平成26年度文部科学省委託
「東日本大震災からの復興を担う専門人材育成支援事業」

自動車 CAD 応用講座
指導書

東北の復興・再生を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト

カリキュラム

1　講座カリキュラム

講習名	3次元 CAD 応用モデリング （CATIA　V5）		
講習時間	10.0ｈ		
目的	CATIA V5 を使用した応用モデリング操作方法を習得し、自動車部品の作成を通して、その3次元モデリングの実務応用方法を学習する。		
講習内容	時　間		内　容
	５時間	0.3	STEP1　CATIA V5 基本操作（基礎講座の復習）
		1.5	STEP2　ソリッドでフェンダーを作る（コピー＆貼り付けを利用したスケッチの作成）
		2.2	STEP3　ソリッドでフェンダーを作る（演算を利用したソリッドモデリング）
		1.0	STEP4　サーフェスでフロントグリルを作る
	５時間	1.5	STEP5　フェンダーとフロントグリルを車体に組み付ける
		0.1	STEP6　CAE とは？
		0.2	STEP7　材料力学の基礎知識
		1.7	STEP8　フェンダーの強度解析をしてみよう
		1.5	演習問題　ソリッドでシャフトを作成しよう
習得できるスキル	自動車メーカーで主に導入されている3次元CADの基本操作からソリッド、サーフェス、アセンブリーまでの応用操作スキルを習得し、CAE（単品強度解析）を体験する。		

2　　コマシラバス

<table>
<tr><td>講習名</td><td colspan="3">3次元CAD応用モデリング （CATIA　V5） 1日目</td></tr>
<tr><td>講習時間</td><td colspan="3">5.0 h</td></tr>
<tr><td>目的</td><td colspan="3">CATIA V5 を使用した応用モデリング操作方法を習得し、自動車部品の作成を通して、その3次元モデリングの実務応用方法を学習する。
（基本操作、ソリッド、サーフェス）</td></tr>
<tr><td rowspan="5">講習内容</td><td colspan="2">時　間</td><td>内　容</td></tr>
<tr><td>0.3</td><td>h</td><td>◆STEP1　CATIA V5 基本操作（基礎講座の復習）
マウス操作・エレメントの選択など、CATIA を使用するうえで必要な基本操作を復習する。</td></tr>
<tr><td>1.5</td><td>h</td><td>◆STEP2　ソリッドでフェンダーを作る（コピー＆貼り付けを利用したスケッチの作成）
3次元化に必要な断面形状を効率良く作成する方法を学習する。</td></tr>
<tr><td>2.2</td><td>h</td><td>◆STEP3　ソリッドでフェンダーを作る（演算を利用したソリッドモデリング）
複雑な3次元形状を、ソリッドの演算を利用し、効率良く且つスピーディに作成する方法を学習する。</td></tr>
<tr><td>1.0</td><td>h</td><td>◆STEP4　サーフェスでフロントグリルを作る
サーフェスとソリッドの交差要素を利用し、複雑な3次元形状を作成する方法を学習する。</td></tr>
<tr><td>習得できるスキル</td><td colspan="3">自動車メーカーで主に導入されている3次元CAD（CATIA　V5）の基本操作からソリッド、サーフェスまでの応用操作スキルが習得できる。</td></tr>
</table>

2　　コマシラバス

講習名	3次元CAD応用モデリング （CATIA　V5） 2日目		
講習時間	5.0 h		
目的	CATIA V5 を使用した応用モデリング操作方法を習得し、自動車部品の作成を通して、その3次元モデリングの実務応用方法を学習する。 （アセンブリ、CAE（単品強度解析）、ソリッド応用演習問題）		
講習内容	時　間		内　容
	1.5	h	◆STEP5　フェンダーとフロントグリルを車体に組み付ける 車体にフェンダーとフロントグリルを組み付け、組立状態の検証方法を学習する。
	0.1	h	◆STEP6　CAE とは？ CAE の概要と使用のメリットを学習します。
	0.2	h	◆STEP7　材料力学の基礎知識 CAE を使用する上で、最低限必要な材料力学と国際単位系について学習する。
	1.7	h	◆STEP8　フェンダーの強度解析をしてみよう ソリッド単体部品に力を加え、その時の応力と変位量を調査し、部品が破損しないか否か確認する方法を学習する。
	1.5	h	◆演習問題　ソリッドでシャフトを作成しよう 3次元モデリングの効率良い作成の流れと、演算の利用方法について理解を深める。
習得できるスキル	自動車メーカーで主に導入されている3次元CAD（CATIA　V5）の基本操作からソリッド、サーフェス、アセンブリーまでの応用操作スキルを習得し、CAE（単品強度解析）を体験する。		

【目　次】

1章　3次元応用モデリング　3

STEP 1　CATIA V5　基本操作（基礎講座の復習）　4
1　エレメントの選択　5
2　マウス操作・画面表示　7

STEP 2　ソリッドでフェンダーを作る
（コピー&貼り付けを利用したスケッチの作成）　8
1　断面形状（フェンダー）の図面　9
2　新規パートファイルを作成する　10
3　スケッチ作成の流れ（基礎講座の復習）　11
4　スケッチを描く練習・拘束を作成する練習　12
5　スケッチを複写し流用する流れ　16
6　断面形状のスケッチを作成する　17
7　スケッチの複写と修正　18

STEP 3　ソリッドでフェンダーを作る（演算を利用したソリッドモデリング）　22
1　フェンダーの図面　23
2　ボディーと作業オブジェクト　24
3　ブーリアン演算とは？　26
4　ソリッドを作成する　29
5　ソリッドを加工する　34
6　パーツボディーへ演算する　39
7　部品に色や素材をつける　40
8　ソリッド形状を測定する　41
9　形状の修正方法　45
10　部品に色や素材をつける　46

STEP 4　サーフェスでフロントグリルを作る　47
1　フロントグリルの図面　48
2　ボディー と 形状セット（基礎講座の復習）　49
3　形状セットの利用　50
4　サーフェスで前面曲面を作成する　52
5　サーフェスで輪郭形状を作成する　55
6　サーフェスからソリッドを作成する　57
7　組み付けボスを作成　59
8　部品に色や素材をつける　61

【目　次】

STEP 5　フェンダーとフロントグリルを車体に組み付ける 62
1　アセンブリーの基礎知識（基礎講座の復習） 63
2　新規プロダクトファイルを作成する 64
3　既存構成要素を挿入する 65
4　アセンブリー拘束を作成する 66
5　構成要素を対称複写する 71
6　組立状態を検証する 73
7　アセンブリーファイルを保存する 81
8　ファイル間のリンクを確認する 82

まとめ　保存ファイル取り扱い時の注意事項 83

STEP 6　ＣＡＥとは？ 84
1　CAEのメリット 85

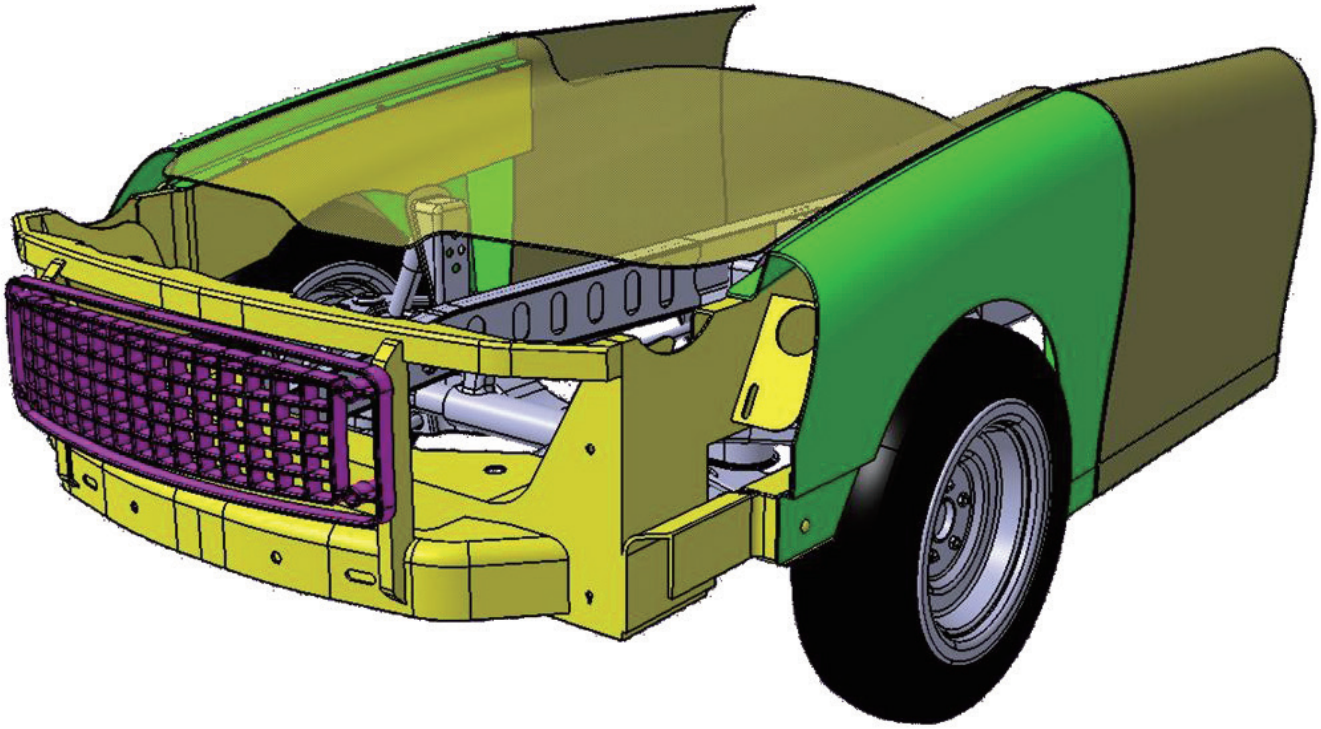
STEP 7　材料力学の基礎知識 86
1　荷重の種類 87
2　応力とひずみ 88
3　ヤング率とポアソン比 89
4　線形解析と非線形解析 90
5　国際単位系（SI単位） 91

STEP 8　フェンダーの強度解析をしてみよう 92
1　まず、解析条件を考えよう 93
2　材料を定義する 94
3　解析ケースを選択する 95
4　メッシュを設定する 96
5　拘束条件を定義する 98
6　荷重条件を定義する 100
7　解析計算を実行する 101
8　応力を確認する 102
9　変位量を確認する 103
10　計算結果と目標性能達成へのアプローチ 104
11　CAEを使用するときの注意点 105

2章　演習問題 107
1　シャフトの図面 108
2　作成手順の流れ 109
3　作成手順 110

1章

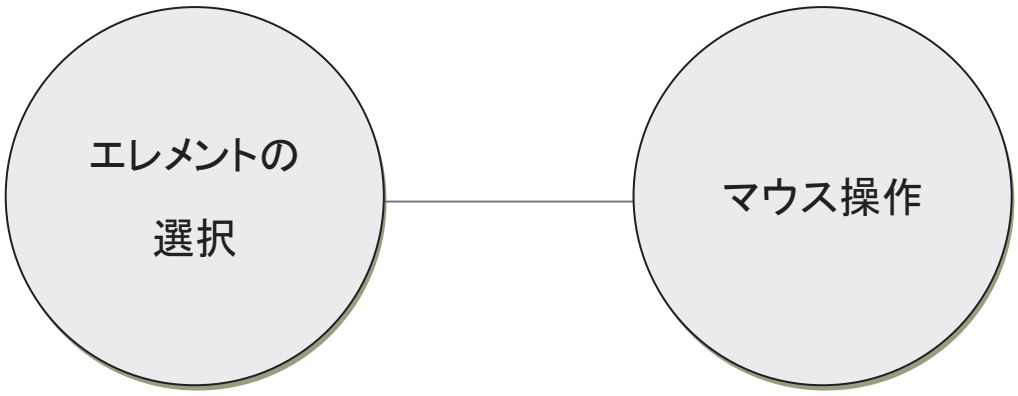
3次元応用モデリング



自動車のフェンダーとフロントグリルを
つくってみよう！

STEP　1

CATIA　V5　基本操作（基礎講座の復習）

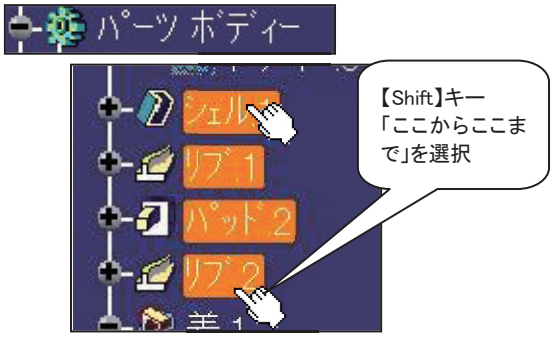


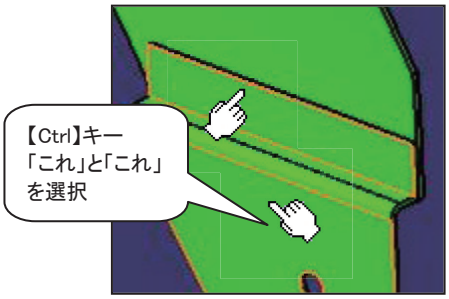
１ - １　エレメントの選択

エレメント（要素）を選択する方法と選択を解除する方法について

1 エレメントの選択

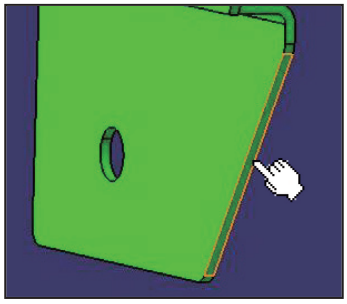
・ツリー　または　形状を直接クリックして要素を選択します。
・【Ctrl】キーや【Shift】キーを使って複数選択もできます。





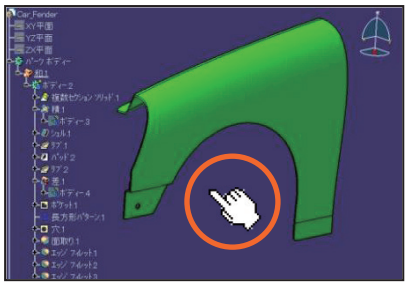
2 ハイライトについて

・要素を選択するとオレンジ色に高輝度表示（＝ハイライト表示）
・選択した要素はツリーと形状が連動でハイライト
　※ハイライトは、【操作対象】【操作中】を意味します。



3 選択の解除方法

・選択を解除するには、背景画面のスペースをクリック



1 - 1　エレメントの選択

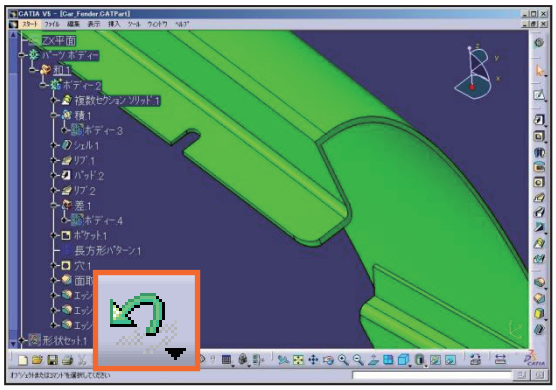
4 エレメントの削除方法

・方法①　要素選択（ツリーまたは形状）⇒右クリック⇒【削除】

・方法②　要素選択（ツリーまたは形状）⇒【Delete】キー

5 操作の取り消し

・直前の操作を取り消すには、
画面下側の【元に戻す】アイコンを使用します。
（注）元に戻す回数には制限があります。



【補足】マウスのボタンの役割

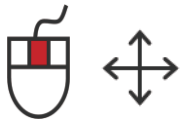
左ボタン	中ボタン	右ボタン
アイコンや オブジェクト の選択	モデルの移動	コンテキストメニュー （ショートカットメニュー） の表示

１ - ２　マウス操作・画面表示

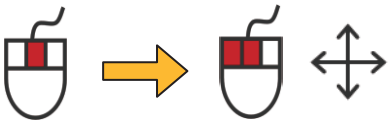
マウスの操作方法と画面表示を切り替えるアイコンについて

1 マウス操作

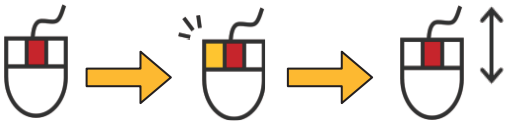
①移動
【中ボタン】ドラッグ



②回転
【中ボタン】を押す⇒そのまま【左ボタン】（または右ボタン）を押す⇒2つのボタンを押したままドラッグ



③拡大縮小
【中ボタン】を押す⇒そのまま
【左ボタン】（または右ボタン）をクリック
⇒【中ボタン】を上下にドラッグ



④画面中心に移動
（回転、拡大/縮小の中心）
【中ボタン】クリック

2 アイコン操作

①移動

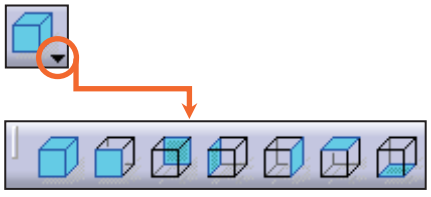
②回転

③拡大

④縮小

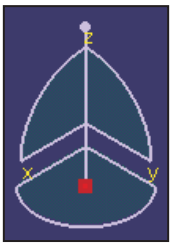
⑤全表示

⑥クイックビューワ



3 コンパス操作

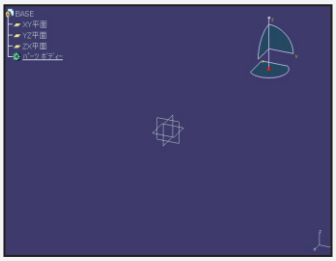
・コンパスの軸や円弧部分、頂点をドラッグして、モデルを移動・回転することもできます。



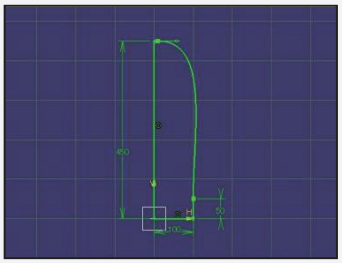
STEP 2

ソリッドでフェンダーを作る
（コピー&貼り付けを利用したスケッチの作成）

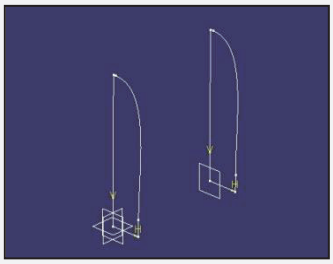
新規ファイルで
パート・デザインへアクセス



スケッチで描いた
断面形状



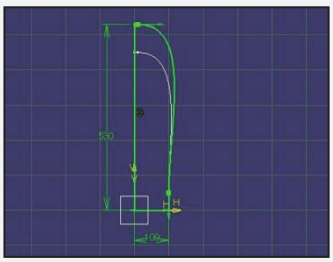
断面形状を複写し移動



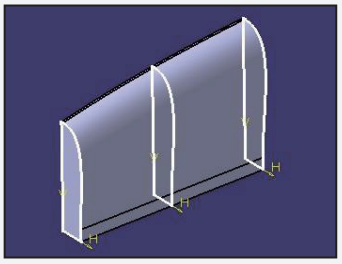
スケッチを
コピー＆貼り付け

スケッチサポート
を変更

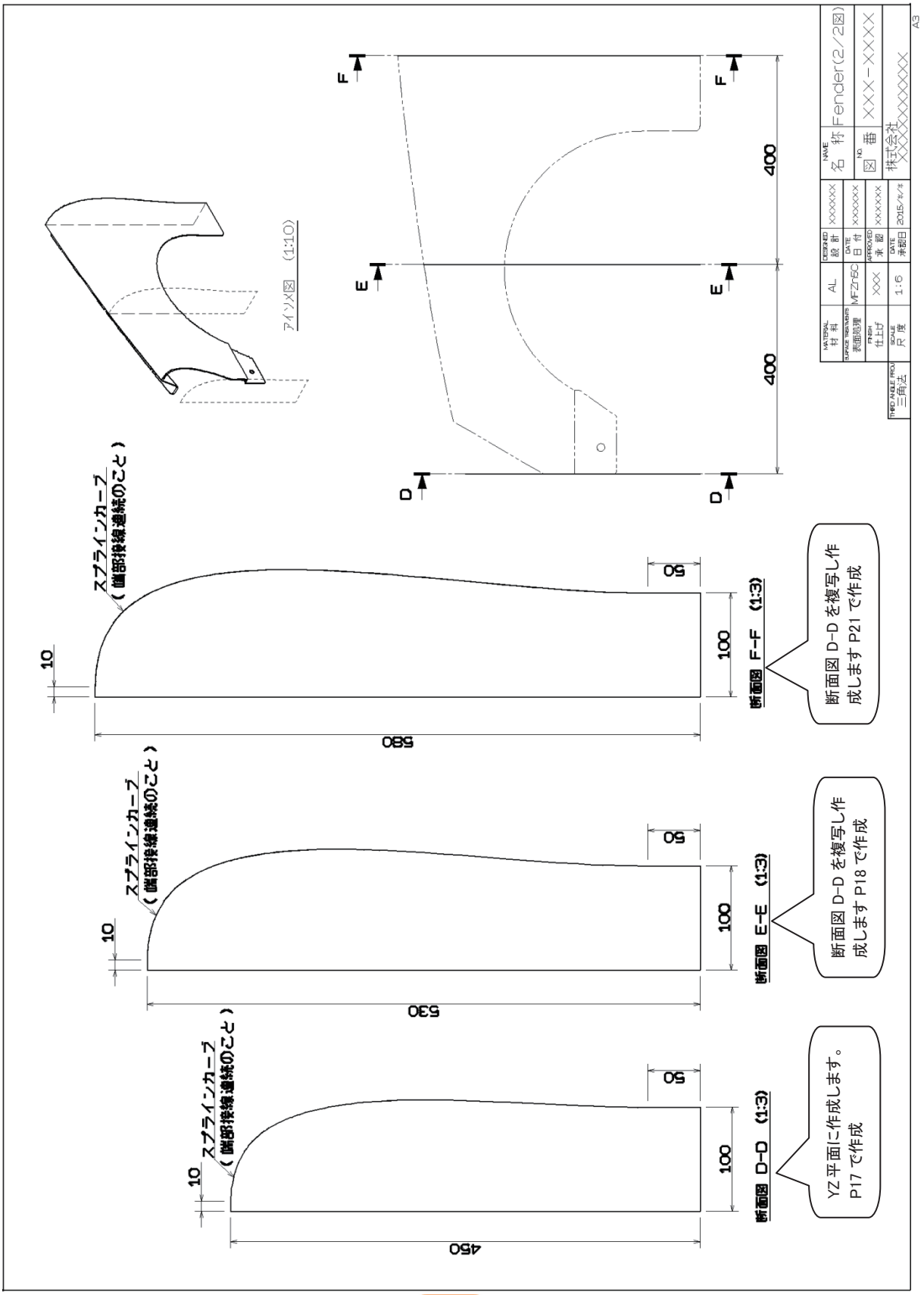
複写した断面形状を修正



断面をつなぎ
合わせてソリッドを作成



2 - 1　断面形状（フェンダー）の図面



２ - ２　新規パートファイルを作成する

新規ファイルの作成方法は、次の3通りあります。

1　メニューバー【ファイル】から

①メニューバー【ファイル】を選択　⇒【新規作成】を選択

②ファイルの種類を選択し、【OK】を選択（ここでは Part を選択）

③パーツ名を入力し、【OK】を選択

2　ワークベンチアイコンから
（ようこそ CATIA V5 ウィンドウをカスタマイズしている場合）

①画面右上のワークベンチアイコンを選択

②アクセスしたいワークベンチを選択（ここではパート・デザインを選択）

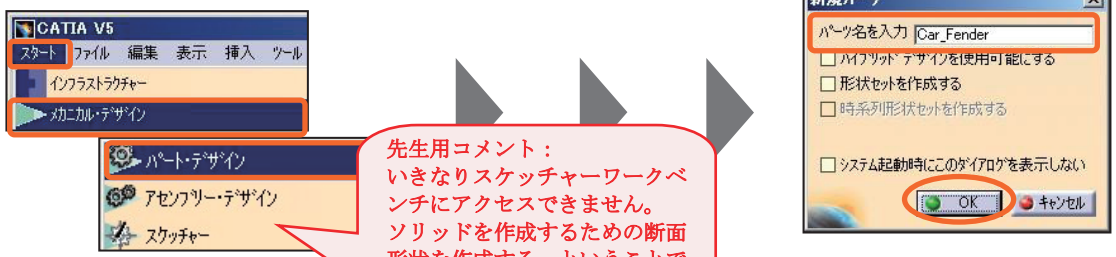
③パーツ名を入力し、【OK】を選択

先生用参考：
メニューバー/ツール/カスタマイズを選択、[スタート]メニュータブより、使用可能からワークベンチを選び右→を選択するとお気に入りに追加できます。
よく使うワークベンチを登録し、ワークベンチの切替をしやすくできます。

3　メニューバー【スタート】から

①メニューバー【スタート】を選択
⇒【メカニカル・デザイン】を選択
⇒アクセスしたいワークベンチを選択
（ここではパート・デザインを選択）

②パーツ名を入力し、【OK】を選択

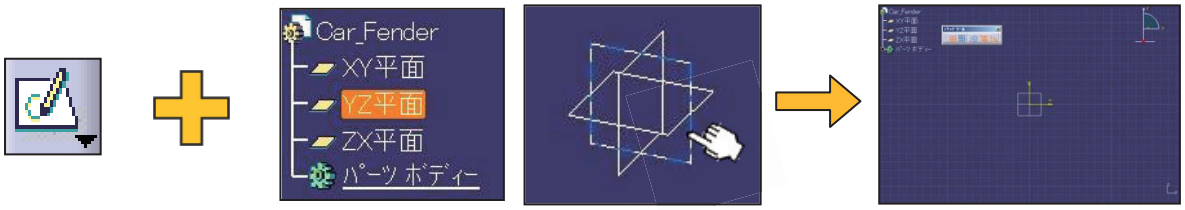


先生用コメント：
いきなりスケッチャーワークベンチにアクセスできません。
ソリッドを作成するための断面形状を作成する、ということでパート・デザインを選択します。

２ - ３　スケッチ作成の流れ（基礎講座の復習）

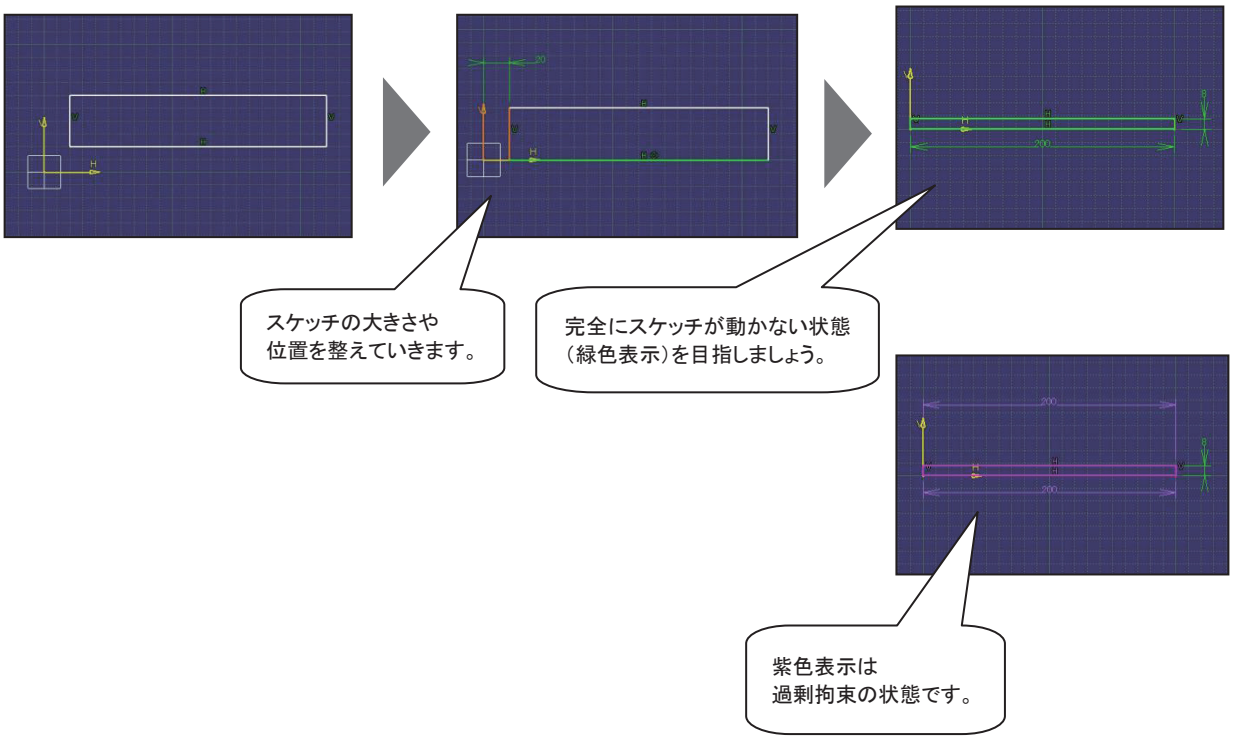
スケッチャーワークベンチへのアクセス方法（新規スケッチ作成）

【スケッチ】アイコンを選択　　平面を選択　　スケッチャーに切り替わる



一般的なスケッチ作成の流れ

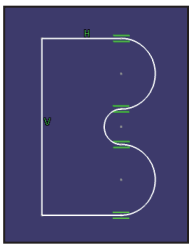
大まかな形状を作成　　拘束を作成する　　完全拘束の状態にする



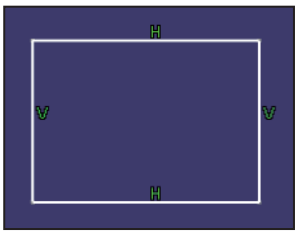
２ - ４　スケッチを描く練習・拘束を作成する練習

スケッチを描く練習

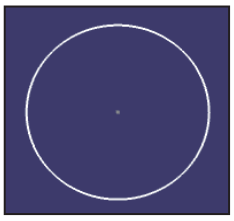
1 【プロファイル】・・・連続で線を描く
・クリック ⇒ 直線を作成
・ドラッグ ⇒ 接線連続の円弧を作成



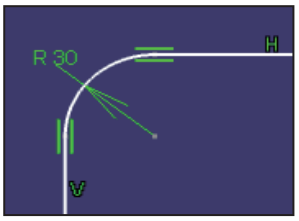
2 【長方形】
①1点目をクリック
②2点目（対頂角）をクリック



3 【円】
①中心点をクリック
②2点目（円の大きさを決める点）をクリック



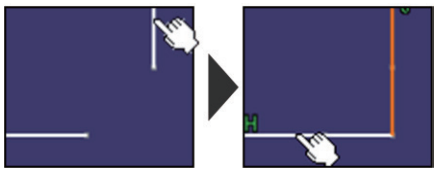
4 【コーナー】
①2本の線を順にクリック
②コーナーの大きさを指定してクリック



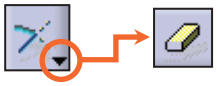
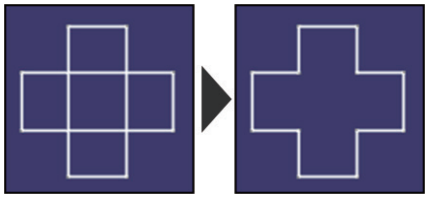
5 【トリム】・・・線を伸縮、線をつなぐ
①伸ばしたい線をクリック
②どこまで伸ばすかをクリック

先生用コメント：
４で作成したコーナーを削除して確認します。

伸ばしたい線の根元をクリックすると操作しやすいです



6 【クイックトリム】・・・ピンポイントで線を消す
・消したい部分の線をクリック

【補足】スマートピック
エレメント作成時に表示される水色の実線・破線・シンボル

先生用コメント：
一時的に解除したいときは【Shift】キーを押します。

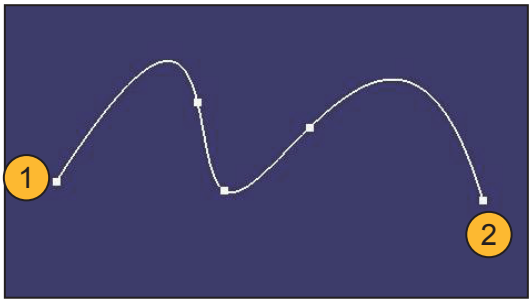
【補足】【垂直ビュー】アイコン
平面に垂直なビューで表示

２ - ４　スケッチを描く練習･拘束を作成する練習

スケッチを描く練習

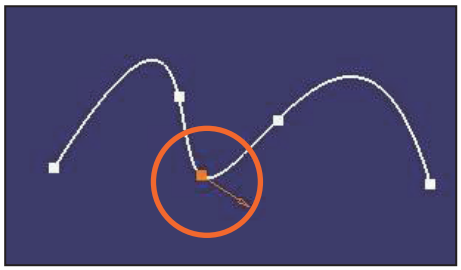
7 【スプライン】･･･滑らかな曲線を描く
①通過点を順番にクリック
②ダブルクリックで終了

先生用コメント：
ダブルクリックで終了できなかった場合はもう一度アイコンを選択することで終了します。

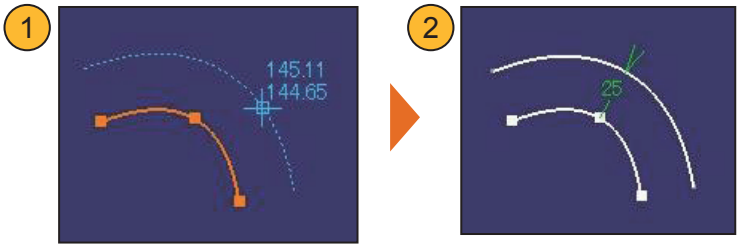


曲線をダブルクリックして修正できます。

接線方向を示す矢印を表示します。(リストから選択している制御点に対して)
矢印と他の直線で拘束を作成することによりスプラインの接線方向を制御できます。



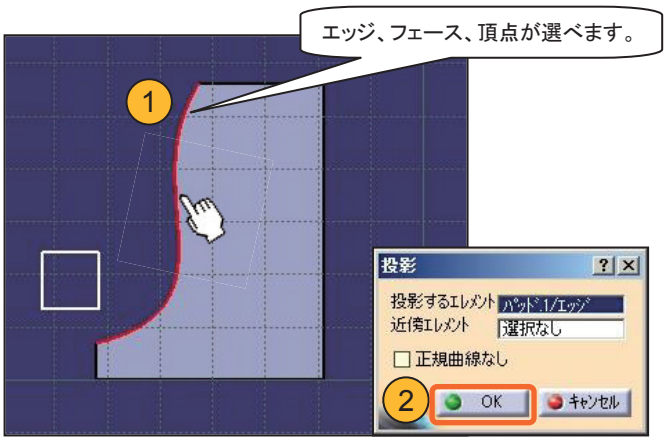
8 【オフセット】
①オフセットするエレメントを選択
②場所を指定してクリック

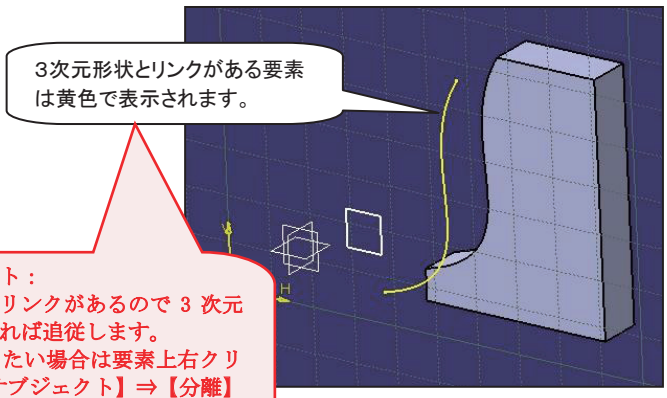


２ - ４　スケッチを描く練習･拘束を作成する練習

3次元形状をスケッチ内に取り込む練習

1 【投影】･･･3次元要素をスケッチ内に取り込む
･3次元形状のエッジを選択し【OK】



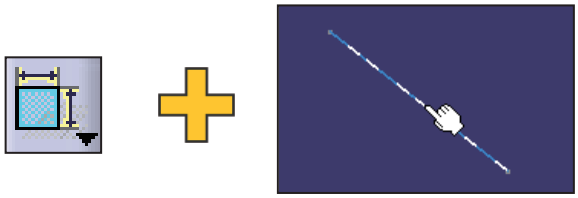


先生用コメント：
３次元形状とリンクがあるので 3 次元形状を変更すれば追従します。
リンクを切りたい場合は要素上右クリック/【xxx オブジェクト】⇒【分離】を選択します。

２ - ４　スケッチを描く練習･拘束を作成する練習

拘束の作成方法

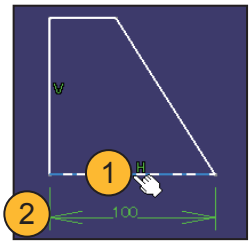
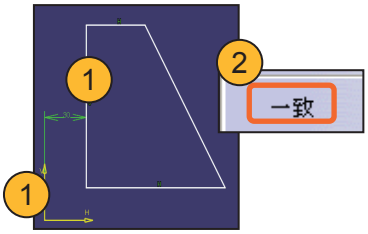
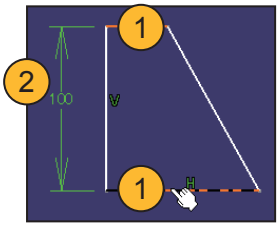
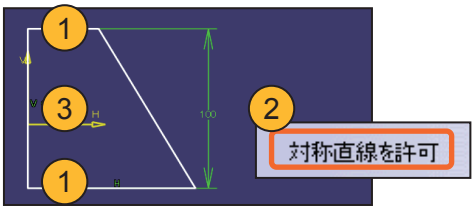
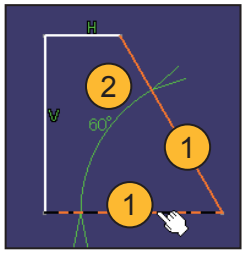
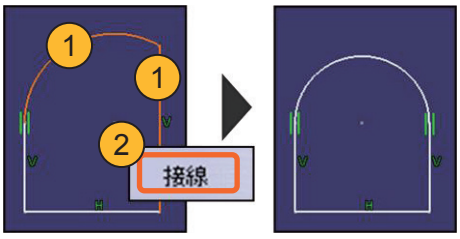
【拘束】アイコンを選択　　拘束を作成したい要素を選択



寸法拘束の場合･･･
　左クリックで寸法を配置

幾何拘束の場合･･･
　右クリックから拘束を選択

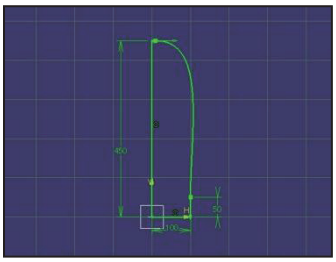
拘束を作成する練習　（左列：寸法拘束　　右列：幾何拘束）

1 【長さ拘束】･･･1要素の長さ ①直線をクリック ②寸法の配置位置をクリック 	4 【一致拘束】 ①2つの要素を順にクリック ②右クリック⇒【一致】を選択 
2 【距離拘束】･･･2要素間の距離 ①2つの要素を順にクリック ②寸法の配置位置をクリック 	5 【対称拘束】 ①対象にしたい2つの要素を順にクリック ②右クリック⇒【対称直線を許可】を選択 ③対称軸（基準となる直線）を選択 
3 【角度拘束】･･･2要素間の角度 ①2つの要素を順にクリック ②寸法の配置位置をクリック 	6 【接線拘束】 ①2つの要素を順にクリック ②右クリック⇒【接線】を選択 

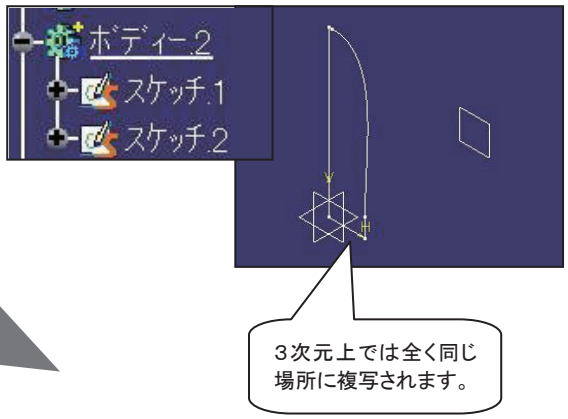
２ - ５　スケッチを複写し流用する流れ

似た断面形状が必要な時はスケッチを複写し流用することで効率化を図れます。

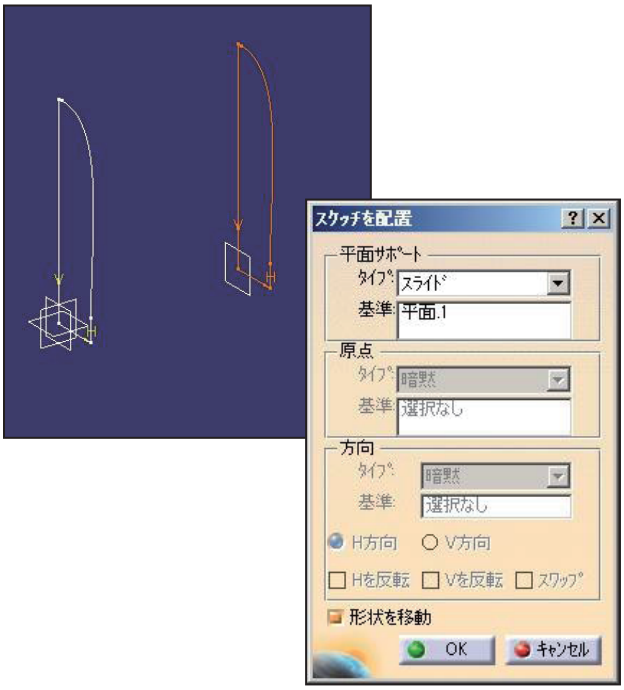
断面形状を作成



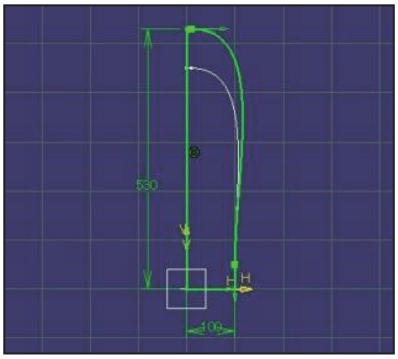
スケッチをコピー&貼り付け



スケッチサポート面を変更



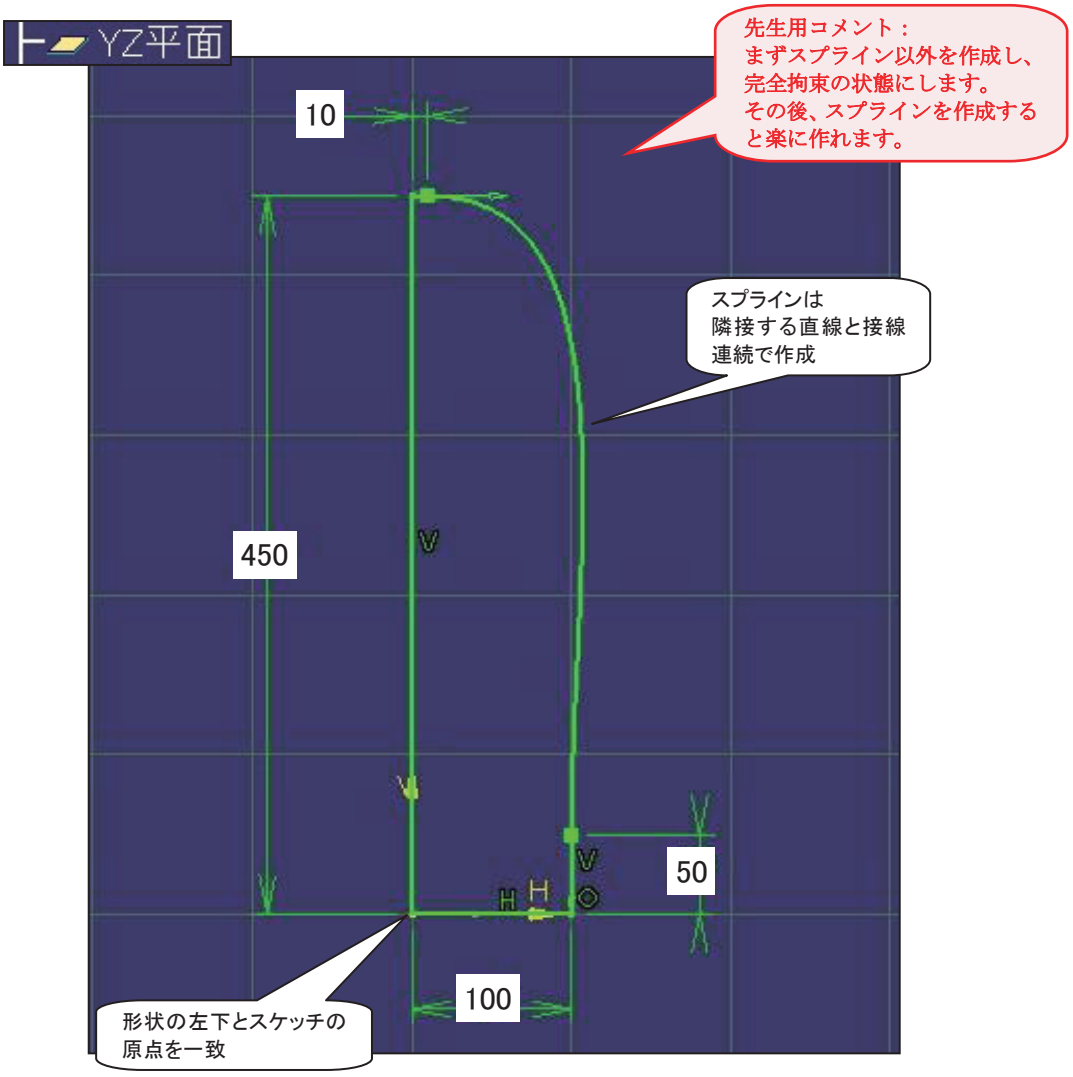
複写したスケッチを編集



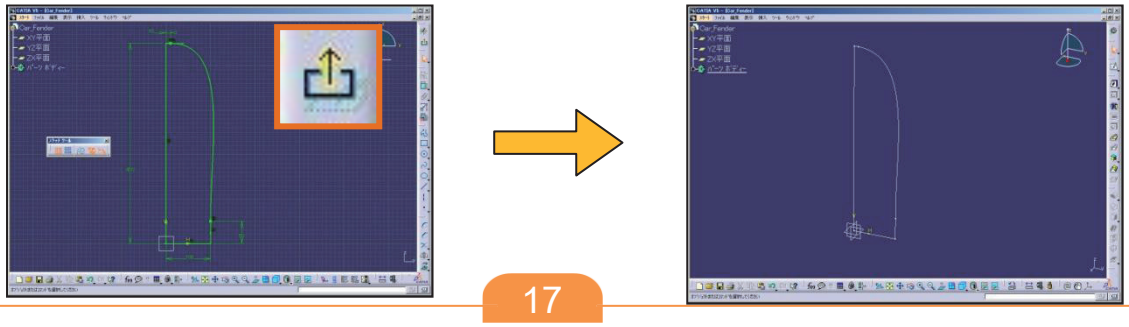
２ - ６　断面形状のスケッチを作成する

事前準備　新規ボディーを挿入します。

YZ平面に下図のスケッチを作成し、完全拘束の状態に仕上げます。

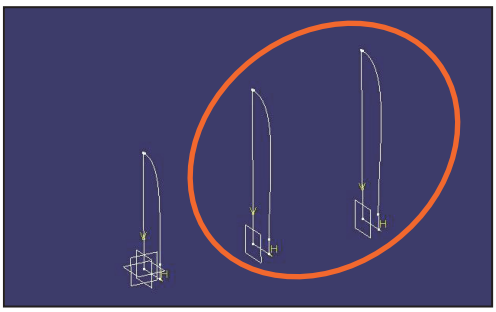


【ワークベンチを終了】アイコンで、スケッチャーワークベンチを終了します。

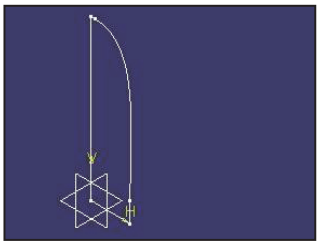


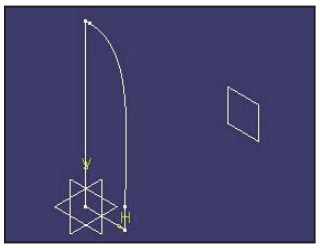
２ - ７　スケッチの複写と修正

コピー&貼り付けを使用し他の平面にもスケッチを作成します。



平面を作成します。





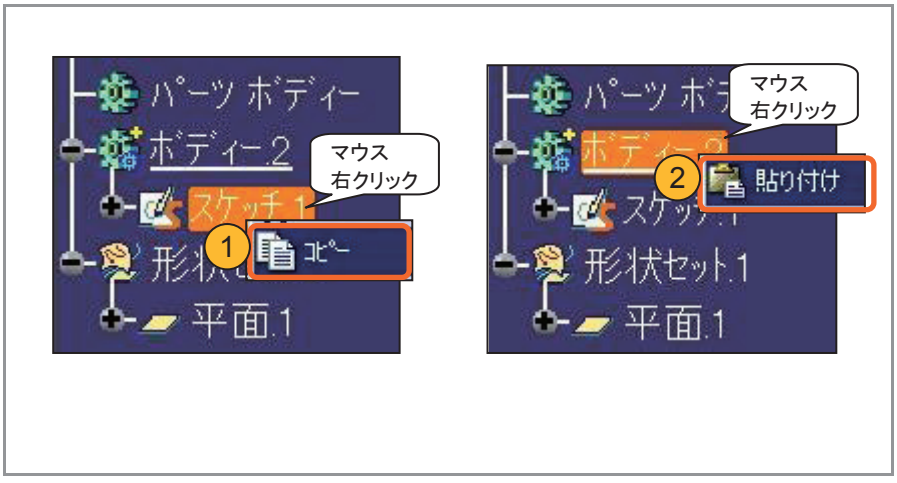
<コマンドの使い方>

アイコンを選択
&
要素を選択

ダイアログボックスで
パラメータ設定

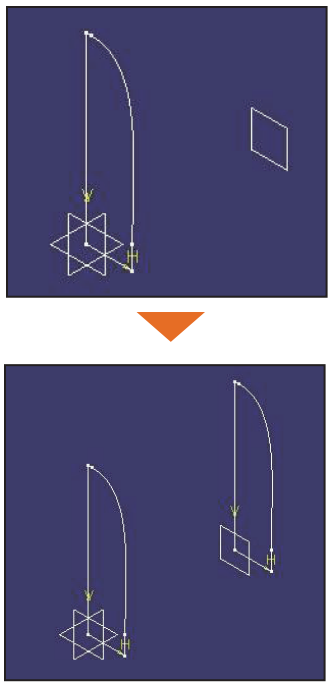
【プレビュー】または【OK】

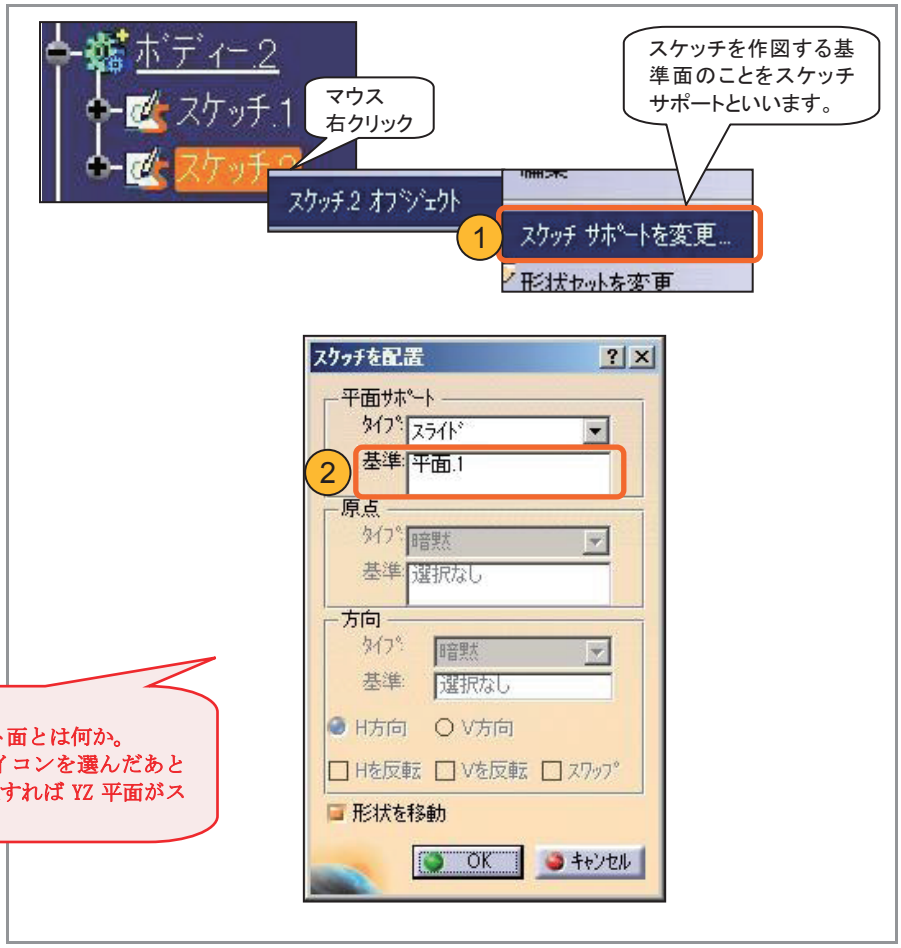
スケッチをコピー&貼り付けします。



２ - ７　スケッチの複写と修正

スケッチサポート面を変更します。

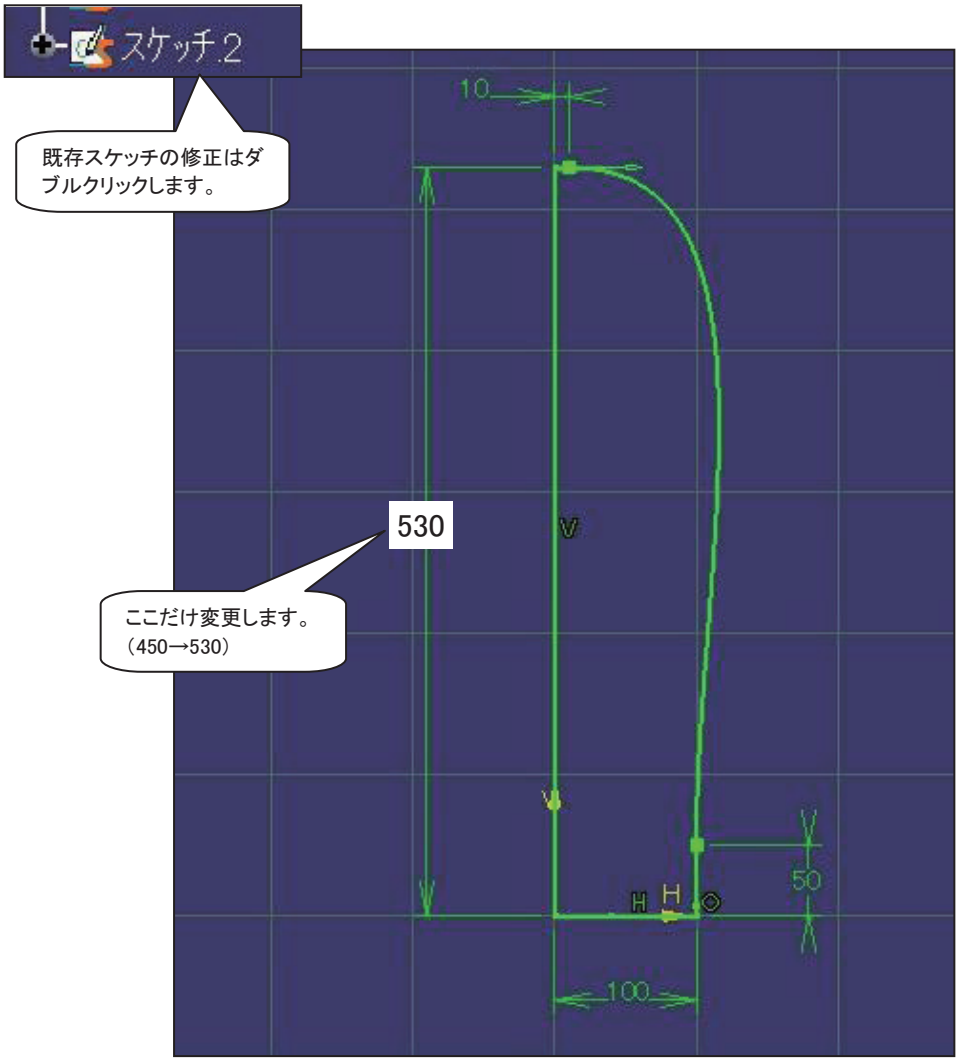




先生用コメント：
スケッチサポート面とは何か。
例）スケッチアイコンを選んだあとに YZ 平面を選択すれば YZ 平面がスケッチサポート

２ - ７　スケッチの複写と修正

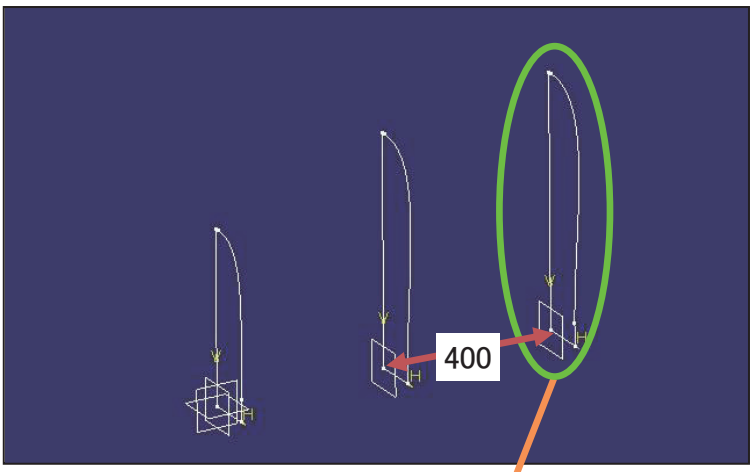
複写したスケッチを修正します。

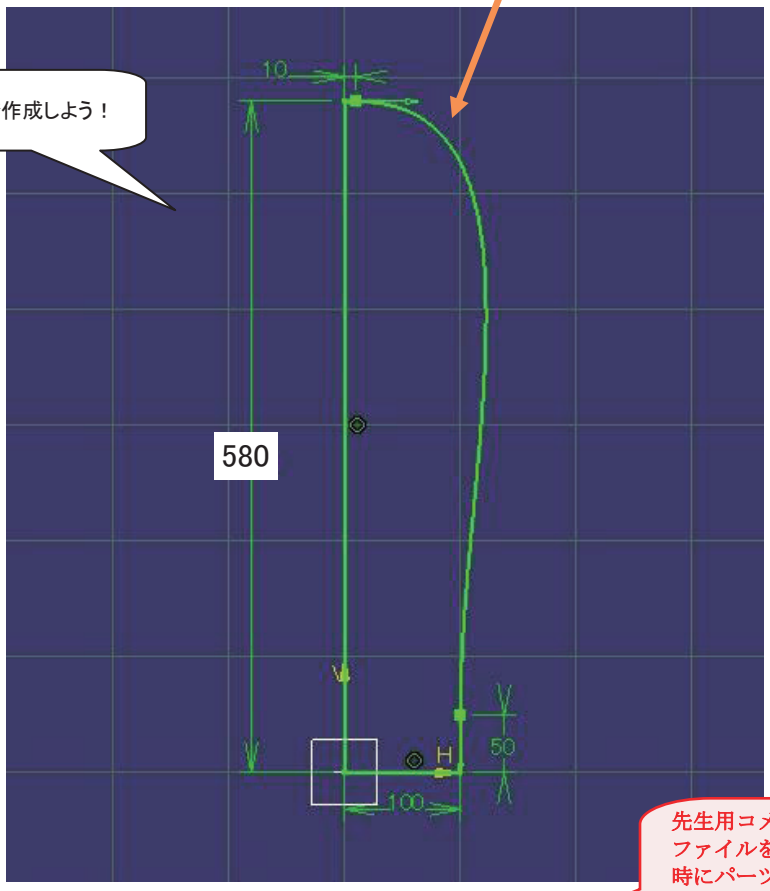


２ - ７　スケッチの複写と修正

先生用コメント：
同様に P21～23 を行います。
P21 の平面から 400㎜ の場所にオフセット平面を作成、スケッチのコピーとサポートの変更、修正を行います。

同様にスケッチを複写し修正しましょう。

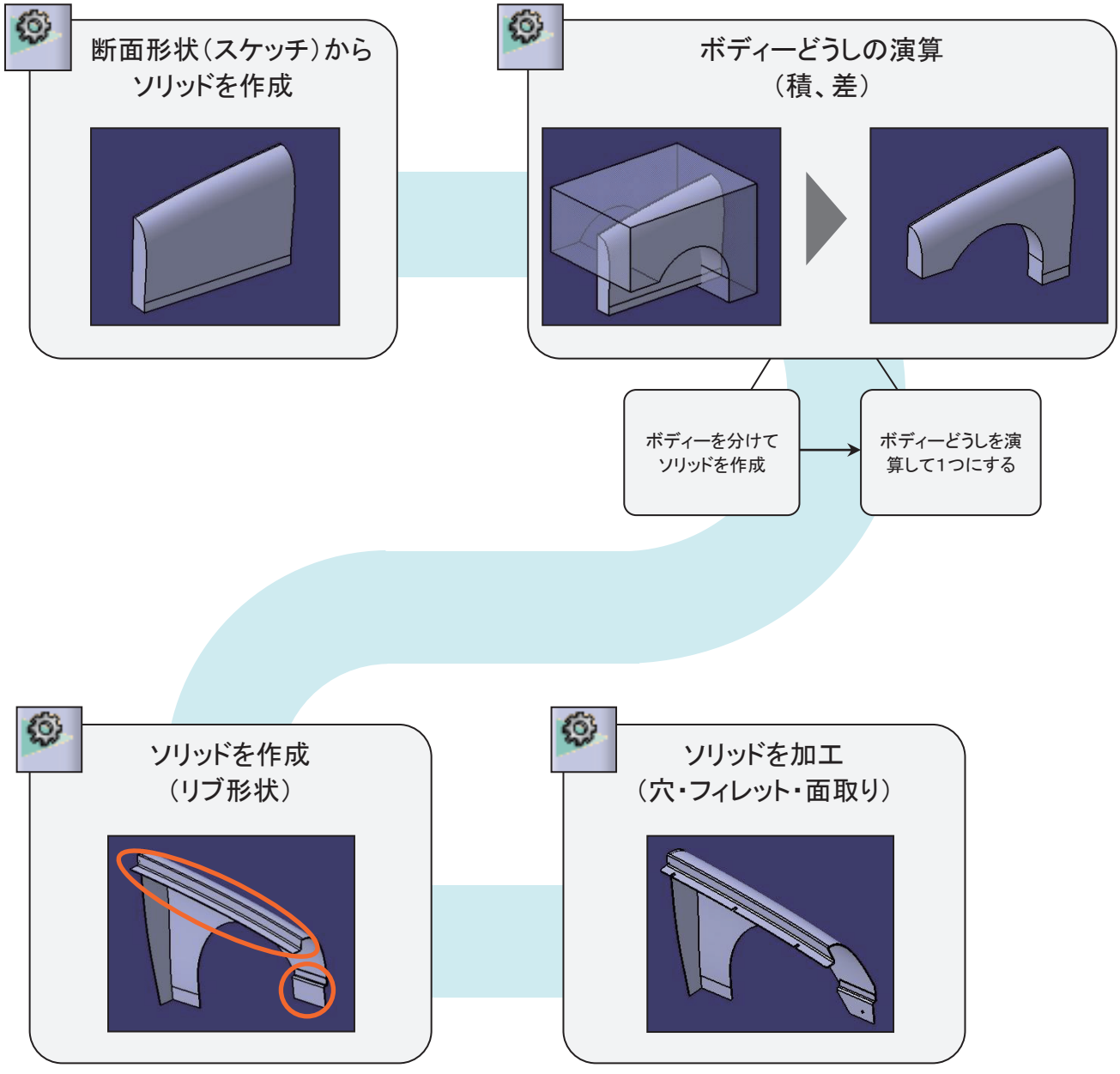




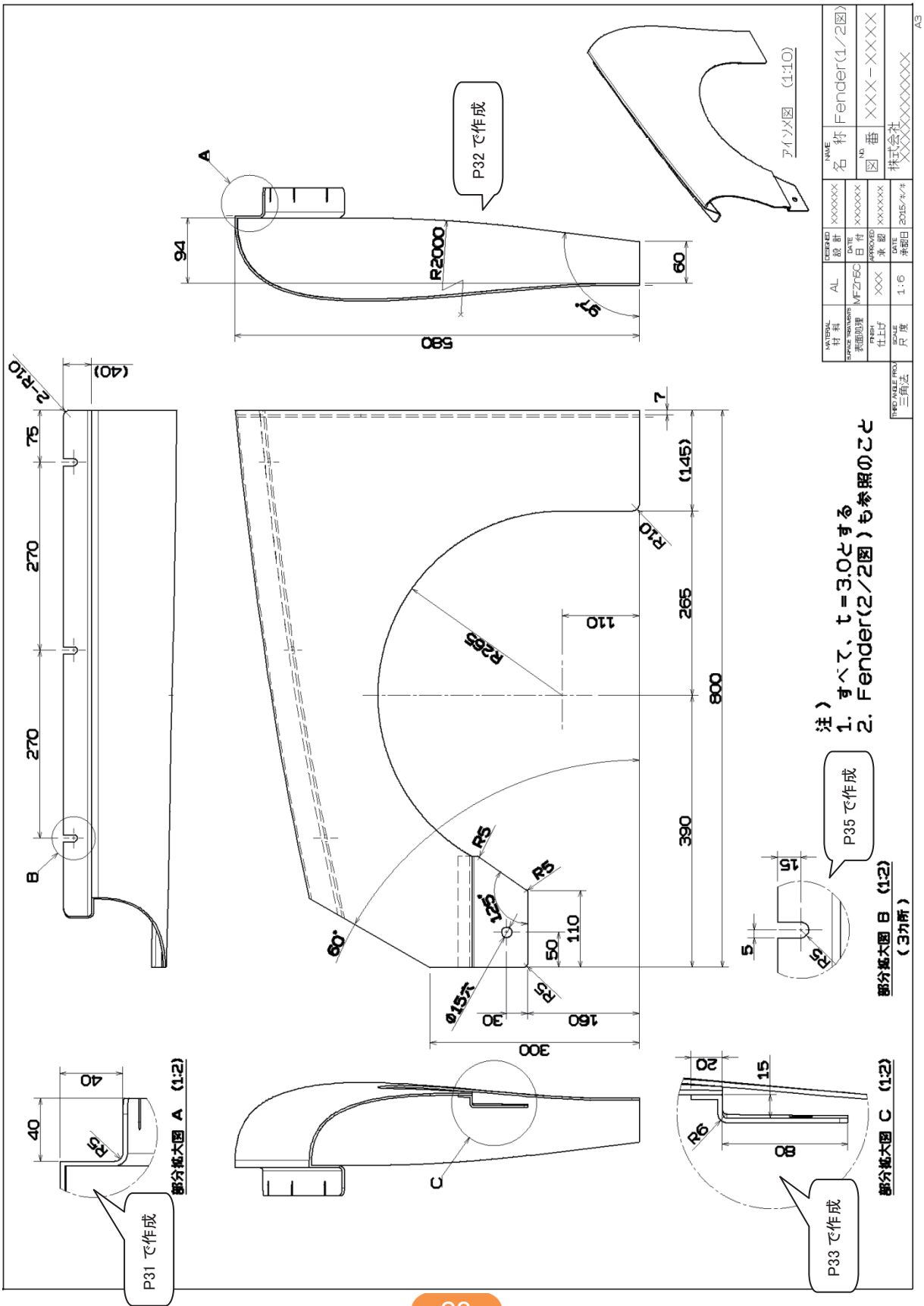
先生用コメント：
ファイルを保存します。ファイル作成時にパーツ番号（ツリーの一番上）を変更したのでそのままの名前で保存します。

STEP 3

ソリッドでフェンダーを作る
（演算を利用したソリッドモデリング）



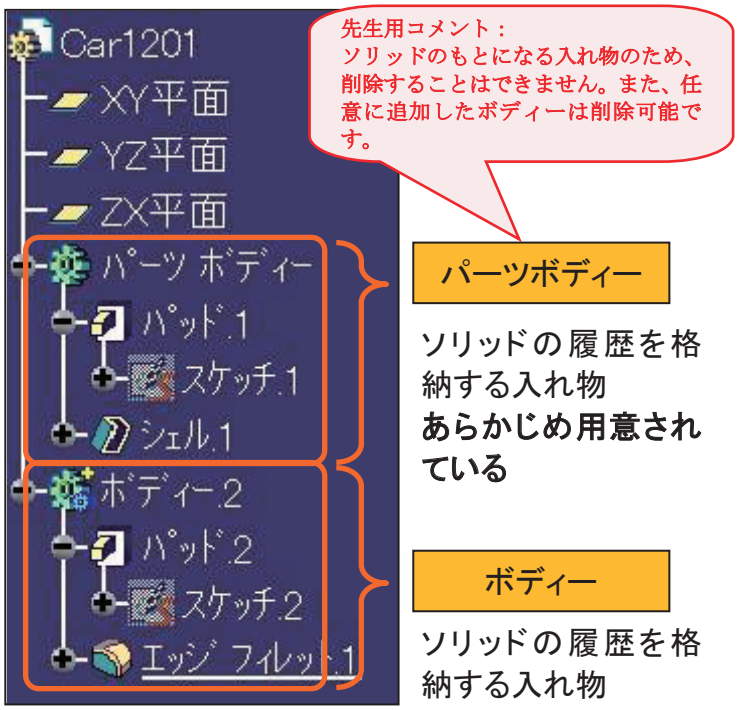
3 - 1　フェンダーの図面



注）
1. すべて、t＝3.0とする
2. Fender(2/2図)も参照のこと
アイソメ図 (1:10)
P32 で作成
P31 で作成
P33 で作成
P35 で作成
部分拡大図 A (1:2)
部分拡大図 B (1:2)
(3カ所)
部分拡大図 C (1:2)
名 称 Fender(1/2図)
図 番 XXX－XXXX
株式会社 XXXXXXXXXXX

3 - 2　ボディーと作業オブジェクト

・ボディーは体積を持つソリッド形状が入る入れ物です。後から追加することができます。
・ボディーを分けて作成することでブーリアン演算を行うことができます。



パーツボディー

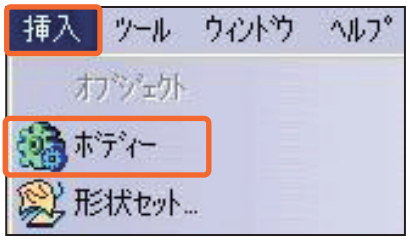
ソリッドの履歴を格納する入れ物
あらかじめ用意されている

ボディー

ソリッドの履歴を格納する入れ物
任意に追加している

ボディーの追加方法

1　メニューバー【挿入】⇒【ボディー】を選択

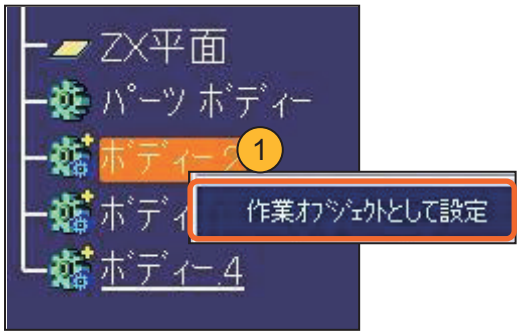


2　ツリーにボディーが追加されたことを確認

★POINT
追加すると同時に作業オブジェクトに設定されます。
名前の変更はプロパティから行います。

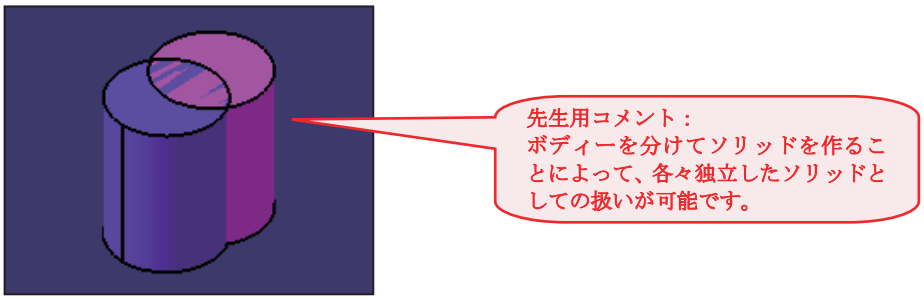
３ - ２　ボディーと作業オブジェクト

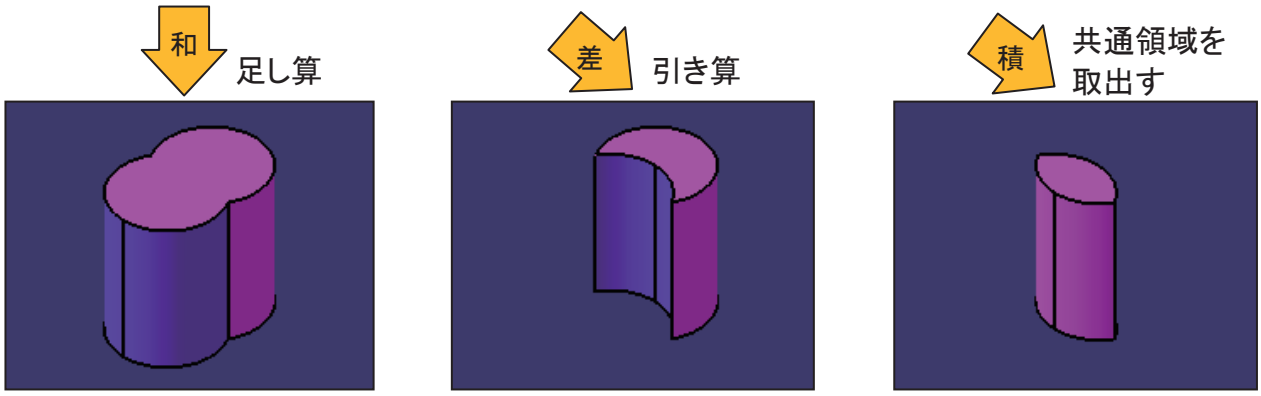
・これから作成する履歴は作業オブジェクトに設定されているボディー内に格納されます。
・作業オブジェクトはアンダーバーで表示されます。作業オブジェクトを切り替えてモデリングしましょう。

1 作業オブジェクトに設定したい箇所で 右クリック/【作業オブジェクトとして設定】	2 作業オブジェクトに設定されたことを 確認
	

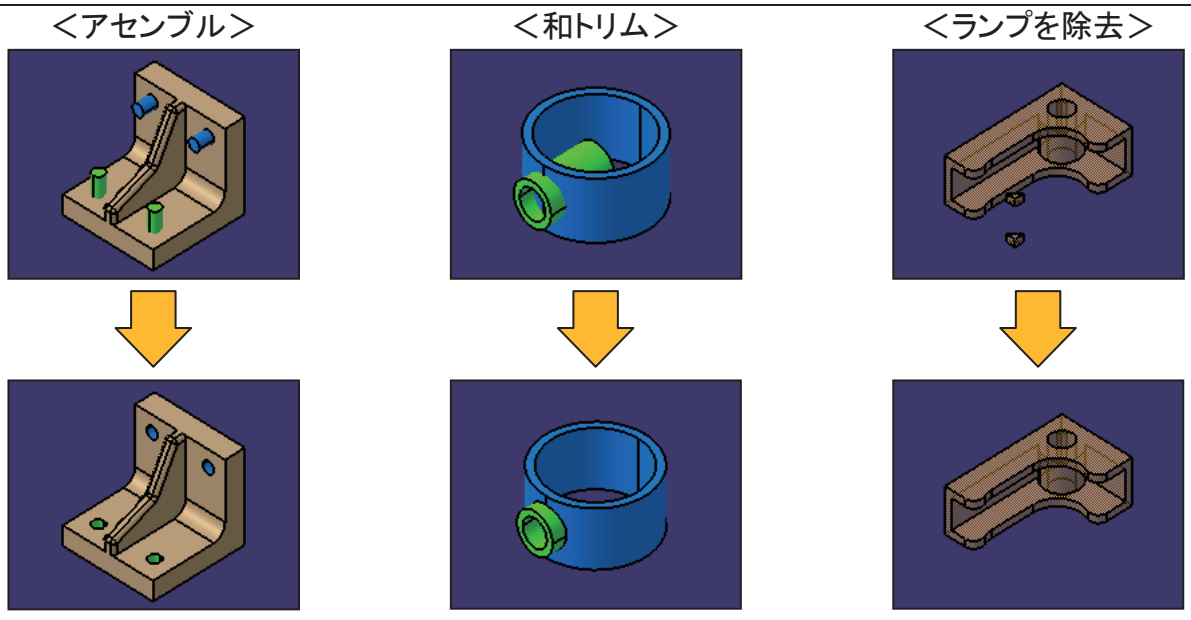
３ - ３　ブーリアン演算とは？

・ブーリアン演算とはボディー単位で行う演算処理です。
・ブーリアン演算を行うことにより、１つのボディーでは作成困難な複雑な形状を作成することができます。
・ブーリアン演算には、６つの演算方法があります。





≪その他演算方法≫

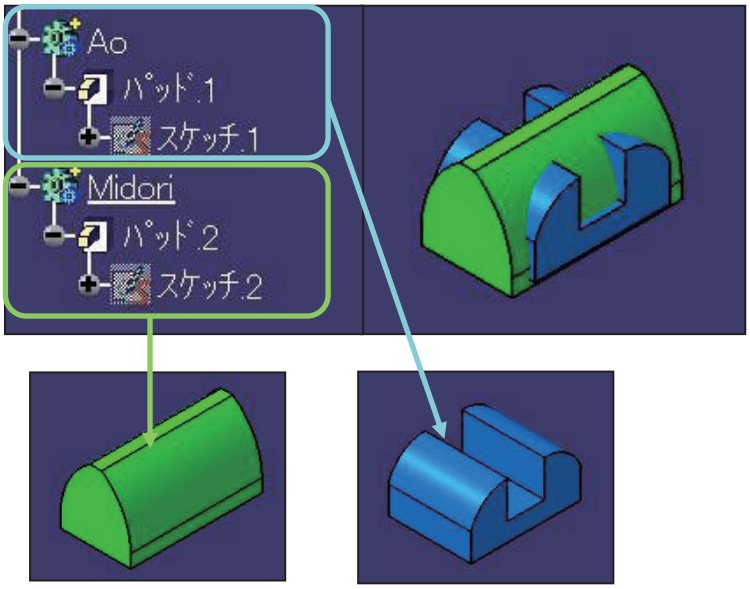


3 - 3　ブーリアン演算とは？

ブーリアン演算の操作方法（例：積）

先生用コメント：
Enzan_Demo.CATPart を使用してデモします。

1 ボディーを分けてソリッドを作成



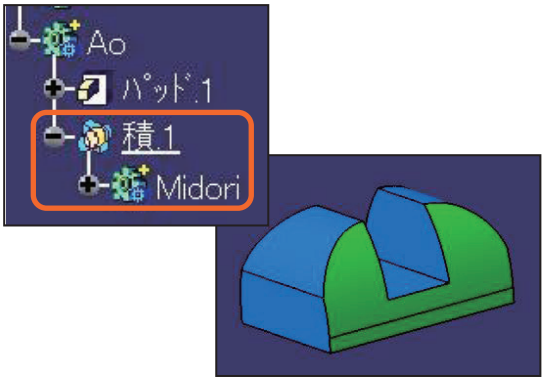
2 演算後に親となるボディーを作業オブジェクトに設定

★POINT
差は演算後に残るボディーを作業オブジェクトに設定します。

3 作業オブジェクトに設定しなかったボディー上で右クリック/【xxx オブジェクト】⇒【積】を選択

4 追加先が作業オブジェクトに設定したボディーになっていることを確認し OK

5 演算されました



３ - ３　ブーリアン演算とは？

≪ブーリアン演算を利用して作成すると、以下のメリットがあります≫

・部位（ボディー）ごとに表示／非表示ができる。

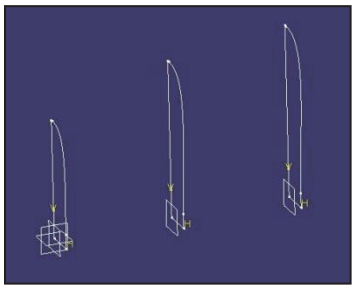
・部位ごとの設計変更がしやすくなる。

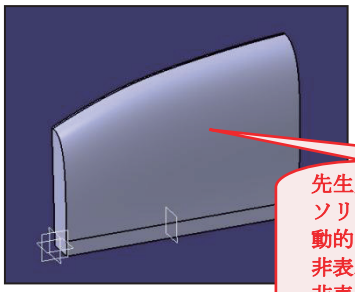
・設計変更をしたときの更新時間が短くなる。

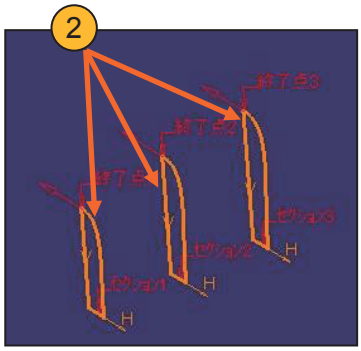
・ボディーに、部位を特定できるような名前をつけることで、どの場所の履歴かツリー上でわかりやすくなる。

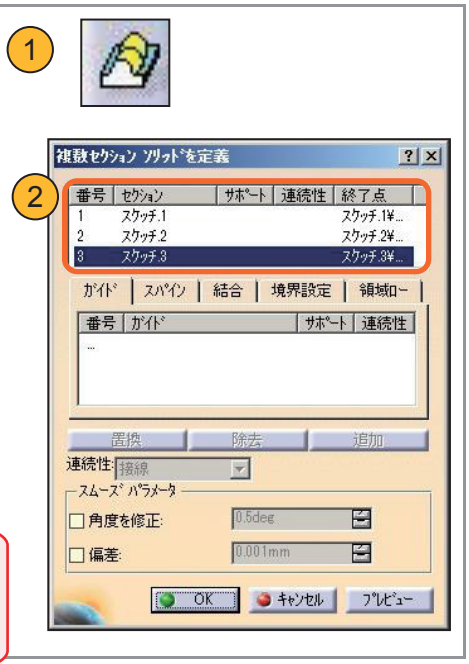
3 - 4　ソリッドを作成する

【複数セクションソリッド】で複数の断面形状をつなぎ合わせソリッドを作成します。





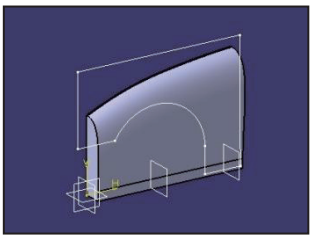


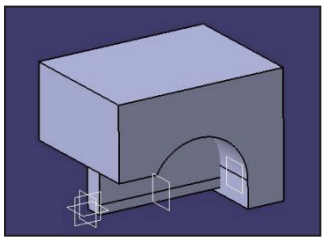


先生用コメント：
ソリッドを作成する際に使用したスケッチは自動的に非表示になります。
非表示要素はツリー上で網かけ表示になります。
非表示/表示の操作を説明します。

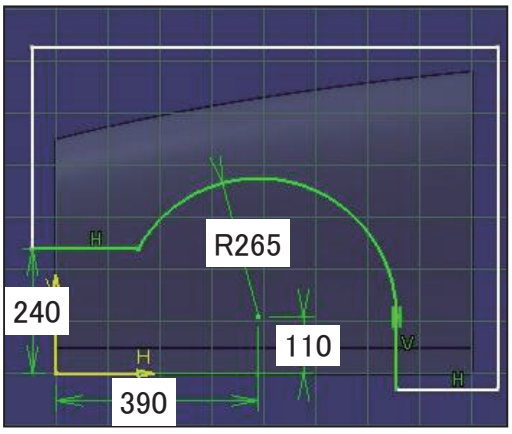
事前準備　新規ボディーを挿入します。

ZX 平面に作成したスケッチを【パッド】で押し出してソリッドを作成します。





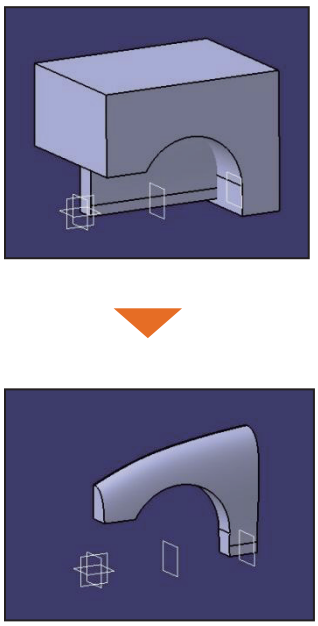
スケッチ平面：ZX



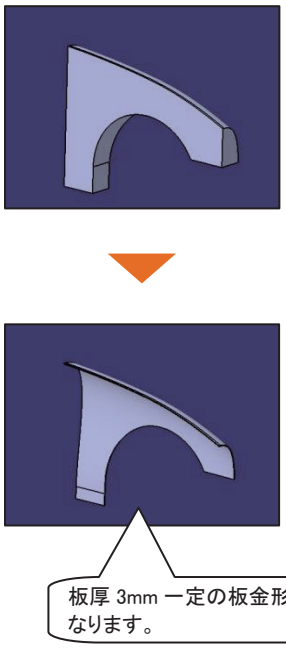
3 - 4　ソリッドを作成する（演算・シェル）

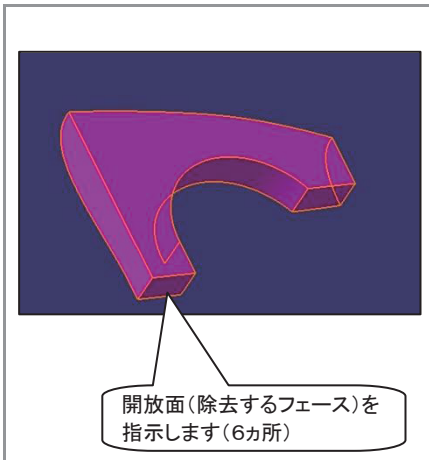
事前準備　ボディー．2を作業オブジェクトに設定します。

【積】でソリッドの共通部分を取り出します。



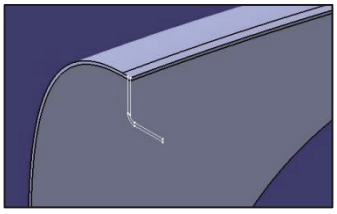
【シェル】でソリッドをくり抜きます。

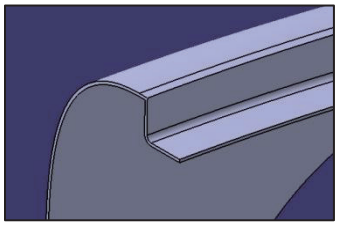




３ - ４　ソリッドを作成する（リブ形状）

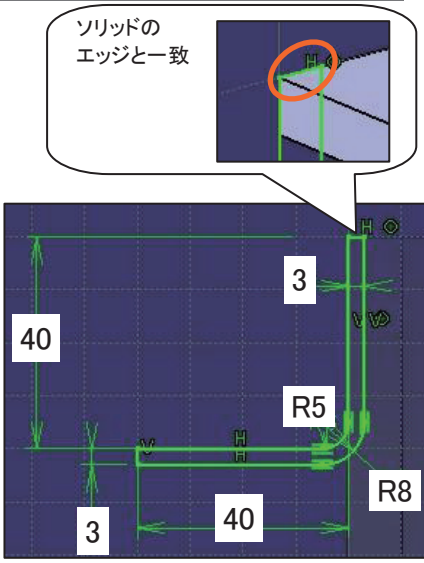
【リブ】でスケッチをエッジに沿わせてソリッドを作成します。

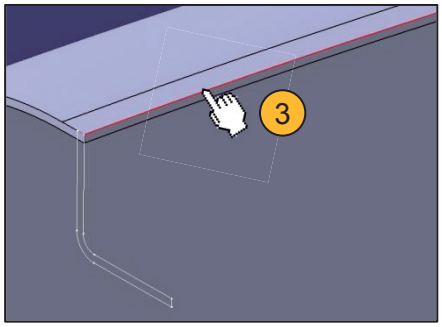


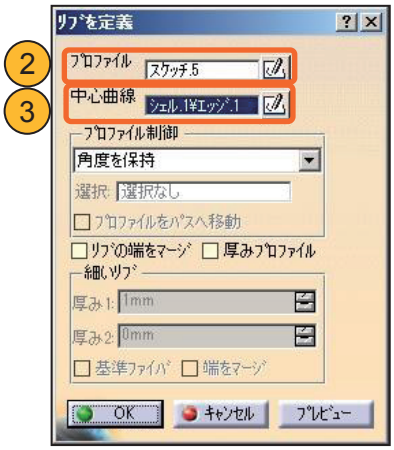


先生用コメント：
本体形状とリブ形状は自動的に一体化します。（同一ボディー内のため）

スケッチ平面：YZ から 800mm

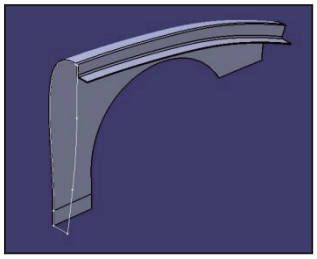


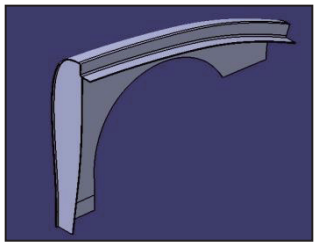




3 - 4　ソリッドを作成する（リブ形状）

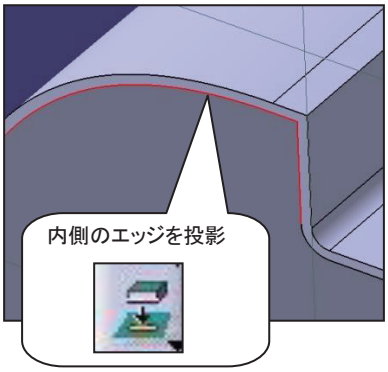
スケッチを【パッド】で押し出してソリッドを作成します。

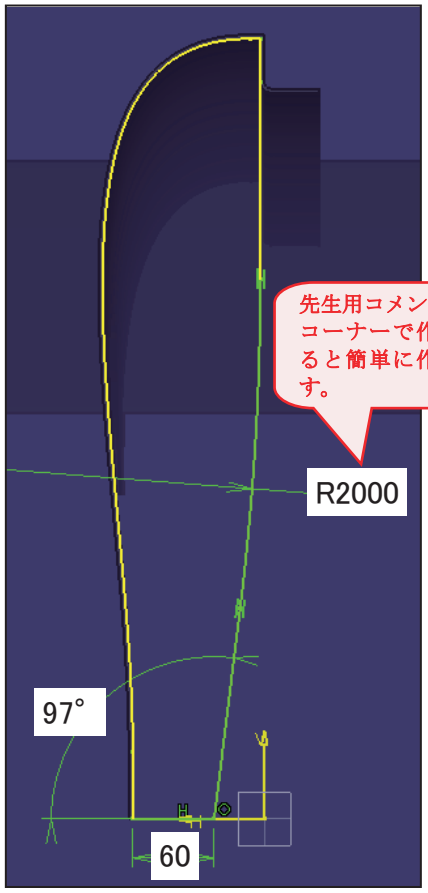




スケッチ平面：YZ から 800mm

右側面図参照

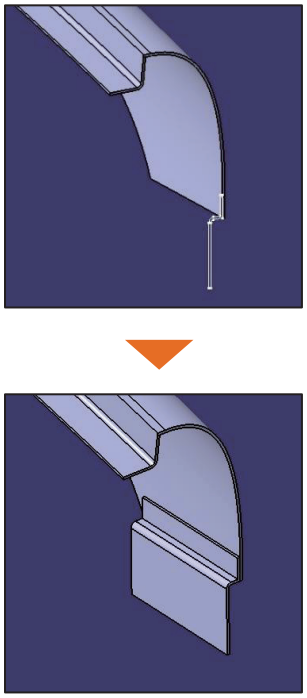




先生用コメント：
【垂直ビュー】でスケッチの向きを反対側から見た状態にできます。

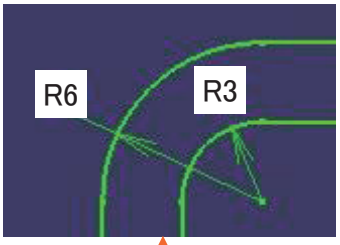
3 - 4　ソリッドを作成する（リブ形状）

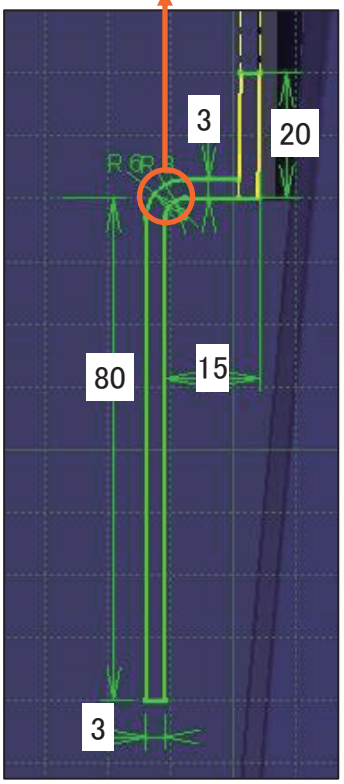
【リブ】でスケッチをエッジに沿わせてソリッドを作成します。

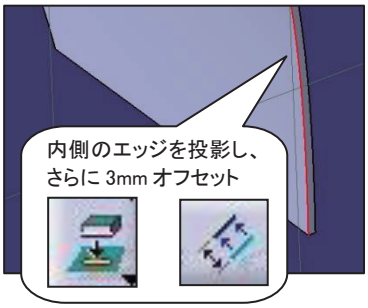


スケッチ平面：YZ

部分拡大図 C 参照

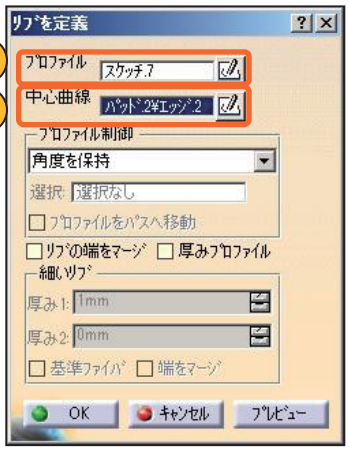


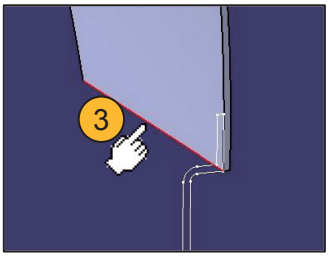




1

2
3

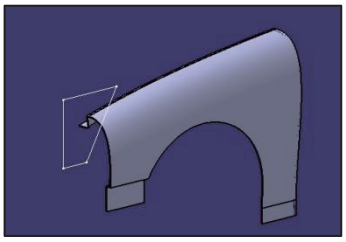


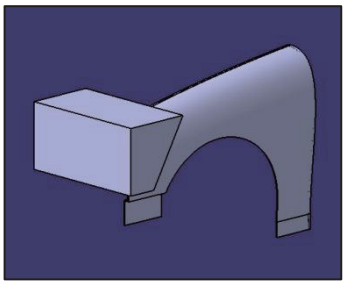


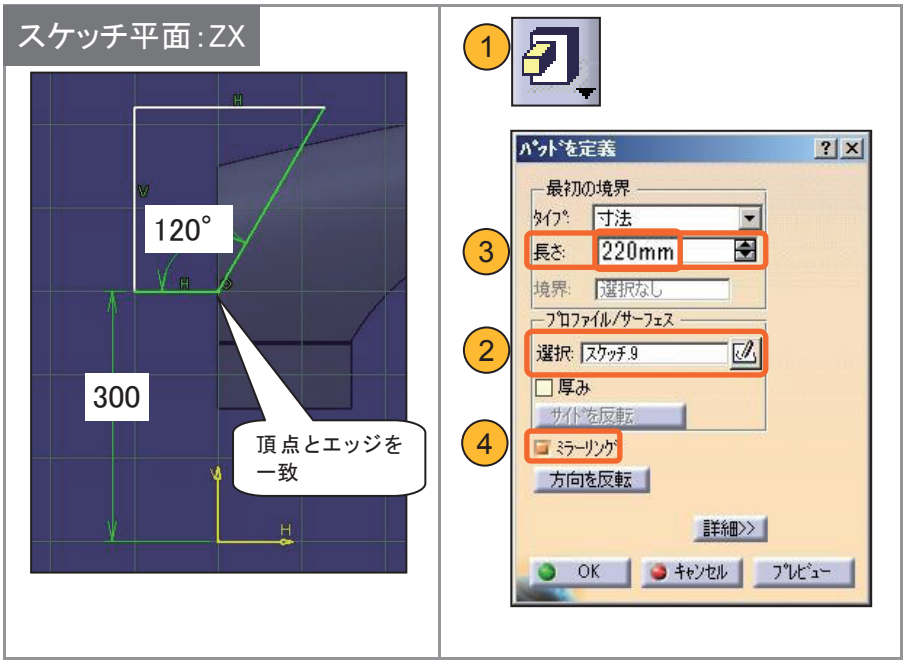
3 - 5　ソリッドを加工する（演算）

事前準備　新規ボディーを挿入します。

スケッチを【パッド】で押し出してソリッドを作成します。



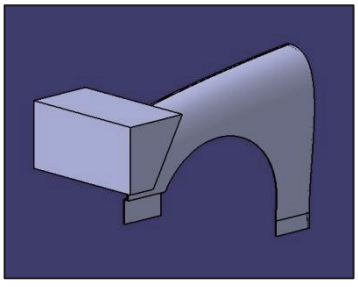


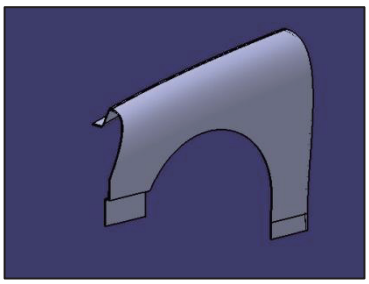


事前準備　ボディー．2を作業オブジェクトに設定します。

先生用コメント：
【差】を行うときは演算後に残るボディーを作業オブジェクトに設定します。

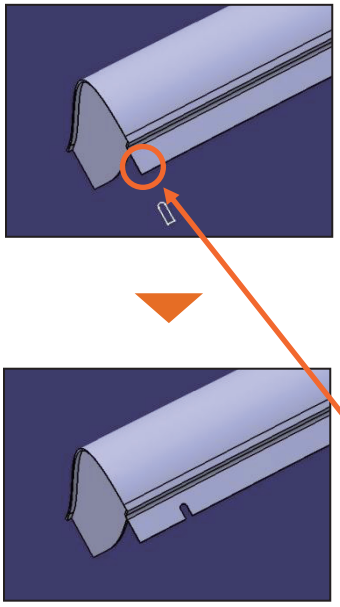
【差】でボディーどうしの引き算をします。



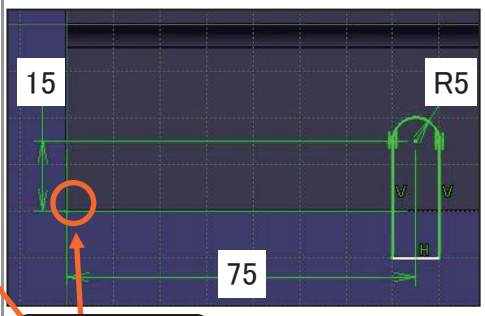


3 - 5　ソリッドを加工する（ポケット・パターン）

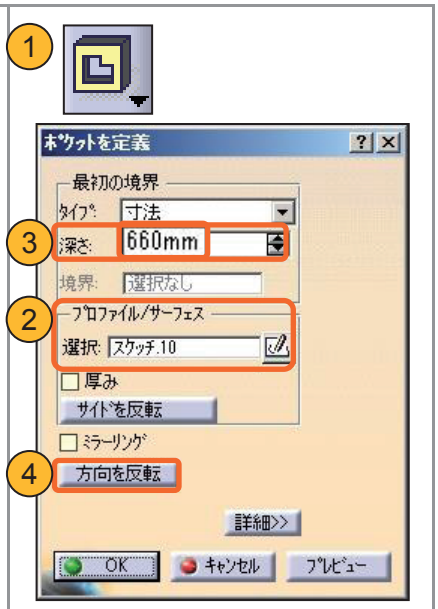
スケッチを【ポケット】で押し出してソリッドを削り取ります。



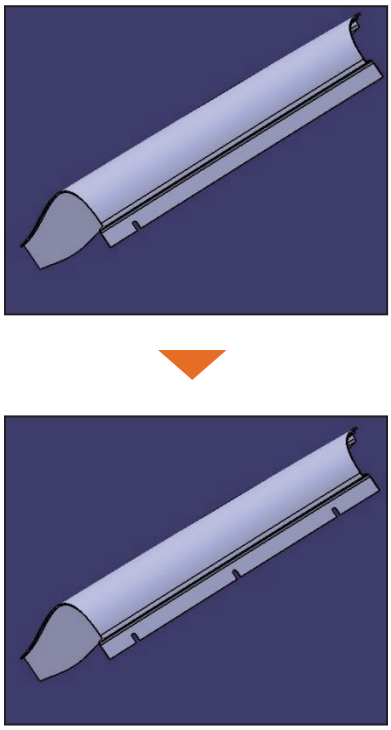
スケッチ平面：XY

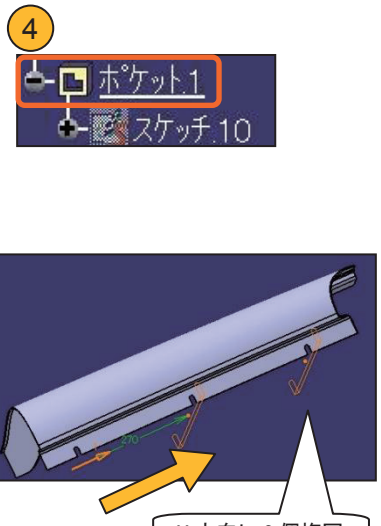


ソリッドの頂点が基準です。

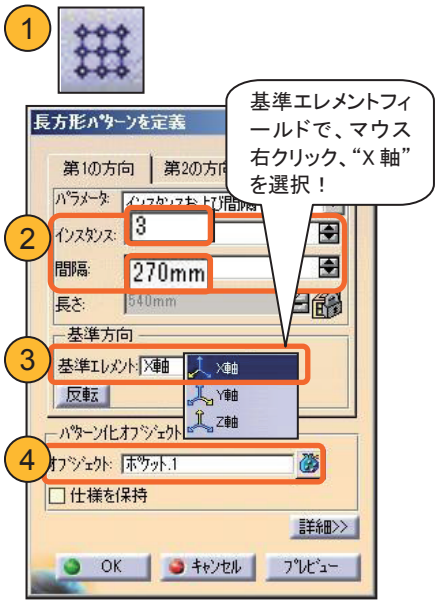


【長方形パターン】にて、ポケット形状を3個コピーします。





X 方向に 3 個複写

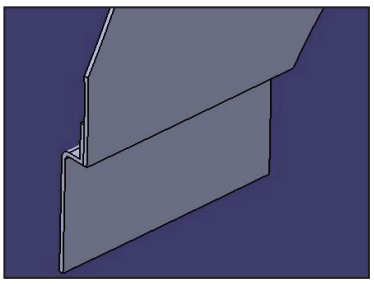


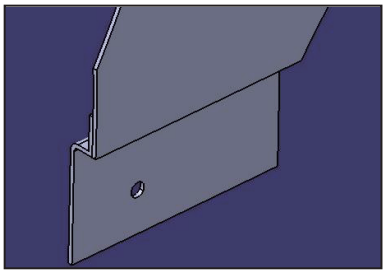
基準エレメントフィールドで、マウス右クリック、“X 軸”を選択！

★POINT
パターンはボディー単位で行うこともできます。

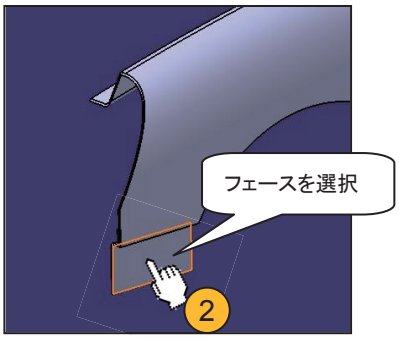
3 - 5　ソリッドを加工する（穴･面取り）

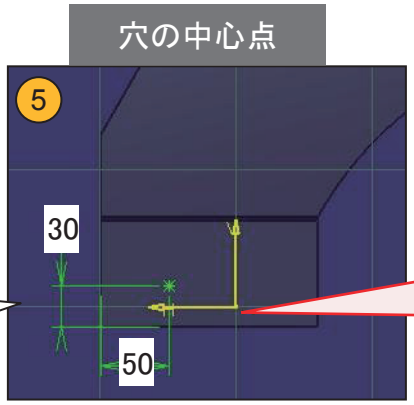
取り付け用の【穴】を作成します。

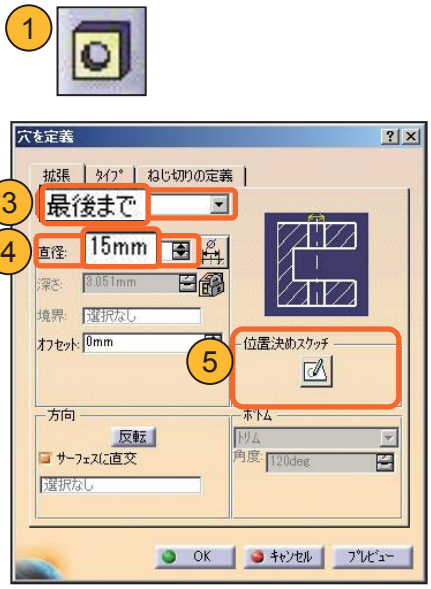




ソリッドのエッジから30mmと50mmの寸法拘束をつけて、穴の中心点を定義しましょう。

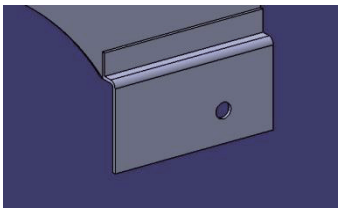


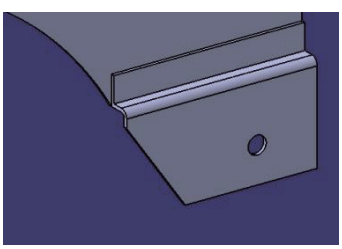


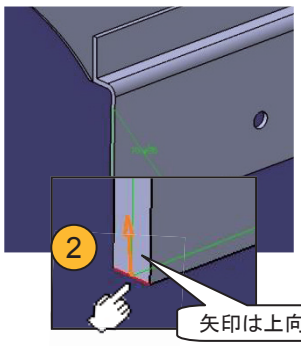


先生用コメント：
黄色の座標軸の原点は②でクリックした場所です。クリックする場所により違うので、ソリッドのエッジと拘束を作成します。

【面取り】を行います。



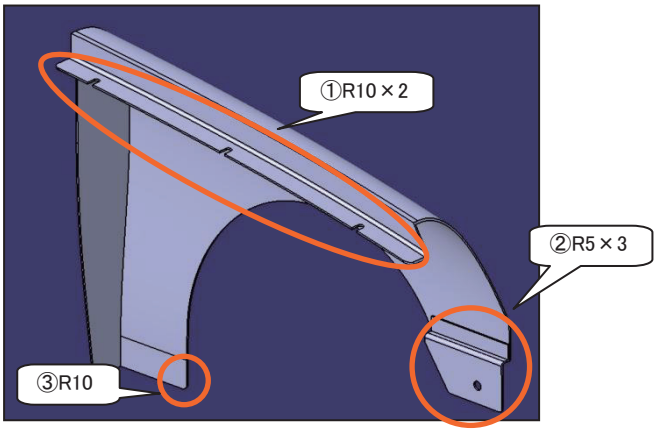




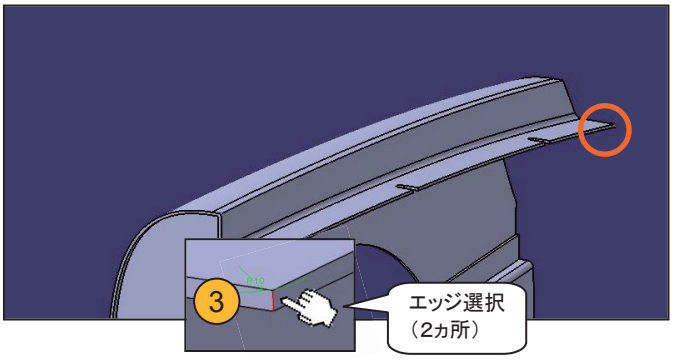
★POINT
矢印の向きが長さ1の方向です。クリックで反転できます。

3 - 5　ソリッドを加工する（フィレット）

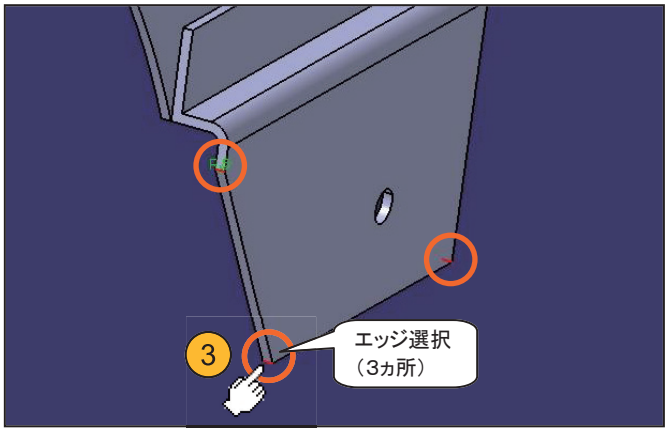
【エッジフィレット】でエッジに丸み付けを行います。



1

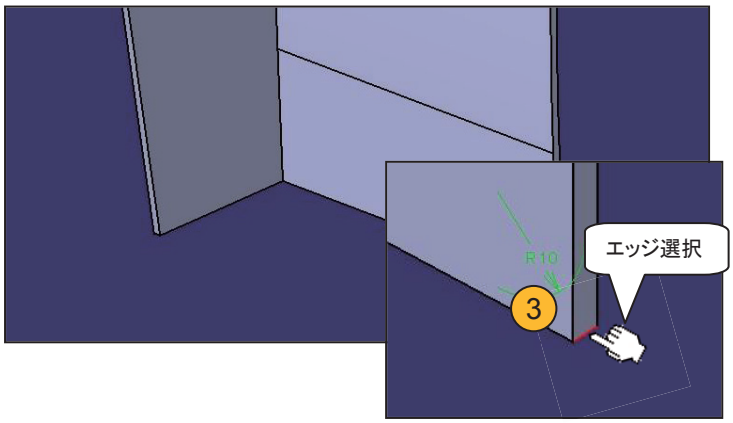


2



3 - 5　ソリッドを加工する（フィレット）

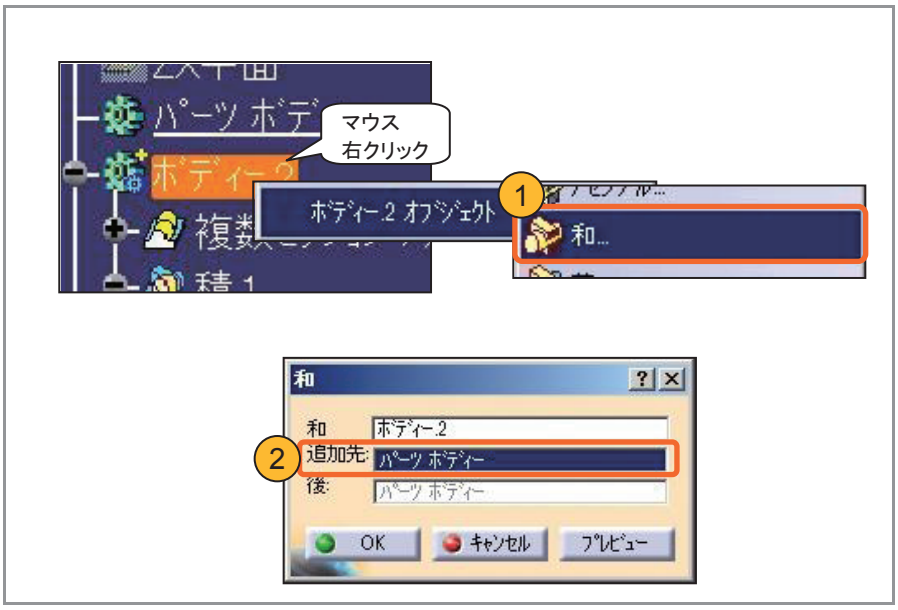
3



３ - ６　パーツボディーへ演算する

作成したソリッドは1つのパーツです。質量・体積などを測定するためにパーツボディーに足し算を行い１つのボディーにします。

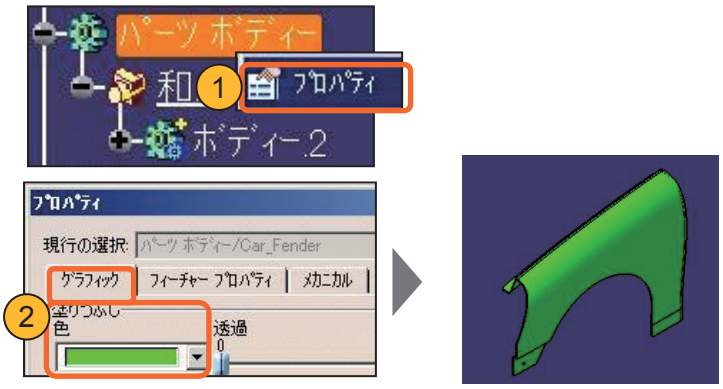
事前準備　パーツボディーを作業オブジェクトに設定します。



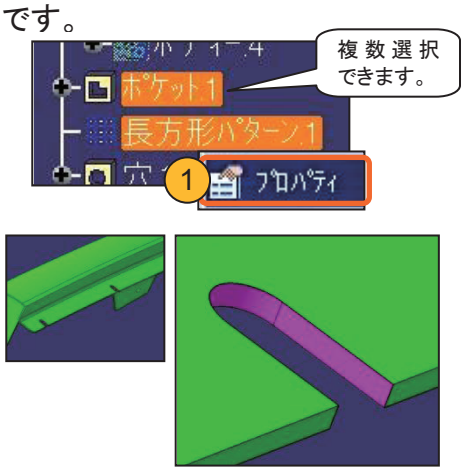
3 - 7　部品に色や素材をつける

【プロパティ】から色を変更することができます。

①色を変えたい要素を右クリック/【プロパティ】
②【グラフィック】タブにて色を変更

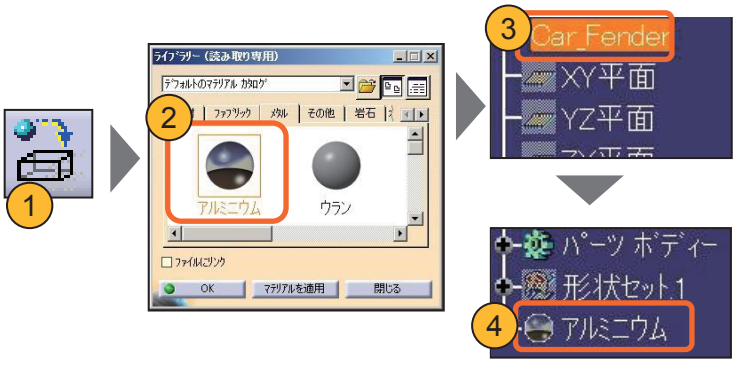


部分的に色を変更することも可能です。

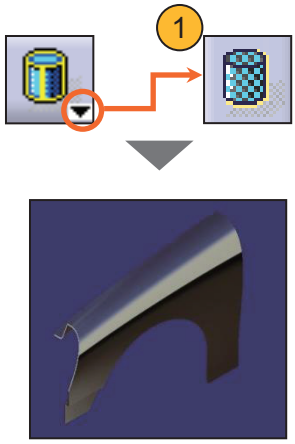


マテリアル素材をつけて、表示の切り替えを行います。

1 マテリアルを適用
①画面下側のツールバーから、【マテリアルを適用】アイコンを選択
②マテリアルを選択（【アルミニウム】を選択します）
③ツリーから適用先を選択（ツリーの一番上を選択）
④【OK】を押し、ツリーにマテリアルが追加されたことを確認



2 マテリアル表示への切換え
①画面下側のツールバーから、【マテリアル付きのシェーディング】アイコンを選択
②マテリアル表示に切り替わる
（注）マテリアル表示はマシンに負荷がかかります。



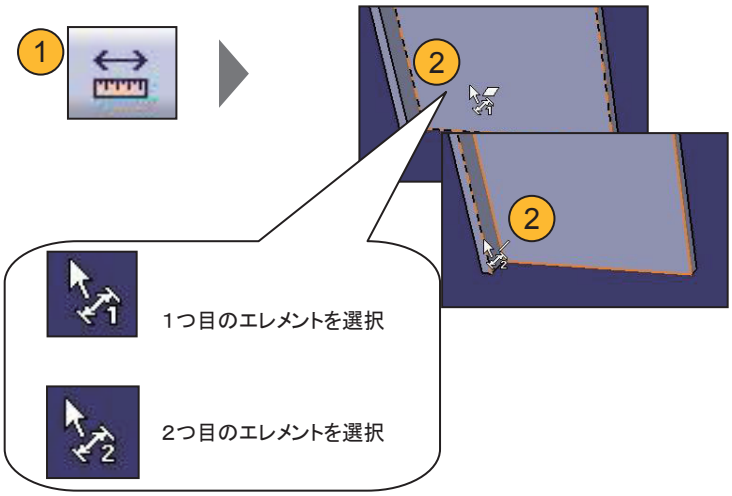
３ - ８　ソリッド形状を測定する（２要素間の距離･穴径）

作成したフェンダーの寸法が正確か確認します。

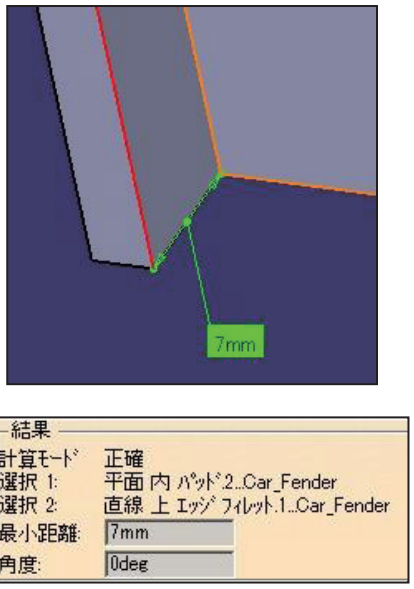
先生用コメント：
P23 の図面を参照し、寸法が正確か確認します。

別々の2つのエレメントを測定

①【2要素間を測定】アイコンを選択
②測定したいエレメントを選択

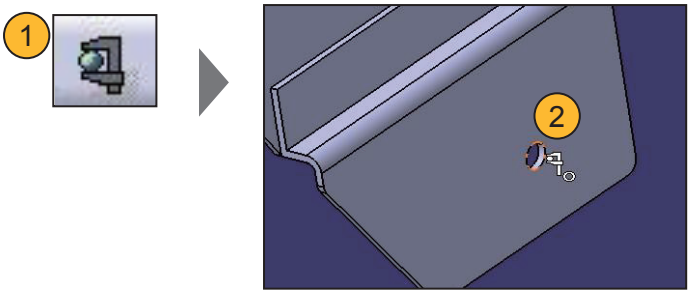


測定結果が表示されます。

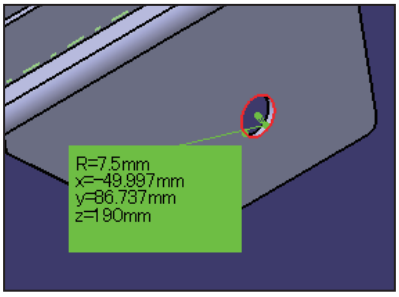


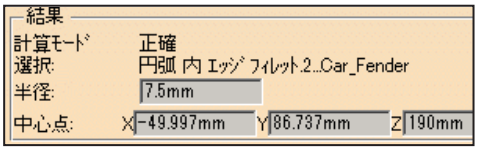
1つのエレメントを測定

①【要素を測定】アイコンを選択
②測定したいエレメントを選択



測定結果が表示されます。





3 - 8　ソリッド形状を測定する（2要素間の距離・穴径）

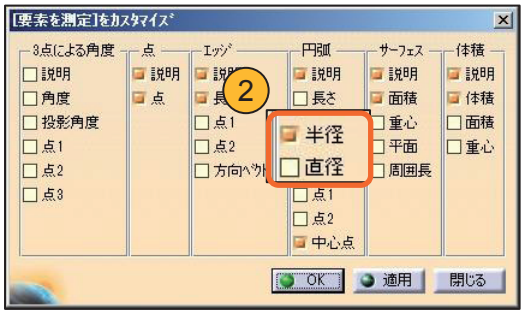
測定機能のオプションを確認します。

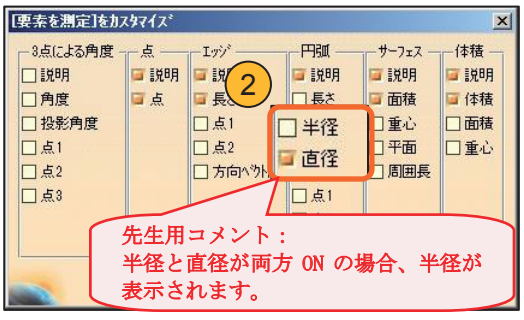
選択エレメントを限定する場合

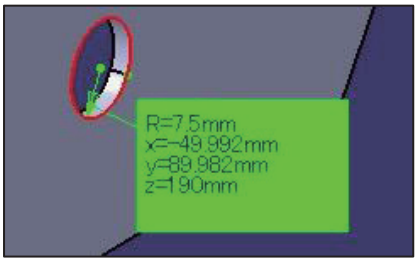
選択モードを変更

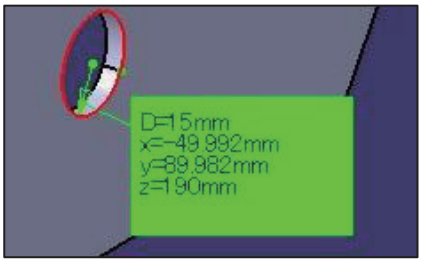
測定項目を変更する場合

①カスタマイズを選択
②測定したい項目を選択





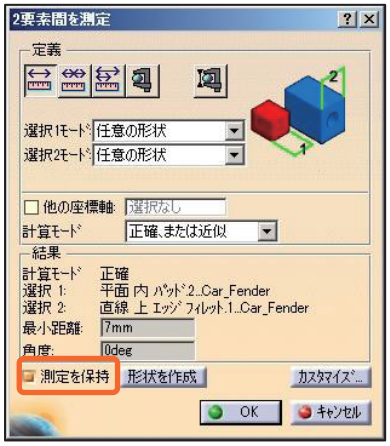




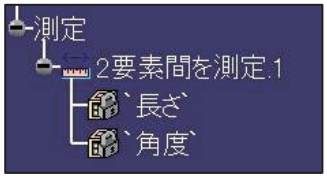
3 - 8　ソリッド形状を測定する（2要素間の距離・穴径）

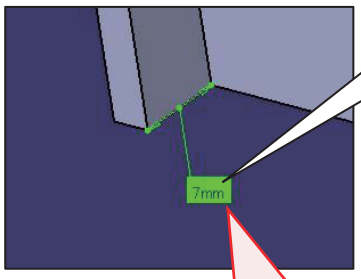
測定結果を残す場合

【測定を保持】を ON



測定結果がツリーと画面上に保持されます。





緑のタグはダブルクリック後に動かせます。

★POINT
測定結果は残そうとしない限り残りません。

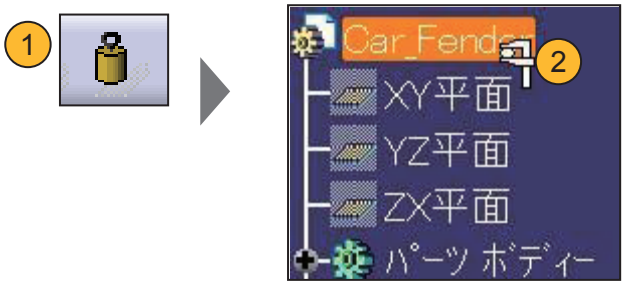
先生用コメント：
測定結果の削除はエレメントの削除と同様です。

3 - 8　ソリッド形状を測定する（質量･体積）

重さや体積を測定

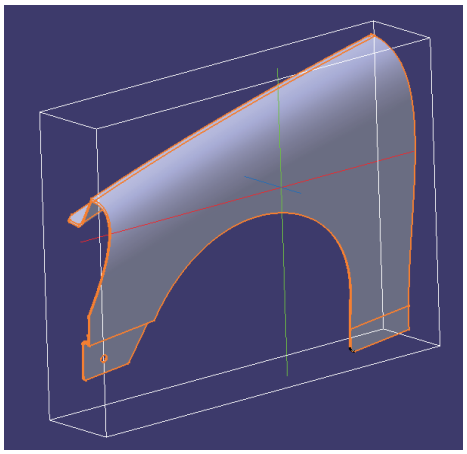
① 【慣性を測定】アイコンを選択

② 測定したいエレメントをツリーから選択



先生用コメント：
マテリアルが適用されていない場合は水の密度です。
また、密度が分かっている場合は直接数値を入力することもできます。

測定結果が表示されます。



★POINT
マテリアルを適用している場合、マテリアルの密度が使用されます。

プロパティから確認する場合

ツリーの一番上で右クリック/
【プロパティ】

【メインボディーのみ】が ON の場合、
パーツボディーの結果を確認できます。

3 - 9　形状の修正方法

形状の修正方法

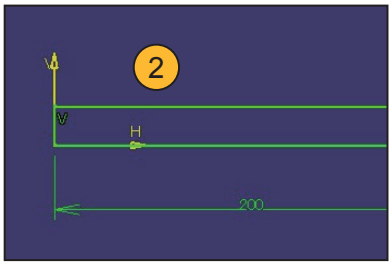
形状を修正する場合は、仕様ツリーの履歴をダブルクリックします。

ソリッド形状を修正する場合

①変更したい履歴をダブルクリック
　⇒作成時のダイアログボックスが開く
②値などの設定を変更

スケッチ（断面）を修正する場合

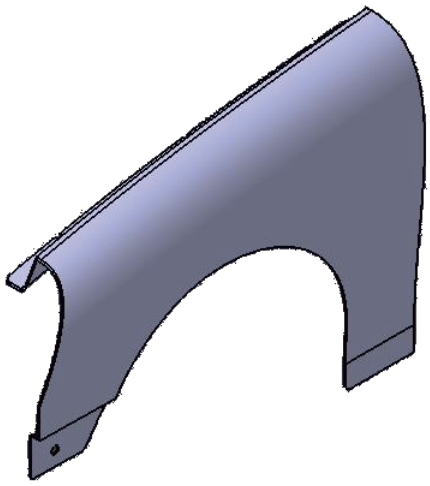
①変更したいスケッチをダブルクリック
　⇒スケッチが開く
②スケッチを編集



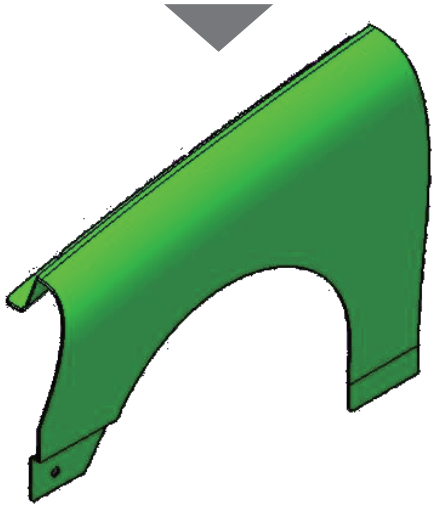
３ - １０　部品に色や素材をつける

2 素材として【アルミニウム】を適用しましょう。

1 好きな色を付けましょう。



1 色付け



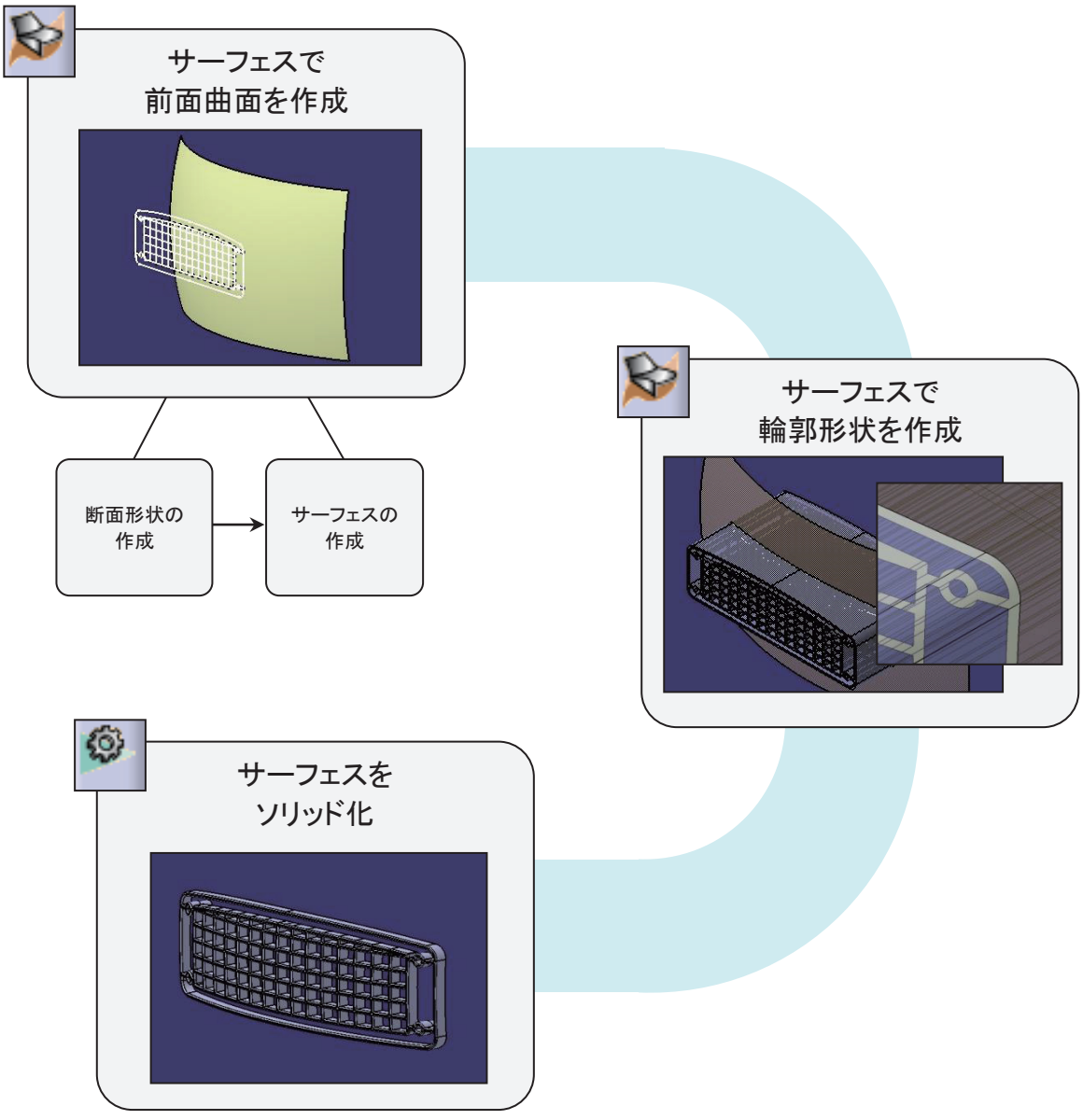
2 マテリアル適用

先生用コメント：
保存を行います。STEP2 からの続きなので上書き保存を行います。

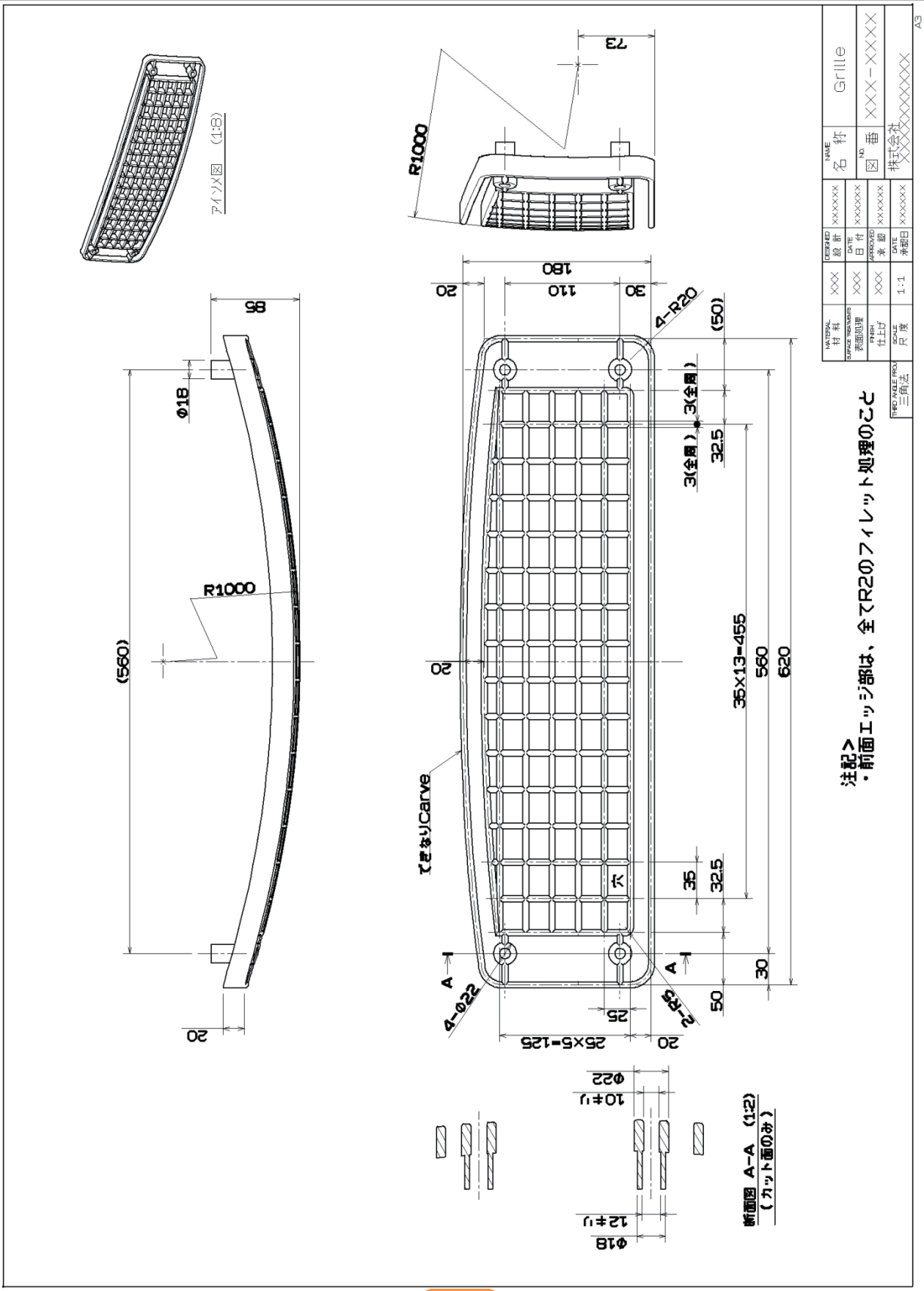
完成です！

STEP 4

サーフェスでフロントグリルを作る

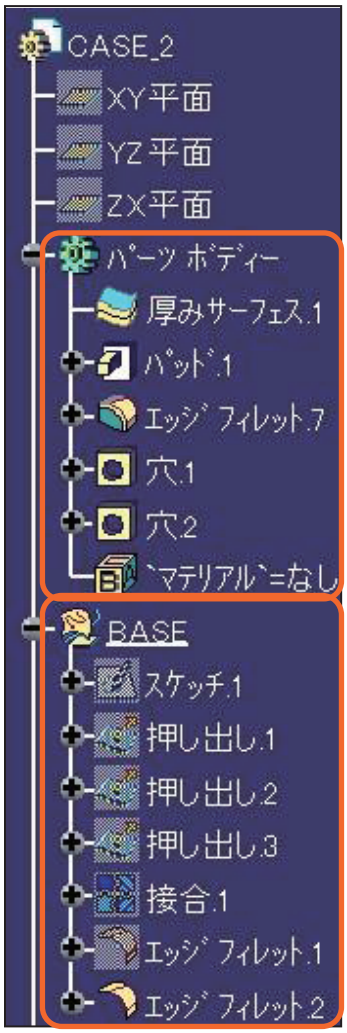


４ - １　フロントグリルの図面



4 - 2　ボディー と 形状セット（基礎講座の復習）

・ボディーは、体積を持つソリッド形状が入る入れ物です。
・形状セットは、体積を持たないワイヤーフレーム（点、曲線）やサーフェスが入る入れ物です。
・作業オブジェクトを切り替えて仕様ツリーを確認しながらモデリングしましょう。



パーツボディー

ボディー

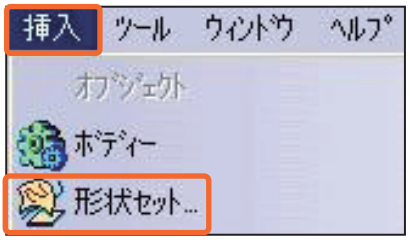
ソリッド作成の操作履歴が入る入れ物
※体積を持つ

形状セット

点・線・サーフェス作成の操作履歴が入る入れ物
※体積を持たない

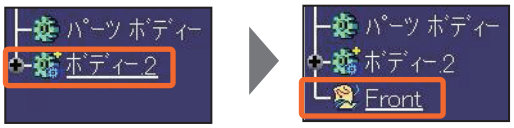
★POINT
スケッチは、【ボディー】と【形状セット】の両方に入ることができます。

1 メニューバー【挿入】⇒【形状セット】を選択



2 ダイアログボックス内で形状セット名を入力し、【OK】をクリック
（ここでは、「Front」と入力します。）

3 ツリーに形状セットが追加されたことを確認

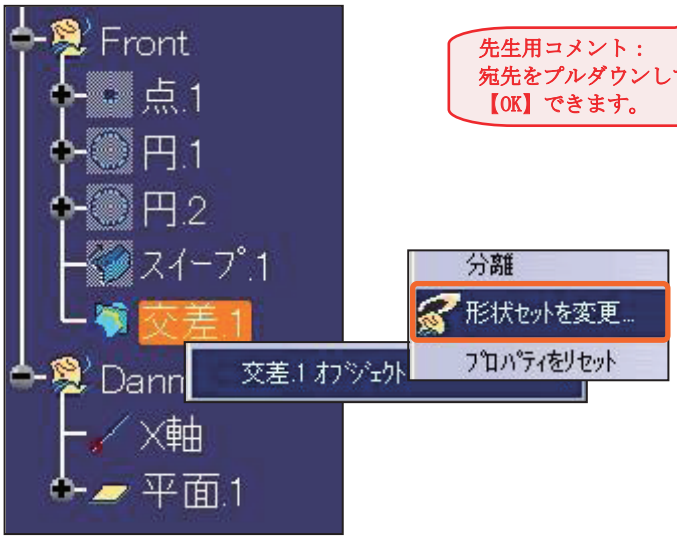


★POINT
作業オブジェクトの下に、新しい形状セットが挿入され、挿入した形状セットに作業オブジェクトが切り替わります。

４ - ３　形状セットの利用

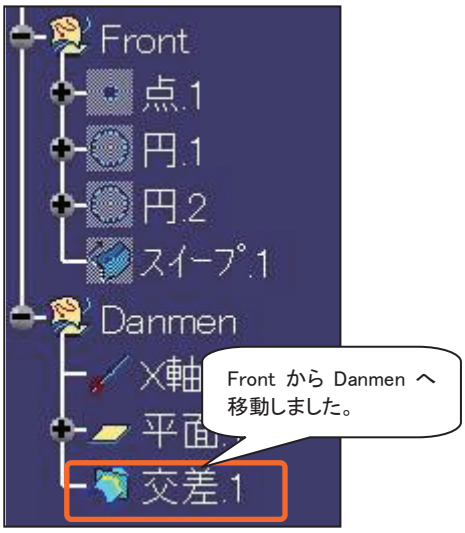
エレメント作成後に形状セットを変更することができます。変更しても形状に影響はありません。

1 移動したい履歴上で右クリック/【xxxオブジェクト】⇒【形状セットを変更】を選択



★POINT
Ctrl キーまたは Shift キーで複数選択できます。

2 宛先を選択し【OK】



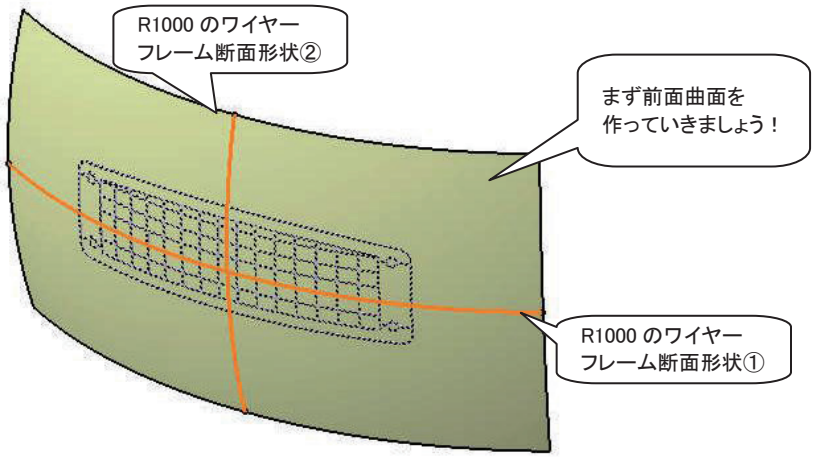
４ - ３　形状セットの利用

履歴の順番を変更することができます。変更しても形状に影響はありません。

1 移動したい履歴が所属している形状セット上で右クリック/【xxxオブジェクト】⇒【子をリオーダー】を選択

2 リストから移動したい履歴を選択し、上下の矢印で調整し【OK】

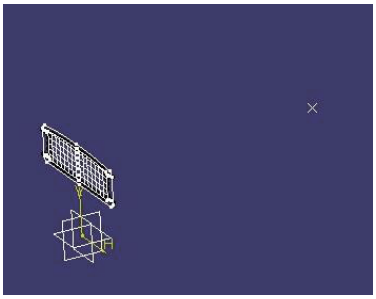
４ - ４　サーフェスで前面曲面を作成する

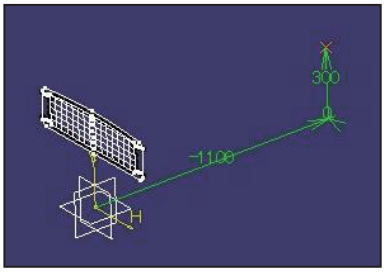


事前準備

①スタートアップファイル「Grille_Start.CATPart」を開きます。
②【ジェネレーティブ・シェイプ・デザイン】
　ワークベンチに切り替えます。
③形状セット「Front」を作業オブジェクトに設定します。

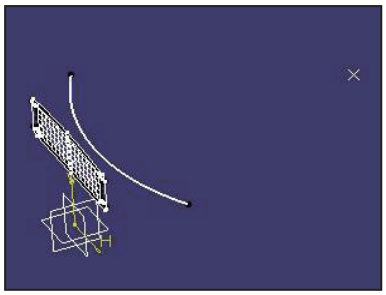
断面形状（円）の中心点を作成します。

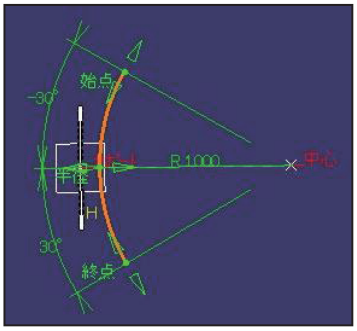


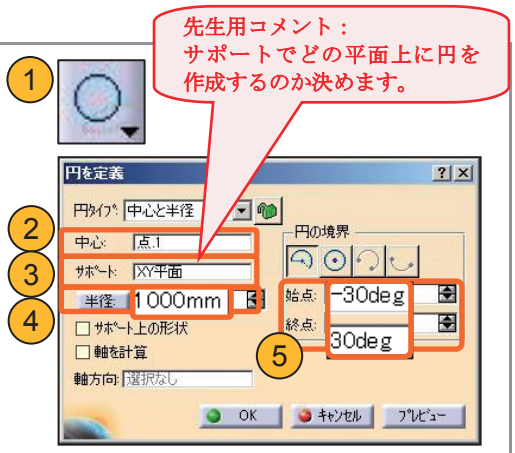


４ - ４　サーフェスで前面曲面を作成する

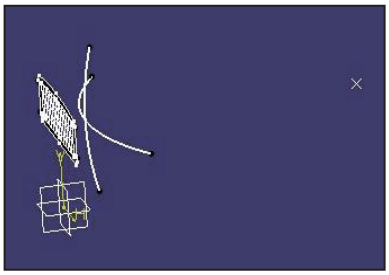
XY 平面上に円を作成します。(断面形状①)

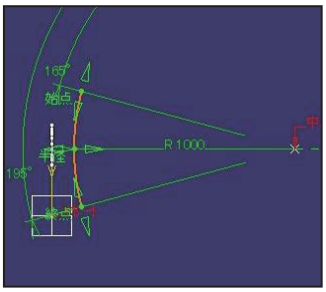


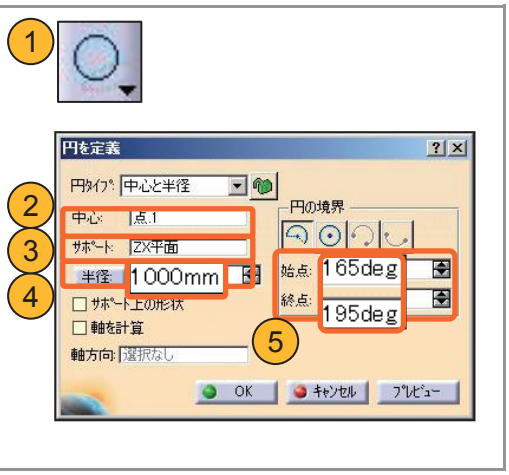




ZX 平面上に円を作成します。(断面形状②)

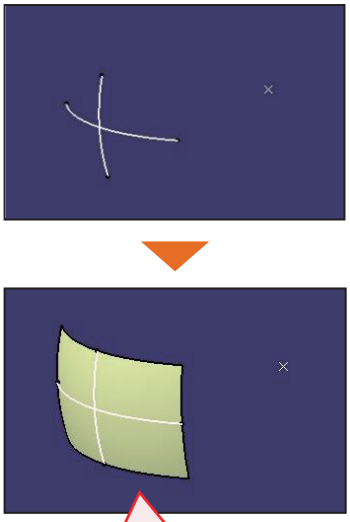




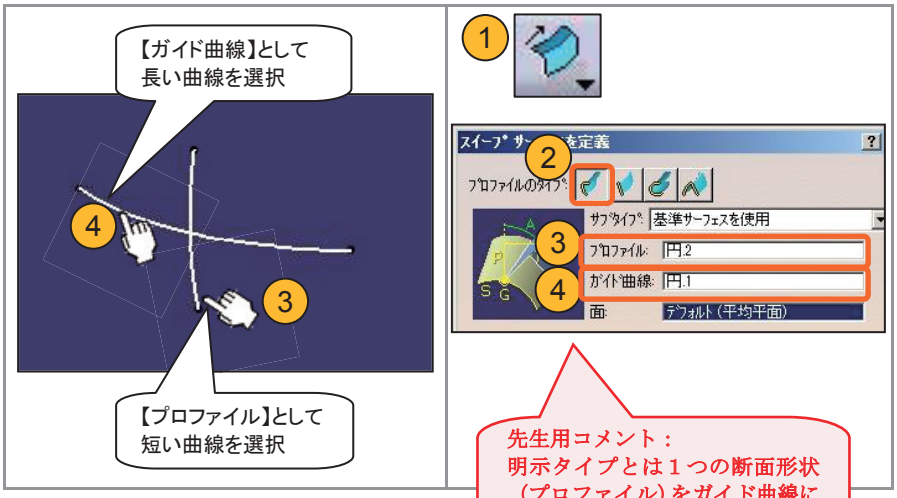


４ - ４　サーフェスで前面曲面を作成する

2つの円を使用し、【スイープ】の明示タイプでサーフェスを作成します。



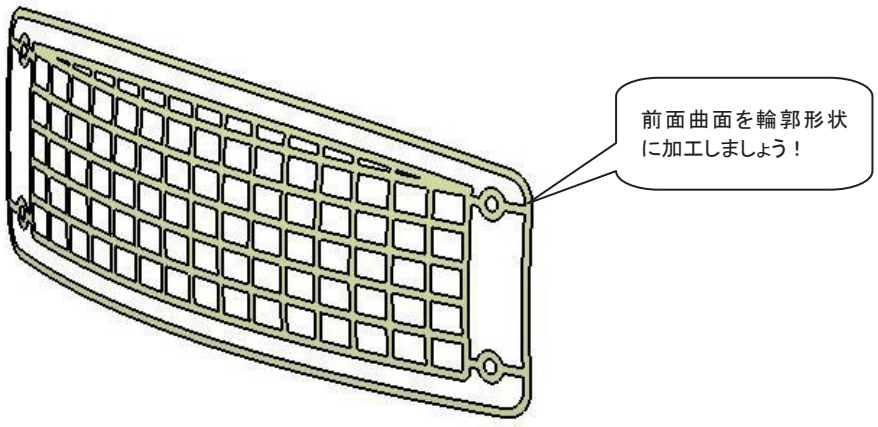
先生用コメント：
使用したワイヤーフレームは自動的に非表示になりません。必要に応じ手動で非表示にします。



先生用コメント：
明示タイプとは１つの断面形状（プロファイル）をガイド曲線に沿わせた軌跡のサーフェスです。

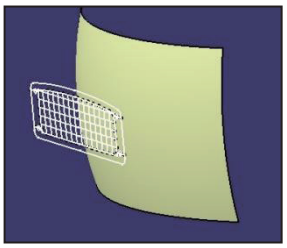
前面曲面の完成です！

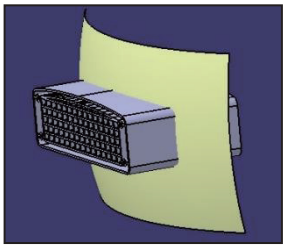
４ - ５　サーフェスで輪郭形状を作成する

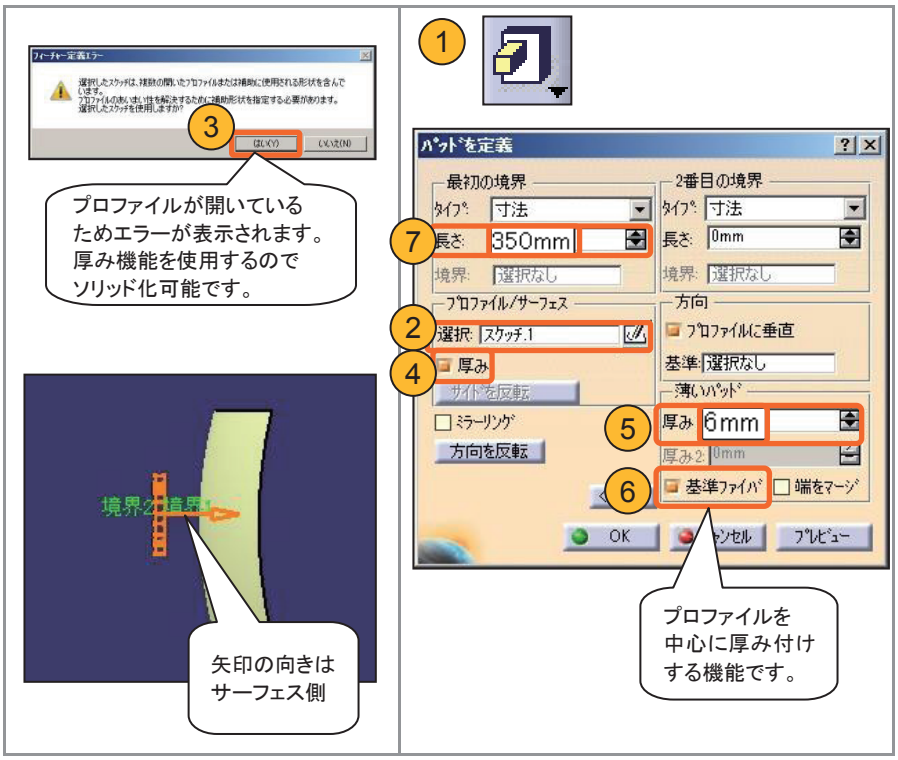


事前準備　【パート・デザイン】ワークベンチへ切り替え、
作業オブジェクトを「ボディー．２」へ切り替えます。

あらかじめ用意してあるスケッチをパッドで押出します。





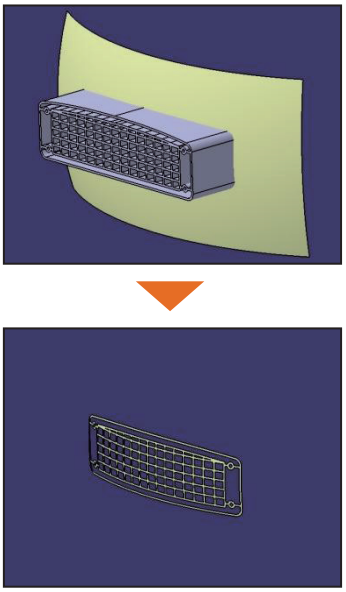


４ - ５　サーフェスで輪郭形状を作成する

事前準備　【ジェネレーティブ・シェイプ・デザイン】ワークベンチに切り替えます。

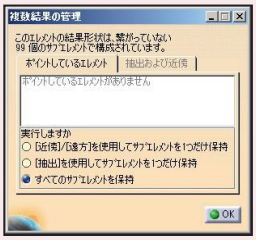
形状セット「Danmen」を挿入します。

ソリッドとサーフェスの【交差】を作成します。

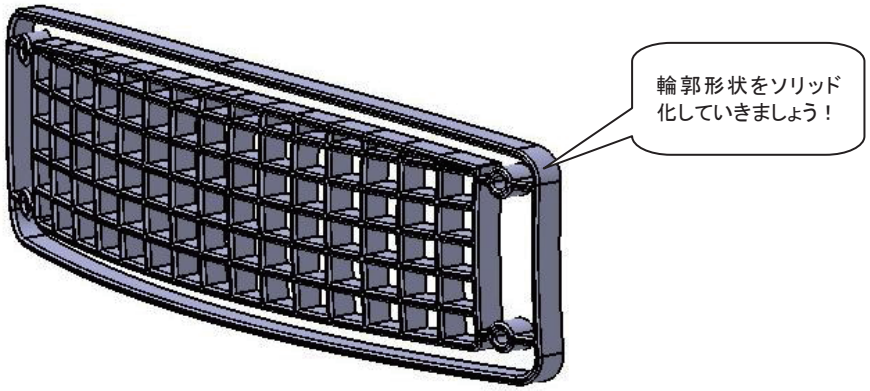


輪郭形状の完成です！

先生用コメント：
③で輪郭を選択してしまった場合、
OK 後「複数結果の管理」が表示されます。
その場合はすべての「サブエレメントを保持」
を選択し（または右上の×）、
ダブルクリックで修正します。

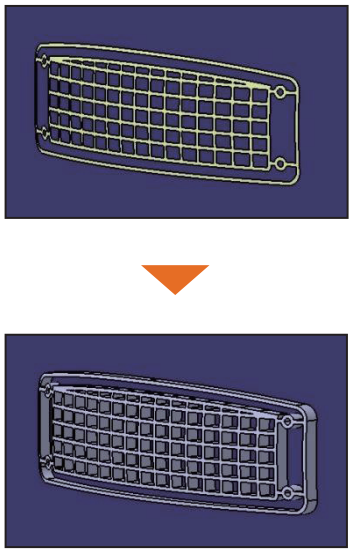


４ - ６　サーフェスからソリッドを作成する



事前準備　【パート・デザイン】ワークベンチに切り替え、新規ボディーを挿入します。

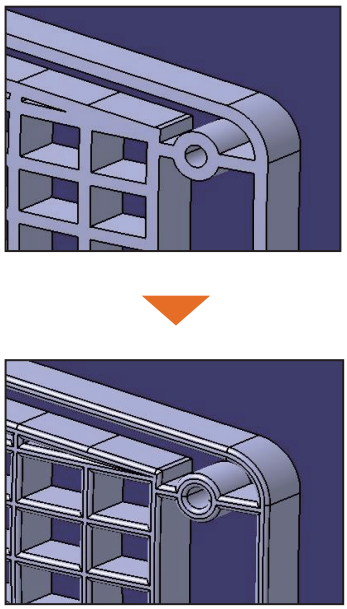
輪郭形状をパッドで押し出します。

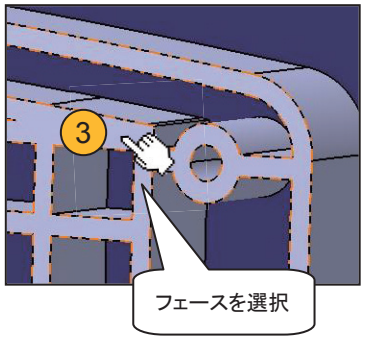


★POINT
スケッチ以外にもサーフェスやワイヤーフレームからソリッドを作成することができます。

４ - ６　サーフェスからソリッドを作成する

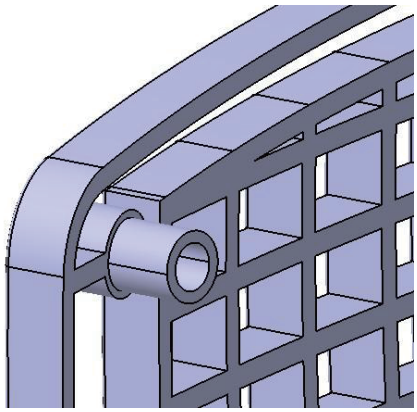
前面のエッジ部全体に【エッジフィレット】を作成します。





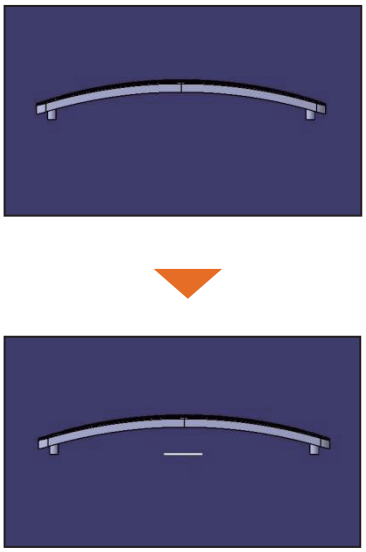
★POINT
フェースを選択すると
輪郭エッジにフィレット
が作成されます。

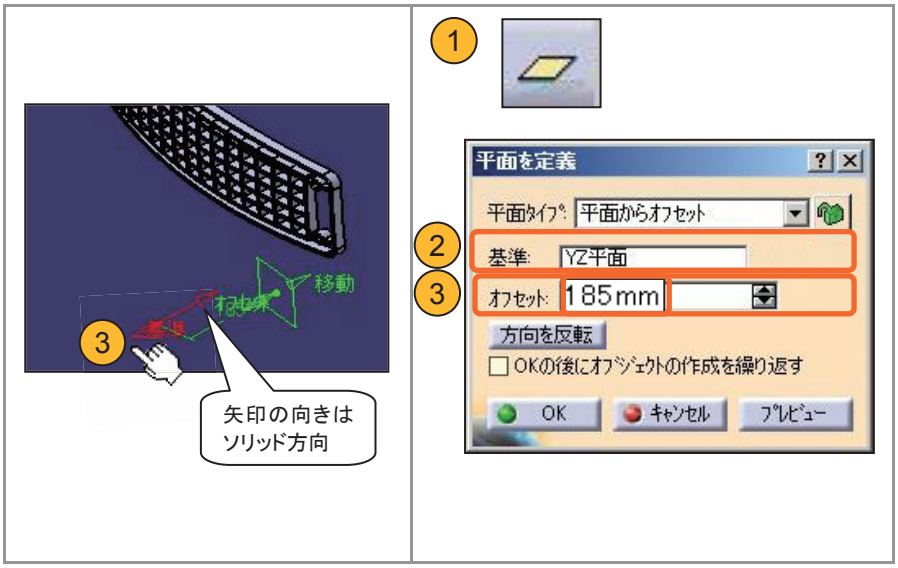
４ - ７　組み付けボスを作成



事前準備　形状セット「Danmen」を作業オブジェクトに設定します。

ボスのスケッチ形状を作成する平面を用意します。





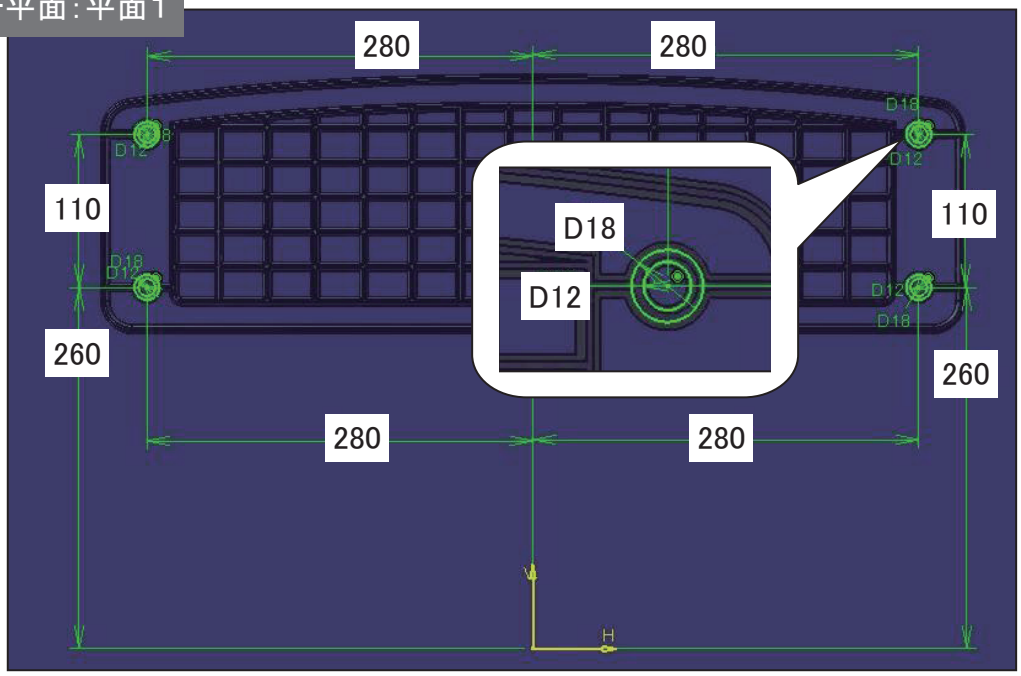
４ - ７　組み付けボスを作成

事前準備　作業オブジェクトを「ボディー．３」に設定します。

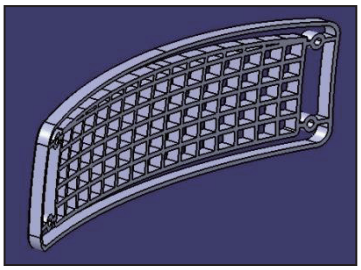
断面形状を作成します。

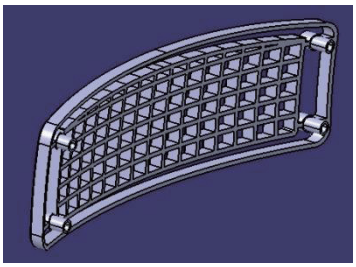
先生用コメント：
時間が不足している場合は事前準備されているスケッチを使用します。

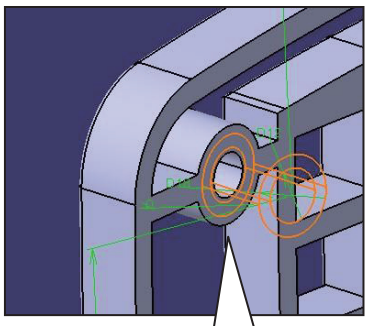
スケッチ平面：平面１



断面形状を【パッド】のタイプ【次まで】を利用して押し出します。

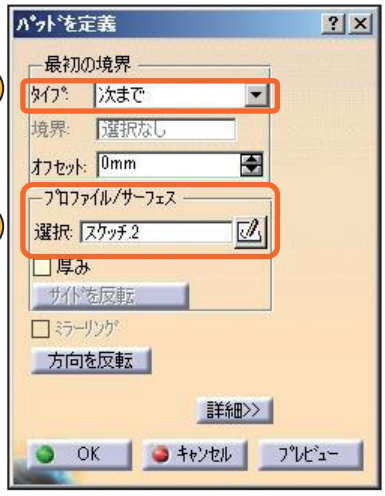






最初にぶつかるソリッドまでパッドが作成されます。

1

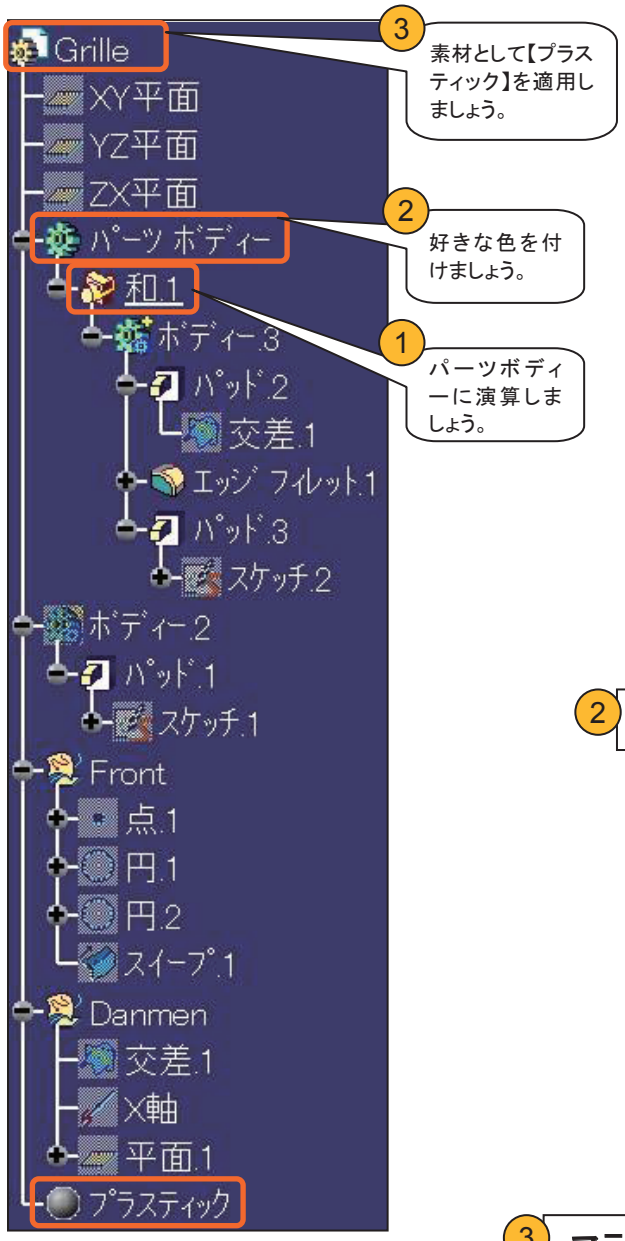


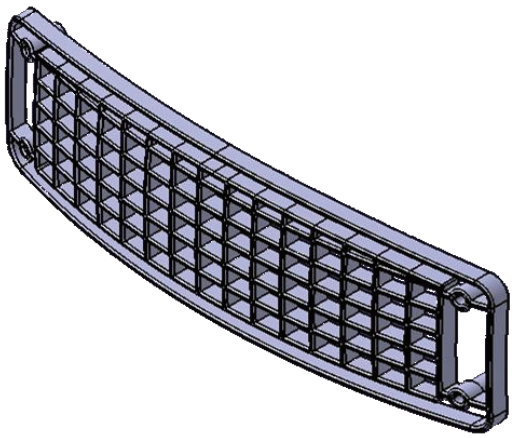
3

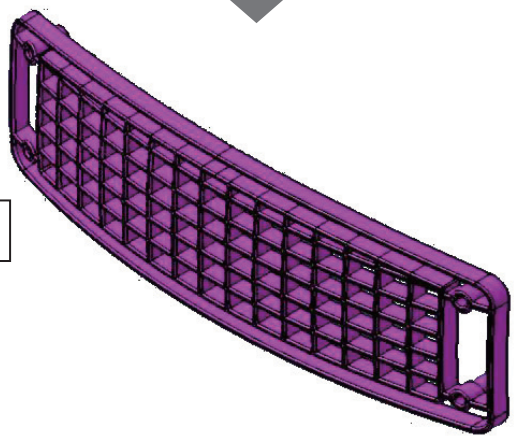
2

４ - ８　部品に色や素材をつける

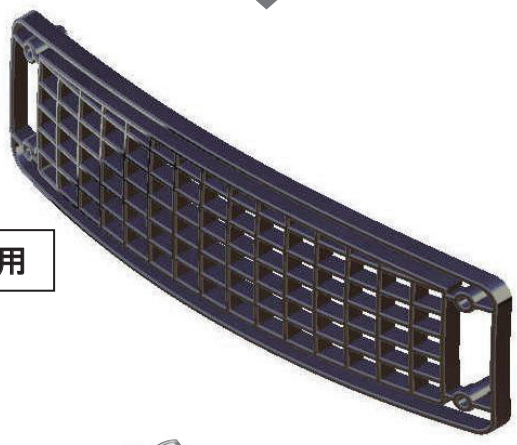
【プロパティ】から色、マテリアル素材をつけて、表示の切り替えを行います。







2 色付け



3 マテリアル適用

先生用コメント：
ファイルを保存します。
スタートアップファイルを使用しているので、ファイル名を変更して保存します。

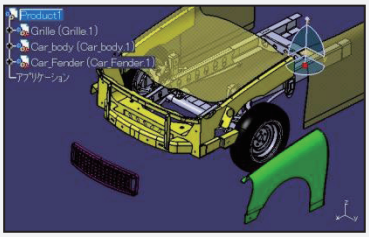
完成です！

STEP　5

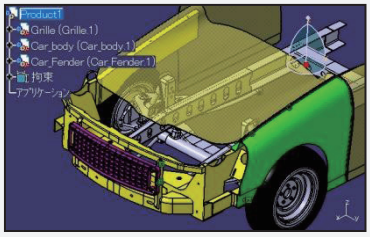
フェンダーとフロントグリルを車体に組み付ける

新規プロダクトファイルを作成

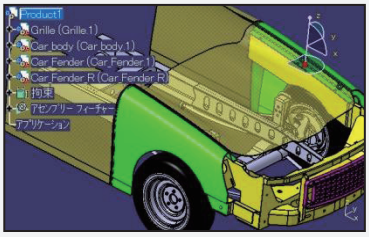
プロダクトファイルに部品を取り込む



部品の配置を決める



対称複写で反対側フェンダーを作成



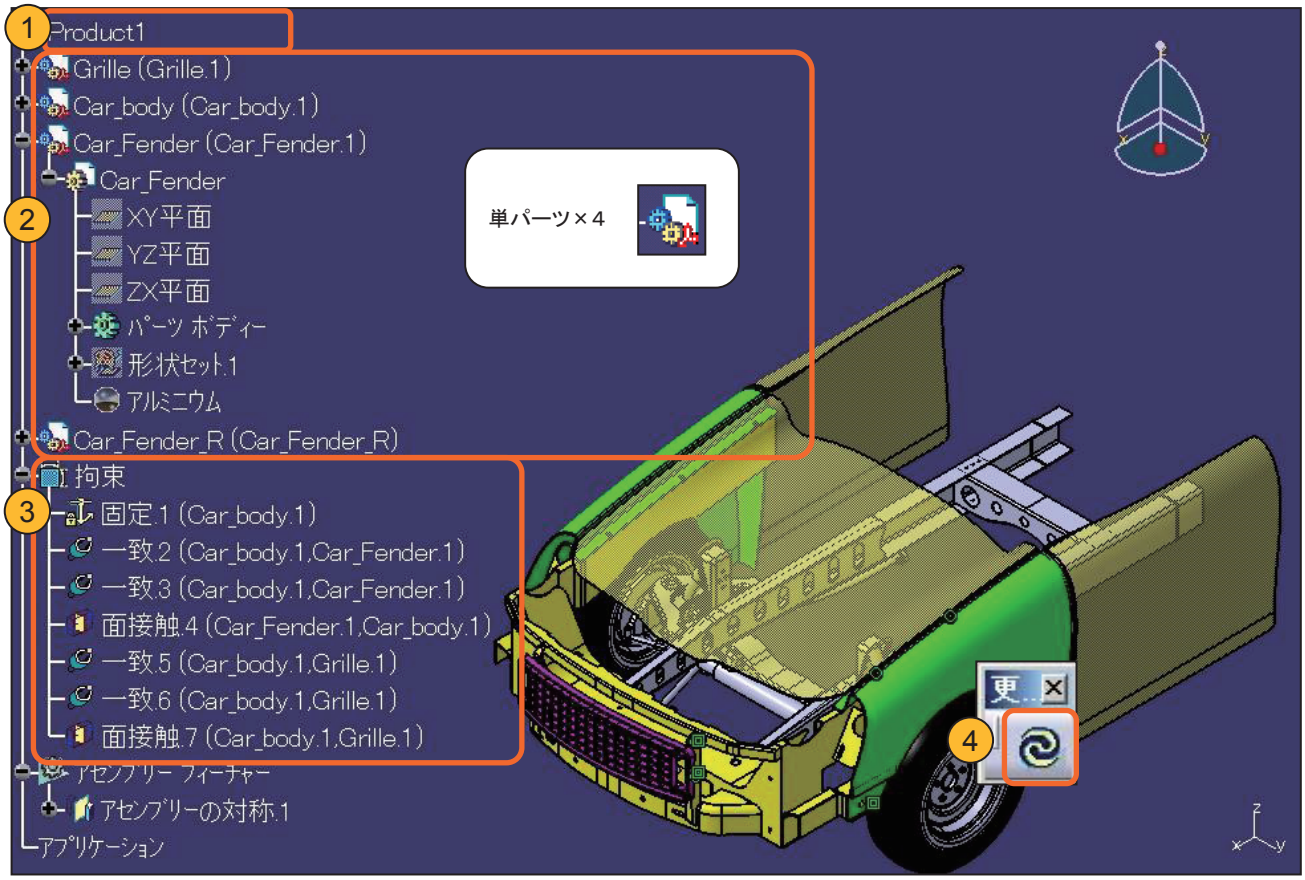
基準となる車体を固定 → コンパスで拘束を作成しやすい位置に部品を配置 → その他の部品に拘束を作成する

5 - 1　アセンブリーの基礎知識（基礎講座の復習）

アセンブリー画面について

プロダクトファイルは、どの部品を、いくつ、どの位置に、どんな拘束をつけて組み立てているかなどの情報を持つファイルです。

先生用コメント：
【アセンブリー】と【プロダクト】は同じ意味です。



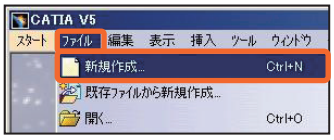
①	（トップ）プロダクト	複数の構成要素が含まれる集合体
②	構成要素 単パーツ サブプロダクト	プロダクトに組み込まれる、部品（単パーツ）、または部品群（サブプロダクト） （今回、サブプロダクトは使用しません。）
③	拘束	構成要素間の位置関係
④	すべて更新	構成要素の拘束が最新でない状態

５ - ２　新規プロダクトファイルを作成する

新規ファイルの作成方法は、次の3通りあります。

1　メニューバー【ファイル】から

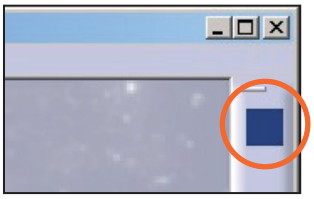
①メニューバー【ファイル】選択
⇒【新規作成】を選択



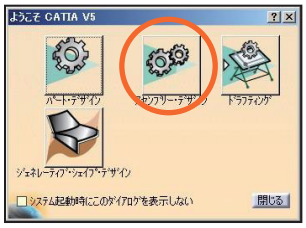
②ファイルの種類を選択し、【OK】を選択
（ここでは Product を選択）

2　ワークベンチアイコンから
（ようこそ CATIA V5 ウィンドウをカスタマイズしている場合）

①画面右上のワークベンチ
アイコンを選択



②アクセスしたいワークベンチを選択
（ここではアセンブリー・デザインを選択）



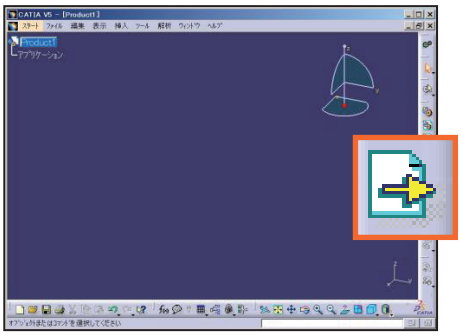
3　メニューバー【スタート】から

①メニューバー【スタート】を選択
⇒【メカニカル・デザイン】を選択
⇒アクセスしたいワークベンチを選択　（ここではアセンブリー・デザインを選択）

5 - 3　既存構成要素を挿入する

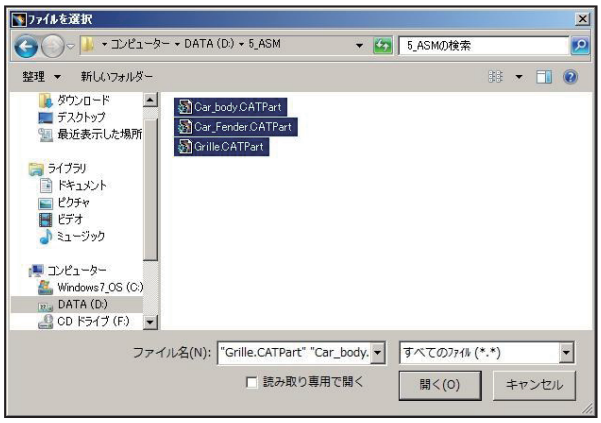
すでに作成済みの子部品（単パーツ）を取り込みます。

1 アイコンを選択
・画面右側のツールバーから、
【既存構成要素】アイコンを選択



2 挿入先を選択
・ツリーから、構成要素の
挿入先を選択
（ここでは TOP プロダクトを選択）

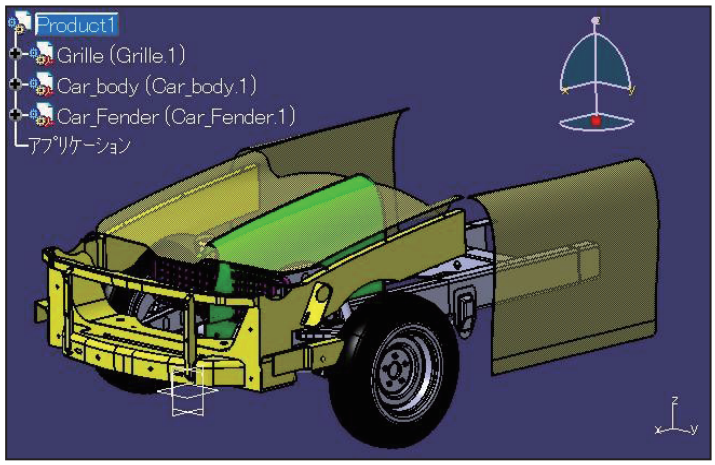
3 挿入するファイルを選択
・ファイル選択画面にて、挿入するファイルを選択
⇒【開く】をクリック



先生用コメント：
すべて重なった状態で挿入されます。
単パーツ/サブアセンブリーの原点が一致しているため。

挿入するファイル

- Car_body.CATPart
- Car_Fender.CATPart
- Grille.CATPart

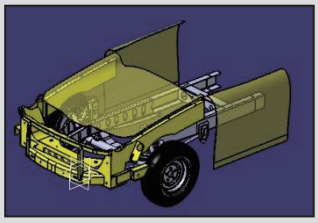


５ - ４　アセンブリー拘束を作成する

アセンブリー拘束を作成して、構成要素の位置決めをおこないます。

まず、基準となる構成要素を固定します。

Car_body.CATPart
の拘束

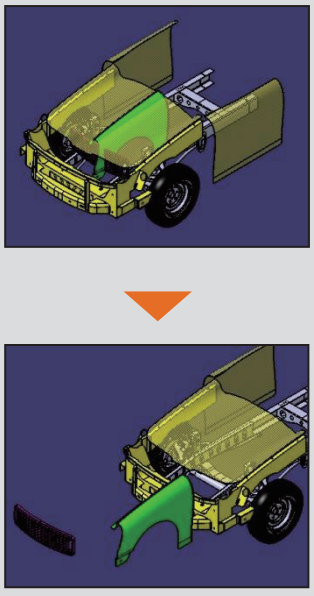


1 【構成要素を固定】
アイコンを選択

2 固定したい構成要素を選択

部品を組み立てやすくするため、重なった構成要素を展開し移動させます。

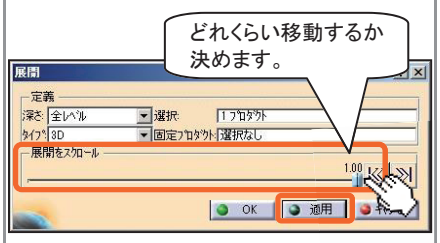
全体の移動



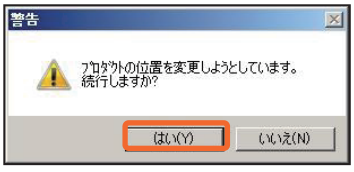
1 【展開】
アイコンを選択

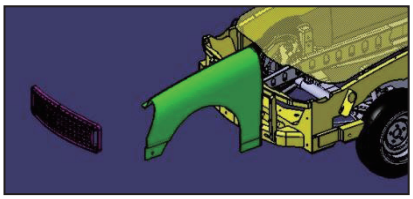
★POINT
アセンブリー全体を展開しながら移動することができます。

2 【適用】ボタンを選択後、
バーを移動



3 メッセージは【はい】を選択



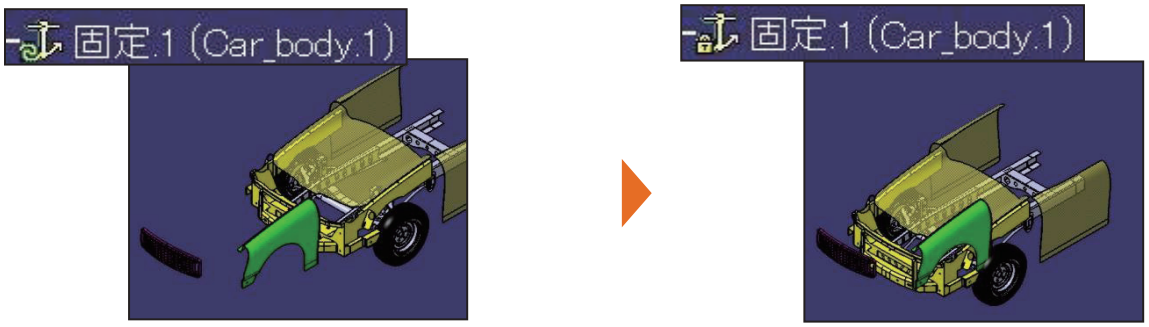


５ - ４　アセンブリー拘束を作成する

更新し固定拘束を反映させます。

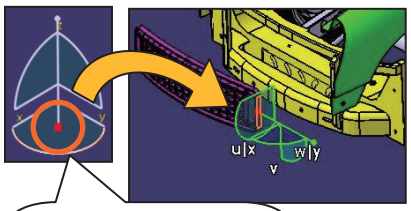
先生用コメント：
展開により固定した Car_Body も動いてしまったため固定した場所に戻します。

【すべて更新】アイコンを選択



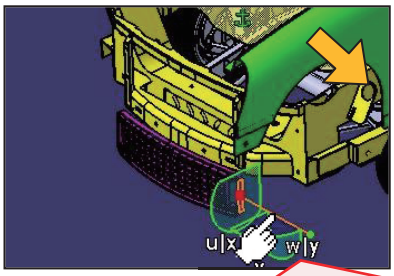
コンパスを使って構成要素を移動します。

1 コンパスの赤い四角をドラッグし、構成要素の上にドロップ

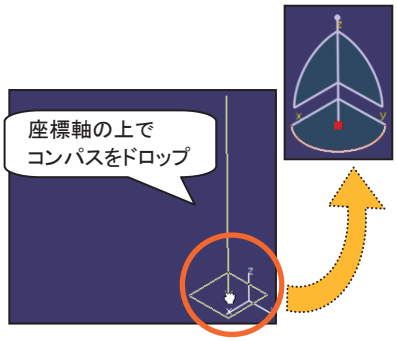


コンパスの赤い部分にカーソルをあわせると、カーソルが ✥ に変わります。

2 動かす構成要素を選択し、コンパス（緑色）の軸や円弧をドラッグして構成要素を配置

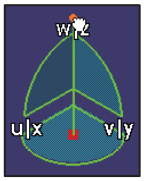
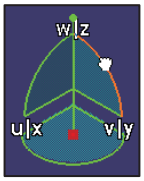
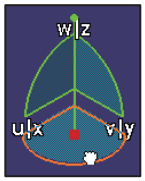
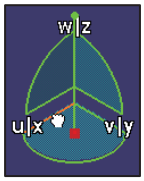


3 コンパスを画面右下の座標軸にドラッグ＆ドロップしてリセット



先生用コメント：
必ずコンパスが緑になっていることを確認します。
また、コンパスの場所ではなく選択している構成要素が動きます。

★POINT
コンパスのハイライトさせる位置により、移動や回転ができます。

移動	平面上を移動	回転	自由回転
			

５ - ４　アセンブリー拘束を作成する

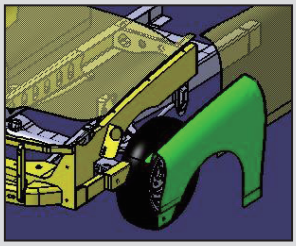
事前準備

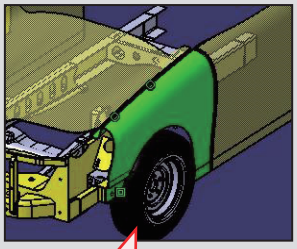
コンパスを使用して、構成要素を組み付けしやすい位置に移動します。

先生用コメント：
展開で動かしているので必須ではありません。

固定した構成要素との関連を持たせて、その他の部品に拘束を作成します。

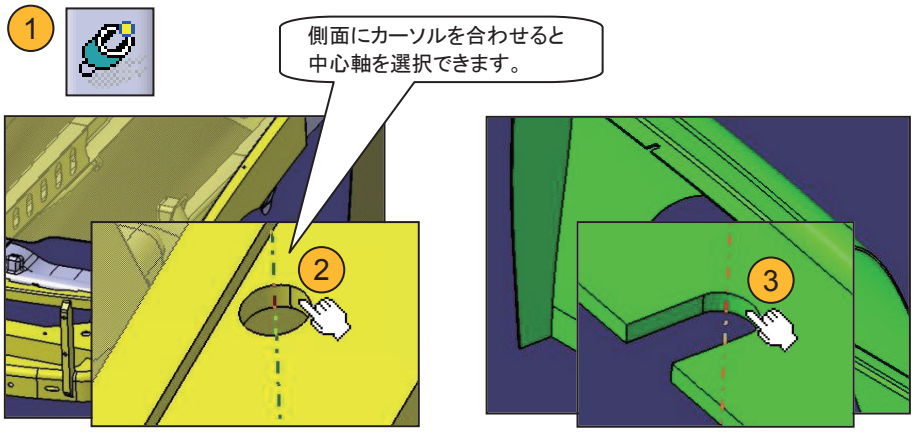
Car_body.CATPart
と
Fender.CATPart
の拘束



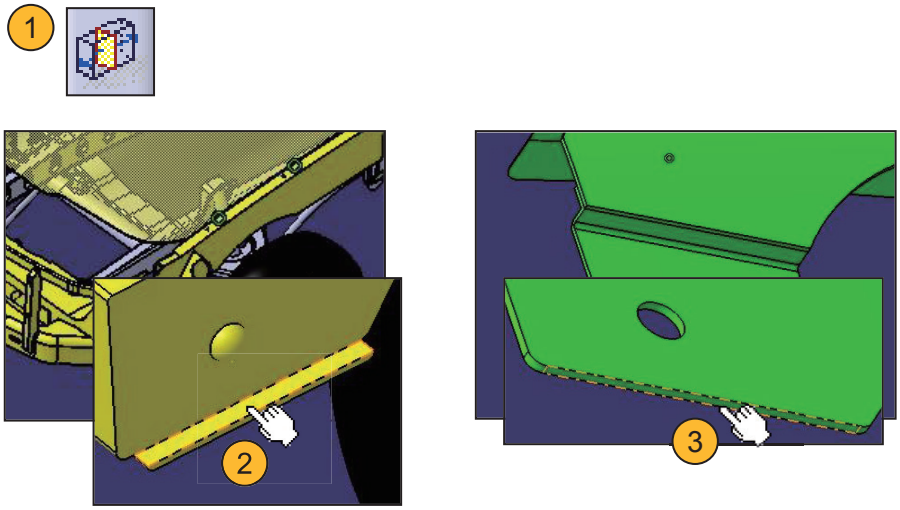


先生用コメント：
更新が手動になっている場合は【すべて更新】アイコンを選択しないと拘束が反映された状態にはなりません。

1 【一致拘束】
軸と軸の一致拘束を作成（2ヵ所）



2 【接触拘束】
フェースとフェースの面接触拘束を作成

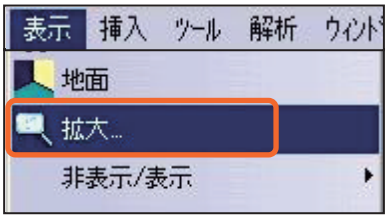


フェンダーの組み付けが完成です！

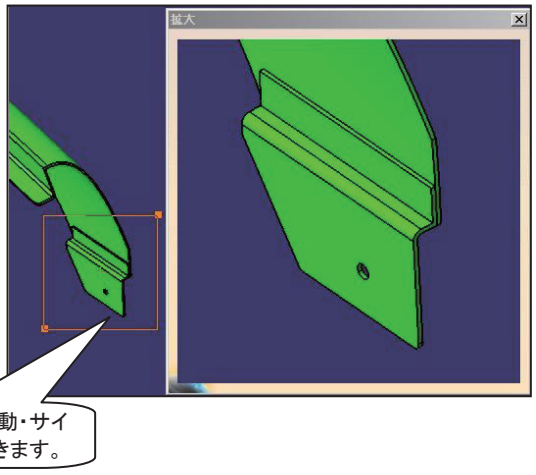
5 - 4　アセンブリー拘束を作成する

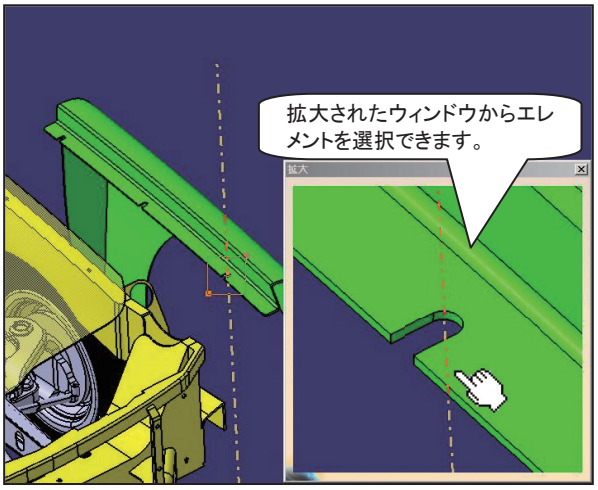
一部を拡大する方法

①メニューバー【表示】⇒【拡大】を選択



②拡大ビューポート内の要素がウィンドウに表示されます。

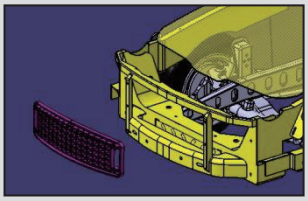


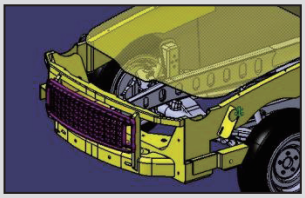


★POINT
モデル上で拡大縮小することなく効率よくエレメントを選択できます。

5 - 4　アセンブリー拘束を作成する

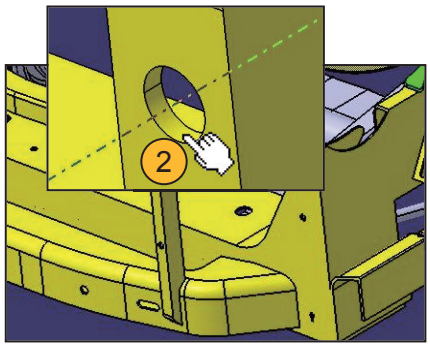
Car_body.CATPart
と
Grille.CATPart
の拘束

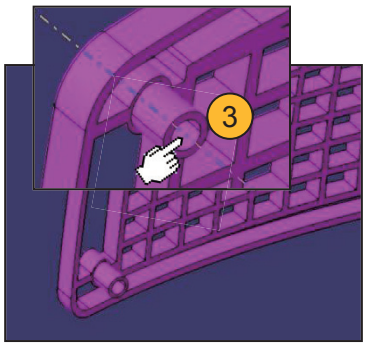




1 【一致拘束】
軸と軸の一致拘束を作成（2ヵ所）

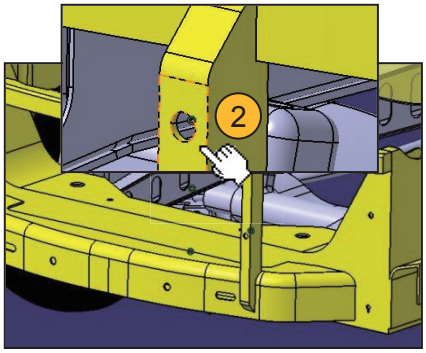
1

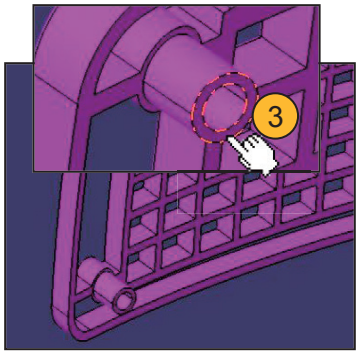




2 【接触拘束】
フェースとフェースの面接触拘束を作成

1



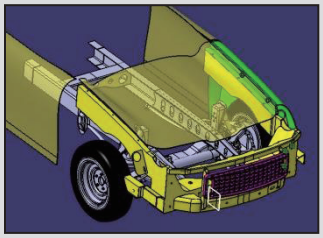


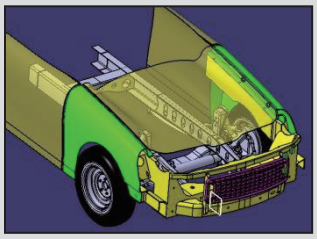
グリルの組み付けが完成です！

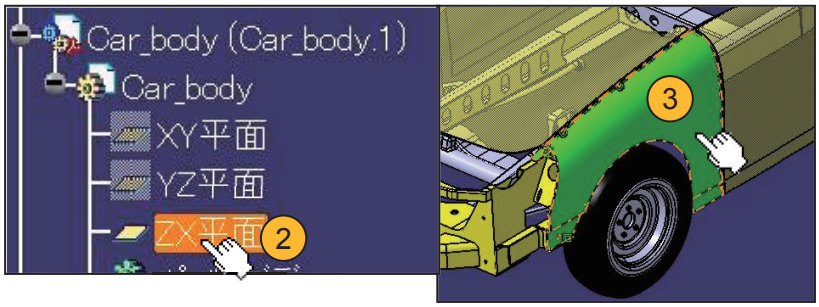
５ - ５　構成要素を対称複写する

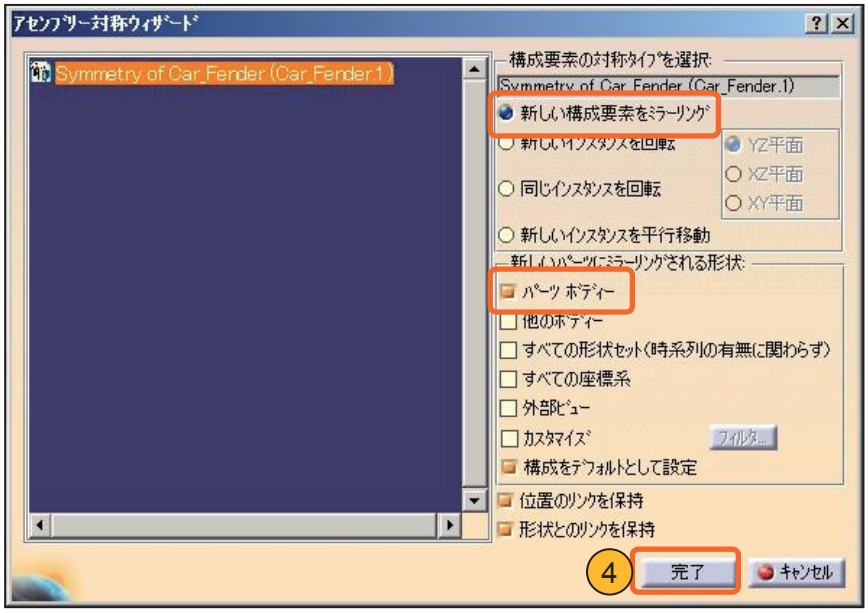
反対側のフェンダーを【対称】で作成します。

Fender.CATPart
の対称複写









先生用コメント：
結果を確認するためだけのウィンドウです。

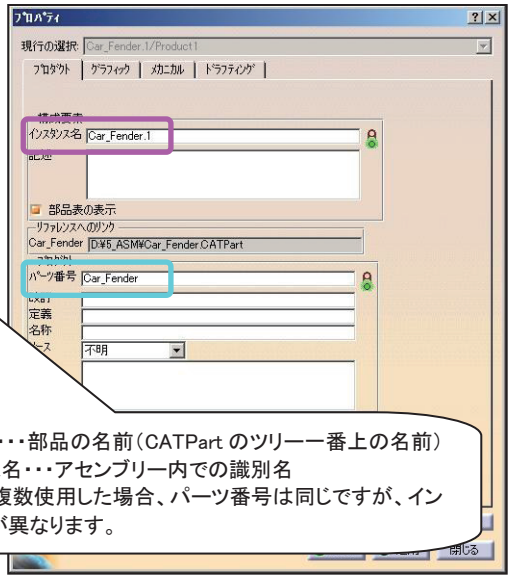
★POINT
対称複写すると全く新しい構成要素が作成され、同時に位置リンクと形状リンクが作成されます。

５ - ５　構成要素を対称複写する（基礎講座の復習）

構成要素の名称ついて

構成要素はパーツ番号やインスタンス名のほか、リンク情報などが含まれます。
ツリーに表示される構成要素名は、パーツ番号とインスタンス名で構成されています。

先生用コメント：
対称複写で作成された Car_Fender の名前は分かりづらいので名前を変えましょう！



パーツ番号・・・部品の名前（CATPart のツリー一番上の名前）
インスタンス名・・・アセンブリー内での識別名
同じ部品を複数使用した場合、パーツ番号は同じですが、インスタンス名が異なります。

ツリーの順番を【リオーダー】で変更します。

構成要素は挿入した順番にツリーへ格納されるため、必要に応じて順番を変更することができます。順番を変更しても、組み付けには影響はありません。

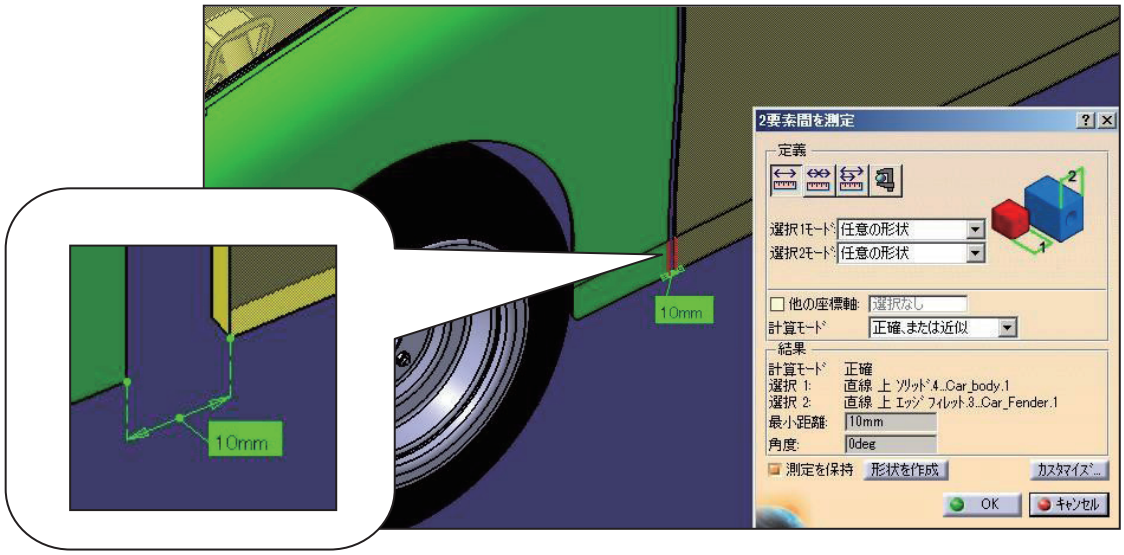
先生用コメント：
使い方の一例として、同一部品を固めて構成することで分かりやすくなります。

５ - ６　組立状態を検証する（部品間の距離チェック）

アセンブリー内で測定します。
【2要素間を測定】、【要素を測定】、【慣性を測定】はアセンブリーワークベンチでも行えます。

1

詳細は P41～44 参照

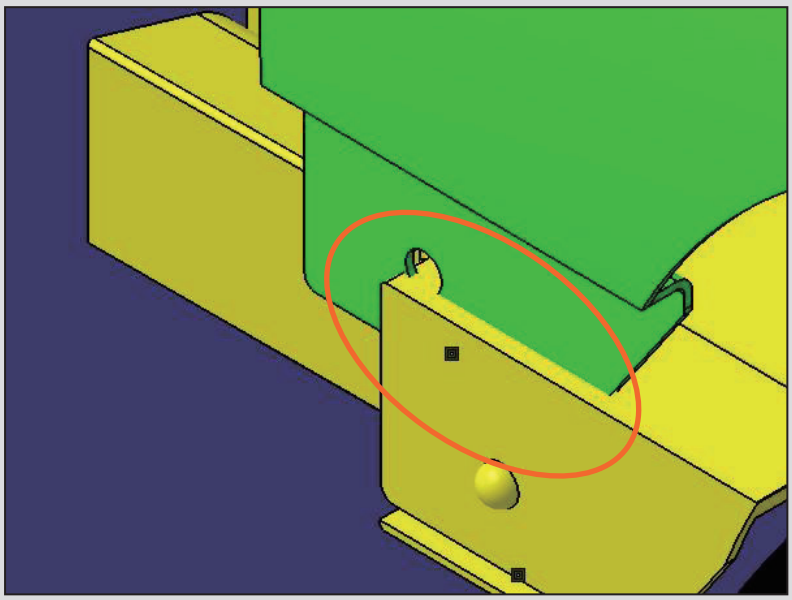


測定結果を保持するとアプリケーションの中に保存されます。

５ - ６　組立状態を検証する（部品間の干渉チェック）

構成要素どうしが干渉していないか解析します。

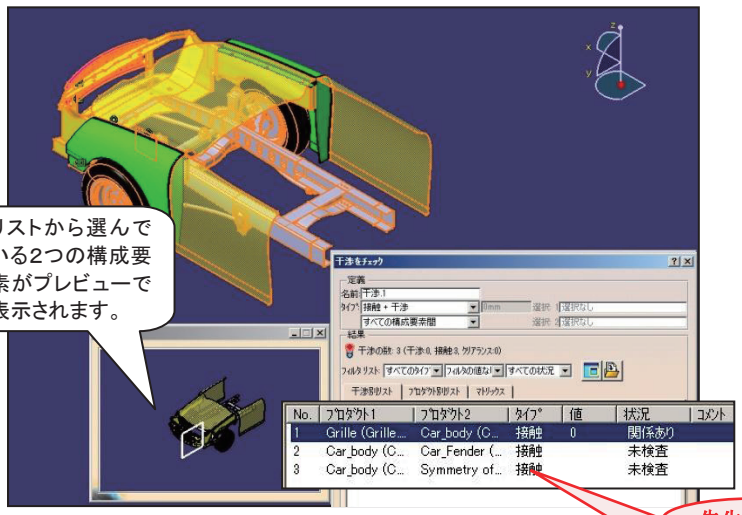
干渉とは構成要素が他の構成要素に侵入している状態です。
（実際の製品ではありえない状態）



5 - 6　組立状態を検証する（部品間の干渉チェック）

① 【干渉】アイコンを選択

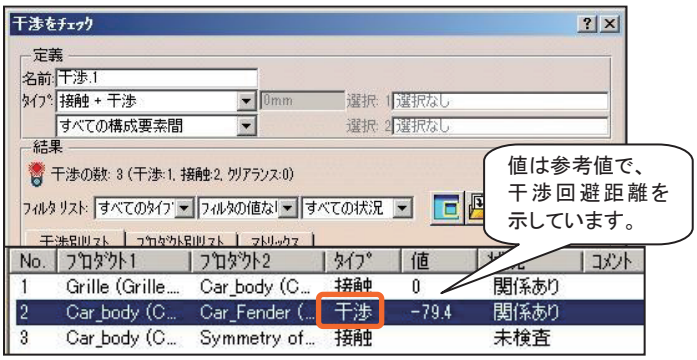
先生用コメント：
【OK】すると解析結果が表示されずに終了するので必ず【適用】を選択しましょう。



リストから選んでいる2つの構成要素がプレビューで表示されます。

先生用コメント：
干渉の結果だけではなく、接触の結果も表示されます。接触拘束を作成したり、面どうしが一致していると接触です。（隙間 0mm）

＜干渉している場合＞

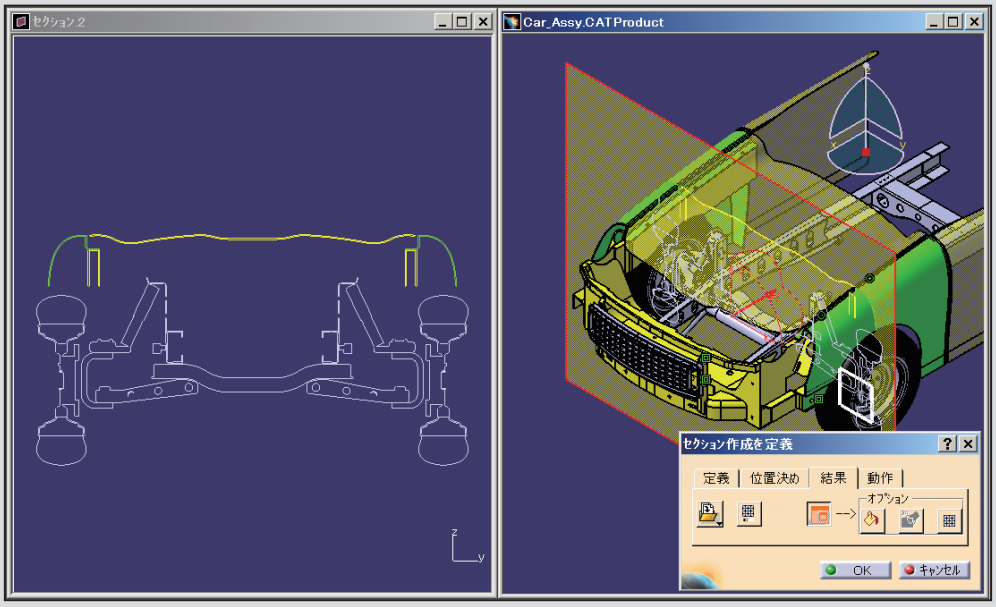


値は参考値で、干渉回避距離を示しています。

【OK】で結果がアプリケーションに保存されます。ダブルクリックで再度結果を確認できます。

５ - ６　組立状態を検証する（断面を利用した隙間の確認）

断面を作成し、部品間の干渉がないか検証します。



５ - ６　組立状態を検証する（断面を利用した隙間の確認）

事前に断面を確認したい箇所に平面を作成します。

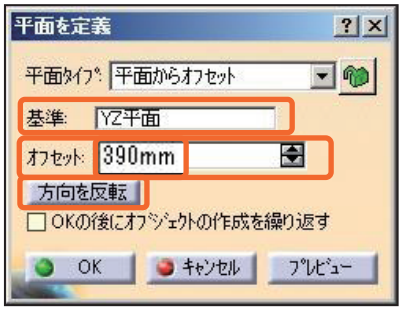
1　活動化の切り替え

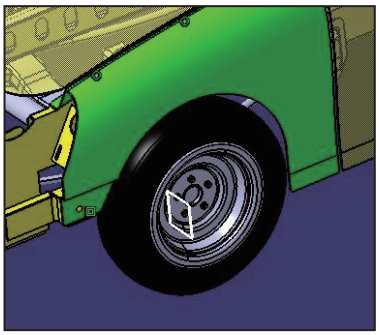
先生用コメント：
ツリー上だけではなく、直接エレメントをダブルクリックしても活動化は変わります。アセンブリーでは活動化を切り替えたいときのみダブルクリックしましょう。

★POINT
アセンブリーワークベンチでは平面は作成できないので構成要素内に作成します。

★POINT
青いハイライトを「活動化」といいます。アセンブリーは活動化直下が操作対象です。

2　タイヤの中心を通る平面を作成





５ - ６　組立状態を検証する（断面を利用した隙間の確認）

3　プロダクトを活動化へ切り替え

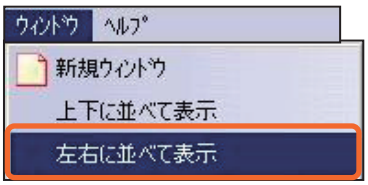
★POINT
平面を作成したのでアセンブリーに戻ります。

５ - ６　組立状態を検証する（断面を利用した隙間の確認）

作成した平面での断面を検証します。

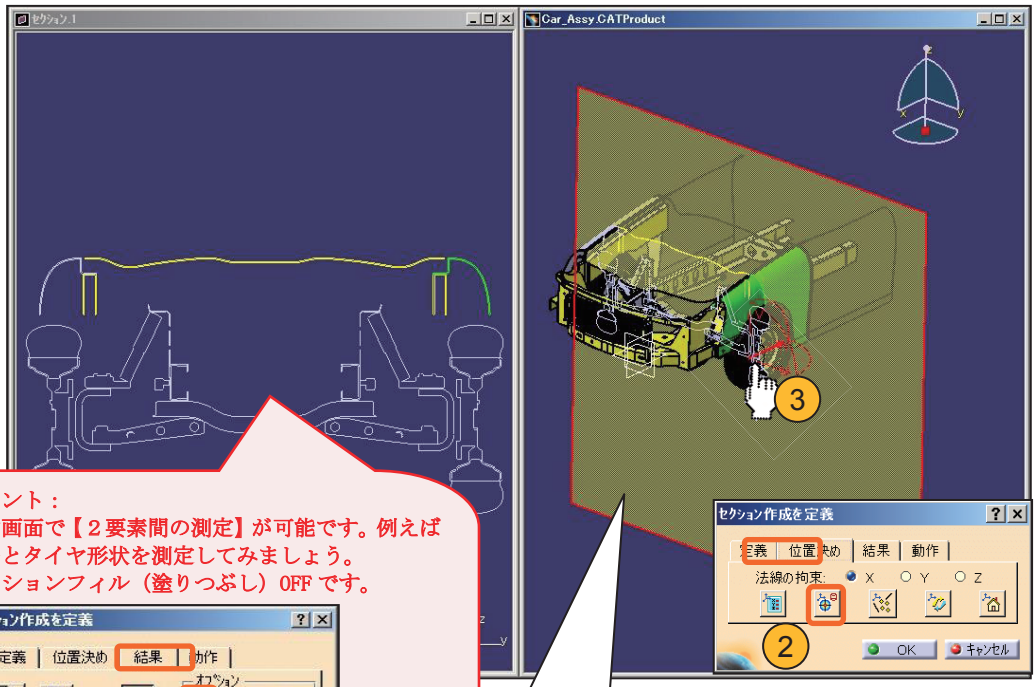
1

アイコン選択後、メニューバー【ウィンドウ】⇒
【左右に並べて表示】を選択すると見やすいです。



★POINT
3次元モデルと断面形状が
同時に表示されます。

【位置決め】タブ⇒【形状ターゲット】アイコンを選択後、作成した平面を選択



先生用コメント：
セクション画面で【２要素間の測定】が可能です。例えば
フェンダーとタイヤ形状を測定してみましょう。
画面はセクションフィル（塗りつぶし）OFF です。

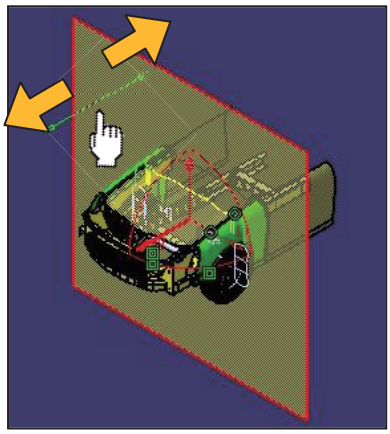
黄色い平面をドラッグして断面
を移動することもできます。
（詳細は次ページ）

【OK】で結果がアプリケーション
に保存されます。ダブルクリック
で再度結果を確認できます。

5 - 6　組立状態を検証する（断面を利用した隙間の確認）

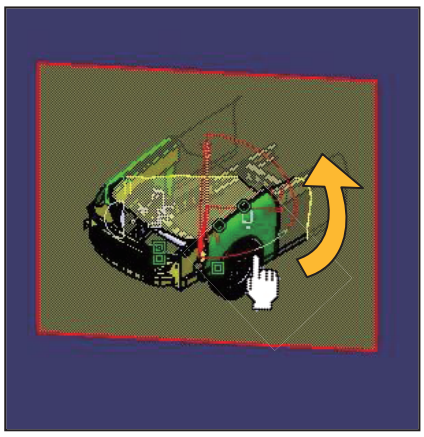
断面の移動方法

平行移動

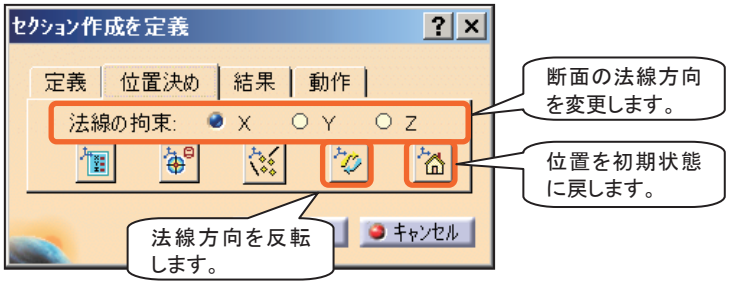


平面上（黄色の面）にカーソルを移動しドラッグ

回転移動



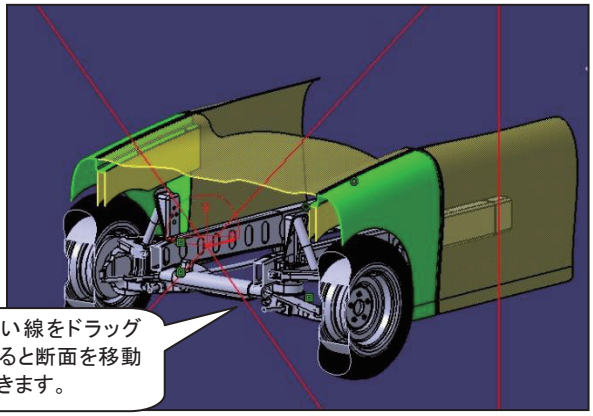
中央の赤色の円弧上をドラッグ



3次元上で断面を確認するとき

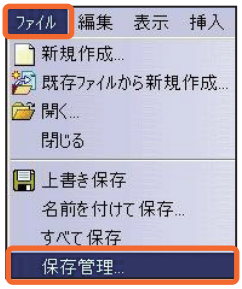
【ボリューム切断】ボタンを選択

3次元上で断面が表示されます。

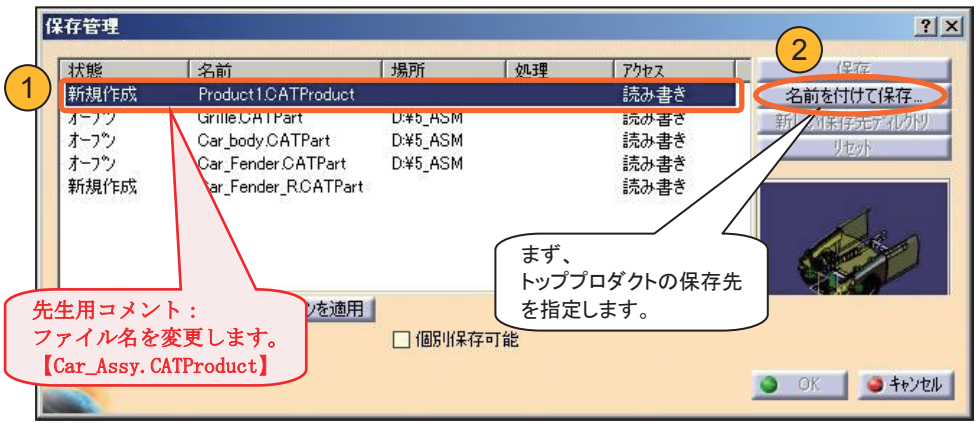


5 - 7　アセンブリーファイルを保存する

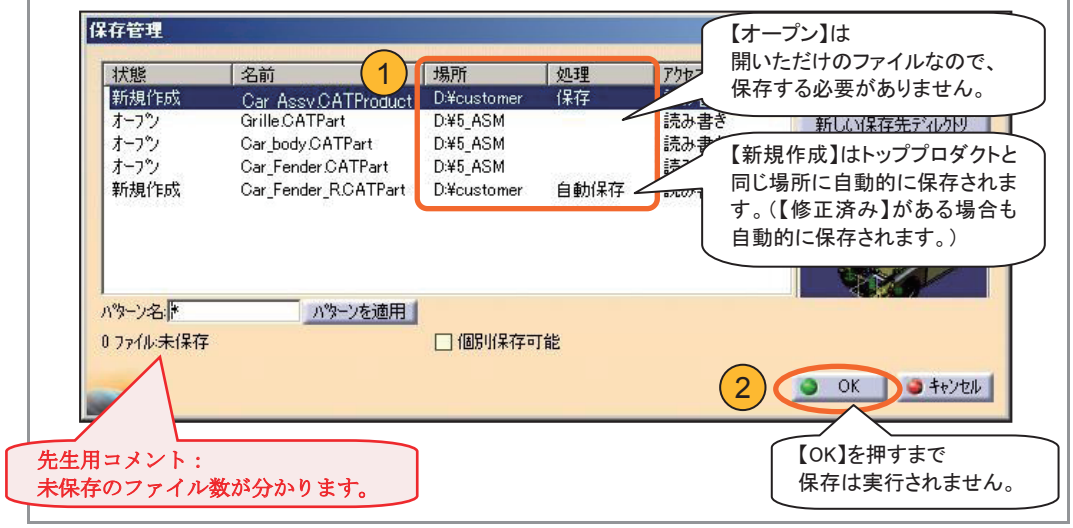
【保存管理】は、ファイルを一覧表示し、保存先を管理しながら一括保存できる機能です。アセンブリーでは、Product ファイルと Part ファイルのリンクが発生するため、必ず【保存管理】で保存します。



1　トッププロダクトを、【名前を付けて保存】で保存
①トッププロダクトのファイルを選択
②【名前を付けて保存】ボタンを押す　③保存先を指示



2　【OK】で保存の実行
①新規作成された子部品が【自動保存】になっていることを確認
②【OK】ボタンを押す



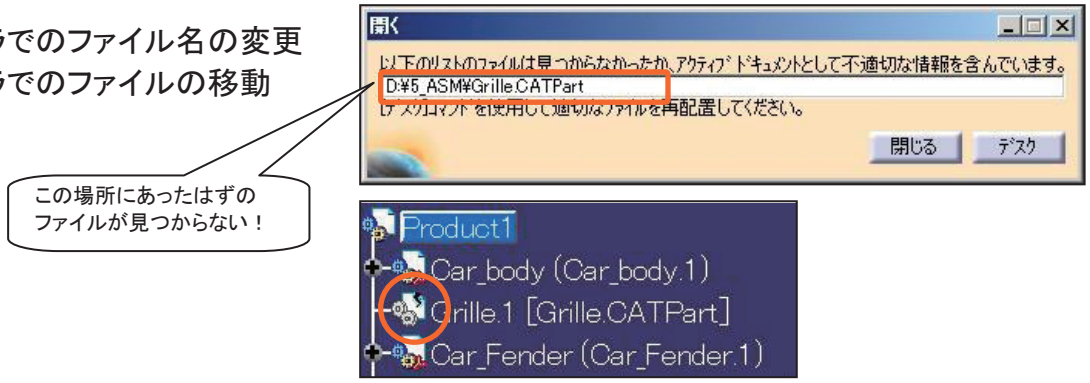
組み立て完成です！

５ - ８　ファイル間のリンクを確認する

構成要素のリンクが壊れる原因について

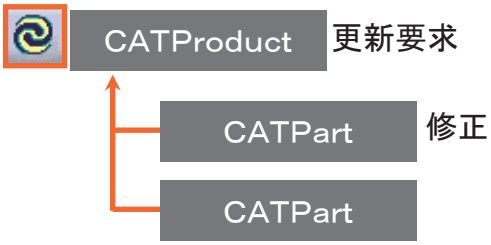
注意！　これらの操作は、【保存管理】を使っておこないます。

・エクスプローラでのファイル名の変更
・エクスプローラでのファイルの移動



メニューバー【ファイル】⇒【デスク】からファイルのリンクを確認する方法

【補足】<リンク関係を持つ子部品を修正した場合のトッププロダクトへの影響について>
子部品を変更した場合は、
必ずトッププロダクトを更新・保存する
必要があります。



☆まとめ　保存ファイル取り扱い時の注意事項

ファイル間のリンクを壊さないようにするため、以下の注意を守ってファイルを取り扱いましょう。

注意　1
ファイル名やフォルダ名に、2バイト文字（日本語文字や全角英数字）を使用しない！

注意　2
Windowsエクスプローラから、
「ファイルの移動」や「ファイル名の変更」をおこなわない！

注意　3
リンク関係を持つファイルを保存する場合は、必ず【保存管理】を使って保存する！

注意　4
リンク関係を持つファイルに修正を加えた場合は、
リンク先の他のファイルにも影響があることを忘れずに！

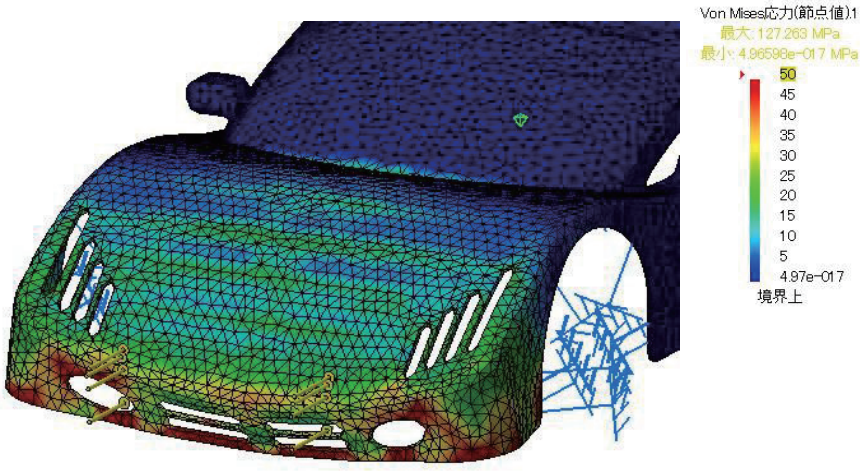
STEP 6

シー エー イー
C A E とは？

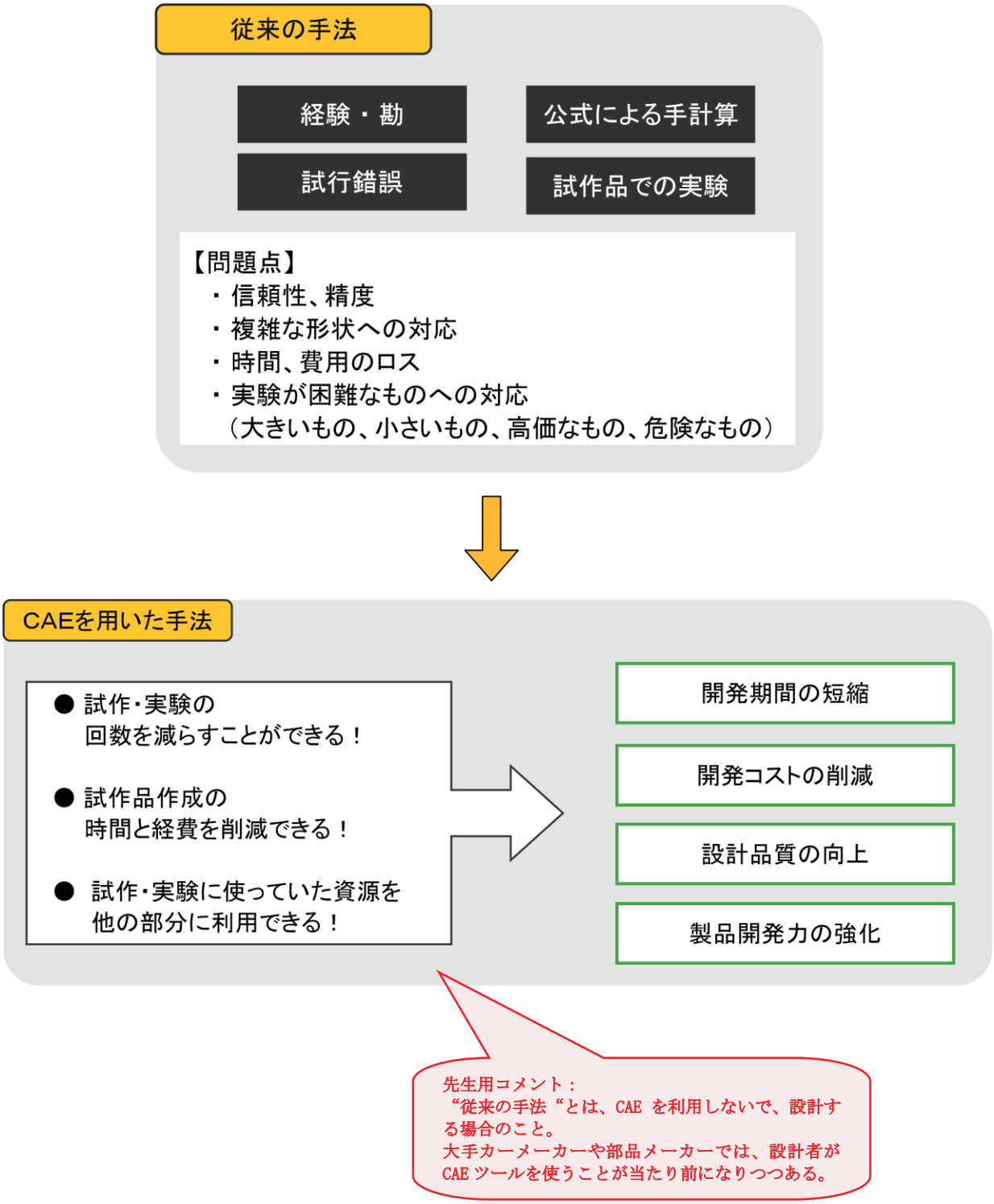
CAE（Computer Aided Engineering）は、
コンピュータ上での仮想実験を実現する技術手法です

設計・開発の段階において、
実際の使用時に起こると推定される様々な物理現象（力、熱、振動など）を
コンピュータ上でシミュレーションすることにより、
製品の性能や問題点を事前に予測することができます。

また、昨今は CAE ソフトが安価になったり、コンピュータ性能の向上や、操作方法などの取り扱いが簡易化され、多くの企業で導入が進んでいます。

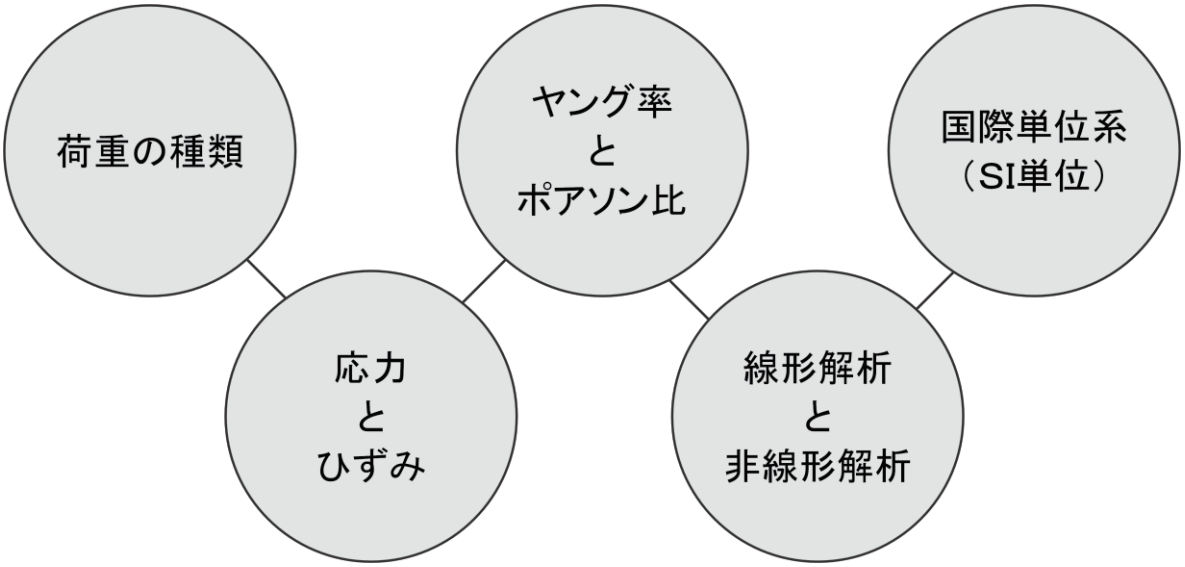


6 - 1　ＣＡＥのメリット


従来の手法
経験・勘
公式による手計算
試行錯誤
試作品での実験
【問題点】
・信頼性、精度
・複雑な形状への対応
・時間、費用のロス
・実験が困難なものへの対応
（大きいもの、小さいもの、高価なもの、危険なもの）
CAEを用いた手法
● 試作・実験の
回数を減らすことができる！
● 試作品作成の
時間と経費を削減できる！
● 試作・実験に使っていた資源を
他の部分に利用できる！
開発期間の短縮
開発コストの削減
設計品質の向上
製品開発力の強化
先生用コメント：
“従来の手法“とは、CAE を利用しないで、設計する場合のこと。
大手カーメーカーや部品メーカーでは、設計者がCAE ツールを使うことが当たり前になりつつある。

STEP 7

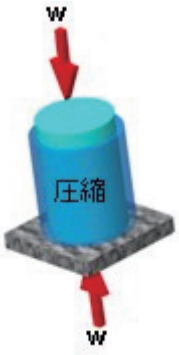
材料力学の基礎知識



7 - 1　荷重の種類

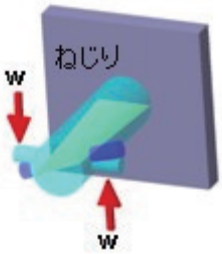
【引張り荷重】

【圧縮荷重】

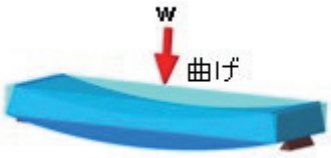


【座屈荷重】

【ねじり荷重】



【曲げ荷重】



【せん断荷重】

7 - 2　応力とひずみ

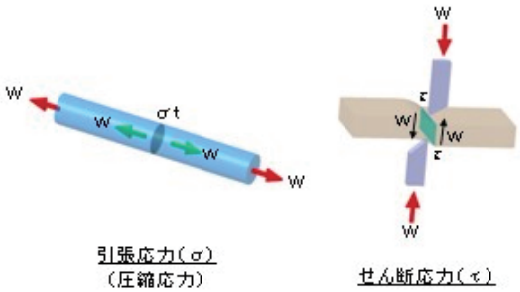
応力とは？

・荷重を受けた物体内部には、加えられた荷重と反対向きで大きさが等しい抵抗力がはたらきます、この抵抗力のことを、「応力」といいます。

応力

応力　＝　荷重　／　断面積

σ・τ（Mpa）＝　W（N）　／　A（mm2）



【補足】
応力は、引張り力などによって材料内の原子間隔が広がることにより発生します。

外力を取り除くと原子は元の位置に戻り、力を加える以前の形状に復元します、これを、「弾性変形」と呼びます。

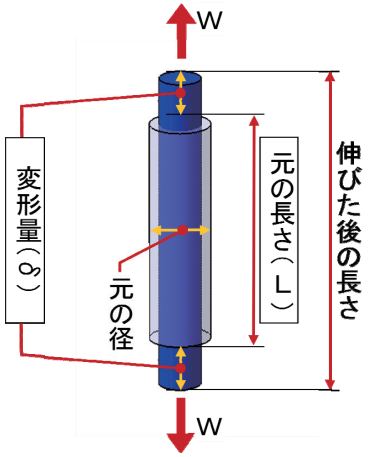
ひずみとは？

・荷重を受けて応力が発生すると、モデルは変形します。
・この変形の元の状態に対する度合いのことを、「ひずみ」といいます。

ひずみ

ひずみ　＝　変形量　／　元の長さ

ε　＝　δ（mm）　／　L（mm）



【補足】
ひずみには、以下の3つがあります。

- 引張りひずみ
- 圧縮ひずみ
- せん断ひずみ

7 - 3　ヤング率とポアソン比

ヤング率（縦弾性係数）とは？

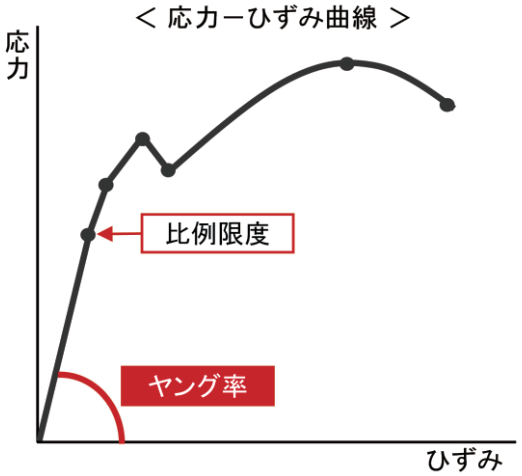
・比例限度内における垂直応力と縦ひずみの比例定数のことを、「ヤング率」といいます。
（応力−ひずみ曲線図の傾き）

ヤング率

ヤング率 ＝ 垂直応力 ／ 縦ひずみ

E（Mpa） ＝ σ（Mpa） ／ ε

＜ 応力ーひずみ曲線 ＞



【補足】
ヤング率は、材料が持つ特有の値です。
ヤング率により、材料の強弱を知ることができます。

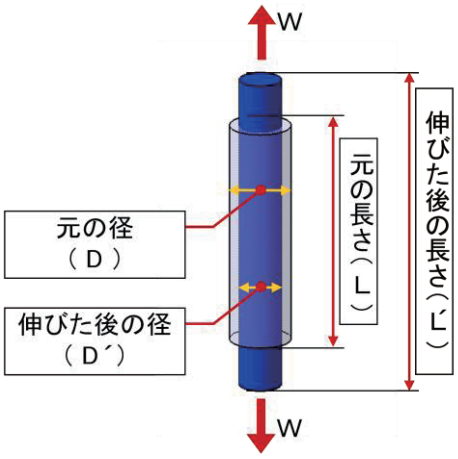
ポアソン比とは？

・引張り荷重または圧縮荷重をかけた時の縦ひずみと横ひずみの割合のことを、「ポアソン比」といいます。

ポアソン比

ポアソン比 ＝ 横ひずみ ／ 縦ひずみ

ポアソン比 ＝ ε’（%） ／ ε（%）



$$縦ひずみ\ (\varepsilon) = \frac{L' - L}{L}$$

$$横ひずみ\ (\varepsilon') = \frac{D' - D}{D}$$

【補足】
ポアソン比は、
応力が比例限度以内ならば、一定の値をとります
- ●大半の金属　：　0.25〜0.35
- ●体積が変化しない場合
  （液体のような場合）　：　0.5

7 - 4　線形解析と非線形解析

「線形解析」と「非線形解析」の違いについて

線形解析　※CATIAV5 で可能な解析

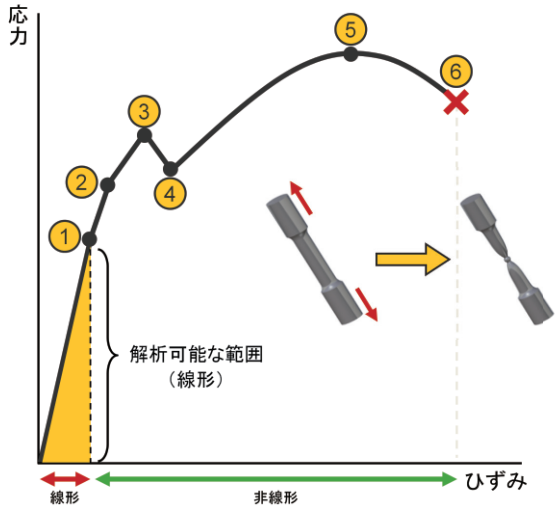
- 応力とひずみ（荷重と変位）が比例関係の範囲
- 微小変形内
- 弾性解析
  荷重（外力）を取り除くと、元の形状に戻るもの
- 静解析
  荷重のスピードは、極限にゆっくり付加

先生用コメント：
一般的に、線形領域は設計者が使います。
非線形領域は高度な知識が必要とされ、解析専任者が行う領域に定着しつつあります。

非線形解析

- 線形領域以外の範囲
- 大変形
- 塑性解析
  荷重（外力）を取り除いても、元の形状に戻らないもの
- 超弾性材料（ゴムなど）
- 摩擦を考慮した接触
- 衝撃荷重・落下など

＜ 応力ーひずみ曲線 ＞（金属の一例）



①	比例限度	応力とひずみが比例関係にある領域における最大の応力
②	弾性限度	永久ひずみを生じることなく材料にかけられる最大の応力
③	上降伏点	応力の増加がほとんどないまま、急にひずみが増して永久ひずみとなる時の最大の応力
④	下降伏点	応力の増加がほとんどないまま、急にひずみが増して永久ひずみとなる時の最小の応力
⑤	極限強さ	物体が破壊されるまでに受ける最大の応力のこと
⑥	破断点	物体が破壊される点

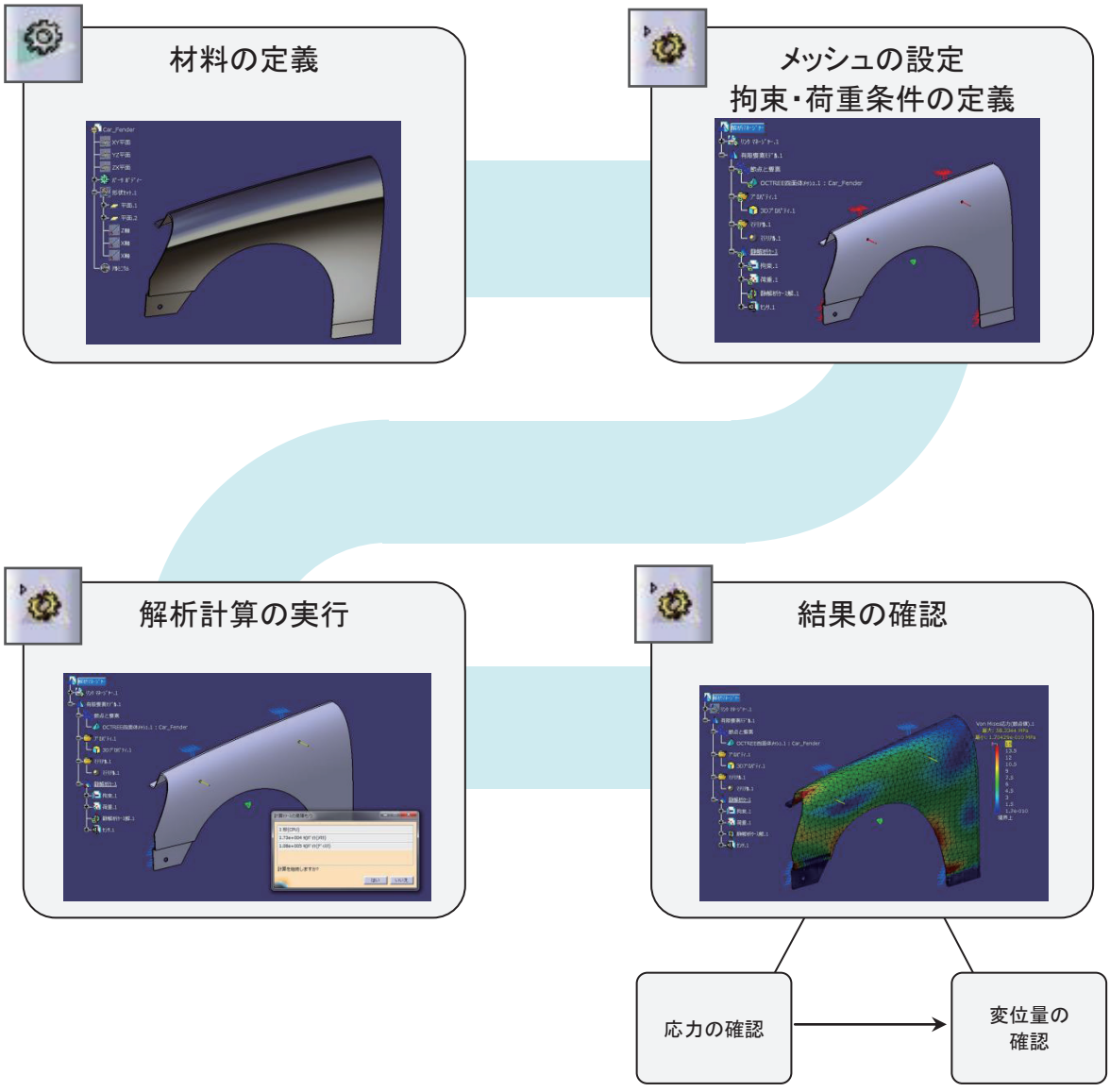
７ - ５　国際単位系（ＳＩ単位）

国際単位系（SI）は、国際的に単位を統一するために採択された単位制度です
ここでは、材料力学で使うSI単位の、代表的なものをご紹介します。

量	単位の名称	単位記号	換算
力	ニュートン	N	1N＝0.101972 kgf
応力	パスカル	Pa （＝N/m2）	1Pa＝0.101972 kgf / m^2 1MPa＝0.101972 kgf / mm^2 1 kgf / m^2 ＝9.80665 Pa
圧力	パスカル	Pa	1Pa＝0.101972 kgf / m^2 1MPa＝0.101972 kgf / mm^2 1 kgf / m^2 ＝9.80665 Pa
仕事 エネルギー	ジュール	J （＝N･m）	1J＝0.101972 kgf･m 1 kgf･m＝9.80665 J
加速度	メートル毎秒毎秒	m/s^2	1G＝9.80665 m/s^2
熱	ジュール	J （＝N･m）	1J＝0.238889cal

STEP 8

フェンダーの強度解析をしてみよう



8 - 1　まず、解析条件を考えよう

固定場所や、力の加わる場所とその数値を決める。

目標性能

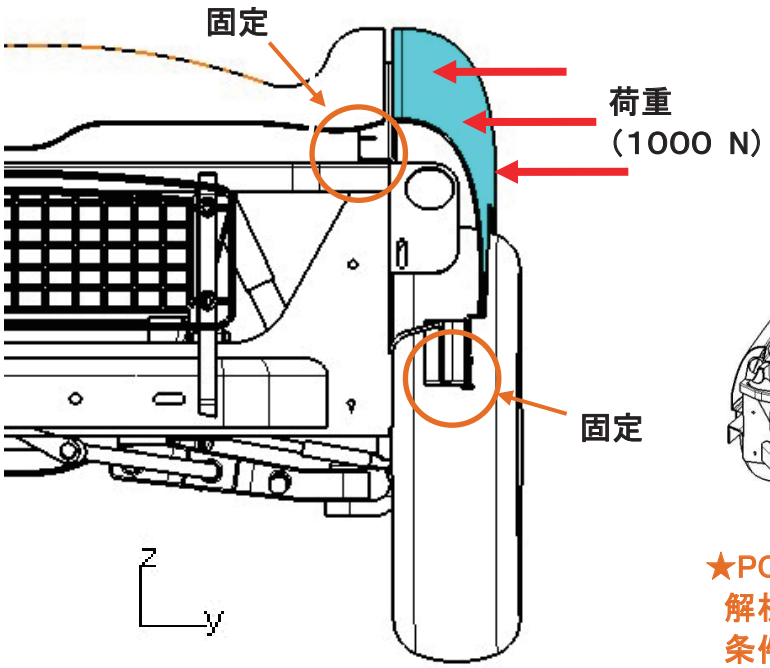
車体側面方向から、1000 N（ニュートン）の力を加えた場合、
最大変形量が**0. 8mm 以内**に収まる性能を保持すること。
※約100Kg 相当の力を加える

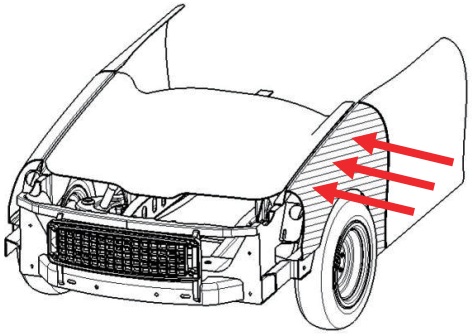
解析設定条件

＜拘束条件＞　・・・3 次元空間で固定する場所と、その方向
⇒フェンダーと車体シャシーへの取り付け部を完全固定する。

＜荷重条件＞　・・・力を加える場所と、その数値
⇒フェンダー側面部に、Y 軸方向1000 N（ニュートン）の力を加える。

先生用コメント：
間違った解析条件設定をしても計算は流れます。間違った解析結果を出さないように、どのような目的で、どのような条件設定で解析を行うのか、十分に検討することが重要です。
例えば・・・荷重値を間違えた。拘束条件の場所が違うなど。





★POINT
解析計算実行するには、拘束条件・荷重条件定義が必要不可欠になります。

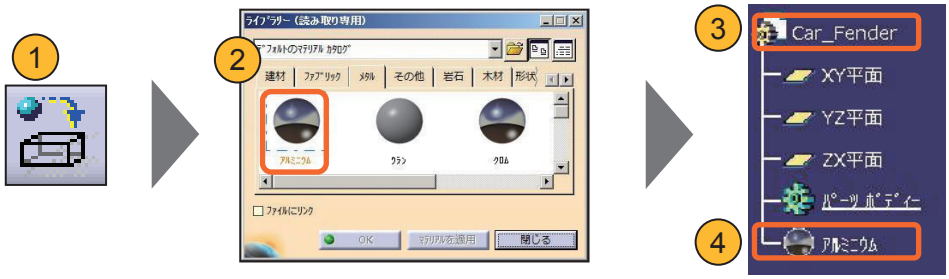
8 - 2　材料を定義する

モデルに材料を適用します。（マテリアルを適用することにより、物性値を付加することができます）

1　マテリアルを適用する

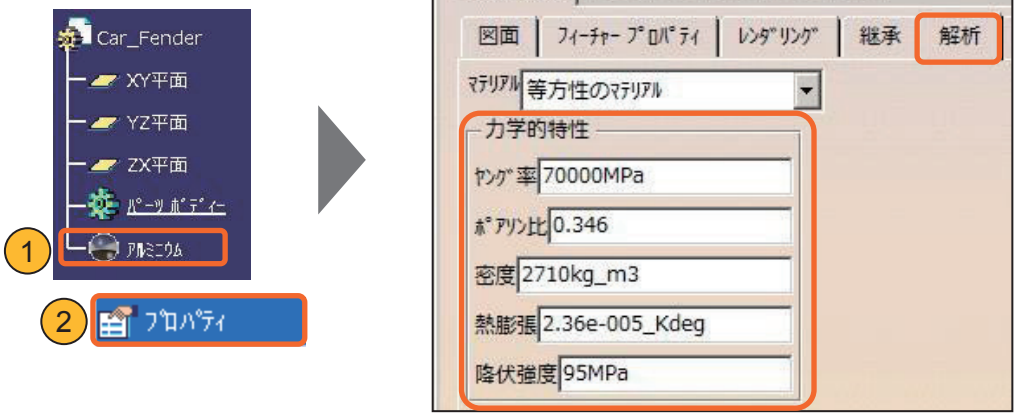
①画面下側のツールバーから、
【マテリアルを適用】アイコン
を選択

②マテリアルを選択
③仕様ツリーから適用先を選択
④【OK】を押すと、仕様ツリーにマテリアル
が追加されたことが確認できます



2　材料物性値を確認しましょう

①仕様ツリーから、
【アルミニウム】を右クリック
②【プロパティ】を選択



★POINT
ソリッドモデルの場合、パーツボディーが解析対象として扱われます。

先生用コメント：
挿入したボディーは解析対象外となります。
挿入ボディーも解析対象にするには、ブーリアン演算にてパーツボディーに統合する必要があります。

単位の変更方法

①メニュー【ツール】選択
②【オプション】を選択
③ツリー【一般】/【パラメータ及び測定】選択
④【単位】タブ選択
⑤単位一覧から【圧力】を選択
⑥プルダウンメニューから【メガパスカル(MPa)】を選択
⑦【OK】を押す

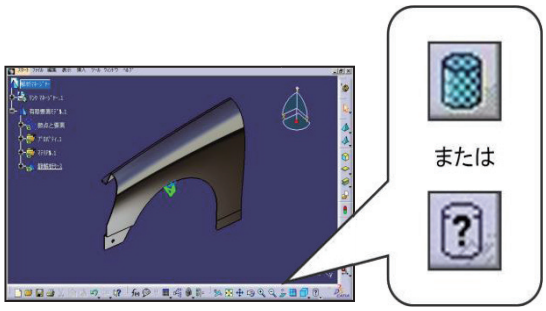
8 - 3　解析ケースを選択する

【ジェネレーティブ・ストラクチャル・アナリシス】ワークベンチに切り替えて、
解析ケースを選択します。

1 メニューバー【スタート】を選択
⇒【アナリシス＆シミュレーション】を選択
⇒【ジェネレーティブ・ストラクチャル・アナリシス】を選択

2 解析ケースとして【静解析】を選択し、【OK】を選択

3 マテリアル表示に切り替える



＜仕様ツリー構造＞

先生用コメント：
解析の修正や編集はツリーのフィーチャーをダブルクリックで行う為、大変重要です。
常にツリー履歴を意識することが重要です。

モデル情報
解析対象のモデルデータ
（CATPart ファイル）

基本条件定義情報
メッシュ情報や材料情報などが格納されます

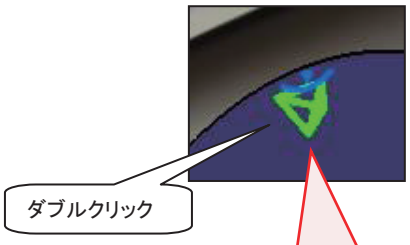
境界条件定義情報
固定や荷重値、解析結果情報が格納されます

8 - 4　メッシュを設定する

シミュレーション精度を向上させるために、メッシュの
【サイズ】、【絶対サグ】、【要素タイプ】を設定します。

1　仕様ツリーの
【OCTREE 四面体メッシュ.1】または
モデル上の【緑三角シンボル】を
ダブルクリック

または



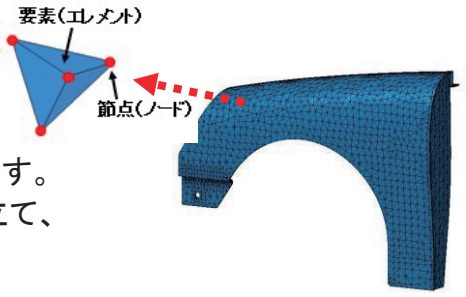
2　メッシュを設定し、【OK】を選択
①サイズ　　：20（mm）
②絶対サグ　　：2（mm）
③要素タイプ　：2次

先生用コメント：
緑三角シンボルの大きさは、現状設定しているメッシュサイズを示しています。
常に現状のメッシュの大きさがどれくらいか確認することができます。

8 - 4　メッシュを設定する

メッシュサイズ ・ サグサイズ ・ 要素タイプ について

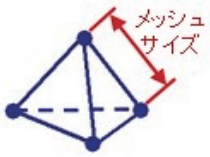
メッシュとは？
⇒解析対象部品を細かな要素（三角形四面体）に分割し、その要素の集まりとして全体の形状を表現します。この要素の集まりをメッシュと呼びます。



解析計算方法は？
⇒有限要素法（Finite Element Method=FEM）を使います。
部品を有限個の要素に分割し、要素ごとに方程式を立て、それらを一つに合成して全体の問題を解く手法です。

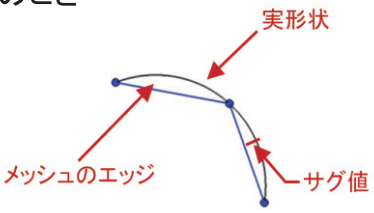
メッシュサイズ

- メッシュ要素の平均エッジ長さのこと
- メッシュを細かくすると、計算点（節点）が増えて実形状に近づくため、解析精度が向上します。



サグサイズ

- 実形状と生成されるメッシュのエッジとの間の最大許容値のこと



1次要素

2次要素

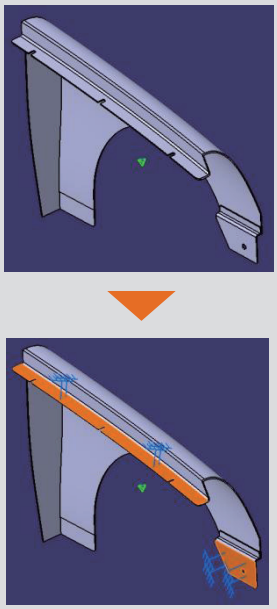
★POINT
・サグ値の目安は、サイズの約 1/10 で考えます。
・要素タイプは、シミュレーション精度が高い【2次要素】を使用しましょう。

8 - 5　拘束条件を定義する

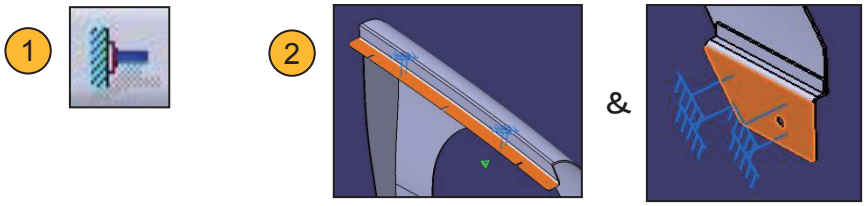
解析計算をおこなう前の準備として、拘束条件 と 荷重条件 を定義します。

拘束条件①：車体取り付け部分を、【クランプ】で完全固定します。

2フェース固定



1　①【クランプ】アイコンを選択
②【サポート】として2フェース選択

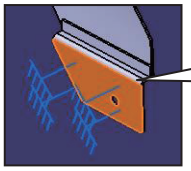


2　【サポート】欄を確認し、【OK】を選択

※ 選択したフェース全体を高輝度表示する方法（オプション設定）

①メニューバー【ツール】⇒【オプション】を選択
②ツリー【一般】/【表示】・・・【ナビゲーション】タブ
③【フェースとエッジを高輝度表示】を ON

先生用コメント：
CAE では、常に ON にする
ことを推奨しています。



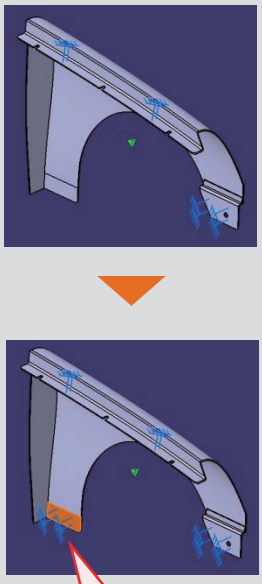
選択ミスや選択
漏れの防止が
できます。

8 - 5　拘束条件を定義する

固定拘束の編集がし易いように、下記1フェースは単独で定義します。

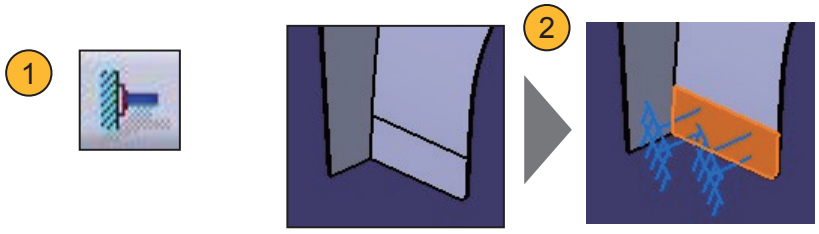
拘束条件②：車体取り付け部分を、【クランプ】で完全固定します。

1フェース固定



先生用コメント：
クランプアイコンは、複数のフェースを一括で拘束定義可能だが、後工程にて編集しやすいように、個々に定義することも必要です。

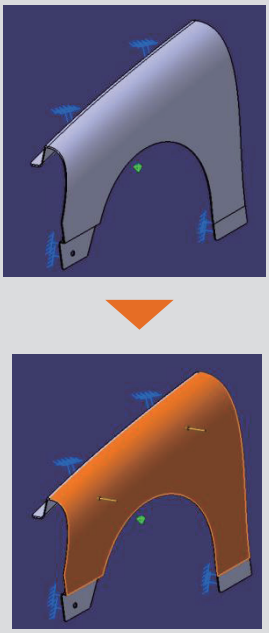
1　①【クランプ】アイコンを選択
②【サポート】として1フェース選択



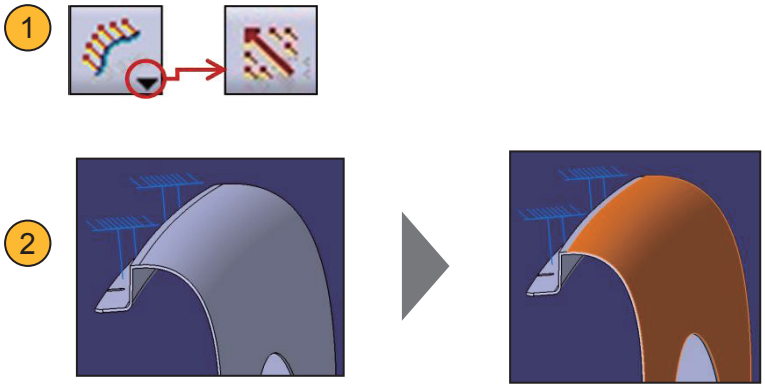
2　【サポート】欄を確認し、【OK】を選択

8 - 6　荷重条件を定義する

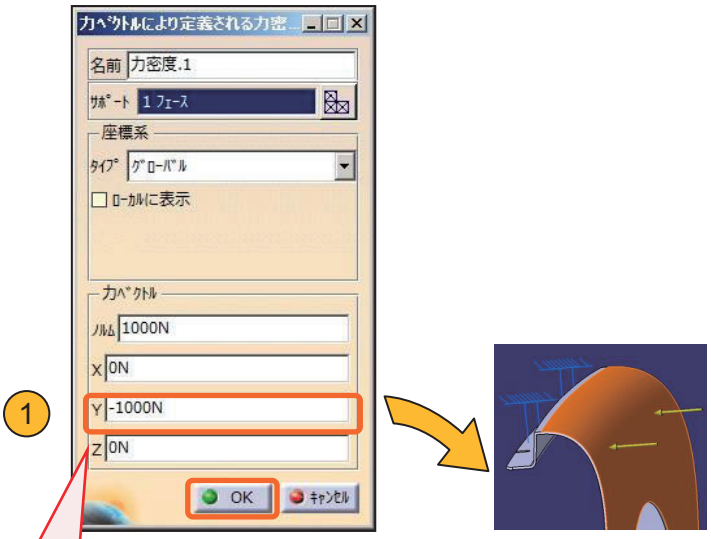
荷重条件：フェンダー側面部分を、【力密度】で定義します。



1　①【力密度】アイコンを選択
②【サポート】として側面部1フェースを選択



2　【カベクトル】を入力し、【OK】を選択
① Y 軸：－ 1000（N）



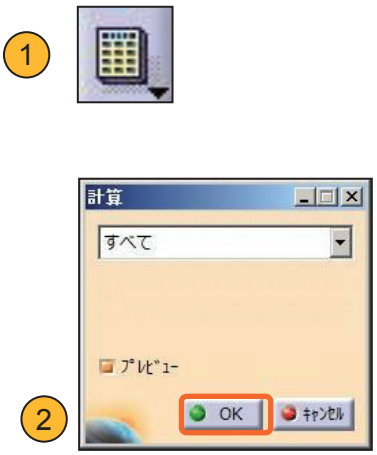
先生用コメント：
N の単位は、入力しなくても数値入力後にキーボード“TAB キー”を一回押せば、表示されます。

8 - 7　解析計算を実行する

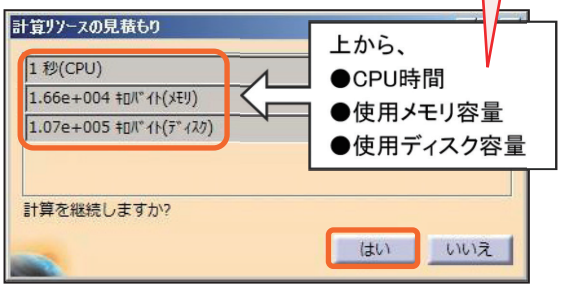
先生用コメント：
“計算リソースの見積もり”の必要メモリ容量がPCスペックを超えている場合は計算実行すると、“メモリー不足です”のエラーメッセージが表示されます。

計算を実行します。

1 ①【計算】アイコンを選択
②ダイアログボックスの【OK】を選択

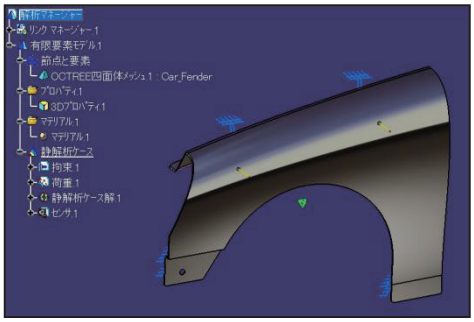


2 【計算リソースの見積もり】ダイアログボックスの内容を確認後、
【はい】を選択します。



3 計算が実行されます
※【計算中】ダイアログボックスは、計算が終了すると自動的に閉じられます。

4 何もエラーが表示されなければ、計算が完了しています



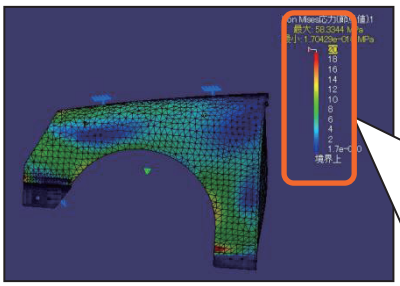
8 - 8　応力を確認する

先生用コメント：
上限値を変更することで応力分布色が、視覚的にわかりやすくなります。

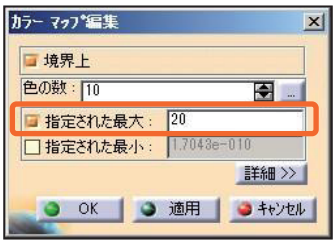
応力分布を調査します。

1 【Von mises 応力】アイコンを選択

2 モデル表示が切り替わります



カラーパレットをダブルクリックすると、上限値や色の数などを編集することができます



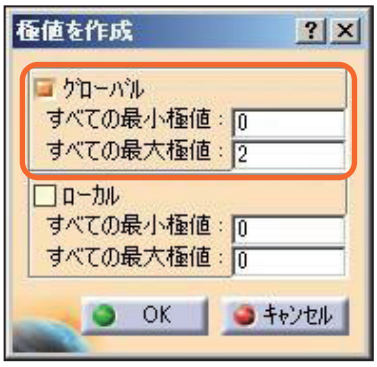
★POINT

Von mises（フォンミーゼス）応力とは？　力の方向を持たずスカラー量であるので、最大主応力など他方向の応力を見る必要が無く、一つの値で判断できるので便利です。一般的に降伏荷重判定に使用されます。

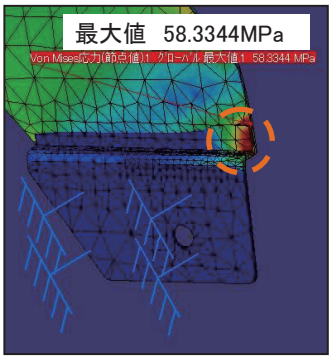
最大応力値 と その場所 を調査します。

1 画面下側のツールバーから、【イメージ極値】アイコンを選択

2 検出する極値の値を入力し、【OK】を選択



3 モデル表示が切り替わります。



★POINT

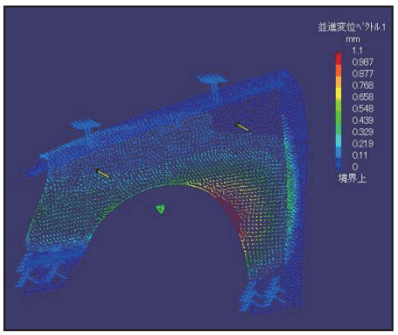
グローバルとは、部品全体を意味します。“すべての最大極値”は、部品全体の中で数値の一番高いところを表示させることができます。

8 - 9　変位量を確認する

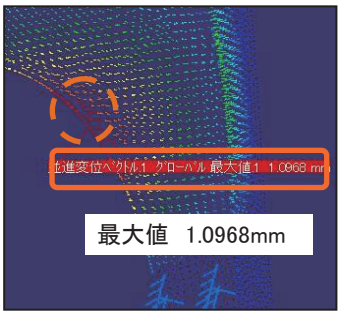
変位分布　や　最大変位値と場所を調査します。

1 【変位】アイコンを選択

2 モデル表示が切り替わります。



3 イメージ極値アイコンにて、最大値を表示させます。



アニメーション機能を使って、変形の動きを確認します。

1 画面下側のツールバーから、【アニメーション表示】アイコンを選択

2 ステップ数　や　速度　を設定して、変形の動きを確認します。

ノンストップで再生と逆再生を繰り返し

ノンストップで再生を繰り返し

ワンショットで一度に再生

【速度】レバー
再生スピードの UP / DOWN が可能

先生用コメント：
実際の最大変形量×倍率が加わった変形となりますので、大げさな変形表示となります。

8 - 10　計算結果と目標性能達成へのアプローチ

計算結果と目標性能を比較します。
目標性能未達成の場合は様々なアプローチから対応策を検討しましょう。

＜計算結果＞

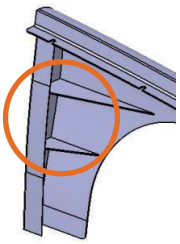
目標　車体側面方向から、1000ニュートン(N)の力を加えた場合、最大変形量が**0．8mm 以内**に収まる性能を保持すること。 ※8-1 頁を参照

結果　**1．0986mm**　**目標性能未達**
※最大変形部位･･･タイヤハウス上部近辺

＜目標性能達成へのアプローチ方法_例＞

状況に従った強度 UP 対策を検討しましょう！

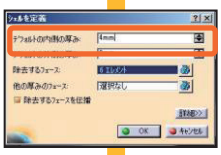
例 1
【 補強材の追加 】



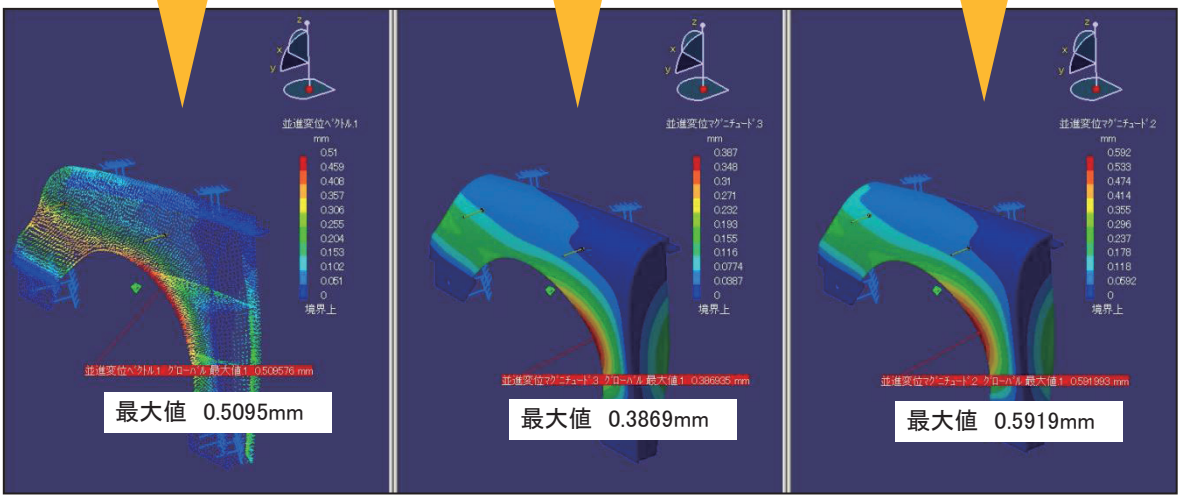
例 2
【 材料変更 】

アルミニウム
スチール

例 3
【 板厚変更 】



3mm
↓
4mm
に変更



8 - 11　CAE を使用するときの注意点

CAE の解析結果は、与えられた条件によって計算された結果です。
拘束/荷重条件が違えば、望んでいたものとは違った結果が返ってきます。
注意を払い、CAE シミュレーションをしましょう。

＜計算実行前後のチェックポイント！＞

【CAE 計算を実行する前】

① 達成目標性能が明確化されているか？
② 望んでいる条件設定になっているか？
③ 変形の形状を予測しておく
④ 極力、理論解（机上強度計算）を得ておく　※おおまかな計算で良い

【CAE 計算実行後の結果の検証】

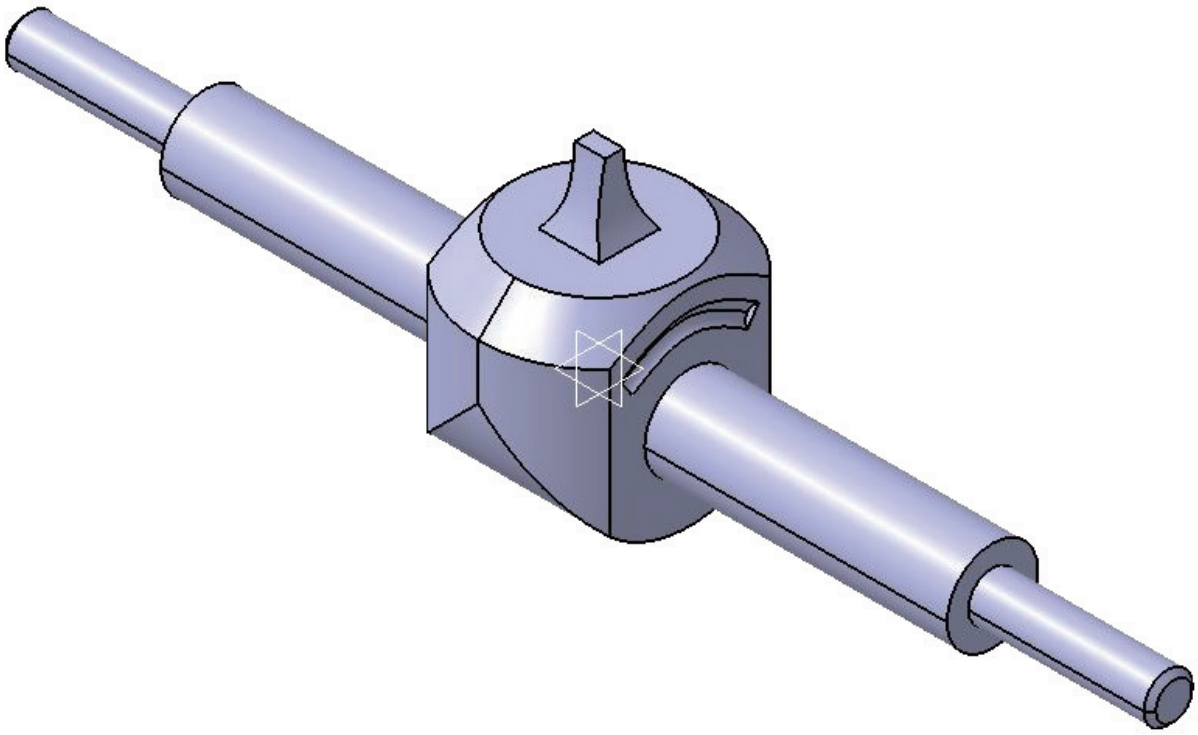
① 拘束/荷重条件に間違いがないか？
② 変形形状が予測に反していないか？
③ 理論解（机上強度計算）と比較し、大きなズレがないか？
④ 実験結果があれば、比較してみる。

先生用コメント：
CAE は、あくまでもシミュレーションであり、実物理現象を完全にシミュレートすることは、大変難しいことを肝に銘じる必要がある。
解析結果は必ず検証をすることを推奨します。

完了です！

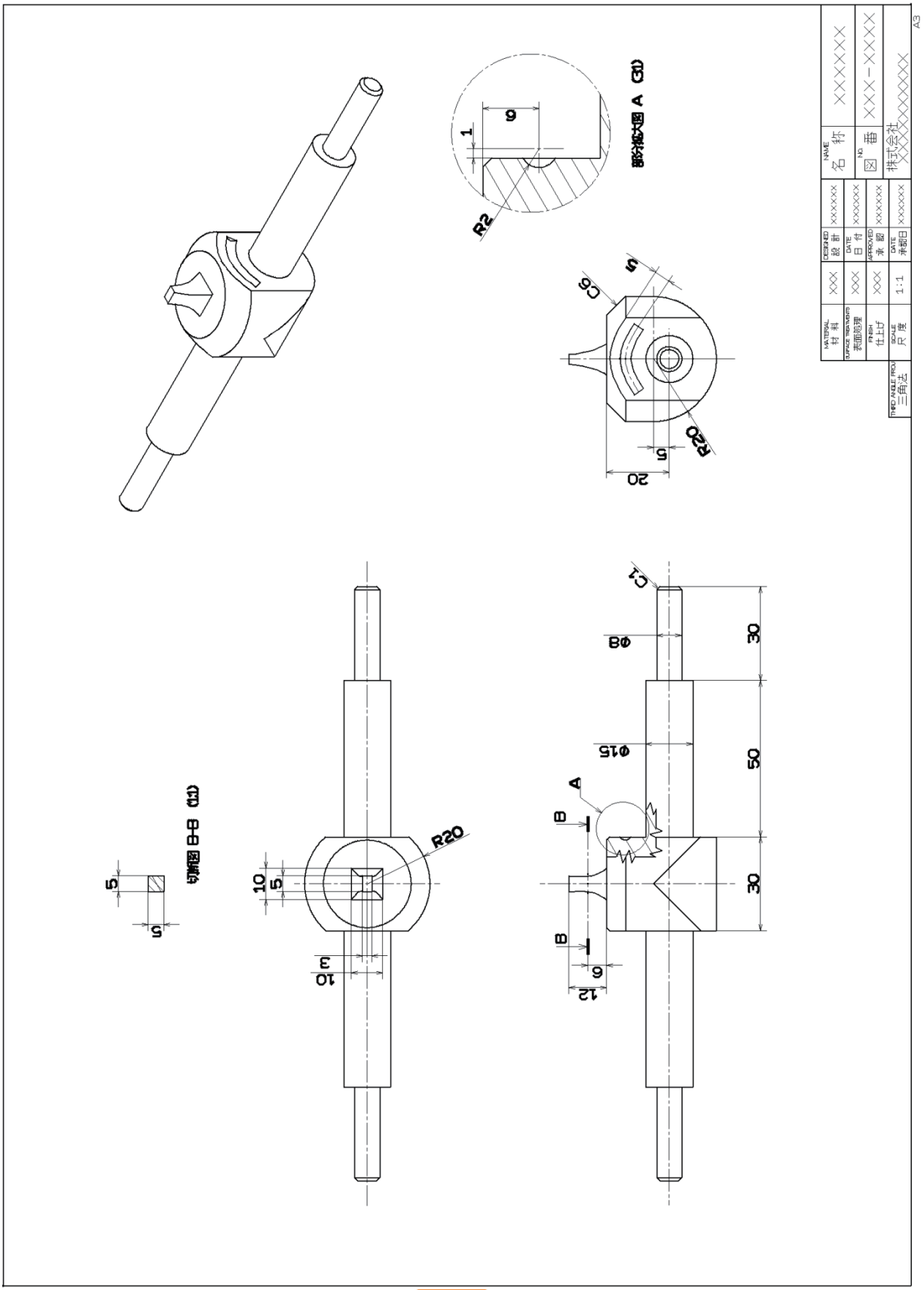
◆◆◆　メモ　◆◆◆

2章
演習問題



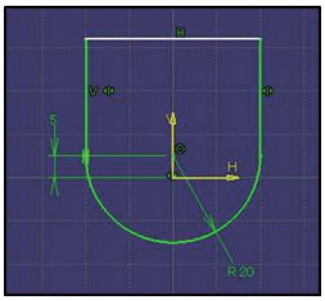
シャフトを作成しよう！

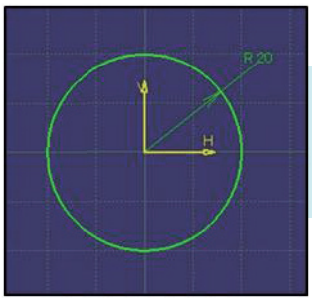
演習 1 - 1　シャフトの図面



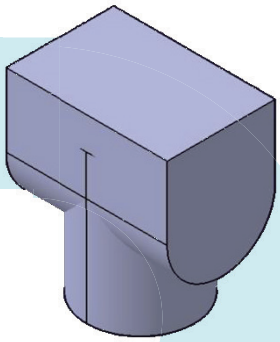
演習 1-2　作成手順の流れ

①断面を作成します。

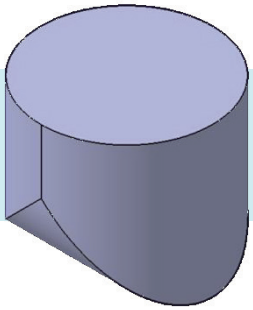




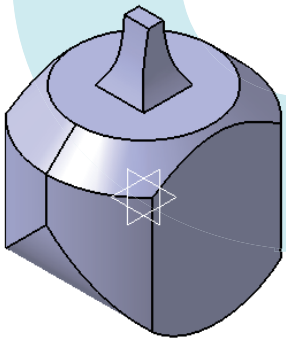
②ボディーを分けてソリッド化します。



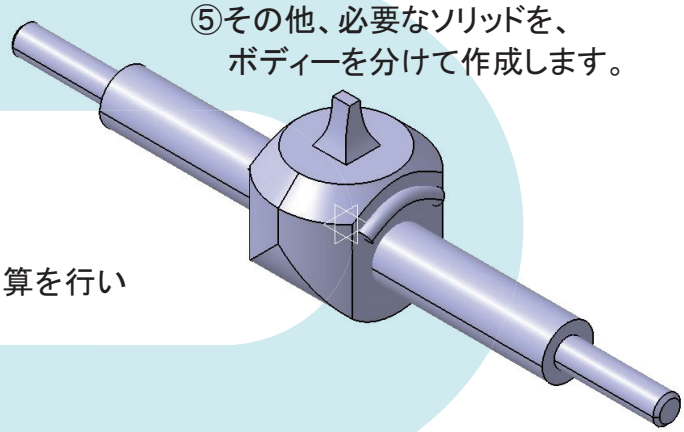
③ブーリアン演算を行います。



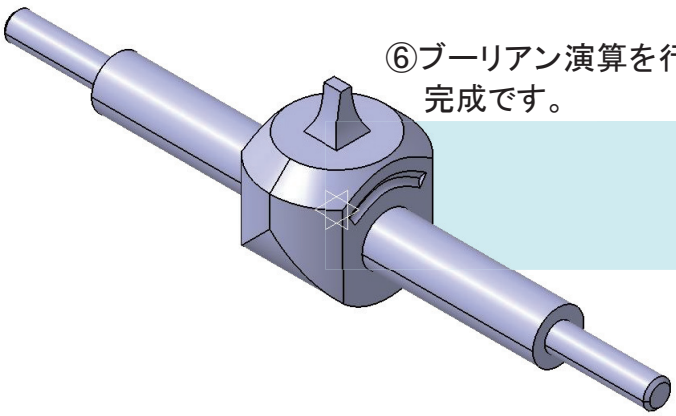
④加工し、ソリッドを作成します。



⑤その他、必要なソリッドを、
ボディーを分けて作成します。



⑥ブーリアン演算を行い
完成です。

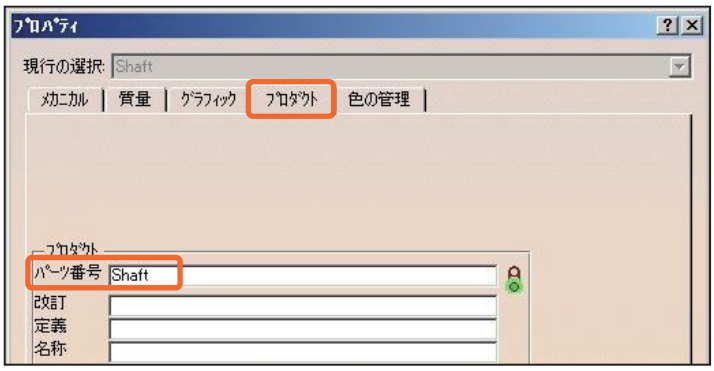


演習 1-3　作成手順

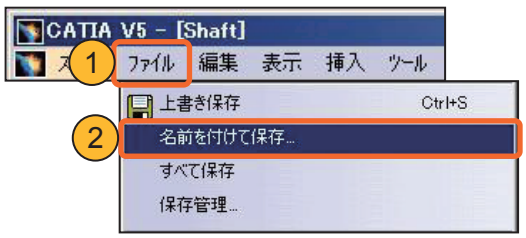
新規 CATPart ファイルを作成します。

先生用コメント：
時間が不足している場合は断面形状が
用意してあるファイルを使用します。
「Shaft_Start.CATPart」

【補足】パーツ番号の変更
作成後はプロパティからパーツ番号を修正できます。



新規 CATPart ファイルを保存します。

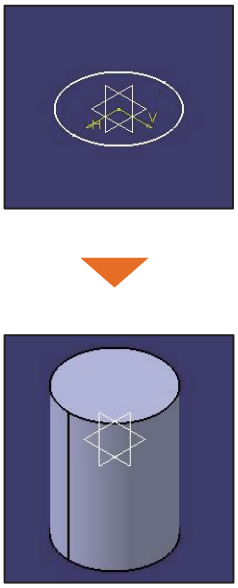


★POINT
適宜、上書き保存をしながら
進めてください。

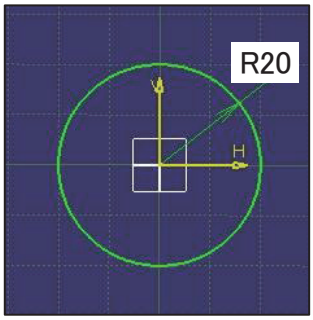
演習 1 - 3　作成手順

事前準備　新規ボディーを挿入します。

平面図の R20 形状をスケッチで作成し【パッド】で押し出しソリッドを作成します。

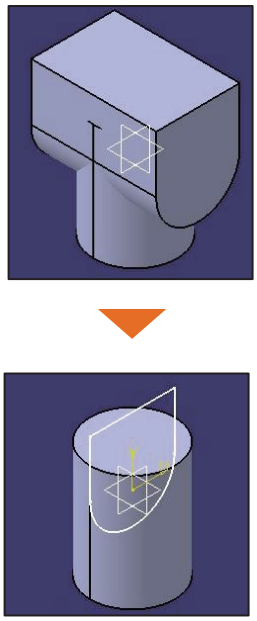


スケッチ平面：XY

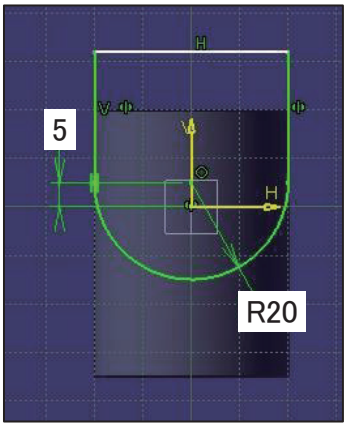


事前準備　新規ボディーを挿入します。

右側面図の外形形状をスケッチで作成し【パッド】で押し出しソリッドを作成します。



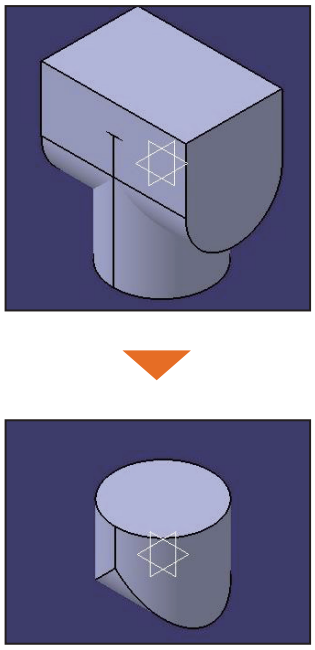
スケッチ平面：ZX



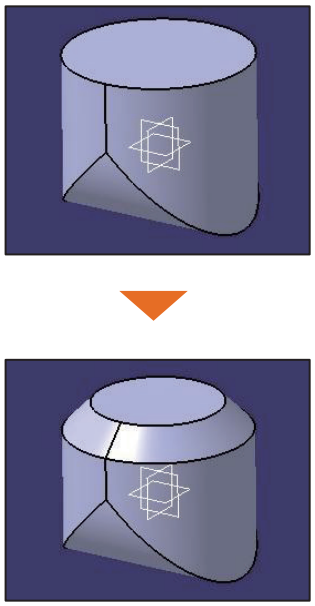
演習 1-3　作成手順

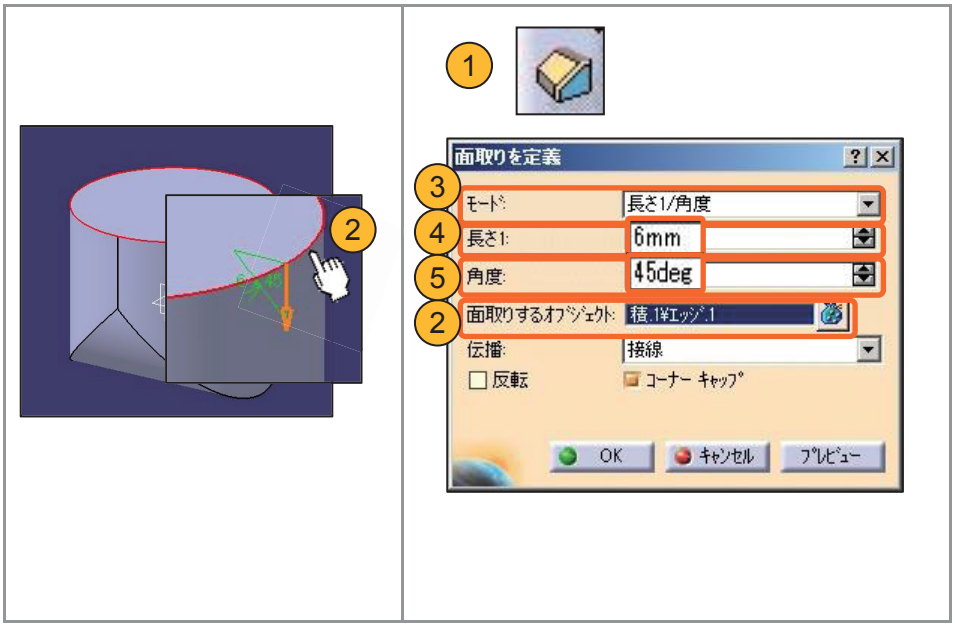
事前準備　ボディー．2を作業オブジェクトに設定します。

【積】でソリッドの共通部分を取り出します。



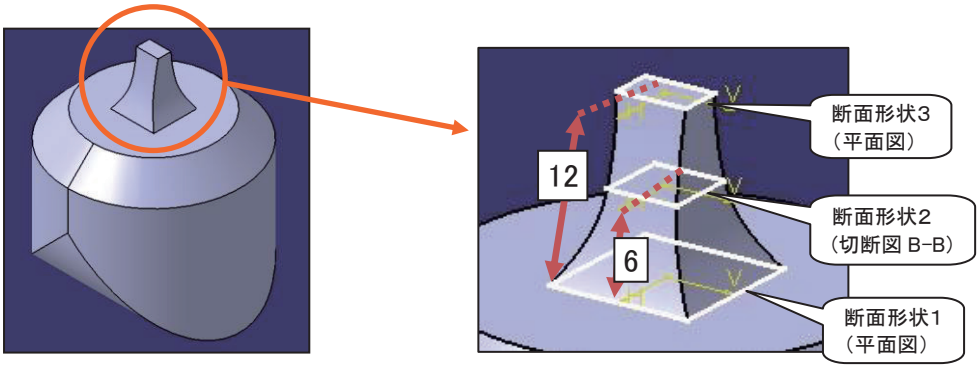
上面エッジを【面取り】します。





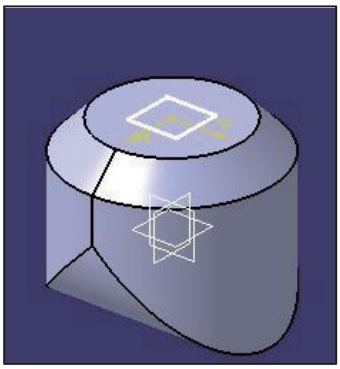
演習 1-3　作成手順

上部突起部を複数の断面形状をつなぎ合わせて作成します。

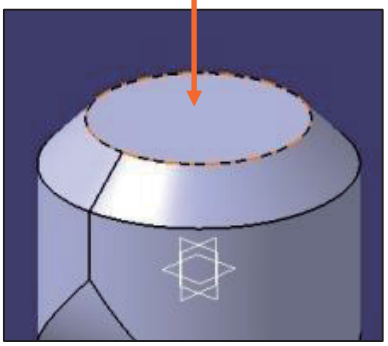


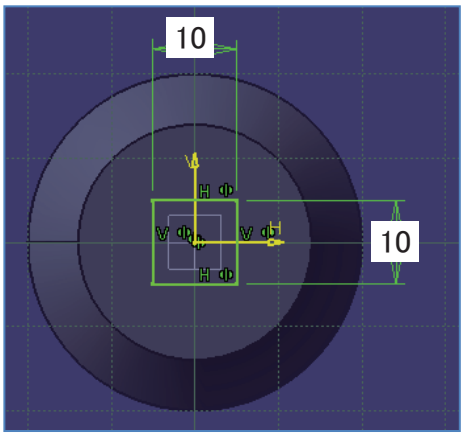
上部突起部の断面形状を作成します。

断面形状1



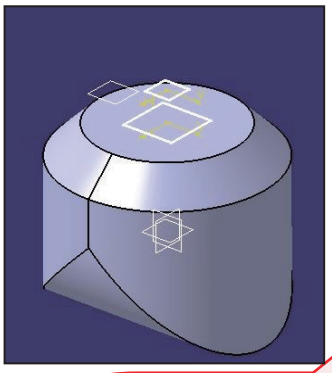
スケッチ平面：ソリッド上面



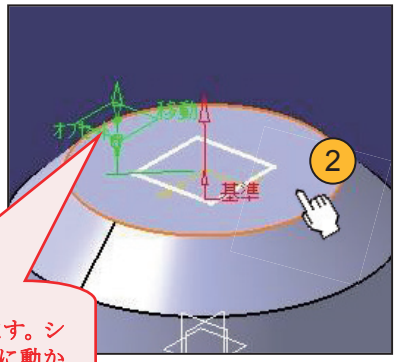


演習 1-3　作成手順

断面形状2

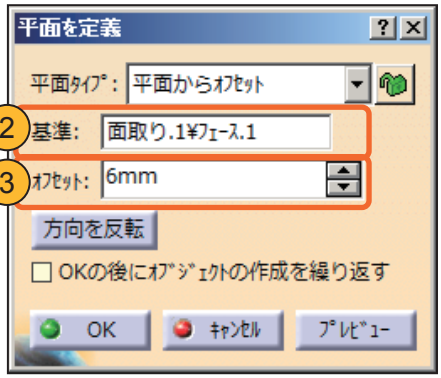


断面平面の作成

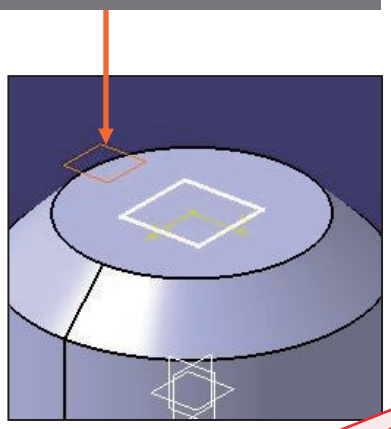


先生用コメント：
平面のシンボルを動かしています。シンボルは平面上であれば自由に動かせます。

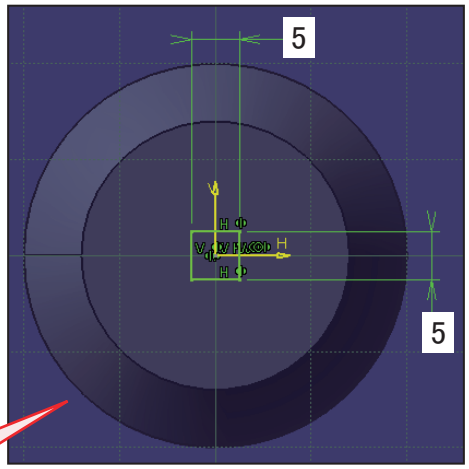
1



スケッチ平面：上面から 6mm



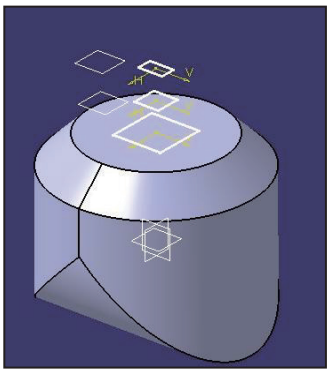
先生用コメント：
終了点がずれる可能性があるので、スケッチのコピー&貼り付けを使用するのを推奨します。



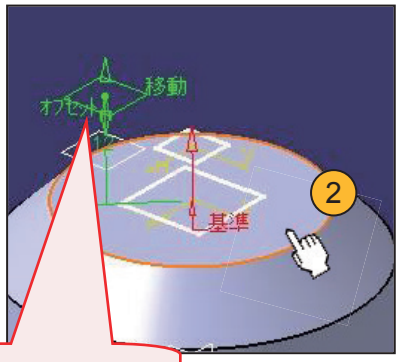
★POINT
コピー&貼り付け、スケッチサポートを変更で作成しても、新しくスケッチを作成しても構いません。

演習 1 - 3　作成手順

断面形状3

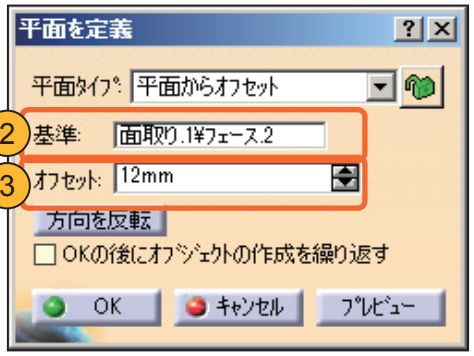


断面平面の作成

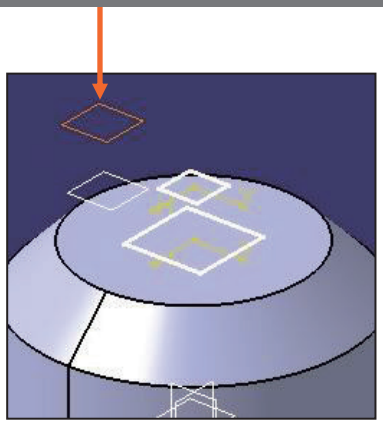


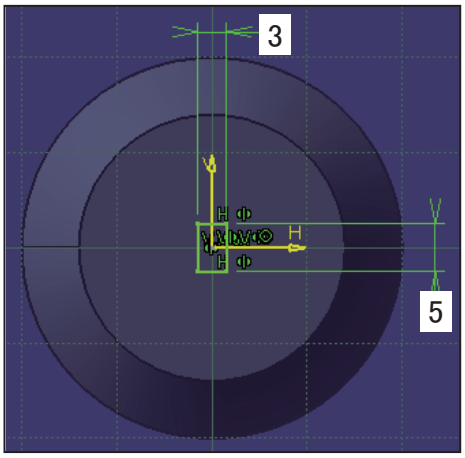
先生用コメント：
平面のシンボルを動かしています。

1



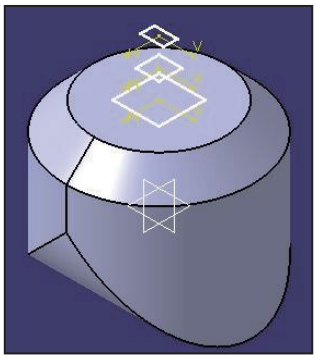
スケッチ平面：上面から 12mm

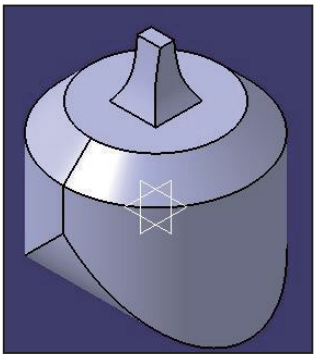


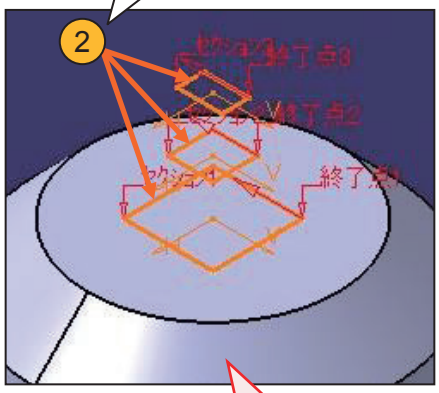


演習 1 - 3　作成手順

作成した断面形状を【複数セクションソリッド】でつなぎ合わせます。



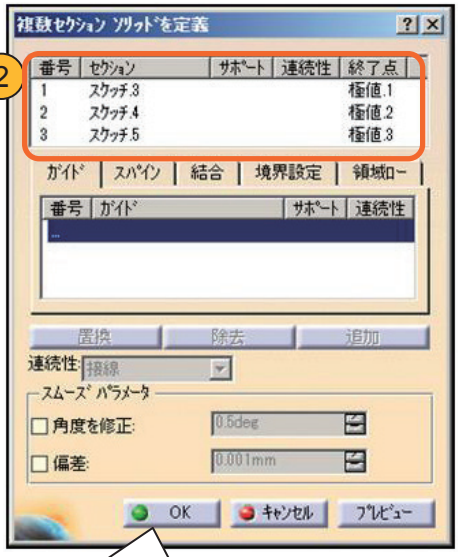




先生用コメント：
各セクションの終了点が結ばれる関係上、終了点の位置がずれている場合はねじれたソリッドになってしまいます。修正するには終了点のも事情で右クリック/【置換】後、終了点を合わせたい頂点を選択します。

1

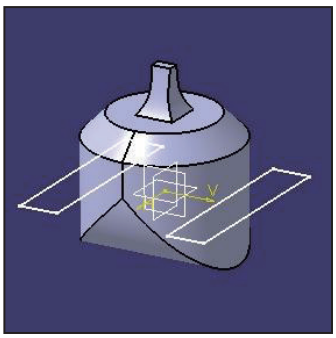
2

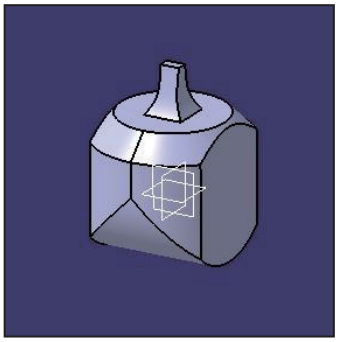


きれいにつなぎ合わせられない場合は、【結合】タブ/セクション結合を【接線】に変更します。

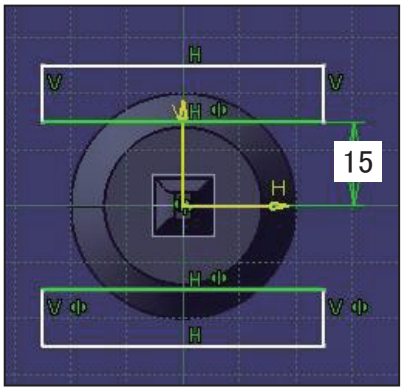
演習 1 - 3　作成手順

【ポケット】で押し出してソリッドの両側面を削ります。

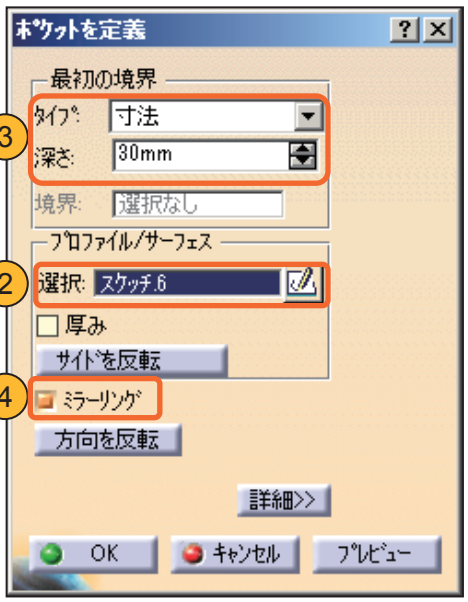




スケッチ平面：XY



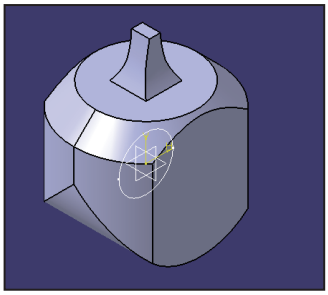
1

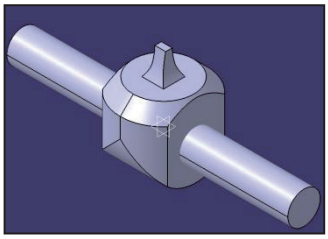


演習 1-3　作成手順

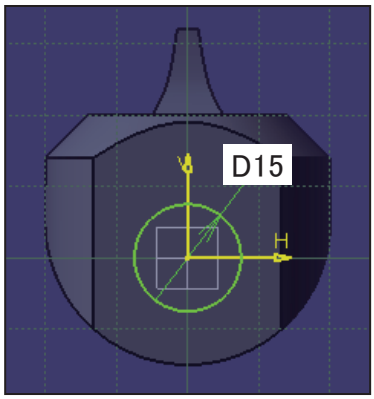
事前準備　新規ボディーを挿入します。

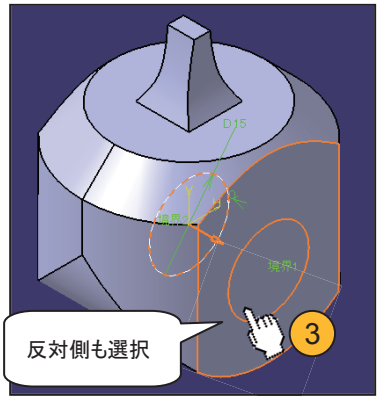
軸部分（φ 15）を【パッド】で押し出してソリッドを作成します。





スケッチ平面：ZX



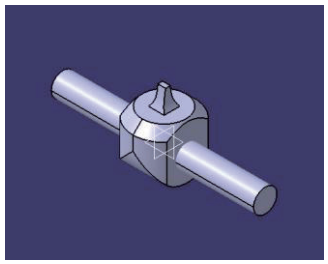


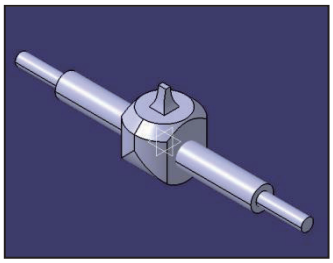
1

★POINT
オフセットは任意の境界面からパッドの押し出し距離を指定できます。

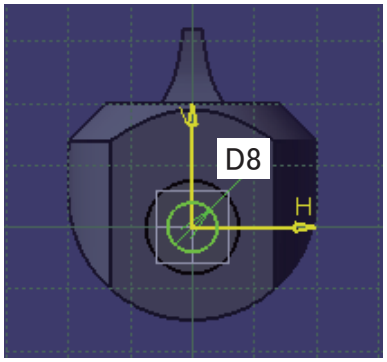
演習 1 - 3　作成手順

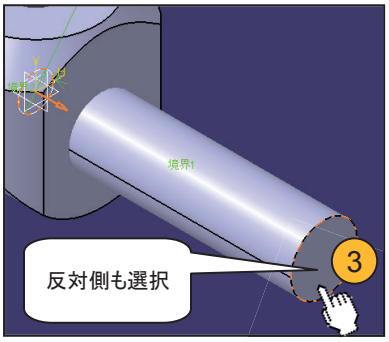
軸部分（φ 8）を【パッド】で押し出してソリッドを作成します。





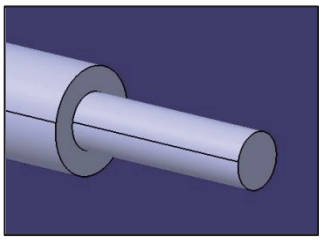
スケッチ平面：ZX

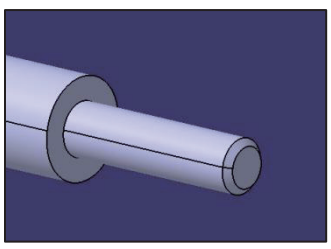


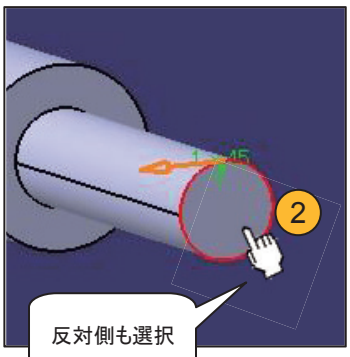


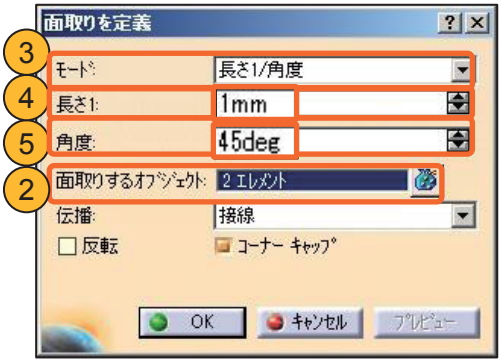
先生用コメント：
【平面まで】タイプを使用すると、ミラーリングオプションは使えません。
詳細ボタンを選択し、２番目の境界も設定します。

軸の端面エッジを【面取り】します。





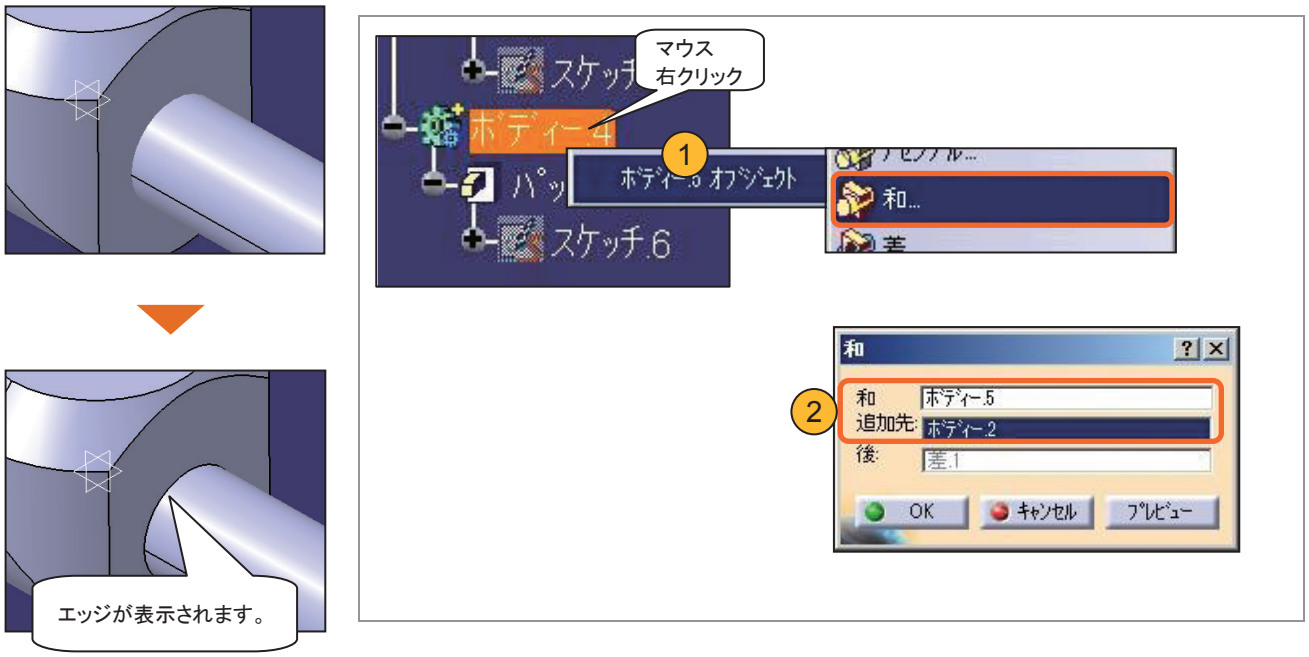




演習 1-3　作成手順

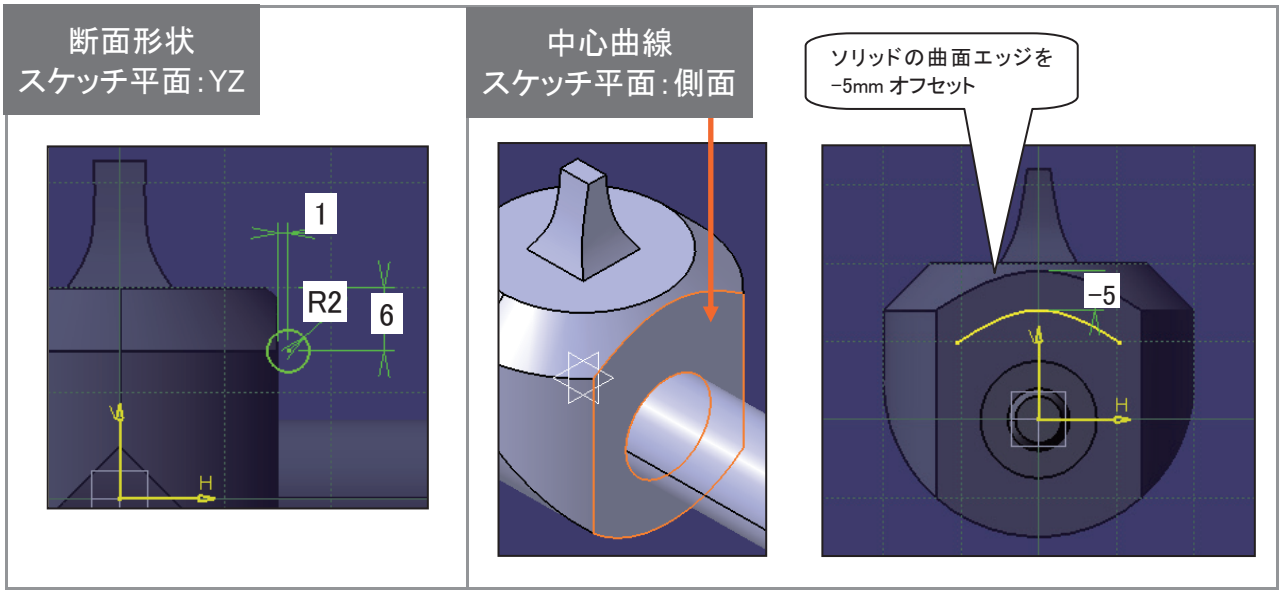
事前準備　「ボディー. 2」を作業オブジェクトに設定します。

ボディーどうしを【和】で足し算します。



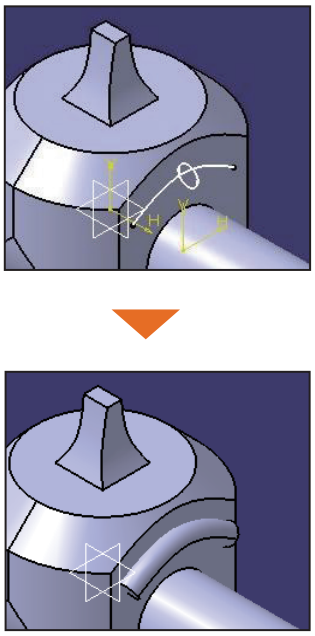
事前準備　新規ボディーを挿入します。

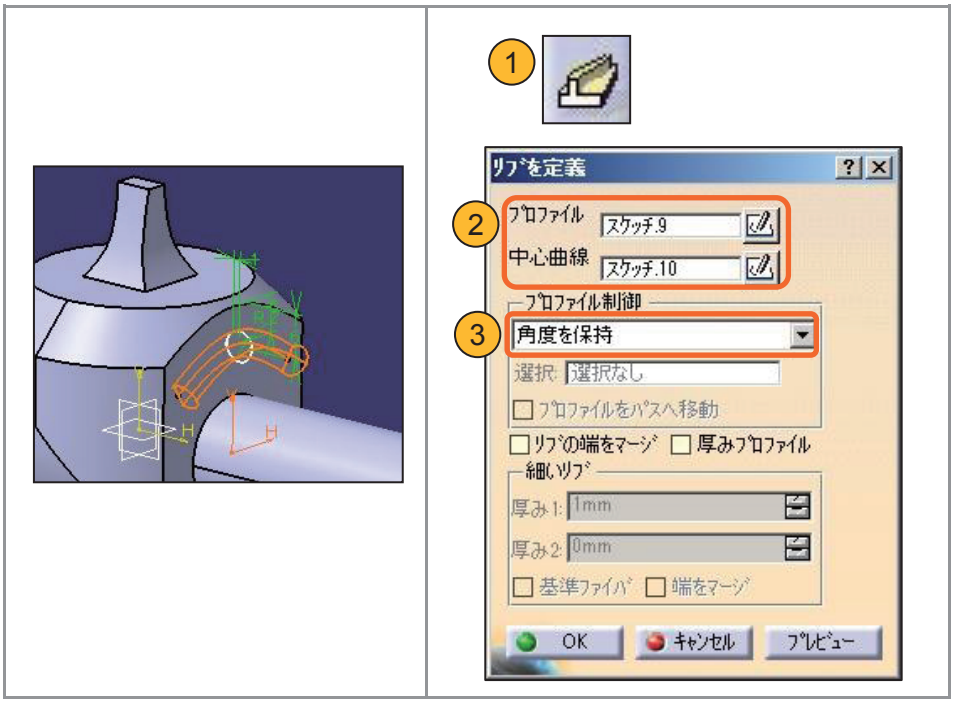
溝部（部分拡大図 A）の断面形状と、削り取るための中心曲線を作成します。（各2ヵ所）



演習 1 - 3　作成手順

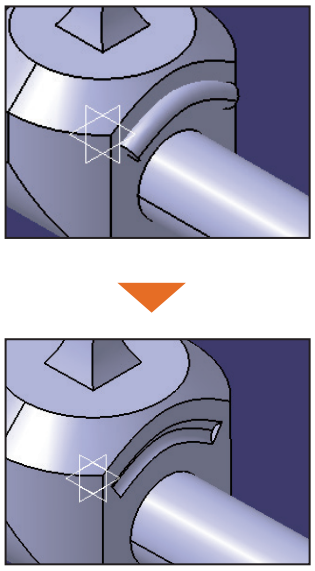
【リブ】で断面形状を中心曲線に沿わせてソリッドを作成します。（2ヵ所）





事前準備　ボディー. 2を作業オブジェクトに設定します。

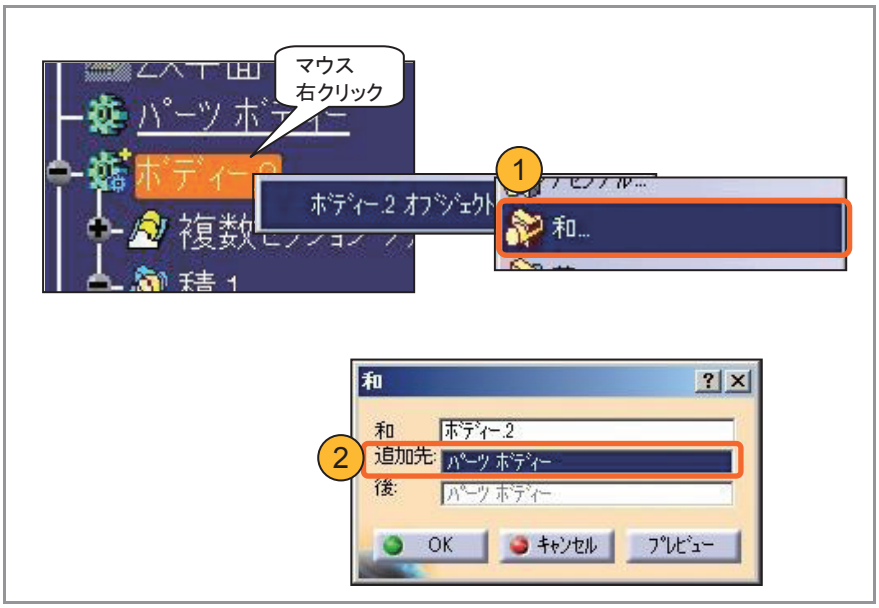
【差】でボディーどうしの引き算をします。

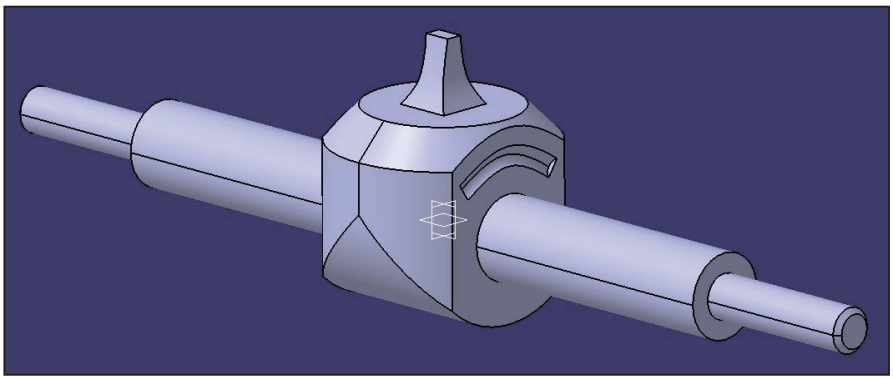


演習 1-3　作成手順

パーツボディーに【和】で足し算します。

事前準備　パーツボディーを作業オブジェクトに設定します。





完成です！

平成 26 年度文部科学省委託　「東日本大震災からの復興を担う専門人材育成支援事業」
東北の復興・再生を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト

■推進協議会

◎	佐藤　公一	東北電子専門学校　校長
	今野　幸信	東北電子専門学校　総務部 部長
	與那嶺　尚弘	仙台高等専門学校　知能エレクトロニクス工学科　准教授
	岩渕　喜悦	岩渕技術事務所　代表
	町田　尚彦	宮城県黒川高等学校　教頭
	木村　康弘	宮城県米谷工業高等学校　情報技術科　科長
	白田　正樹	株式会社コー・ワークス　システム開発事業部
	渋谷　義博	トライポッドワークス株式会社　先端技術開発部 部長
	三方　雅仁	創造技研株式会社　代表取締役
	羽曽部　恭美	カストマシステム株式会社 エンベデソドシステムソリューション事業部　事業部長
	須藤　敬行	宮城県経済商工観光部　産業人材対策課　課長補佐（班長）
	本圖　雅也	宮城県経済商工観光部　自動車産業振興室　技術支援班　主事
	今井　和彦	宮城県震災復興・企画部　情報産業振興室／ 産業技術総合センター　機械電子情報技術部　情報技術開発班
	吉岡　正勝	有限会社ザ・ライスマウンド　マーケティングマネージャー

■開発分科会

◎	坂藤　健	東北電子専門学校　組込みソフトエンジニア科 学科主任
	高橋　敬	東北電子専門学校　ＣＡＤ設計製図科　学科主任
	阿保　隆徳	東北電子専門学校　デジタル家電科　学科主任
	白田　正樹	株式会社コー・ワークス　システム開発事業部
	羽曽部　恭美	カストマシステム株式会社 エンベデソドシステムソリューション事業部　事業部長
	柴原　健次	エキスパートプロモーション　代表
	原田　賢一	有限会社ワイズマン　代表取締役
	吉岡　正勝	有限会社ザ・ライスマウンド　マーケティングマネージャー

■講座運営分科会

◎	坂藤　健	東北電子専門学校　組込みソフトエンジニア科 学科主任
	高橋　敬	東北電子専門学校　ＣＡＤ設計製図科　学科主任
	阿保　隆徳	東北電子専門学校　デジタル家電科　学科主任
	小野寺　敬司	花壇自動車大学校　教頭
	木村　康弘	宮城県米谷工業高等学校　情報技術科　科長
	三方　雅仁	創造技研株式会社　代表取締役
	羽曽部　恭美	カストマシステム株式会社 エンベデソドシステムソリューション事業部　事業部長
	春木　賢仁	株式会社アフレル
	吉岡　正勝	有限会社ザ・ライスマウンド　マーケティングマネージャー

平成 26 年度文部科学省委託　「東日本大震災からの復興を担う専門人材育成支援事業」
東北の復興・再生を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト

自動車 CAD 応用講座指導書

平成 27 年 2 月

東北の復興・再生を担う自動車組込みエンジニア育成支援プロジェクト推進協議会

学校法人日本コンピュータ学園（東北電子専門学校）
〒980-0013　宮城県仙台市青葉区花京院一丁目３番１号

●本書の内容を無断で転記、掲載することは禁じます。