

SOLIDWORKS

アドバンスドテクニック 5 5

補助資料（初級者用資料）

一関工業高等専門学校 未来創造工学科

機械・知能系

八戸 俊貴

藤原 康宣

目次

第1章	はじめに	1
第2章	押さえておくべき基本事項（スケッチ編）	
2.1	SolidWorksにおけるスケッチとは？（スケッチの重要性）	2
2.2	フィーチャー可能なスケッチの条件	3
2.3	スケッチの流れ	5
2.4	スケッチを描く平面の選択	6
2.5	スケッチエンティティ	8
2.6	スケッチツール	18
2.7	幾何拘束	21
2.8	スケッチの完全定義	28
2.9	スケッチ作業における注意点	31
第3章	押さえておくべき基本事項（フィーチャー編）	
3.1	SolidWorksにおけるフィーチャーとは？	34
3.2	よく使うフィーチャー	35
3.3	押し出しボス／ベース	36
3.4	回転ボス／ベース	40
3.5	押し出しカット、回転カット	42
3.6	フィレット、面取り	46
3.7	モデル化の方法について	51
3.8	モデル化の基本方針	53
第4章	押さえておくべき基本事項（アセンブリ編）	
4.1	アセンブリとは？	55
4.2	アセンブリの流れ	56
4.3	部品の追加	61
4.4	合致の付け方	63
4.5	部品の移動・回転	69
4.6	視点の回転	71
4.7	拡大、縮小	72
4.8	具体的な合致の付け方（例　ピンおよびブラケット）	75

第1章 はじめに

本原稿の内容は、“SOLIDWORKS アドバンステクニック 5 5”の書籍の内容を補完するために作成した資料になります。

書籍出版の関係から、書籍の対象として初級者ではなく中級者以上を対象としました。そのことから、初級者にとっては難しい内容もあるかと思えます。また授業などをご利用になる場合は、初級者向けの内容があったほうが教えやすいかもしれません。

上記のような関係から、書籍ではなくあくまで参考資料として初級者を対象とした原稿を作成し、広く利用してもらい、書籍へとつなげてもらいたいとの考えでこの原稿を作成しました。

この原稿はあくまで書籍を補完するという意味合いで作成しましたので、書籍とは表現その他が異なることもあるかと思いますが、書籍へとつなげる内容にしています。是非ご活用ください。

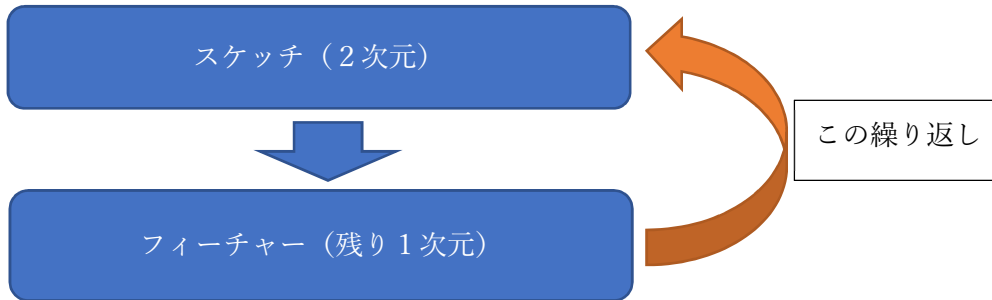
本原稿は広く利用していただくためにも複製・配布については制限を設けません。しかしながら著作権を放棄したわけではありませんので、本原稿を改変した上での配布などは認めません。その点ご注意ください。

第2章 押さえておくべき基本事項（スケッチ編）

2.1 SolidWorks におけるスケッチとは？（スケッチの重要性）

SolidWorks は 3D-CAD です。3 次元的な表現が重要だと考える人が多いと思いますが、それはあまりです。

SolidWorks で造形する場合には以下のような手順となります。



3Dモデルを制作していく場合、上の図のように、スケッチ→フィーチャーという作業の繰り返しにより行っていきます。そのようにして考えると、スケッチはモデルの土台部分になることから、非常に重要であるということがわかります。

このようにスケッチは3次元化するための元の2次元図面であり、適用するフィーチャーによって作成するスケッチが異なるということがいえます。

この後から、具体的なスケッチ作業における基本的な事項を説明していくこととなりますが、いろいろと細かい点での注意事項が多々あります。

スケッチ作業は土台部分となるため、このスケッチ作業の基本を確実に身につけておかないと、後の作業に支障をきたします。特に悪い意味での癖がついてしまった場合、指摘されても修正することが難しくなってしまいます。その結果、いつまでたっても作業効率が悪い、手際が悪いということになってしまいます。そのようになってしまうと作業が苦痛になり、学ぼうという意識が阻害され、一向に上達せずそのままになってしまいます。

以上のことから、スケッチ作業の重要性を理解するとともに確実に作業をし、基本をしっかりと身につけないと後々自身が苦勞するということを強く意識し、着実に身につけるようにしてください。

重要 Point

- ① SolidWorks におけるスケッチはモデルの土台
- ② 作成したい3次元モデルによって作成すべきスケッチも異なる。

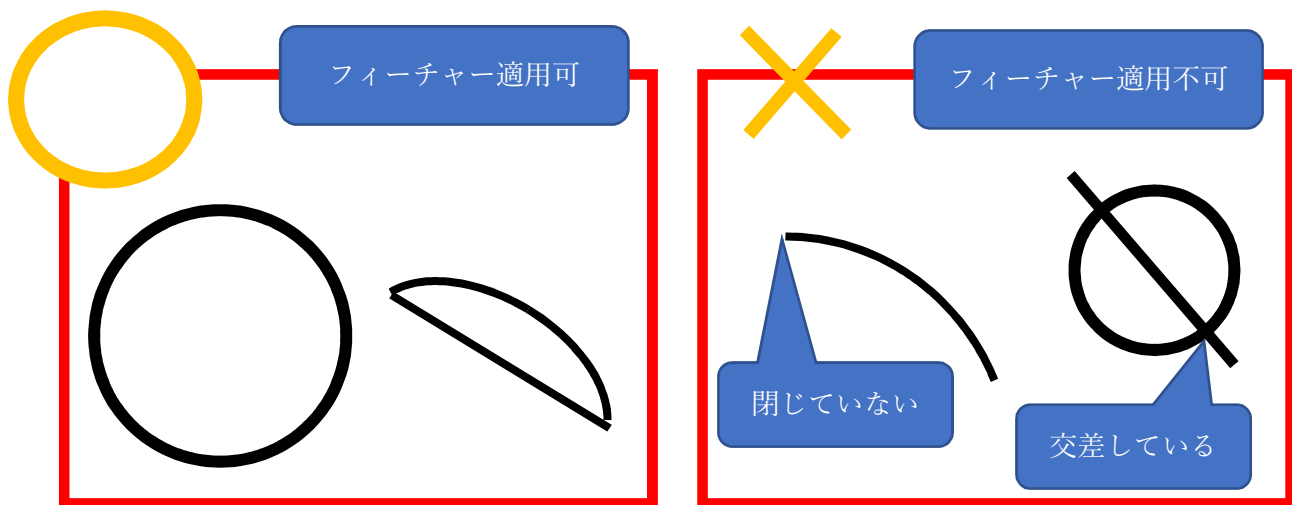
2.2 フィーチャー可能なスケッチの条件

2.1でスケッチの重要性を説明しましたが、どのようなスケッチでも良いわけではありません。ここでは最終的にフィーチャーを通して3次元モデルにするためにはどのようなことに注意してスケッチを作成すべきなのかについて説明します。

条件①

スケッチは閉じた曲線で構成されなければならない。

→閉じた曲線とは互いに交差しない曲線であり、いわゆる一筆書きで再現される曲線



条件②

スケッチが完全定義されていること。

スケッチの完全定義については2.8で詳細な解説を行いますが、ここでは概略のみ説明します。

まず、SolidWorksでは座標の概念があり、座標の原点を定義しています。

通常、スケッチ作業を行おうとする場合、画面上には図2.2.1のような矢印が表示されますが、この2つの矢印が交差する点が原点を示しています。そして、座標原点からの距離など位置関係の情報とそれ以外の情報の両方を加味して初めて図形が確定されることになります。つまり、スケッチで描いた図形が完全に確定されることを完全定義と言います。

このままではわかりにくいので、いくつか例を挙げます。

まず、単純な円の場合、原点を円の中心とした場合、それ以外に必要な情報は円の直径のみとなりますので、その情報を追加すると、完全定義をすることができます。図2.2.2に示すように、完全定義されたスケッチは線が黒く表示されます。

一方、同じ直径の円でも原点以外に円の中心がある場合には多少複雑になります。図2.2.3あるいは図2.2.4のように円の中心位置を示す追加の情報が必要になることがわかります。

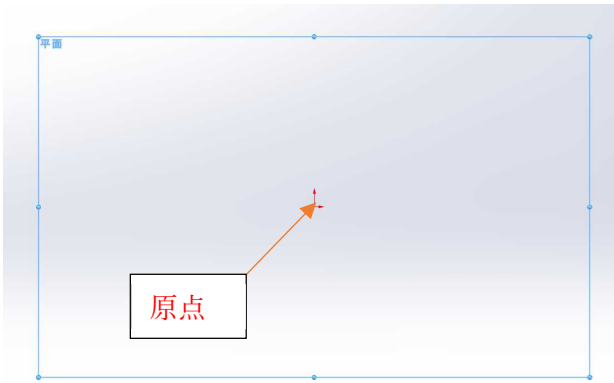


図 2.2.1 スケッチにおける座標原点

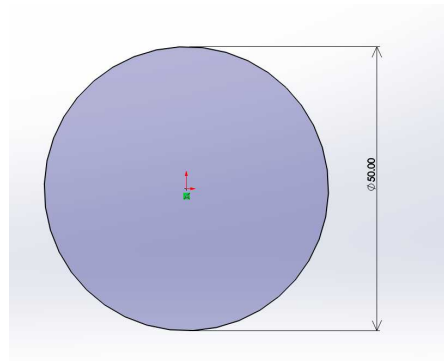


図 2.2.2 スケッチ例 1

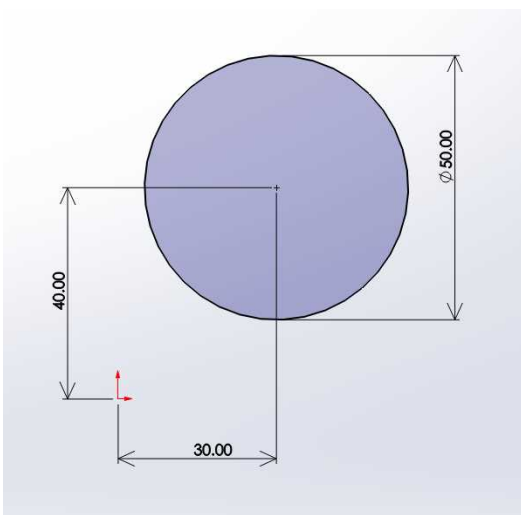


図 2.2.3 スケッチ例 2

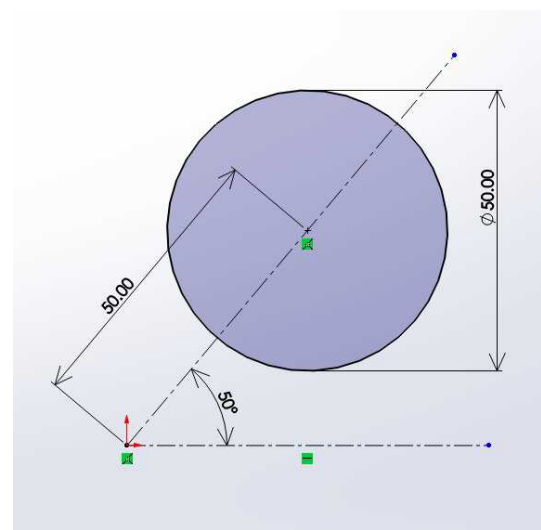


図 2.2.4 スケッチ例 3

図を見ればわかるように、図 2.2.3 は原点から水平、垂直方向の距離を用いて円の中心位置を示しています。一方、図 2.2.4 は作図線を用いていますが、円の中心点を通る角度と原点と円の中心との距離を用いて円の中心位置を示しています。これらはちょうど、数学でいうところの直交座標系と極座標系にそれぞれに対応します。

完全定義されていないスケッチは線が青くなりますので、そのような場合には確定するために追加の情報（寸法指定や幾何拘束）が必要になるということを念頭に置いてください。

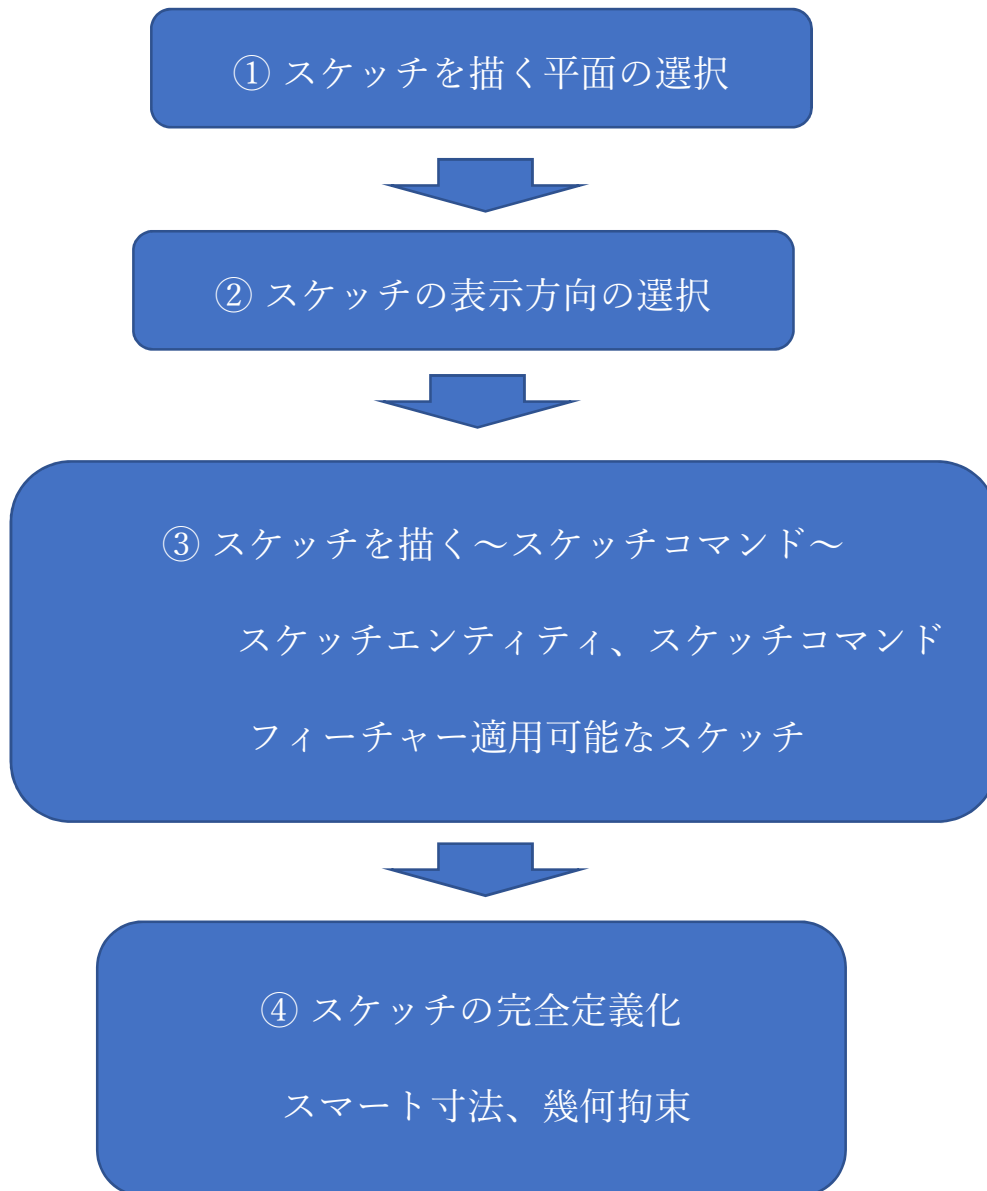
重要 Point

フィーチャー可能なスケッチの条件

- ① スケッチは閉じた曲線で構成されなければならない。
- ② スケッチが完全定義されていなければならない。

2.3 スケッチの流れ

次に、スケッチ作業の流れについて説明します。基本的には以下ようになります。



上記①以降について、2.4 から具体例を示して説明していきます。

2.4 スケッチを描く平面の選択

スケッチは2次元図面です。そのため、スケッチを描くためには平面（平らな面）に描く必要があります。それでは SolidWorks で選択できる面としてどのようなものがあるのかを順に説明していきます。

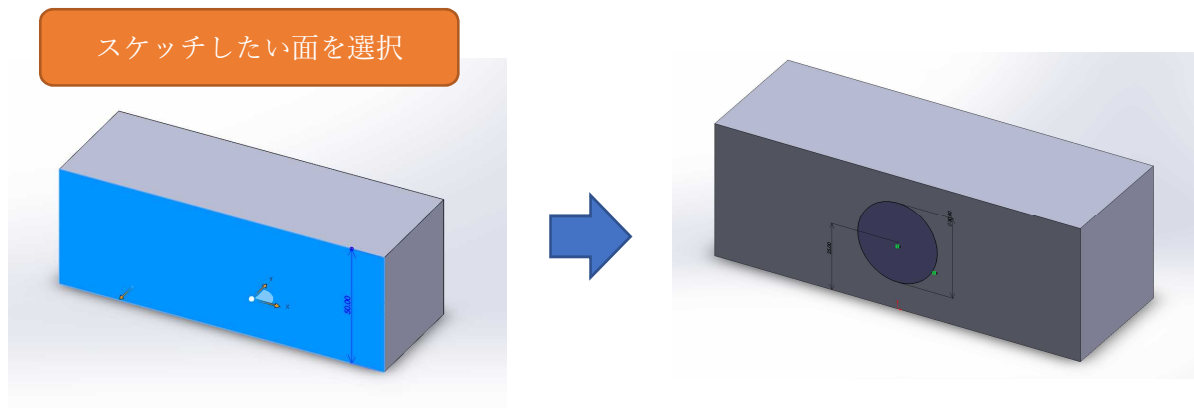
① デフォルトの3平面（正面、平面、右側面）

上記の3平面を利用するのは最初に作成するベースフィーチャーのスケッチになります。



② 押し出しフィーチャー等でできた平面

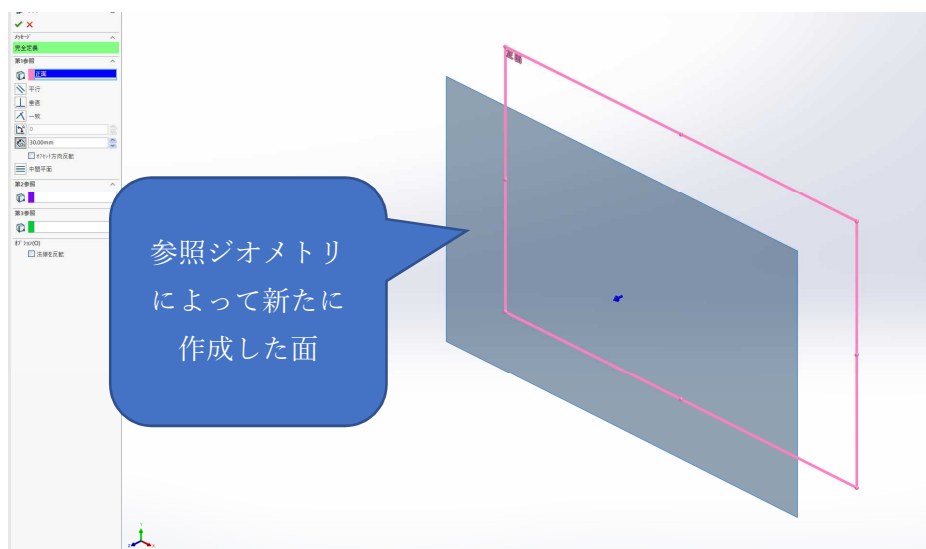
モデルを作成した後、そのモデルの平面部分を新たにスケッチするための平面として選択することが可能です。



③ 参照ジオメトリフィーチャーで作成した平面

参照ジオメトリという機能を用いて新たに面を作成することが可能です。そして、新たに作成された面にスケッチを描くことが可能になります。

参照ジオメトリについては書籍側（P43 テクニック15 任意の位置に面を作成してスケッチに利用する：参照ジオメトリ）で詳しく説明しています。



重要 Point

スケッチを描く平面は以下の3種類

- ① デフォルトの3平面（正面、平面、右側面）
- ② 押し出しフィーチャー等でできた平面
- ③ 参照ジオメトリフィーチャーで作成した平面

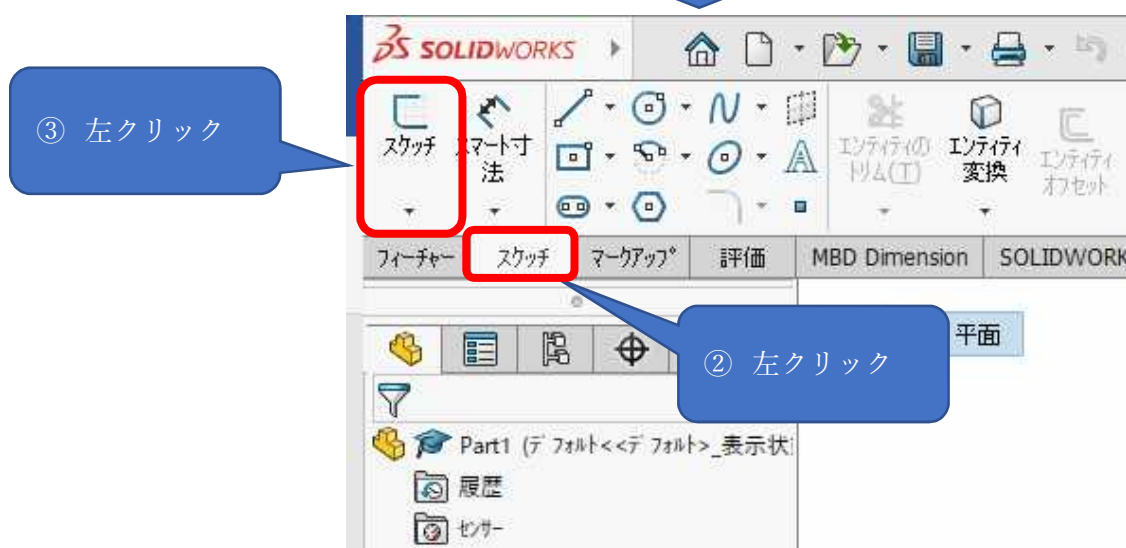
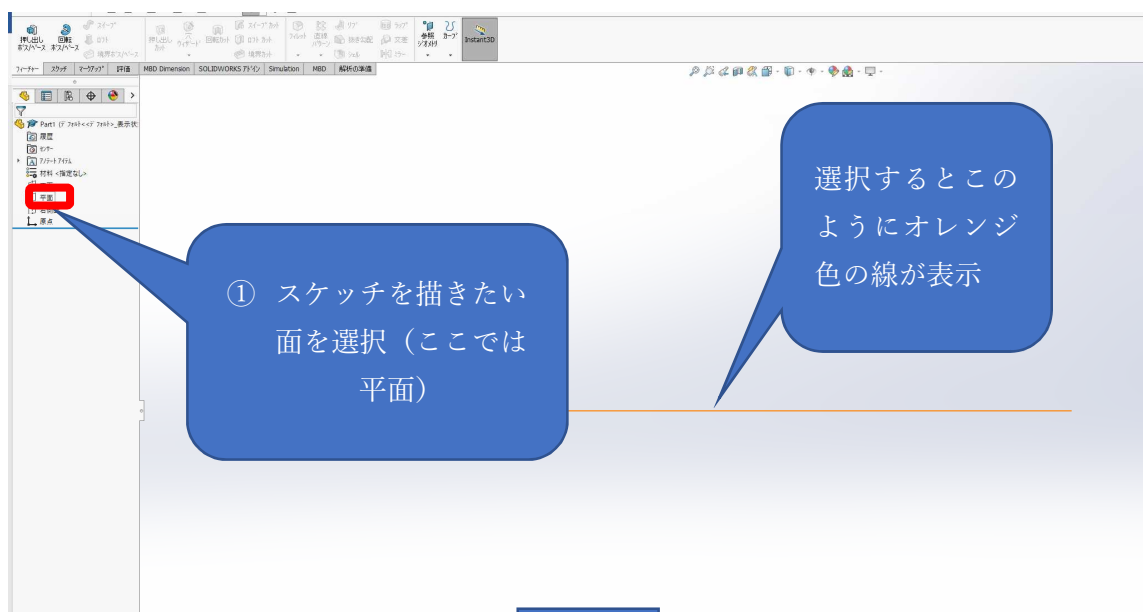
2.5 スケッチエンティティ

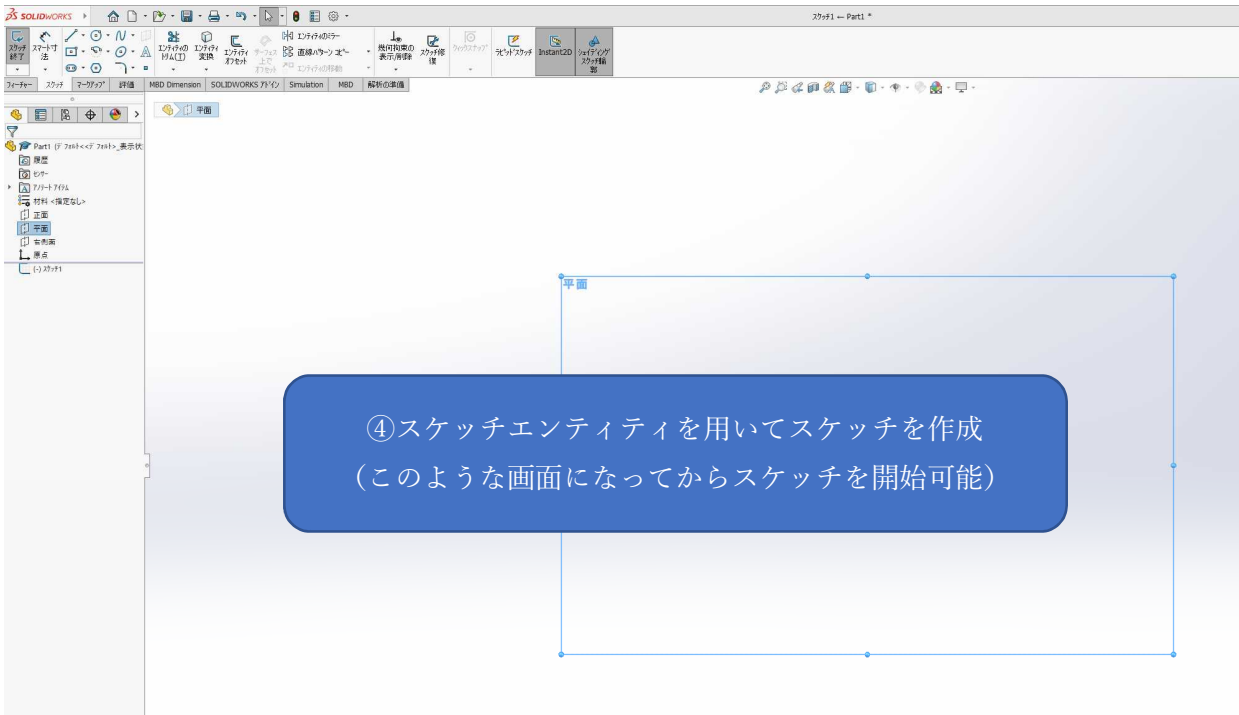
ここからはスケッチを描く際の具体的な内容について取り扱います。

スケッチエンティティとは実際にスケッチを描く（図形を描く）際に使用する、基本となるもののことです。

●手順

- ① スケッチを描きたい面を選択（左クリック）
- ② スケッチを選択（左クリック）
- ③ スケッチを選択（左クリック）
- ④ スケッチコマンドを用いてスケッチを作成





スケッチエンティティは図 2.5.1 のようになります。

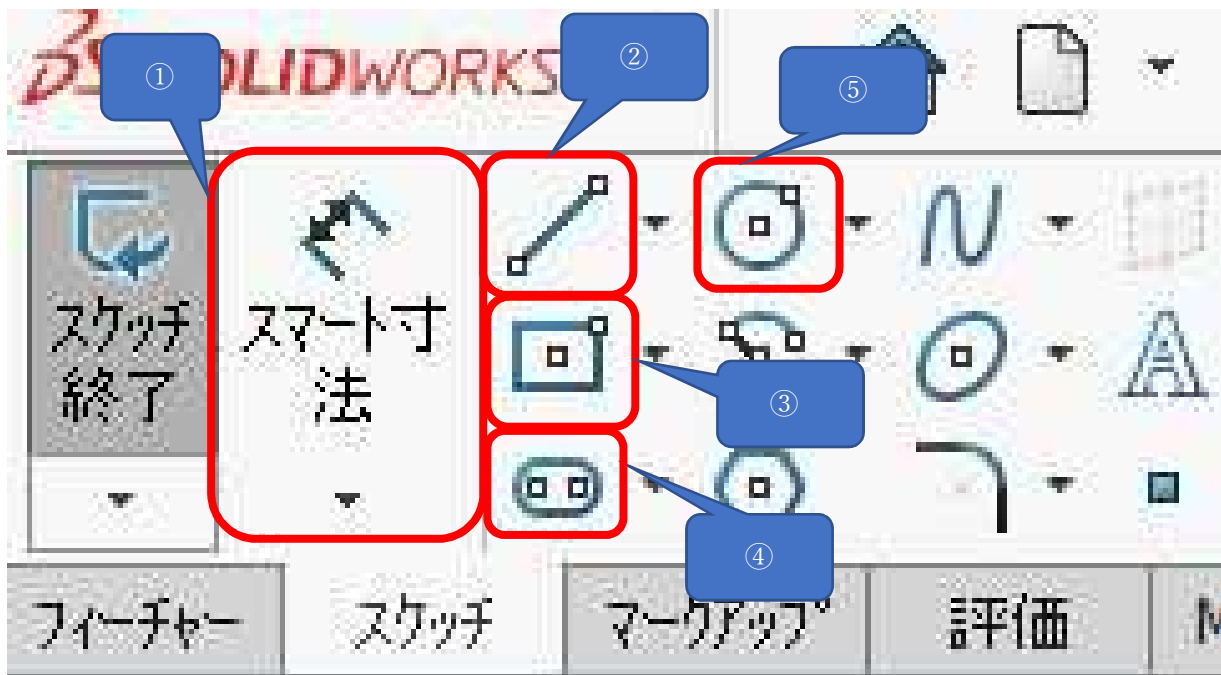
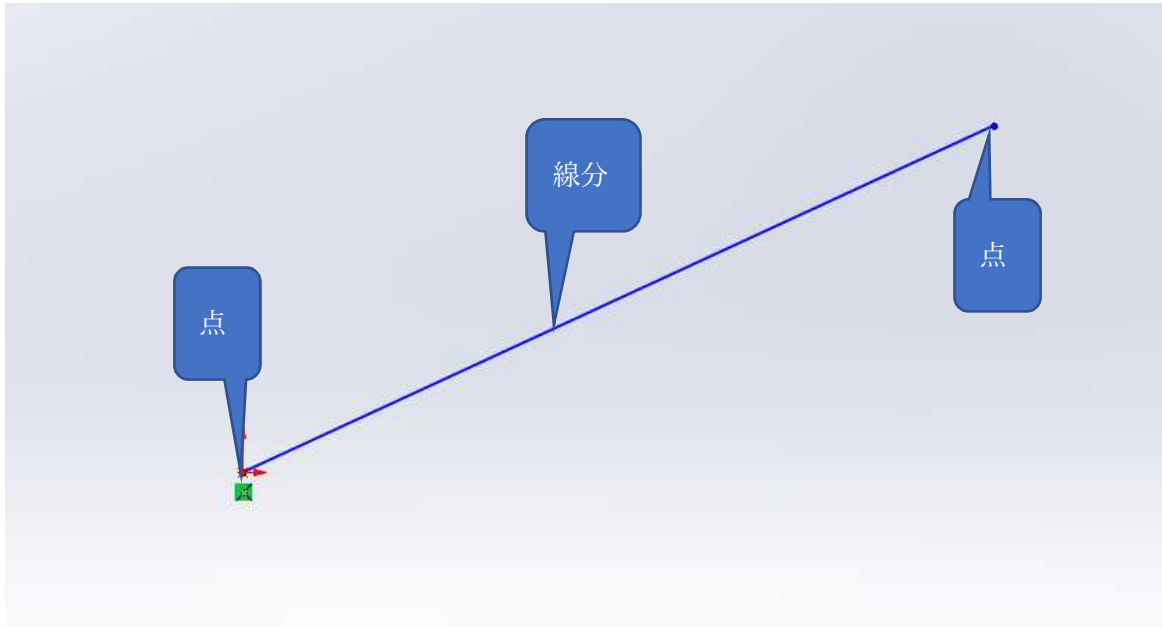


図 2.5.1 スケッチエンティティ

① スマート寸法

描いたスケッチに寸法を追加する場合に使用します。



寸法を指定する場合には上図のように、線分を指定する方法と、点を指定する方法の2種類が存在します。

線分を指定する場合には大きく分けて以下の2つの方法があります。

(1) 1つの線分をクリックする場合

線が水平あるいは垂直の場合にはその方向の長さの寸法になります。

線が斜めの場合には線分の長さ、水平方向の長さ、垂直方向の長さの3通りの寸法を指定できます。

(2) 2つの線分をクリックする場合

交差しない場合（平行）には線分間の距離を指定できます。

交差する場合には線分の角度を指定できます。

点を指定する場合には、必ず2点目を指定（点あるいは線分）する必要があります。また、大きく分けて以下の2つの方法があります。

(1) 点と点を指定した場合

同一線分の端点を指定した場合には1つの線分をクリックした場合と同様になります。

単なる点同士を指定した場合には点と点との距離を指定できます。（水平方向、垂直方向）

(2) 点と線分を指定した場合

点から線分に垂らした垂線の長さを指定できます。

なお、ここでは直線を例にとりましたが、四角や円などの図形の場合でも基本的な考えは同様です。

② 直線

直線を描きたい場合に使用します。右側の逆三角形をクリックすると、直線、中心線、中点線の3つを選択できます。



線を描く場合には単に始点と終点を指定すれば良いだけです。始点にしたい場所で左クリックした後、マウスを移動し、終点にしたい場所で再度左クリックします。その後、ESP キーを押します。(“直線”の終了)

なお、直線を描く場合、連続して行うことができます。つまり一筆書きの要領で複雑な図形を描くことができます。(図 2.5.2 参照)

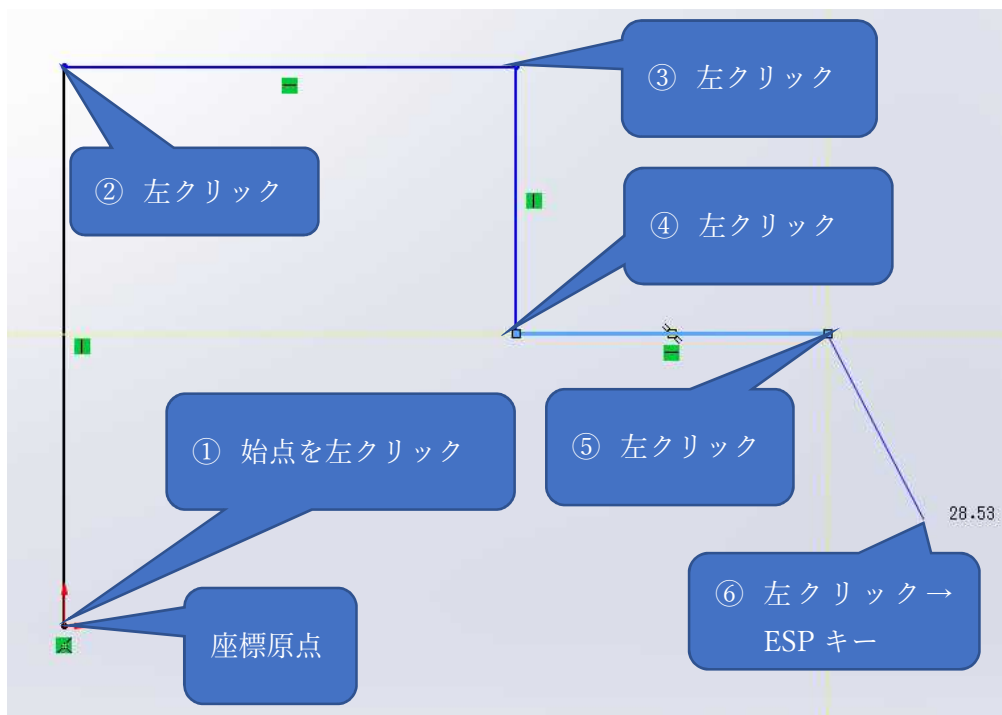


図 2.5.2 直線

③ 四角

四角形を描きたい場合に使用します。右側の逆三角形をクリックすると、矩形コーナー、矩形中心、3点矩形コーナー、3点矩形中心、平行四辺形を選択できます。

最初のうちは矩形コーナー、矩形中心の2つが使用できれば十分です。



矩形コーナーは図 2.5.3 のように四角形において左下と右上の2点を指定し四角形を描く方法です。図 2.5.3 では始点を座標原点と一致させていますが必ずしも一致している必要性はありません。

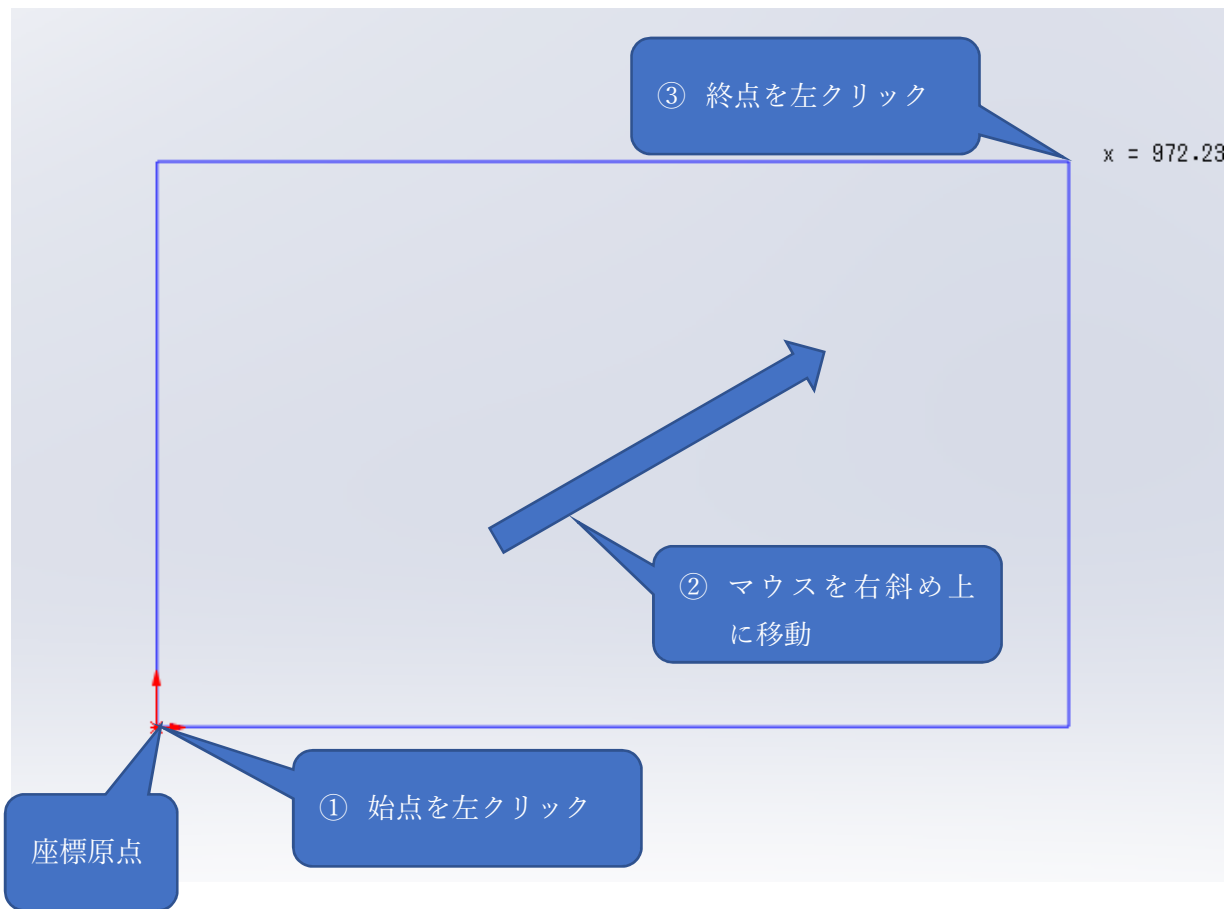


図 2.5.3 短形コーナー

一方、短形中心は図 2.5.4 に示すように最初に中心点を指定（左クリック）した後、右上の点を指定し、四角形を描く方法です。図 2.5.4 では中心を座標原点と一致させていますが必ずしも一致している必要性はありません。

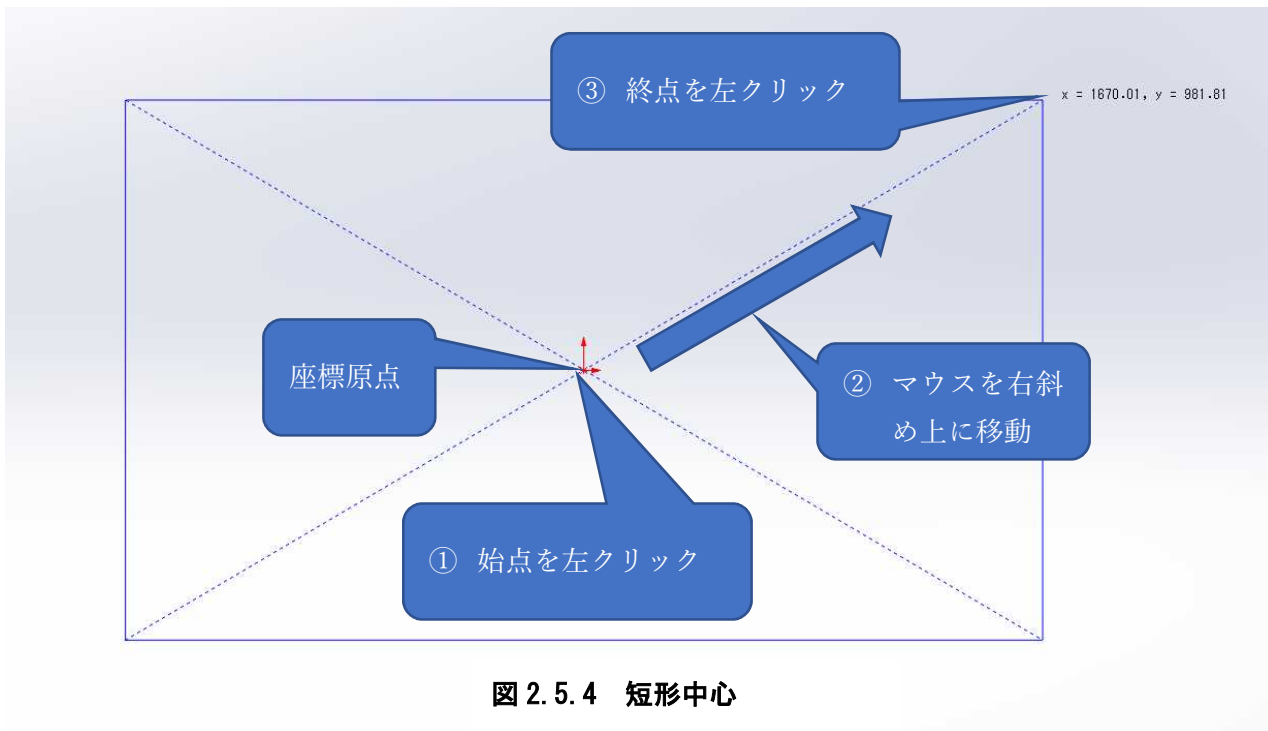
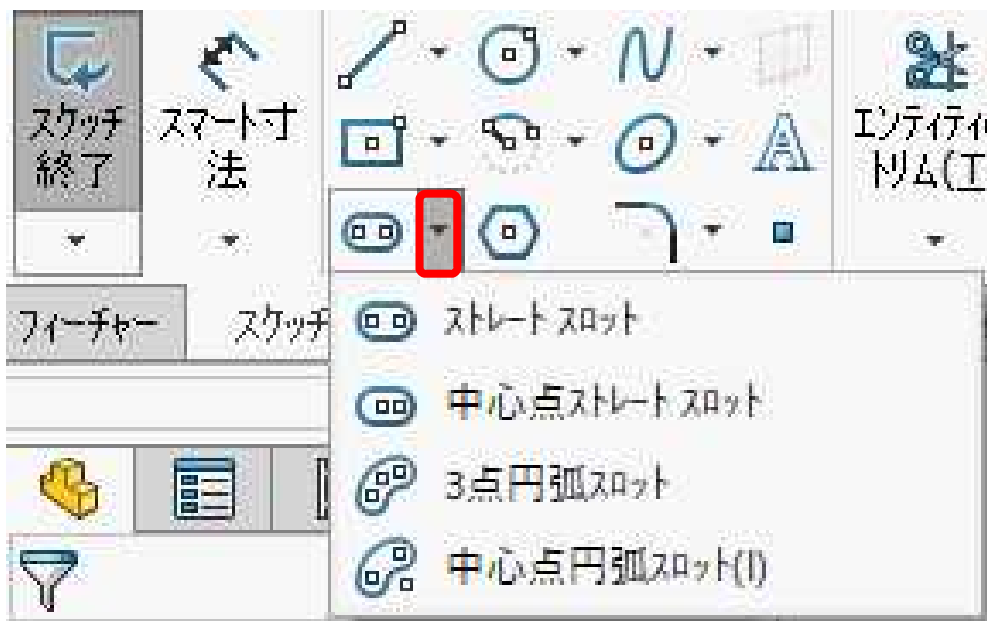


図 2.5.4 短形中心

④ スロット

円弧と四角を組み合わせたキー溝のような形状を作成したい場合に使用します。右側の逆三角形をクリックすると、ストレートスロット、中心点ストレートスロット、3点円弧スロット、中心点円弧スロットを選択できます。

最初のうちはストレートスロット、中心点ストレートスロットの2つが使用できれば十分です。



ストレートスロットは図 2.5.5 に示すように、最初に左側の円弧の中心を指定した後、右側の円弧の中心を指定し、最後にスロットの厚みを指定してスロットを描く方法です。図 2.5.5 では始点を座標原点と一致させていますが必ずしも一致している必要性はありません。

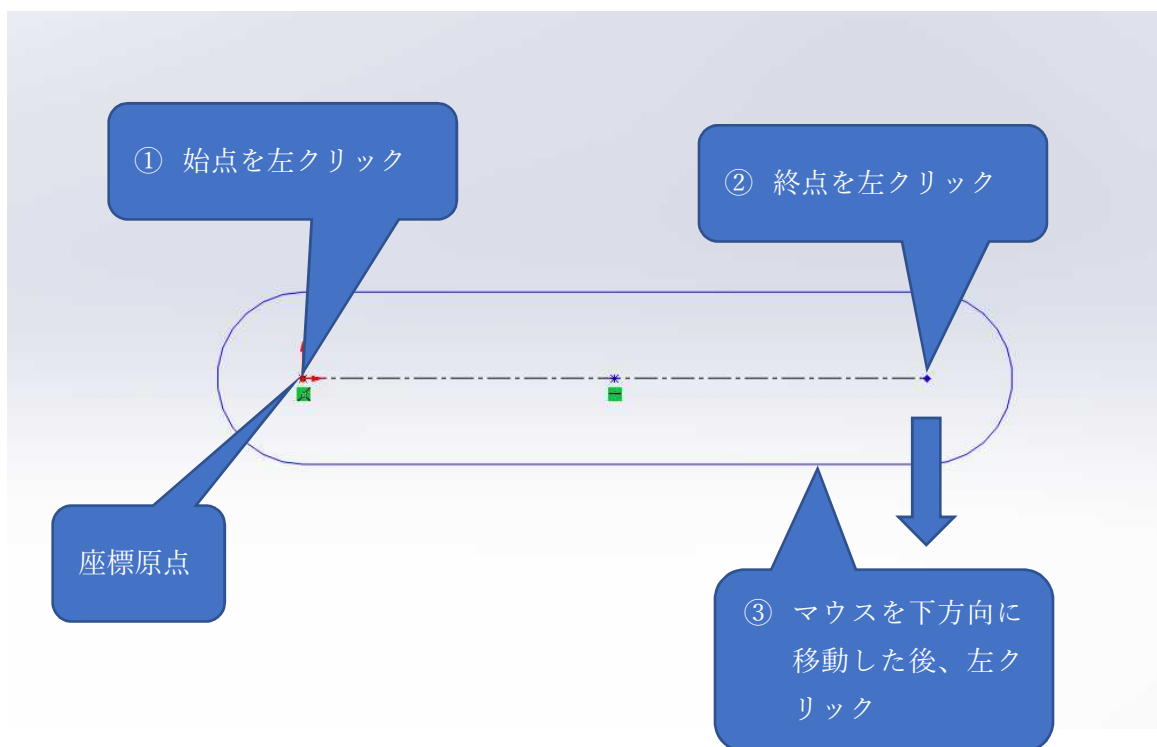


図 2.5.5 ストレートスロット

中心点ストレートスロットは図 2.5.6 に示すように、最初にスロットの中心を指定した後、右側の円弧の中心を指定し、最後にスロットの厚みを指定してスロットを描く方法です。図 2.5.6 ではスロットの中心を座標原点と一致させていますが必ずしも一致している必要性はありません。

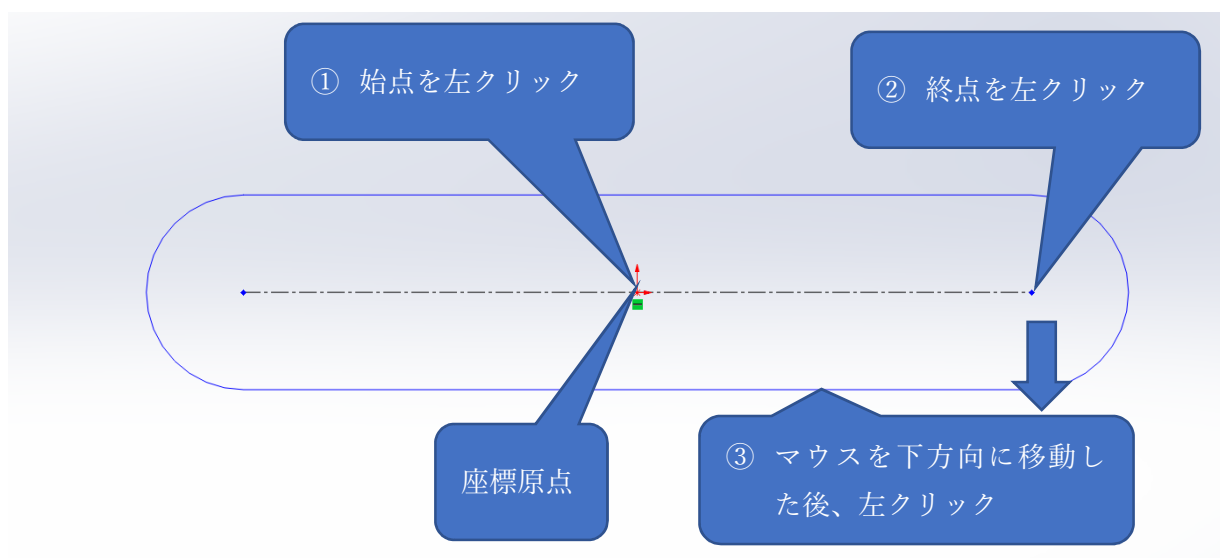
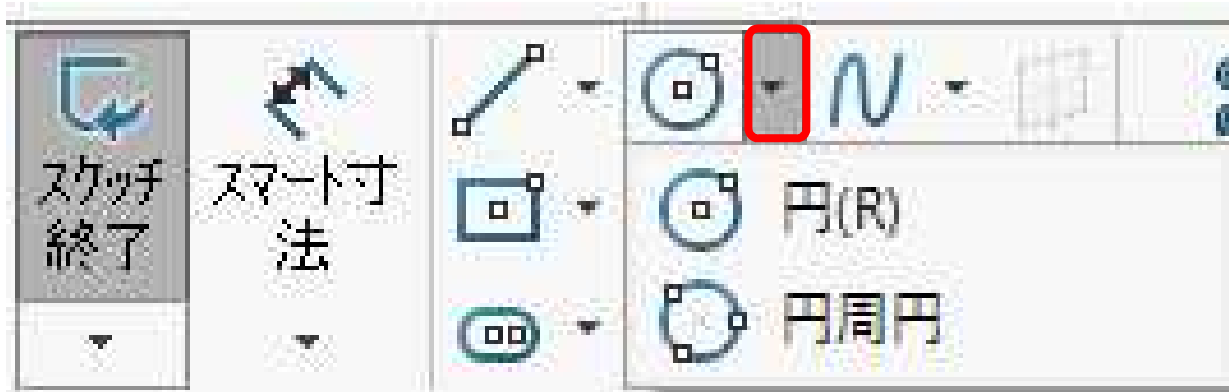


図 2.5.6 中心点ストレートスロット

⑤ 円

円を作成したい場合に使用します。右側の逆三角形をクリックすると、円、円周円を選択できます。最初のうちは円のみ使用できれば十分です。



円は図 2.5.7 に示すように、最初に円の中心を指定した後、大きさを指定して円を描く方法です。図 2.5.7 では円の中心を座標原点と一致させていますが必ずしも一致している必要性はありません。

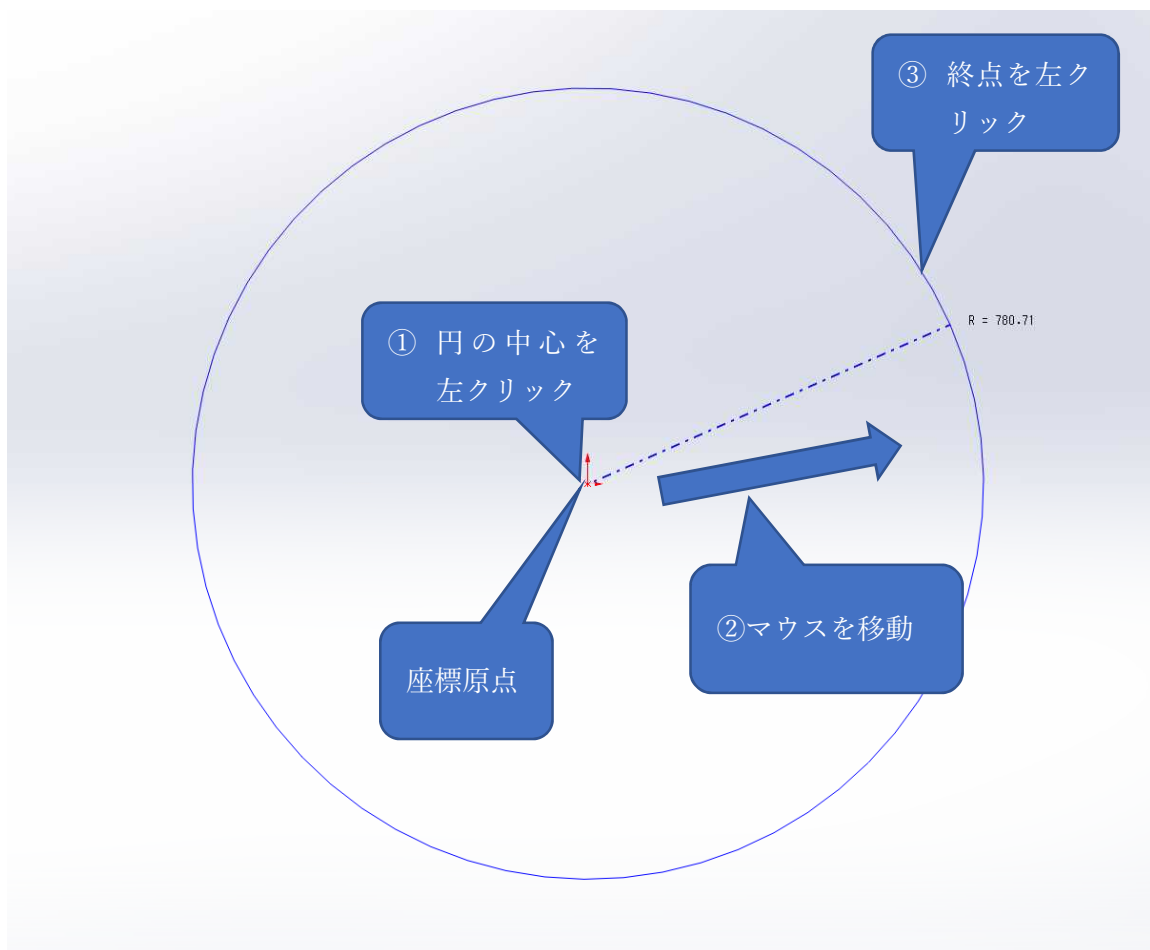


図 2.5.7 円

重要 Point

- ① スケッチを描く際には最初にスケッチを描く平面を指定
- ② スケッチエンティティとして、線、四角、スロット、円が基本
- ③ 上記の中でも必要最低限な物を最初にきちんと身につける

2.6 スケッチツール

スケッチエンティティに対してスケッチツールとは描いたスケッチの加工を行うものです。スケッチツールは以下のようになります。



図 2.6.1 スケッチツール一覧

スケッチツールで使用する基本的なものはエンティティのトリムになります。なお、エンティティ変換およびエンティティオフセットに関しては基本的にスケッチツールでの利用は推奨しません。理由は2.9 スケッチ作業における注意点で説明しています。

エンティティのトリムとは簡単に表現すると消しゴムです。既に描いたスケッチの一部の線を消去したい場合に使用します。(図 2.6.2 参照)

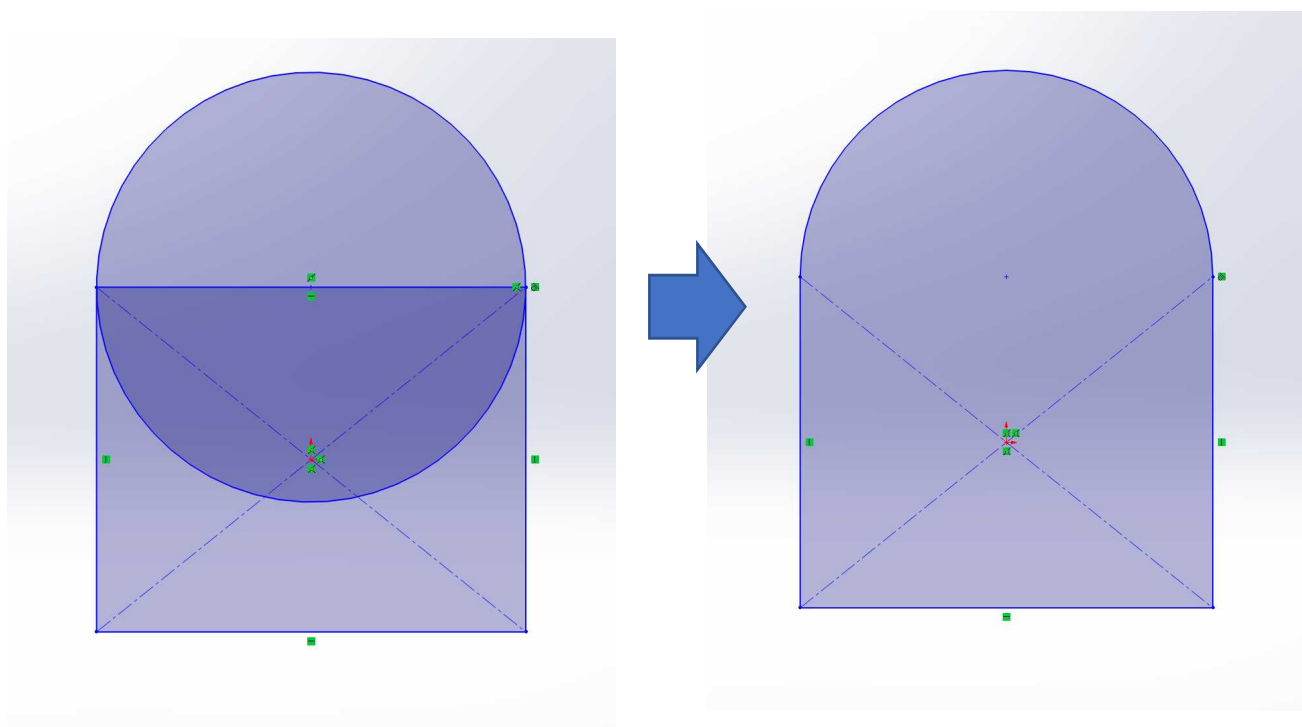


図 2.6.2 エンティティのトリム (例)

エンティティのトリムを使用する場合、図 2.6.1 で示したアイコンを左クリックします。そうすると右図のようなウィンドウが左側に表示されます。

トリムの方法について、図のように5つの方法があります。本来であれば用途に応じて使い分けた方が良い場合がありますが、トリムを利用するのは図 2.6.2 のような場合が圧倒的に多くなりますので、基本的には”一番近い交点までトリム“を使用しておけば問題ありません。

一番近い交点までトリムをクリックした後、消去したい線を指定（左クリック）することで消去することができます。

(図 2.6.3 参照)

”一番近い交点までトリム“以外で多用するのは”パワートリム“です。こちらは線分を直接クリックするのではなく、線分を横切るようにマウスをドラッグすることで消去したい線分を指定することができます。(図 2.6.4 参照)

どちらを選択するかは完全に好みの問題になります。

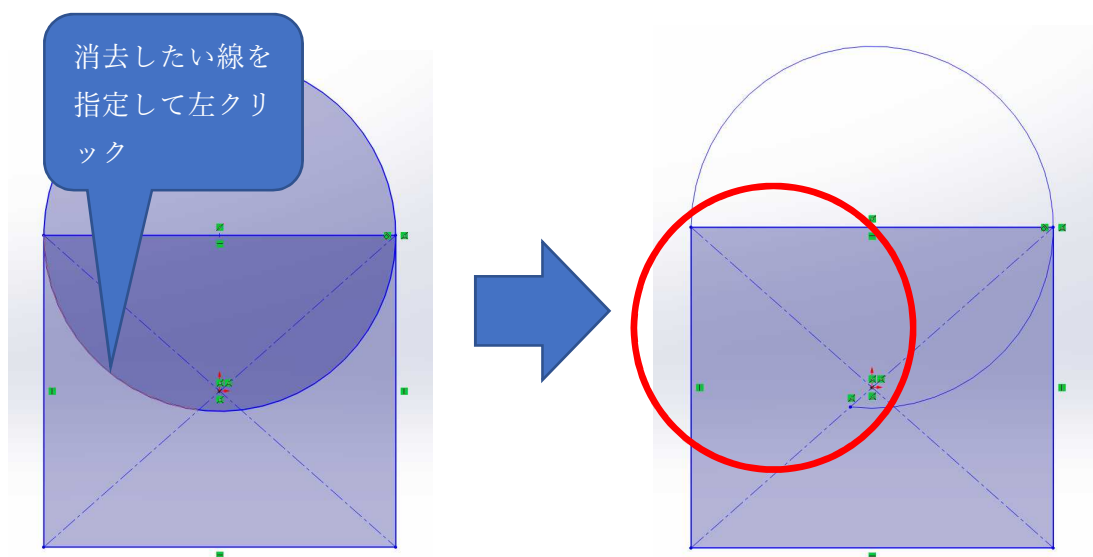
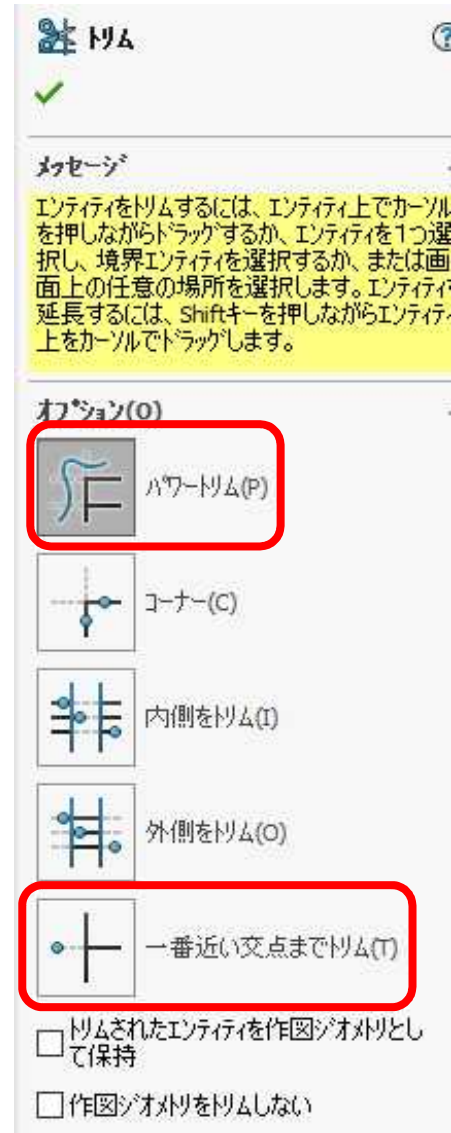


図 2.6.3 一番近い交点までトリム

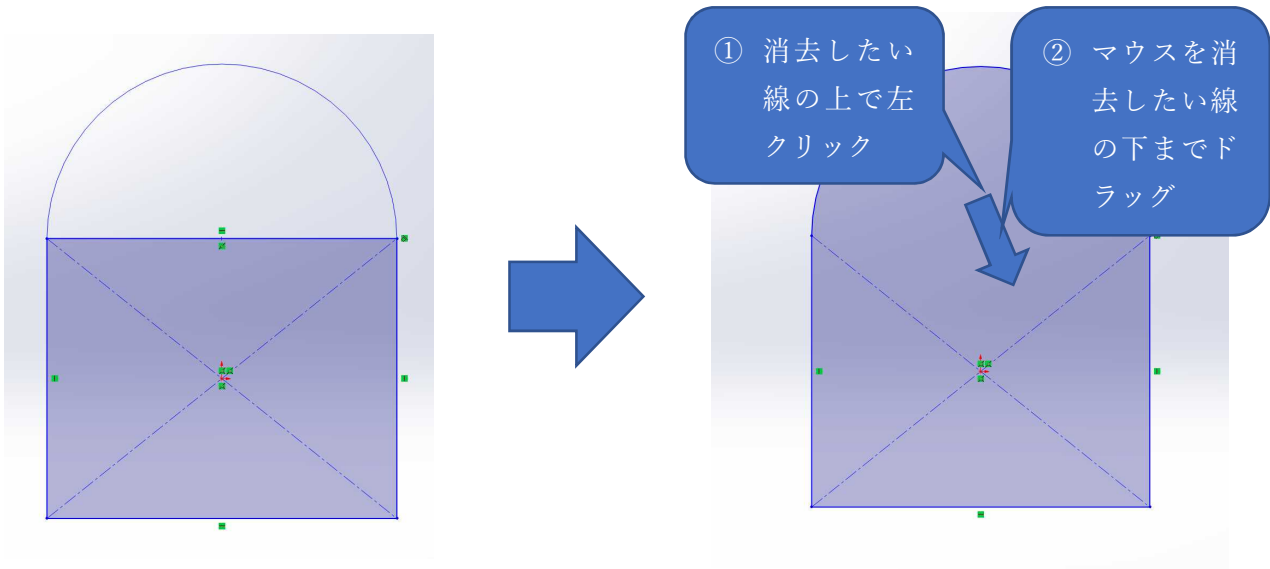


図 2.6.4 パワートリム

重要 Point

- ① スケッチツールで使用する基本的なものはエンティティのトリム
- ② 基本的には一番近い交点までトリムあるいはパワートリムを使用

2.7 幾何拘束

SolidWorks における幾何拘束とは描いたスケッチにおいて、線と線、線と円などの幾何学的な相互関係を指定することを指しています。幾何学的な相互関係とは、例えば水平、垂直、正接などになります。

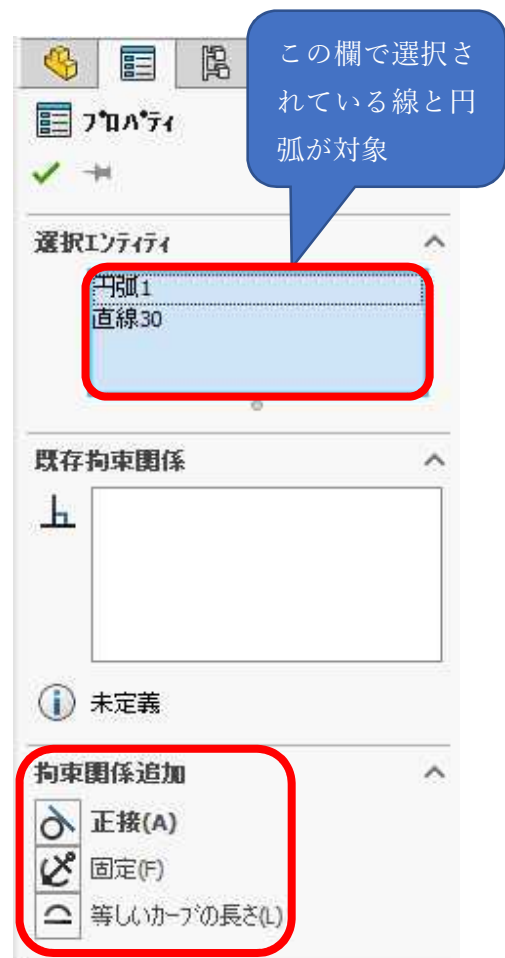
別の表現をすると、図形同士の相対的な位置関係を指定する物が幾何拘束になります。寸法で入れることができない情報（水平、垂直、対称等）を指定する方法であるともいえます。

それではなぜこのような機能があるのかということになるのですが、以下のような理由があります。

- ① 作成したモデルの寸法を修正、変更する場合、幾何拘束を使用しているとその関係性は崩れないため
- ② モデルを寸法のみで指定すると複雑なモデルでは膨大な寸法を入れる必要性があり、その結果、モデルの修正、変更が非常に煩雑になるため

幾何拘束には多くの種類がありますが、使用頻度が高いものは以下のようにになります。

- (1) 水平
- (2) 鉛直
- (3) 垂直
- (4) 平行
- (5) 正接
- (6) 一致

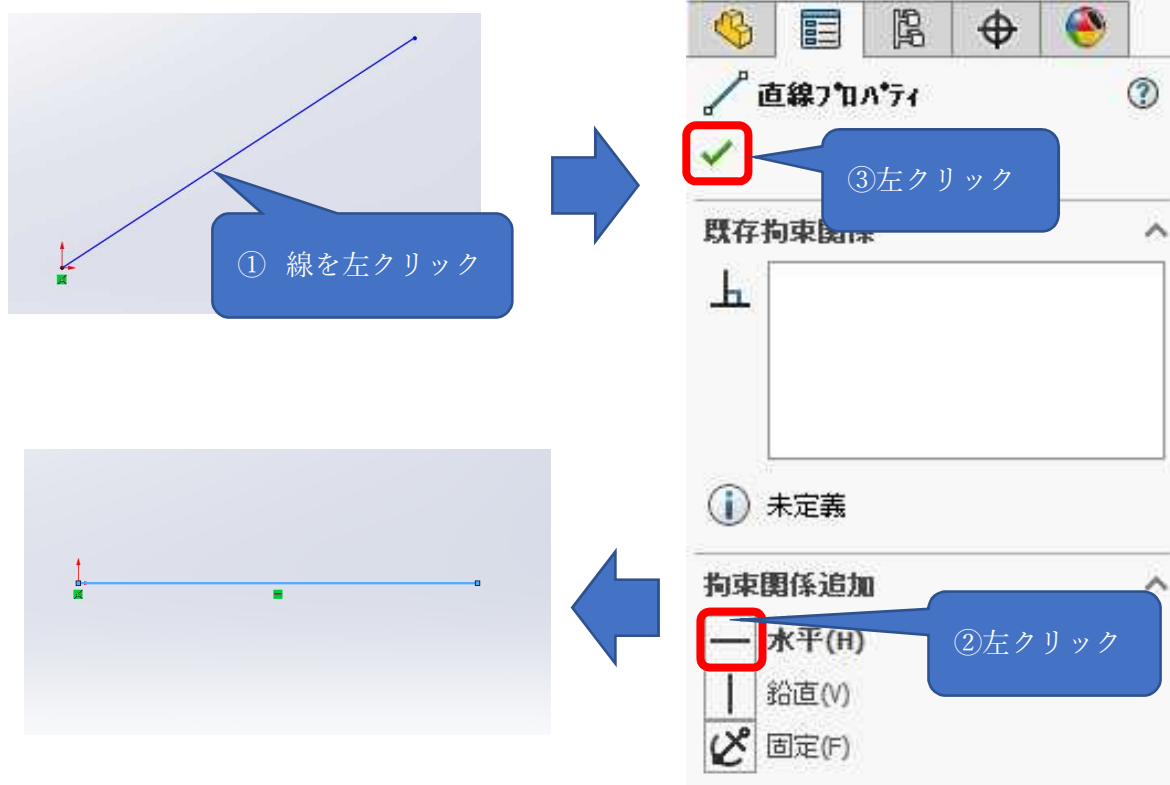


実際に幾何拘束をつける場合の流れは以下のようになります。

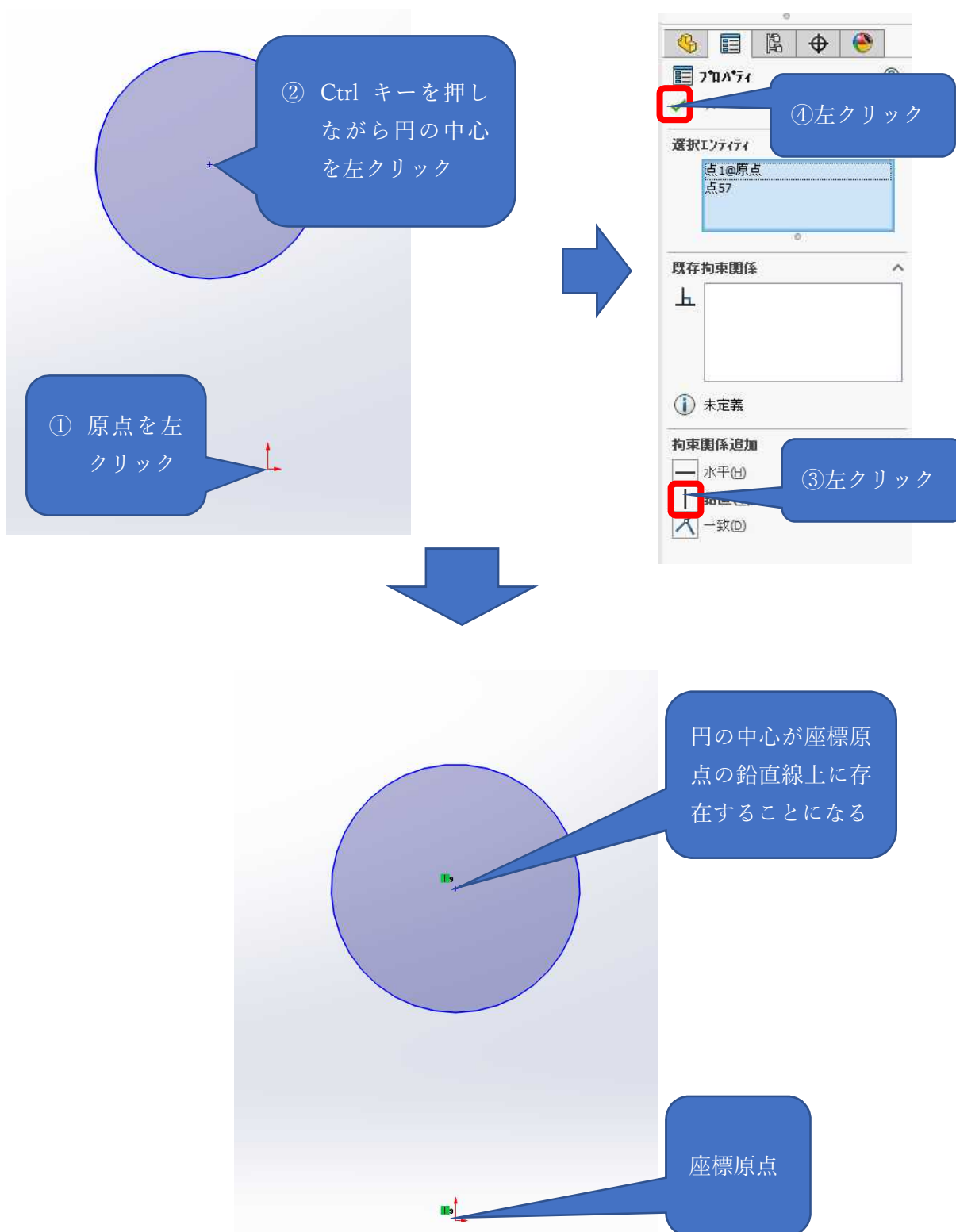
- ① 拘束をつけたい点、線、曲線を選択（左クリック）
- ② 複数選択したい場合にはCtrl キーを押しながら対象とする線などを左クリック
- ③ 拘束関係（水平、垂直など）追加

具体的な例を以下から示します。

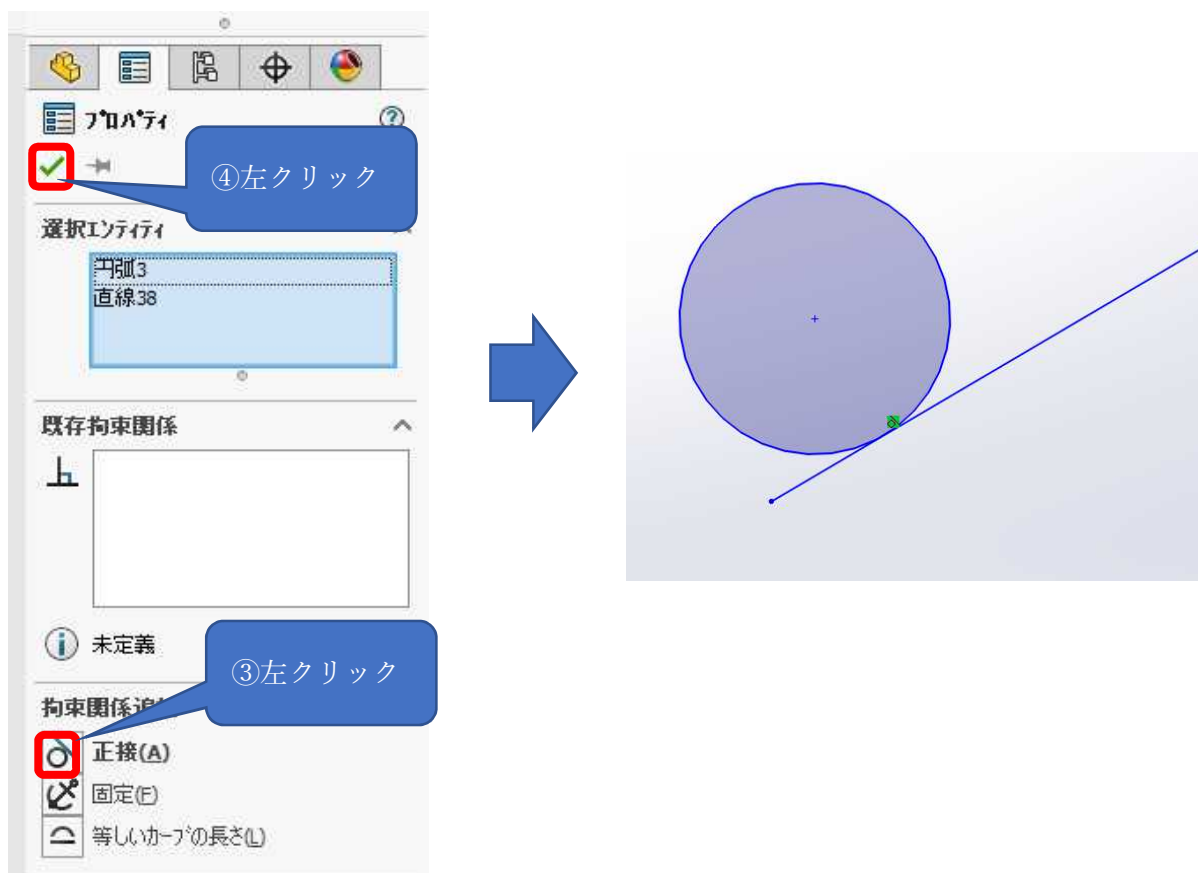
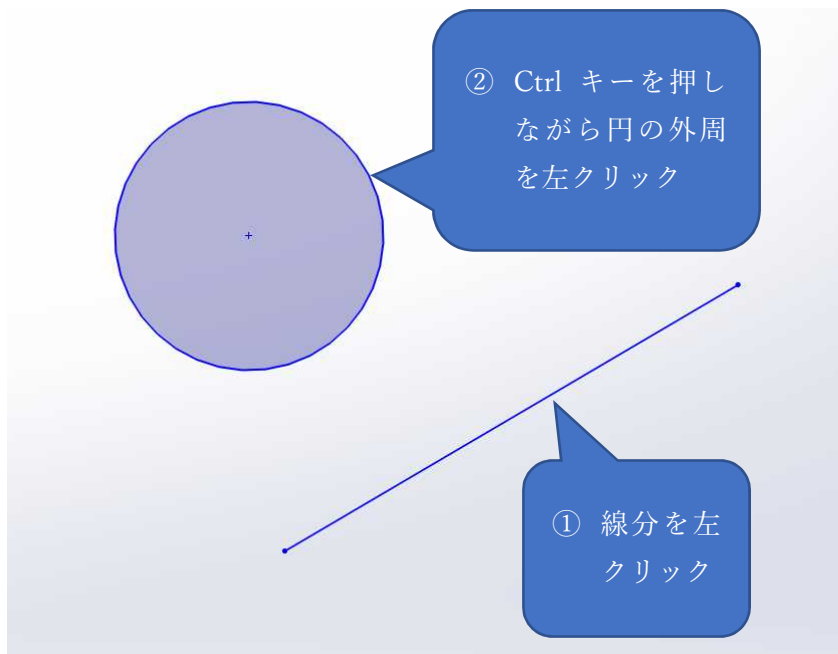
(1) 水平



(2) 鉛直



(5) 正接



幾何拘束を利用するに当たり、いくつかの注意点があります。

(a) 幾何拘束付与の場合のアイコン

幾何拘束がついている場合、その箇所には緑色のアイコンが付与されています。アイコンの形状は付与されている幾何拘束によって変化します。つまりこのアイコンの有無でどこにどのような幾何拘束がつけられているのかを確認することができます。

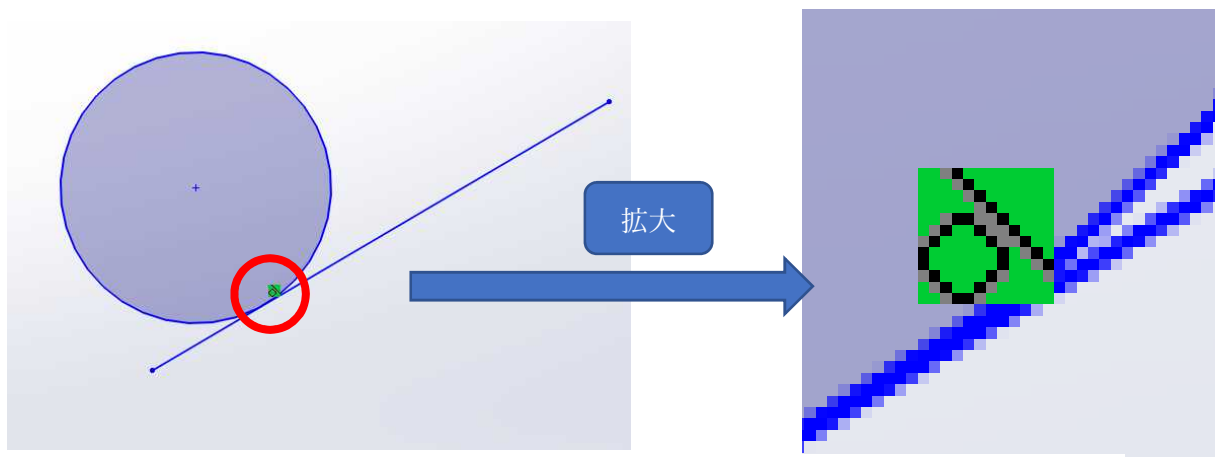


図 2.7.1 幾何拘束（正接）の例

(b) 自動的に幾何拘束が付与される例1（原点）

幾何拘束は本来であれば上記のように操作することで付与するべき物ですが、いくつか例外として最初から自動的に付与される物があります。その一つが原点です。

例えば直線を描く場合、原点を始点として描き始めると、原点と直線の始点は一致の幾何拘束が自動的に付与されます。（図 2.7.2 参照）

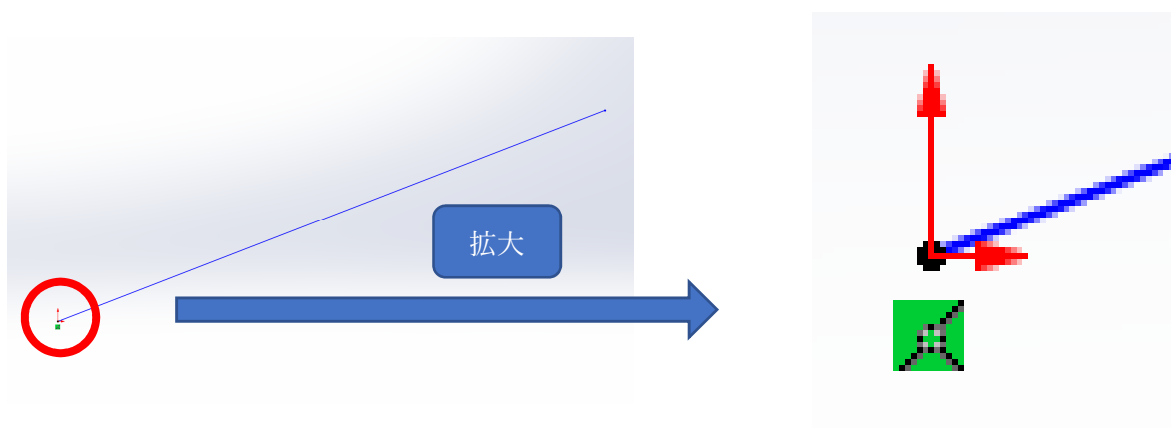


図 2.7.2 原点を利用した幾何拘束

(c) 自動的に幾何拘束が付与される例2 (スケッチエンティティ)

スケッチエンティティで示したもののいくつかは (b) 同様自動的に複数の幾何拘束が付与されます。

(図 2.7.3 参照)

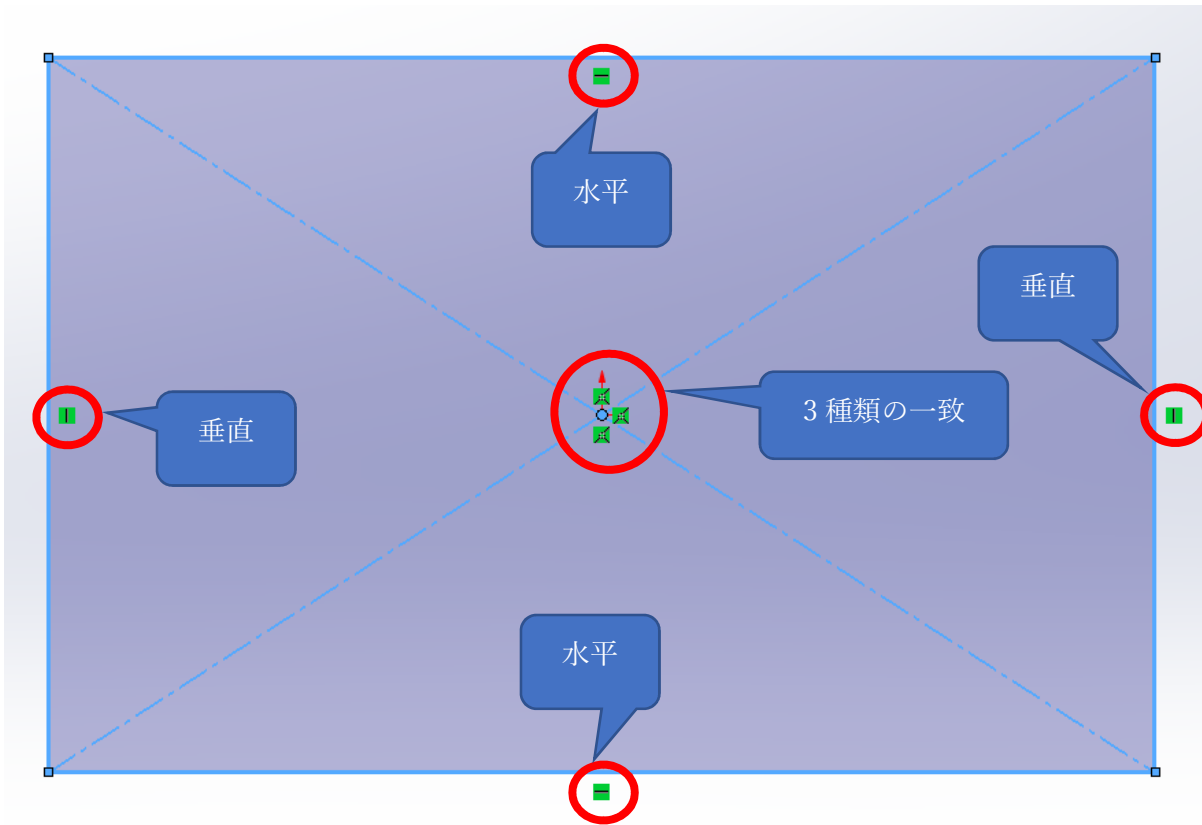


図 2.7.3 矩形中心を利用した場合の幾何拘束

図 2.7.3 において、中心付近の3種類の一致はそれぞれ以下のような意味を持ちます。

- (i) 左上から右下に向かって引かれている一点鎖線の中心点と座標原点との一致
- (ii) 左下から右上に向かって引かれている一点鎖線の中心点と座標原点との一致
- (iii) 上記2本の一点鎖線の交点と座標原点との一致

(d) マウス移動の方法により自動的に幾何拘束が付与される例

こちらについては書籍側 (P76 テクニック30 水平、鉛直な直線を引く) で説明しています。

重要 Point

- ① 作成したモデルの修正を行うことを意識して、幾何拘束は積極的に利用する
- ② 幾何拘束が付与された場合には緑色のアイコンが表示されるため、その存在により幾何拘束を確認可能
- ③ 自動的に幾何拘束が付与される例もある

2.8 スケッチの完全定義

SolidWorks において、スケッチで作図した図面が最終的に確定されるためには以下のような条件が必要になります。

- ① 各図形が成立するために必要な寸法が入っていること
例 四角形であれば縦、横の寸法、円であれば円の中心位置と半径
- ② 適切な幾何拘束が付与されていること
- ③ 原点からの位置関係が付与されていること。

SolidWorks の場合、座標原点を持っているため、描いた図形を最終的に確定するためには座標原点との位置関係も考慮する必要があります。

具体的な例を図 2.8.1、2.8.2 に示します。

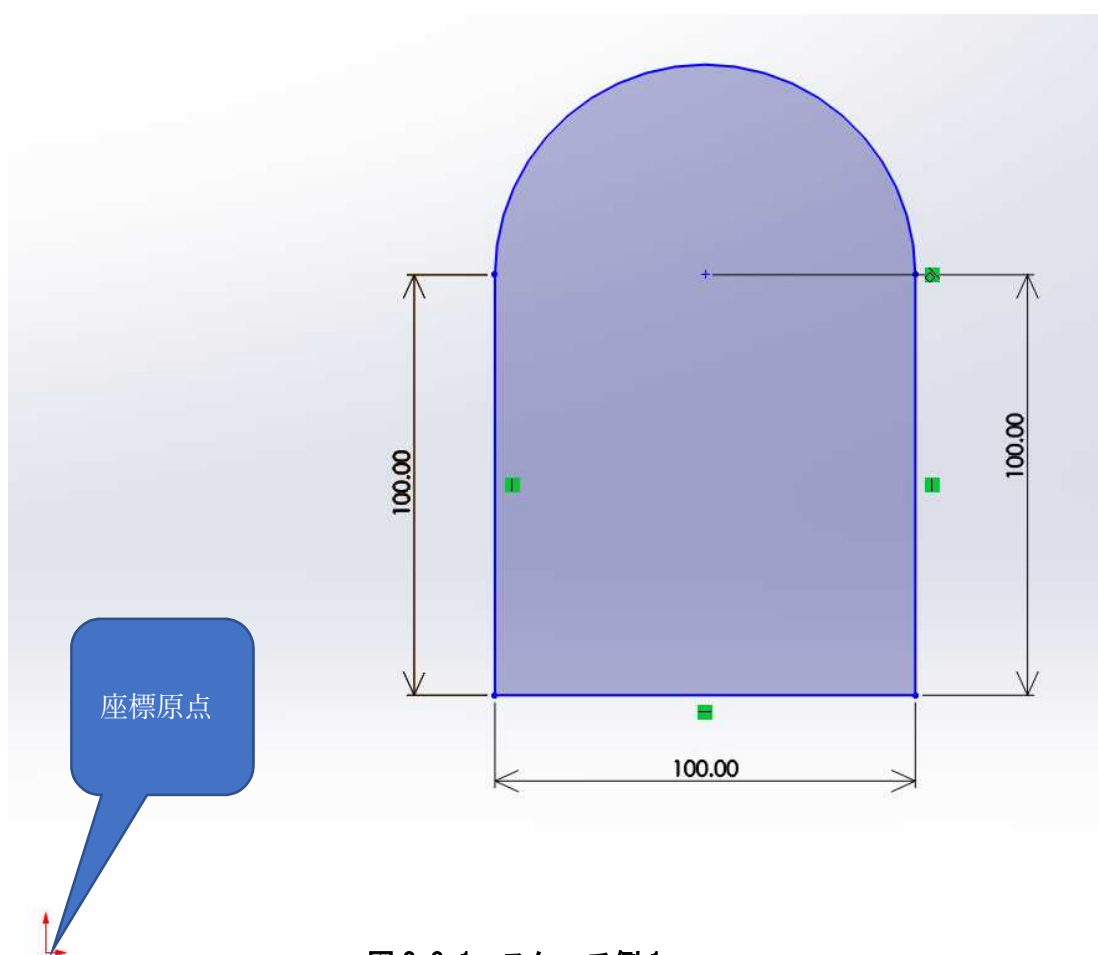


図 2.8.1 スケッチ例 1

図 2.8.1 では各種寸法が入っており、かつ幾何拘束も入っていることから、一見これで図形が確定されるように思われますが、この時点では確定できません。その理由は左下にある原点との位置関係が指定されていないためです。

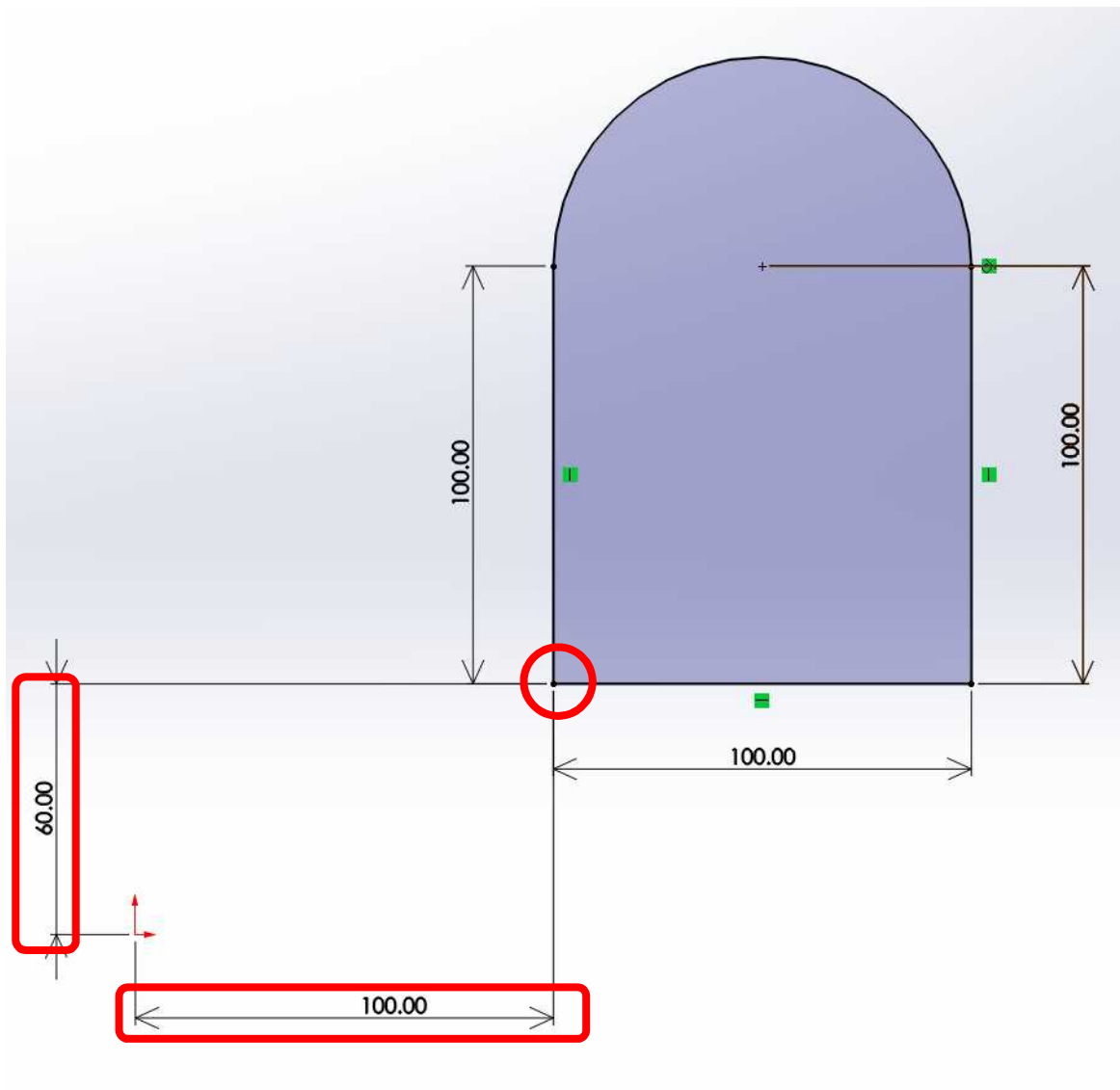


図 2.8.2 スケッチ例 2

そこで、図 2.8.2 に示すように、原点からの四角の左下隅の位置（水平、垂直の 2 種類）を追加で指定します。そうすることで図形が確定されます。

このように、描いた図形を最終的に確定することを SolidWorks では“スケッチの完全定義”と呼んでいます。

図 2.8.1 のように完全定義されていない場合、スケッチの線は青色で表現されます。一方で図 2.8.2 のように完全定義された場合にはスケッチの線は全て黒色に変化します。つまり、完全定義になっているかどうかを確認するためにはスケッチの線の色を確認すれば良いことになります。

なお、今回の例では全ての線が青色か黒色のどちらかになりましたが、状況によっては一部のみ青色が残る、一部のみ黒色になる場合もあります。その場合には青色の線のみ条件を付加すれば完全定義になるということが判別できますので、スケッチの線の色をよく確認する必要があります。なお、スケッチの完全定義がなされていない場合でもスケッチを元に三次元化することはできます。

ただし、その場合、各種寸法が確定されていない状態ですので、あくまで見た目が三次元になっているだけです。

一つの部品のみを設計している場合にはあまり問題を感じないと思いますが、第4章で説明するアセンブリという機能を用いて複数の部品を組み合わせる場合に問題になります。そのため、スケッチを描いた場合、完全定義になっているかどうかをチェックするような癖をつけておいた方が良いでしょう。

重要 Point

- ① 作成したスケッチは完全定義になっているか確認する
- ② 完全定義になっているかどうかは線の色で判別可能
- ③ 一部のみ残っている場合でも問題になるため、青色の線が残っていないかという確認も必要
- ④ 完全定義をするためには原点からの位置も重要

2.9 スケッチ作業における注意点

これまでスケッチ作業の基本的な部分の説明をしてきました。ここではそれに加えて最初に身につけておくべき注意点を説明します。

① スケッチはなるべく簡単な形状で作成する

スケッチエンティティで紹介した、単純な四角や円の組み合わせによるスケッチを作成するように心がけること。また、トリムを用いて一部の線を消去しても良いが、複数の四角や円を組み合わせ、さらにトリムを多用すると結果的にスケッチ自体が複雑になる。そのため、組み合わせも多数行わないようにすること。

なお、なぜこのようなことが注意点になるかという点、モデルの修正を意識しているためである。モデルを修正する場合、比較的単純な形状であれば指定している寸法も少なく、修正も容易であるが、スケッチが複雑な場合、一部を変更するとそれに関連した複数の箇所も修正する必要性が生じ、時間がかかるだけでなくミスも誘発するためである。

② 座標原点を常に意識し、寸法や幾何拘束をつける

スケッチの完全定義を行うためには座標原点との位置関係も重要である。そのため座標原点を常に意識し、必要な寸法を付加するようにする。また、座標原点とモデルの一部を一致させておいたほうが寸法指定は少なくなるため、極力そのようにしておいた方がよい。(図 2.9.1 参照)

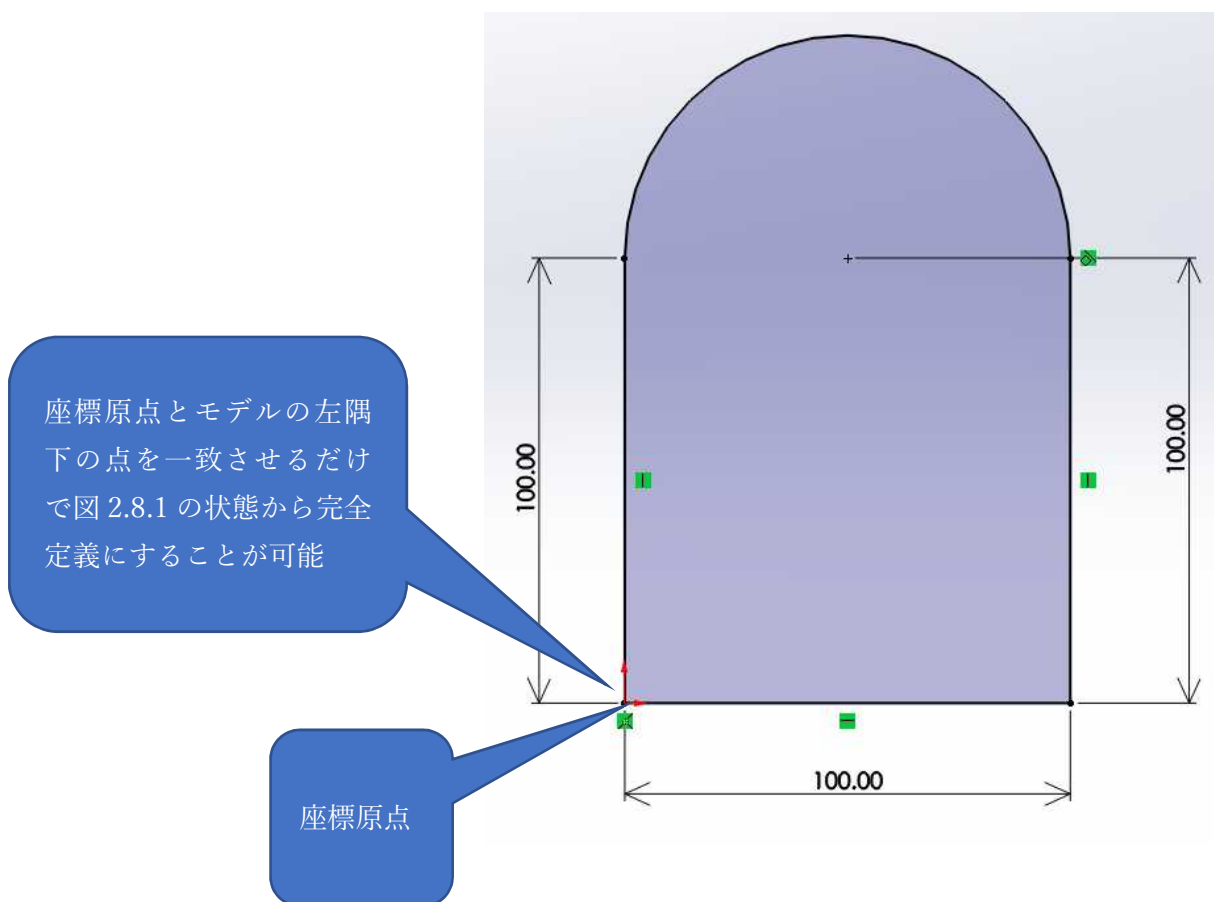


図 2.9.1 座標原点の一致

③ 幾何拘束を積極的に利用する

幾何拘束を積極的に使用することで寸法指定を減らすことが可能になる。さらにモデルの修正を行う場合でも幾何拘束の条件は崩れないため、寸法修正が容易になる。

④ 幾何拘束の付加はひとつずつ

幾何拘束をつける場合には一つ一つつけていき、確認しながら行った方が良い。一度にまとめて行おうとすると間違える場合が多い。なお、幾何拘束が正しくない場合にはエラーが表示されるため、その場合には寸法との兼ね合いも含めて見直す必要がある。(寸法と幾何拘束との矛盾や幾何拘束同士の矛盾があるとエラーが表示される)

⑤ 中心線を活用する

中心線を活用すると、“対称”の幾何拘束を付与することができるため、必要に応じてモデルに中心線を付加する。(書籍P 66 テクニック 27 中心線を用いて対称設定する)

⑥ スケッチツールにおけるミラー、パターンコピーの使用禁止

スケッチツールには“エンティティのミラー”、“直線パターンコピー”というものがある。(図 2.9.2 参照) しかしながらこれら2つの機能は使用すべきではない。ミラーやパターンコピーについては第3章で説明するフィーチャー側で主として利用するようにし、スケッチ側では使用しない。これはスケッチが複雑化するという、修正が難しくなるということに起因する。



図 2.9.2 スケッチツール

重要 Point

- ① スケッチはなるべく簡単な形状で作成する
- ② 座標原点を常に意識し、寸法や幾何拘束をつける
- ③ 幾何拘束を積極的に利用する
- ④ 幾何拘束の付加はひとつずつ
- ⑤ 中心線を活用する
- ⑥ スケッチツールにおけるミラー、パターンコピーの使用禁止

第3章 押さえておくべき基本事項（フィーチャー編）

3.1 SolidWorks におけるフィーチャーとは？

第2章のスケッチまでで、2次元の図面を作成することができました。2.1でも説明しましたが、フィーチャーによって残り1次元を追加して最終的に3次元のモデルを作成することになります。

フィーチャー作業は最後の1次元の追加ではありますが、同じ2次元のスケッチを元にしてもフィーチャーにより異なる3次元モデルを作成することができます。そういった意味ではフィーチャーもまた非常に重要な役割を持つことが分かります。（図3.1.1参照）

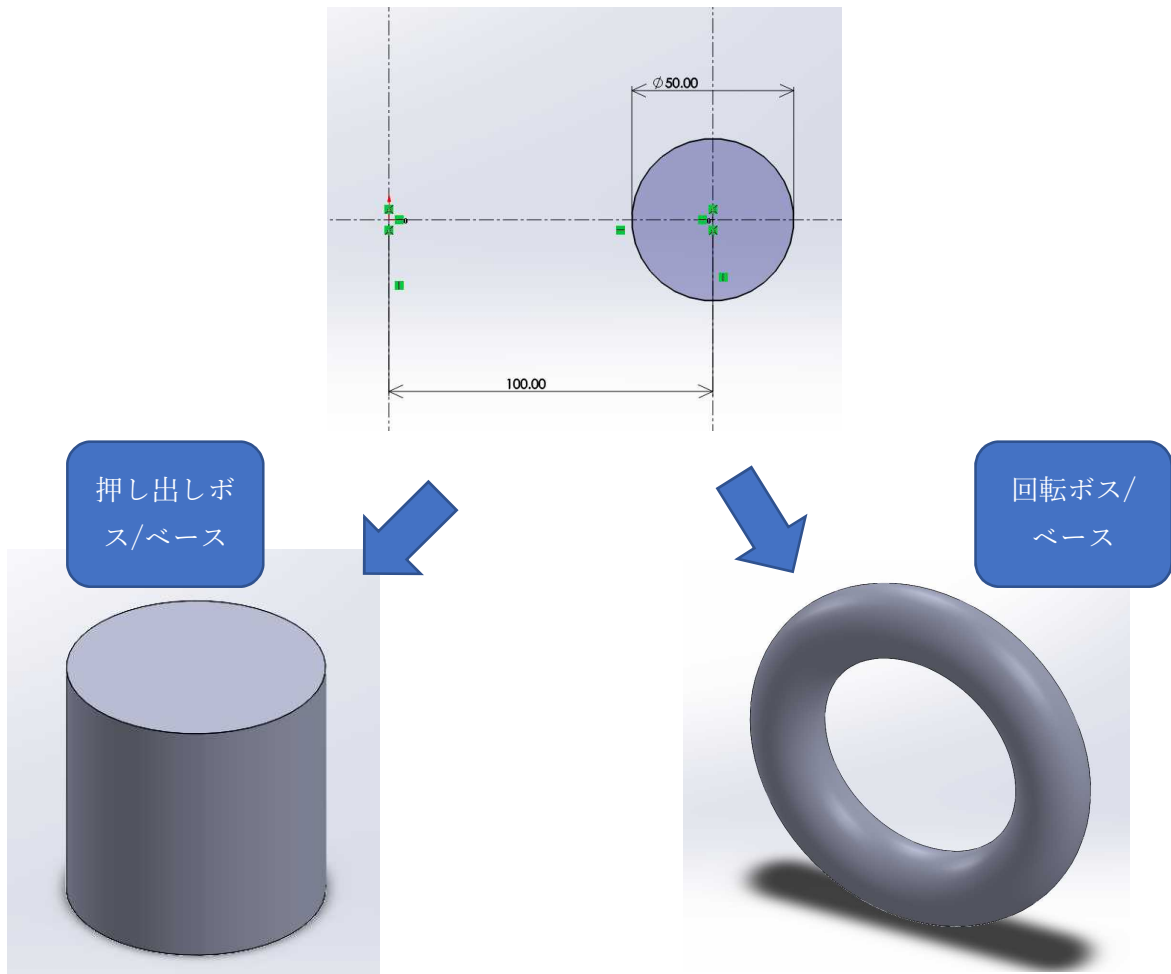


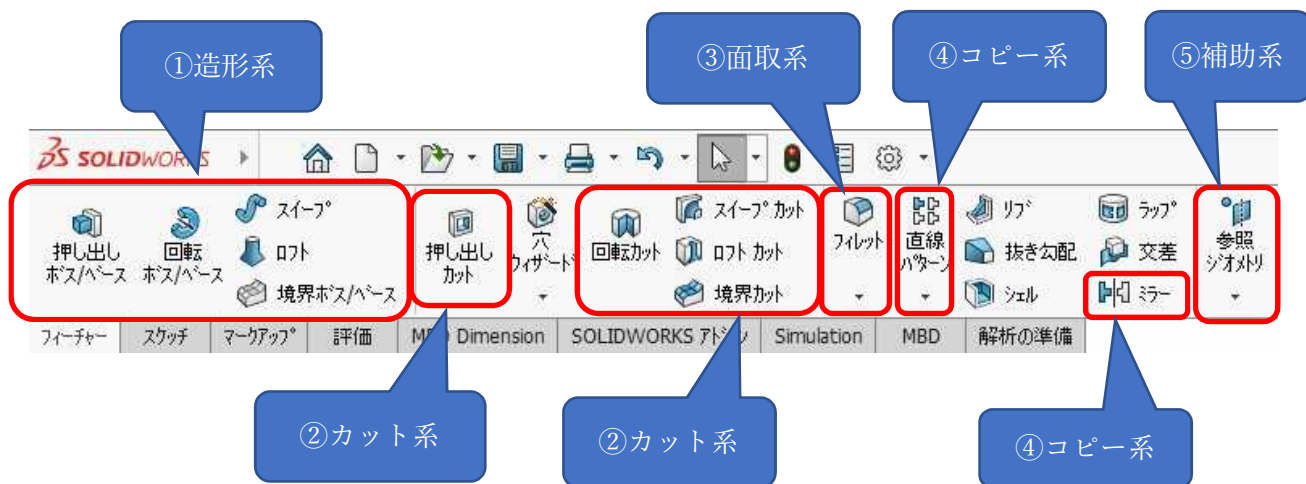
図 3.1.1 同一スケッチによるフィーチャーの違い

重要 Point

- ①SolidWorks におけるフィーチャーは3Dモデル化の最後の作業
- ②同じ2次元のスケッチを元にしてもフィーチャーにより異なる3Dモデルを作成可能

3.2 よく使うフィーチャー

ここでは比較的多く使用するフィーチャーを簡単に説明します。詳細は後に示します。
まず、フィーチャーの基礎として以下の5つに大別できます。



各系の特徴について説明します。

① 造形系

単純なモデルが作成されます。本原稿及び書籍の範囲では押し出しボス/ベースおよび回転ボス/ベースのみを取り扱います。

② カット系

すでに造形されたモデルに対して一部を削り取る際に使用します。本原稿及び書籍の範囲では押し出しカットおよび回転カットのみを取り扱います。

③ 面取系

すでに造形されたモデルに対してフィレットおよび面取りを行います。

④ コピー系

すでに造形されたモデルの一部をコピーします。コピーの方法として、ミラーは単純に特定の面と対称になるようにコピーします。一方、直線パターンには円形パターンというものもあります。どちらにも共通する事項として造形されたモデルの一部を規則的に等間隔で複数個コピーする場合に使用します。

⑤ 補助系

造形されたモデルにさらにフィーチャーを追加する場合に必要な補助的な面を作成する等作図における作業性を向上させる場合に使用します。(参照ジオメトリ) 詳細は書籍側 (P 4 3 テクニック 1 5 任意の位置に面を作成してスケッチに利用する：参照ジオメトリ) で説明しています。

重要 Point

SolidWorks におけるフィーチャーは造形系、カット系、面取系、コピー系、補助系にそれぞれ分類され、それらを適切に選択することで効率的に造形可能

3.3 押し出しボス／ベース

押し出しはスケッチで描かれた2次元図面を一方向に移動（押し出し）した際の形状を作成する際に使用します。最も基本的なフィーチャーであるといえます。

押し出しの際に重要になる点は以下の3点です。

- ① 方向（スケッチ面に対してどちらの方向に押し出すのか）
- ② 状態（どのように押し出すのか）
- ③ 寸法（どの程度押し出すのか）

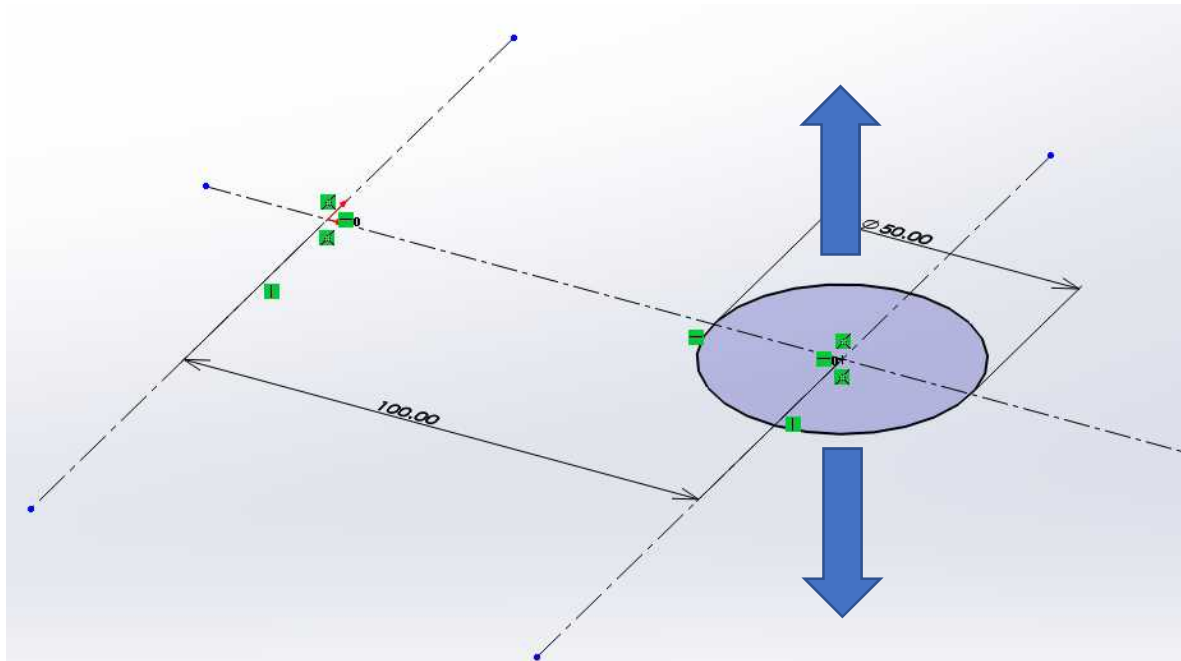


図 3.3.1 スケッチからの押し出し

押し出しには上記3つの組み合わせにより非常に多様な状態を作成することができますが、最も難しいのは状態です。それについて、実際の状態を元に以下から説明していきます。

今、図 3.3.2 のように、L字型の板の先端に円をスケッチします。その円に対して押し出しを行うことを考えます。

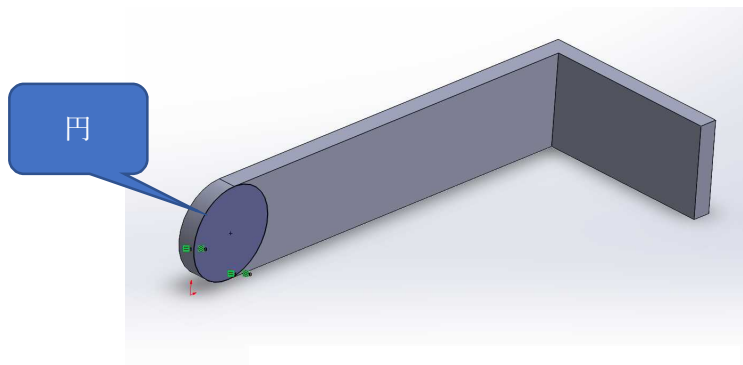


図 3.3.2 円の押し出し

図 3.3.2 の状態から押し出しを行う場合、状態の違いによりどのように変化するのかを以下から示します。

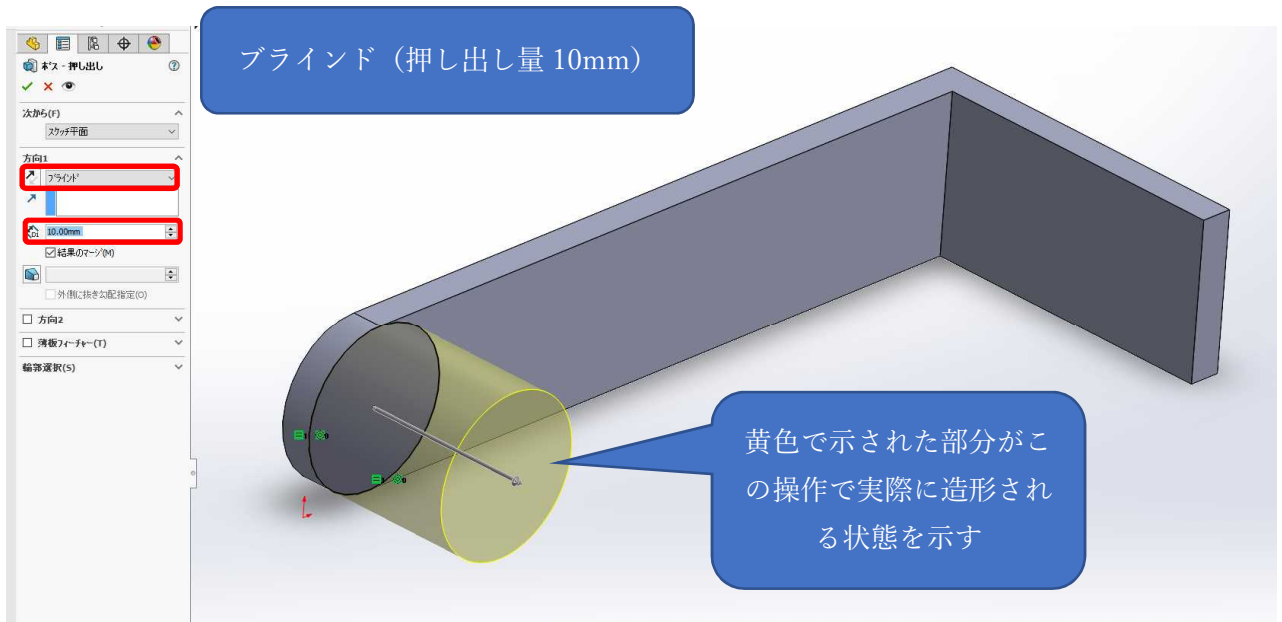


図 3.3.3 ブラインド

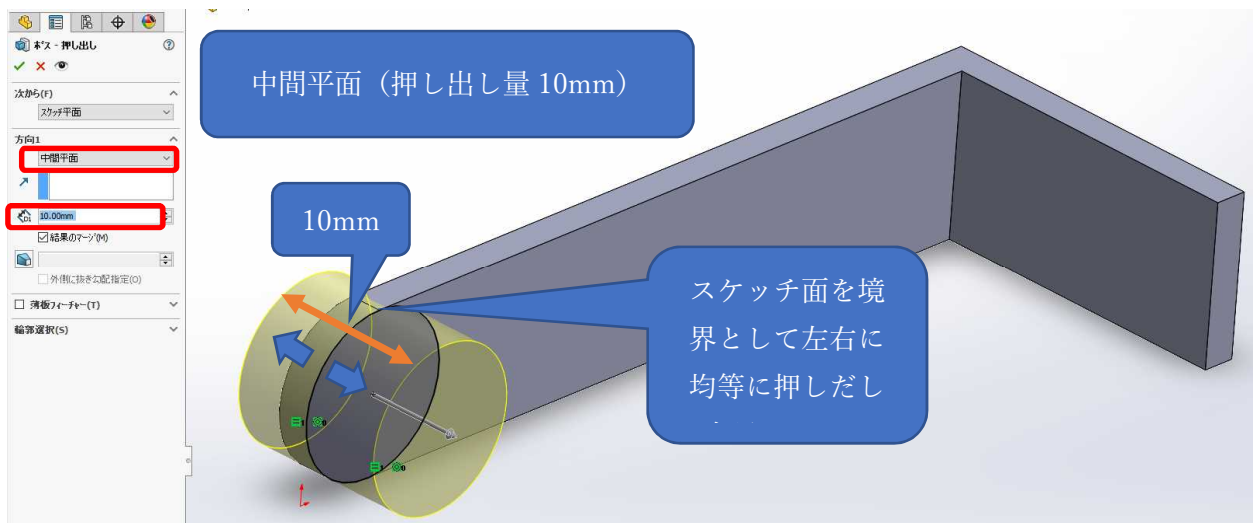


図 3.3.4 中間平面

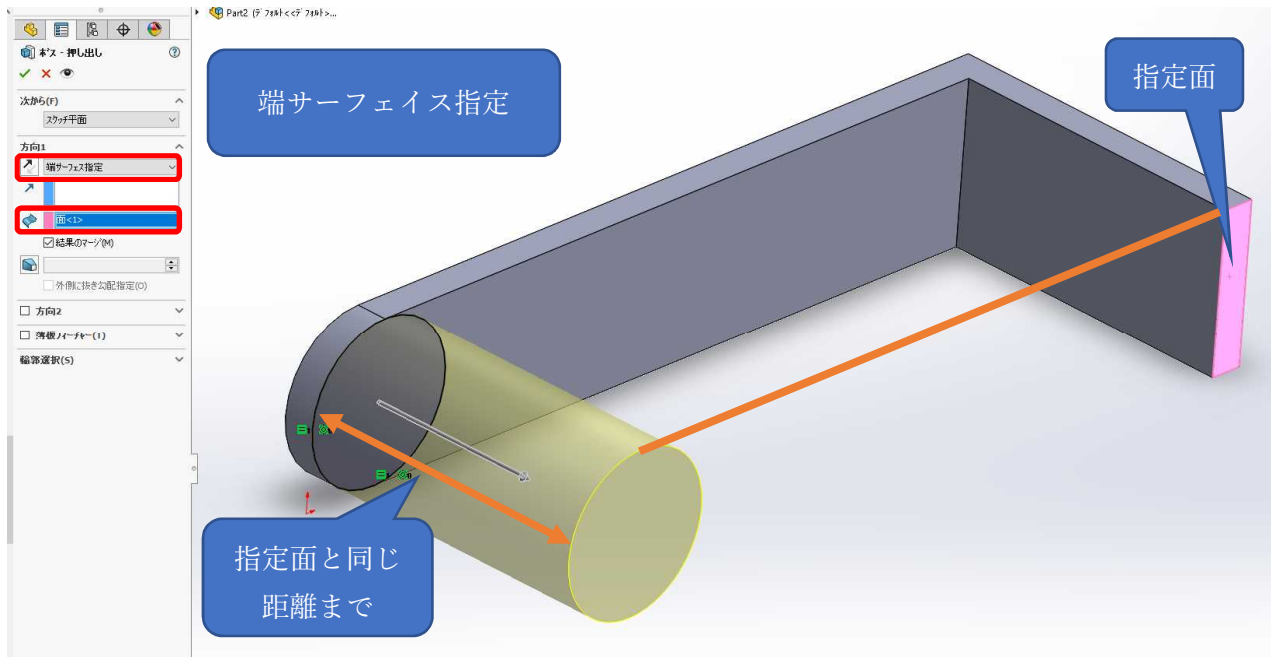


図 3.3.5 端サーフェイス指定

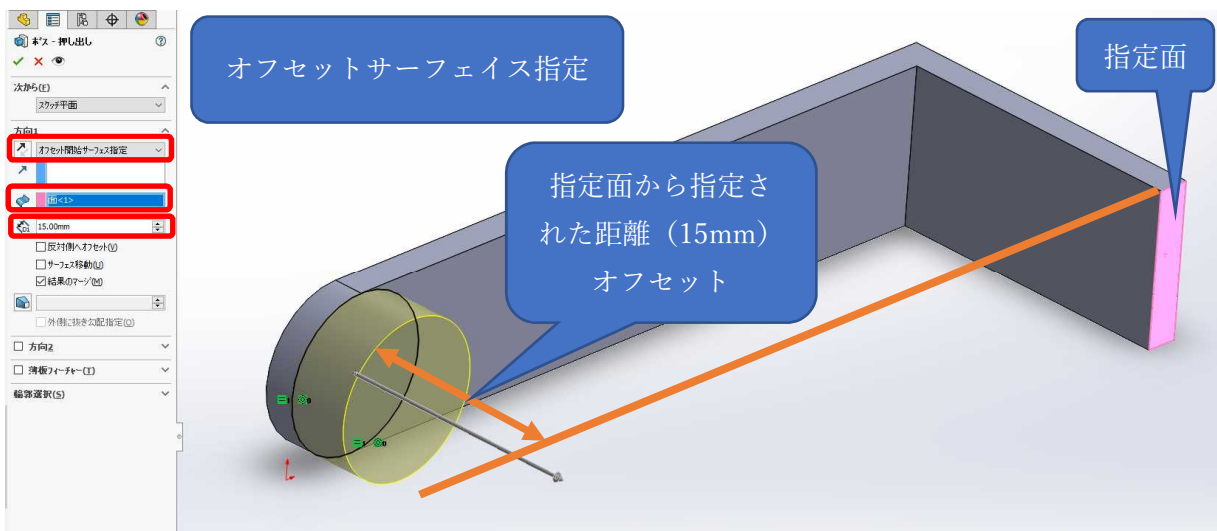


図 3.3.6 オフセットサーフェイス指定

上記4つ以外にもありますが、最初のうちはこれら4つで十分です。最も多く使用するのはブラインドおよび中間平面になります。

重要 Point

- ① 押し出しでは、方向、状態、寸法の3つが重要
- ② 状態としてはブラインド、中間平面、端サーフェイス指定、オフセットサーフェイス指定が存在
- ③ ブラインドと中間平面が最も多く利用される

3.4 回転ボス/ベース

回転はスケッチで作図した図形を指定した中心線を軸に回転させた場合の形状を作成する際に使用します。

回転の際に重要になる点は以下の3点です。

- ① 中心軸（回転をさせる場合の中心を示す。）
- ② 回転状態
- ③ 回転角度

回転には上記3つの組み合わせにより非常に多様な状態を作成することができます。ただし、通常使用する場合、回転角度は 360° （つまり1周）の場合が圧倒的に多くなります。また状態の変更はかなり特殊な場合となります。以上のことから、回転を利用する際にはスケッチでの作図の際に中心軸となる中心線を描いておくということのみ注意すれば良いことになります。

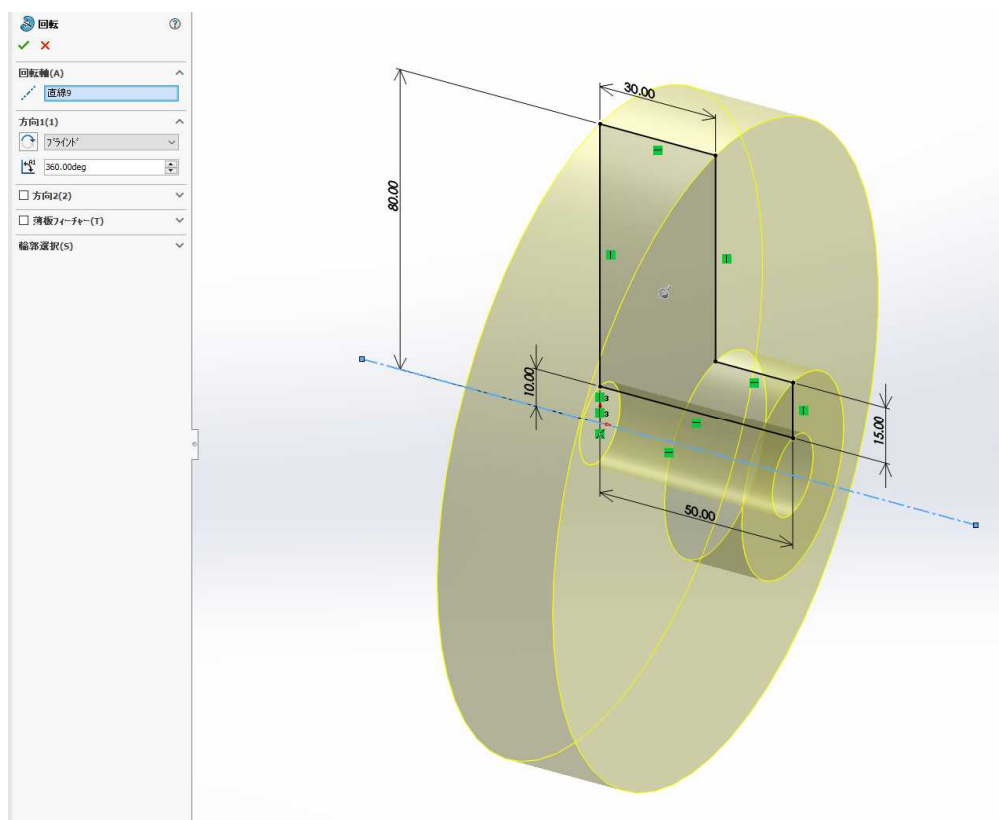


図 3.4.1 回転の例

ただし、回転の場合、スケッチ作図において注意する点が一つだけあります。それは回転軸に対して片方のみ作図する必要があるということです。回転軸に対して左右に渡ってスケッチが存在するような場合にはエラーが生じてしまいます。具体的な事例を以下に示します。



図 3.4.2 回転におけるエラーの例

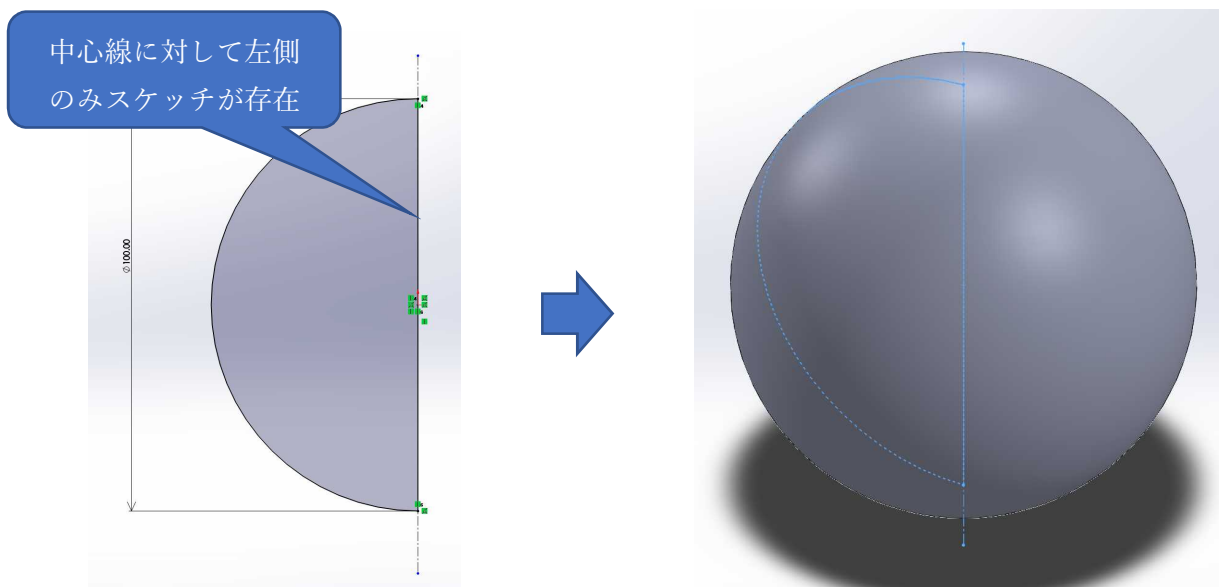


図 3.4.3 回転における正しい例

図 3.4.2 のような場合、SolidWorks では、“中心軸に沿って回転させた場合、作図したスケッチ同士がぶつかる場合には回転を適用できない” というような説明になっています。

重要 Point

- ① 回転では、スケッチにおいて中心軸を描いておくことが重要
- ② スケッチにおいては回転軸をまたぐようなスケッチをしないこと。(必ず回転軸に対して片方のみにスケッチがある状態)

3.5 押し出しカット、回転カット

カットとは、既にフィーチャーによって造形された3次元モデルに対して一部を削り取る作業になります。その削り取る方法の違いにより押し出しと回転に分類されますが、基本的な操作は既に3.3, 3.4で紹介した方法と同様になります。ただし、一部異なる点があります。

(1) 押し出しカット

押し出しカットでも押し出し同様、状態が重要になりますが、多くはブラインドおよび全貫通を利用します。今、図3.5.1に示すような円柱の中心に穴を開ける場合を考えます。

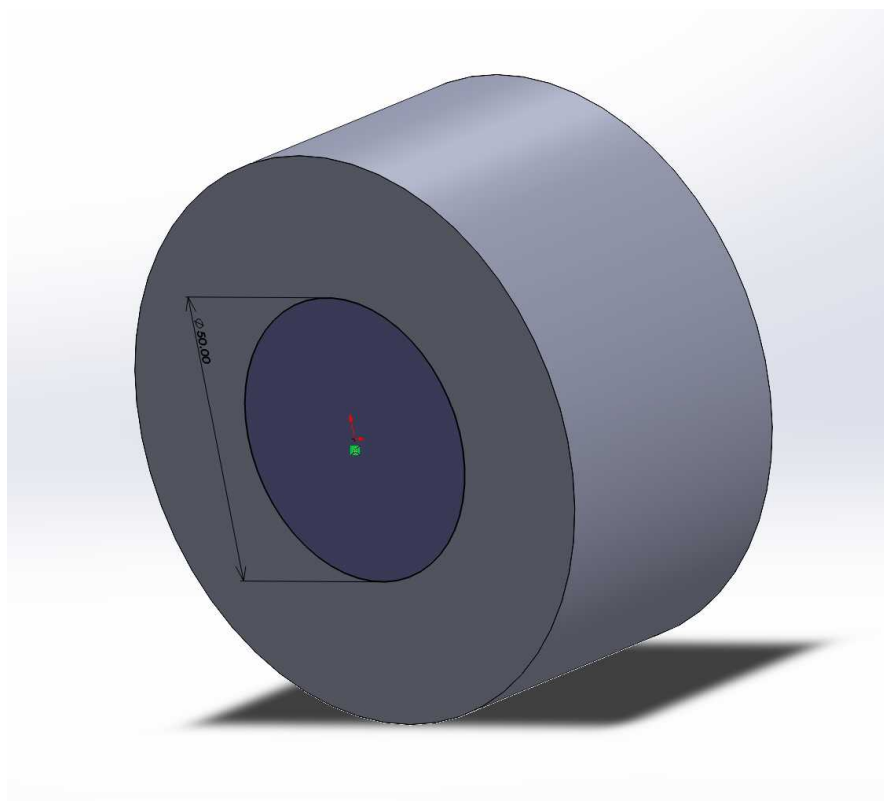


図 3.5.1 押し出しカット

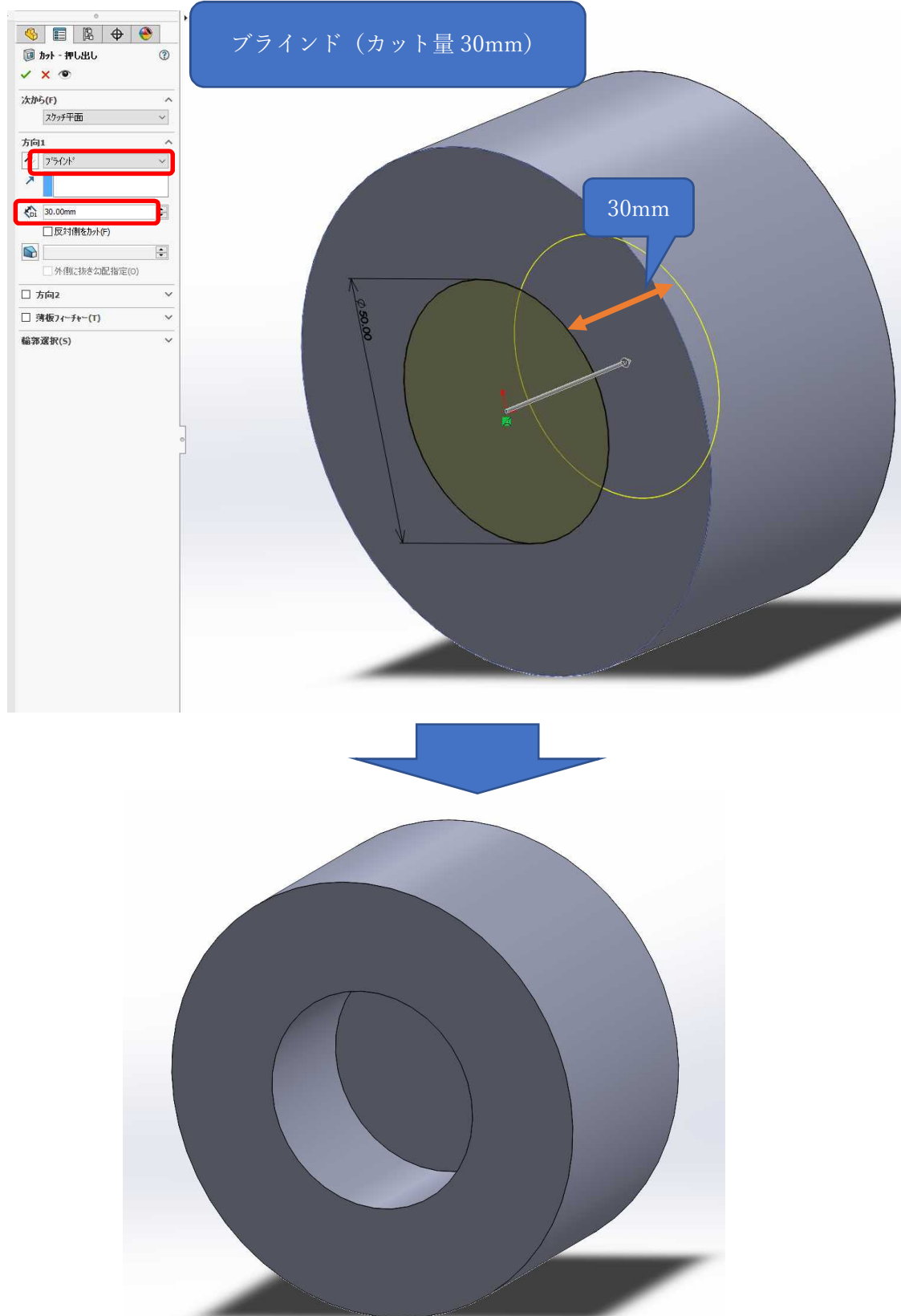


図 3.5.2 押し出しカット(ブラインド)

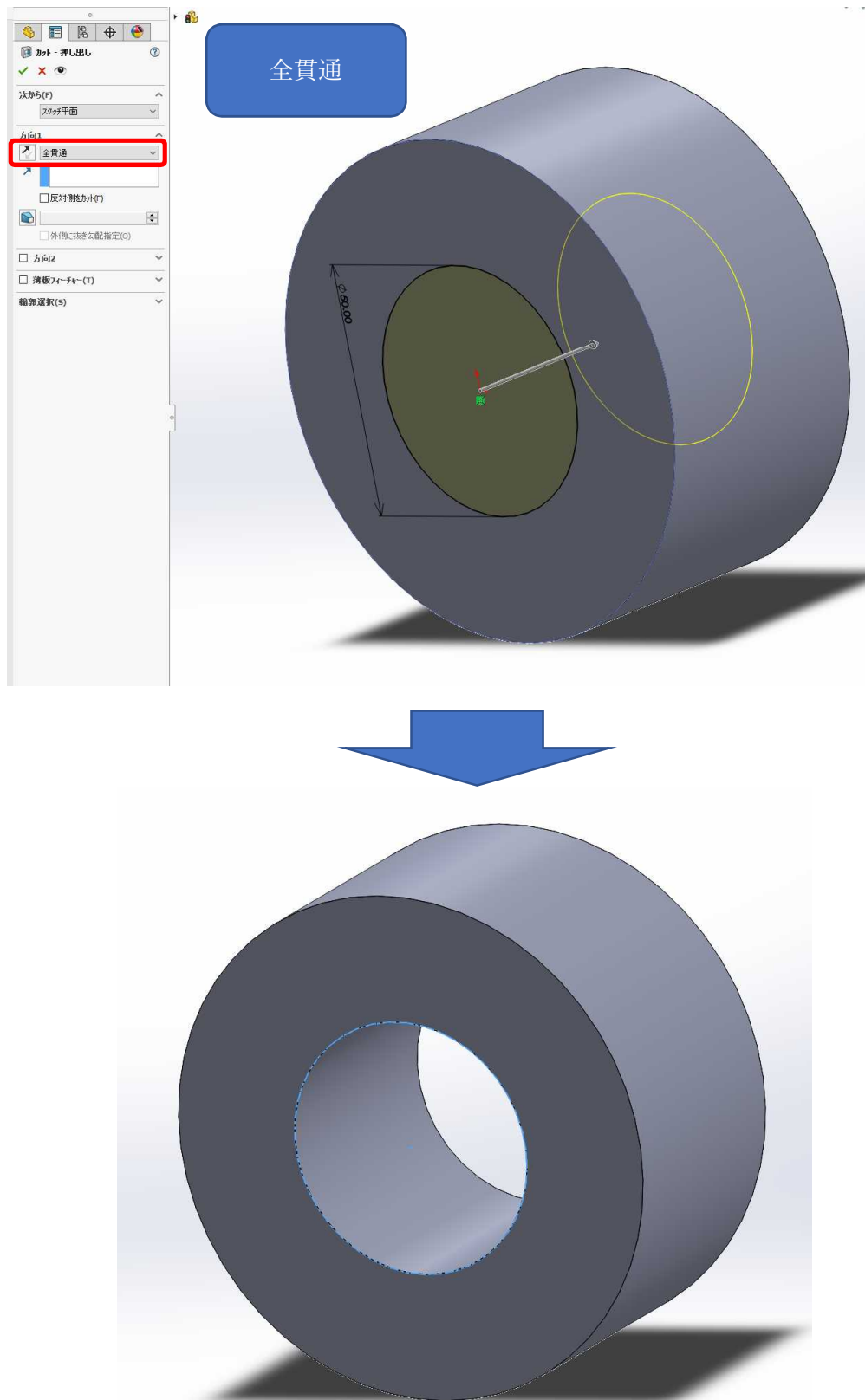


図 3.5.3 押し出しカット(全貫通)

図に示したように、押し出しカット（全貫通）はイメージ的にはドリルなどによる穴開けをした状態ともいえます。

（２） 回転カット

回転カットは回転とほぼ同じです。今、図 3.5.4 に示すような円柱の外周を一部カットする場合を考えます。

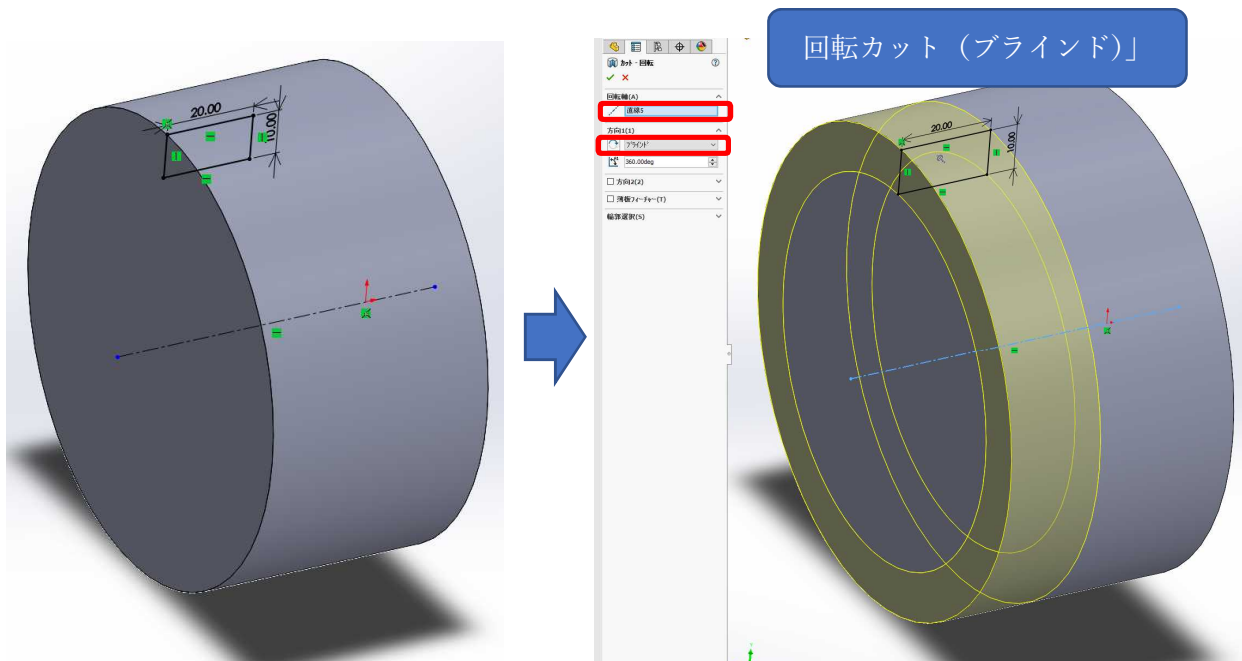


図 3.5.4 回転カット(ブラインド)

図に示したように、このような回転カットはイメージ的には工作機械である旋盤で外周を切削したような状態ともいえます。

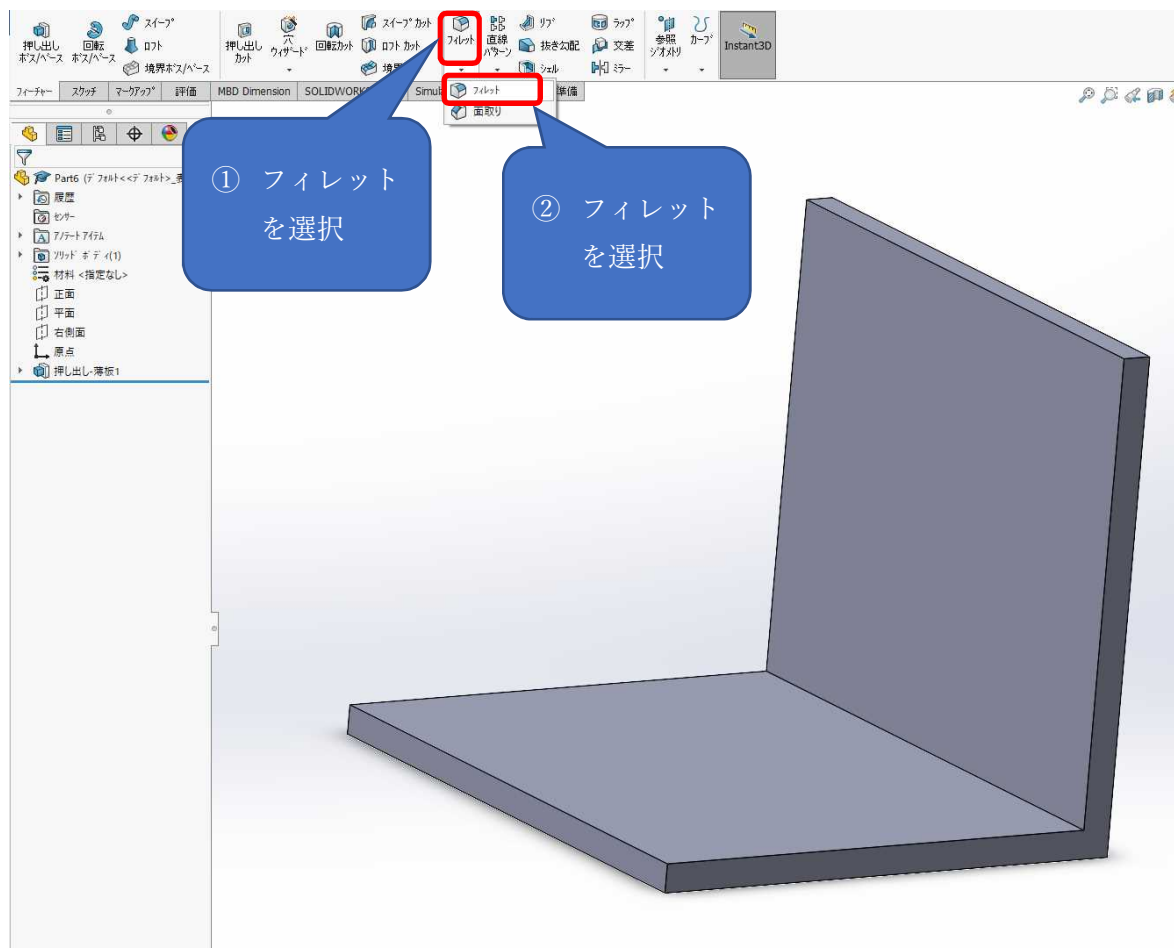
重要 Point

- ① カットとは既にフィーチャーによって造形された3次元モデルに対して一部を削り取る作業
- ② 押し出しカット、回転カットが代表
- ③ 基本的な作業は押し出し、回転と同様

3.6 フィレット、面取り

機械部品を設計する際には、フィレットや面取りが多用されます。フィレットや面取りを使用する場合には既に押し出しなどのフィーチャーにより3次元化されたモデルに対して修正を行う作業になります。ここではフィーチャーとしてフィレットや面取りを行う場合について説明します。

(1) フィレット



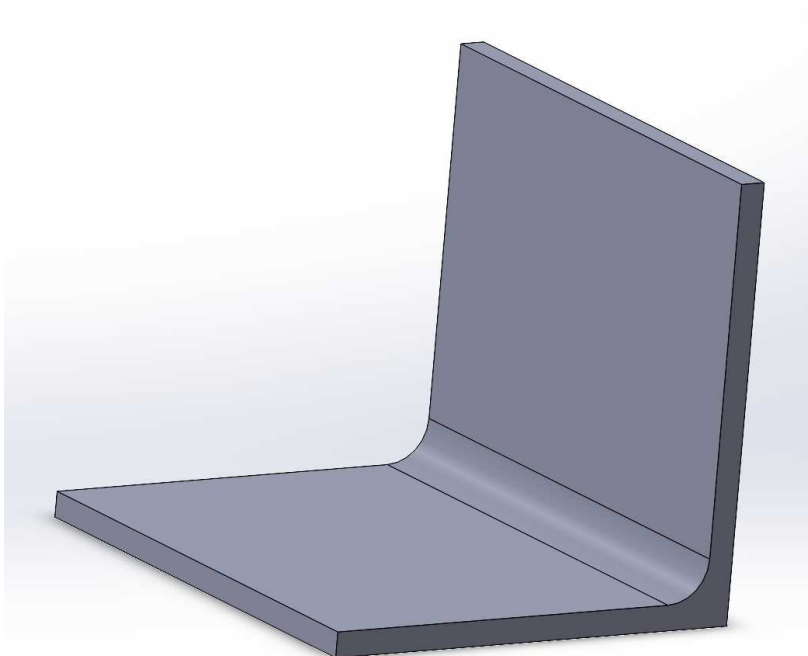
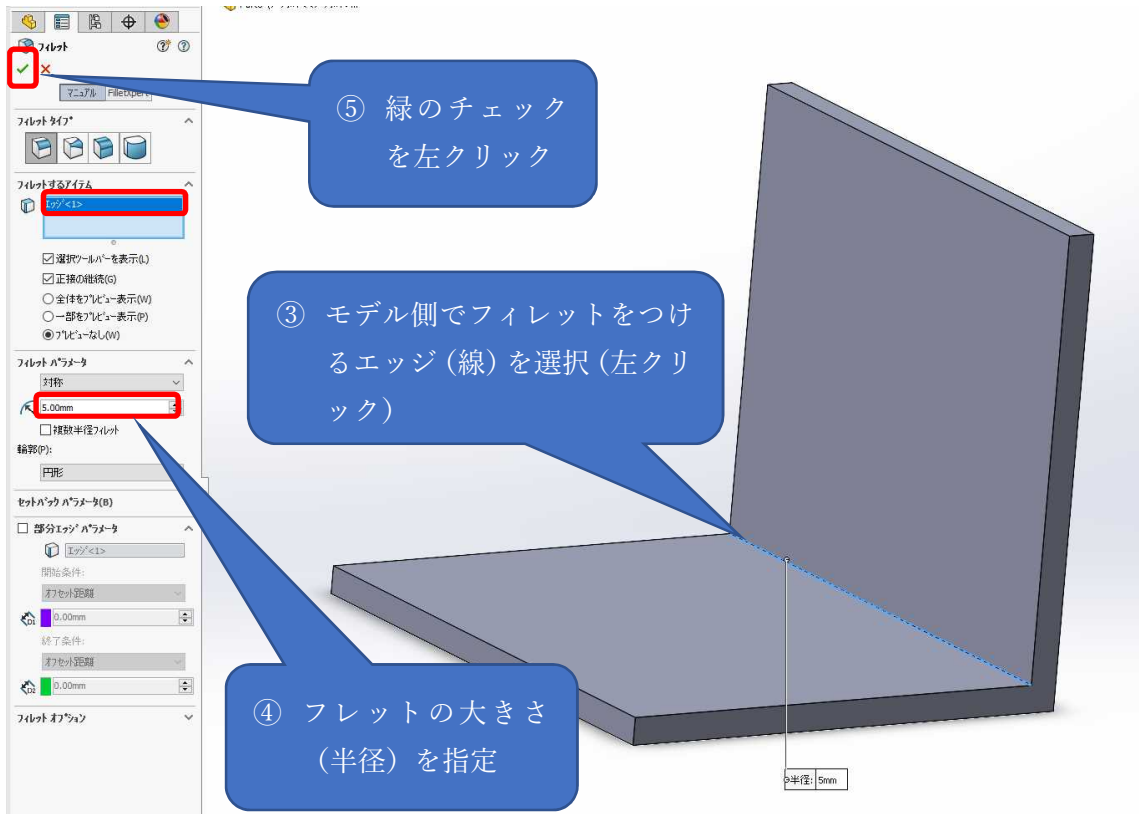
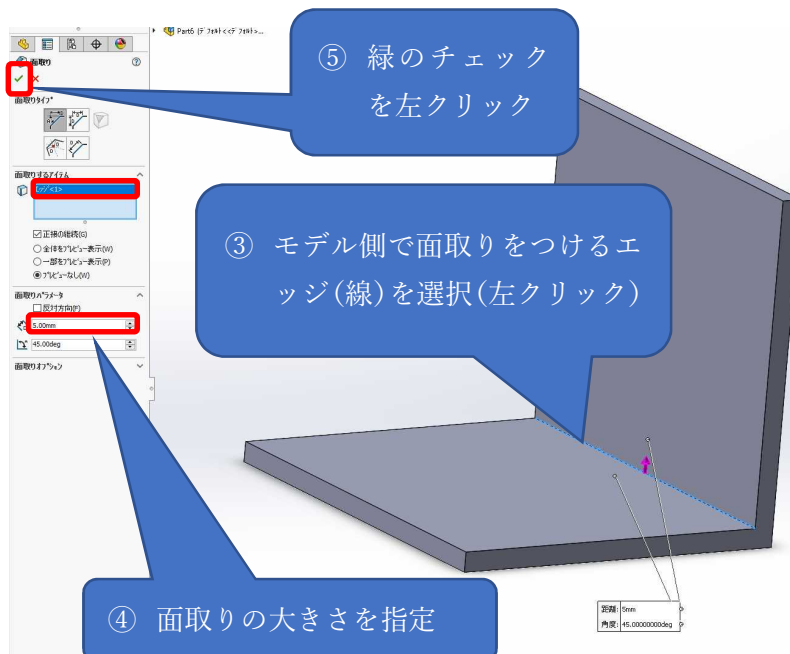
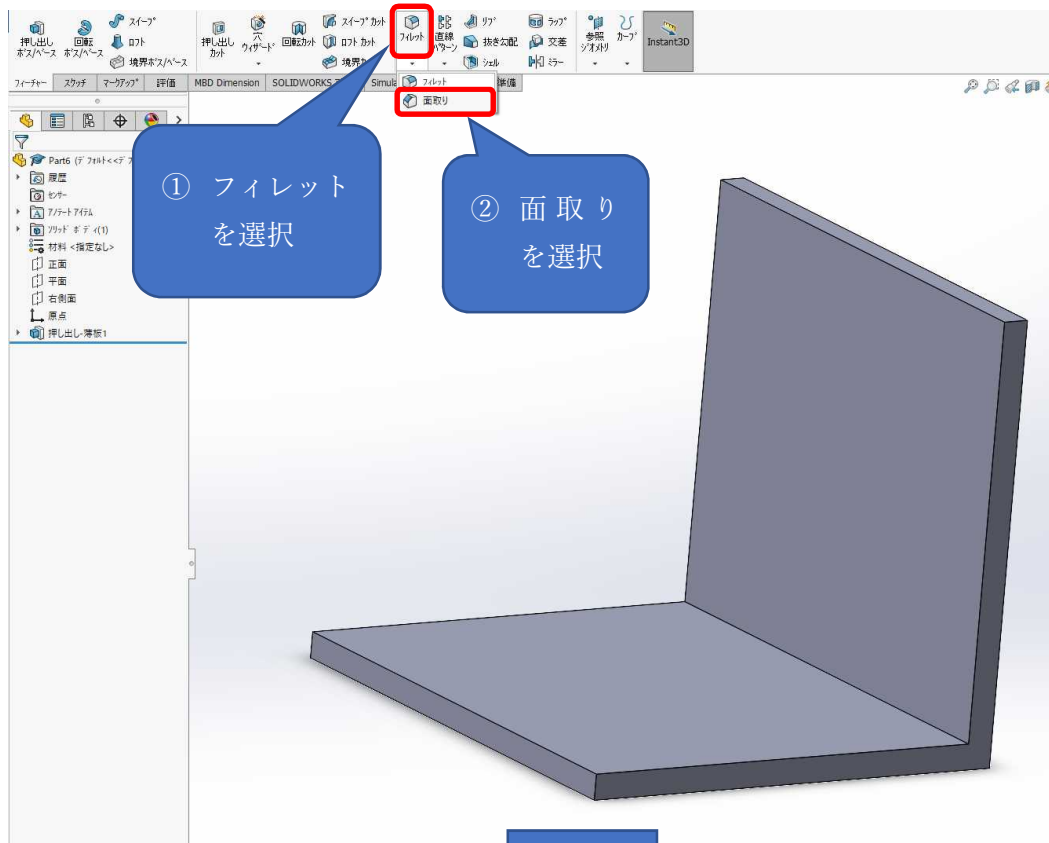


図3.6.1 フィレット

(2) 面取り



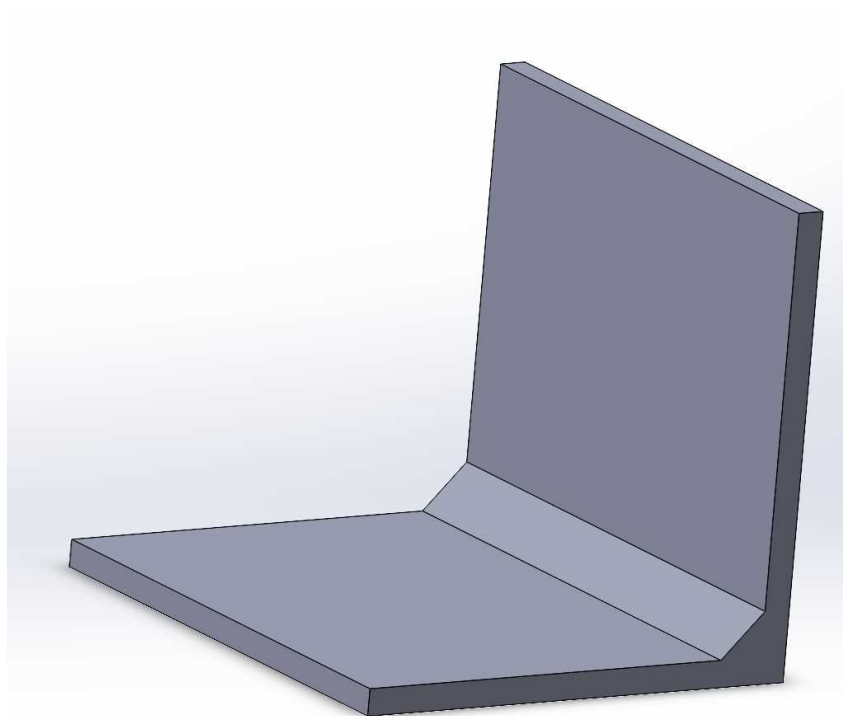


図 3.6.2 面取り

フィレットや面取りはいわゆる角の部分に適用可能ですので、図 3.6.3 のように複数の箇所指定することもできます。

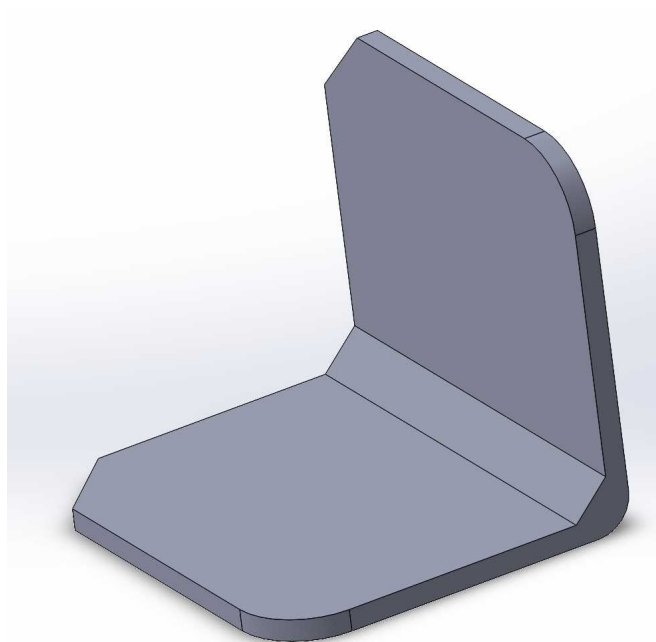


図 3.6.3 フィレット、面取りの例

ここではフレットをフィーチャーとして利用する方法を説明していますが、造形するという点だけで考えればスケッチの段階でフィレットや面取りを描いて押し出しをすれば同じ形状を作成することは可能です。ただし、その場合スケッチ作成に余分な手間、時間がかかるだけではなく、スケッチが複雑化します。また修正する場合にはスケッチを修正する必要がありますが、修正が煩雑になることも想定されます。一方、フィーチャーで作成しておけばフィレットや面取りの修正はスケッチを修正する必要がなく、非常に手軽になります。さらに、フィレットや面取り自体を削除することも容易です。

以上のようなことから、フィレットおよび面取りはフィーチャーで付与するという事に気をつけてください。

重要 Point

- ① モデルの角に当たる部分にフィレットや面取りを付与することが可能
- ② フィレット、面取りはスケッチではなく、フィーチャーで付与する

3.7 モデル化の方法について

これまで説明したように、3次元のモデルを作成する場合にはスケッチで2次元を表現し、フィーチャーで残り1次元を表現します。そしてどれだけ複雑なモデルであっても基本的にはこの作業の繰り返しになります。

実際のモデル作成は多くの場合複雑な形状をしていますので、スケッチ→フィーチャーの作業は一度ではすみません。複数回繰り返すことでようやく目的とするモデルを作成することができます。その場合、気をつけることはフィーチャー化の手順です。適用するフィーチャーの順番をあらかじめ想定しておかないと、モデルを作成できなくなったり、余分な手間が発生したりしてしまいますので、複雑なモデルを作成する場合には特にどのような順番でどのようなフィーチャーを付与していくのかをあらかじめ想定しておく必要があります。そうはいつても最初はなかなか慣れないでしょうから、単純な形状で一つずつ確実にフィーチャー化してモデル作成をするよう心がける必要があります。

実際にモデルを作成する場合、目的とするモデルを作成するための方法が必ずしも一つとは限りません。また2つとも限らず、複数の手法を用いることが可能な場合があります。具体的にはどのようなフィーチャーを使用するのかという点とどのような順番で行うのかの2点です。具体例を図 3.7.1 に示します。

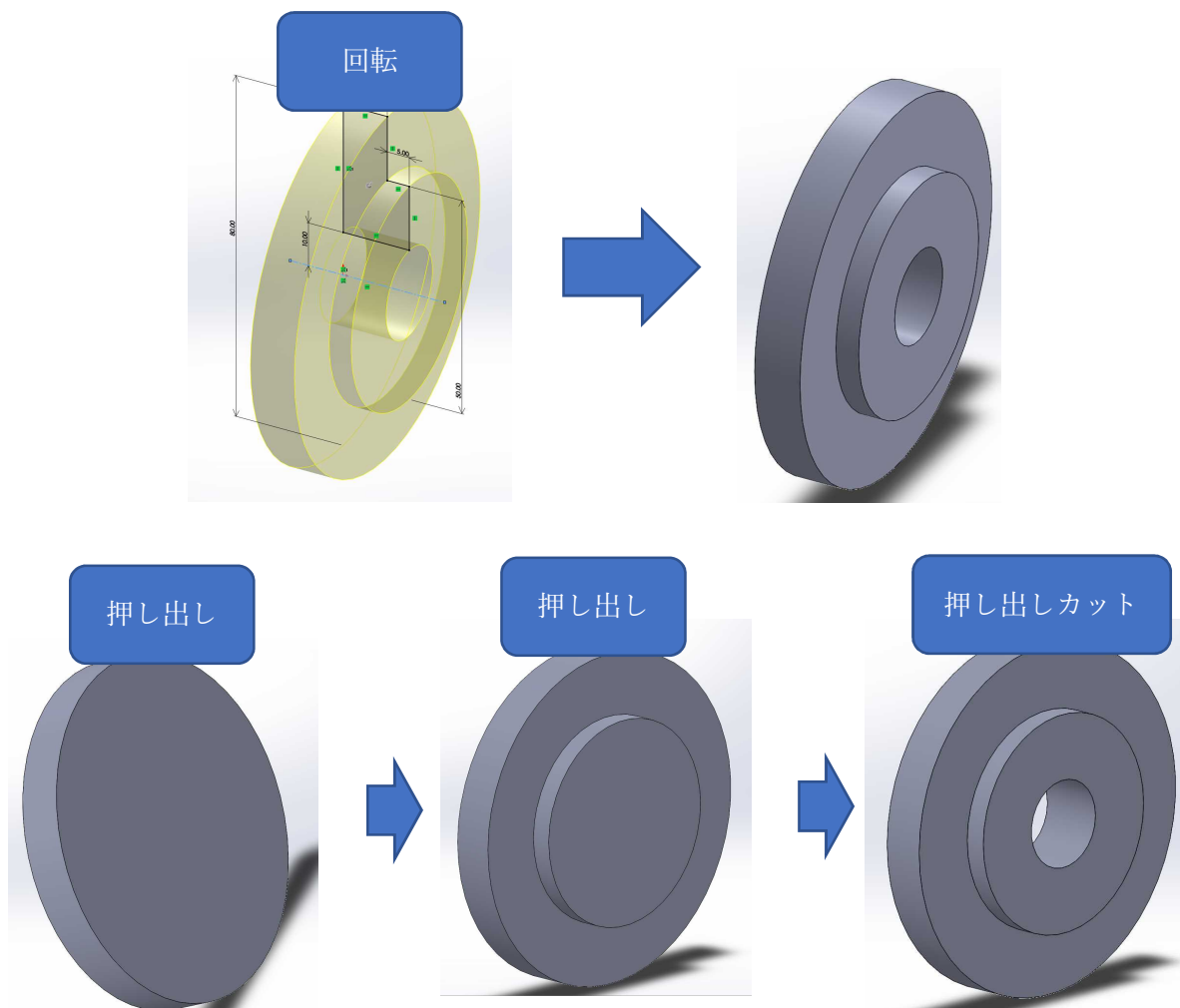


図 3.7.1 モデル作成方法（回転、押し出し、押し出しカット）

図 3.7.1 において、上の図は回転を利用して一度に作成する方法です。一方、下の図は押し出しを 2 回適用した後、中心を押し出しカットする方法です。どちらの方法であっても全く同じ形状を作成することができるということがよく分かると思います。

重要 Point

- ① 複雑なモデルを作成する場合、スケッチ→フィーチャー化を複数繰り返すことで実現
- ② 単純な形状で一つずつ確実にフィーチャー化
- ③ 適用するフィーチャーの順番も重要
- ④ モデル化の方法は一つとは限らない（複数の方法がある）

3.8 モデル化の基本方針

ここでは第2章でのスケッチの内容も含めて、最終的にモデルを作成する際の基本方針についてまとめることになります。

(1) モデル化はスケッチ→フィーチャーの繰り返し

スケッチ→フィーチャーを繰り返すことで最終的なモデルを作成していきます。その場合、どのようなスケッチを描くことでどのようなフィーチャーを適用したいのか、あるいは希望している形状を実現するためにはどのようなフィーチャーを適用すべきであり、そのためのスケッチはどのようなものになるのかということが問題になります。さらにどのような順番でどのようなフィーチャーを適用するのも重要です。そのため、複雑なモデルになるほど、最初の段階でこれらの事項をあらかじめ考えておく必要があります。

(2) モデル化の方法は複数存在

一つのモデルを作成する場合、複数の方法を用いることが可能な場合が多々あります。ではそのような場合にどのような方法を採用するのかという問題が生じますが、基本的な方針としては、後の修正を行いやすい方法という点と、作業手順が少なく、より短時間で作成できる方法という点の2点を重視すれば良いといえます。

(3) フィーチャーの履歴を参照

フィーチャー化を繰り返した場合、Feature Managerには図3.8.1のように表示され、それまで行ってきたフィーチャーの履歴を参照できます。そのため、モデルを修正するためにはそちらを参照することで修正すべきフィーチャーやスケッチをすばやく見つけることができます。

(4) スケッチの簡素化

スケッチは基本的な図形（丸、四角など）を多用して作成し、複雑にならないよう留意してください。またトリムによる線の削除を行う場合であっても同様です。これはスケッチの修正を容易にするために重要になります。

(5) スケッチにおける計算寸法の使用禁止

スケッチ作成においては寸法を計算して入力することはしないようにしてください。これは後にスケッチの寸法を確認する際に重要であり、計算寸法を使用しているとその都度計算して確認する必要があるためです。

(6) フィーチャーは基本である、押し出し、回転、カットを使用して簡素化

フィーチャーの基本は押し出し、回転、カットの3種類になります。複雑なモデルの場合にはこれ以外を使用する可能性も考慮できますがモデルの修正や確認が煩雑になる可能性が高くなります。そのためスケッチ同様フィーチャーもまた簡素な基本的なものを使用した方が良いことになります。

(7) フィレットおよび面取りはフィーチャーで実現し、最後に適用

フィレットおよび面取りはフィーチャーで実現するようにします。またその適用は最後に実施します。適用を最後にするのは、モデル作成の途中で行うと後のフィーチャーに悪影響を及ぼす場合があるためです。

フィーチャーの左側の矢印をクリックするとそのフィーチャーで使用したスケッチが出てくる。

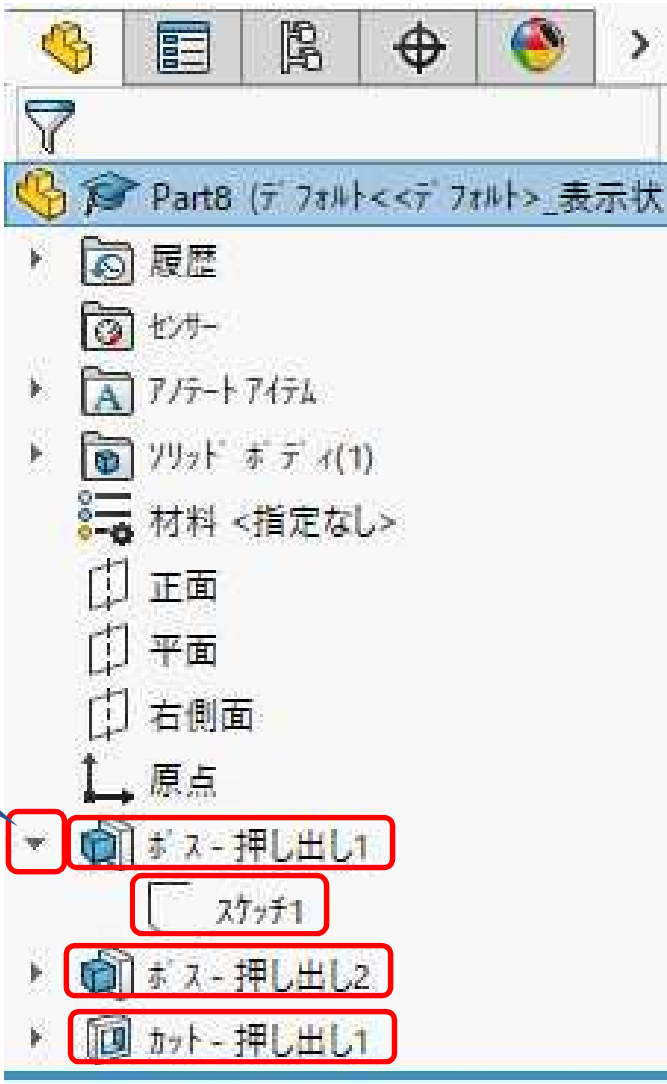


図 3.8.1 Feature Manager におけるモデル作成履歴

重要 Point

- モデル化の基本方針はスケッチも含めて以下のように取り扱う
- ① モデル化はスケッチ→フィーチャーの繰り返し
 - ② どのようなスケッチでどのようなフィーチャーをどのような順番で適用するのかについてはモデル作成前に考察
 - ③ モデル化の方法は複数存在
 - ④ フィーチャーの履歴を参照
 - ⑤ スケッチの簡素化
 - ⑥ スケッチにおける計算寸法の使用禁止
 - ⑦ フィーチャーは基本である、押し出し、回転、カットを使用して簡素化
 - ⑧ フィレットおよび面取りはフィーチャーで実現し、最後に適用

第4章 押さえておくべき基本事項（アセンブリ編）

4.1 アセンブリとは？

アセンブリ（assembly）とは組立てのことを言います。ここでの組み立てとはモデリングした部品をCAD内で組立てることを指します。

一般的に機械の構成とは、複数の部品から成り立つ状態を示します。また、機械の機能は部品同士の繋がりによって左右されます。（図4.1.1参照）

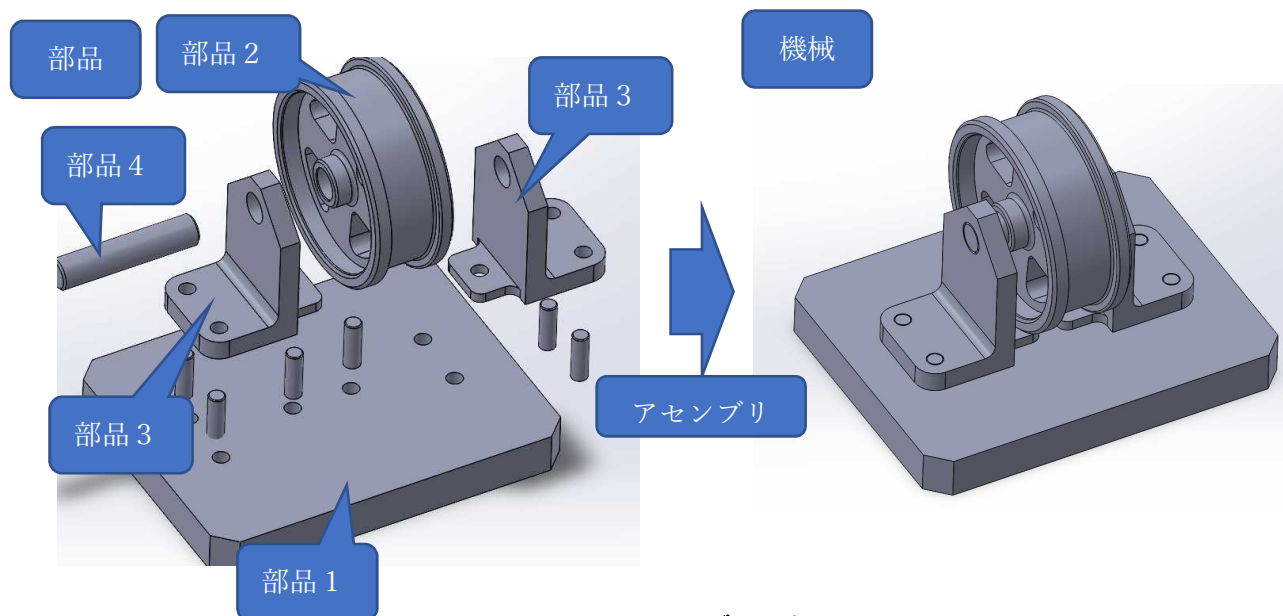


図4.1.1 アセンブリの例

SolidWorksのアセンブリで実現できる事項は以下のようになります。

- ① （機械としての）外形、質量、重心位置等が確認可能
- ② 干渉（部品同士がぶつかっていないか）を確認可能
- ③ シミュレーションが可能

上記のように、SolidWorksでのアセンブリでは二次元の図面では確認できない様々なことを確認することが可能であることが分かります。そのため、アセンブリで確認した後、問題の部品を修正して再度アセンブリ側で確認するということを繰り返し行うことで、実際に製品化する際に問題が生じない部品類を設計することができます。

重要 Point

- ①アセンブリとはモデリングした部品をCAD内で組み立てること
- ②外形、質量、重心位置などが確認可能
- ③干渉（部品同士がぶつからないか）も確認可能
- ④シミュレーションが可能

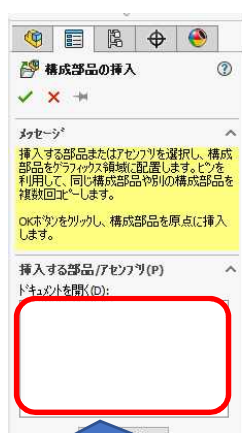
4.2 アセンブリの流れ

アセンブリ作業を行う場合の基本的な流れを以下に示します。

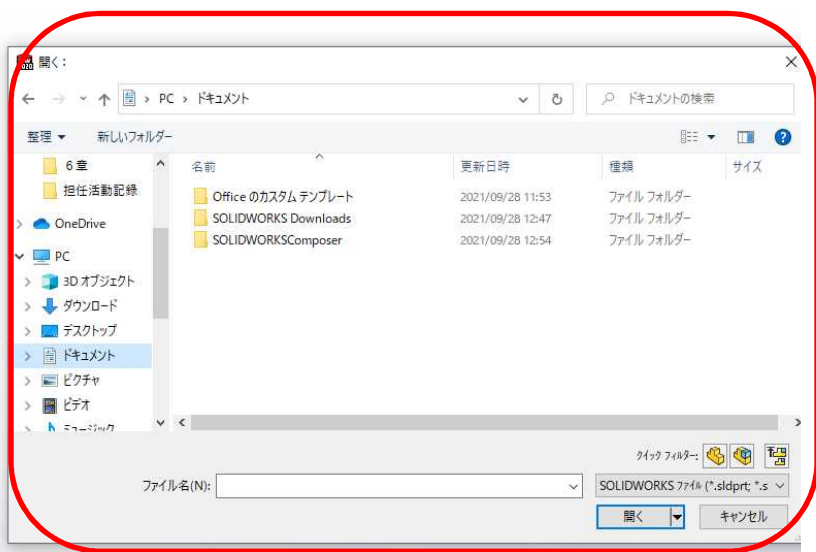
- ① 必要となる部品類全てをモデリングします。
- ② 上記で作成したモデル全てを読み込んだ状態にしておきます。
- ③ アセンブリを新規に作成します。(ファイル→新規→アセンブリ、図 4.2.1 参照)
- ④ 部品追加 (図 4.2.2 参照)
- ⑤ 合致 (部品の組み立て) (図 4.2.3 参照)
- ⑥ 干渉認識 (図 4.2.4 参照)



図 4.2.1 アセンブリ新規作成



既に部品を読み込んでいる場合にはこちらに表示されるため、こちらから選択



こちら側のウィンドウで読み込む部品を指定

図 4. 2. 2 部品追加

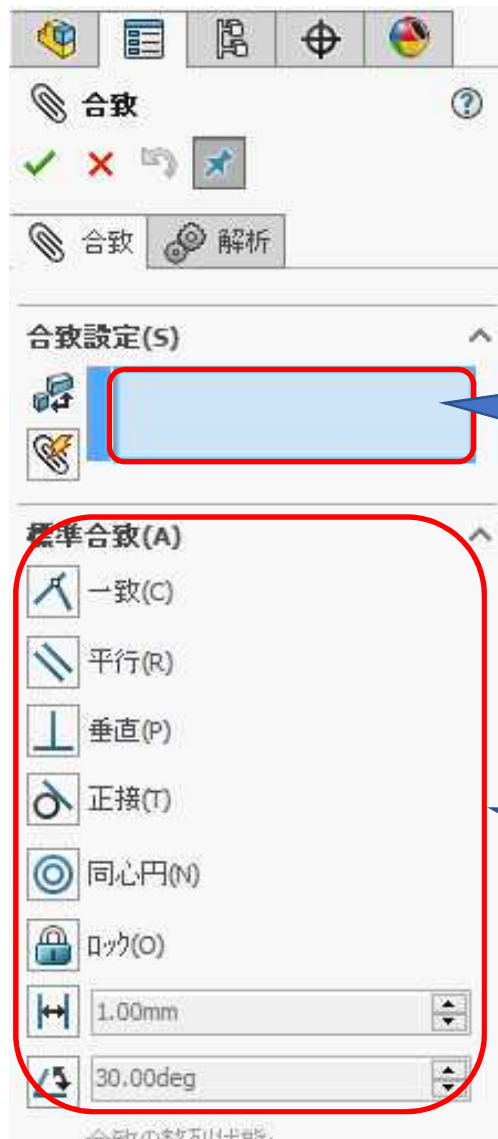


図 4.2.3 合致

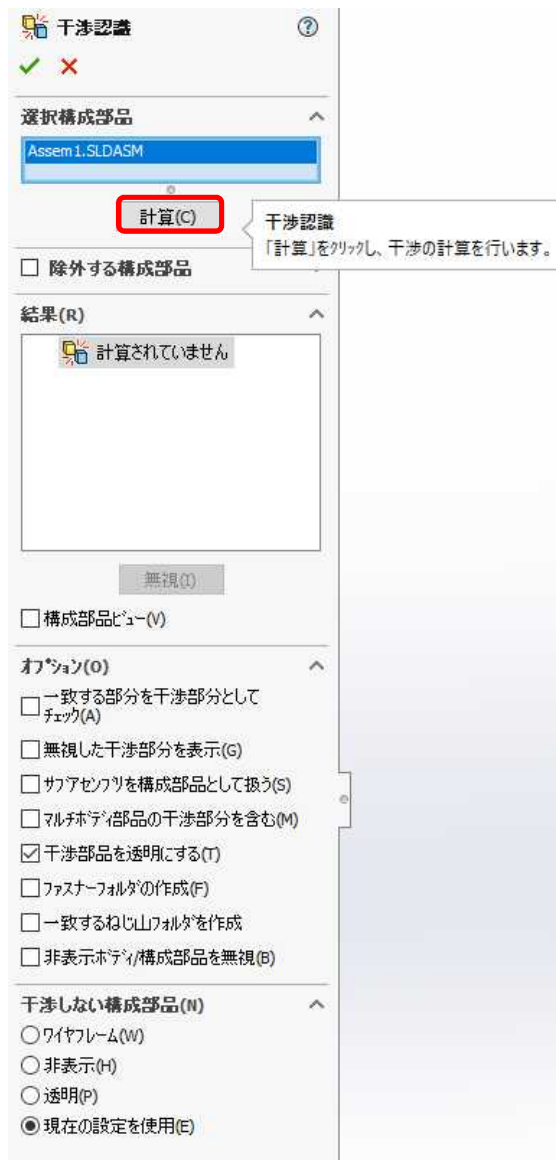
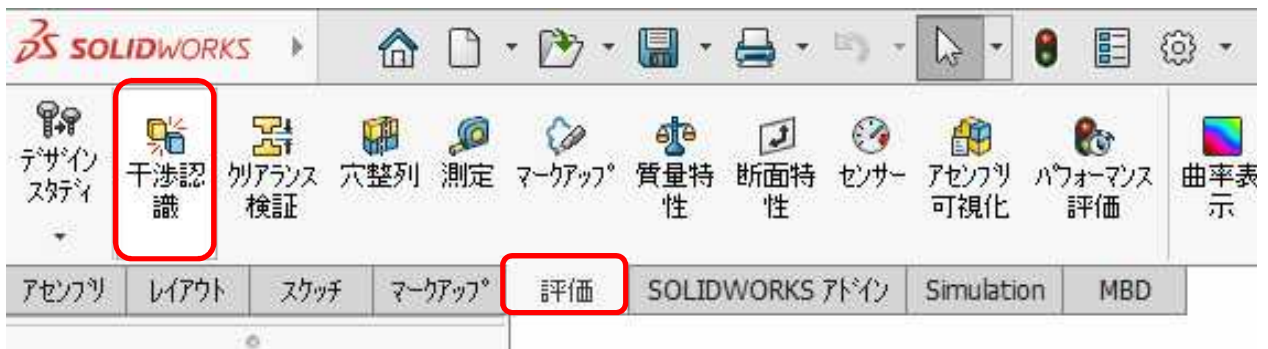


図 4.2.4 干渉認識

重要 Point

アセンブリ作業を行う場合の流れは以下のようになる。

- ① 部品作成
- ② 部品読み込み（全て）
- ③ アセンブリの作成
- ④ 部品追加
- ⑤ 合致
- ⑥ 干渉認識

4.3 部品の追加

構成する部品を追加する場合、図 4.2.2 で示したように、最初に“構成部品の挿入”のアイコンを左クリックします。そうすると図 4.3.1 のような画面が表示されます。なお、4.2 で説明したように図 4.3.1 ではあらかじめ構成する部品類を全て読み込んだ状態で実施した場合があります。

●部品の追加の手順

- ① アセンブリ→構成部品の挿入を選択（左クリック）
- ② 追加したい部品を選択（左クリック）
- ③ 右側のウィンドウの任意の箇所で左クリック
- ④ 全ての部品を追加した後、最後に左上の緑のチェックを左クリック

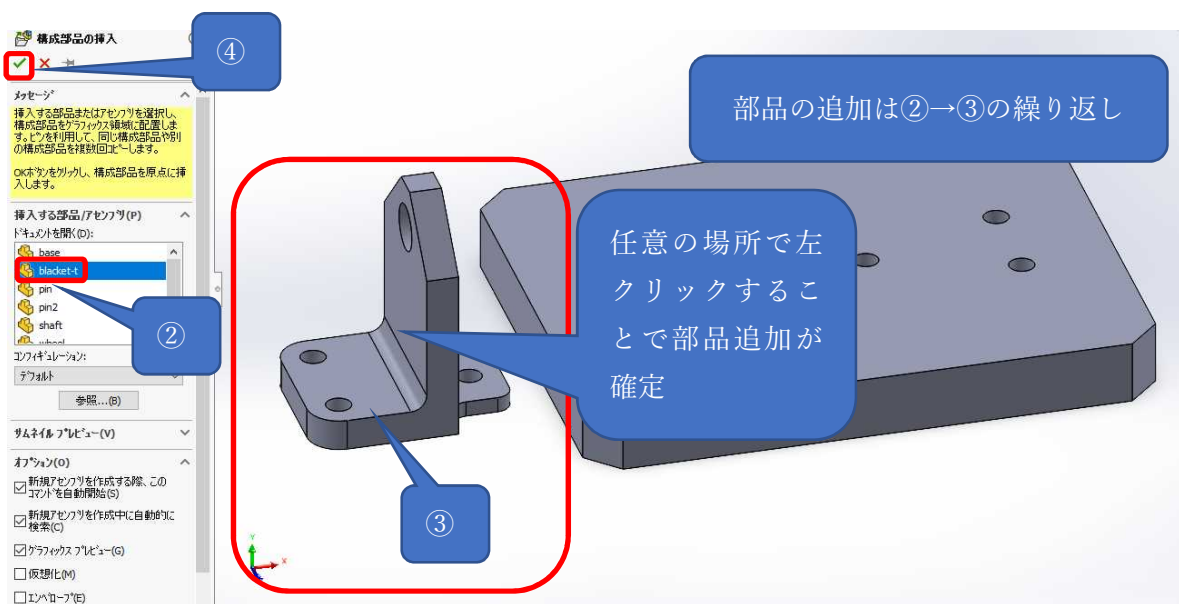


図 4.3.1 部品の追加手順

なお、部品の追加を実施する場合、以下のような重要な点があります。

(1) 部品の追加順番

最初に追加する部品のみ注意が必要になります。最初に追加した部品は完全にその位置が固定（固定節、フレーム）されてしまい、部品の移動や回転などは行えなくなります。そのため、アセンブリ全体の基礎となる部品であり、かつ土台となるような部品を選択する必要があります。（図 4.3.2 参照）

(2) アセンブリ原点と部品原点の一致

最初に追加する部品のみ、図 4.3.1 において②の操作の後、④の操作を行います。それ以降の部品の追加の場合には図 4.3.1 同様、②→③の繰り返しになります。この操作はアセンブリ原点と部品の原点を一致させるための特別な操作になります。アセンブリ原点の詳細は書籍側（P 1 2 4 テクニック 4 8 部品の原点とアセンブリ原点を一致させる）で詳しく説明しています。

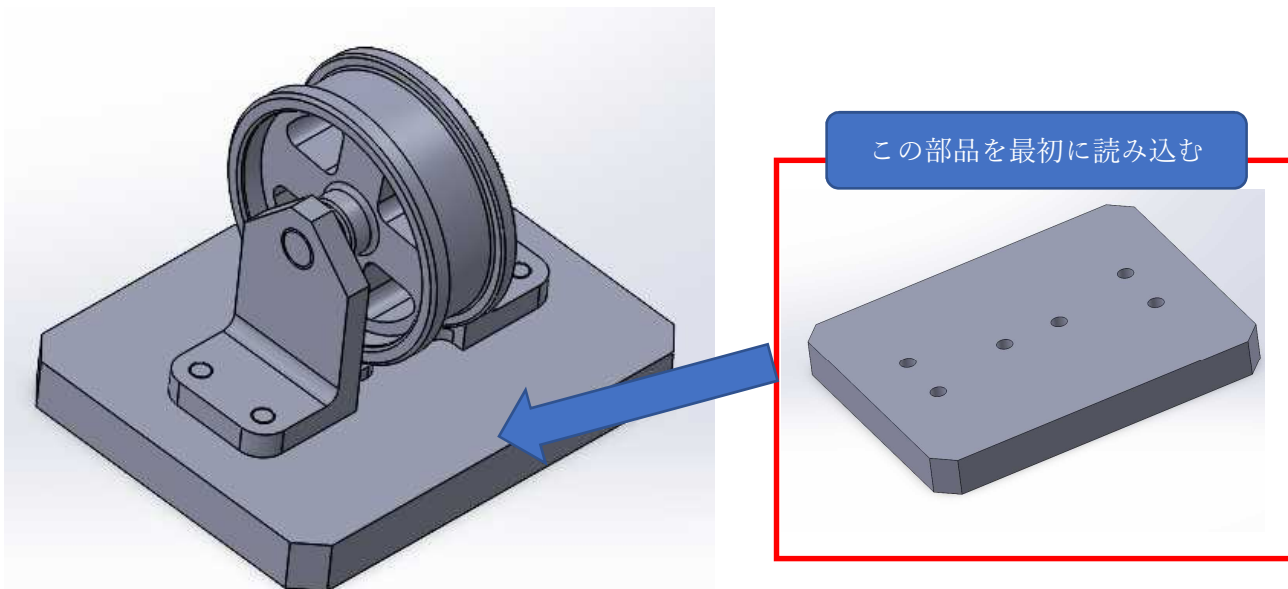


図 4.3.2 最初に読み込む部品

重要 Point

- ① 部品の追加をする場合、最初の部品のみ注意が必要
- ② 最初に追加した部品は固定節（フレーム）になる。
- ③ 最初に追加する部品のみ、追加した部品を選択した後、緑のチェックをクリックする。

4.4 合致の付け方

アセンブリにおける合致とは、部品相互の位置関係を決定するための作業になります。スケッチでの幾何拘束に近いような意味ともいえます。そしてこの合致を行うことで各部品を適切な位置に配置することができます。

●部品の追加の手順

- ① 片方の部品で合致させたい面やエッジを選択（左クリック）
- ② Ctrl キーを押しながらもう片方の部品で先の部品と合致させたい面やエッジを選択（左クリック）
- ③ 合致の種類を決定

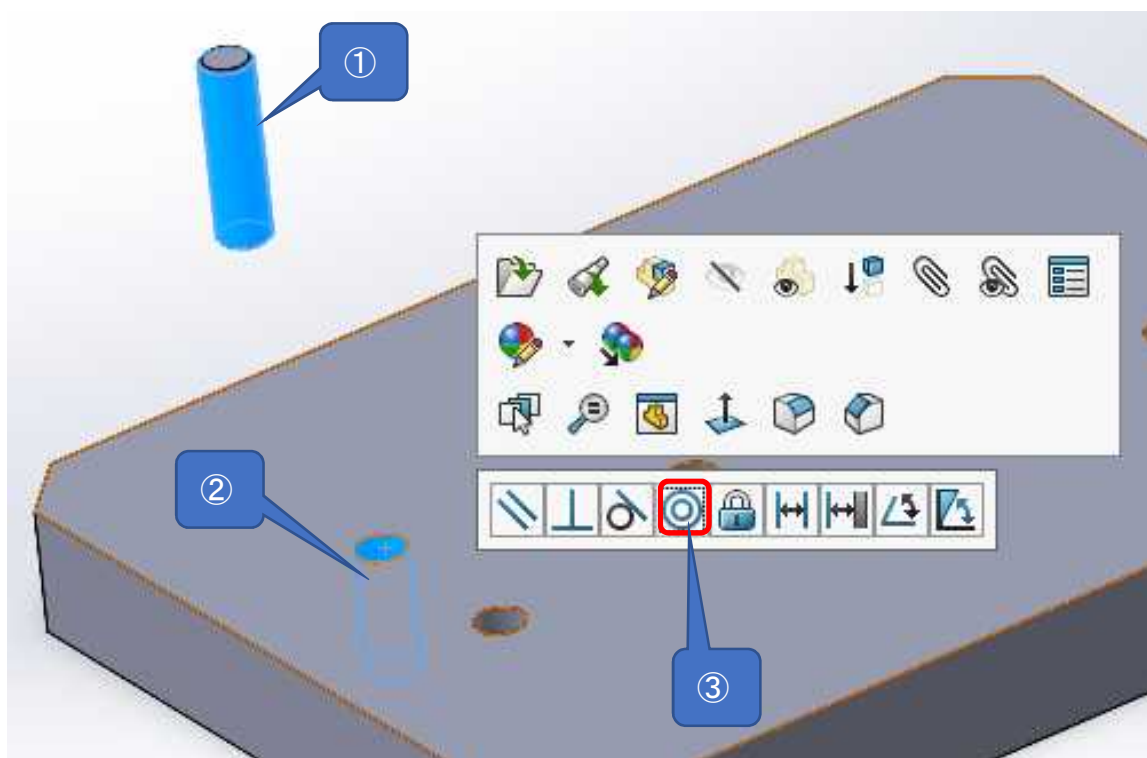
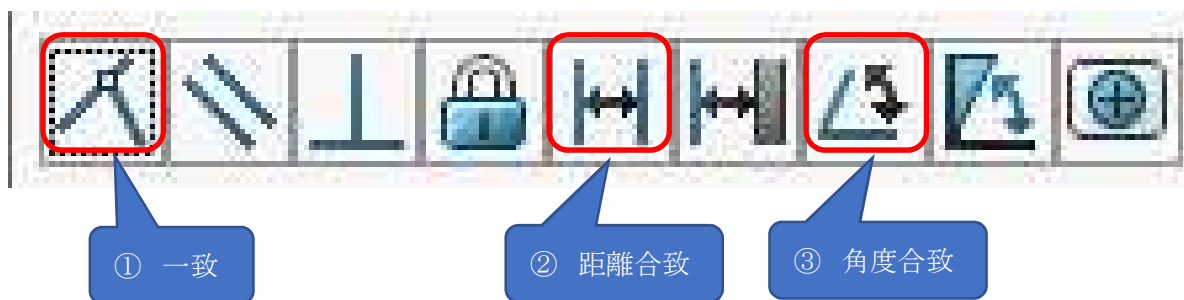


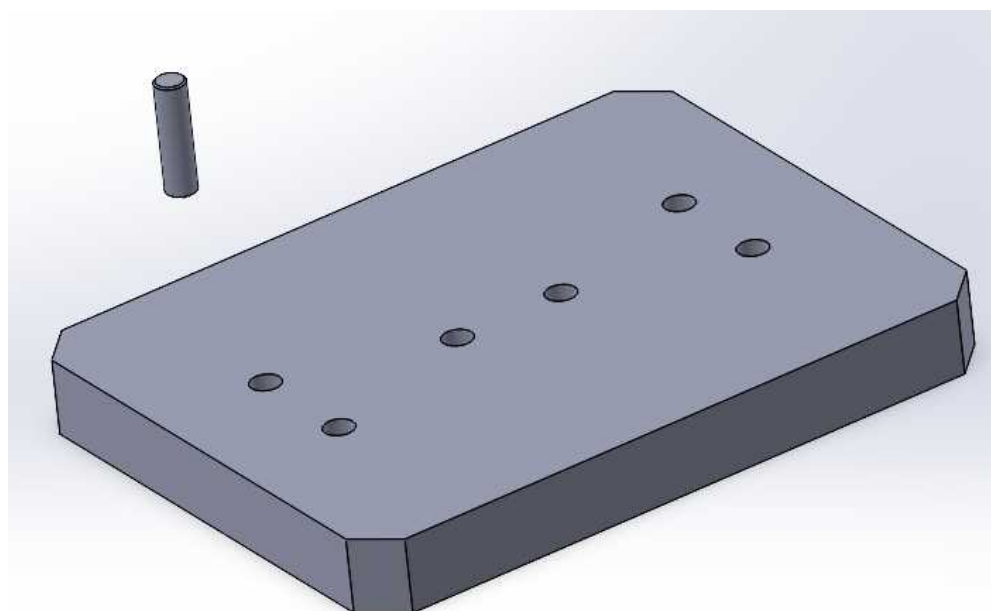
図 4.4.1 合致の例（同心円）

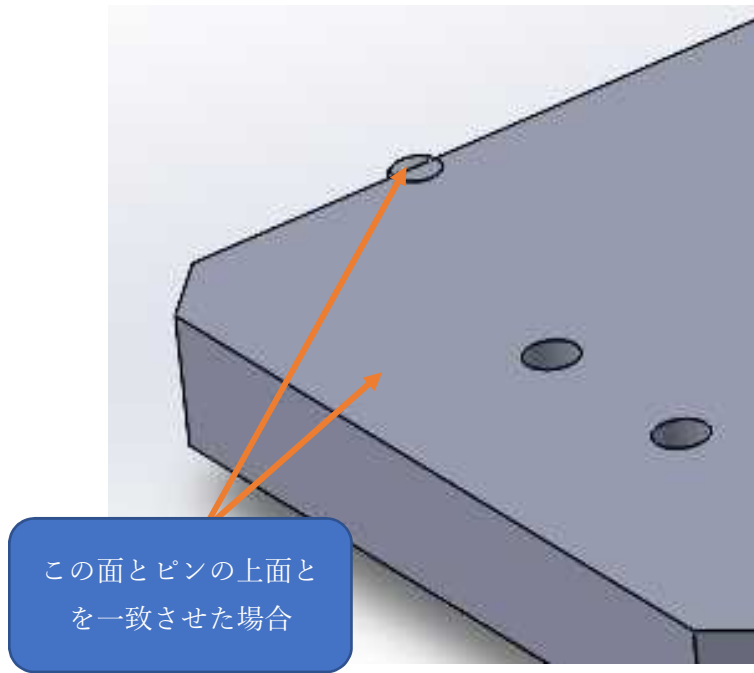
合致の種類として標準的なものとして以下の5種類があります。



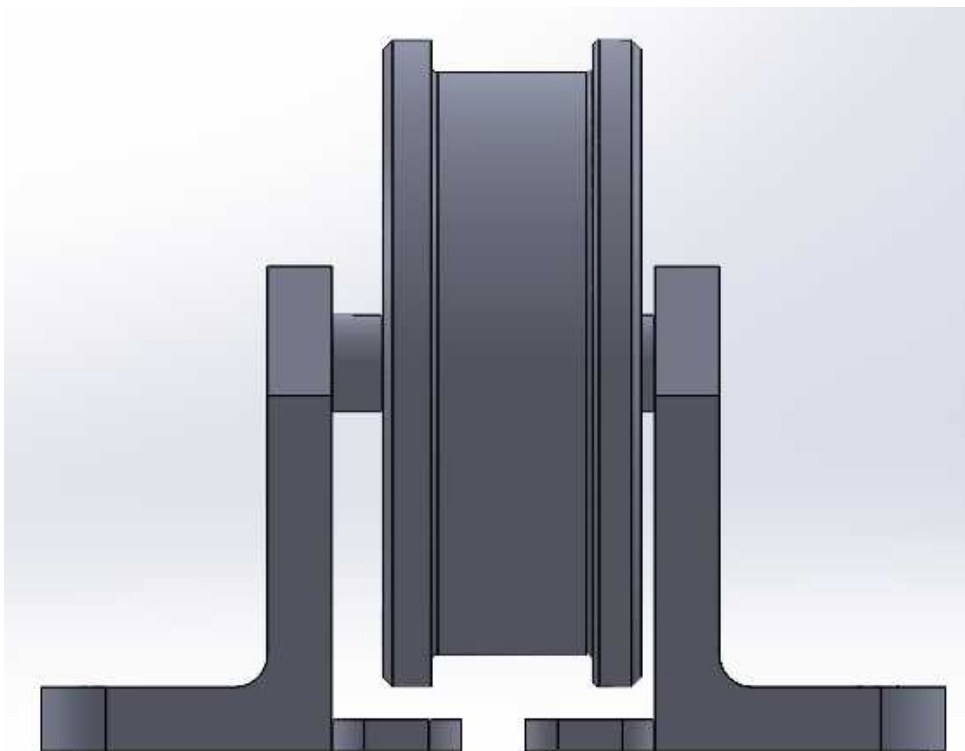
それぞれの合致の具体例について、以下から図を用いて説明します。

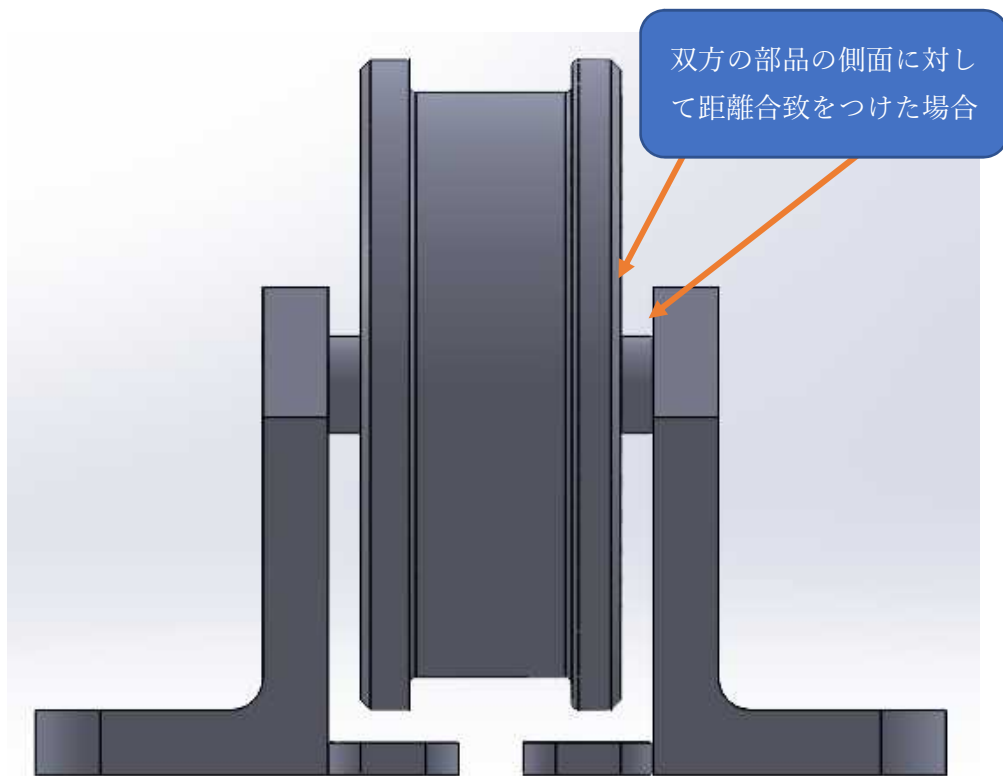
●一致の具体例



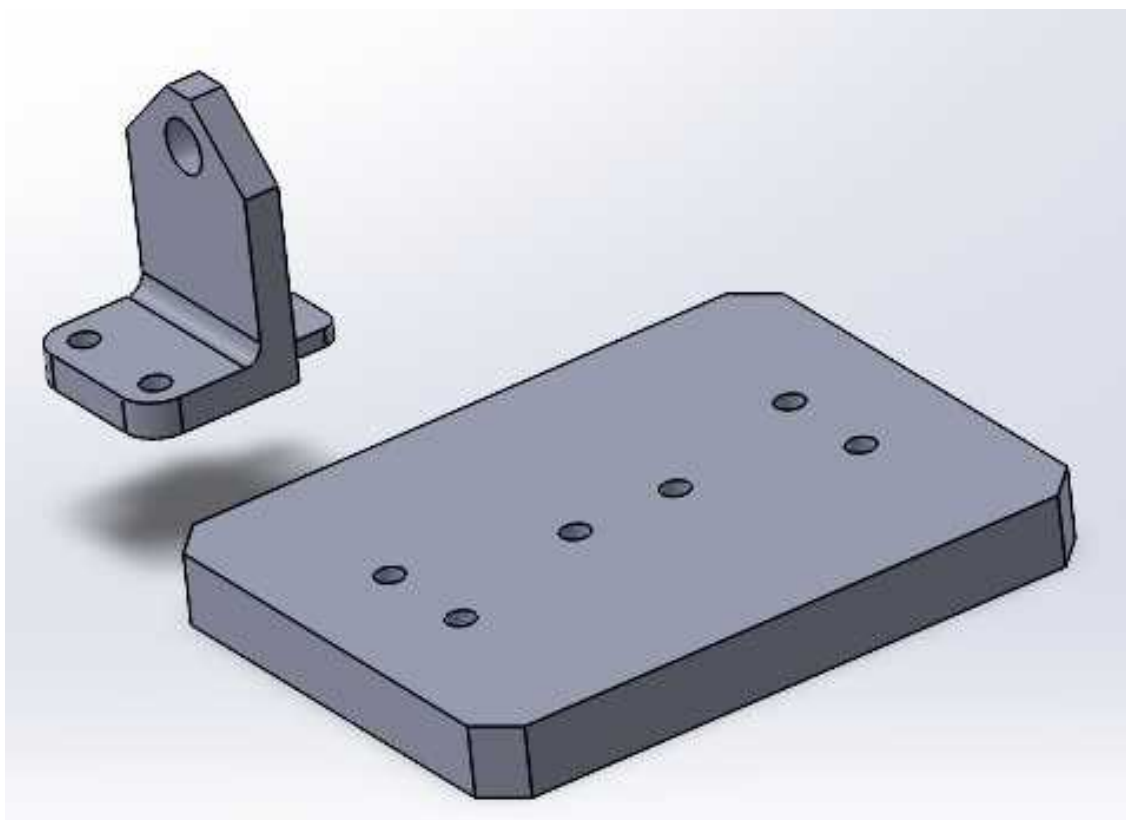


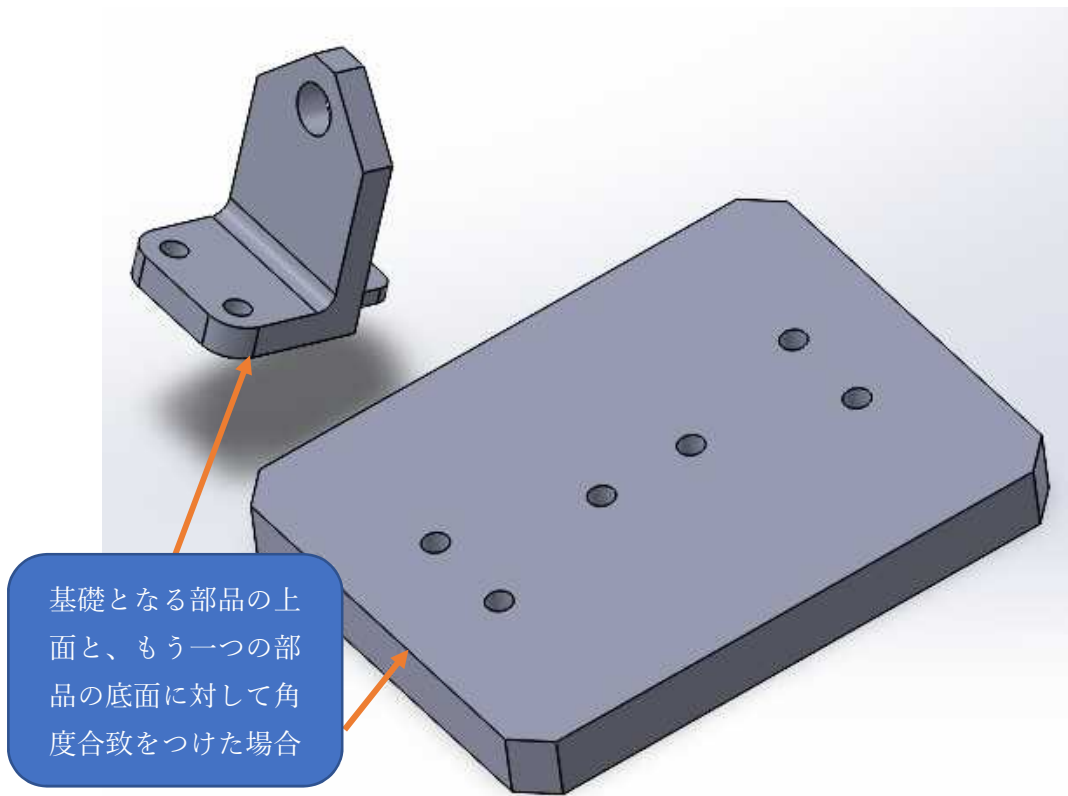
●距離合致の具体例



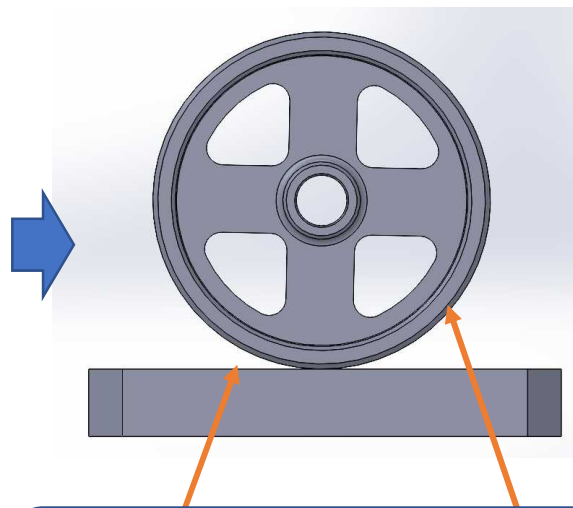
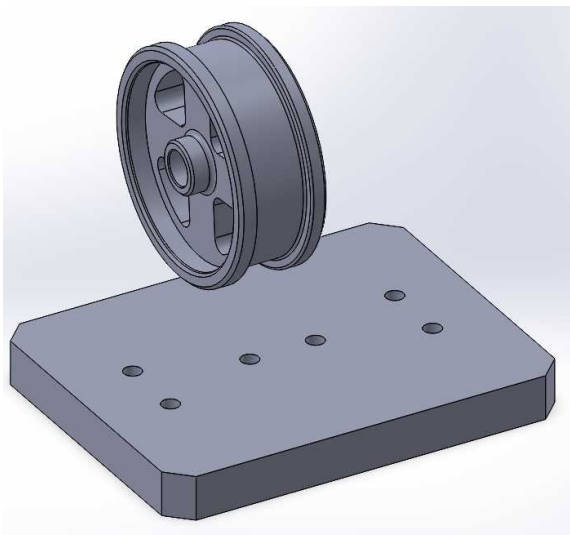


●角度合致の具体例



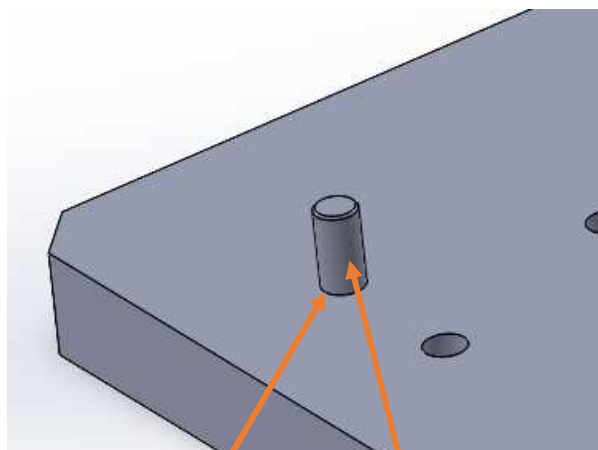
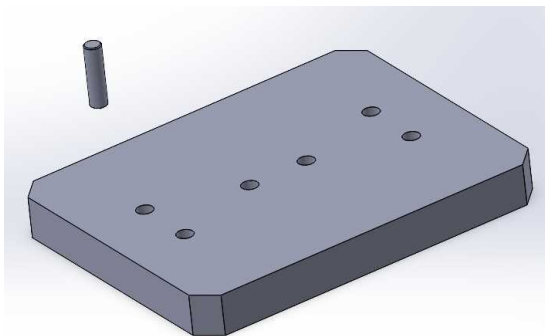


●正接の具体例



基礎となる部品の上
面と、上の部品の側
面に対して正接の合致をつけた場合

●同心円の具体例



基礎となる部品の左側の穴の内壁と、ピンの外壁の面に対して同心円の合致をつけた場合

重要 Point

- ① 合致をつける場合には、片方の部品の面やエッジを指定した後、Ctrl キーを押しながらもう片方の部品の面やエッジを選択した上で合致の種類を選択
- ② 合致の種類として基本的なものは、一致、距離合致、角度合致、正接、同心円がある。

4.5 部品の移動・回転

実際に合致をつける場合、双方の部品がなるべく近くにあった方が作業しやすくなります。読み込んだ部品を移動するには単に部品をドラッグすることで移動可能です。(図 4.5.1 参照)

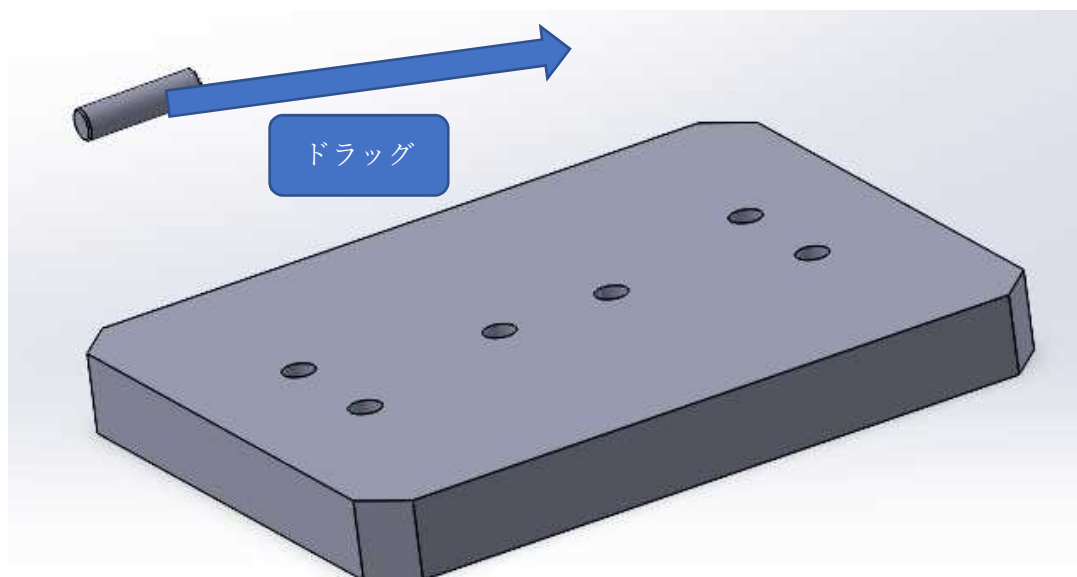


図 4.5.1 部品の移動

図 4.5.1 において、下の板の穴にピンを同心円で合致させたい場合を考えます。その場合最初ピンは横を向いていますが、同心円の合致をつけると自動的に部品が回転してくれます。(図 4.5.2 参照)

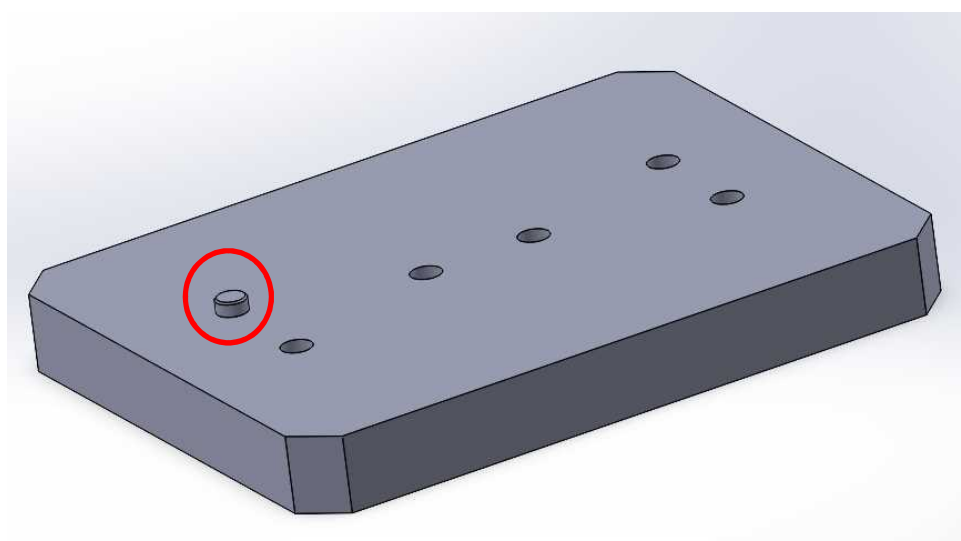


図 4.5.2 同心円合致の例

今回の場合にはきれいに回転して向きを変更してくれましたが、部品や合致の種類によっては部品が意図しない方向に回転してしまう場合があります。そのような場合には合致を解除してやり直しをする

必要性が生じる場合もありますので、希望する合致の状態に近くなるようにある程度部品をあらかじめ回転させておくという方法が有効です。(図 4.5.3 参照)

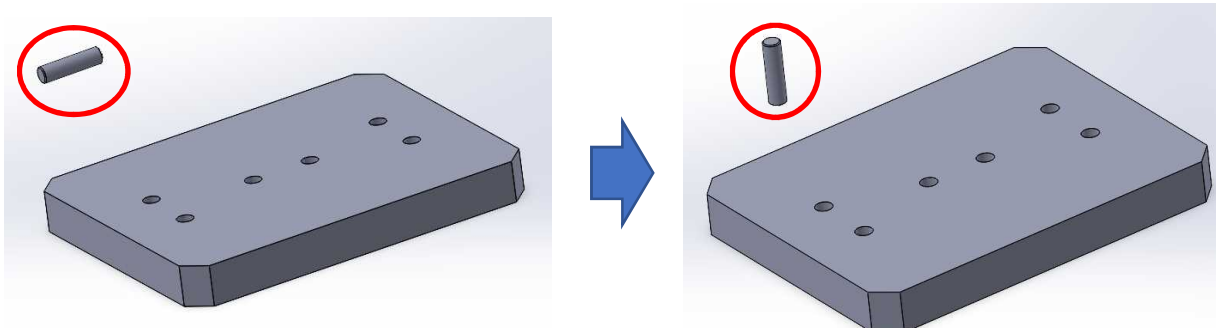


図 4.5.3 読み込んだ部品の回転

部品を回転させるには対象とする部品の近くにマウスカursorを移動した上で、右クリックしたままマウスを移動すること実現可能です。

重要 Point

- ① 部品を移動する場合はドラッグにより実現
- ② 部品を回転させる場合には右クリックしたままマウスを移動することで実現

4.6 視点の回転

図 4.5.2 のように穴にピンを固定したい場合を考えます。その際、板の底面とピンの底面とを一致させる必要がありますが、その場合にはアセンブリの視点を変更する（回転させる）必要があります。

アセンブリの視点を回転させる場合の方法は2つあります。

- ① キーボードの矢印キー（方向キー）を使用
- ② マウスホイールのボタンを使用

マウスホイールのボタンを使用する場合、ボタンを押しながらマウスを移動することで実現できます。

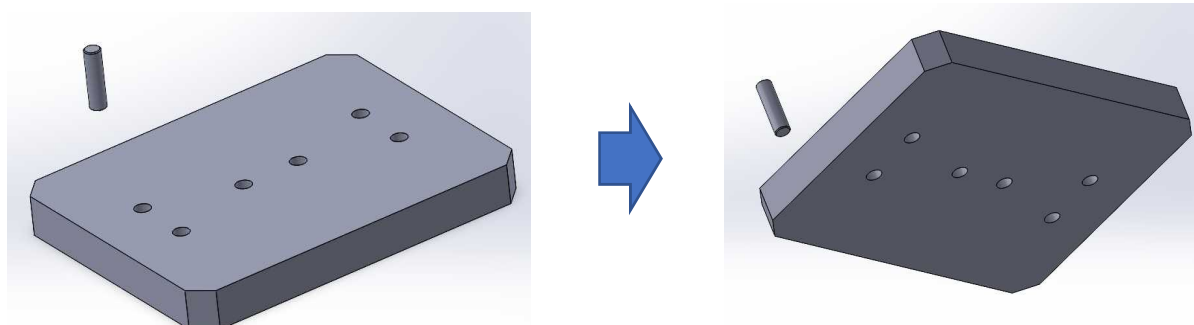


図 4.6.1 視点の回転

重要 Point

視点の回転を行いたい場合にはキーボードの矢印キーを使用するか、マウスのホイールボタンを使用する。

4.7 拡大、縮小

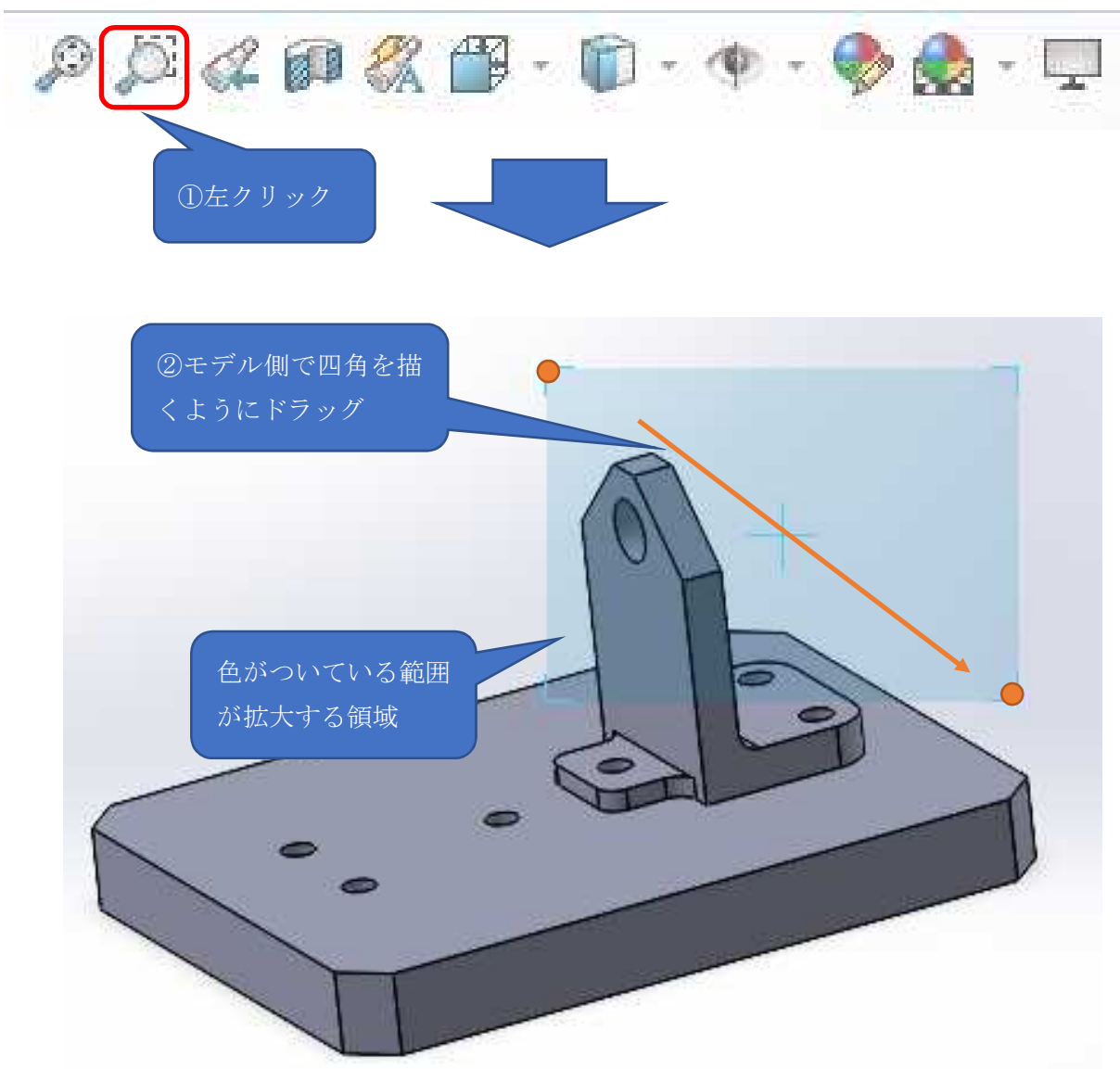
合致をつける際、例えば穴が小さい場合などはその部分のみ拡大した方が合致における面の指定を比較的容易に行うことができます。ただし、モデル全体を確認するためには部品全体が見えた方が良いため、縮小する必要があります。

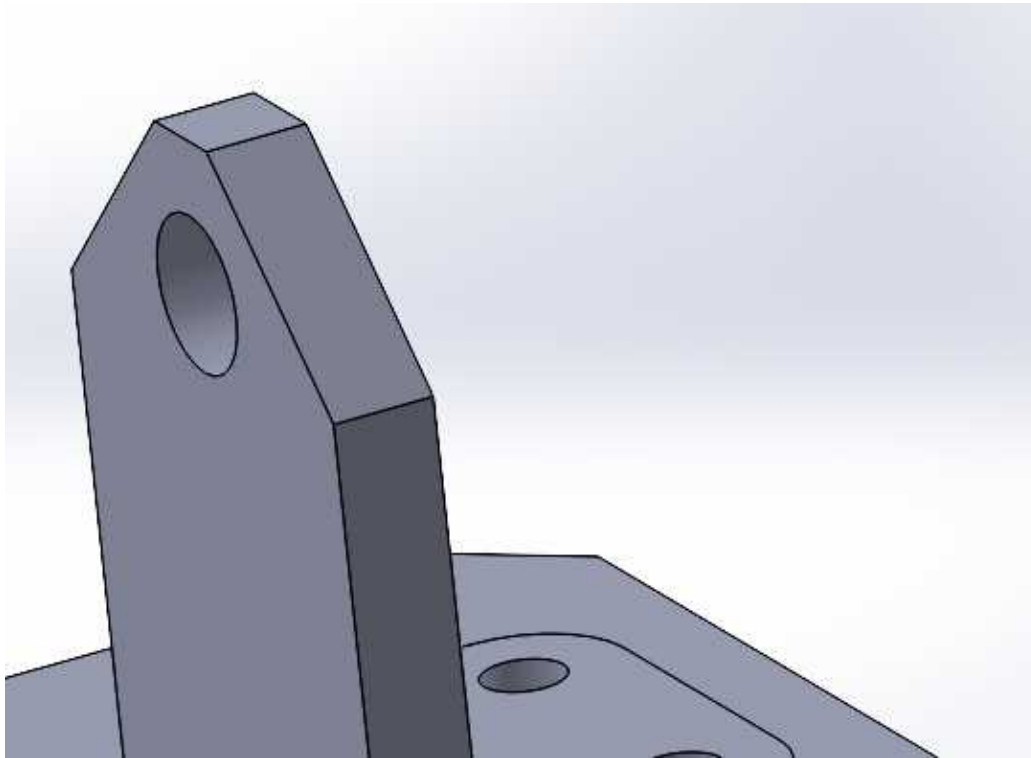
このように、アセンブリ作業中は必要に応じて拡大、縮小を行うことが重要になります。

モデルの拡大、縮小はマウスのホイールを用いて行います。ホイールを手前側（自分側）に回すと拡大、奥側に回すと縮小できます。

一方、範囲を指定して拡大することもできます。その場合は以下のような手順になります。

●範囲指定の拡大の手順





なお、この状態を解除したい場合には ESP キーを押します。

もう一つ便利な機能として、虫眼鏡があります。これは全体を拡大、縮小するのではなく、虫眼鏡を使用するように一部のみを部分的に拡大する方法です。これについては以下で説明します。

●虫眼鏡使用の手順

- ①キーボードで“G” キーを押す
- ②画面上にある程度の大きさの円が表示（図 4.7.1 参照）
- ③マウスを移動すると上記の円も移動するため、拡大したい箇所に移動

なお、使用を停止したい場合には再度“G” キーを押すか、“ESP” キーを押すと解除することが可能です。

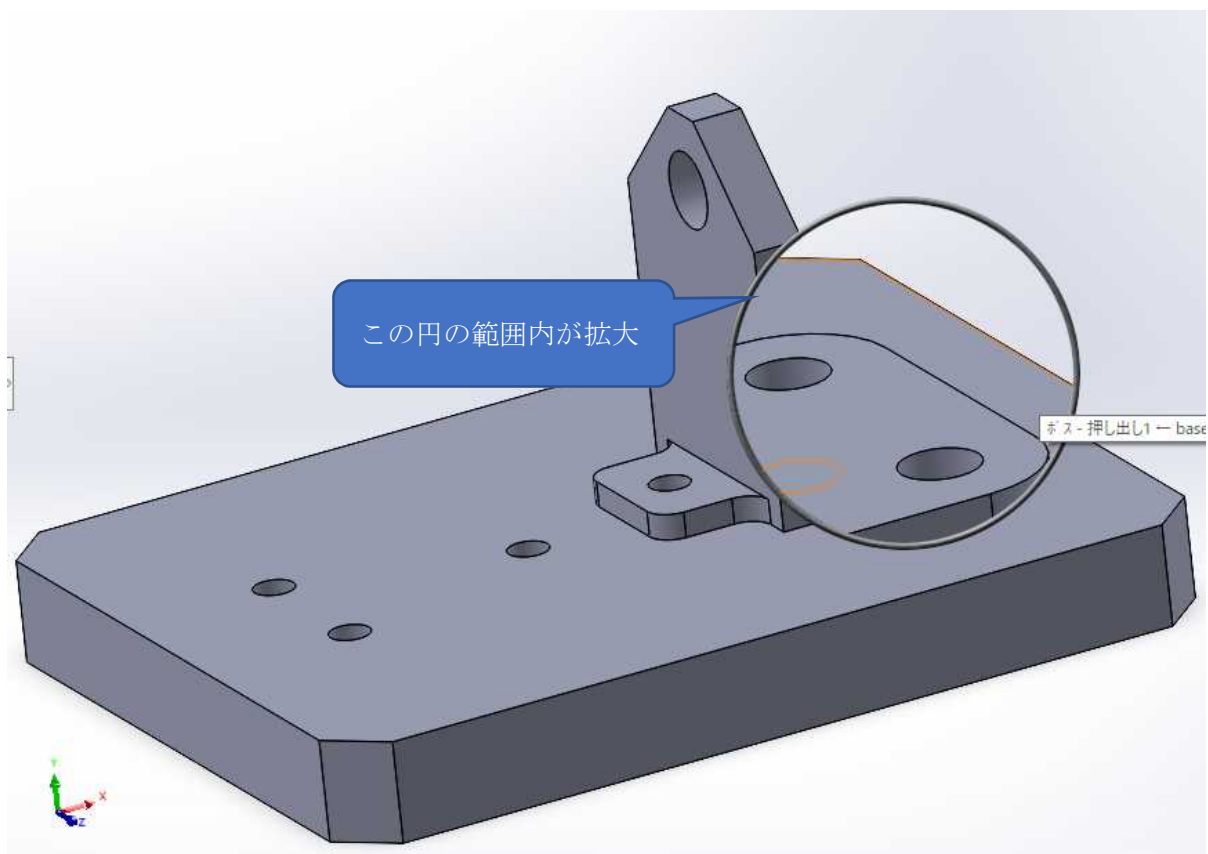


図 4.7.1 虫眼鏡

重要 Point

- ① 合致をつける際には拡大、縮小を多用すべき
- ② 全体を拡大、縮小したい場合はマウスホイールを利用
- ③ 部分拡大、虫眼鏡状の拡大も可能

4.8 具体的な合致の付け方（例 ピンおよびブラケット）

これまで合致についての基本的な事項を説明してきましたが、ここでは具体的にどのような注意事項が必要かという点とどのような手順でどのような合致をつけていくべきかということを図で示していきます。

穴が開いている板の1カ所にピンを固定したい場合、完全にピンが動かないようにするためには、同心円の合致と一致の2つが必要になります。（図 4.8.1 参照）

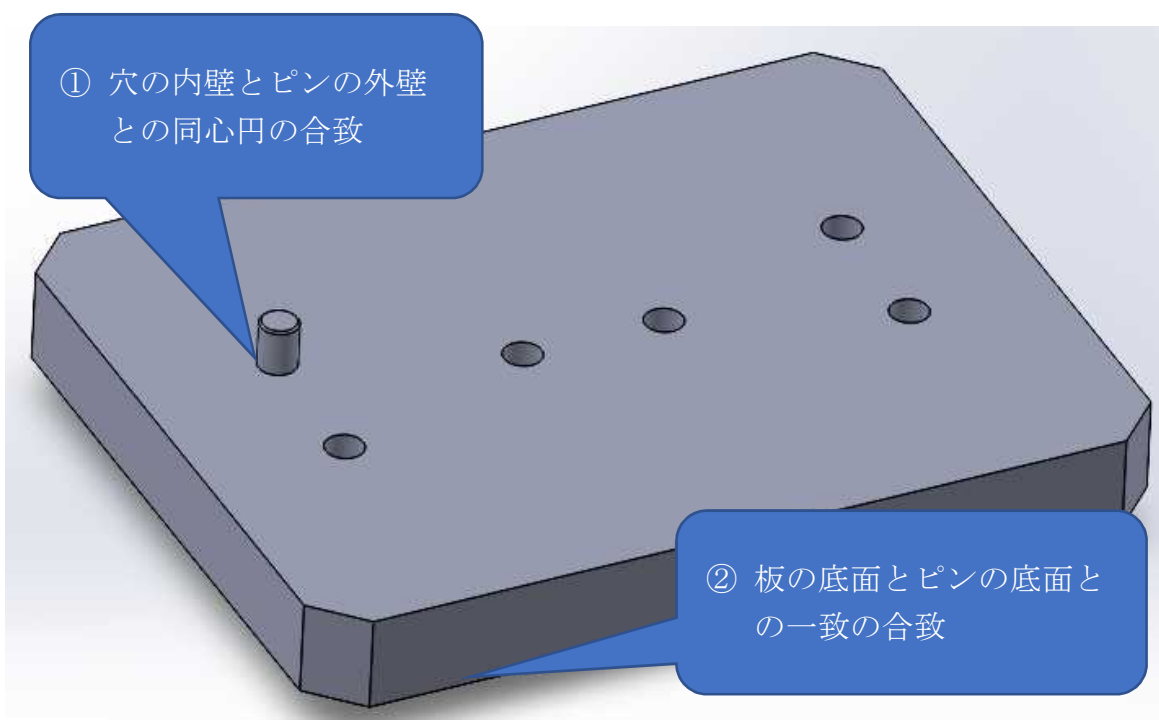


図 4.8.1 合致の例（ピンの固定）

完全に位置が固定されていない場合、部品をドラッグすると部品が移動します。そのため、複数の方向に部品を動かしてみることで確認することができます。また既につけられている合致の条件によっては一方向しか動かない場合もあります。そうすると動く方向に対して制約を与えるような合致をつければ良いということが分かります。（図 4.8.2 参照）

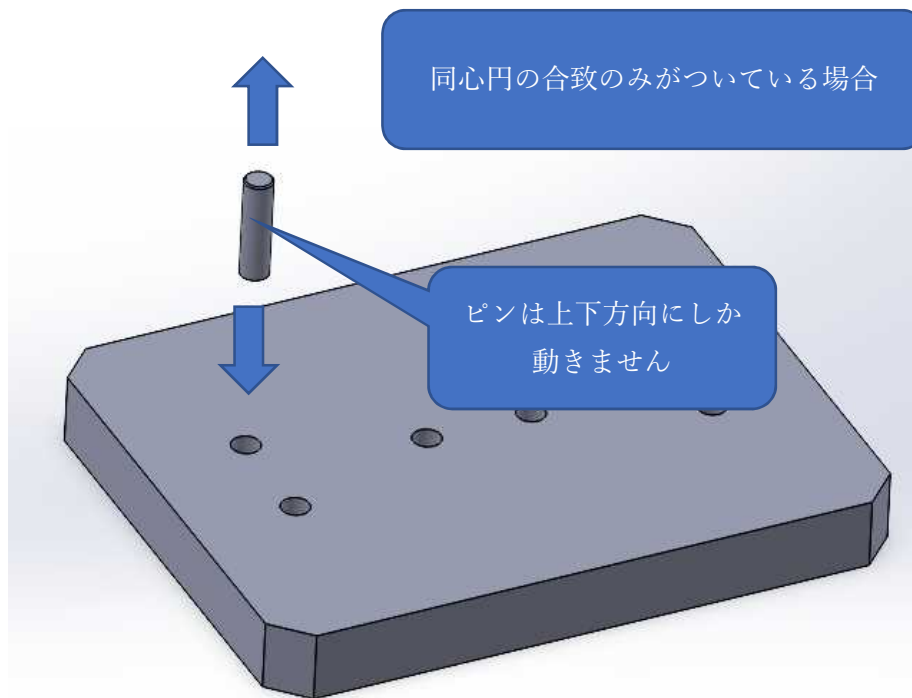
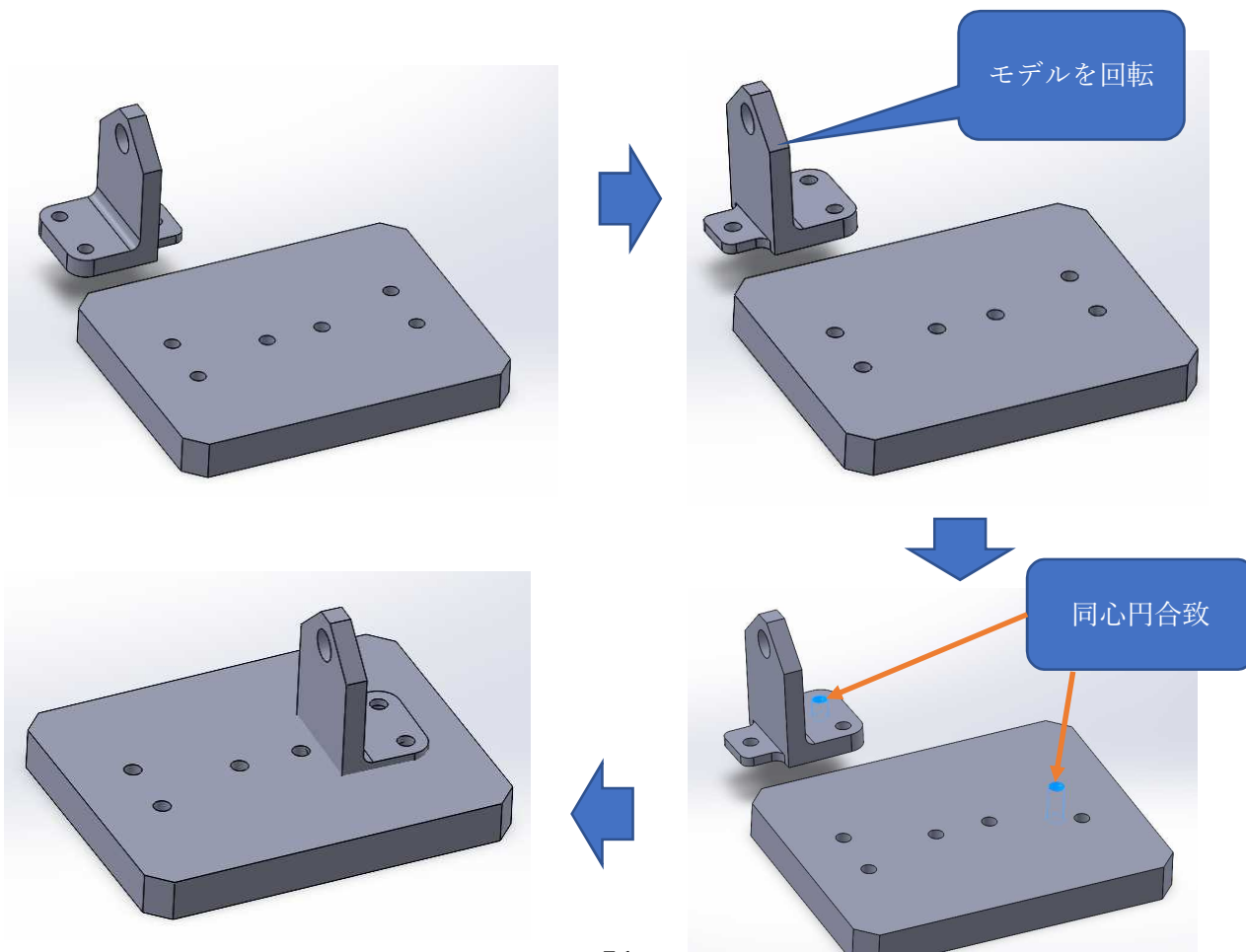
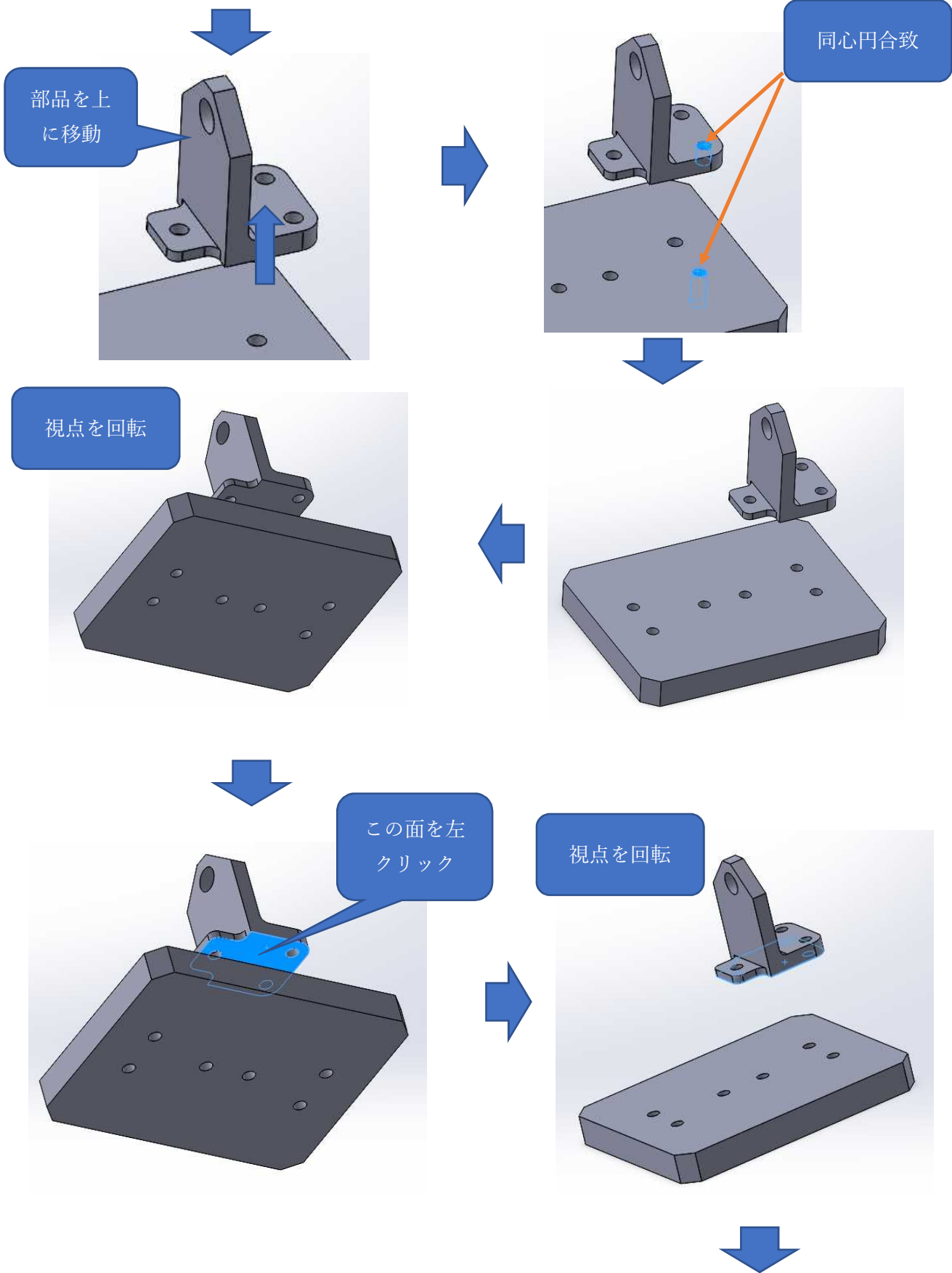
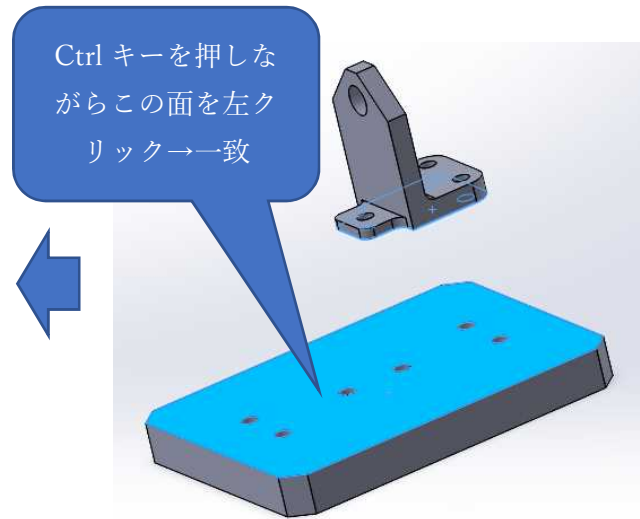
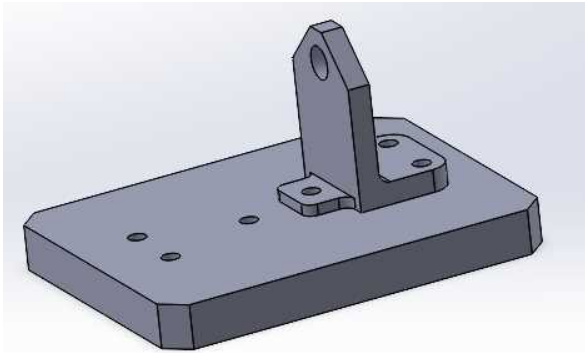


図 4.8.2 合致の例（同心円のみの場合）

次に、ブラケットの固定の手順について図を多用して説明します。







重要 Point

- ① 部品を完全に固定するためには複数の合致が必要
- ② 部品の移動、回転、視点の回転も重要
- ③ 部品が移動してしまう場合、その移動の状況により不足している合致を推測可能