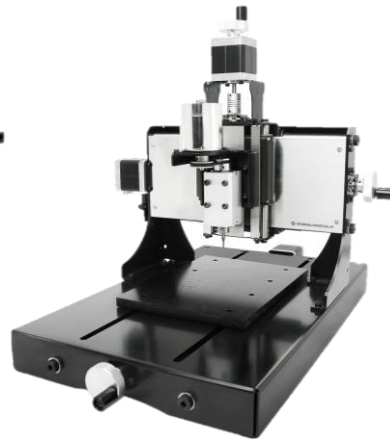


FreeCAD(ver.0.18.4)を用いた KitMill CL-420、BT-200 用 CAD/CAM マニュアル



KitMill CL-420



BT-200



Inventor からのインポートも解説有

本マニュアル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. 2021

目次

他の CAD ソフトウェアでモデリングしたデータがあり、STEP などの中間ファイルとして出力（エクスポート）したデータがある場合は、

以下の 1 章、2 章、3 章の(1) は省略してよい (3.(2)から開始)

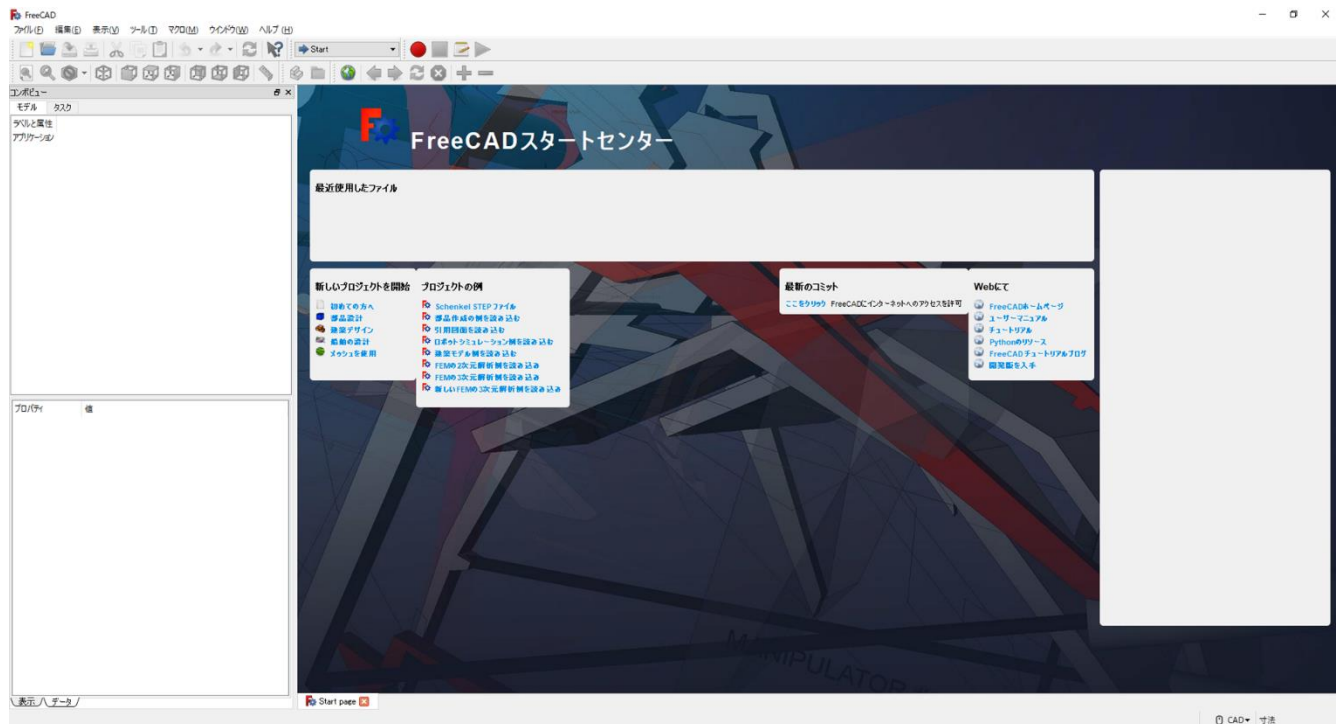
1.	CAD 設計が行えるまでの手順	1
2.	基本操作	4
3.	FreeCAD での加工部品のモデリングと CNC 加工手順	20
(1)	部品のモデリング	20
	補足：FreeCAD でモデリングしたパーツで 「Body」が別々のものの場合の対応	26
(2)	CNC の初期設定	27
	付録 他の材料の切削用設定 表 1 CL-420 切削条件	32
	表 2 BT-200 切削条件	33
(3)	切削オペレーション（加工パスの作成）	34
(4)	シミュレーションでパスを確認する。	37
(5)	NC プログラムのエクスポート	38
	補足：その他の機能 （複数の部品を切削する）加工パスをコピーする	40
4.	CNC での切削	
4-1	CL-420 の場合	41
4-2	BT-200 の場合	46
5.	Inventor での設計	51
	付録 FreeCAD のダウンロードおよびインストールについて	59

1. CAD 設計が行えるまでの手順

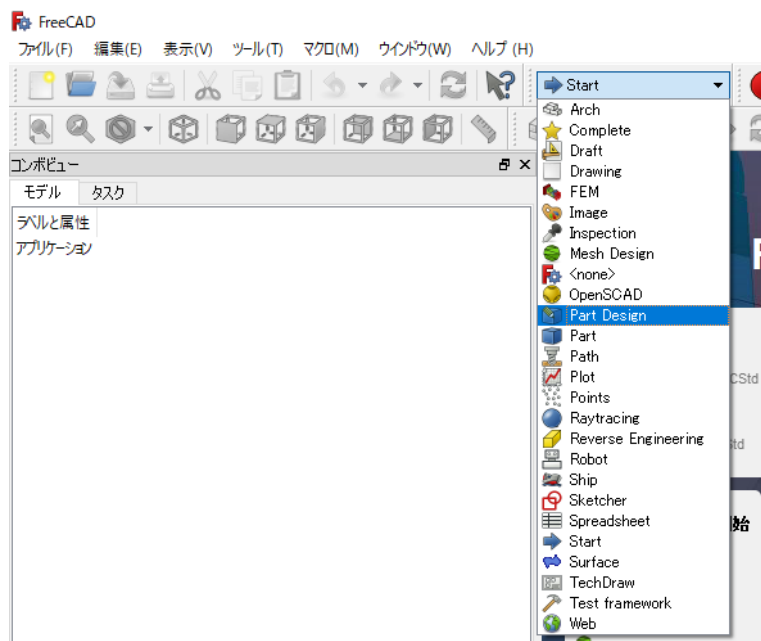
(1) FreeCAD を起動する。



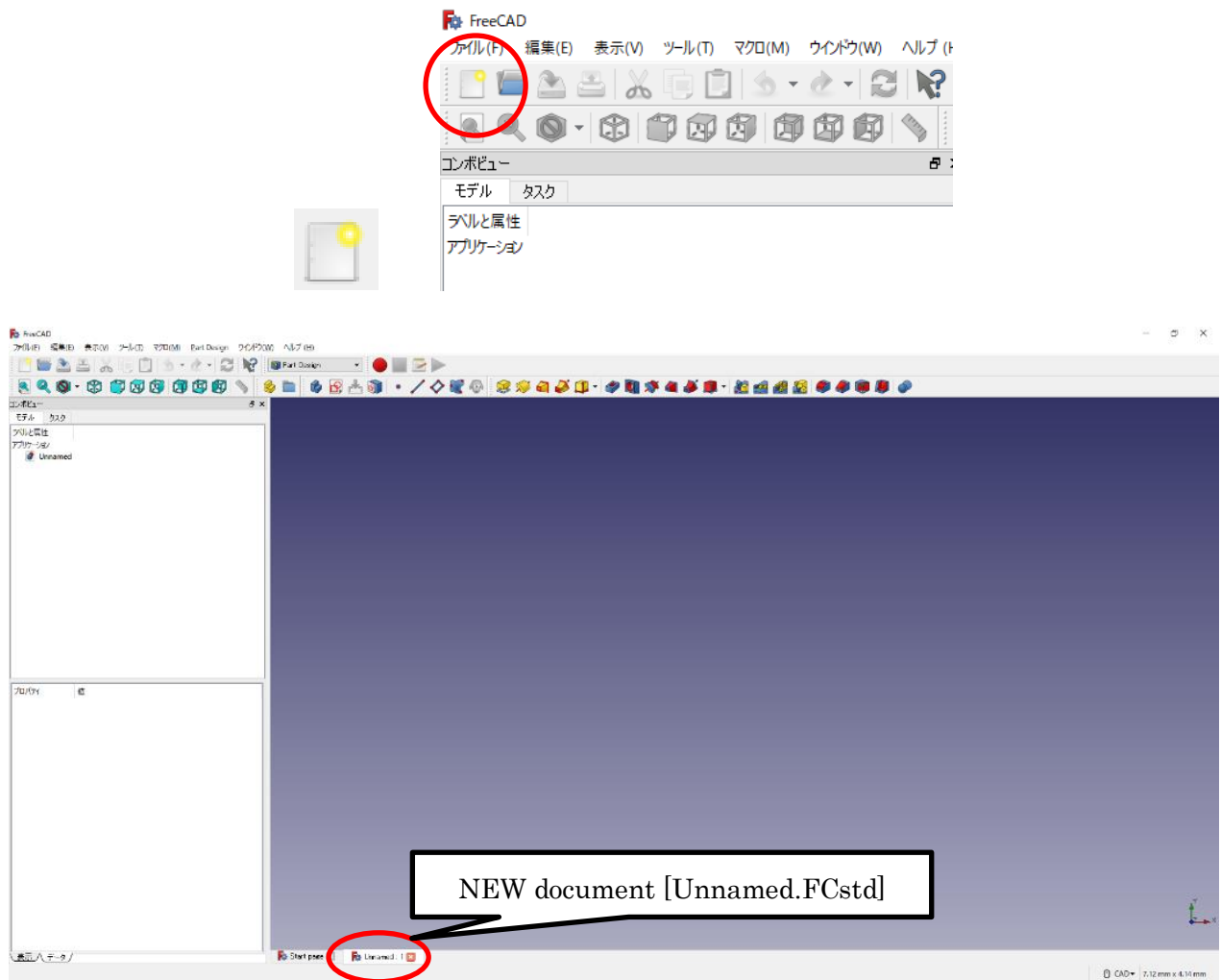
ダブルクリック



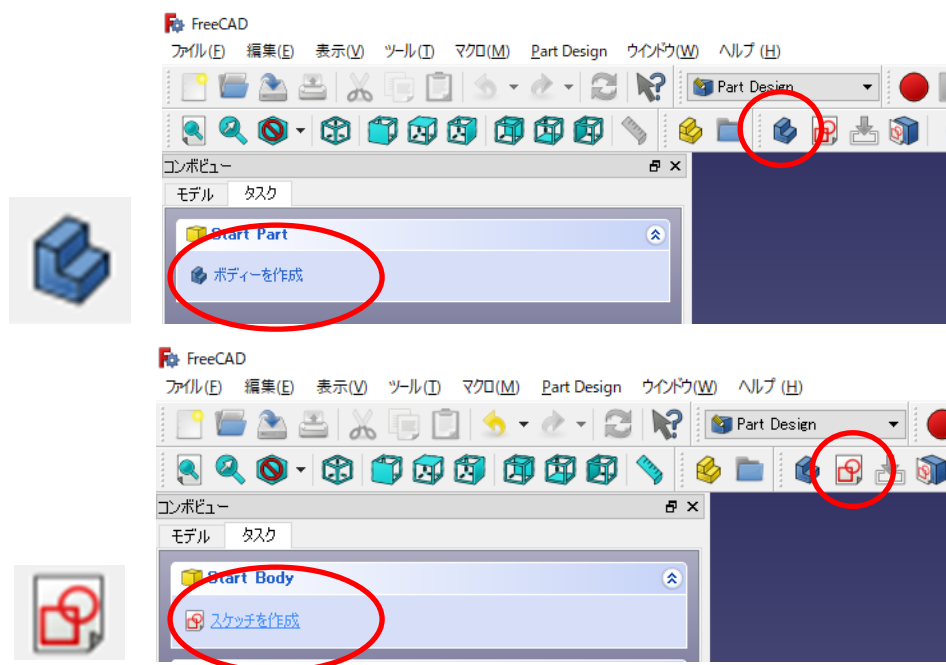
(2) ワークベンチを切り替える。(Start → Part Design)



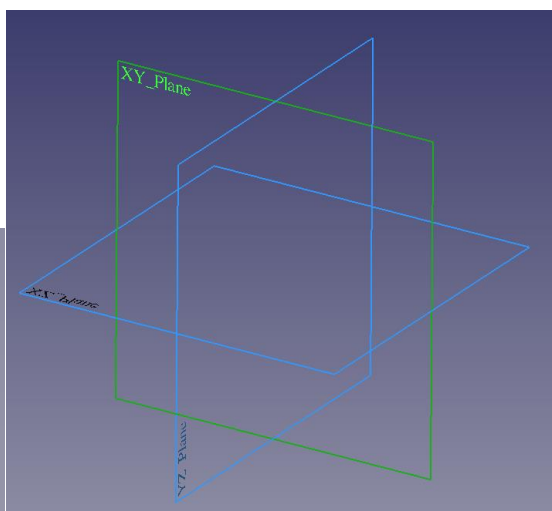
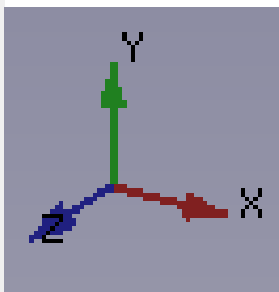
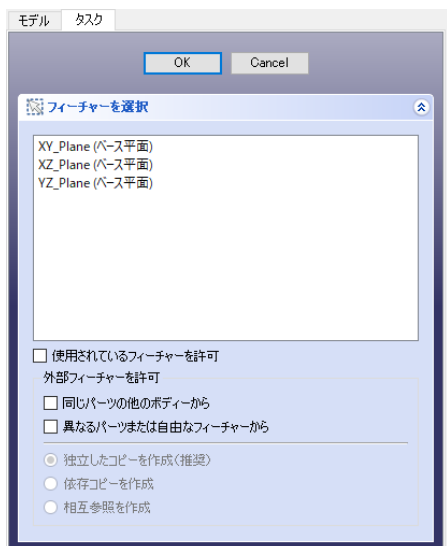
(3) 新しい空のドキュメントを作成する。



(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。



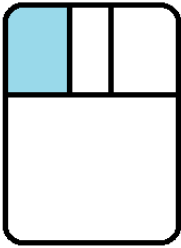
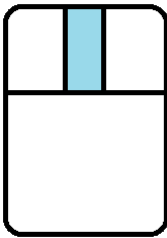
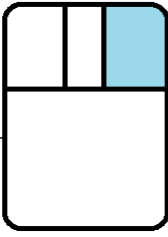
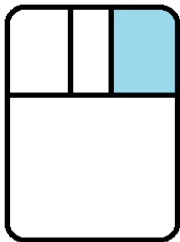
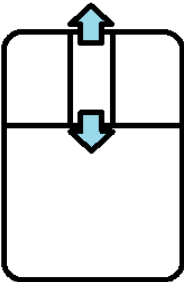
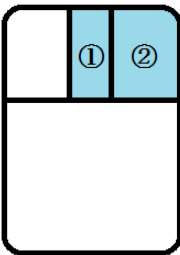
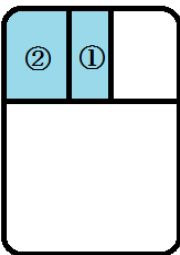
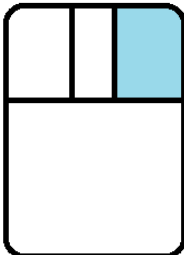
(5)スケッチする平面の方向を選択する。



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)
	 または [Ctrl] + 	
拡大縮小	回転	
	 または 	または [Shift] + 

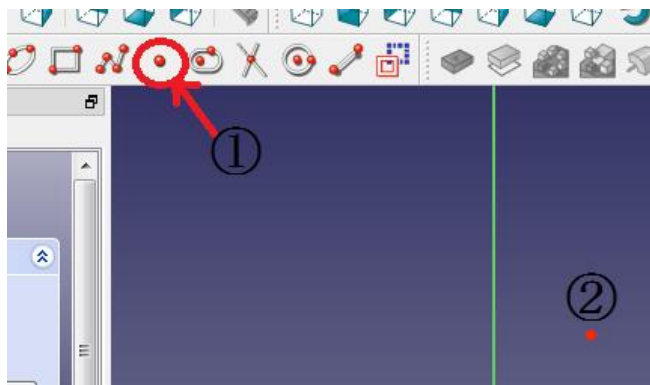
2-2. スケッチ作成

<スケッチ作成用コマンド>



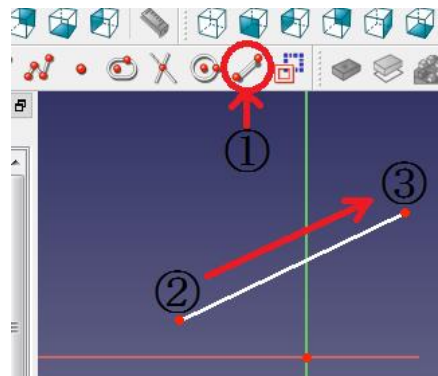
(1) 点を描く

- ①  を **選択** する。
- ② 点を **決定** する。



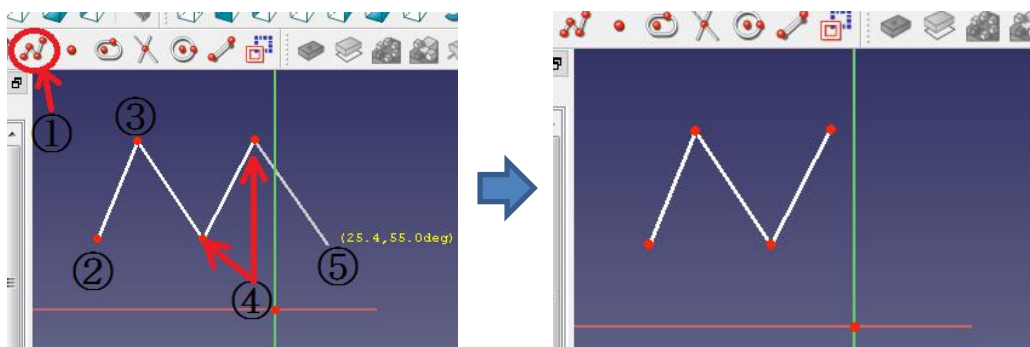
(2) 直線を描く

- 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。



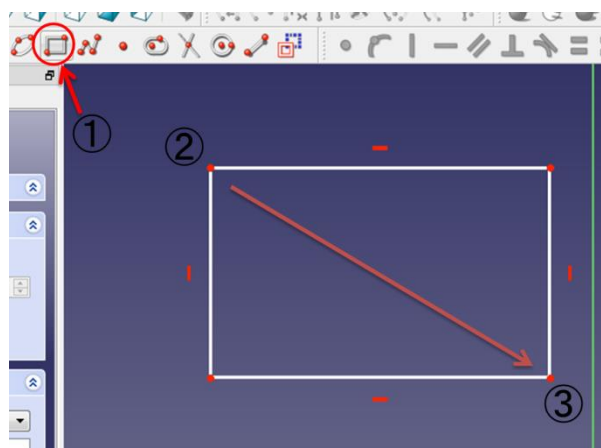
(3) ポリライン(連続線)を描く

- 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

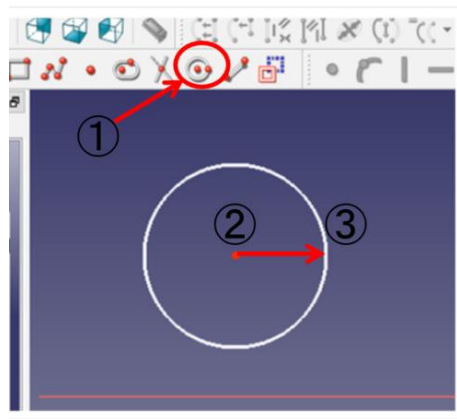
- ①  を選択する。
- ② 4つの角のうちの始点となる角を決定する。
- ③ マウスを動かして適当な長方形を描き、終点を決定する。



(5) 円を描く (2 通り)

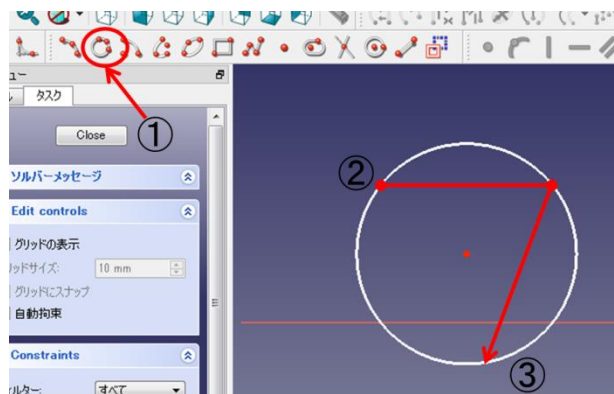
< 中心点から同心円を描く方法 >

- 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 >

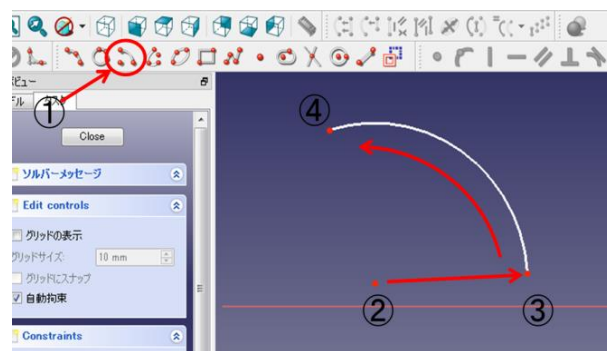
- ①  を **選択** する。
- ② 適当に 3 点を **決定** する。
- ③ 3 点を通る円が描かれる。



(6) 円弧を描く (2 通り)

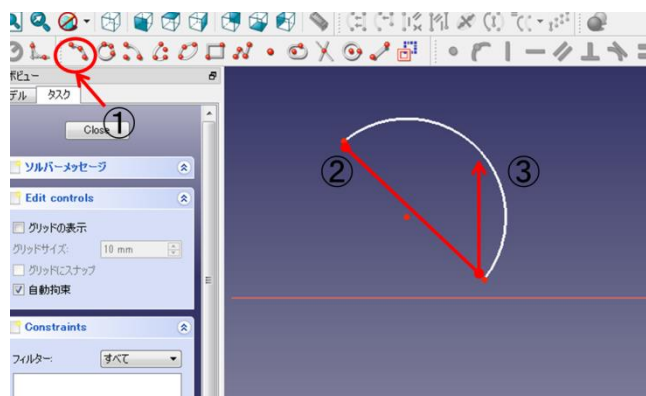
< 中心点から同心円上に円弧を描く方法 >

- 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。



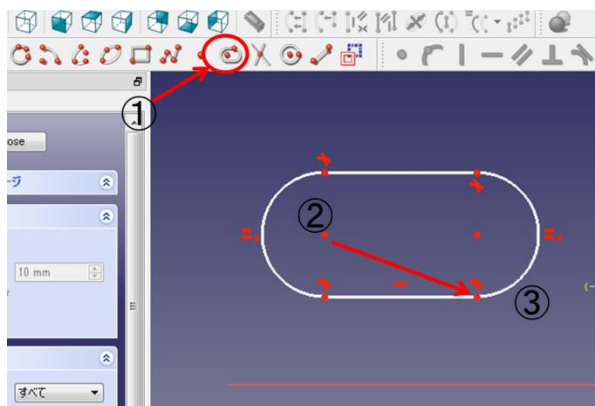
< 3 点を通る円弧を描く方法 >

- 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。



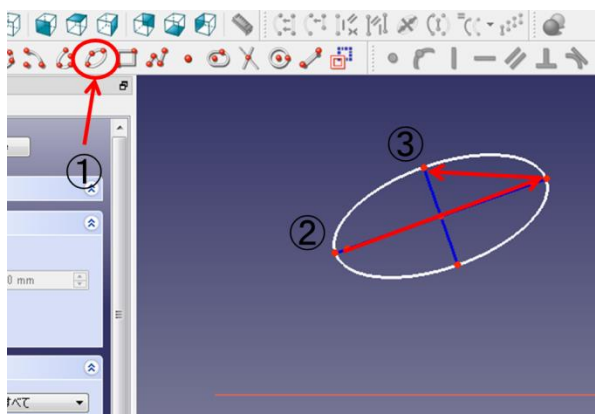
(7) 長円を描く

- 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。



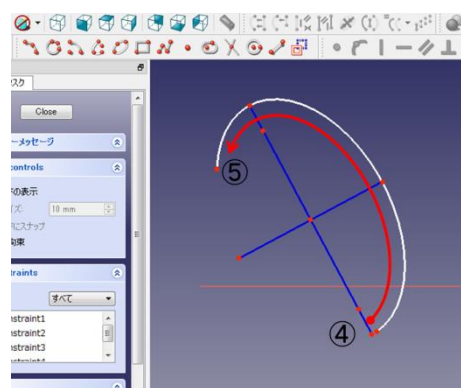
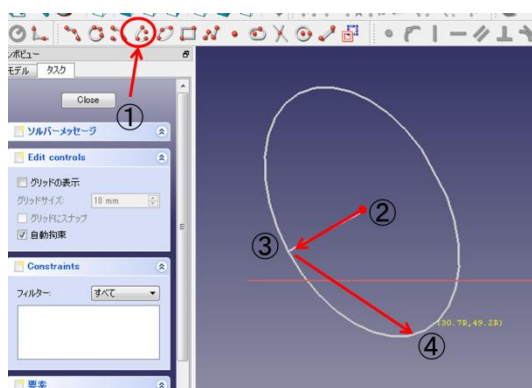
(8) 楕円を描く

- 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。

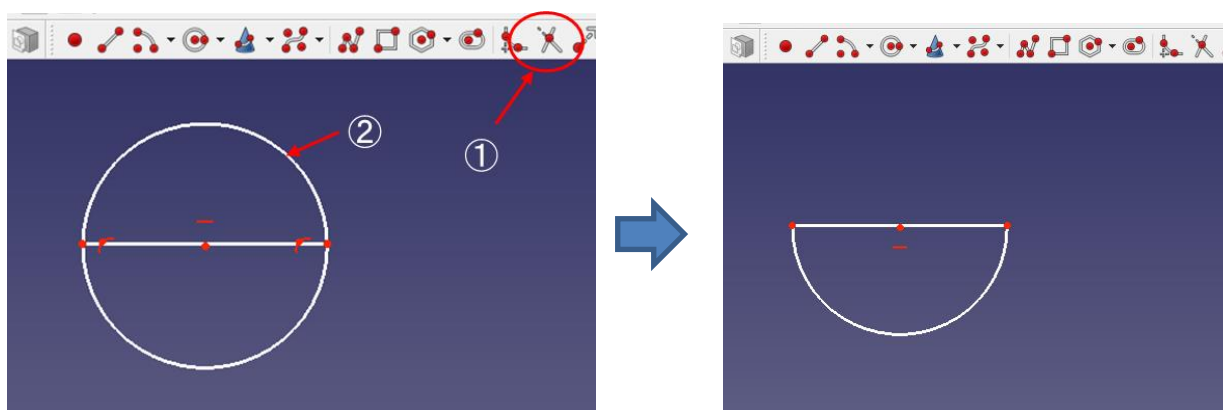


(10) トリミング

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 〕

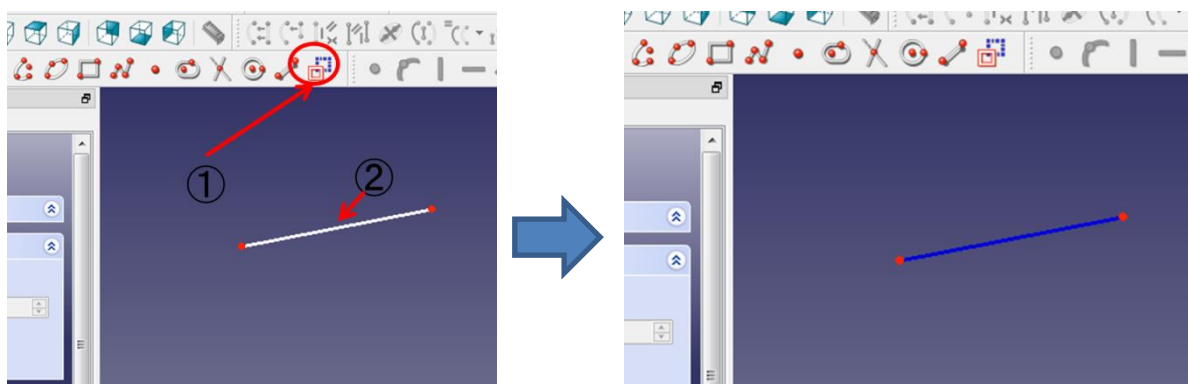
- ①  を選択する。
- ② 不要な線を決定する。



(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

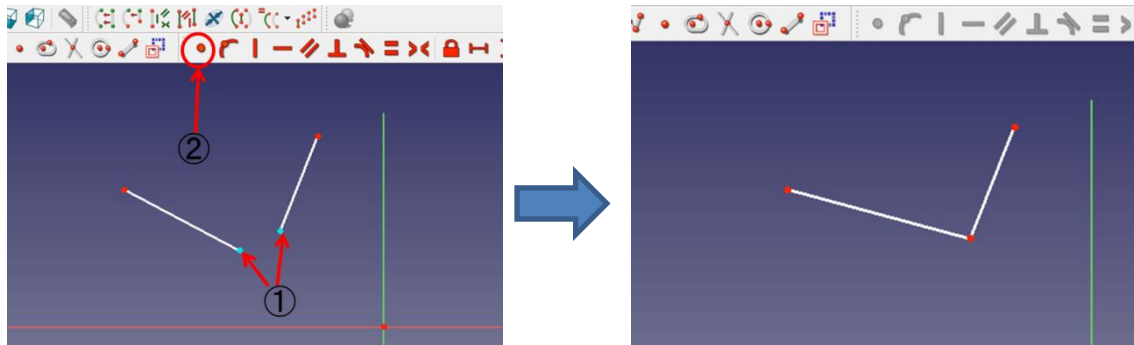
＜スケッチの拘束および寸法決め用コマンド＞



- (1) 点を一致拘束する。

①2 点を**選択**する。

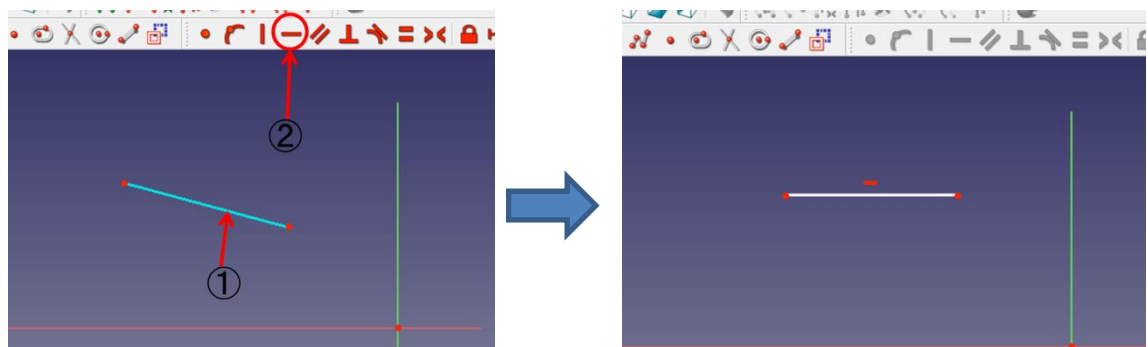
② を選択する。



- (2) 線を水平拘束する。

①直線を選択する。

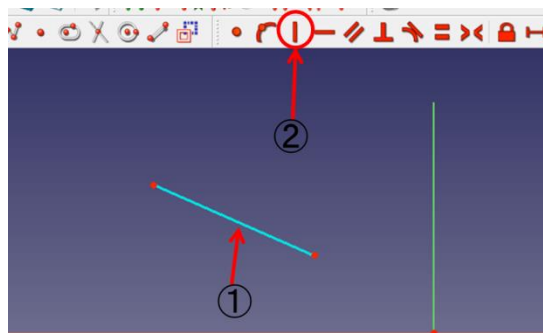
② を選択する。



(3) 線を垂直拘束する。

① 直線を選択する。

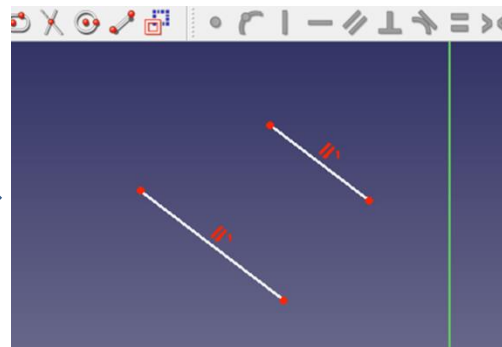
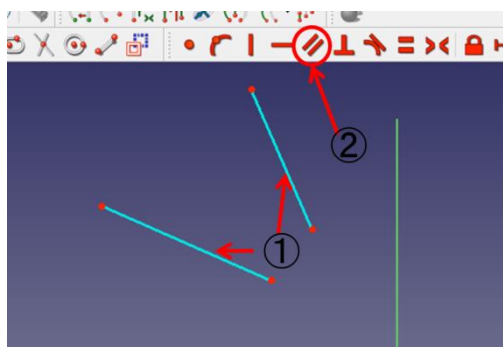
②  を選択する。



(4) 2 直線間を平行拘束する。

① 2 つの直線を選択する。

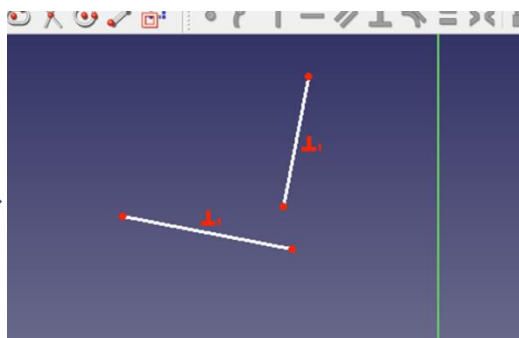
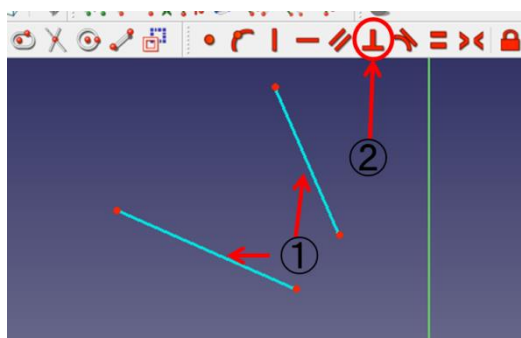
②  を選択する。



(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。

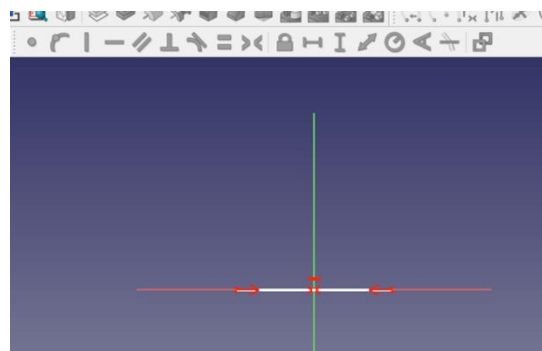
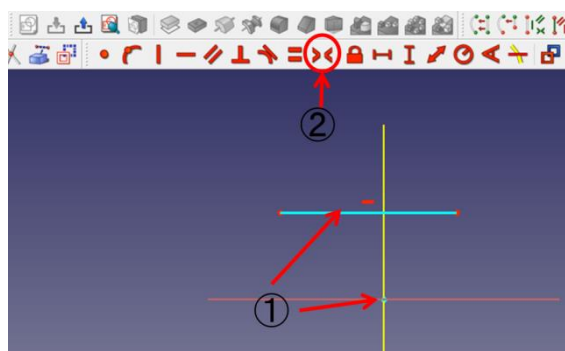
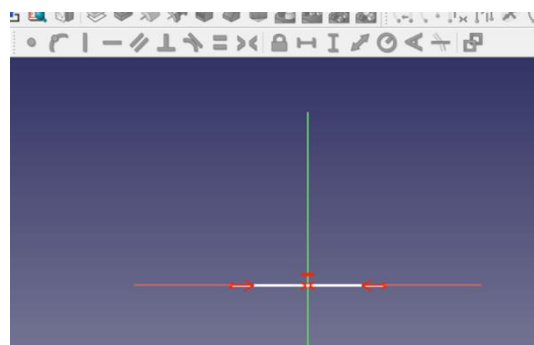
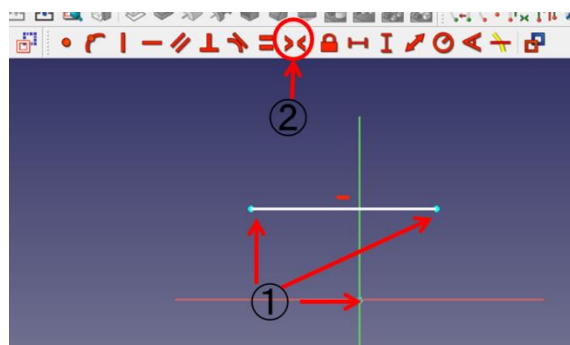
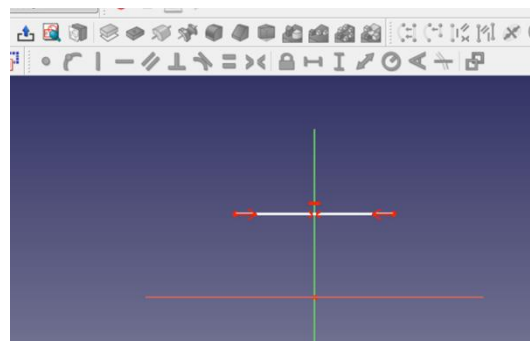
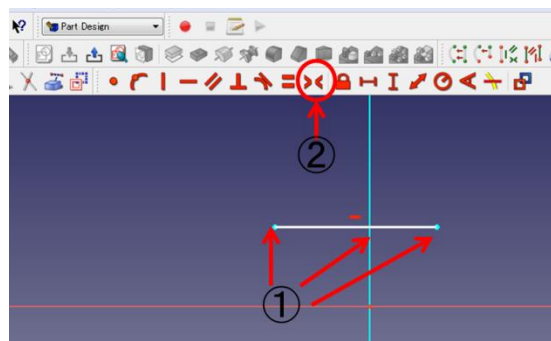


①2つの点と対称となる線

2つの点と対称となる点 のどちらかを選択する。

直線と対称となる点

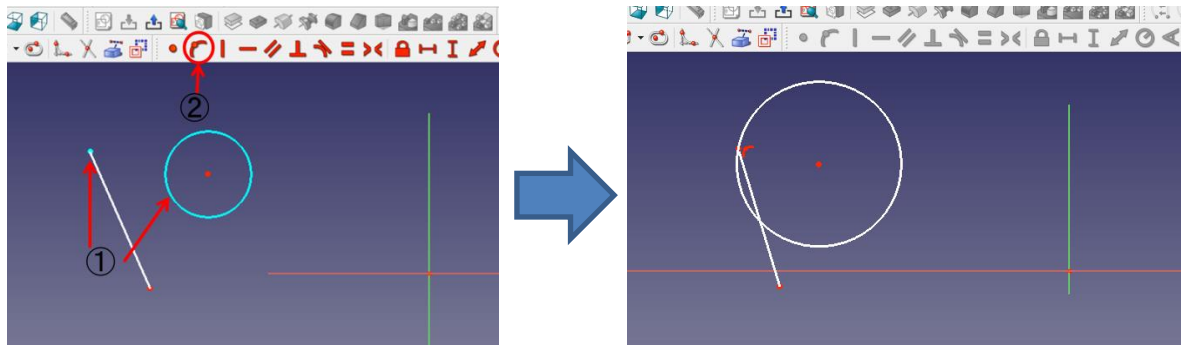
②  を選択する。



(7) 接点拘束する。

①円(または円弧)と点を選択する。

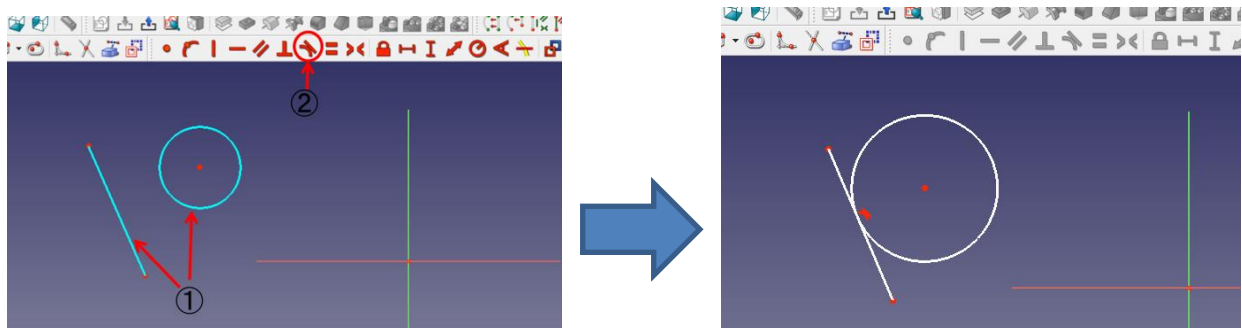
- ②  を選択する。



(8) 接線拘束する。

- ① 円(または円弧)と線を選択する。

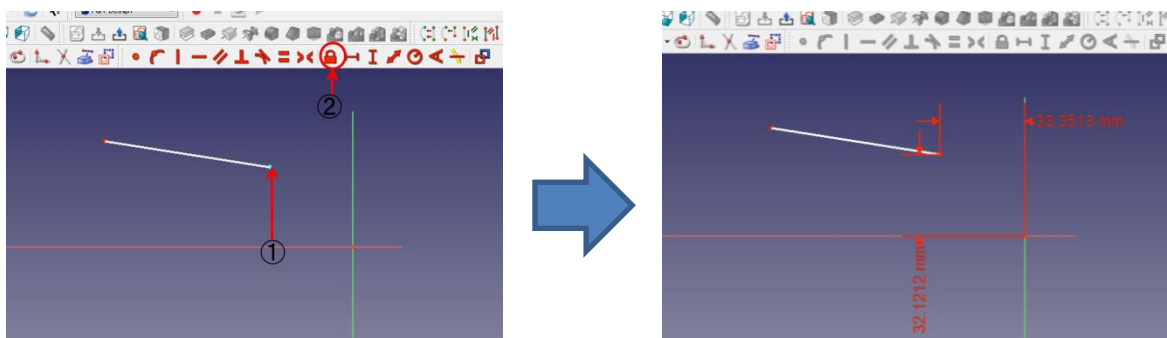
- ②  を選択する。



(9) 点をロック拘束する。

- ① 点を選択する。

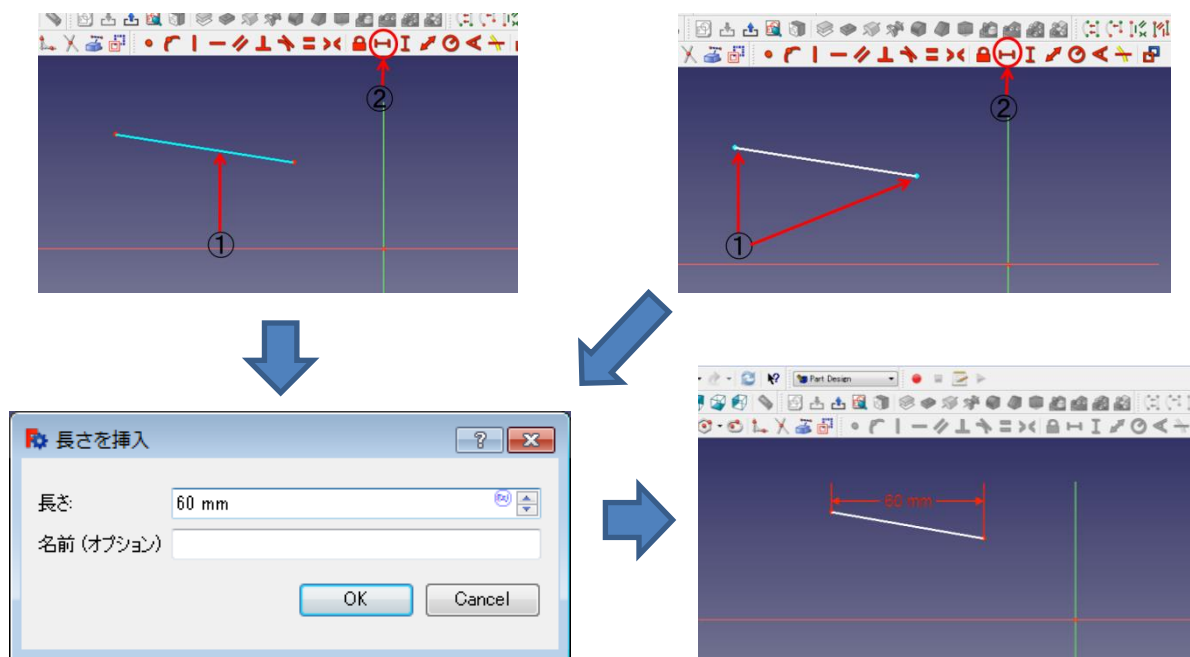
- ②  を選択する。



(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。

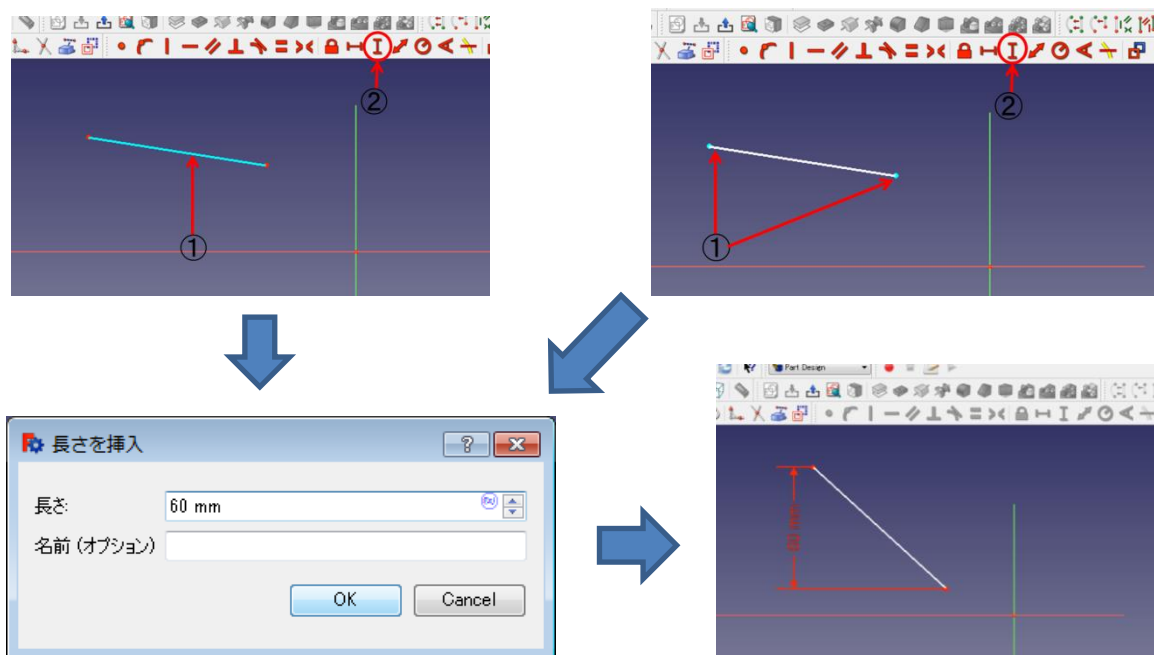
②  を選択する。



(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。

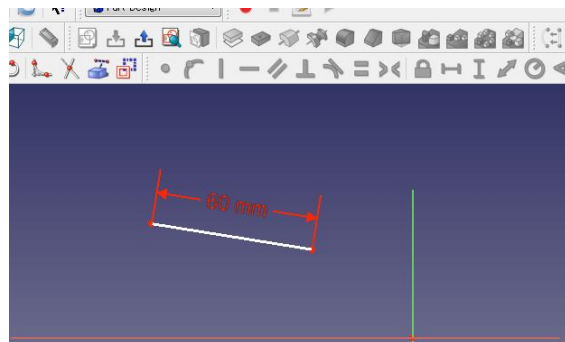
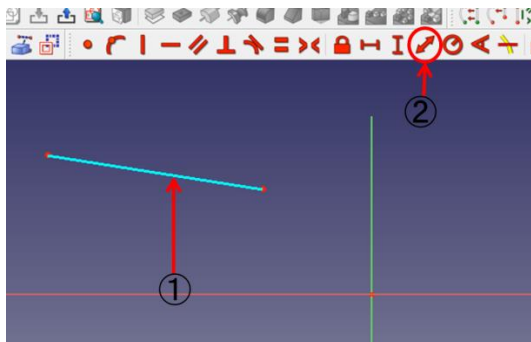
②  を選択する。



(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。

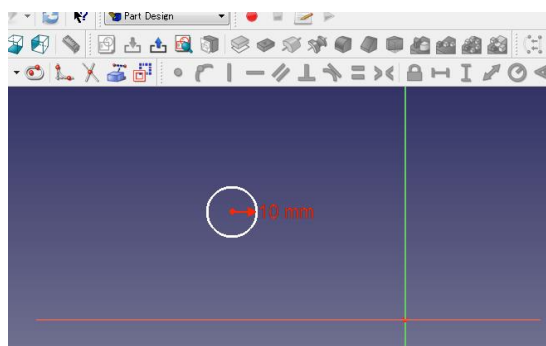
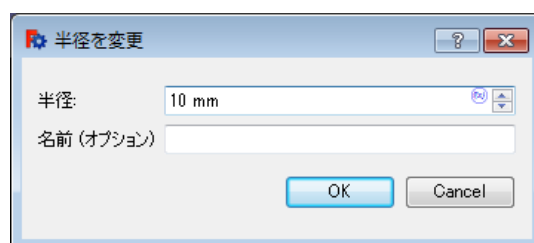
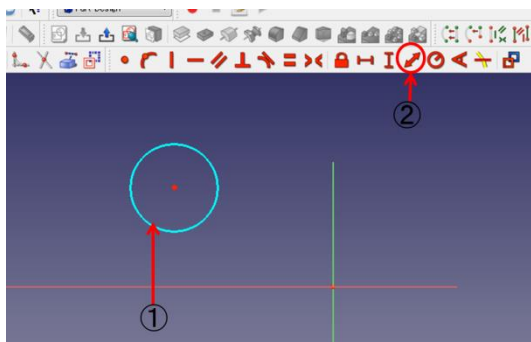
②  を選択する。



(13) 円または円弧の半径を拘束する。

① 円または円弧を選択する。

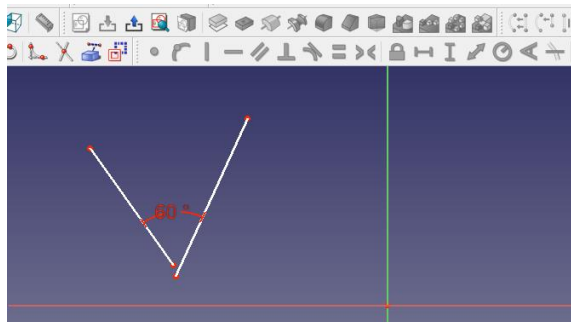
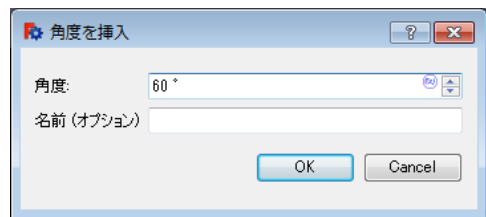
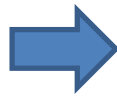
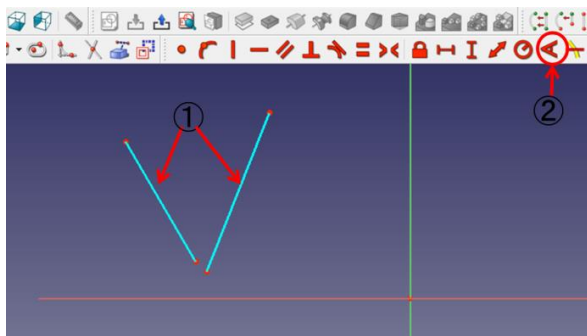
②  を選択する。



(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。

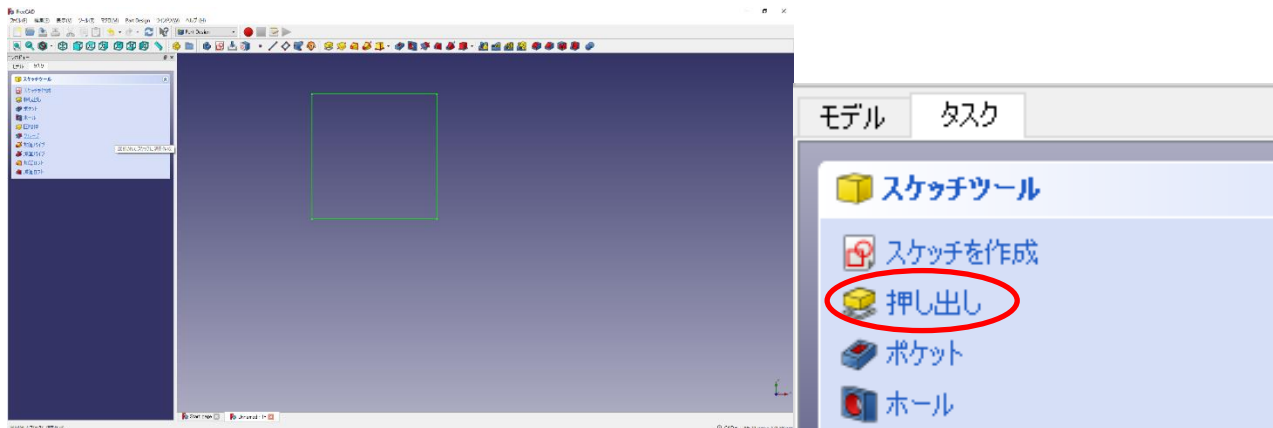


2-4 平面図を立体図にする

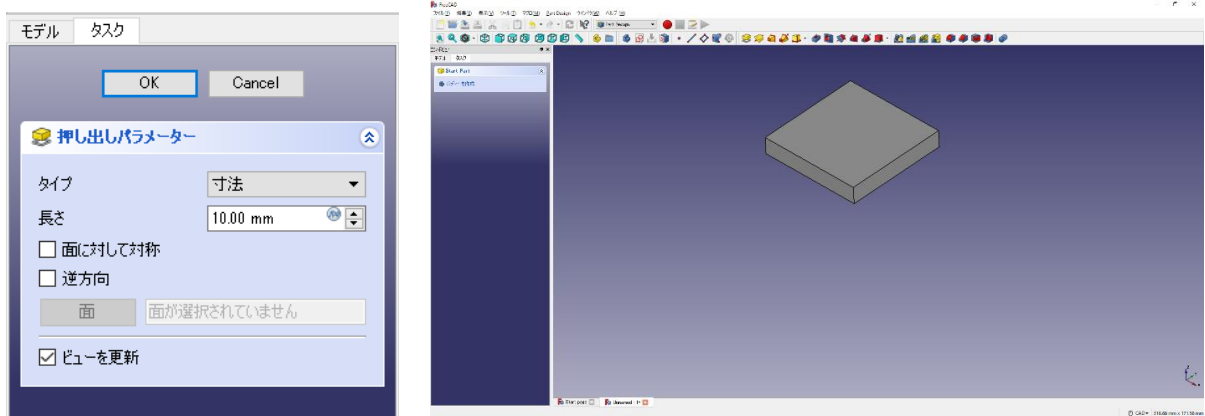
(1)押し出し

①ボディ→→スケッチ作成後、タスク欄のスケッチツールより「押し出し

」を押す。

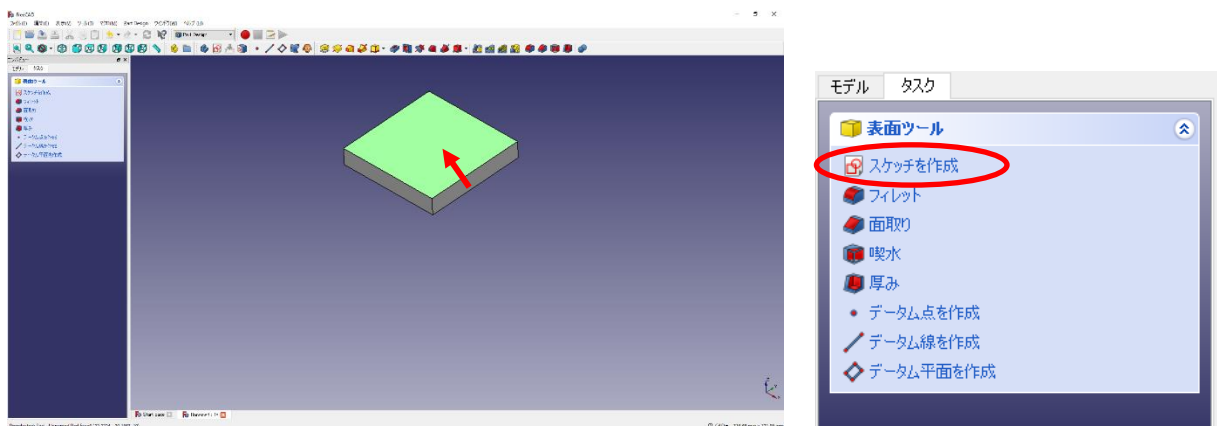


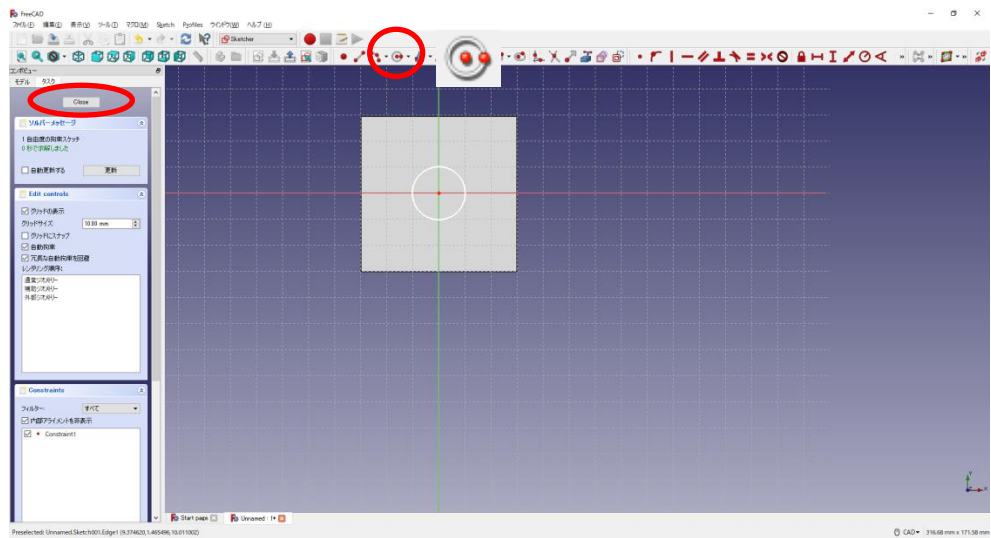
②押し出しパラメーターより押し出す長さを入力し、向き等を選択して「OK」を押す。



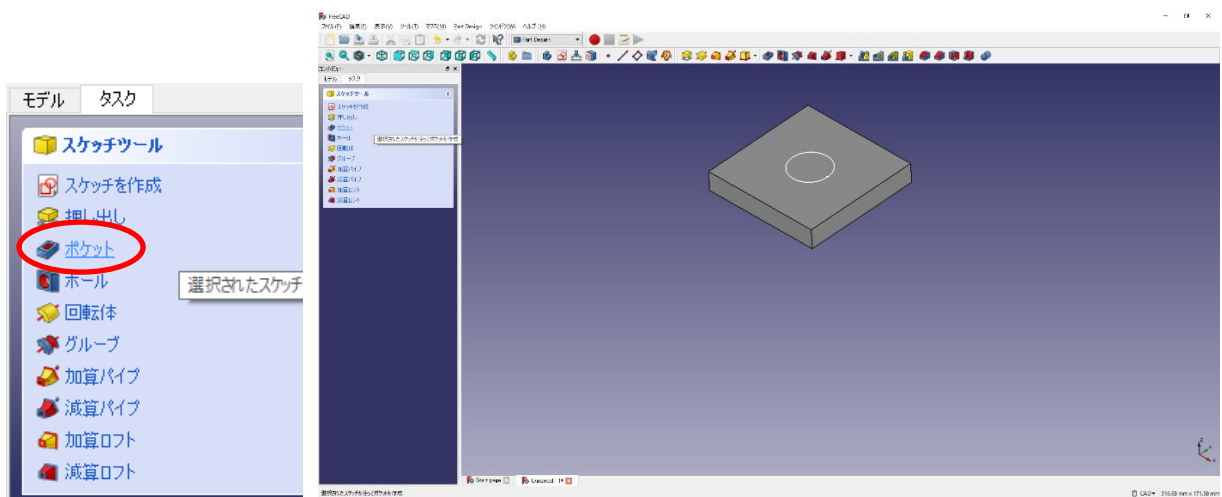
(2)ポケット

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。

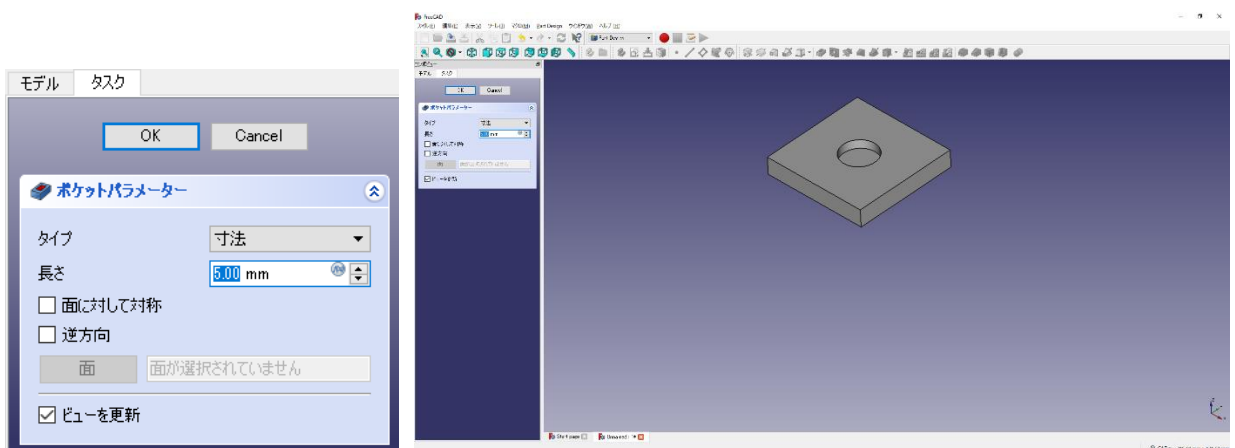




②「Close」を押して、タスク欄のスケッチツールより「ポケット」を押す。

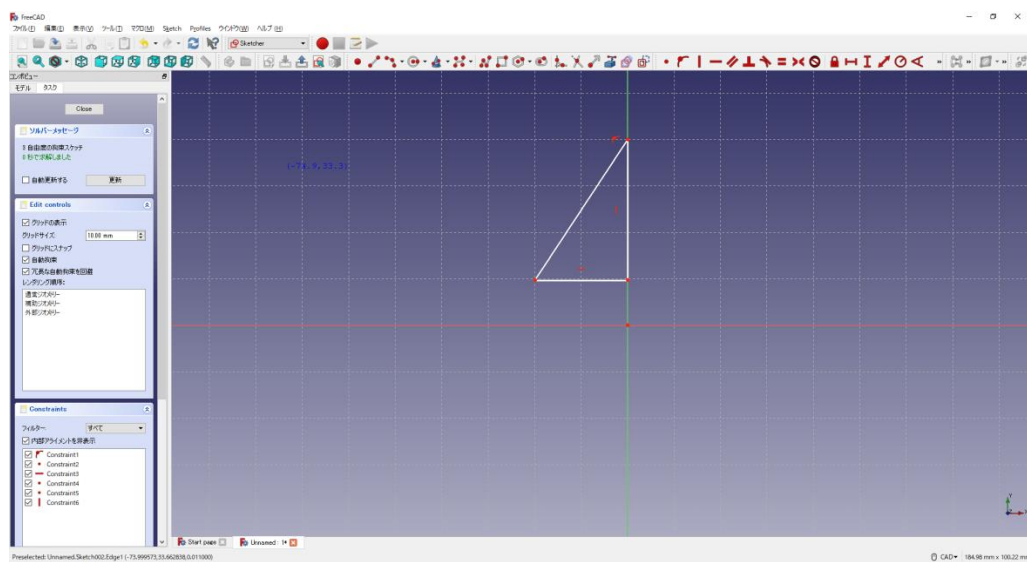
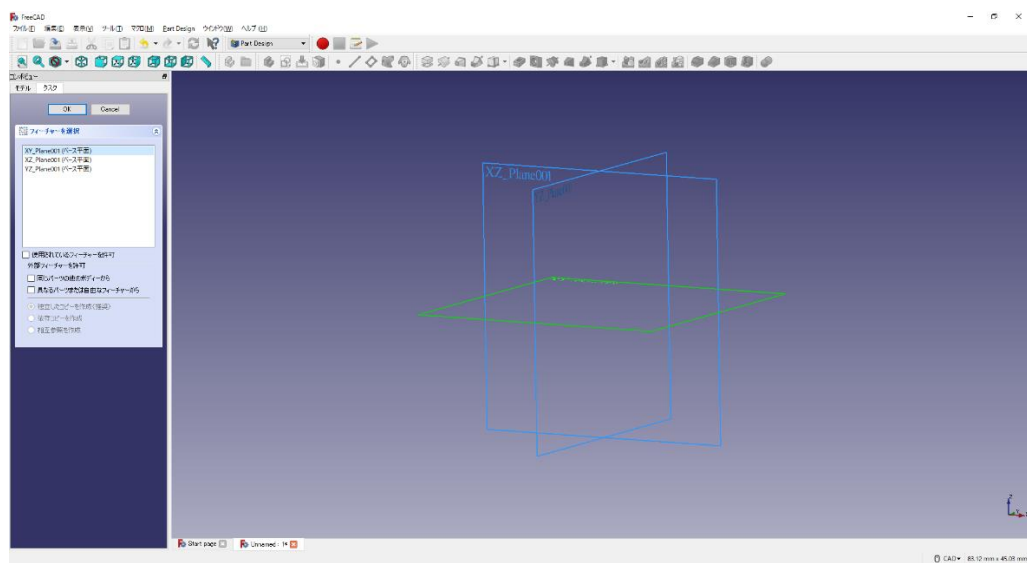
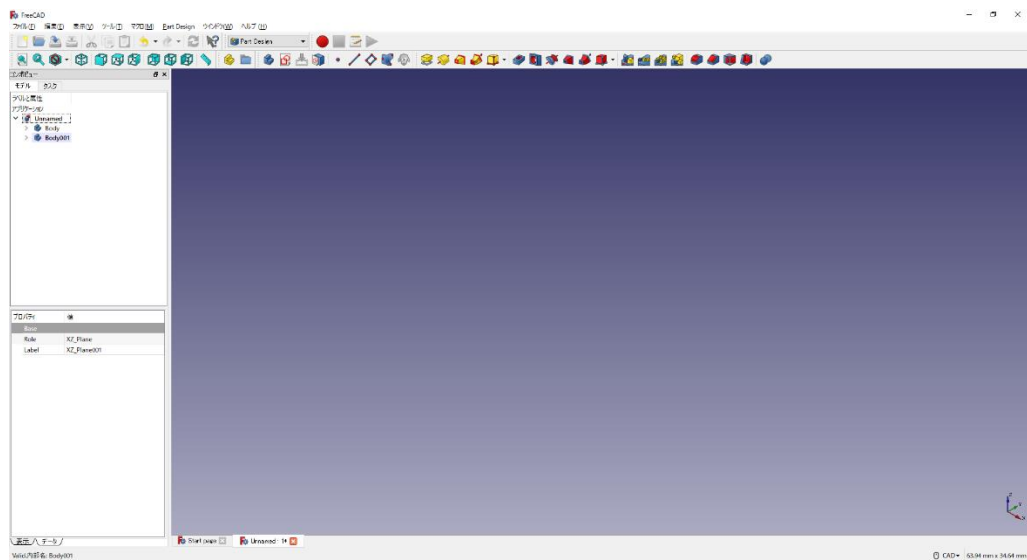


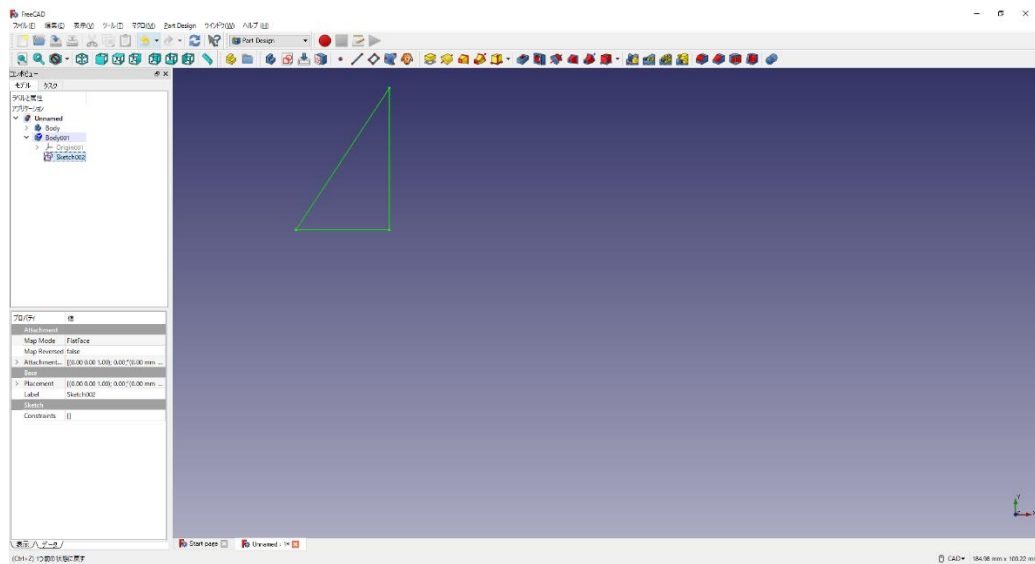
③ポケットパラメーターより、ポケットの深さ等を入力し、「OK」を押す。



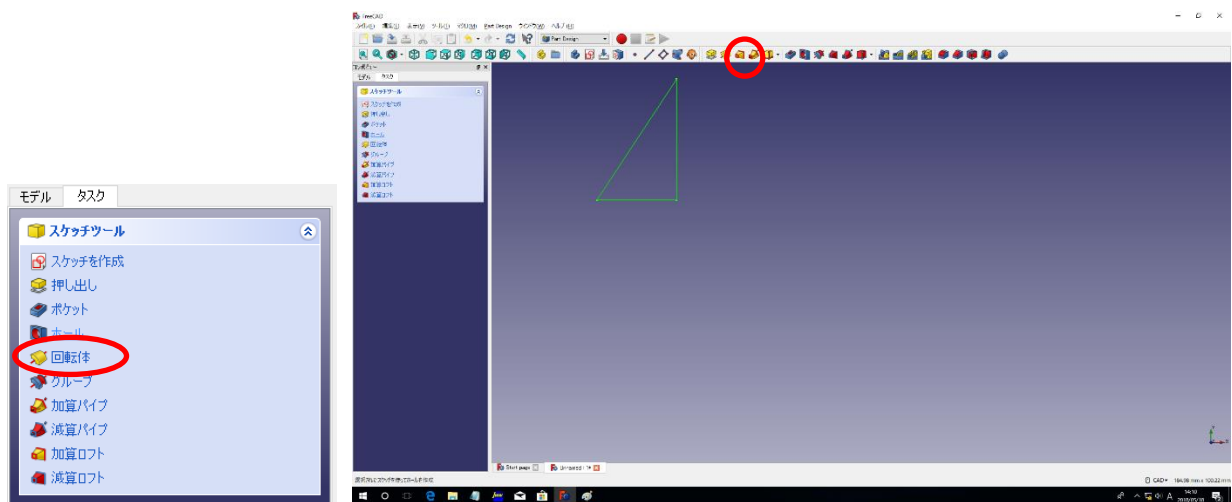
(3)回転体

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。

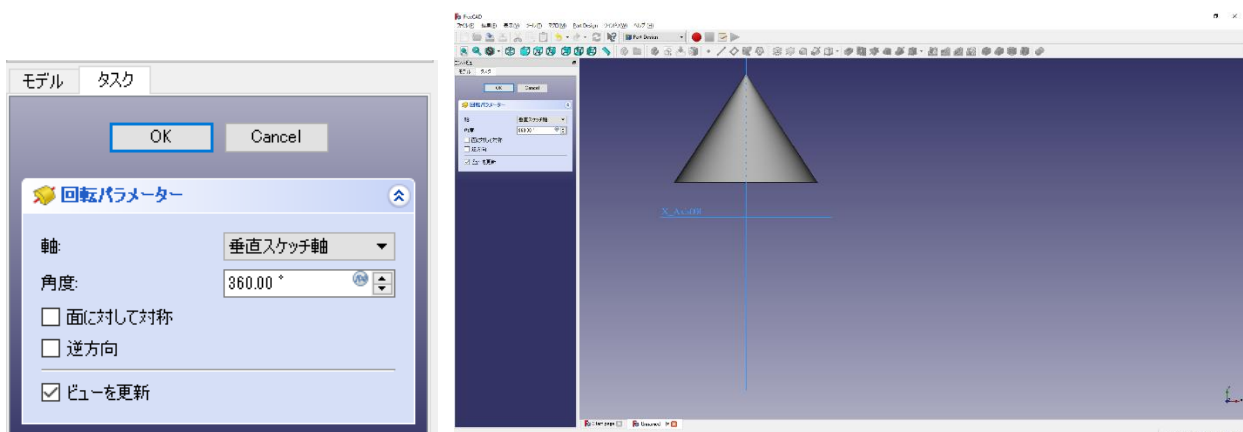




②タスク欄のスケッチツールより「回転体」を押す。



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。

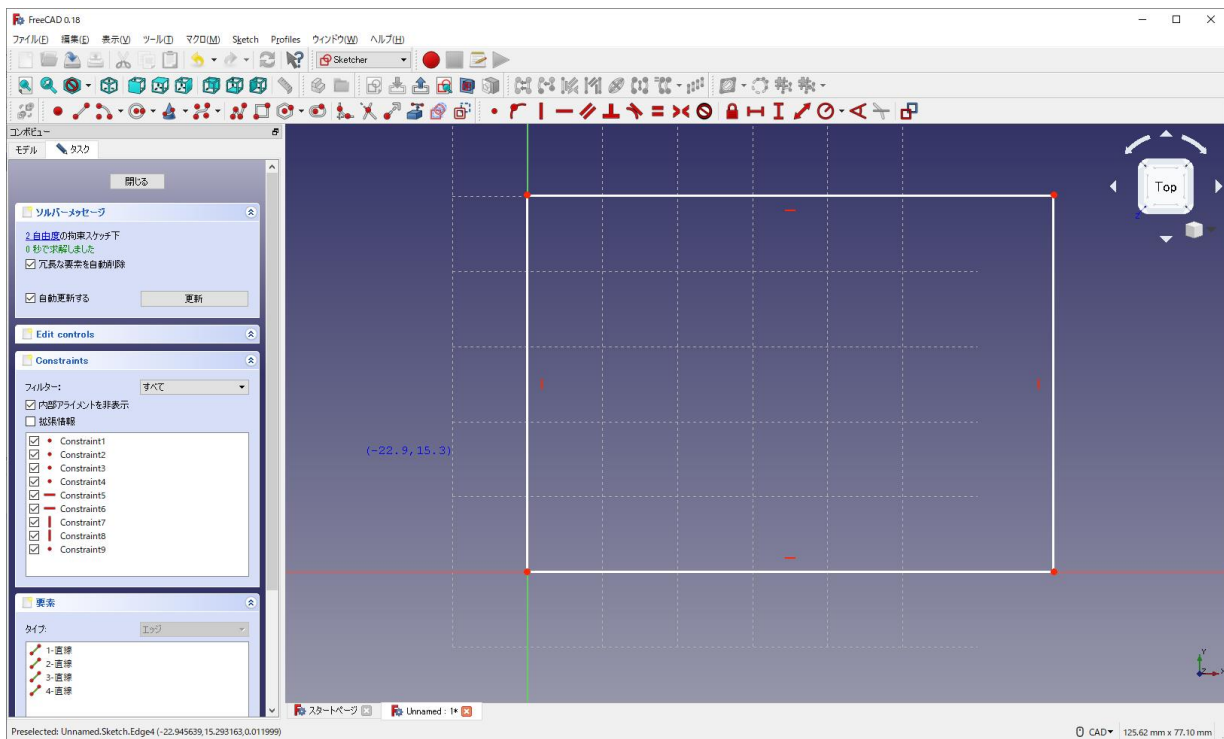


3. FreeCAD での加工部品のモデリングと CNC 加工手順

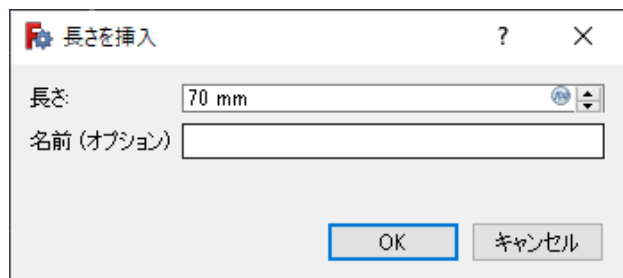
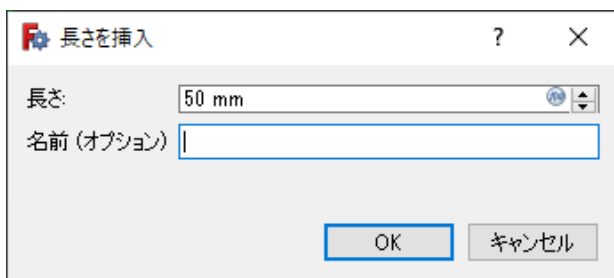
(1) 部品のモデリング

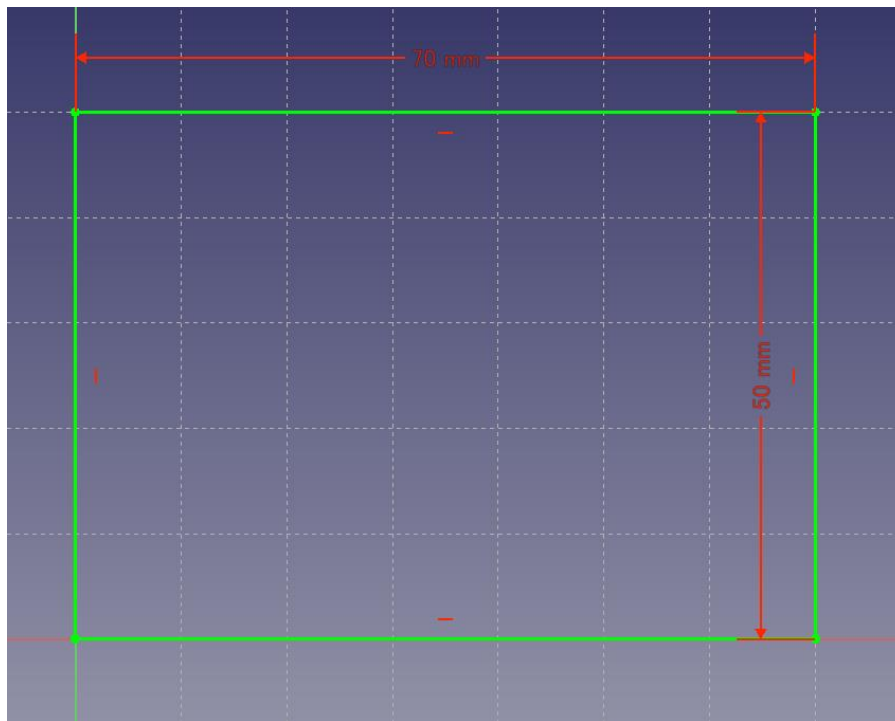
① Part design ワークベンチを選択。「ボディーを作成」をクリック→「スケッチを作成」をクリックする。スケッチの向きを「XY 平面」と選択し、「OK」を押す。

② ツールバーからを選択し、XY 軸の交点（0 点）から適当な大きさの四角を作成する。



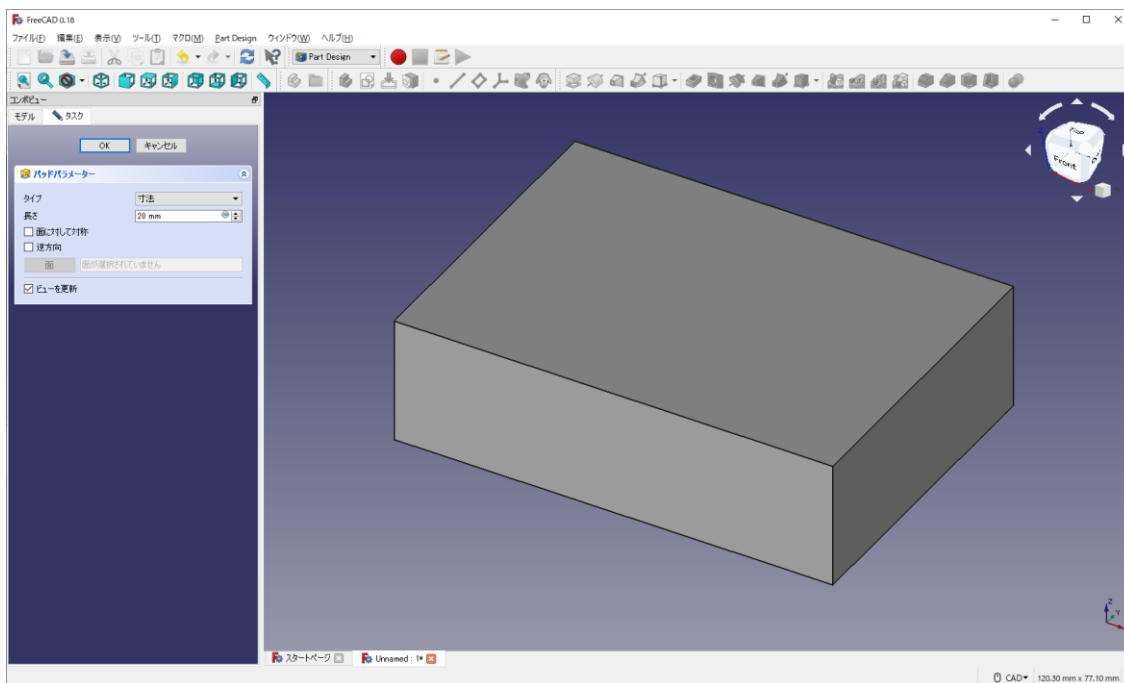
③ ツールバーからとを選択し、四角に寸法を入れて拘束する。縦を 50mm、横を 70mm とする。



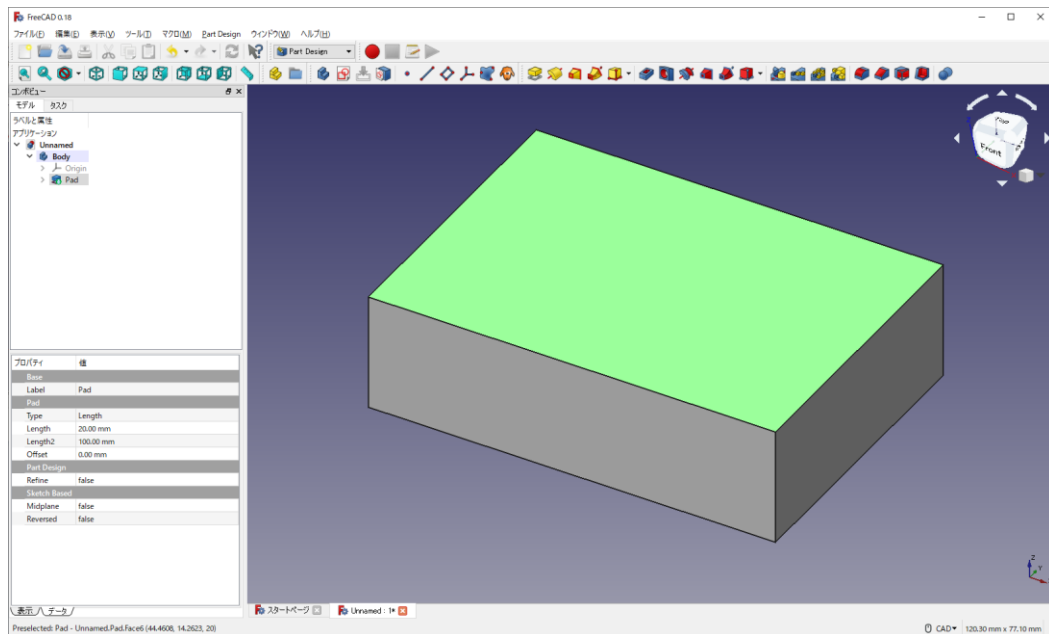


④ 「閉じる」を押して「Sketch」を閉じる。

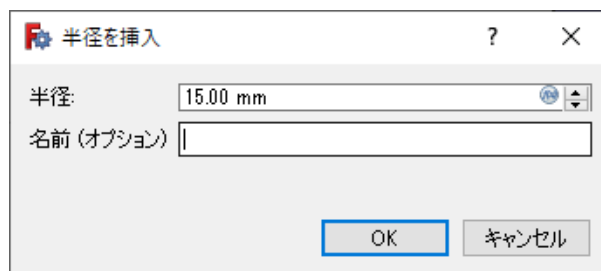
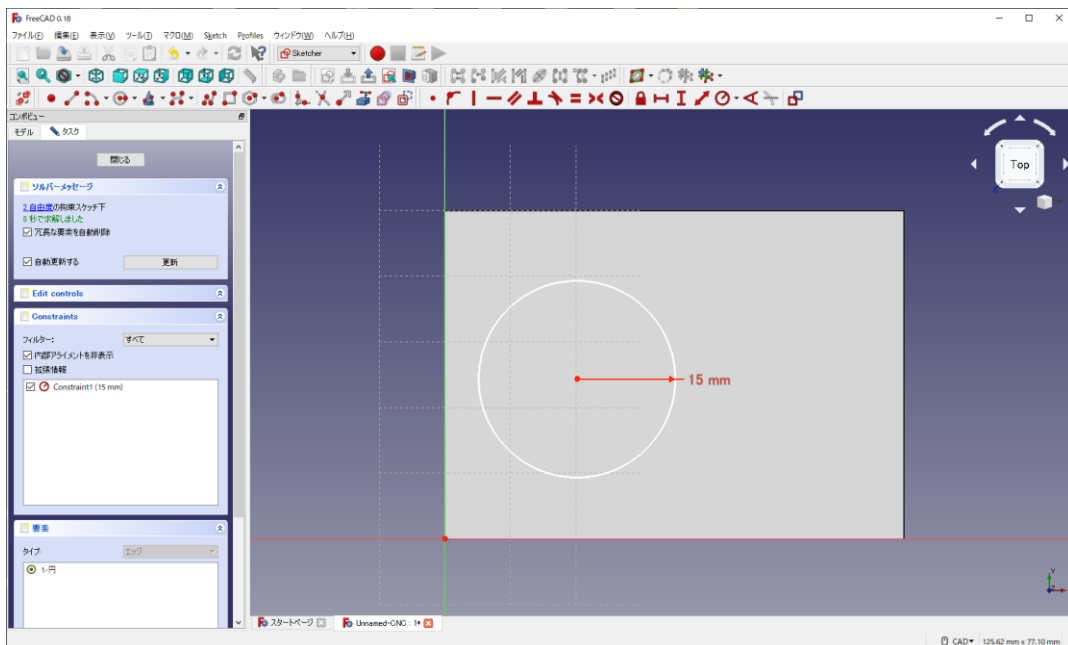
⑤ タスク欄のスケッチツールより、「パッド」を選択し、長さを 20mm にして「OK」を押す。



⑥ スケッチを書きたい面をクリックで選択し、「スケッチを作成する」を選択する。

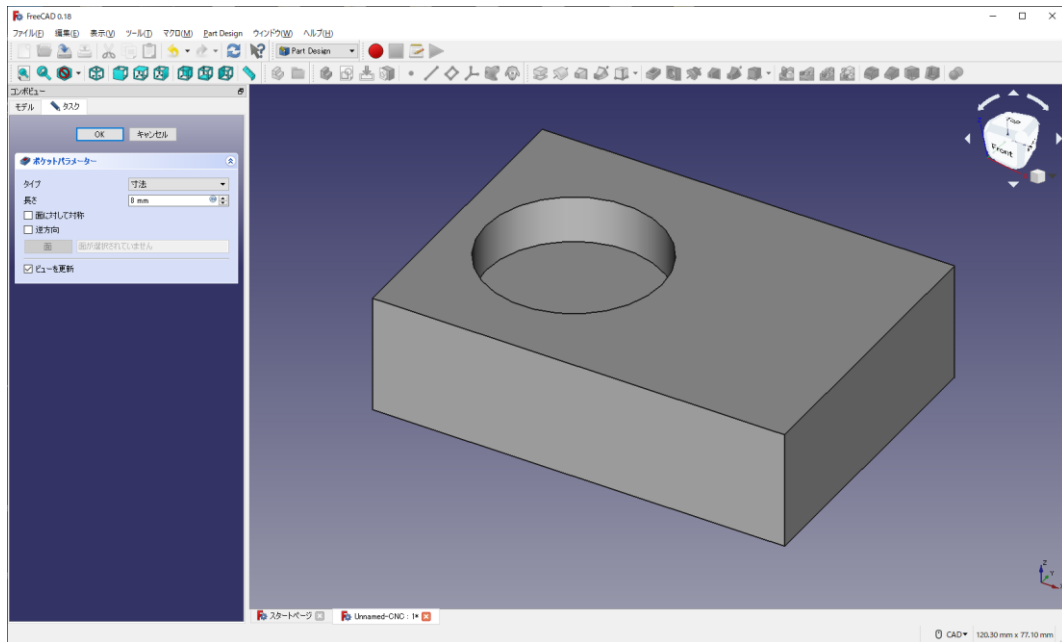


- ⑦ ツールバーから  を選択し、適当な位置に適当な大きさを円で描く。また、ツールバーから  を選択し、円の大きさを半径 15mm で拘束する。

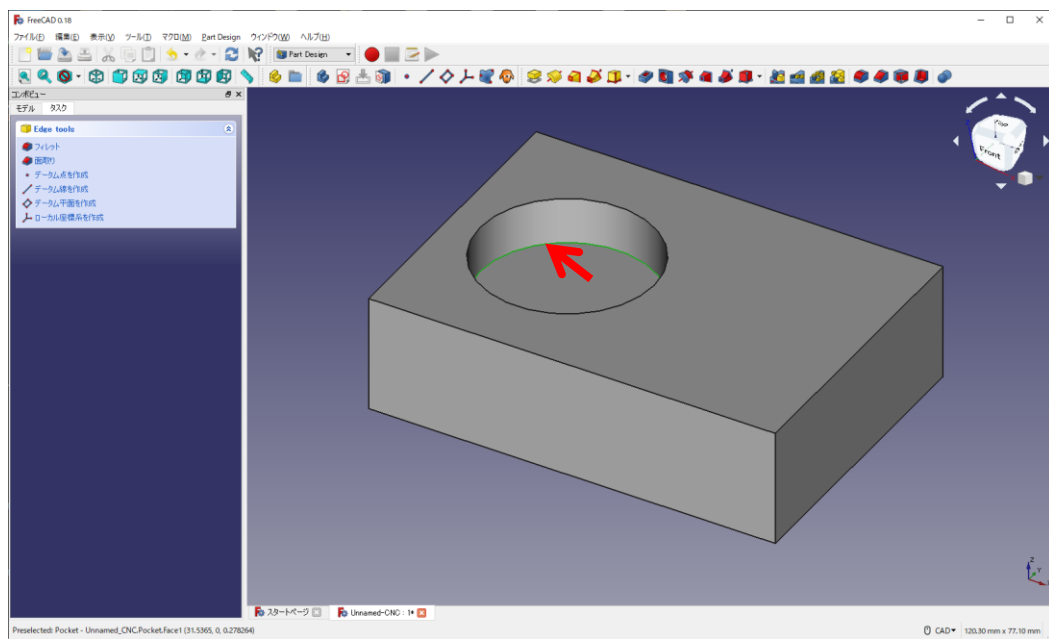


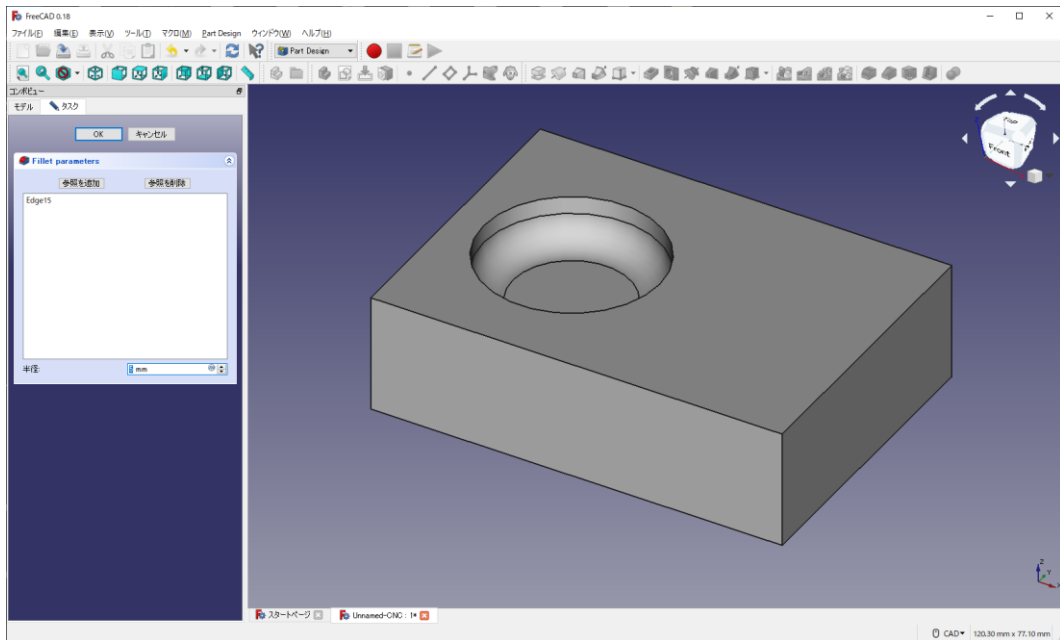
- ⑧ 「閉じる」を押し、「スケッチの作成」を終了する。

- ⑨ タスク欄のスケッチツールより、「ポケット」」を選択し、長さを 8mm にして「OK」を押す。

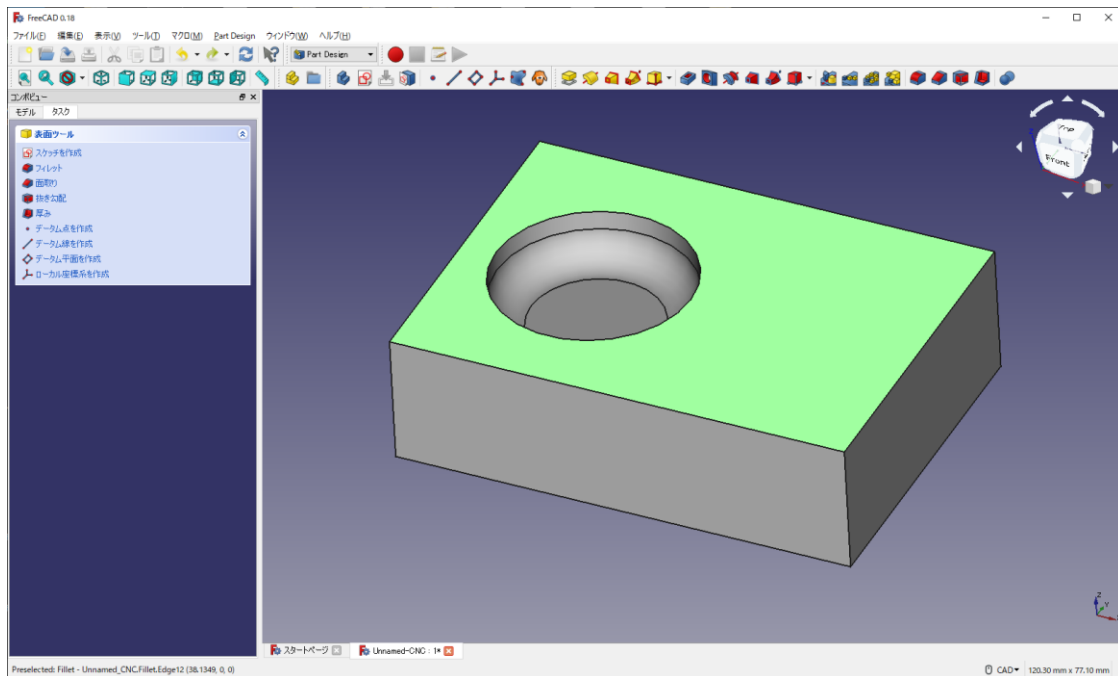


- ⑩ ポケット内の底面円周を選択し、「フィレットの作成」」を選択する（フィレット半径 5mm）



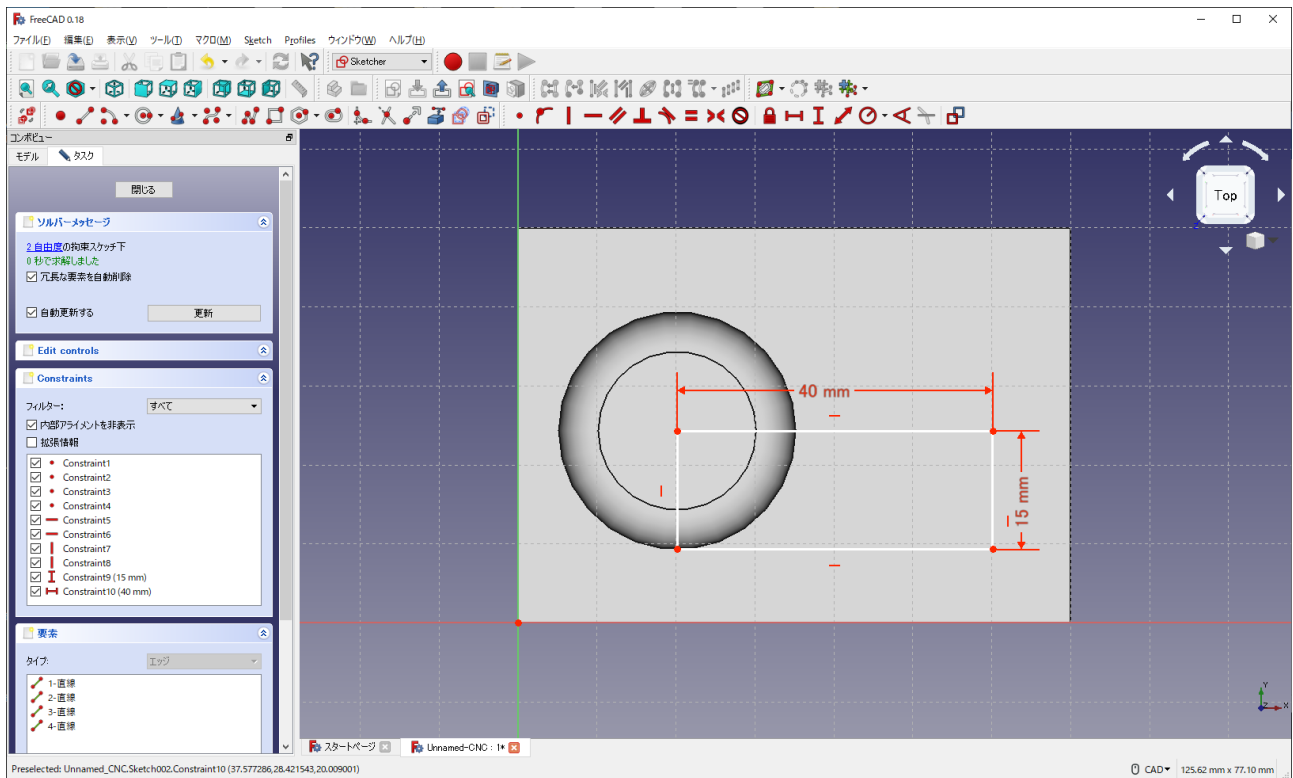


- ⑪ スケッチを書きたい面をクリックで選択し、「スケッチを作成する 」を選択する。



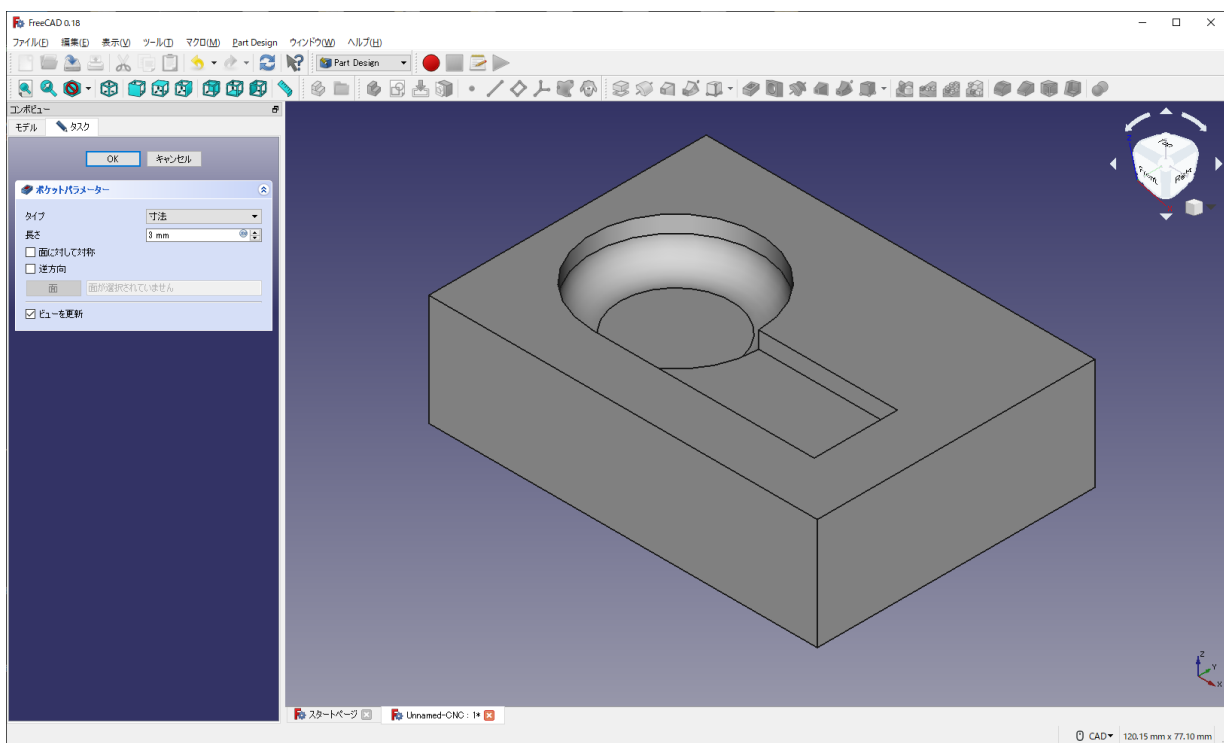
- ⑫ ツールバーから  を選択し、適当な位置に適当なサイズの四角を作成する。

- ⑬ ツールバーから  と  を選択し、長方形のサイズを縦 15mm、横 40mm となるように寸法を入力する。



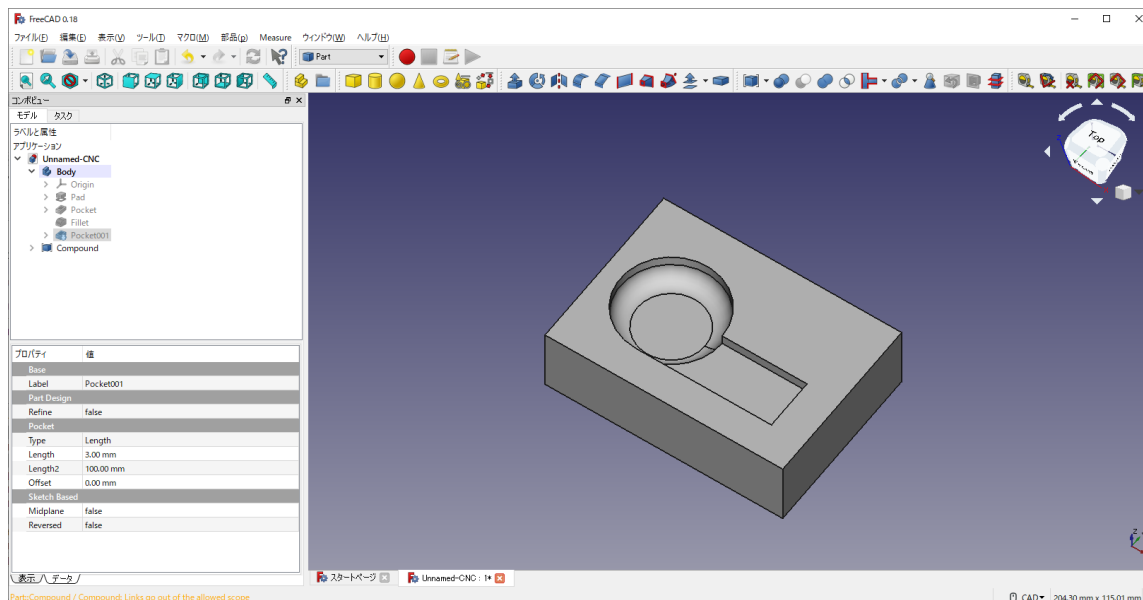
⑭ 「閉じる」を押し、「スケッチの作成」を終了する。

⑮ タスク欄のスケッチツールより、「ポケット」 を選択し、長さを 3mm にして「OK」を押す。



ワークベンチ 「 Part Design」 から 「 Part」 に切り替える。

- ⑩ Compound  選択して。合成する。(この操作をしないと、例えば、フィレット部と円筒部が別のデータとして扱われてしまう)



- ⑪ 一度、ファイルを保存しておく
ファイル名を「クラス番号__名前」にする(例「M2B00__高専太郎」)

補足：FreeCAD でモデリングしたパーツで「Body」が別々のものの場合の対応

方法①：STEP などの中間ファイルとしてエクスポート（「ファイル」→「エクスポート（ファイルの種類で.step や.iges を選択）」する。

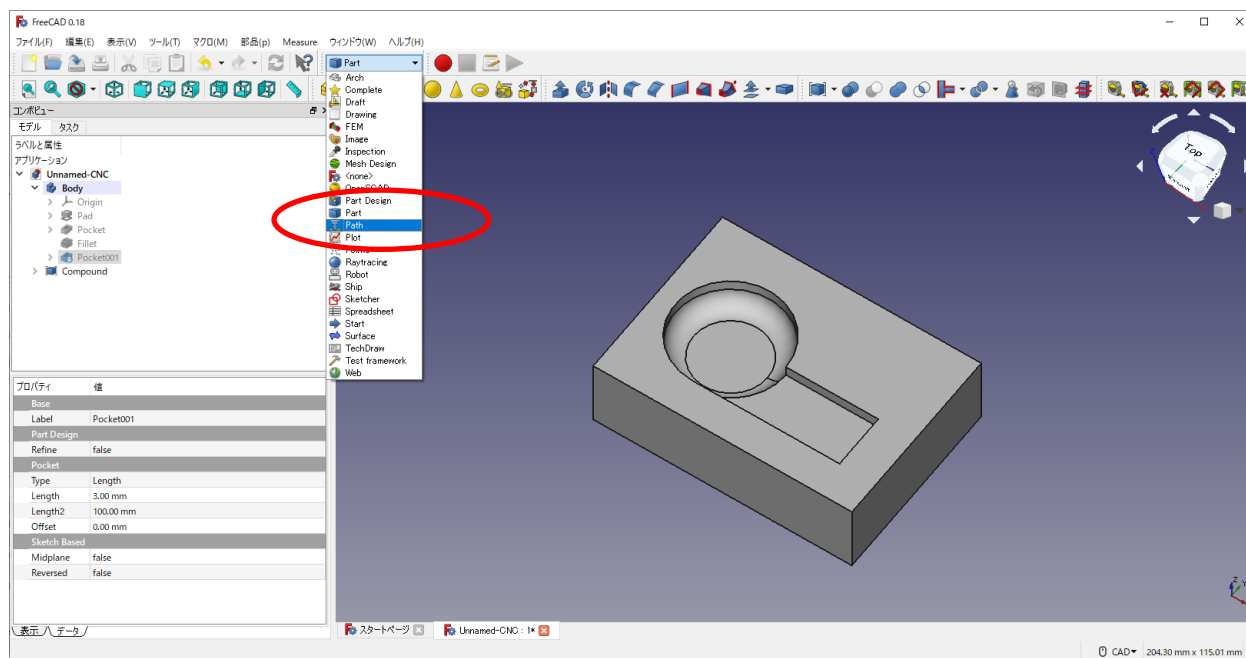
方法②：ワークベンチ 「 Part」 にて、ツールバーから  を選択し、論理演算を行う。図のように「結合」にチェックし、結合するモデルを選択し、「適用」を押す。結合された各 Body は「Fusion」という名前となる。



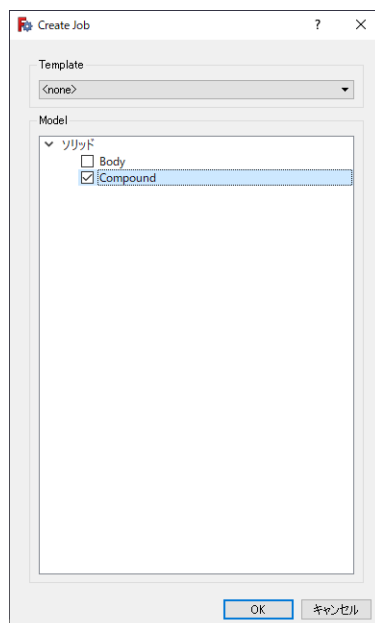
(2) CNC の初期設定

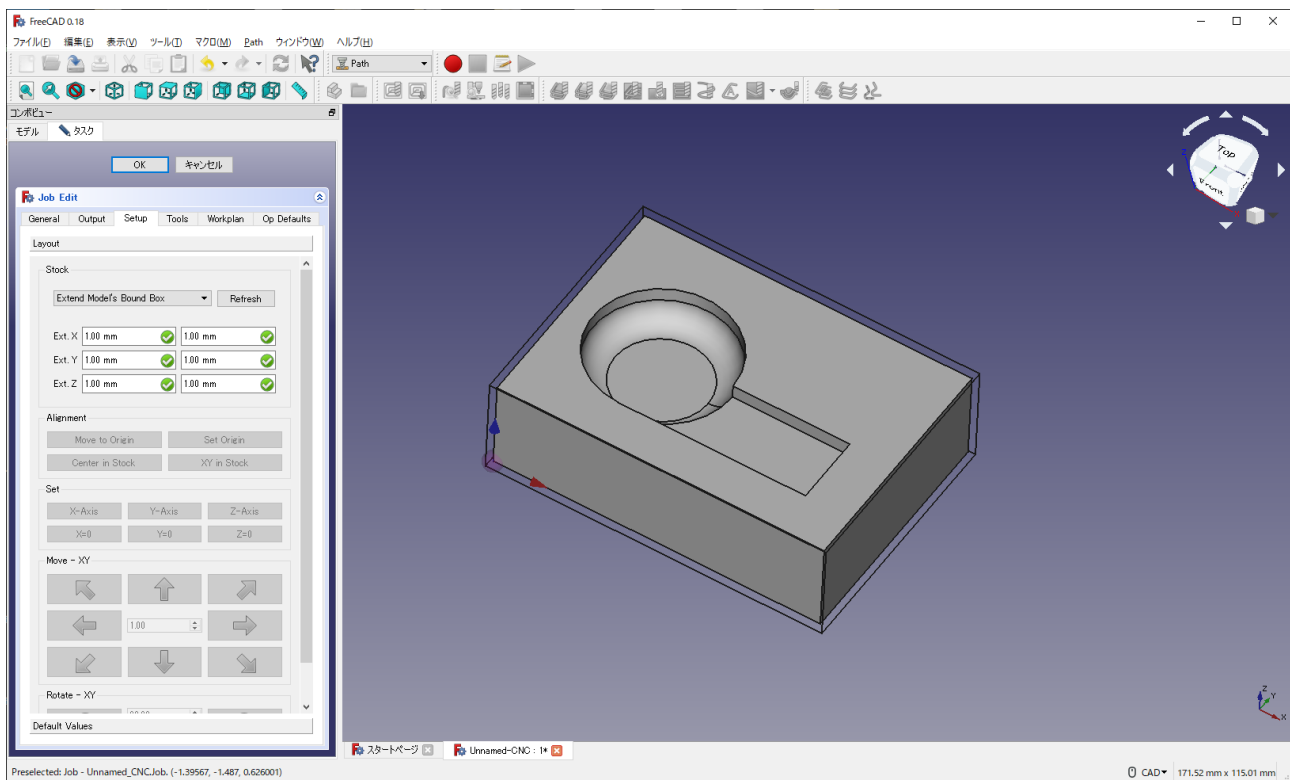
すでに他の CAD ソフトウェアでモデリングしたデータがあり、STEP など
の中間ファイルとして出力（エクスポート）したデータがある場合は、
「ファイル」→「新規作成」の後 「ファイル」→「インポート」で中間ファイル
（STEP、IGES など）をインポートする。

- ① ワークベンチを「 Part 」から「 Path 」に変更する。

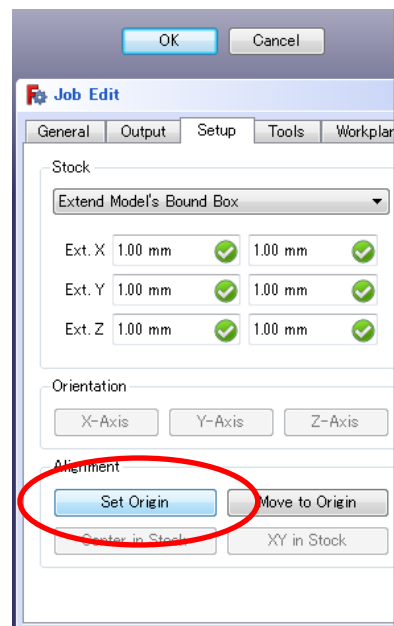
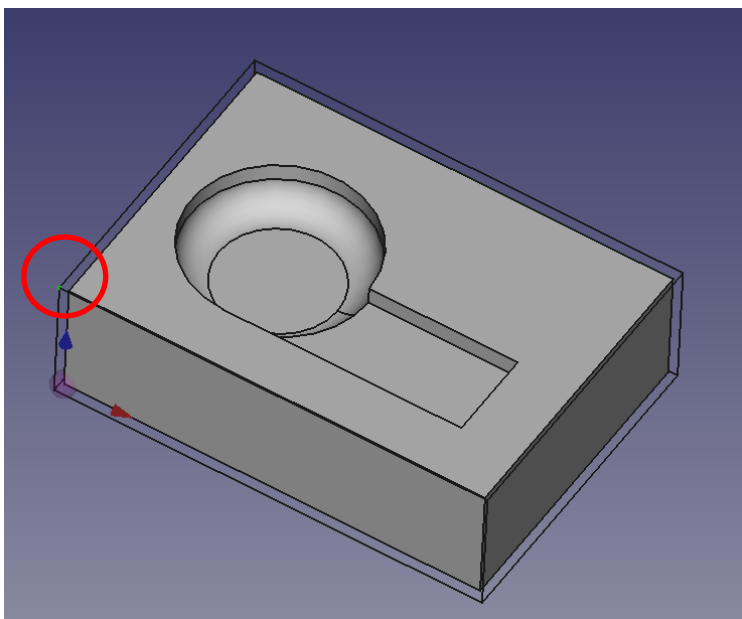


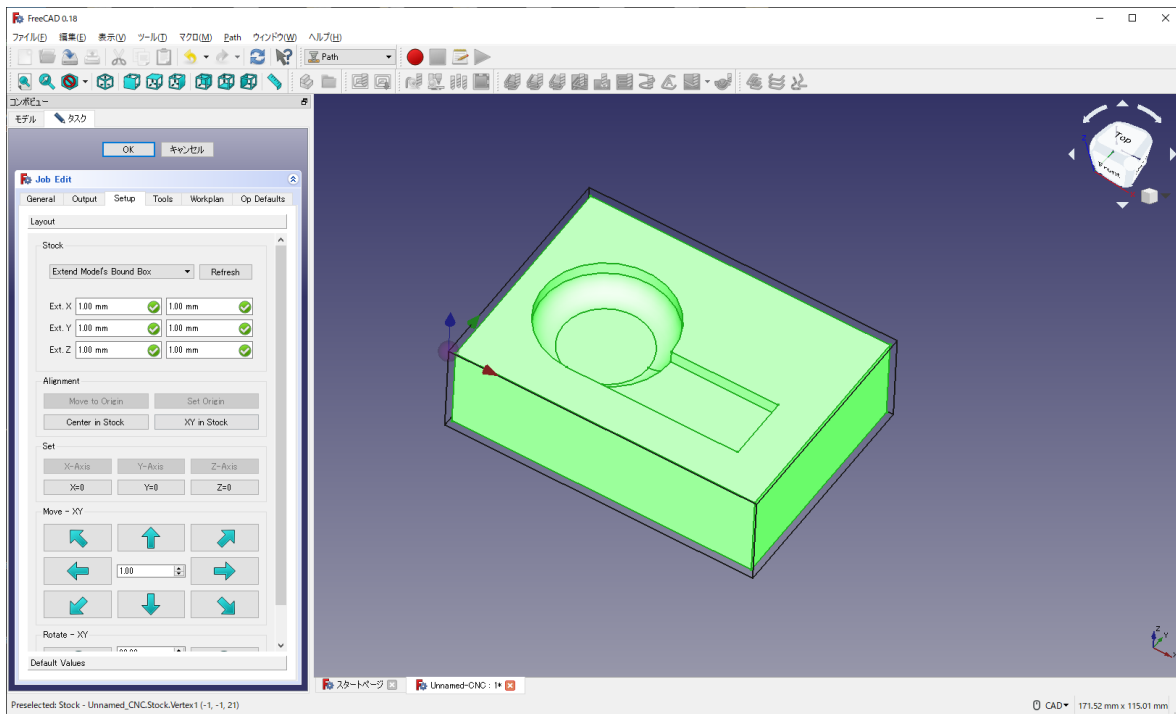
- ② ツールバーから「Job」を選択し、表示されたダイアログで「加工するモデル(今回は Compound)」
にチェックを入れたのち「OK」を押しジョブの作成を続ける。



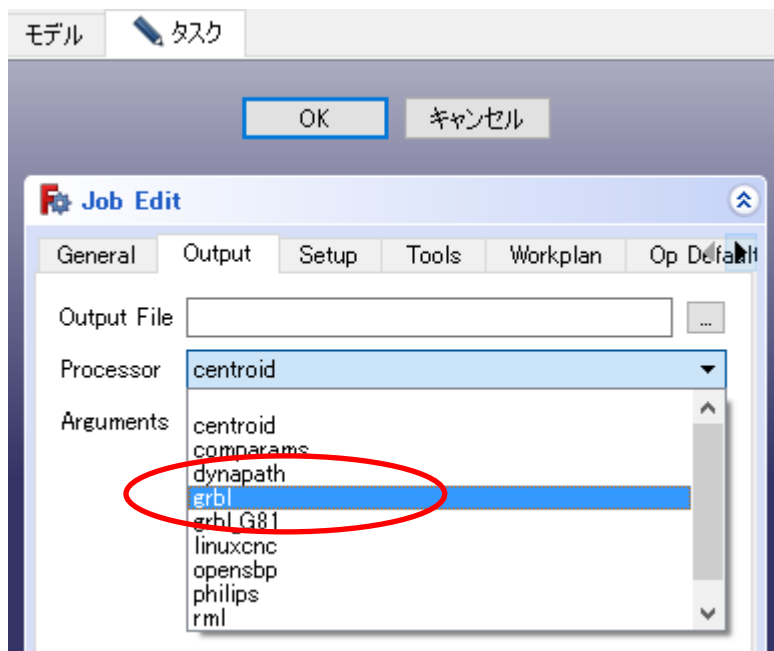


- ③ 以下の図に示す緑点の位置を選択（クリック）（モデルに対してXYZ方向に1mmずつ大きい仮想の枠（切削しようとしている材料の大きさ）の角）し、「Job Edit」内の「Setup」タブにある「Set Origin」を押し、切削の基準点（ドリルの原点）を設定する。

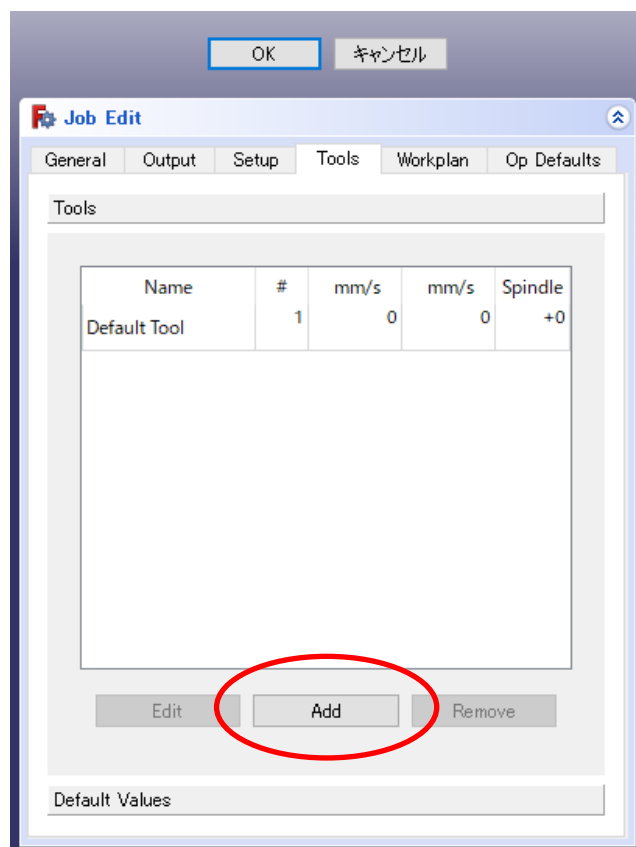




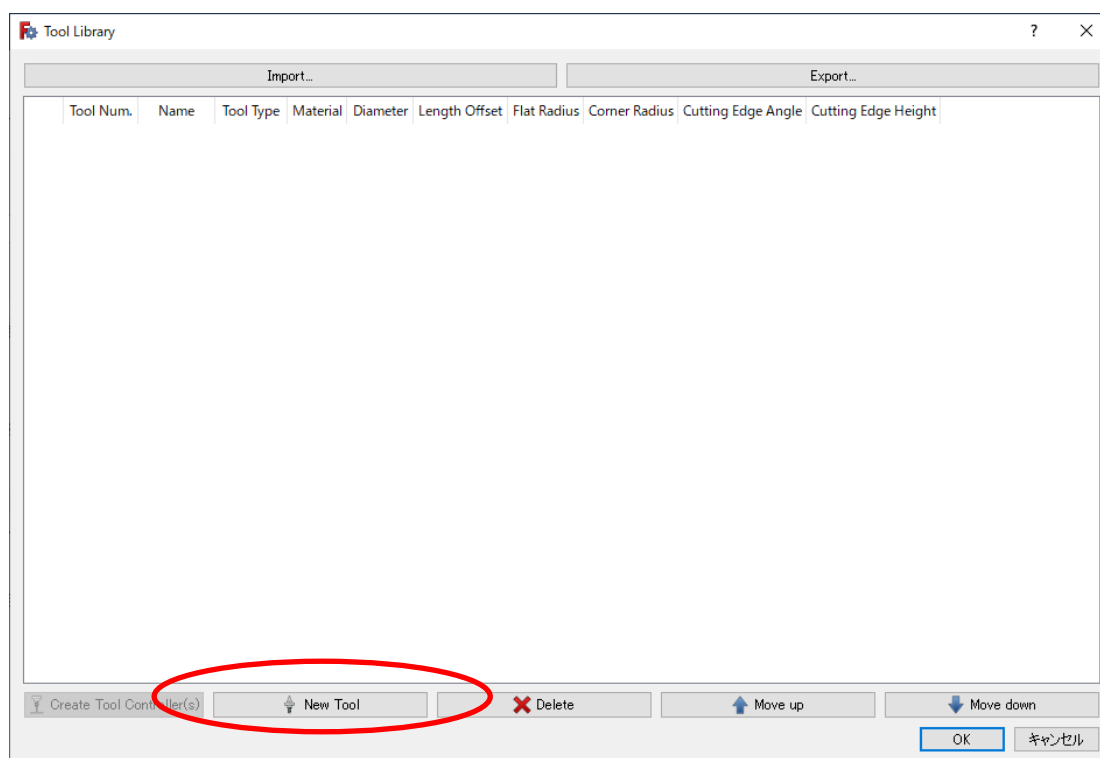
- ④ 「Job Edit」内の「Output」タブを選択し、「Processor」を「grbl」に変更する。※この時「linuxcnc」や「smoothie」でも良い



- ⑤ 「Job Edit」内の「Tools」タブを選択し、「Add」を押す。



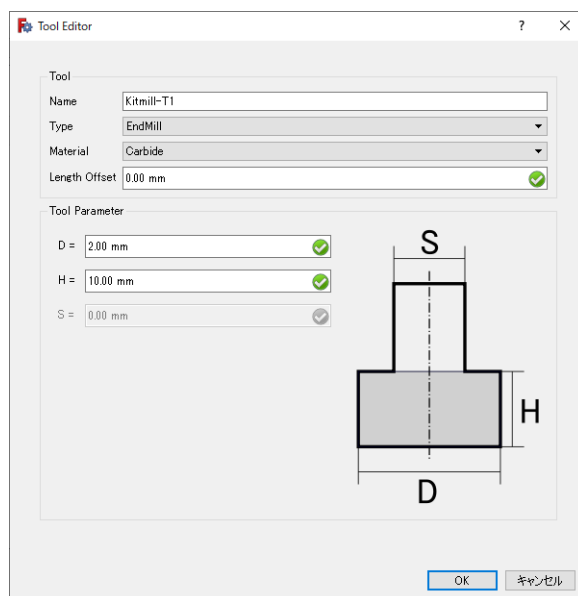
⑥ 表示されている「Tool Library」内の「New Tool」を選択し、以下の図のようにツールの設定を行う。



- Name…Kitmill-T1
- Type…EndMill
- Material(材料)…Carbide
- Length Offset(工具長オフセット)…0.00 mm

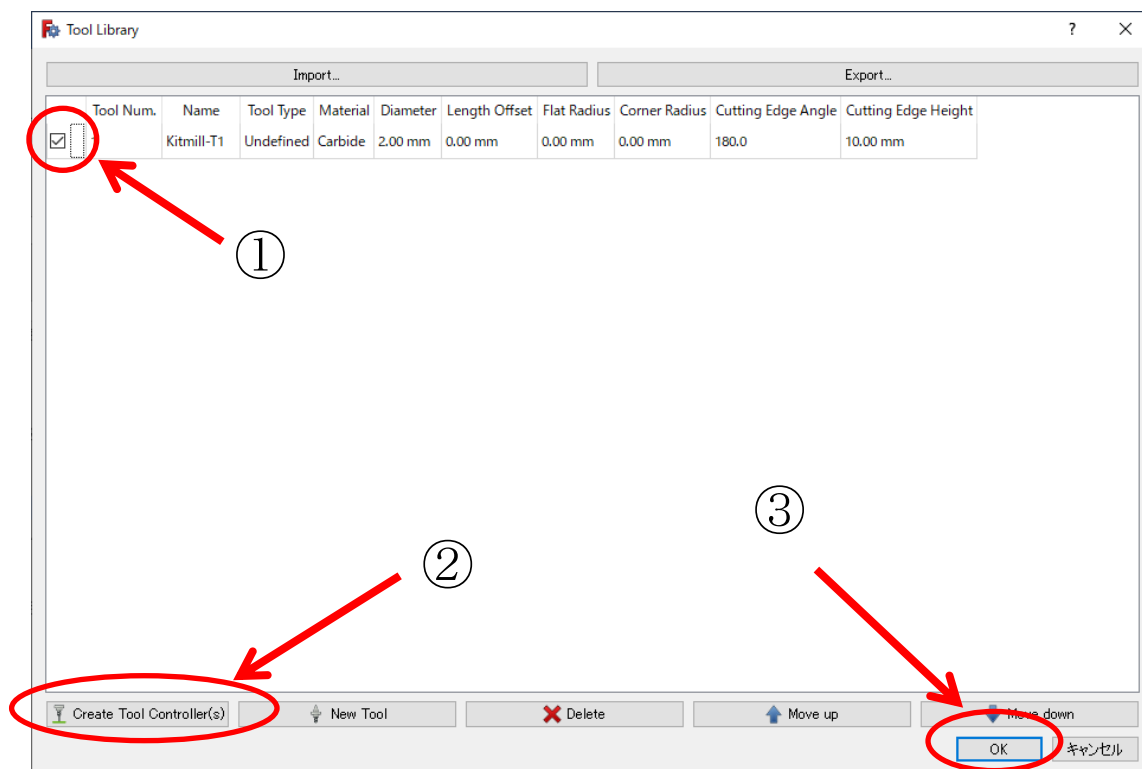
Tool Parameter

- Diameter(直径)…2.00 mm
- Cutting Edge Height(刃幅)…10.00 mm

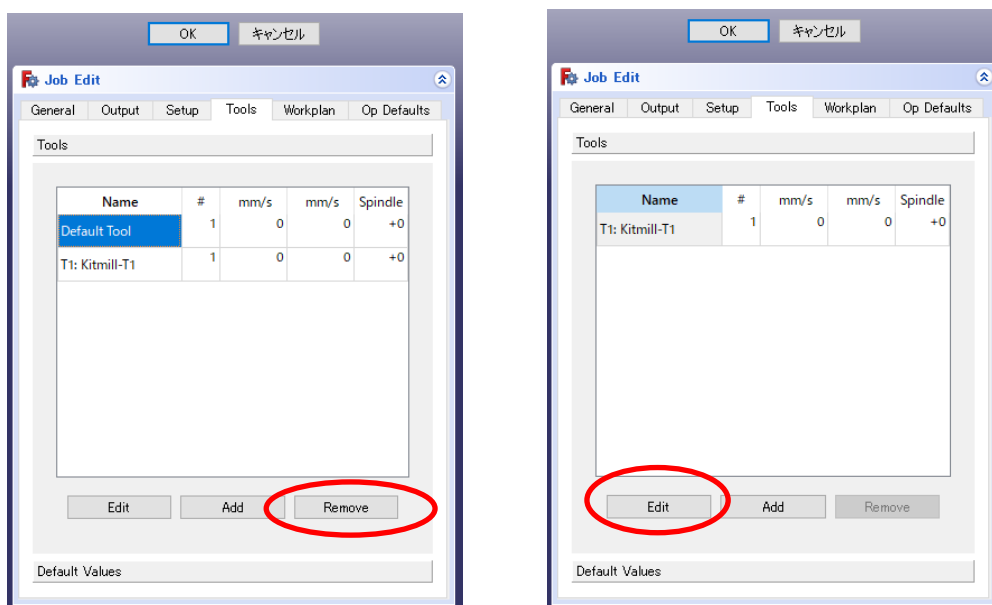


刃の直径 (Diameter(直径)) よりもシャンク径が大きい場合には、切削する深さの設定で、ぶつからないかを気をつける。被削材に当たる場合には、ロングネックのエンドミルを購入する。

- ⑦ 作成したツールが「Tool Library」内に表示されるため、チェックを付け「Create Tool Controller(s)」を押し、ツールが追加されていることが確認できたら「OK」を押す



- ⑧ 以下の図のようにデフォルトのツールを選択し「Remove」で削除する。そして「T1:Kitmill-T1」を選択し、「Tools」タブ内の「Edit」を押し切削条件の設定を行う。設定は以下のように変更する。



- Controller Name / Tool number…T1 Kittmil-T1 / Number 1
- Horiz. Feed(XY 軸の送り速度)…15 mm/s（発砲ポリウレタンの場合）
- Vert. Feed(Z 軸の送り速度)…10 mm/s（発砲ポリウレタンの場合）
- Spindle(バイトの回転速度)…5600 rpm Forward（正回転）（Kitmill BT-200 は 4800rpm）

※ 切り込み量は後で設定！！

付録 他の材料の切削用設定

アルミやケミカルウッドなどの切削を行う場合、CL-420、BT-200 の操作マニュアルに記載されている切削条件から、FreeCAD の設定を以下の図のように変更することで切削可能になる。

- Horiz. Feed(XY 軸の送り速度)…5 mm/s（←ケミカルウッドの場合）
- Vert. Feed(Z 軸の送り速度)…1.67 mm/s（←ケミカルウッドの場合）

参考

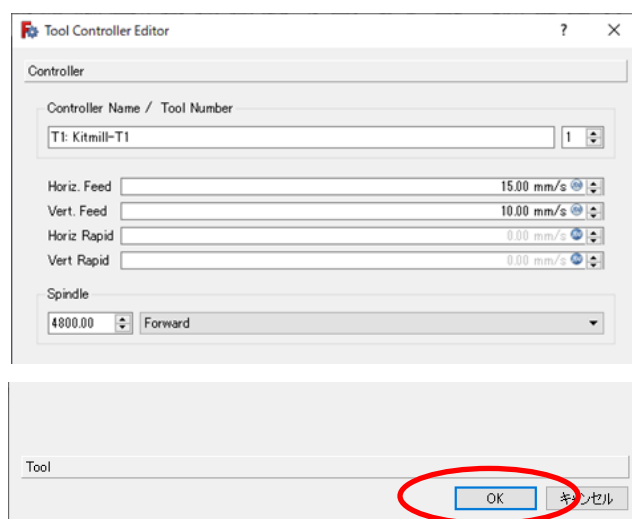
表 1 KitMill CL-420 切削条件

KitMill CL200/420	刃物種類	刃物直径 [mm]	切り込み量 [mm]	XY 軸送り速度 [mm/s]	Z 軸送り速度 [mm/s]
発泡ポリウレタン	エンドミル	2.00	2.00	15.00	10.00
アクリル		2.00	0.10	8.00	1.67
ケミカルウッド		2.00	1.00	5.00	1.67
POM,ABS		2.00	0.20	5.00	1.67
アルミ A5052		2.00	0.05	5.00	1.00
ジュラルミン A2017		2.00	0.10	5.00	1.00
基板（ベークライト）		0.5or0.8	0.1～0.2	5.00	1.67

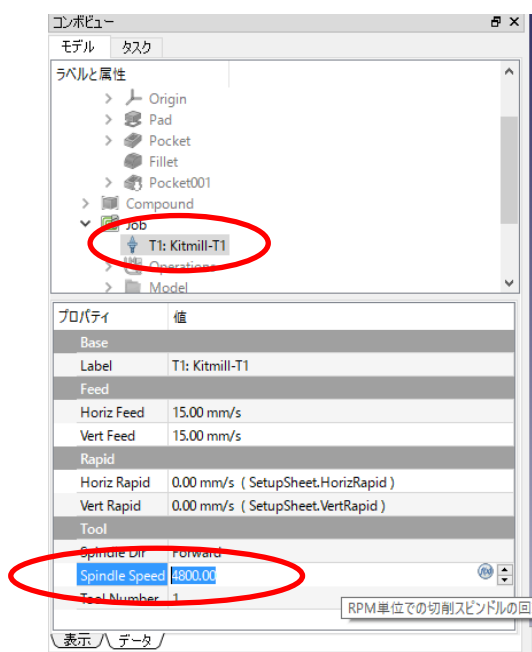
表2 KitMill BT-200 切削条件

KitMill BT-200	刃物種類	刃物直径 [mm]	切り込み量 [mm]	XY 軸送り速度 [mm/s]	Z 軸送り速度 [mm/s]
発泡ポリウレタン	エンドミル	2.00	2.00	15.00	10.00
アクリル		2.00	0.10	8.00	1.67
ケミカルウッド		2.00	0.50	5.00	1.67
POM,ABS		2.00	0.10	5.00	1.67
アルミ A5052		2.00	0.05	5.00	1.00
ジュラルミン A2017		2.00	0.05	5.00	1.00

⑨ 「OK」を押し、ジョブの作成を終了する。



⑩ スピンドル回転数の入力できていない場合がある（プログラムバグ??）。その場合は、コンボビューのモデルタグで T1:Kitmill を選択したのち、コンボビュー下のプロパティのデータタグ Tool Spindle Speed の値を直接入力する(CL-420 : 5600rpm BT-200 : 4800rpm)。

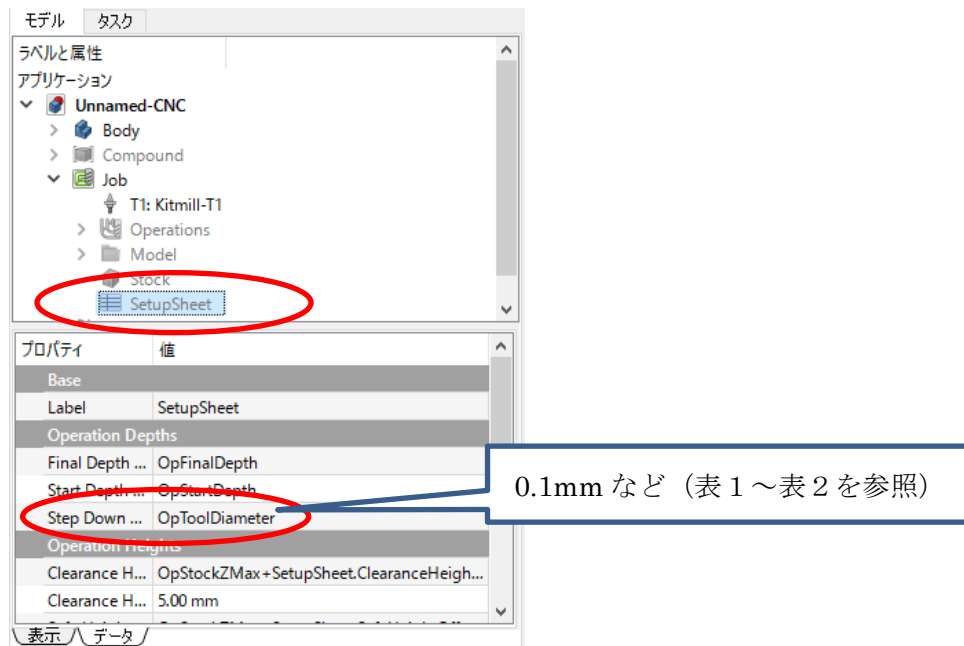


(3) 切削オペレーション（加工パスの作成）

① 切り込み量の設定

- ・全加工パスで切り込み量の設定が同じ場合：

「モデルタブ」で「SetupSheet」を選択し、「Step Down」の値を「OpToolDiameter（ツールの直径から自動で切り込み量を設定する機能）」を「破棄」して、表 1～表 2 の「切り込み量」を設定する（発泡ポリウレタンの場合は OpToolDiameter（自動）のままで OK）。



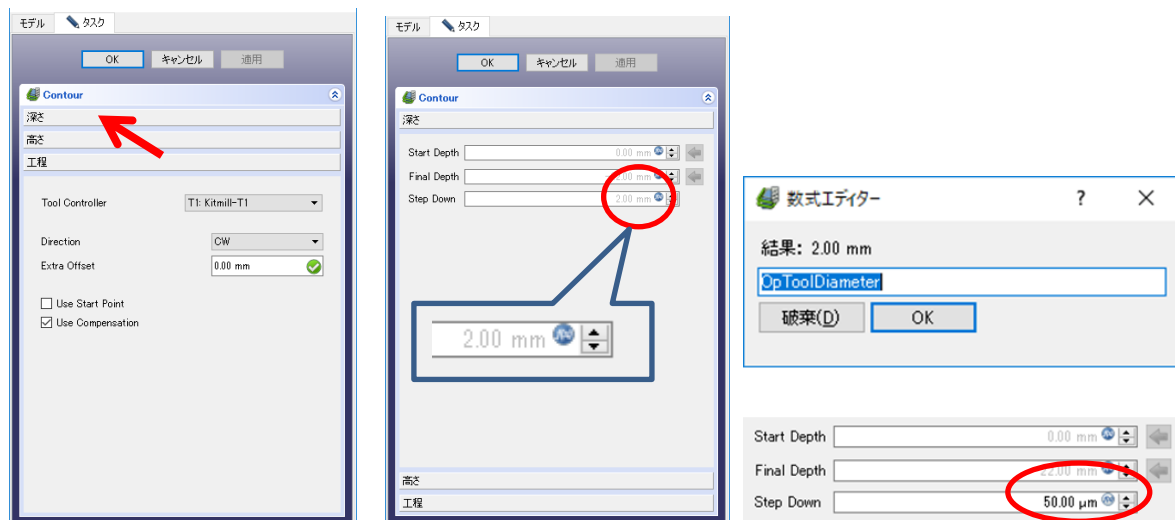
- ・各々のパスで切り込み量の設定が違う場合：

次の②を参照し、各々の加工パスを設定する際に「深さタブ」で設定する。

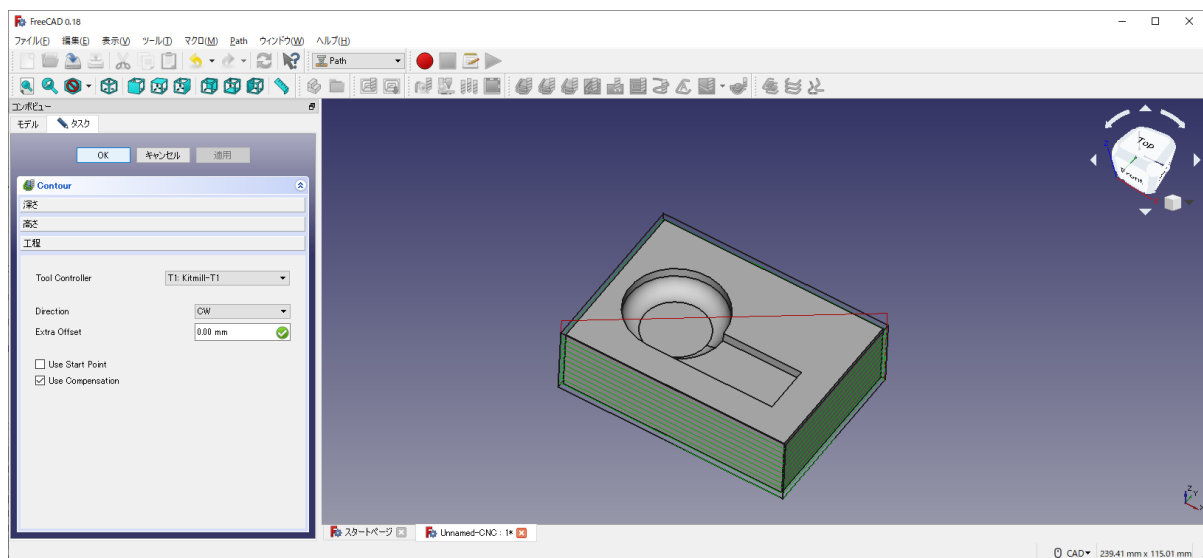
② ベースオブジェクトの「コンターパス作成」を選択する。

『各々のパスで切り込み量の設定が違う場合』：

「深さタブ」を選択し、「Step Down」の青いアイコンをクリックして「OpToolDiameter（ツールの直径から自動で切り込み量を設定する機能）」を「破棄」して、表 1～表 2 の「切り込み量」を設定する（発泡ポリウレタンの場合は OpToolDiameter（自動）のままで OK）。

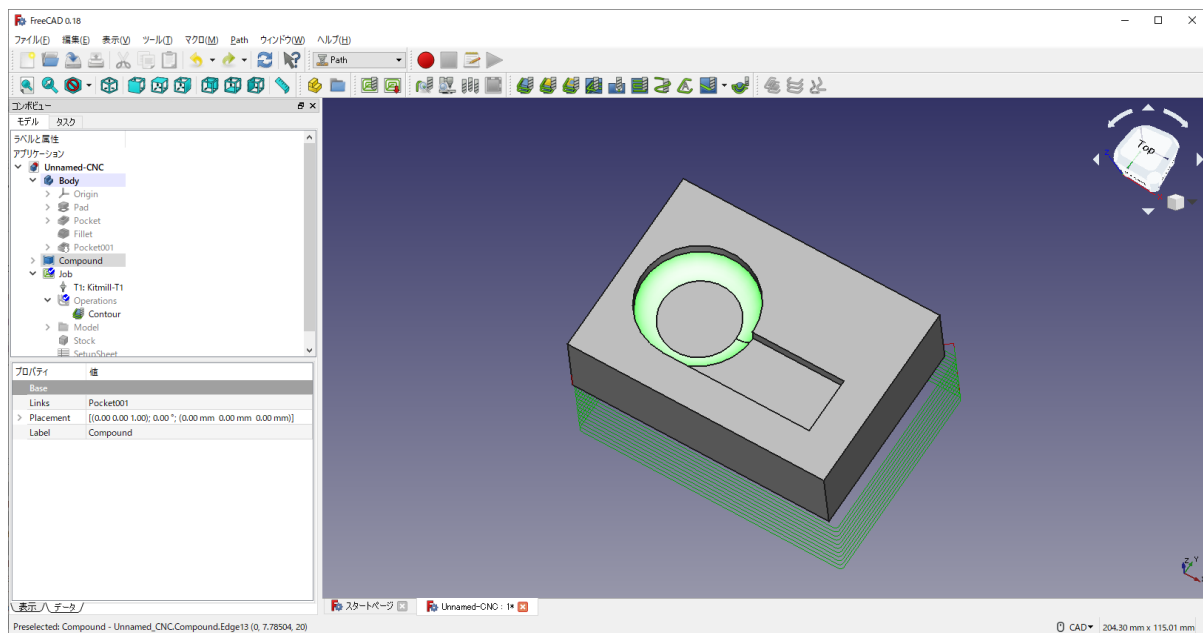


- ③ 「適用」ボタンを押し、パスが作成されたら「OK」を押す



※「OK」を押した後、3Dモデルがずれて工具経路が3Dモデルの下に表示されるが、実際の加工には影響は無いのでそのまま大丈夫である。(CNCの基準点とCADの基準点異なるからである)

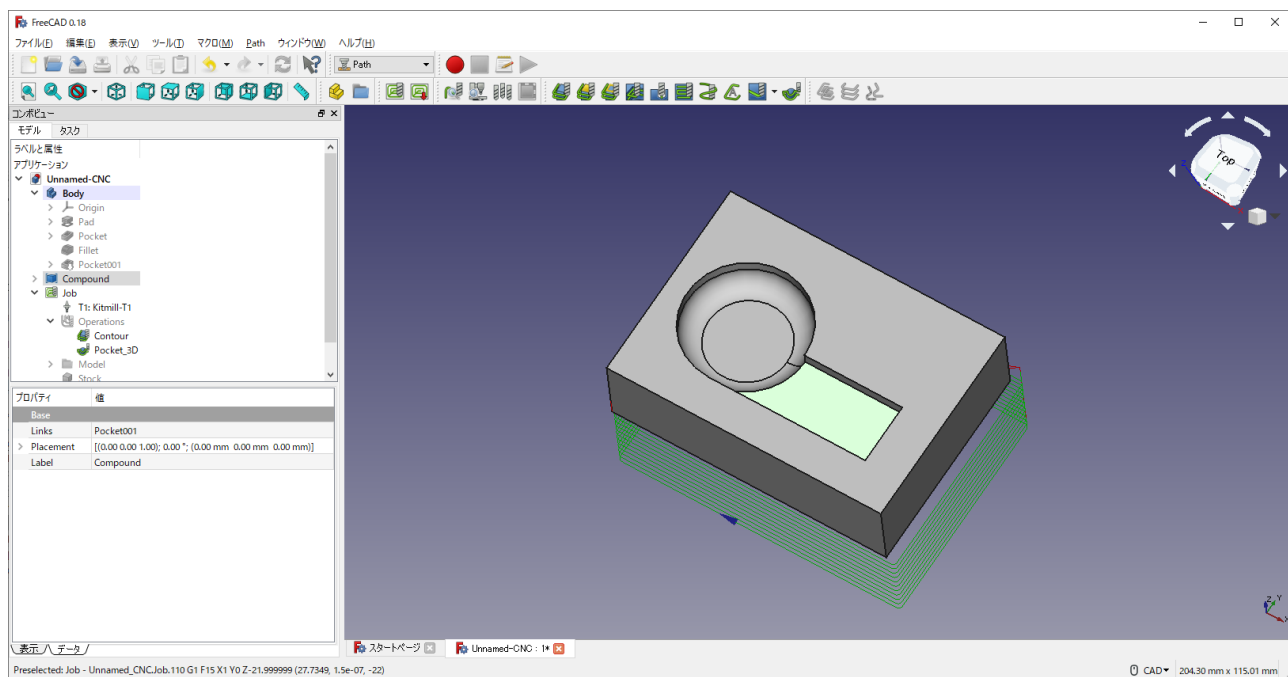
- ④ 曲面を選択し、「3Dポケットの作成」を選択する。



工程メニューの Pattern で「Spiral」を選択し、「適用」ボタンを押し、パスが作成されたら「OK」を押す。

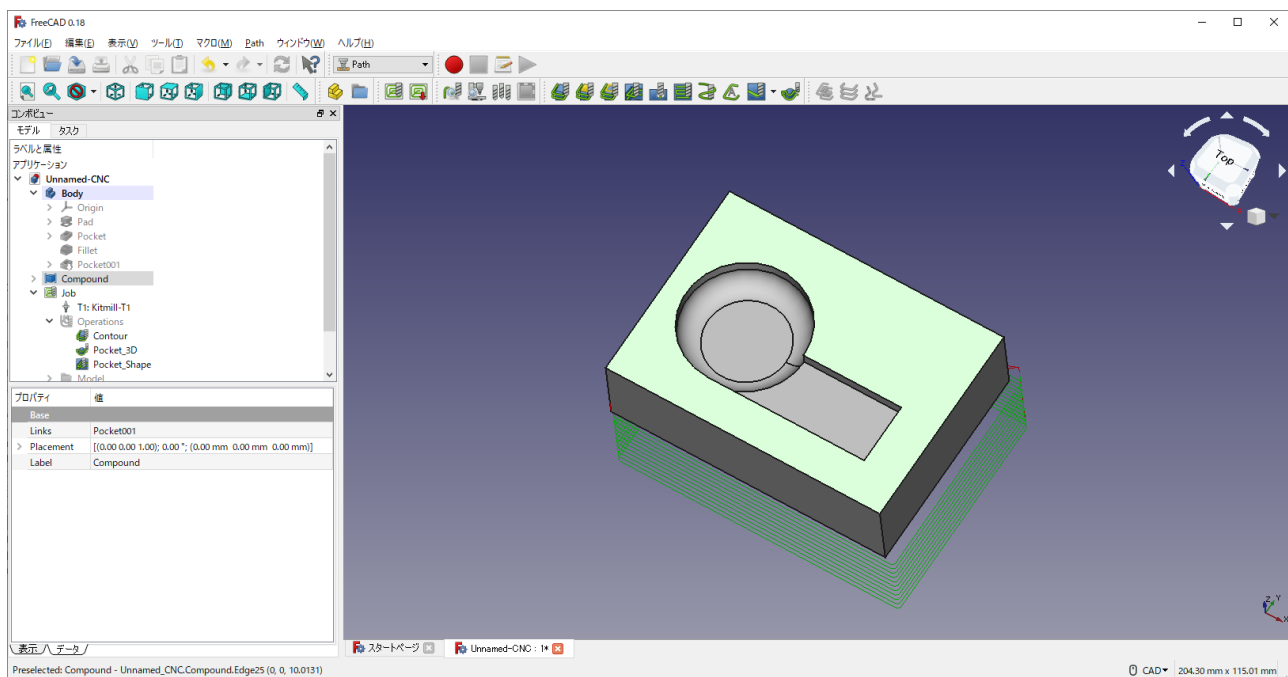
※ 結果が背面に描かれているので、上図では工具経路が見えていない。

- ⑤ 切削する底面を選択し、「ポケットパスの作成」を選択する。



- ⑥ 工程メニューの **Pattern** で「Offset」を選択し、「適用」ボタンを押し、パスが作成されたら「OK」を押す。

- ⑦ 上面を選択してから、「フェイシング（上面の切削）」のパスを作成を選択する。

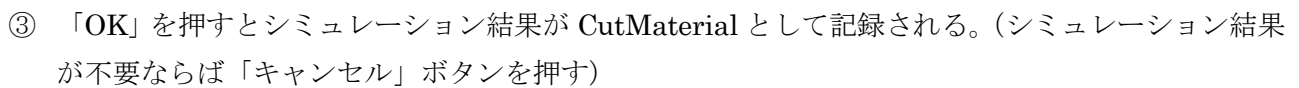


工程メニューの **Pattern** で「Zigzag」を選択し、「適用」ボタンを押し、パスが作成されたら「OK」を押す。

① モデル (Compound) を選択し非表示 (右クリック→表示切り替え or space キーを押す) にする。

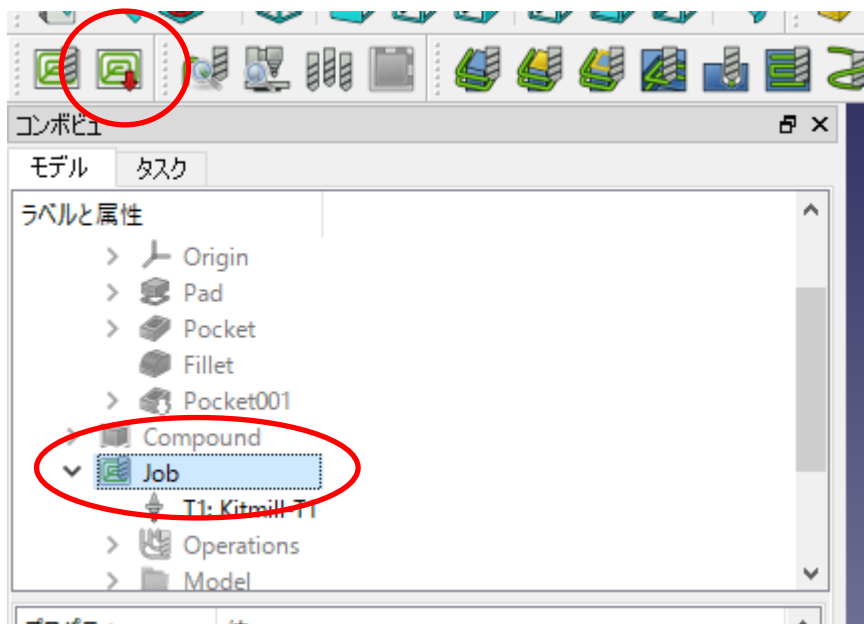


② シミュレーションボタン  を押す。再生ボタン (▶) を押すと工具の経路を確認できる。



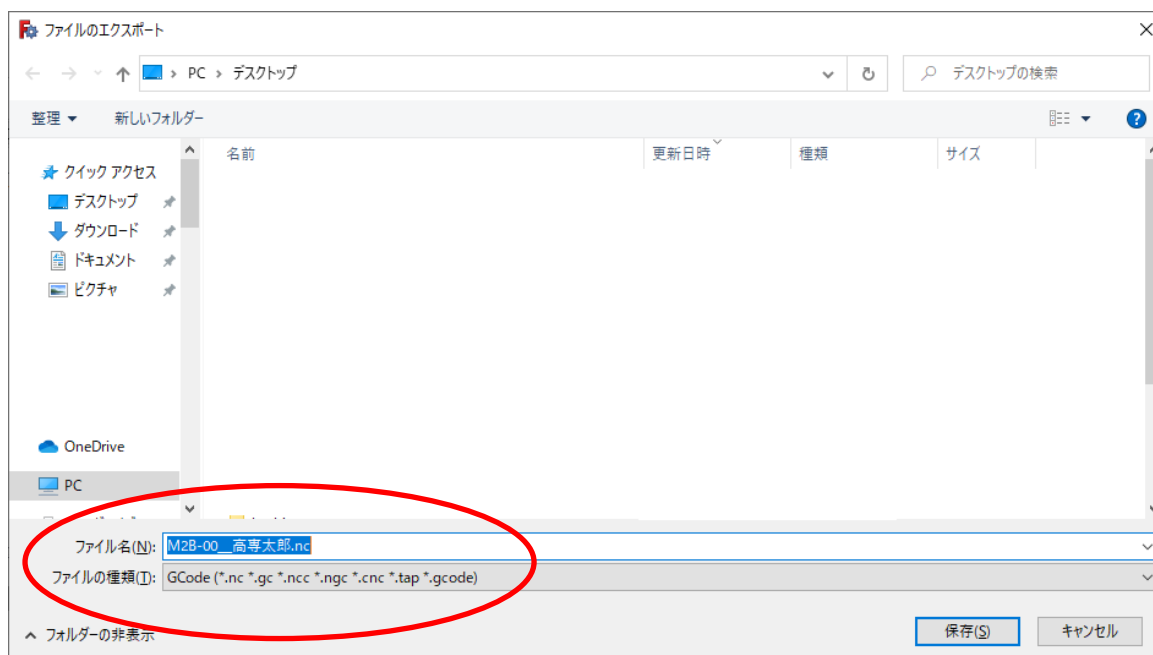
(5) NC プログラムのエクスポート

- ① 「コンボビュー」内の「Job」をクリックし、「選択したジョブを後処理」ボタンを押す。

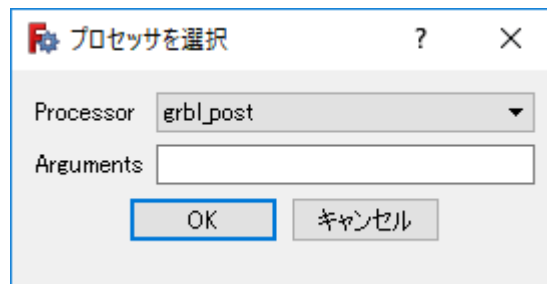


※「ファイル」→「エクスポート(E)」の手順でファイルのエクスポートを行うと切削オペレーションだけがエクスポートされ、ツールコントローラー（スピンドルの回転など）のデータがエクスポートされないので注意。

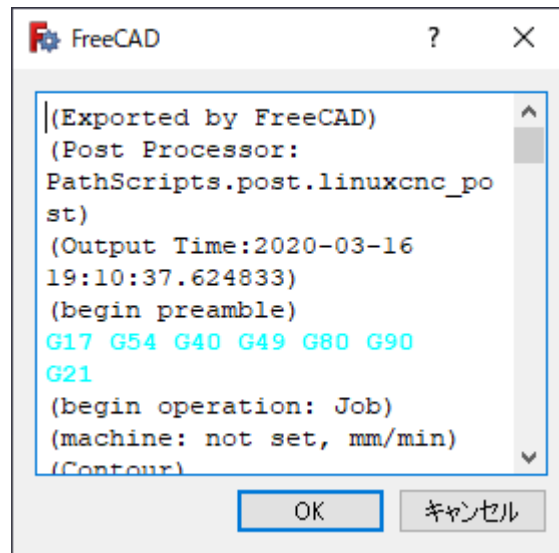
- ② ファイルの種類「GCode」を選択し、ファイル名を「クラスー番号__名前.nc」（例「M2B-00__高専太郎.nc」）とする。 ※ 拡張子 “.nc” をつけ忘れないようにする。



- ③ （プロセッサを設定していない場合には）「保存(S)」を押した後、プロセッサの選択画面が表示されるので、「grbl_post」を選択し、「OK」を押す。

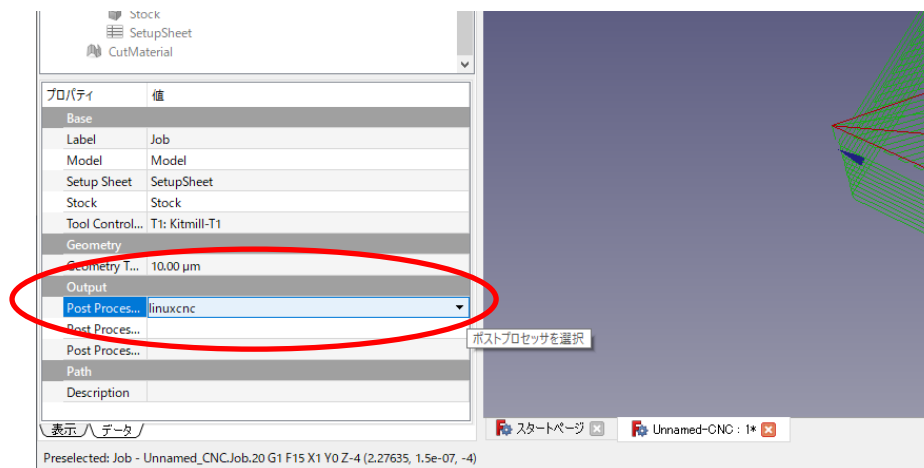


④ 実際の NC プログラムが表示されるのでそのまま「OK」を押す。



(豆知識)

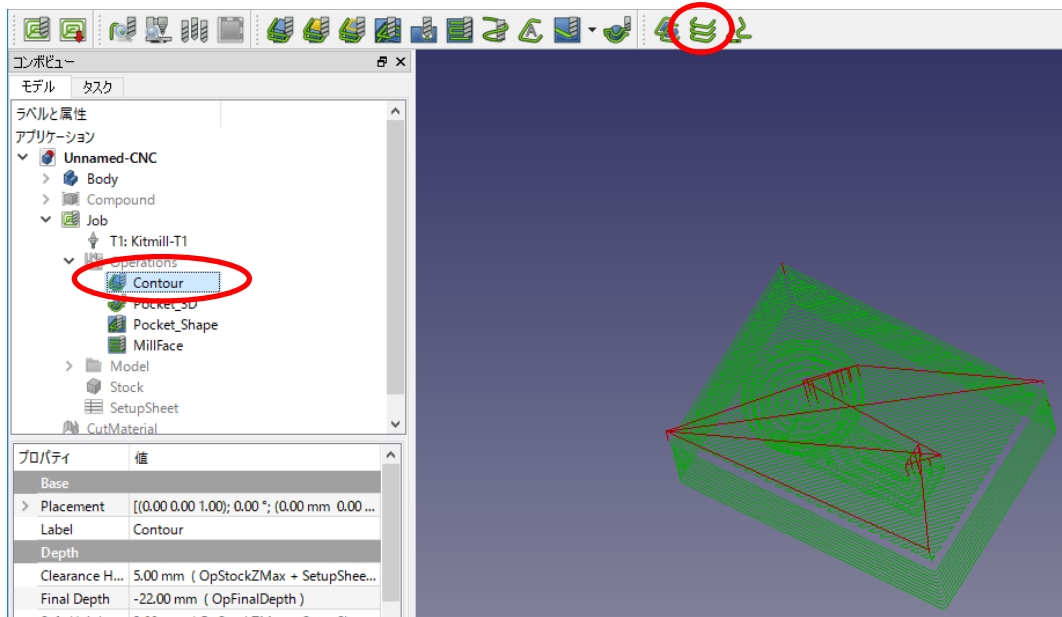
「コンボビュー」内の「プロパティ」に「Output」欄があり、ここでもポストプロセッサの変更ができる。



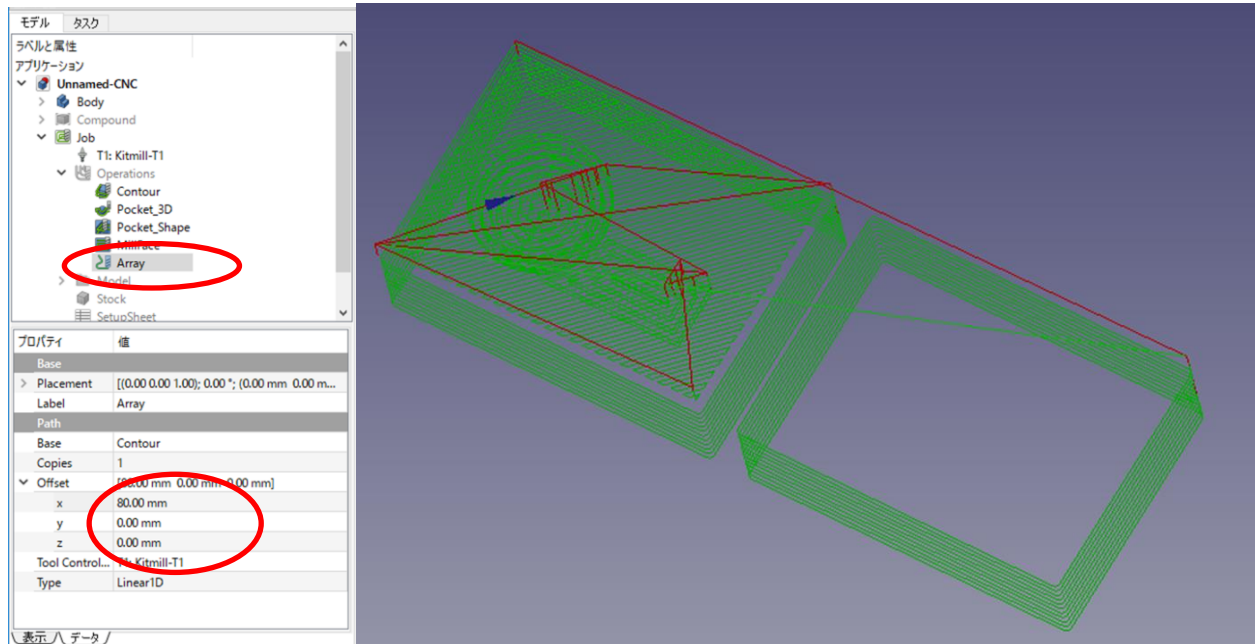
補足：その他の機能

(複数の部品を切削する) 加工パスをコピーする

- ① コピーしたい加工パスを選択し、「 選択したパスから配列を作成」ボタンを押す。



- ② 「Array 」アイコンを選択し、プロパティの Offset 欄でコピーする方向の値を入力する。
下図の場合は、x 軸方向に 80.00mm オフセットしている。



4. CNC での切削

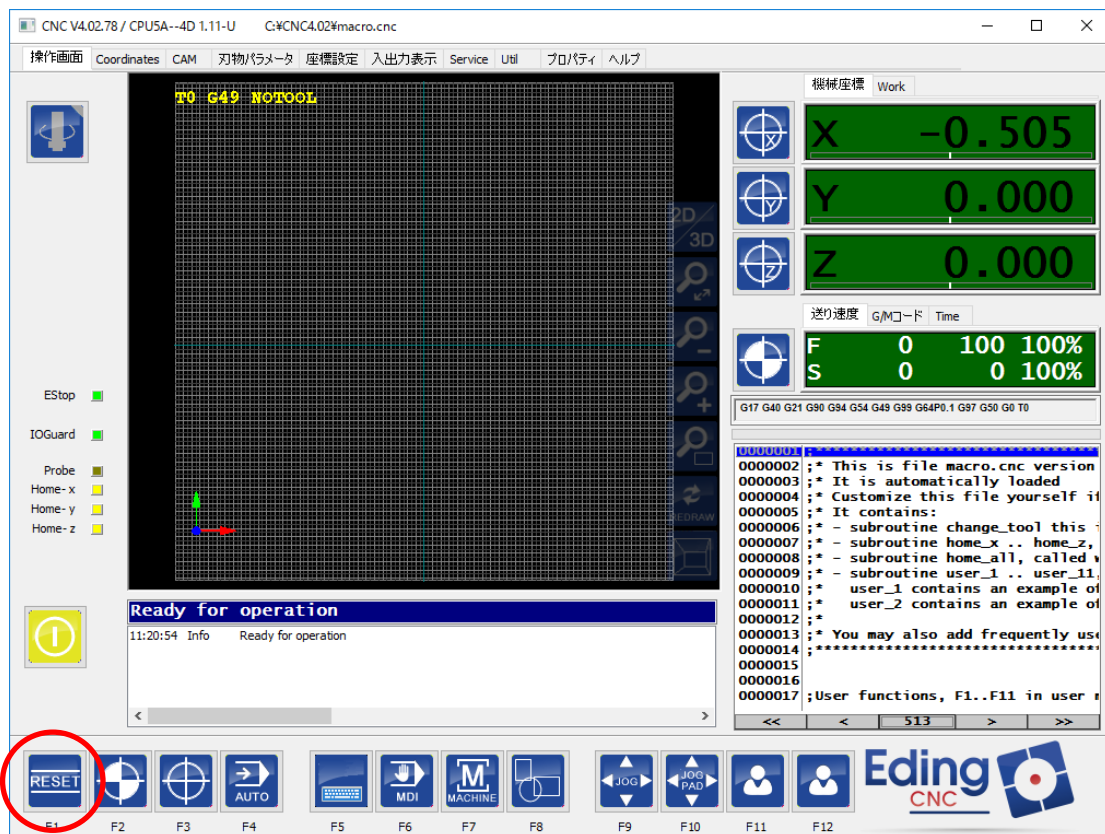
4-2 CL-420 の場合

- ① CL-420 のコントローラー（TRA-150）にある電源スイッチを押し電源を入れる。

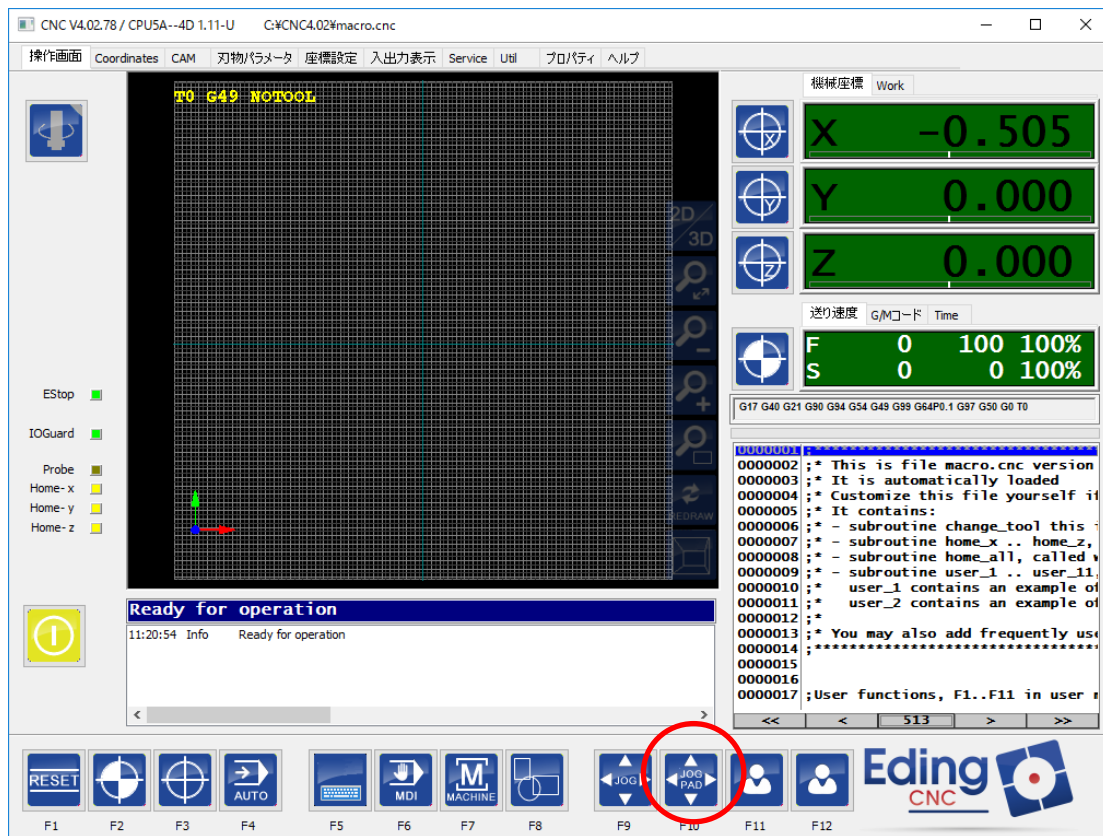


- ② パソコンで USBCNC  を起動する。

- ③ 「RESET 」を押し、CL-420 を動かせる状態にする。



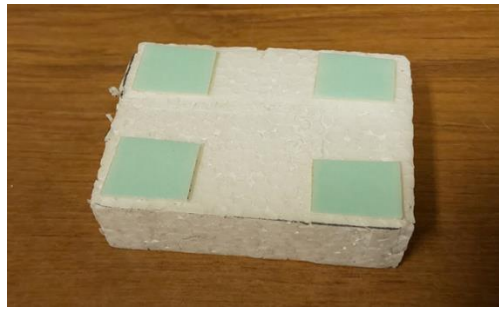
- ④ 加工テーブルを動かし、発泡ポリウレタンを固定しやすい位置に移動させる。加工テーブルの移動は CL-420 と接続しているパソコンのキーボードで、矢印の上下で Y 軸として移動できる。また、エンドミルの移動は左右で X 軸、「Pg Up」と「Pg Dn」で Z 軸の移動ができる。あらかじめ「Shift」キー（か「Ctrl」キー）を押しながら移動させると高速で移動させることができる。



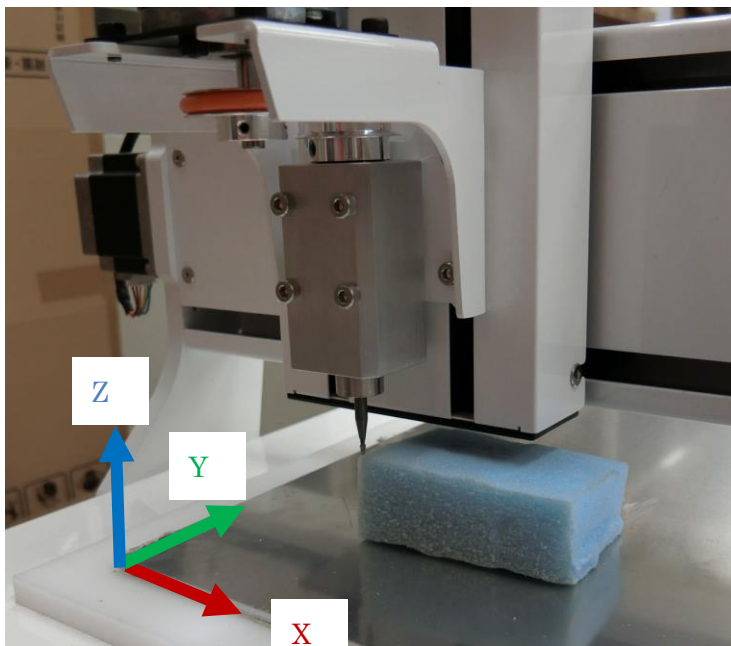
また、「jog pad」でも加工テーブルを移動させることが可能である(cont (continuous) を選択すると押し続けている間は動き続ける。十字ボタン下のスライダーを右に動かしておくと、より速く動く(速すぎる速度に注意))。



- ⑤ 3DCAD モデルと同等サイズ (51mm×71mm×21mm) の発泡ポリウレタンの裏面に両面テープを配置する。

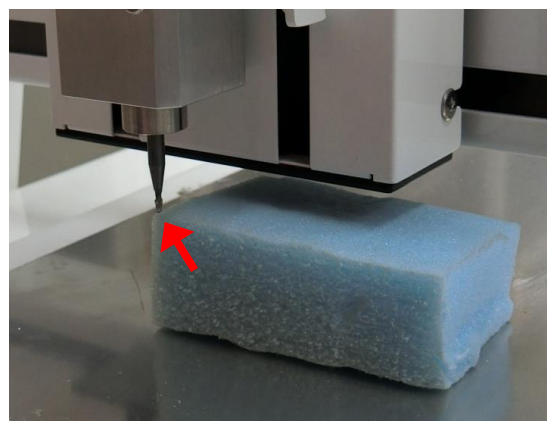
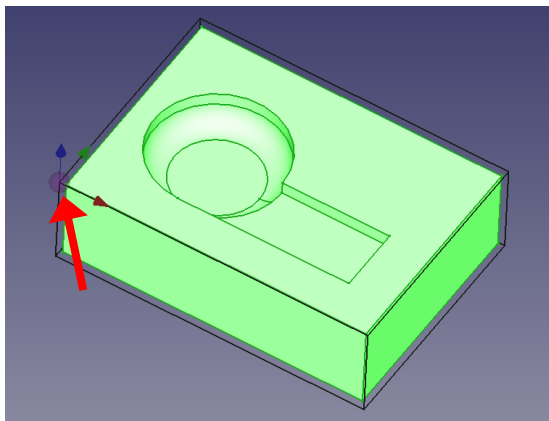


- ⑥ 発泡ポリウレタンを KitMill CL-420 の加工テーブルに貼りつける。アルミ板は“敷板”なので、その上に被作物（発泡ポリウレタン）を貼る。

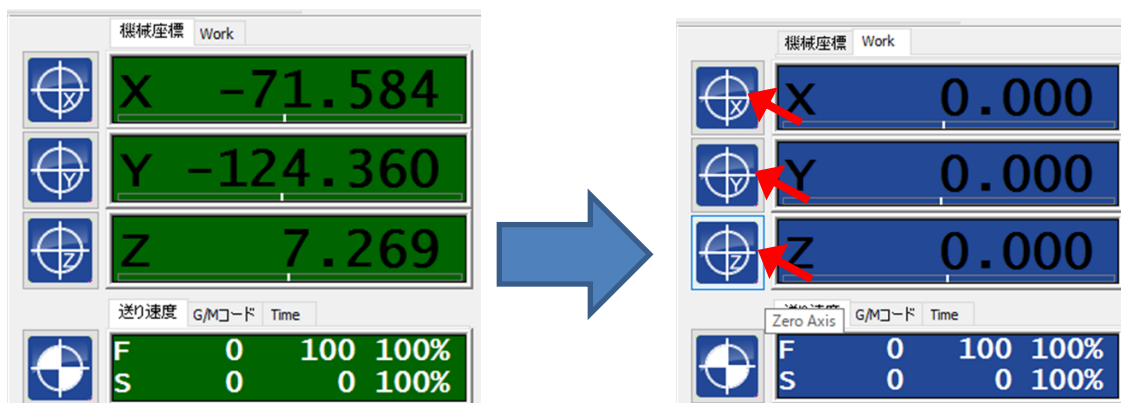


FreeCAD 上の座標との位置関係に注意（上図は CL-420 の機械座標）

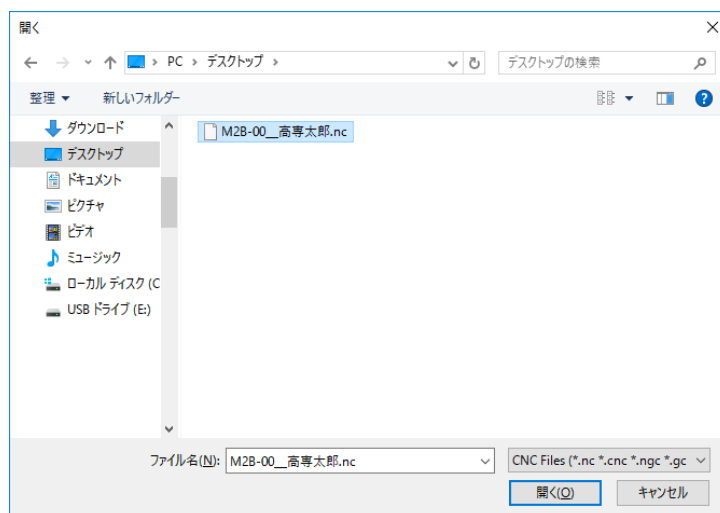
- ⑦ エンドミルを動かし、設計時に設定した基準点（ワーク座標）にエンドミルの刃先を合わせる。
（FreeCAD 上の「Path」ワークベンチで設定した基準点（ワーク座標）の位置に移動する）

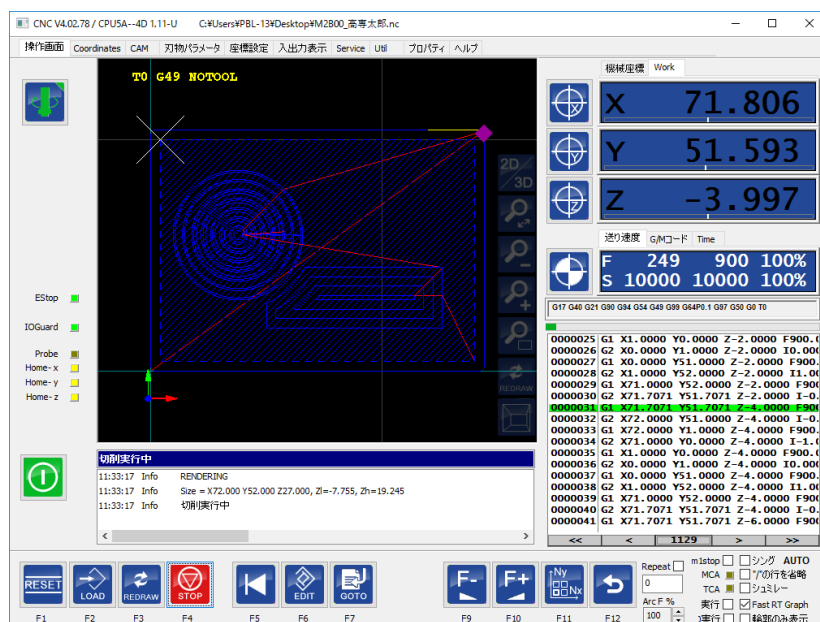


- ⑧ 移動し終わったら、XYZ 軸全てを座標の左のを押し、ワーク座標を 0 に設定する。



- ⑨ 「AUTO 」を押し、以下の画面になったら「LOAD 」を押し、NC プログラムを開く。



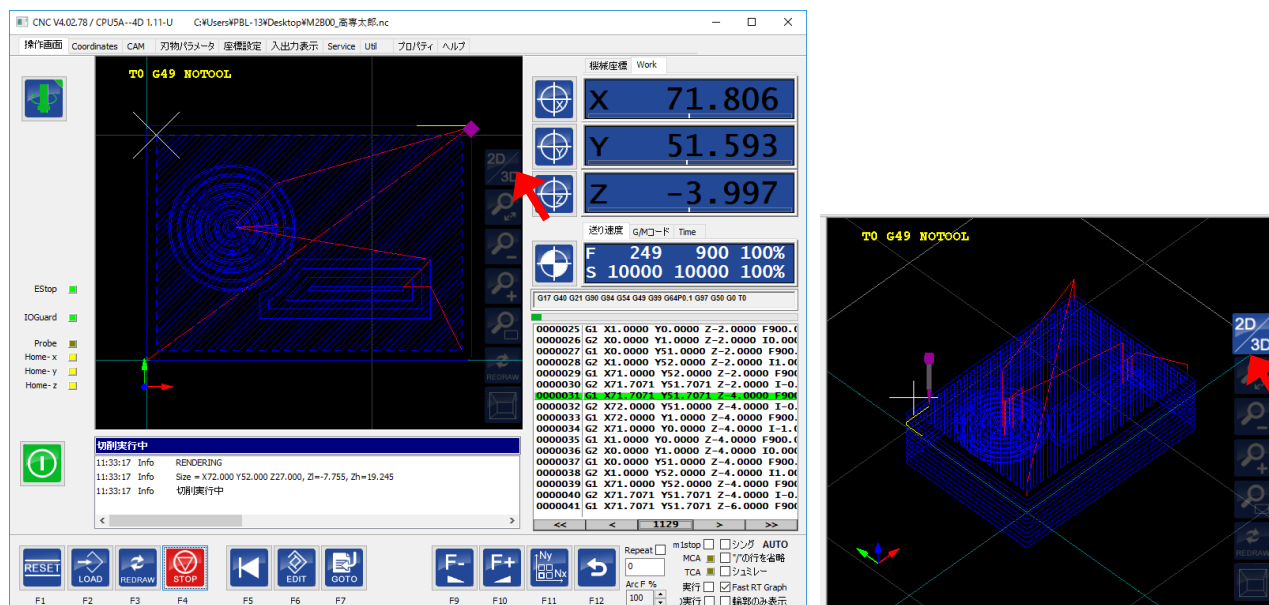


⑩ ワーク座標の下に表示されている NC プログラムが 1 行目を表示するまで「RESET」を押す。

⑪ 「START」を押し、NC プログラムを実行する。

⑫ (スピンドル回転数の設定がうまくいっていない場合には Select tool と表示されるが、もう一度
を押すと加工が開始される。)

⑬ (⑫でもスピンドルが回転しない場合には、を押し、手動でエンドミルを回転開始させる。)



画面上「2D/3D」ボタンを押すと、3D で切削の様子が表示される。

⑭ 加工中、ほうきや掃除機などで切り屑を除去する。

⑮ 加工完了後、もう一度加工テーブルを移動させて発泡ポリウレタンを加工テーブルからはがす。

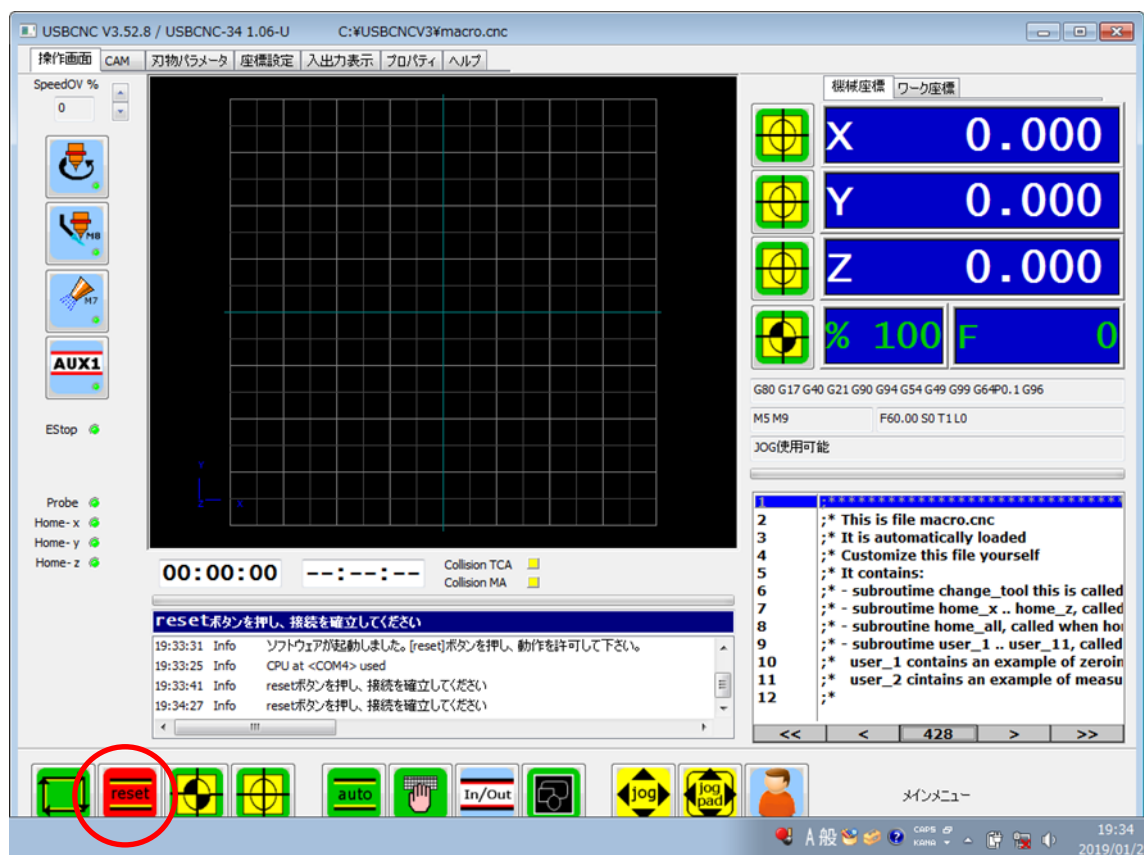
4-2 BT-200 の場合

- ⑯ BT-200 のコントローラー（TRA-100）にある電源スイッチを押し電源を入れる。

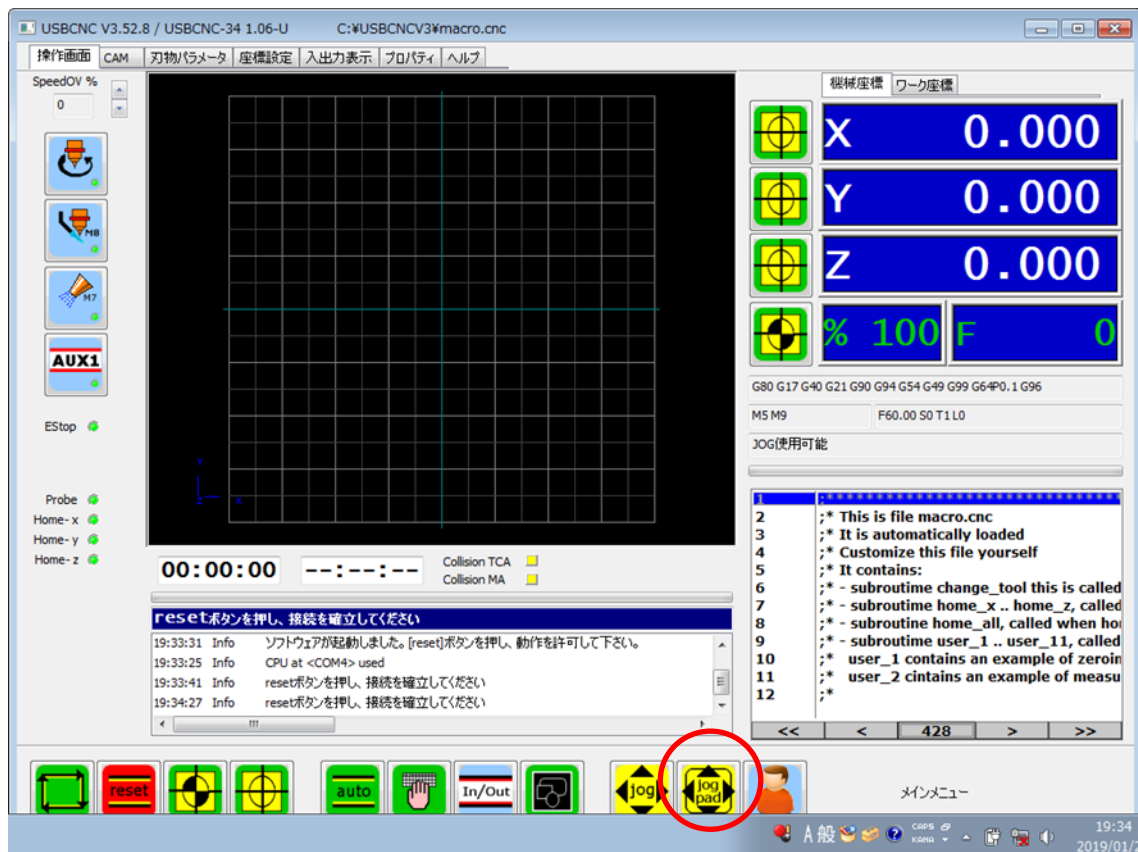


- ⑰ パソコンで USBCNC USBNCV3 を起動する。

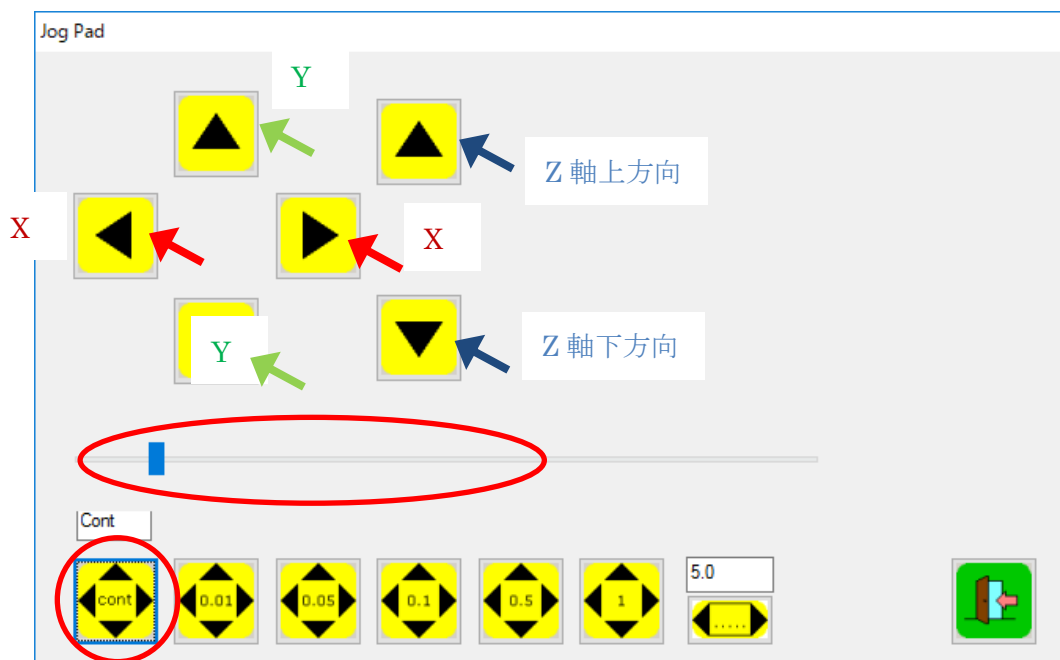
- ⑱ 「RESET」を押し、BT-200 を動かせる状態にする。



- ⑲ 加工テーブルを動かし、発泡スチロールを固定しやすい位置に移動させる。加工テーブルの移動は BT-200 と接続しているパソコンのキーボードで、矢印の上下で Y 軸として移動できる。また、エンドミルの移動は左右で X 軸、「Pg Up」と「Pg Dn」で Z 軸の移動ができる。あらかじめ「Shift」キー（か「Ctrl」キー）を押しながら移動させると高速で移動させることができる。



また、「jog pad」でも加工テーブルを移動させることが可能である(cont (continuous) を選択すると押し続けている間は動き続ける。十字ボタン下のスライダーを右に動かしておくと、より速く動く(速すぎる速度に注意))。

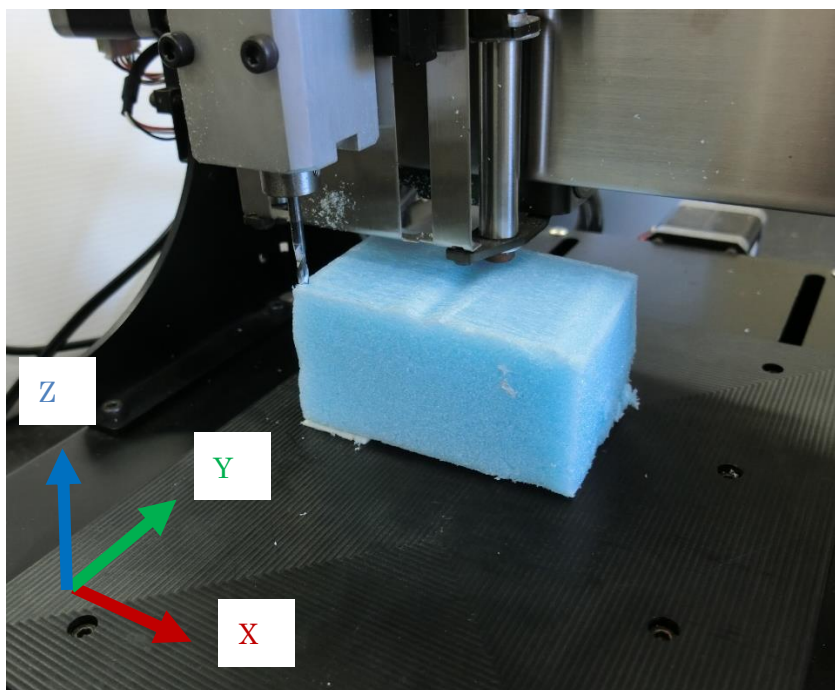


- ② 3DCAD モデルと同等サイズ (51mm×71mm×21mm) の発泡スチロールの裏面に両面テープを配

置する。

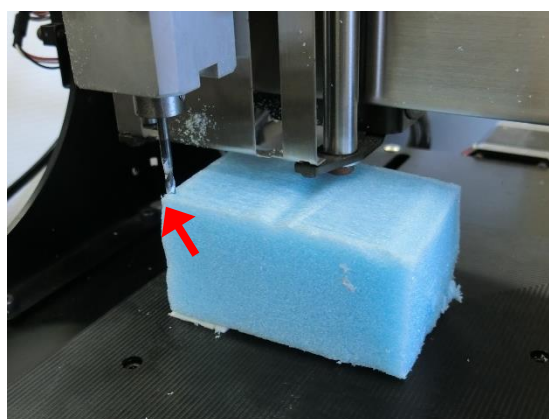
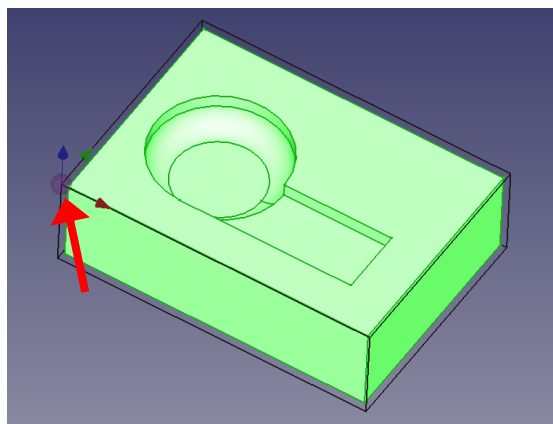


- 21 発泡スチロールを KitMill BT-200 の加工テーブルに貼りつける。

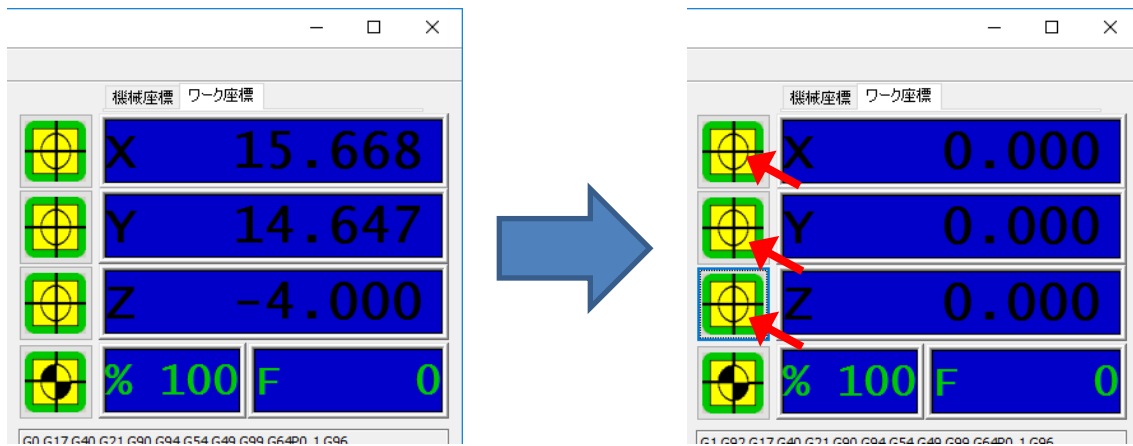


FreeCAD 上の座標との位置関係に注意

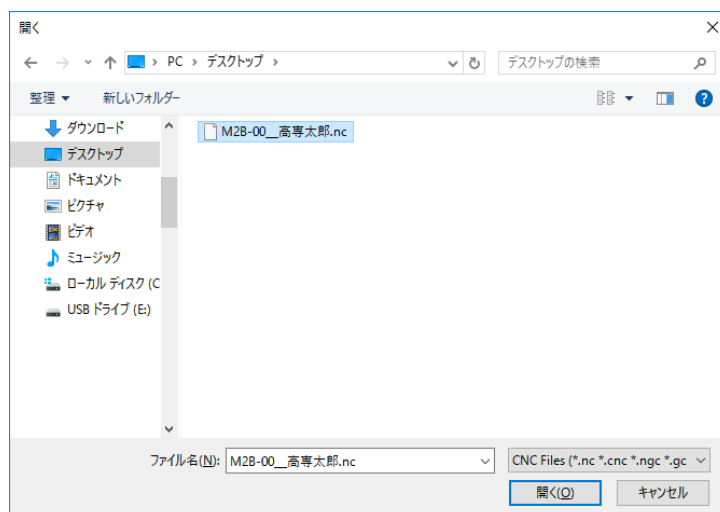
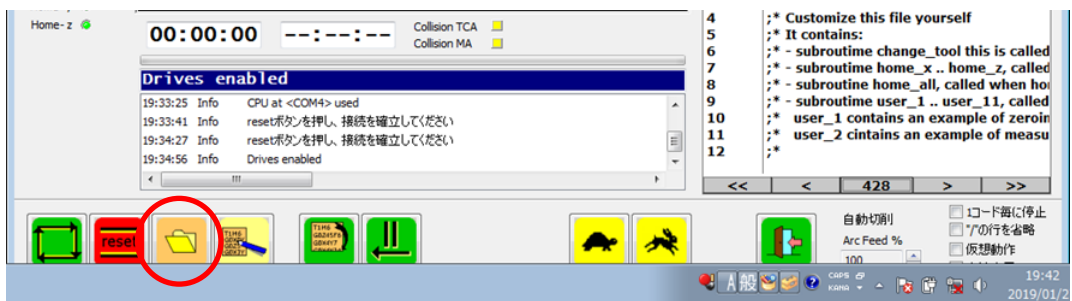
- 22 エンドミルを動かし、設計時に設定した基準点にエンドミルの刃先を合わせる。(FreeCAD 上の「Path」ワークベンチで設定した基準点の位置に移動する)

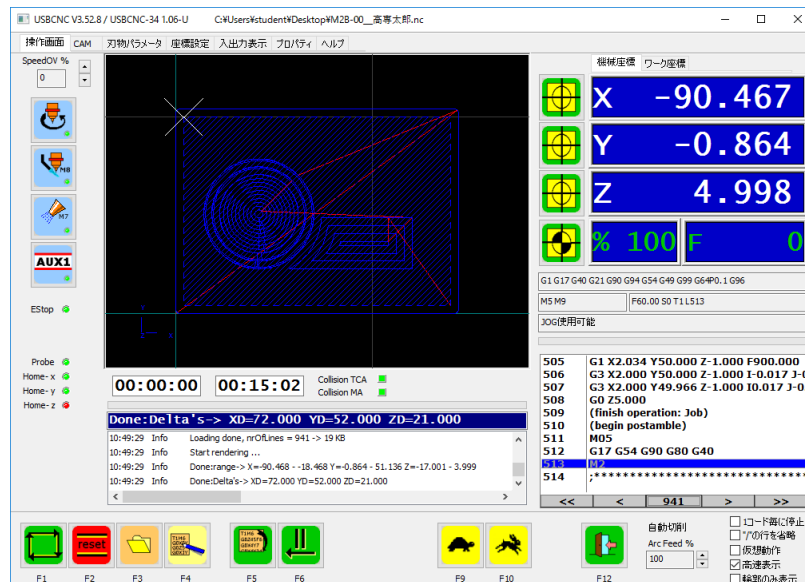


- 23 移動し終わったら、XYZ 軸全てを座標の左のを押し、ワーク座標を 0 に設定する。



- 24 「AUTO」を押し、以下の画面になったら「ファイルマーク」を押し、NC プログラムを開く。



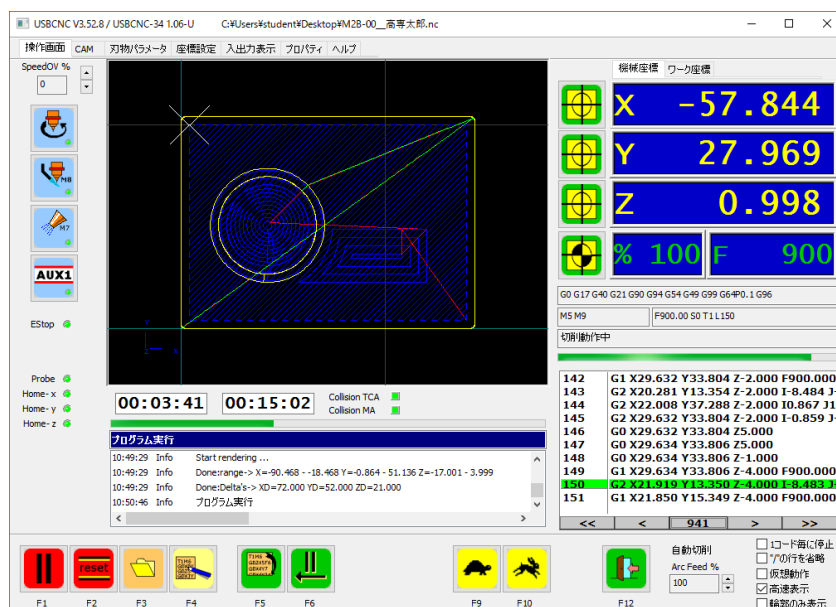


25 ワーク座標の下に表示されている NC プログラムが 1 行目を表示するまで「RESET 

26  を押し、NC プログラムを実行する。

27 (スピンドル回転数の設定がうまくいっていない場合には Select tool と表示されるが、もう一度  を押すと加工が開始される。)

28 (⑩でもスピンドルが回転しない場合には、 を押し、手動でエンドミルを回転開始させる。)

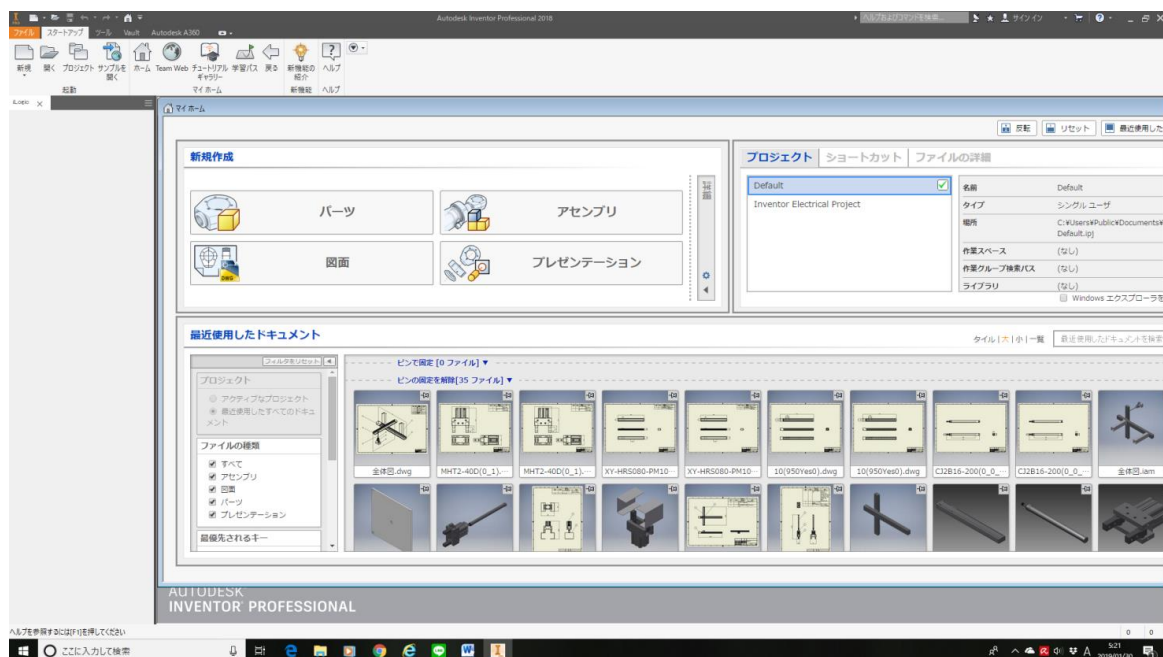


29 加工中、ほうきや掃除機などで切り屑を除去する。

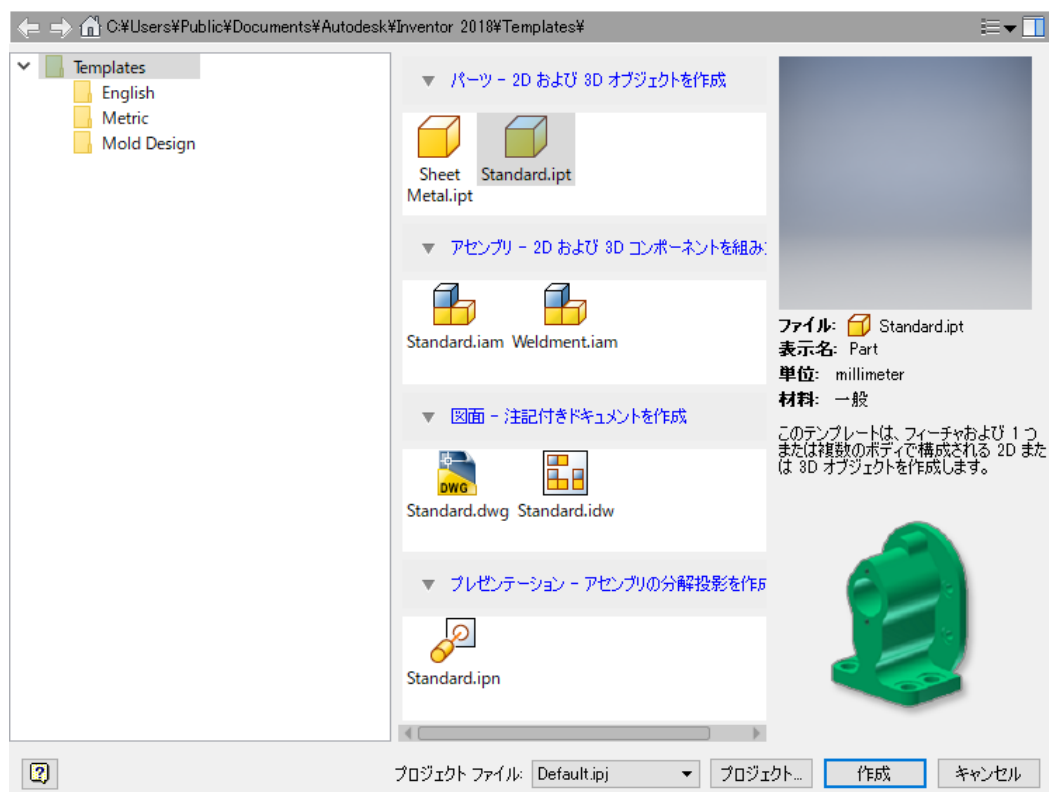
30 加工完了後、もう一度加工テーブルを移動させて発泡スチロールを加工テーブルからはがす。

5. Inventor での設計

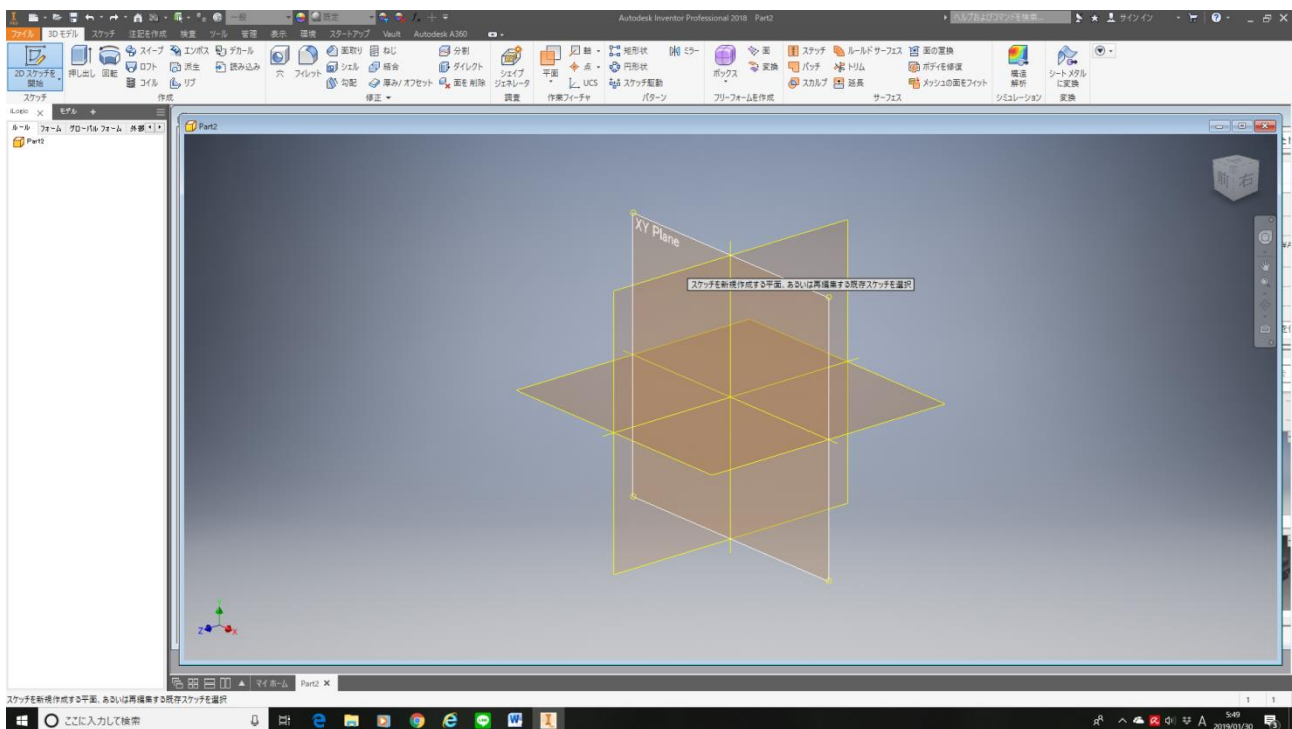
- ① Inventor を起動する。
- ② 「新規」もしくは「パーツ」を押し、モデル作成用のタブを作成する。



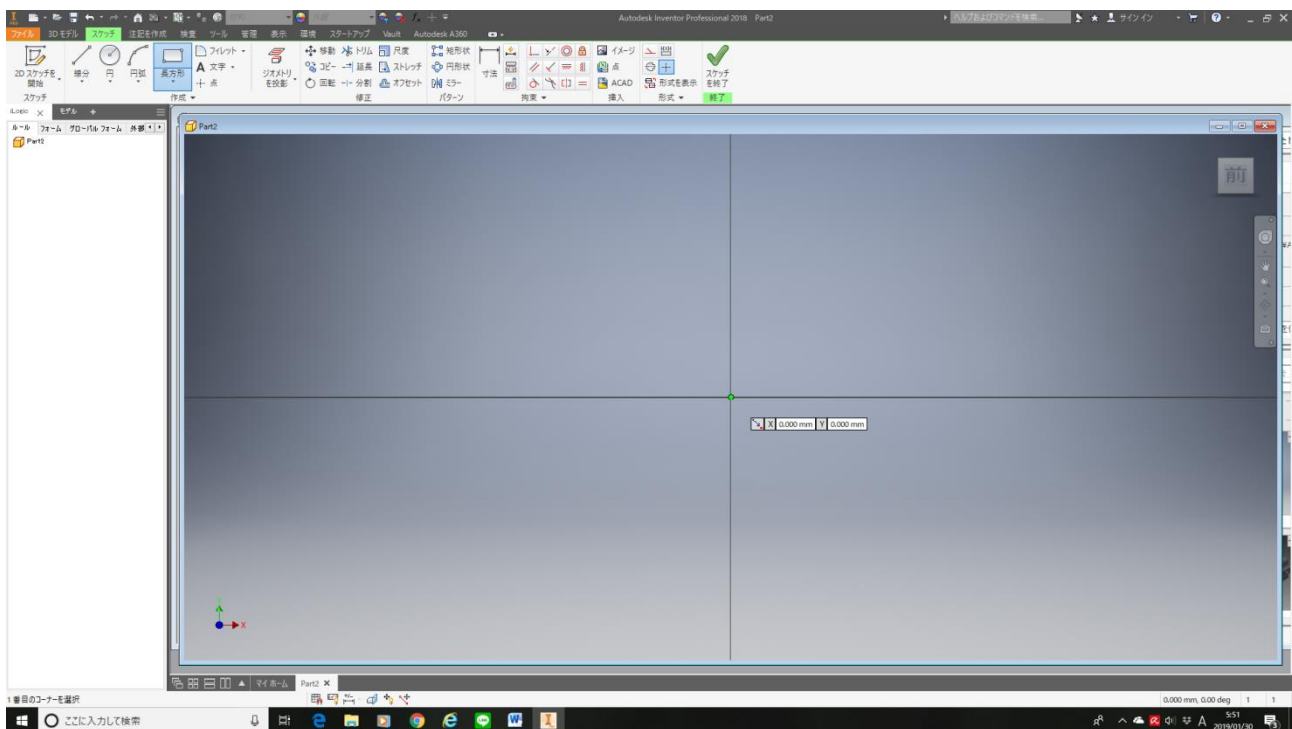
「新規」を押した場合、以下の図のような表示が出てくるので「Standard.ipt」→「作成」の順に選択し、①の手順を完了する。



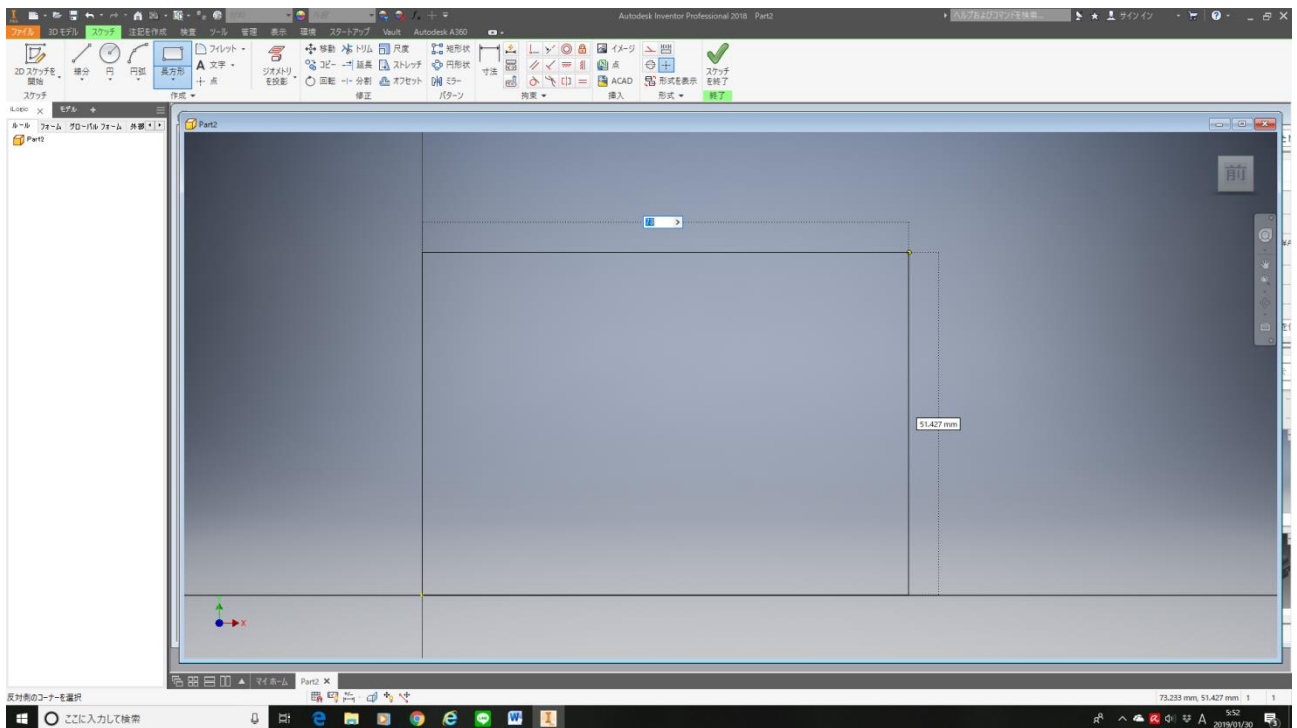
③ 「2D スケッチを開始」を押し、「XY Plane」を選択する。



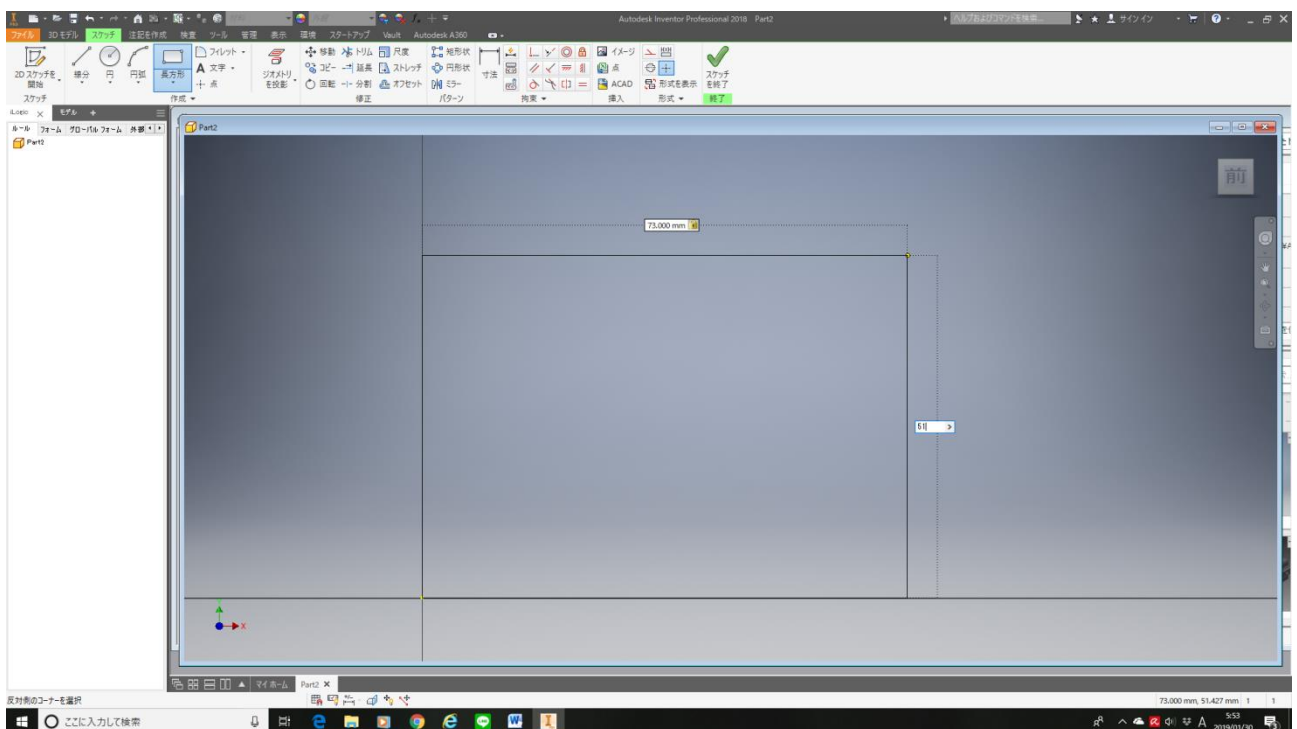
④ 「長方形」を選択し、表示されている XY 軸の交点をクリックし、長方形の開始点とする。

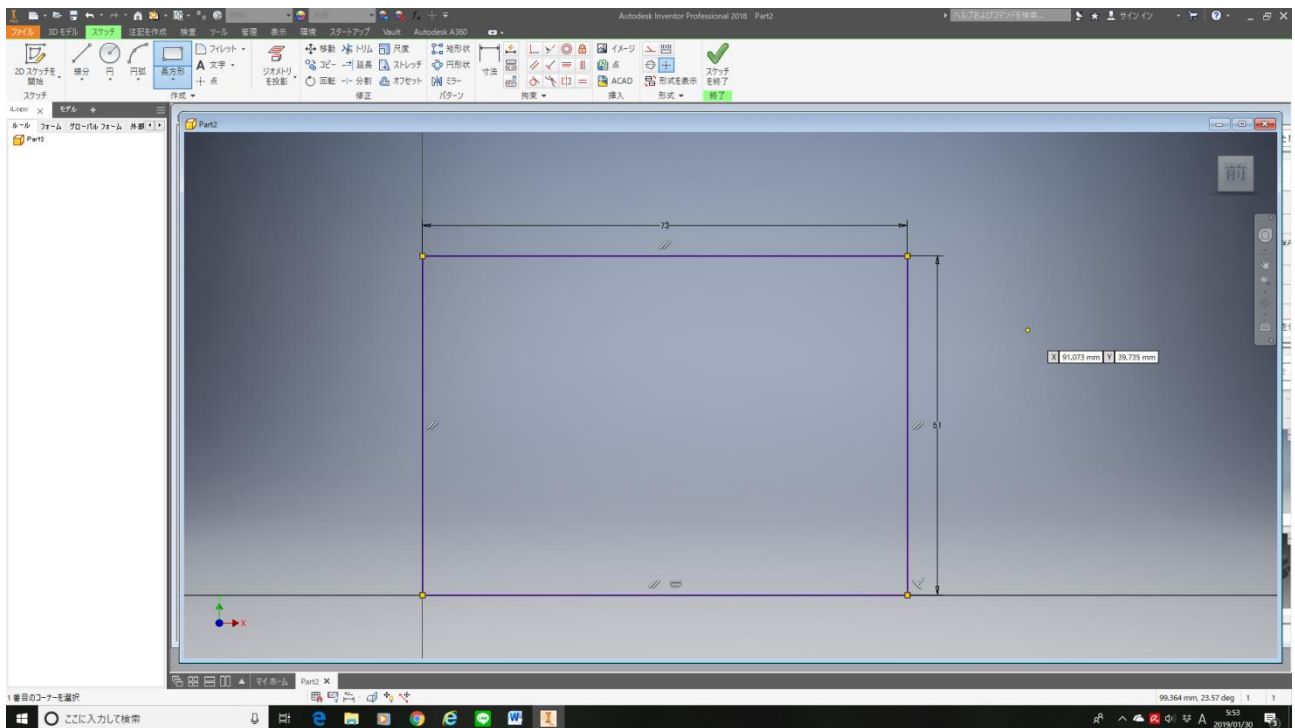


⑤ 適当な位置にカーソルを合わせ、「73」と入力する。

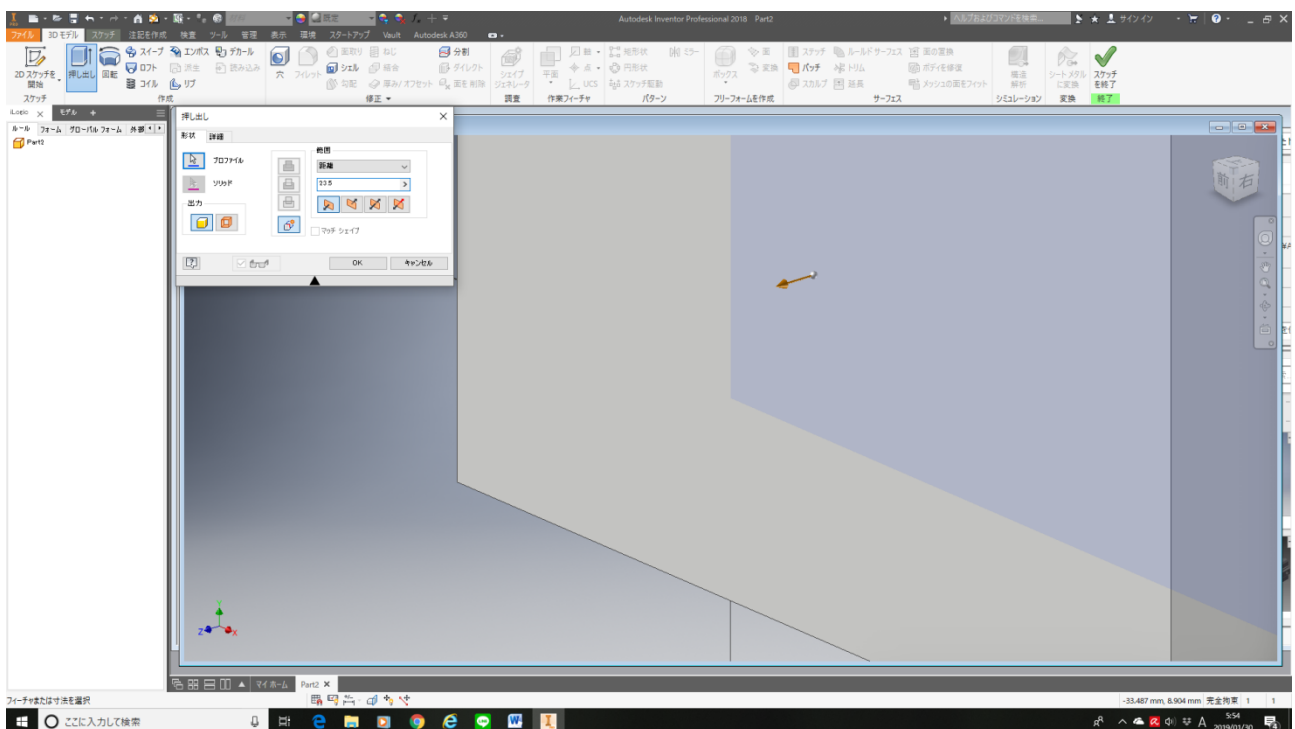


⑥ 縦の寸法の位置にカーソルを合わせてクリックし、「51」と入力し、「Enter」を押す。



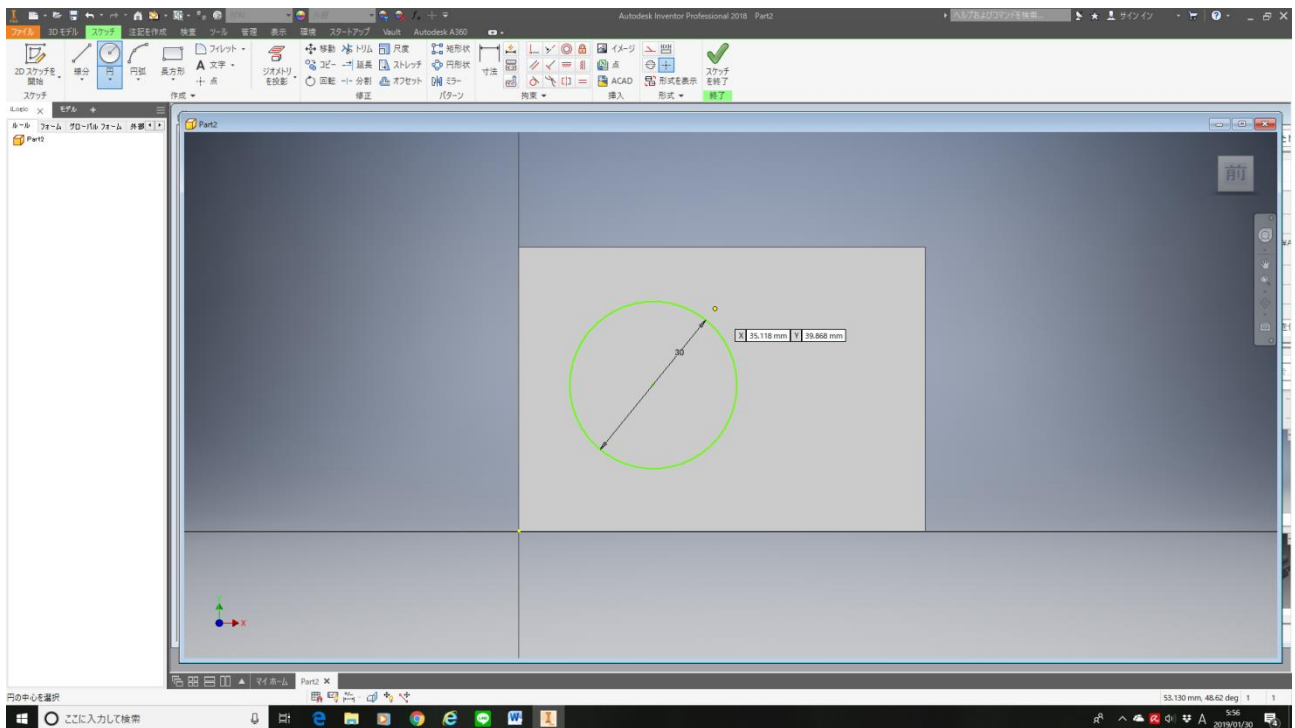


⑦ 「3D モデル」 → 「押し出し」の順で選択し、「23.5」と入力して「OK」を押す。

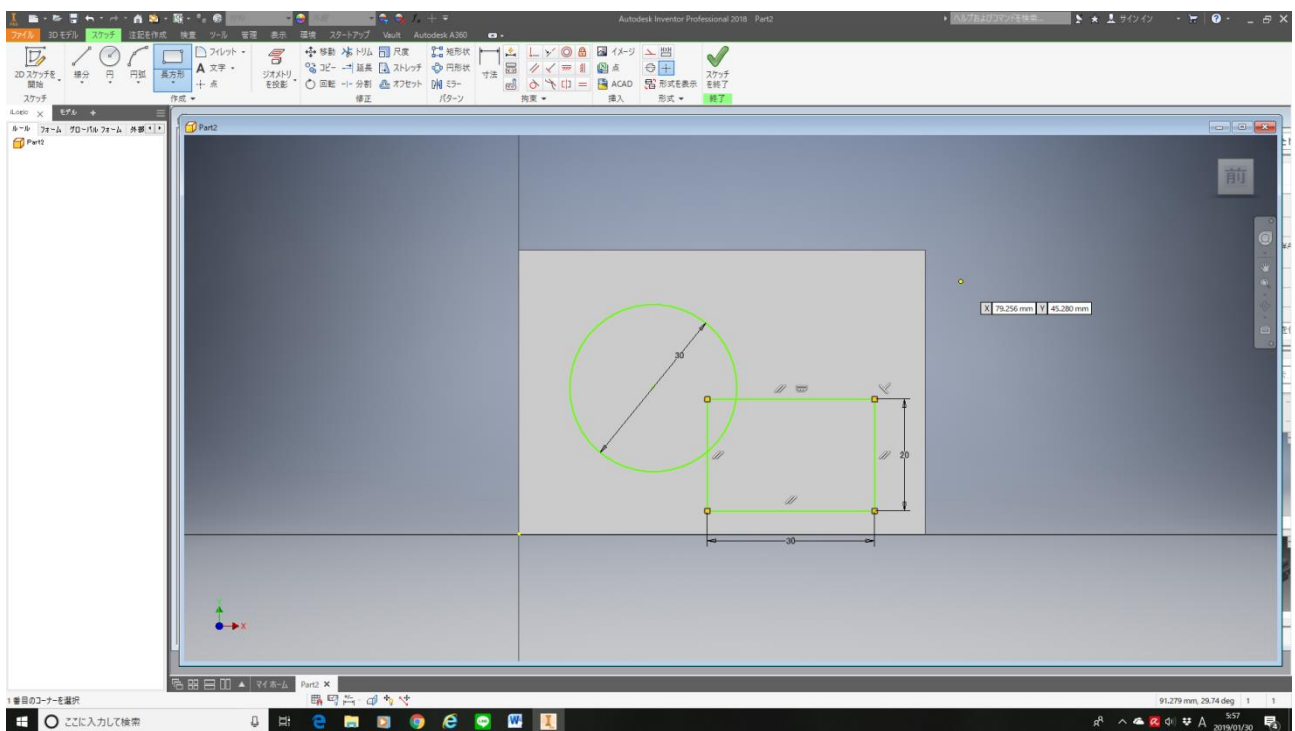


⑧ 手前の面を選択し、「2D スケッチを開始」を押す。

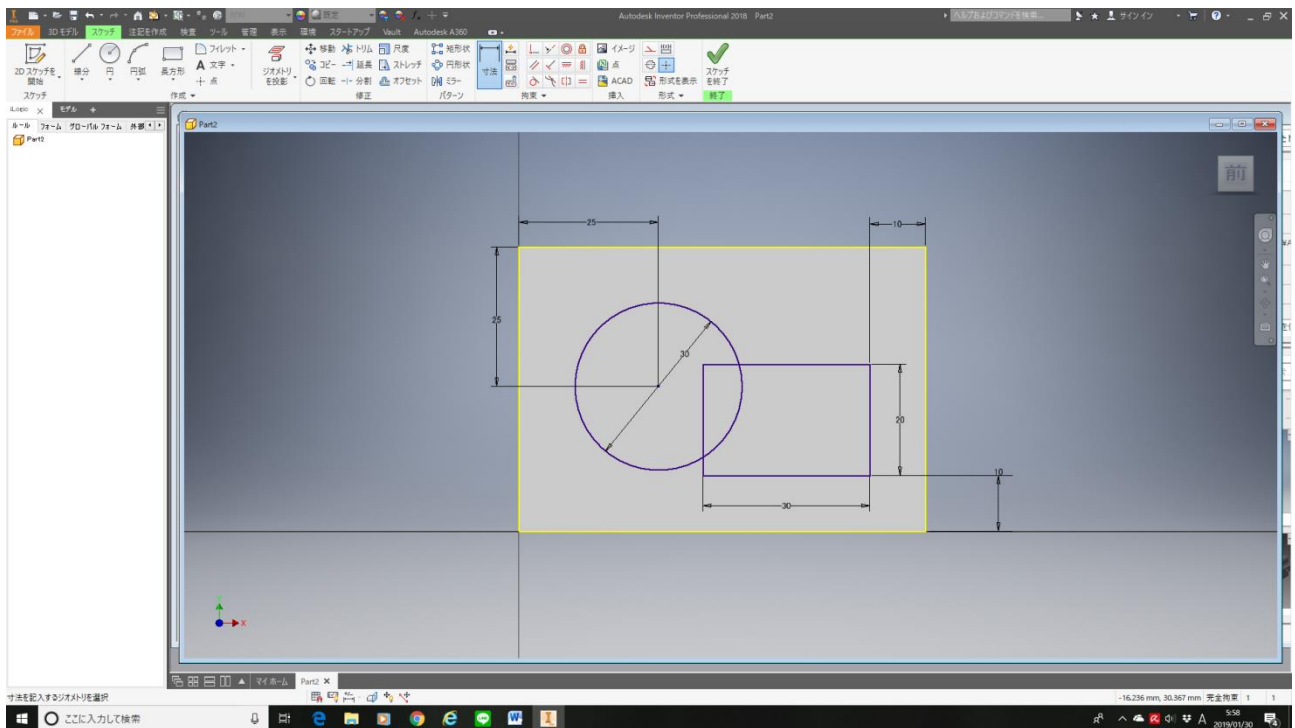
⑨ 「円」を選択し、円の中心点を適当な位置にクリックして「30」と入力して「Enter」を押す。



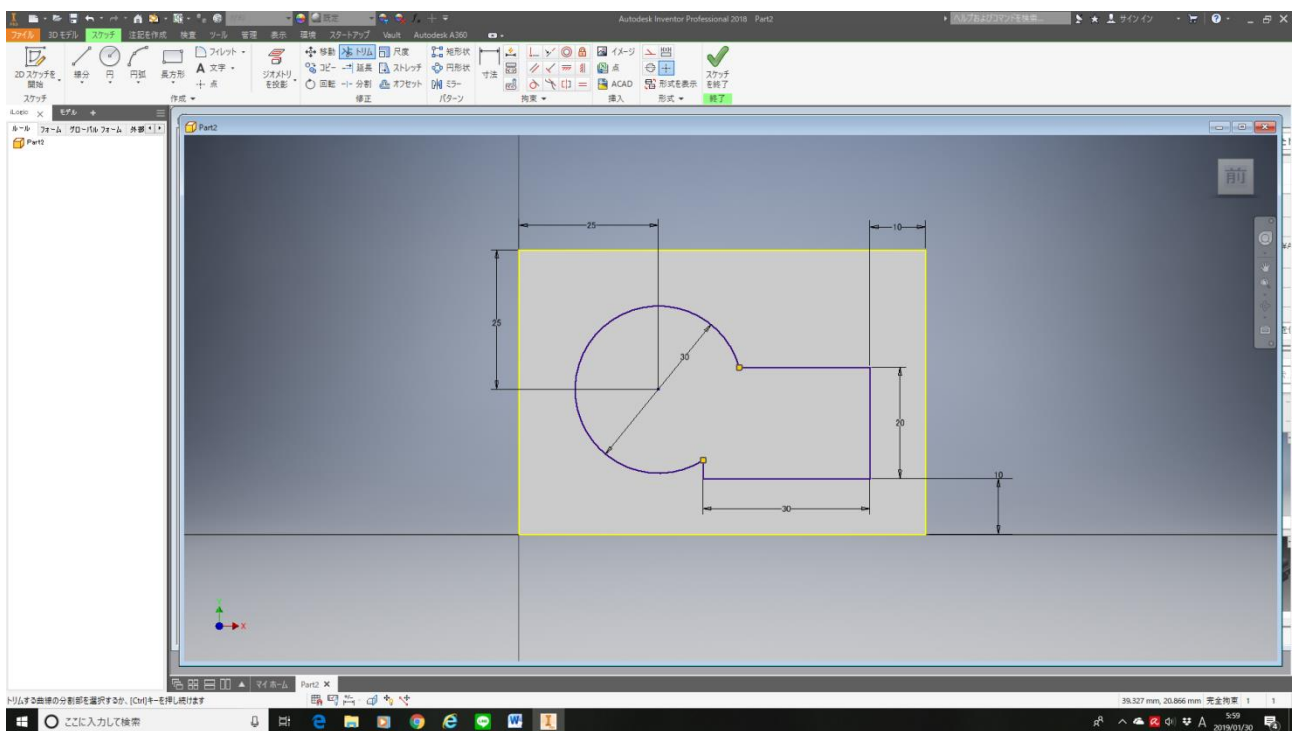
⑩ 「長方形」を選択し、④⑤⑥と同じ要領で縦「20」横「30」の長方形を作成する。



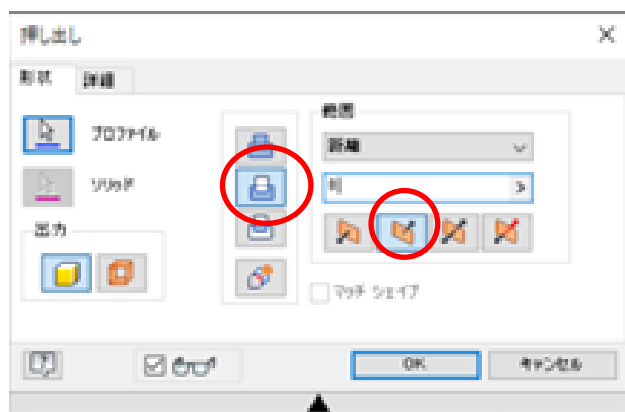
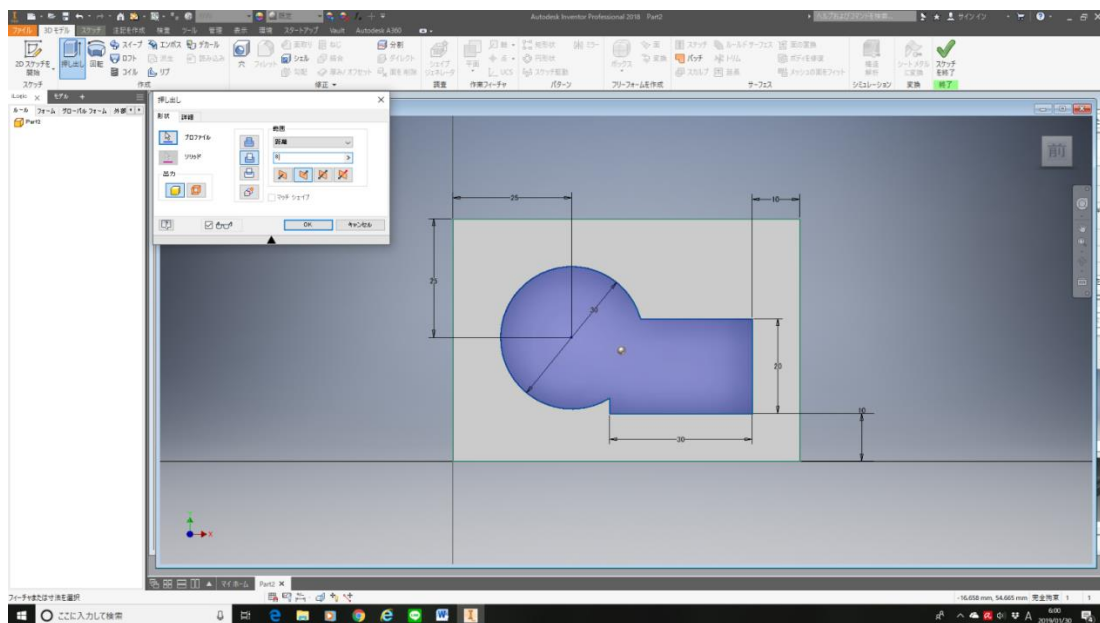
⑪ 「寸法」を選択し、円の中心を左・上のそれぞれから 25mm の位置に、長方形を右・下それぞれから 10mm の位置に拘束する。



⑫ 「トリム」を選択し、円と長方形が重なっている箇所の線を削除する。

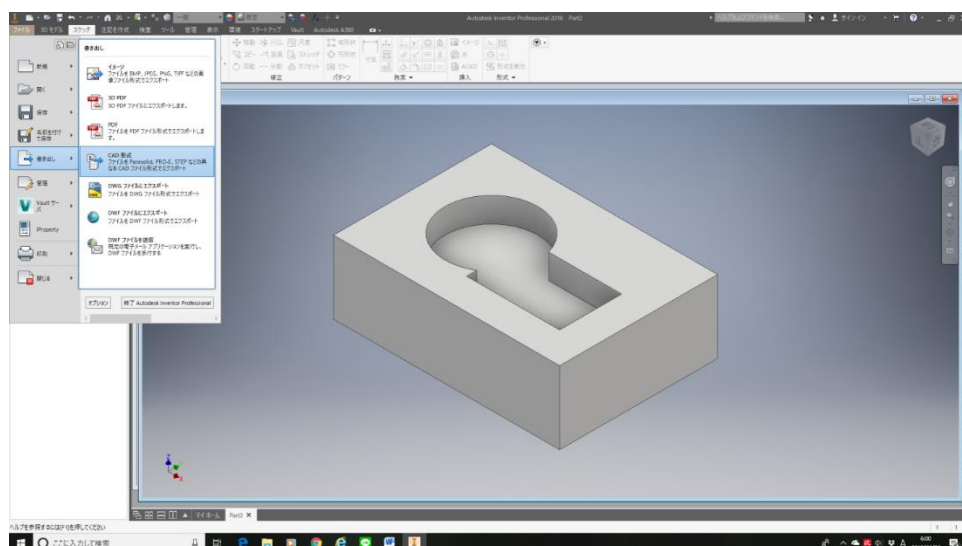


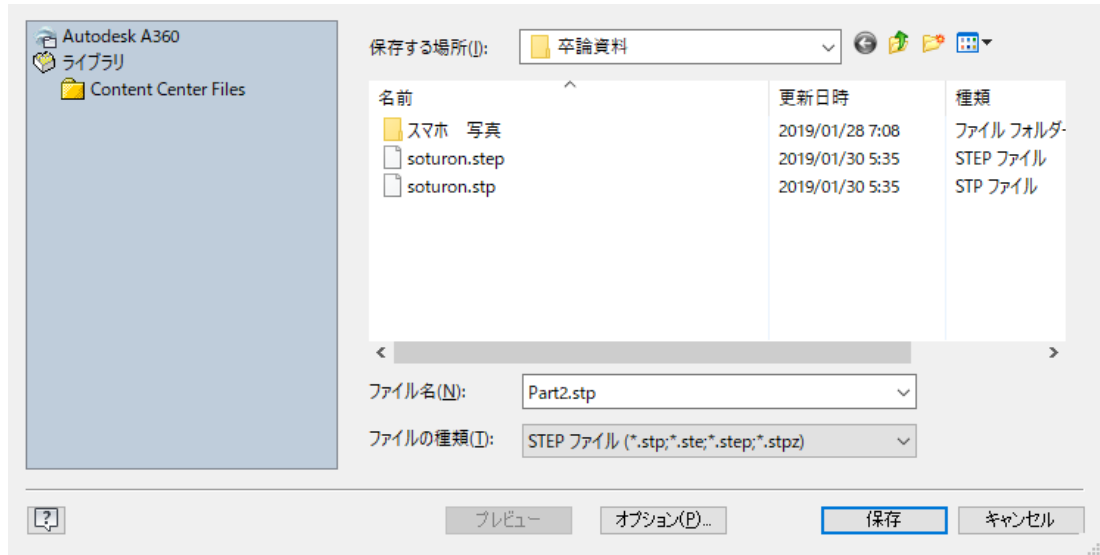
⑬ 「3D モデル」→「押し出し」の順で選択し、ポケット形状にする面を選択する。以下の図のように形状と範囲を指定して、「8」と入力し、「OK」を押す。



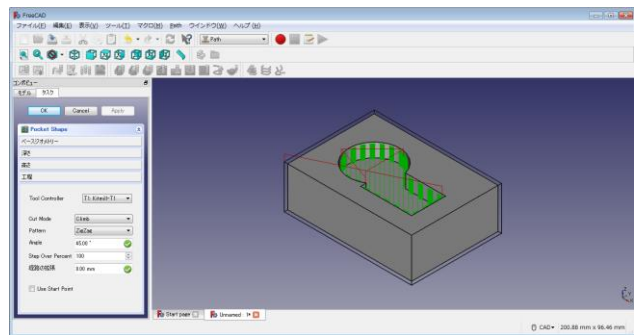
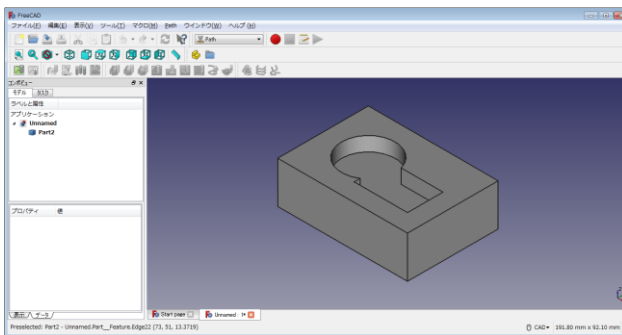
- ⑭ 「ファイル」→「書き出し」→「CAD形式」の順で選択し、CADデータの書き出しをする。ファイル名を「クラス番号__名前.stp」(例「M2B00__高専太郎.stp」)とする。ファイルの種類は他にも*.step、*.igs、*.igesが使用できる。

⑮



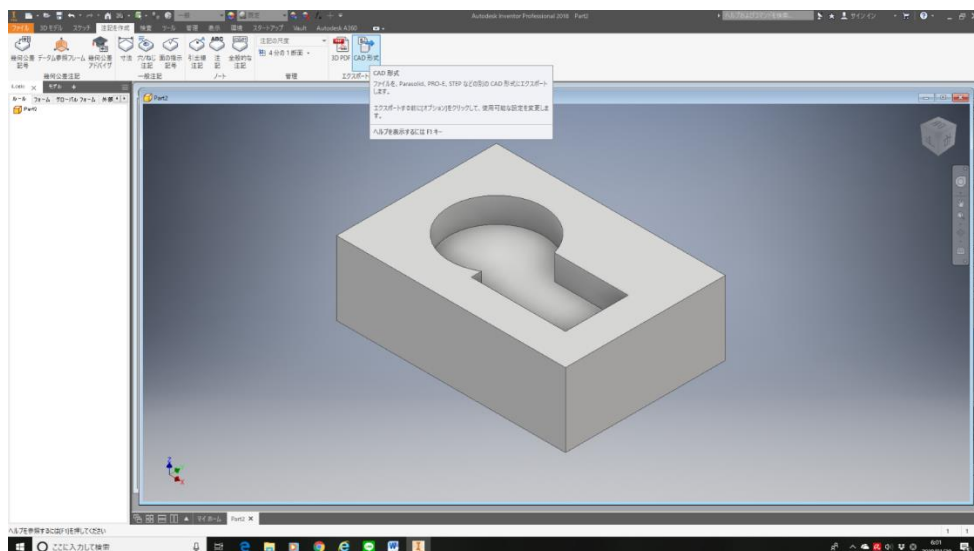


Inventor で作成した CAD データを FreeCAD で開くと、以下の図のように FreeCAD で作成したものと同じものができる。操作方法は 3 項と同じであり変更した点は無い。



(おまけ)

「注記を作成」→「CAD 形式」でも⑭と同じようにデータの書き出しができる。



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 10.11 ～

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

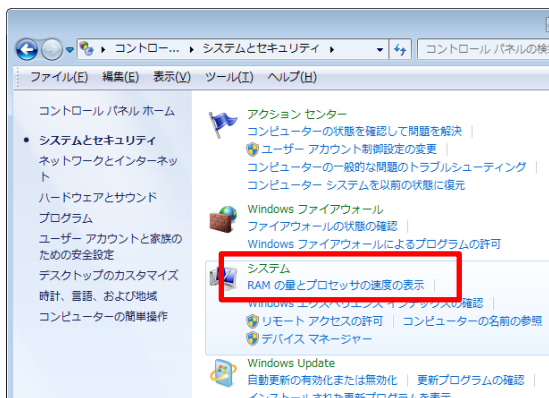
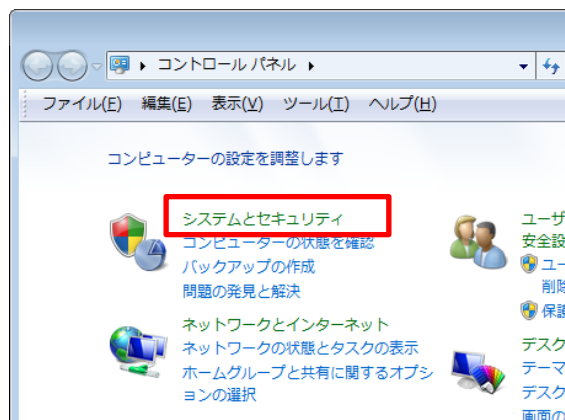
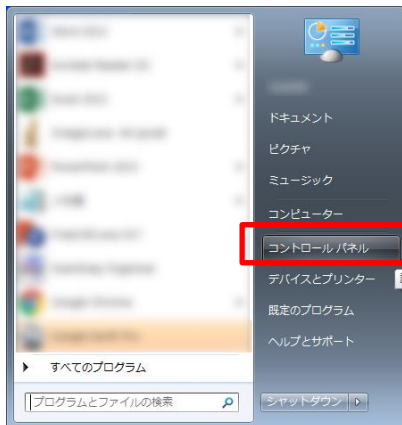
プロセッサ (CPU): Intel Pentium 4 以降

※ 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。

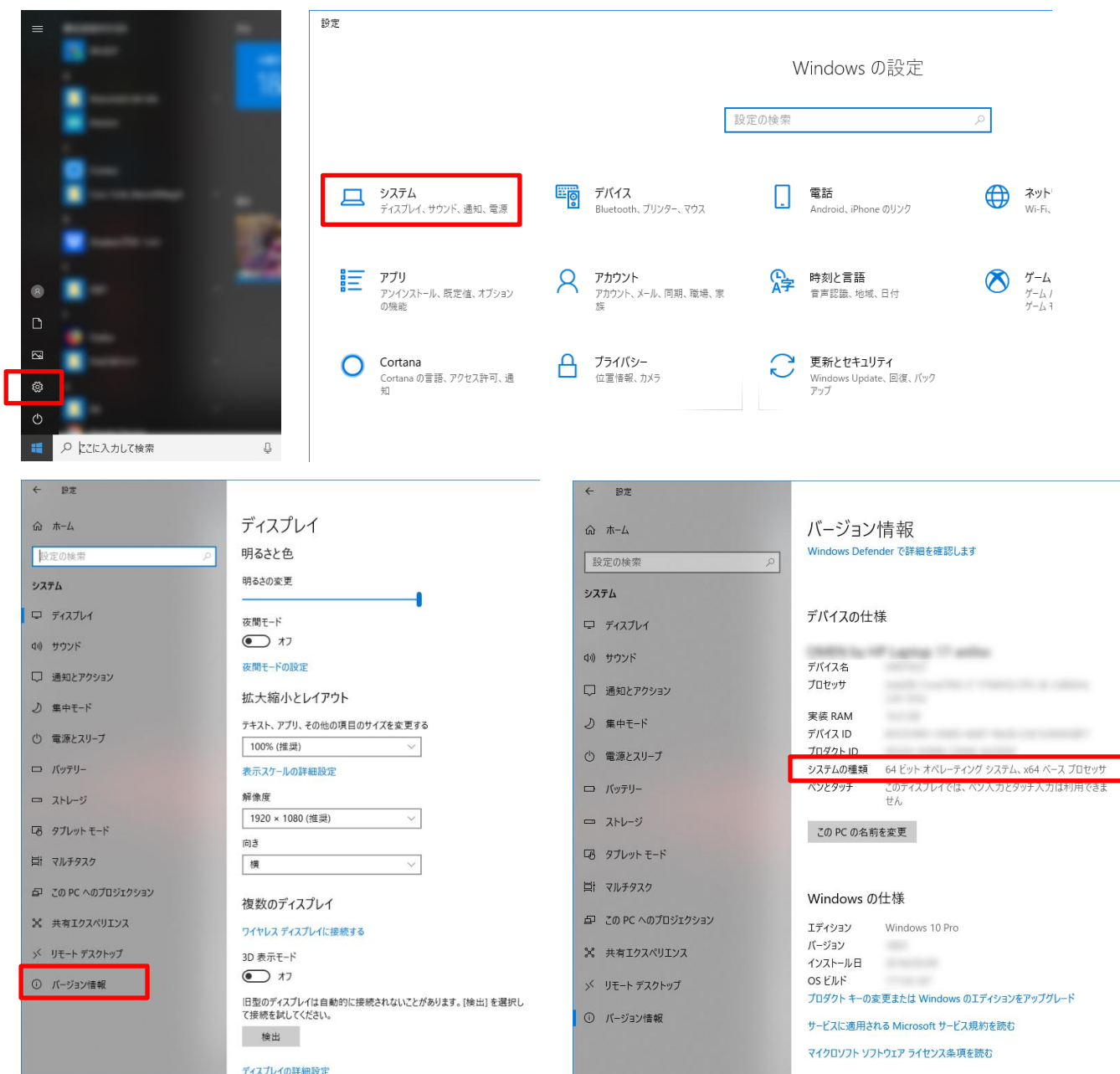
(例: Windows7)

「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。

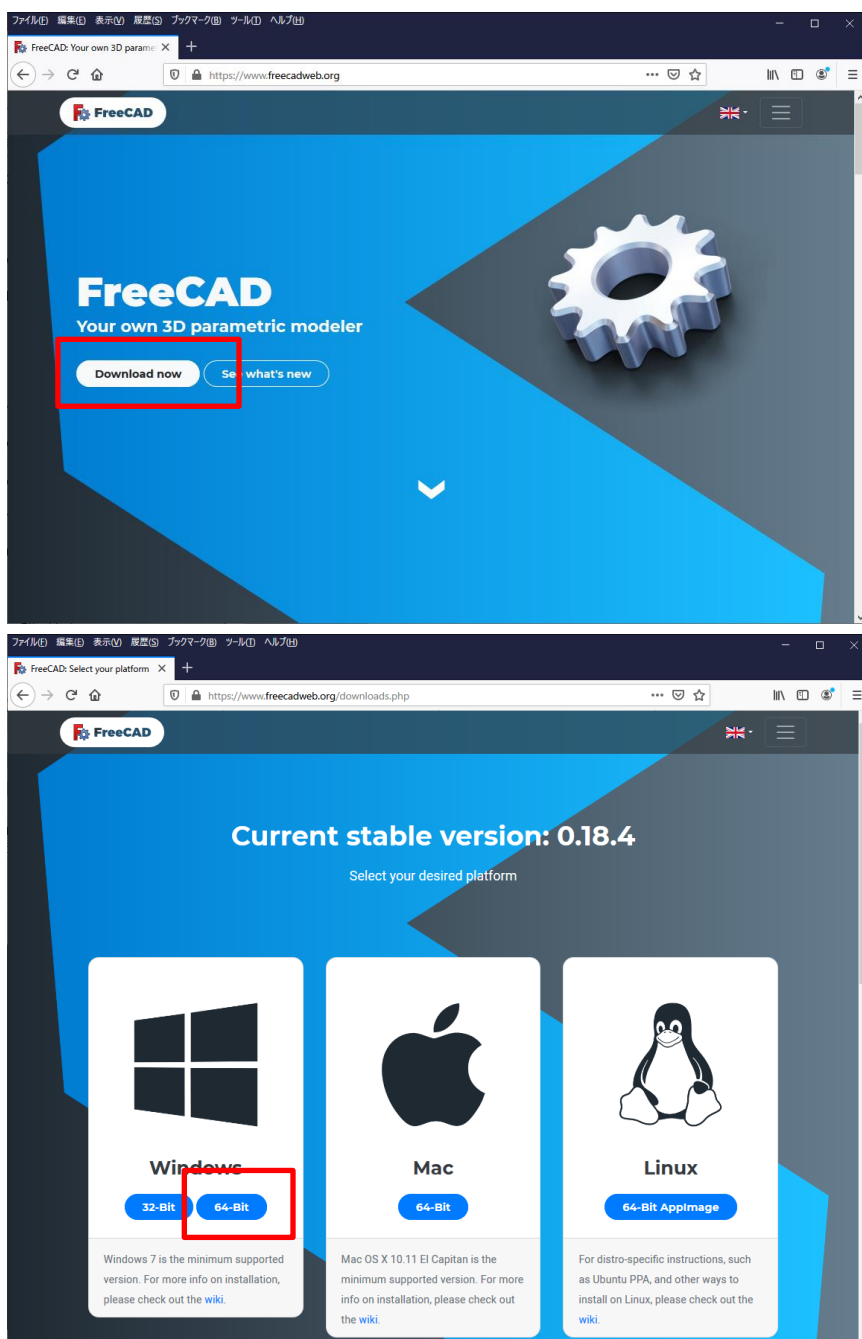


(例: Windows10)

「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。

編集履歴

2020/3/17 FreeCAD (Ver.0.18.4) 版 初版発行（機械実習Ⅱで使用可能な状態へ）
2020/10/23 FreeCAD (Ver.0.18.4) 版 第2版発行（アルミなどの切削条件設定を追加、4年PBL科目などで使用可能な状態へ）