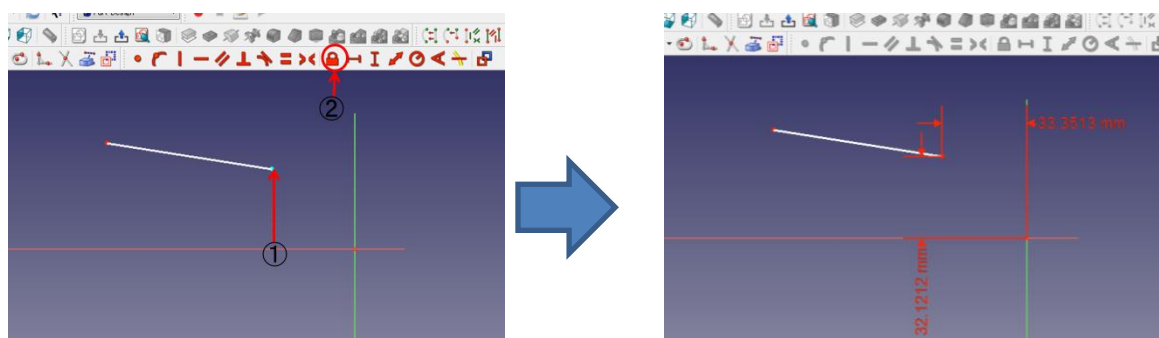
②  を**選択**する。




(9) 点をロック拘束する。

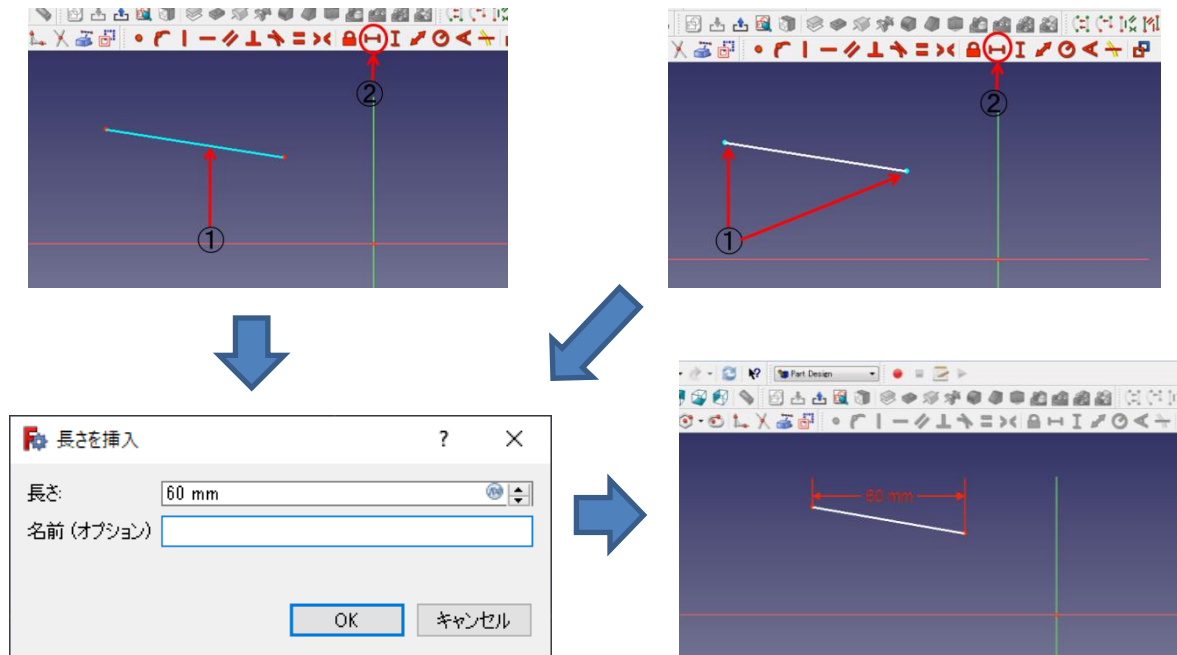
① 点を**選択**する。

②  を**選択**する。




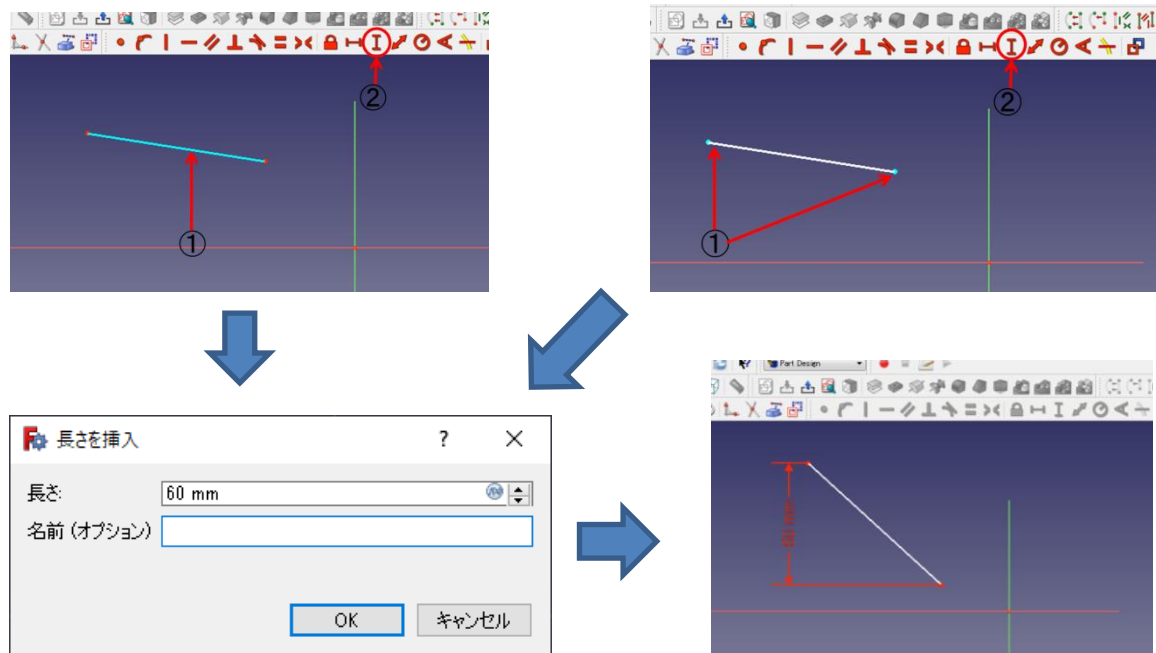
(10) 直線端点間または2点間の水平距離を拘束する。

- ① 直線または2つの点を**選択**する。
- ②  を**選択**する。




(11) 直線端点間または2点間の垂直距離を拘束する。

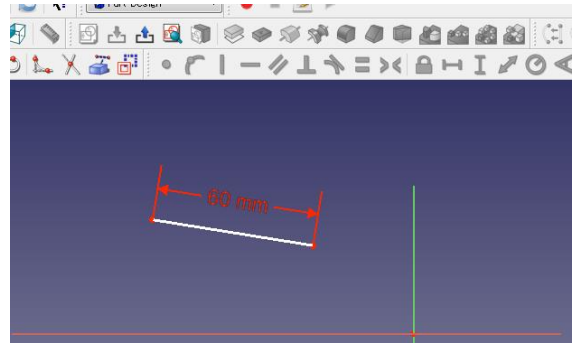
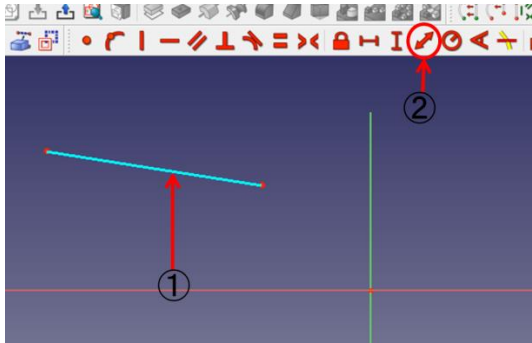
- ① 直線または2つの点を**選択**する。
- ②  を**選択**する。



(12) 直線端点間または2点間の距離を拘束する。

① 直線または2つの点を**選択**する。


②  を**選択**する。

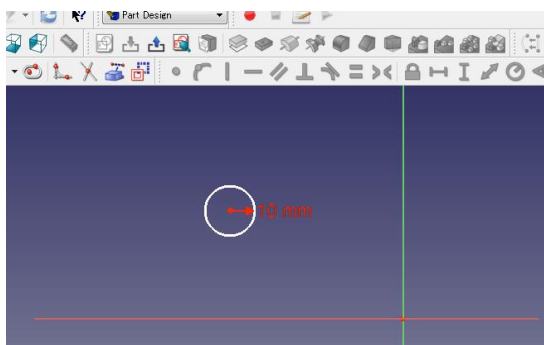
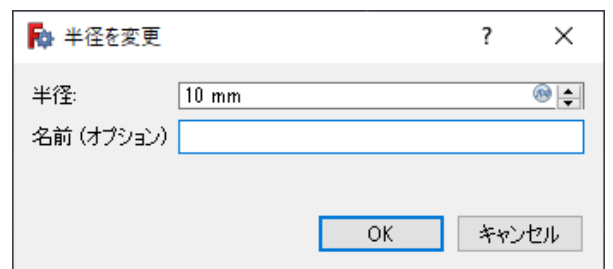
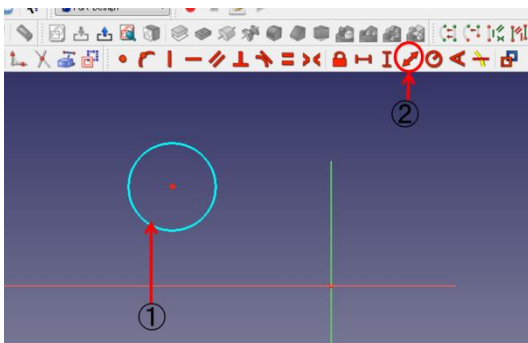
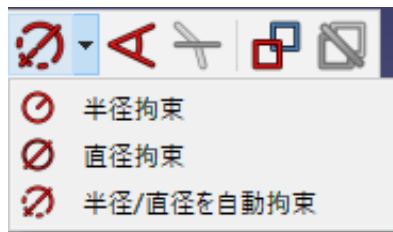


(13) 円または円弧の半径を拘束する。

事前に半径高速を選択しておく


① 円または円弧を**選択**する。

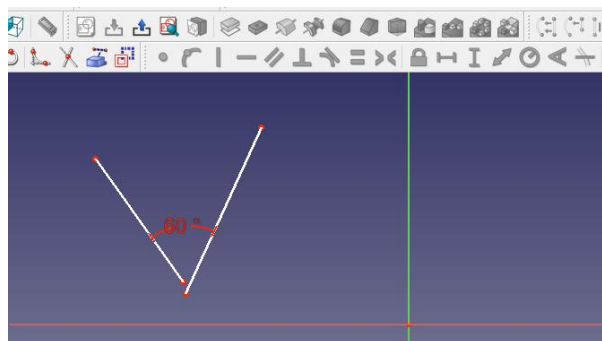
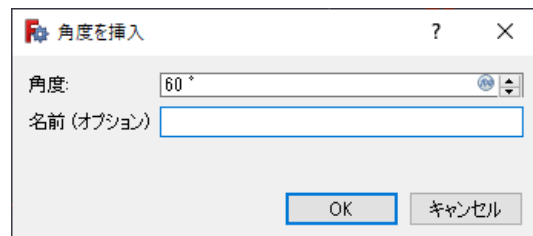
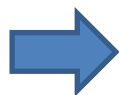
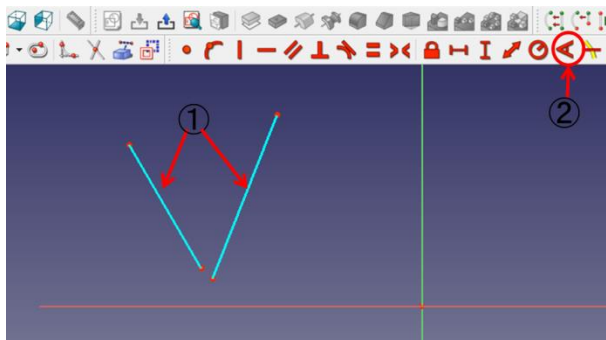
②  を**選択**する。



(14) 直線の角度または2直線間の角度を拘束する。



① 直線または2つの直線を**選択**する。


②  を**選択**する。

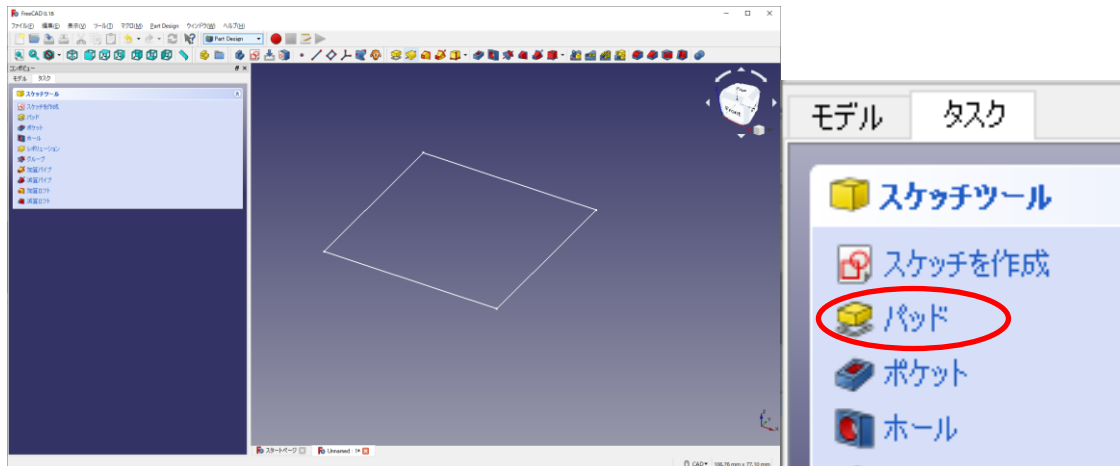


2-4 平面図を立体図にする

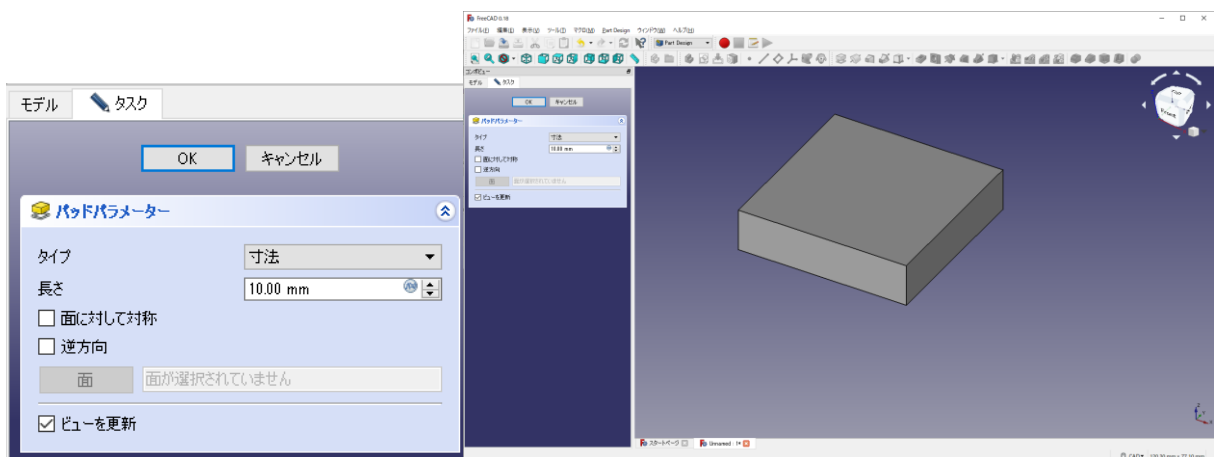
(1)押し出し

①ボディ  → スケッチ  で（四角形などを）作成後スケッチを終了（「閉じる」）

し、タスク欄のスケッチツールより「パッド  」を押す。

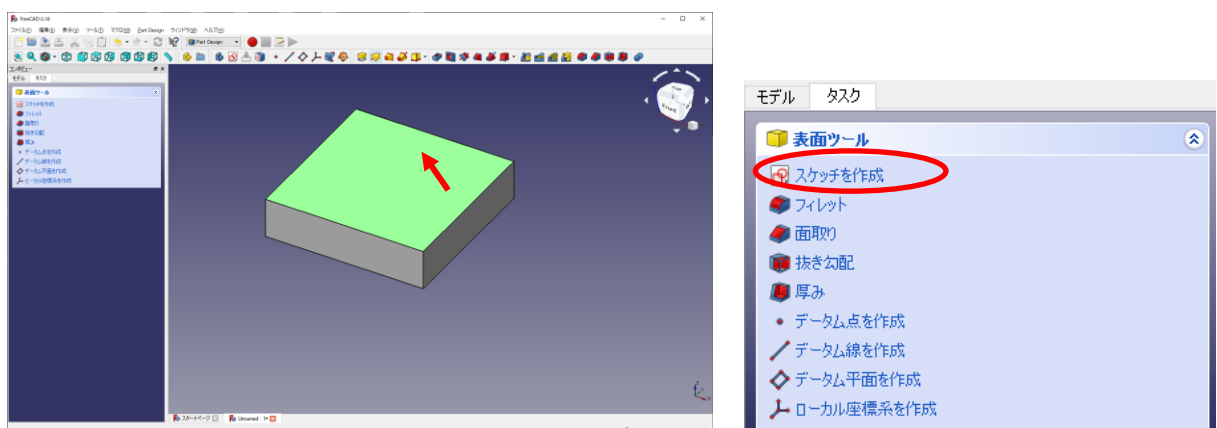


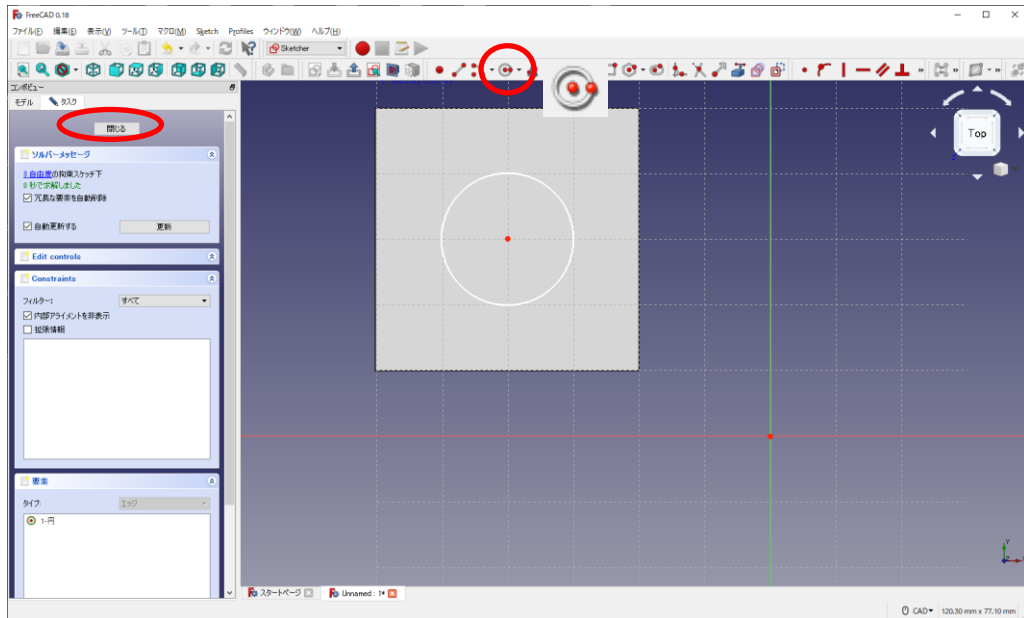
②パッドパラメーターより押し出す長さを入力し、向き等を選択して「OK」を押す。




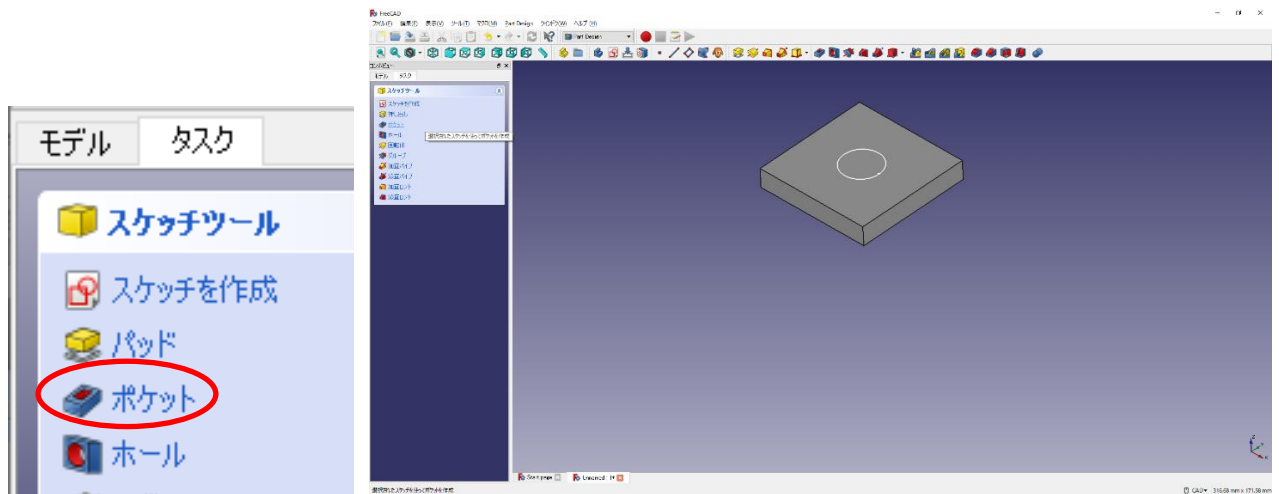
(2)ポケット

①図形の平面を選択し、ポケットの形状のスケッチ（例は円）を作成する。

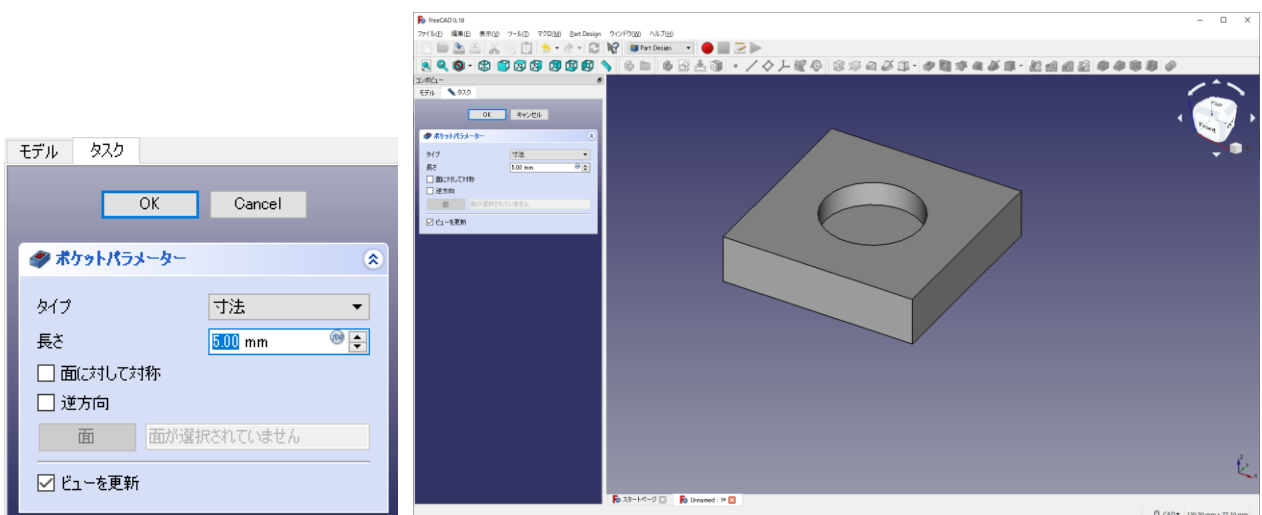




② 「閉じる」を押して、タスク欄のスケッチツールより「ポケット」を押す。

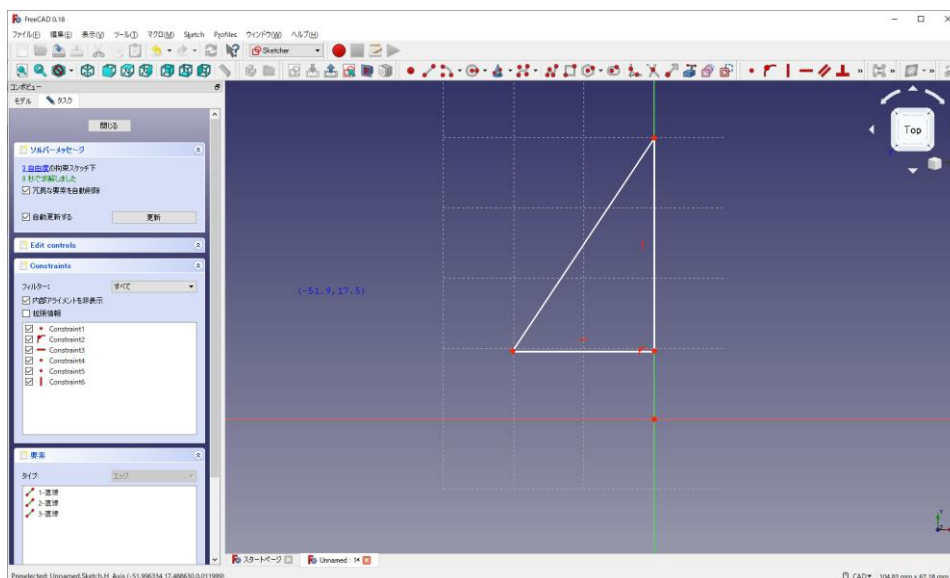
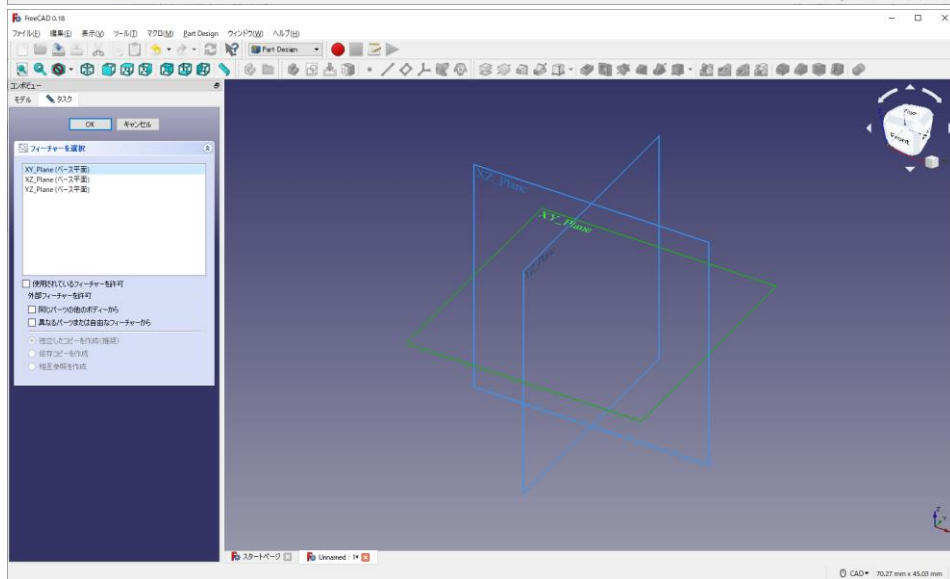
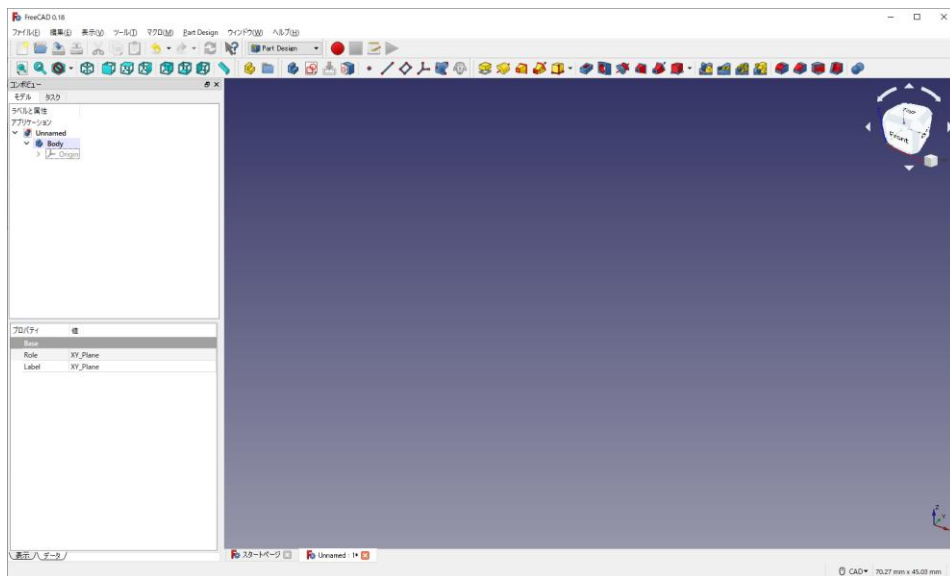


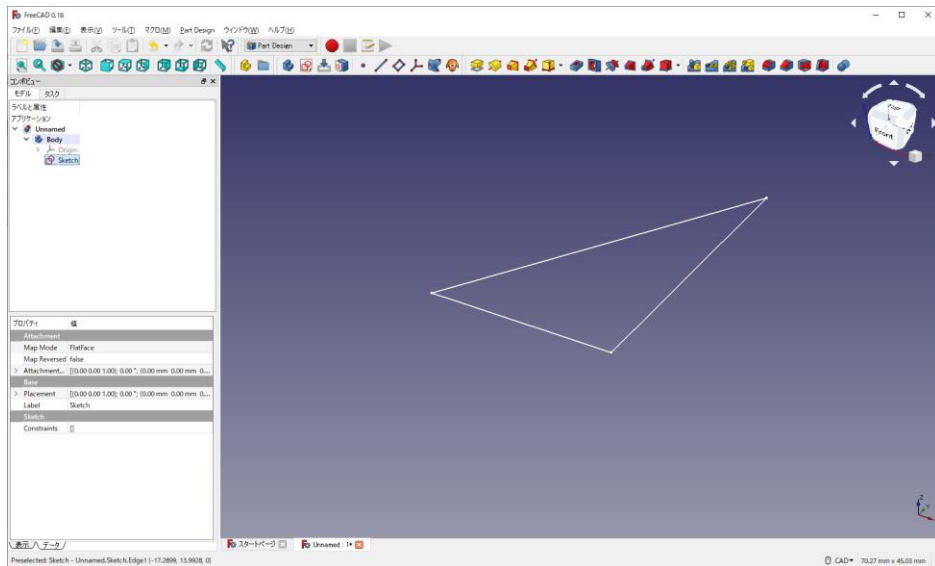
③ ポケットパラメーターより、ポケットの深さ等を入力し、「OK」を押す。




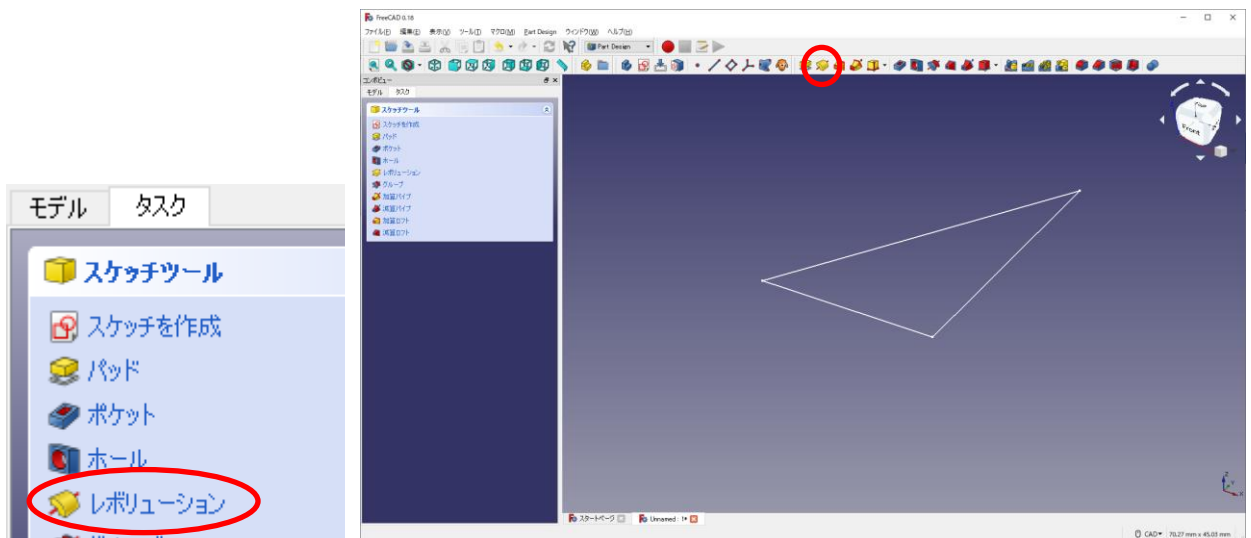
(3)回転体

①回転させる図形のボディーおよびスケッチを作成する。

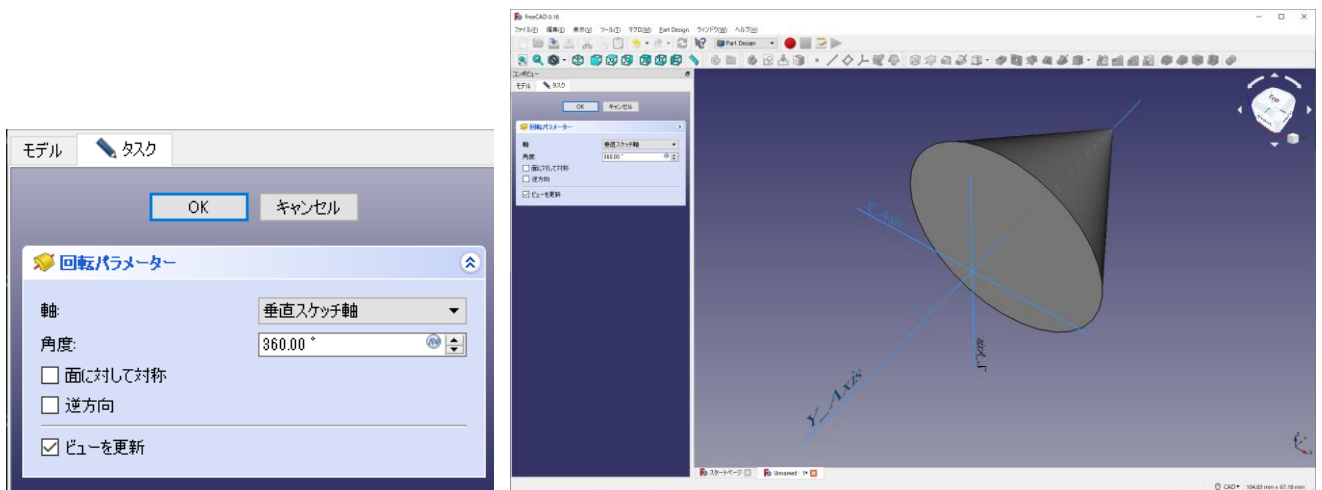




②タスク欄のスケッチツールより「レボリューション」を押す。



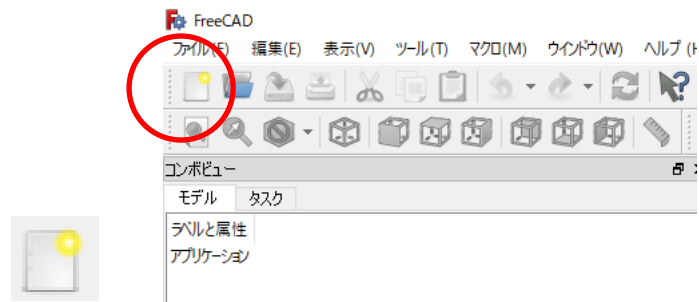
③回転パラメーターより、回転中心となる軸を選択し、回転する角度を選択して「OK」を押す。



----- 基本操作終了(今まで捜査していたファイルは削除してよい) -----


3. 軸受台のモデリング（課題その①）

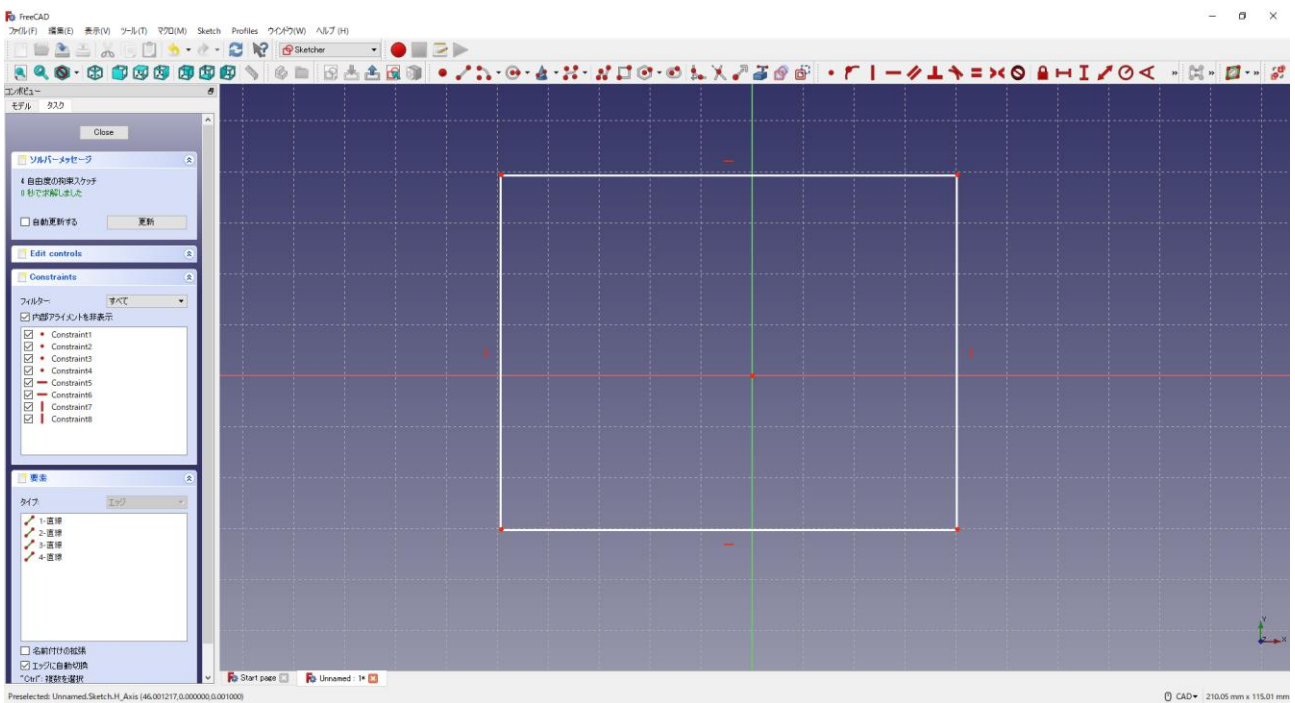
(0)新しい空のドキュメントを作成する。




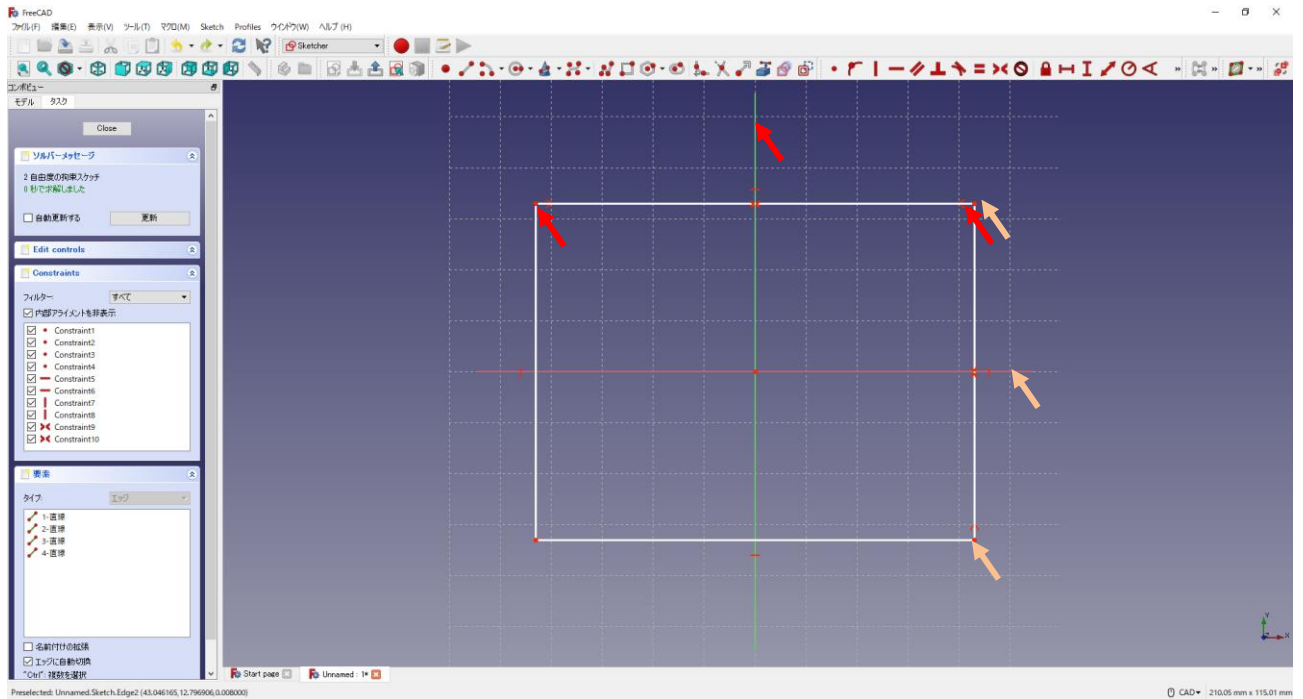
(1)部品①(下部)

①ボディを作成  し続いてスケッチ  を作成し、スケッチの向きを「xy 平面」と選択し「OK」を押す。

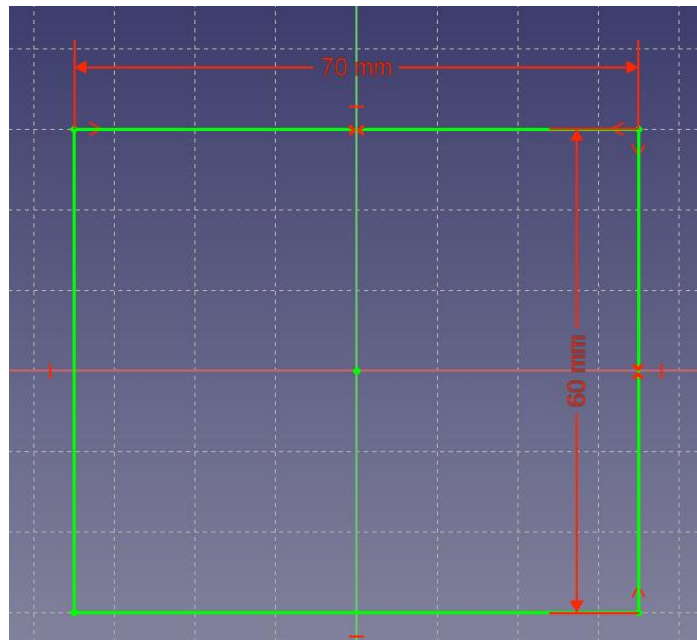
②ツールバーから  を選択し、四角形を作成する。




③四角形を xy 平面の中心になるように拘束  する（上下左右）。



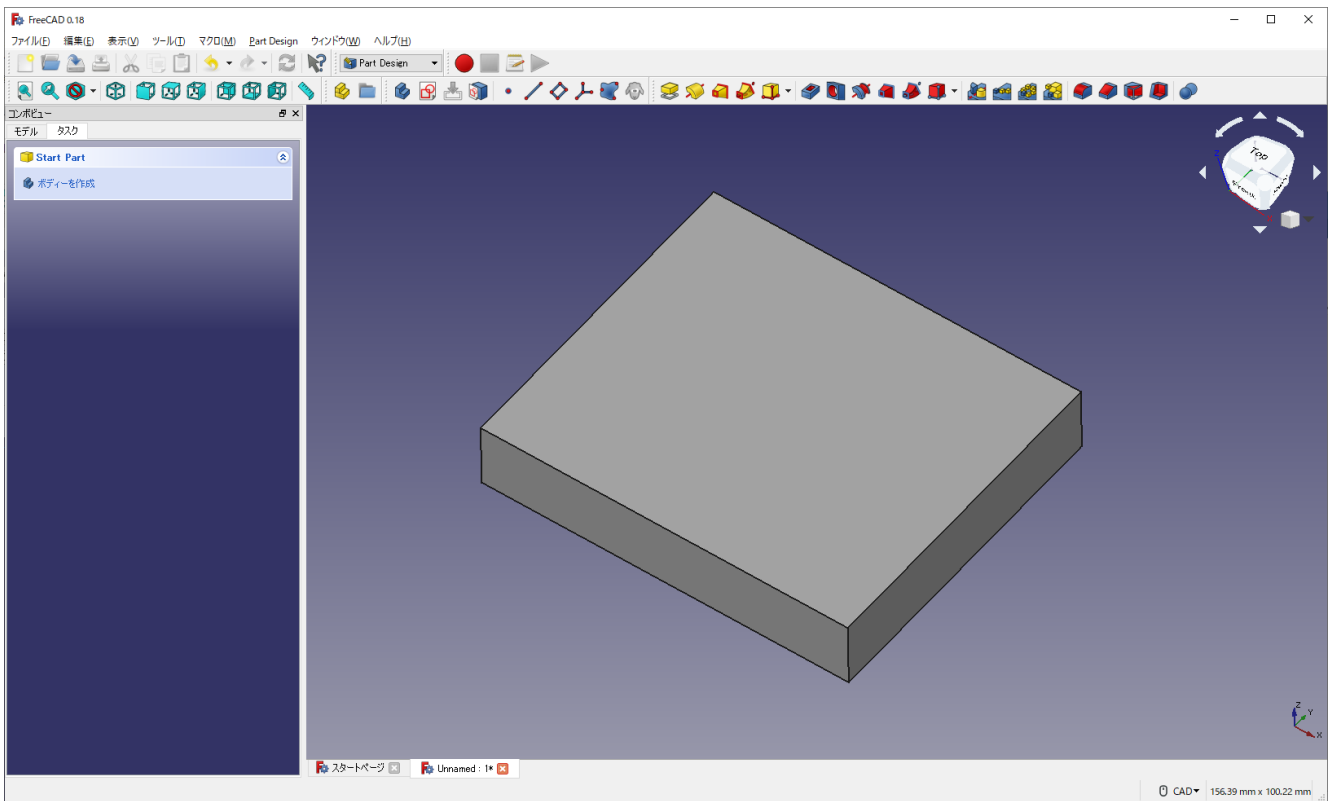
④四角形の寸法  70mm  60mm は図のように入力する。



⑤「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。

⑥タスク欄のスケッチツールより、「パッド  」を選択する。

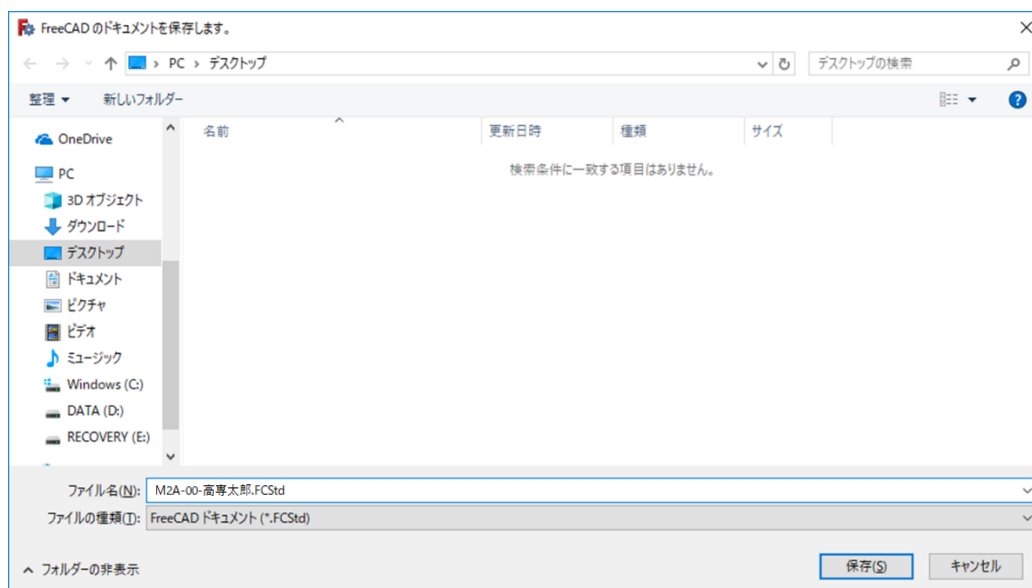
⑦パッドパラメーターより、長さを 12.5mm にして「OK」を押す。




⑧一度、 保存しておく。

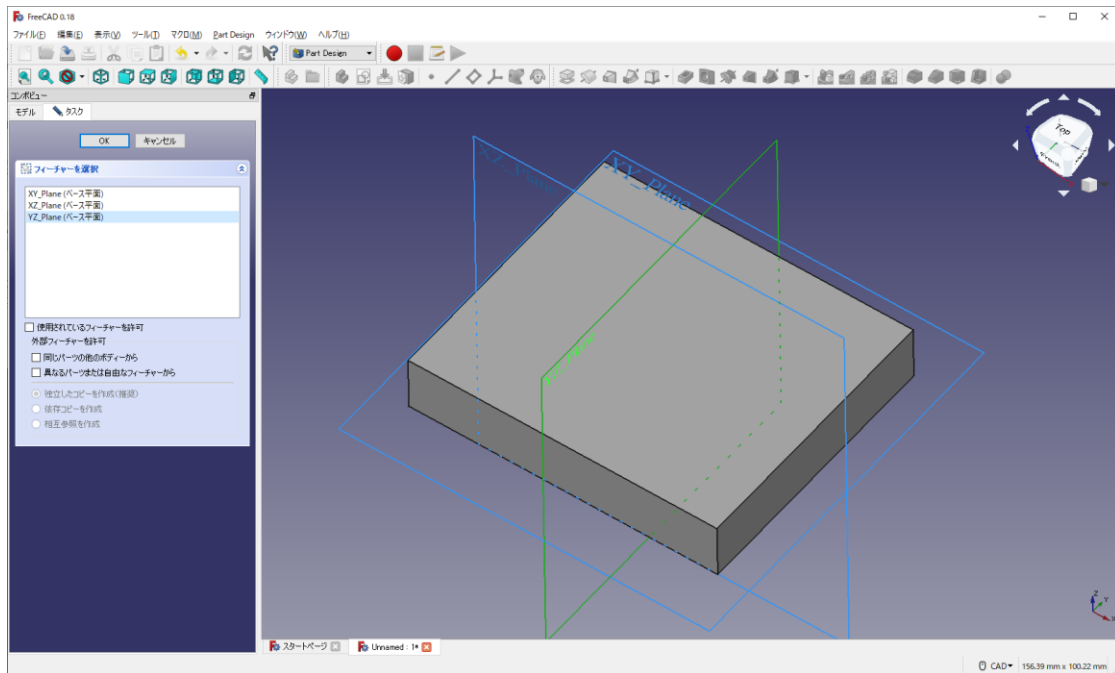
保存場所は「デスクトップ」とする。


ファイル名を「クラス - 番号 - 名前 - 軸受台」にする(例「M2A-00-高専太郎-軸受台.FCStd」)。【拡張子.FCStd は自動的に挿入される】

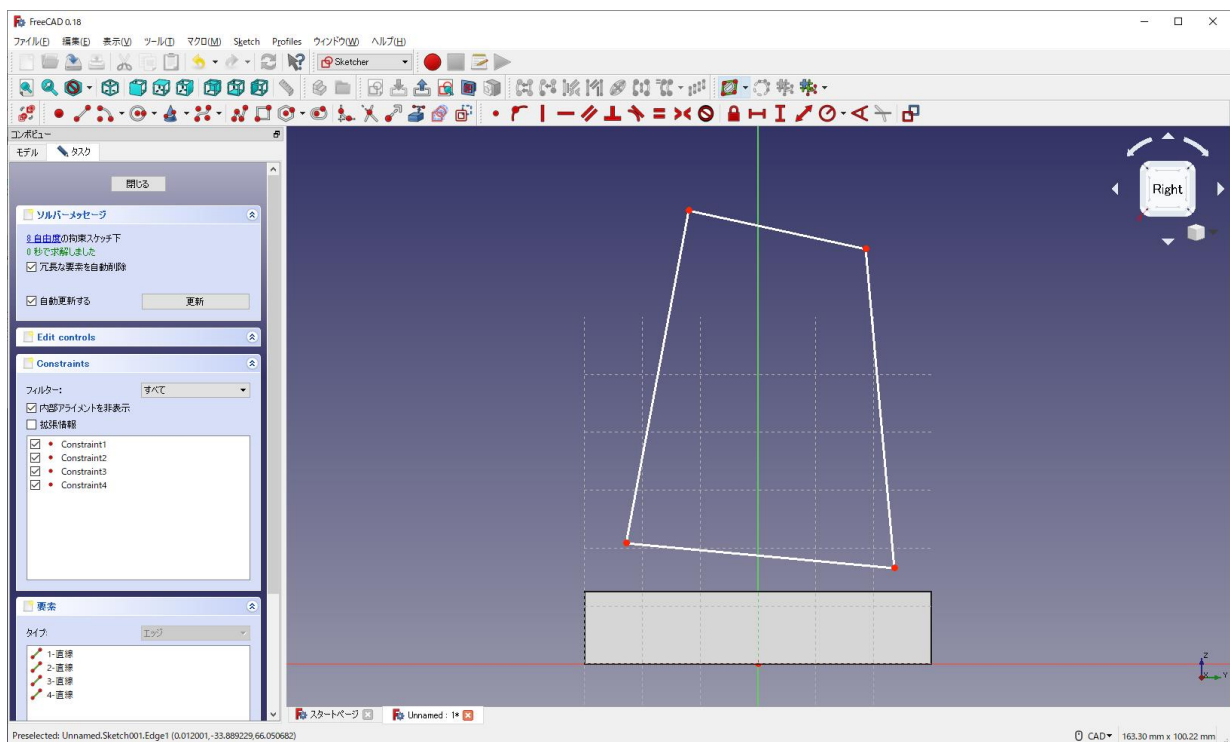


(2)部品②(中部 1)


- ①スケッチを作成  し、スケッチの向きを「yz 平面」と選択し「OK」を押す。(新しいボディは作らない)

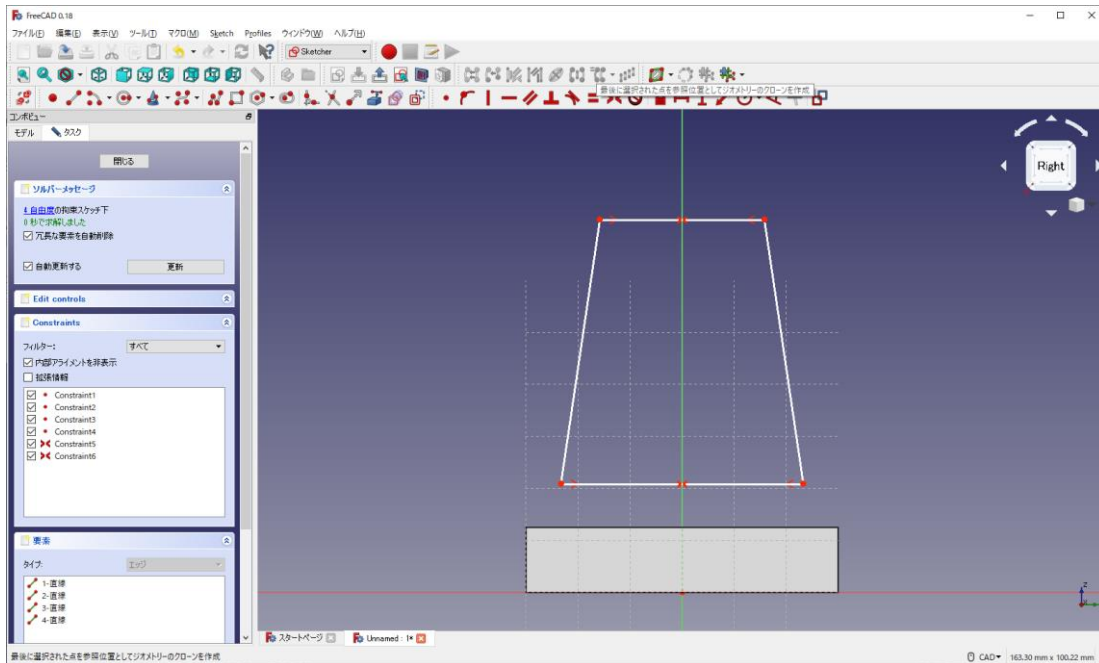






- ②ツールバーから  を選択し、台形を作成する。

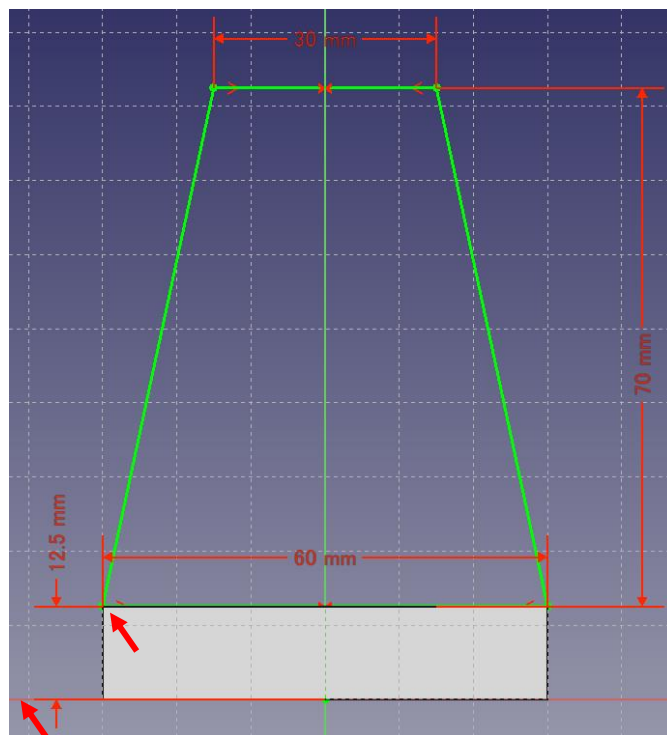


- ③台形の上辺と下辺が水平  になるように拘束する。


- ④台形の上辺と下辺が中心線の縦軸に対して対称になるように拘束  する。



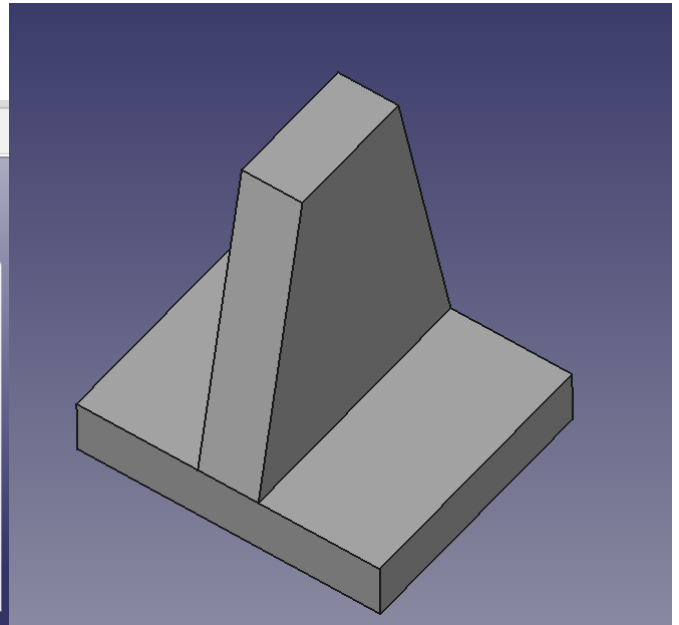
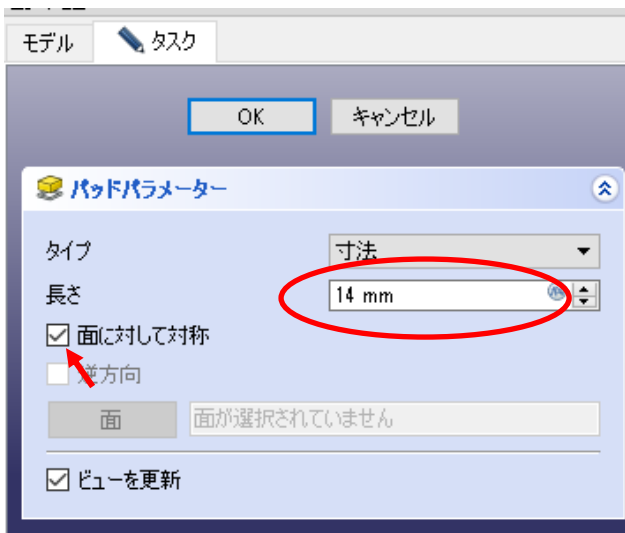
⑤図のように寸法を入力する ( 30mm,  60mm,  70mm,  12.5mm)。




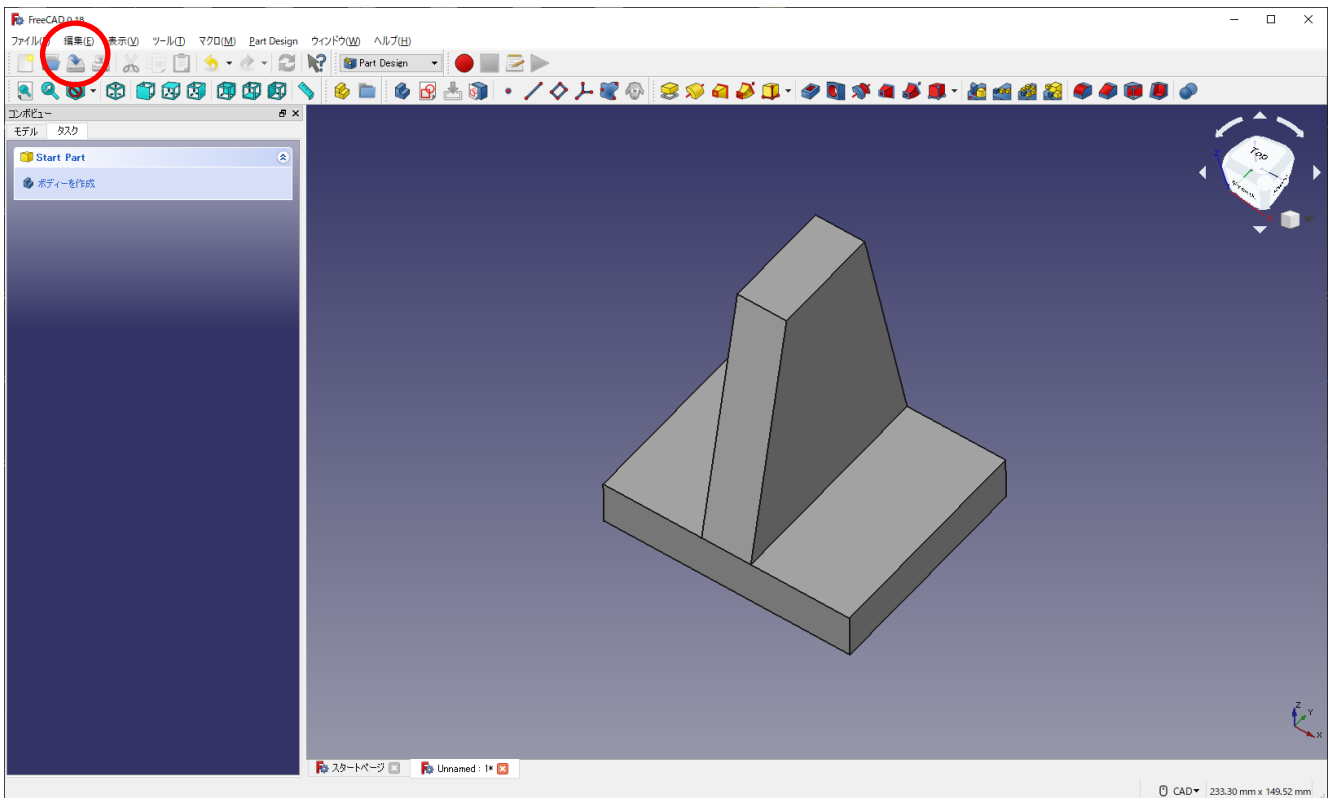
⑥「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。

⑦タスク欄のスケッチツールより、「パッド  」を選択する。


⑧パッドパラメーターより、長さを 14mm にし、「面に対して対称」をチェックして「OK」を押す。

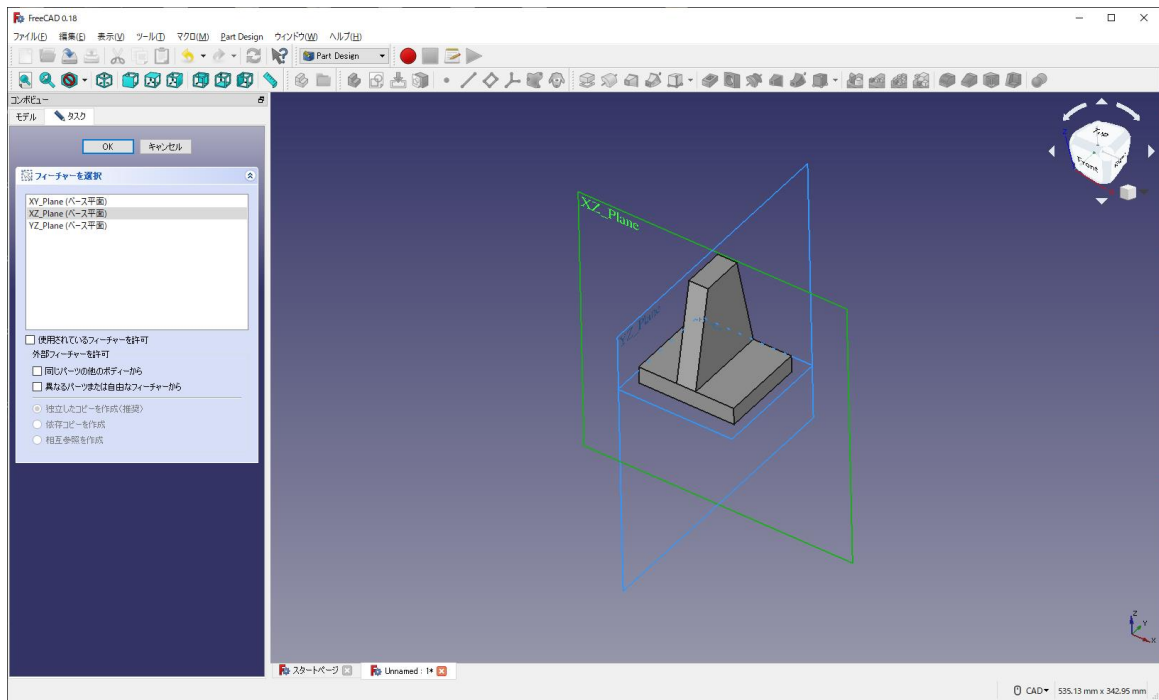


⑨  上書き保存しておく。

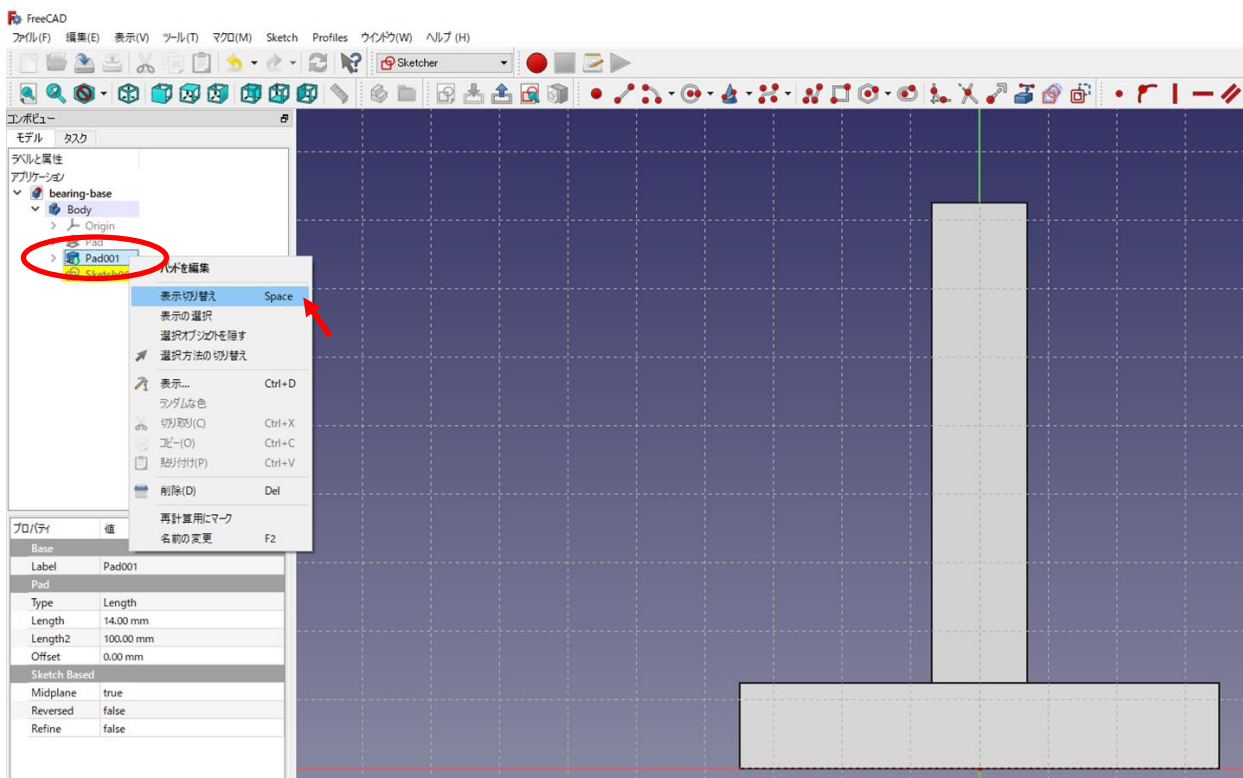


(3)部品③(中部 2)

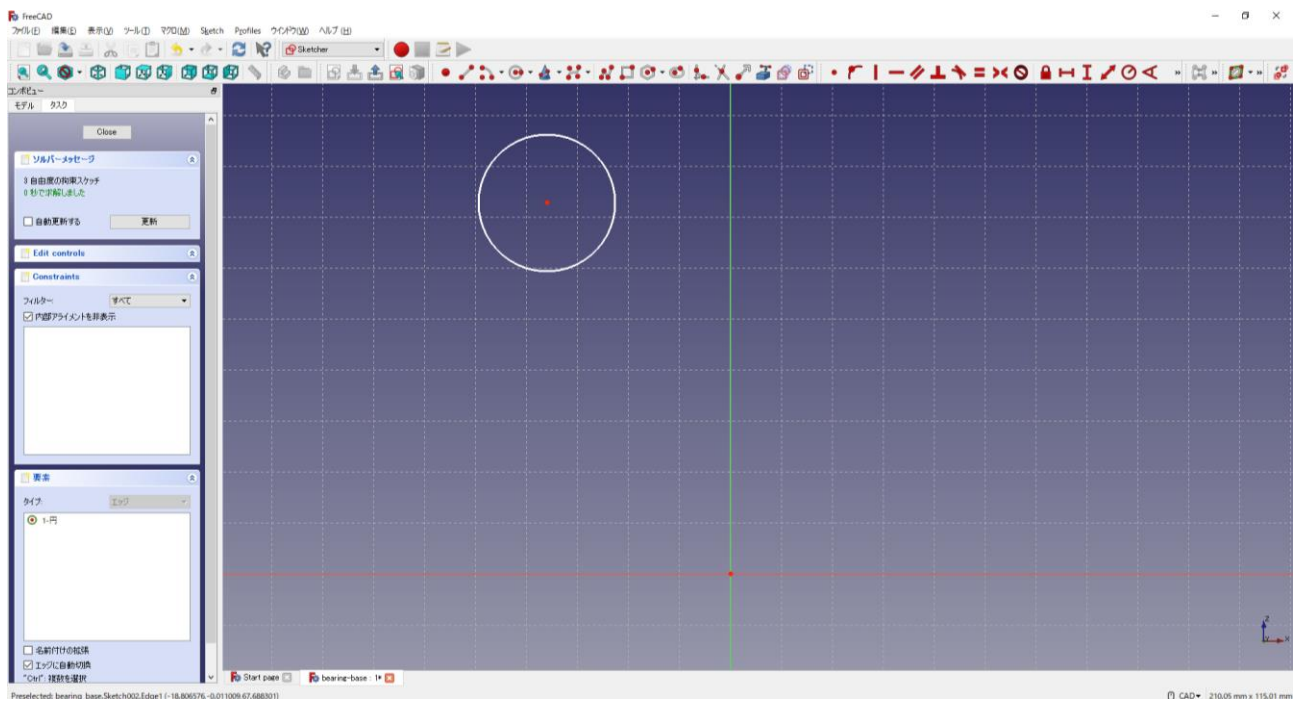
- ①スケッチを作成  し、スケッチの向きで「xz 平面」を選択し「OK」を押す。(新しいボディは作らない)




- ②作図中に邪魔な図形は「モデル」→描いたモデル右クリック「表示の切替え (or space キーを押す)」とすると、表示させなくできる。(例 Pad001 を選択し space キー) (再表示する場合も描いたモデルを選択し space キー)

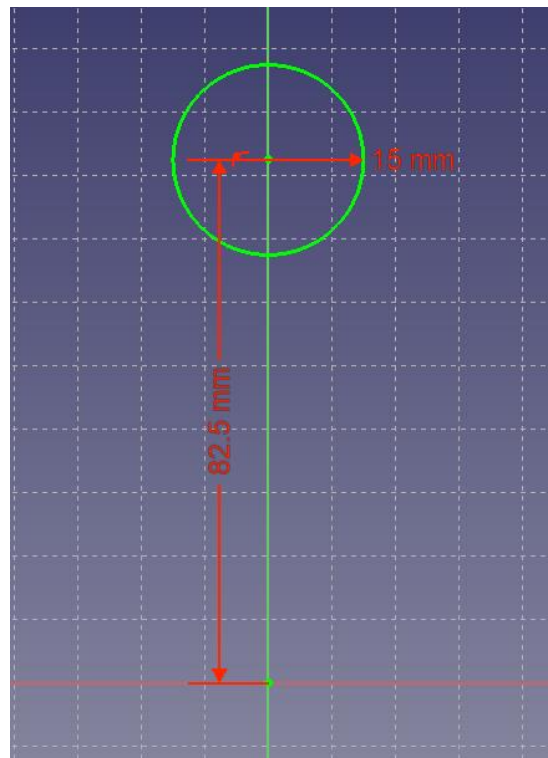
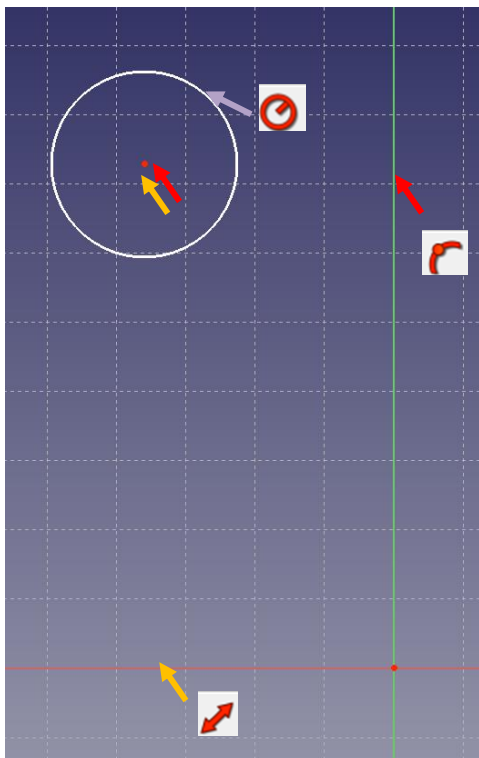




② ツールバーから  を選択し、円を作成する。

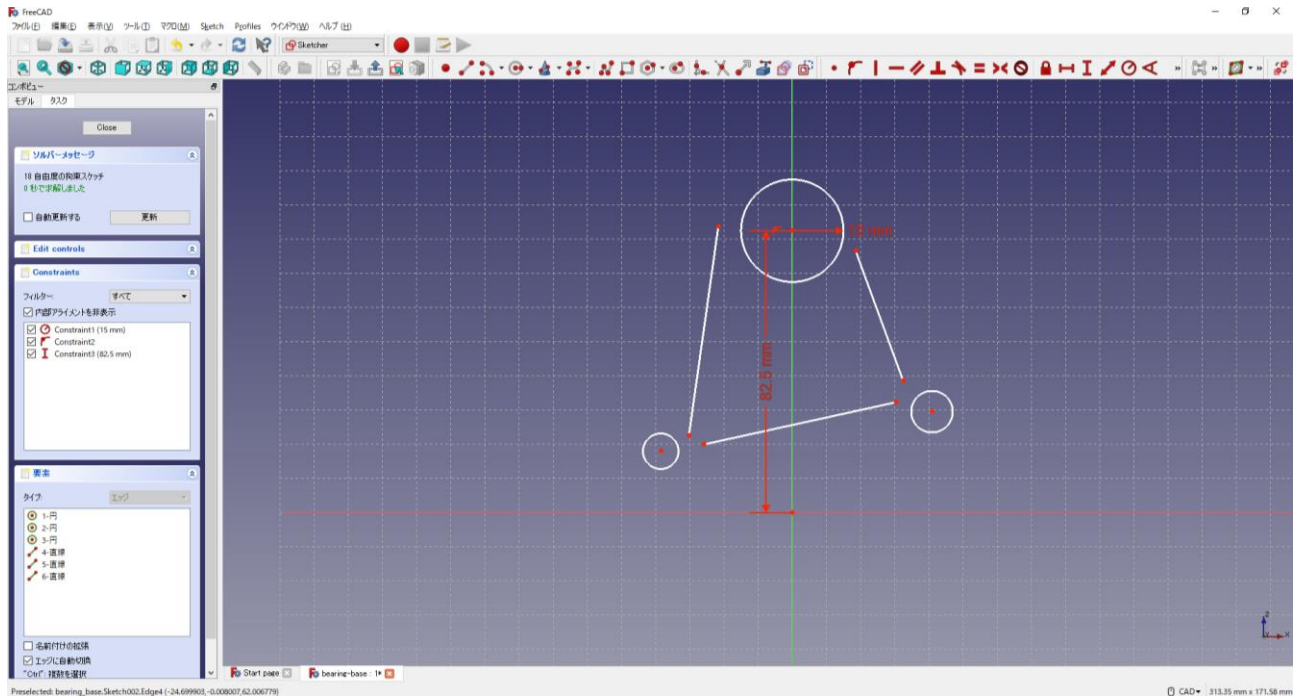



③ 円の半径  15mm と中心点の位置  は図のように入力(82.5mm)する。

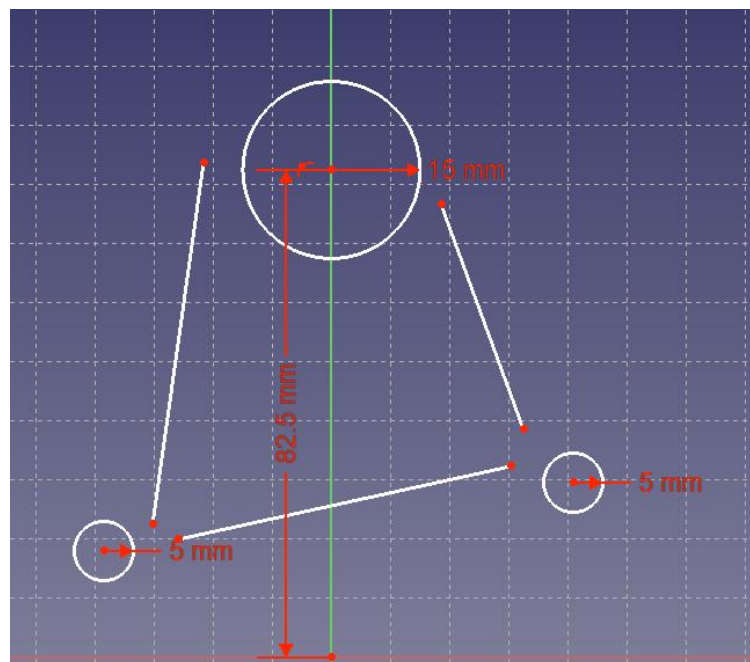
④ 円の中心点を中心線の縦軸上に拘束する 。







⑤ ツールバーから  と  を選択し、図のように 3つの直線と 2つの円を作成する。

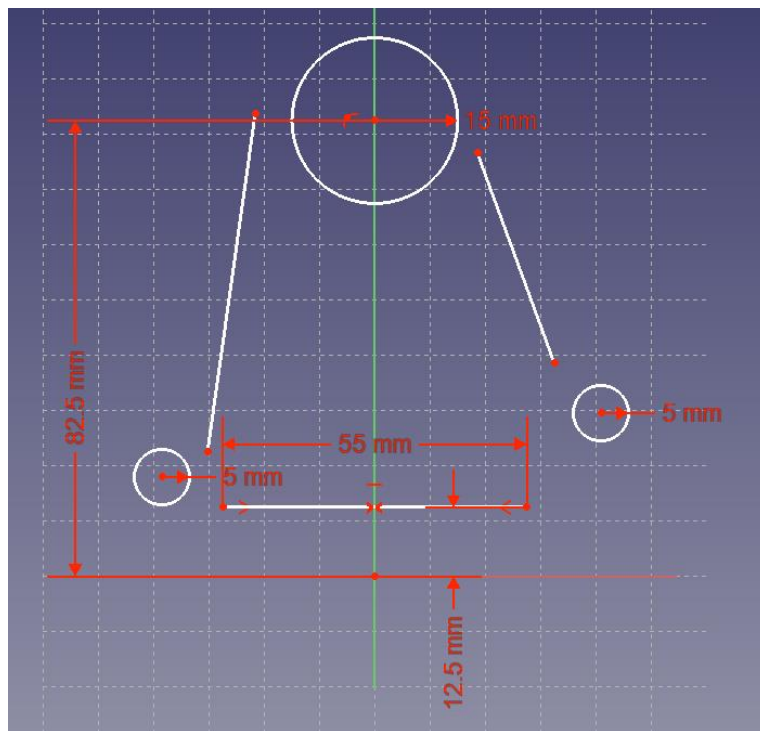



⑥ 図のように 2つの円の半径を同じ寸法で入力する  5mm。




⑦ 図のように 1つの直線の寸法  55mm と位置  12.5mm を入力し、その直線を水

平拘束  と対称拘束  する。

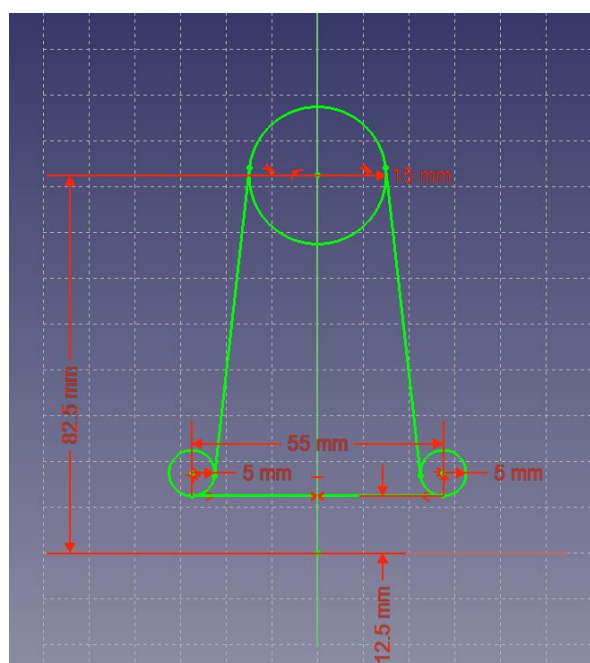
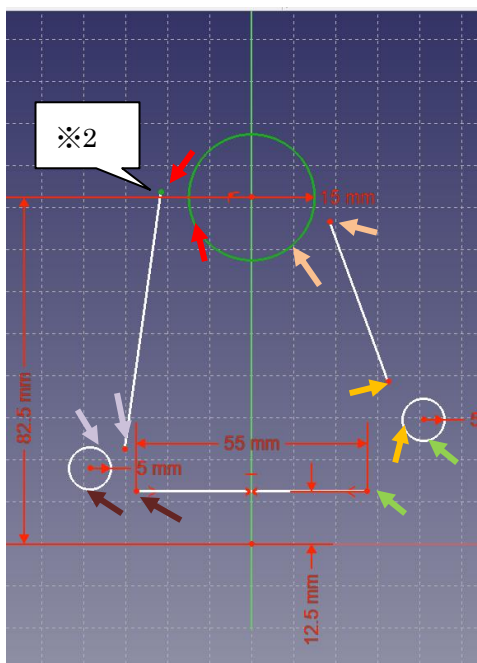



⑧  上書き保存しておく。

⑨ 図のようにそれぞれの直線の端点を各円に対して正接拘束  (接線となるように拘束) する。

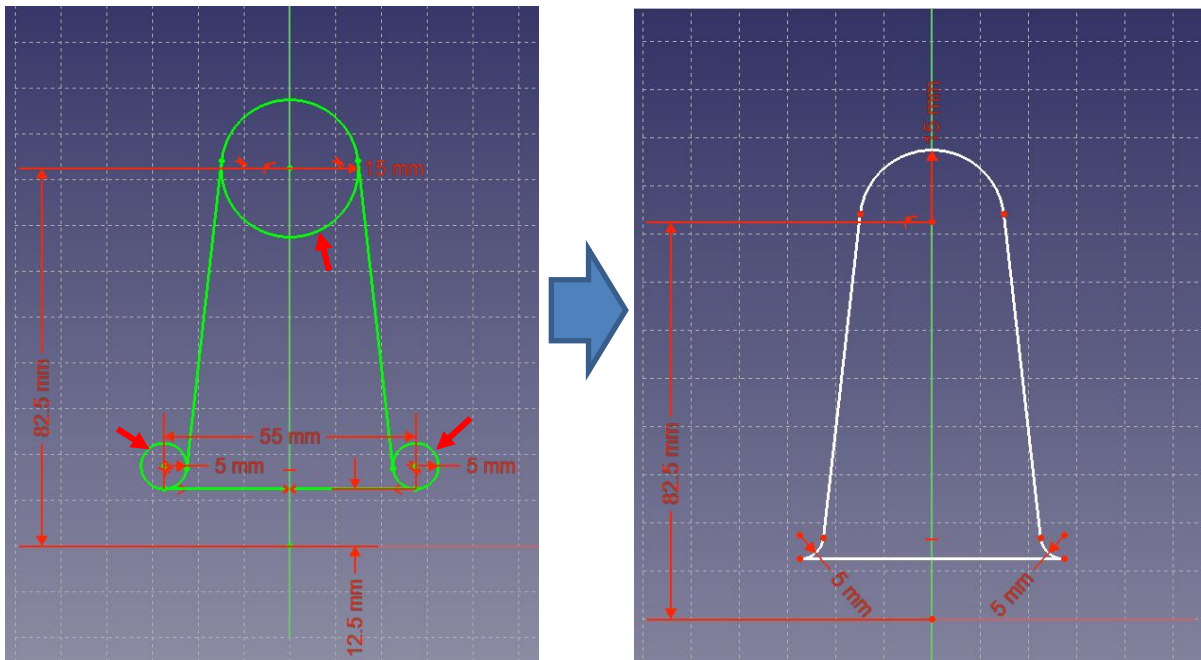
※1 ある程度近づけておかないとどちらの円周に接するのか判断がつかないので注意

※2 円より線が突き出た形はダメ (例: 下図の※2)




⑩図のように  トリミングを行う。

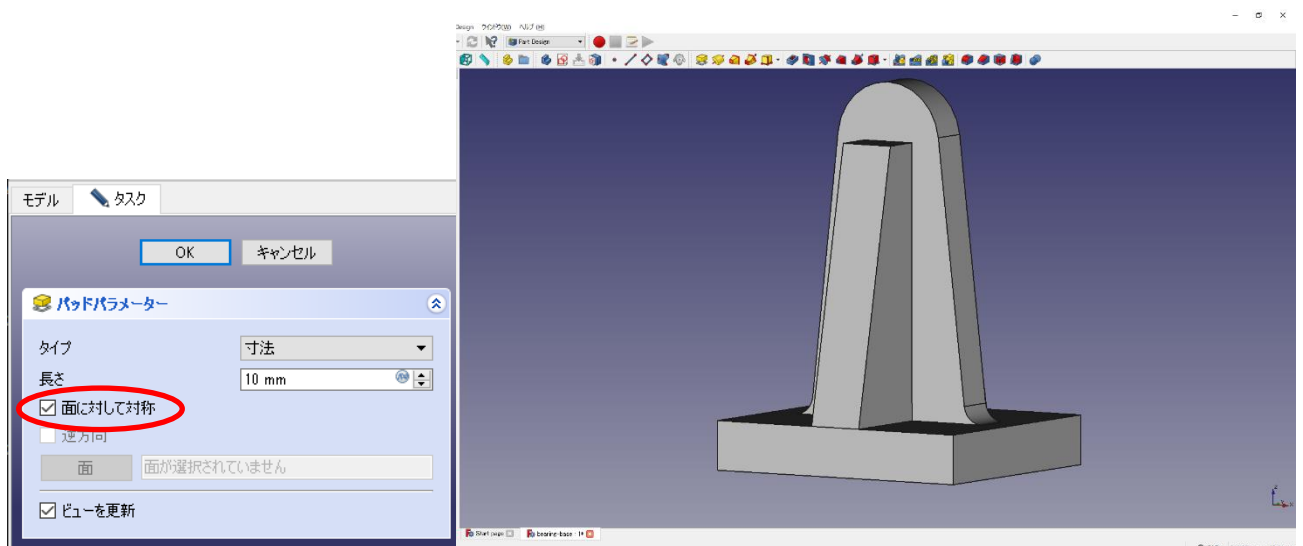
※トリミングを行ってもトリミングできないことがあるので、その時は保存しないで FreeCAD を閉じて開き直すか、正接拘束を行う前(⑧)まで戻るかの方法を行う。




⑨「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。

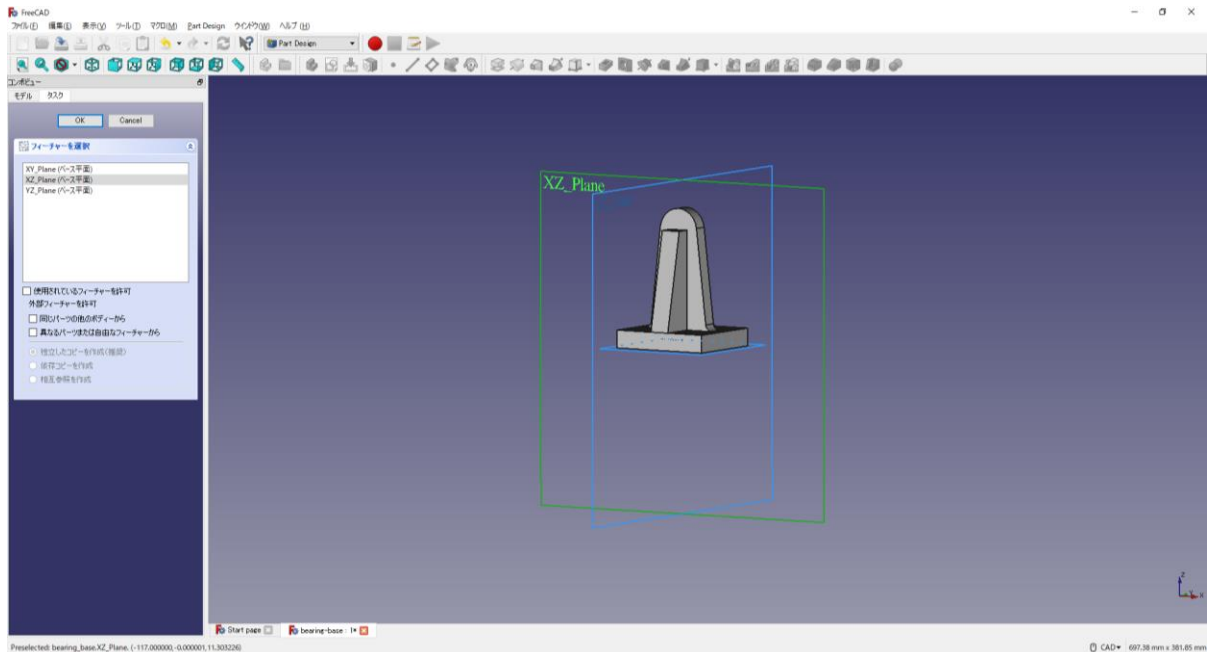
⑩タスク欄のスケッチツールより、「パッド  」を選択する。

⑪パッドパラメーターより、長さを 10mm にして「面に対して対称」をチェックして「OK」を押す。

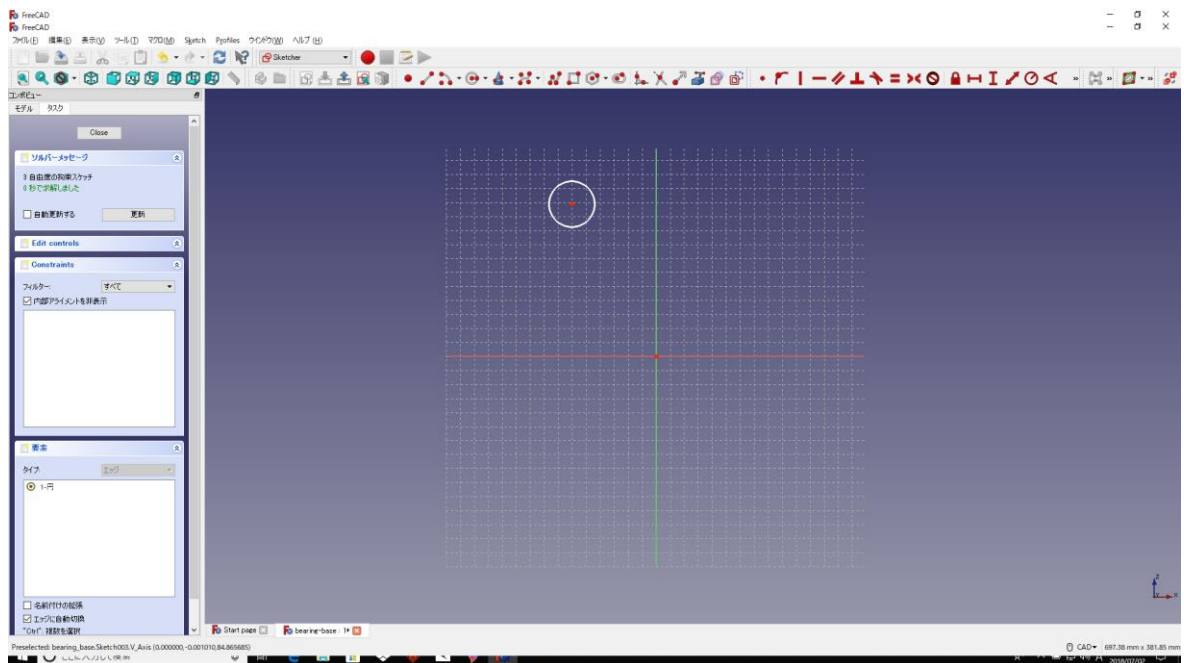


(4)部品③(上部)

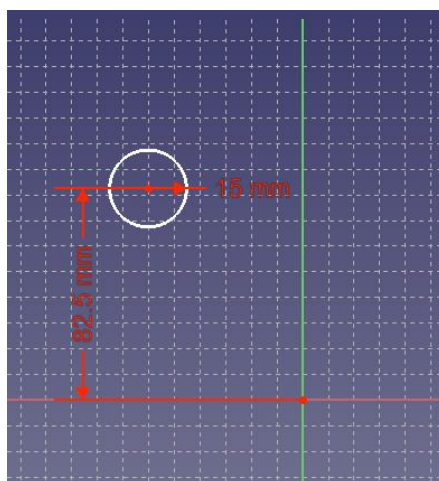
①スケッチを作成  し、スケッチの向きを「xz 平面」と選択し「OK」を押す。



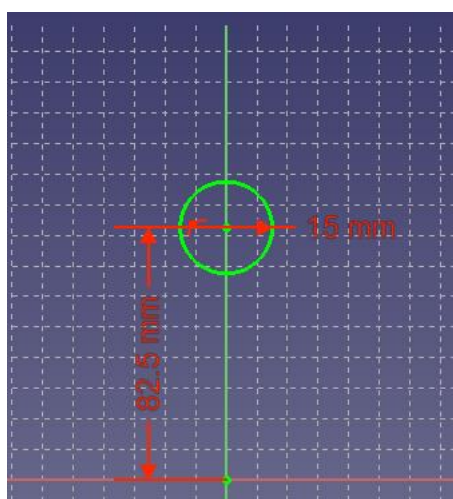
②ツールバーから  を選択し、円を作成する。




③円の半径  15mmと中心点の位置  82.5mm は図のように入力する。



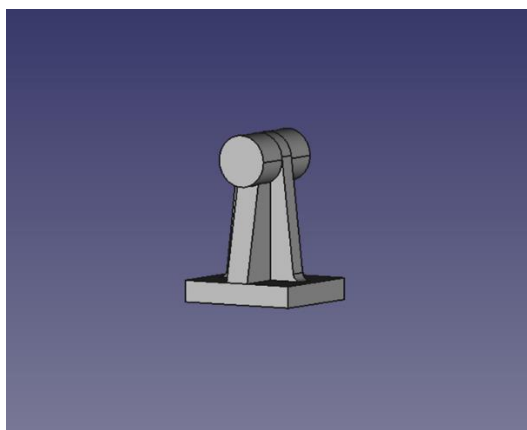
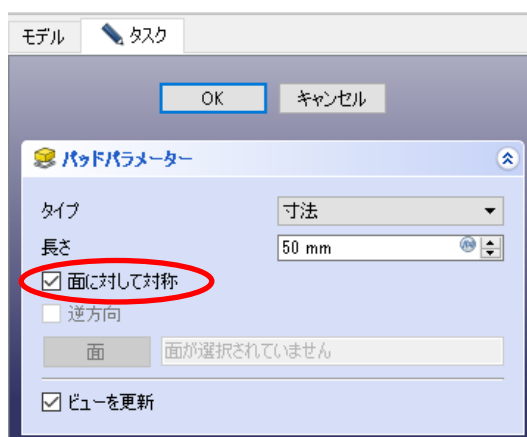
④円の中心点を中心線の縦軸上に拘束する .




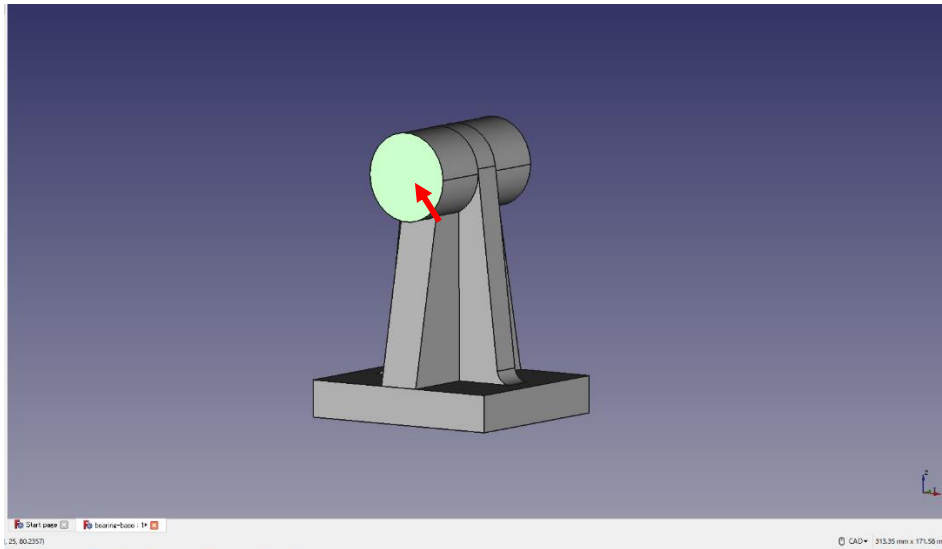
⑤「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。

⑥タスク欄のスケッチツールより、「パッド 」を選択する。

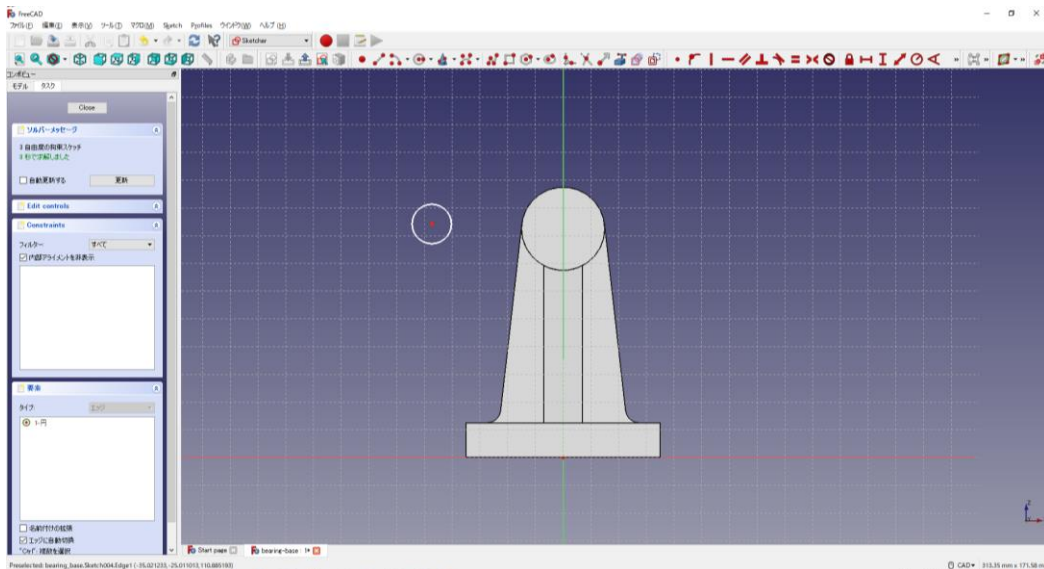
⑦パッドパラメーターより、長さを **50mm** にして「面に対して対称」をチェックして「OK」を押す。






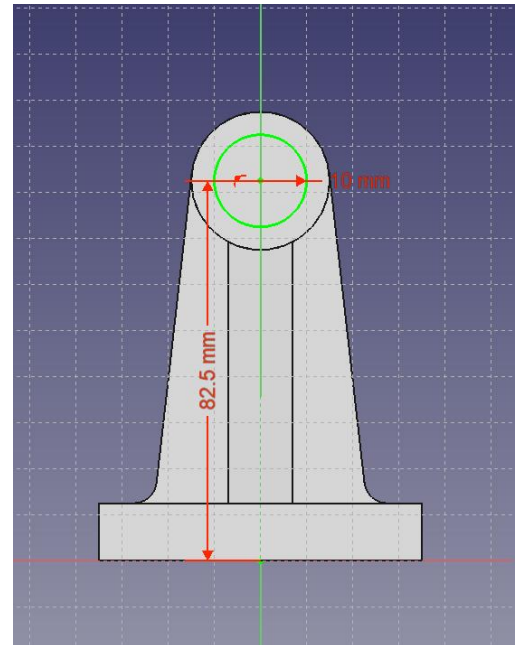
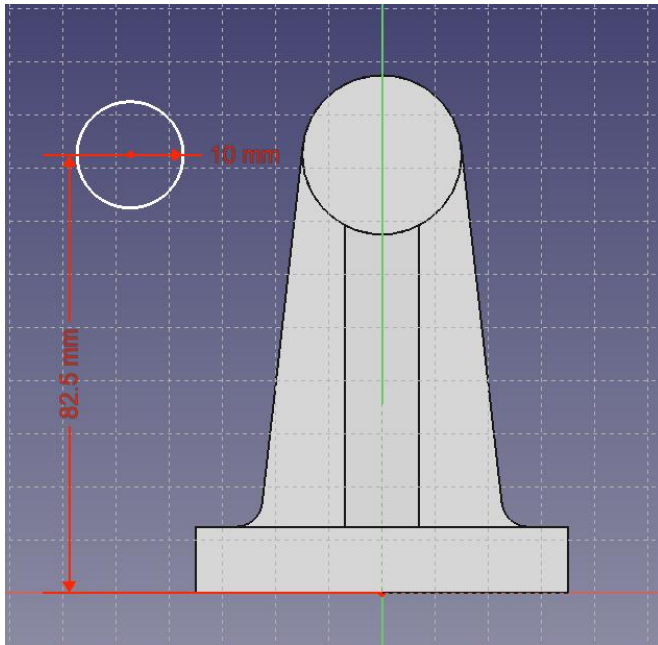
⑧ 円柱の片側の平面を選択し、スケッチを作成  する。(円柱の平面を基準にスケッチ
チ)




⑨ ツールバーから  を選択し、円を作成する。

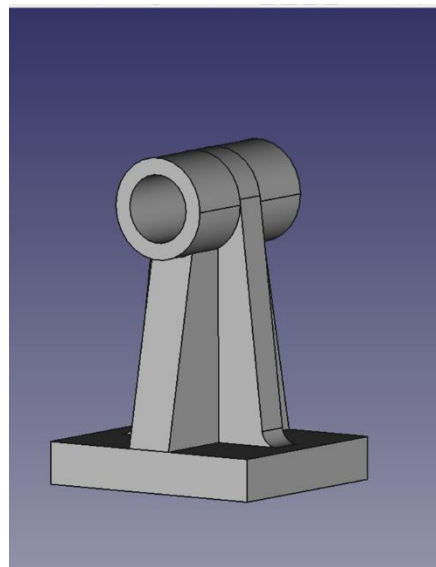
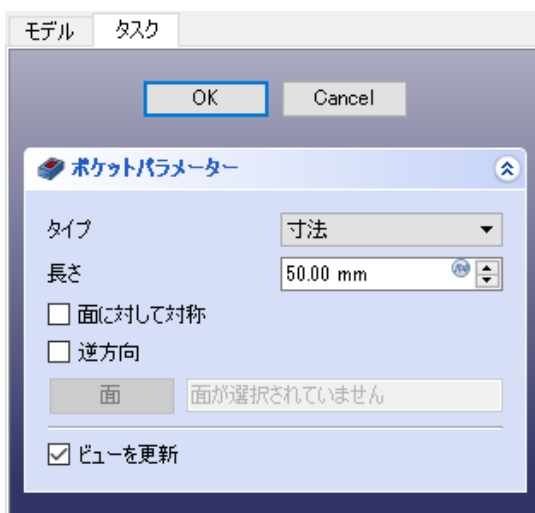



⑩ 円の半径と中心点の位置は図のように入力 (半径  10mm と中心点の位置 
82.5mm) し、中心点を中心線の縦軸上に拘束  する。



⑪ 「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。

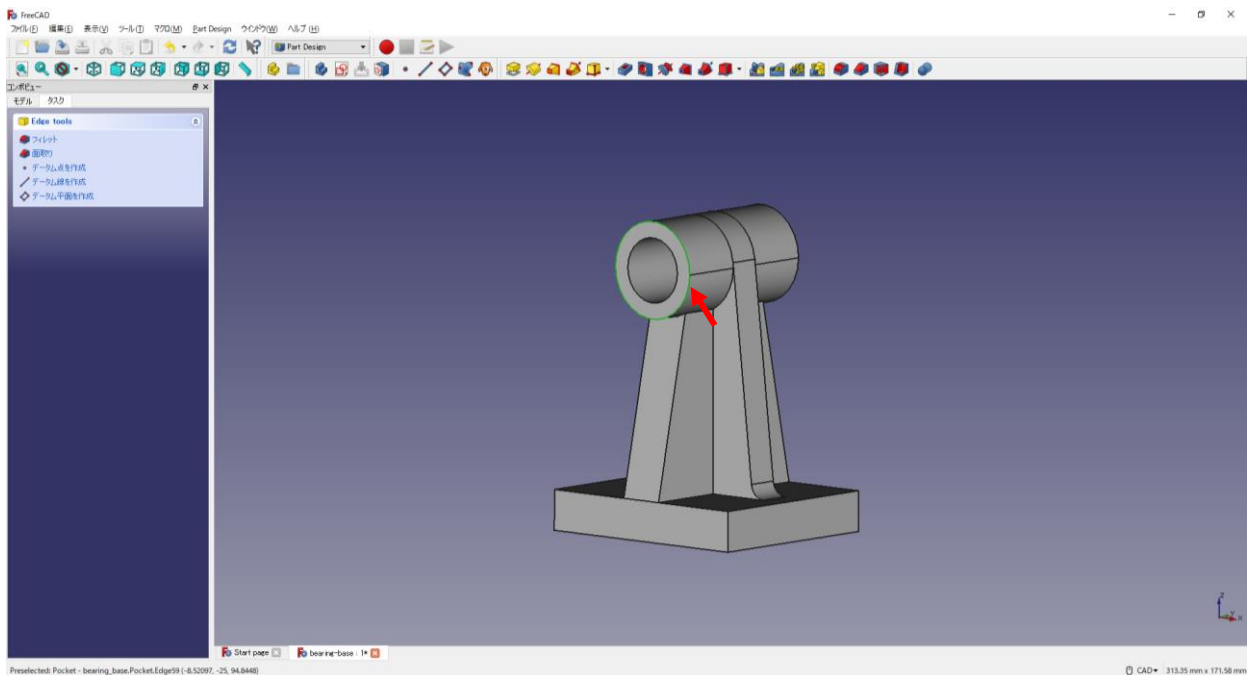
⑫ タスク欄のスケッチツールより、「ポケット」 を選択する。ポケットパラメーターより、長さを 50mm にして「OK」を押す。



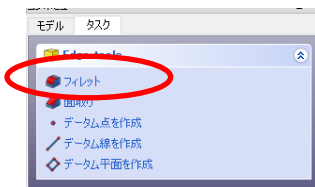
⑬  上書き保存しておく。

(5)モデルのエッジに丸みをつける(フィレット作成)

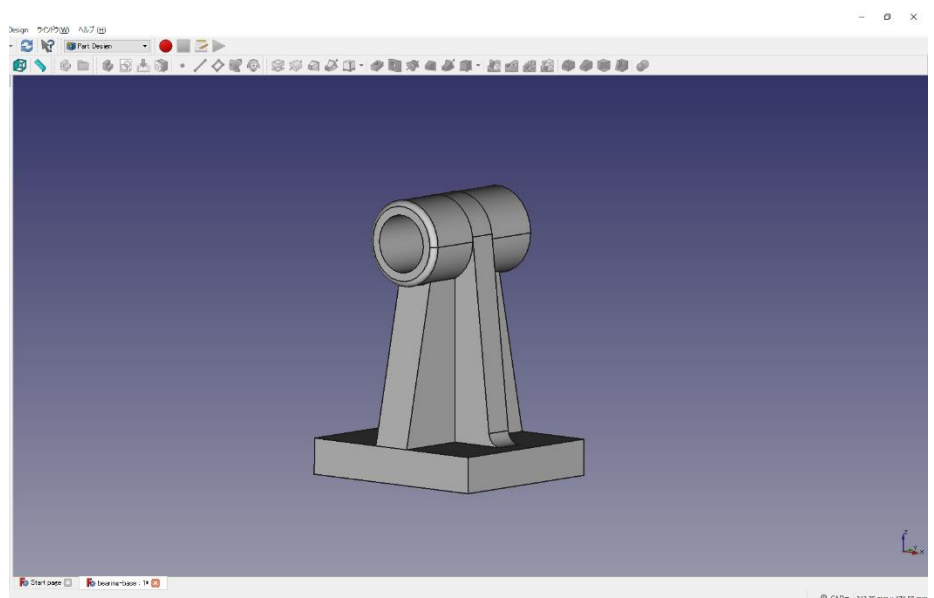
①図のようにモデルの円筒部のエッジを指定する(緑色の線)。



②タスク欄の表面ツールより「フィレット」を選択し、半径(2mm)を入力して「OK」を押す。

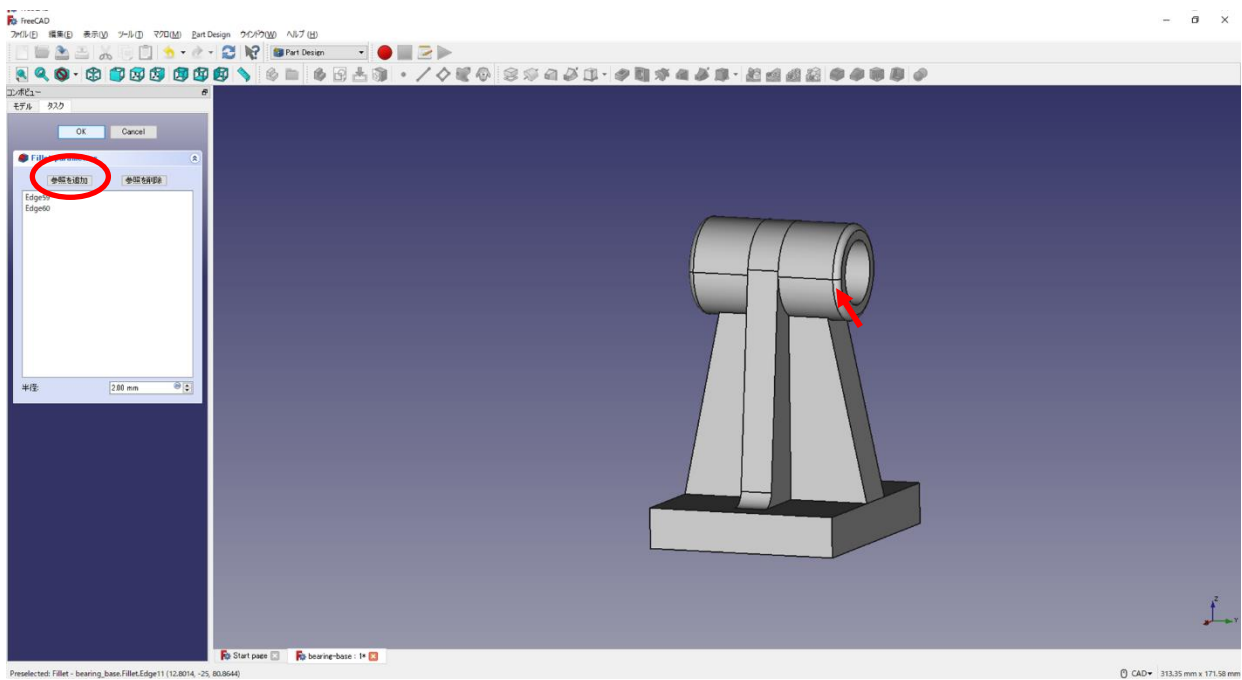


or

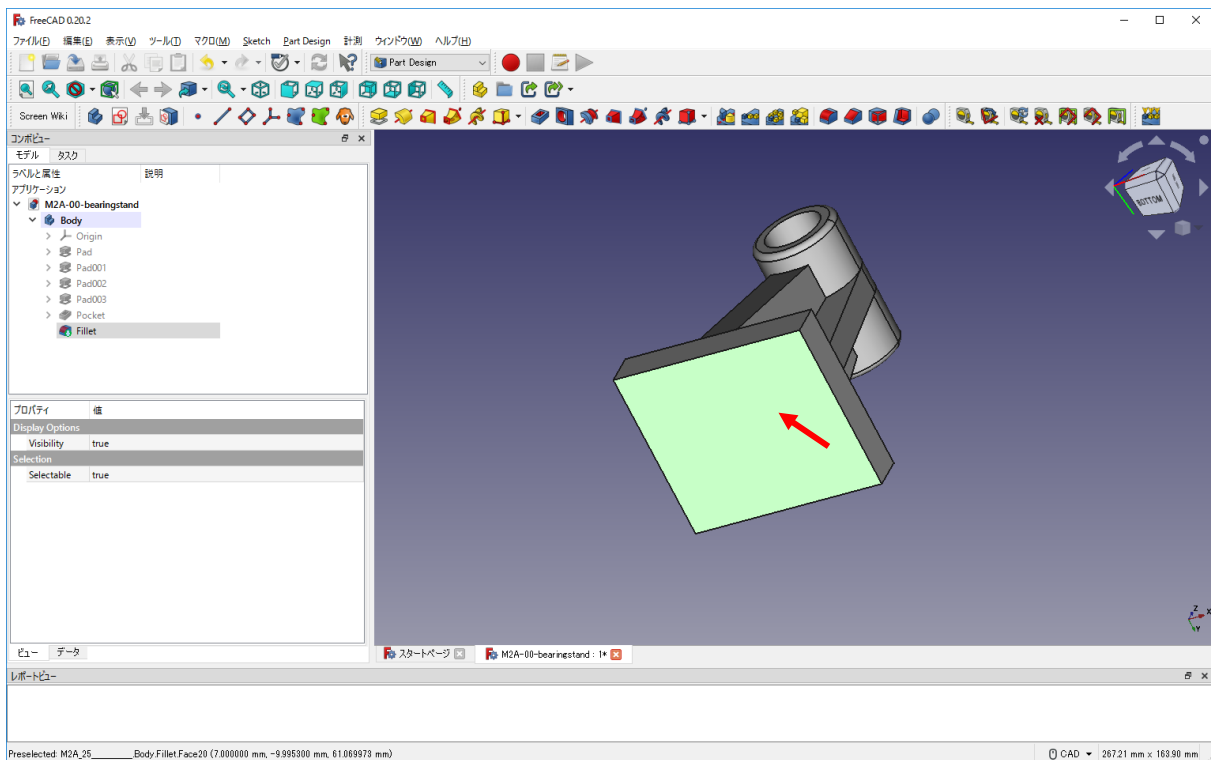


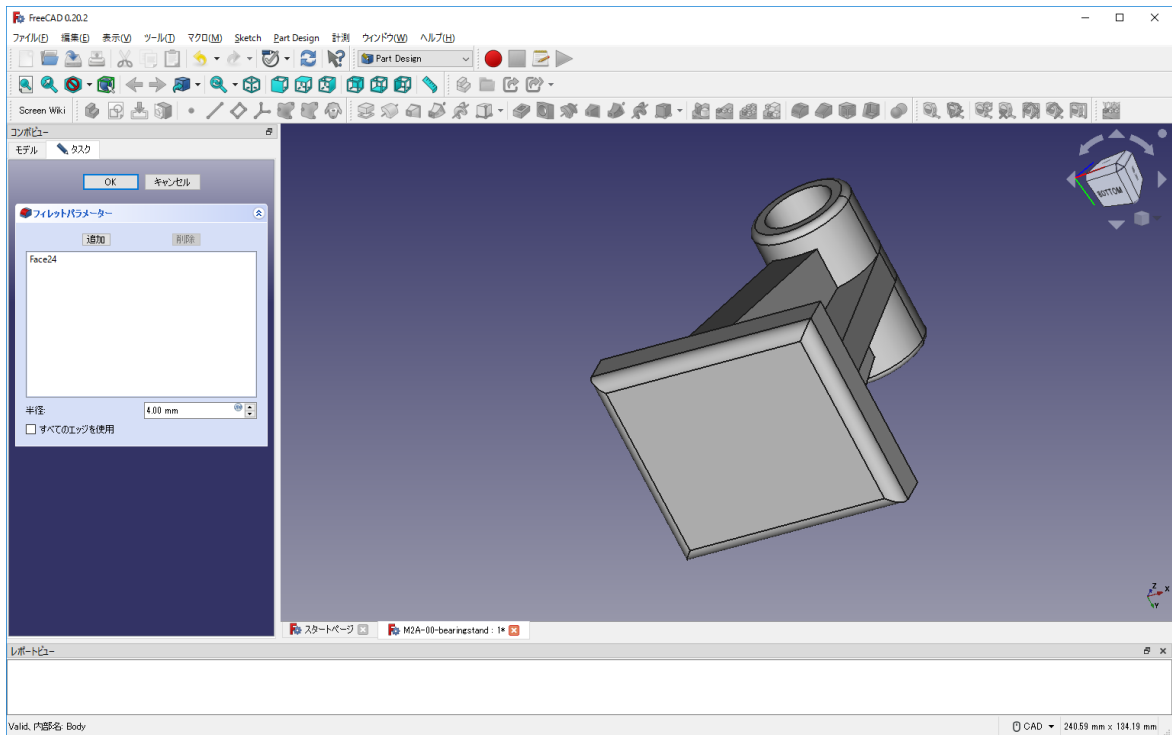
反対側も同様にフィレットを作成する。(同じフィレット半径でよい場合には、「参照を

追加ボタン」をクリックした後に、エッジを選択することもできる)

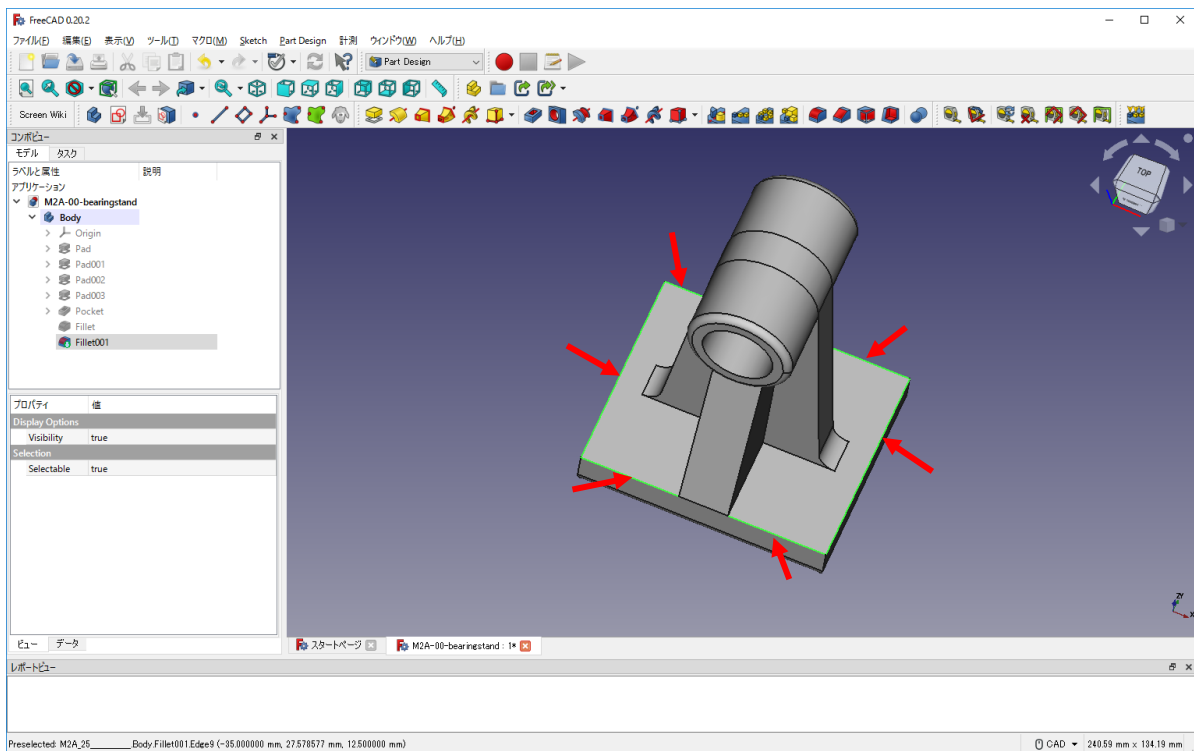


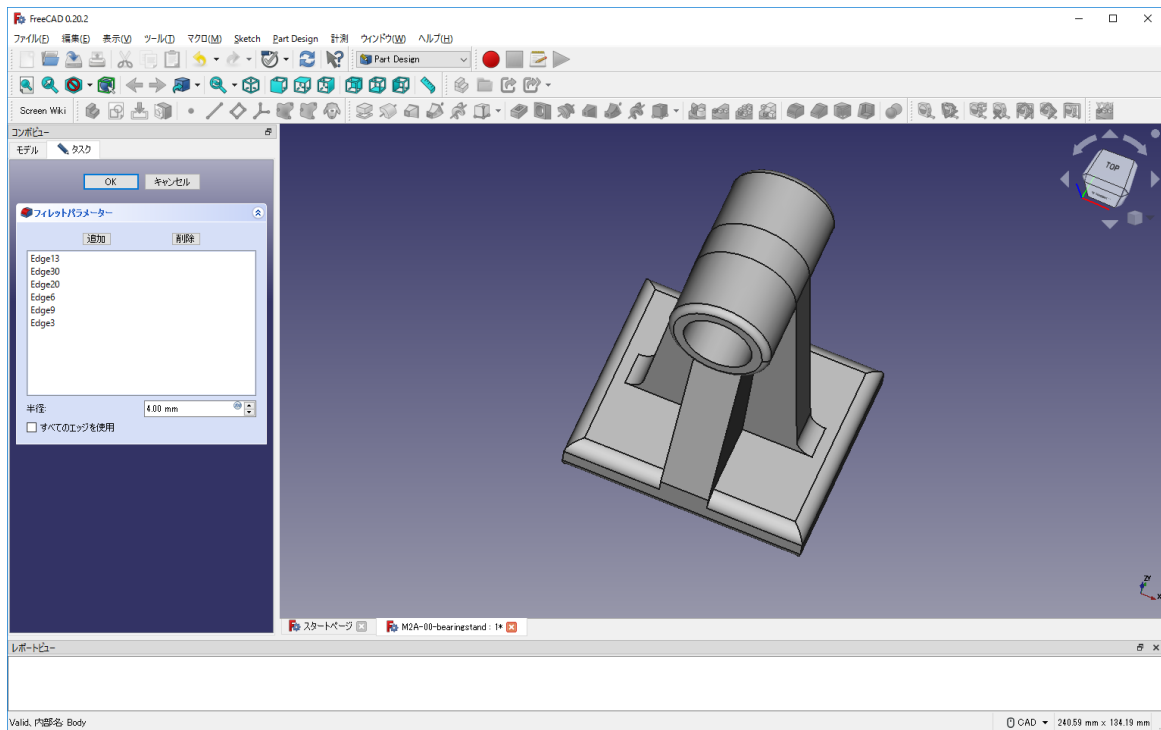
フィレットは必要な部分に同じようにする。
下面の下部(4mm)。




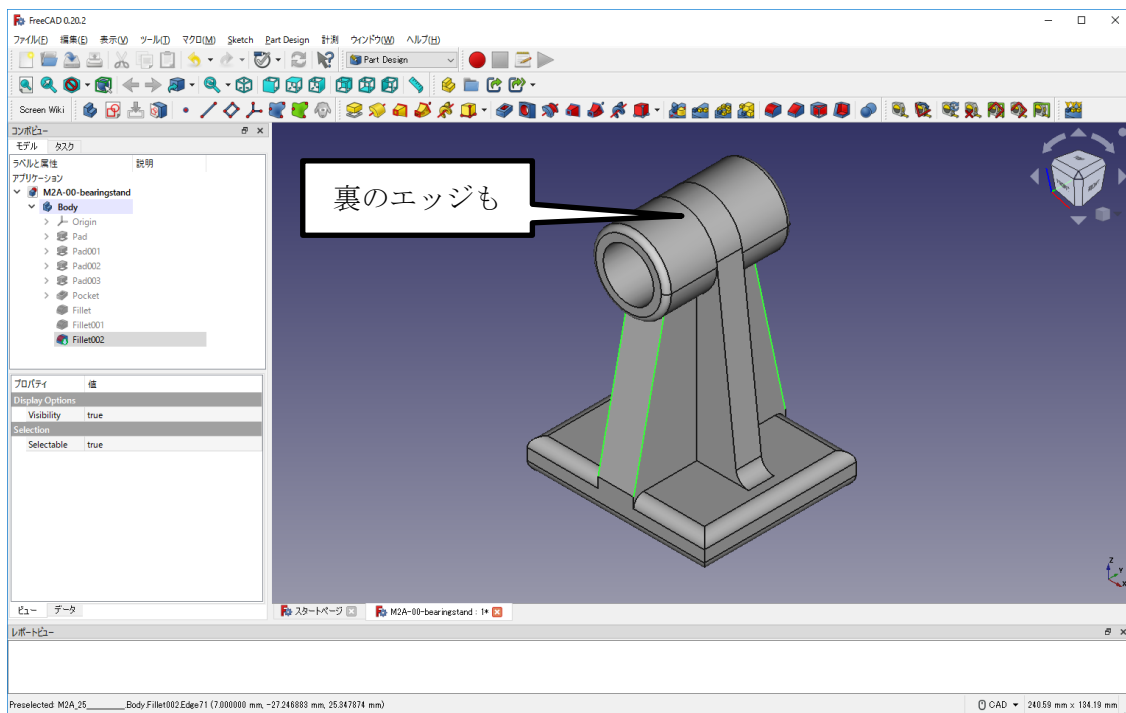


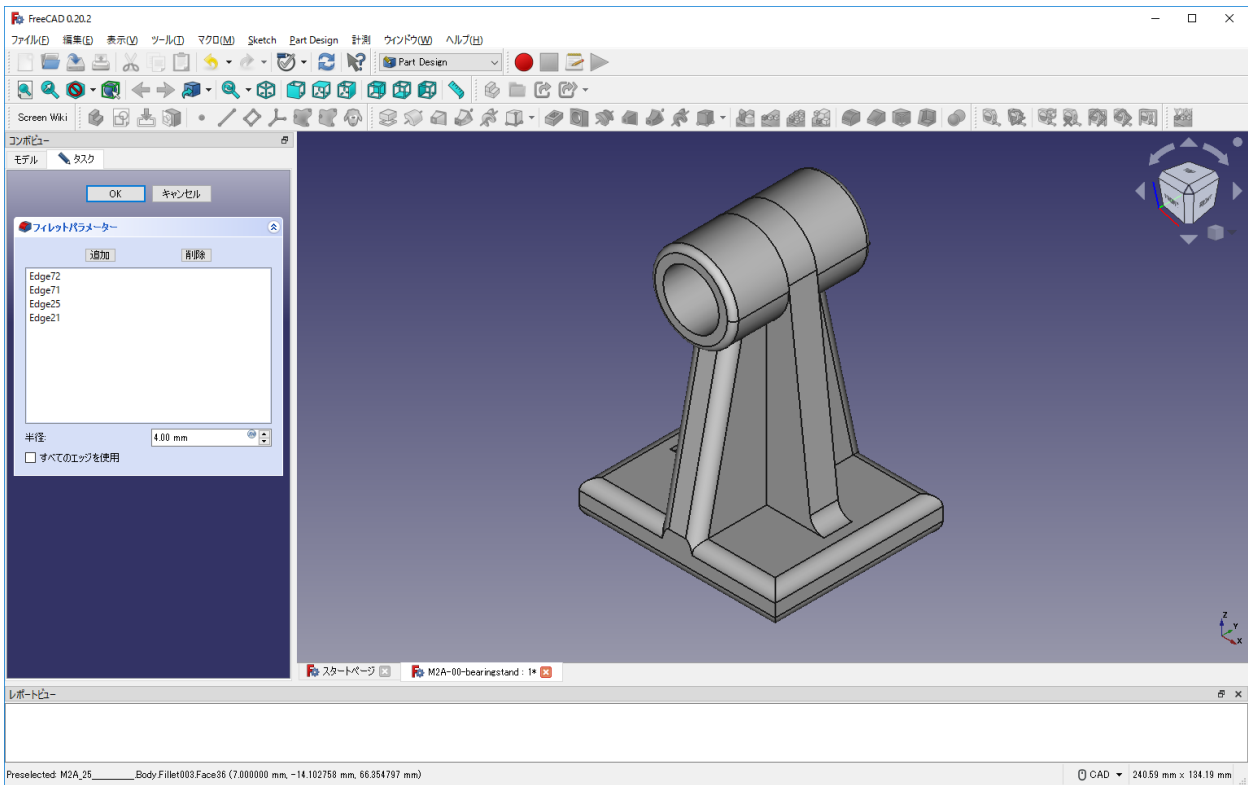
土台の上部 4 辺(4mm)。複数のエッジを選択するには「Ctrl」キーを押しながらマウスリックで選択する。




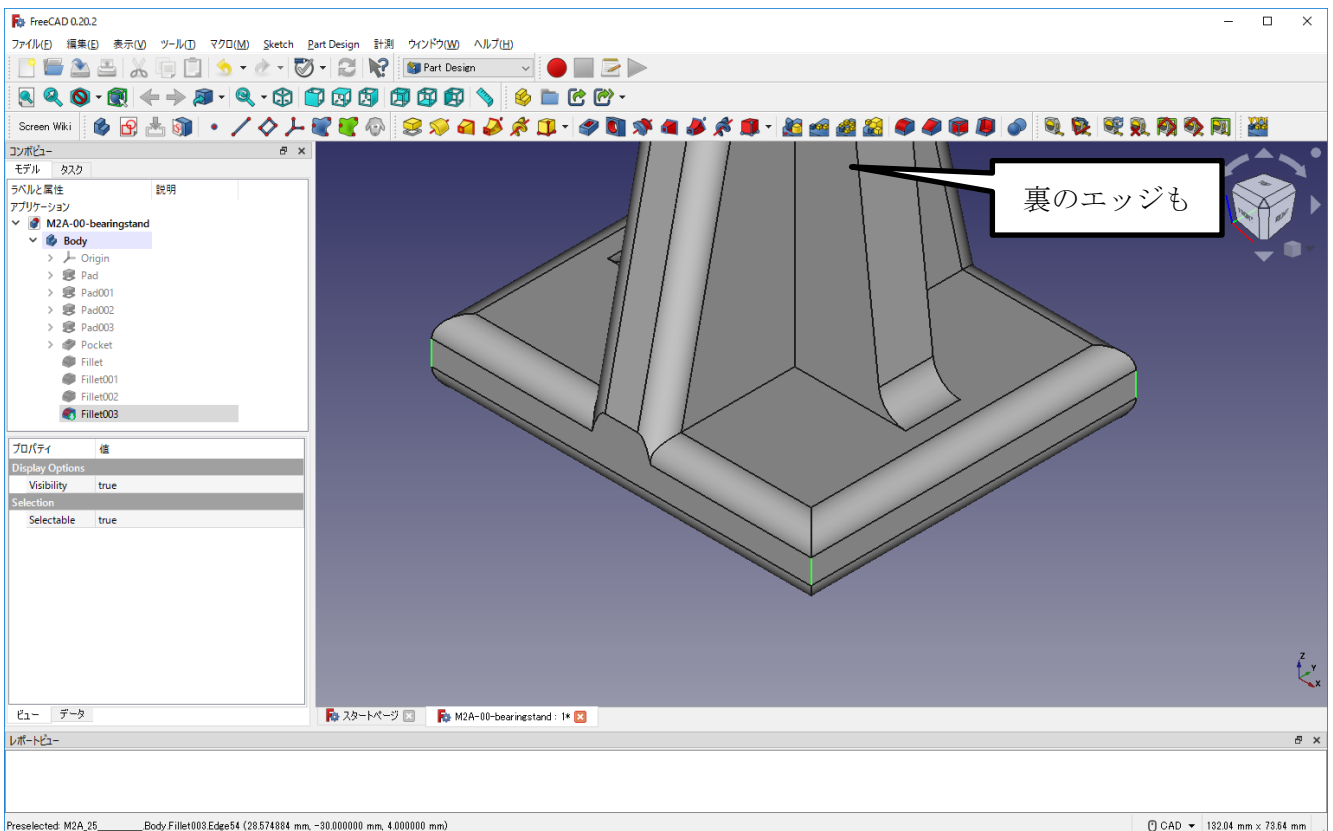


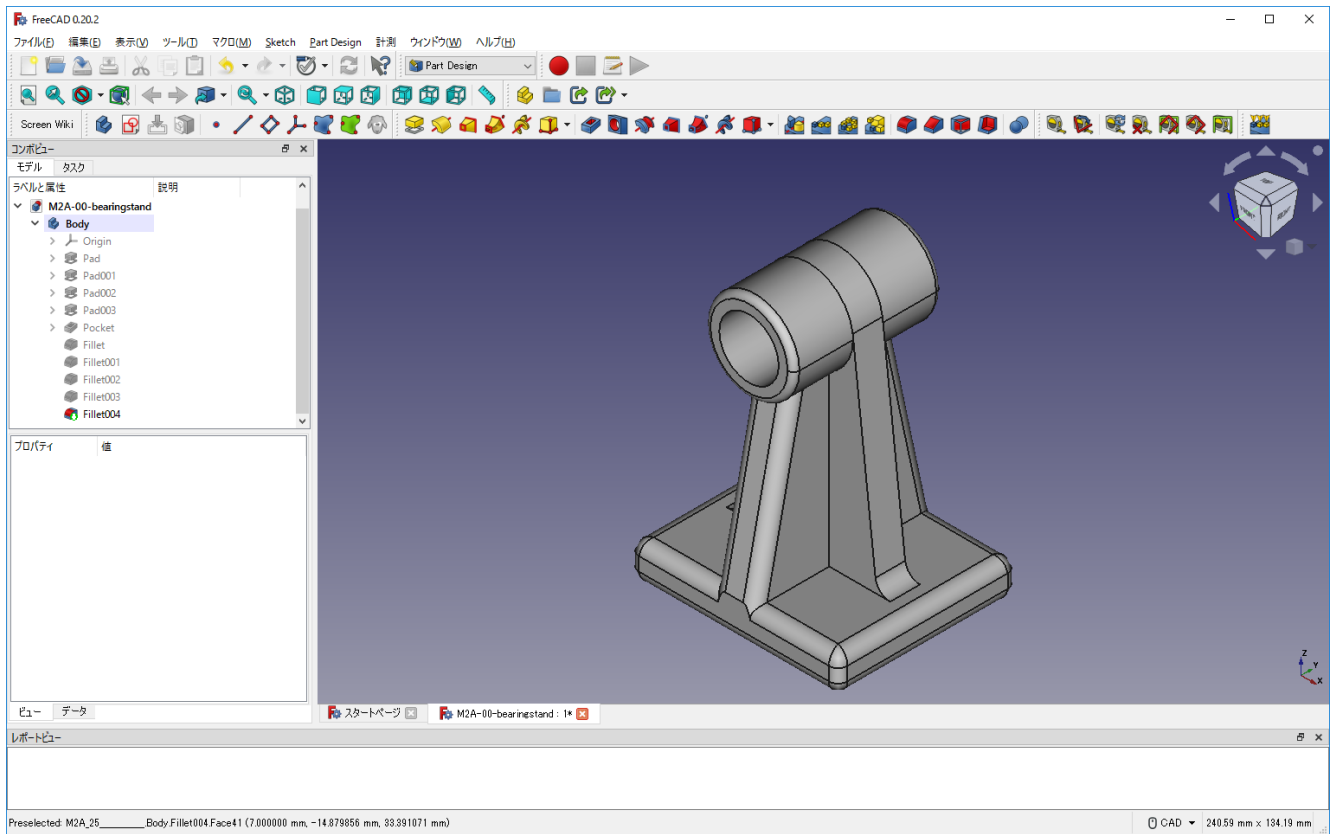
図のようにモデルの中央部のエッジを指定する（緑色の線）。複数のエッジを選択する場合には、「ctrl」キーを押しながら、マウスでクリックする。にフィレット  (4mm) (画像では見えていないが、裏面も)






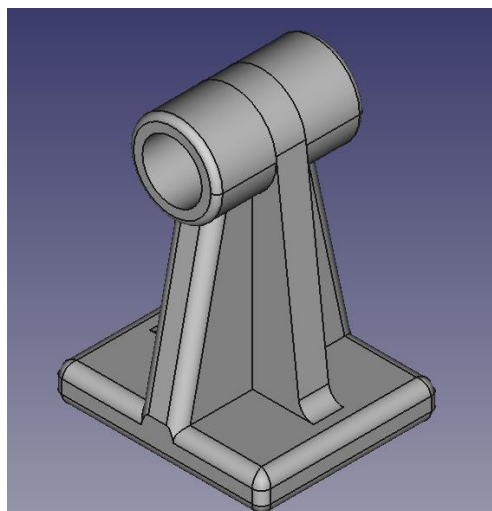
図のようにモデルの土台部側面のエッジを指定する（緑色の線）。複数のエッジを選択する場合には、「ctrl」キーを押しながら、マウスでクリックする。 フィレット  (3mm)
 (画像では見えていないが、裏面も)





④  上書き保存しておく。

軸受台 完成！！



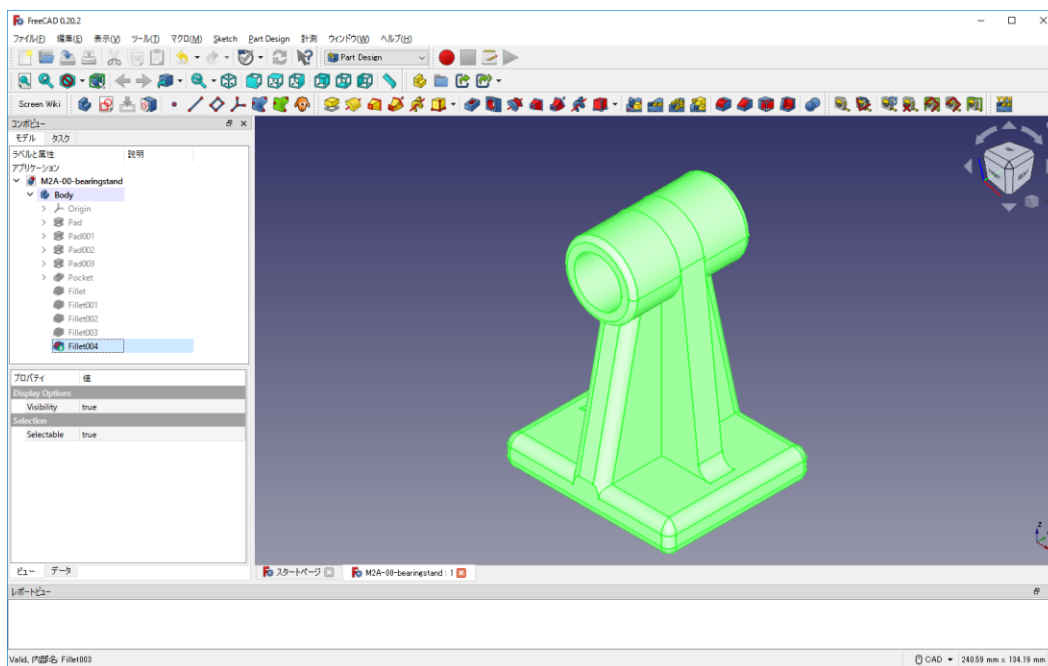
・4. stl 形式へのエクスポートの方法

この章では、3DCAD でモデリングしたデータを 3D プリンタで造型できる状態までにする流れを簡単に説明します。

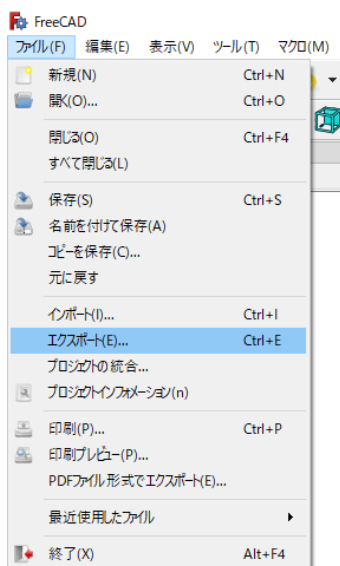
3D プリンタを取り扱う場合は「3D プリンタの説明書」を読んでから行ってください。

・4-1. stl 形式へのエクスポート

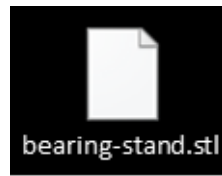
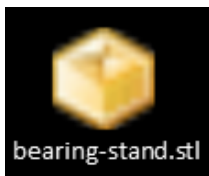
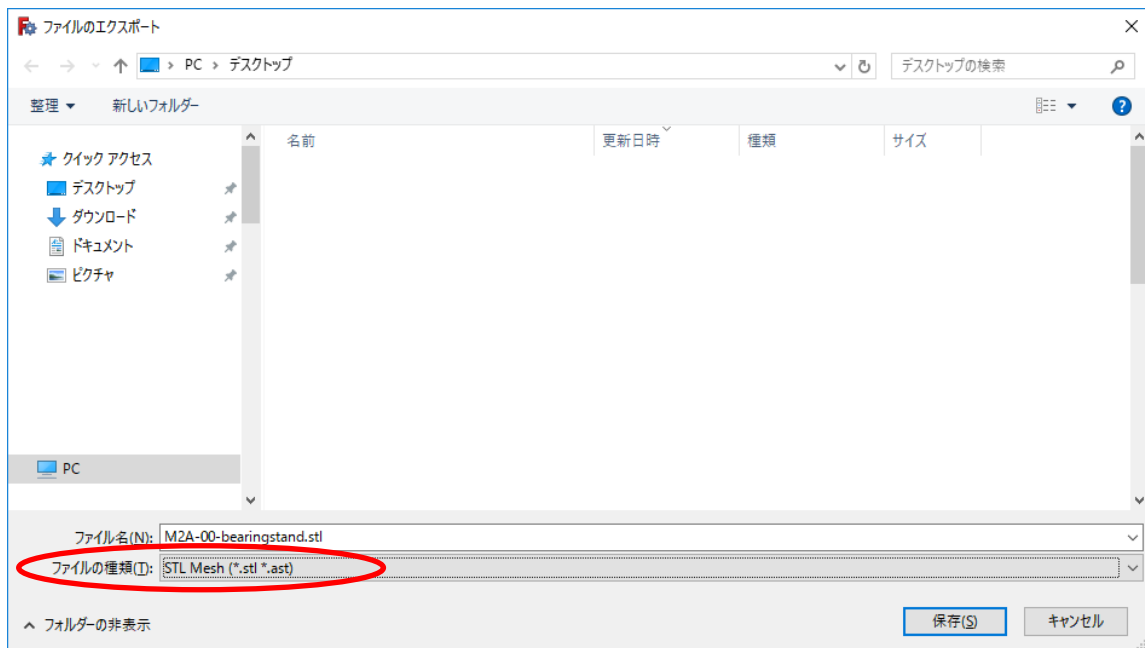
- ① モデル欄(タグ)から stl としてエクスポートしたいモデルを選択する。(例:「Fillet004」)



- ② メニューより「ファイル」→「エクスポート」を選択する。



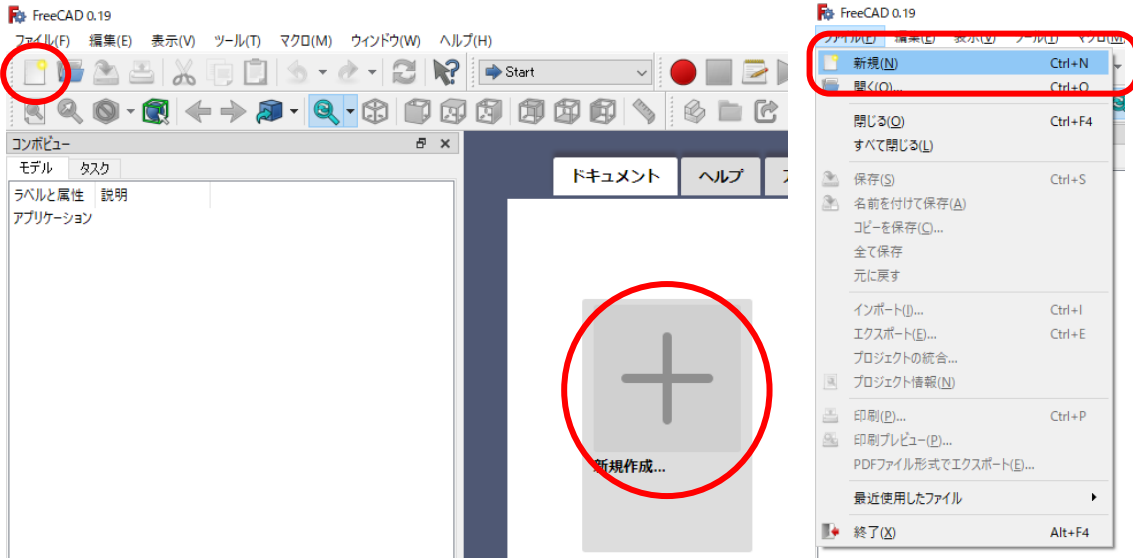
- ③ 「ファイル名を(例)M2A-00-bearing-stand」、「ファイルの種類を STL Mesh(.stl)」としてデスクトップに保存する（拡張子(.stl)は自動で付加される）。



※ アイコンはパソコンの環境によって変わるので、拡張子(.stl)で確認してください。

・5. スナップリングのモデリング（課題その②）

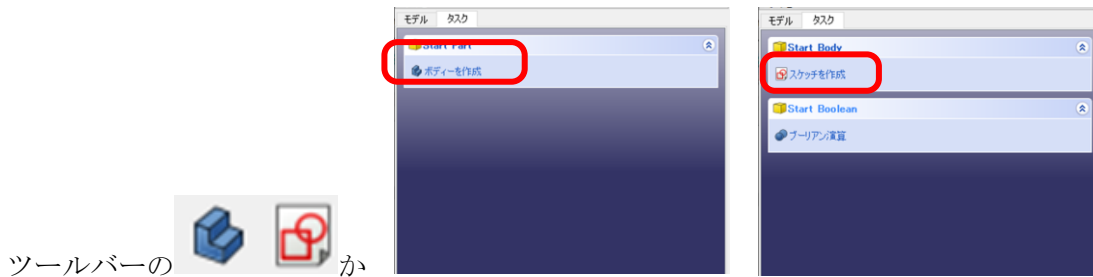
① 新規作成ボタンをクリック



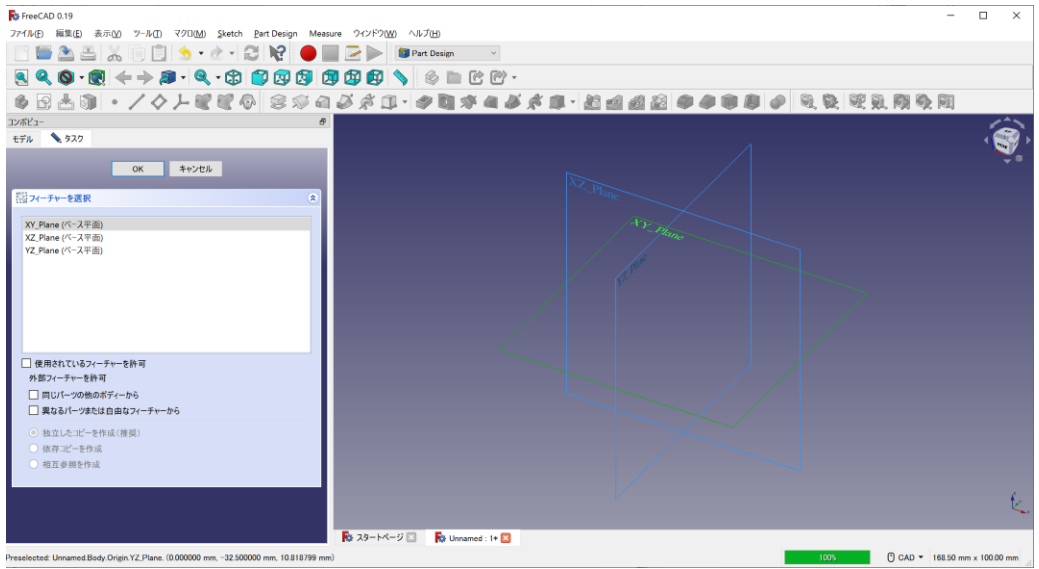
② モデルの作成



Workbench メニューから「Part design ワークベンチ」を選択する。（前回の「Part ワークショップ」ではないので、気を付けてください）

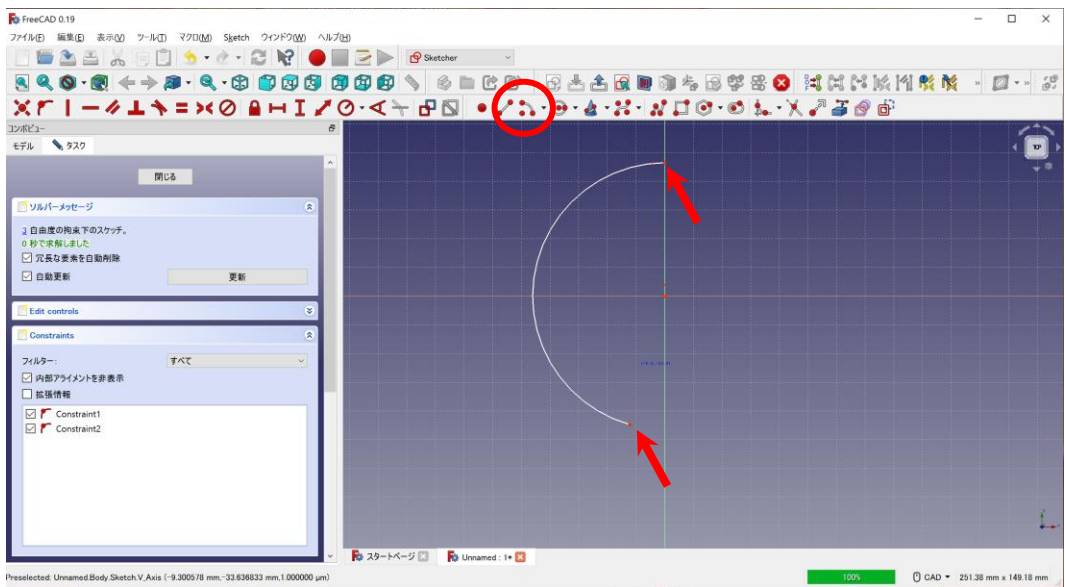
メニューあるいはタスクタグで「ボディ」を作成し続けて、「スケッチ」を作成する。

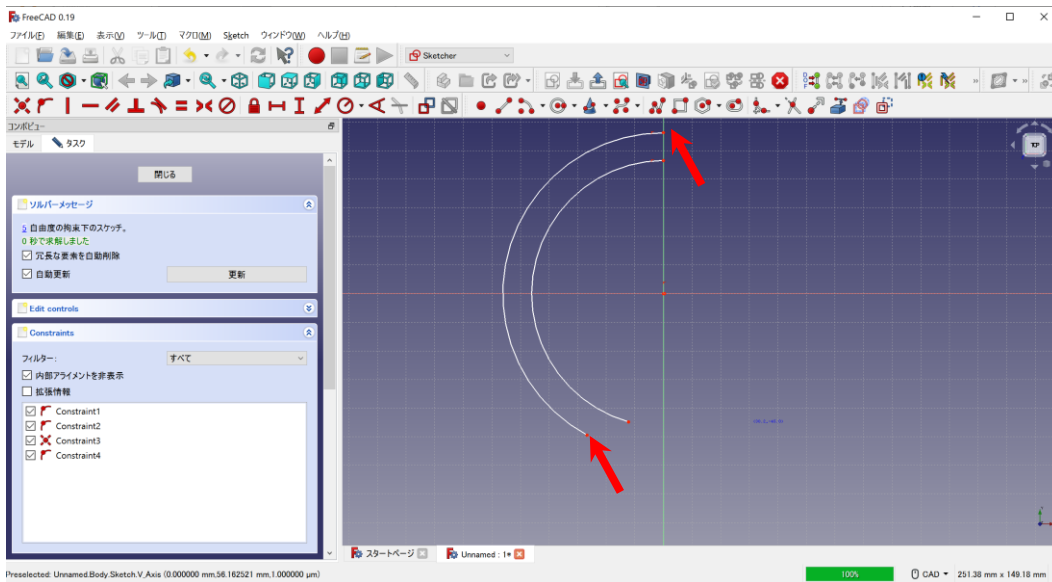


（2次元の形状を）スケッチ方向を決める。今回は「XY_Plane」を選択する。（画面にでてくる Plane を直接選択でも OK。選択すると枠が緑色になる）

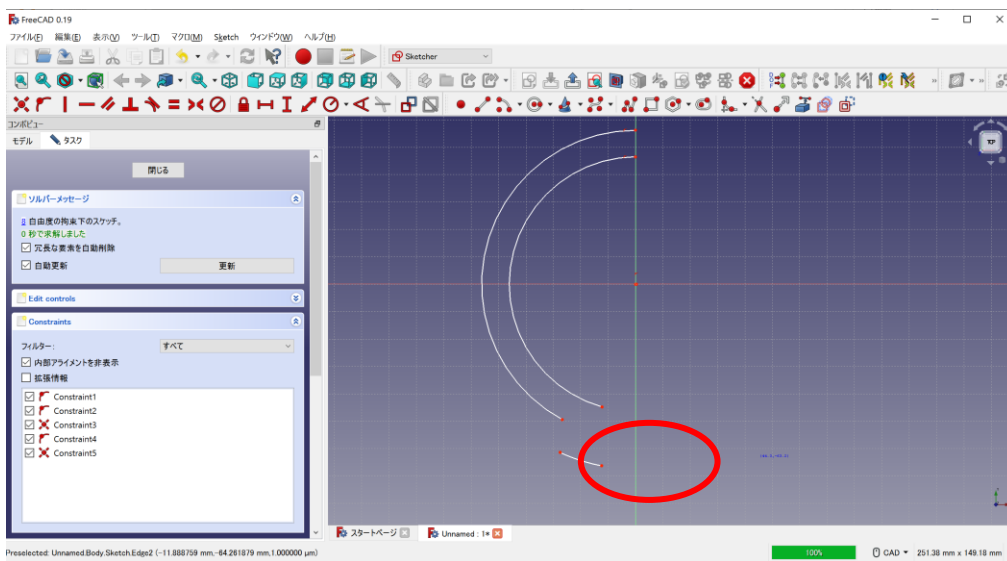




 ▼半円アイコンを選択し、中心線に接する（中心線近くから描き始めると自動でがでて接点拘束も自動でされる）ところから反時計回りに半円を2つ描く。

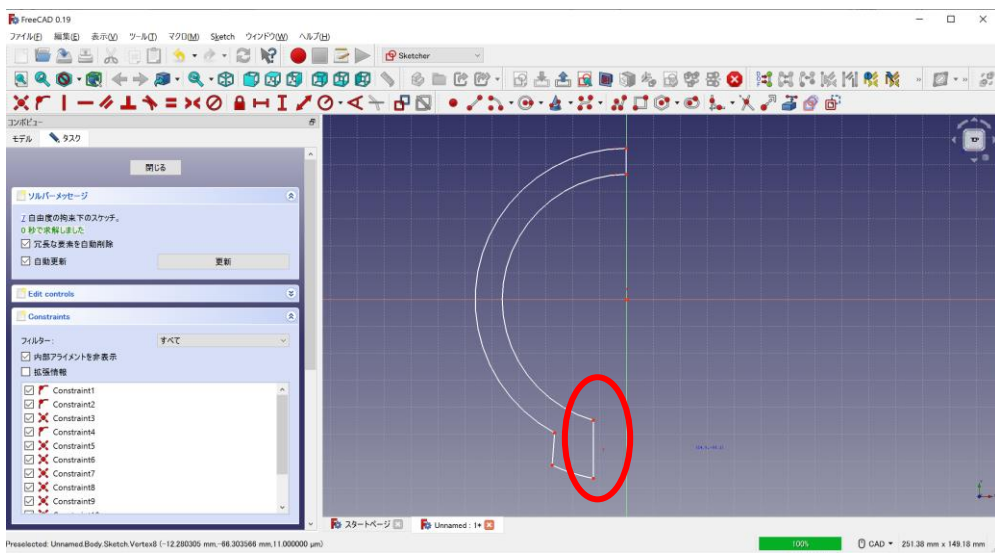
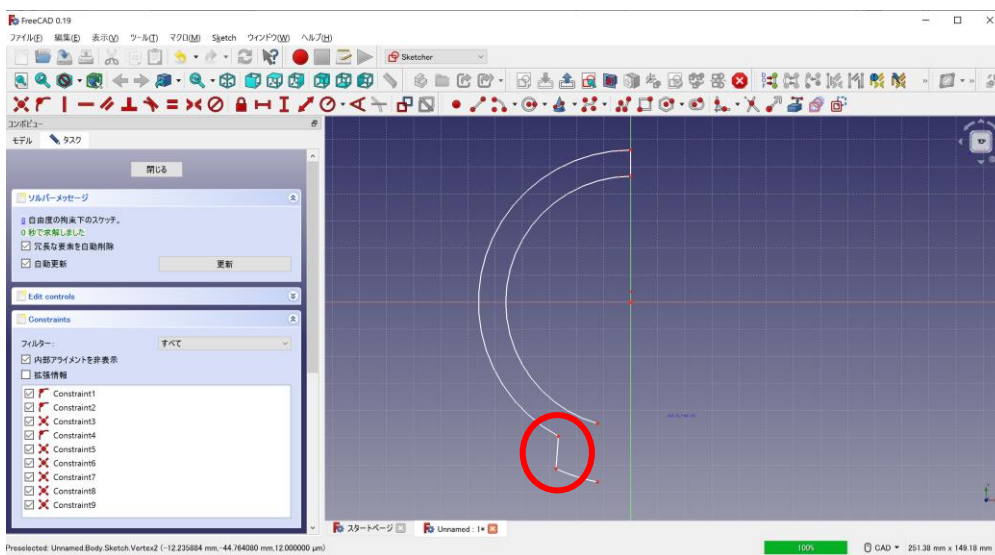
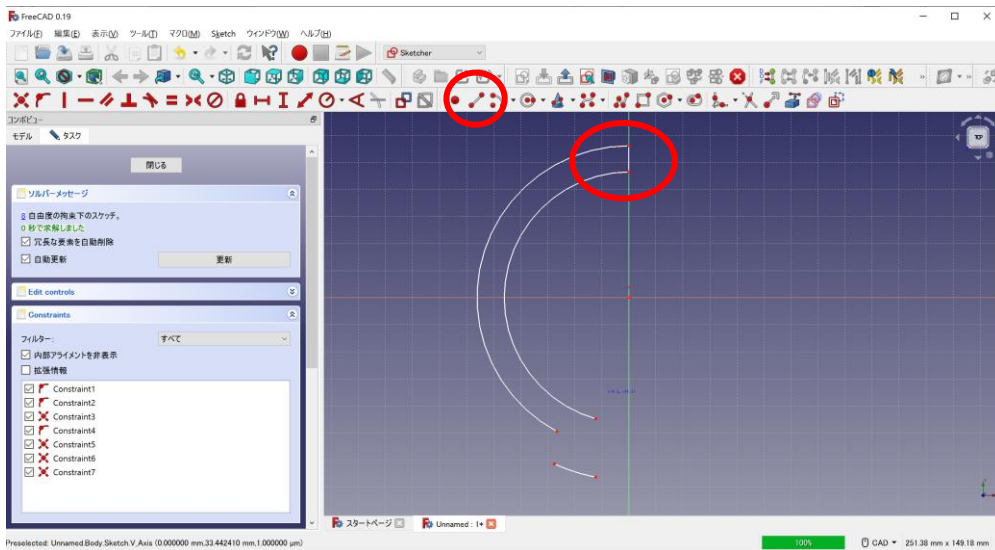




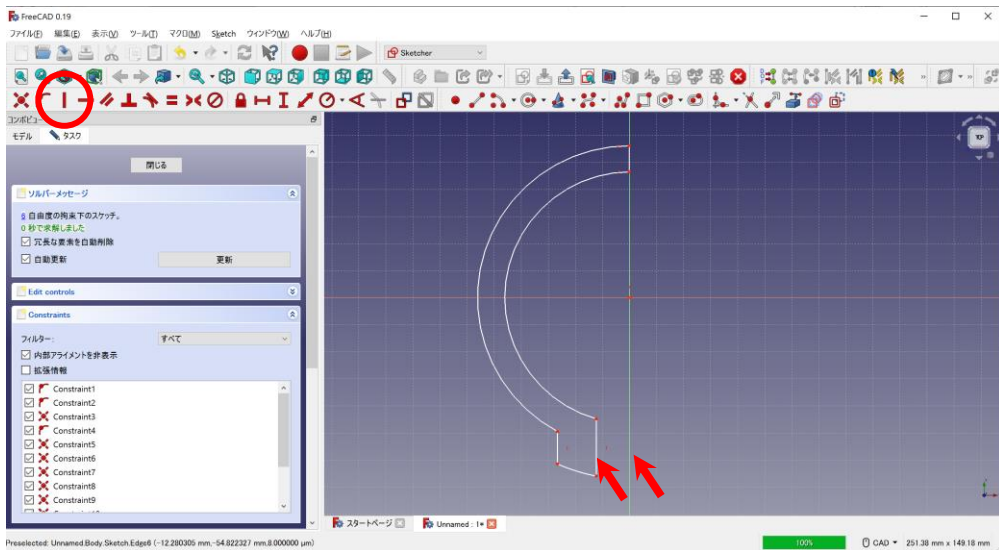
さらに、下部に短い円周を描く (1つ)



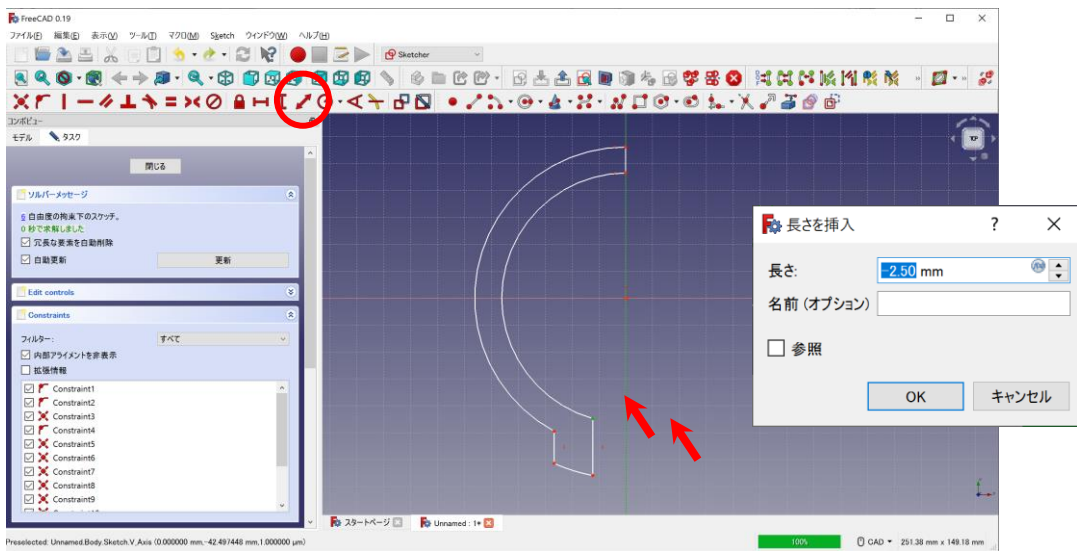
 直線を選択し、2つの円周をつなぐ



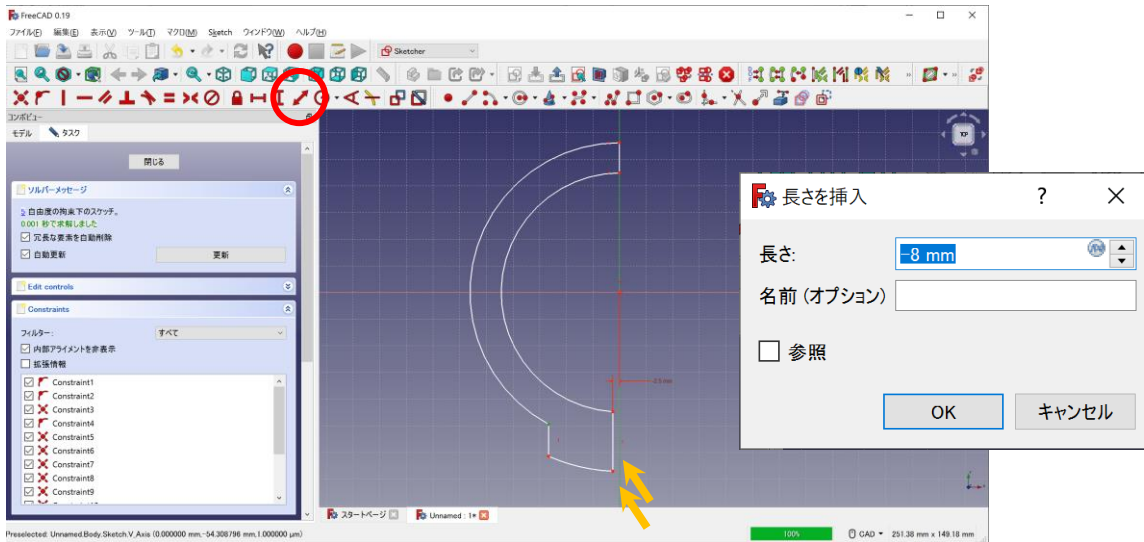
垂直拘束を選択し、2本の直線を垂直拘束する。



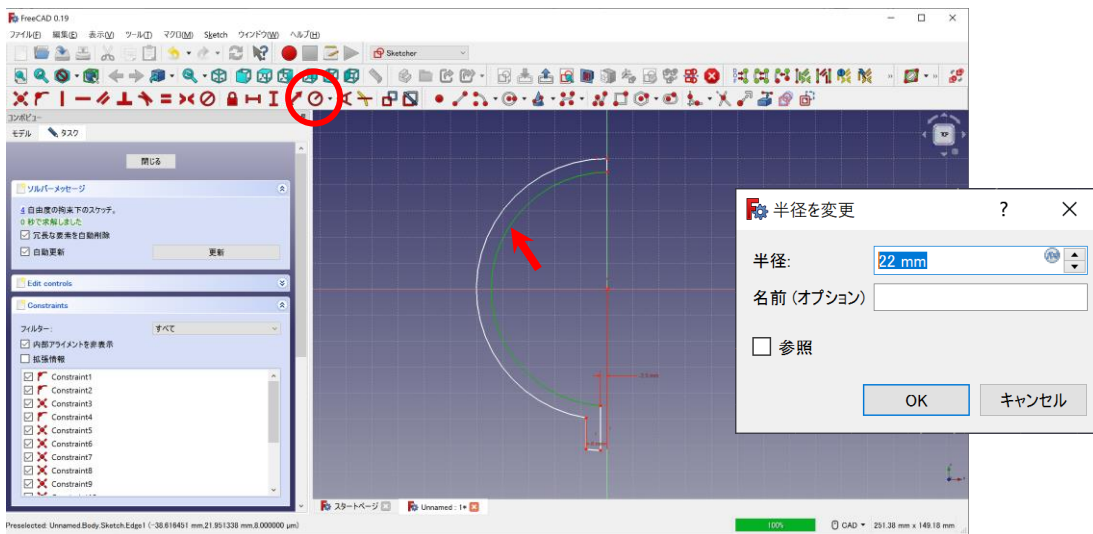
長さの拘束を選択し、右点と中心線（垂直）を-2.5mm、左点と中心線（垂直）を-8.0mmとする。



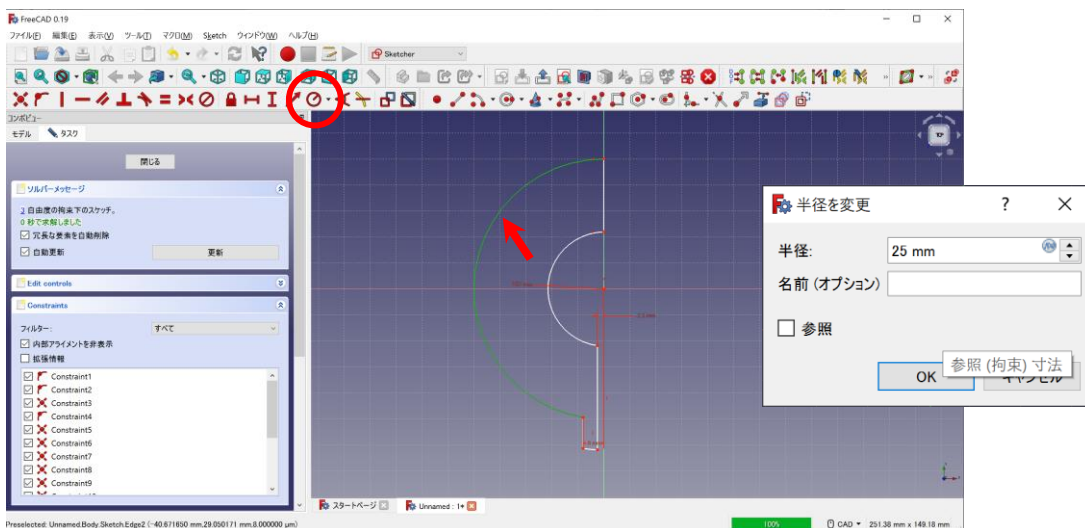
長さの拘束を選択し、下図の点と中心線（垂直）を-8.0mmとする。




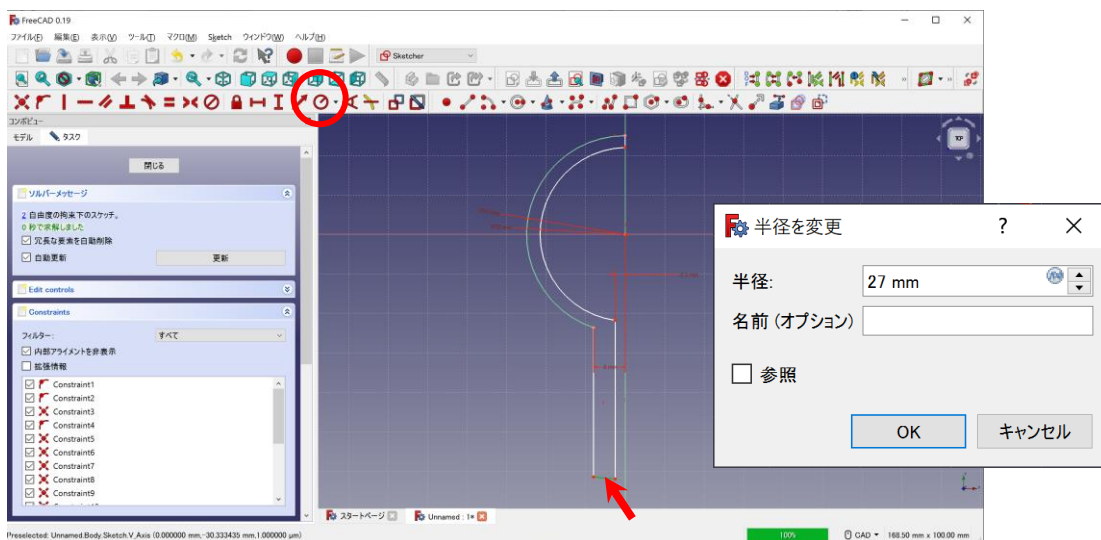
半径の拘束を選択し、半径を 22mm とする。



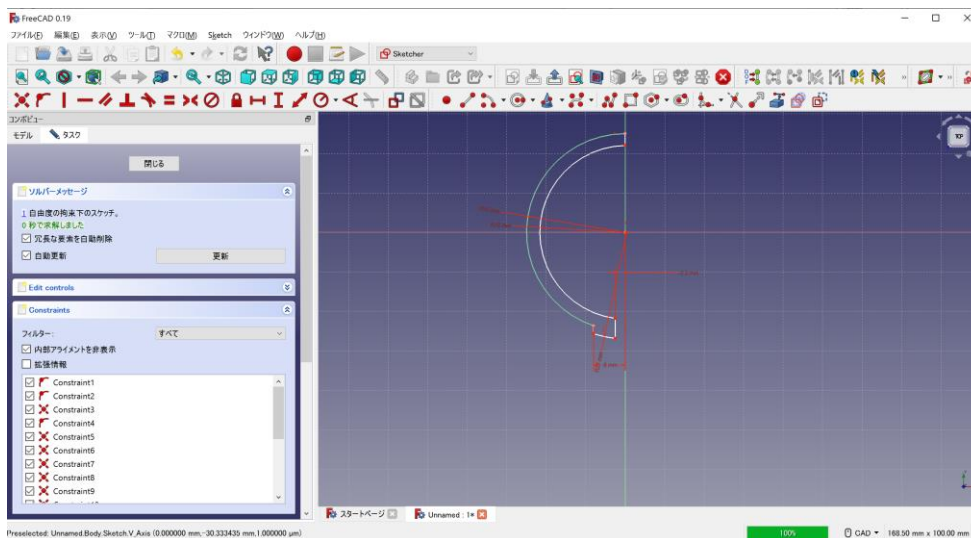
半径の拘束を選択し、半径を 25mm とする。




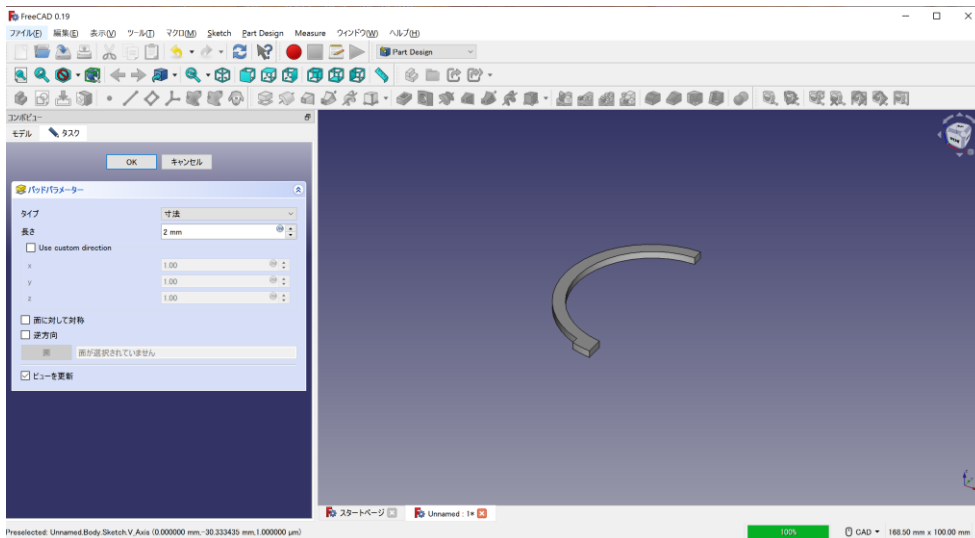
 半径の拘束を選択し、半径を 27mm とする




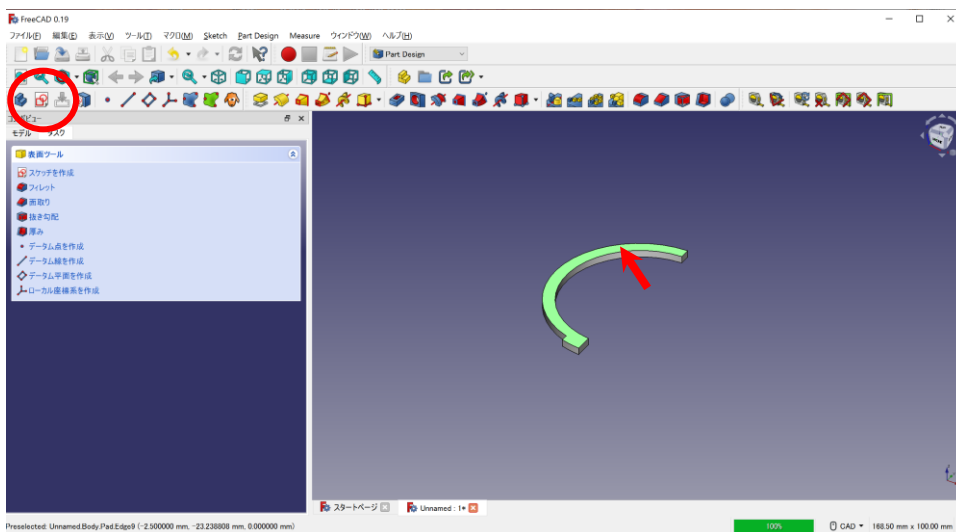
完成 「閉じる」ボタンを押し、スケッチを終了する。




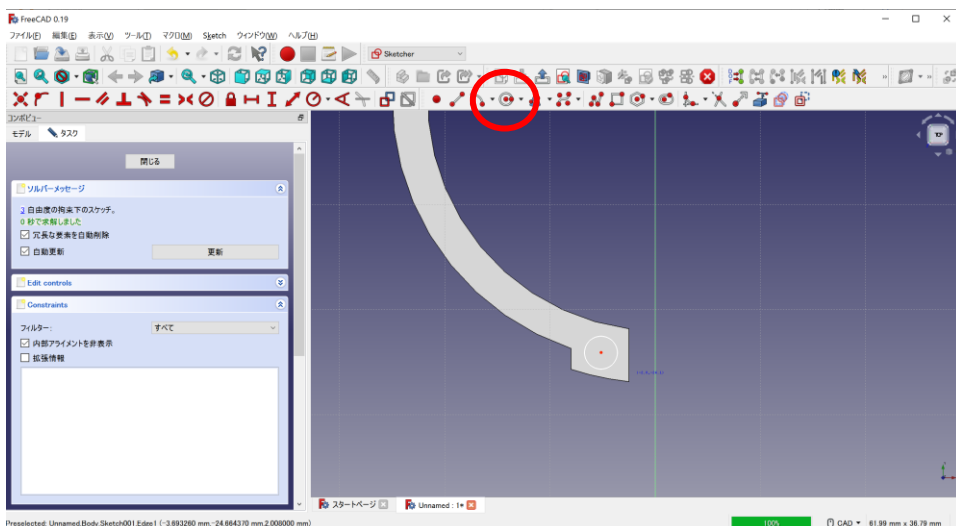
 「パッド」をクリックし、長さを 2mm とする (OK を押す)。




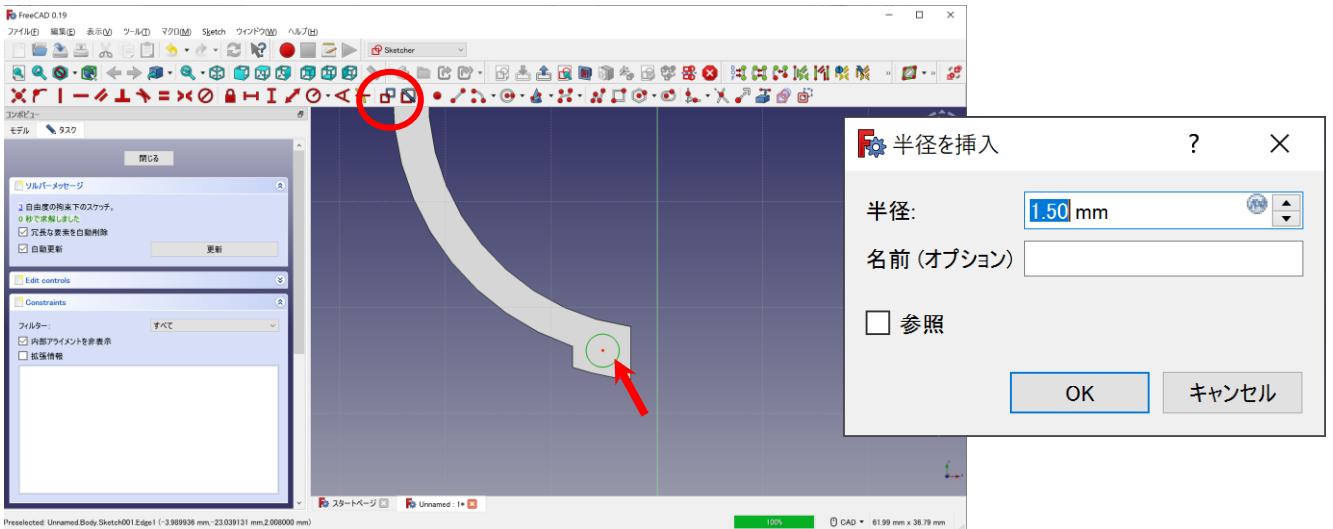
作成したモデルの上面を選択した状態で、メニューあるいはタスクタグで「 スケッチを作成」ボタンを押す。



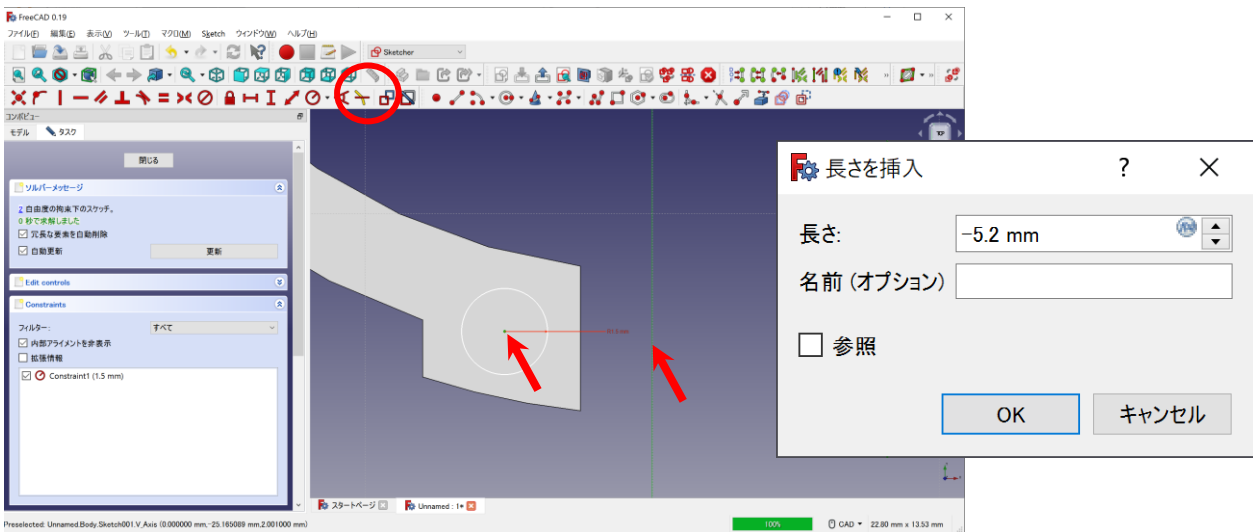
 円を1つ作成する。(中央クリック→適当な円周でクリック。その後、右クリックで解除)



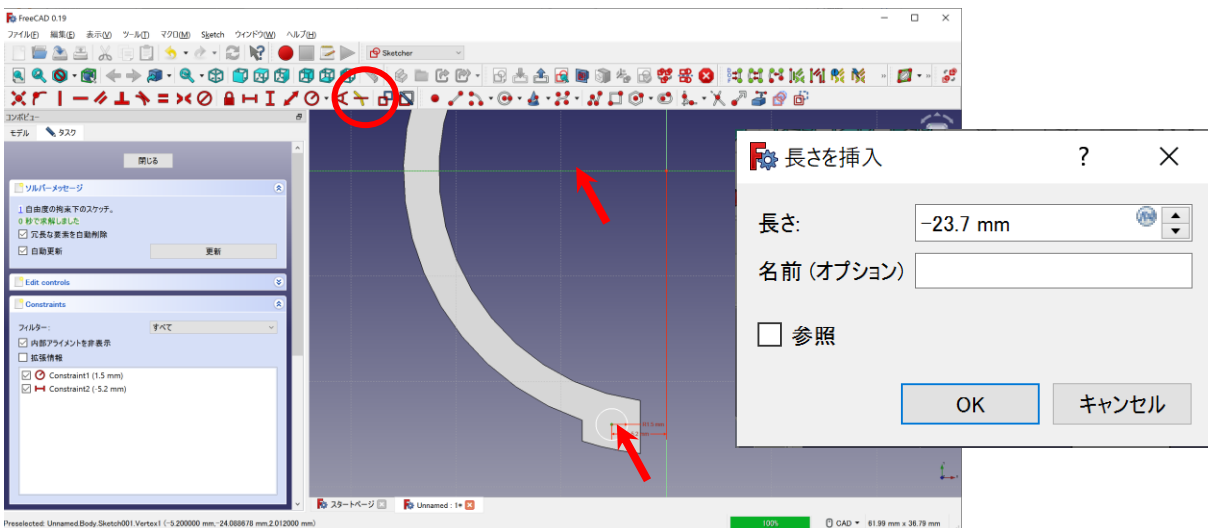
半径を 1.5[mm] に設定する。(円周を選択して  アイコンをクリック)




長さの拘束を選択し、下図の円の中心点と中心線 (垂直) を -5.2mm とする。

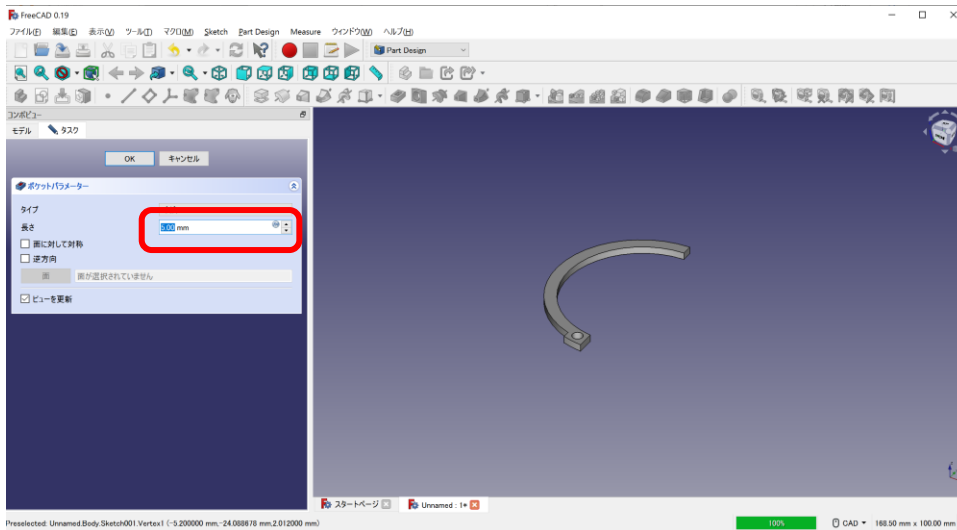



長さの拘束を選択し、下図の円の中心点と中心線 (水平) を -23.7mm とする。

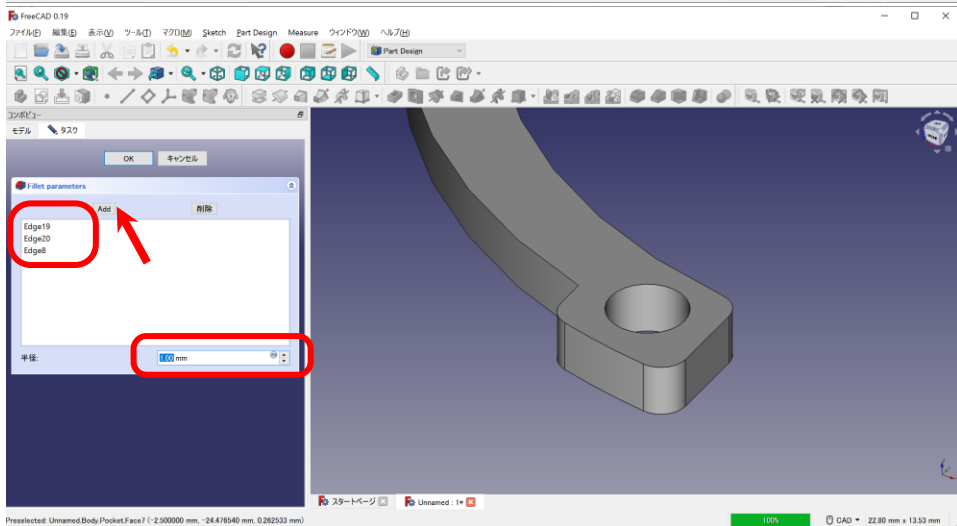
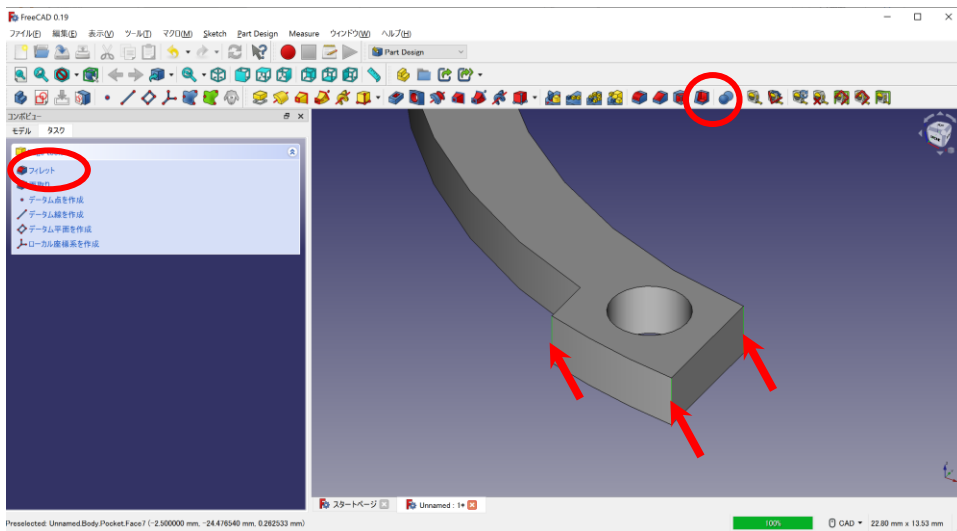


タスクで「閉じる」を押してこのスケッチの編集を終了します。

「 ポケット」を押し、長さを 2mm 以上（下図は 5mm）に設定し、OK を押す。



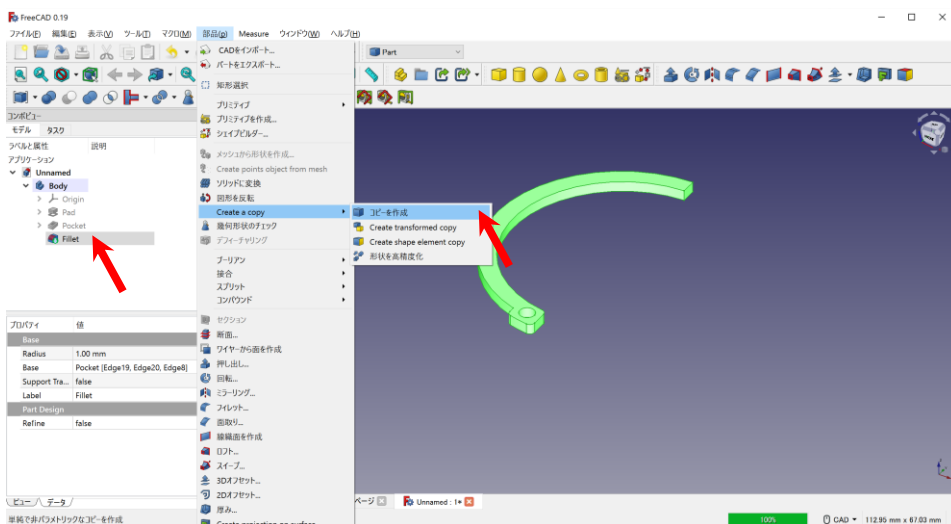
「 フィレット」を選択し、3 か所を追加し、1mm のフィレットとする。



フィレットができたなら「OK」を押す。

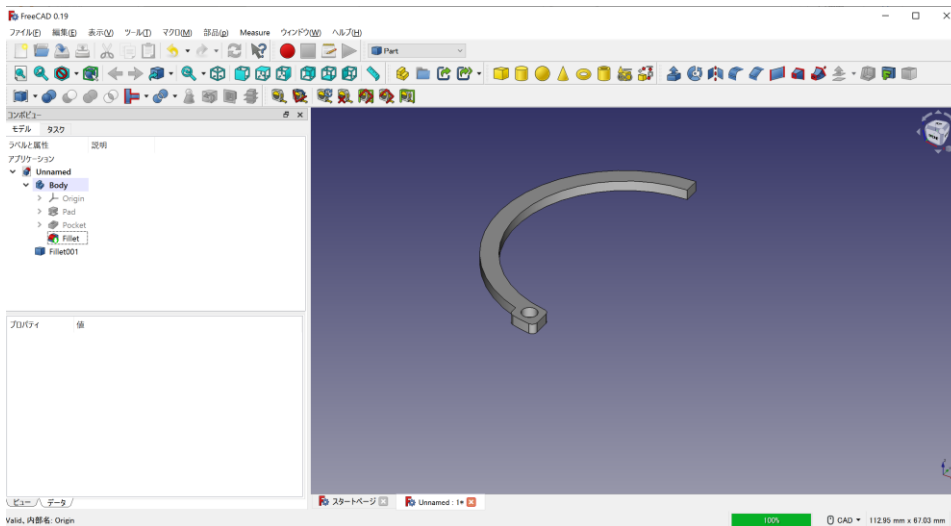
「Part ワークベンチ」に切り替える。

ツリービューの Fillet を選択した状態で「メニュー」→「部品」→「Create a copy」→「コピーを作成」を選択

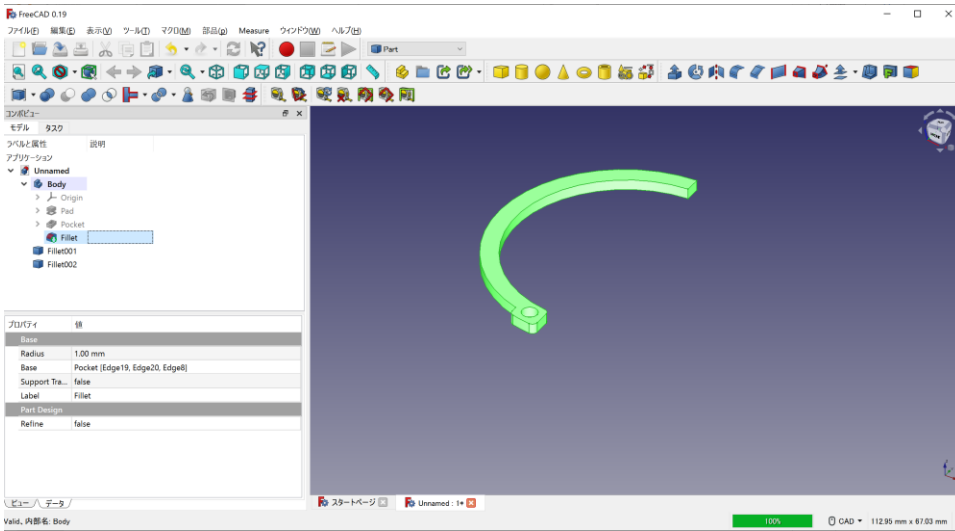


Fillet001 としてコピーされる（が、完全に重なっているのので、描画の変化はない）。

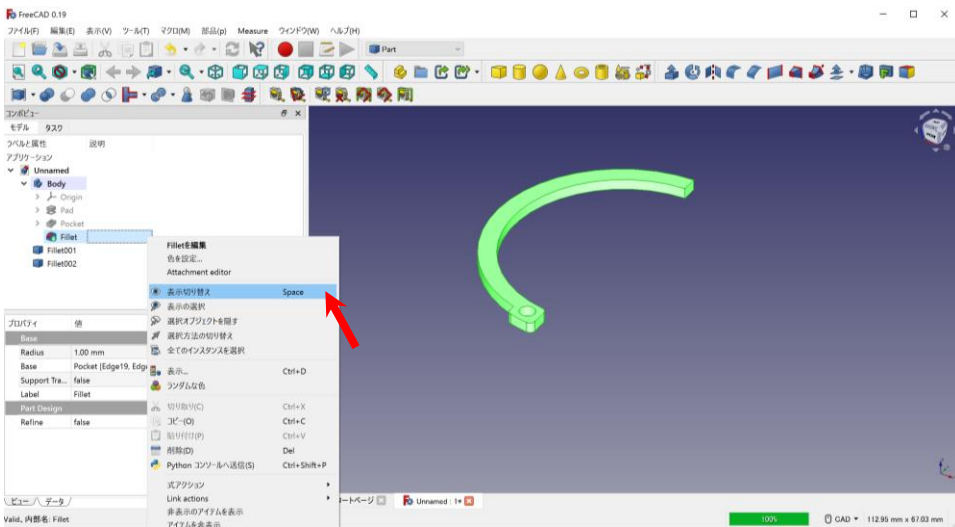
もう一度、ツリービューの Fillet を選択した状態で、同様に「メニュー」→「部品」→「Create a copy」→「コピーを作成」を選択（同じものが2つ複製された。オリジナルと合わせると3つ重なっている）



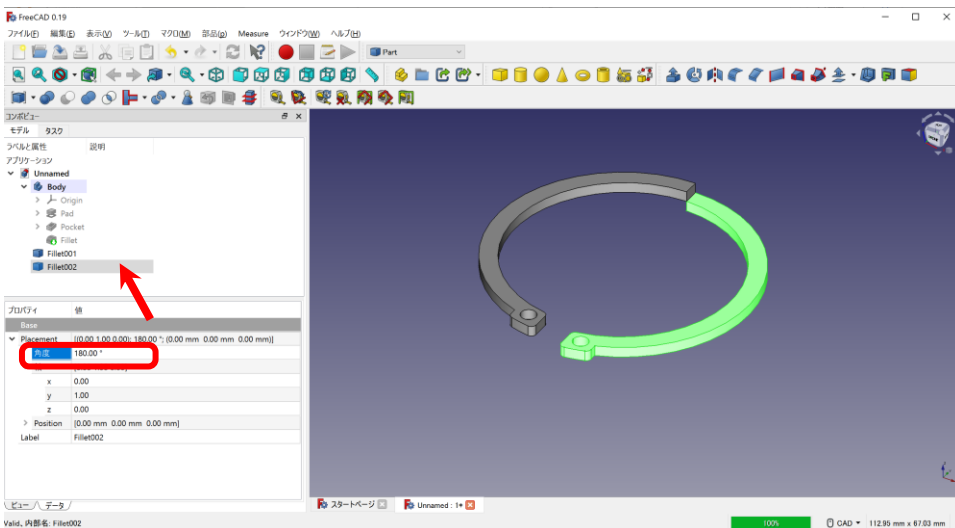
Fillet002 としてコピーされる。



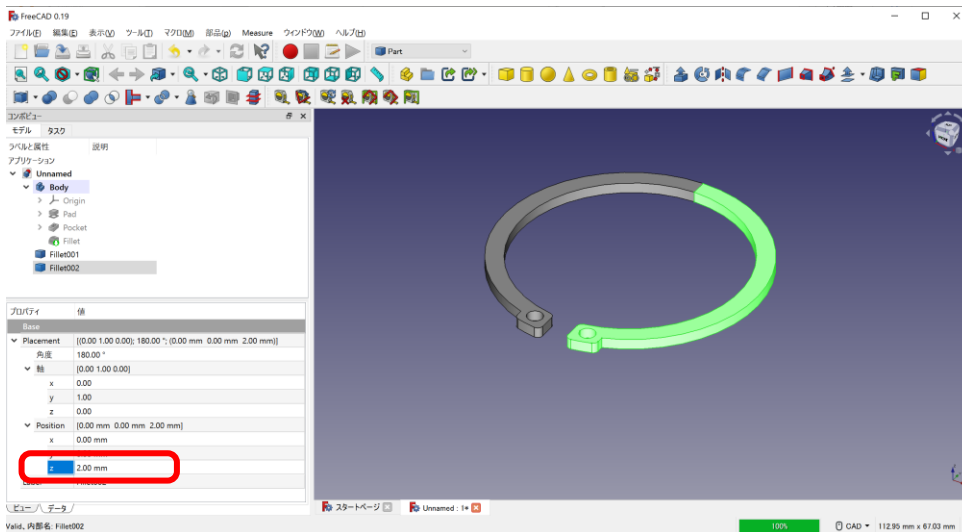
最初にモデリングした「Fillet」は右クリックして「表示の切り替え」で非表示にする。
 (オリジナルは念のためデータとしては残しておくため)



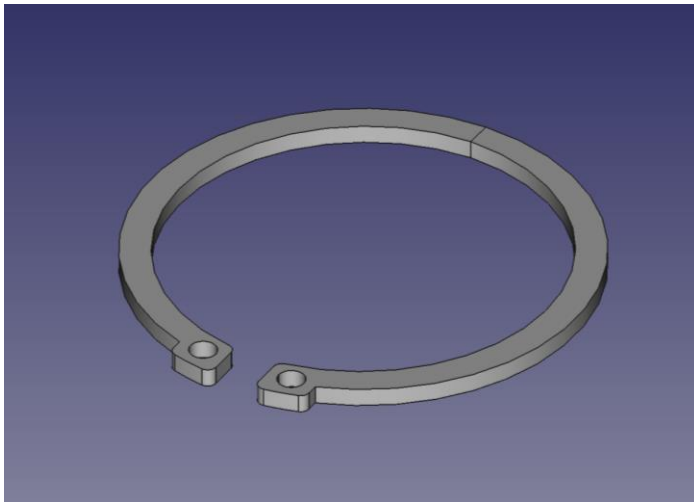
ツリービューで「Fillet002」を選択し、「データビュー」の Placement の角度を「180°」とする。



続けて Position の z 方向を「2mm (Pad で設定した厚さ)」とする。



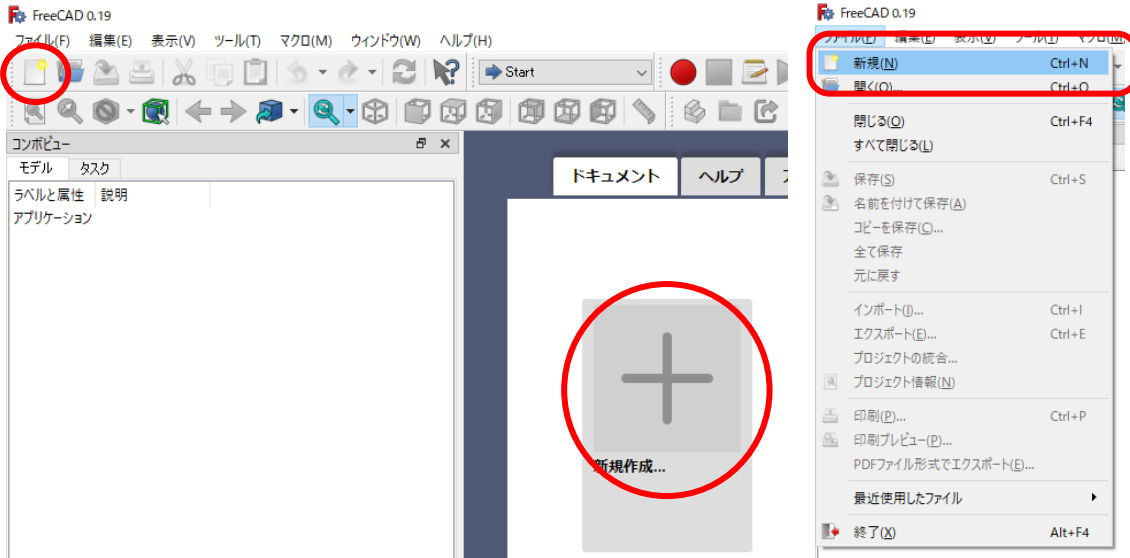
スナップリング完成！！



3D プリンタで造形を行う場合は「4. stl 形式へのエクスポートおよびスライサーソフトの使用方法」と同様の手順をしてください。

・ 6. スプーンモデリング (発展課題その①)

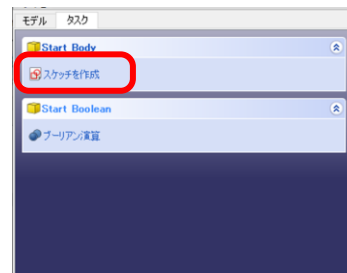
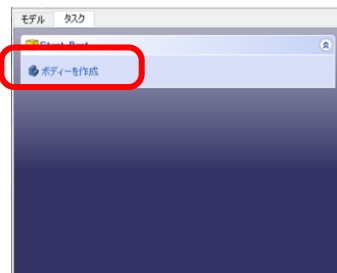
新規作成ボタンをクリック





Workbench メニューから「Part design ワークベンチ」を選択する。

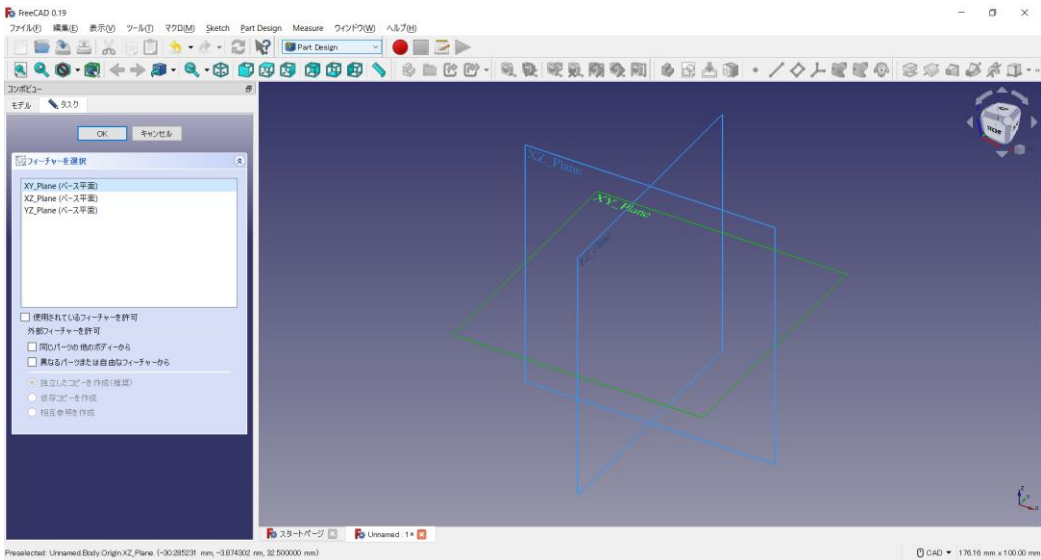



メニューあるいはタスクタグで「ボディ」を作成し続けて、「スケッチ」を作成する。

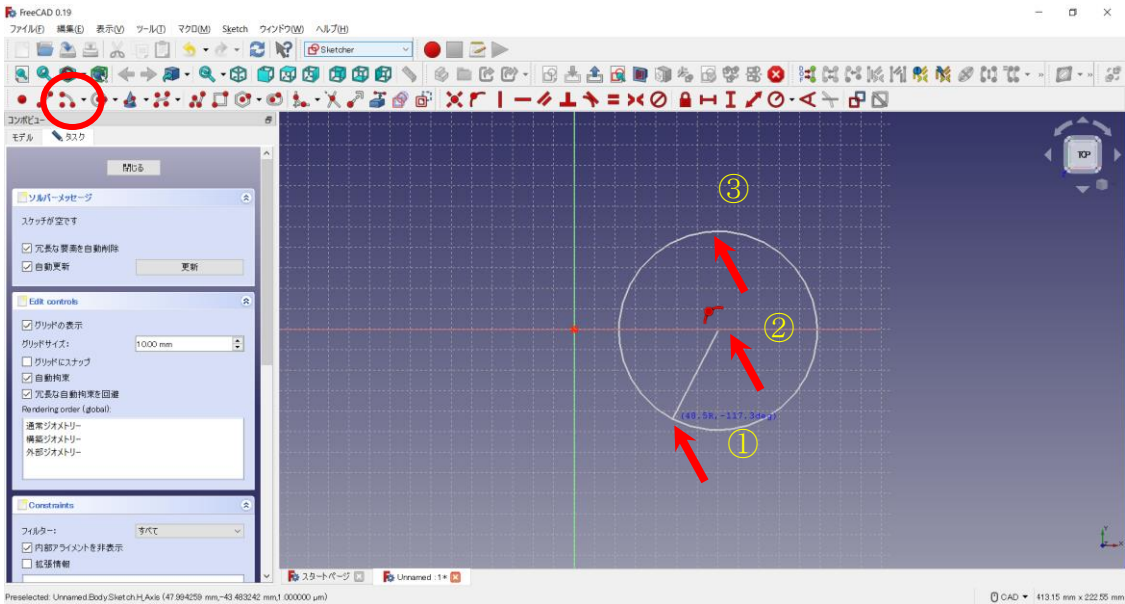


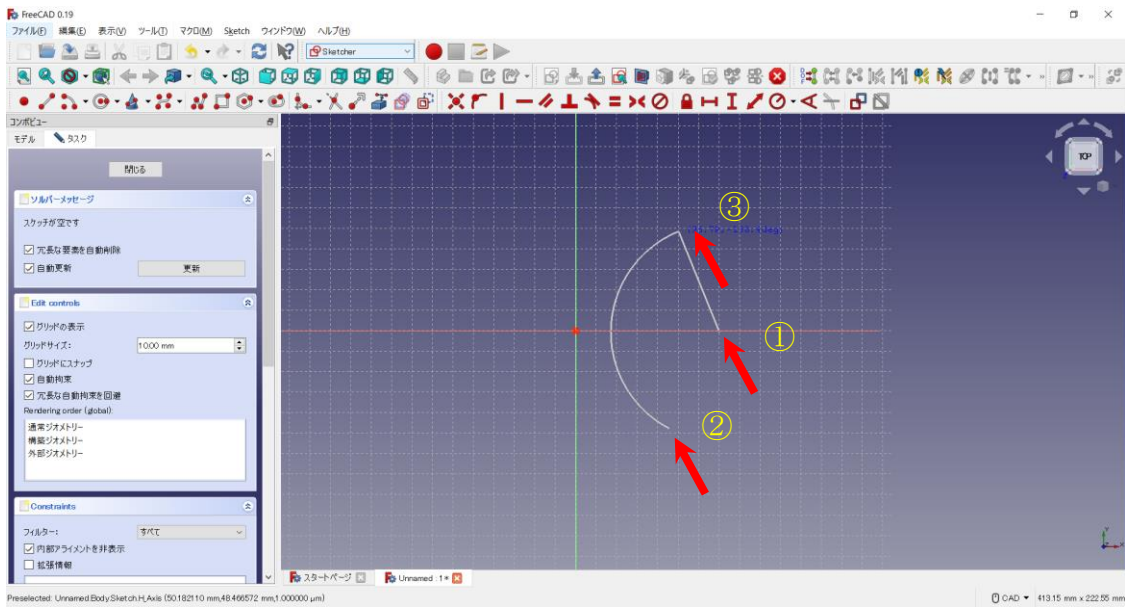
ツールバーの  か  か


(2次元の形状を) スケッチ方向を決める。今回は「XY_Plane」を選択する。(画面にでてくる Plane を直接選択でも OK。選択すると枠が緑色になる)

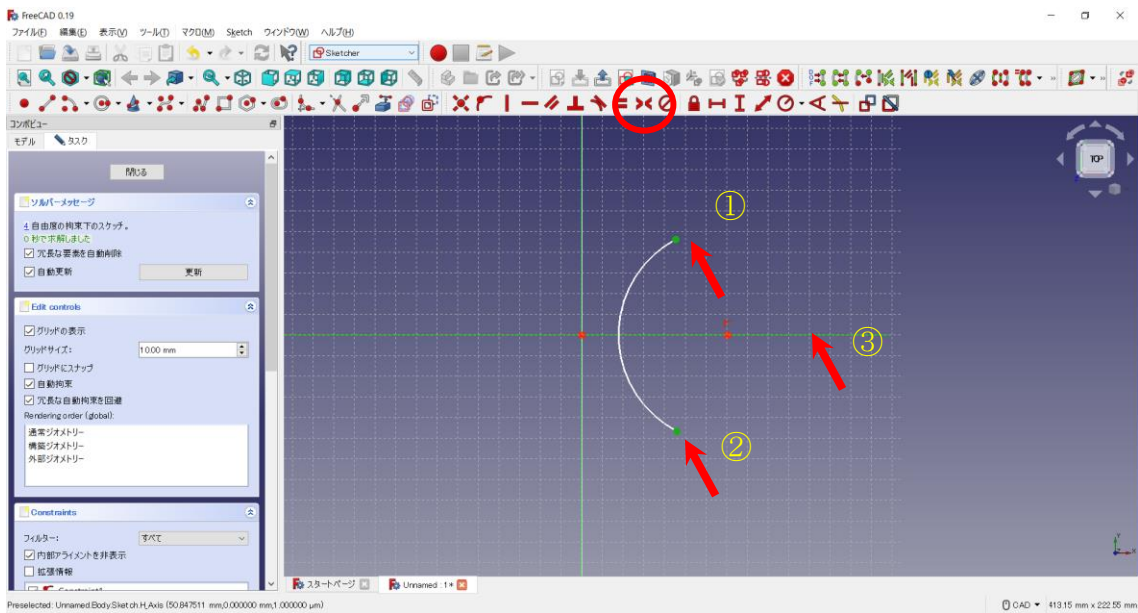


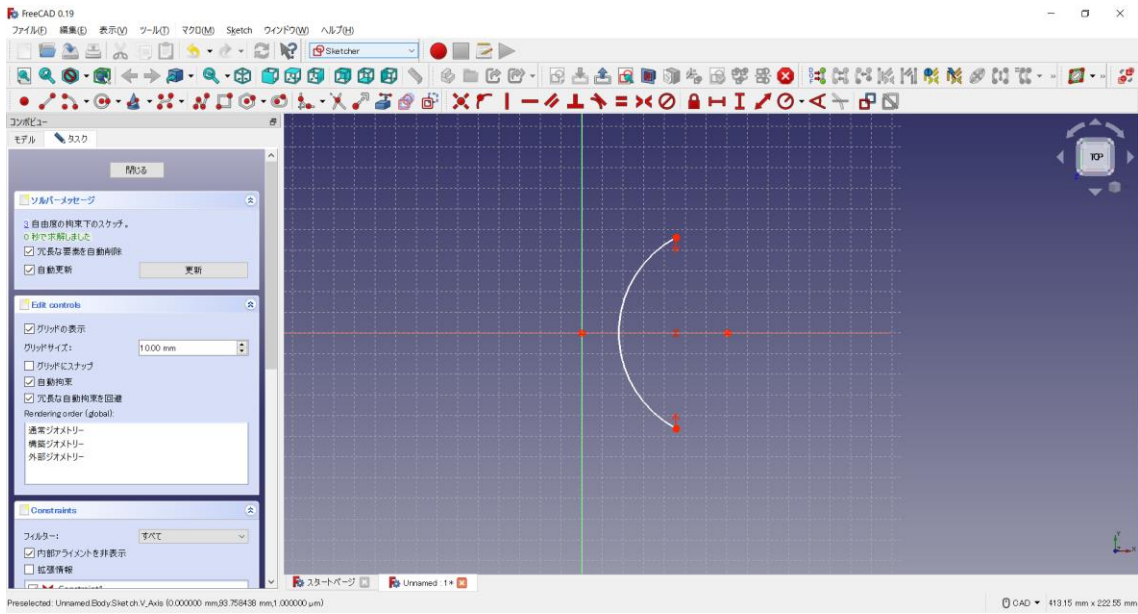
中心線（垂直）よりも右側に円弧を描く。「スケッチに円弧を作成」ボタンを押し（①（①は水平の中心線上に）②③の順でクリック）（中心線付近でクリックすると、自動でが表示されて接点拘束も自動でされる）



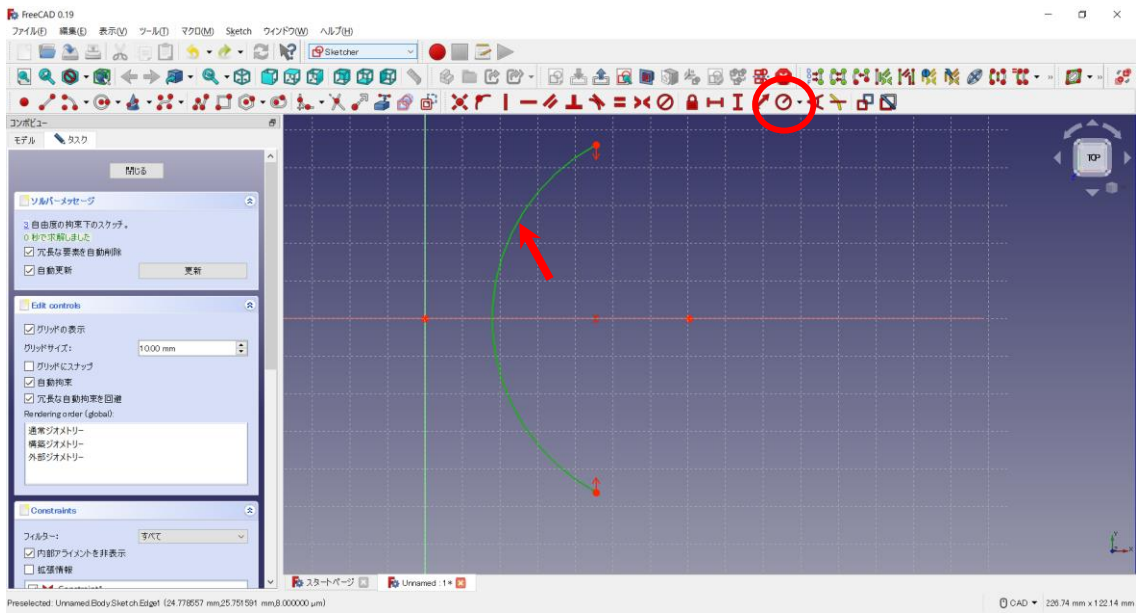


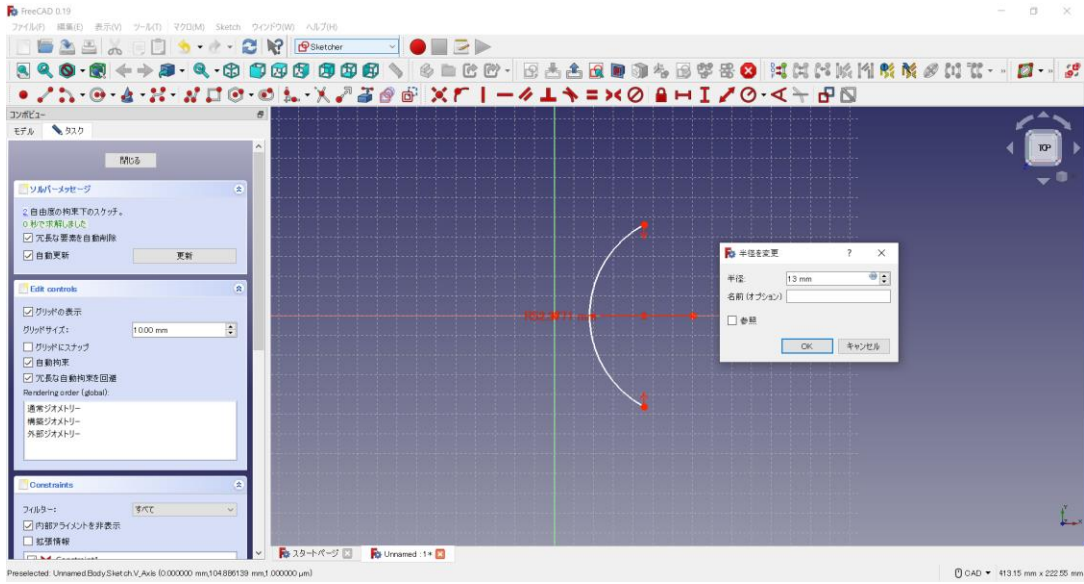
円弧の両端の点と、中央線（水平）を選択した後に、 を押し、中央線に対して上下対称に拘束する。



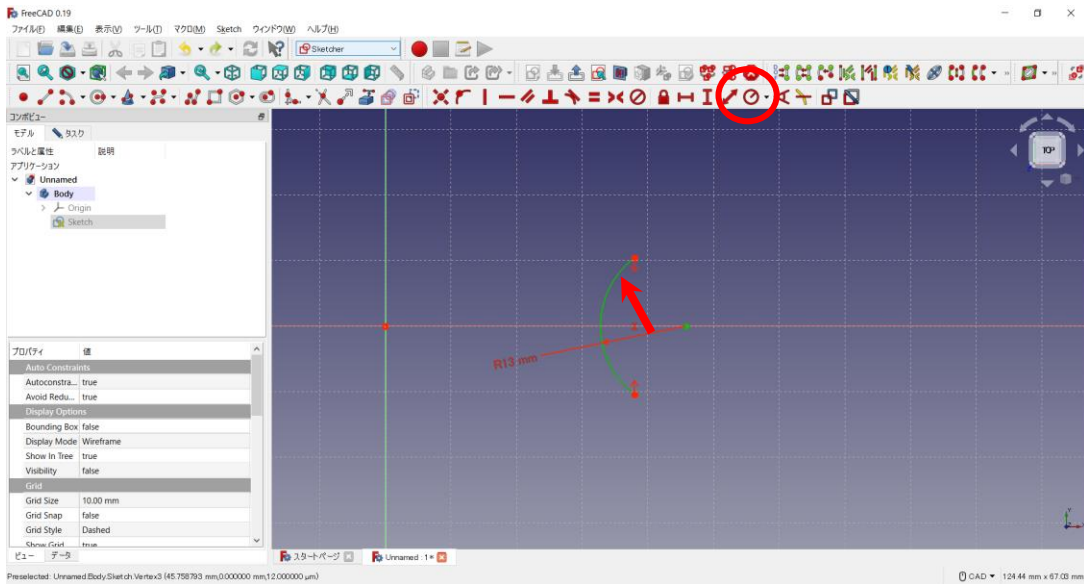


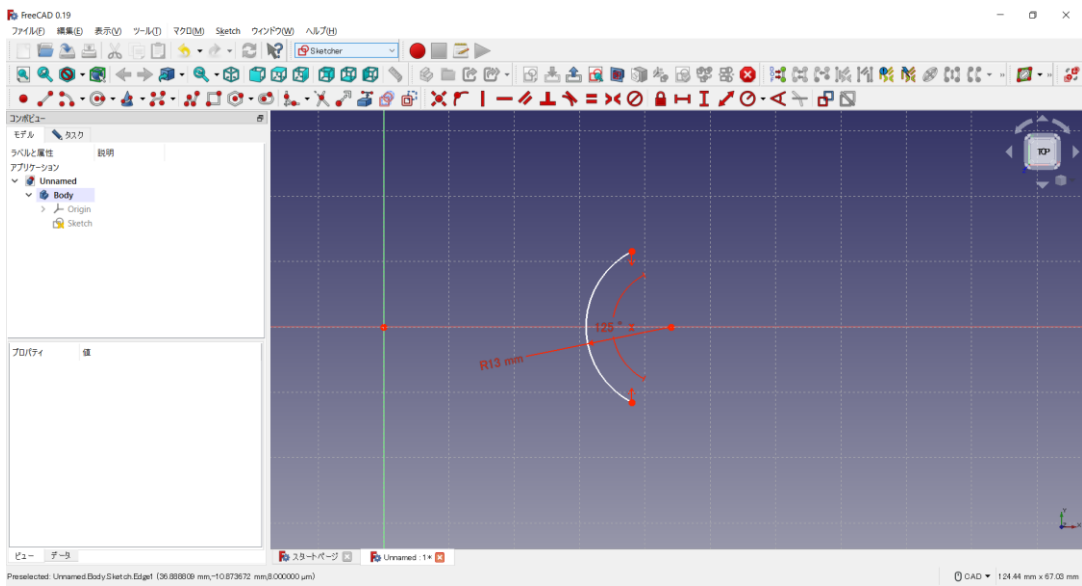
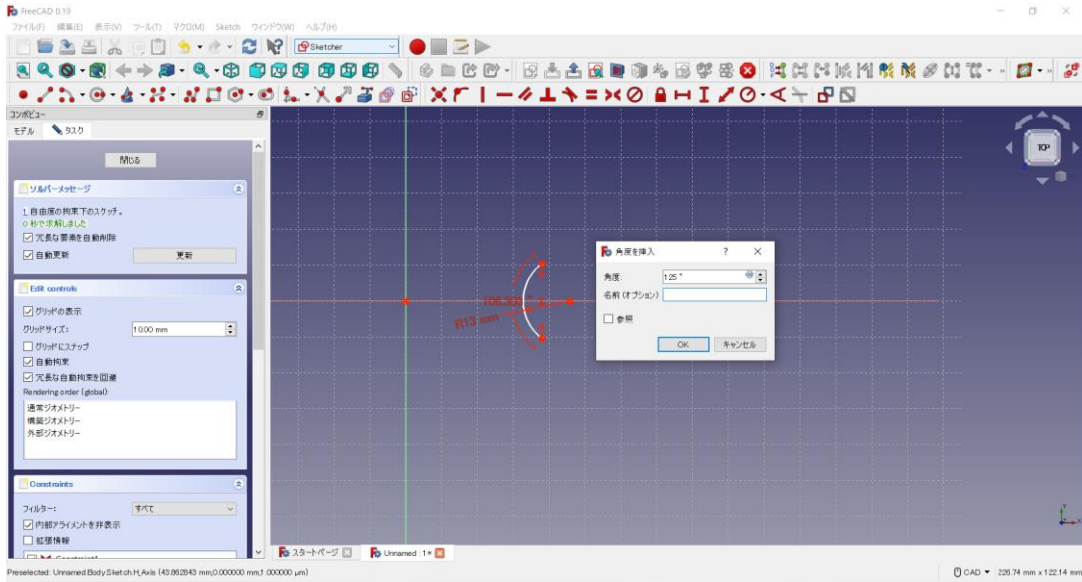
円弧の円周を選択し、半径を  を 13mm に設定する。




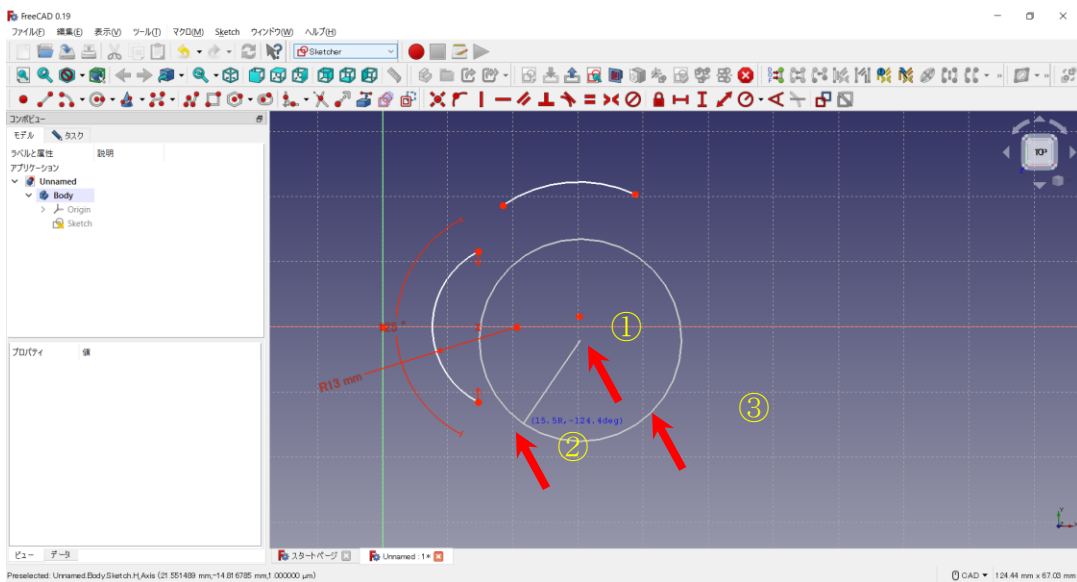
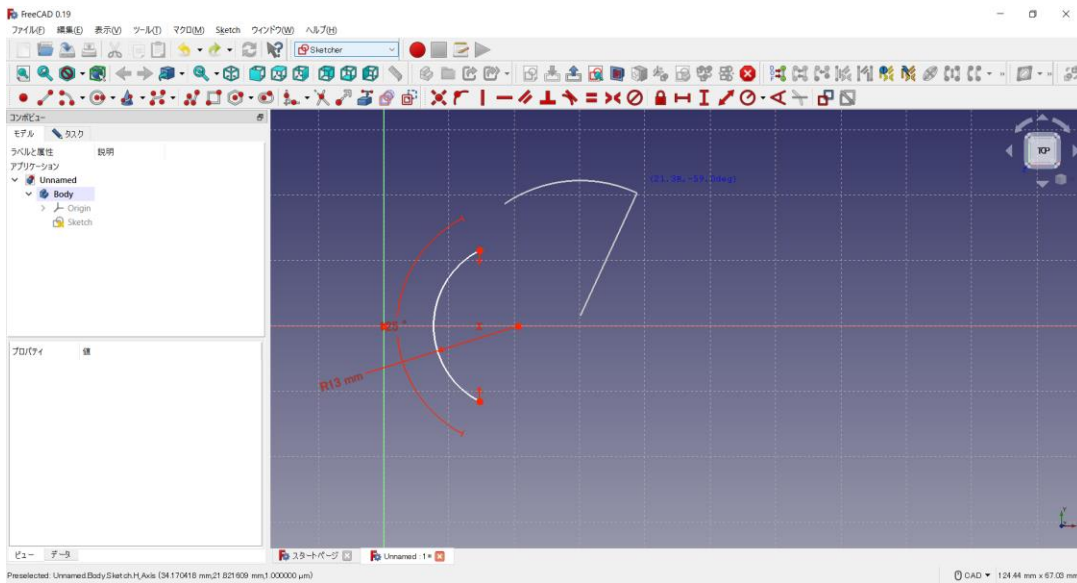
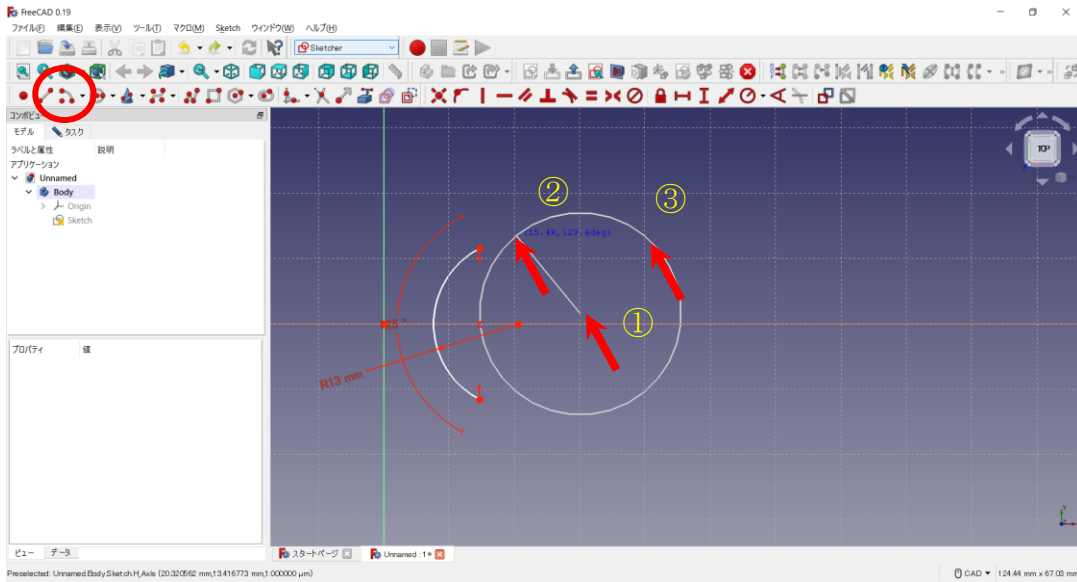


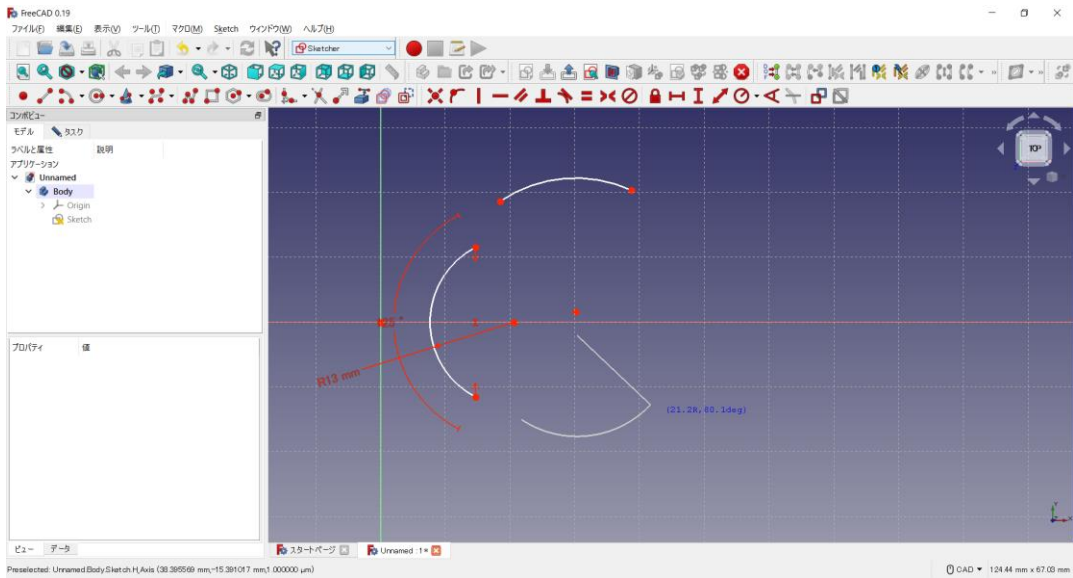
円弧の円周を選択し、角度を  を 125° に設定する。




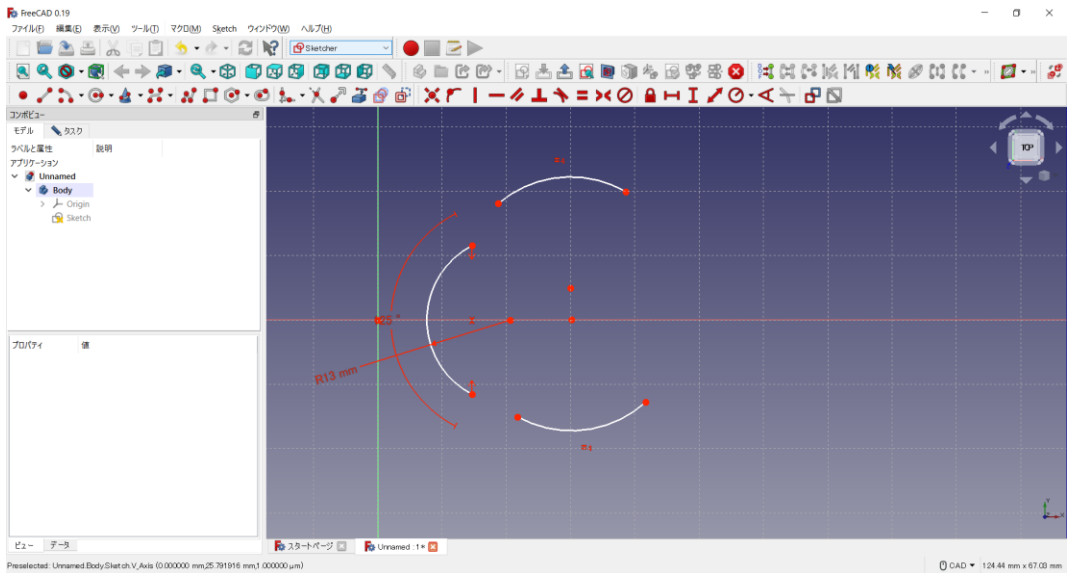
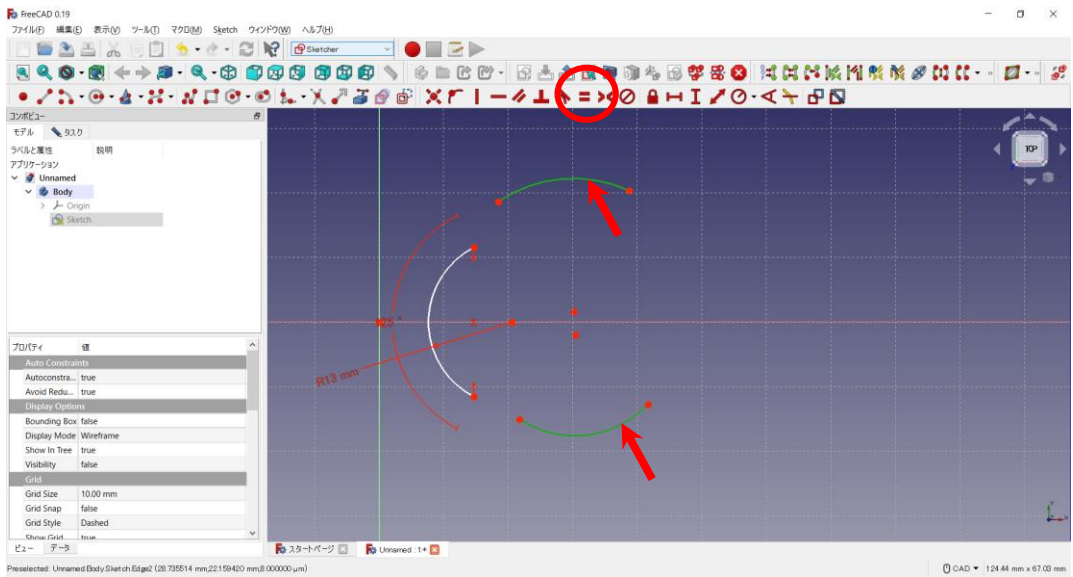



同様に、「スケッチに円弧を作成ボタン」を押しを繰り返し、スプーンの形を大雑把に描いていく（中心の位置は適当）。

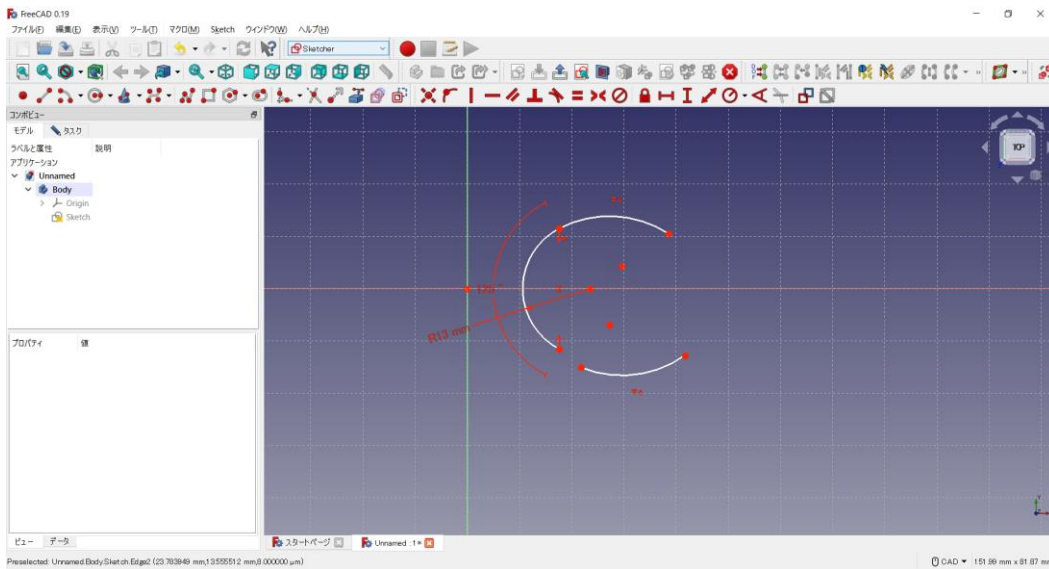
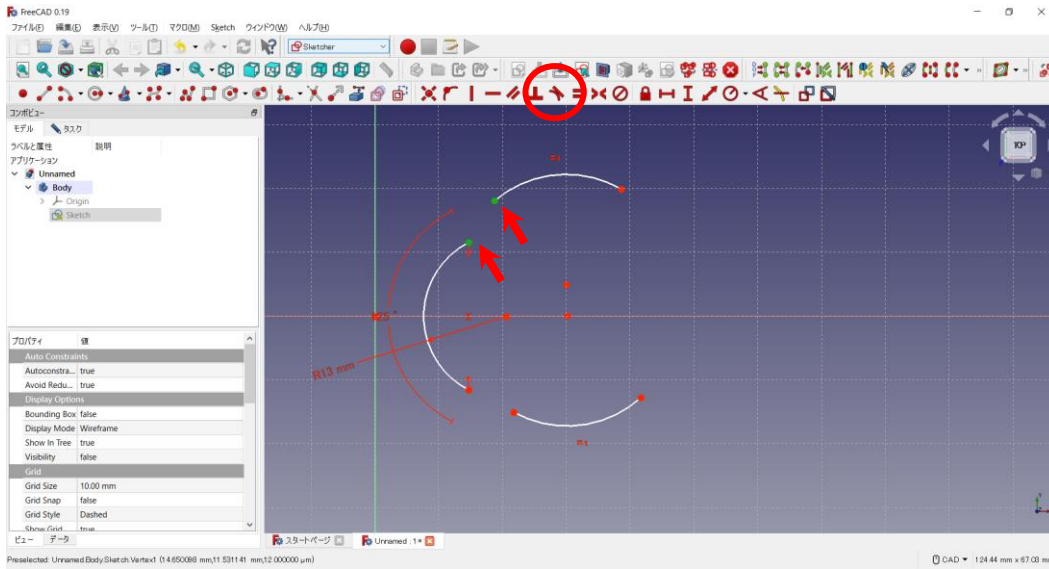




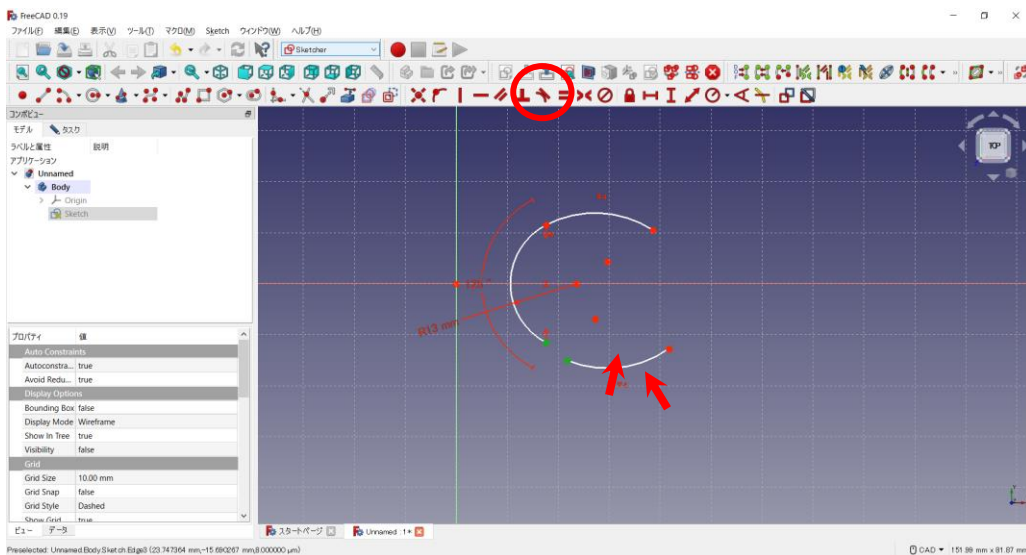
2つの円弧の円周を選択し、「2円弧間の等値拘束」」をする。

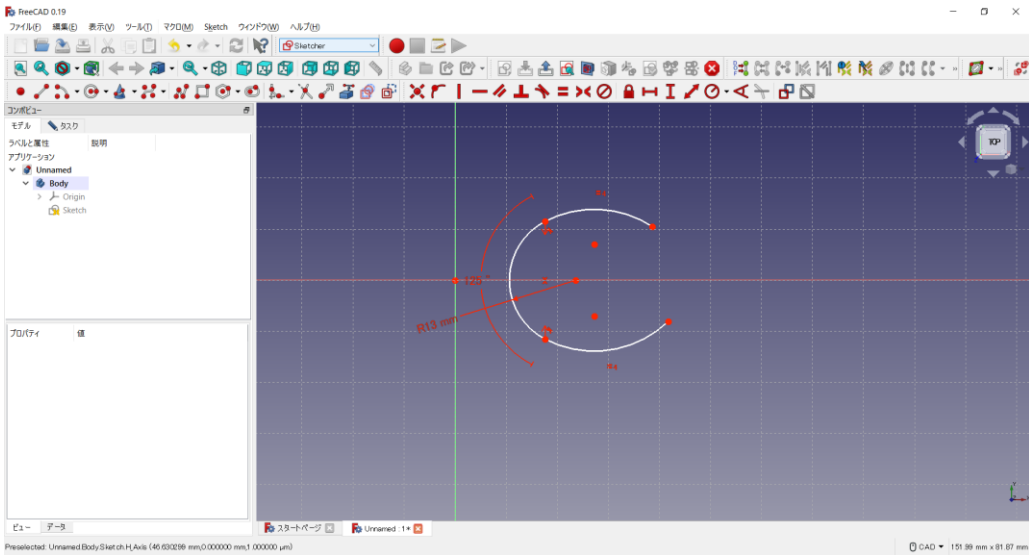


2つの円弧の近い2点を選択し、「接線拘束」をする。

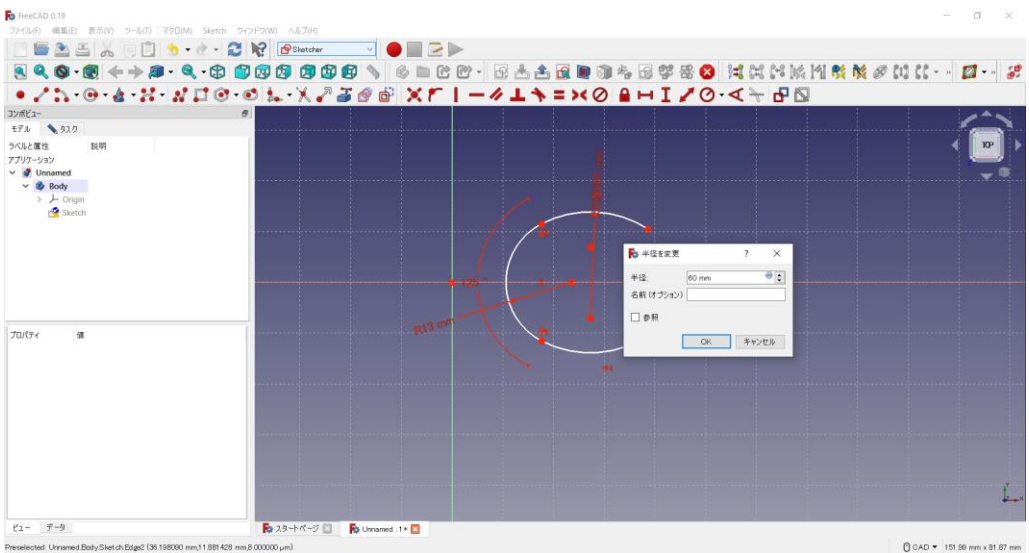
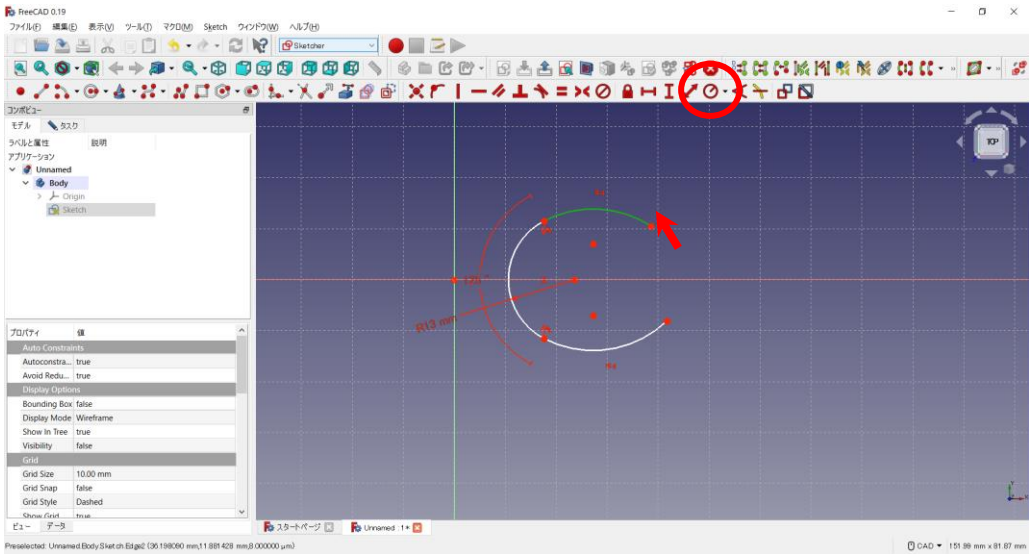



下の円弧も同様に

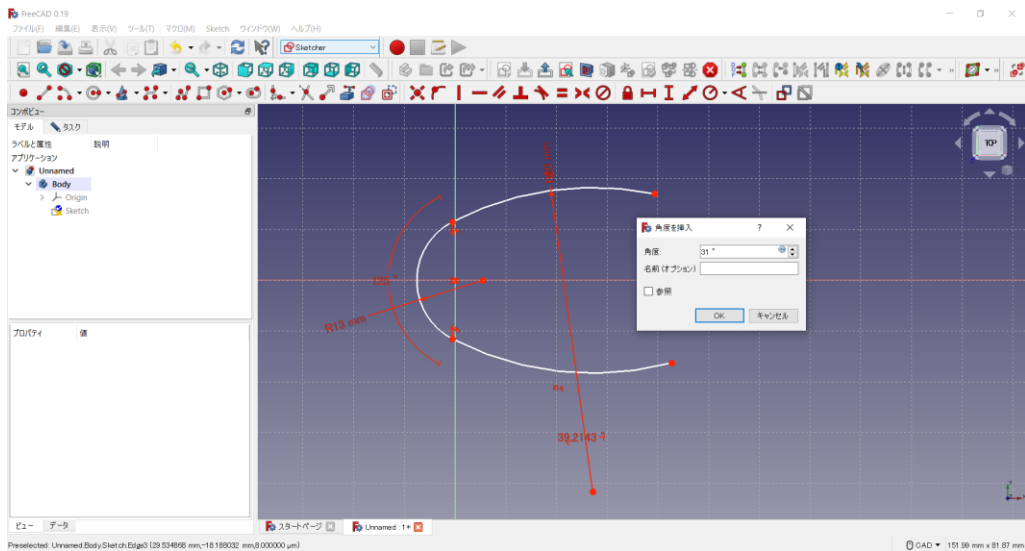
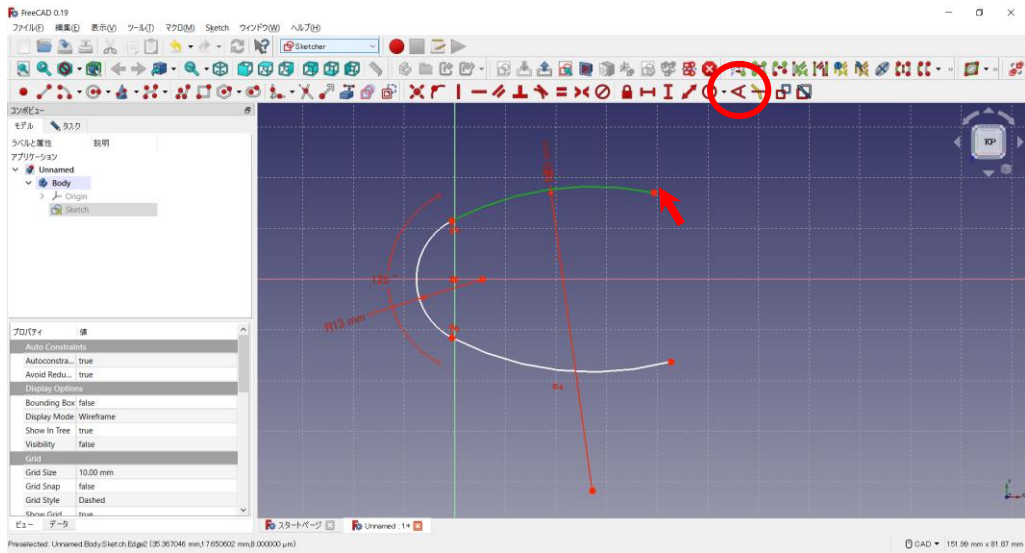




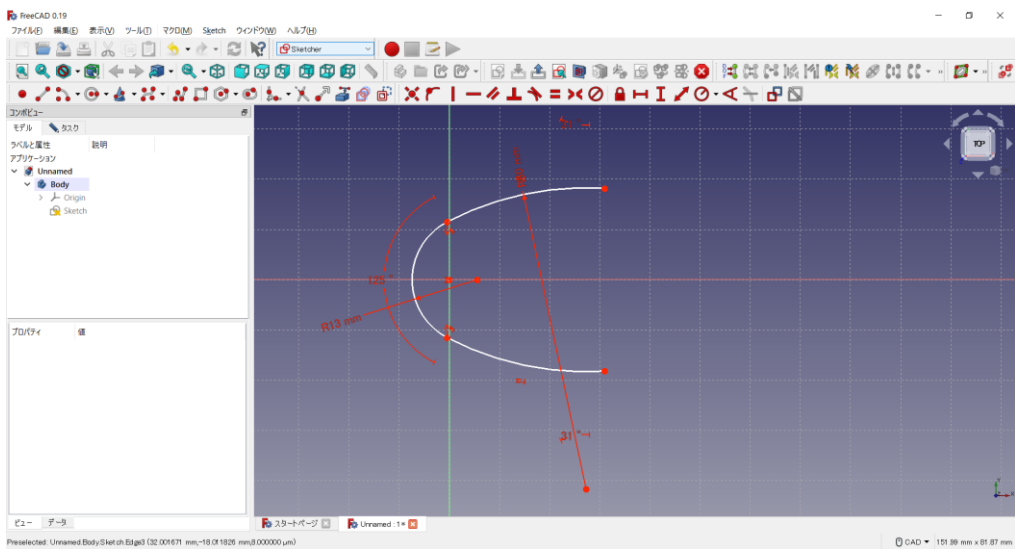
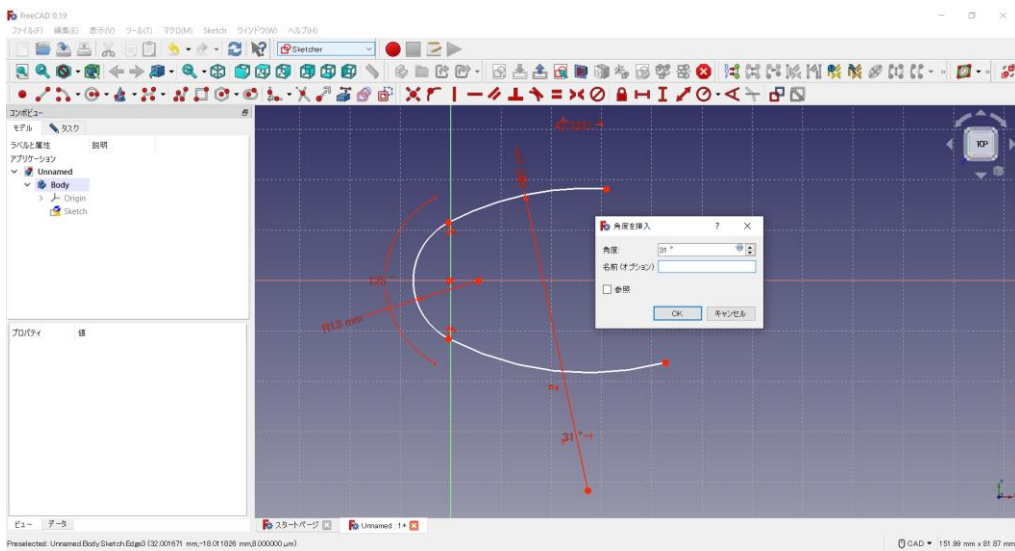
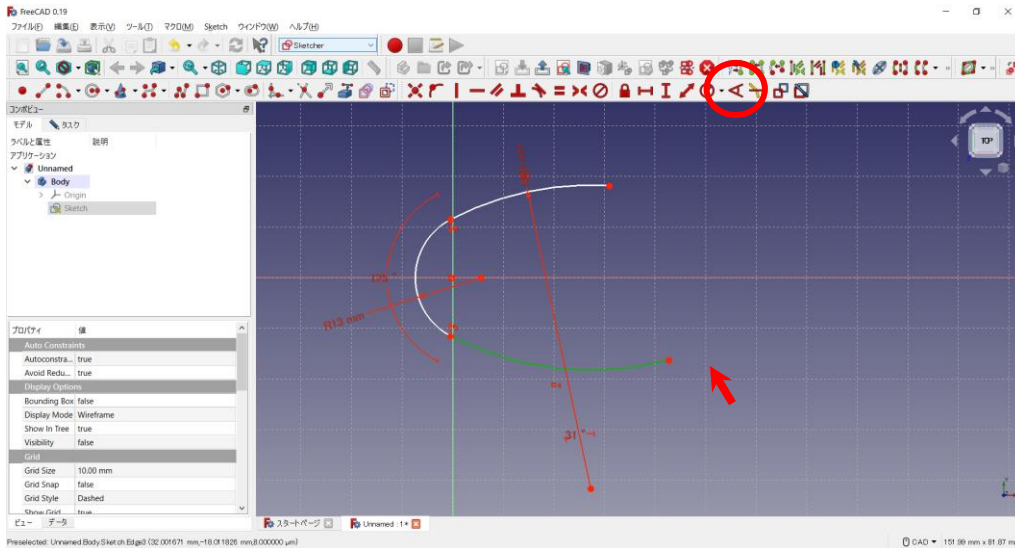
円弧の円周を選択し、半径を  を 60mm に設定する。



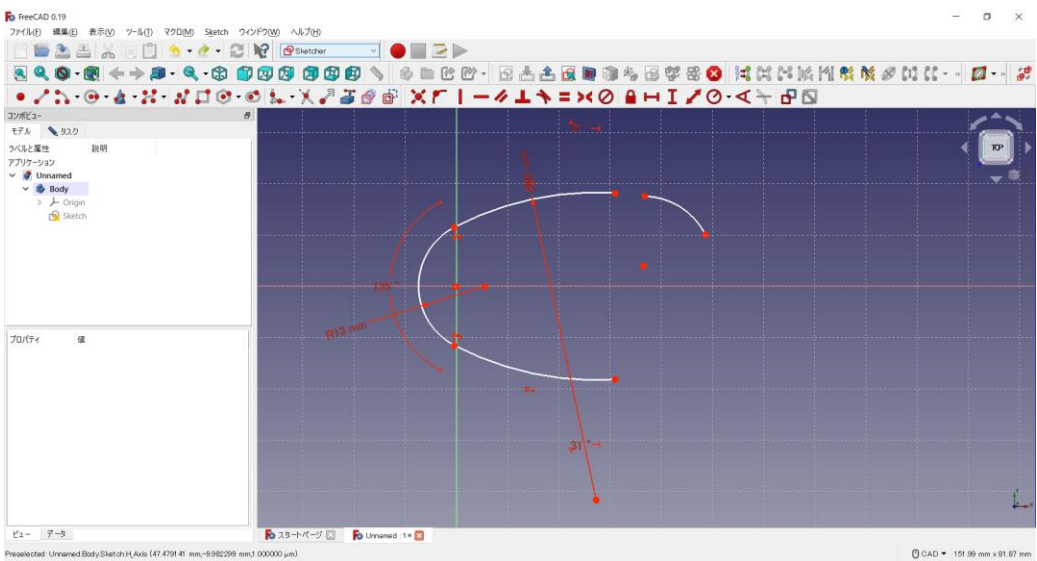
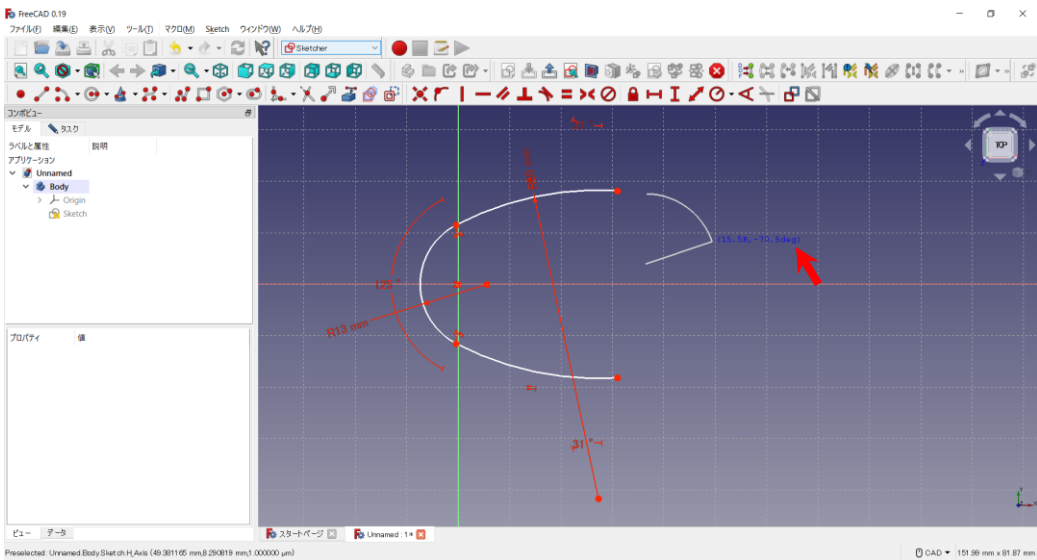
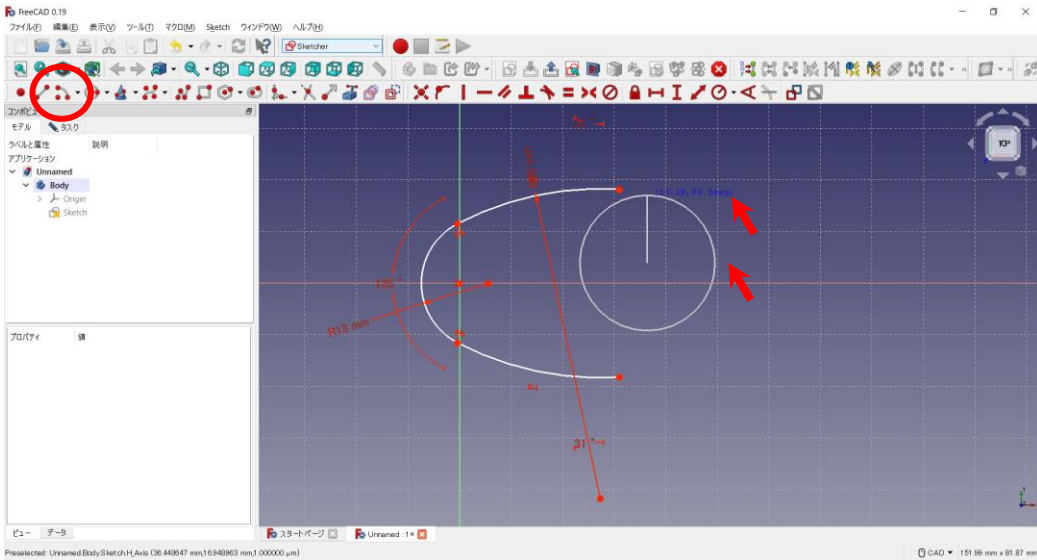
円弧の円周を選択し、角度を  を 31° に設定する。



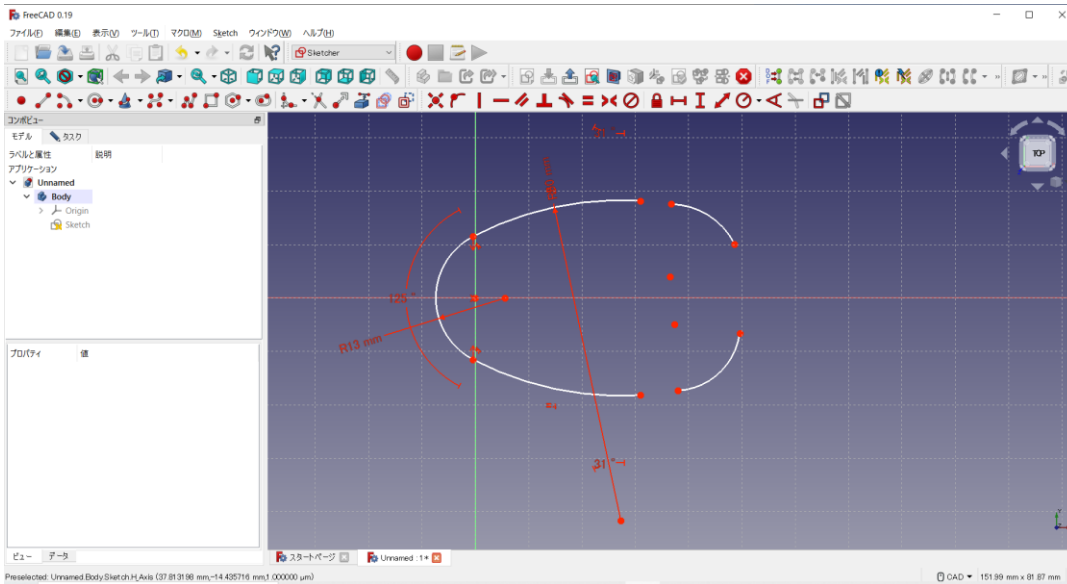
下部の円弧も同様に角度を設定する（等値拘束をしているので、半径は自動的に決定される）。




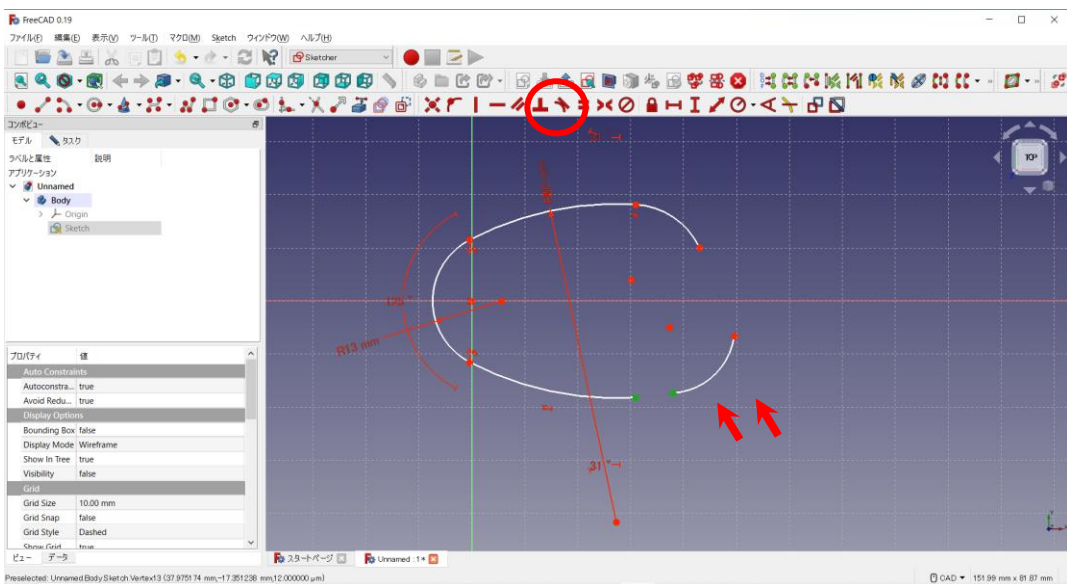
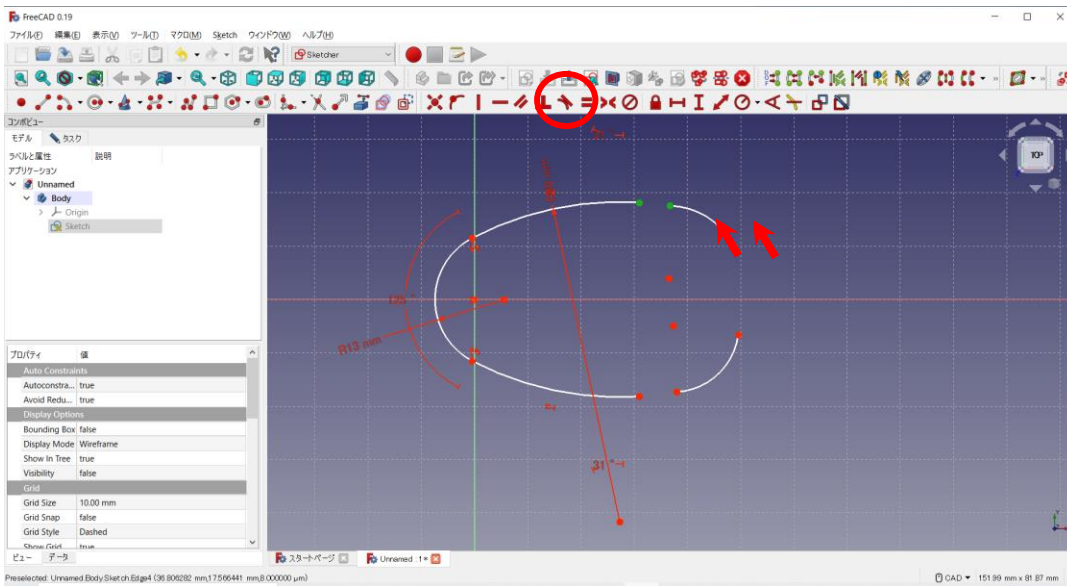
「スケッチに円弧を作成するボタン 」を用いて同様の作業を繰り返す。




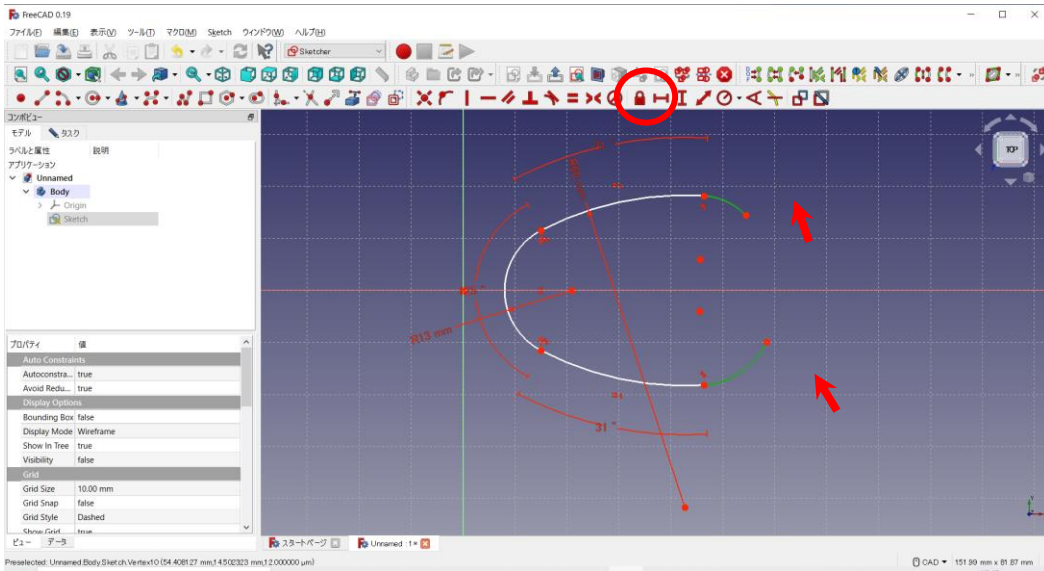
下も同様に



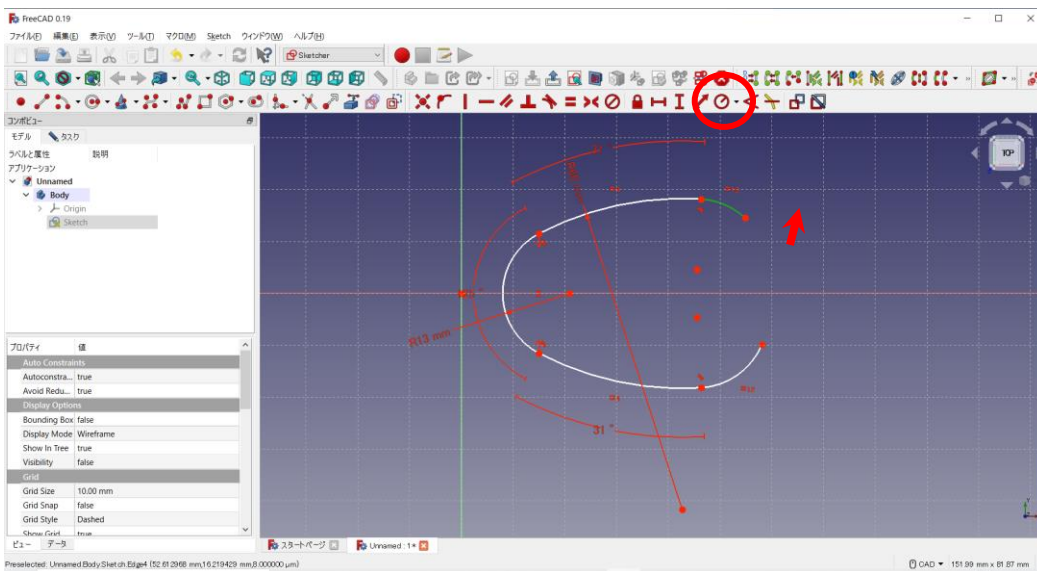
2つの円弧の近い2点を選択し、「接線拘束」 をする。

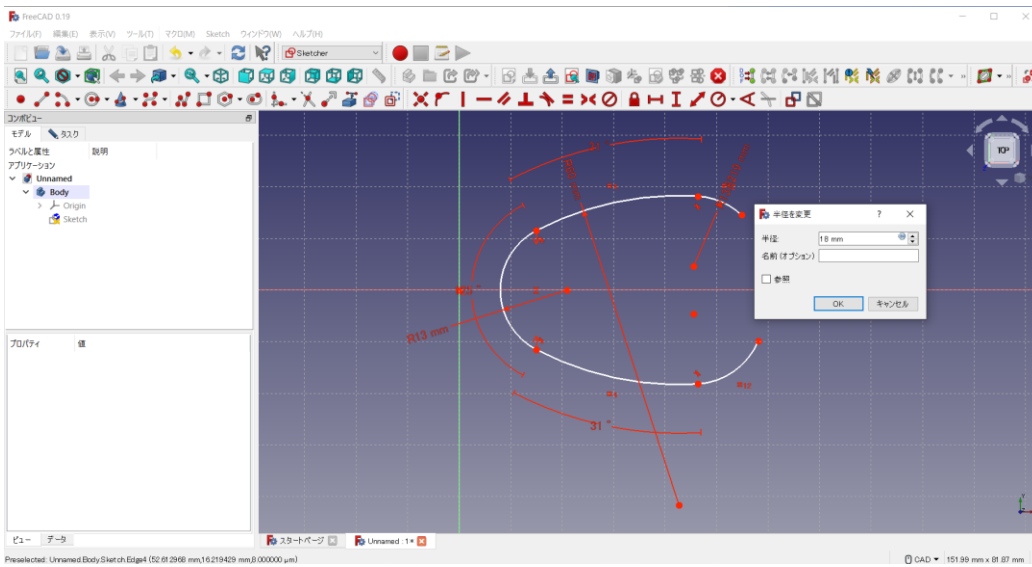



2つの円弧の円周を選択し、「2円弧間の等値拘束」」をする。

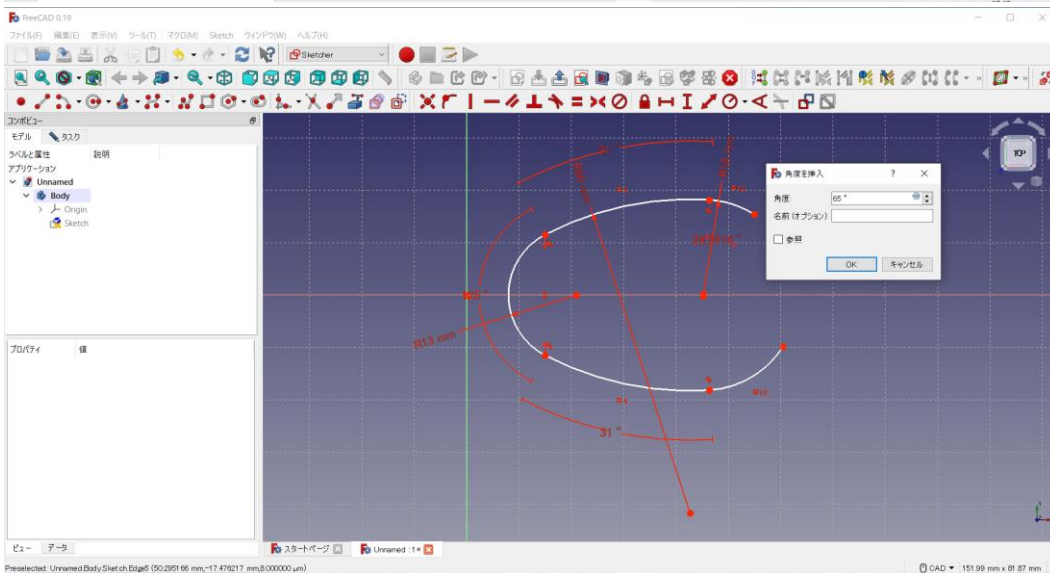
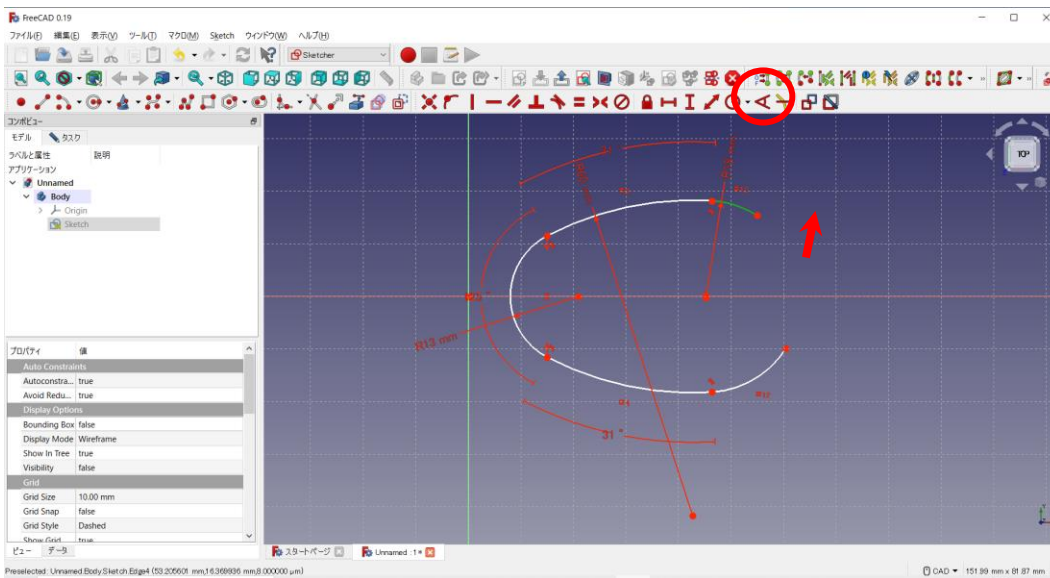


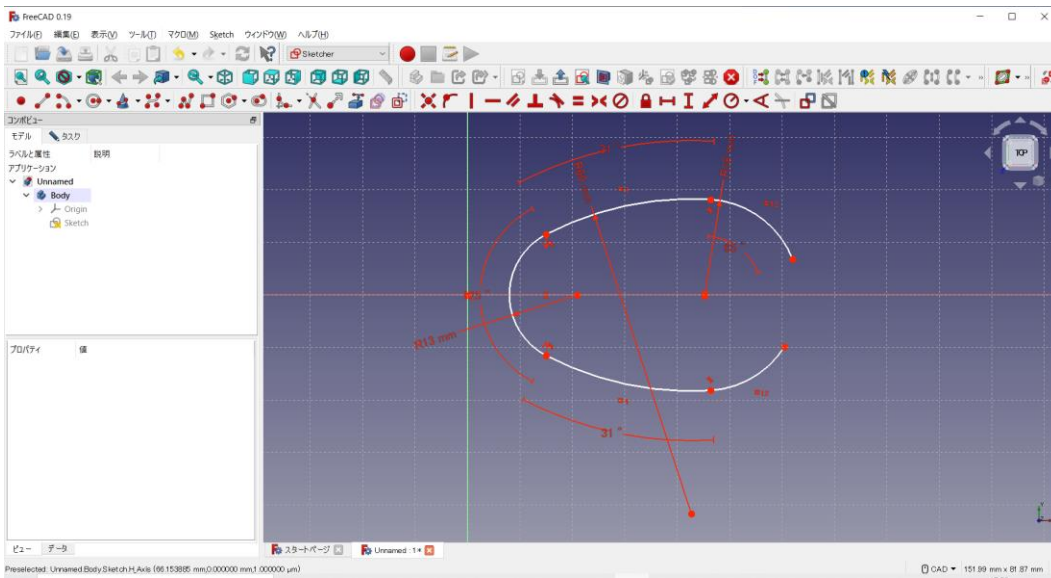
円弧の円周を選択し、半径をを18mmに設定する。



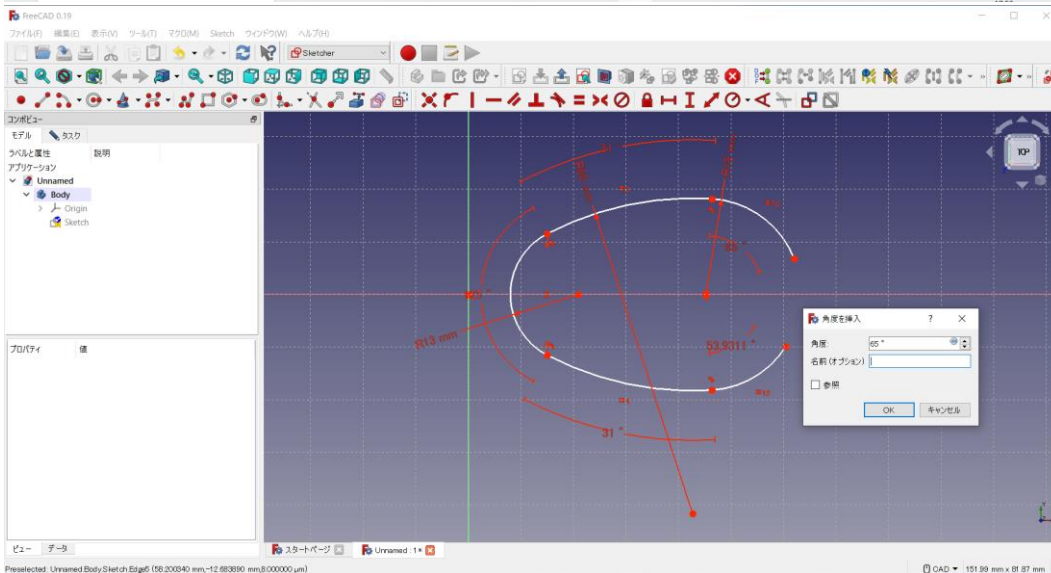
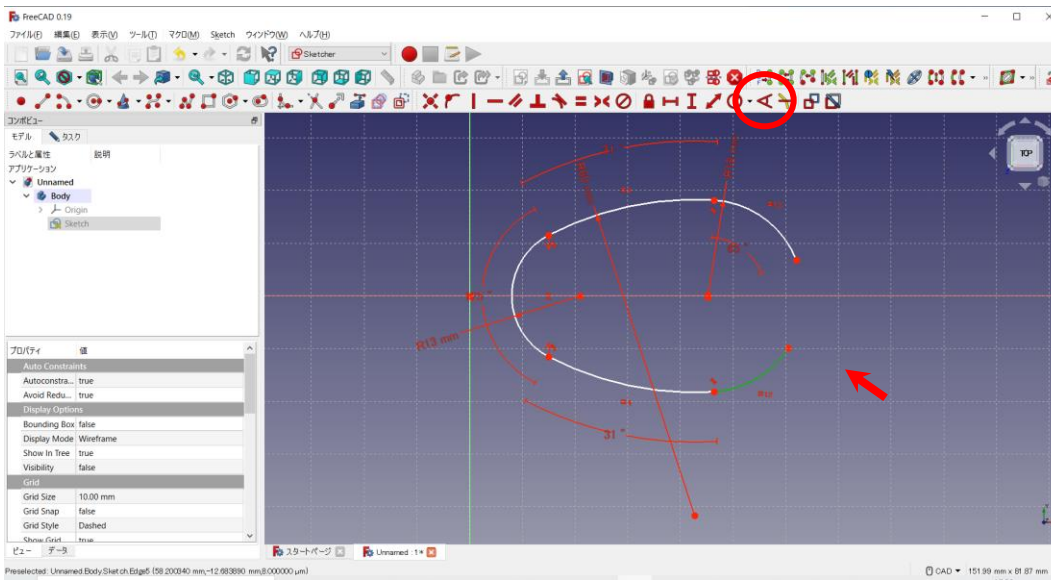



円弧の円周を選択し、角度を  を 65° に設定する。

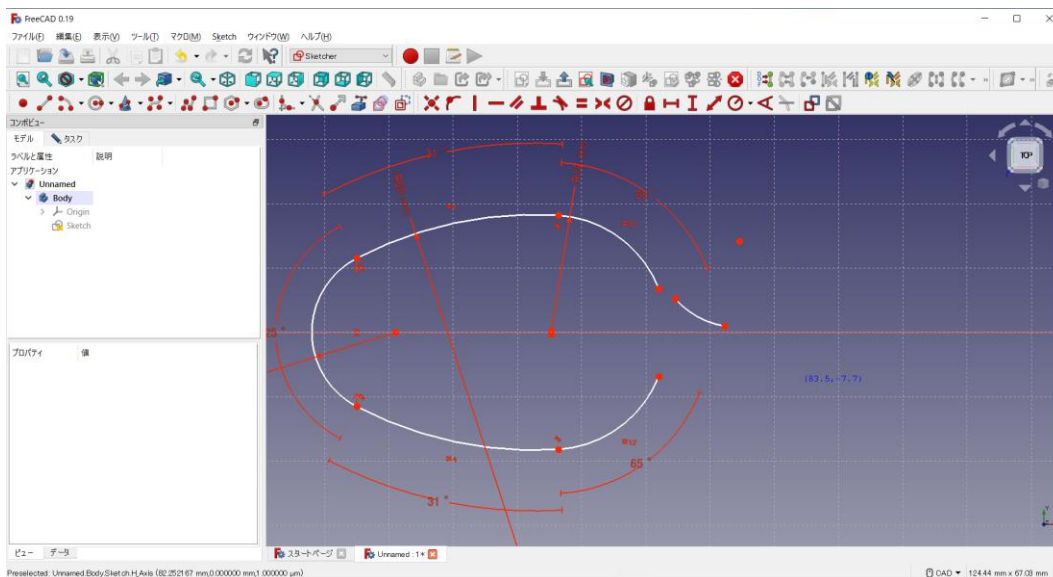
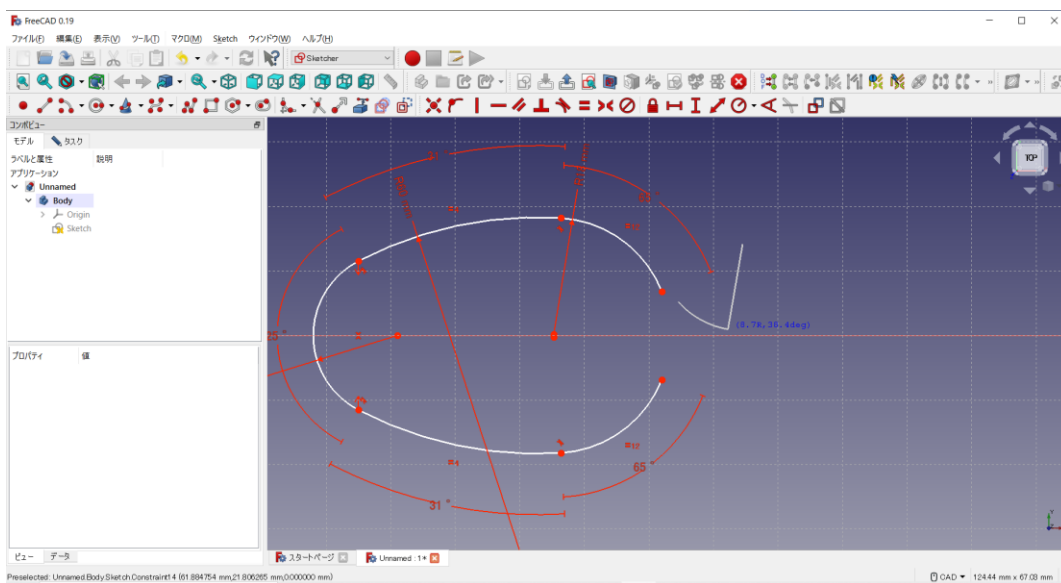
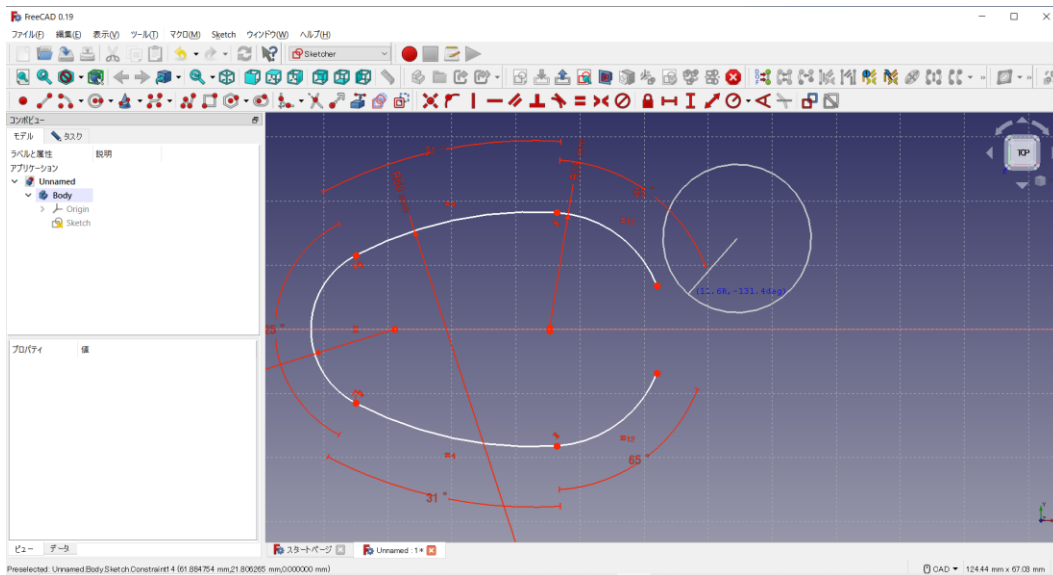




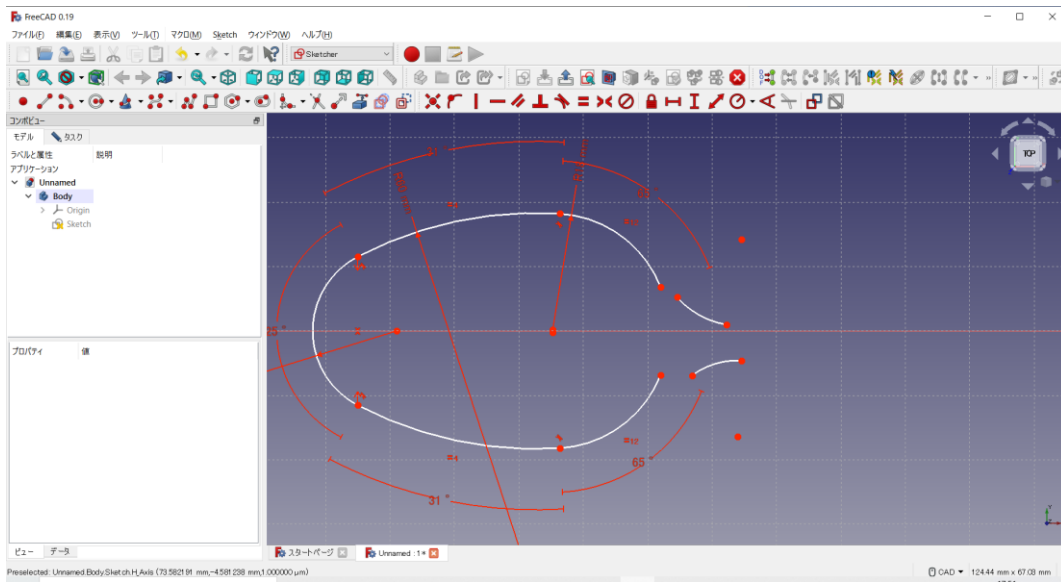
下部も同様に、円弧の円周を選択し、角度を **A** を 65° に設定する。



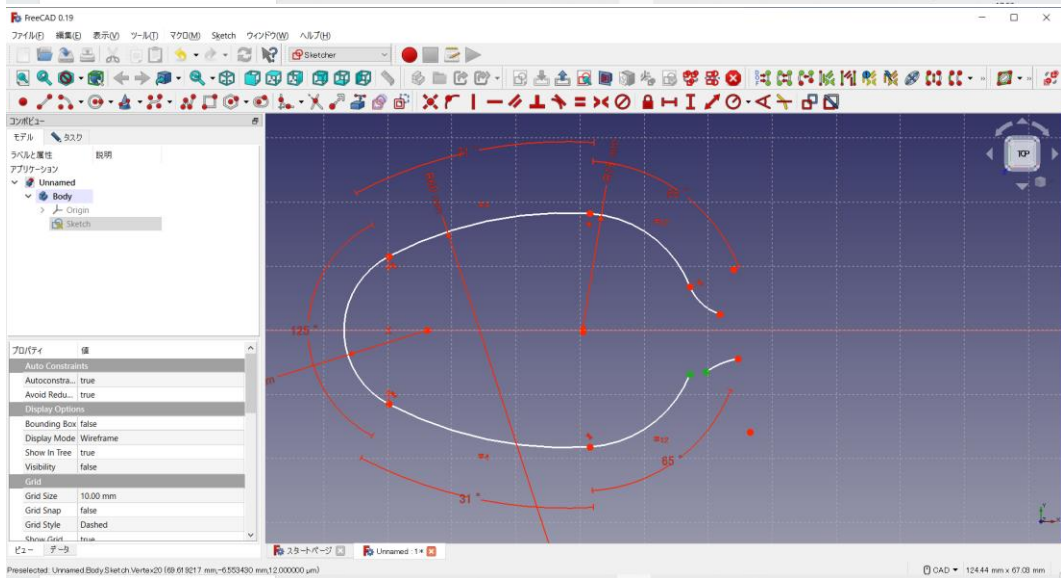
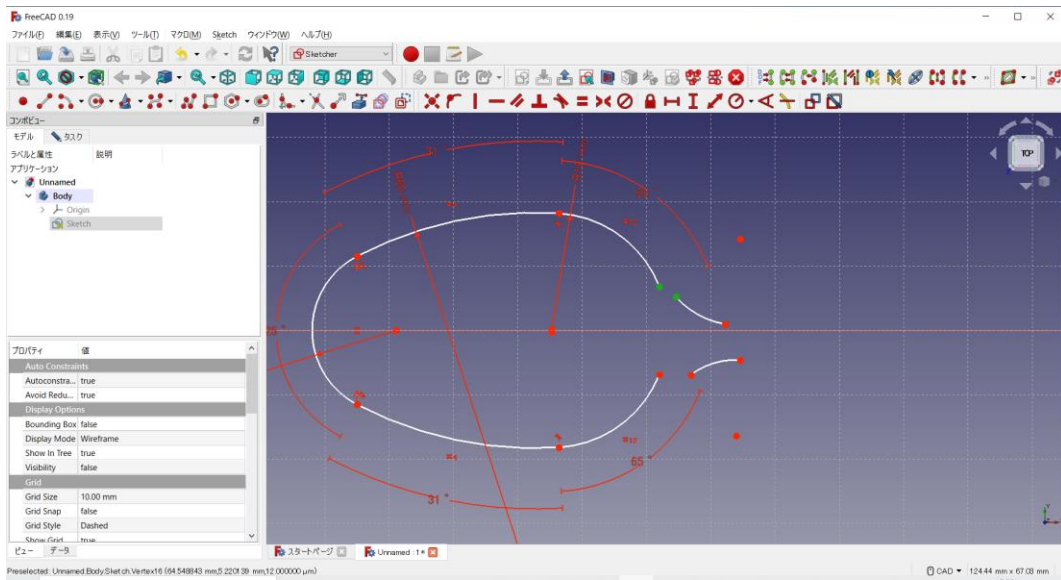
同様に、「スケッチに円弧を作成するボタン」」を押し円弧を描く。

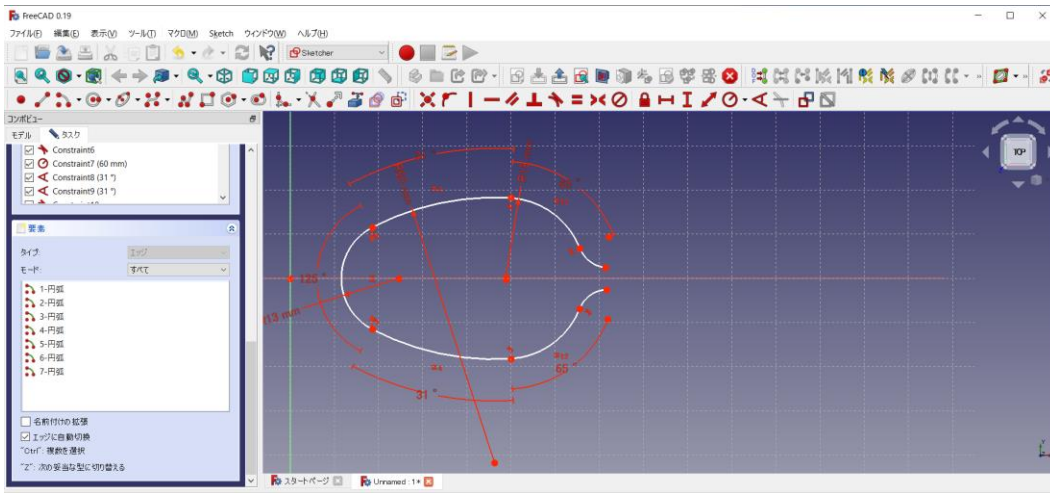



下も同様に

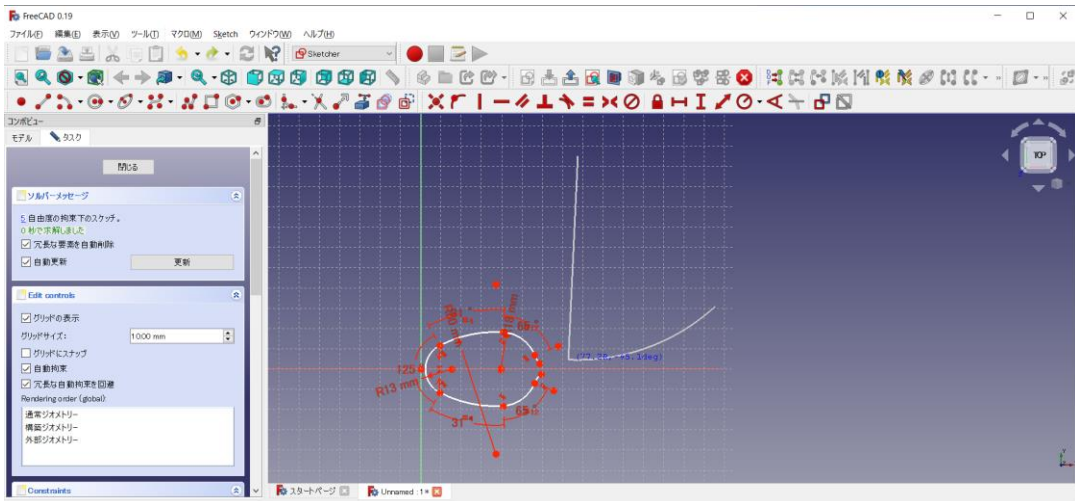
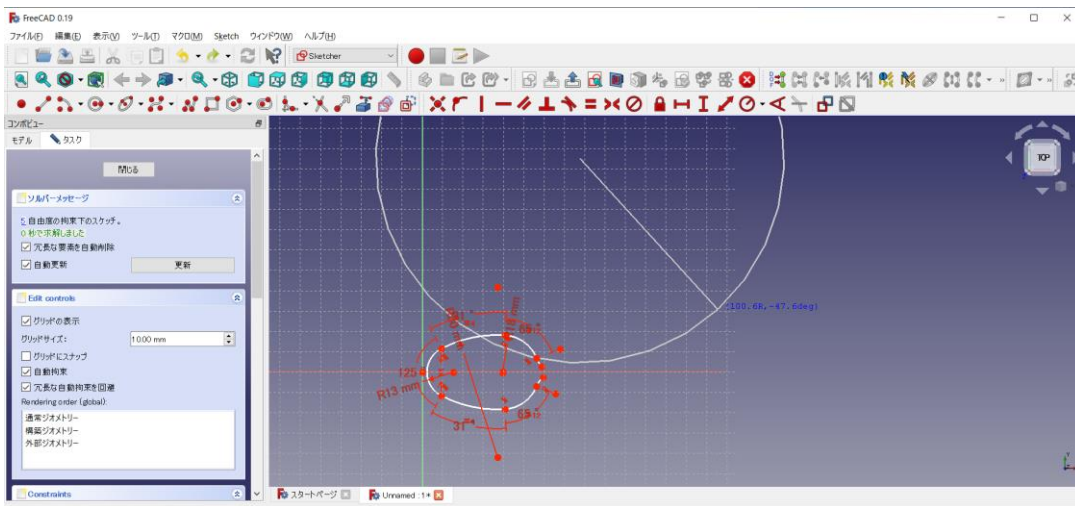


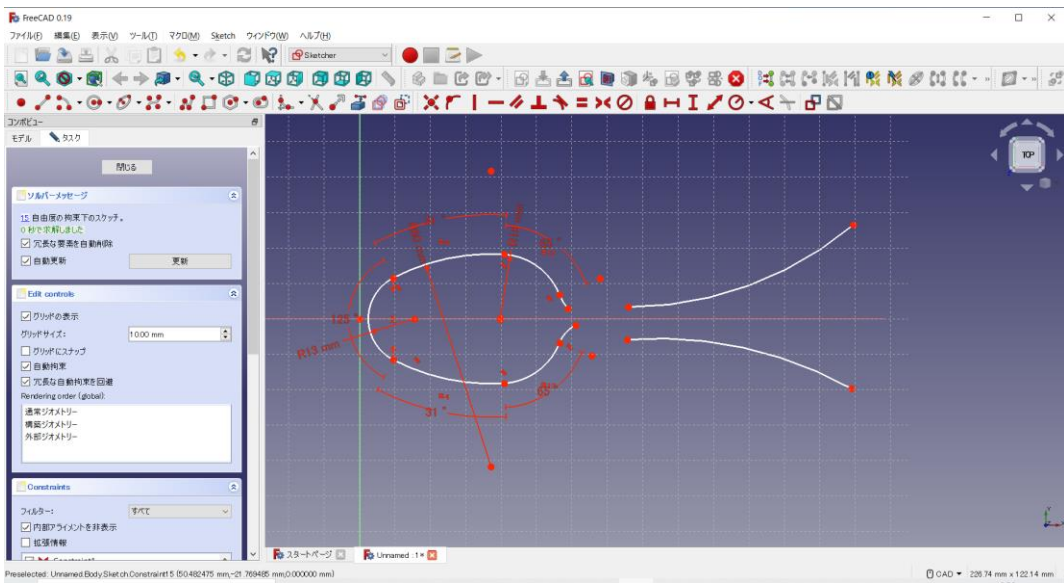
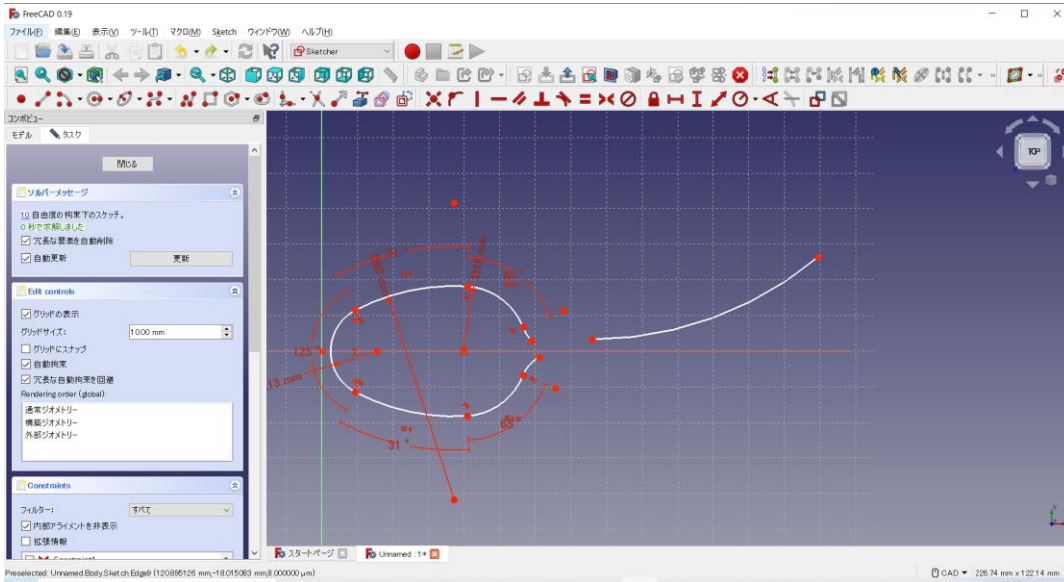
2つの円弧の近い2点を選択し、「接線拘束」をする。



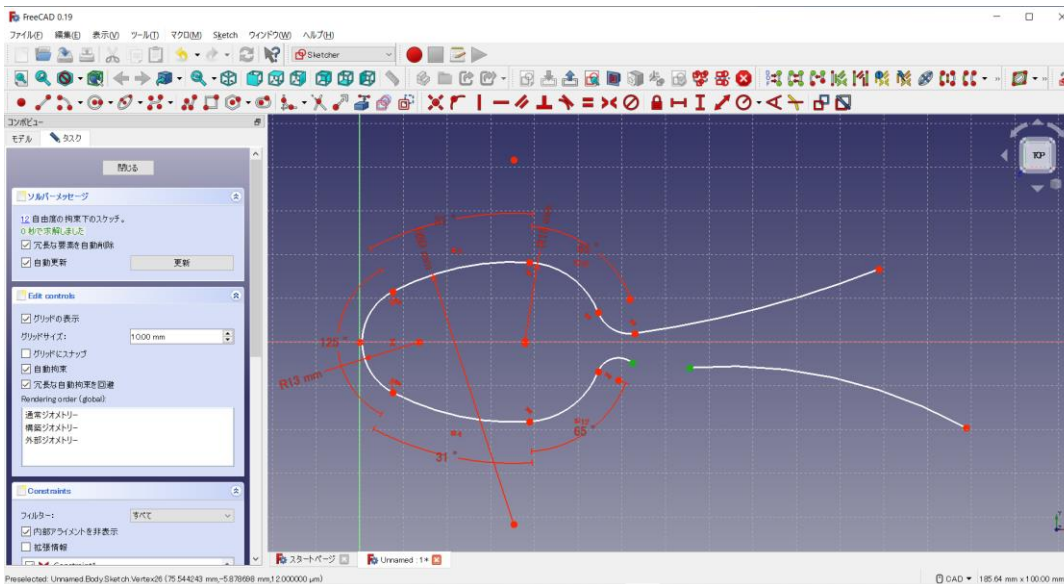
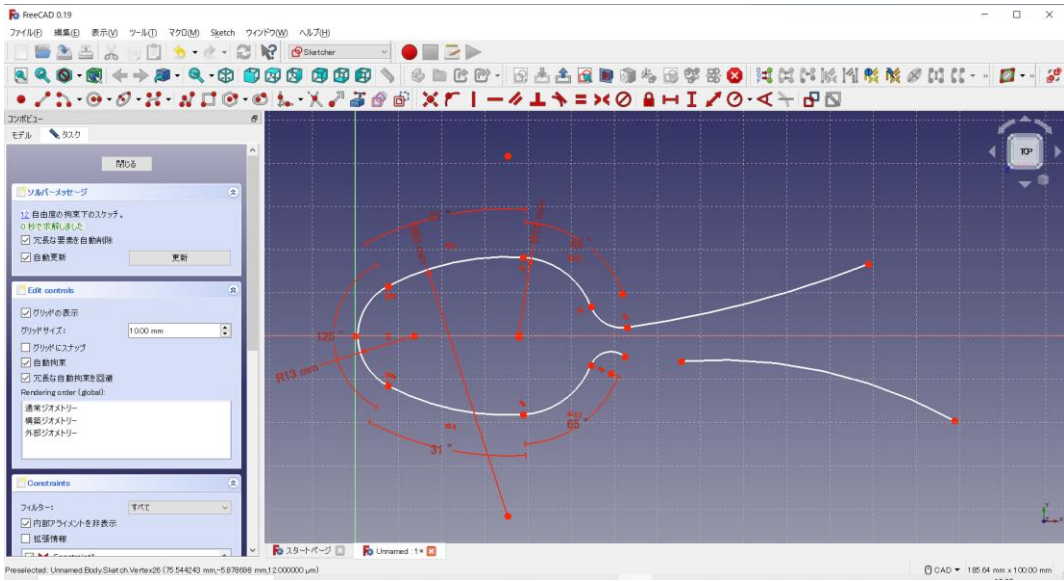
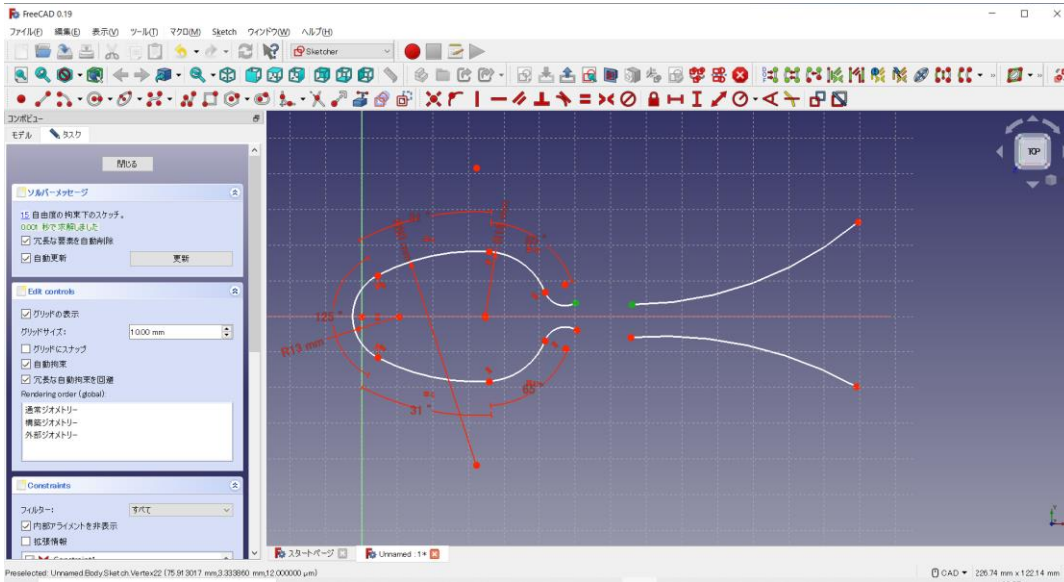


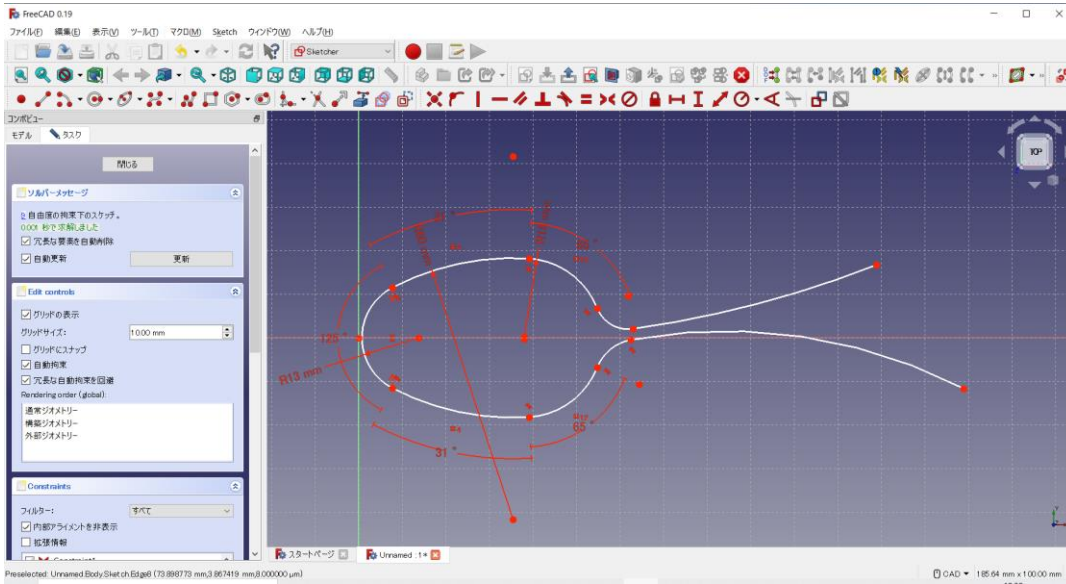
少しズームアウトして「スケッチに円弧を作成するボタン 」を押し“大きな”円弧を描く。




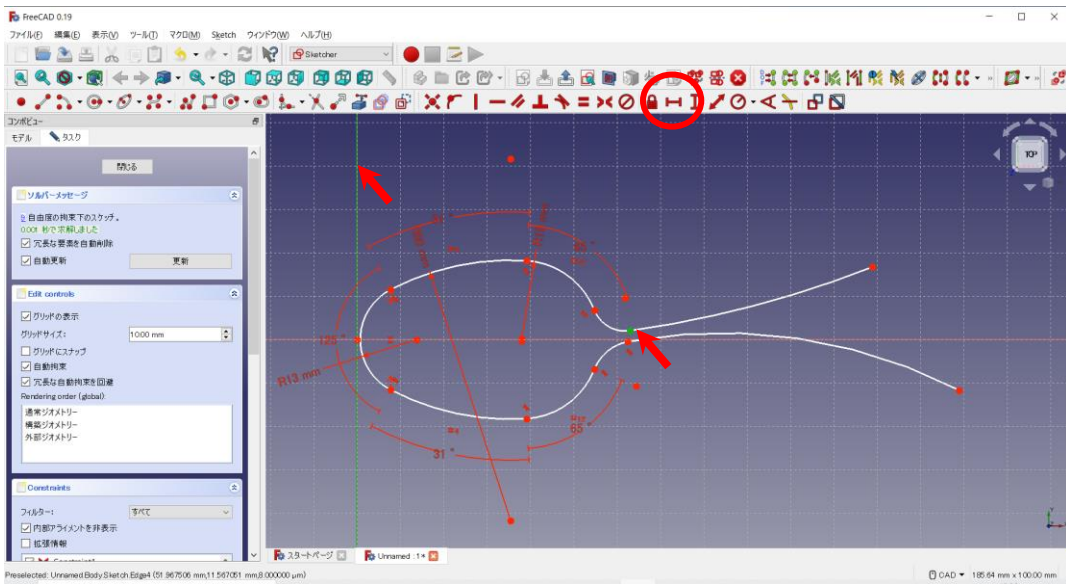


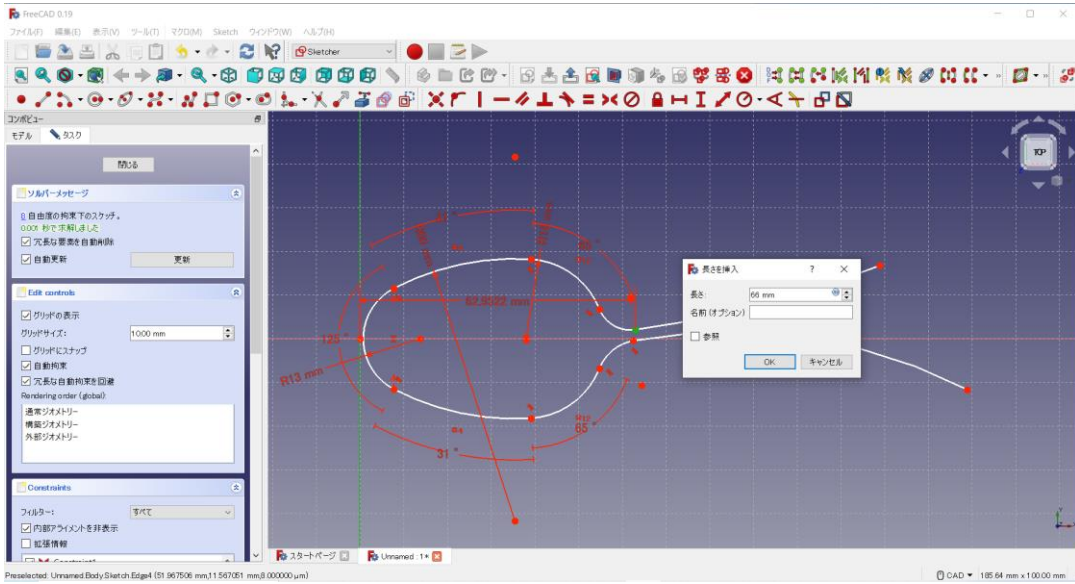
2つの円弧の近い2点を選択し、「接線拘束」 をする。



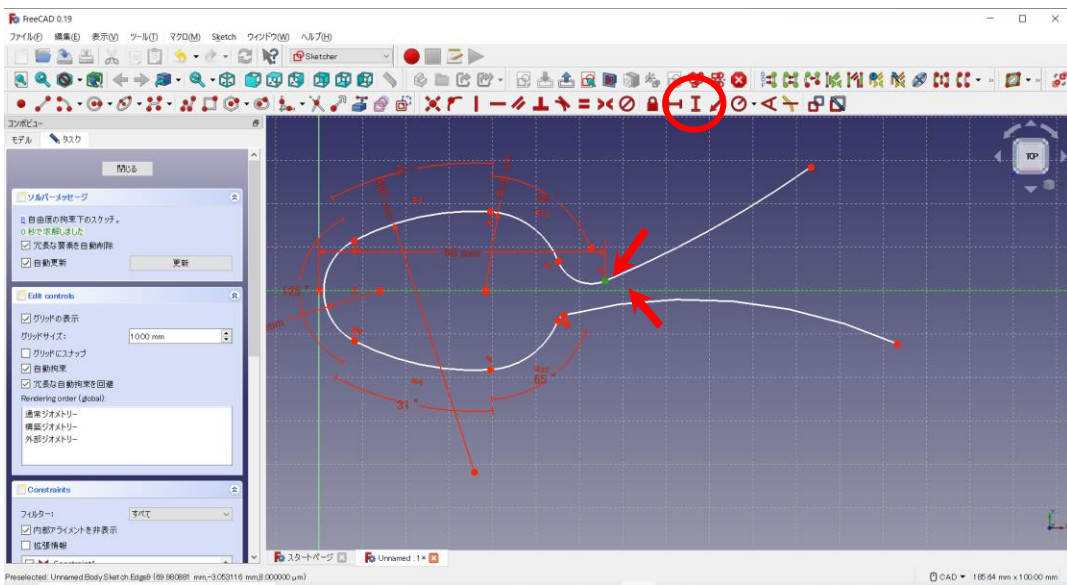


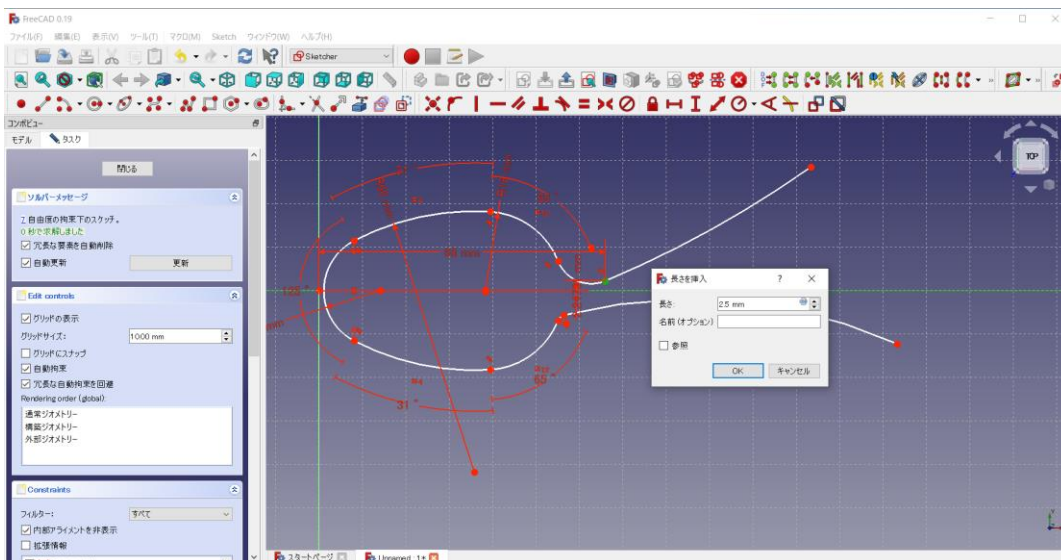
下図の点と中心線（垂直）を選択し、「水平の長さ」を66mmとする。



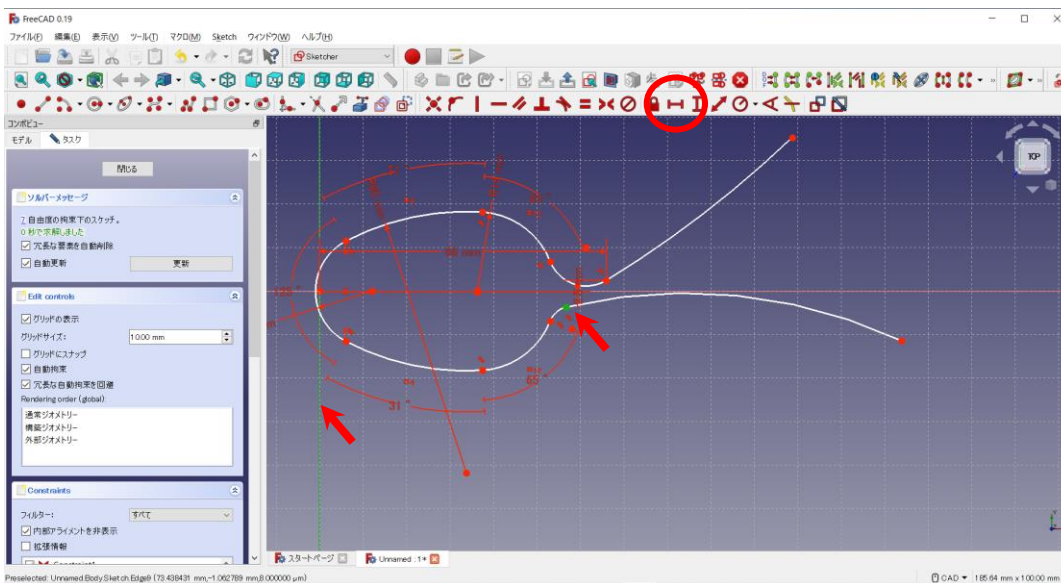


下図の点と中心線（水平）を選択し、「垂直方向の長さ **I**」を 2.5mm とする。

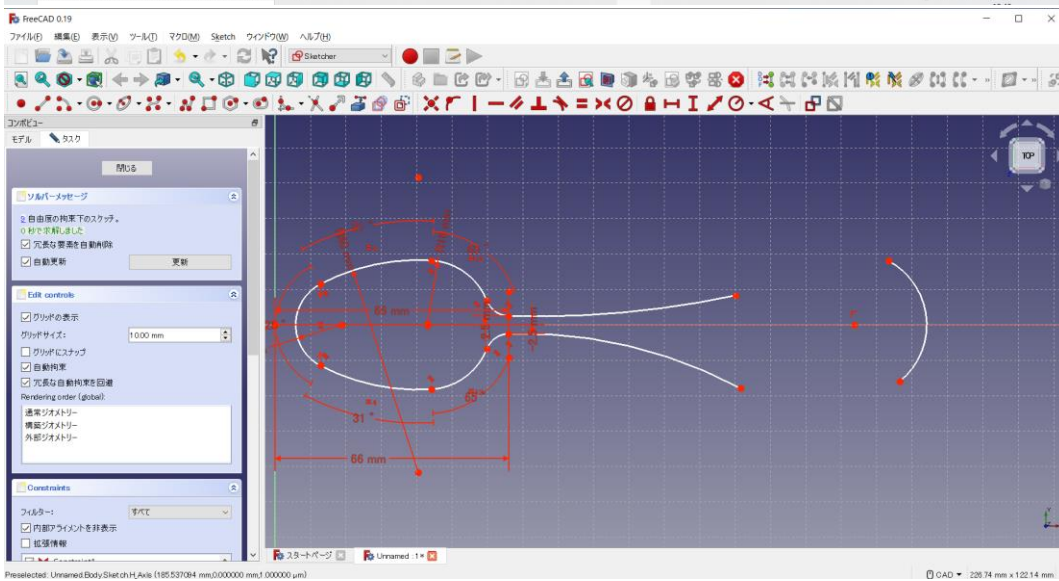
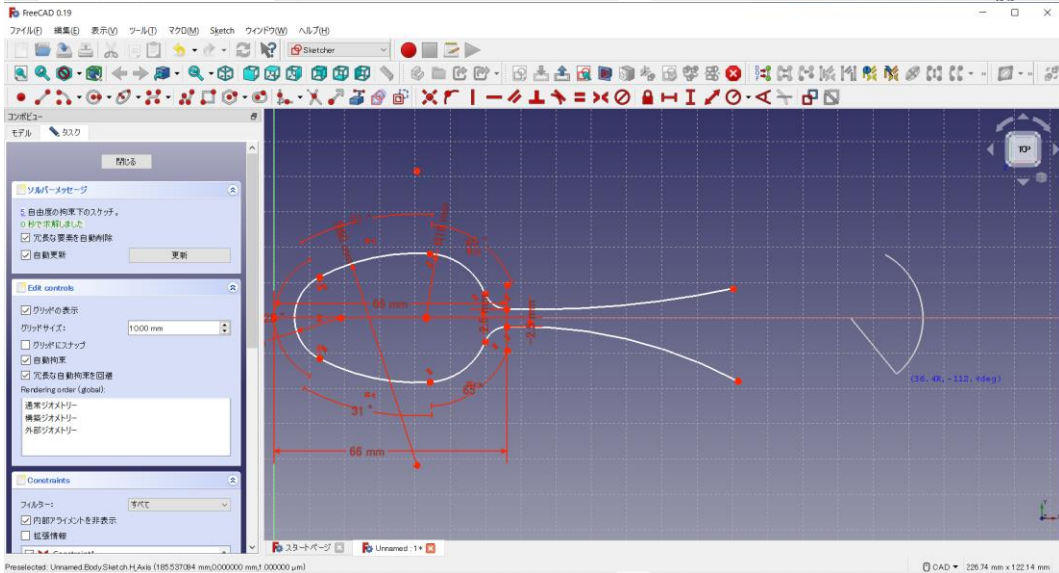
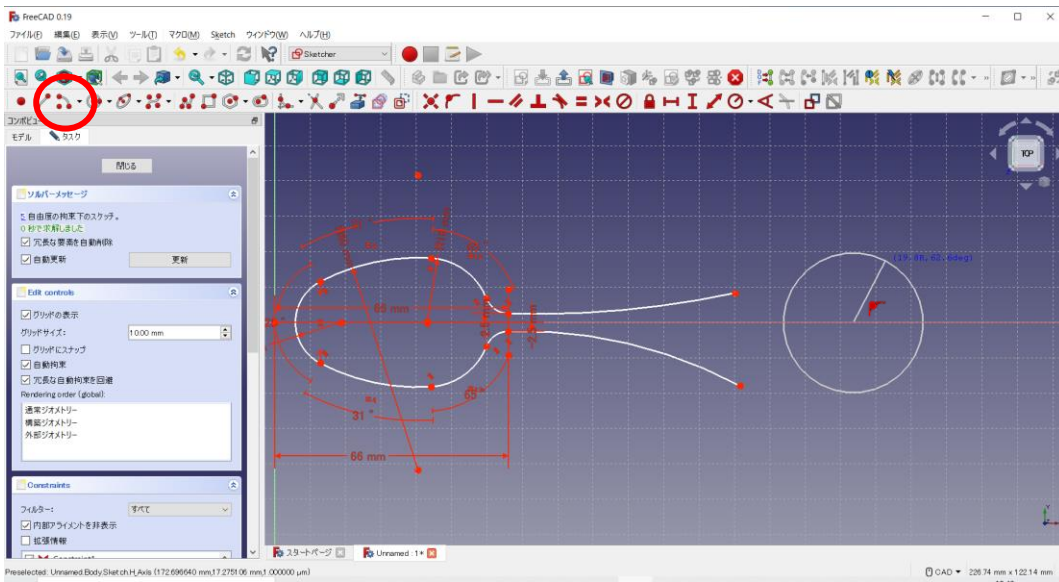





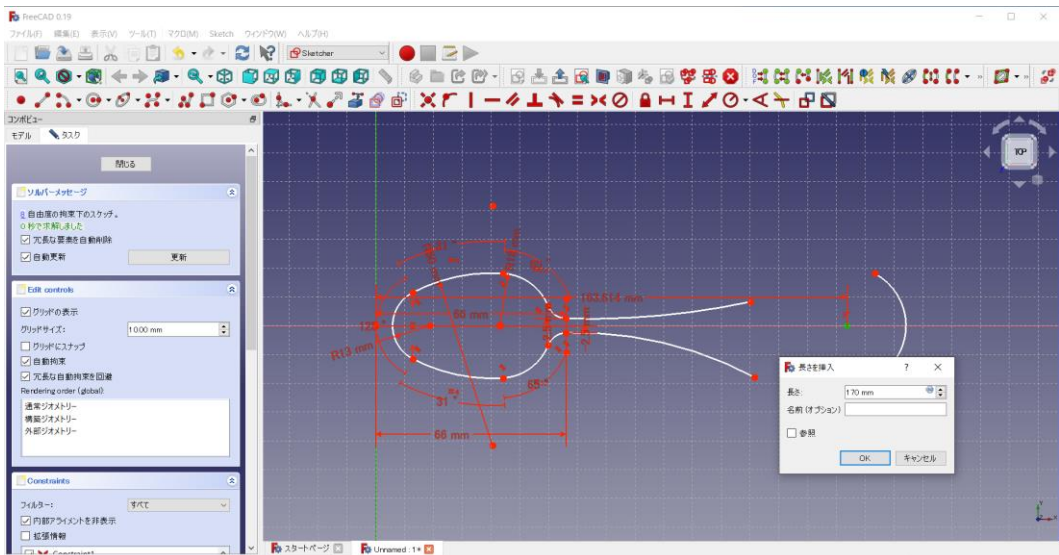
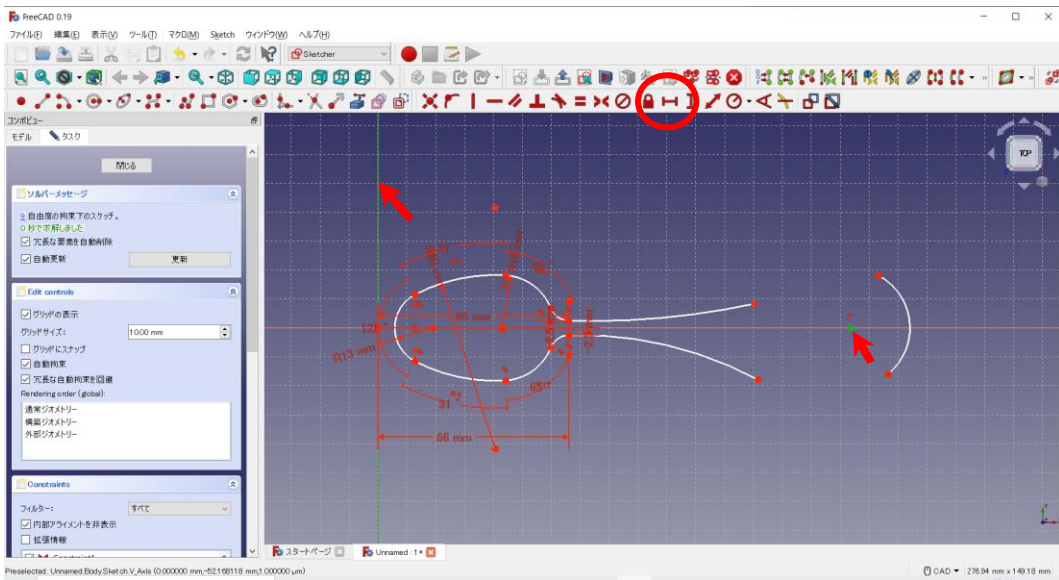
下も同様に、「水平の長さ」を 66mm とする。



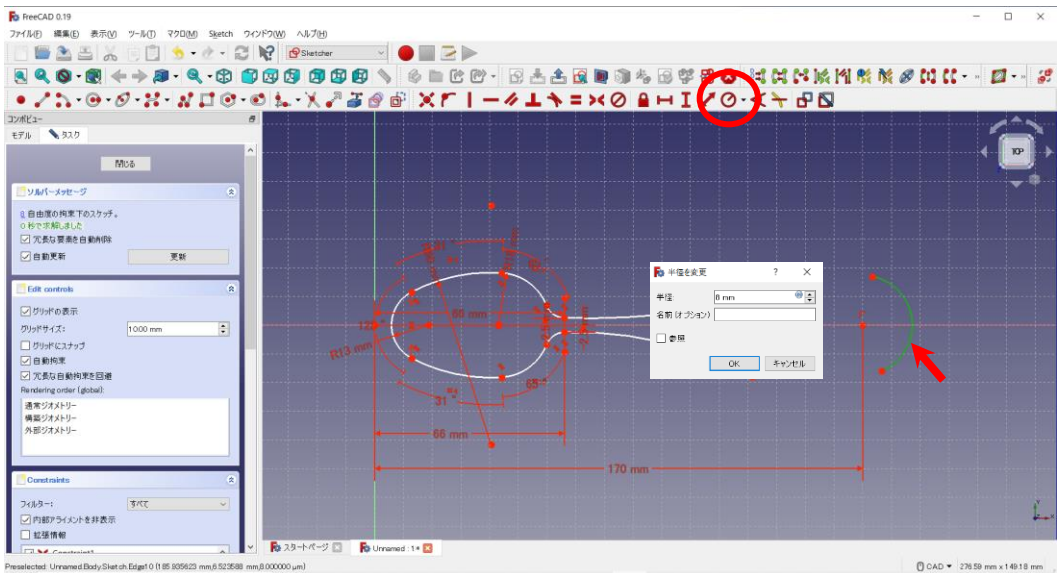
「スケッチに円弧を作成するボタン」を押し、円弧の中心は中心線（水平）に接する状態で円弧を描く。（中心線付近でクリックすると、自動でが表示されて接点拘束も自動でされる）




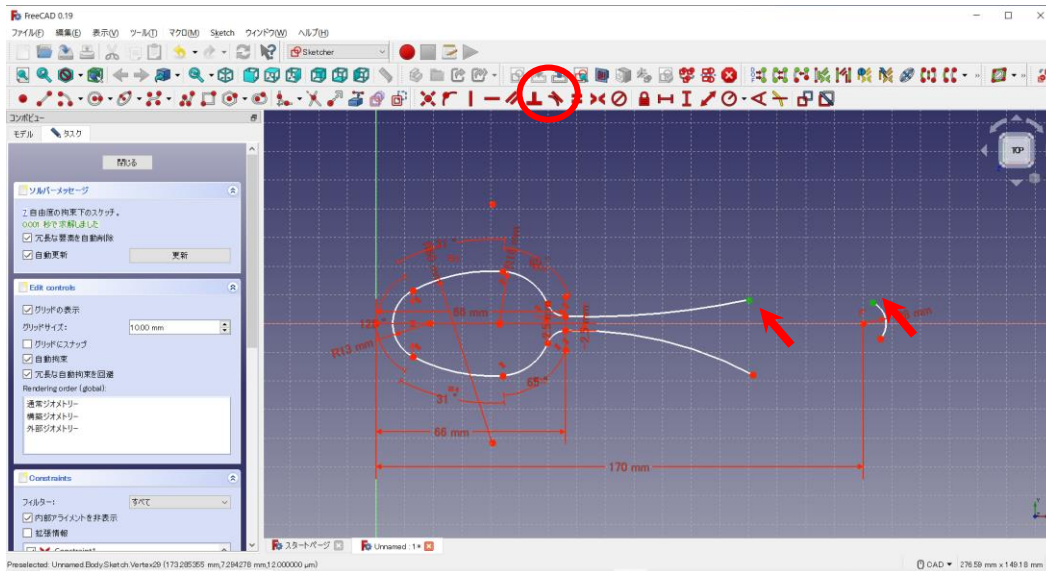
右の円弧の中心点と中心線（垂直）を選択し、「水平の長さ」 を 170mm とする。



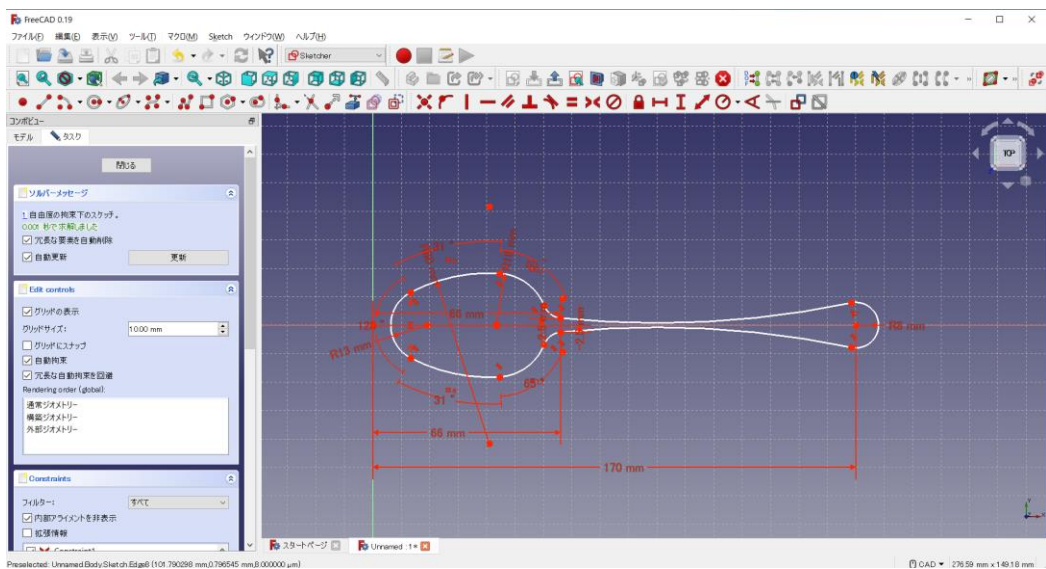
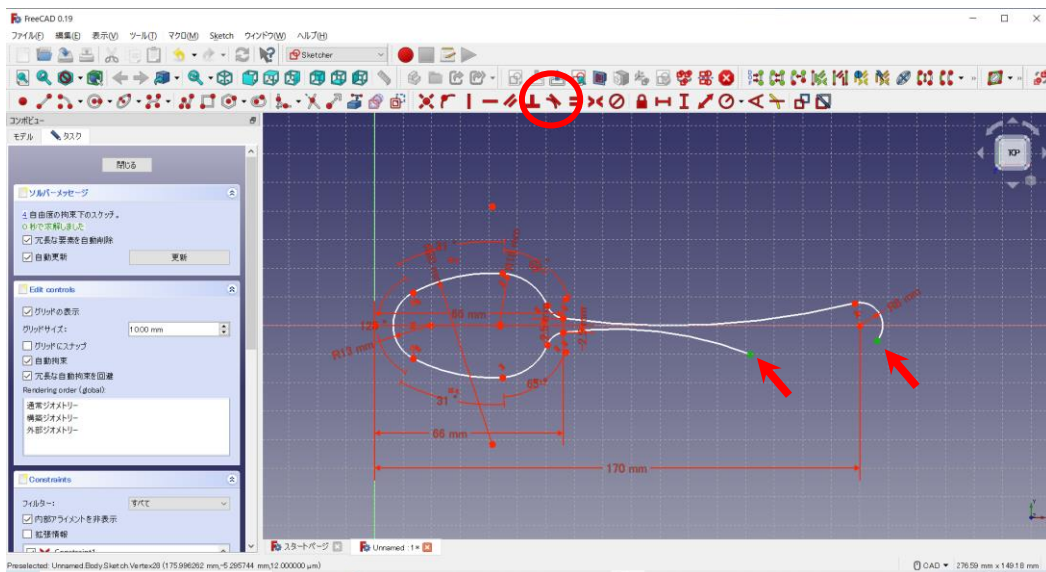
円弧の円周を選択し、半径  を 8mm に設定する。



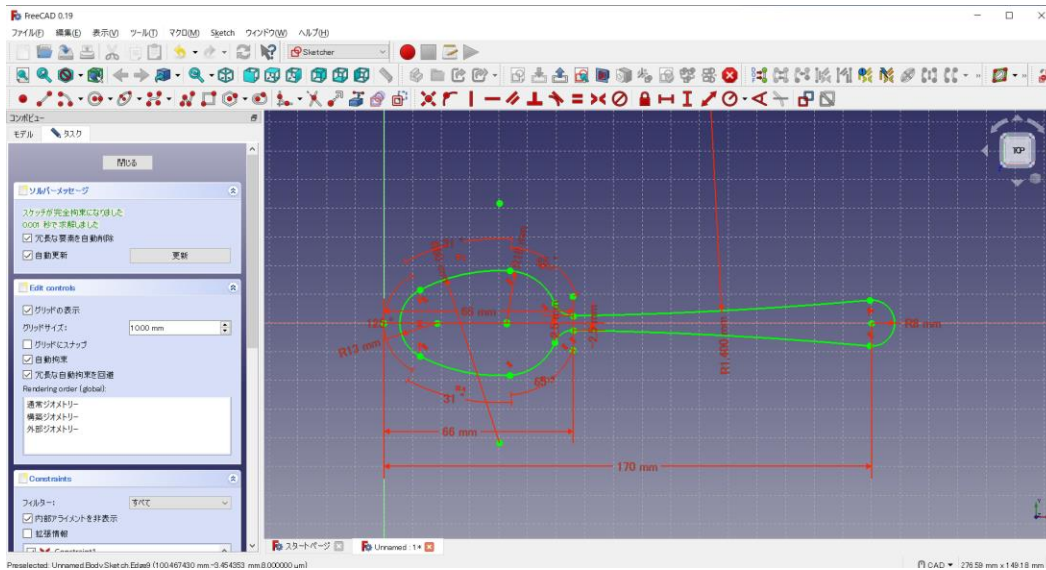
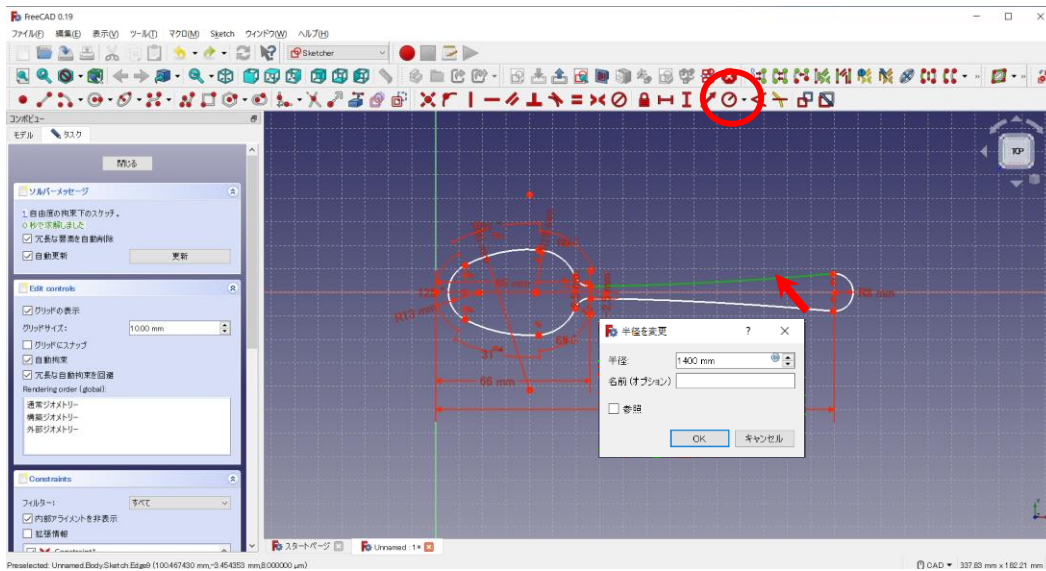
2つの円弧の近い2点を選択し、「接線拘束」をする。





下部も同様に

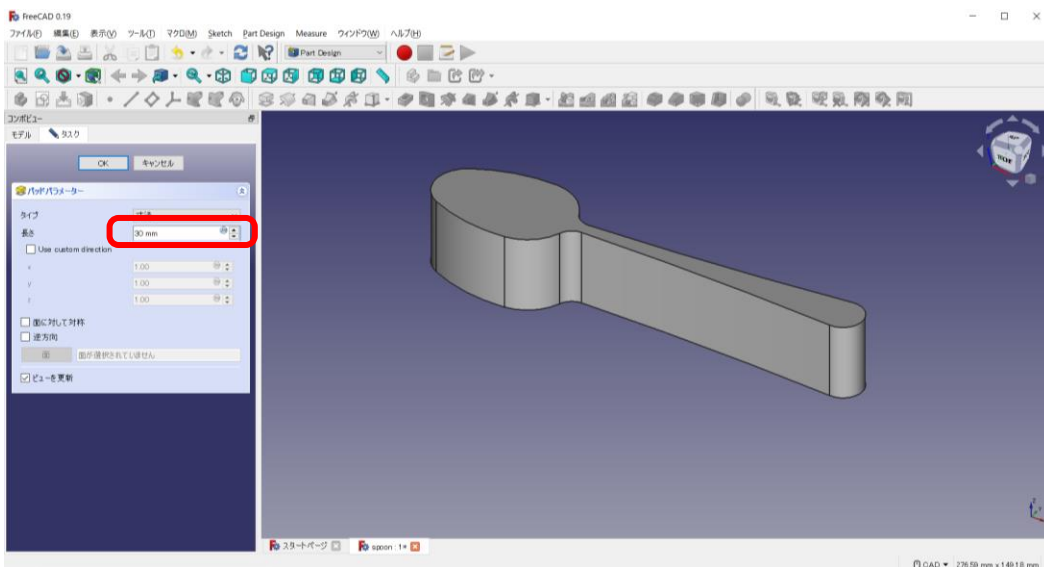
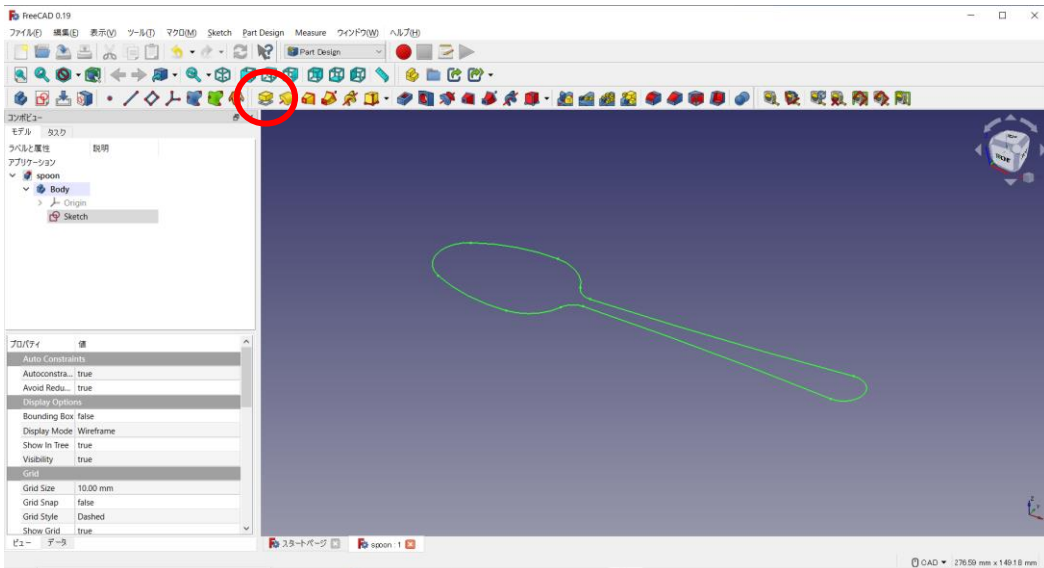


円弧の円周を選択し、半径  を 1400mm に設定する。

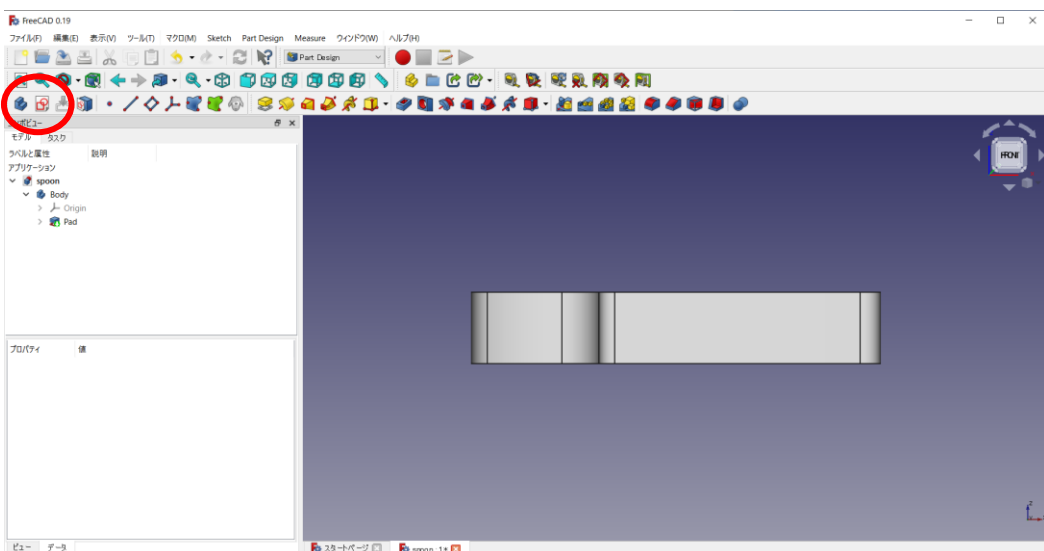


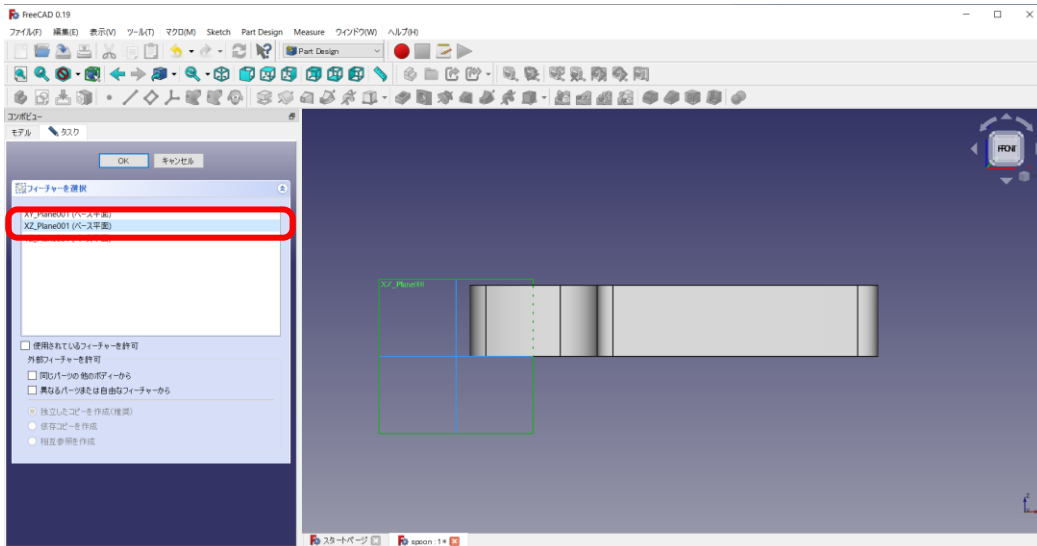
スプーンの（上から見た）輪郭が完成したので、スケッチを終了する（「閉じる」ボタンを押す）。

「 Sketch」を選択した状態で「 パッド」をクリックし、長さを 30mm とする（OK を押す）。

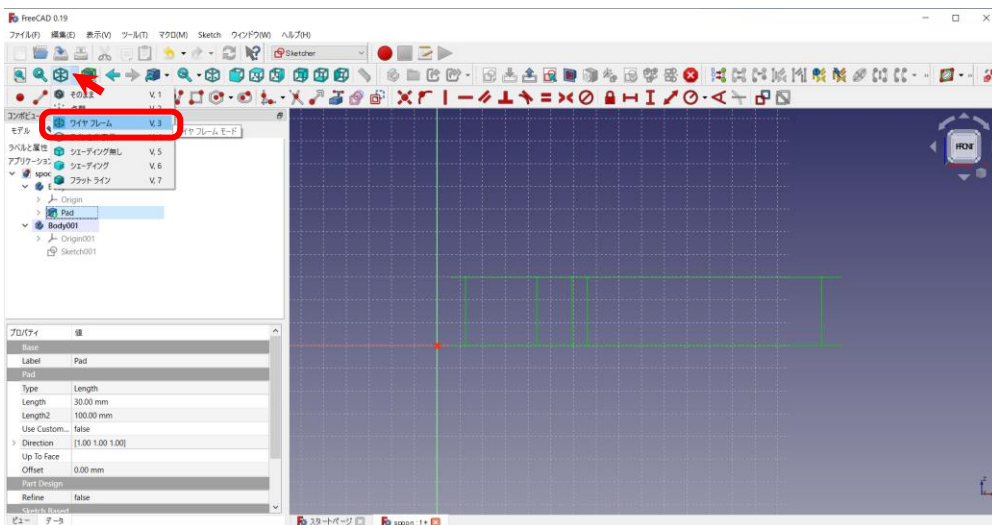




新しい「 ボディ」を作成し、続けて「 スケッチ」で「XZ_Plane」を作成する。
 (画面にでてくる Plane を直接選択でも OK。選択すると枠が緑色になる)

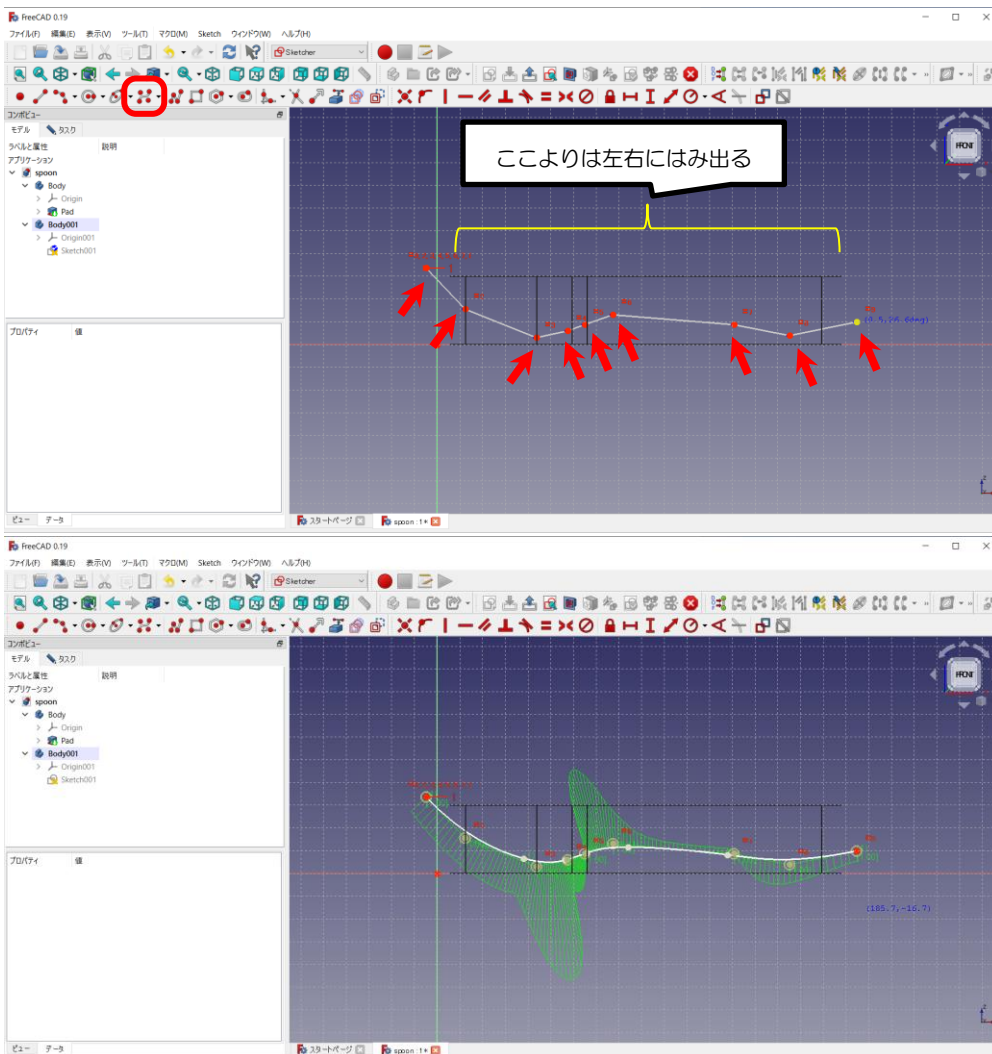




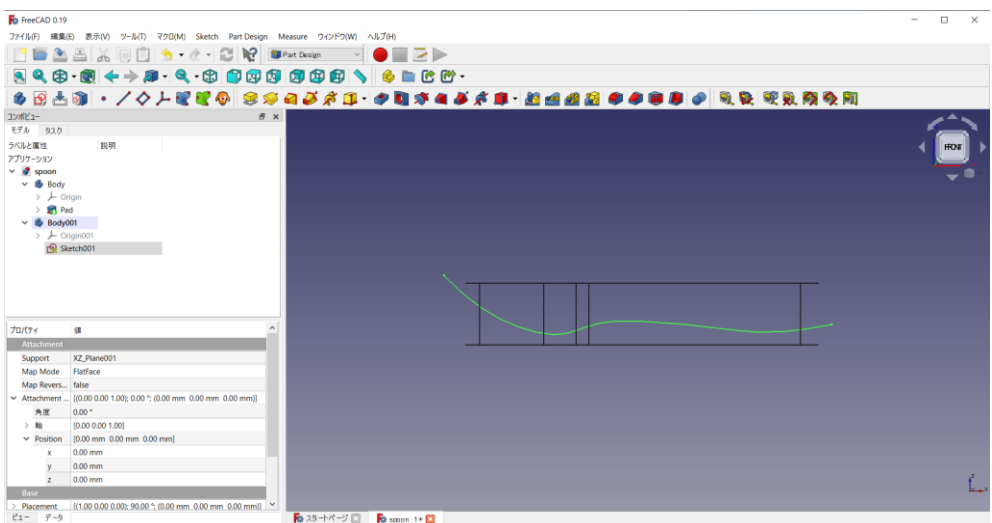
表示が「通常モード」だと邪魔なので、表示を「ワイヤーフレーム」に切り替える。




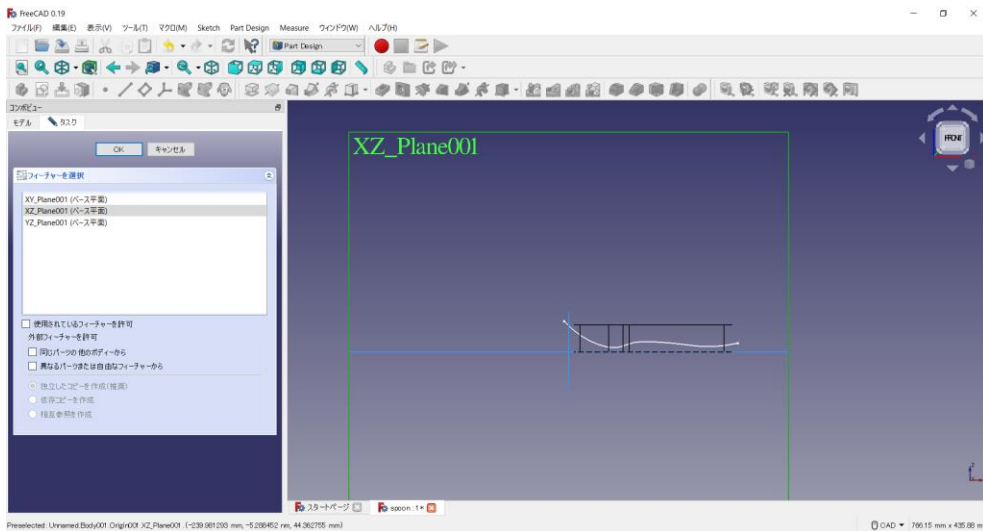
「B-スプライン曲線を作成するボタン 」を押し「スプーン底面」の横からみた図を描く（右から（左から）順にクリックしていく。「 Pad」の図から左右はみ出るように描く）。



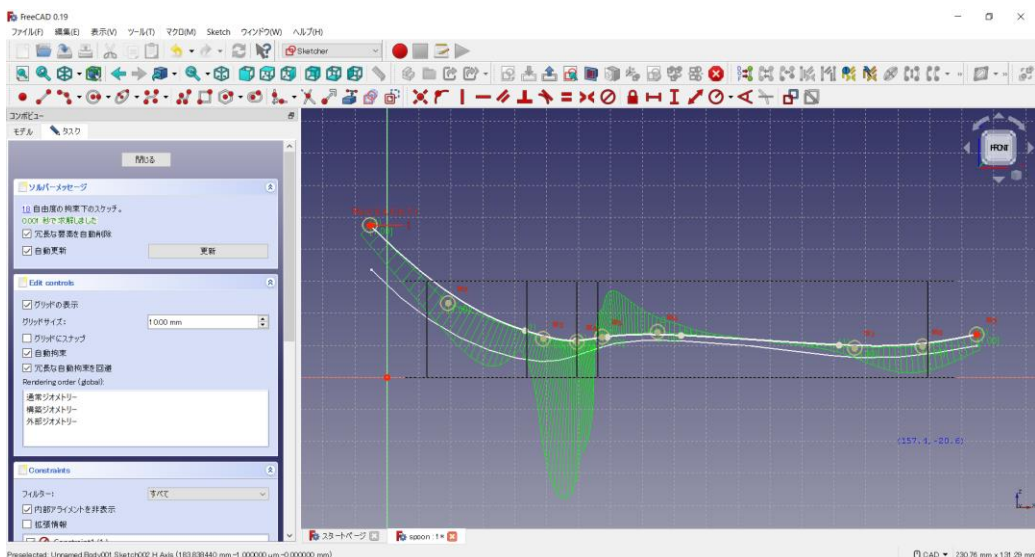
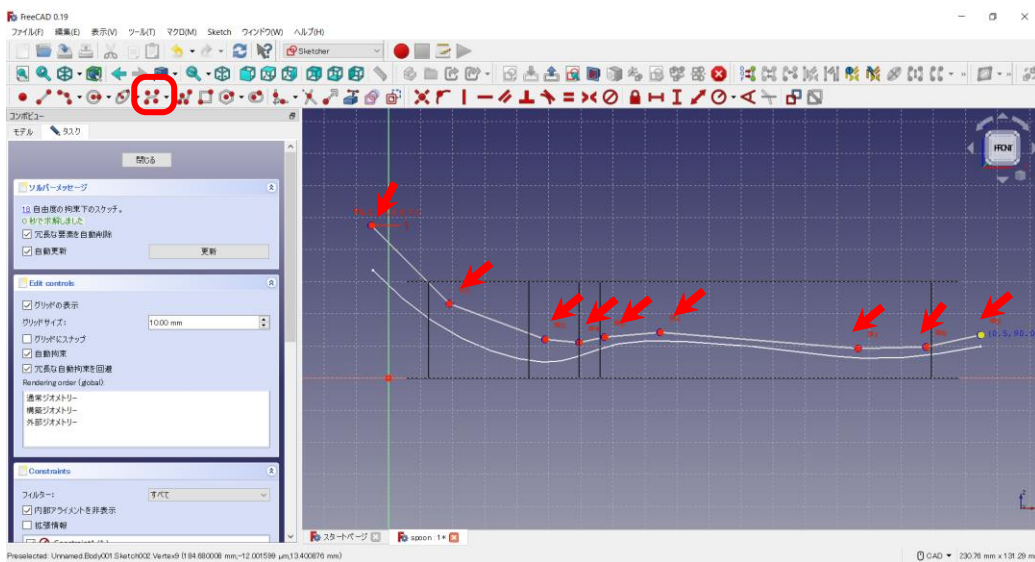
スケッチを終了する（「閉じる」ボタンを押す）。




「 スケッチ」を押し、新たな「XZ_Plane」を作成する。

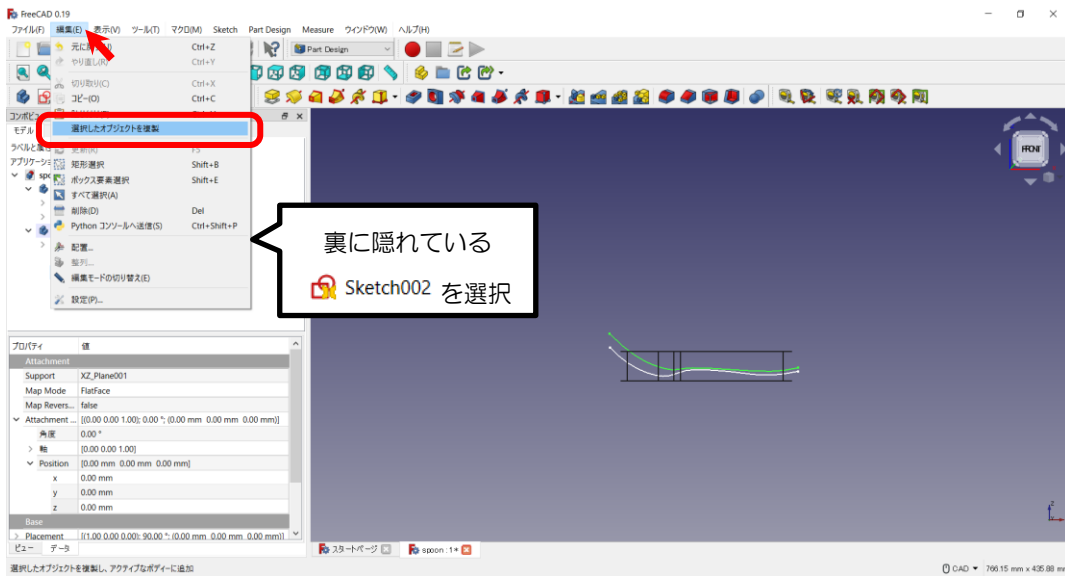


「B-スプライン曲線を作成するボタン」を押し「スプーン上面（スプーン先のすくう部分「つぼ」の縁）」の横からみた図を描く（右から（左から）順にクリックしていく。「Pad」から左右はみ出るように描く）。

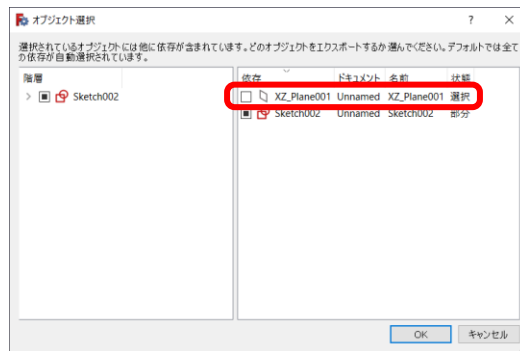
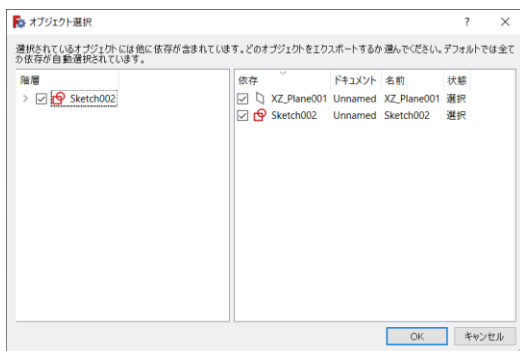



スケッチを終了する（「閉じる」ボタンを押す）。

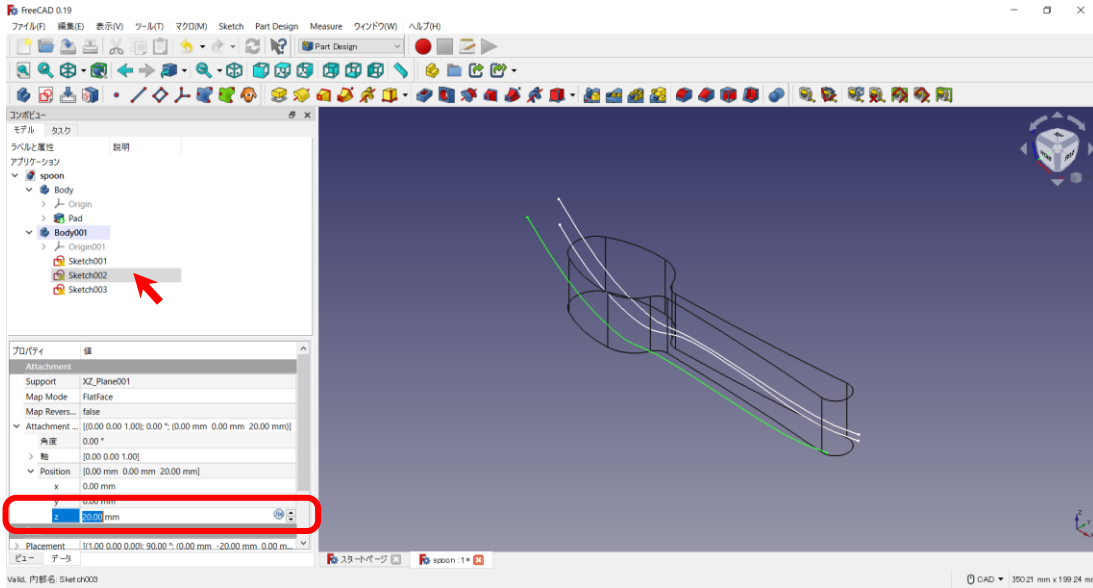
コンボビューにて、今描いた「 Sketch002（スプーン上面）」を選択し、「編集」→「選択したオブジェクトを複製」を選ぶ。



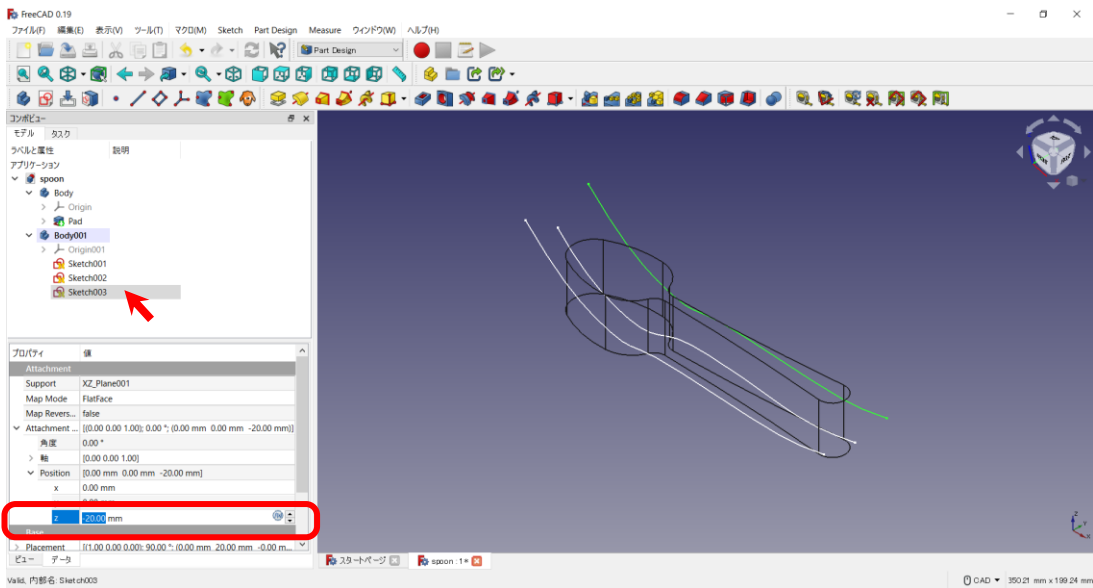
XZ_Plane001 はチェック（選択）を外し、「OK」を押す。（ Sketch003 として複製される）



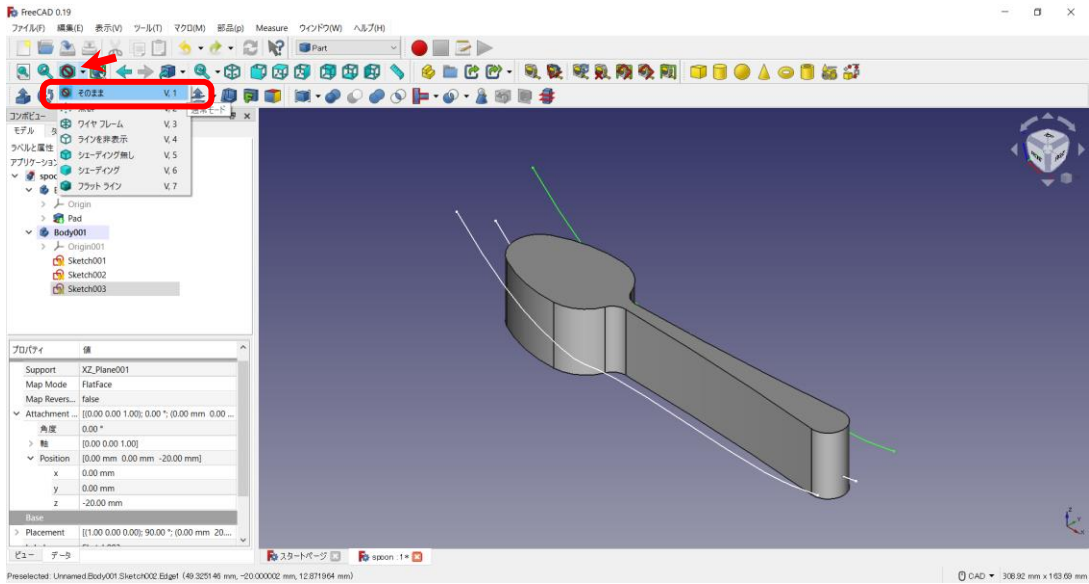
コンボビューの「 Sketch002」を選択し、コンボビュー下部「Attachment」→「Position」で Z 方向を 20mm ずらす（この Z 方向とは「スケッチの面に対する Z 方向」なので、画面上の Z 方向とは違う）。



同様に「Sketch003」を選択し、コンボビュー下部「Attachment」→「Position」でZ方向を-20mm ずらす（このZ方向とは「スケッチの面に対するZ方向」なので、画面上のZ方向とは違う）。

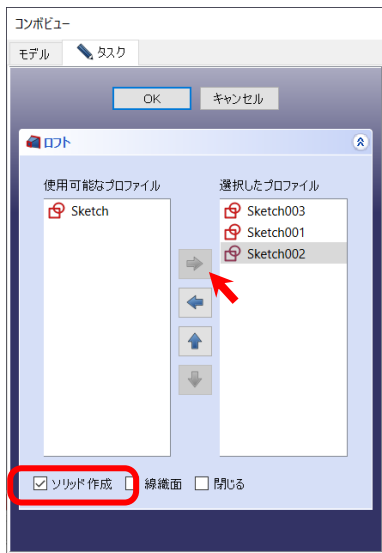


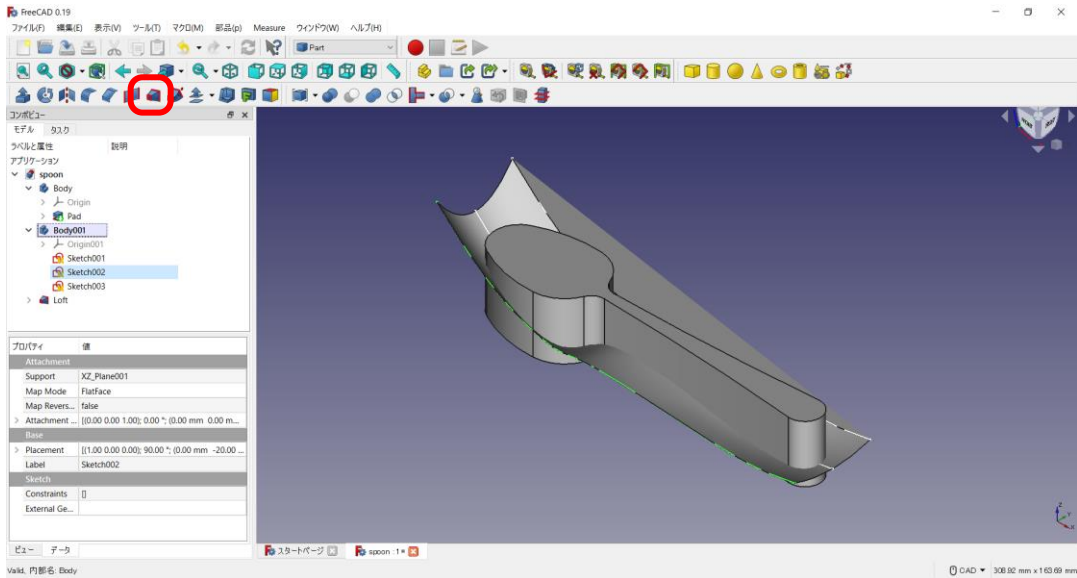
表示を通常モード（そのまま）に戻す。









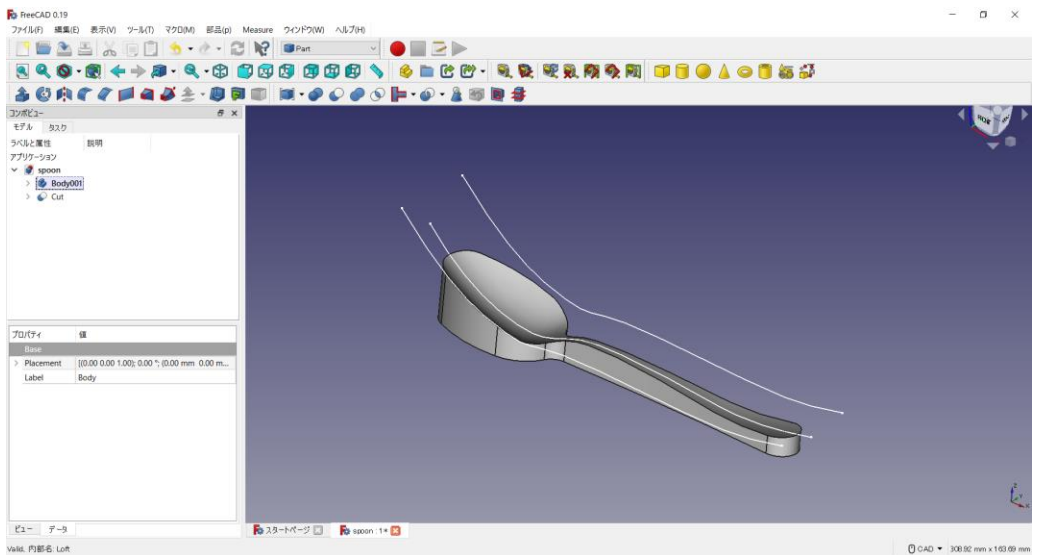
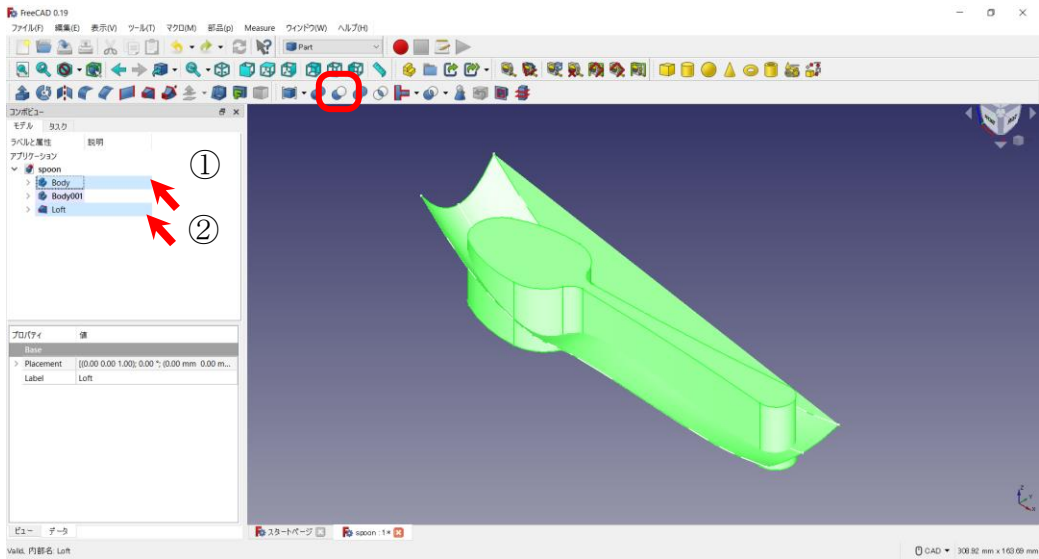
「Part ワークベンチ」に切り替える。

ロフトを選択し、「Sketch001 (底面)」が中央になるように順番に気を付けて選択する(残り Sketch002、Sketch003 も)。ソリッドの作成にチェックを入れる。選択出来たら「OK」を押す。(「Sketch」は今回は関係ない)





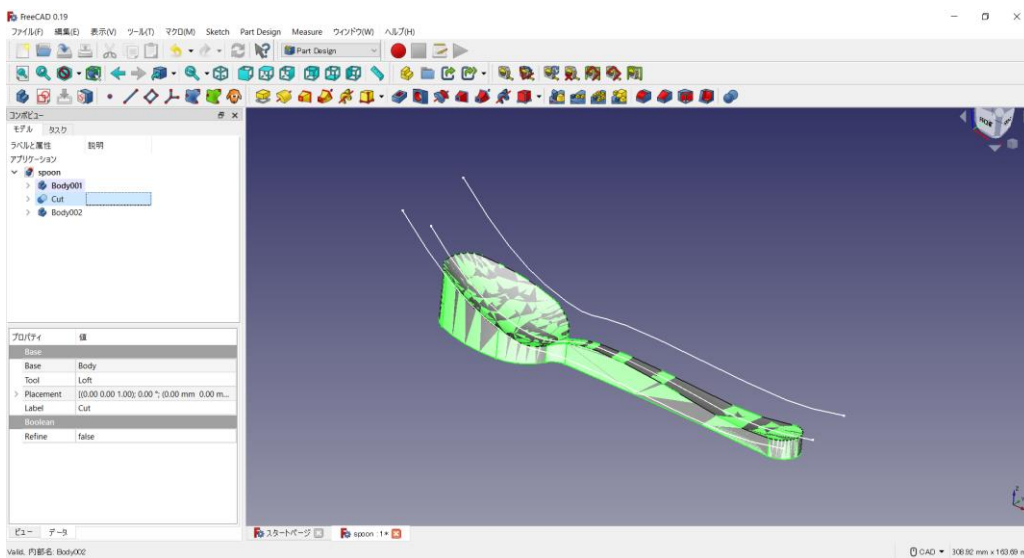
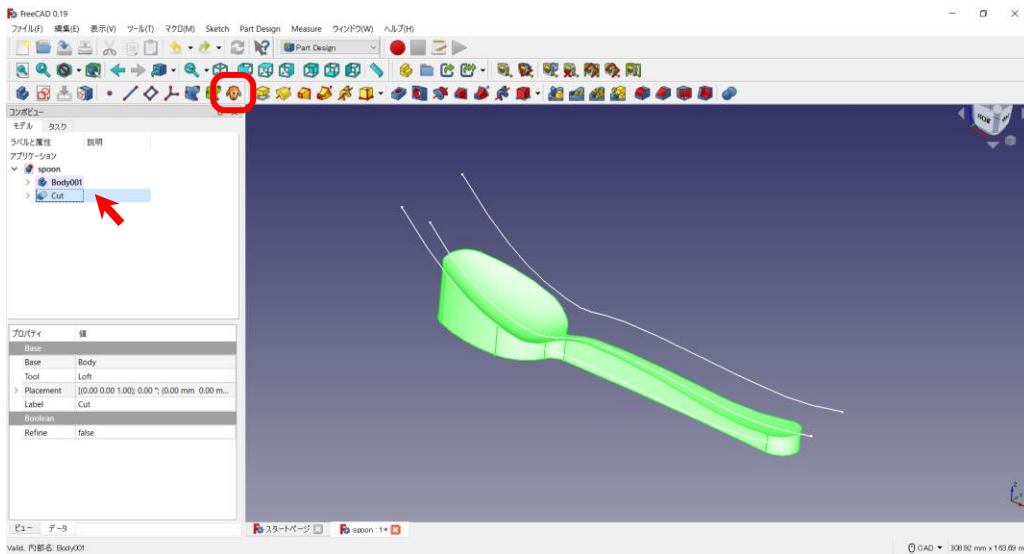
コンボビューにて「 Body」→「 Loft」の順で選択し、 アイコンをクリックし、「 Body」から「 Loft」を減算する。「 Cut」となる。



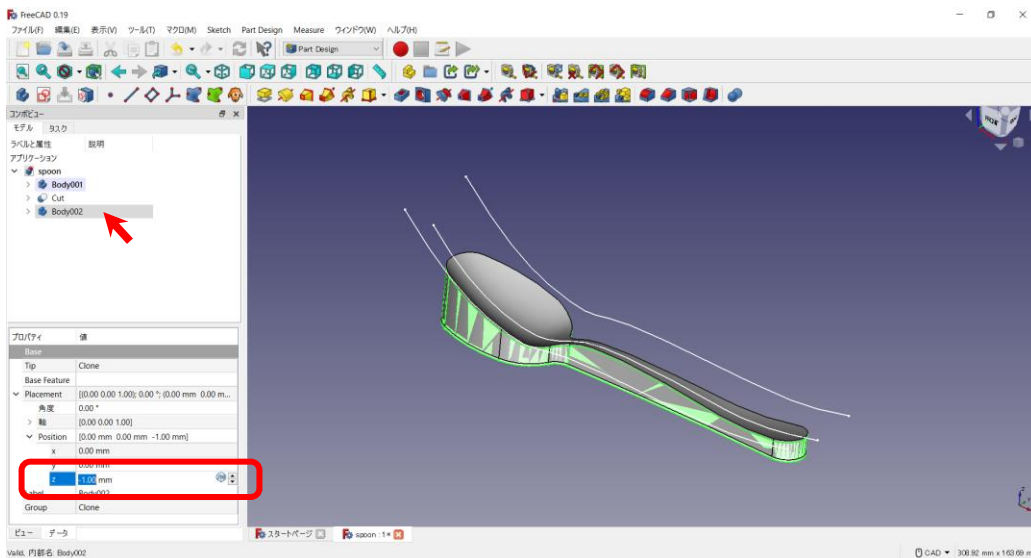
「Part design ワークベンチ」に切り替える。



コンボビューにて「Cut」を選択した状態で、「クローン」ボタンを押す（「Body002」としてクローンが作成される）。

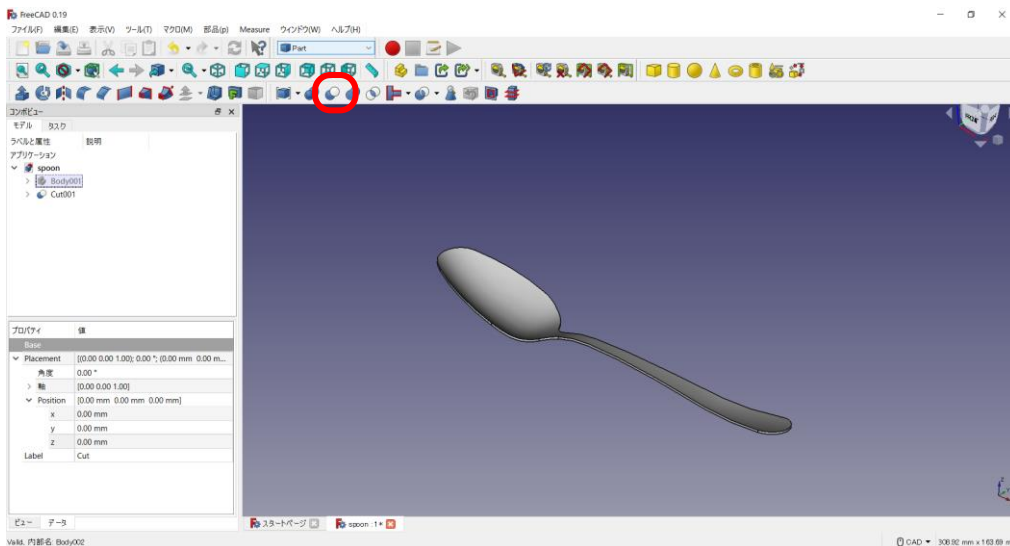


コンボビューにて、「Body002」を選択し、コンボビュー下部「Placement」→「Position」でZ方向を-1mmずらす

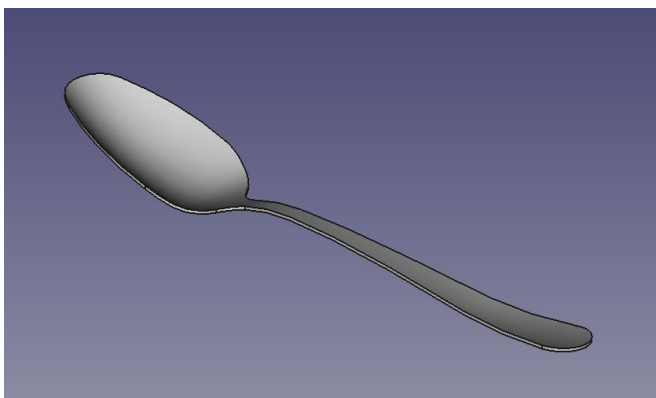


再度、「Part ワークベンチ」に切り替える。

コンボビューにて「Body002」→「Cut」の順で選択し、アイコンをクリックし、「Body002」から「Cut」を減算する。「Cut001」となる。（Body001は、もう使用しないので、コンボビュー内のBody001を右クリック→「表示切り替え」かBody001を選択した状態でspaceで非表示）



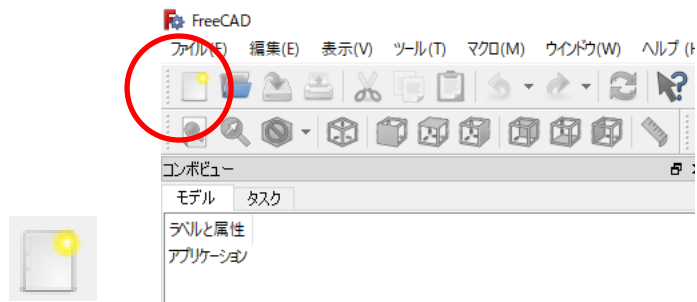
スプーン完成！！





3D プリンタで造形を行う場合は「4. stl 形式へのエクスポートおよびスライサーソフトの使用方法」と同様の手順をしてください。


・7. C型クランプ鋳型のモデリング（発展課題その②）

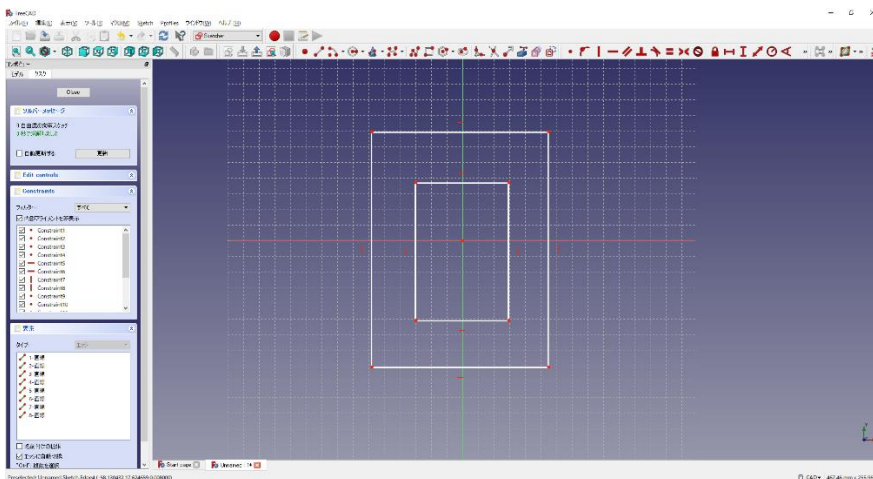
(0) 新しい空のドキュメントを作成する。




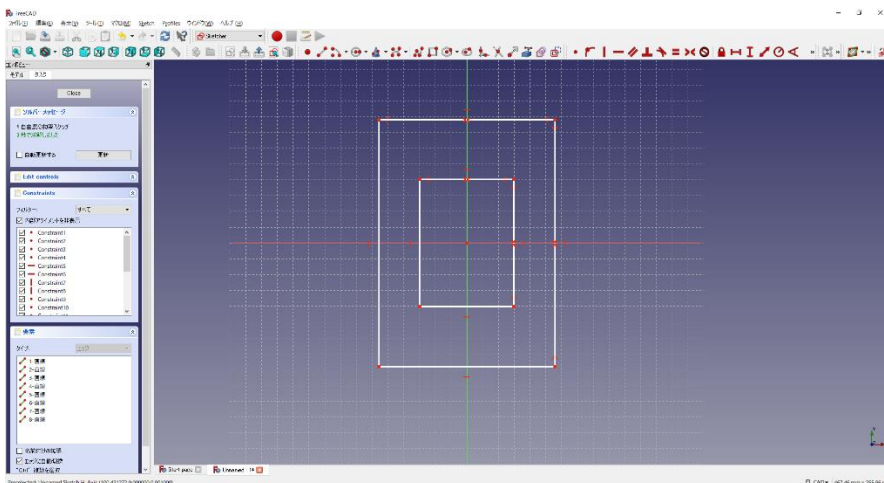
(1) O型の図形の作成




① ボディ 、スケッチ  を作成し、スケッチの向きを「xy 平面」と選択し「OK」を押す。

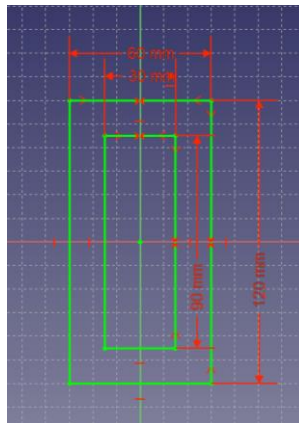
② ツールバーから  を選択し、2つの四角形を作成する。




③ 2つの四角形を xy 平面の中心になるように上下とも拘束  する。

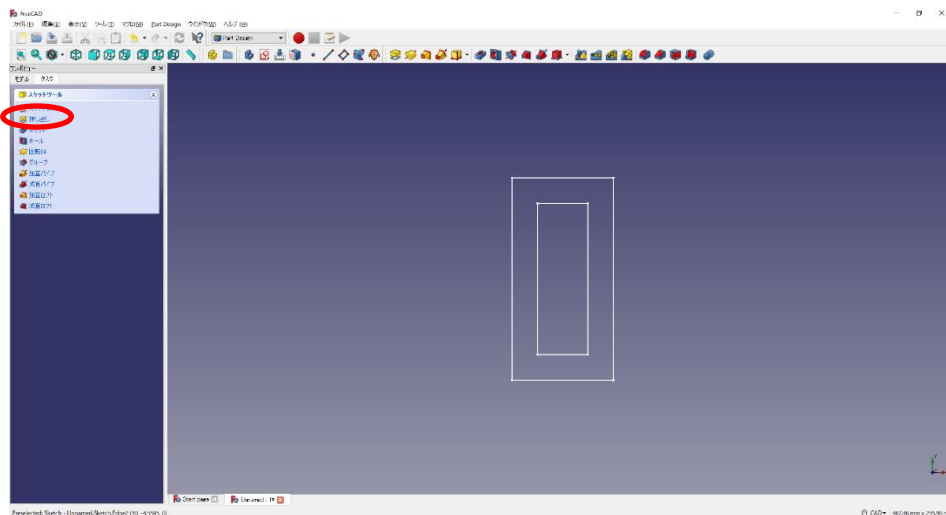


- ④ 四角形の寸法は図のように入力する。( 60mm、 120mm、 30mm、 90mm)

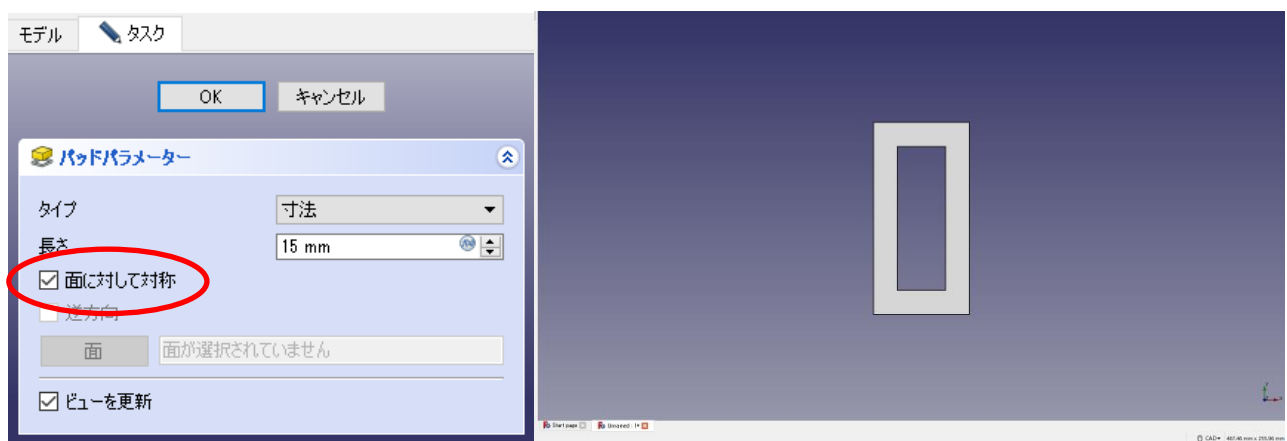


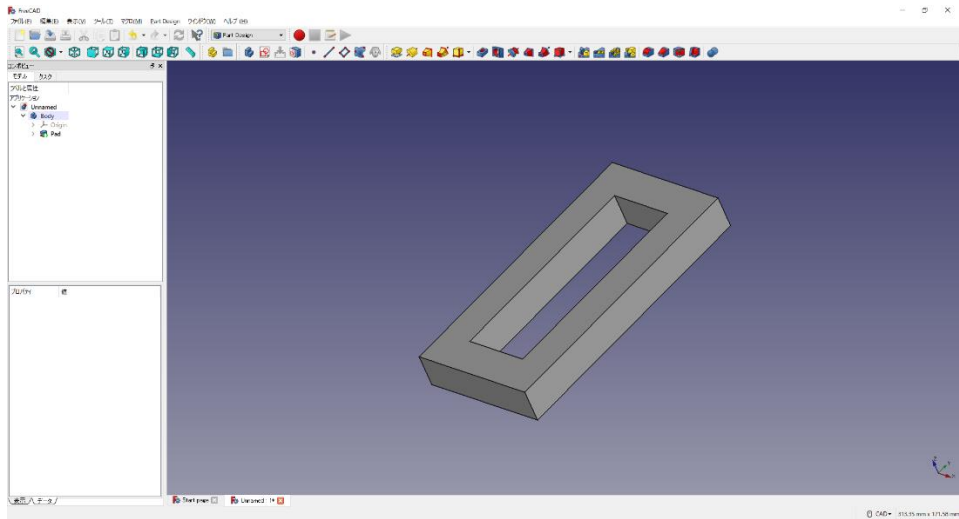
- ⑤ 「閉じる」を押して Sketch を閉じる。

- ⑥ タスク欄のスケッチツールより、「パッド 」を選択する。



- ⑦ パッドパラメーターより、長さを 15mm にし、「面に対して対称」をチェックして「OK」を押す。

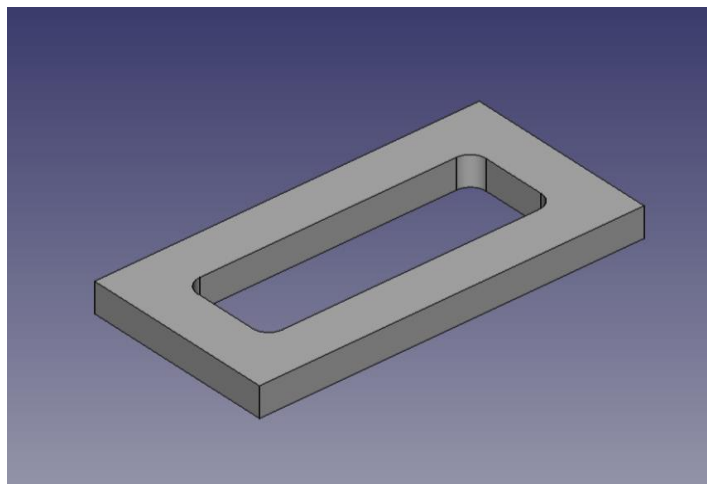
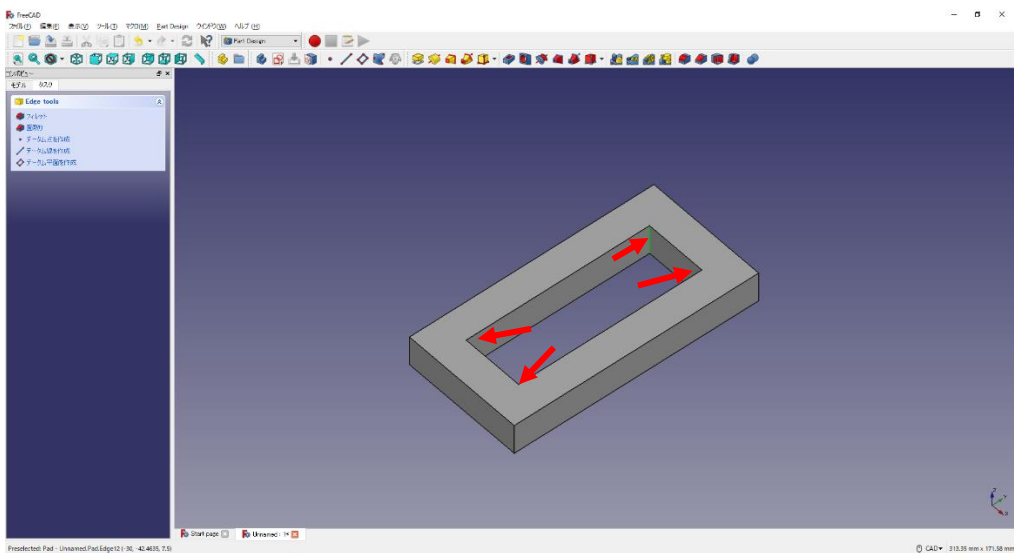




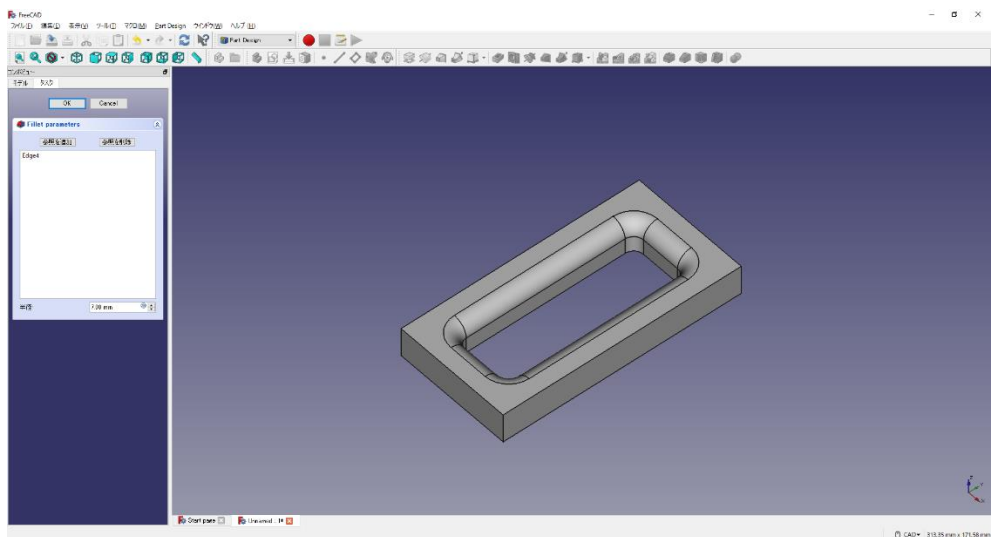
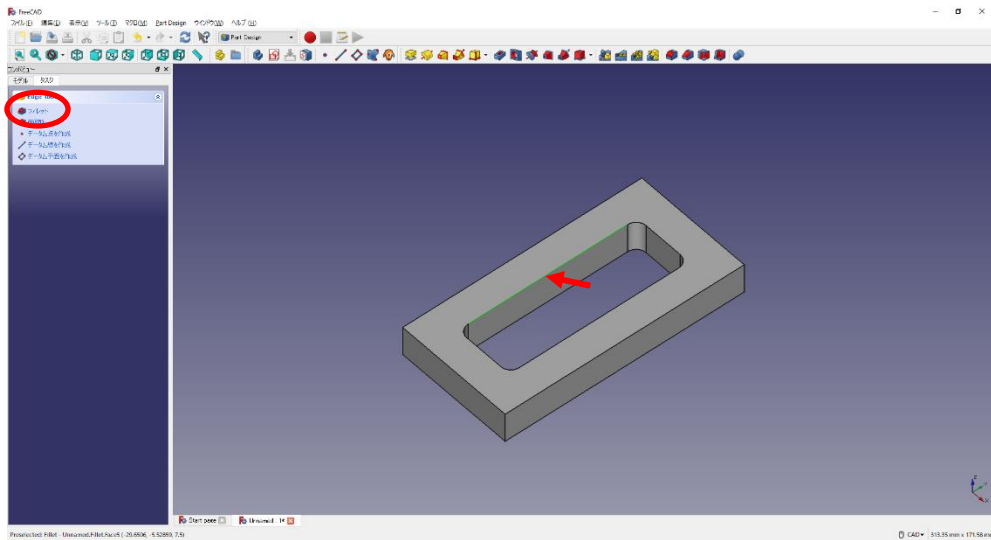
(2) O型の図形に丸みを付ける。

① フィレットを付ける場所を選択する(4か所)。

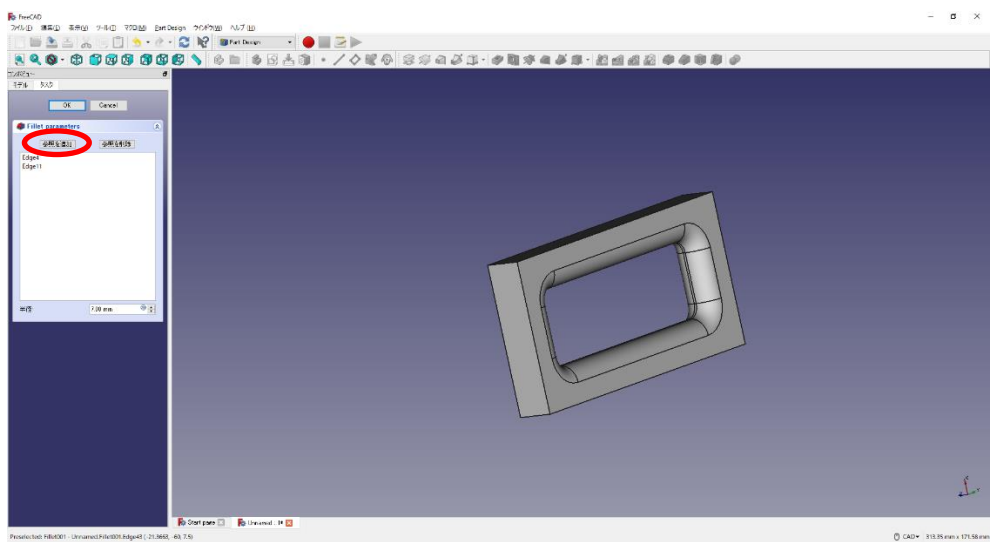
② タスク欄の表面ツールより「フィレット」を選択し、半径(5mm)を入力して「OK」を押す。



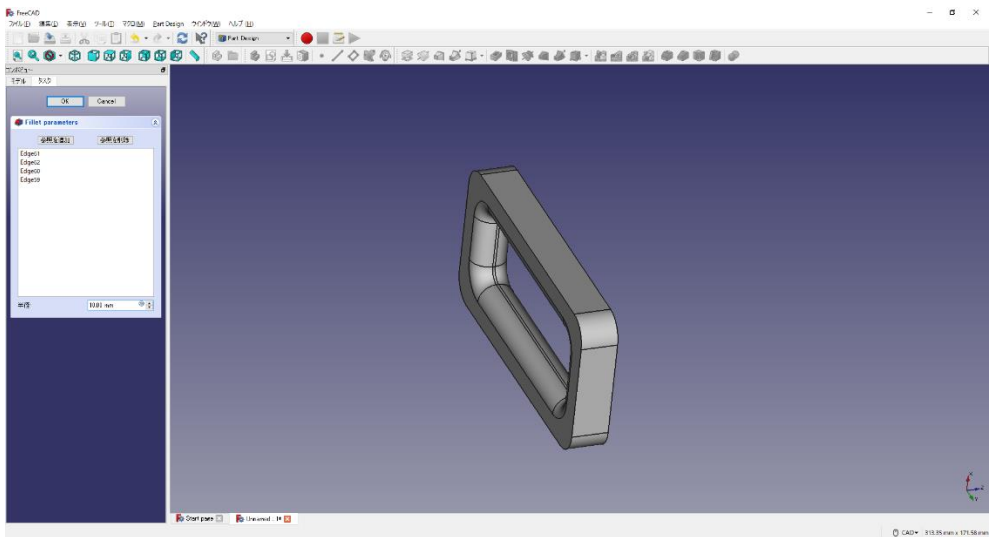
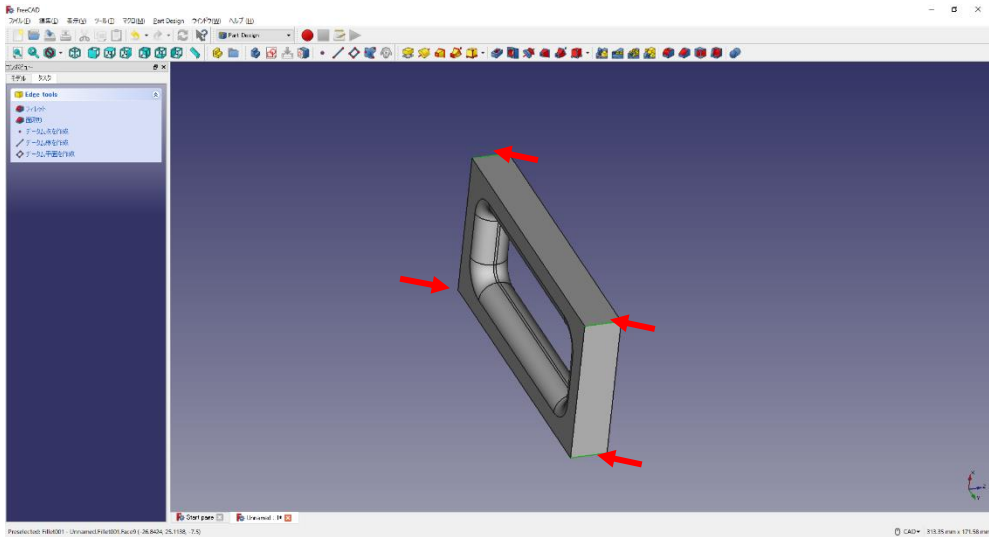
③ ①と②を必要なだけ繰り返す。(フィレット半径 7mm)



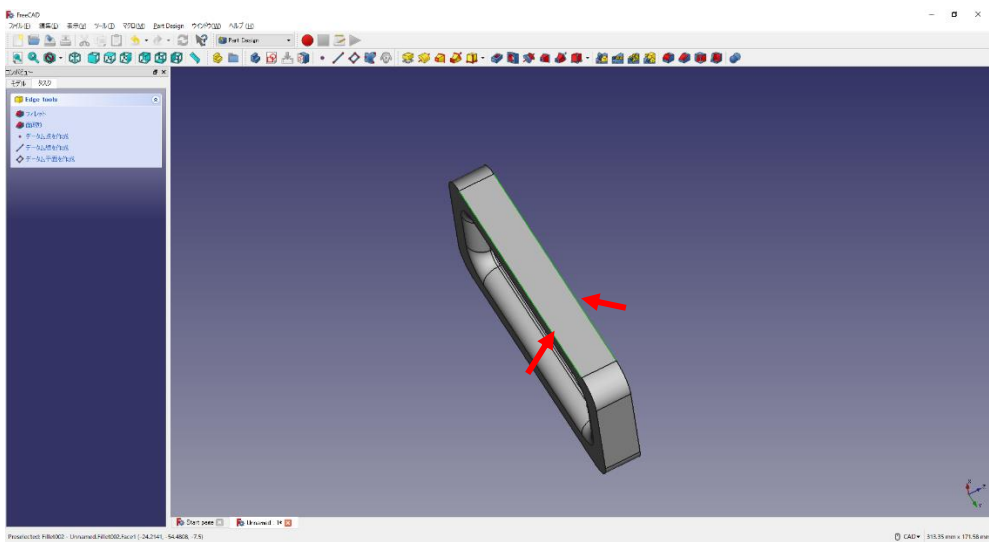
回転させ、「参照を追加ボタン」を押し、反対側も選択する。

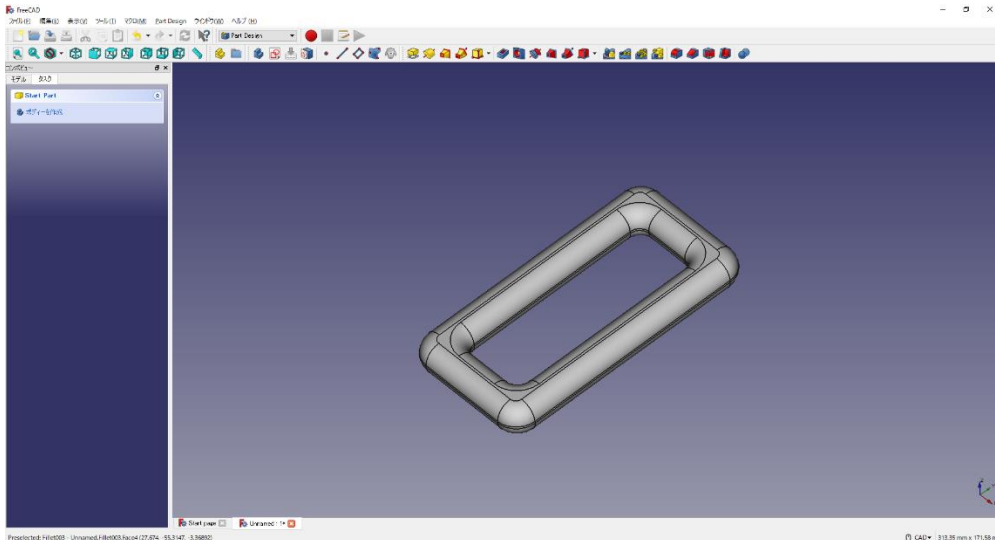


④ ①と②を必要なだけ繰り返す。(フィレット半径 10mm) (4か所)



⑤ ①と②を必要なだけ繰り返す。(フィレット半径 7mm) (2か所)







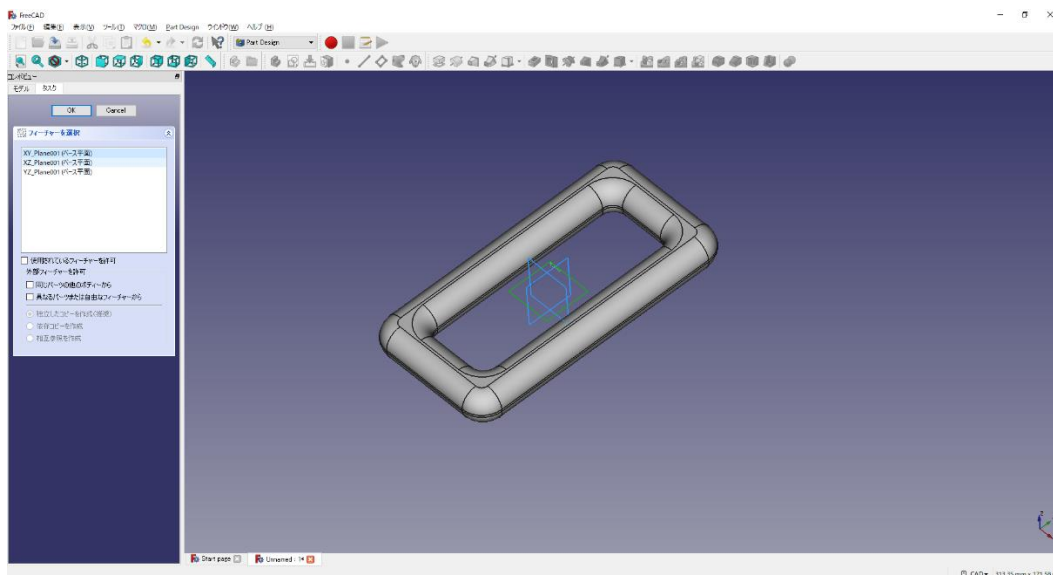
⑥ 一度、 保存しておく。


保存場所は「デスクトップ」とする。

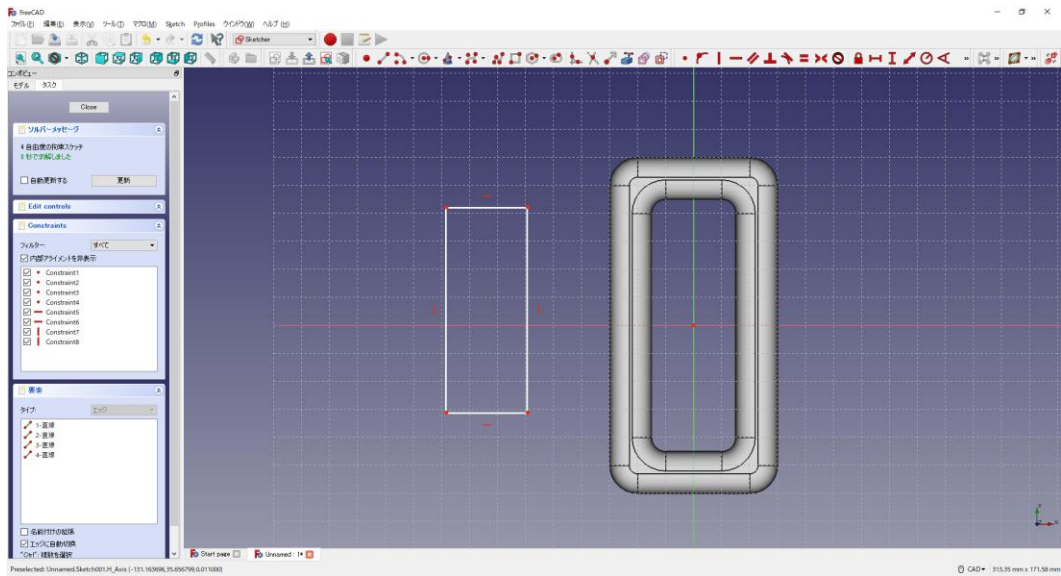
ファイル名を「M2A-出席番号-高専太郎-C クランプ-3.FCStd」にする。


(3) 直方体の作成 1




① ボディー  とスケッチ  を作成し、スケッチの向きを「xy 平面」と選択して「OK」を押す。

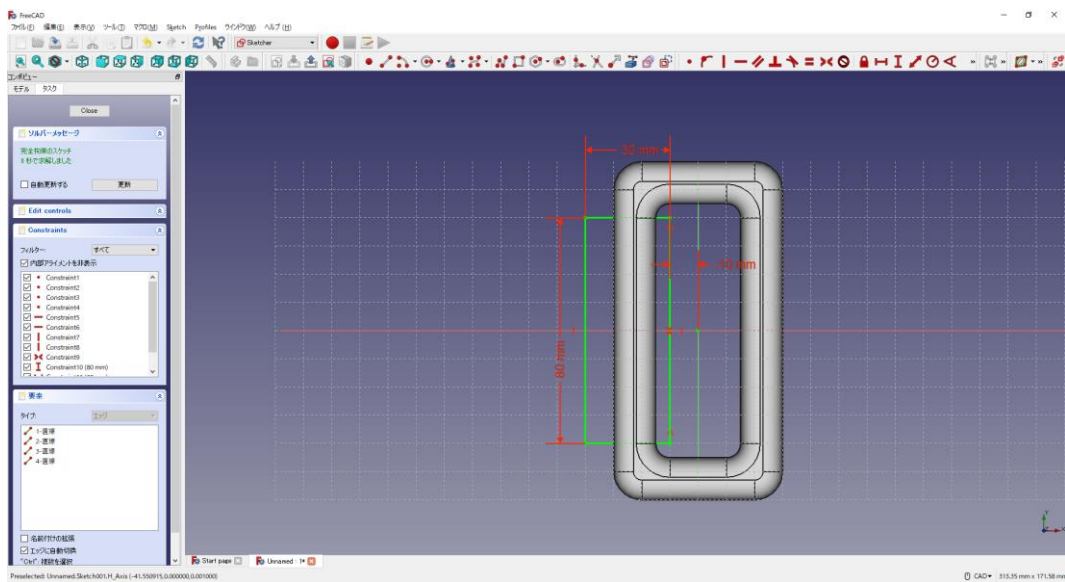


② ツールバーから  を選択し、四角形を作成する。




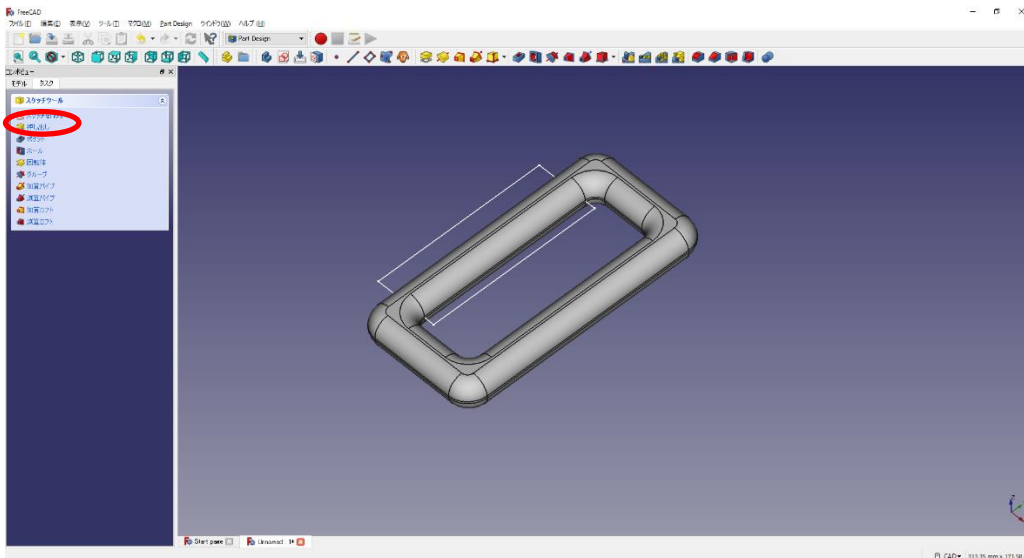
③四角形を xy 平面の中心線に対して縦方向に対称拘束  する。四角形の寸法は図の

ように入力する。( 30mm、  80mm、  -10mm)

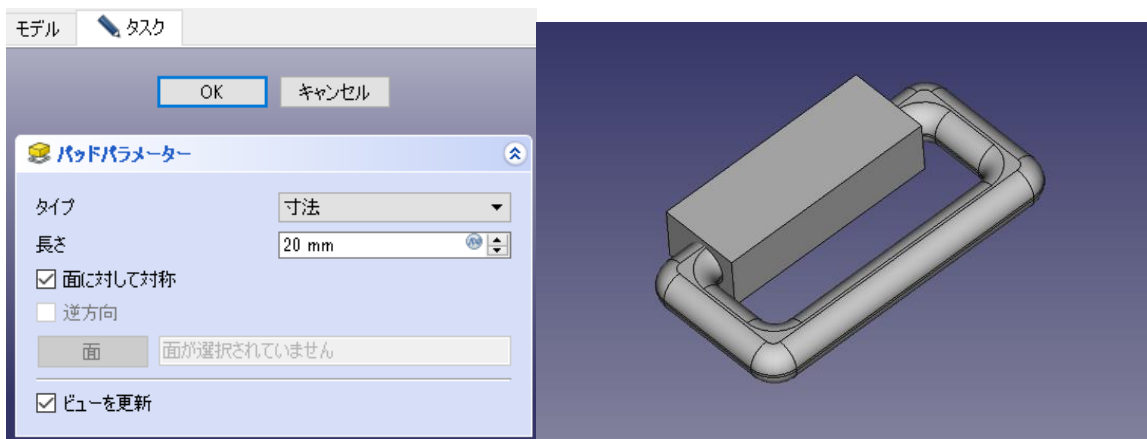


④「閉じる」を押して Sketch を閉じる。

⑤タスク欄のスケッチツールより、「パッド  」を選択する。




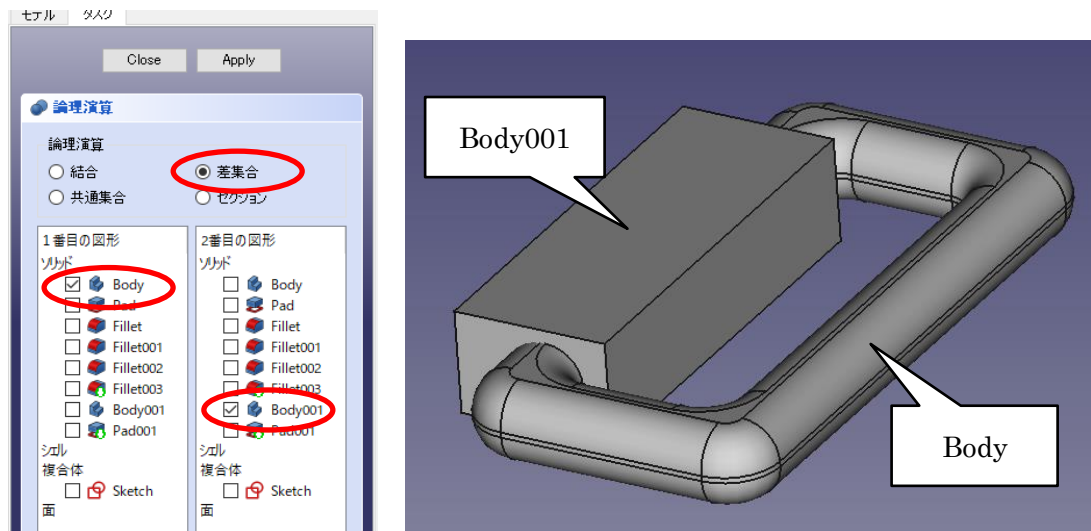
- ⑦ パッドパラメーターより、長さを 20mm と入力し、「面に対して対称」をチェックして「OK」を押す。



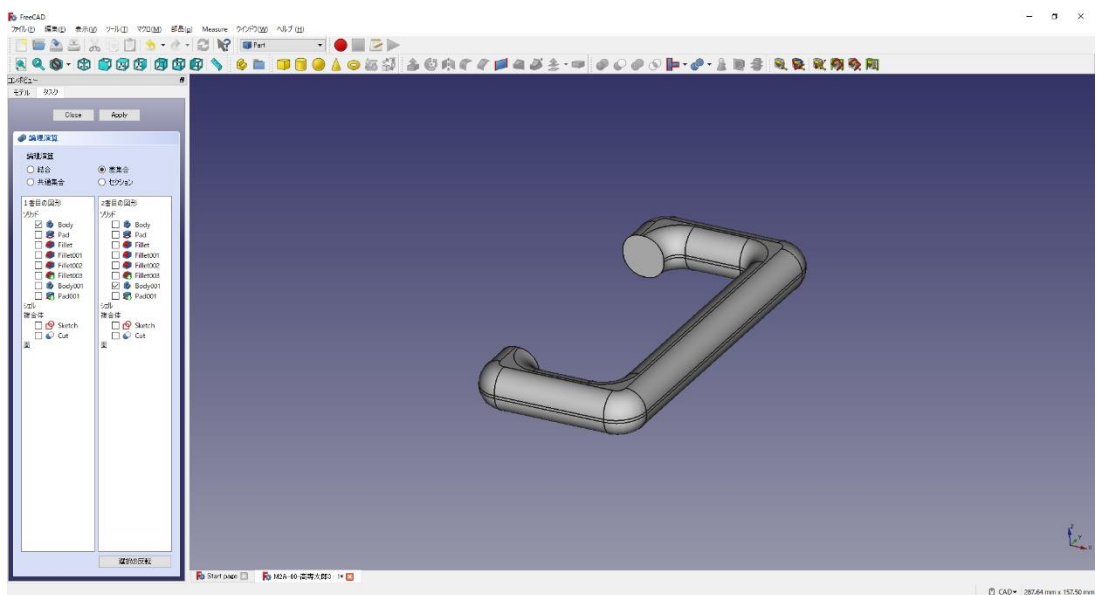
〔ワークベンチを切り替える。  Part Design →  Part 〕


(4) C型の図形の作成

- ① ツールバーから  を選択し、論理演算を行う。
- ② 図のように「差集合」を押して演算するモデルを選択し、「適用」を押す。
この時、1番目の図形が引かれる図形で2番目の図形を引く図形を表す。





③ 演算してカットしたモデルは「Cut」として表れる。

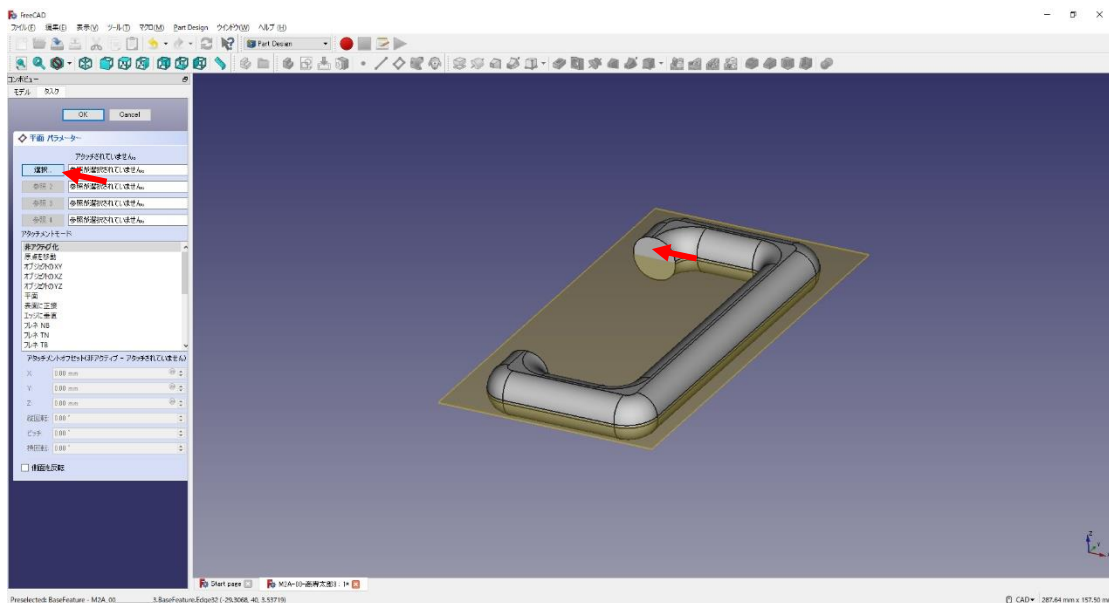
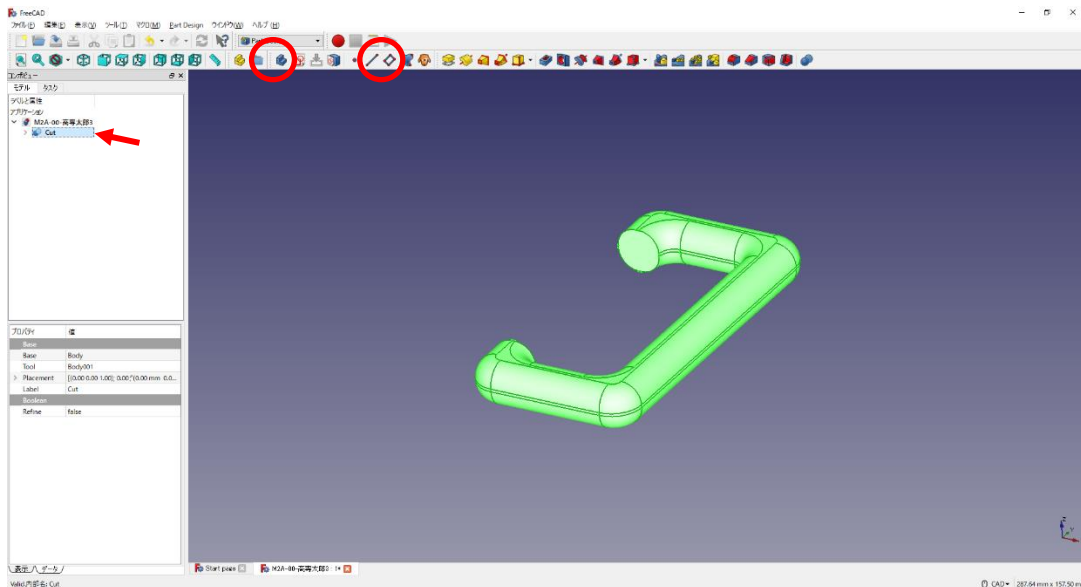


④ 「閉じる」を押して、 上書き保存する。

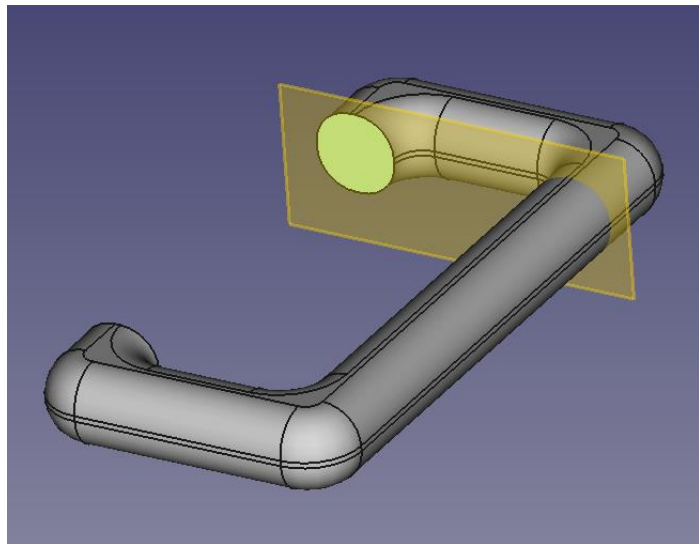
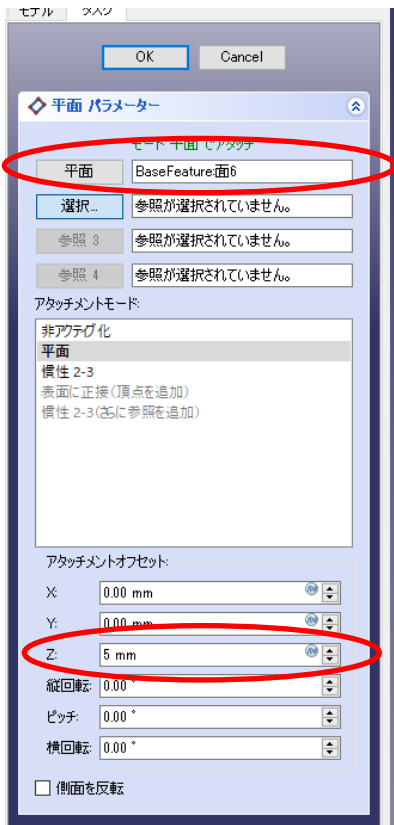
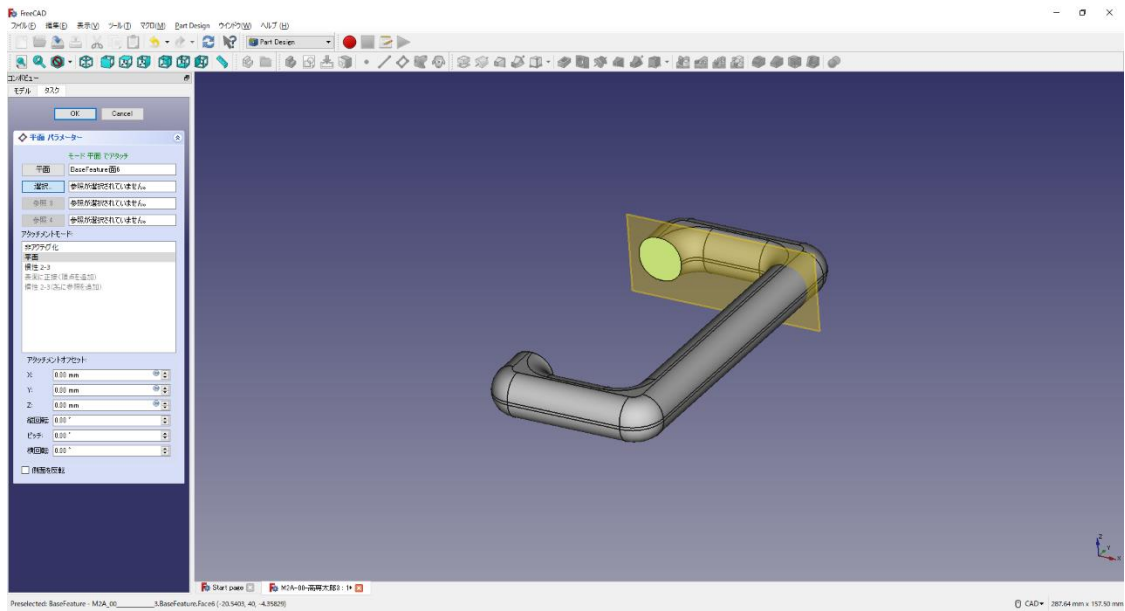
〔ワークベンチを切り替える。( Part →  Part Design)〕

(5) ねじ穴部分の幅木の作成

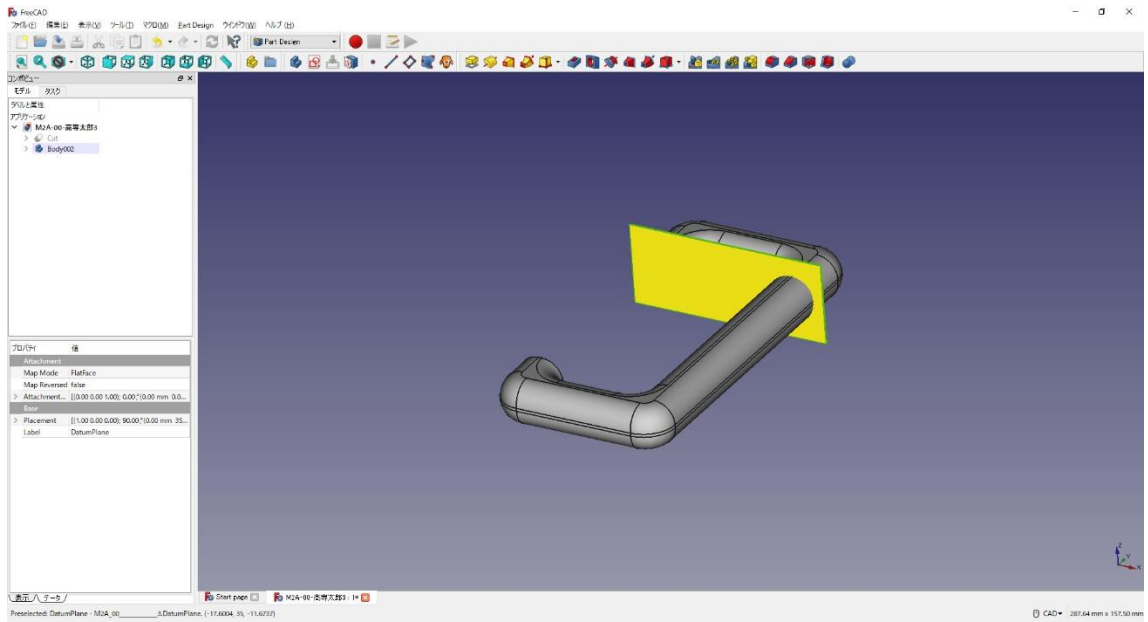
① 作成したモデル「Cut」を選択した状態で、ボディを作成  し、続いて新しいデータム平面  を作成する。(「Body002」が作成される。)



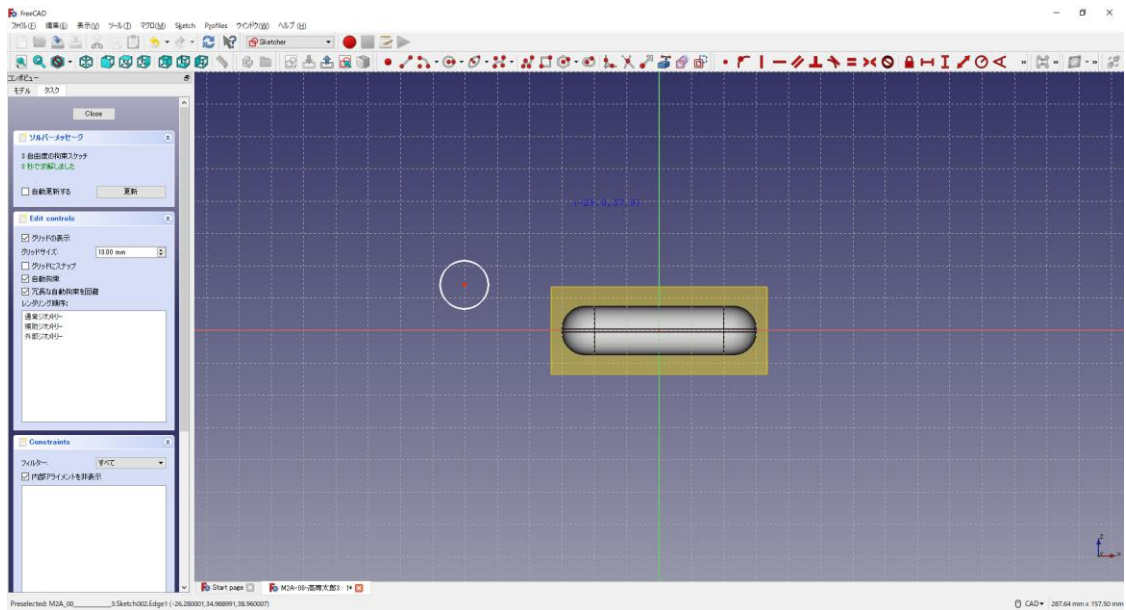
(カットした面=BaseFuture 面 6を選択する (選択すると「平面」と表記される))
そのまま続けて、アタッチメントオフセットのZを5mmとする。「OK」を押す。





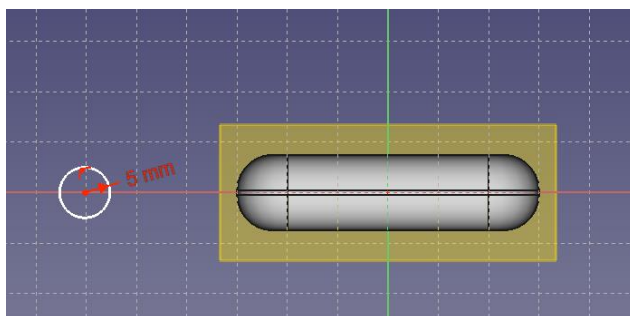
②作成したデータ面を指定してスケッチ  を作成する。




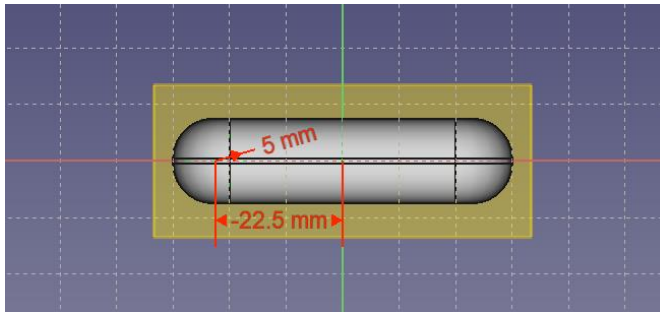
③ ツールバーから  を選択し、円を作成する。




④ 円の寸法は図のように入力する。( 5mm、横軸と接点  拘束)

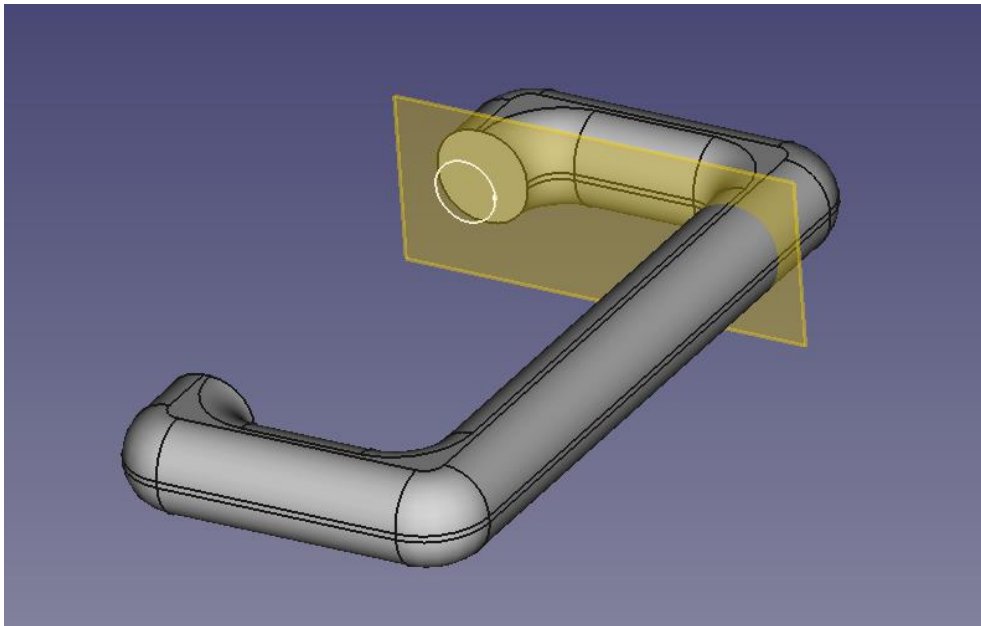


⑤円を中心線の縦軸上に拘束  22.5mm する。

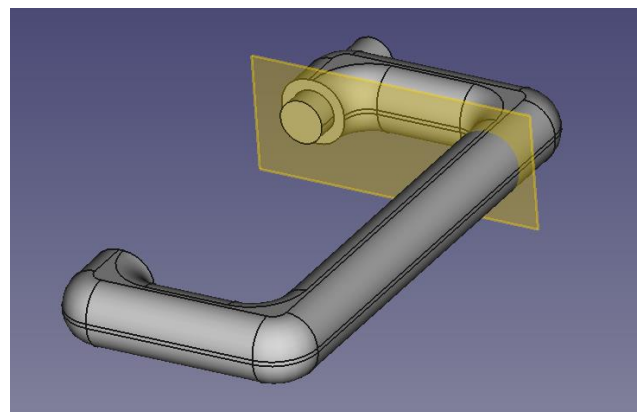
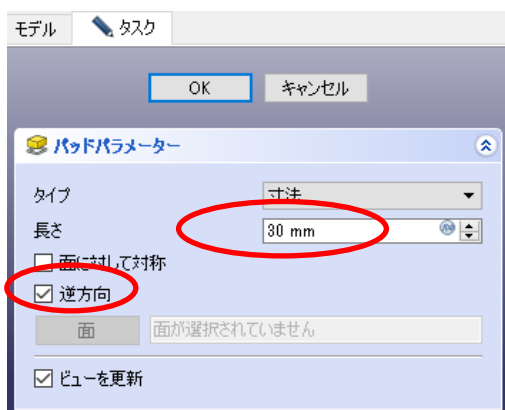


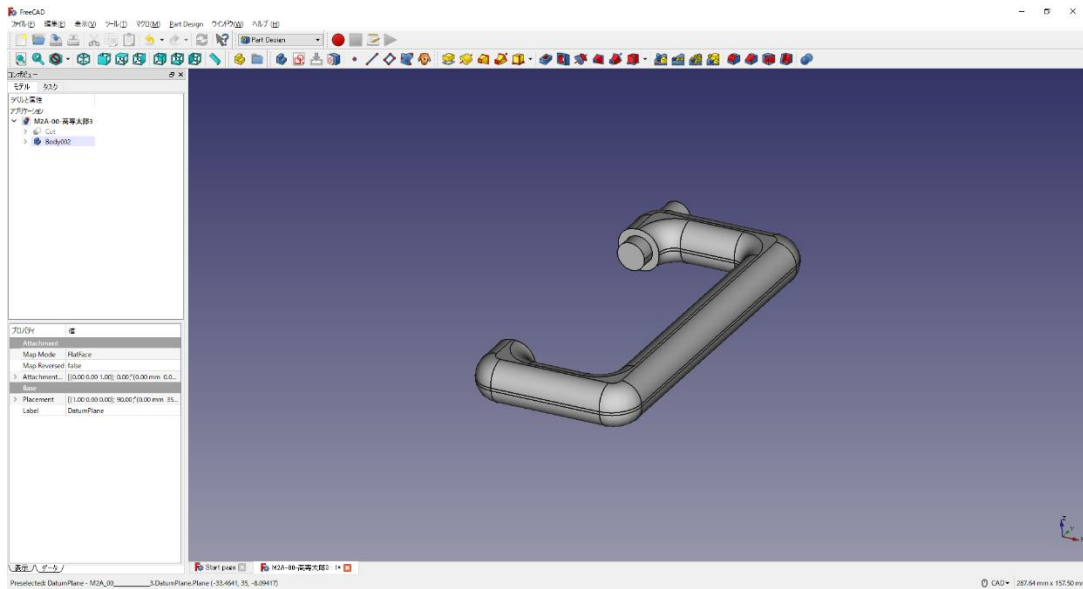
⑥「閉じる」を押して Sketch を閉じる。

⑧ タスク欄のスケッチツールより、「パッド  」を選択する。





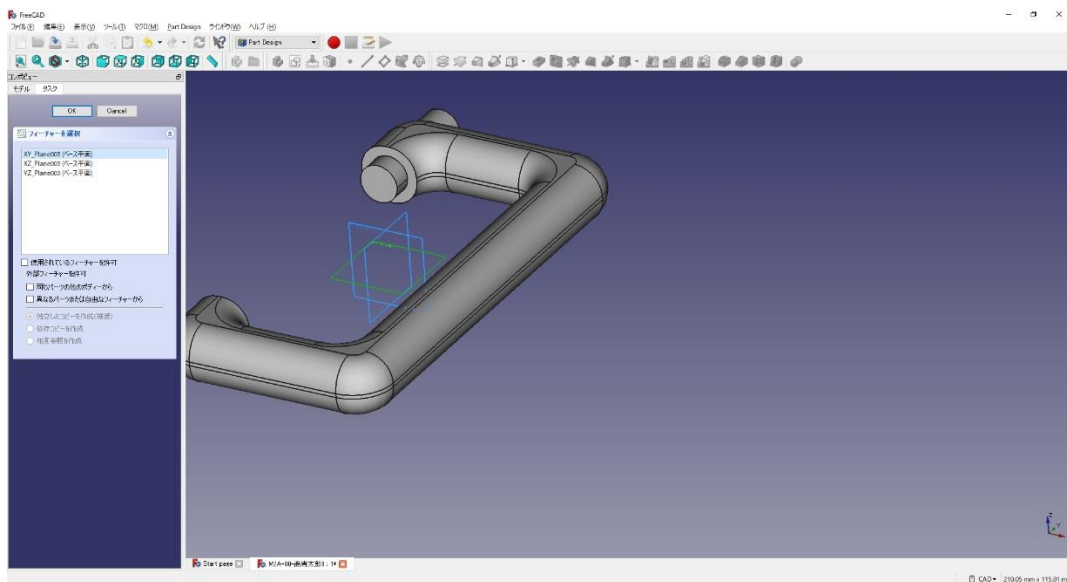
⑨ パッドパラメーターより、逆方向にチェックし、長さを 30mm (「逆方向にチェックを入れる」) と入力して「OK」を押す。




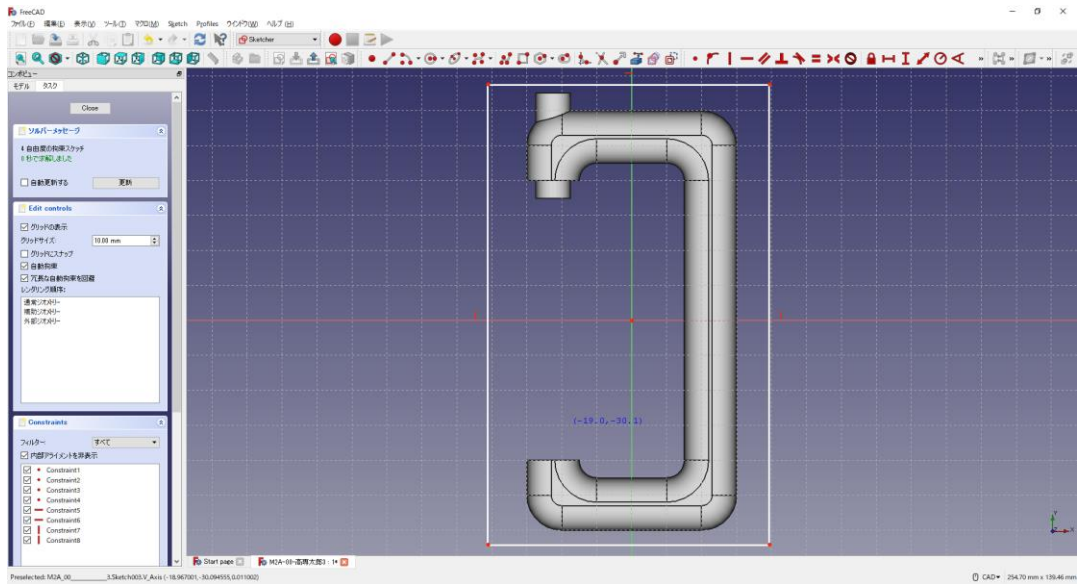




(6) 2分割モデルの作成


- ① ボディ  とスケッチ  を作成し、スケッチの向きを「xy 平面」と選択し「OK」を押す。

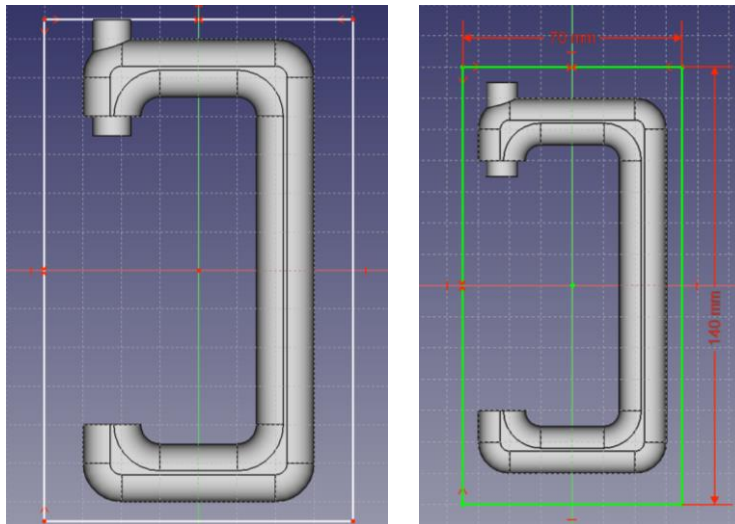


- ② ツールバーから  を選択し、四角形を作成する。(C クランプよりも大きく)




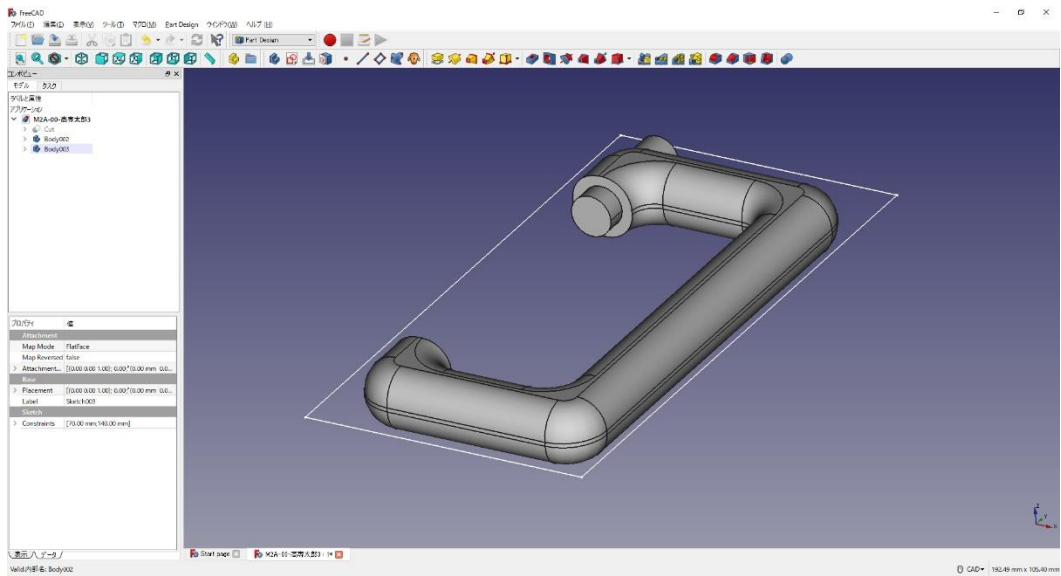
③ 四角形を図のように拘束上下左右とも対称拘束  する。四角形の寸法  (70mm)

 (140mm)は図のように入力する。

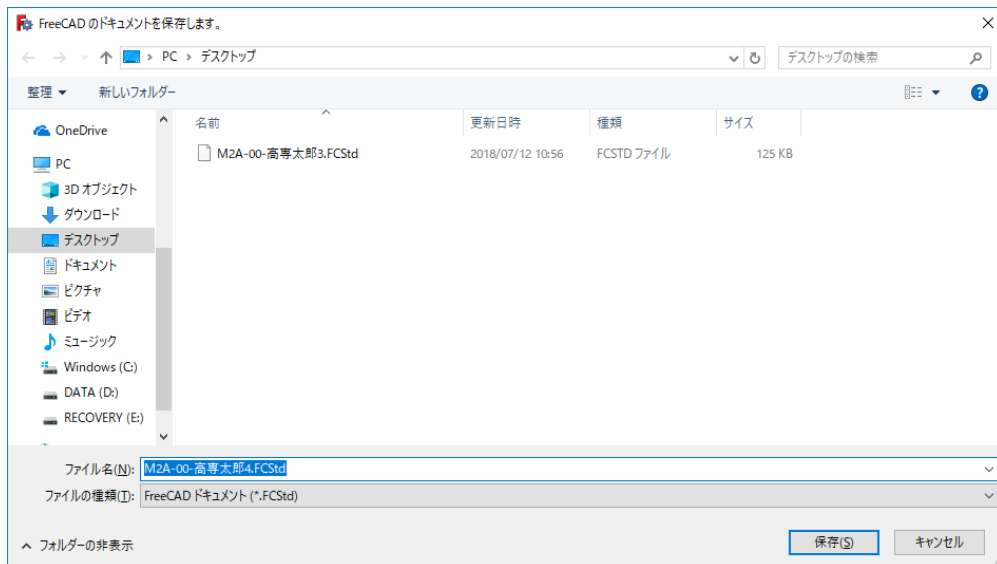


④ 「閉じる」を押して Sketch を閉じる。


⑤  上書き保存する。「M2A-出席番号-高専太郎 - C クランプ - 郎 3.FCStd」

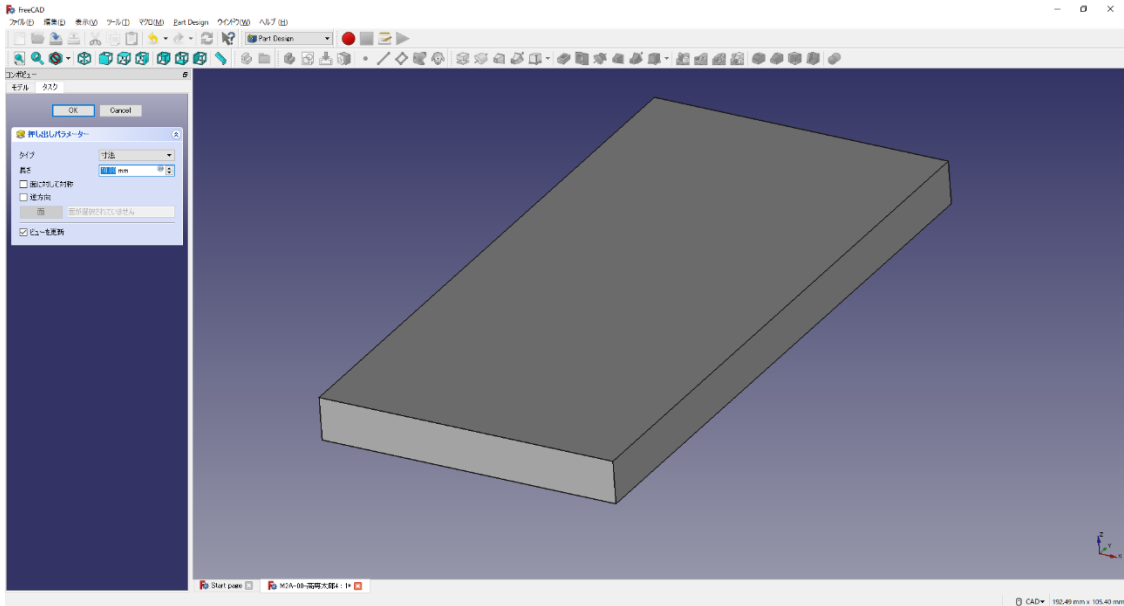


- ⑥ 「ファイル」→「名前をつけて保存」を選択し別のファイルとして保存をする。保存場所は「デスクトップ」とする。ファイル名を「クラス - 番号 - 名前 - C クランプ 4」にする(例「M2A-00-高専太郎 - C クランプ-4.FCStd」)。




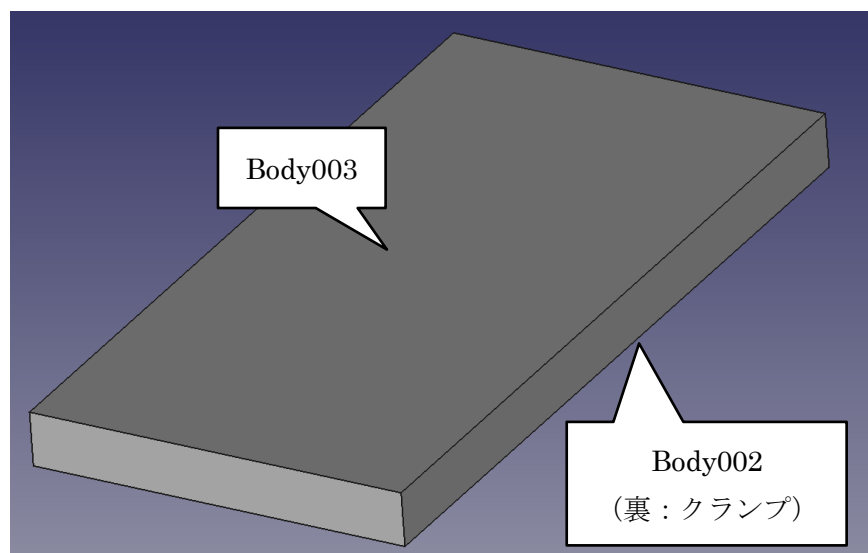
(7) 図形のカット 1

- ① タスク欄のスケッチツールより、「パッド」 を選択する。長さを 10mm と入力して「OK」を押す。

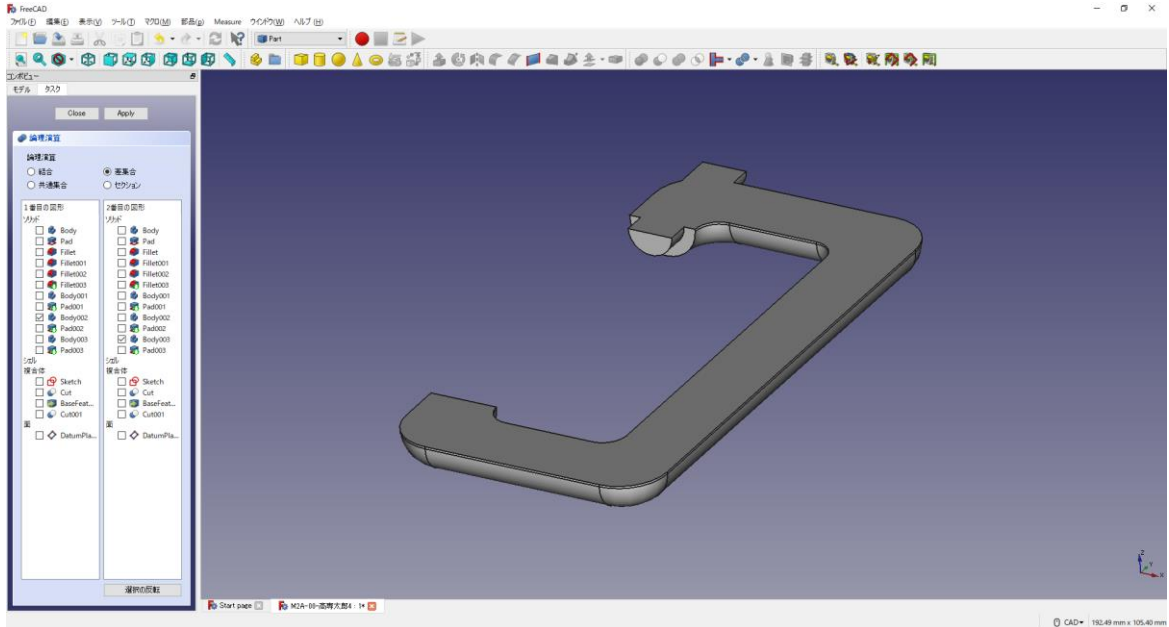



〔ワークベンチを切り替える。  Part Design →  Part 〕

- ② ツールバーから  を選択し、論理演算を行う。
- ③ 図のように「差集合」を押して演算するモデルを選択し、「適用」を押す。
この時、1番目の図形が引かれる図形で2番目の図形を引く図形を表す。





④ カットしたモデルは「Cut001」として表れる。

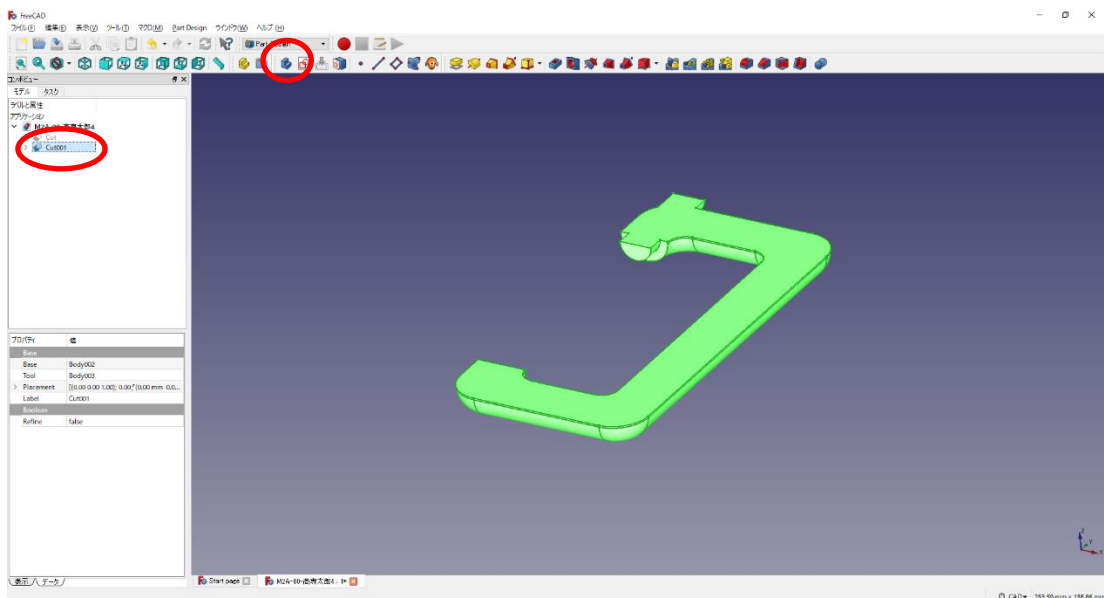


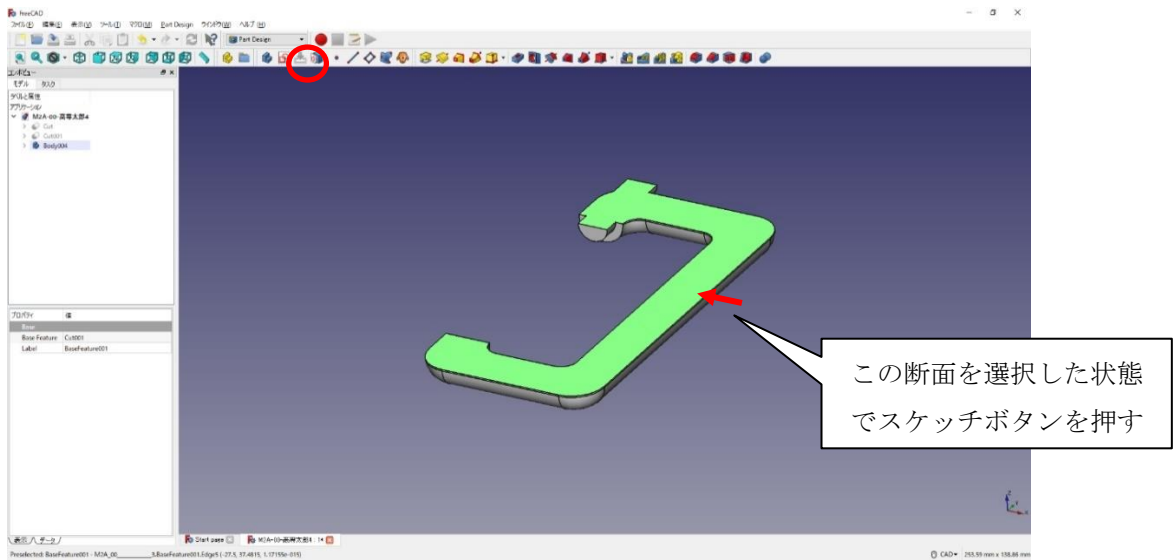
⑤ 「閉じる」を押して、 上書き保存する。


〔ワークベンチを切り替える。  Part →  Part Design)

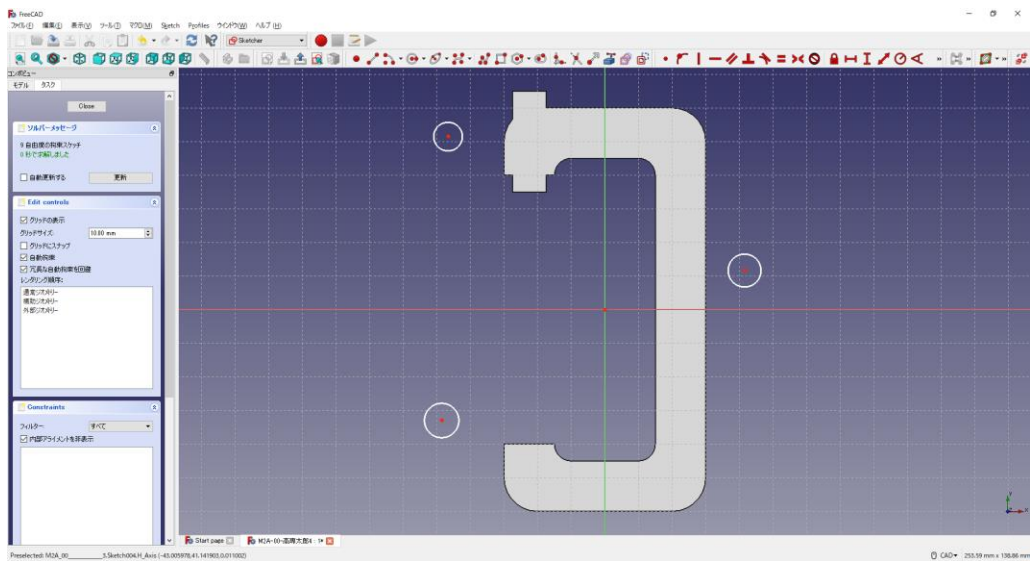
(8) ダボ側の図形の作成



① 作成したモデル「Cut001」を選択した状態で、ボディーを作成  し、続いて図のよ
うに面を選択した状態でスケッチ  を作成する。

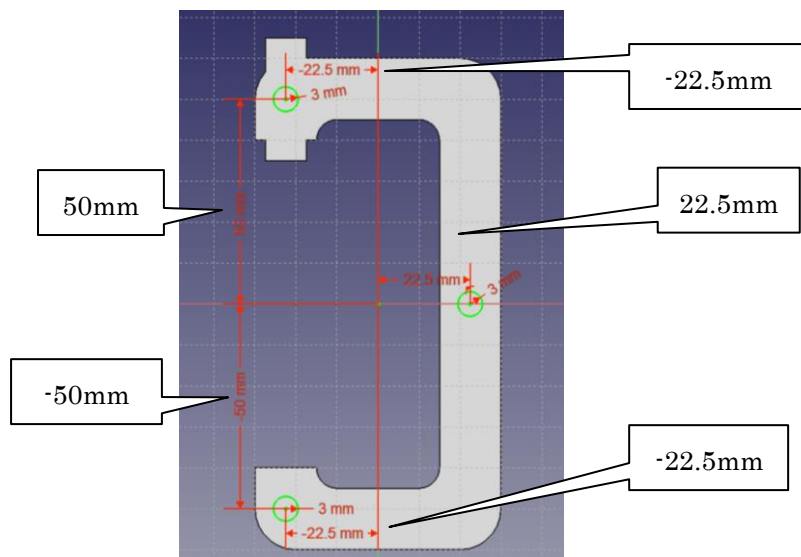





② ツールバーから  を選択し、3つの円を作成する。



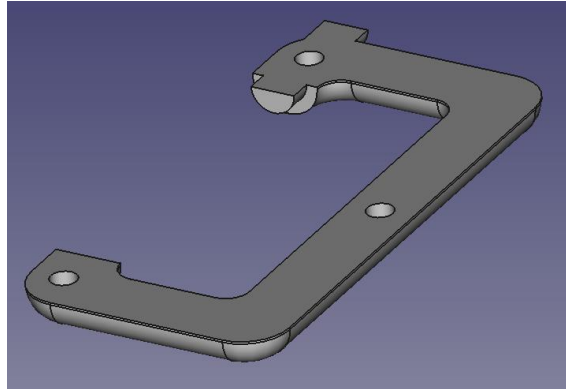
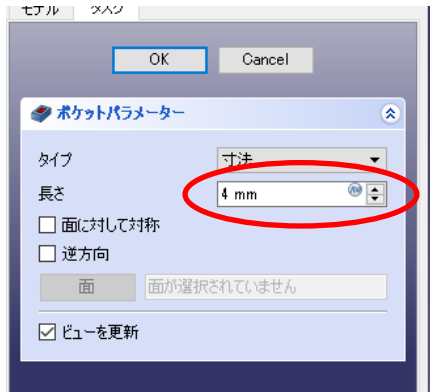
③ 3つの円の半径は同じ寸法  (3mm) で中心点の位置  は図のように入力する。




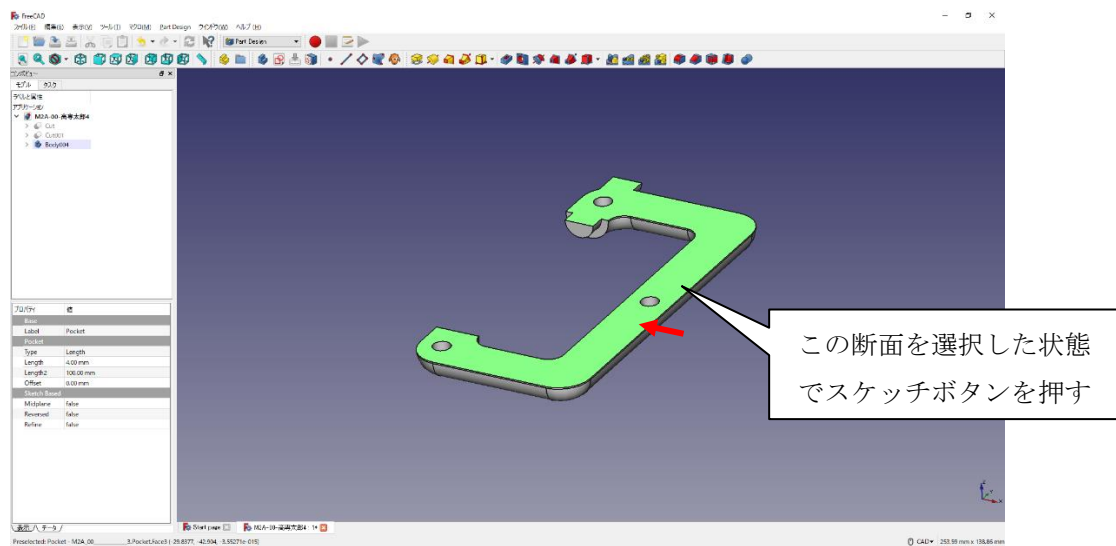
⑤ 「閉じる」を押して Sketch を閉じる。


⑤ タスク欄のスケッチツールより、「ポケット」 を選択する。

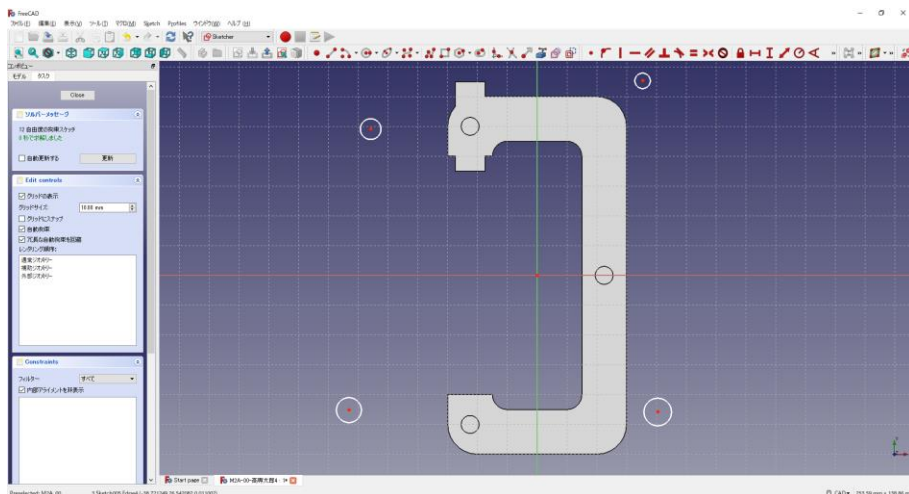
⑥ ポケットパラメーターより、長さを 4mm にして「OK」を押す。





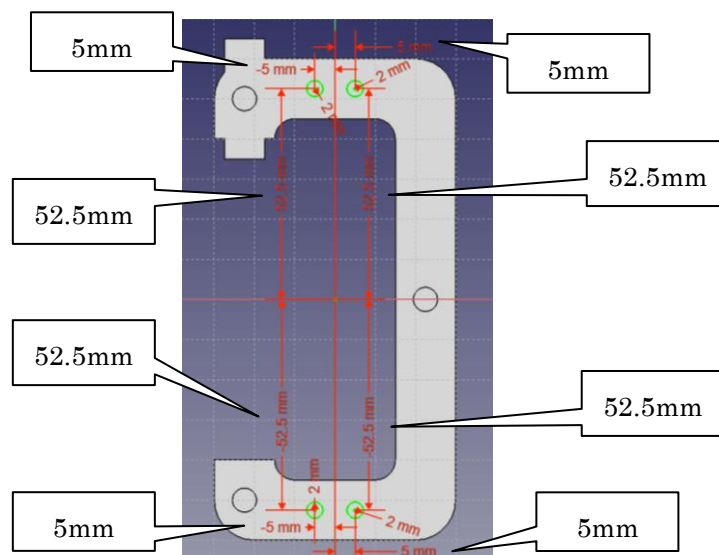
⑦ 図形の断面を指定してスケッチ  を作成する。




⑧ ツールバーから  を選択し、4つの円を作成する。



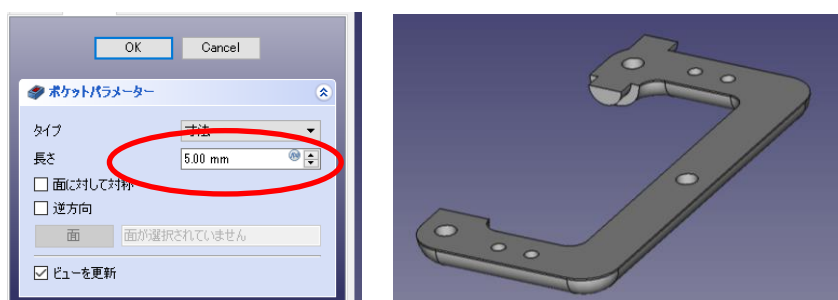
⑨円の半径  (2mm)と中心点の位置  は図のように入力する。



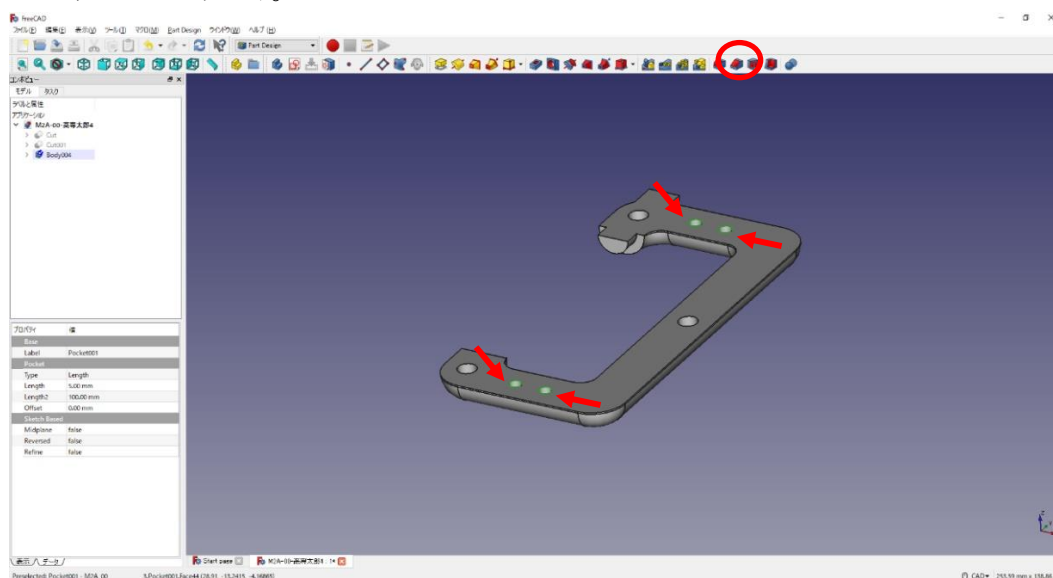
⑩「閉じる」を押して Sketch を閉じる。


⑪タスク欄のスケッチツールより、「ポケット  」を選択する。

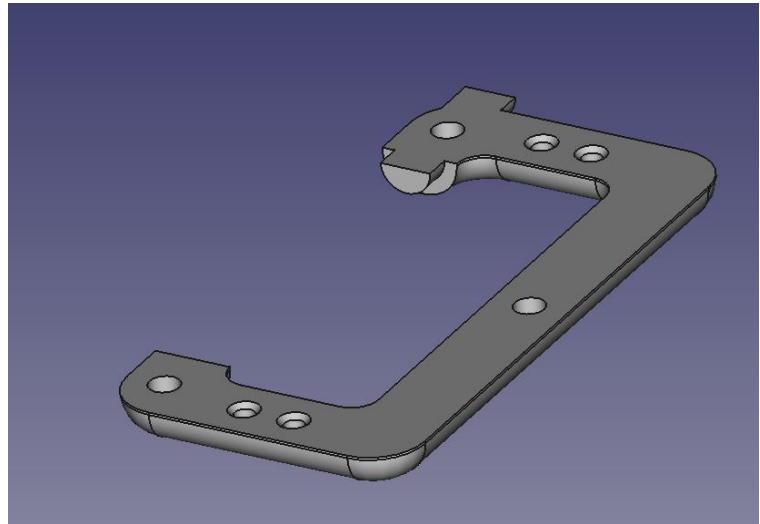
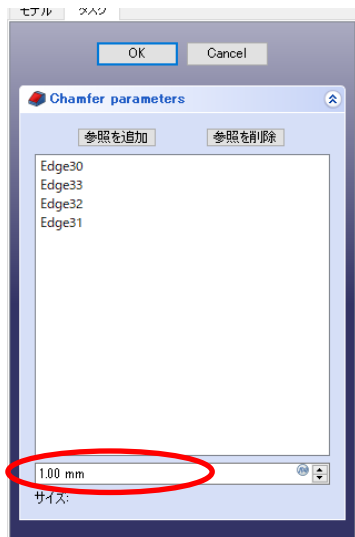
⑫ポケットパラメーターより、長さを 5mm にして「OK」を押す。




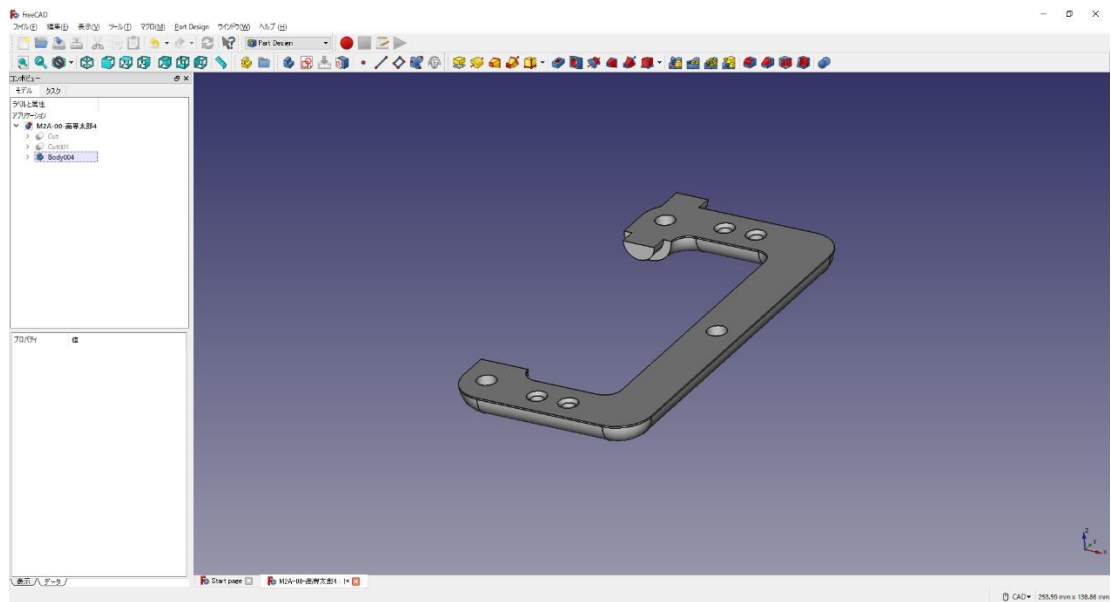
⑬図のようにポケットを付けた4つの円の縁を選択する(複数選択は「Ctrl」キーを押しながらマウスクリック)。



- ⑭ タスク欄の表面ツールより面取り  を選択し、サイズ(1mm)を入力して「OK」を押す。





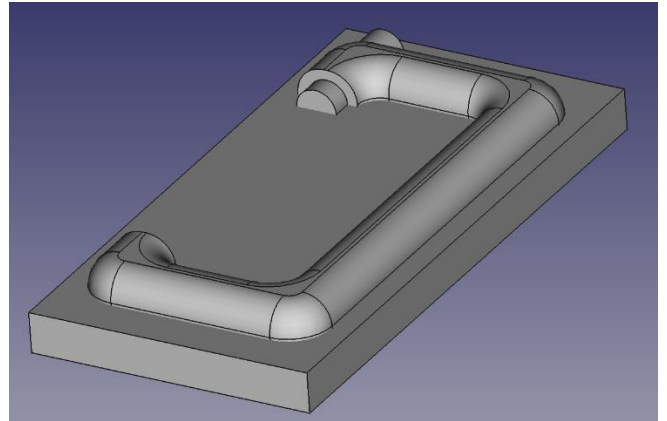
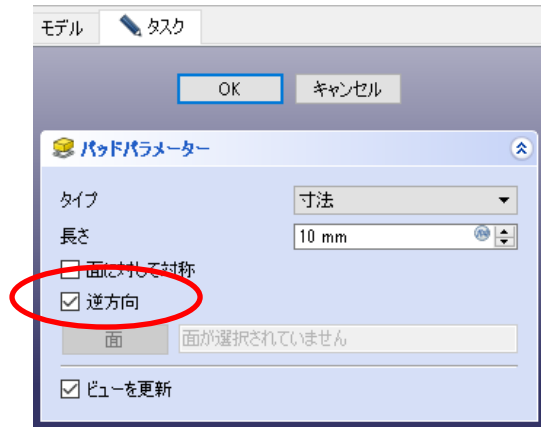
- ⑮  上書き保存する。



ダボ側の図形は完成である。


(9) 直方体の図形 3

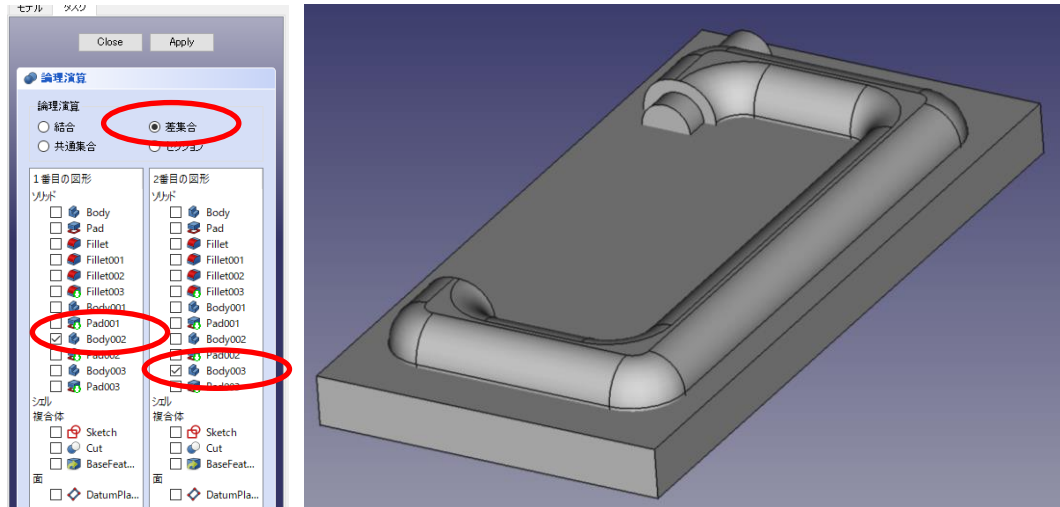
- ① ツールバーから  を選択し、ドキュメントを開く。
- ② デスクトップの「M2A-xx-高専太郎-C クランプ-3.FCStd」を開く。
 - ① （「アクティブなボディーを切り替え」が必要な場合は切り替えをする）
モデル欄より「Body003 内の Sketch」を選択する。
 - ② タスク欄のスケッチツールより、「パッド  」を選択する。押し出しパラメーターより、長さ 10mm とし、「逆方向」をチェックして「OK」を押す。



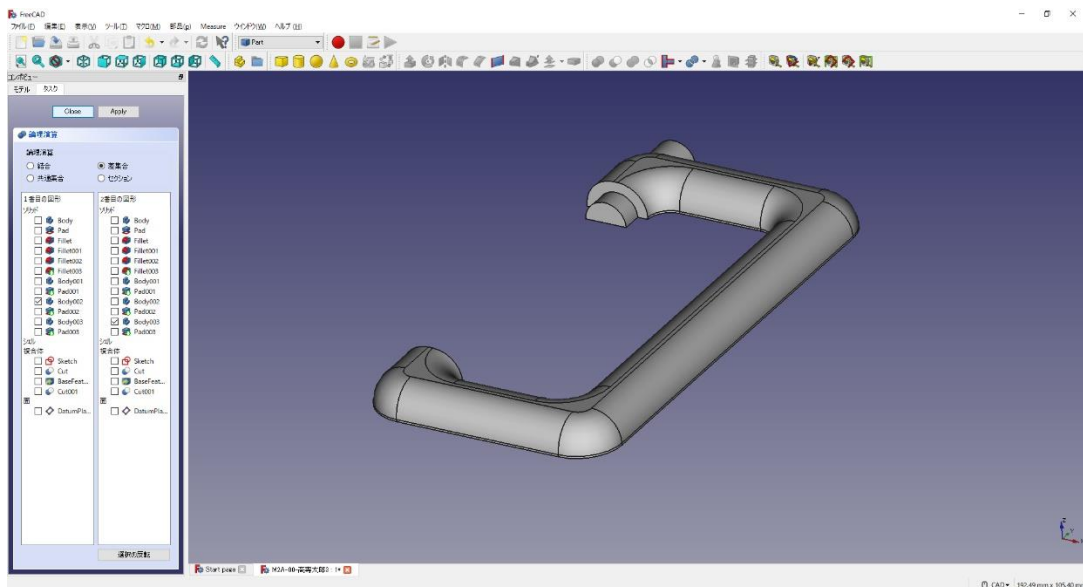
〔ワークベンチを切り替える。( Part Design →  Part) 〕


(10) 図形のカット 2

- ① ツールバーから  を選択し、論理演算を行う。
- ② 図のように「差集合」を押してするモデルを選択し、「適用」を押す。
この時、1 番目の図形が引かれる図形で 2 番目の図形を引く図形を表す。




- ③ カットしたモデルは「Cut001」として表れる。




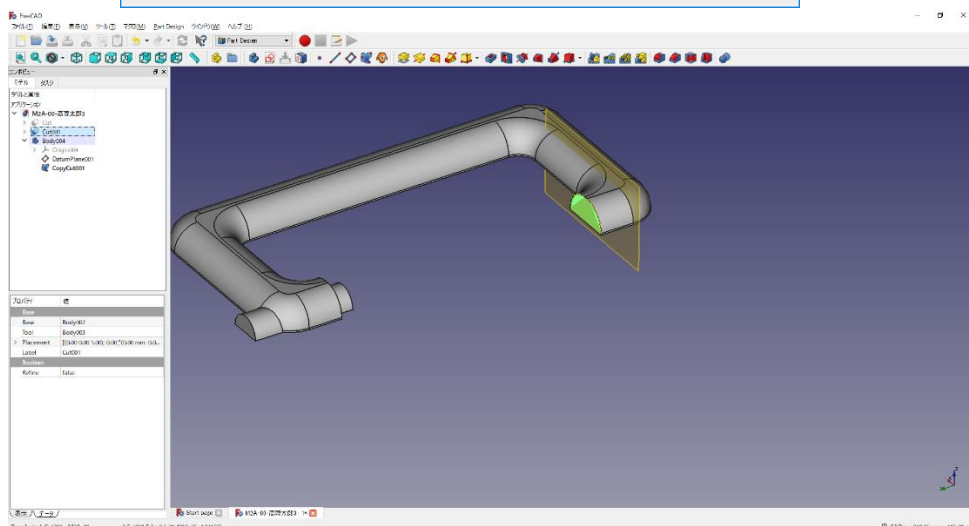
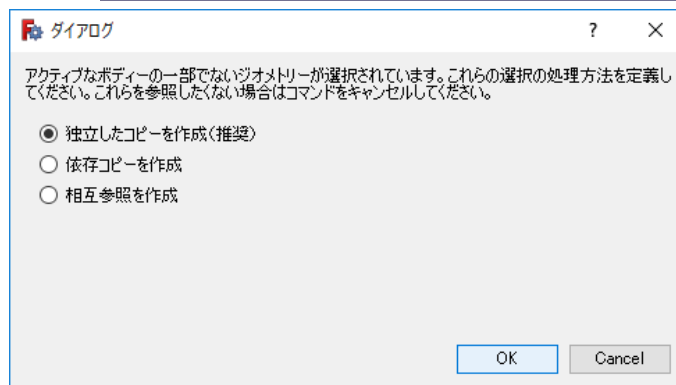
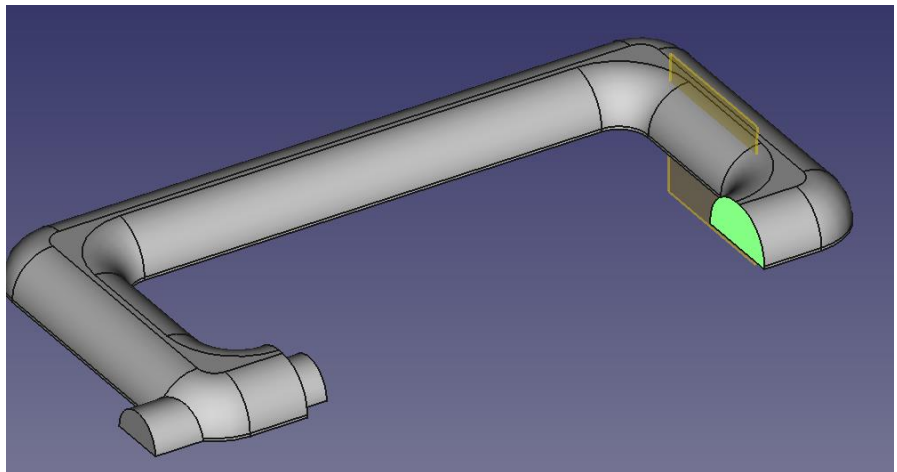
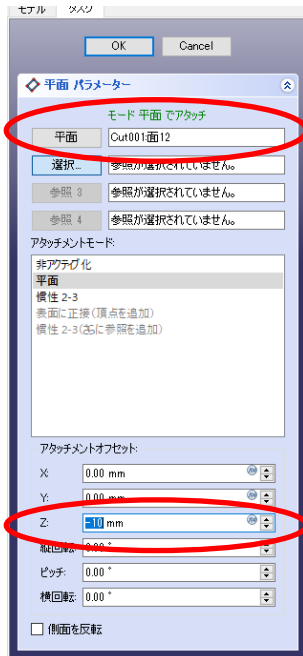
- ⑥ 「閉じる」を押して、 上書き保存する。


〔ワークベンチを切り替える。( Part →  Part Design) 〕

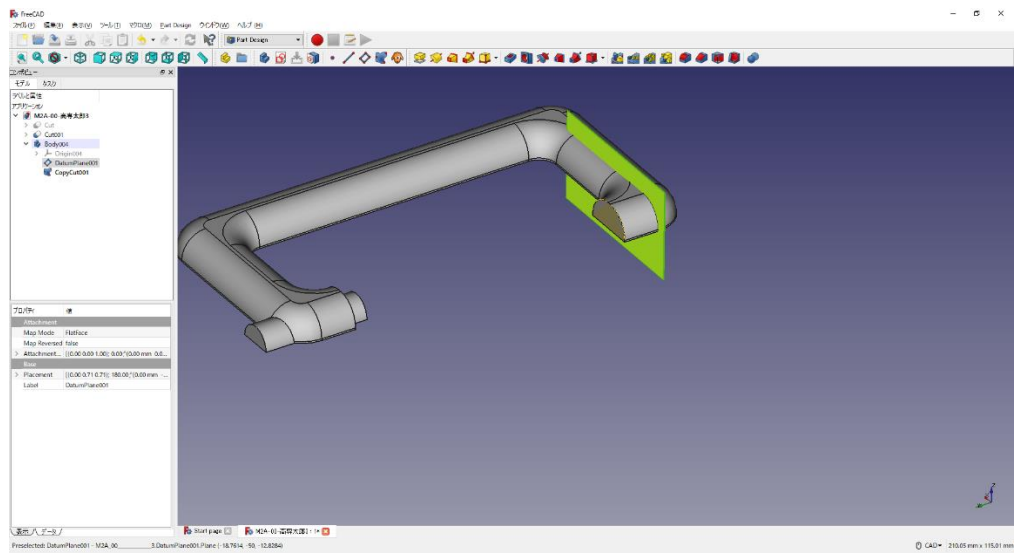
(11) ダボ穴側の図形の作成


① (何も選択していない状態で) ボディーを作成  し、続いて新しいデータ面

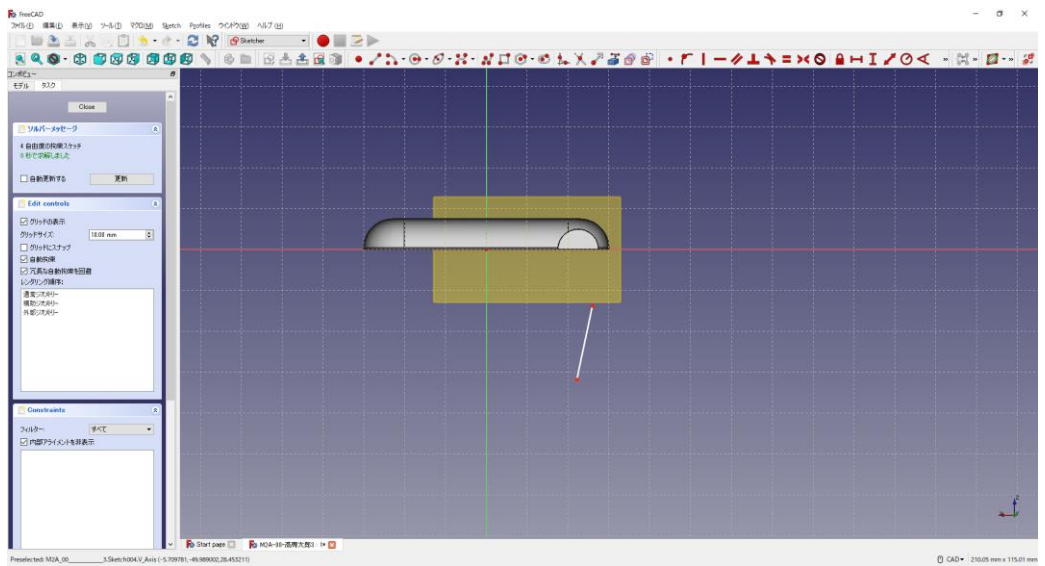
 を作成する (カットした面 = Cut001 面 12 を選択する (選択すると「平面」と表記される))。そのまま続けて、アタッチメントオフセットの Z を -10mm とする。「OK」を押す。(ダイアログが出るが (推奨設定) そのままで OK を押す。)





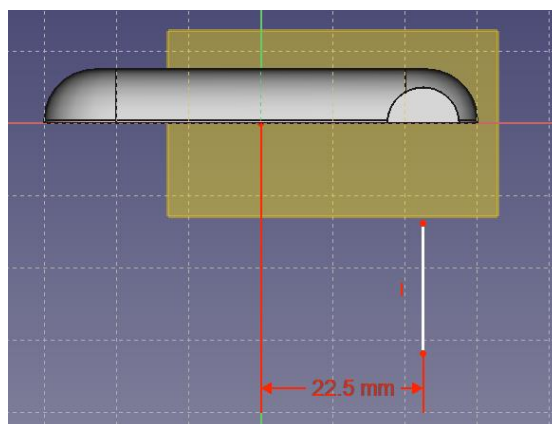
② 作成したデータ面を指定してスケッチ  を作成する。



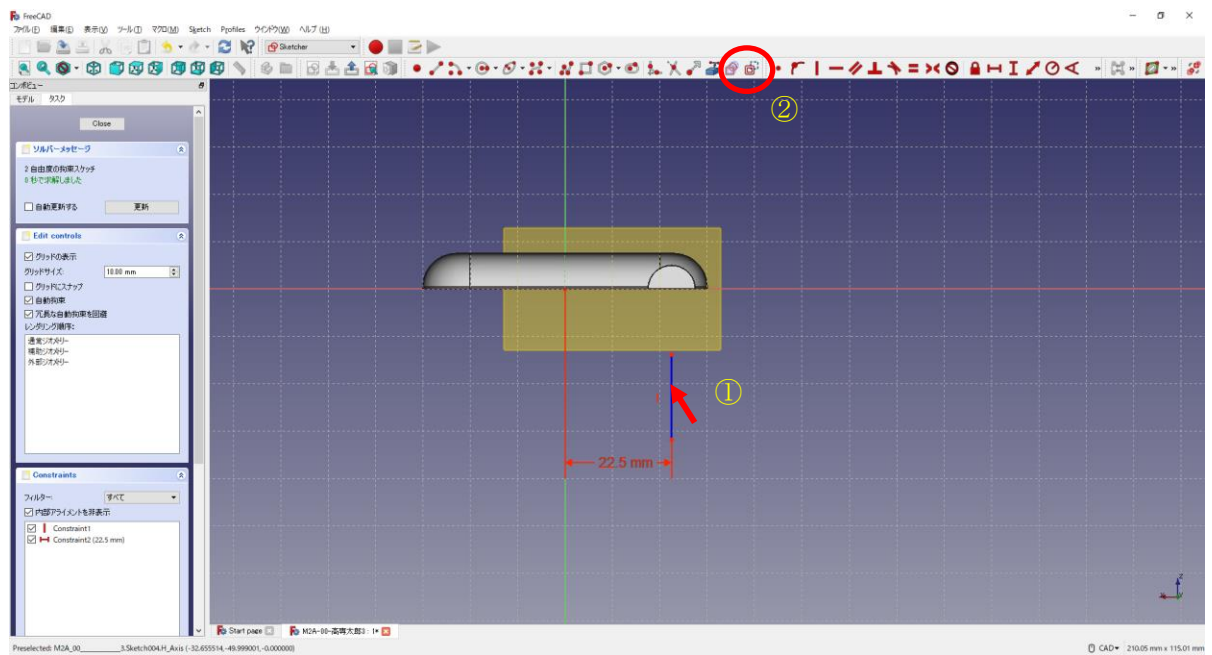
③ ツールバーから  を選択し、直線を作成する。




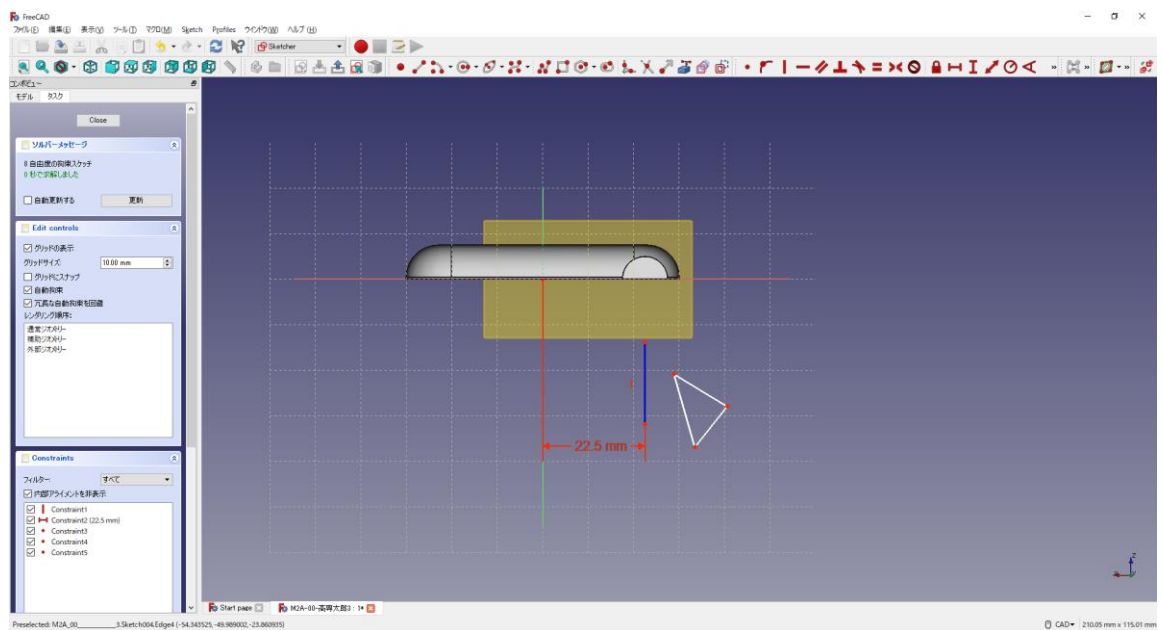
④ 直線を垂直に拘束  し、図のように縦軸から 22.5mm の位置に拘束  する。




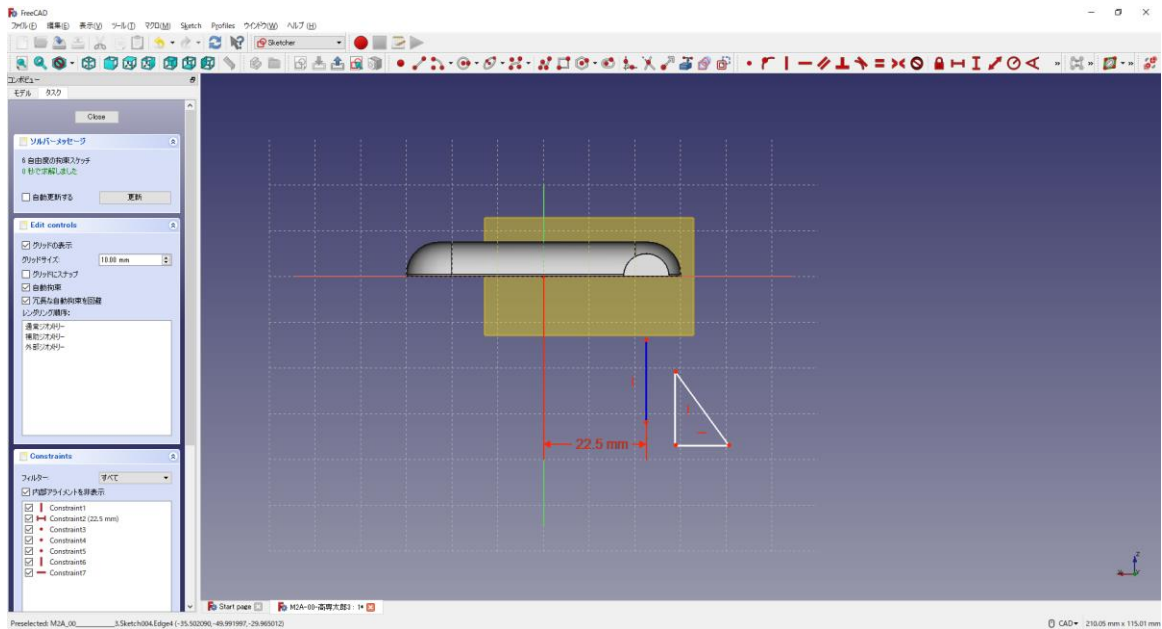
⑤直線を選択し、ツールバーから  を選択して補助モードに切り替える。







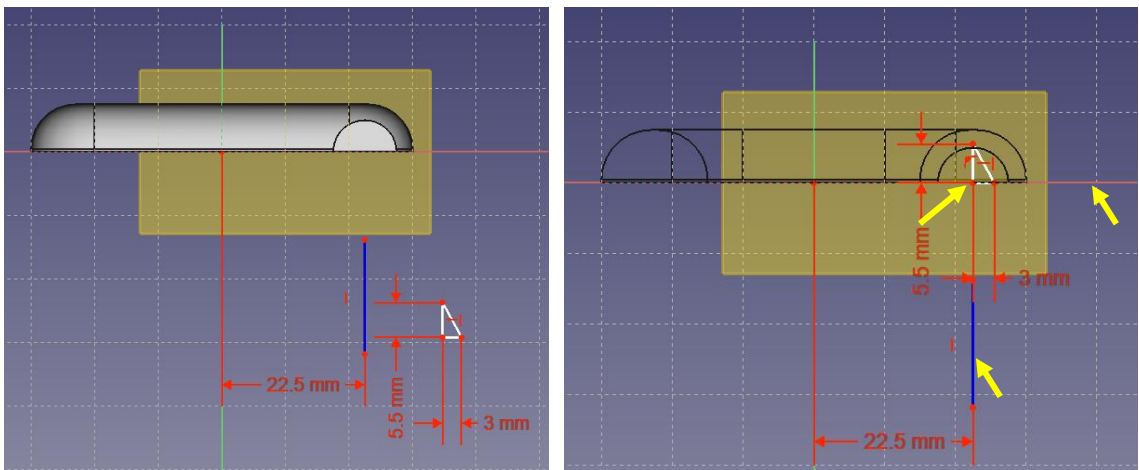
⑥ツールバーから  を選択し、三角形を作成する。




⑦図のように直角三角形として拘束  する。

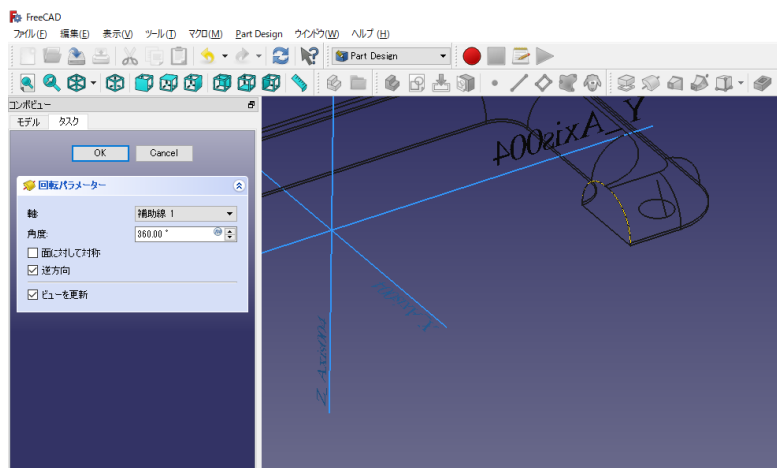


⑧図のように寸法（ 3mm、 5.5mm）を入力する。三角形の直角となる点と直線（補助モード）を接点拘束し、中心線の横軸上にも拘束する。（右図は直角三角形が見えるようにワイヤフレームで表示。見えなくてもOK）

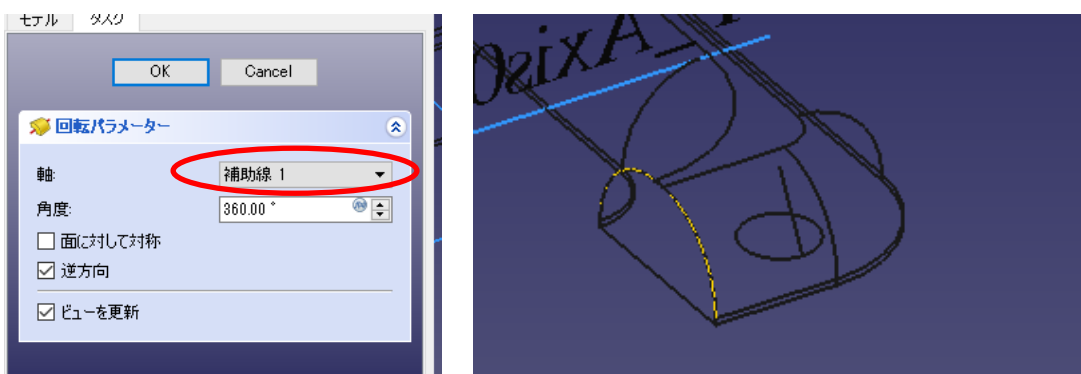


⑨「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。


⑩タスク欄のスケッチツールより、「レボリューション」を選択する。



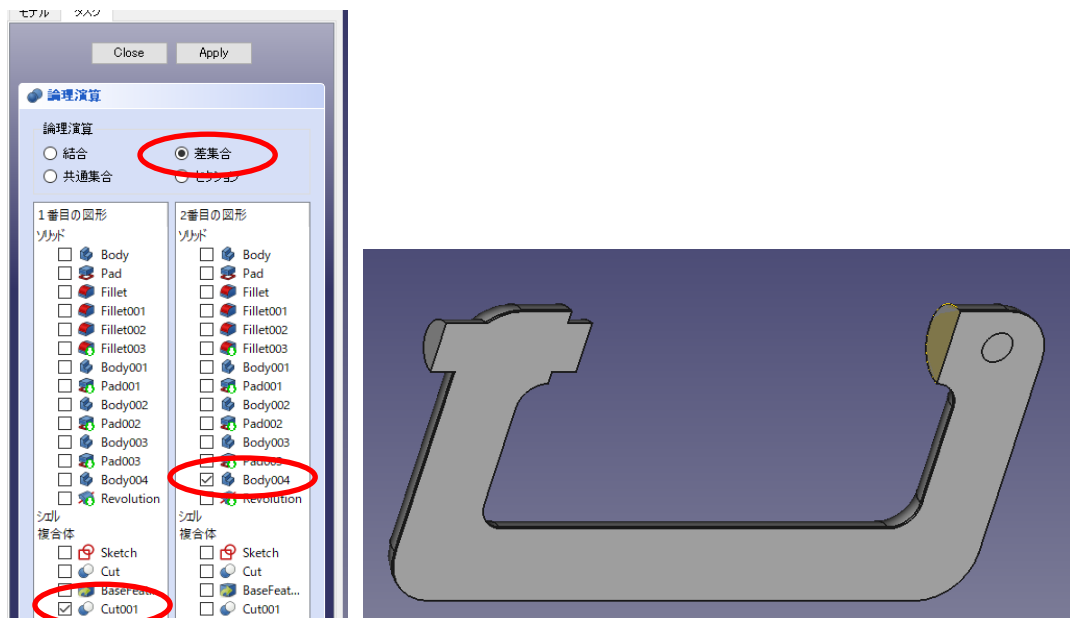
⑪回転パラメーターより、軸を「補助線 1」を選択し、「OK」を押す。



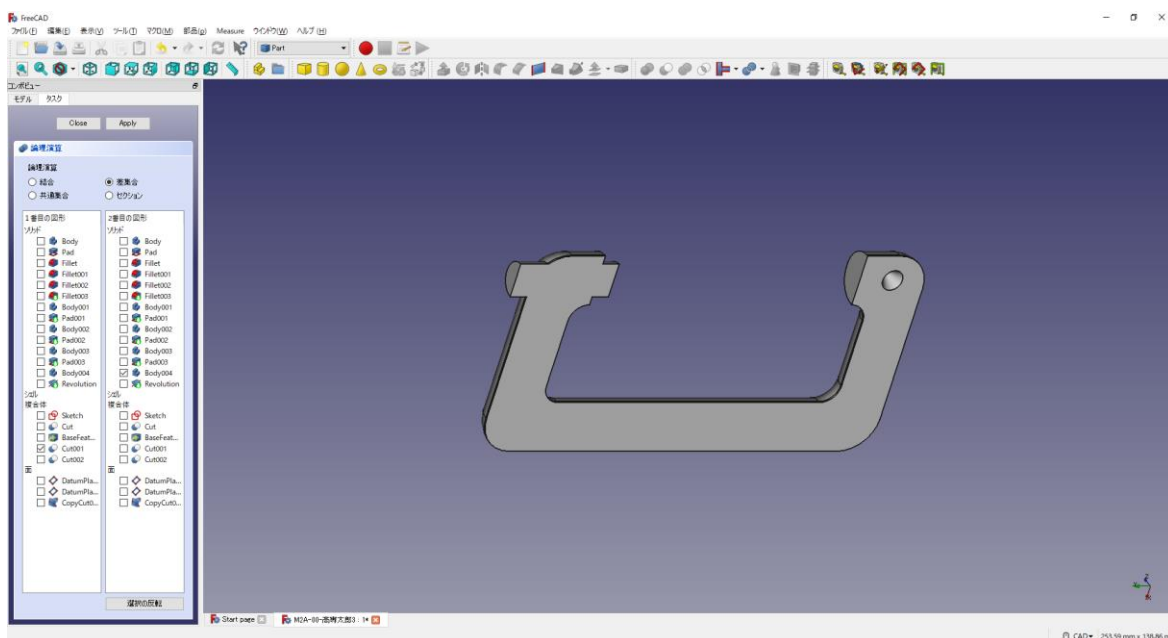
〔ワークベンチを切り替える。( Part Design →  Part) 〕

⑫ツールバーから  を選択し、論理演算を行う。


⑬図のように「差集合」を押してするモデルを選択し、「適用」を押す。
この時、1番目の図形が引かれる図形で2番目の図形を引く図形を表す。




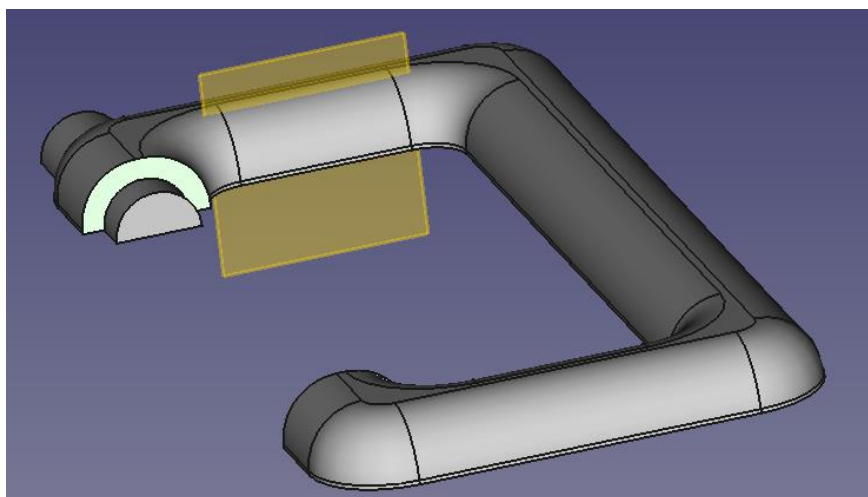
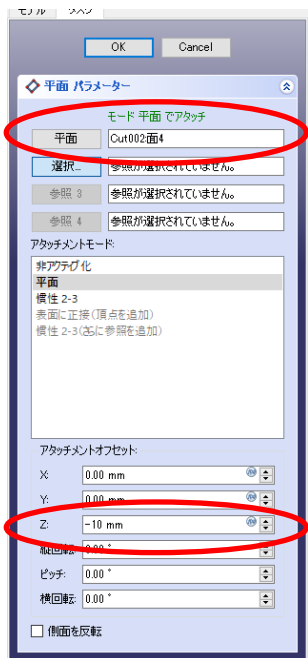
⑭ カットしたモデルは「Cut002」として表れる。

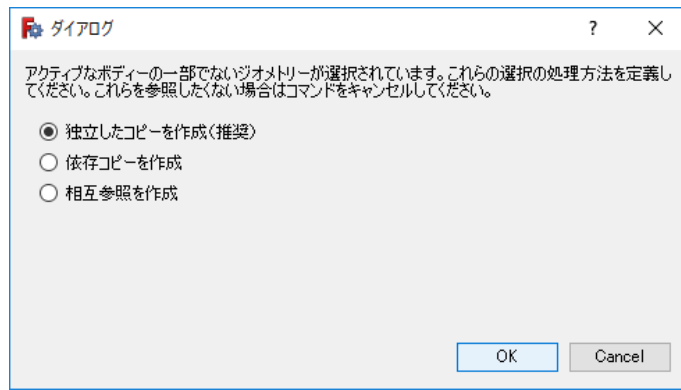


⑮ 「閉じる」を押して、 上書き保存する。

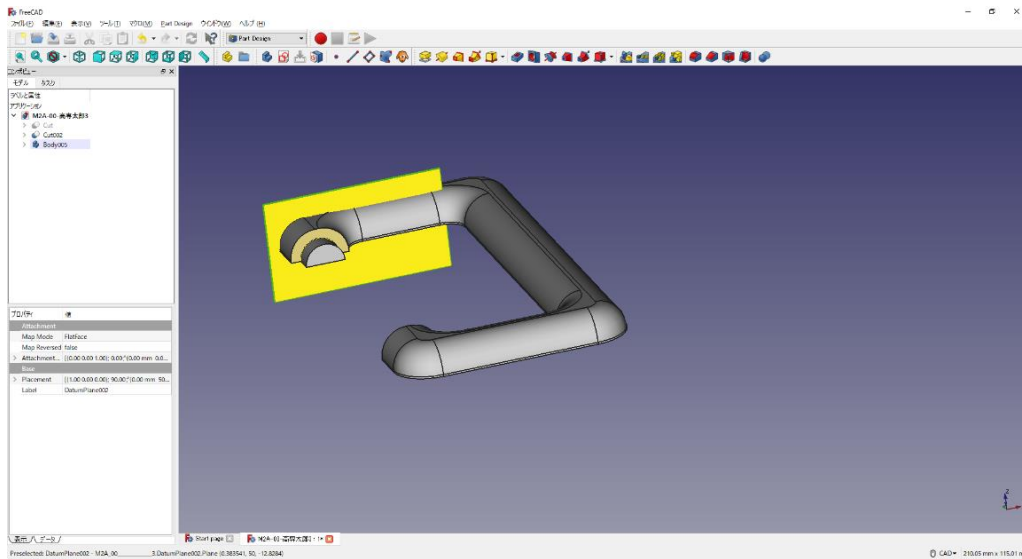
⑯ (何も選択していない状態で) ボディーを作成  し、続いて新しいデータム平面


 を作成する (カットした面 = Cut002 面 4 を選択する (選択すると「平面」と表記される))。そのまま続けて、アタッチメントオフセットの Z を -10mm とする。「OK」を押す。(ダイアログが出るが (推奨設定) そのままで OK を押す。)

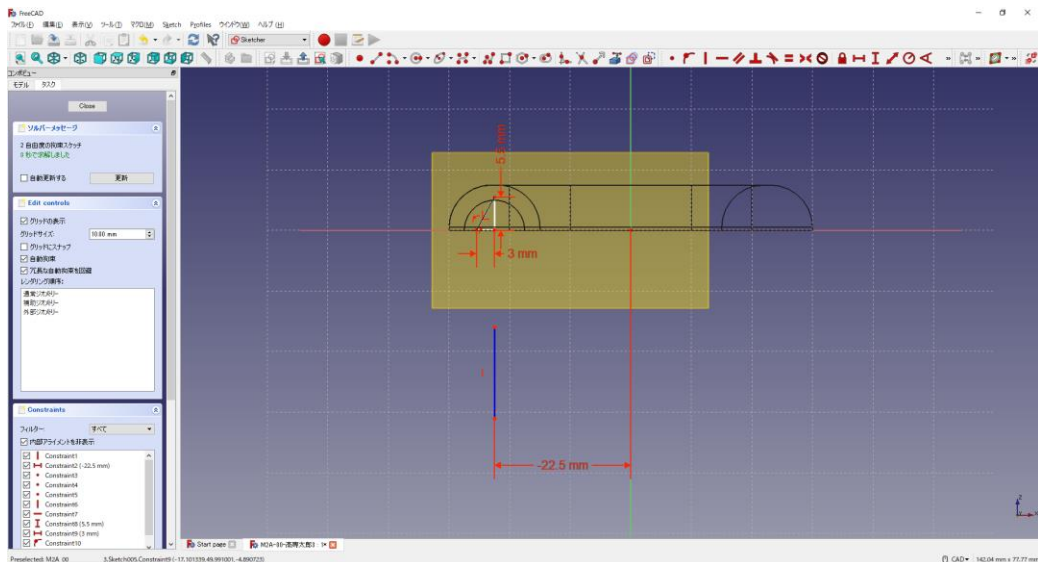




⑰作成したデータ面を指定してスケッチ  を作成する。

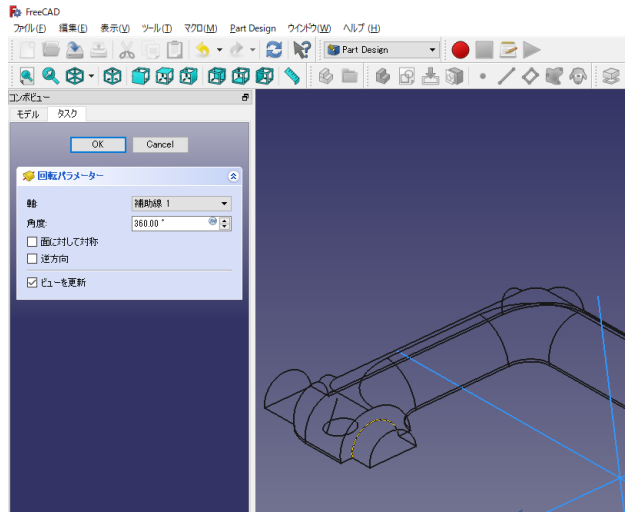


⑱③～⑧を同様に行なう。(縦軸から-22.5mm の位置に拘束  する。)

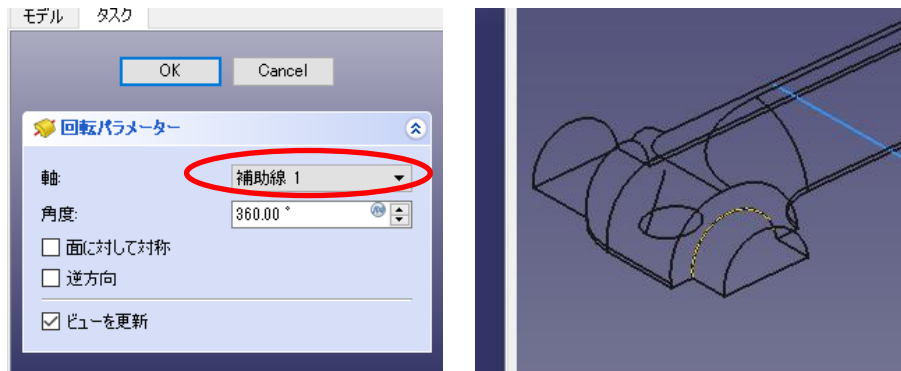


⑰ 「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。


⑱ タスク欄のスケッチツールより、「レボリューション 」を選択する。



⑳ 回転パラメーターより、軸を「補助線 1」を選択し、「OK」を押す。

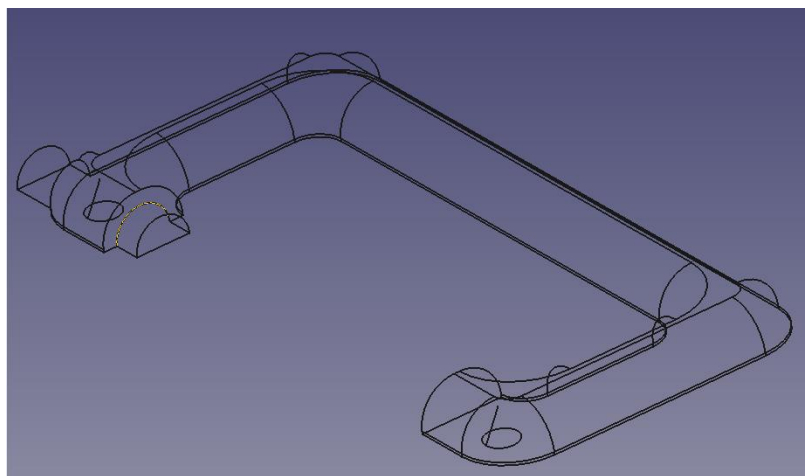


〔ワークベンチを切り替える。( Part Design →  Part) 〕

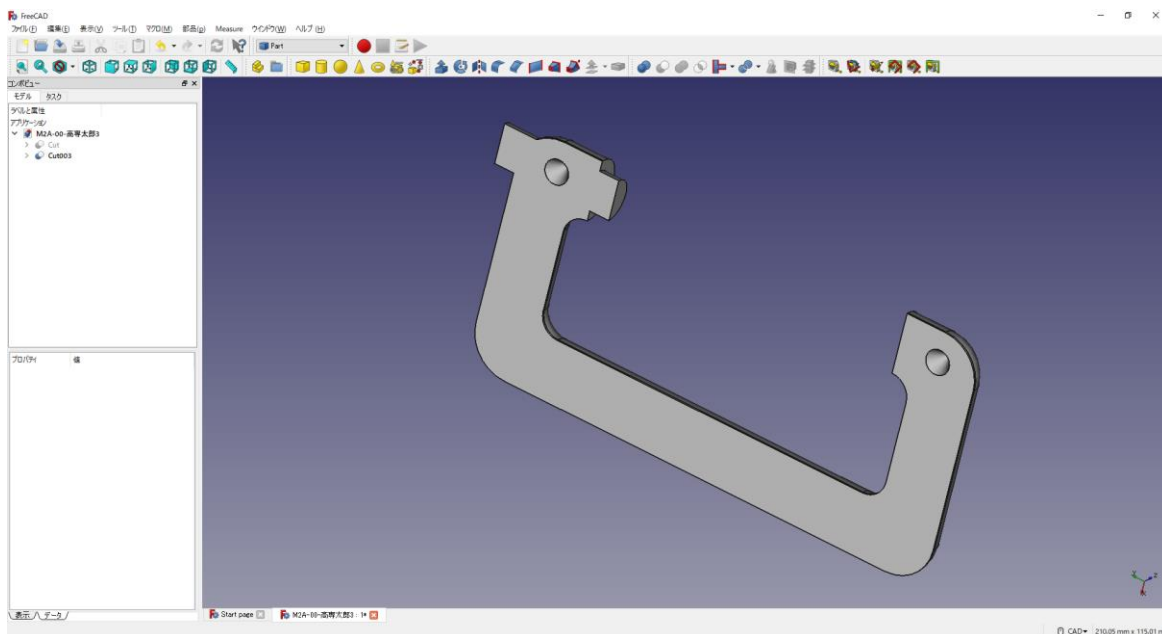
㉑ ツールバーから  を選択し、論理演算を行う。

㉒ 図のように「差集合」を押してするモデルを選択し、「適用」を押す。



この時、1 番目の図形が引かれる図形で 2 番目の図形を引く図形を表す。

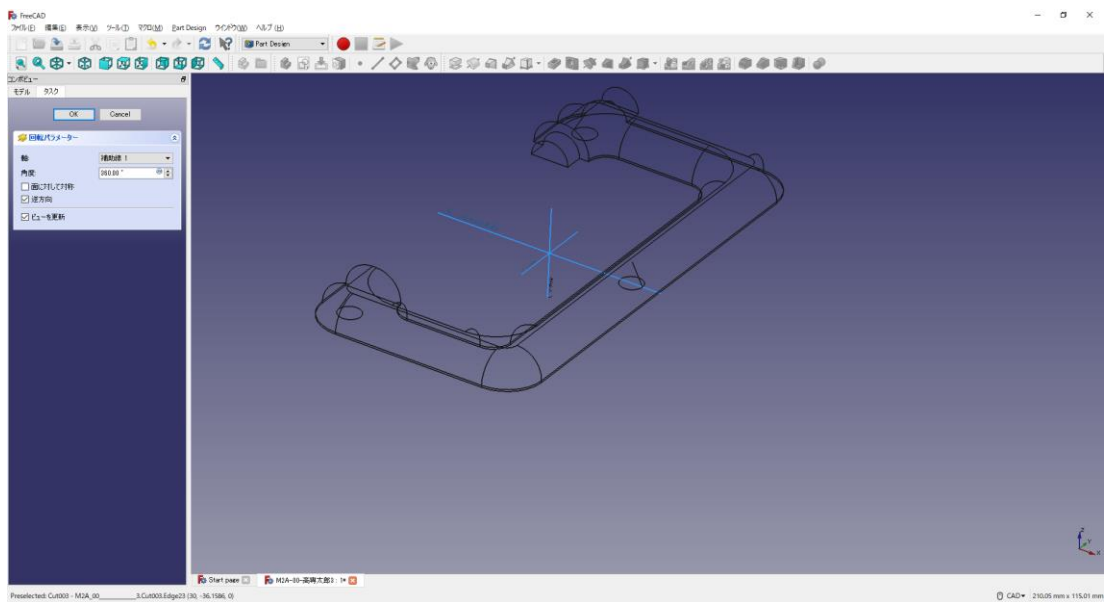
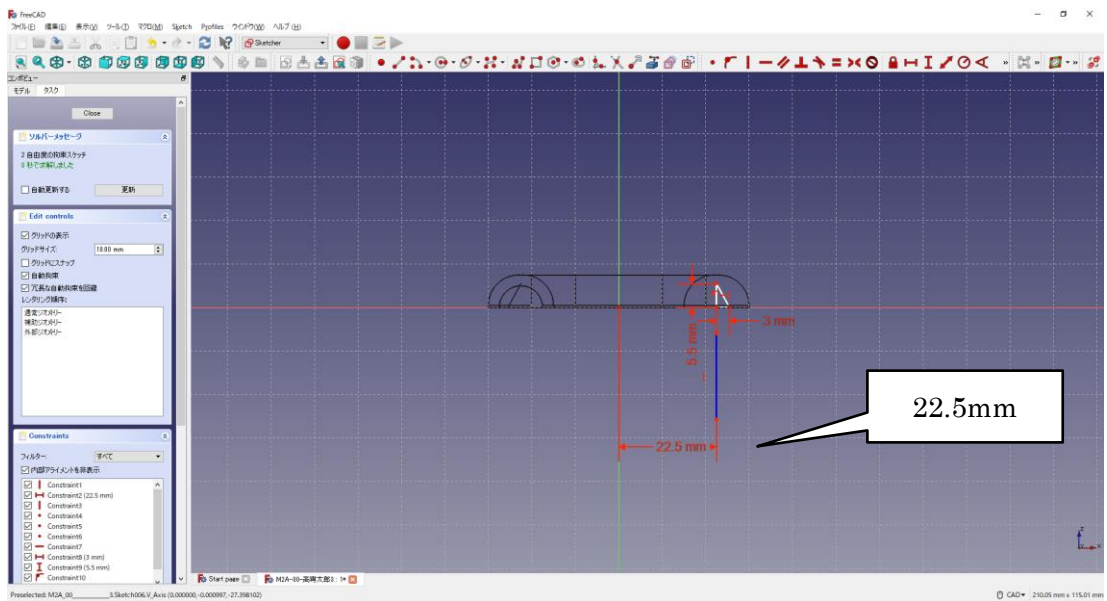
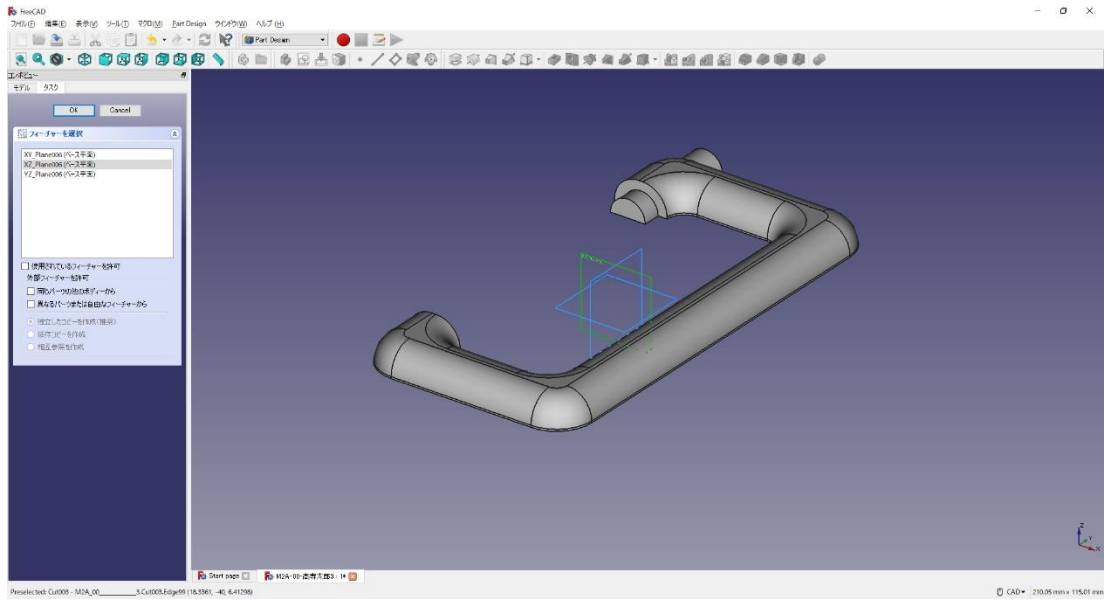


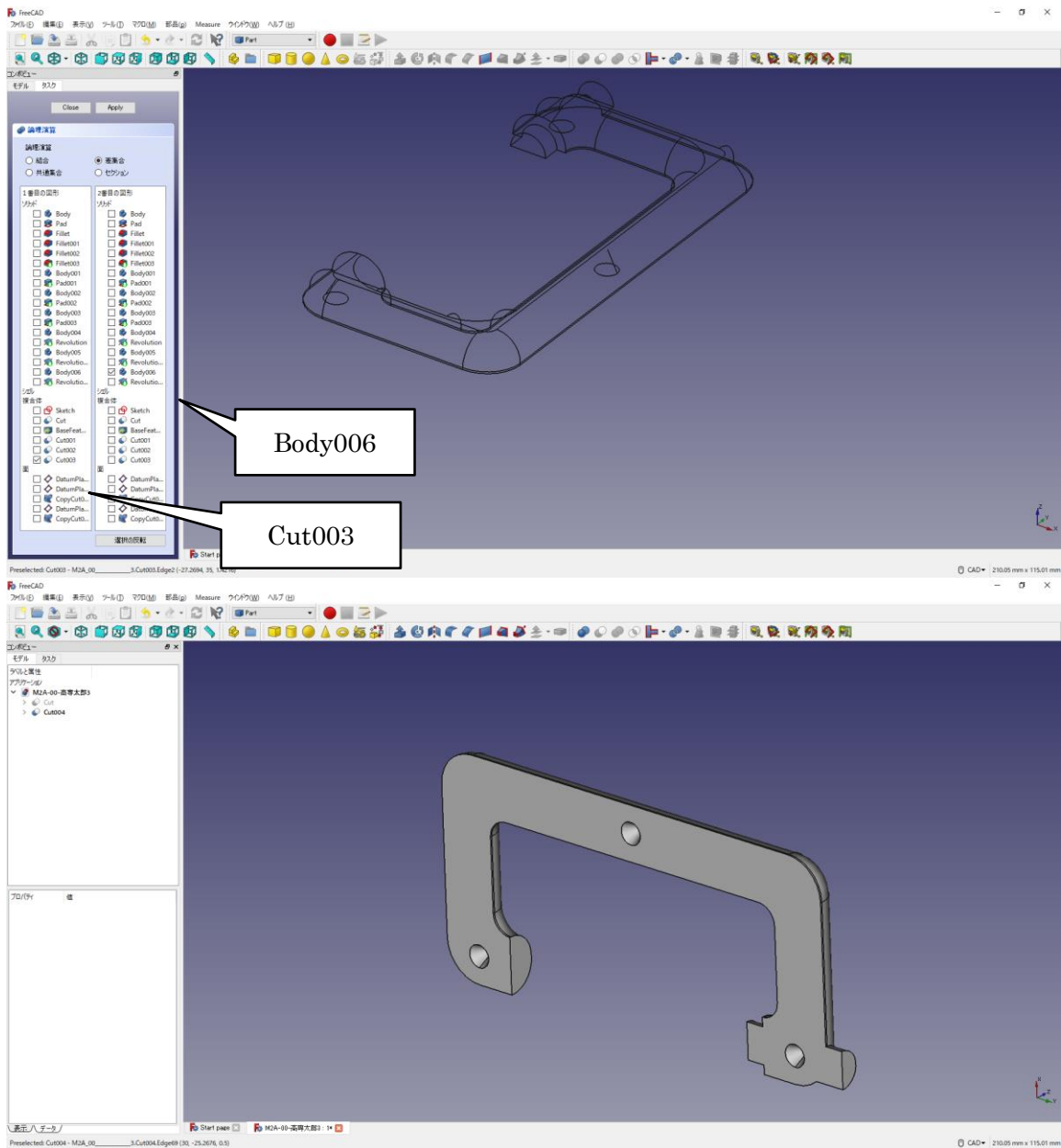
②④ カットしたモデルは「Cut003」として表れる。




②⑤ 「閉じる」を押して、 上書き保存する。

②⑥ 何も選択していない状態で ボディーを作成  し続いてスケッチ  を作成し、スケッチの向きを「xz 平面」と選択し「OK」を押す。後は③～⑬と同じ手順。





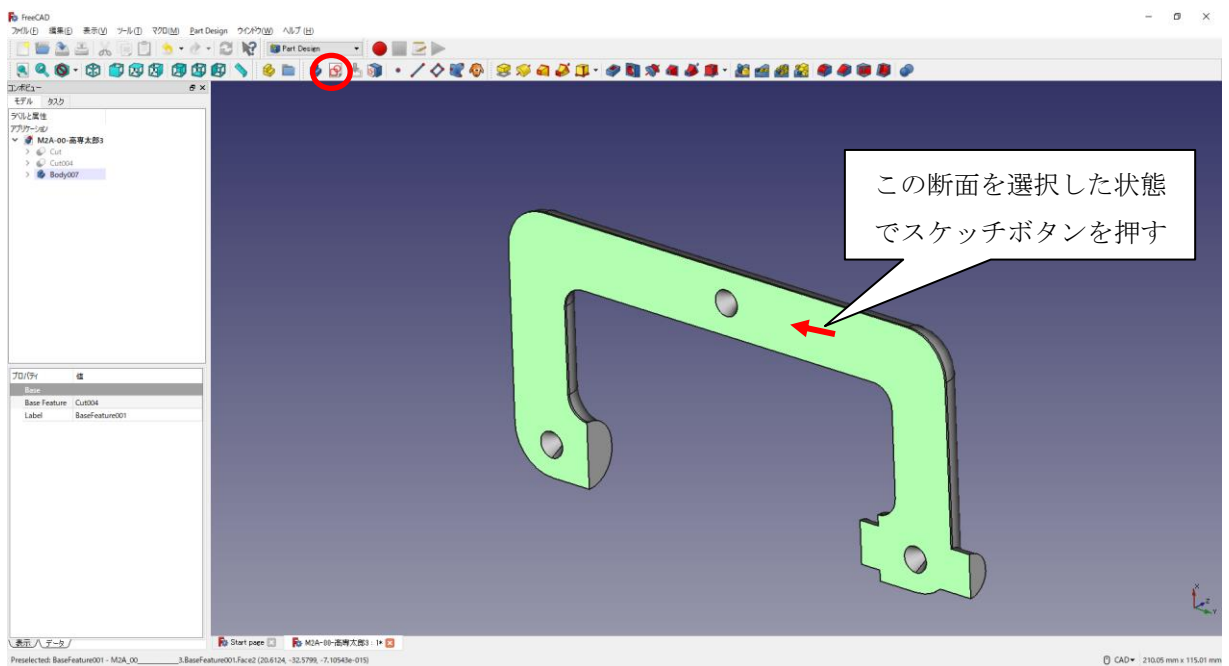
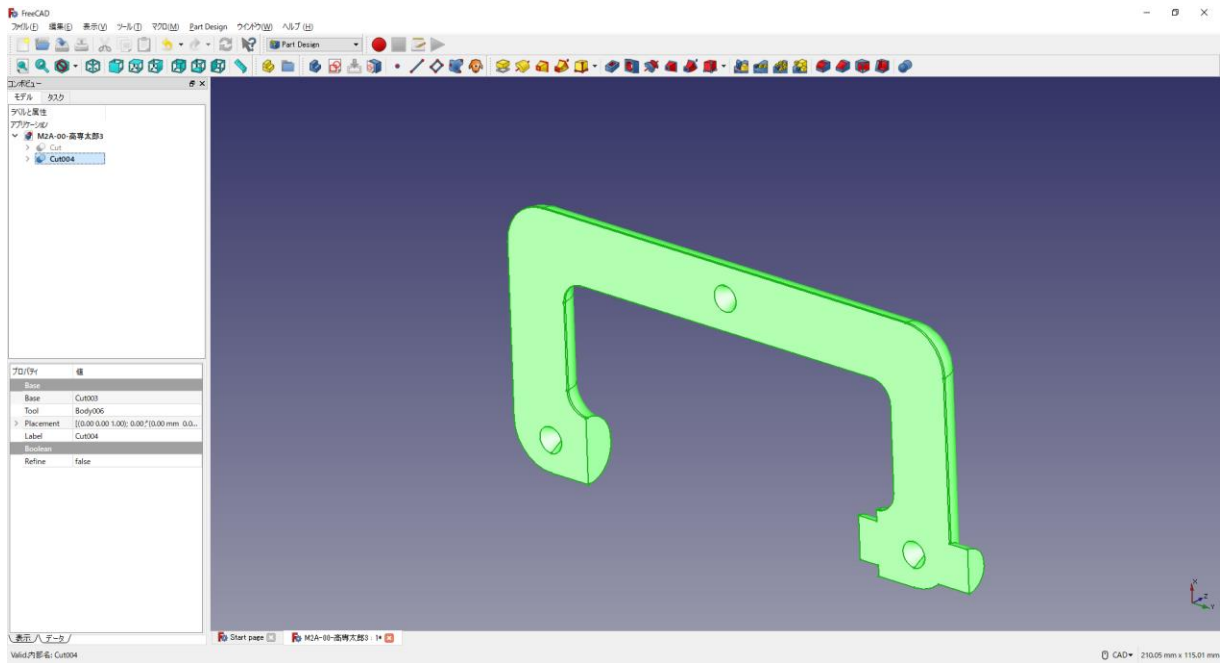




カットしたモデルは「Cut004」として表れる。

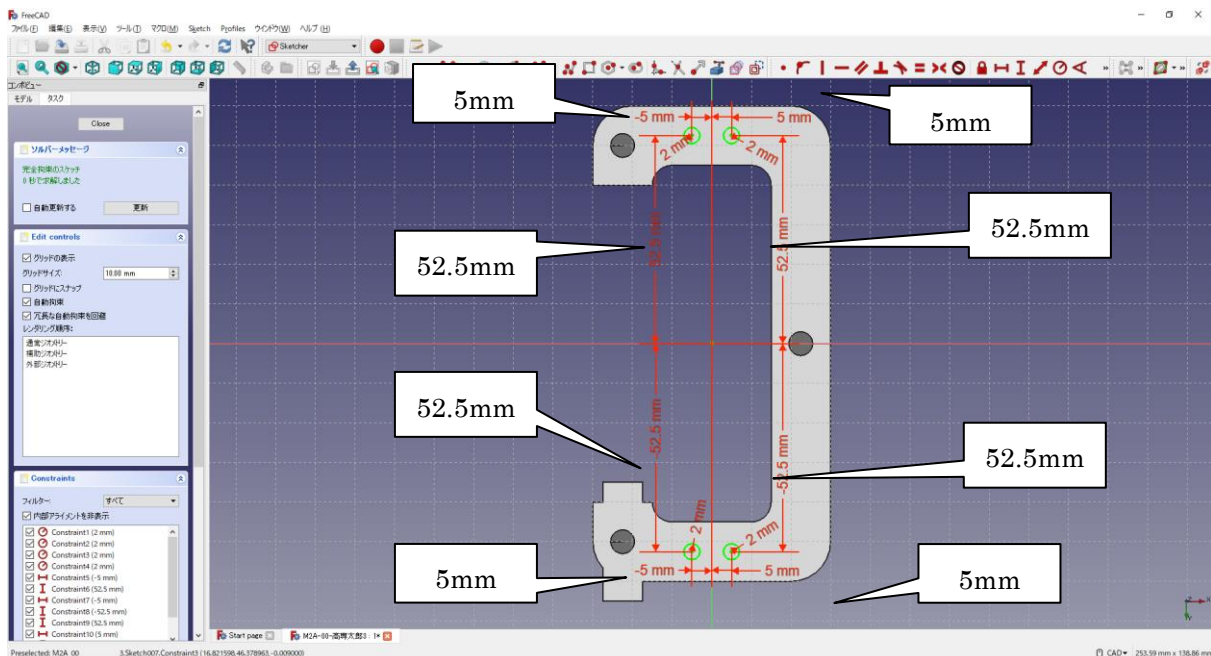
⑳ 「閉じる」を押して、 上書き保存する。

〔ワークベンチを切り替える。  Part →  Part Design)


㉑ 作成したモデル「Cut004」を選択した状態で、ボディーを作成  し、続いて図のよ
うに面を選択した状態でスケッチ  を作成する。



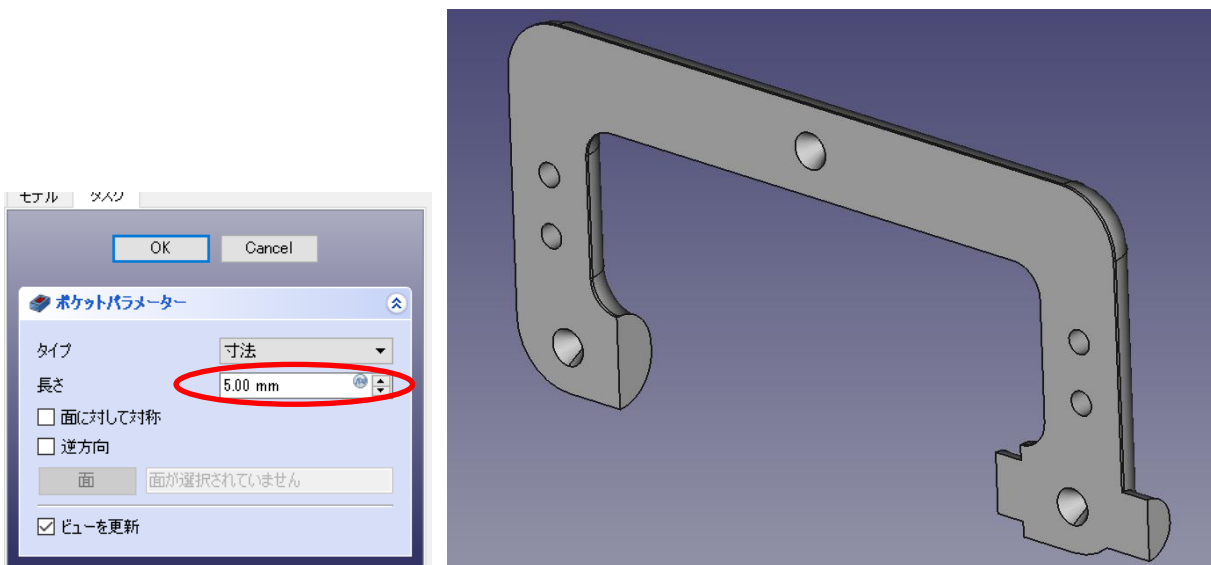
⑳ 「(8) ダボ側の図形の作成⑧～⑨」と同様に行なう。円の半径  (2mm) と中心点の位置  は図のように入力する。



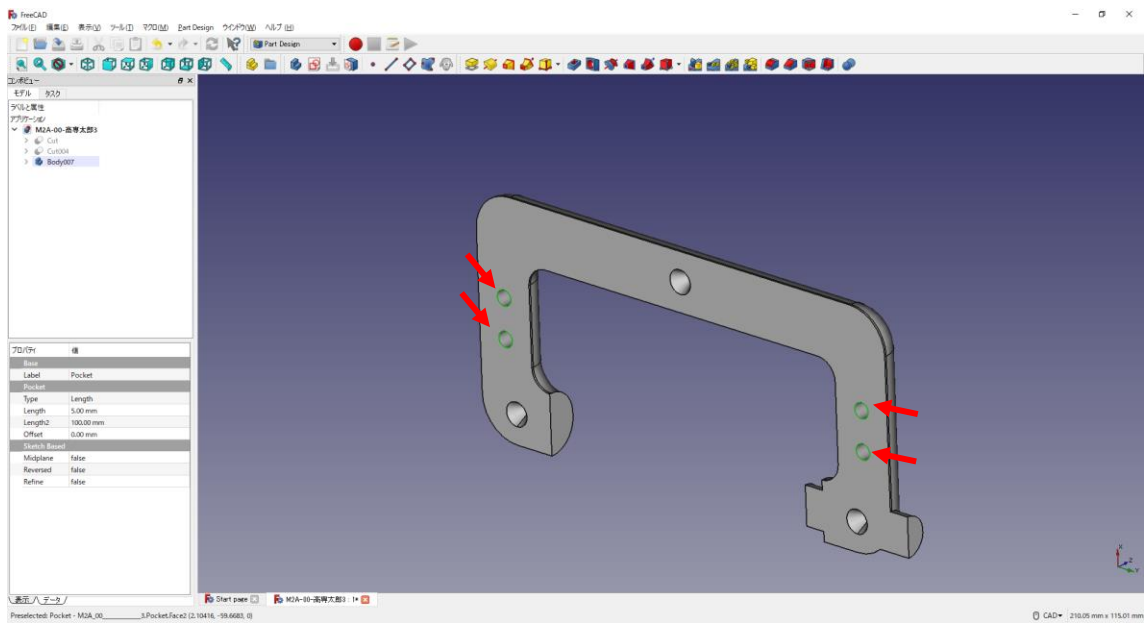
⑩「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。

⑪タスク欄のスケッチツールより、「ポケット」を選択する。

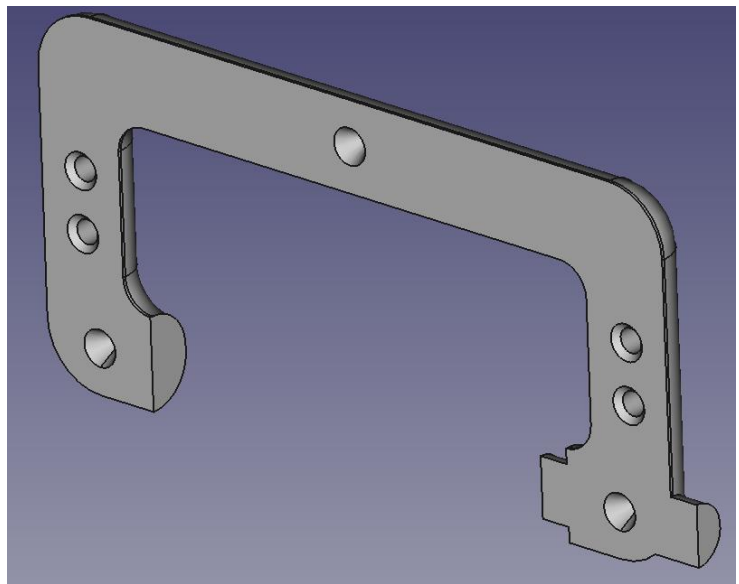
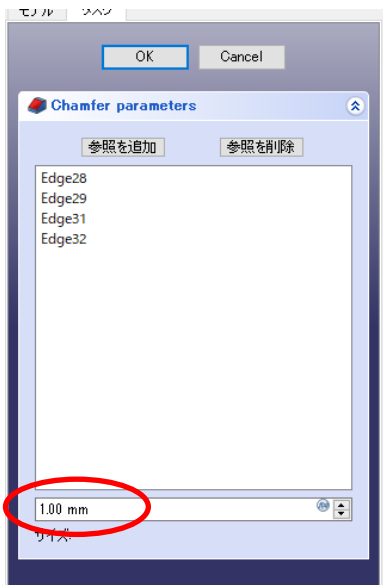
⑫ポケットパラメーターより、長さを 5mm にして「OK」を押す。

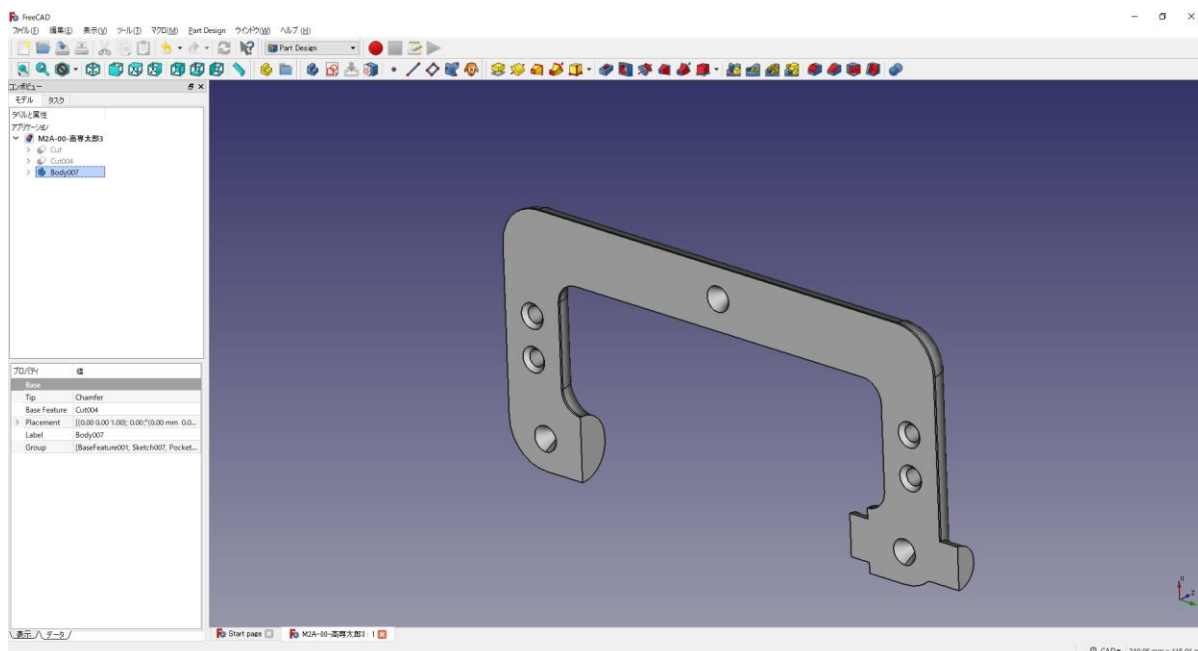



⑬図のようにポケットを付けた 4 つの円の縁を選択する(複数選択は「Ctrl」キーを押しながらマウスクリック)。



③④タスク欄の表面ツールより面取り  を選択し、サイズ(1mm)を入力して「OK」を押す。





③⑤上書き保存  する。

ダボ穴側の図形は完成である。

課題2 (C型クランプ)の完成！！

3D プリンタで造形を行う場合は「4. stl 形式へのエクスポートおよびスライサーソフトの使用法」と同様の手順をしてください。

付録 FreeCAD のダウンロードおよびインストールについて

- インストール可能な動作環境例 -

オペレーティングシステム： Windows 7/8/8.1/10～

Ubuntu 12.04 ～

Mac OSX 10.9 ～

ディスク空容量： インストールには最小 1GB の空き容量が必要

メモリ(RAM)： 最低 2GB

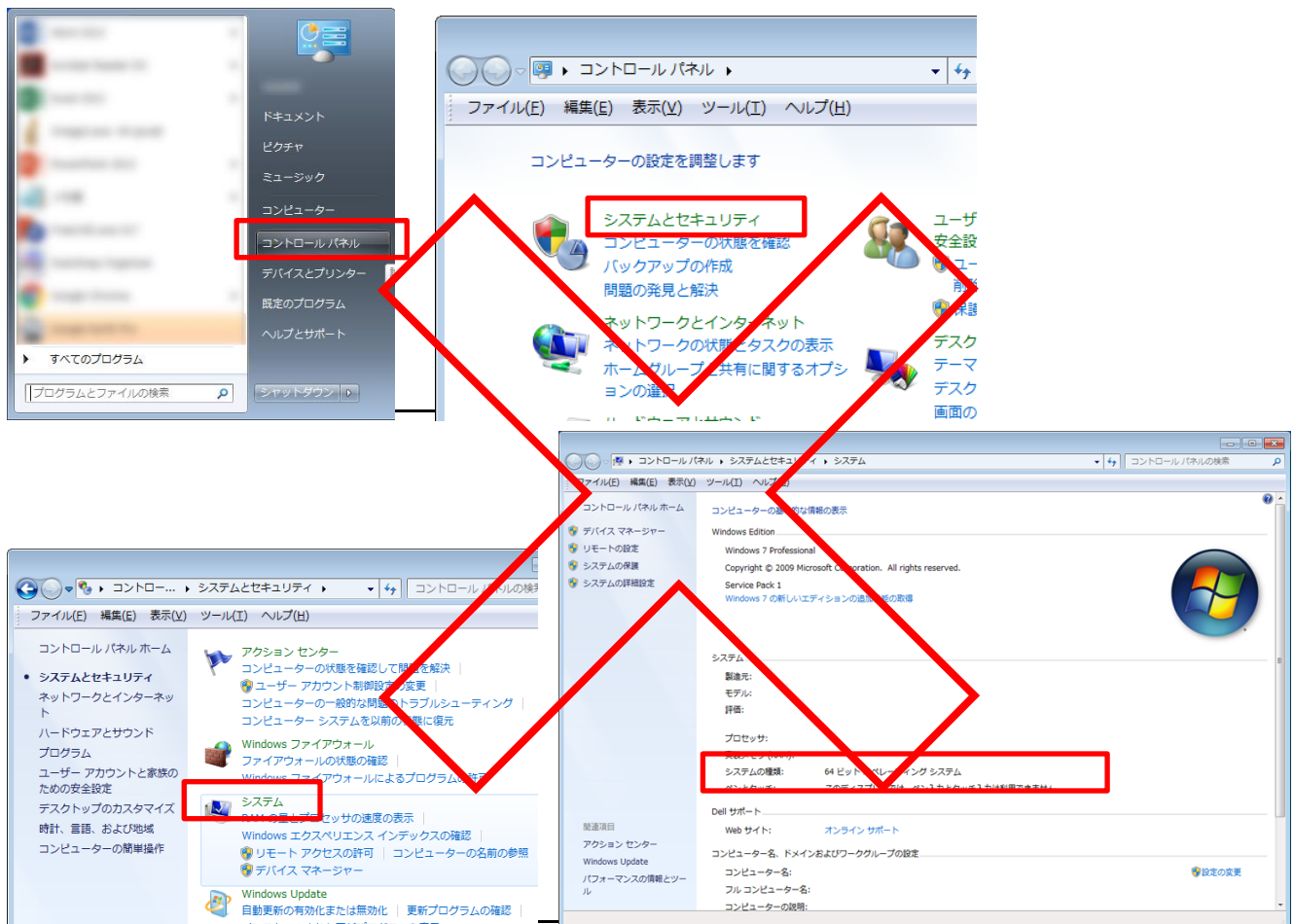
プロセッサ (CPU)： Intel Pentium 4 以降

※ 上記の動作環境は全ての機能の動作を保証するものではありません。モデリングしようとするものの複雑さ、大きさそして使用するワークベンチにより必要な動作環境は変わります。

Windows の場合は Windows OS のシステムの種類が 32bit なのか 64bit なのかに注意が必要です。Ver.0.19 より 64bit 版のみの提供となりました。

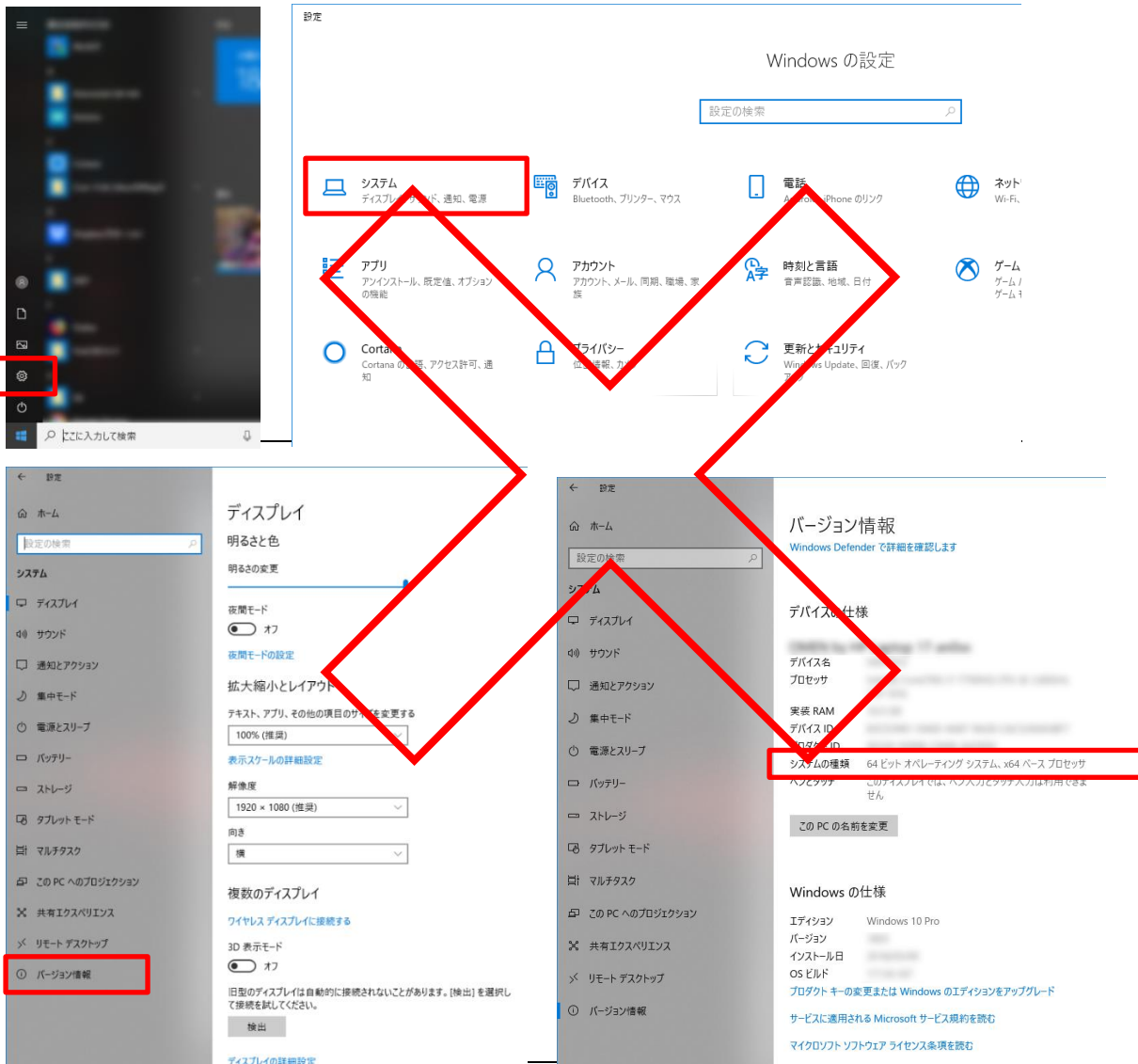
(例：Windows7)

「コントロールパネル」→「システムとセキュリティ」→「システム」で、FreeCAD をインストールしようとしているパソコンのシステムの種類を確認してください。

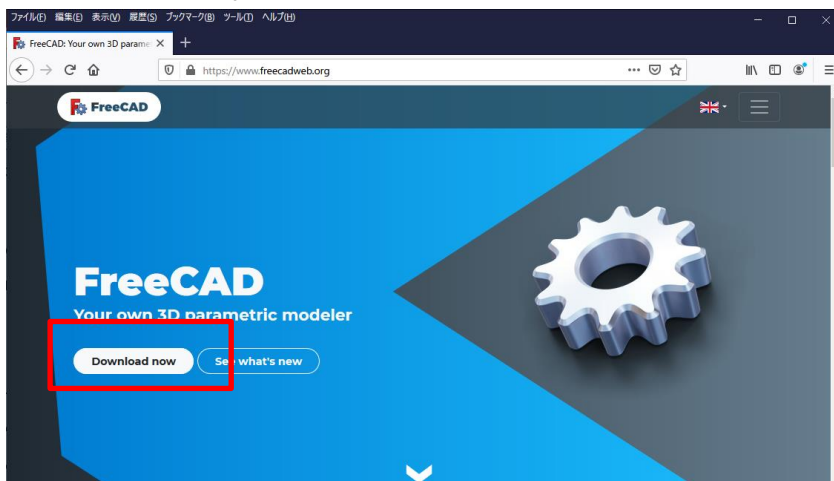


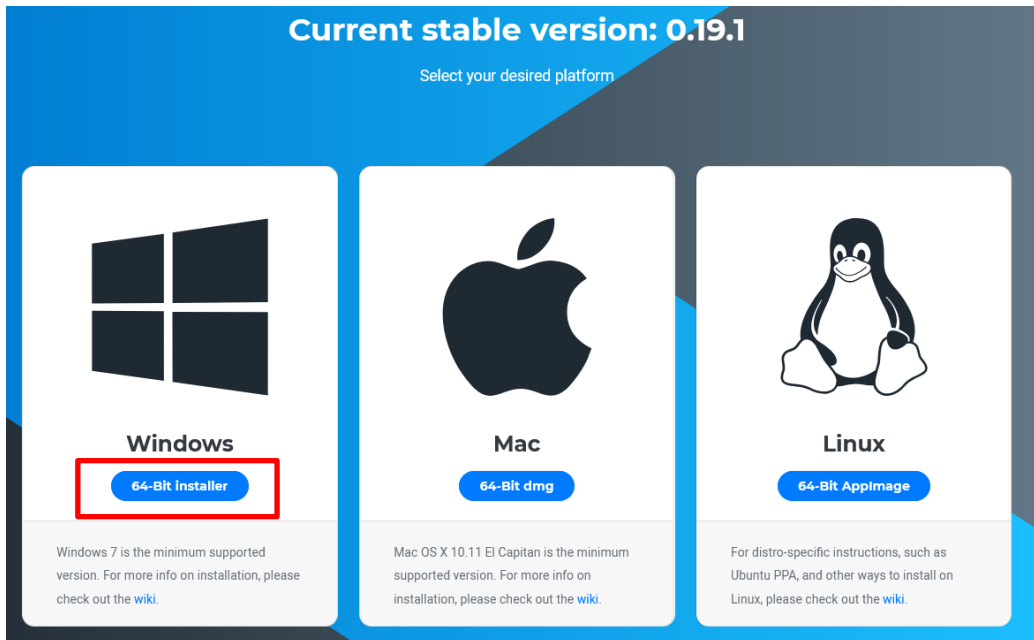
(例: Windows10)

「Windows の設定」→「システム」→「バージョン情報」で、FreeCAD をインストールしようとしているパソコンのシステムの種類を確認してください。



ウェブブラウザで、「<https://www.freecadweb.org/>」にアクセスし、ダウンロードページをクリックします。



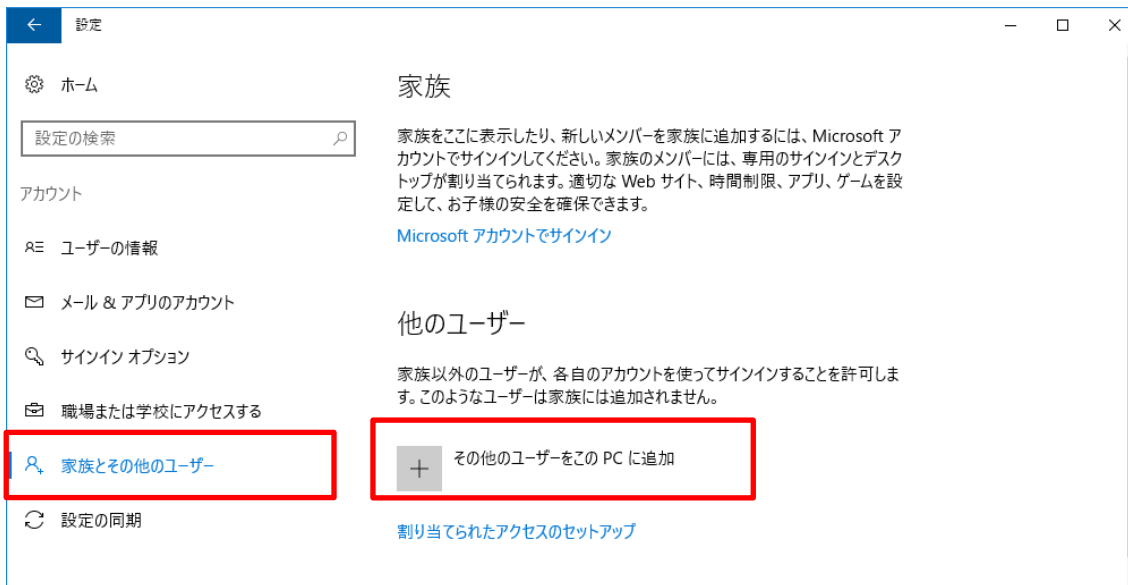


システムの種類に応じたファイルをクリックし、ダウンロード（保存）します。

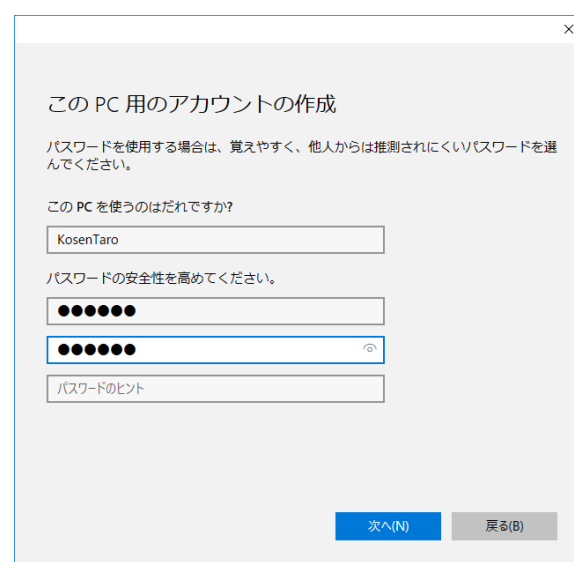
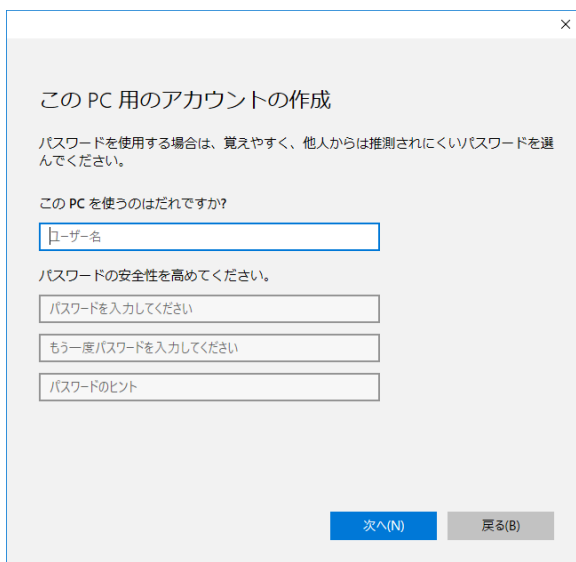
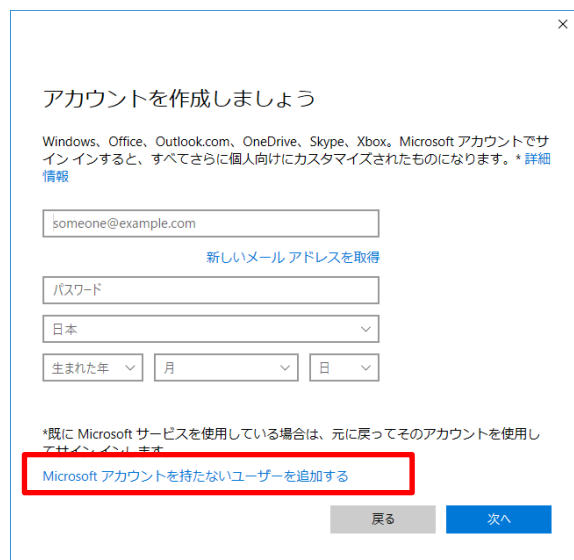
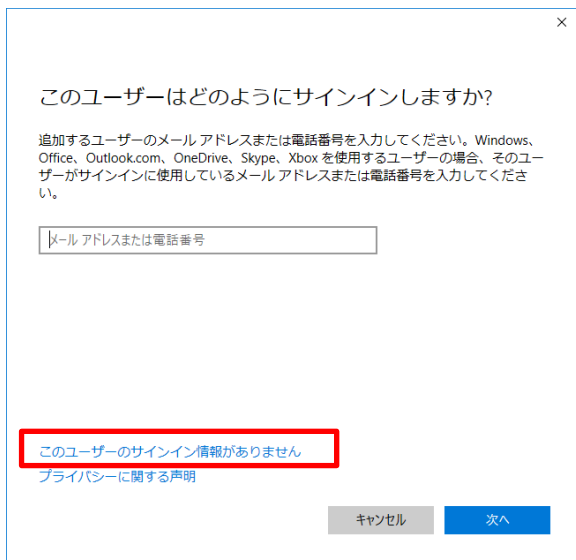
インストールは通常のアプリケーションインストール方法と同様に、ダウンロードしたファイルをダブルクリックし、インストーラーの指示に従います。

注意！！ Windows のアカウントが「全角漢字（例えば「高専 太郎」など）」で登録・ログインしている場合に、インストールした FreeCAD が起動しないトラブルが発生するケースがあるようです。その場合は、新たにアカウントを「半角英数（例えば「Kosen Taro」など）」で作成し、そのアカウントでログインをして、インストールしてください。





Microsoft アカウントを聞かれることもありますが、Microsoft アカウントがなくてもアカウントの作成は可能です。



謝辞

本マニュアルは、早稲田研究室 2018 年 3 月卒研究生の水澤 悠真（みずさわ ゆうま）さんの多大な貢献により完成しました。ここに記して謝意を表します。

編集履歴

- 2018/3/15 FreeCAD (Ver.0.16) 草稿
- 2018/4/9 STL 形式の出力&g-code 作成の項目を追加 初版発行 (機械実習 IIで開始)
- 2018/7/19 FreeCAD (Ver.0.17) 版 初版発行 (機械実習 IIで開始)
- 2020/3/21 FreeCAD (Ver.0.18~0.19) 版 初版発行 (機械実習 IIで開始), スライサーソフトウェア CURA の操作方法や Slic3er のプリンター設定についてを追記
- 2020/6/22 FreeCAD (Ver.0.18~0.19) 版 2 版発行 インストール時のアカウントについての注意を追記
- 2021/4/6 FreeCAD (Ver. 0.19.1) 版 初版発行 スライサーソフトウェア FlashPrint, VoxelMaker の操作方法についてを追記
- 2022/4/8 FreeCAD (Ver. 0.19.4) 版 初版発行 スライサーソフトウェア FlashPrint の Ver.4→Ver.5 への修正
- 2023/4/6 FreeCAD (Ver. 0.20.2) 版 初版発行 スライサーソフトウェア使用方法は別冊に分離