

## プロファイルと拘束条件

# コース概要

プロファイルとは、幾何拘束や寸法拘束を割り当てることのできる、一連の平面曲線群であり、プロファイルを元にして、ソリッドを作成したり、既存のソリッドにフィーチャーを追加したりすることができます。したがってプロファイルは、ThinkDesign のパラメトリック構造の基本要素とすることができます。




ソリッドやフィーチャーは、プロファイルを直線的にスイープしたり、回転させたりして作成します。フィーチャーは、ソリッドに形状を追加する場合と削除する場合がありますが、そのどちらの場合も、プロファイルから作成することができます。プロファイルに寸法拘束を付加して、ソリッドやフィーチャーを作成すると、その寸法拘束はソリッドやフィーチャーのパラメトリック寸法になり、このパラメトリック寸法の値を変更して、ソリッドやフィーチャーの寸法を変更することができます。また、拘束条件は、ソリッドやフィーチャーを作成する前でも、ソリッドやフィーチャーを作成した後でも、割り当てることができます。ThinkDesign には、拘束条件を自動的に適用するコマンドもあります。ThinkDesign では、3次元モデルは、複数の異なった方法で作成することができます。それらの方法はそれぞれ、「機械的」、「芸術的」とでも表現することができます。設計者の意図や、モデルを作成するさまざまな段階がこれらの異なったアプローチを必要としています。この短いコースの中で、これらの異なったアプローチを学習します。「機械的」アプローチは、3次元モデルは完全に拘束され、パラメトリックであることを要求します。「芸術的」アプローチは、形状を自由に作成するところに注目し、拘束はあまり重視しません。この2つのアプローチの違いと使い分けの重要性を見ていきましょう。

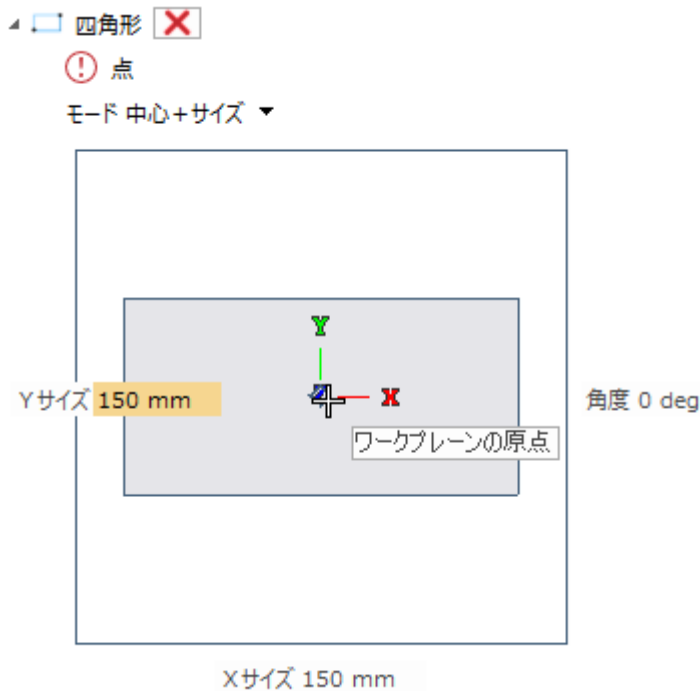
使用するファイル      なし


## 目次

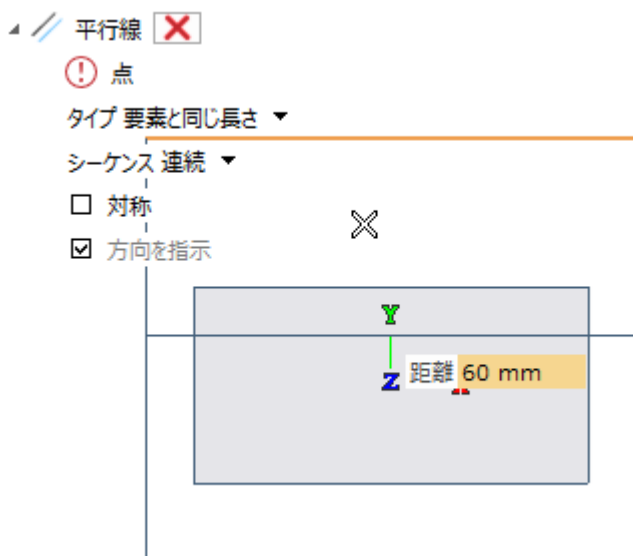
Step 1: 基本形状の作図 .....	3
Step 2: 曲線からのソリッド .....	5
Step 3: 拘束条件の追加 .....	7
Step 4: ワークプレーンの位置の制御 .....	12
Step 5: 鍵穴のプロファイル .....	16
Step 6: 外部要素への拘束 .....	19
Step 7: 複数の島形状を含んだプロファイル .....	21
Step 8: プロファイル／ワークプレーン間のリンク .....	25



## Step 1: 基本形状の作図

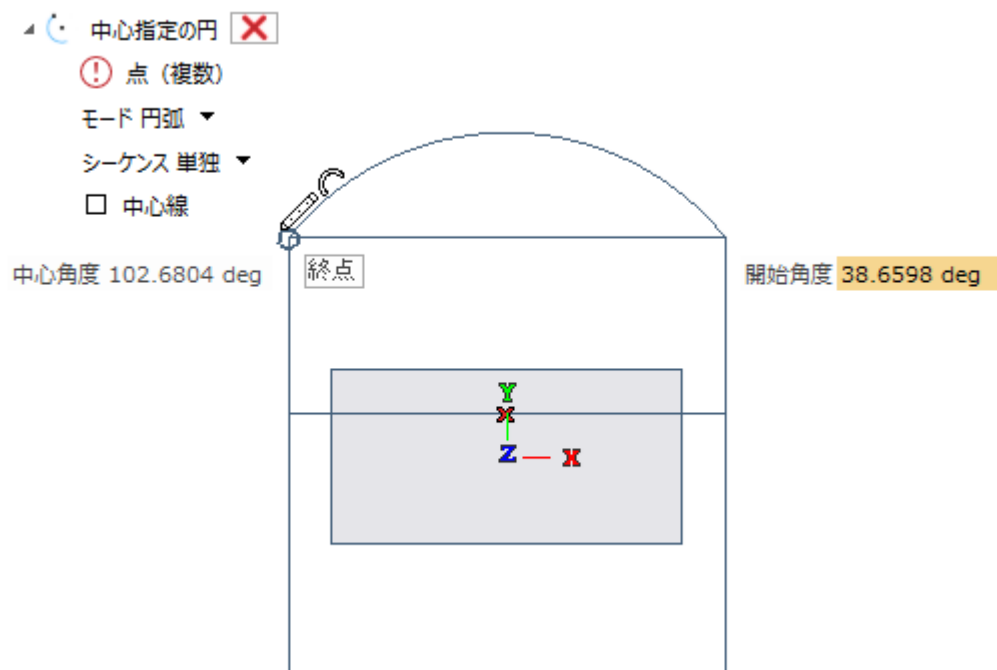
- 新規  **モデル** を開きます。
- グラフィック領域を右クリックして、**オプション／プロパティ** を選択します。
- ドキュメントのプロパティタブにて、測定単位が **ミリメートル** であることを確認してください。
-  **四角形** コマンドを選択します。
- モードを **中心+サイズ** に指定します。
- Xサイズ、Yサイズともに 150 に設定し、中心を  **ワークプレーンの原点** にスナップします。




-  **平行線** コマンドを選択します。
- タイプで **要素と同じ長さ** を選択し、**方向を指示** オプションにチェックします。
- 下図のように、4辺のうちの1つ(上辺)を選択します。
- 距離に 60 mm と入力します。基準線の下側をクリックして線を作成します。

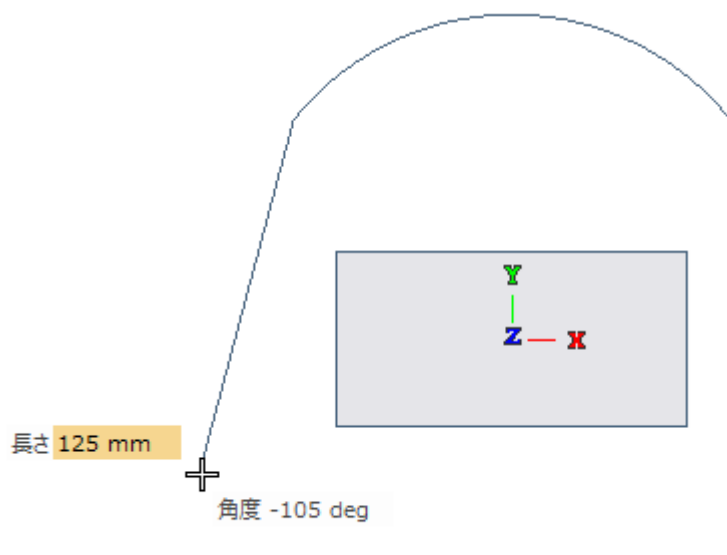


-  **中心指定の円** コマンドを選択します。
- モードを **円弧** に変更します。
-  **中点スナップ** を使用して、平行線の中点を円弧の中心として選択します。
- 始点、終点として、四角形の2つの角を選択します。



-  **削除** コマンドで、四角形の上辺と後から作成した平行線を削除します。

この形状は、4つの要素から構成されていますが、個別に要素の寸法を変更することができます。例えば、左端の垂直線と下端の水平線の交点付近をダブルクリックすると、ミニダイアログに長さや角度の新しい値を入力することができます。しかしこの変更は、選択した要素にしか反映されません。

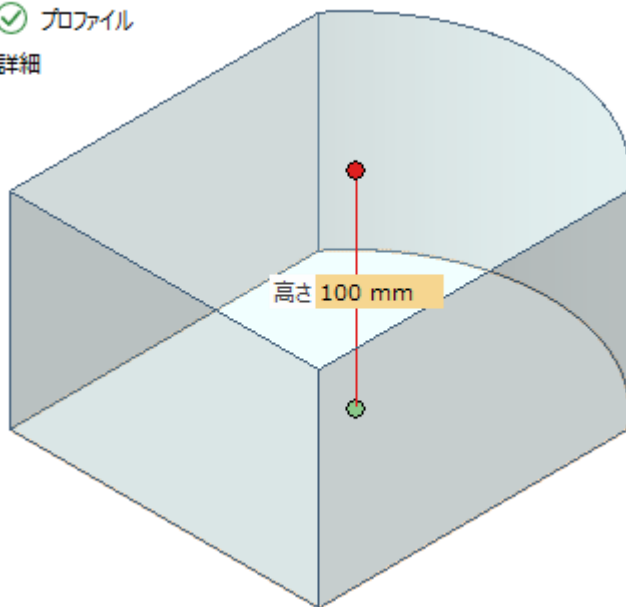
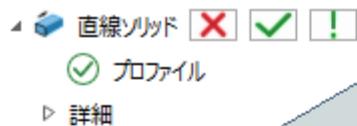


**Ctrl** + **Z** キーを押して、最後の形状を変更した手順を元に戻します。

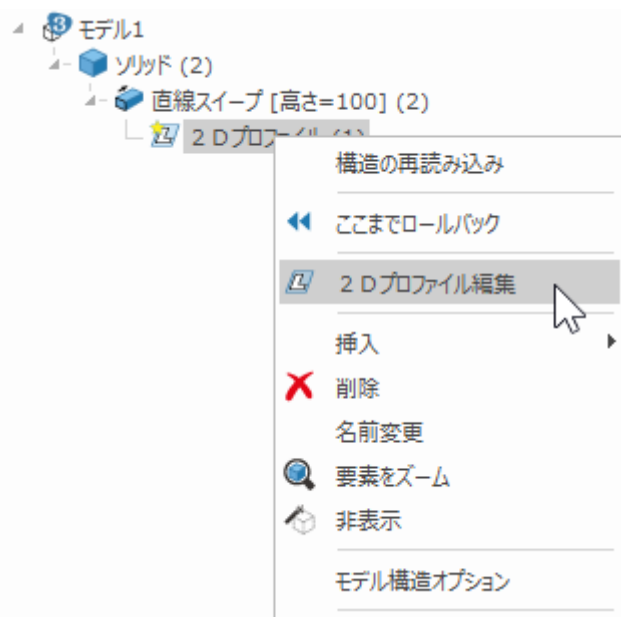
## Step 2: 曲線からのソリッド


曲線4本をすべて選択します。

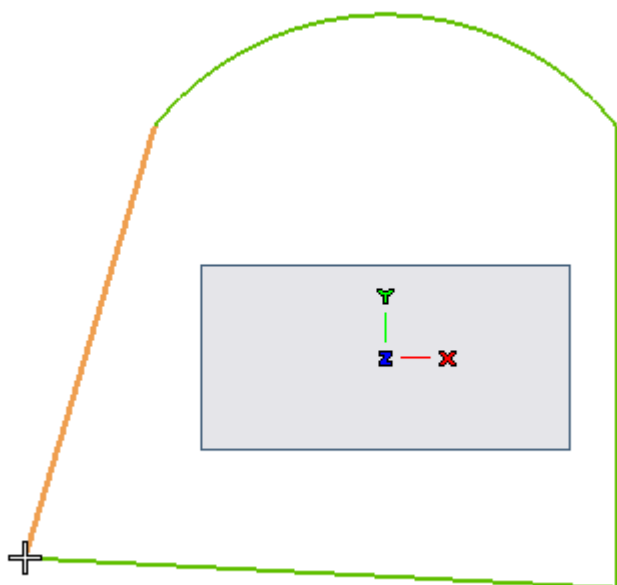
- 直線ソリッド コマンドを選択します。
- 高さに 100 を入力します。
- OK します。




曲線からソリッドを作成したとき、選択した曲線群は、自動的にプロフィールに変換されます。しかしこの時点では、まだソリッドの高さを変更することしかできません。ベースプロフィールの形状も数値で指定して変更したいですね。そのためには、プロフィールを編集して、拘束条件を追加する必要があります。モデル構造ツリーのプロフィールを右クリックして、プロフィール編集を選択してください。



-  ビューのフィット コマンドで、プロファイルを画面の真ん中に表示します。
- プロファイルの左下隅の点をドラッグしてください。(まだドロップしないでください。) 現時点で、このように形状を変更することも可能です。



-  キーを押して、変更を元に戻します。

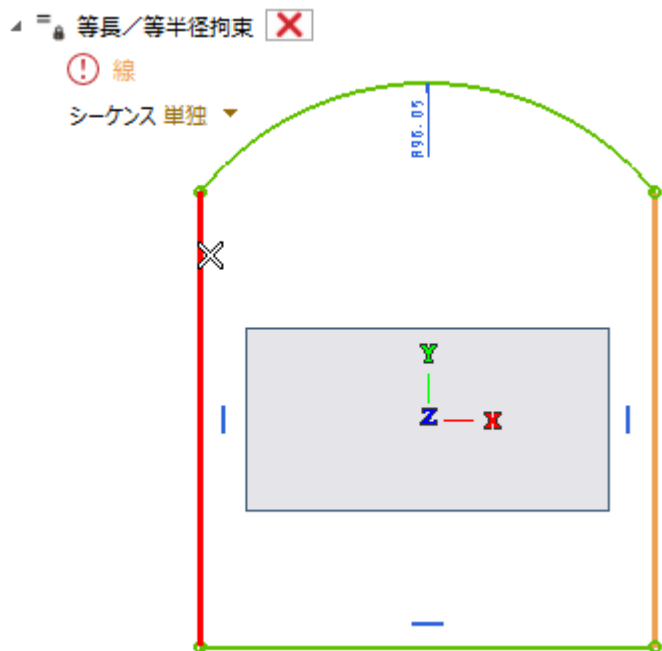
プロファイル内では、すべての曲線がつながっていてゴムのように柔軟に変更することがわかります。しかし逆に言うと、すべての点は任意の方向へ移動できてしまうことを意味しています。これは、まだプロファイルに拘束条件が何も付加されていないためです。

それでは、次のステップで拘束条件を付加していきましょう。

### Step 3: 拘束条件の追加

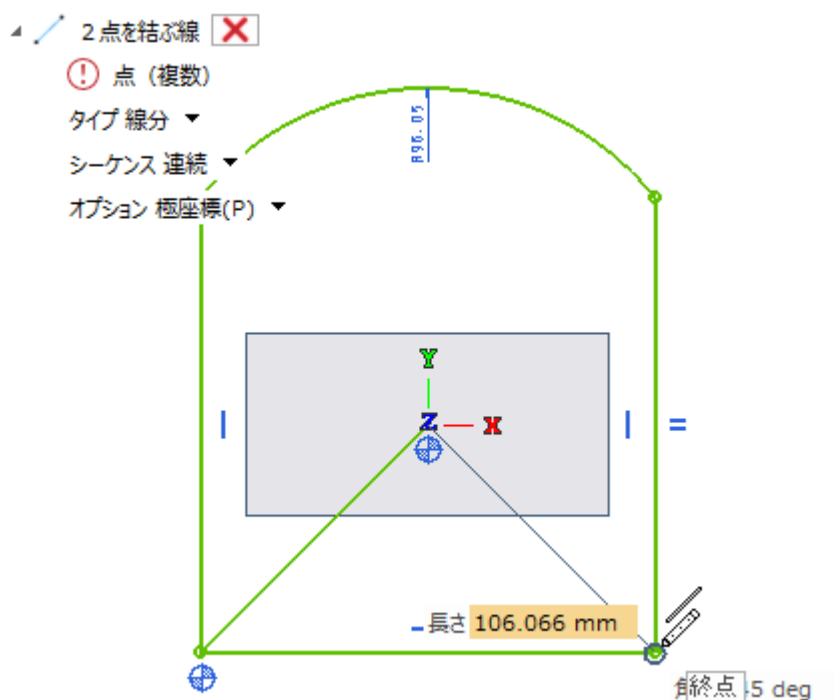
続いて、プロファイルに拘束条件を追加します。

- 挿入 プロファイル 自動 コマンドを選択し、オプションはデフォルトのまま、 OK します。いくつかの拘束条件が自動的に追加されます。
- 次に、下図のように 等長／等半径拘束 拘束を2つの垂直線に付加します。

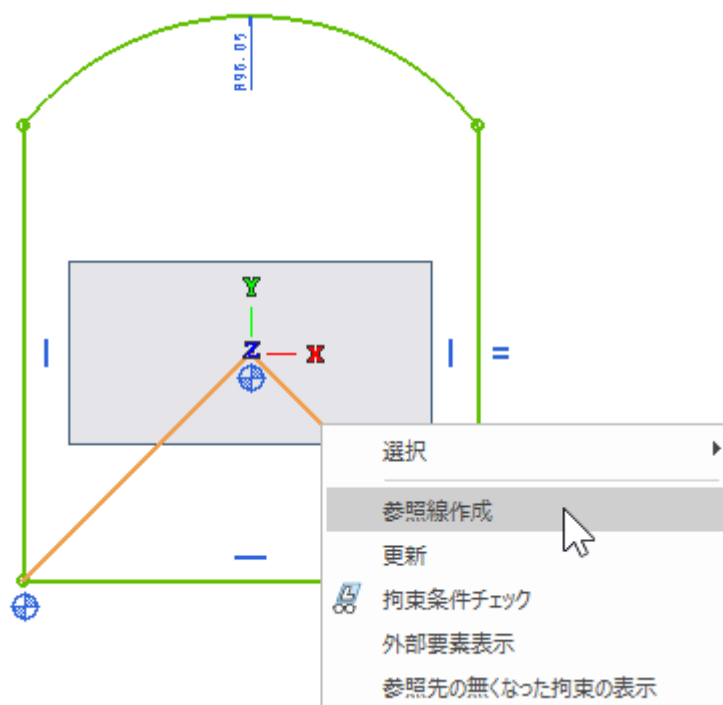


続いて、幅と高さが ワークプレーンの原点 に対称になるように条件を追加します。

- 2点を結ぶ線 コマンドを選択します。
- プロファイルの左下隅の点と ワークプレーンの原点 を選択します。
- 下図のように、右下隅の点と ワークプレーンの原点 を結ぶ線も同様に作成します。



- 今作成した2本の線を選択し、右クリックして、**参照線作成** を選択します。

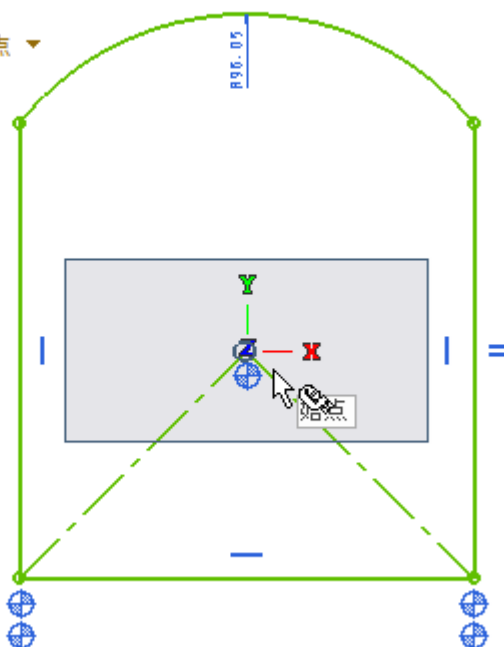


- 一致拘束** が2つの参照線の交点(ワークプレーンの原点 の位置)と、その他の両端点に自動的に追加されるのを確認してください。
- 固定点拘束** を参照線の交点(原点の位置)に追加します。

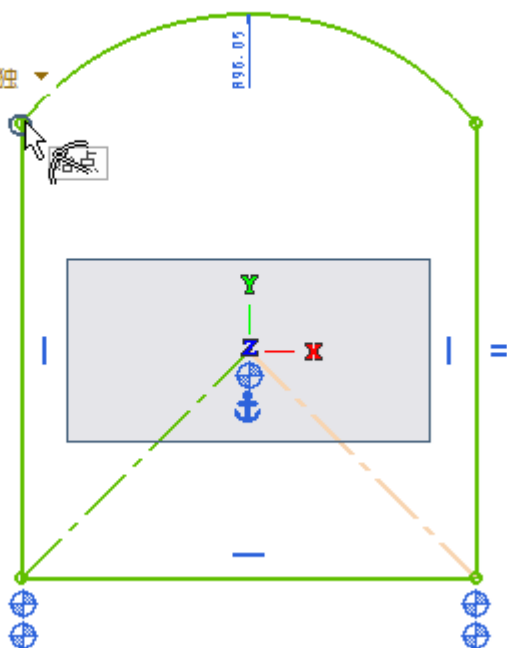
固定点拘束

点

タイプ 固定点 ▼

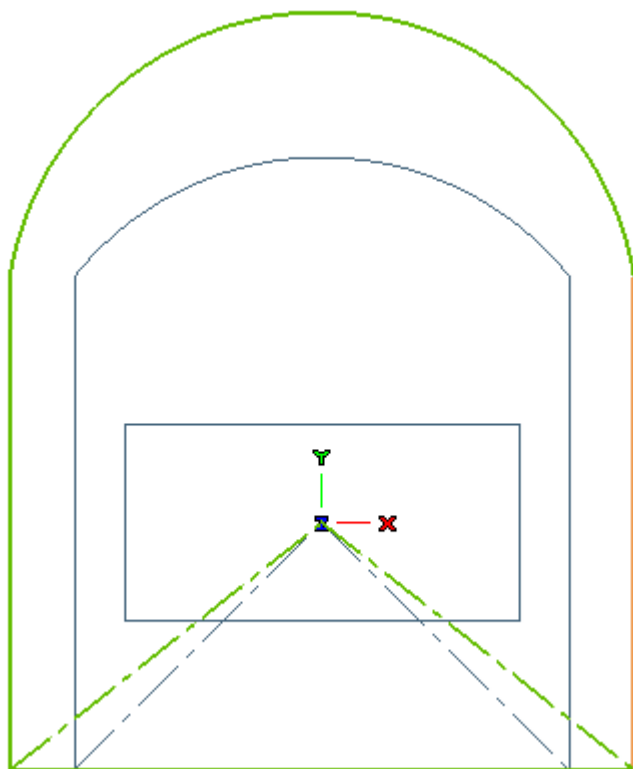






- 同様に、左の参照線と右端の垂直線の上の端点との間にも **線上点拘束** を追加します。

付加した拘束条件が正しいかどうかを確認してみましょう。右端の垂直線をドラッグしてみてください。プロファイルの形状が変化します。ドロップする前に **Esc** キーを押すと、元の形状に戻ります。次に、下端の水平線をドラッグしてください。付加した条件の規則に従って、プロファイルの形状が変化しているようですね。

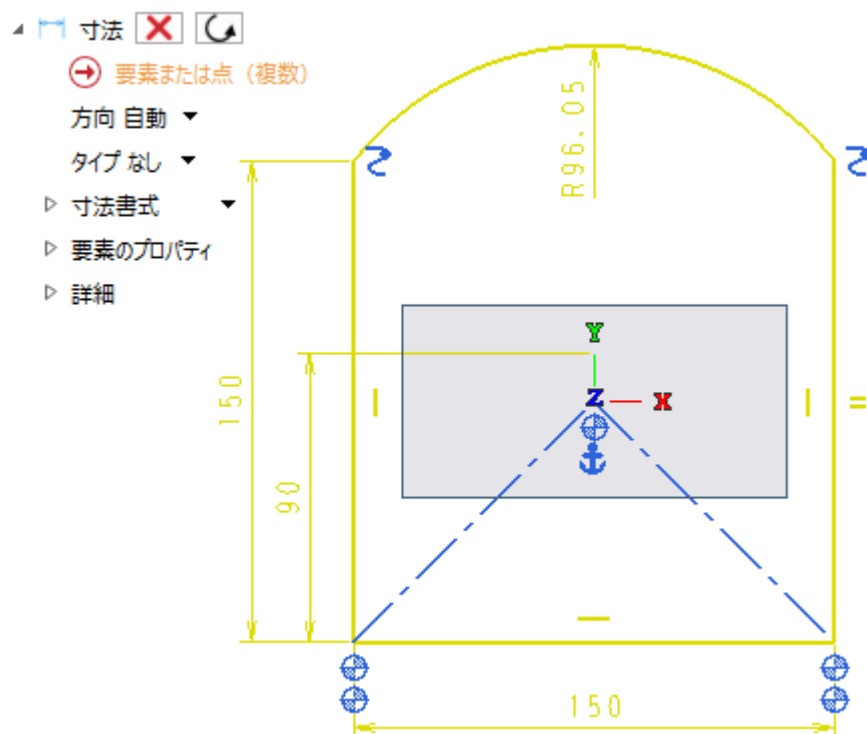


拘束条件は正しく付加されていることがわかりました。

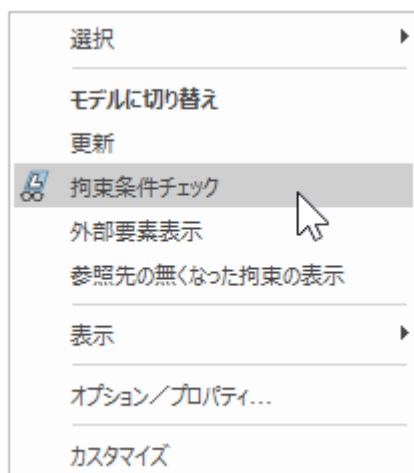
そこで次に、プロファイルの形状を制御する寸法を追加しましょう。

- 寸法 コマンドを選択して下図のように寸法を追加します。

寸法 90 を追加する際、**過剰拘束** になる、とのメッセージが表示されますが、**はい** を選択して続行します。要素の色が黄色になることに注目してください。



- グラフィック領域を右クリックして、**拘束条件チェック** を選択します。




#### 拘束条件チェック


自由度の数は利用できません。


拘束条件の数: 17 (13 幾何拘束, 4 寸法拘束, 0 無くなった外部の参照先)


要素の数: 6

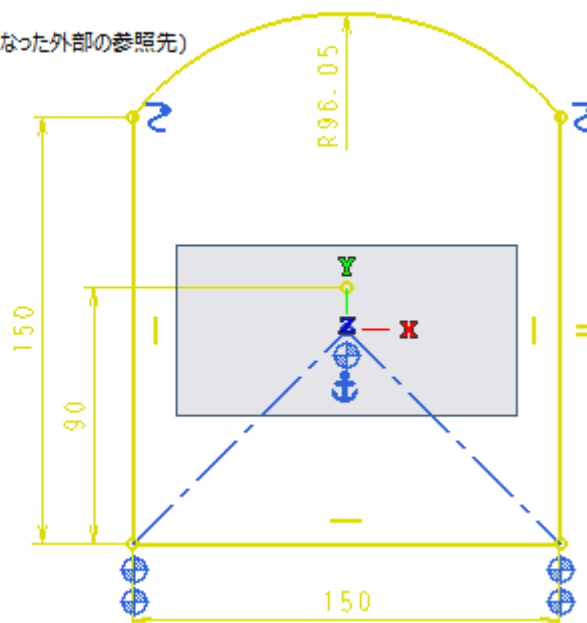
##### 詳細

拘束十分: 2 要素, 4 スナップ点 



拘束不足: なし 


拘束過剰: 4 要素, 6 スナップ点, 8 拘束条件 

拘束矛盾: なし 



選択リストで ▶ 詳細 オプションを展開すると、それぞれの色の説明が表示されます。過剰定義されている要素は黄色で表示されていることがわかります。また、十分に拘束されている要素は青、拘束条件が不足している要素は緑で表示されます。

- 確認したら、コマンドを  キャンセル します。
-  削除 コマンドで、寸法 R96.05 を削除します。削除すると同時にすべての要素が青く表示され、すべての要素が十分に拘束されたことがわかります。

 拘束条件チェック コマンドを再度選択します。今度はすべての要素が適切に拘束され、不足、過剰、矛盾している要素がない(完全拘束されている)ことがわかります。


#### 拘束条件チェック


これ以上拘束条件は付けられません。


拘束条件の数: 16 (13 幾何拘束, 3 寸法拘束, 0 無くなった外部の参照先)


要素の数: 6

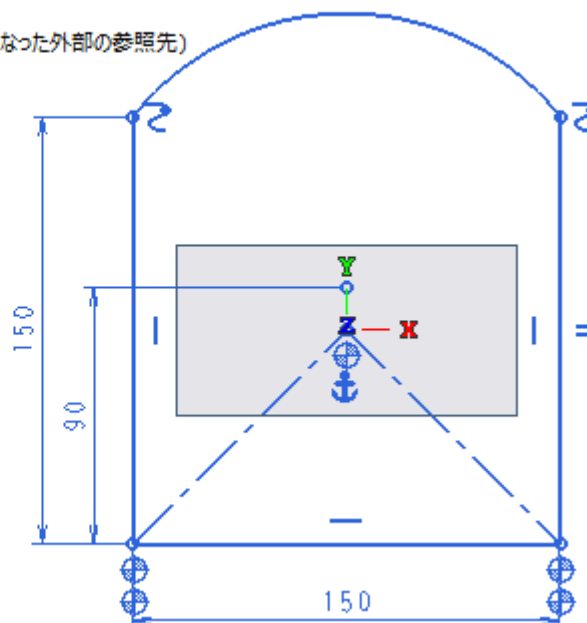
##### 詳細

拘束十分: 6 要素, 10 スナップ点 

拘束不足: なし 

拘束過剰: なし 

拘束矛盾: なし 



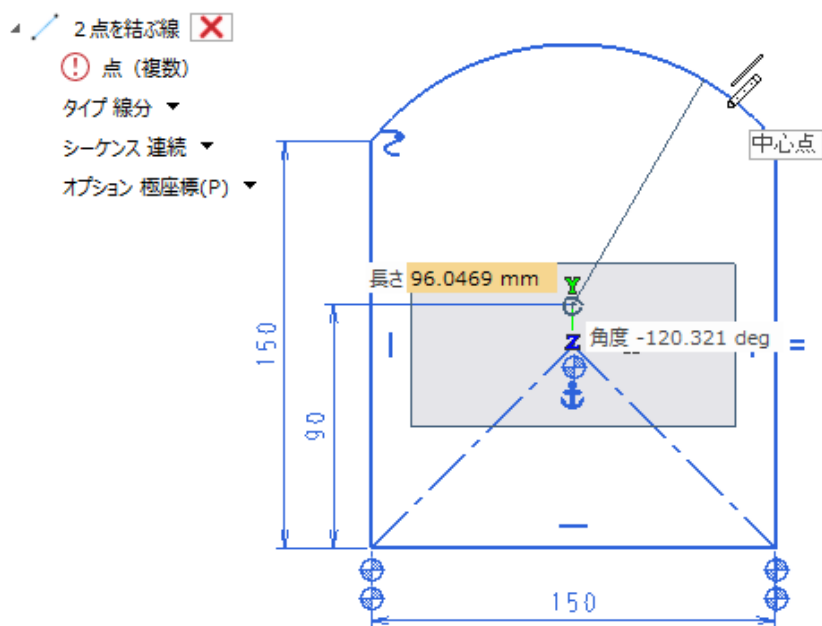
なお、ThinkDesign では、プロファイルは必ずしも完全拘束である必要はありません。一部のみ拘束されたプロファイルからでもソリッドを作成することができます。

## Step 4: ワークプレーンの位置の制御

次に、鍵穴を作成します。円柱面に接するように、また、その位置を角度で制御できるようにします。

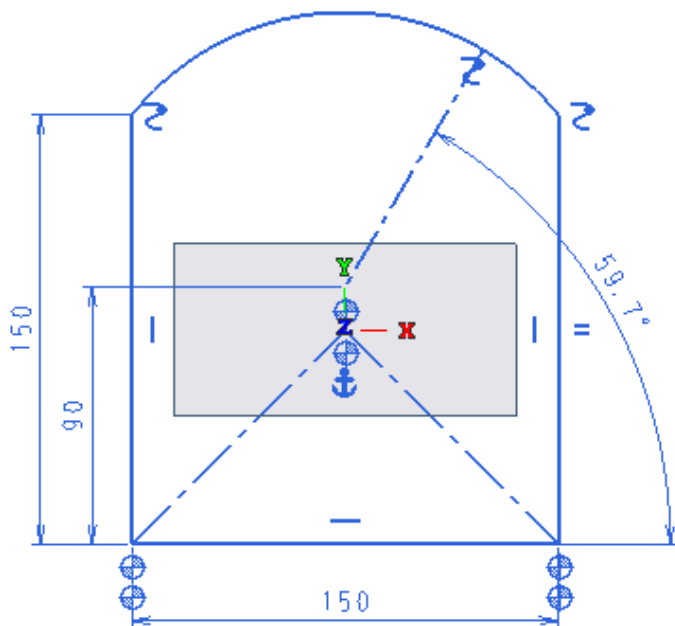
最初に、必要な条件に沿って移動するワークプレーンを設定します。このワークプレーンは他の要素にリンクする必要がありますが、履歴を持つ要素を基準にすると、その要素に対してリンクすることができます。そこで、(曲線ではなく)プロファイルを使用して、ワークプレーンの基準要素を作成します。

- 前ステップから編集集中のプロファイルにさらに要素を追加します。
- 2点を結ぶ線 コマンドを選択します。
- 線上点スナップを使用して、始点として円弧上の点を選択します。⊙ 円の中心スナップを使用して、終点として円の中心を選択します。







2つの拘束条件が自動的に追加されます。


- この線を 参照線 にします。
- 寸法 コマンドで、下端のエッジと参照線の間に角度寸法を追加します。





 **モデル** 環境に戻ります。これでプロファイルの基準要素が作成できました。

-  **ワイヤーフレームビュー** に切り替えます。
- **編集**  **ワークプレーン**  **要素上** コマンドを選択します。
-  **選択フィルター** で、内部要素の ☒ **プロファイル** にチェックします。

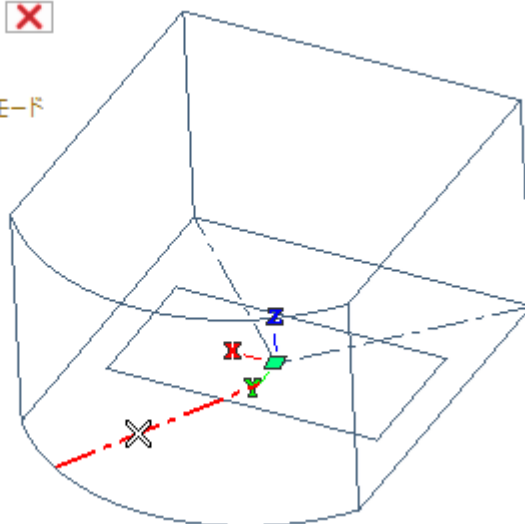


 **要素** として、下図の参照線を選択します。

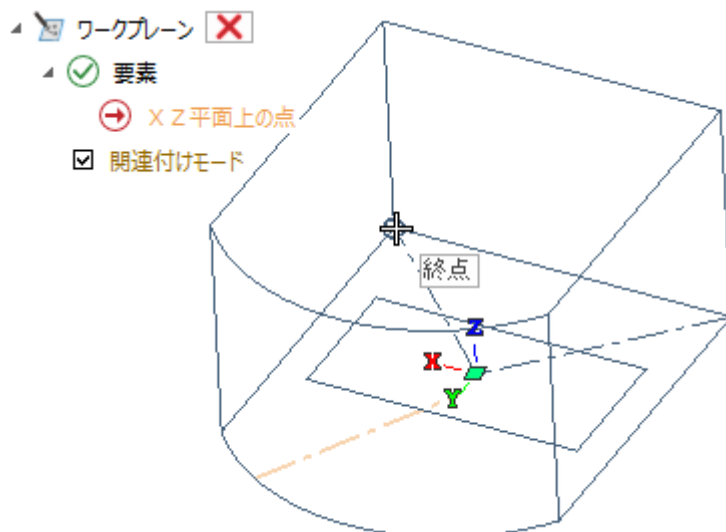
 **ワークプレーン** 

 **要素**

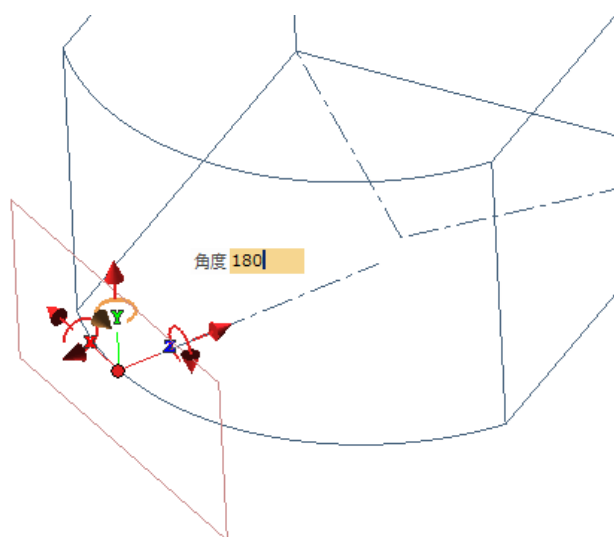
☒ **関連付けモード**



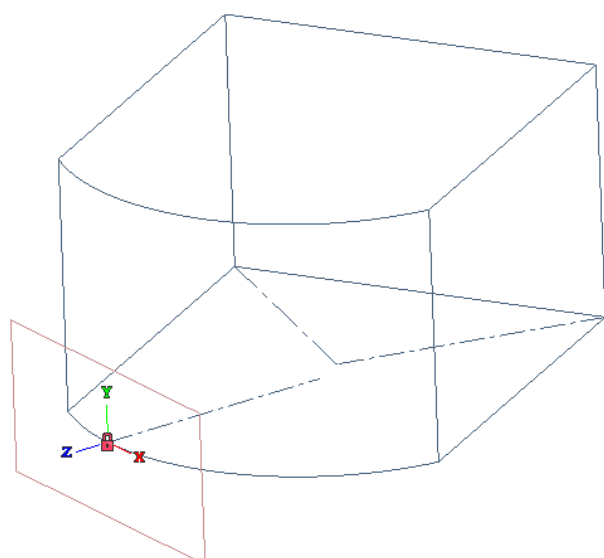
- 続いて、 XZ平面上の点 として、下図に示した点を選択します。
-  OK します。



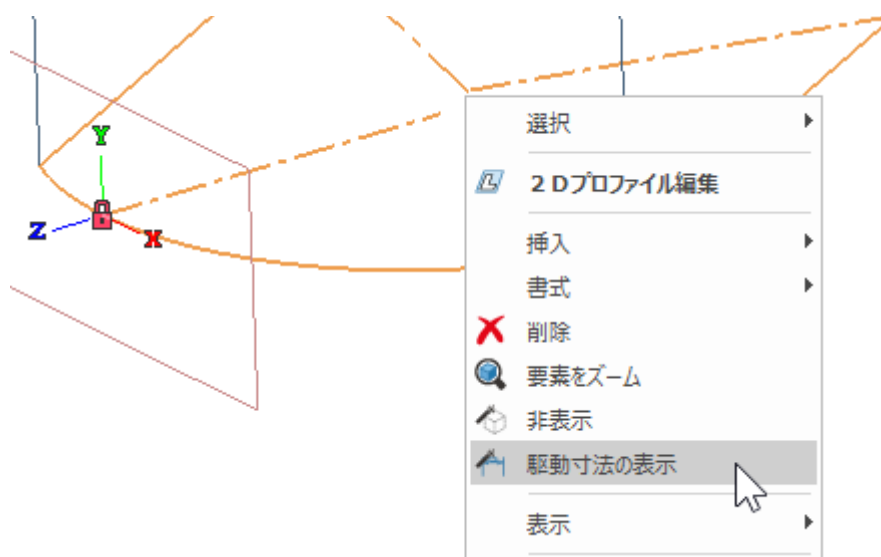
- ワークプレーンをクリックして、クイック編集モードに切り替えます。
- Y 軸の回転矢印をクリックし、ミニダイアログボックスに 角度 180 と入力し、ワークプレーンを 180 度回転させます。



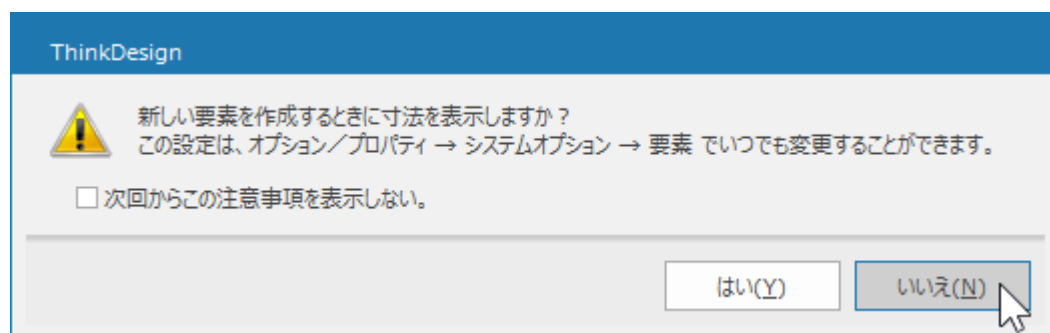
下図のように、ワークプレーンの位置を設定します。



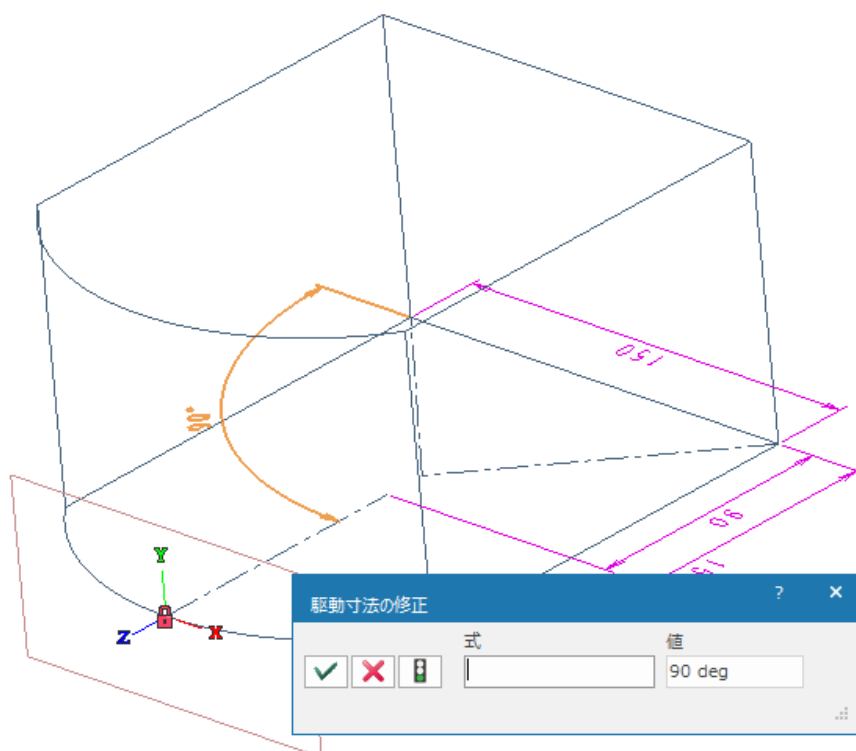
基準プロファイルの角度の値を変更してみましょう。プロファイルを右クリックして、**駆動寸法の表示** を選択します。



「新しい要素を作成するときに～」とのメッセージが表示されます。ここでは、**いいえ** を選択します。

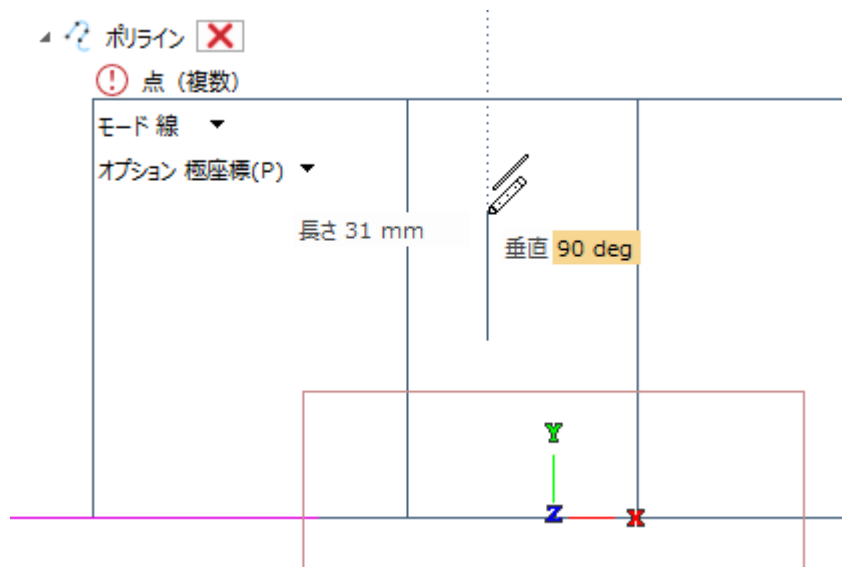


表示された寸法のうち、角度寸法 をダブルクリックして、90 などに変更します。  
プロファイルの変更に応じて、ワークプレーンの位置が変わることがわかります。

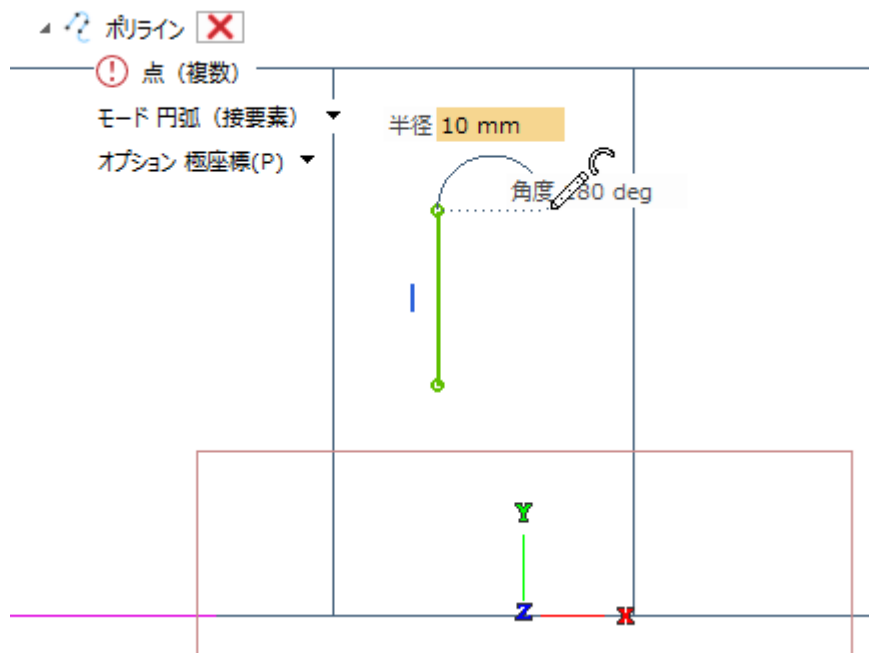


## Step 5: 鍵穴のプロファイル

- **[F8]** キーを押し、続いて **[F]** キーを押します。
- **2Dプロファイル** モードに切り替えます。
- **ポリライン** コマンドを選択し、垂直線を作成します。

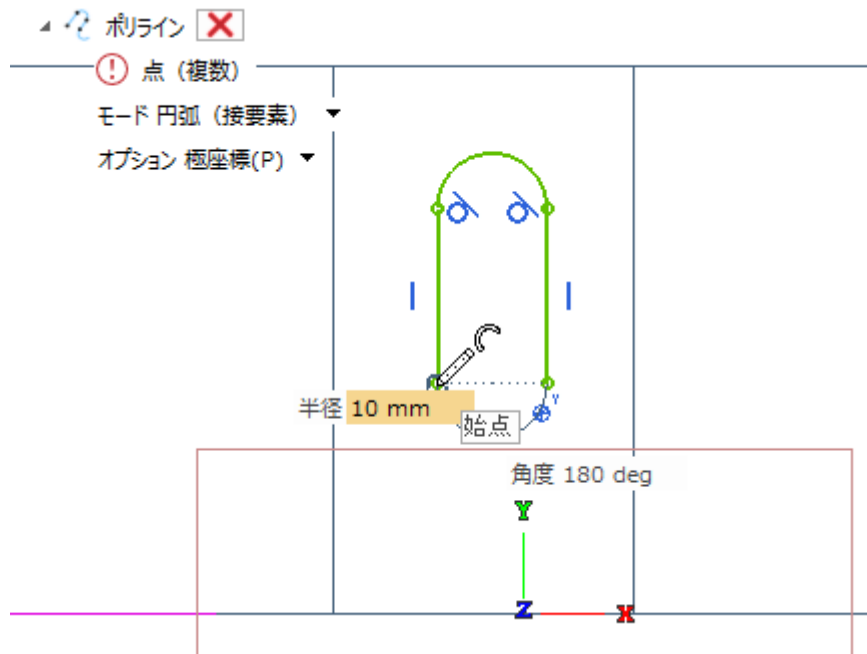


- **円弧(接要素)** モードに変更します。
- 半径はいくらでも構いませんが、角度が 180 度になるように作図してください。



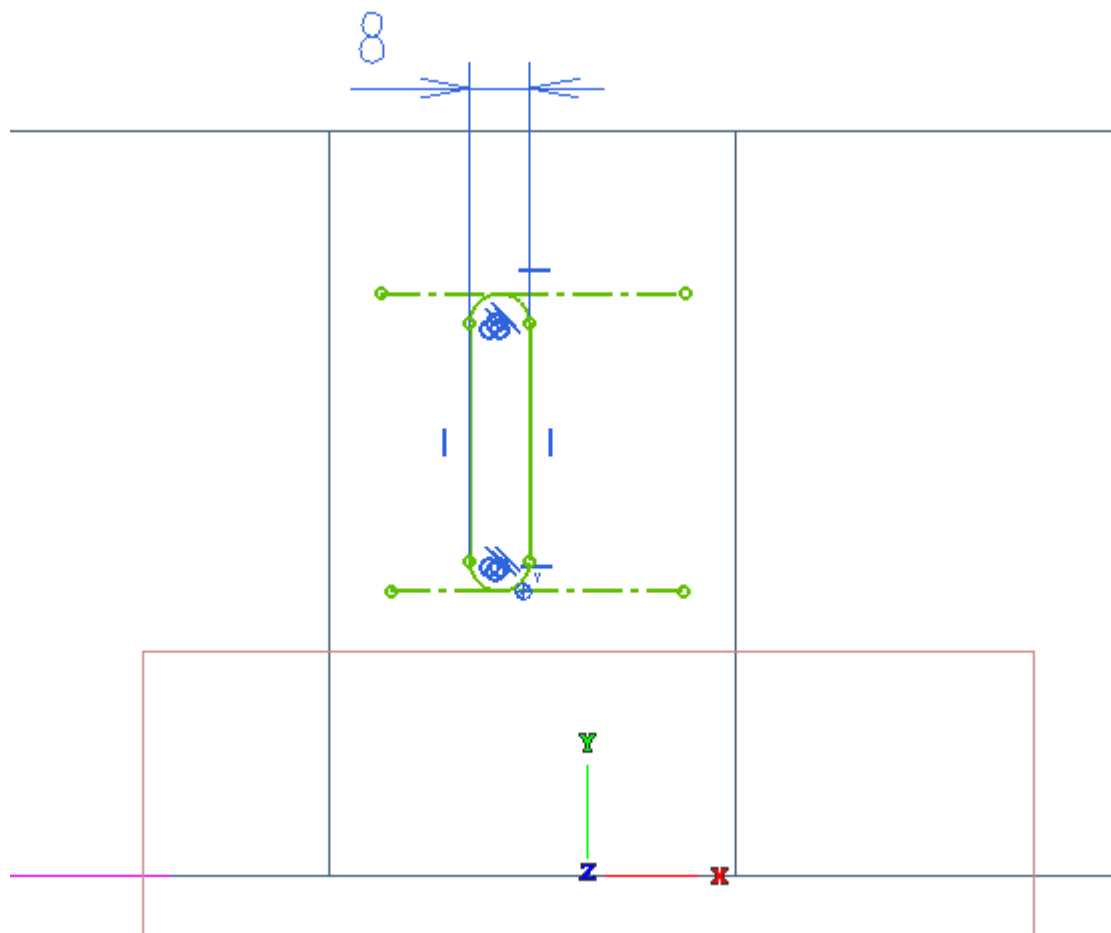




もう1本垂直線と接円弧を作成し、閉じたプロファイルを作成します。

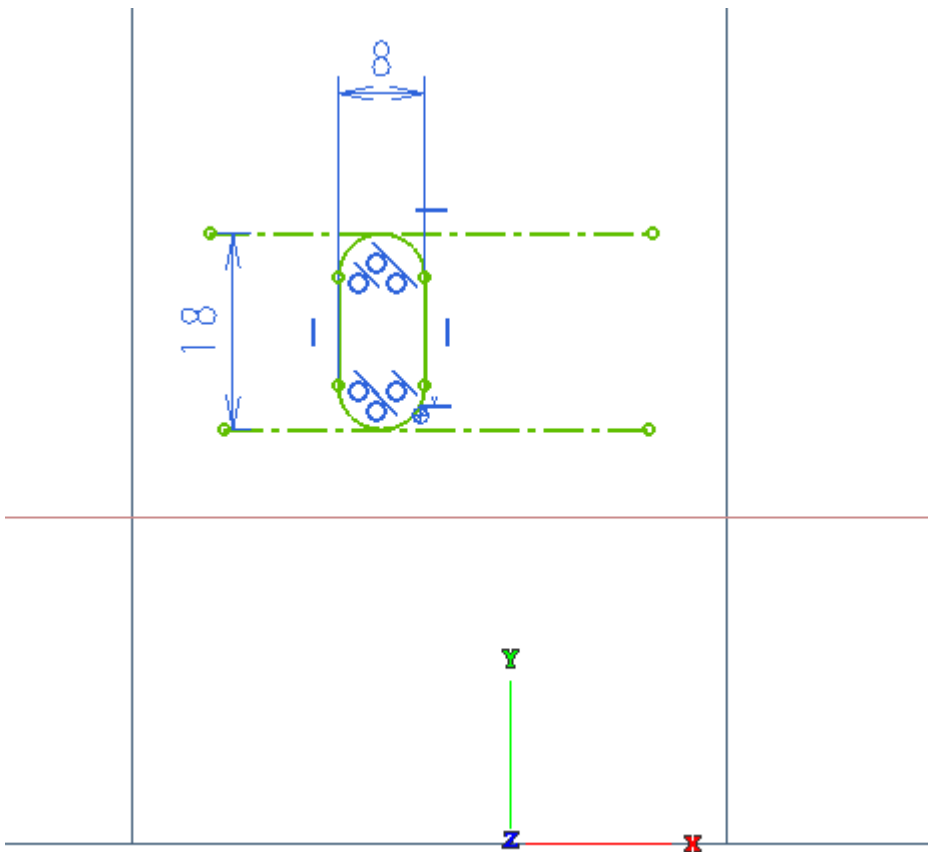


🔗 接線拘束 が4つ作成されるはずです。もしなければ、手動で追加してください。

- 2点を結ぶ線 コマンドで、長円形の上に1本ずつ水平線を作成します。
- 作成した2つの水平線を選択して、参照線 にします。
- 寸法 コマンドで、穴の幅の寸法を追加します。( 8 mm )



-  **接線拘束** を選択して、上に作成した水平線と長円プロファイルの上の円弧を選択します。
-  **接線拘束** を下の円弧と参照線の間にも作成します。
- 参照線間の寸法を **18mm** に設定します。

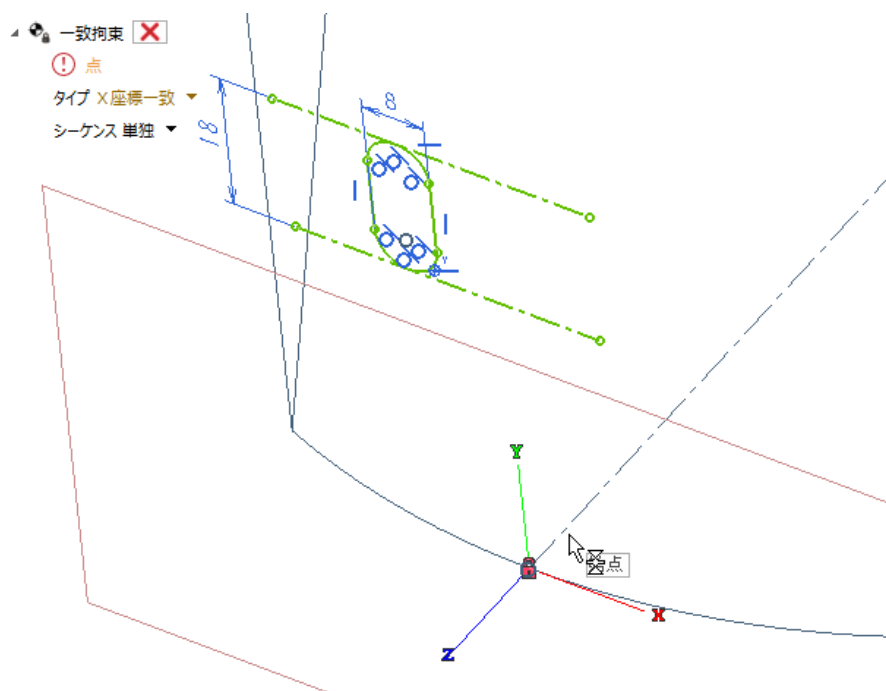


次のステップでは、プロファイル以外の要素への拘束方法をみていきます。

## Step 6: 外部要素への拘束

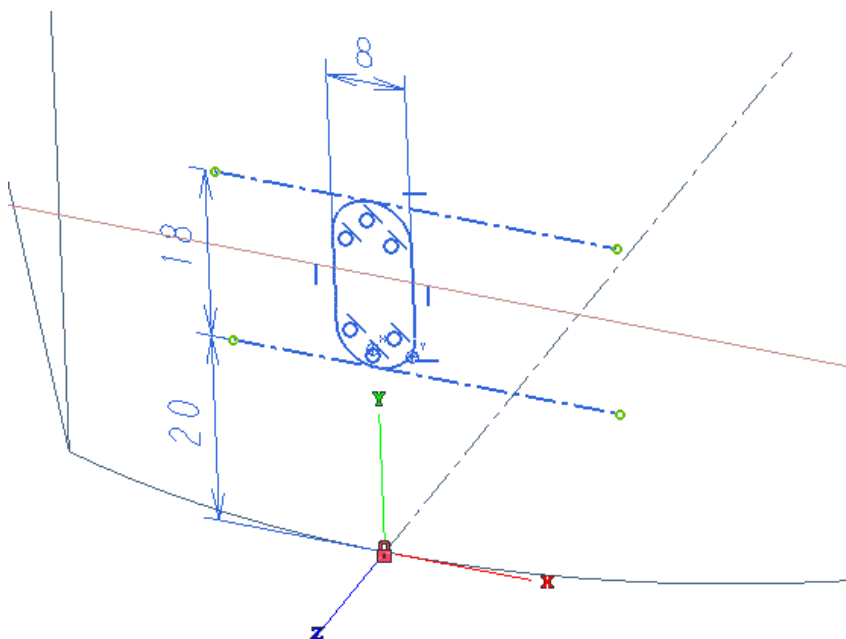
次に、プロファイルの位置を現在のXY平面上で固定しましょう。そのためには、プロファイル以外の要素にプロファイルを拘束する必要があります。


- 下図のようにビューを少し回転してください。
- 一致拘束 を選択し、タイプより **X座標一致** を選択します。
- 1点目として、下側の円弧の中心を **円の中心スナップ** で選択します。
- 2点目として、参照線の端点を **端点スナップ** で選択します。

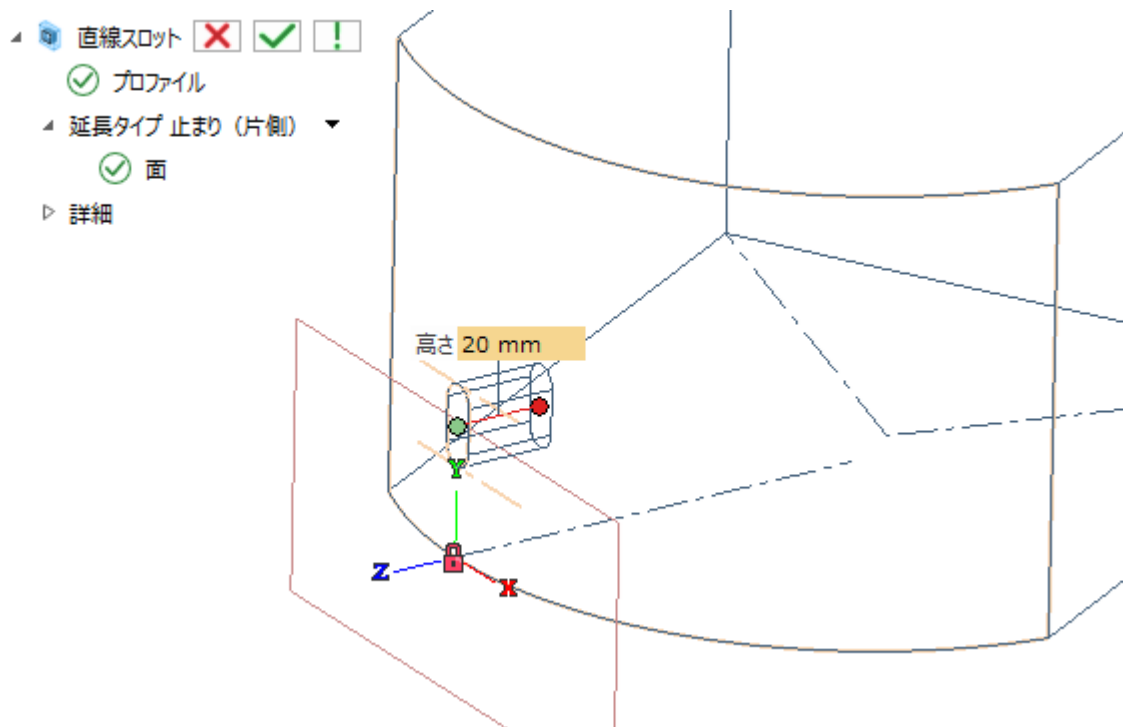



プロファイルはまだY方向へは固定されていません。プロファイルの要素を選択してドラッグすると、Y軸方向へのみ移動することを確認することができます。

- 寸法 コマンドを選択します。
- 参照線の端点と水平線との間に寸法拘束を作成します。値は **20mm** に設定します。



-  直線スロット コマンドを選択します。
- 面として、円柱面を選択します。
- 深さ(高さ)を 20 mm と設定します。




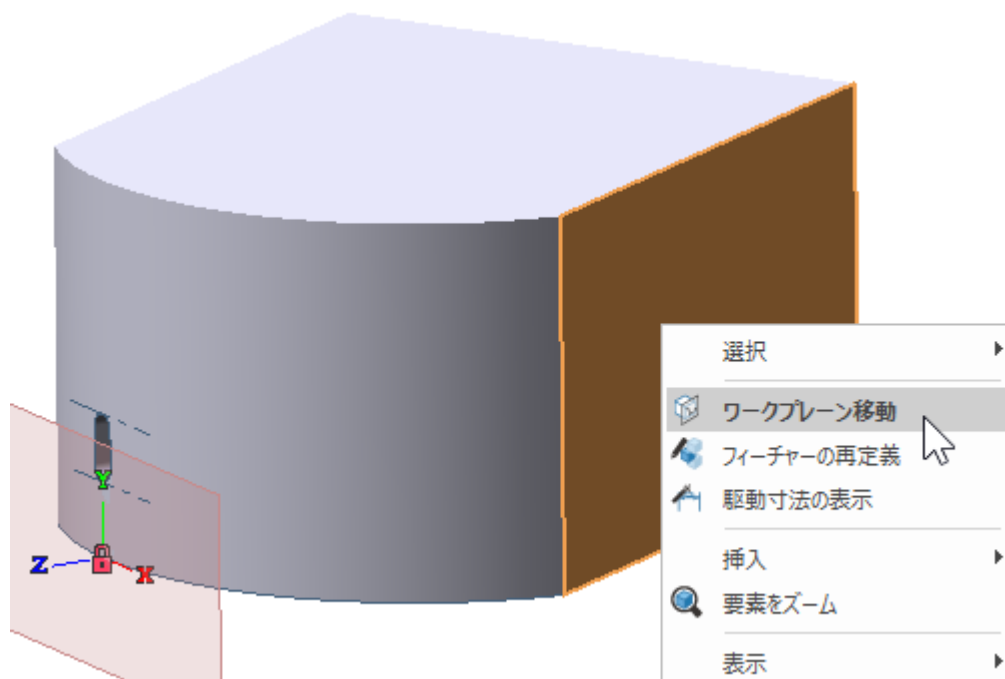
-  OK をクリックします。




ここで、ワークプレーンの基準プロファイルの角度を例えば 110 度や 120 度に変更すると、それにしたがってスロットの位置も変わることが確認できます。

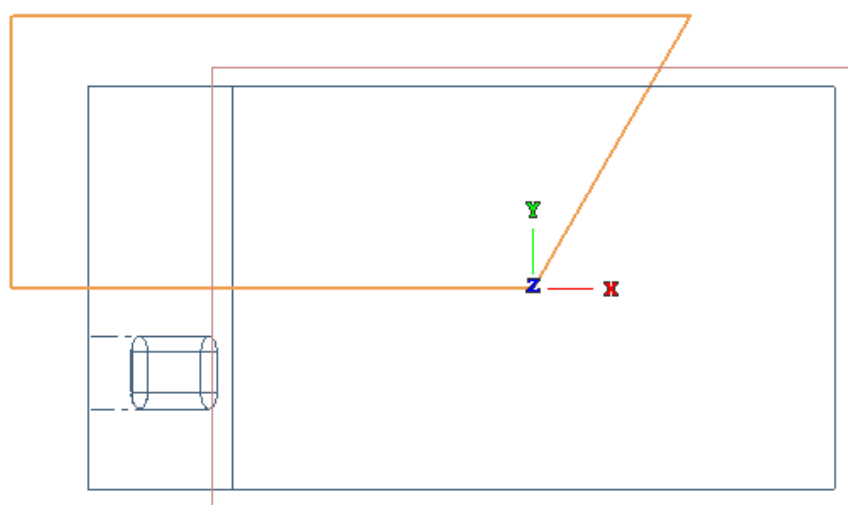
## Step 7: 複数の島形状を含んだプロファイル


続いて、複数の島形状を含んだプロファイルを作成します。島形状とは複数のつながっていない閉じたループを指します。このステップでは、島形状を複数含んだプロファイルを扱います。

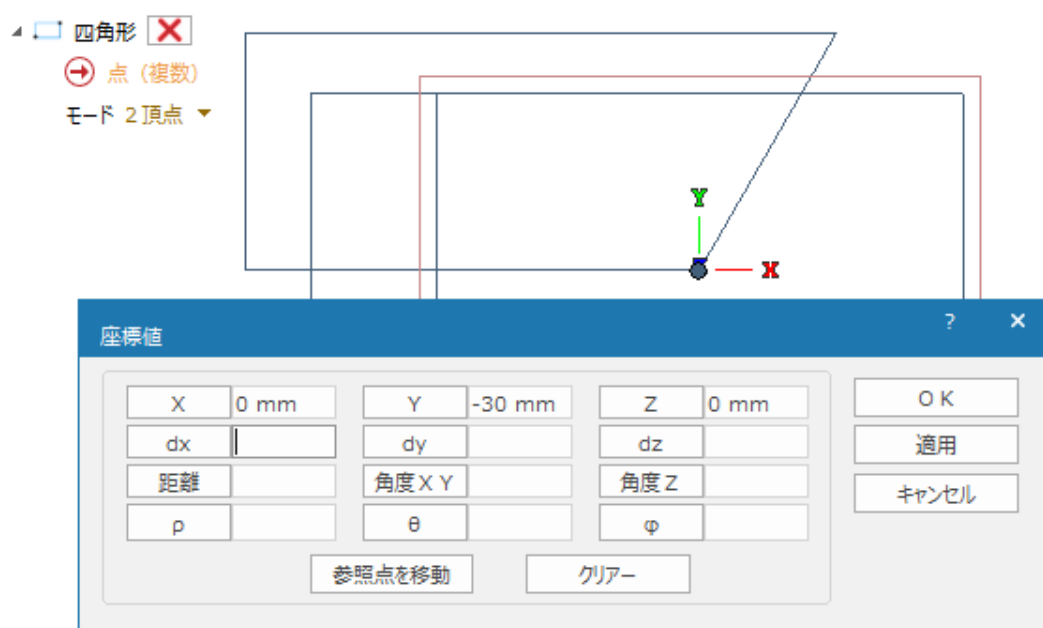
-  **シェーディングビュー** を選択します。
- 右側の面を右クリックして、**ワークプレーン移動** を選択します。



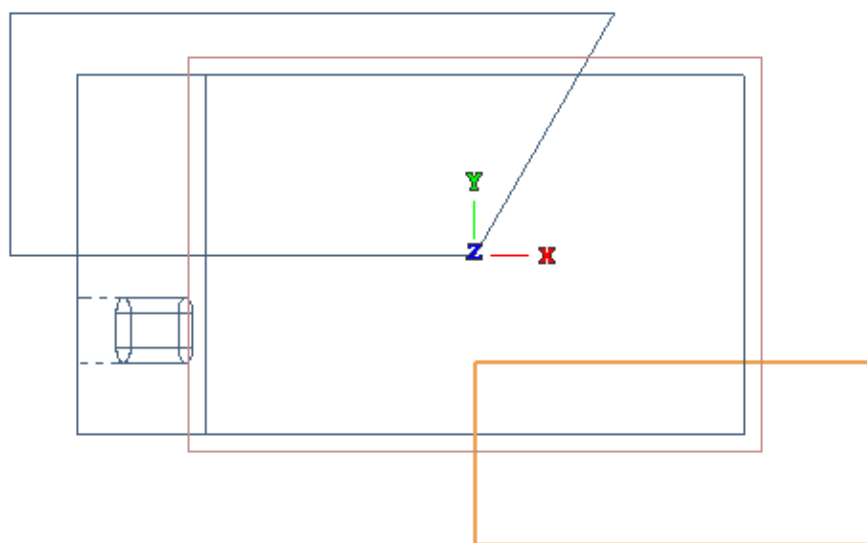
-  **ワイヤーフレームビュー** に戻します。
- **[F8]** キーを押し、**[F]** キーを押して、ワークプレーンの方向に正対します。
-  **ポリライン** コマンドを選択します。(今度はプロファイルモードでは作業しません。)
-  **ワークプレーンの原点** から右上に 60 度で1本目の線を作成します。続いて、下図のように作図し、閉じた形状を作成します。



- 次に  **四角形** コマンドを選択します。
- <sup>XYZ</sup>★ **座標値入力** を使用して、1 点目を指定します。
- XYZに 0, -30, 0 を指定します。

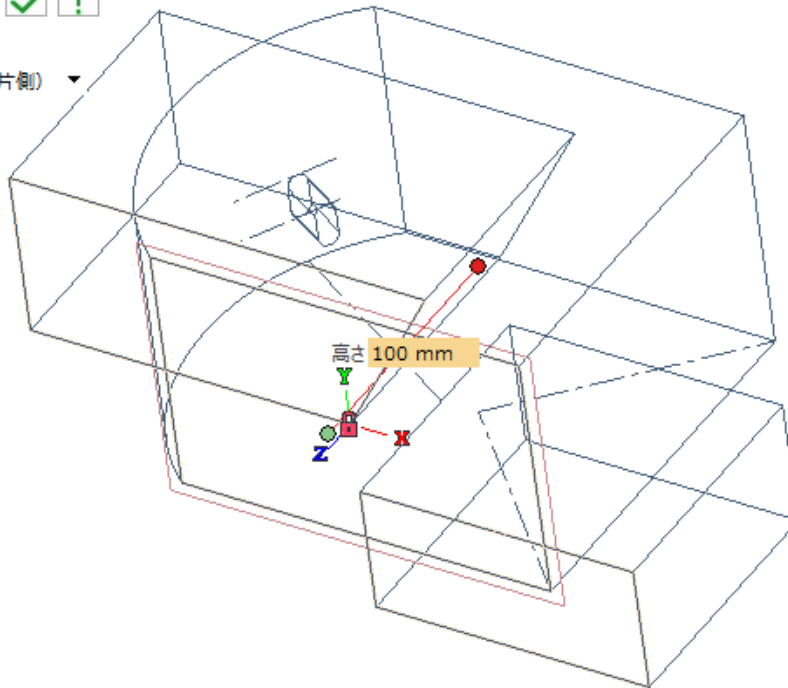
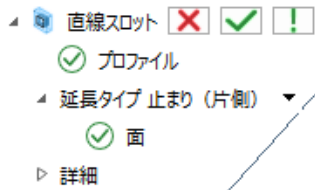


**OK** をクリックします。2点目は、モデルの外側の点を指定します。



2つの閉じた平面形状を作成しました。8本の線で構成されています。  
これらはまだプロファイルではありません。

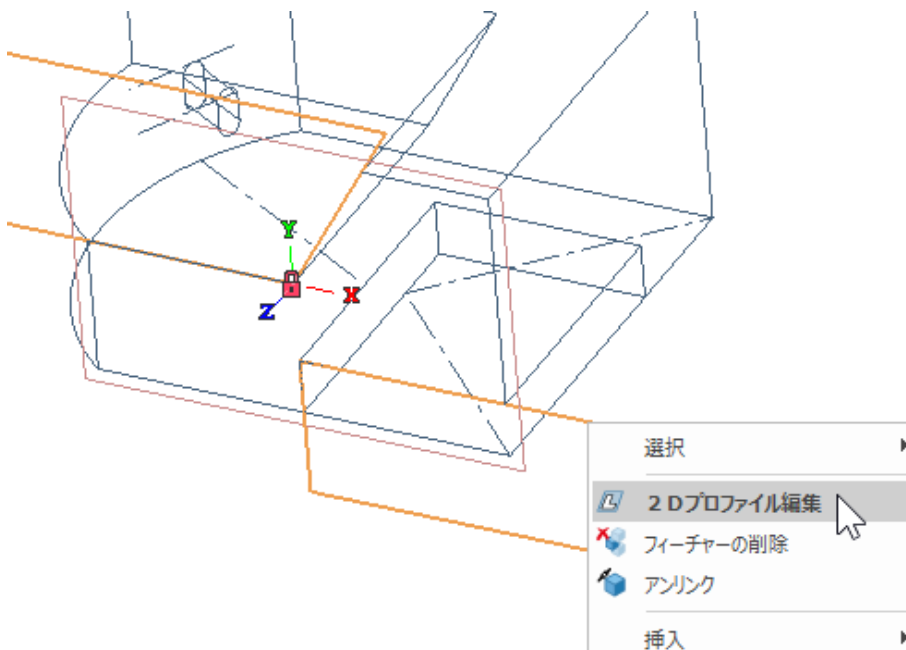
- **直線スロット** コマンドを選択します。
- 8つの曲線をすべて選択します。面にはソリッドの面が入力されます。
- 深さ(高さ)として 100 mm を入力します。
- **OK** をクリックします。



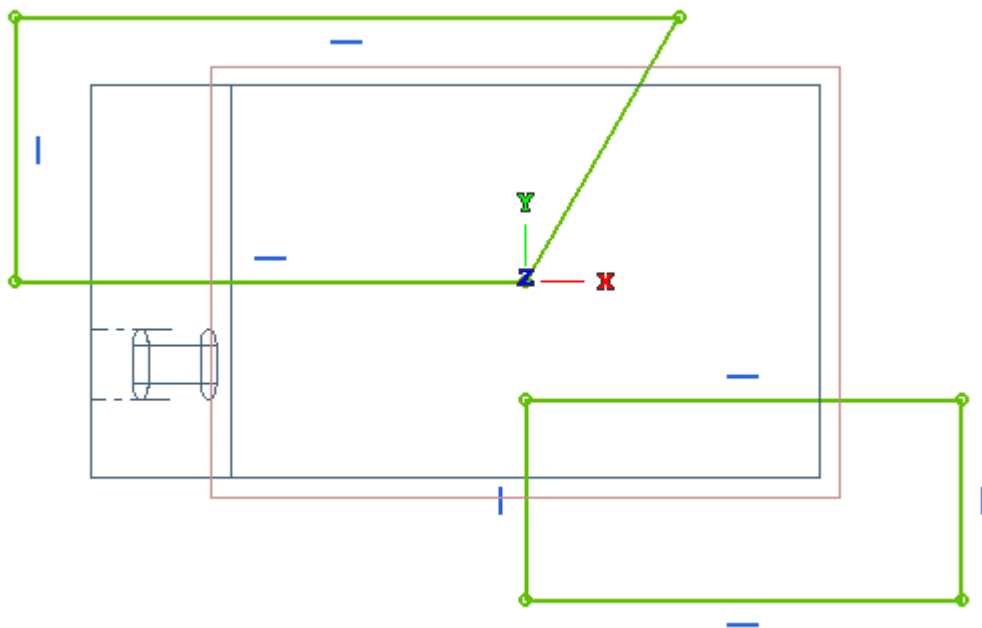
平面上の曲線群からスロットや突き出しフィーチャーを作成したとき、これらの曲線群は自動的にプロフィールに変換されます。


ここで、1つのスロットフィーチャーで、2つのポケット形状を作成しました。ここで使用したプロフィールは1つだけですが、複数の閉じたループ(島形状)を含んでいます。

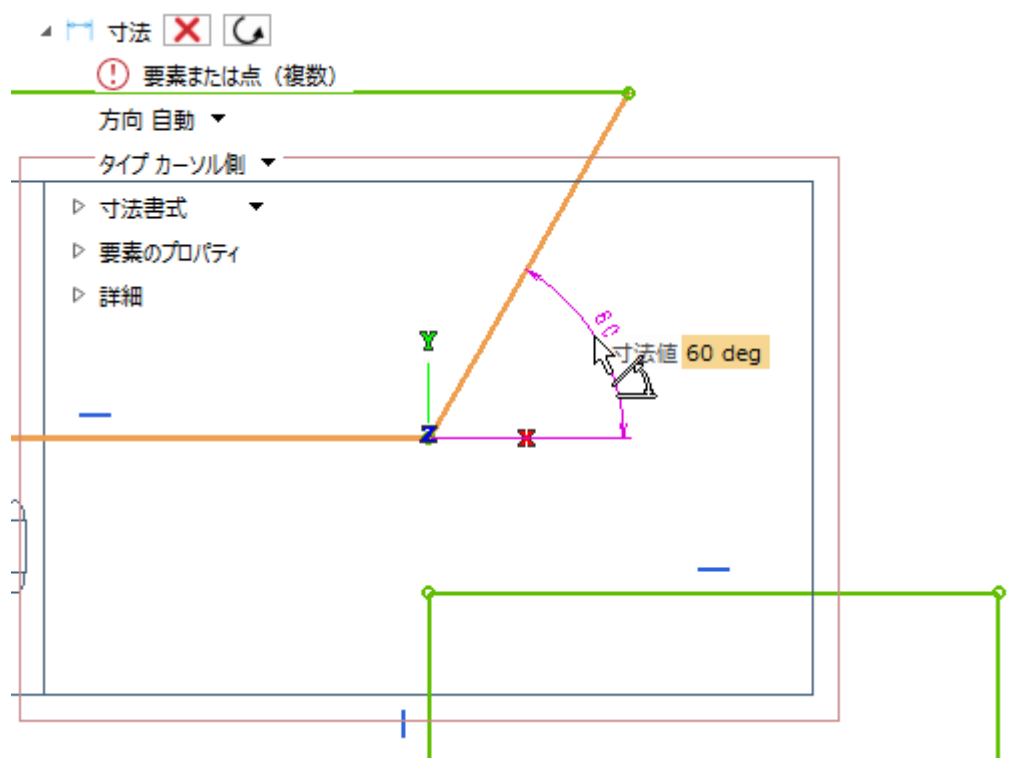
- ベースソリッドの元になっている初めに作成したプロフィールを右クリックして、**駆動寸法の非表示** を選択します。
- 先ほど作成した(自動的に作成された)プロフィールを右クリックして、**2Dプロフィール編集** を選択します。




挿入  プロファイル  自動  を実行します。下図のように自動的に拘束条件が付加されます。



-  寸法 コマンドで角度寸法 60 度を追加します。




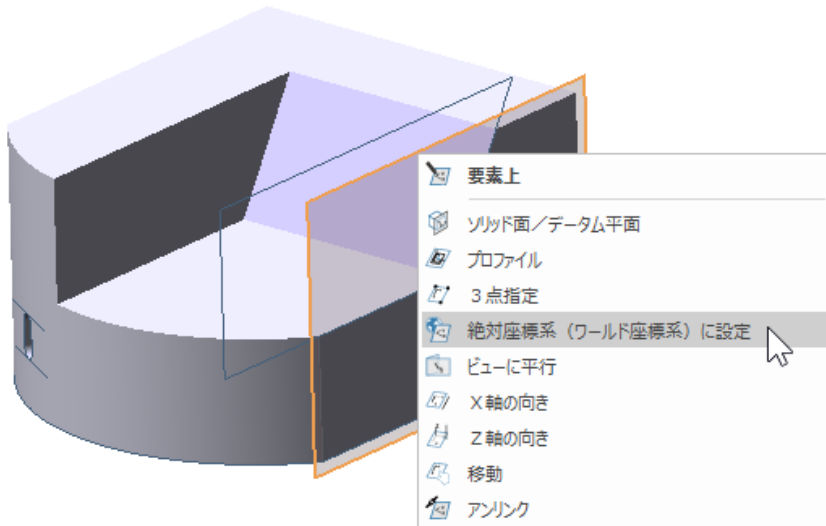
 モデル環境に戻ります。



## Step 8: プロファイル／ワークプレーン間のリンク

プロファイルとワークプレーンは常に密接に結びついています。それ故、プロファイルを作成する前に、現在のワークプレーンの位置に十分注意を払う必要があります。



- 表示を  シェーディングビュー に変更します。
- ワークプレーンを右クリックして、絶対座標系(ワールド座標系)に設定 を選択します。

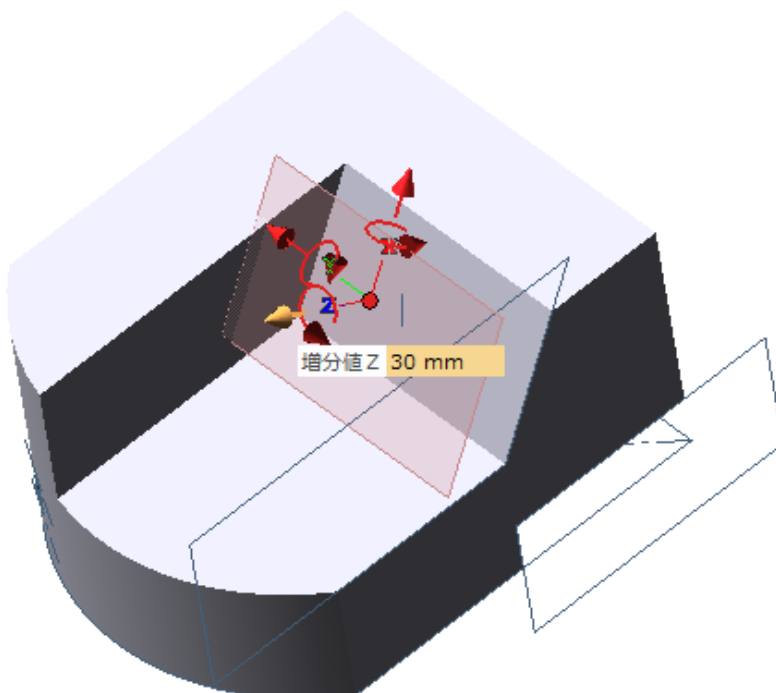


斜めの面にワークプレーンを移動しましょう。

- 斜めの面を右クリックして、ワークプレーン移動 を選択します。

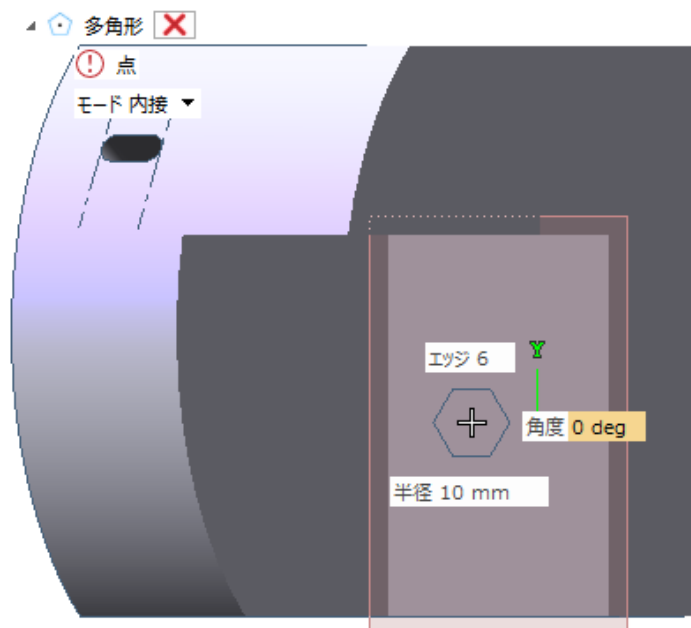
いったんワークプレーンを面上に設定すると、ワークプレーンはその面にリンクします。この時、ワークプレーンには「鍵マーク」が表示されます。この要素にリンクしたワークプレーンを他の場所へ移動してみましょう。

- 編集  ワークプレーン  クイック編集 を選択します。
- Z軸の真っ直ぐな矢印をクリックし、増分値Z30 mm と入力し、30 mm 移動します。



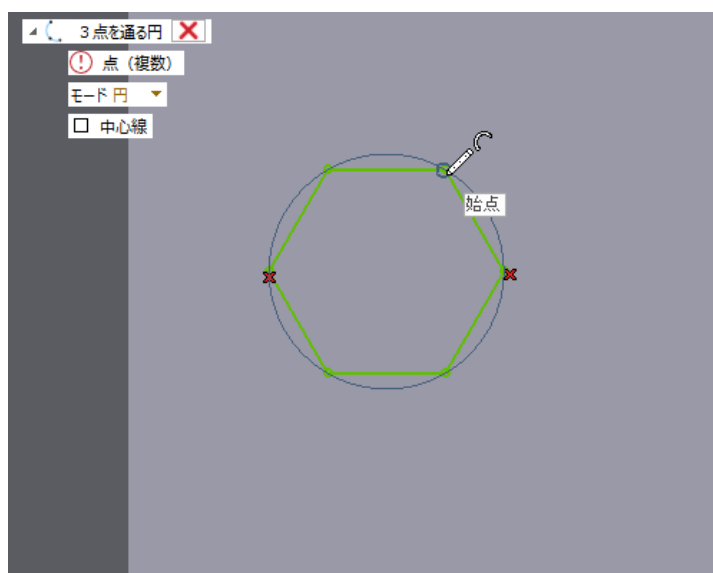
このワークプレーン上にプロファイルをスケッチしましょう。ここで作成した要素は、基準にした面に関連付けられます。

- **F8** キーと **F** キーを押します。
- **2Dプロファイル** モードに切り替えます。
- **多角形** コマンドを選択します。
- エッジと半径にそれぞれ 6 と 10 を入力します。面のおよそ真ん中あたりに6角形を配置します。



次に、この6角形の中心位置を固定したいと思いますが、6角形には他の要素から寸法を拾ったり、拘束したりするための「中心」がありません。そこで、参照円を作成することになります。

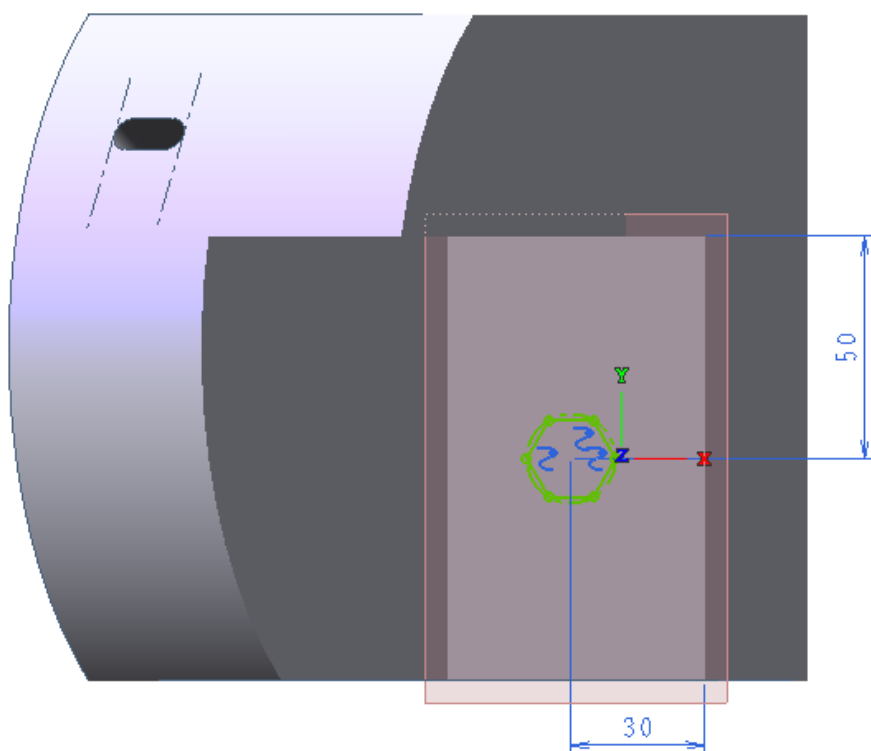
- **3点を通る円** コマンドを選択します。
- 6角形の頂点のうち3つを選択します。



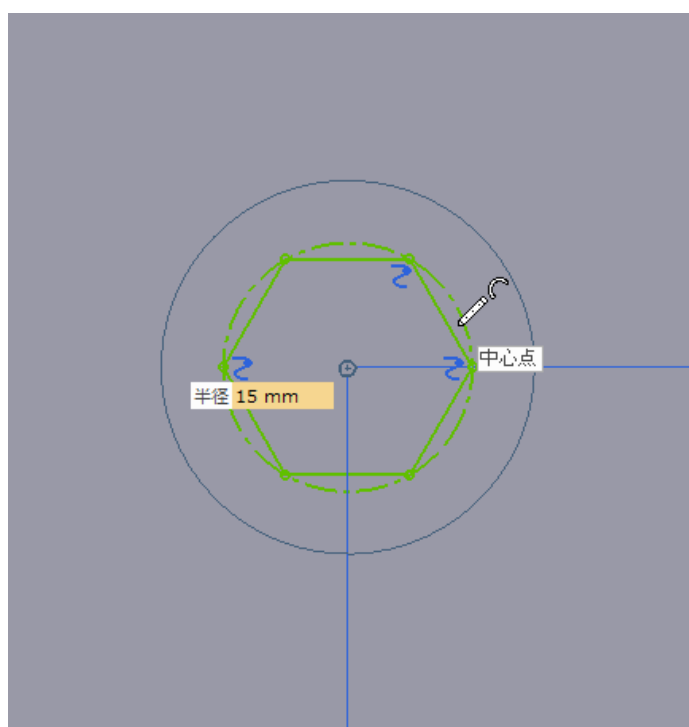
- 円を選択して、**修正** **プロファイル** **参照線追加／削除** コマンドで参照線にします。

**線上点拘束** を3箇所作成します。また、ここでは、完全拘束された6角形が欲しいわけではなく、その位置を確定する様子を見ていだけなので、ここで追加する3つの拘束条件だけで十分です。

- 寸法 コマンドを選択します。
- 下図のように寸法を追加します。





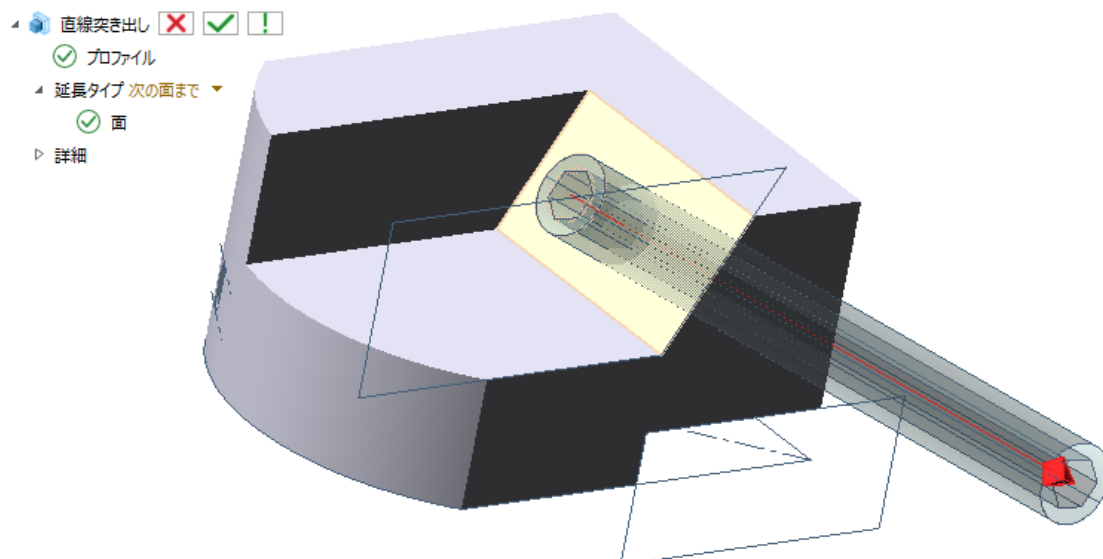
- 半径指定の円 コマンドを選択します。
- 円の中心スナップを使用して、参照円の中心を参照しながら、半径 15 mm の円を作成します。
- **Esc** キーを押します。





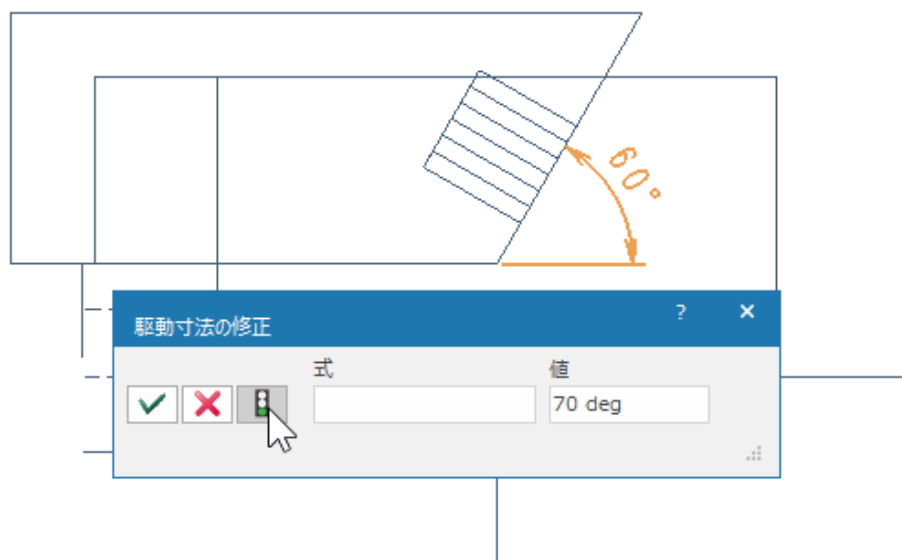
内側に島形状を含んだプロファイルができました。

斜めの面まで、突き出しを作成します。

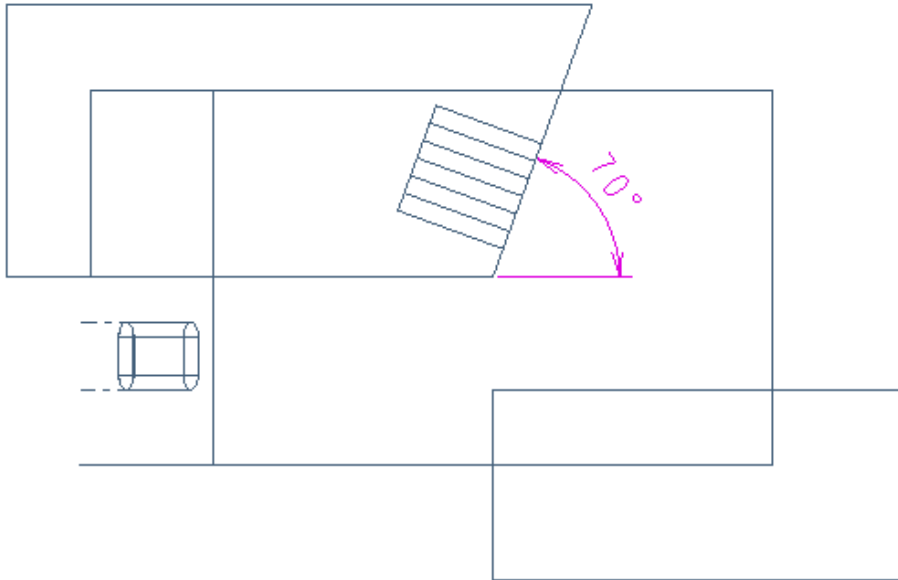
-  **直線突き出し** コマンドを選択します。
- プロファイルの選択を確認し、延長タイプを **次の面まで** に変更します。
- 面として、斜めの面が選択されていることを確認してください。
- プレビューの方向を確認し、必要なら矢印をダブルクリックして方向を反転してください。
-  **OK** をクリックします。



- 表示を  **ワイヤーフレームビュー** に変更します。
- ビュー方向を  **左側面ビュー** に変更します。
- プロファイルを右クリックして、**駆動寸法の表示** を選択します。
- 角度を 70 度に変更します。



-  **再構築** ボタンを押します。



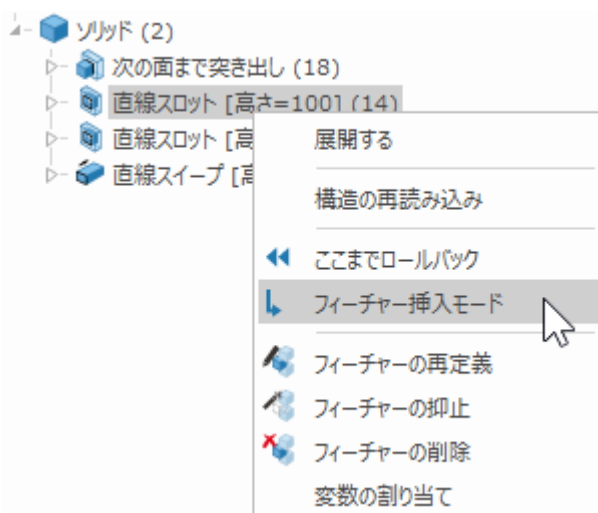
直線突き出しのプロファイルの配置位置が変わりました。これは、プロファイルがリンクしているワークプレーンがソリッドの面にリンクしているためです。



それでは、突き出しの長さを変更するにはどうしたらよいでしょうか？プロファイルと斜めの面との間の寸法を変更すれば良さそうですが、しかし、プロファイルが配置されているワークプレーンと斜めの面との間には、現在何の寸法もありません。





このような場合、「データム平面」という要素を使用します。データム平面は履歴を持ち、プロファイルをデータム平面にリンクするように作成します。

と言うことは、データム平面は、プロファイル作成前にあらかじめ作成しておく必要があるということです。ここでは既に突き出しを作成してしまっていますが、突き出しを作成し直さずにリンクを付け直すことができるでしょうか？以下、その手順をみていきます。

- モデル構造ツリーからスロットフィーチャーを右クリックして、フィーチャー挿入モードを選択します。



-  データム平面 コマンドを選択します。
- 参照平面に **面上** を選択します。
- 詳細に **平行&距離** を選択します。
- 距離に 20 mm を入力します。
- 入力を確認して、 OK をクリックします。

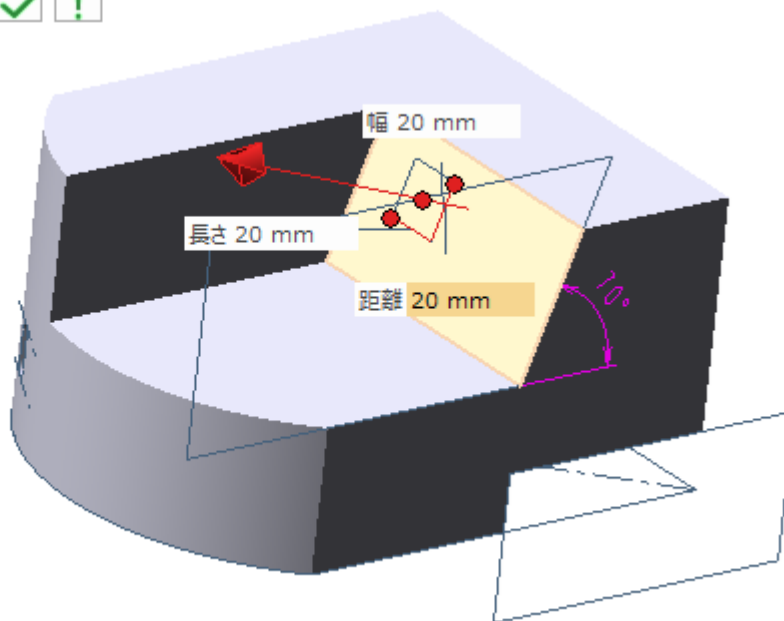
▲  データム平面   


▲ 参照平面 面上 ▼

 面

詳細 平行&距離 ▼




幅 寸法 ▼

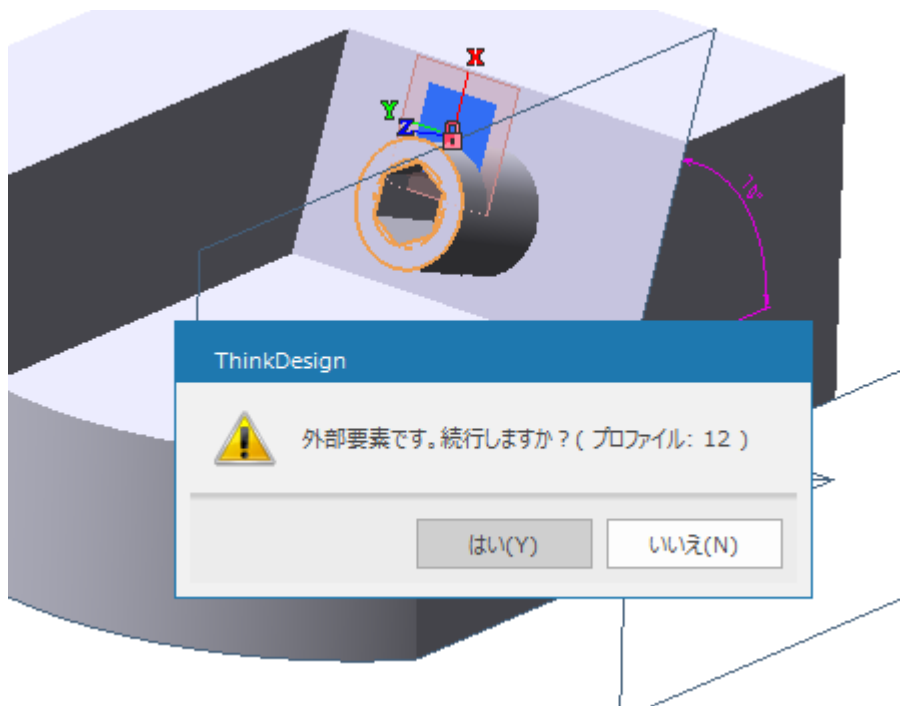


- データム平面の色を青などに変更するとわかりやすいでしょう。
- データム平面を右クリックして、**ワークプレーン移動** を選択します。
- モデル構造ツリーで右クリックし、**フィーチャー挿入モードの終了** を選択します。  
これでフィーチャー挿入モードを抜けます。
- 必要に応じてモデルを  **再構築** します。



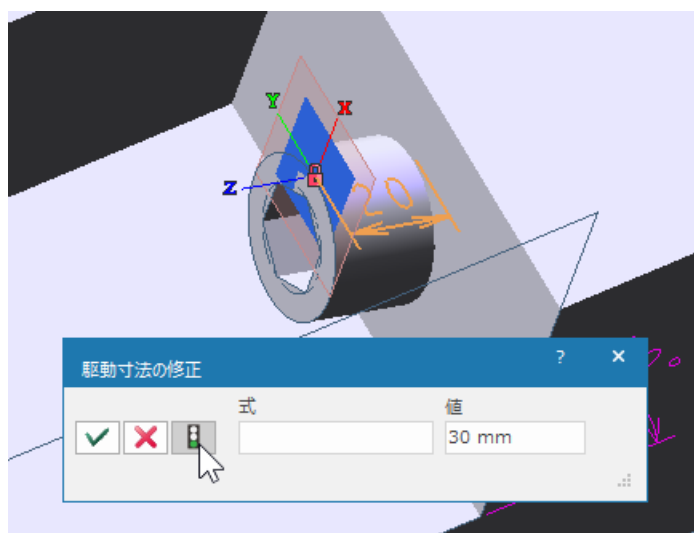
次に、プロフィールを現在のワークプレーン上へ移動させます。

- 修正  プロファイル  カレントワークプレーンへ移動／コピー コマンドを選択します。
- 六角形のプロファイルを選択し、 OK します。
- 下図のメッセージが表示されますが、はいを選択します。



プロフィールが新しいワークプレーン上に移動しました。新しいワークプレーンは、デーラム平面にリンクしています。デーラム平面の寸法を変更してみましょう。

- データム平面を右クリックし、**駆動寸法の表示** を選択します。
- 表示された駆動寸法をダブルクリックして、30 mm と入力し、再構築します。



これで、直線突き出しの長さを変更することができました。

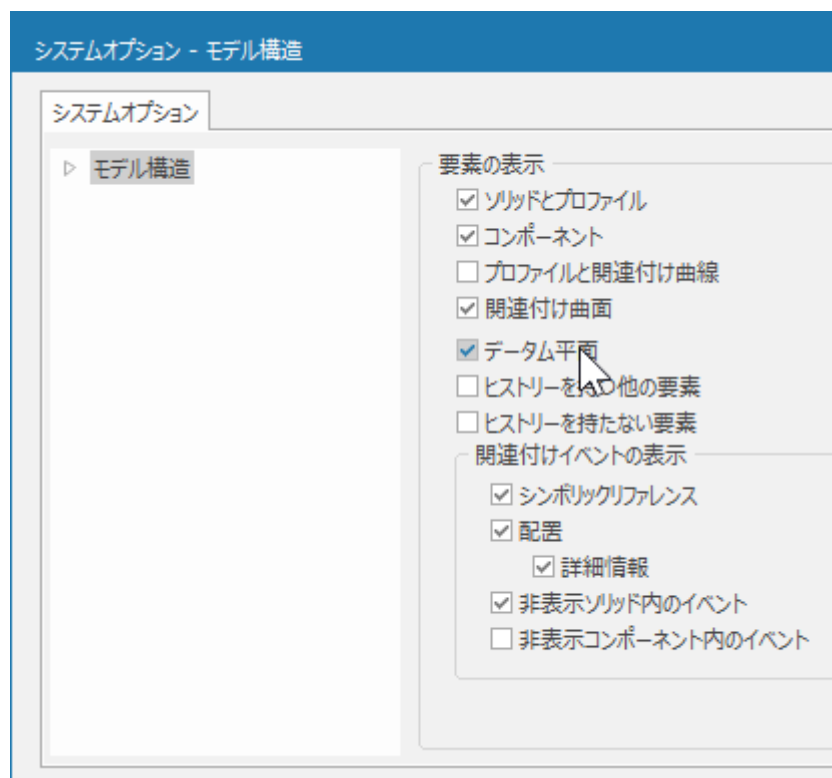
現在デーラム平面の基準面は斜めの面ですが、次にこれを画面右の平らな面に変更してみます。また、基準面からの距離も 100 mm に変更します。そのためには、デーラム平面を再定義して、基準面を変更する必要があります。

デーラム平面は履歴を持つ要素なので、モデル構造ツリーに表示することができます。

- モデル構造の空白部分を右クリックして、**モデル構造オプション** を選択します。



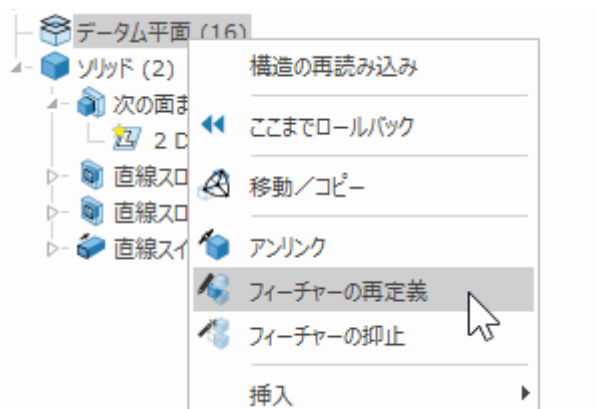
- ☒ **デーラム平面** にチェックします。



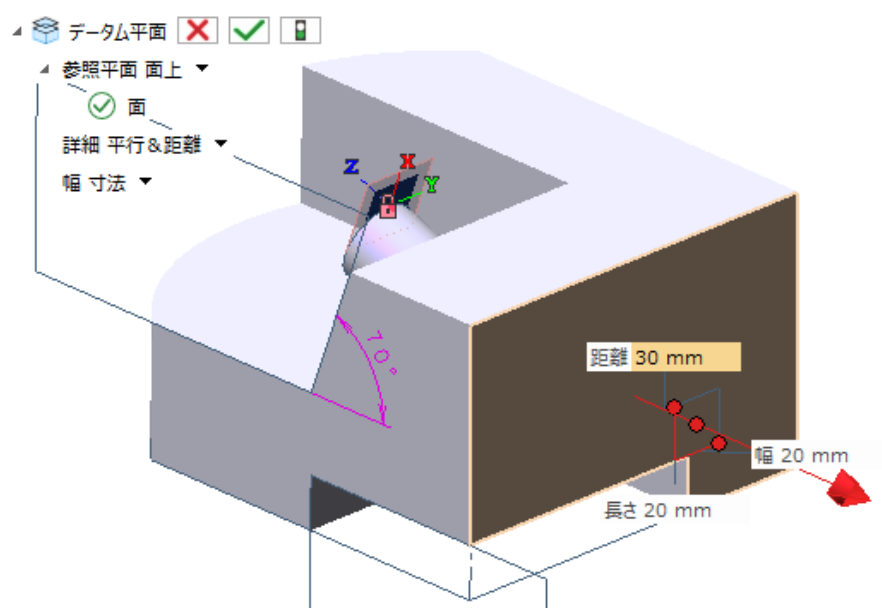
モデル構造ツリーにデーラム平面が表示されたことを確認してください。



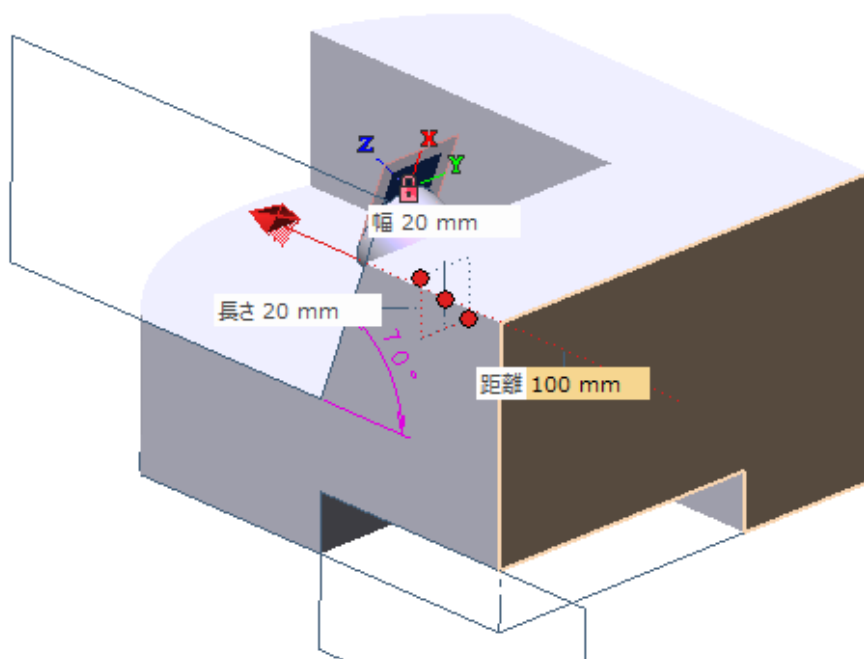
- データム平面を右クリックして、**フィーチャーの再定義** を選択します。




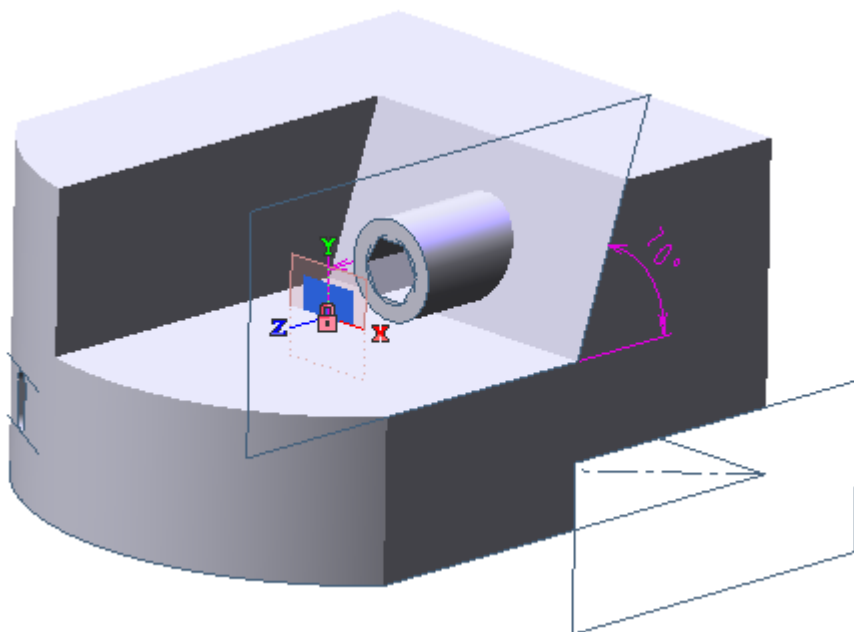
- 下図の面を参照面として選択し、矢印をダブルクリックして面の方向を反転します。
- 詳細 にて、**平行 & 距離** を選択します。



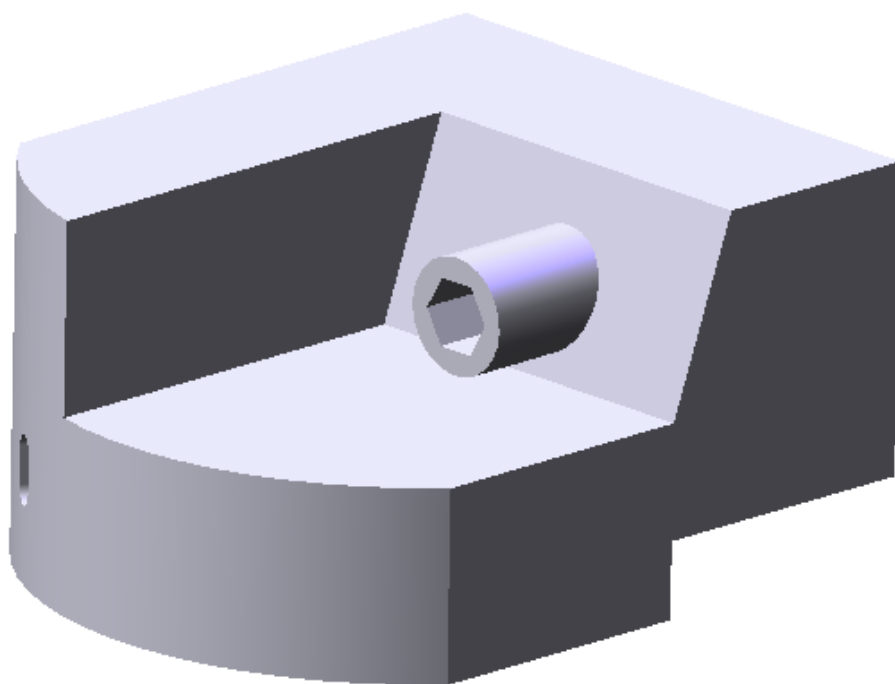
- 距離として -100 mm を入力します。



-  **再構築** ボタンをクリックします。



新しいデータム平面の位置を反映してモデルが更新されます。直線突き出しも、データム平面にリンクしているので、その位置が変わります。



すべての寸法とプロファイルを非表示にします。

これで終了です！