# FreeCAD(ver.0.18.4)を用いた KitMill CL-420、BT-200 用

# CAD/CAM マニュアル







Inventor からのインポートも解説有

Kobe City College of Technology, Waseda Lab. 2021

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

# 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1CL-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  $\rightarrow$  Part Design)



(3)新しい空のドキュメントを作成する。



BrackD 2+fulle State ● #001 2+1/10 320(M) Part Dation 20/42(M) AUZ (H)		- = ×
8 4 9 - \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$\$ \$	③ · / ◇ K ② S S G S D · ◇ N S 4 S B · M M M S ● ● ● ● ●	
10#81- 8 ×		
>00と単位 アプテージタ 建築 Unramed		
70/04 C		
	NEW document [Unnamed.FCstd]	É.
LATA +-2/ Ro Start peer Ro L	brand. 1	CAD • 7.12 mm x 4.14 mm

(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。

	🏚 FreeCAD
	ファイル(E) 編集(E) 表示(V) ツール(I) マクロ(M) <u>P</u> art Design ウインドウ(W) ヘルプ(H)
	📑 🖆 🏝 📇   🔏 🦷 📋   🛳 🕶 🖉 🖓 🔛 🔯 Part Desizen 💽 🖉
	S Q Q + \$ 🗇 🖓 🗐 🕼 🕼 🖗 💊 🖬 🔞 🔒 🕥 🔸
	בשאנב - B ×
	モデル タスク
	Raft Part ®
Y	● ボディーを作成
-	
	FreeCAD
	▶ FreeCAD ファイル(E) 編集(E) 表示( <u>V)</u> ツール(I) マクロ( <u>M)</u> <u>P</u> art Design ウインドウ( <u>W</u> ) ヘルプ( <u>H</u> )
	▶ FreeCAD ファイル(E) 編集(E) 表示(V) ツール(E) マクロ(M) <u>P</u> art Design ウインドウ(W) ヘルプ (H) ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●
	FreeCAD         プァイル(E) 編集(E) 表示(Y) ツール(E) マクロ(M) Part Design ウインドウ(W) ヘルプ (H)         (************************************
	FreeCAD      アッパル(E) 編集(E) 表示(Y) ツール(E) マクロ(M) Part Design ウインドウ(W) ヘルプ (H)      ビー (A) A (A) (A) (A) (A) (A) (A) (A) (A) (
	<ul> <li>FreeCAD</li> <li>アッパル(E) 編集(E) 表示(Y) ツール(E) マクロ(M) Part Design ウインドウ(W) ヘルブ(H)</li> <li>アッパル(E) 編集(E) 表示(Y) ツール(E) マクロ(M) Part Design ウインドウ(W) ヘルブ(H)</li> <li>アッパル(E) アッパン(E) Part Design Par</li></ul>
	FreeCAD      アイル(E) 編集(E) 表示(V) ツール(E) マクロ(M) Part Design ウインドウ(W) ヘルブ(H)      アイル(E) 編集(E) 表示(V) ツール(E) マクロ(M) Part Design ウインドウ(W) ヘルブ(H)      マーレー       マーレー      マー      マーレー      マーレー      マーレー      マーレー      マーレー      マーレー      マー      マーレー      マーレー      マー       マー
•	FreeCAD 7ヶ/ル(E) 編集(E) 表示(Y) ツール(E) マクロ(M) Part Design ウインドウ(W) ヘルブ(E) 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 10 1

# (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。



# 2-2. スケッチ作成

<スケッチ作成用コマンド>



(1) 点を描く

を選択する。
 ②点を決定する。



(2) 直線を描く

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 えるを選択する。
 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



- ②4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>







<3 点を通る円を描く方法>

②適当に3点を決定する。
 ③3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 点を通る円を描く方法>

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
  - 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 2 を選択する。

②楕円の対角の長さが長い方の端点を 2ヶ所決定する。

③②に垂直な方向の長さを決定する。

3 3 3 0	3	
··· ac	8	
		3
8 0 mm 🗘	1	2
\$	Е	
- 324		

(9) 楕円弧を描く

金 選択する。
 ② 楕円弧の中心点を決定する。
 ③1 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。



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<u>補助線</u>として扱う。
   ①補助線とする線を選択する。
  - ② <sup>1</sup> 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)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。





(4)2 直線間を平行拘束する。 ①2 つの直線を選択する。





(5)2 直線間を垂直拘束する。 ①2 つの直線を選択する。





①2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 > くを選択する。













(7)接点拘束する。

①円(または円弧)と点を選択する。





(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。





(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。





- (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。

○ 四古古道 (1) ○ ● ※ ※ 第 章 ● 四個 創創 (1) ○ 10 1 × X 圖 ● C I - Ø L ◆ = >< B + (1) Ø O < + 1 2	
↓	★ Karland × - × - × - × - × - × - × - × -
長さ: 60 mm <sup>®</sup> ∲ 名前 (オブション) OK Cancel	

(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。







# (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。



(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。





#### 2-4 平面図を立体図にする

(1)押し出し

①ボディー 🎯 →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

參」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。

エデル ねつわ	5 NG2	- r ×
	8 4 6 8 8 8 8 8 9 9 9 4 4 4 5 2 5 9 • / 4 2 9 8 9 4 4 5 5 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	
OK Cancel		
😢 押し出しパラメーター 🔹		
タイプ 寸法 <b>▼</b>		
長さ 10.00 mm 🐵 🜩		
□ 面に対して対称		
🗌 逆方向		
面が選択されていません		
🗹 ビューを更新		k.
	🚯 Turz por 🖸 🚯 Annual H 🔯	5 (1) Mar

# (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。



	C N? PSkatther		0	-						
		*****	a. ).		- et 4. X	2205	· = 1 -		TION	. 2. 17.
				J.					1.0	
920										
Obse										
リルパーメッセージ (2)					-					
自成の羽東スケッチ										
C.10414UC										
BANEN75 En		1 1 1								
dit controls (R		_iii								
りっドの表示										
894X 1010 mm 🔃										
りられこステップ 日時10度 201										
元與な自動物準相因聲										
9月25日開催: 第5次月日-										
898.89 898.89										
onstraints (2)										
Constraint1										

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。

	動 Heckia 	- a ×
		a
モデル タスク	Calify the second secon	
<ul> <li>スケッチを作成</li> <li>知し出し、</li> </ul>	(a)     (	
ポケット     選択されたスケッチ     選択されたスケッチ		
≫ 回車x1本 参 グルーブ		
△ 加算パイプ		
<ul> <li></li></ul>	B for you B located H B	k.

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。



E U

ť.

RenCAD	949 AT 18	- o ×
	🗑 Part Design 🔹 🔴 🛄 🍃 🍉	
3         •         •         ●		
70/57 (t) Alledonent Mag Nach Falface Mag Nervec (1) (2000 100: 300 100: 300 100: 300 Attachenet (1) (2000 100: 300 100: 300 100: 300		
> Nacement (16.06.06 00:00.00.00.00.00.00.00 em Label Setteriol Constructs) Constructs (1		
		Ĺ.
🕂 🕅 🕂 👘 Start page	🚯 Umaned : 🗵 🔯	
(Ch1+Z) 12頃の状態に戻す		CAD* 184.06 mm x 100.22 mm

②タスク欄のスケッチツールより「回転体ジ」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
- 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。

FreeCAD 0.18					- 🗆 X
ファイル(E) 編集(E) 表示(V) ツール(E) マクロ(M) Sketch Profiles	ウィンドウ(W) ヘルブ(山)				
🗋 🔚 🚵 📇 🗐 🗊 🤙 • & • 😂 😡	🚱 Sketcher 🔹 🔴 📰 🔁 🕨				
S Q Q - \$ 1 2 2 3 3 4 5 4 1	6 🖿 🖻 📥 🔂 💽 🗊 🕅	1 (* 1)4 191 <i>®</i> (*) *	K•µ□ □•○執考	{ <del>-</del>	
2 · / h. · · 4 · H · N [] O.	0 1. X 2 3 0 6 · r	1-11+=	×O BHIZ	0-∢≻₽	
コンポビュー 5				1	
モデル 📏 タスク					
▲ 開いる					
- ソルバーメッセージ *					
2 自由度の拘束スケッチ下 0 秒で求疑しました ☑ 冗長な要素を自動削除					- • • •
☑ 自動更新する 更新					
Edit controls	l				
Constraints (*					
7ィルター: すべて ▼ ダ 内部アライメントを非表示 1 拡張情報					
• Constraint1         • Constraint2         • Constraint3         • Constraint3         • Constraint3         • Constraint5         • Constraint5         • Constraint7         • Constraint7         • Constraint7         • Constraint7         • Constraint9         • Constraint9	(-22, 9, 15, 3		-		
秦興 ()					
947. Isi -					
1-直接 2-直接 3-直接 4-直接					¢ ‡2_
Preselected: Unnamed.Sketch.Edge4 (-22.945639, 15.293163, 0.011999)	Rタートページ 🖸 🛛 🛼 Unnamed : 1* 🛛				() CAD▼ 125.62 mm x 77.10 mm

③ ツールバーから 【と He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。

🏚 長さを挿入	? ×	🔂 長さを挿入	? ×
長さ: 50 mm	@	長さ: 70 mm	@
名前 (オプション)		名前 (オブション)	
	OK キャンセル	ОК	キャンセル

e			
	-		

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<sup>ジ</sup>」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で円を描く。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。

FreeCAD 0.18					- 🗆 ×
ファイル(E) 損集(E) 表示(V) ツール(I) マクロ(M) Sketch	Profiles ウィンドウ(W) ヘルプ(H)				
	3 📢 😰 Sketcher 🔹 🔴 🔛 🖂 🕨				
		K K K K M Ø (1	11-10 🖉 · 〇 宗 幣 ·		
#   ● / D * ⊕ * <b>4</b> * H * N □		r   - // I *:	= × O A H I Z (	۵-∢≁ ₽	
モデル 、 タスク					
間13.					
100070007/meT					_ •
0 秒で求解しました 同 東京 ショーティック 計画的					
☑ 自動更新する 更新					
Edit controls					
Constraints					
7ィルター: 박지진 🗸					
図 内部アライメントを非表示 □ 対応性体部					
Constraint1 (15 mm)			• 15 m	m	
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·					
\$17: Ini	•				
● 1-円					
					2 ×
	▼ 2タートページ □ Pa Unnamed-CNC: 1● 図		****		
					CAD - 125.62 mm x 77.10 mm
	🏩 半径を挿入		1	? X	
	半径 15.0	0 mm			
		•		•	
	名前 (オプション)				
			OK A	1771	

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)





① 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。
- ③ 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。

⑤ 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	1ベンチ		Part Des	gn	から	ſ	Part	」にも	辺り替え	える。	)	
Comp が別の	ound Dデータ	してあ	選択して。	合成す <sup>.</sup> : <b>う)</b>	る。 <u>(こ</u>	<u>の操作</u> る	をしない	いと、伊	見えば、	フィレ	<u>ット部と</u>	円筒部
FreeCAD 0.18											- 🗆 X	
ファイル(E) 編集	D 表示(Y) ツール(D)	マクロ( <u>M</u> ) 部品( <u>p</u> ) Meas	ire ウインドウ( <u>W</u> ) ヘルブ( <u>H</u> )									
		3668		053	a 🕴 🖻 🍙 🗸		🕋 🕅 - d	a 🖉 🖉 🖉	<b>L</b> - 🔊 - 🏂 🕷	a 🖿 🚘 🚳 🖗	a a a a	
⊐1/#ピュー			e ×							* * <b>*</b> * *		
モデル タスク			_									
アプリケーション												
<ul> <li>Ø Unnamed</li> <li>Ø Body</li> </ul>	-CNC											
> 上の > 県内	igin d										<u> </u>	
> 🥏 P	icket						<u>_</u>				• •	
> 👘 Fi	cket001											
> Juli Comp	ound					C						
						$\left( \right)$						
プロパティ	值					N -	1					
Base						$\sim$						
Label Part Design	Pocket001							7				
Refine	false											
Pocket	Length											
Length	3.00 mm											
Length2	100.00 mm											
Offset Sketch Based	0.00 mm											
Midplane	false											
Reversed	false										Z,Y	
											K.	
、本子ハデト	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·		5 24-bd-0 5	Innamadi CNC - 1+ 🛤								
Berter Comment			New York Contraction of the							0 (40-		

① 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 でモデリングしたバーツで「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 **全** 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。

		閉じる	3	適用		
4	▶ ブーリアン演算	-		_	_	
	ブーリアン演算					
	<ul> <li>結合</li> </ul>			○ 差集合		
				○ セクション		
	1.40000		•			•
	「番白の図形			2番日の図形		
	Body			□ 🕼 Bo	dy	
	C C Pau			🗌 🍔 Pa	d	
	🗌 🥏 Pocket			🗌 🧳 Po	cket	
	🗌 🌒 Fillet			🗆 🌒 Fill	et	
	🗌 🥂 Pocket001			🗆 💐 Po	cketuul	
	Stock		4	🗹 🧊 Sto	ock	

(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。

ワークベンチを「**『**Part」から「 **ぷ Path**」に変更する。

FreeCAD 0.18		- 🗆 X
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) ツール(T) マクロ(M) 部品(p) Measure	- ウインドウ(W) ヘルプ(H)	
" 🖶 🏝 📇 🗶 🗐 🗍 🖕 - A - 😂 N2	🗊 Part 🔻 🔴 🏢 🔁 🍉	
	69 Arch 1 ★ Complete	n 🛃 🔍 🕲 🖏 🖓 🦓 🕅
10mc1 1	Drawing	
	S Insee	
アブリケーション	Inspection	1°0
V 🔮 Unnamed-CNC	wesh bestern	
Y 🏟 Body	C OpenSCAD	
> - Origin	Part Design	N 🕋 🗸
> S Pad	E Path	<b>~ ~</b>
Fillet	M Plot	
> 🜒 Pocket001	Revitacing	
> 🗐 Compound	Robot	
	Ship	
	Spreadsheet	
	Start	
	Surface	
	Test framework	
-ter of - a lab	9 Web	
JU//71 18		
label Pocket001		
Part Design		
Refine false		
Pocket		
Type Length		
Length 3.00 mm		
Length2 100.00 mm		
Offset 0.00 mm		
Sketch Based		
Midplane Taise		
Neverseu Taise		ζ <sub>γ</sub>
		K <sub>×</sub>
L 表示人 <i>デー</i> タノ	n 🖡 スタートページ 🔝 🛼 Unnamed-CNC : I* 🔯	
		CAD - 204.30 mm x 115.01 mm

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)」

Template		
<none></none>		
Model		
✓ ソリッド		_
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

モデル 📏	タスク				
		ОК	キャン	tu I	
🔂 Job Ed	it				۲
General	Output	Setup	Tools	Workplan	Op Delfa <b>k</b> li
Output Fil	e				
Processor	centroid				-
Arguments	centroid	ime			Â
	grbl grbl G81	n	>		
	linuxcho				- 11
	philips rml				~

⑤ 「Job Edit」内の「Tools」タブを選択し、「Add」を押す。

<u>OK</u> キャンセル
Dob Edit
General Output Setup Tools Workplan Op Defaults
Tools
Name # mm/s mm/s Spindle
Default Tool I 0 0 +0
Edit Add Remove
Default Values

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。

F	🏚 Tool Library											?	×
[			Imp	ort						Export			
	Tool Num	Name	Tool Type	Material	Diameter	Length Offset	Flat Radius	Corner Radius	Cutting Edge Angle	Cutting Edge H	leight		
	¥ Create Tool 0	Controller(s)		🖗 New To	ol	$\rightarrow$	🗙 Delete		🛧 Move up		👆 Move dov	vn	
											ОК	キャンセ	JI.

- Name…Kitmill-T1  $\triangleright$
- Type…EndMill  $\triangleright$
- Material(材料)…Carbide  $\geq$
- Length Offset(工具長オフセット)…0.00 mm  $\triangleright$ Tool Parameter
- Diameter(直径)…2.00 mm  $\triangleright$
- $\triangleright$ 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

R Tool Editor

Tool

Name

Туре Material Kitmill-T1

EndMill

Carbide

Length Offset 0.00 mm

Tool Parameter

D = 2.00 mm

H = 10.00 mm

× ?

Ŧ

-

Η

OK キャンセル

S

D

0

 $\bigcirc$ 

Ø



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。

	OK ++>>	tu	OK キャンセル
≱ Job Edit			* Job Edit
General Output Se	tup Tools '	Workplan Op Defau	General Output Setup Tools Workplan Op Default
Tools			Tools
		· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	
Name	# mm/s	mm/s Spindle	Name # mm/s mm/s Spindle
Default Tool	1 0	0 +0	T1: Kitmill-T1
T1: Kitmill-T1	1 0	0 +0	
Edit Default Values	Add	Remove	Edit Add Remove

- Controler 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

参考

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)

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		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	エンドミル	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1 KitMill CL-420 切削条件

K:+M:II PT 200	丁版话版	刃物直径	切り込み量	XY 軸送り速度	Z軸送り速度
	入初性知	[mm]	[mm]	[mm/s]	[mm/s]
発泡ポリウレタン		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	エンドミル	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

表 2 KitMill BT-200 切削条件

#### ⑨ 「OK」を押し、ジョブの作成を終了する。

Controller Name / Tool Number	
T1: Kitmill-T1	1 8
Horiz. Feed	15.00 mm/s 🐵
Vert. Feed	10.00 mm/s 🐵
Horiz Rapid	0.00 mm/s 😂
Vert Rapid	0.00 mm/s 😂
Spindle	
4000.00 V FORMARD	

① スピンドル回転数の入力が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タグ Tool Spindle Speed の値を直接入力する(CL-420:5600rpm BT-200:4800rpm)。

コンボビュー			ť	×
モデルタ	スク			
ラベルと属性				^
> /	L Origin			
> 1	🕏 Pad			
> d	Pocket			
6	Fillet			
	Pocket001			
	Compound			
	op ≜ T1: Kitmill-T1			
	Proventions			
>	Model			$\checkmark$
プロパティ	値			
Base				
Label	T1: Kitmil	-T1		
Feed				
Horiz Fee	ed 15.00 mm	/s		
Vert Feed	d 15.00 mm	/s		
Rapid				
Horiz Ra	pid 0.00 mm/	s (SetupSheet.Hoi	rizRapid )	
Vert Rapi	id 0.00 mm/	s (SetupSheet.Ver	tRapid )	
Tool				
Spinale L	Dir Forward			
Spindle S	Speed 4800.00		@	÷
Teel Nur	mber 1		RPM単位での切削スピンド	րալ
∖表示 /\デ	-9.]			

参考

- (3) 切削オペレーション (加工パスの作成)
- 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、<u>表 1~表 2 の「切り込み量」を設定</u>す る(発泡ポリウレタンの場合は OpToolDiameter(自動)のままで OK)。

モデルタスク			
ラベルと属性		^	]
アプリケーション			
🗸 🜒 Unnamed	-CNC		
> 🍪 Body			
> 🂓 Comp	ound		
V 🛃 Job			
. ♥ T1:	: Kitmill-T1		
> @ Or	perations		
	bdel		
	tupSheet		
	aponeer	~	
プロパティ	值	۸	
Base			
Label	SetupSheet		
Operation De	pths		
Final Depth	OpFinalDepth		
Start Depth	<del>OpStartDepth</del>	J	0.1mm など(表 1 ~表 2 を参照)
Step Down	OpToolDiameter		
Operation ite	yins		
Clearance H	OpStockZMax+SetupSheet.ClearanceHeigh		
Clearance H	5.00 mm		
↓ 表示 ハ データ /	· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	*	3

- ・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	D設定が違う場合』:	
「深さタブ」を選択し、「St	ep Down」の青いアイコンを	クリックして「OpToolDiameter(ツール
の直系から自動で切込み量を	を設定する機能)を「破棄」し	∠て、 <u>表 1~表 2 の「切り込み量」を設定</u>
する(発泡ポリウレタンの場	易合は OpToolDiameter(自重	b)のままで OK)。
モデル \$22 OK キャンセル 適用 Contour 深差 高之 工程 Tool Controller Extra Offset Use Start Point Use Compensation	€ቻ// \$\$22 OK **v2t2// 2001 ?RE Start Depth 000 mm € Final Depth 000 mm € Step Down 200 mm € 200 mm € €	数式エディター ? ×     結果: 2.00 mm
	高さ 工程	Start Depth 0.00 mm C C C C M mm C C C C M mm C C C C M mm C C C C



※「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で大丈夫である。(CNC の基準点と CAD の基準点が異なるからである)

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 2000 」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 しょうを選択する。

Re FreeCAD 0.18	X
ファイル(E) 編集(E) 表示(V) ツール(I) マクロ(M) <u>P</u> ath ウィンドウ( <u>W</u> ) ヘルプ( <u>H</u> )	
x x x · x * x x x x x x x x x x x x x x	
モデル タスク	
ラベルと属性 ヘ	
アプリケーション	
Vinnamed-CNC	
V 🕼 Body	
> R Pad	
> 🧶 Pocket	
Fillet	
> Compound	
V Job	
💠 T1: Kitmill-T1	
Operations	
Pocket 3D	
Pocket_Shape	
> Model	
プロパティ 値	
Base	
Links Pocket001	
Placement [(0.00 0.00 1.00); 0.00 "; (0.00 mm 0.00 mm 0.00 mm)]	
Laber Compound	
	E Start St
表示 八 データ /  下ータ /   下ータ /   トパージ 区	eed-CNC : 14 🔀
Preselected: Compound - Unnamed CNC.Compound.Edge25 (0. 0. 10.0131)	[] CAD▼ 20430 mm x 115.01 mm

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。

- (4) シミュレーションでパスを確認する。
- 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。



③ 「OK」を押すとシミュレーション結果が CutMaterial として記録される。(シミュレーション結果 が不要ならば「キャンセル」ボタンを押す)



#### (5) NC プログラムのエクスポート

	Y :
📴 💽 💓 🖳 👭 📖 🗳 🗳 🗳 🛃 🚽	1 🖬 🍃
	₽×
モデルタスク	
ラベルと属性	^
> 🔑 Origin	
> 😰 Pad	
> 🥔 Pocket	
Fillet	
> 🌒 Pocket001	
🗎 🛄 Compound	
T1: Kitmill T1	
> 🖑 Operations	
> Model	×
	<b>A</b>

※「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。

🛼 ファイルのエクスポート				×
<ul> <li> <ul> <li></li></ul></li></ul>		۷ ن	○ デスクトップの検索	
整理 ▼ 新しいフォルダー				• ?
<ul> <li>▲ クイック アクセス</li> <li>■ デスクトップ メ</li> <li>▲ ダウンロード メ</li> <li>※ ドキュメント メ</li> <li>■ ピクチャ メ</li> </ul>	更新日時	種類	<u></u>	~
OneDrive PC ファイルを(N): <u>M28-00 高等大時ne</u> ファイルの理想(T): GCode (*,nc *,gc *,ngc *,cnc *,tap *,gcode)				<b>&gt;</b>
<ul> <li>フォルダーの非表示</li> </ul>		C	保存( <u>S</u> ) キャ	ッンセル

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。

לישל 🙀	けを選択		?	×
Processor	grbl_post			•
Arguments				
	OK	キャンセル	ιL –	

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。

🔯 FreeCAD	?	×
(Exported by FreeCAD)		<u> </u>
(Post Processor:		
PathScripts.post.linux	cnc_p	0
st)		
(Output Time:2020-03-10	6	
19:10:37.624833)		
(begin preamble)		
G17 G54 G40 G49 G80 G9	0	
G21		
(begin operation: Job)		
(machine: not set, mm/r	nin)	
(Contour)		¥
OK	キャン	セル

#### (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。

プロパティ	値		]	
Base				
Label	Job			
Model	Model			
Setup Sheet	SetupSheet			
Stock	Stock			
Tool Contro	I T1: Kitmill-T1			
Geometry				
Coometry T	10.00 µm			
Output				
Post Proces	linuxcnc	•		
Post Proces			ポストプロセッサを選択	
Post Proces				
Path				
Description				

#### 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 CNC4.02 を起動する。
- ③ 「RESET 些」を押し、CL-420 を動かせる状態にする。

E CNC V4.02.78 / CPU5A4D 1.11-U	C:¥CNC4.02¥macro.cnc		– 🗆 ×
操作画面 Coordinates CAM 刃物パラ	メータ 座標設定 入出力表示 Service Util こ	プロパティ ヘルプ	
	otool		機械座標 Work
			<u>x -0.505</u>
		20/	Y 0.000
			z <u>0.000</u>
			送り速度 G/Mコード Time
EStan =			F 0 100 100% S 0 0 100%
		G17 G40 G21	G90 G94 G54 G49 G99 G64P0.1 G97 G50 G0 T0
IOGuard		1000002 000002 000000 000000 000000 000000	<pre>* This is file macro.cnc version ;* This is file macro.cnc version ;* Ti is automatically loaded ;* Customize this file yourself if ;* It contains: ;* - subroutine change_tool this ;* - subroutine home_all, called ;* - subroutine home_all, called ;* user_l contains an example of ;* user_2 contains an example of ;* user_2 contains an example</pre>
11:20:54 Info Rea	dy for operation	0000012 0000013 0000014 0000015 0000016 0000017	;* ;* You may also add frequently use ;************************************
<		> <<	< <u>513</u> > >>
	F5 F6 F7 F8	F9 F10 F11	

 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。

CNC V4.	02.78 / CPU5/	44D 1.1	1-U C:¥CN	C4.02¥macro	o.cnc								_		×
操作画面	Coordinates	CAM	刃物パラメータ	座標設定	入出力表示	Service	ปป	10/17-1	ヘルプ						
		. <b>.</b>	:49 NOTO	<b>517</b>							$\bigoplus$	機械座標 Work	-0.	50	)5
										2D/	$\bigoplus$	Υ	0.	00	0
										P., 3D	$\bigoplus$		0.	00	0
EStop										0 0	$\bigcirc$	送り速度 G/Mコード F 0 S 0	10 Time	0 1( 0 1(	00% 00%
IOGuard										<u>}</u>	G17 G40 G2	1 G90 G94 G54 G49 G99 G	64P0.1 G97 G5	0 G0 T0	
Probe Home- x Home- y Home- z		0	•								0000002 0000003 0000004 0000005 0000006 0000007 0000008 0000009 0000009	<pre>;* This is fi ;* It is auto ;* Customize ;* It contain ;* - subrouti ;* - subrouti ;* - subrouti ;* - subrouti ;* - subrouti ;* user_1 c</pre>	le macro. matically this file s: ne change ne home_a ne home_a ne user_d ontains a	cnc v v load e your e_tool c h all, c l u an exa	ersion ed self if this i ome_z, alled v ser_11, mple of
	Rea 11:20:	dy fo 54 Info	Ready for o	<b>Lion</b> operation							0000011 0000012 0000013 0000014 0000015 0000016	;* user_2 c ;* ;* You may al ;***********	ontains a so add fr	equen	mple of tly us(
	<									>	<	; user Tunctio	.3 >	· · · · · ·	vser i
RESET	$\bigcirc$	$\oplus$	AUTO		MDI	MACHINE	7				2	Ed		C	
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8		F9	F10	F11	F12		-	

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 (continuos) を選択す ると押し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。

機械座標 Work	機械座標 Work
★ _71.584	0.000
Y −124.360     Y	0.000
	> 🕀 🔁 0.000
送り速度 G/Mコード Time	Zero Axis G/Mコード Time
F 0 100 100% S 0 0 100%	F 0 100 100% s 0 0 100%

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

RESET	$\bigcirc$	$\oplus$	→ AUTO		MDI		Ð			۵	2	Eding 💽
F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	



開く			×
← → 、 ↑ ■ > PC > デスクトップ >	~ Ō	デスクトップの検索	Q
整理 ▼ 新しいフォルダー			
<ul> <li>↓ ダウンロード</li> <li>↑ M28-00_高専太郎.nc</li> <li>↑ ドキュメント</li> <li>► ビクチャ</li> <li>● ビデオ</li> <li>♪ ミュージック</li> <li>* ローカル ディスク (C</li> <li>■ USB ドライブ (E)</li> </ul>			
▼ ファイル名(№: M2B-00_高専太郎.nc	~	CNC Files (*.nc *.cnc *.ng 開く( <u>O</u> ) キャ	c*.gc 〜 ツセル



- 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<sup>■■</sup>」を押す。
- ① 「START START 」を押し、NC プログラムを実行する。
- ② (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
   ② を押すと加工が開始される。)
- ③ (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。

- ⑪ 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。



- ⑪ パソコンで USBCNC USBCNCV3 を起動する。
- ⑧ 「RESET 」を押し、BT-200を動かせる状態にする。



① 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、「PgUp」と「PgDn」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 (continuos) を選択す ると押し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))。



20 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



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。

▲ 110 100 10000000000000000000000000000	CITOL IMPROVED COLOCO.	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	428 > >>
	auto		+בבאטאא

Home- z 🌾	00:00:00: Collision TCA Collision MA			4 ;* Customize this file yourself 5 ;* It contains: 6 ;* - subroutime change_tool this is ca 7 ;* - subroutime home_x home_z, ca				
	19:33:25 Info CPU at <com4> used 19:33:41 Info resetボタンを押し、接続を確立してください 19:34:27 Info resetボタンを押し、接続を確立してください 19:34:56 Info Drives enabled</com4>	8 9 1 1 1 1	0 1 2	;* - subroutine home_all, called when ho ;* - subroutime user_1 user_11, called ;* user_1 contains an example of zeroin ;* user_2 cintains an example of measu ;*				
	<	•	<<	<	428	>	>>	
		<b>*</b>		ŀ	自動切削 Arc Feed %	□ 1□ □ 7/0 □ 仮想	-ド毎に停止 D行を省略 想動作	
	$\bigcirc$	۲	A般	9 🥩 😢	caps 🗗 Kana 🗸 🔺 😽	🗊 🐂 (		

聞く			×
← → ~ ↑ ■ > PC > デスクトップ >	~ Ū	デスクトップの検索	Q
整理 ▼ 新しいフォルダー			
<ul> <li>↓ ダウンロード</li> <li>↑ M28-00_高専太郎.nc</li> <li>↑ ドキュメント</li> <li>■ ビラチャ</li> <li>■ ビデオ</li> <li>♪ ミュージック</li> <li>■ ローカル ディスク (C</li> <li>■ USB ドライブ (E)</li> </ul>			
ファイル名( <u>N</u> ): M2B-00_高専太郎.nc	~	CNC Files (*.nc *.cnc *.ng 開く( <u>O</u> ) キャ	c*.gc 〜 ッンセル

USBCNC V	3.52.8	/ USBCNC-34 1.	06-U	C:¥Users¥stude	nt¥Desktop¥M2B-0	0高專太郎.nc						- 🗆 ×
操作画面 (	САМ	刃物パラメータ	座標設定	入出力表示	プロパティ ヘルプ							
SpeedOV %	-									根被座橋	9 ワーク座標	
		\	$\checkmark$						$\bigcirc$	Х	-90	.467
<u> </u>		,								Y	-0	.864
										Z	4	. 998
AUX1										% 1	100 F	0
•									G1 G17 G40	G21 G90 G9	94 G54 G49 G99 G64P0	0.1 G96
EStop @		Y							M5 M9		F60.00 S0 T1 L513	
		2							30G使用可	能		
Probe © Home- x © Home- y © Home- z ©		00:00	: 00  ta's-	00:15:	02 Collision TC Collision M/	000 ZD=21.0	000		505 506 507 508 509 510	G1 X2.0 G3 X2.0 G3 X2.0 G0 Z5.0 (finish o (begin p	34 Y50.000 Z-1 00 Y50.000 Z-1 00 Y49.966 Z-1 00 peration: Job) ostamble)	.000 F900.000 .000 I-0.017 J-0 .000 I0.017 J-0
		10:49:29 Info 10:49:29 Info	Loadi Start	ng done, nrOfLine rendering	es = 941 -> 19 KB			^	511 512	M05 G17 G54	4 G90 G80 G40	
		10:49:29 Info 10:49:29 Info	Done Done	range-> X=-90.4 Delta's-> XD=72	16818.468 Y=-0.8 .000 YD=52.000 ZD=	54 - 51.136 Z=-17.00 21.000	1 - 3.999	¥	513 514	M2 ;*****	*****	******
		<						>	<<	<	941	> >>
	reset			TIM6 GLZASTR GLKATZ	Ш		*	*			自動切削 Arc Feed % 100	<ul> <li>□ -ド毎に停止</li> <li>□ ""の行を省略</li> <li>□ 仮想動作</li> <li>○ 高速表示</li> </ul>
F1	F2	F3	F4	F5	F6		F9	F10		F12		□輪郭のみ表示

- 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 ]を押す。
- 26 **し**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 (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。)



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。

【 ■・▶ 書 長・ゆ、倉 約・職・*。 ● 2000		★ ▲ まままままままます。 ★ ★ ままなオンシート 〒 ◎・ _ お ×
C 20 2575 任 総分 日 円路 (日本) (日本) (日本) (日本) (日本) (日本) (日本) (日本)	な 22 22 23 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2 2	
Lopic × EFA + № 1/2 74-1 70-1510 74-1 #8(1)		
@ Part2		前
		÷
		51.427 mm
•-•×		-
「合田田田」▲ マイホーム Part2 × 反対例のコーナーを選択 日 日 ▲ マイホーム Part2 ×	4	73.233 mm, 51.427 mm 1 1
🗄 🔘 ごに入力して検索 🔒 📑 🤮 📄 🔯	<u>o</u> e o <u>u</u> <u>I</u>	x <sup>8</sup> ∧ <b>▲ </b> ♥ ♦ ± A 25:2 00:/10/005

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。



③ 「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。

700 30 モデル     40 エック     30 エック・     30 エー・     30 エ		■         Autoda lavata francost           ● 50         ● </th <th>10 10 Face     10 10 Face</th> <th></th>	10 10 Face     10 10 Face	
ana prek 70-rtsprek μ∎tit Gra				
2(-5)tsたは寸法を描述 業 ○ ここに入力して検索	·····································	e • @ 1		- 1602 mm, 5620 mm, 72275 1 1

押し出し			×
8145 2018			
2027+16 シリッド 変力			×
	<i>8</i>	0K	4+542.6
		<b>A</b>	

- ④ 「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)



<ul> <li>── Autodesk A360</li> <li>♥● ライブラリ</li> </ul>	保存する場所( <u>l</u> ):	- 卒論資料	- © 🖻 🖻	•
Content Center Files	名前	^	更新日時	種類
	- スマホ 写真		2019/01/28 7:08	ファイル フォルダー
	soturon.stp		2019/01/30 5:35	STP ファイル
	<			>
	7- (1.5.0.)			
	ノア1ル名( <u>N</u> ):	Part2.stp	~	
	ファイルの種類(工):	STEP ファイル (*.stp;*.ste;*.step;*	.stpz) 🗸 🗸	
2	プレビ	aー オプション( <u>P)</u>	保存	キャンセル

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 $\sim$						
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						
プロセッサー(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。

	設定		
		Ŋ	Windowsの設定
• • • • • • • • • • • • • • • • • • •			
-		設定の検索	٦
and the second sec	<u> </u> システム	デバイス	電話
	ディスプレイ、サウンド、通知、電源	Bluetooth、プリンター、マウス	Android, iPhone のリンク Wi-Fi、
and the second s			
	<b>₽</b> アプリ	Q アカウント 🚱	時刻と言語 (ズ) ゲーム
8	アンインストール、既定値、オブションの機能	アカウント、メール、同期、職場、家 ステ 族	音声認識、地域、日付 ゲーム / ゲーム / ゲーム 1
	Cortana	A 751/19-	更新とセキュリティ
0	Cortana の言語、アクセス許可、通 知	位置情報、カメラ	Windows Update、回復、バック アップ
O			
ア に入力して検索	Q.		
← 設定		← 設定	
ŵ <b>ホ−</b> ム	ディスプレイ		バージョン情報
設定の検索・ク	明るさと色	設定の検索・	Windows Defender で詳細を確認します
システム	明るさの変更	э <b>х</b> <del>г</del> ь	
ロ ディスプレイ	夜間モード	マ ディスプレイ	デバイスの仕様
40 サウンド	77	ሰመ <b>ተተ</b> ንጊዮ	(MEX.ls. HF) gategi 17 withs
□ 通知とアクション	夜間モードの設定		デバイス名 プロセッサ
♪ 集中モード	拡大縮小とレイアウト	し、」 通知とアクション	
() 電源とスリーブ	テキスト、アプリ、その他の項目のサイズを変更する	⇒ 集中モード	奏要 RAM デパイス ID
ロ パッテリー	100%(推奨) /	① 電源とスリーブ	プロダクト ID システムの種類 64 ビット オペレーティング システム、x64 ペース プロセッサ
	解像度	ロ バッテリー	ペンとタッチ このディスフレイでは、ペン人力とタッチ人力は利用できま サム
	1920×1080 (推奨) ~	ロ ストレージ	
	向き 	□ タブレット モード	このでしい方向の変更
	模 ~		
白 この PC へのフロジェクション	複数のディスプレイ		Windows の仕様
X 共有エクスペリエンス	ワイヤレス ディスプレイに接続する	■ このPCへのノロジェクション	エディション Windows 10 Pro
シ リモート デスクトップ	3D 表示モード	※ 共有エクスペリエンス	インストール日
① バージョン情報	イノ 旧形のディフプレイド自動的に接続されたいてとがおります (検出)を選切!	>ゲ リモート デスクトップ	OS ビルド プロダクト キーの変更または Windows のエディションをアップグレード
	ロエック・レインレー16日期かりにはなかして40%いことがのりよう。[東山] で選択して接続を試してください。	① バージョン情報	サービスに適用される Microsoft サービス規約を読む
	検出		マイクロソフト ソフトウェア ライセンス条項を読む
	ディスプレイの詳細設定		

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)