



## ビギナー向けレッスン

CAM

01

### 2軸加工：前編

- 3Dデータの準備
- [設定] の作成
- 加工パスの作成 - 面 -
- 加工パスの作成 - 2D負荷制御 (1) -
- 加工パスのシミュレーション
- 加工パスの作成 - 2D負荷制御 (2) -
- シミュレーション機能について

後編の内容：

- 加工パスの作成 -2D輪郭 (1)-
- 加工パスの作成 -2D輪郭 (2)-
- 加工パスの作成 -2D面取り-
- シミュレーションでの形状確認
- 加工パスの作成 -ドリル(1)-
- 加工パスの作成 -ドリル(2)-
- NCプログラムの作成

# Fusion 360 CAMの概要

Fusion 360 では、CNC 加工機をすばやく簡単にプログラムし、粗取り加工を効率的な負荷制御で行ったり、複合軸機械加工を工具方向で制御したりできます。プロフェッショナルレベルの設計ツールに加えて、強力なポストエンジンも搭載。2.5 軸、3 軸、4 軸、5 軸加工、ブローイング、旋盤、ミルターン、プロファイリングなどの便利な機能を製造プロセスで活用できます。

標準のFusion 360 の CAM 機能では、2軸から3軸加工、さらに3+1、3+2軸の割り出し5軸まで対応。さらにMachining Extensionを利用することで、Fusion 360のCAM機能が強化され、4軸および5 軸プログラミング、ツールパスの最適化、プロセスの自動化、検証機能などの高度な製造テクノロジーをご利用いただけます。

## 標準のCAM機能とMachining Extensionの機能表

Fusion 360 標準CAM機能	+	Machining Extension
<b>ミーリング</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 2軸、2.5軸、3軸加工</li><li>・ 3+1、3+2軸加工</li><li>・ 旋盤</li><li>・ 追加の工具の姿勢制御</li></ul>		<b>ミーリング</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 3軸の“急斜面と緩斜面加工”</li><li>・ 4軸の回転加工</li><li>・ 5軸の“急斜面と緩斜面加工”</li><li>・ 自動の衝突回避</li><li>・ スワーフ</li><li>・ 複合軸輪郭</li><li>・ 複合軸チルト</li><li>・ 複合軸フロー</li></ul>
<b>ドリル</b> マニュアルのドリル設定		<b>ドリル</b> 自動の穴認識
<b>プローブ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ プローブWCS (位置決め)</li></ul>		<b>ツールパスの編集</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ トリミング</li><li>・ パスの削除</li></ul> <b>プローブ</b> <ul style="list-style-type: none"><li>・ 形状のプローブ</li><li>・ サーフェス検査法</li><li>・ パーツの位置合わせ</li></ul>

## Machining Extensionのチュートリアル動画

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLdIShSczcI4BuTk3V8n6zxUNAE3WrEMvx>



# 3Dデータの準備

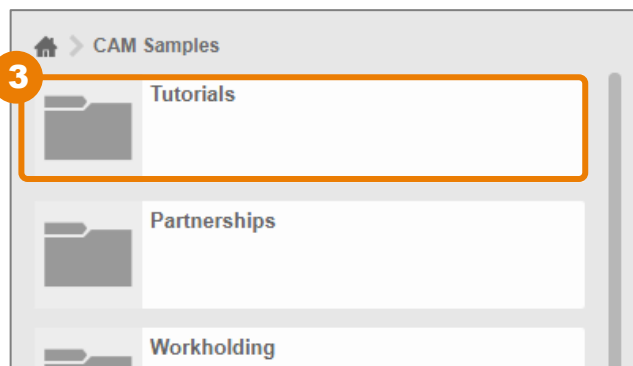
## サンプルデータを開く

1 [データパネルを表示] をクリック



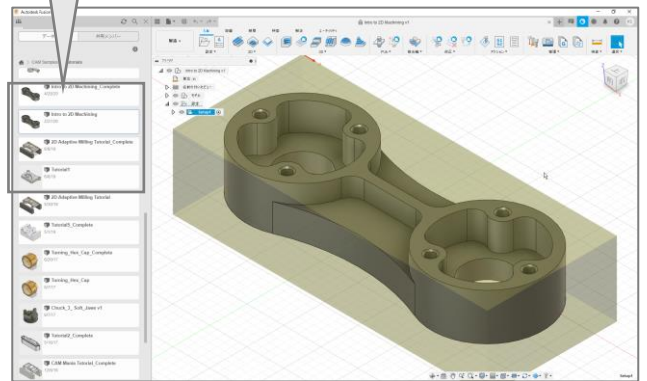
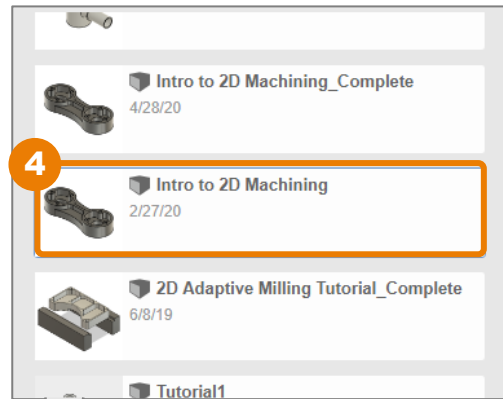
2 [CAM Samples] をダブルクリック

3 [Tutorials] をダブルクリック

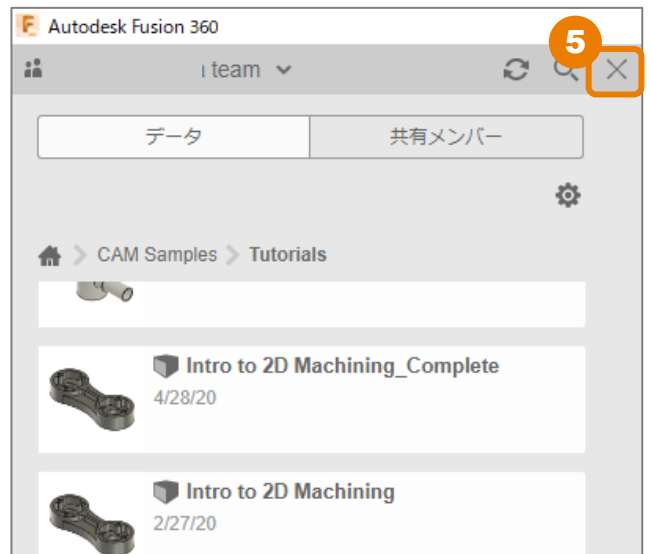


### 4 [Intro to 2D Machining] をダブルクリック

※ サンプルデータのため、上書き保存ができません。保存する場合は、[ファイル] → [名前を付けて保存] で、ご自身の管理するプロジェクトへ保存してください。

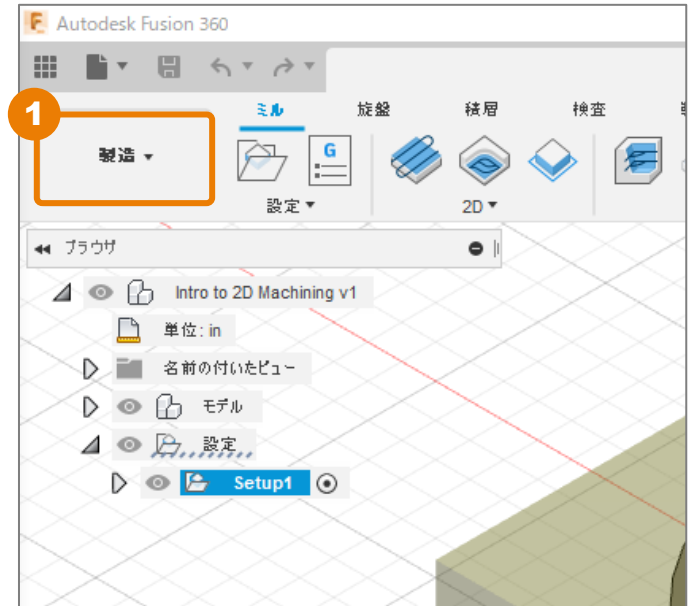


### 5 [データパネルを閉じる] をクリック



## 単位を変更する

1 作業スペースが [製造] になっていることを確認する

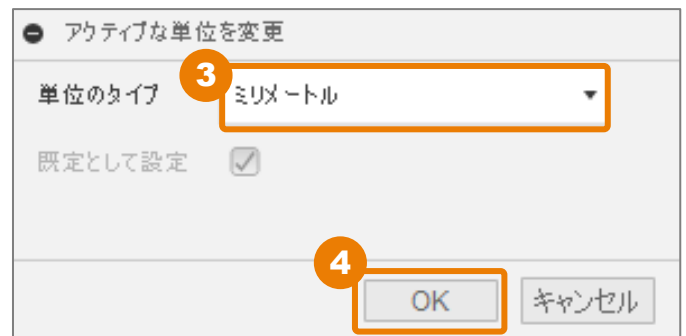


2 [アクティブな単位を変更] をクリック

※ [単位: in] にマウスカーソルを重ねると、ボタンが表示されます



3 [ミリメートル] を選択



4 [OK] をクリック

# [設定] の作成

加工パスを作成するときには、はじめに工作機械や加工前の材料の設定を行います。

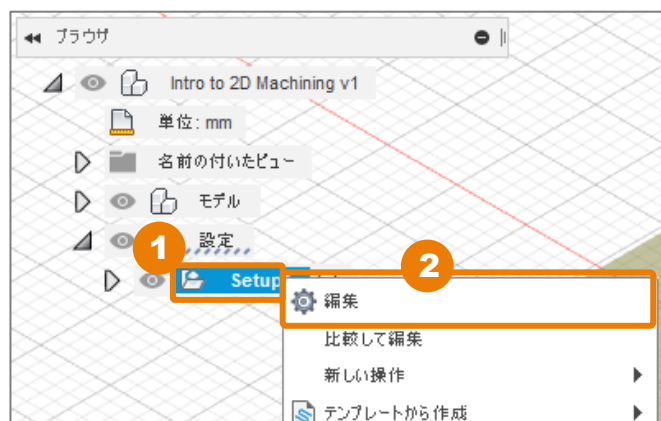
サンプルデータでは、すでに [Setup1] が作成されていますが、初めてCAMのデータを作成する3Dデータでは、[設定] をクリックして、[設定] を作成します。



## [設定] タブ内の条件の確認と変更

1 [Setup1] を右クリック

2 [編集] をクリック



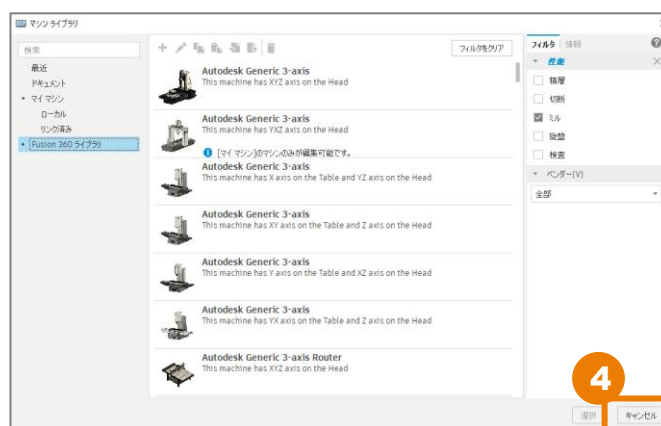
3 [マシン] の [選択] をクリック

ご利用のマシンを選択して設定を行うことで、工作機械モデルを表示して、動作シミュレーションを行えます。Fusion 360 ライブラリには、多様な工作機械モデルをご用意しております。

※ 本レッスンでは、工作機械は選択せずに、進めます。



4 [キャンセル] をクリック

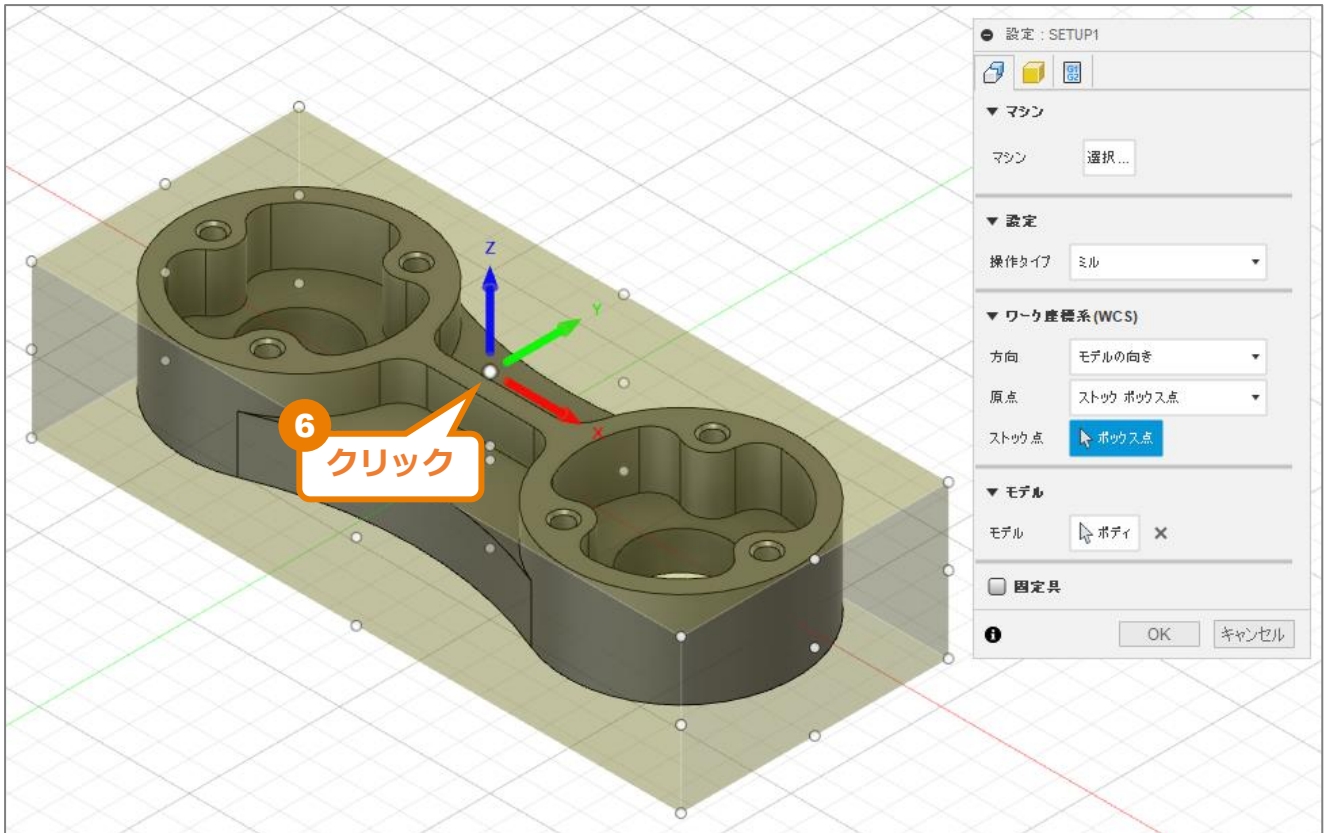


5 [操作タイプ] として [ミル] を選択

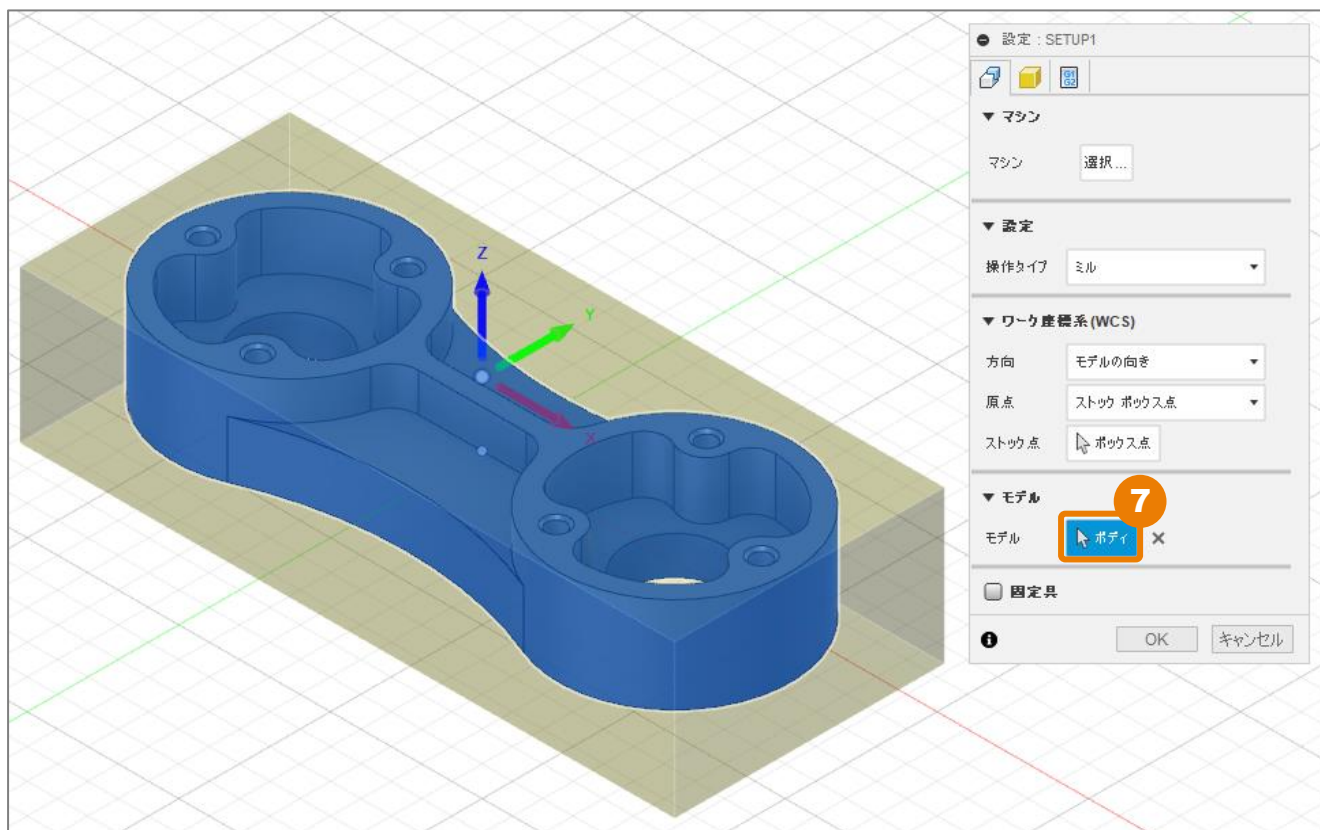


6 ワーク座標系の [ストック点] として、ストック上面の中心の [ボックス点] をクリックし、選択します。

選択したボックス点に、座標系の軸（3本の矢印）が表示されます。



- 7 [モデル] の [ボディ] をクリック  
ボディがハイライトされ、加工する [モデル] として選択されていることが確認できます。





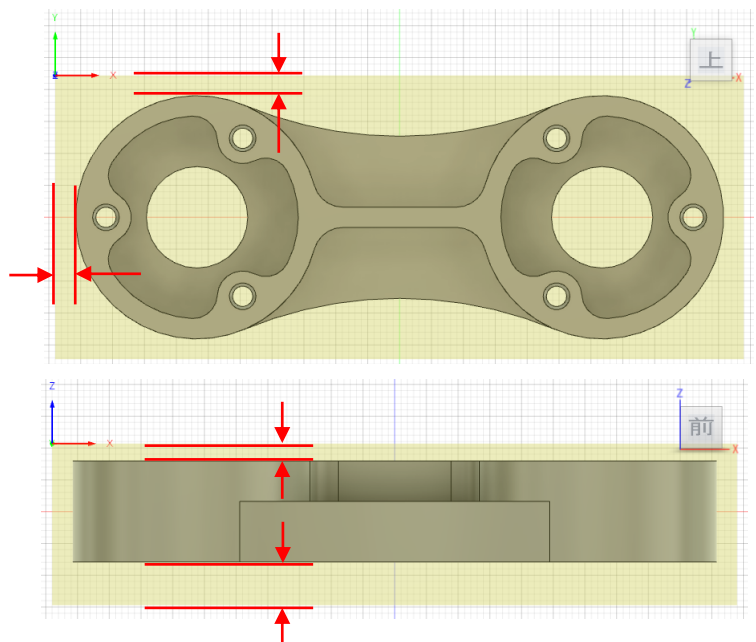
## [ストック] タブ内の条件の確認と変更

- 1 [ストック] をクリック
- 2 [モード] には [相対サイズボックス] を選択  
[相対サイズボックス] は、加工対象のモデルに対して、相対的にストックの大きさを設定するモードです。
- 3 [ストックサイド オフセット] を「1mm」に変更
- 4 [ストックトップ オフセット] を「1mm」に変更
- 5 [ストックボトム オフセット] を「5mm」に変更
- 6 [切り上げ] を「5mm」に変更



加工時は、[ストックの寸法] に表示されるサイズでストックを準備します。

ビューを上や前にすると、オフセット値と切り上げ値が反映されたストックのサイズになっていることが確認できます。



## [ポスト処理] タブ内の条件の確認

### 1 [ポスト処理] をクリック

[プログラム名/番号]  
事前にNCデータのプログラム名を設定できます。

[プログラムコメント]  
記入した内容がNCデータのヘッダー部分に記載されます。

※本レッスンでは、サンプルデータで設定されている値を変更しないで進めます。

### 2 [WCSオフセット] を「1」に変更 適用するワーク座標系の指定。

### 3 [OK] をクリック



# 加工パスの作成 -面-

2D加工の「面」を使って、ストックの上面を平坦にするための加工パスを作成します。

## 【工具】タブ内の条件を設定する

- 1 「面」をクリック
- 2 「工具」の「選択」をクリック
- 3 「ドキュメント」ライブラリ内の「Intro to 2D Machining v1」をクリック
- 4 「1 - Φ2" R0.05" (2" Face Mill)」をクリック
- 5 「選択」をクリック



工具を選択

検索

名前 名前 名前

1 - Φ2" R0.05" (2" Face Mill)

2 - Φ1/2" (1/2" Flat End Mill)

3 - Φ1/4" (1/4" flat End Mill)

4 - Φ0.312" 45° (5/16 x 5/32 Di...)

5 - Φ3/8" (3/8 Flat End Mill)

6 - Φ1/2" 90° (1/2" Spot Drill)

0.05 in 2 in 0.625 in 2 in フェイスミ

0 in 0.5 in 0.95 in 3 in フラットエ

0 in 0.25 in 0.75 in 2.5 in フラットエ

0 in 0.312 in 0.098 in 1.7 in 彫り込み/面

0 in 0.375 in 1 in 2.5 in フラットエ

0 in 0.5 in 1 in 3 in スポットド

切削データ

切削データ	主軸回転速度	サーフェス速度	切削送り速度	1刃あたりの送り	進入送り速度	退
Default Preset	2500 rpm	1308.99694 f...	40 in/min	0.00267 in	40 in/min	40

フィルタ 情報

詳細(D) 2" Face Mill

ベンダー(V)

プロダクトID(P)

プロダクトリンク

直径 2 in

軸径 1.75 in

全長 2 in

ホルダー下の長さ 0.85 in

首下長 0.625 in

刃長 0.625 in

コーナー半径 0.05 in

テーパ角度 0 度

冷却水のサポート no

タイプ face mill

単位 inches

右回りの主軸回転 true

1/4 in

5 選択 キャンセル

### ■ 工具ライブラリについて

#### ドキュメント

現在開いているドキュメント内で設定された工具

#### クラウド

個人やチームで共有可能なクラウドアセットの工具

#### Local

ローカルで個人用ライブラリとして利用できる工具

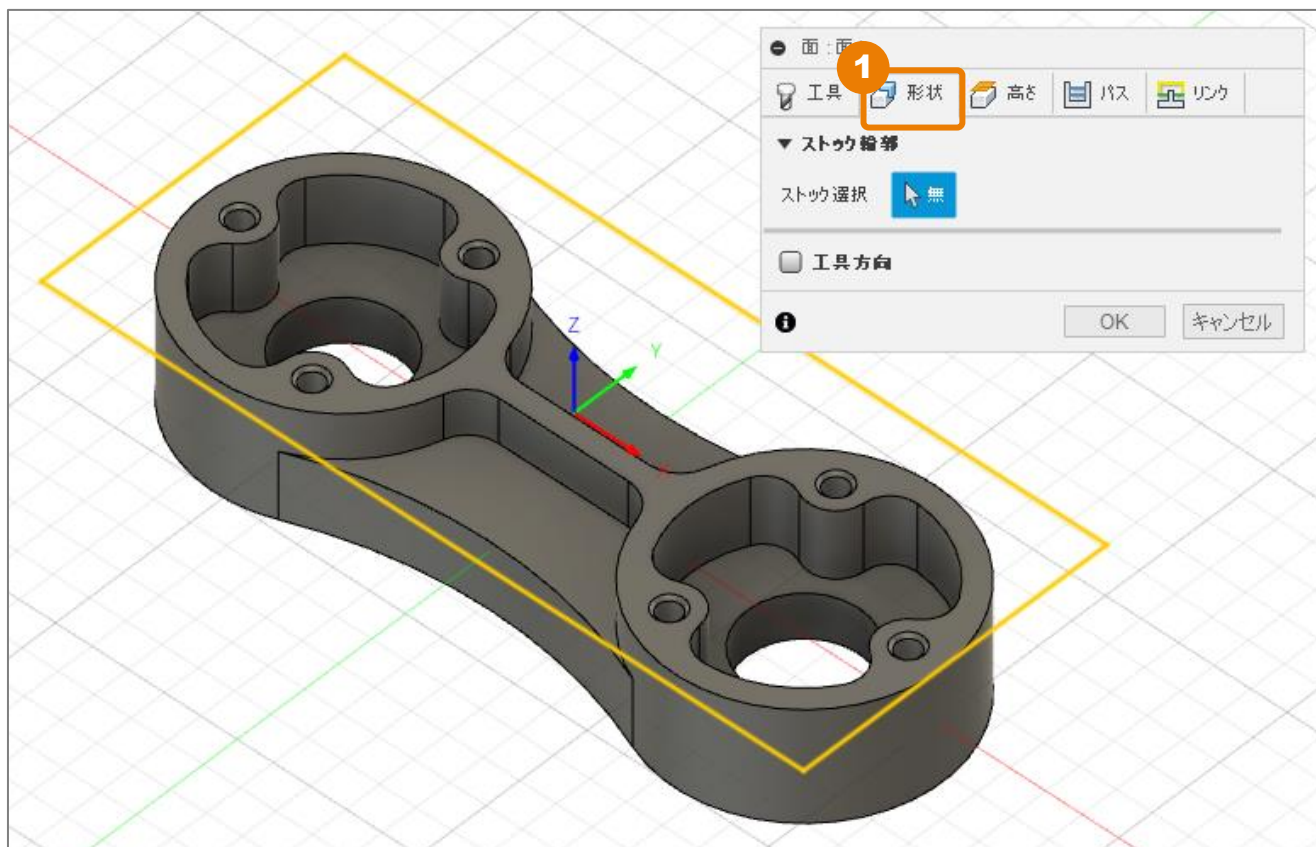
#### Fusion 360 ライブラリ

ソフトウェアに標準搭載されている工具

## 【形状】 タブ内の条件を確認する

- 1 【形状】 をクリック  
加工領域（黄色い線）を確認します。

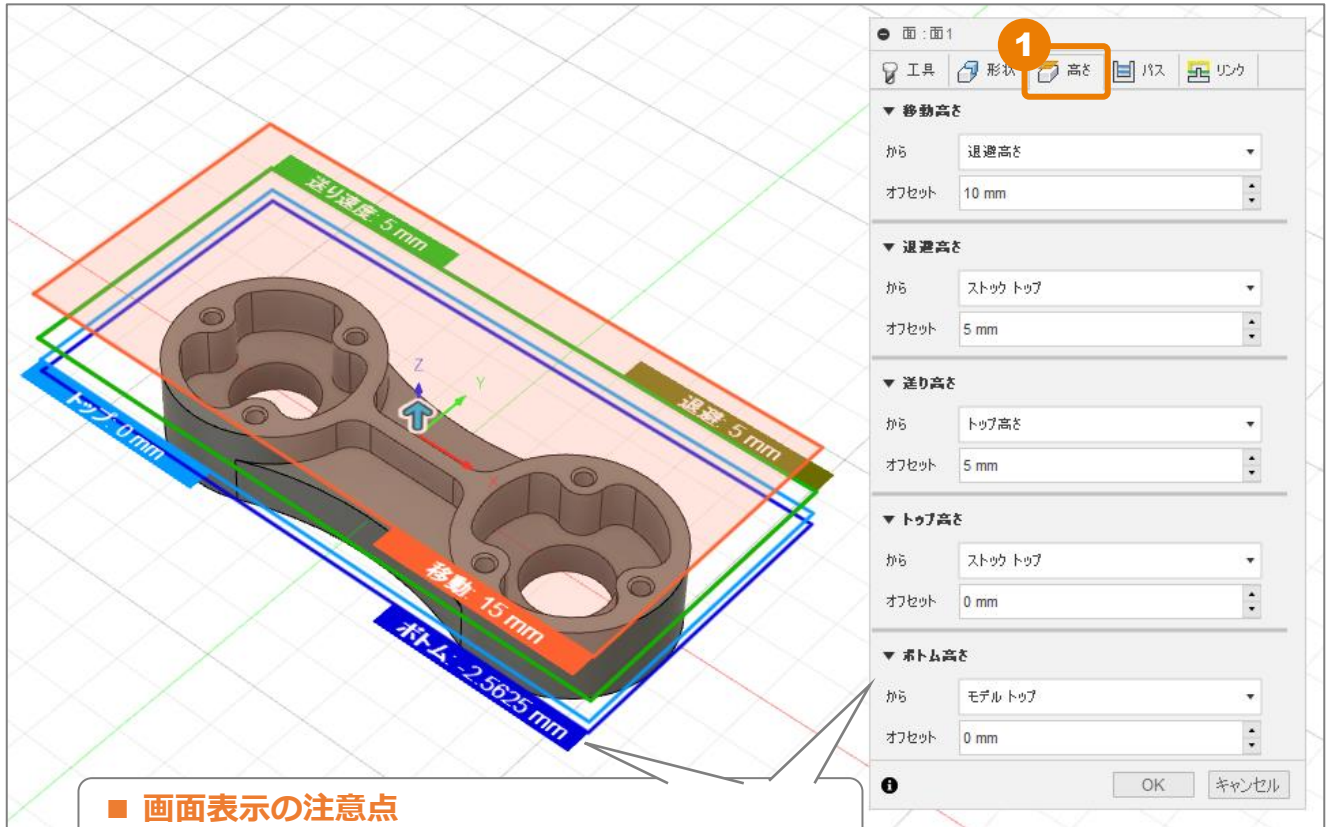
Fusion 360 ではストックの境界を認識し、自動で加工エリアが選択されます。  
特定の面やエッジをクリックすると手動で加工エリアを指定できます。



## 【高さ】 タブ内の条件を確認する

### 1 【高さ】 をクリック

※本レッスンでは、サンプルデータで設定されている値を変更しないで進めます。



#### ■ 画面表示の注意点

操作エリアの数値は、ストックトップからのオフセット距離が表示されます。このため、ダイアログのオフセット値と違う値が表示される場合があります。

基準位置とオフセット距離を指定し、加工時の工具高さを設定します。

#### 移動高さ

工具が安全に移動するときの高さ

#### 退避高さ

工具がプロファイルやポケット間を移動するときの高さ

#### 送り高さ

工具が部品に進入するときの高さ

#### トップ高さ

加工対象の最も高い位置

#### ボトム高さ

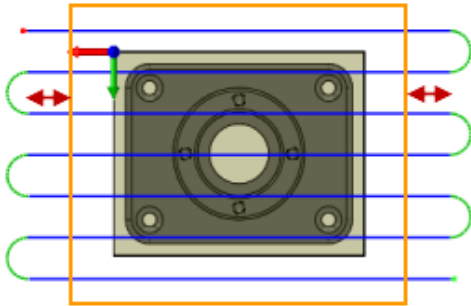
加工対象の最も低い位置

## 【パス】タブ内の条件を設定する

- 1 [パス] をクリック  
※ 選択した加工方法によって、設定項目が異なります。

- 2 [パス延長] を「25mm」に変更

パス延長は、パスを加工境界外に指定した距離分延長します。



## 【リンク】タブ内の条件を確認する

- 1 [リンク] をクリック

加工時の工具位置、進入・退出の設定が行えます。

※本レッスンでは、サンプルデータで設定されている値を変更しないで進めます。

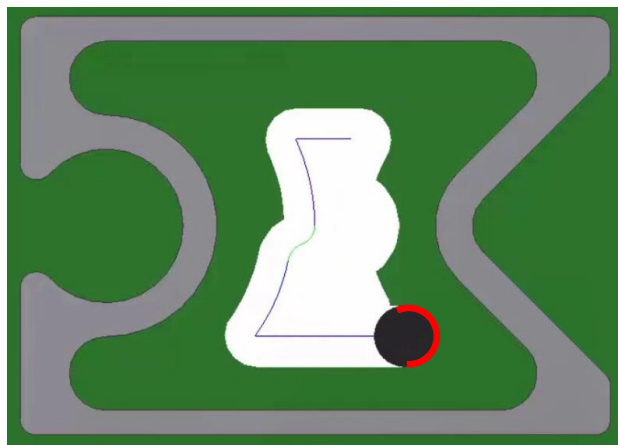
- 2 [OK] をクリック



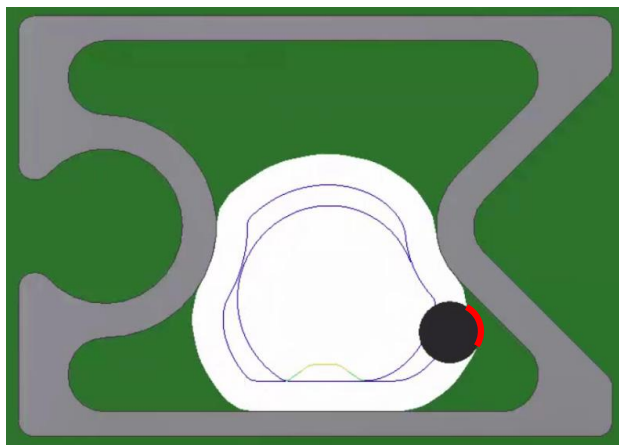
# 加工パスの作成 - 2D負荷制御 (1) -

2D加工の[2D負荷制御]を使って、加工対象の外形部分の加工パスを作成します。  
2D負荷制御は粗取り加工の1つで、トロコイド加工によって工具負荷を抑えた加工が可能です。

従来の粗取り加工

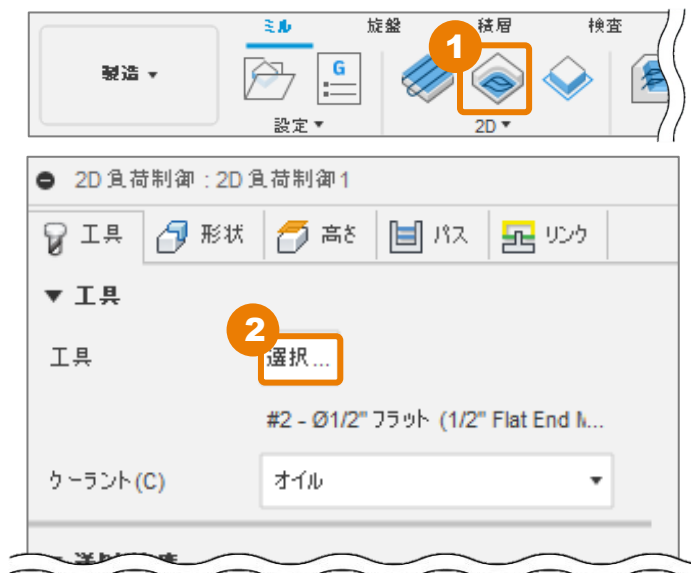


負荷制御加工



## [工具] タブ内の条件を設定する

- 1 [2D 負荷制御] をクリック
- 2 [工具] の [選択] をクリック



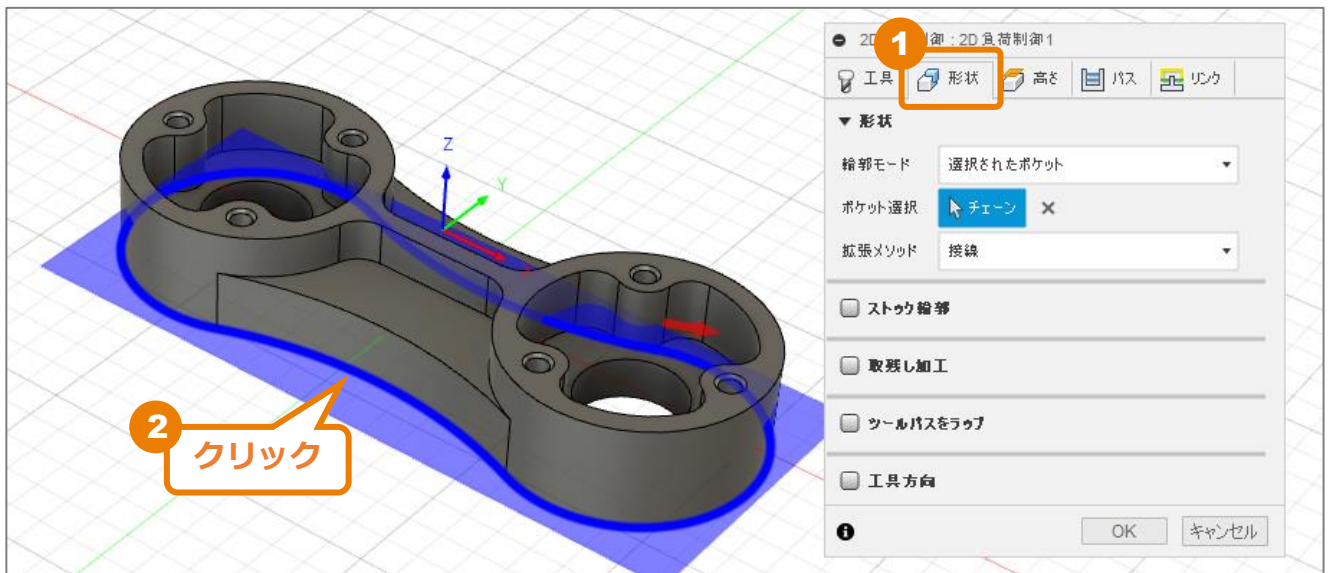
- 3 [ドキュメント] ライブラリ内の [Intro to 2D Machining v1] をクリック
- 4 [2 -  $\Phi 1/2$ " (1/2" Flat End Mill)] をクリック
- 5 [選択] をクリック

1.25.0



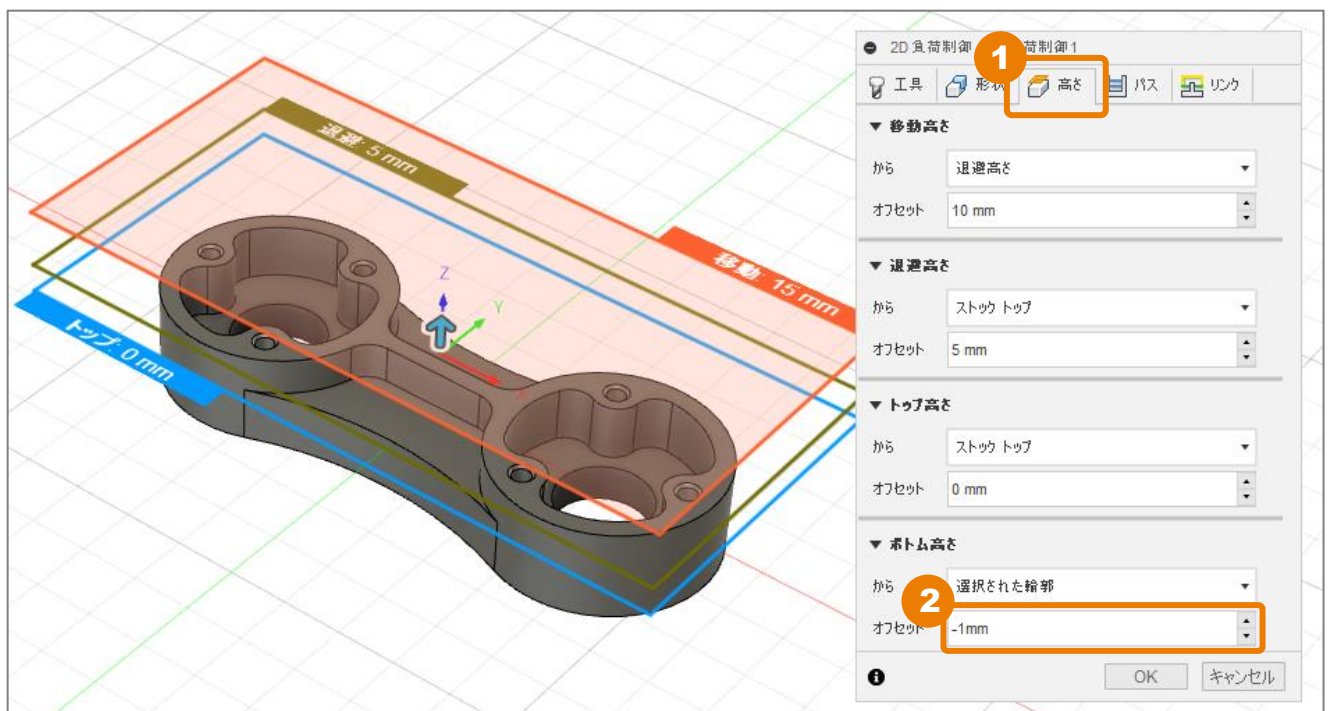
## 【形状】 タブ内の条件を設定する

- 1 【形状】 をクリック
- 2 3D モデルの底面のエッジをクリック



## 【高さ】 タブ内の条件を設定する

- 1 【高さ】 をクリック
- 2 【ボトム高さ】 の基準位置（【から】）として【選択された輪郭】を選択し、【オフセット】を「-1mm」に変更します。  
※ ボトム高さを輪郭よりも低くし、確実に外形を加工することが目的です。



## [パス] タブ内の条件を設定する

- 1 [パス] をクリック  
※ 選択した加工方法によって、設定項目が異なります。
- 2 [最適負荷] を「2.5mm」に変更  
最適負荷は工具で加工する幅（ピッチ）です。工具に合わせて適切な値を設定してください。
- 3 [軸方向の仕上げ代] を「0mm」に変更  
後の手順で仕上げのための加工パスを作成しますが、軸方向（上下）は仕上げをしないので、0mmとします。
- 4 [円滑化] にチェック



## [リンク] タブ内の条件を確認する

### 1 [リンク] をクリック

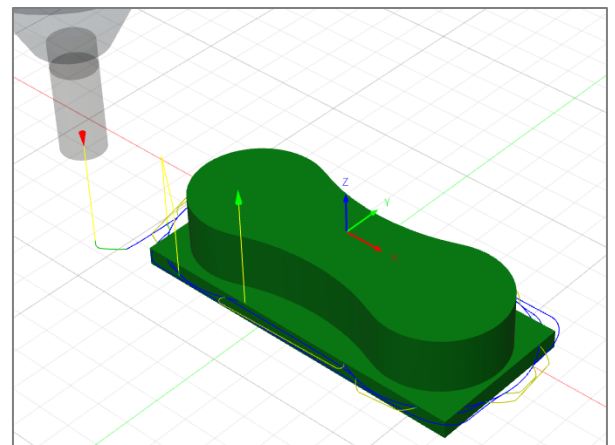
加工時の工具位置、進入・退出の設定が行えます。

※本レッスンでは、サンプルデータで設定されている値を変更しないで進めます。



### 2 [OK] をクリック

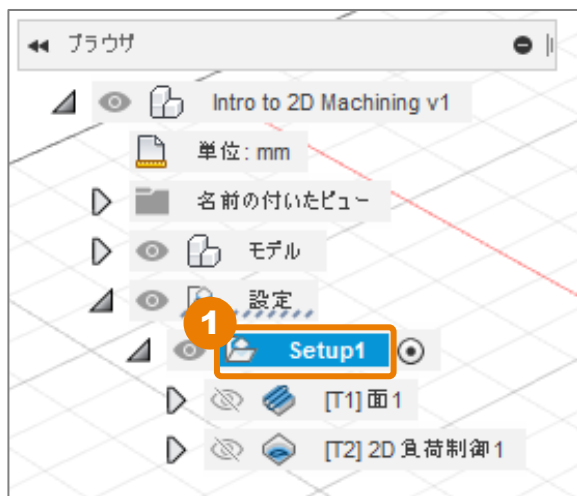
ツールパスが生成されました



# 加工パスのシミュレーション

作成した加工パスをシミュレーションで確認します。

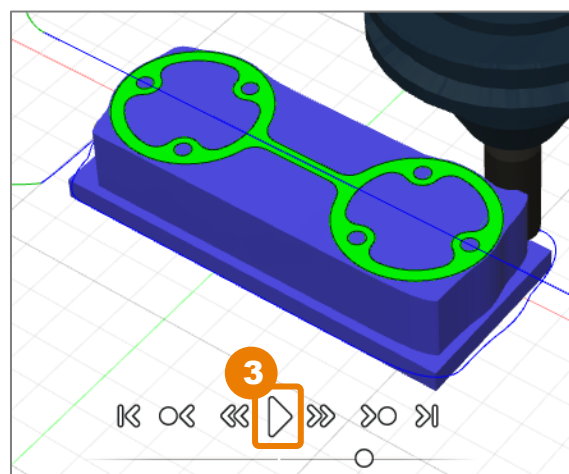
- 1 [Setup1] をクリック  
※ 作成した加工パスすべてを確認するので、加工パスをまとめている設定を選択します。加工パス単体でも選択可能です。



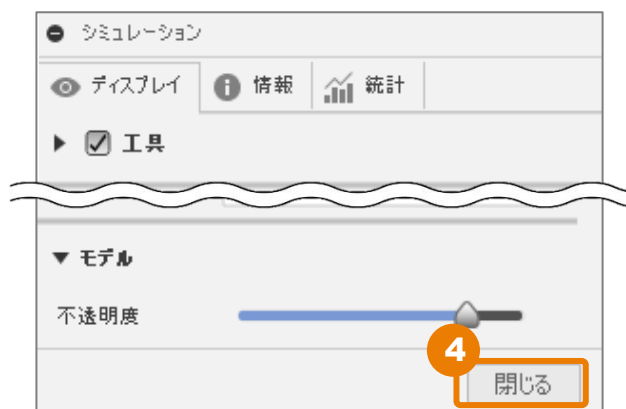
- 2 [シミュレーション] をクリック



- 3 [シミュレーションを開始] をクリック  
シミュレーションが再生されます。



- 4 [閉じる] をクリック



# 加工パスの作成 - 2D負荷制御 (2) -

2D加工の [2D負荷制御] を使って、加工対象のポケット部分の加工パスを作成します。

## [工具] タブ内の条件を設定する

1 [2D 負荷制御] をクリック



2 [工具] の [選択] をクリック  
※ 1つ前の加工パス作成で使用した工具が選択された状態になっています。違う工具を使う場合は選び直します。



3 [ドキュメント] ライブラリ内の [Intro to 2D Machining v1] をクリック

4 [5 - Φ3/8" (3/8 Flat End Mill)] をクリック

5 [選択] をクリック

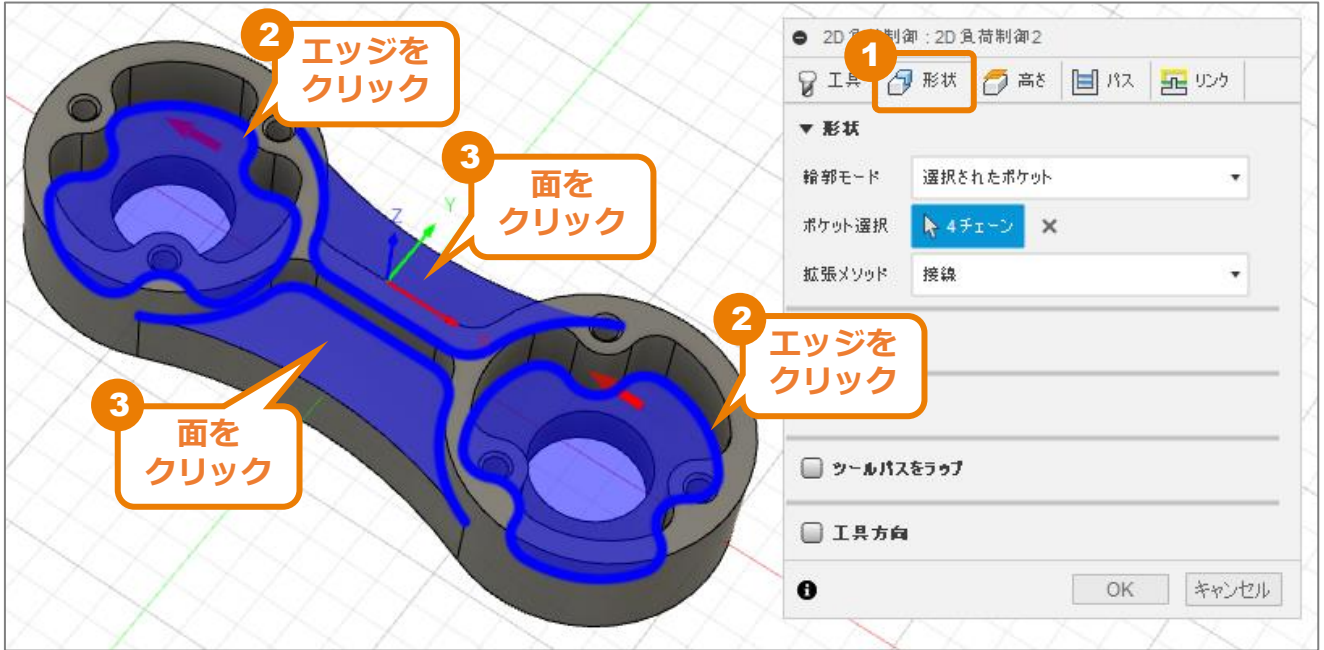
名前	コーナー半径	直径	刃長
Intro to 2D Machining v1			
1 - Ø2" R0.05" (2" Face Mill)	0.05 in	2 in	0.625 in
2 - Ø1/2" (1/2" Flat End Mill)	0 in	0.5 in	0.95 in
3 - Ø1/4" (1/4" flat End Mill)	0 in	0.25 in	0.75 in
4 - Ø0.312" 45° (5/16 x 5/32 Di...	0 in	0.312 in	0.098 in
5 - Φ3/8" (3/8 Flat End Mill)	0 in	0.375 in	1 in
6 - Ø1/2" 90° (1/2" Spot Drill)	0 in	0.5 in	1 in

フィルタ	情報
詳細(D)	3/8 Flat End Mill
ベンダー(V)	
プロダクト ID(P)	
プロダクト リンク	
直径	0.375 in
軸径	0.375 in
全長	2.5 in
ホルダー下の長さ	1.1 in
首下長	1 in
刃長	1 in
冷却水のサポート	yes
タイプ	flat end mill

切削データ	主軸回転速度	サーフェス速度	切削送り速度
Default Preset	3056 rpm	299.99952 ft/...	30.558 in/min

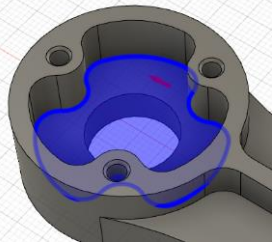
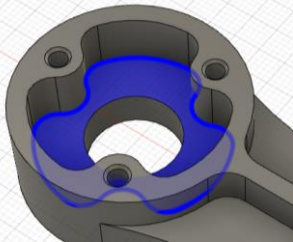
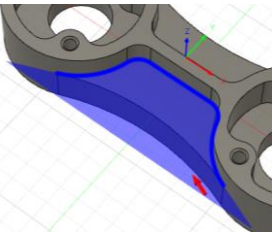
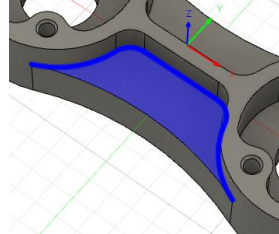
## 【形状】 タブ内の条件を設定する

- 1 [形状] をクリック
- 2 ポケット部のエッジをクリック (2箇所)
- 3 オープンポケット部の面をクリック (2箇所)



### ■ ポケット選択での注意点

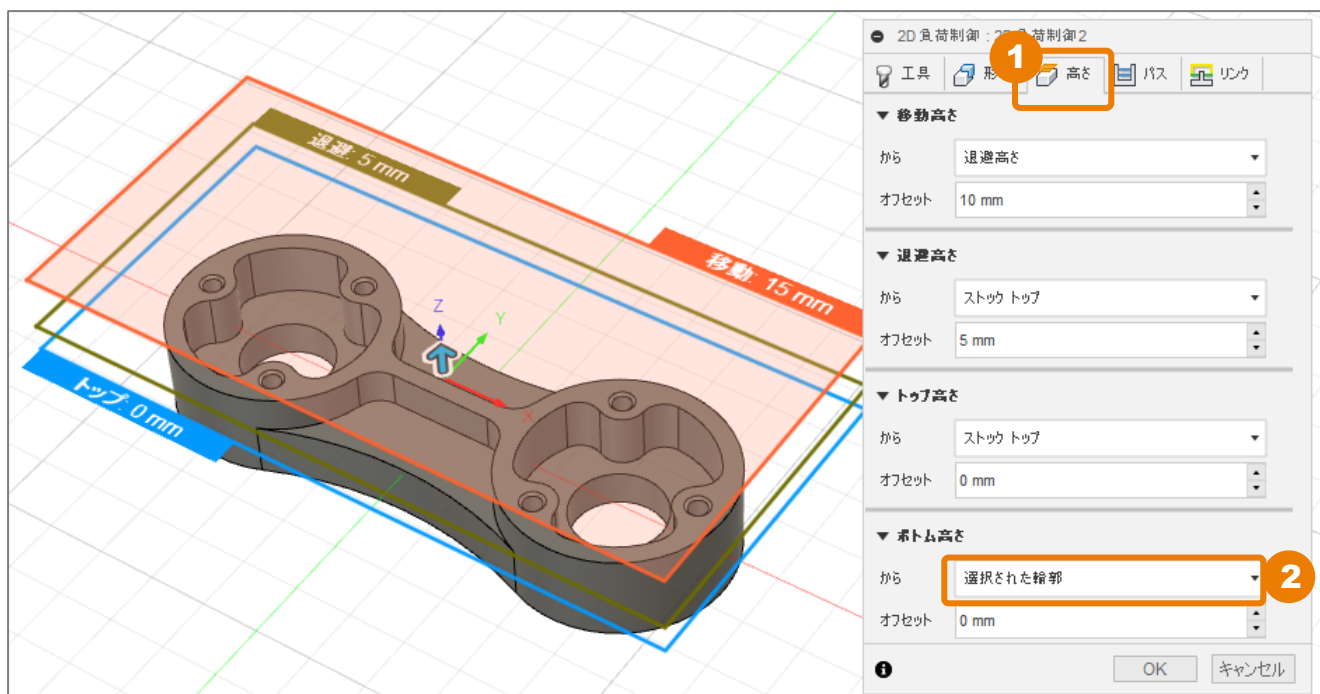
[ポケット選択] 時に、エッジをクリックするか、面をクリックするかによって、加工領域が変わります。意図した加工領域になるように、選択してください。

エッジを選択	面を選択
 <p data-bbox="379 1435 675 1514">真ん中の穴も加工領域となる。</p>	 <p data-bbox="1046 1435 1342 1560">真ん中の穴は加工領域とならず、削られないので残ってしまう。</p>
 <p data-bbox="379 1732 689 1939">面を延長した部分も加工領域となる。1つ前の加工パスで切削される場所なので、加工動作が空振りしてしまう。</p>	 <p data-bbox="1046 1732 1336 1810">指定した面部分が加工領域となる。</p>

## 【高さ】 タブ内の条件を確認する

- 1 【高さ】 をクリック
- 2 【ボトム高さ】 の基準位置（【から】）が【選択された輪郭】になっていることを確認する

設計変更で面の高さが変更された場合、【選択された輪郭】が基準位置として設定されているれば、加工パスを再度設定しなくても、設計変更後の高さで加工パスが更新されます。



## [パス] タブ内の条件を設定する

- 1 [パス] をクリック  
※ 選択した加工方法によって、設定項目が異なります。

2D 負荷制御 : 2D 負荷制御2

工具 形状 高さ **パス** リンク

▼ パス

公差 0.1 mm

最適負荷 3.81 mm

両方向

最小切削半径 0.9525 mm

スロット粗取りを使用する

方向 ダウンカット

複数深さ

▼  仕上げ代

径方向の仕上げ代 0.5 mm

軸方向の仕上げ代 **0mm**

▼  円滑化

円滑化トレランス 0.01 mm

送り最適化

OK キャンセル

- 2 [軸方向の仕上げ代] を「0mm」に変更

- 3 [円滑化] にチェック



## [リンク] タブ内の条件を確認する

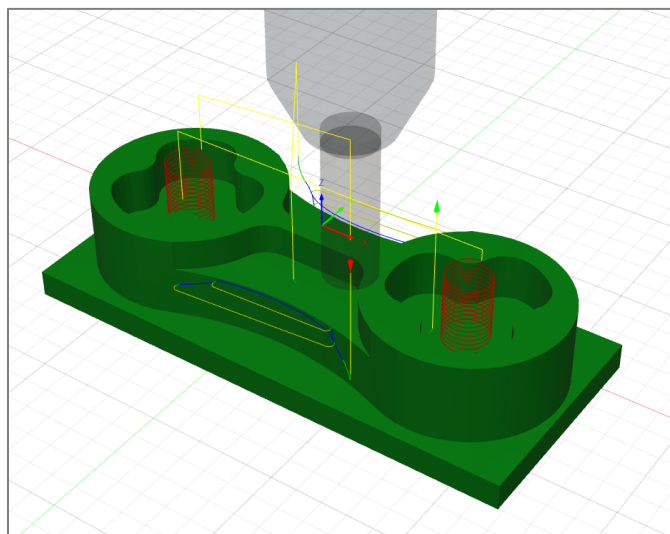
## 1 [リンク] をクリック

加工時の工具位置、進入・退出の設定が行えます。  
 ※本レッスンでは、サンプルデータで設定されている値を変更しないで進めます。



## 2 [OK] をクリック

ツールパスが生成されました



# シミュレーション機能について

加工パスを選択し、[シミュレーション] をクリックすることで、作成した加工パスでの加工シミュレーションができます。シミュレーションウィンドウでは、表示方法の切り替えや、加工時の様々な値が確認できます。

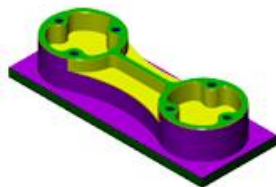
## ■ディスプレイ

[工具]、[ツールパス]、[ストック]のチェックボックスのON/OFFによって、それぞれの表示/非表示が切り替えられます。

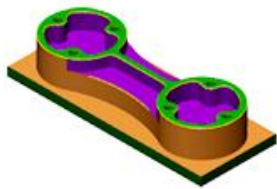
[ストック]の[カラライゼーション]では、ストック材料の表示方法を切り替えられます。



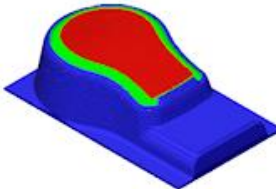
材料



操作



工具



比較

### 材料

材料別の色分け

### 操作

加工パス別の色分け

### 工具

工具別の色分け

### 比較

加工すべきエリアとモデルのエリアの色分け



## ■ 情報

工具位置などの確認ができます。シミュレーションと連動し、ある瞬間の値を確認できます。



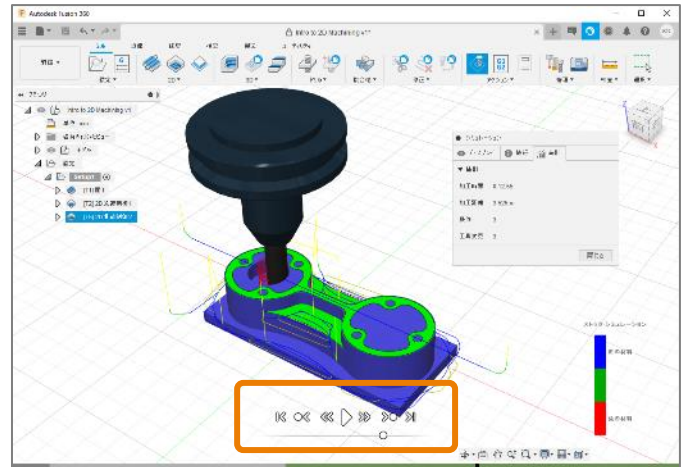
## ■ 統計

加工時間、加工距離、操作、工具変更の回数を確認できます。

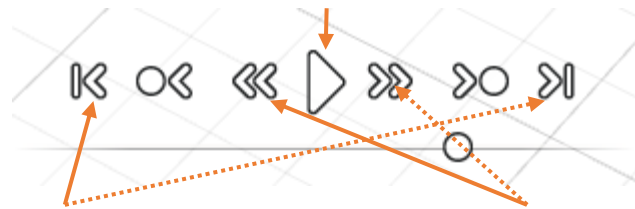


## ■再生関連ボタン

シミュレーションの開始位置、再生速度などをコントロールします。



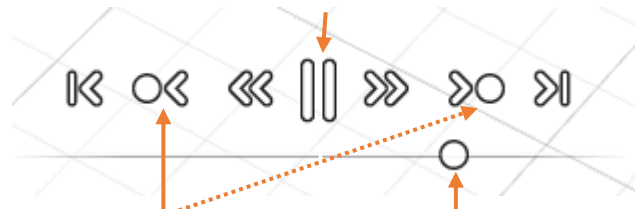
シミュレーションを開始



ツールパスの先頭 / 末尾に移動

以前 / 次の動作へ以降

シミュレーションを一時停止



以前 / 次の操作へ以降

再生速度

**Fusion 360 ビギナー向けレッスン  
2軸加工：前編はこれで終わりです。  
お疲れ様でした。**

**後編に続きます。**

