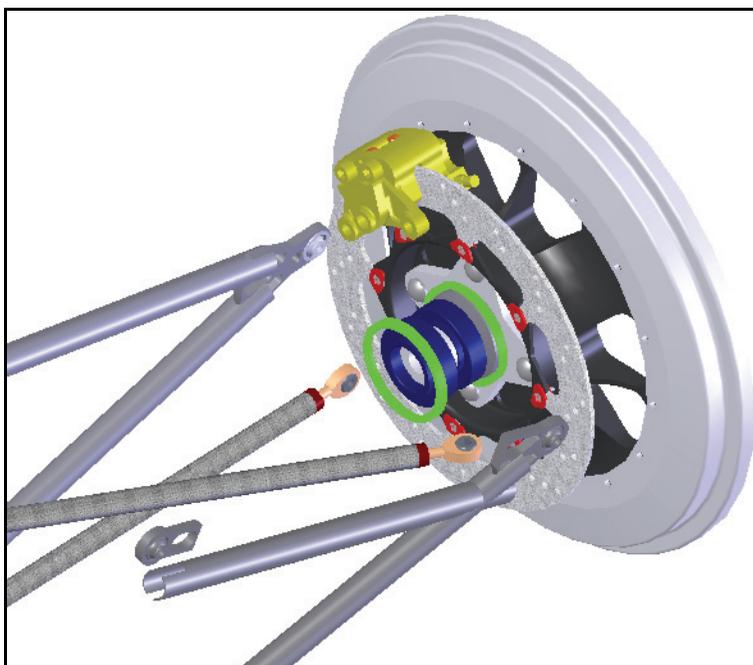


SolidWorks Education
Learn. Create. Succeed.



工業デザイン
と技術シリーズ

SolidWorks® ソフトウェアを使った SAE® 設計および解析プロジェクト



Dassault Systèmes SolidWorks Corporation
300 Baker Avenue
Concord, Massachusetts 01742 USA
電話 : +1-800-693-9000

米国以外 : +1-978-371-5011
ファックス : +1-978-371-7303
電子メール : info@solidworks.com
ウェブ : <http://www.solidworks.com/education>

© 1995-2010, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, a Dassault Systèmes S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA. All Rights Reserved.

本ドキュメントに記載されている情報とソフトウェアは予告なく変更されることがあり、Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks) の保証事項ではありません。この製品を DS SolidWorks の書面上の許可なしにその目的、方法に関わりなく複製、頒布はできません。

本ドキュメントに記載されているソフトウェアは使用許諾に基づくものであり、当該使用許諾の条件の下でのみ使用あるいは複製が許可されています。DS SolidWorks がソフトウェアとドキュメントに関して付与するすべての保証は、エンドユーザー使用許諾契約及び Subscription Service Agreement に規定されており、本ドキュメントまたはその内容に記載、あるいは黙示されているいかなる事項もそれらの保証、その変更あるいは補完を意味するものではありません。

SolidWorks Standard、Premium、Professional 製品における特許

U.S. Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,184,044; 7,477,262; 7,502,027; 7,558,705; 7,571,079; 7,643,027 and foreign patents, (e.g., EP 1,116,190 and JP 3,517,643).

U.S. and foreign patents pending.

すべての SolidWorks 製品における商標と通知

SolidWorks、3D PartStream.NET、3D ContentCentral、PDMWorks、eDrawings、eDrawings のロゴは DS SolidWorks の登録商標です。FeatureManager は DS SolidWorks が共同所有する登録商標です。

SolidWorks Enterprise PDM、SolidWorks Simulation、SolidWorks Flow Simulation、SolidWorks 2010 は DS SolidWorks の製品名です。

CircuitWorks、Feature Palette、FloXpress、PhotoWorks、TolAnalyst、XchangeWorks は DS SolidWorks の商標です。

FeatureWorks は、Geometric Ltd. の登録商標です。その他、記載されているブランド名、製品名は各社の商標及び登録商標です。

COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY

U.S. Government Restricted Rights. Use, duplication, or disclosure by the government is subject to restrictions as set forth in FAR 52.227-19 (Commercial Computer Software - Restricted Rights), DFARS 227.7202 (Commercial Computer Software and Commercial Computer Software Documentation), and in the license agreement, as applicable.

Contractor/Manufacturer:

Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA

SolidWorks Standard、Premium、Professional 製品における著作権

Portions of this software © 1990-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

Portions of this software © 1998-2010 Geometric Ltd.

Portions of this software © 1986-2010 mental images GmbH & Co. KG.

Portions of this software © 1996-2010 Microsoft Corporation. All rights reserved.

Portions of this software © 2000-2010 Tech Soft 3D.

Portions of this software © 1998-2010 3Dconnexion.

このソフトウェアは部分的に Independent JPEG Group の研究に依存しています。All Rights Reserved.

Portions of this software incorporate Phys™ by NVIDIA 2006-2010.

Portions of this software are copyrighted by and are the property of UGS Corp. © 2010.

Portions of this software © 2001-2010 Luxology, Inc. All Rights Reserved, Patents Pending.

Portions of this software © 2007-2010 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. and its licensors. All rights reserved. Protected by U.S.

Patents 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,563,502; 6,639,593; 6,754,382; Patents Pending.

Adobe、Adobe のロゴ、Acrobat、Adobe PDF のロゴ、Distiller、Reader は米国およびその他の国において Adobe Systems Inc. の登録商標または商標です。

著作権情報の詳細については、SolidWorks のヘルプ (Help) > SolidWorks について (About SolidWorks) を参照してください。

SolidWorks 2010 には DS SolidWorks のライセンサーから使用許諾を受けたその他の部分が含まれます。

SolidWorks Simulation における著作権

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

PCGLSS © 1992-2007 Computational Applications and System Integration, Inc. All rights reserved.

Portions of this product are distributed under license from DC Micro Development, Copyright © 1994-2005 DC Micro Development, Inc. All rights reserved

目次

Lesson 1: はじめに	1
このマニュアルの使い方	2
SolidWorks ソフトウェアとは?	2
前提条件	2
本書の表記法 (Conventions Used in This Book)	3
はじめに (Before You Begin)	3
SolidWorks と SolidWorks Simulation を使った構造物の解析	4
Lesson 2: アセンブリの使用	5
前後関係の中で部品を作成	6
クイックビューを使ってアセンブリを開く	6
構成部品の非表示と表示	7
アセンブリ FeatureManager デザイン ツリー	11
前後関係を使った作業	12
アセンブリ編集モードと部品編集モード	12
前後関係の中にある部品と仮想部品	13
部品編集のための設定	13
新規部品の作成	14
部品編集モード	15
色が変わる理由は?	15
表示のコントロール	15
色分け表示の理解	21
前後関係を使った押し出し	25
アセンブリ編集モード	28
仮想部品での作業	28

SolidWorks

工業デザインと技術シリーズ

構成部品インスタンスの追加と合致	29
前後関係を使った部品編集	33
アセンブリから部品を開く	34
マルチボディ材料	35
フィーチャーの順序変更	36
材料	38
パック & ゴー	40
ワークフロー	40
Lesson 3: 溶接の作成	43
溶接部品を作成	44
平面およびスケッチ	44
鋼材レイアウト	44
溶接	45
溶接の作成	45
異なる平面およびスケッチの使用	49
2D スケッチの使用	51
仮想部品の名前の変更と起動	55
追加の平面および 2D スケッチ	58
貫通拘束を使用したスケッチ	60
フレームへのブレーシングの追加	64
3D スケッチの使用	64
X、Y、Z 方向へのスケッチ	65
3D スケッチ寸法	66
スケッチ ジオメトリを使用して構成部品を配置	68
変更	70
サブアセンブリでの作業	71
アセンブリからサブアセンブリを開く	71
リジッドおよびフレキシブルなサブアセンブリ	72
ブレーシング スケッチ	74
その他のスケッチ	75
溶接鋼材レイアウト	77
ユーザー定義輪郭の作成	78
鋼材レイアウトの追加	81
コーナー トリートメント	83
トリム / 延長の使用	87
トリム境界	87
フォルダーの使用	89
鋼材レイアウトのタイプとトリム / 延長のマップ	90
鋼材レイアウトのミラー	92

SolidWorks

工業デザインと技術シリーズ

編集	93
コーナー トリートメントの編集	93
輪郭配置の使用	95
Instant 3D の使用	98
クリアランスの確認	100
干渉認識	102
プレートのマウント	105
再使用可能なスケッチの作成	105
スケッチのペースト	106
溶接カット リスト	112
カットリスト プロパティ	113
外部ファイルへ保存	114
Lesson 4: モールドとサーフェスの使用	115
モールドとサーフェス	116
runner 部品	117
部品内のフィーチャー	118
ロフトの仕組み	119
モールドの作成	120
サーフェスおよびソリッドボディ	120
ボディの説明	121
モールド ツール	122
サーフェスの使用	127
対称の使用	136
Lesson 5: ブレーキローター解析	139
ブレーキローター設計	140
SolidWorks Simulation インターフェイス	142
非定常熱伝導解析	144
境界条件	145
対流	145
熱量	148
後処理	152
静解析	154
温度依存の材料特性	155

SolidWorks

工業デザインと技術シリーズ

拘束	155
荷重	157
制動力	158
熱荷重	159
後処理	160
プロットの編集	161
チャート オプション	161
設定	161
結論	163
Lesson 6: フレーム解析	164
ねじり剛性	165
要素タイプ	165
シェル要素	166
梁要素	166
解析の準備	167
実験的設計	168
梁メッシュ	169
断面 / 平面特性	170
端点の状態	170
トラス (Trusses)	171
ジョイントグループ	172
ジョイントを自動的にマージする	174
拘束	174
荷重	176
後処理	178
円筒座標	179
ねじり剛性	181
梁応力	182
断面方向 1 および 2	183
せん断および曲げ図	184
結論	186

Lesson 7: インテークの解析	187
インテークマニホールドの設計	188
モデル準備	188
外部流れ解析	188
内部流れ解析	189
SolidWorks Flow Simulation インターフェイス	190
ふた	190
ジオメトリのチェック	192
プロジェクトの作成	193
設計のゴール	201
後処理	203
設定表示	204
説明	207
結論	207

Lesson 1

はじめに

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- 部品、アセンブリ、図面の関係を説明する
- SolidWorks ユーザー インターフェースの主要な構成要素を識別する
- 必要なファイルをダウンロードし、展開する

このマニュアルの使い方

SolidWorks ソフトウェアを使った SAE 設計および解析プロジェクトは SolidWorks および SolidWorks Simulation を設計プロセスの一部として使用したアセンブリ設計および構造解析の基本を学習するためのものです。

このプロジェクトでは、モデリングと構造解析を実際に行いながら、必要な事項を学びます。

SolidWorks ソフトウェアとは？

SolidWorks とは設計自動化ソフトウェアです。SolidWorks では、習得の簡単な Windows® GUI を使って、アイデアをスケッチし、様々な設計を試しながら 3 次元モデルを構築していきます。

SolidWorks は学生、設計者、エンジニアならびにその他のプロフェッショナルによって、単一部品、複合部品、アセンブリ、および図面の作成に活用されています。

前提条件

SolidWorks ソフトウェアを使った SAE 設計および解析プロジェクトの学習を始める前に、SolidWorks 付属の次のオンラインチュートリアルを完了してください。

- レッスン 1 - 部品 (Lesson 1 - Parts)
- レッスン 2 - アセンブリ (Lesson 2 - Assemblies)
- レッスン 3 - 図面 (Lesson 3 - Drawings)

オンラインチュートリアルにアクセスするには、**ヘルプ、SolidWorks チュートリアル、すべてのSolidWorks チュートリアル (セット1) をクリック**します。SolidWorks ウィンドウのサイズが変更され、オンラインチュートリアルが SolidWorks ウィンドウの横で実行されます。

または、*SolidWorks* を使った工学設計入門の次のレッスンを完了してください：

- レッスン 1：インターフェースを使用する (Lesson 1: Using the Interface)
- レッスン 2：基本操作 (Lesson 2: Basic Functionality)
- レッスン 3：クイックスタート -40 分 (Lesson 3: The 40-Minute Running Start)
- レッスン 4：アセンブリの基礎 (Lesson 4: Assembly Basics)
- レッスン 6：図面作成の基礎 (Lesson 6: Drawing Basics)

本書の表記法 (Conventions Used in This Book)

本書は次の表に示す表記法に従っています。

表記規則	意味
太字ゴシック	SolidWorksのコマンドやオプションはこのスタイルで表記されます。たとえば、 挿入 、 ボス は 挿入 メニューから ボス オプションを選択するという意味です。
名前	フィーチャ名やファイル名はこのスタイルで表記されます。たとえば、 Sketch1 。
17 この手順を実行します。	レッスン内の操作手順には、太字ゴシックの番号が付いています。

はじめに (Before You Begin)

プロジェクトを開始する前に、レッスンで使用するファイルをお使いのコンピュータにコピーしてください。

1 SolidWorks を起動

スタート (Start) メニューから、SolidWorks アプリケーションを起動します。

2 SolidWorks Content

デザイン ライブラリ (Design Library) をクリックしてライブラリタスクパネルを開きます。

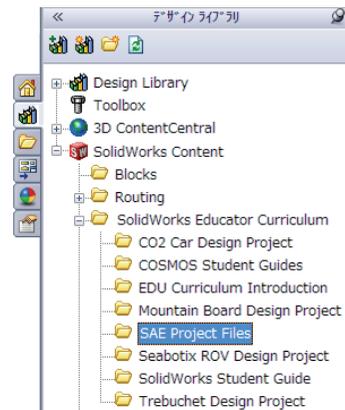
SolidWorks Content をクリックしてその下のフォルダを表示します。

SolidWorks Educator Curriculum をクリックします。

SAE Project Files - English をクリックします。

注記 : SAE Project Files 以外にも、カリキュラムフォルダが表示されているかもしれません。

パネル下部には、プロジェクトで使用する付属ファイルを含む Zip ファイルのアイコンが表示されます。



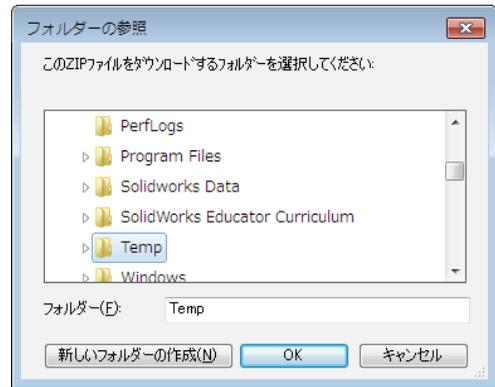
3 Zip ファイルのダウンロード

Ctrl キーを押しながらアイコンをクリックします。

Zip ファイルを保存するフォルダを確認するダイアログが表示されます。

フォルダの保存場所については講師にたずねてください。通常 C:\Temp フォルダに保存します。

OK をクリックします。



ヒント : 保存した場所を覚えておいてください。

4 Zip ファイルを開く

ステップ 3 で Zip ファイルを保存したフォルダを開きます。

SAE Project Files.zip ファイルをダブルクリックします。

5 Extract をクリック

Extract をクリックし、ファイルを保存する場所を指定します。システムは指定された場所に **_SAE_Project_ENG** という名前のフォルダを作成します。例えば、マイドキュメントに保存することができます。ファイルの保存場所については講師に確認してください。

ディスク上に **SAE Project Files** という名前のフォルダが作成されました。このフォルダ内のデータを演習で使用します。



ヒント : 保存した場所を覚えておいてください。

SolidWorks と SolidWorks Simulation を使った構造物の解析

このセッションでは、SolidWorks および SolidWorks Simulation を使って構造物の解析を学習します。

SolidWorks ソリッドモデリングソフトウェアの簡単な使用方法を確認した後、アセンブリを使って構成部品の正しいフィットを確認します。

その後、構成部品の図面をカッタリストとともに作成します。プリンタがあれば、図面のハードコピーを印刷することもできます。

Lesson 2

アセンブリの使用

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

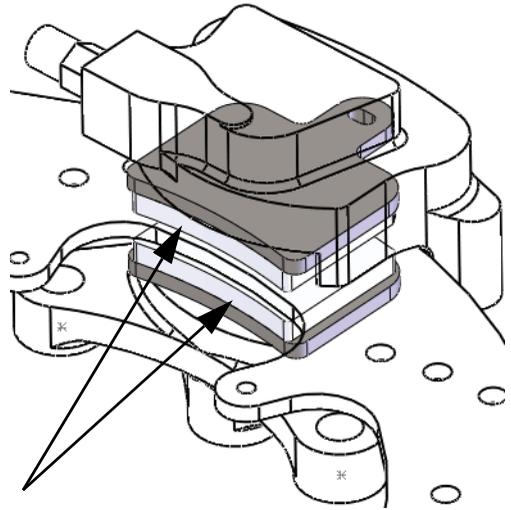
- アセンブリ編集モードと部品編集モードの違いを理解する
- 仮想的な、前後関係の中にある部品を作成する
- アセンブリから部品を開く
- 既存のインスタンスから新しいインスタンスを作成する
- 部品の材料を設定する
- パック&ゴーを使用してファイルを管理する

前後関係の中で部品を作成

SolidWorksを使用する上で、アセンブリの使い方をよく理解しておくことはきわめて重要です。

この例題では、仮想部品を作成し、前後関係を使って Rotor - Cast Iron および Brake Caliper 構成部品のジオメトリを使用したブレーキパッドを作成します。

構成部品をコピーして 2 番目のインスタンスを作成し、アセンブリに合致させます。

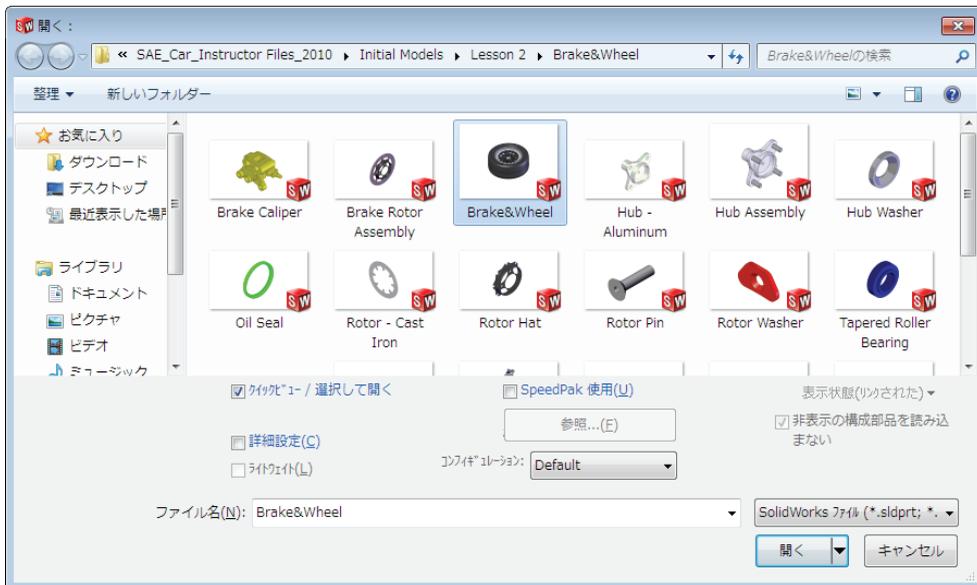


クイックビューを使ってアセンブリを開く

アセンブリを開く際にクイックビュー/選択的に開く (Quick view / Selective open) をクリックすると、表示したい構成部品だけを表示させることができます。

1 Brake&Wheel を開く

ファイル (File) 、開く (Open) をクリックし、Brake&Wheel アセンブリを開きます。クイックビュー/選択的に開く (Quick view / Selective open) を選択し開く (Open) をクリックします。



構成部品の非表示と表示

構成部品は任意に表示、非表示を切り替えることによりディスプレイを見やすくし、アセンブリの作業を高速化することができます。

さらに、アセンブリを開く前に非表示にした構成部品はメモリに読み込まれず、マシンへの負荷が軽減されます。

ヒント: **クイック ビュー/ 選択的に開く** (Quick view / Selective open) 設定は表示状態に保存されます。

構成部品を表示/非表示する方法は多数あります。以下に便利な方法とその使い方を示します。

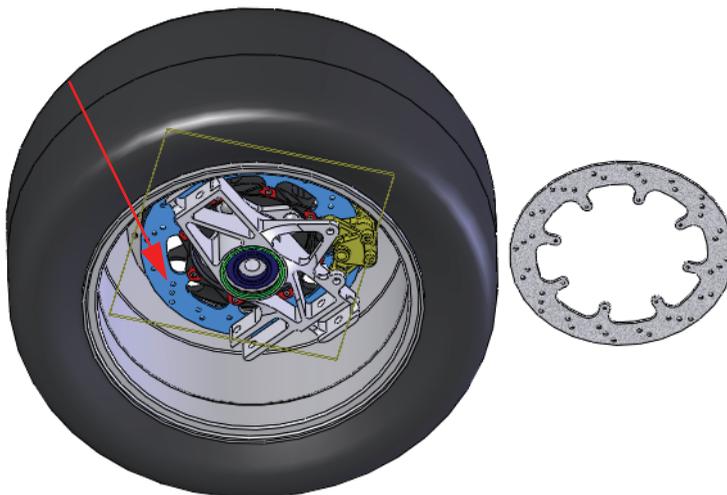
	構成部品を非表示にする	構成部品を表示する
構成部品が多い	他は非表示 (Hide Others) - 選択された構成部品以外すべての表示されている構成部品を非表示にします。	非表示構成部品の表示 (Show Hidden Components) - 非表示にされているすべての構成部品を表示し選択できる状態にします。
構成部品が1つまたは少数	構成部品の非表示 / 表示 (Hide/Show Components) - 選択された、表示構成部品を非表示にします。	構成部品の非表示 / 表示 (Hide/Show Components) - 選択された非表示構成部品を表示します。

2 表示方向

アセンブリは等角投影で開かれます。グラフィックス領域でクリックし、**Shift+ 上矢印**を押すと表示方向が変更されます。

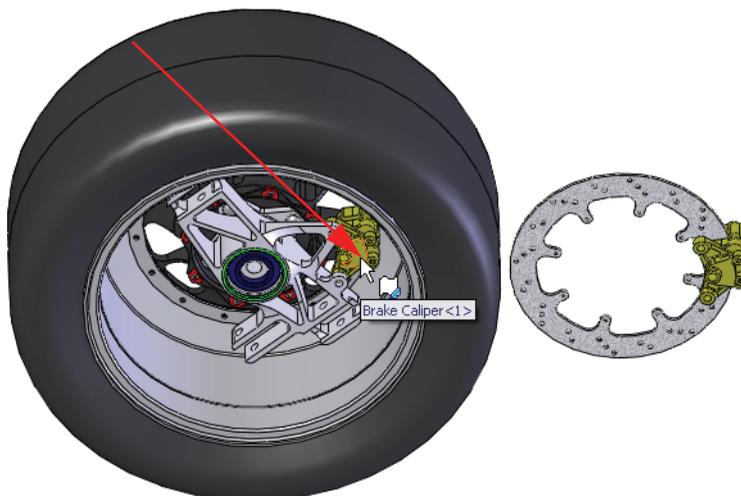
3 他は非表示

Rotor - Cast Ironを右クリックし、**他は非表示** (Hide Others) を選択します。



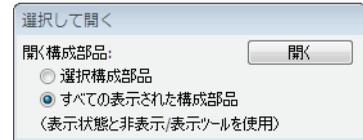
4 非表示構成部品の表示

グラフィックス領域で右クリックし、**非表示構成部品の表示** (Show Hidden Components) を選択します。図のように Brake Caliper をクリックします。**表示 / 非表示の切替** (Exit Show-Hidden) をクリックして操作を完了します。



5 選択して開く

すべての表示された構成部品 (All components displayed) をクリックし、開く (Open) をクリックします。現在表示しなければならない構成部品はこれだけです。



6 メッセージ

メッセージボックスが表示されます。

選択して開く (Selective Open) オプションを使用したため、非表示にした構成部品は、メモリにロードされません。そのため、最初に非表示の構成部品を表示するとき、それがロードされるのが遅いことに気付くかもしれません。同じく、新しい表示状態が、選択して開く (Selective Open) オプションに対応して作られます **OK** をクリックします。

7 表示状態

新しい表示状態が現在の Default コンフィギュレーション下に New Display State-1 という名前で作成されます。

元の表示状態 Default_Display State-1 はすべての構成部品を表示する設定を保持しています。

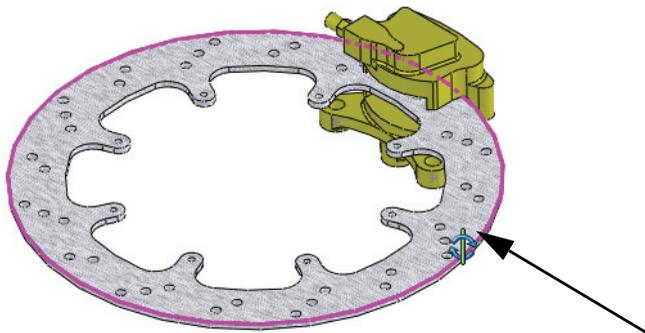


8 保存

ファイル (File) 、 **保存** (Save)  をクリックしてアセンブリと部品を保存します。

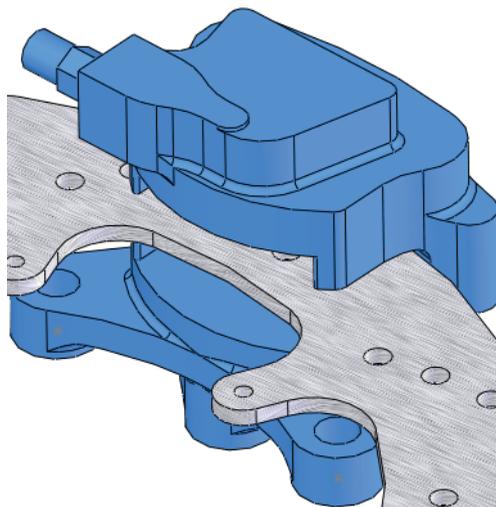
9 方向の変更

スペースバーを押し、ダイアログから*等角投影をダブルクリックします。Rotor - Cast Ironのエッジを中ボタン（ホイール）を押したままクリック、ドラッグし、図のようにジオメトリを回転します。



10 ズーム

FeatureManager デザインツリーで Brake Caliper 構成部品を右クリックし、**選択部分の拡大表示** (Zoom to Selection)  を選択します。



アセンブリ FeatureManager デザイン ツリー

アセンブリは構成部品と合致から構成されています。構成部品は部品、またはアセンブリ構成部品（サブアセンブリ）です。アセンブリ FeatureManager デザインツリーはアイコンやテキストを使ってアセンブリの正確なスナップショットを表示します。



11 AssemblyXpert

ツール (Tools)、**AssemblyXpert** をクリックします。ダイアログボックスに、合計部品数、一意の部品数、サブアセンブリ、一意のサブアセンブリ数が表示されます。



OK をクリックします。

前後関係を使った作業

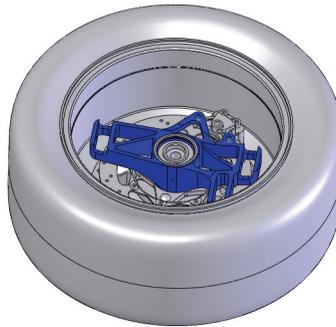
前後関係を使った作業とは、構成部品（部品またはアセンブリ）をアセンブリの前後関係内で編集することです。このモードは**アセンブリ編集**（Edit Assembly）と**部品編集**（Edit Part）モードの間で切り替わります。

アセンブリ編集モードと部品編集モード

アセンブリを開くと、デフォルトの状態は**アセンブリ編集**（Edit Assembly）モードです。構成部品を前後関係で作成または編集するには、**部品編集**（Edit Part）モードを使用します。**構成部品編集**  を使って2つのモードを切り替えることができます。



アセンブリ編集



部品編集

ヒント: 現在どちらのモードを使用しているか、色で示されます。詳細は、15 ページ、「色が変わる理由は？」を参照してください。

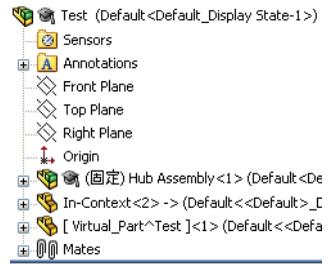
以下に、各モードで行われる代表的な操作をまとめました：

アセンブリ編集モード	部品編集モード
新規構成部品追加	新規スケッチ作成
合致の挿入	スケッチジオメトリ作成
構成部品移動	ボスまたはカットフィーチャーの作成

前後関係の中にある部品と仮想部品

前後関係の中にある部品はアセンブリの前後関係の中で作成される、あるいは編集される部品です。前後関係の中にある部品は FeatureManager デザインツリー上で (In-Context->) と後に矢印付きで表示されます。

仮想部品は、前後関係の中にある部品で、別の部品ファイルとしてではなくアセンブリ内に保存されたものです。部品は前後関係の中にあり、かつ仮想部品であることが可能です。仮想部品は、FeatureManager デザインツリー上では角括弧つき [Virtual_Part^Test] で表示されます。



前後関係を使った部品と仮想部品を使う理由

前後関係の部品はアセンブリ内の他の部品を参照し、参照関係が変化すると自動的に変化します。

仮想部品はより柔軟です。任意の時点で名前変更、削除、外部（部品）ファイルとして保存することができます。

ヒント: 参照関係がない場合、前後関係の中で部品を作成しないでください。

部品編集のための設定

システム オプションに、部品編集モードでアセンブリや仮想部品がどのような動作になるかを決定するオプションが含まれています。

12 仮想部品設定

ツール (Tools) 、オプション (Options) 、システム オプション (Systems Options) 、アセンブリ (Assemblies) をクリック、**新規構成部品を外部ファイルに保存** (Save new components to external files) します。

OK はまだクリックしないでください。

13 前後関係の表示設定

ツール (Tools) 、オプション (Options) 、システム オプション (Systems Options) 、表示/選択 (Display/Selection) をクリックし、**同じ前後関係編集のアセンブリ透明度** (Assembly transparency for in context edit) の下のプルダウンメニューから**不透明アセンブリ** (Opaque Assembly) を選択します。

OK はまだクリックしないでください。

14 前後関係の部品設定

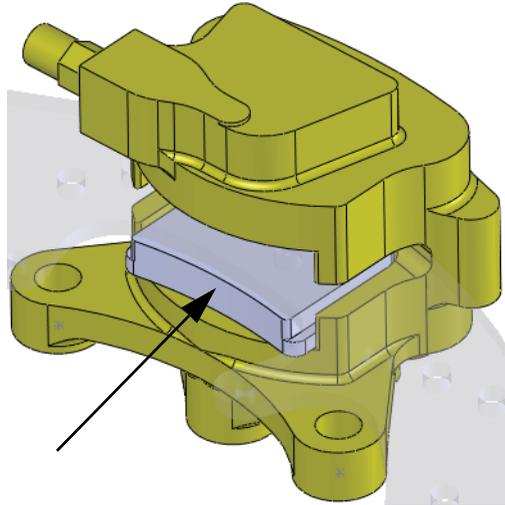
ツール (Tools)、オプション (Options)、システム オプション (Systems Options)、色 (Colors) をクリックし、部品をアセンブリで編集する時に指定色を使用 (Use specified color when editing parts in assemblies) をクリックします。その色はアセンブリ (Assembly)、編集部品 (Edit Part) 設定に表示されます。

OK をクリックします。

新規部品の作成

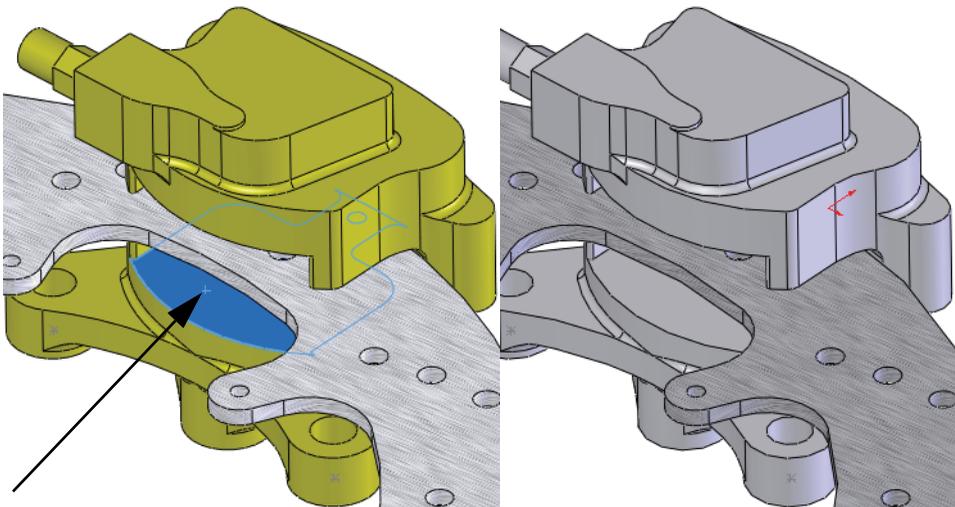
前後関係の中で新規部品を作成するには、スケッチ平面として平坦な面または平面を選択することが必要です。

選択された面または平面は新しい仮想部品の正面の向きと位置を設定します。これにより平面と右側面の向きも設定されます。



15 新規部品

挿入 (Insert)、構成部品 (Component)、新規部品 (New Part)  をクリックして Brake Caliper の面を図のように選択します。



部品編集モード

部品編集モードは**アセンブリ編集モード**と対になっており、アセンブリ内でスケッチおよびフィーチャーツールが使えるようになります。新しい部品を追加またはアセンブリ内の部品を編集することによりトリガされます。



色が変わる理由は？

行われた設定（13ページ、「部品編集のための設定」）によって、すべての部品の表示は不透明になっています。編集中の部品は**アセンブリ**（Assembly）、**編集部品**（Edit Part）の色で表示され、その他すべては**アセンブリ**（Assembly）、**非編集部品**（Non-Edit Part）の色で表示されます。

表示のコントロール

表示設定にはアセンブリ内の構成部品の表示設定と色も含まれます。表示のコントロールはアセンブリを扱う上でまず行うことであり、表示パネル（Display Pane）は最適なツールの1つです。

表示パネル

表示パネルはFeatureManager デザインツリーの一部で表示コントロールが配置されていますが通常は非表示になっています。各列には、**表示/非表示**（Hide/Show）、**表示モード**（Display Mode）、**外観**（Appearance）、**透明度**（Transparency）の現在の状態が表示されており、変更することができます。各オプションについて説明します。



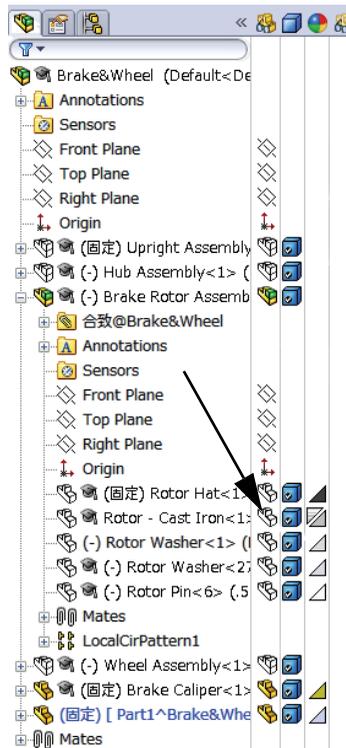
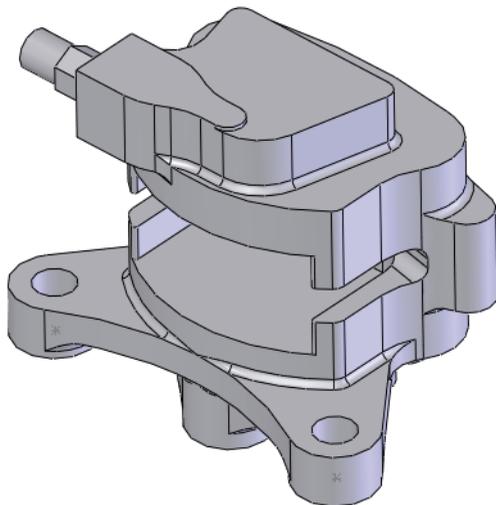
- **表示/非表示**（Hide/Show） - **構成部品非表示**（Hide Component）と**構成部品表示**（Show Component）を切り替えます。
- **表示モード**（Display Mode） - **ワイヤフレーム**（Wireframe）、**隠線なし**（Hidden Lines Removed）や**隠線表示**（Hidden Lines Visible）、**エッジシェイディング表示**（Shaded With Edges）または**デフォルト表示**（Default Display）に表示を設定します。
- **外観**（Appearance） - 部品の外観を設定します。下の三角形は部品の外観を示し、上の三角形は構成部品（アセンブリレベル）の外観を示します。
- **透明度**（Transparency） - **透明度**（Transparency）をオン、オフします。

注記： 表示パネルの動作はモードに依存しません。

16 表示パネル

表示パネルの表示 (Show Display Pane)  をクリックして表示パネルを展開し、構成部品の外観を変更します。

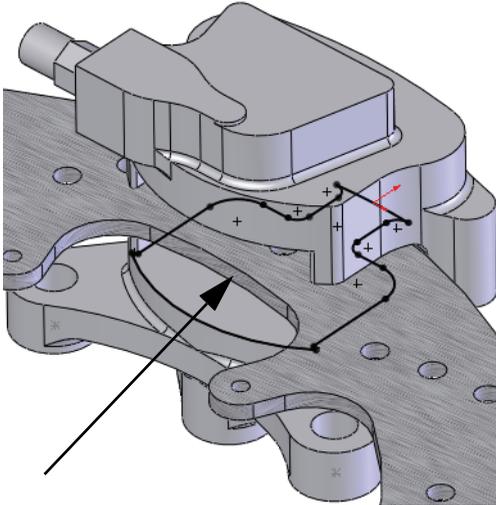
Brake Rotor Assembly フォルダを展開します。図のように**非表示/表示列**で Rotor - Cast Iron 構成部品をクリックして非表示にします。



表示パネルを閉じるには、**表示パネルの非表示** (Hide Display Pane)  をクリックします。

17 エンティティ変換

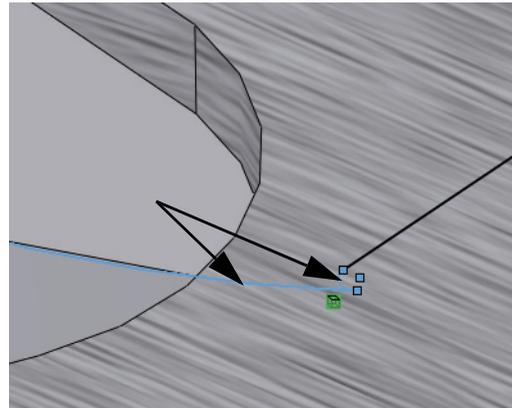
エンティティ変換 (Convert Entities)  をクリックし、面を選択して  を 2 回クリックします。



ヒント: スケッチ ジオメトリに小さい緑のアイコンが表示されていれば、それはスケッチ拘束を表しています。表示されないようにするには、**表示 (View)**、**スケッチ拘束 (Sketch Relations)** をクリックします。

18 削除

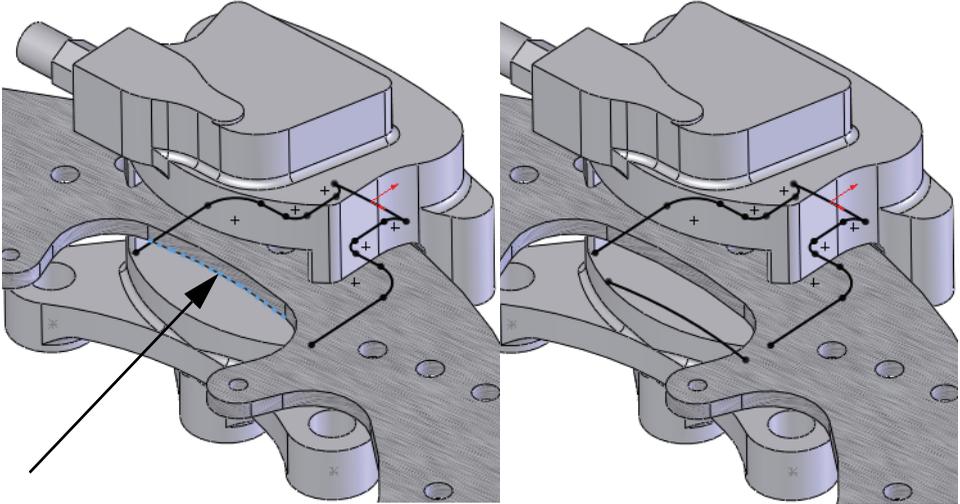
3 つのエンティティを削除して、スケッチの端を開きます。



注記: 大きな円弧が 1 つと、小さな円弧が 2 つ接続されています。図には小さい円弧が 1 つだけ表示されています。

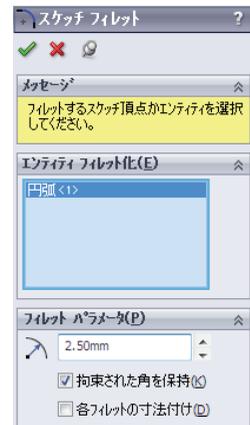
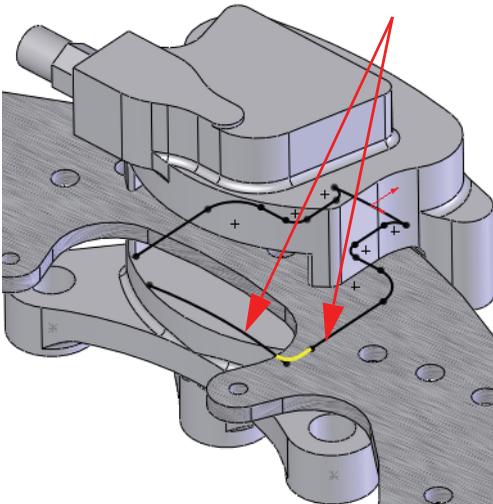
19 エッジ変換

表示パネルの表示 (Show Display Pane)  をクリックし、Rotor - Cast Iron 構成部品を表示します。**表示パネルの表示** (Show Display Pane)  をクリックし、Rotor - Cast Iron 構成部品を表示します。 を2度クリックします。



20 スケッチ フィレット

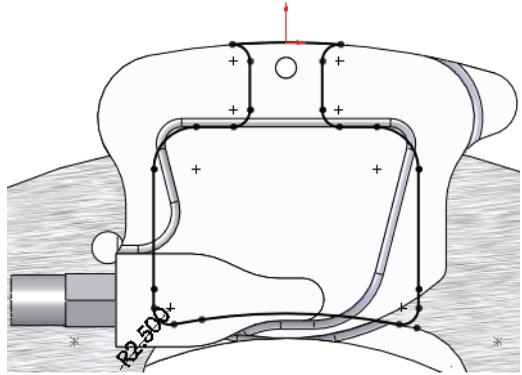
ツール (Tools)、**スケッチ ツール** (Sketch Tools)、**フィレット** (Fillet)  をクリックし、**フィレット半径** (Fillet Radius) を **2.5mm** にし、交差する内側のジオメトリを選択することで最初のセットを選択します。



反対側の同様のジオメトリにもこの選択を繰り返します。 を2度クリックします。

21 視線に垂直ビュー

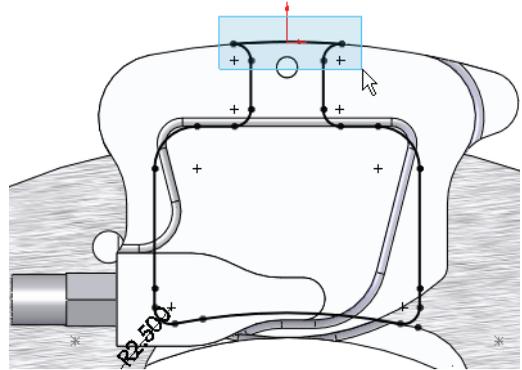
視線に垂直ビュー (View Normal To)  をクリックし、図のように拡大表示します。



22 削除

図のように左上から右下方向にボックス選択し、3つのエンティティを選択します。

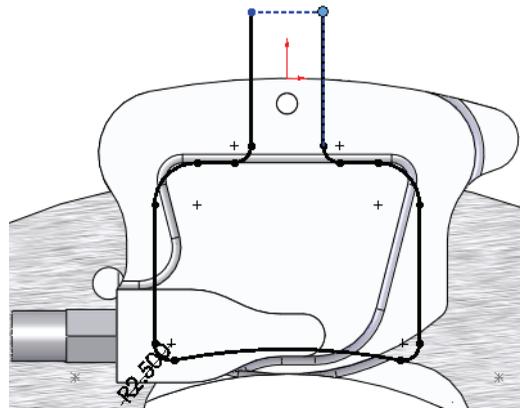
3つの選択されたエンティティを削除します。



23 端点をドラッグ

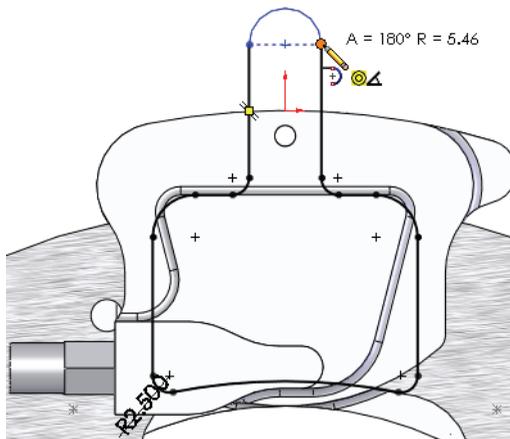
図のようにジオメトリの外側の垂直線の端点をドラッグします。

もう1つの垂直線にも繰り返し端点が水平になったところで止めます。



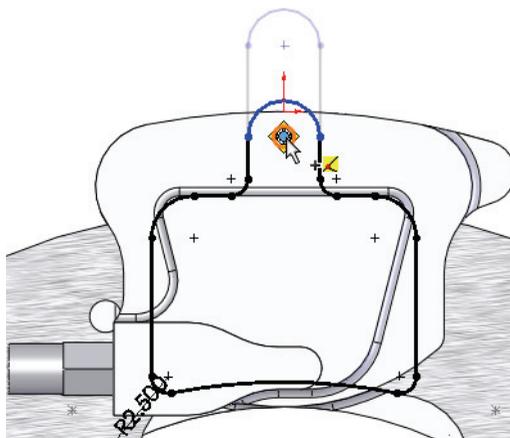
24 正接円弧

ツール (Tools) 、スケッチ エンティティ (Sketch Entities) 、正接円弧 (Tangent Arc)  をクリックし、図のように2つの端点間に円弧を作成します。



25 ドラッグ&ドロップ

円弧の中心点を円形エッジのエッジにドラッグします。表示される中心点上にドロップします。

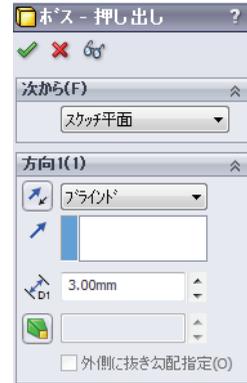
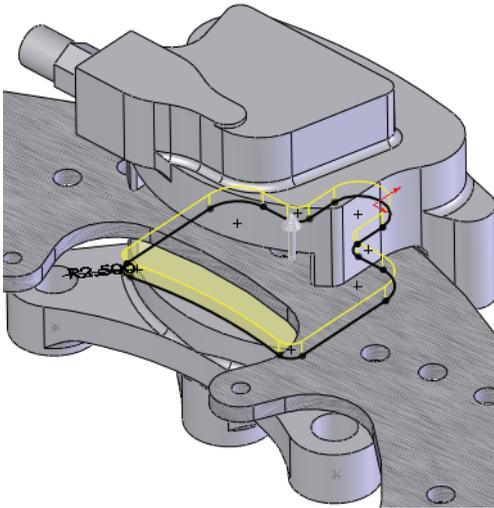


26 変更前の表示

変更前の表示 (Previous View)  をクリックすると変更前の表示と拡大状態に戻ることができます。拡大した等角投影ビューに戻ります。

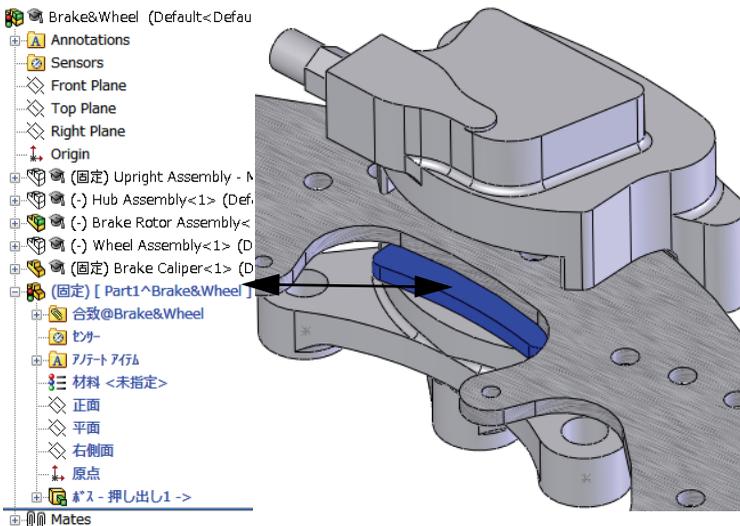
27 押し出し

押し出し (Extrude)  をクリックし、**深さ (Depth)** を **3mm** に設定します。  をクリックします。



色分け表示の理解

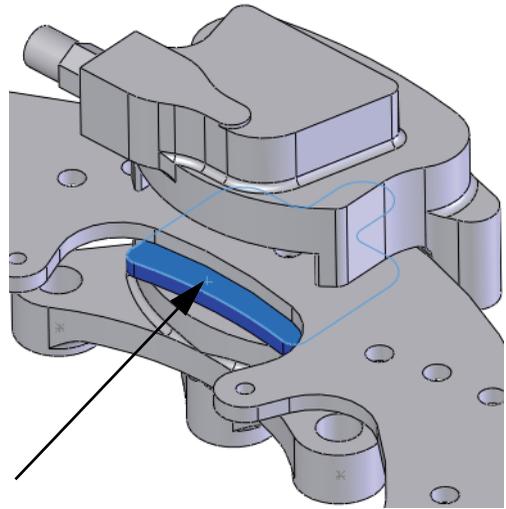
押し出しが完了すると部品は青になります。その理由は前に説明しました (15 ページ、「色が変わる理由は?」) が、ソリッドボディが表示されるまでは気づかないかもしれません。これは**アセンブリ (Assembly)**、**部品編集 (Edit Part)** の色で、グラフィックス領域にも FeatureManager デザインツリーの両方に表示されます。



28 新規スケッチ

面を選択してスケッチ (Sketch)

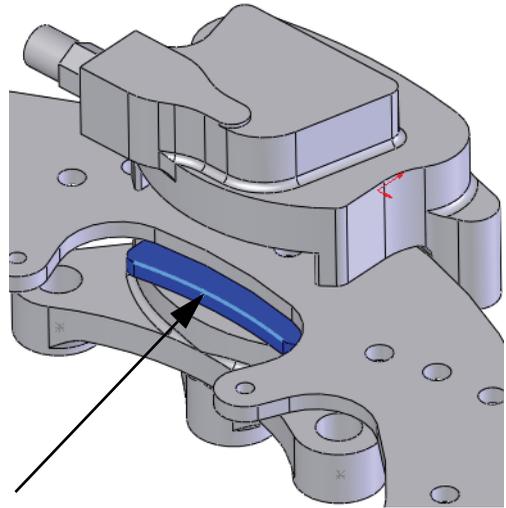
 を選択します。



29 エンティティ変換

エンティティ変換 (Convert Entities)

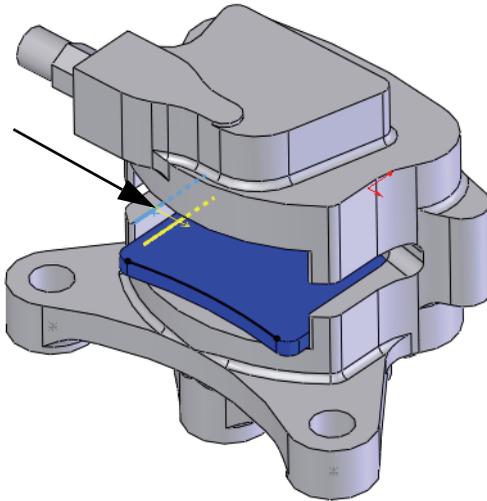
 をクリックして図のようにエッジを選択します。  をクリックします。



30 エンティティ オフセット

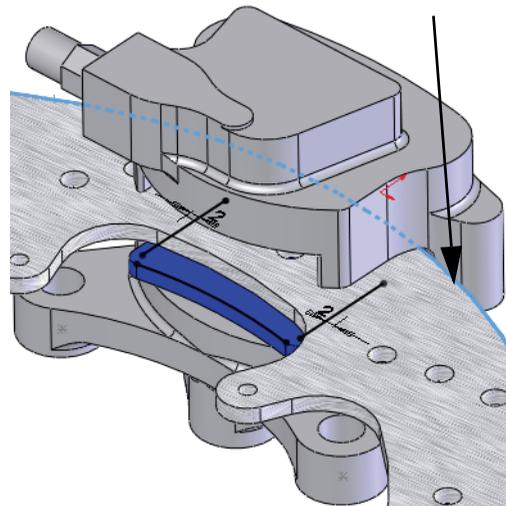
Rotor - Cast Iron 構成部品を非表示にします。エンティティオフセット (Offset Entities)  をクリックし、オフセット距離 (Offset Distance) を 2mm に設定します。エッジを選択し、反対方向 (Reverse) をクリックして  をクリックします。

反対側にもこの手順を繰り返します。



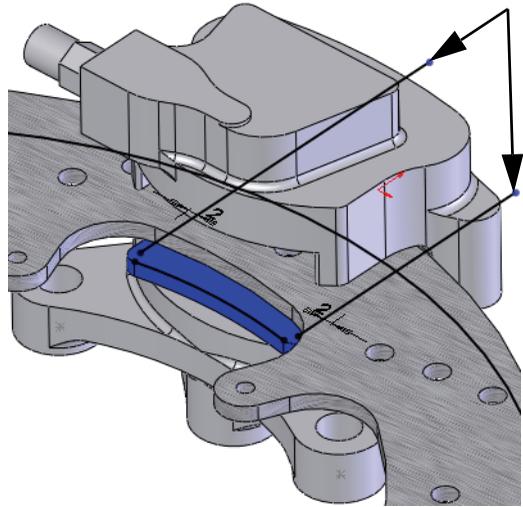
31 変換

Rotor - Cast Iron 構成部品を表示します。図に示すエッジを選択し、エンティティ変換 (Convert Entities)  をクリックします。  をクリックします。



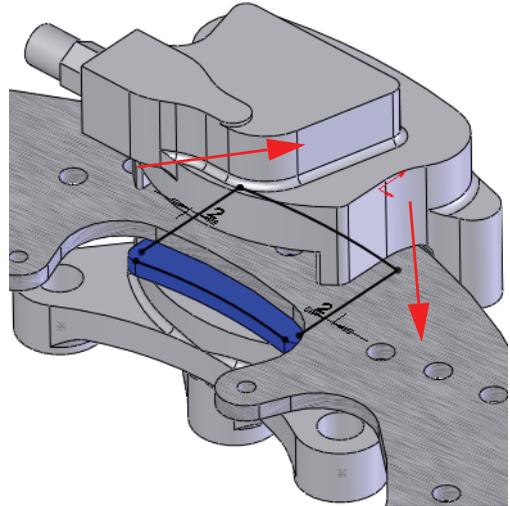
32 ドラッグ

開いている端点を変換したエッジの外側までドラッグします。



33 トリム

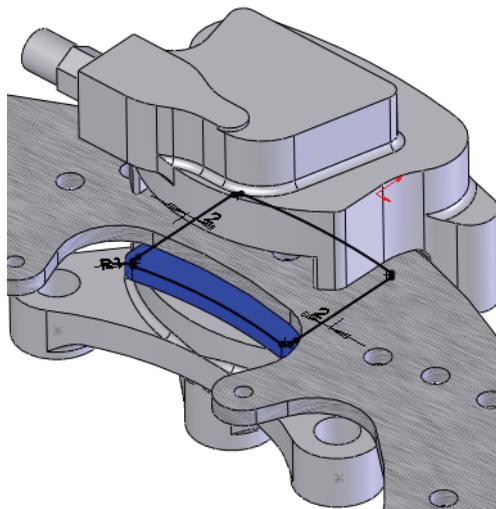
エンティティのトリム  (Trim Entities)、パワートリム (Power trim)  をクリックします。図に示すパスでジオメトリの一部を通るようクリック+ドラッグし、余分なジオメトリをトリムします。



34 スケッチ フィレット

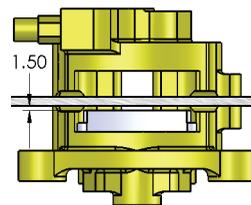
図のように半径 1mm のスケッチ
フィレットを追加します。

ヒント: コーナーが単一の端点にトリムされ
た場合、その端点を選択して
フィレットを追加します。



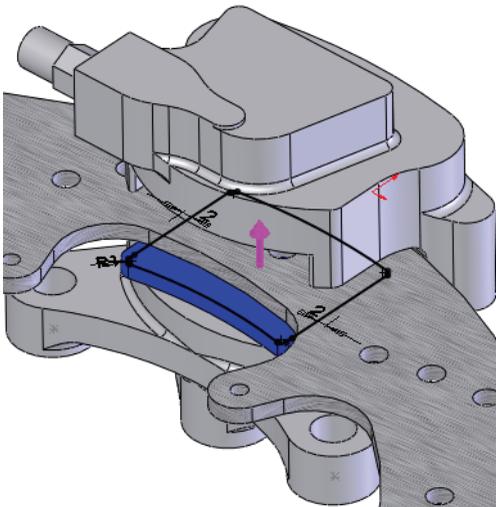
前後関係を使った押し出し

外部のジェネレータを参照する際に押し出しも前後
関係を使って作成できます。この例では、押し出し
の深さは既存の面からのオフセットとして指定され
ています。



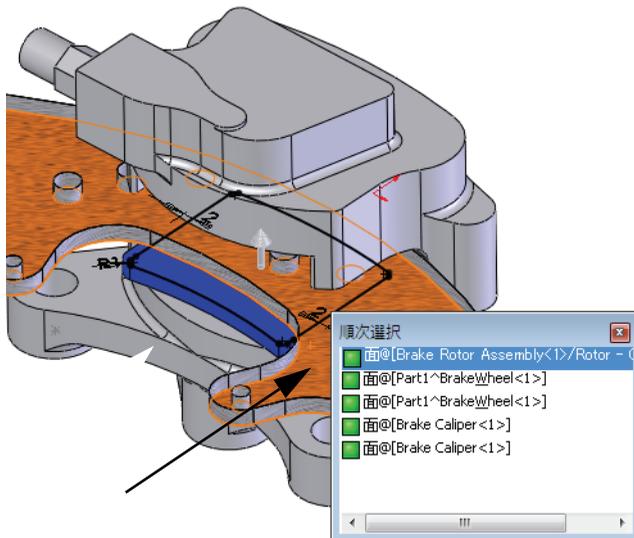
35 押し出し

押し出し (Extrude)  をクリックして押し出し状態 (End Condition) をオフセット開始サーフェス指定 (Offset from Surface) に変更します。オフセット距離 (Offset Distance) を 1.5mm に設定します。面 / 平面 (Face/Plane) フィールドをクリックします。



36 順次選択

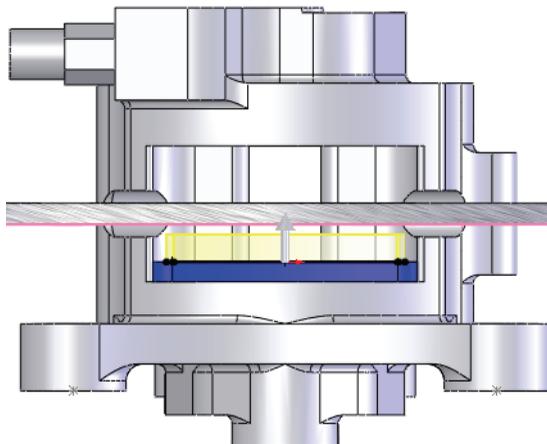
図に示した面を右クリックし、**順次選択** (Select Other) を選択します。一番上の **Face@[Brake Rotor Assembly<1>/Rotor - Cast Iron<1>]** をクリックします。



ヒント: カーソルのある位置の最初の選択肢はリストされていません。何故でしょうか? この面を選択したいのであれば、直接選択したほうが推定されるからです。

37 オフセット距離

方向をチェックして をクリックします。



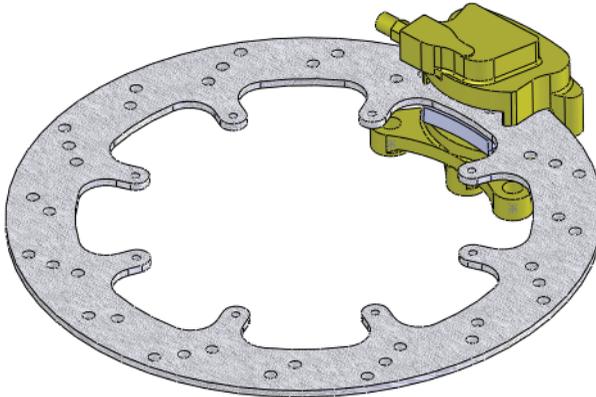
アセンブリ編集モード

アセンブリ編集モードは**部品編集モード**と対になっており、構成部品や合致を追加するアセンブリのデフォルト状態です。アセンブリ内で部品の編集を終了する、またはアセンブリファイルを開くことによりトリガされます。



1 アセンブリ編集

構成部品編集 (Edit Component)  または確認コーナー  をクリックしてアセンブリを編集します。これによりアセンブリ編集モードに戻り、すべての色は元の設定に戻ります。



仮想部品での作業

仮想部品は作成時よりアセンブリ内に保存されています。アセンブリが完成に近づきましたので、外部に保存して本当の部品にします。

仮想部品の名前変更

2 名前の変更

[Part1^Brake&Wheel] 構成部品を右クリックし、**部品を名称変更** (Rename Part) を選択します。

Brake Pad と名前を入力します。

ヒント: 部品の名前は変更されましたが、まだ仮想部品のままです。

仮想部品を外部部品として保存する

仮想部品には、新しい*.sldprt ファイルを保存するディスク上の場所が必要です。

3 外部ファイルとして保存

部品を右クリックし、**部品を保存 (外部ファイルへ)** (Save Part (in External File)) を選択します。Brake Pad.sldprt ファイルがアセンブリ フォルダに追加されます。

アセンブリと同じ (Same As Assembly) をクリックし **OK** をクリックします。



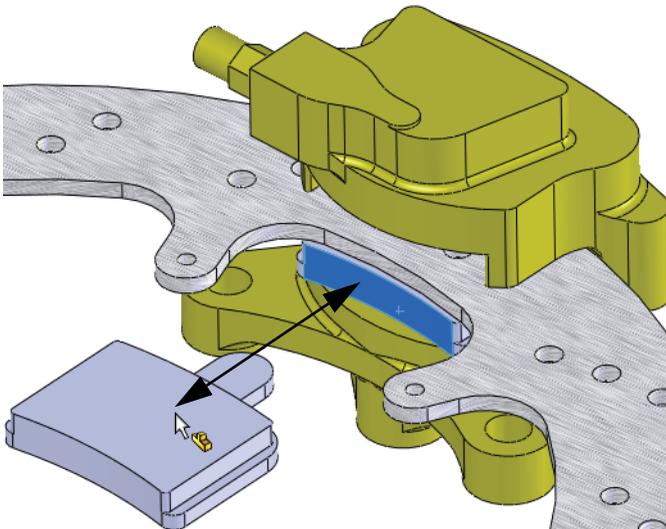
ヒント : 部品名は角括弧なしで表示されます。

構成部品インスタンスの追加と合致

構成部品をアセンブリに追加する方法はいくつかあります。アセンブリ内にその構成部品のインスタンスが既があれば、Ctrl+ドラッグ&ドロップでインスタンスを追加できます。

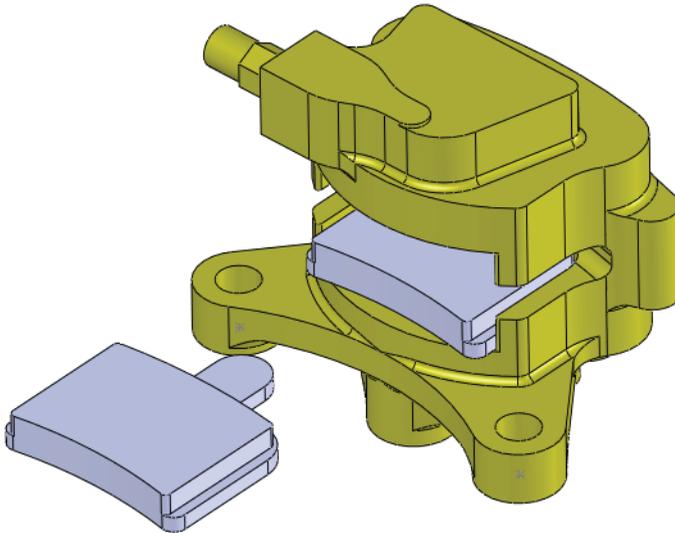
4 インスタンスのコピー

Brake Pad<1> 構成部品をクリックして **Control+ドラッグ** します。図のように Brake Caliper の外側にドロップします。



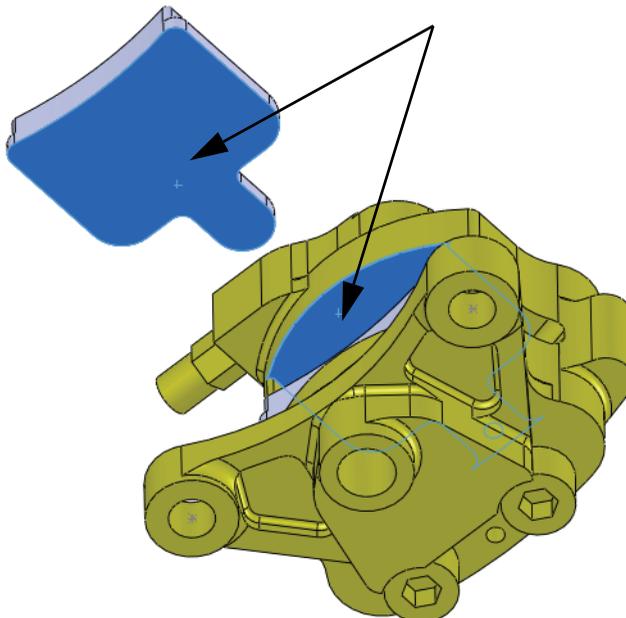
5 構成部品非表示

Rotor - Cast Iron をクリックし、**構成部品非表示** (Hide Components)  を選択します。



6 最初の合致

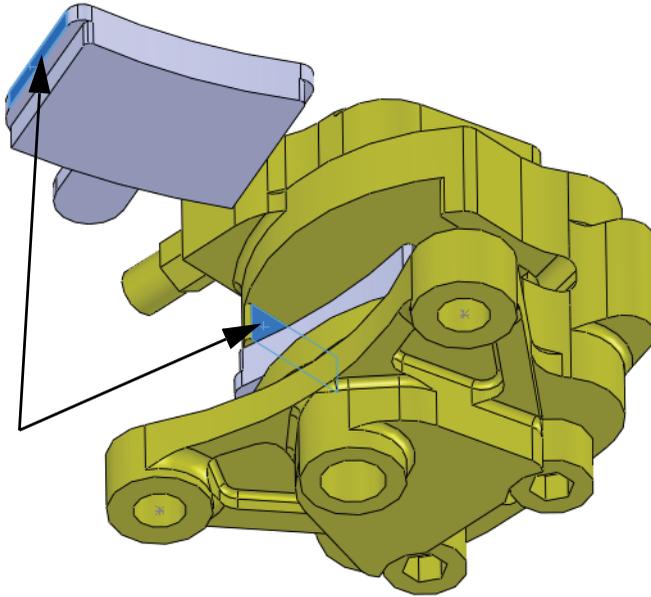
Shift+上矢印キーを押します。**挿入** (Insert)、**合致** (Mate)  をクリックして図に示す面を選択します。



一致 (Coincident) と非整列 (Anti-Aligned) をクリックします。 をクリックします。

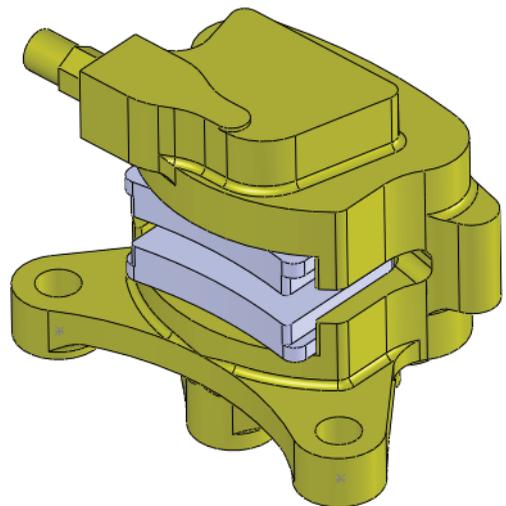
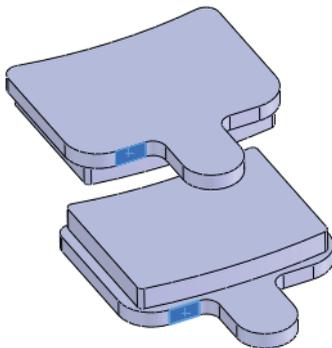
7 2 番目の合致

下矢印キーを押します。図の面を選択し、一致 (Coincident) をクリックし、 をクリックします。



8 3 番目の合致

Brake Caliper 構成部品を非表示にします。図の面を選択し、一致 (Coincident) をクリックし、 をクリックします。



Brake Caliper 構成部品を表示します。

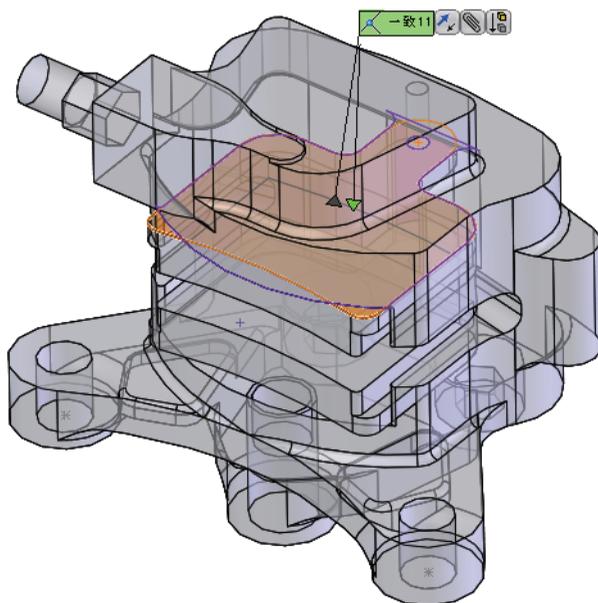
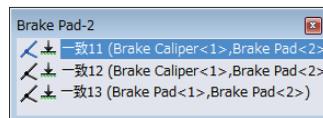
構成部品の合致を表示

構成部品を拘束するのに使った合致を**合致表示** (View Mates) を使ってリストし確認することができます。アセンブリ内で構成部品がどのように使われているかを理解するのに便利なツールです。

注記： 矢印記号  は接地経路を示します。このようなマークの付いた合致は、構成部品を固定するものです。

9 合致の表示

Brake Pad<2> をクリックして**合致表示**  をクリックします。



前後関係を使った部品編集

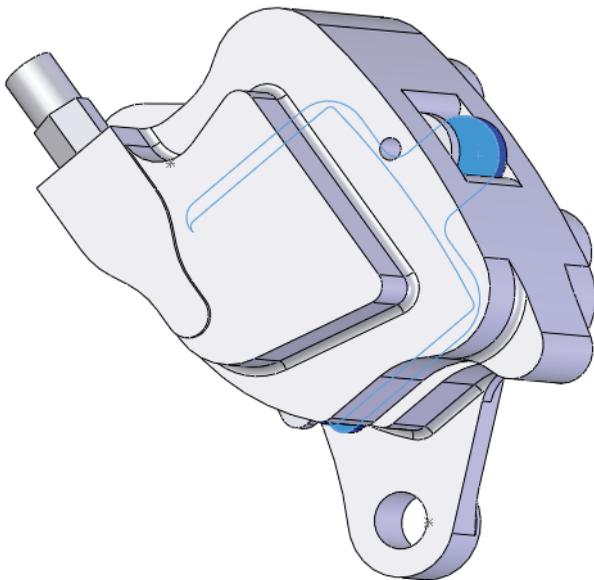
アセンブリの前後関係で作成されたかどうかに関わらず、任意の構成部品をアセンブリ内で編集できます。部品編集モードに戻るには、**部品編集** (Edit Part) コマンドを使います。

10 部品編集

Brake Pad<1> をクリックして**部品編集**  をクリックします。

11 新規スケッチ

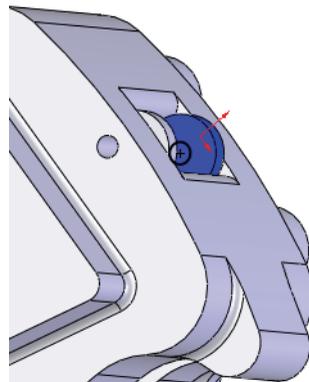
面を選択して**スケッチ挿入** (Sketch)  をクリックします。新しいスケッチが面上で作成されます。



12 エッジ変換

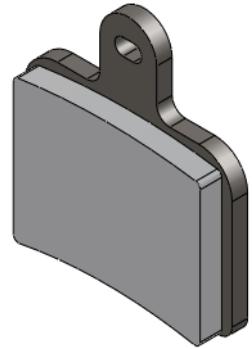
エンティティ変換 (Convert Entities)  をクリックします。図に示す円形エッジをクリックします。  をクリックします。

スケッチを終了します。



アセンブリから部品を開く

この例では、Brake Pad 構成部品の穴にマッチしたスロットを作成します。スロットは、既存の穴から作成することで簡単にフィットを実現します。

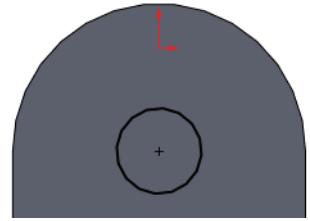


1 Brake Pad を開く

FeatureManager デザインツリーで Brake Pad<2> をクリックし、開く  を選択します。

2 スケッチを編集

FeatureManager デザイン ツリーで Sketch3-> を右クリックし、**スケッチ編集** (Edit Sketch)  を選択します。

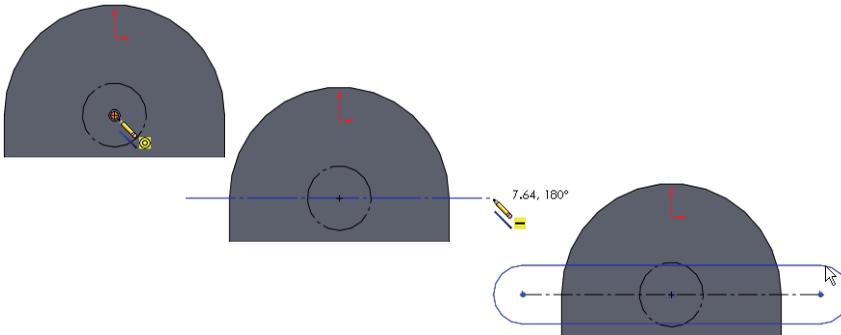


3 作図

円をクリックして、**作図線** (for construction) をクリックし、点線にします。

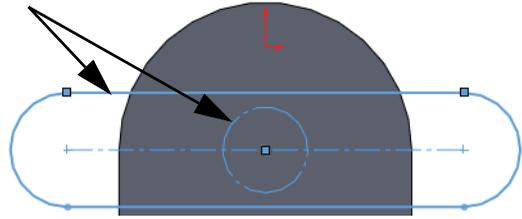
4 スロット

ツール (Tools) 、**スケッチ エンティティ** (Sketch Entities) 、**中心点ストレートスロット** (Centerpoint Straight Slot)  をクリックし、カーソルを円の中心に置きます。カーソルを水平にドラッグしてクリックし、中心線を作成します。垂直にドラッグしてクリックし、高さを設定します。  をクリックします。



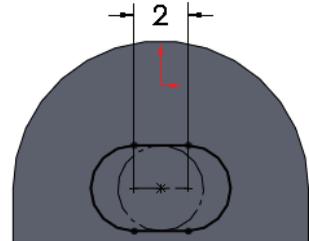
5 拘束

スロットの円と水平線をクリックします。**正接** (Tangent)  拘束を追加します。



6 寸法とカット

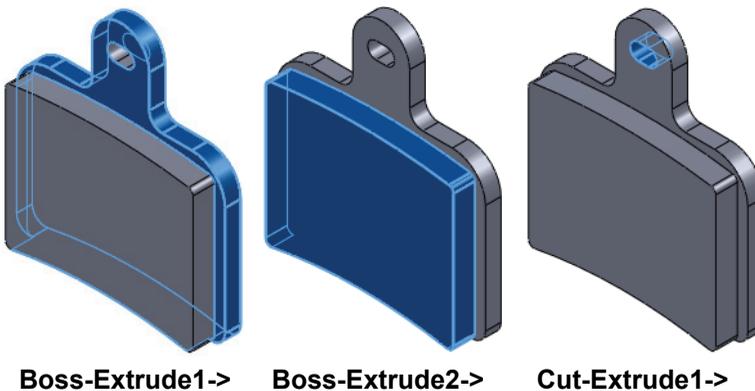
図のように幾何拘束を追加し、スケッチを完全定義します。**全貫通** (Through All) 押し出し状態を使ってカットを作成します。



マルチボディ材料

同じ部品内で異なる材料を使用するには、部品内に複数のソリッドボディ (マルチボディ) が必要です。

この部品は現在2つのボスフィーチャー、1つのカットフィーチャーの3つのフィーチャーで作成されています。これらは作成順にリストされます。デフォルトで新しいボスフィーチャーは現在のボディにマージされますので、ソリッドボディは1つだけです。この部品を編集してマルチボディを作成します。



フィーチャーの順序変更

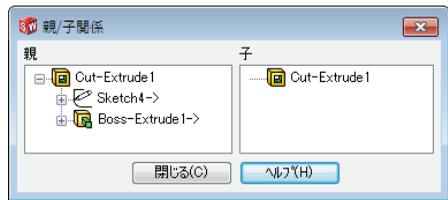
フィーチャーはFeature Managerデザインツリーでドラッグ&ドロップすることにより順序を変更できます。覚えておくべきルールは、子フィーチャーを親フィーチャーの前に変更することはできないということです。その際、親子関係はどうやって確認すればよいでしょうか？

親 / 子関係

親 / 子ツールは、任意のフィーチャーの親および子を調べるのに使用します。このケースでは、フィーチャーの順序変更可能な範囲を確認するのに使用されます。

7 親 / 子

Cut-Extrude1 フィーチャーをダブルクリックし、**親/子**を選択します。ダイアログには、**Boss-Extrude1** と **Sketch4** フィーチャーが選択されたフィーチャーの親であると表示されます。



これはつまり、**Boss-Extrude2**

フィーチャーはそうではないことも意味しています。従って、子はボスフィーチャーの間に移動できます。**閉じる** (Close) をクリックします。

注記： Sketch4 フィーチャーはCut-Extrude1 フィーチャーに埋め込まれています。

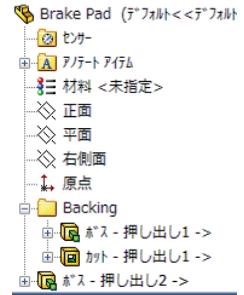
8 順序変更

Cut-Extrude1 フィーチャーをドラッグしてBoss-Extrude1 フィーチャーの上にドロップします。これによりボスフィーチャーの間に配置できます。



9 フォルダー

最初のフィーチャー **Boss-Extrude1** を右クリックし、2番目のフィーチャー **Cut-Extrude1** を **Control+クリック** し、**新規フォルダに追加** (Add to New Folder) を選択します。このフォルダの名前を **Backing** に変更します。



10 フィーチャーの編集

Boss-Extrude2 をクリックし、**フィーチャー編集**  をクリックします。**結果のマージ** (Merge result) を選択解除し  をクリックします。これで **Cut-Extrude1** と **Boss-Extrude2** という2つのソリッドボディになりました。これらの名前を図のように **Plate** と **Pad** に変更します。



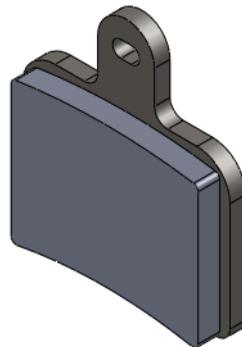
ヒント: デフォルト名は、ボディに適用された最後のフィーチャーから付けられます。

材料

材料は部品全体にも、部品内の選択されたソリッドボディにも適用できます。この例ではマルチボディを利用して、各ボディに異なる材料を割り当てます。

11 Plate の材料

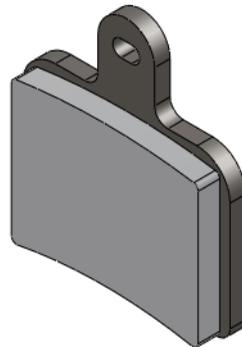
Plate を右クリックし、**材料** (Material)、**材料編集** (Edit Material) を選択します。**鋼鉄** (Steel) から、**1023 炭素鋼板 (SS)** (1023 Carbon Steel Sheet (SS)) を選択します。**適用** (Apply) をクリックした後、**閉じる** (Close) をクリックします。



12 pad の材料

Boss-Extrude2 をクリックし、**材料** を選択します。**金属以外のその他の材料** (Other Non-metals) から **陶磁器** (Ceramic Porelain) を選択します。**適用** (Apply) をクリックした後、**閉じる** (Close) をクリックします。

注記： カスタム材料およびカスタム材料ライブラリも作成できます。



13 アセンブリを開く

Control+Tab を押し、カーソルをアセンブリの位置に置きます。

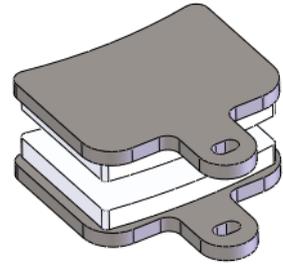


次のメッセージが表示されます。

アセンブリに含まれているモデルが変更されました。これらのアセンブリの再構築を今行いますか。**はい** (Yes) をクリックします。

14 アセンブリ編集

構成部品編集 (Edit Component)  をクリックします。Brake Caliper と Rotor - Cast Iron 構成部品を非表示にします。



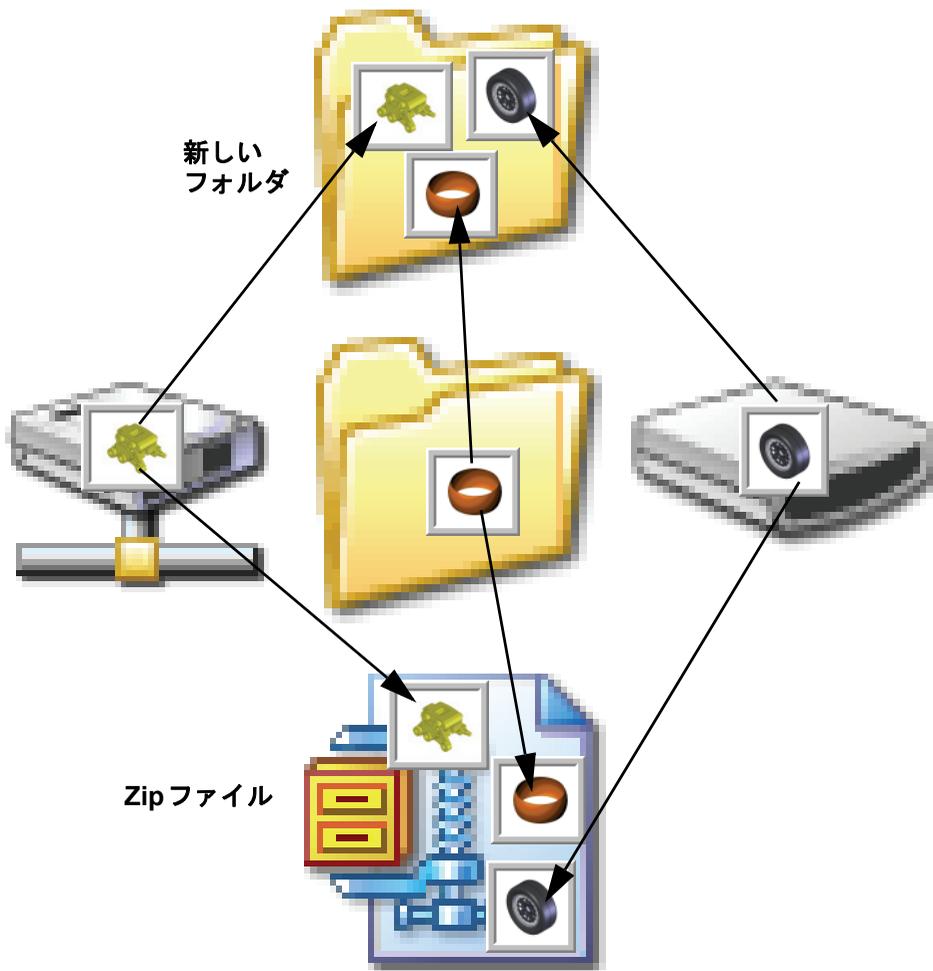
15 表示状態

元の表示状態Default_Display State-1を選択し、すべての構成部品を表示します。



パック & ゴー

パック & ゴー (Pack and Go) はアセンブリで使用されたすべてのファイルを新しいフォルダまたは zip ファイルにコピーし、ファイルセットをまとめるのに使用するユーティリティです。



ワークフロー

パック & ゴーを使ったワークフローでは、最後に作成したバックアップを使って新しいセッションを開始し、複数のバックアップファイルが作成されます。

Zip ファイルの作成

Zipファイルの作成は、ファイルをまとめ、バックアップを行う処理を1ステップで行える良い方法です。Zipファイルは次のセッションを開始するのに使用し、その後保存しておくことができます。

1 パック & ゴー

ファイル (File)、**パック & ゴー (Pack and Go)** をクリックして **保存先 Zip ファイル (Save to Zip file)** をクリックします。**参照 (Browse)** を使って場所を一時フォルダに指定し、**Backup_1.zip** という名前を付けて **保存 (Save)** をクリックします。



2 解凍

次のセッションの開始時に、zip ファイルを新しいフォルダに解凍してから作業を始めます。外部ドライブや別のフォルダからファイルを追加することもできます。

3 プロセスを繰り返す

次のセッションの開始時に、新しいフォルダに解凍してから作業を始めます。毎回このプロセスを繰り返すことにより、すべてのファイルをまとめて管理することができます。

ファイル名への追加

新しいバックアップを作成するたびに名前を変更したい場合、**プレフィックス追加** (Add prefix) および **サフィックス追加** (Add suffix) オプションを使用できます。

たとえば、ファイル名 **Brake Caliper** をプレフィックスまたはサフィックスの追加により **Brake Caliper_2** または **2-Hub Assembly** のようにすることができます。

注記： プレフィックスあるいはサフィックスの使用は名前を変更するものです。SolidWorks データ管理製品を使うのとは異なります。

4 名前のアペンド

前述のステップ 1と同じ設定を使用し、**サフィックス追加**をクリックしてボックスに **_1** を入力します。**保存** (Save) をクリックします。



ヒント： 外部ファイルとして保存されていない仮想ファイルは <アセンブリの内部> フォルダに灰色で表示されます。これらは作成された時にアクティブであったアセンブリ内に保存されます。

5 すべてのファイルを保存して閉じます

Lesson 3

溶接の作成

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

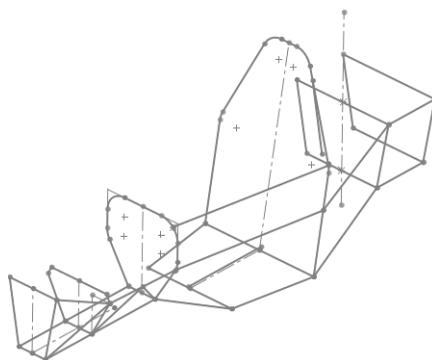
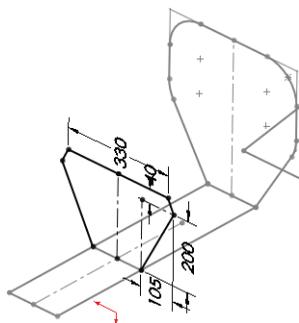
- 溶接部品を作成する
- 3D スケッチを使用する
- サブアセンブリで作業する
- ユーザー定義輪郭を作成する
- 鋼材レイアウトを追加する
- 鋼材レイアウトをトリムする
- 鋼材レイアウトを編集する

溶接部品を作成

フレームは、既存のアセンブリからの参照を使用して、前後関係を持つ溶接として作成されます。溶接プロセスは、スケッチの作成、鋼材レイアウトの追加、および鋼材レイアウトのトリムの作業で構成されます。

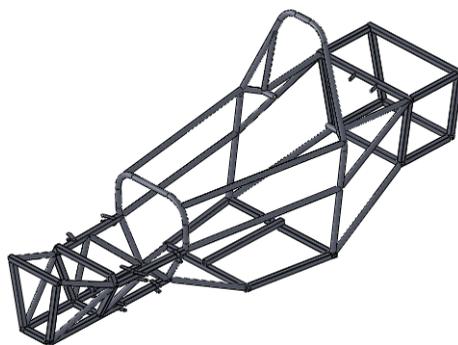
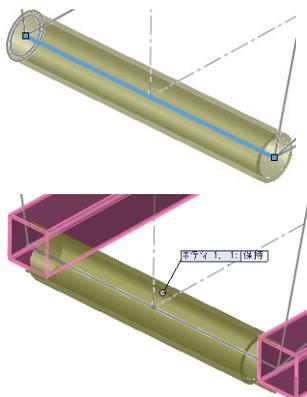
平面およびスケッチ

平面およびスケッチは、2Dと3Dのいずれも、溶接内の鋼材レイアウトの場所を定義するために使用されます。



鋼材レイアウト

鋼材レイアウト（この例では、角形鋼管と円形鋼管）は、スケッチの線と円弧に追加されます。鋼材レイアウトは、追加した後、フィットするようにトリムします。



溶接

溶接は、鋼材レイアウトで構成されるマルチボディ部品です。鋼材レイアウトの中心線がスケッチされ、プロファイルがライブラリから選択されて、スケッチに適用されます。

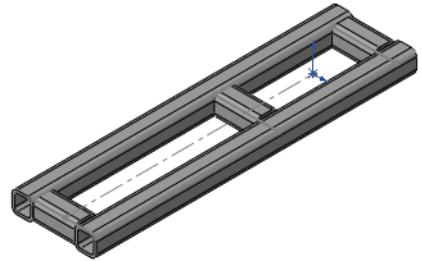
ヒント: 溶接を作成する作業のほとんどは、溶接スケッチの作成で占められます。

溶接の作成

溶接の作成では、通常、溶接部材を作成してトリムする手順を複数回行います。

例えば、ここで示す溶接には、5つの鋼材レイアウト（2つは長く、3つは短い）が含まれています。

次の図は、溶接部品を作成する基本的な手順を示します。



<p>スケッチ</p>	<p>溶接輪郭の中心線を定義する新しいスケッチを作成します。 スケッチは、2Dまたは3Dスケッチです。 スケッチを閉じます。</p>	
<p>鋼材レイアウトの作成</p>	<p>鋼材レイアウト (Structural Member)  をクリックしてジオメトリを選択します。 ジオメトリに対して使用する輪郭をライブラリから選択します。</p>	
<p>鋼材レイアウトのトリムと延長</p>	<p>トリム/延長 (Trim/Extend)  をクリックし、鋼材レイアウトの長さを平面または別の鋼材レイアウトに合わせてトリムまたは延長します。</p>	

溶接に関する重要点

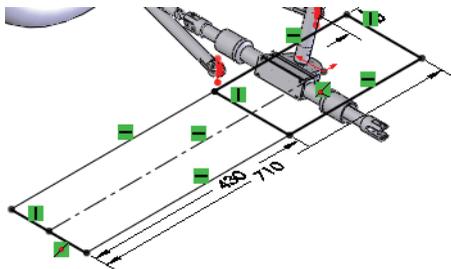
溶接に関する重要な点を次に示します。

- 溶接部品は、マルチボディ部品です。鋼材レイアウトは、個別のソリッドボディです。
- 使用する輪郭は、ライブラリから選択します。標準の輪郭が適切でない場合は、オリジナルの輪郭とライブラリ フォルダを作成する必要があります。
- 溶接には、対称性を利用できます。鋼材レイアウトは、**ミラー** (Mirror) を使用し、**パターン化するボディ** (Bodies to Pattern) オプションを指定してパターン化することができます。
- 鋼材レイアウトおよび鋼材レイアウトの長さに関する情報を格納するために、カットリストフォルダが作成されます。鋼材レイアウトは、長さで並べ替えることもできます。
- 溶接の図面内には、**溶接カット リスト**を生成できます。
- 図面内には、BOM のようにバルーンを配置することもできます。

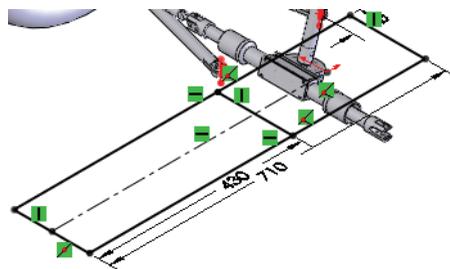
溶接スケッチに関する詳細

溶接スケッチは、溶接で使用する梁の中心線を定義します。連続する梁を1つのジオメトリを使用して作成する必要があります。そうでない場合、小さな別の部分が作成されます。

溶接には、他のフィーチャー用に使用するスケッチと異なるスケッチを使用することができます。例えば、次の図のスケッチは、押し出しボスまたは回転ボスには役立ちません。



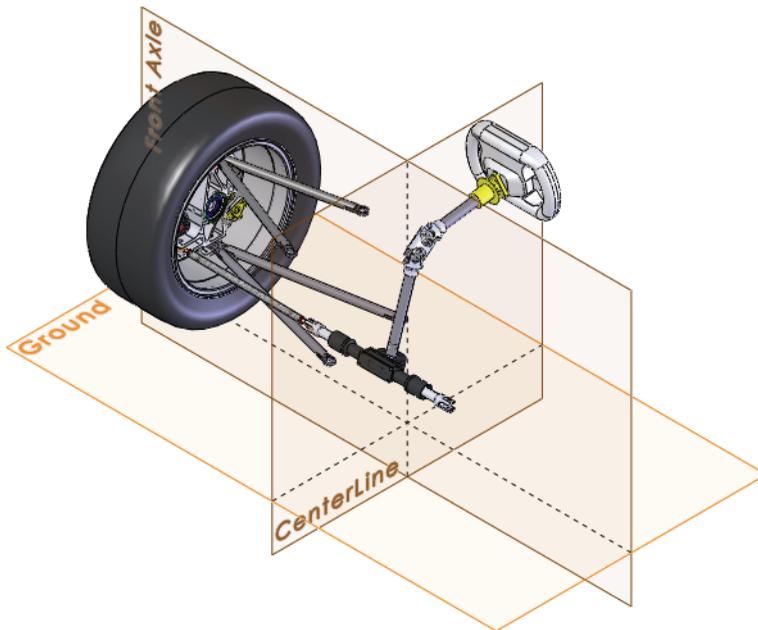
単一の直線



複数の直線

1 Frame&Suspension を開く

ファイル (File)、開く (Open) をクリックし、Frame&Suspension アセンブリを開きます。

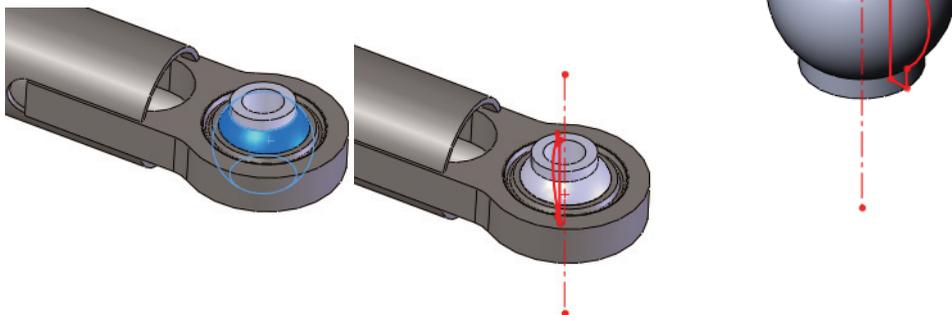


2 スケッチを表示

A-Arm Spherical Ball 構成部品の任意のインスタンスを開きます。

スケッチ 1 (Sketch1) を右クリックし、**表示** (Show) を選択します。

アセンブリに戻ります。



注記： 構成部品A-Arm Spherical Ballは、スケッチがよく見えるように回転させることができます。

異なる平面およびスケッチの使用

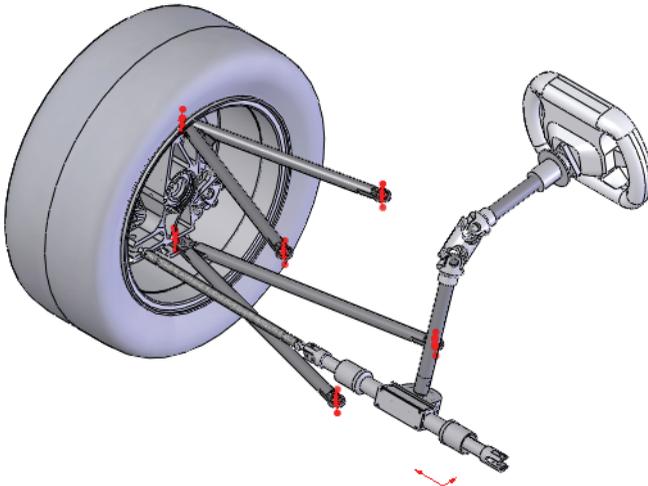
前後関係を使用して新しい部品を追加するプロセスで、平坦な面または平面が選択されている必要があります。この平面は、スケッチ平面として使用され、新しいスケッチが開かれます。実際には、平面が選択されているときに、次のような複数の操作が同時に行われます。

- 前後関係を持つ新しい部品が作成されます。
- 新しい部品が編集されます。
- 選択した平面上に新しいスケッチが作成されます。
- 新しいスケッチが開きます。
- 選択した平面が新規部品の正面の平面になります。

新しいスケッチは、まだ完全ではないかも知れません。何かを選択する必要がありますが、そのスケッチを使用しなければならないわけではありません。そのスケッチを終了して、必要な平面またはスケッチを作成し直してください。

3 新規部品

挿入 (Insert)、**構成部品 (Component)**、**新規部品 (New Part)** をクリックし、**Ground**平面を選択します。新規部品で、選択した平面上に新規スケッチが自動的に開始されます。詳細は、14ページ、「新規部品の作成」を参照してください。



注記： **Ground**平面が選択されていますが、既存の平面や平坦面に十分なものはないので、理論的には、どの平面や平坦面を選択してもかまいません。

4 スケッチを終了

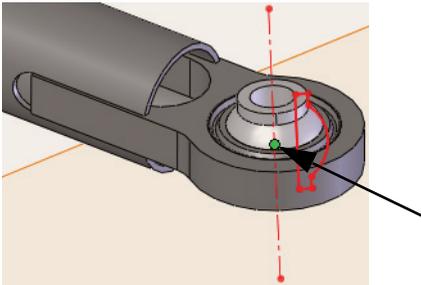
グラフィックス領域内を右クリックし、**スケッチ終了 (Exit Sketch)**  を選択して現在のスケッチを終了します。新規部品の編集はまだ続行中です。

5 参照平面

挿入 (Insert)、参照ジオメトリ (Reference Geometry)、平面 (Plane) をクリックします。

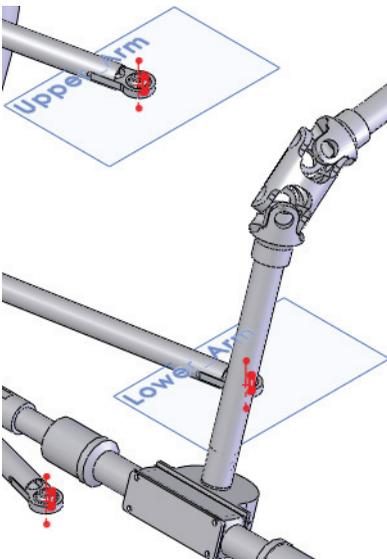
アクティブな部品 Part1^Frame&Suspension<1> から正面と平行 (Parallel) を選択します。

図のように、A-arm - Upper アセンブリの構成部品 A-Arm Spherical Ball から円弧の中心線を選択します。✔ をクリックし、平面の名前を Upper_Arm に変更します。



6 底面

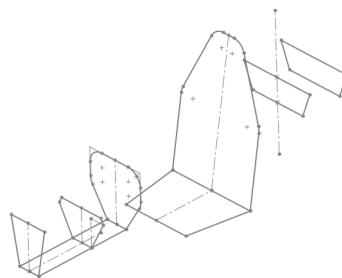
上と同じ手順で、正面を使用して新しい平面を作成し、A-arm - Lower アセンブリの構成部品 A-Arm Spherical Ball から円弧の中心線を作成します。✔ をクリックし、平面の名前を Upper_Arm に変更します。



2D スケッチの使用

一連の2Dスケッチが作成され、フレームの基本的形状ができあがります。

3Dスケッチは、基本的形状が完成した後、ブレースや支持構造物の多くを作成するのに使用します。



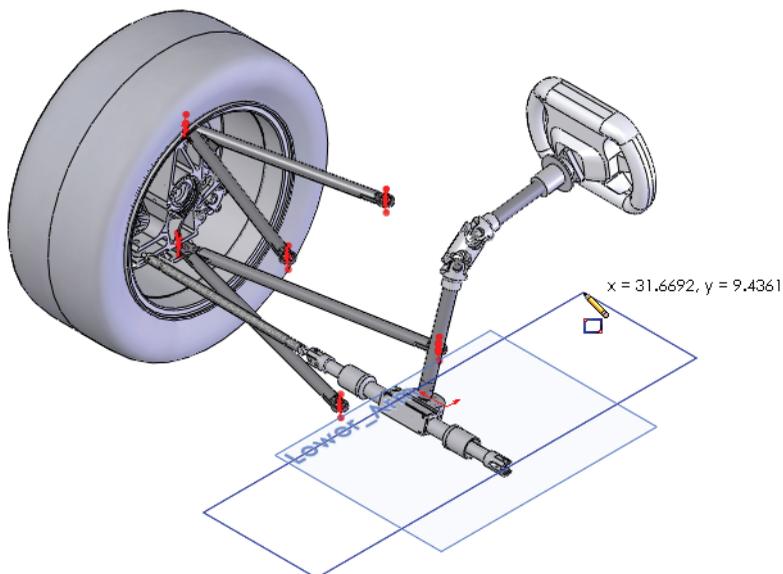
注記： 2Dスケッチの多くは、このスケッチと同様、新規の平面を作成する必要があります。

7 新規スケッチ

平面Lower_Armを右クリックし、**スケッチ** (Sketch)  を選択します。

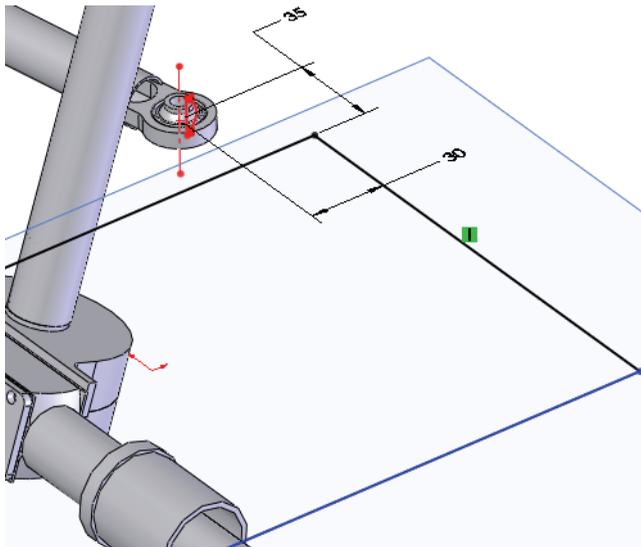
8 矩形

 のように、**矩形** (Rectangle)  とスケッチをクリックします。



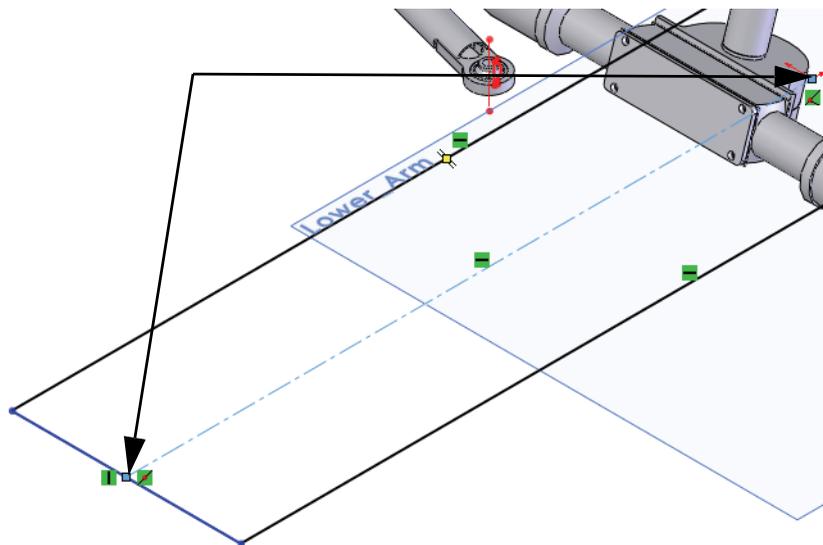
9 既存のジオメトリを参照

図のように、円弧の中心線と矩形のエッジの間に、寸法を追加します。値を **35mm** と **30mm** に設定します。寸法に **A-Arm Spherical Ball** ジオメトリを選択することにより、その構成部品への参照が作成されます。



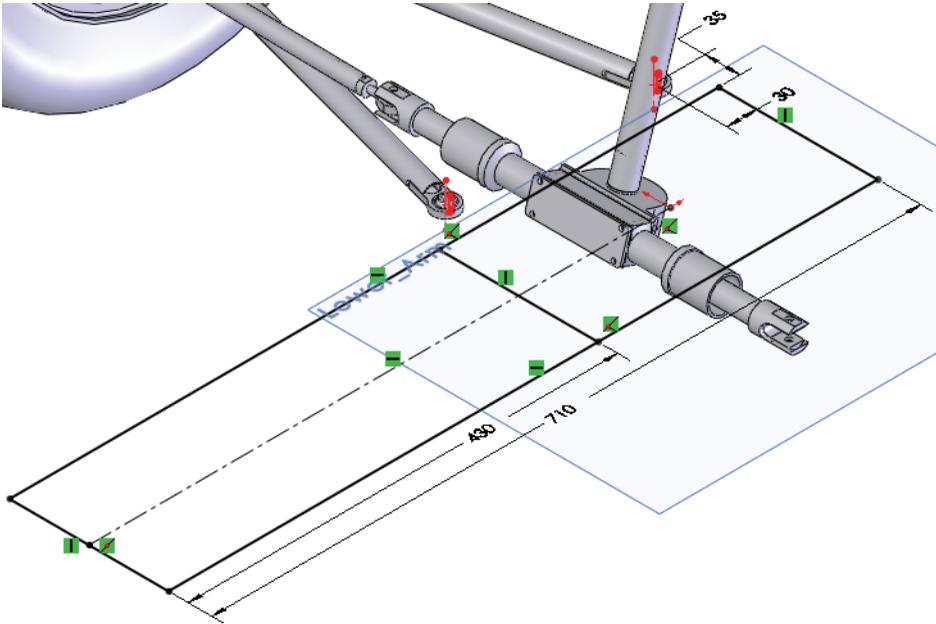
10 ジオメトリを中央に配置

図のように、線を中心点と原点を結ぶ中心線をスケッチします。水平 な拘束関係を追加します。



11 直線と寸法を追加

図のように、直線および **710mm** と **430mm** の寸法を追加します。

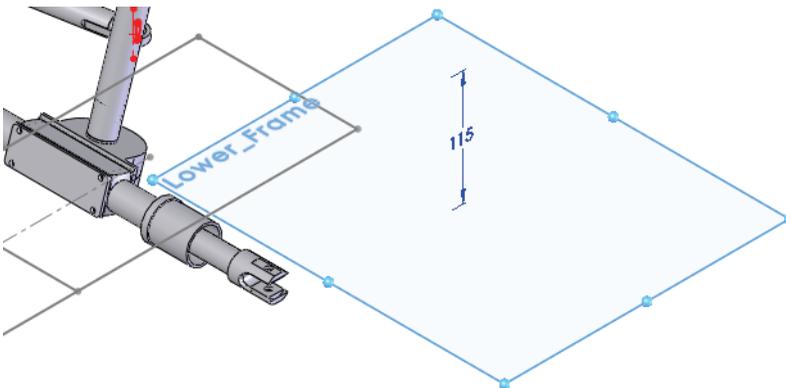


12 スケッチを終了

グラフィックス領域内を右クリックし、**スケッチ終了** (Exit Sketch)  を選択して現在のスケッチを終了します。このスケッチの名前を **Main** に変更します。

13 新規平面

平面 **Lower_Arm** を、**Ctrl** キーを押しながら下方方向にドラッグします。平面 (Plane) ダイアログで、オフセットを **115mm** に設定します。この平面の名前を **Lower_Frame** に変更します。

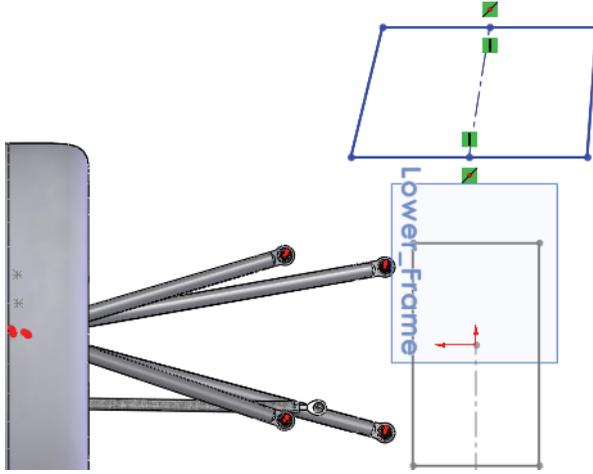


14 構成部品を非表示

Steering Wheel Steering Rack and Shaft Assembly アセンブリを非表示にします。

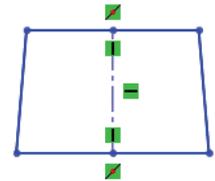
15 新規スケッチ

平面 Lower_Frame で新規スケッチを作成します。図のように、直線をスケッチし、2本の直線の中点と原点を結ぶ中心線をスケッチします。



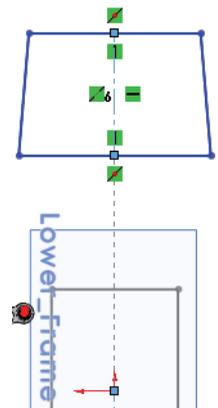
16 対称

中心線に水平  な拘束関係を追加します。角度の付いた2本の直線が、互いに対称になります。



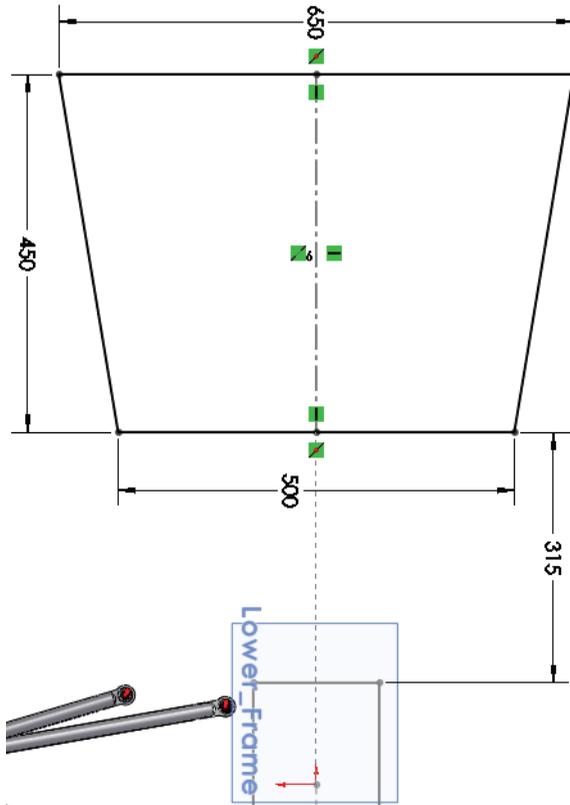
17 アクティブでないスケッチの拘束関係

現在のスケッチの中心線を選択し、アクティブでないスケッチの中心線を **Ctrl** キーを押しながら選択し、同一線上  拘束を追加します。



18 スケッチの完成

図のように、寸法を追加します。このスケッチの名前を `Lower_Frame_sketch` に変更します。



仮想部品の名前の変更と起動

アセンブリの外側にある部品は、アセンブリ ジオメトリが参照されていない方が容易に操作できます。このような部品は仮想部品であっても、容易に開くことができます。

1 仮想部品の名前を変更

FeatureManager デザインツリーで仮想部品 `Part1^Frame&Suspension` を右クリックし、**部品を名称変更** (Rename Part) を選択します。フレームと入力します。

2 仮想部品を開く

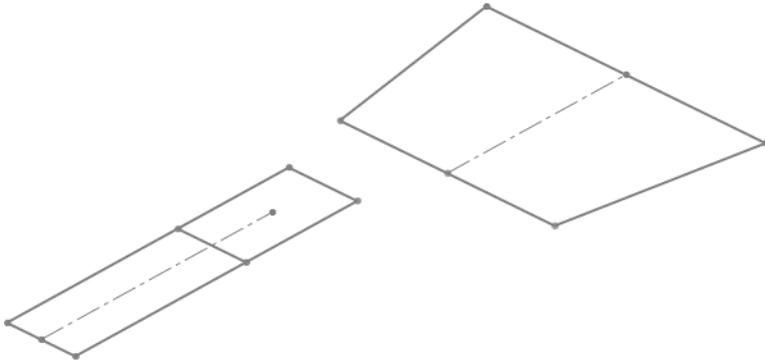
仮想部品 `Frame^Frame&Suspension` を右クリックし、**部品を開く** (Open Part)  を選択します。

表示方向が異なる理由

新しい部品を前後関係で作成すると、新しい部品の正面平面の位置と方向は、選択された最初の平面または平坦面によって決まります。そのため、新しい部品が、アセンブリの方向と異なる、予期しない方向を向いていることがあります。この問題は、表示状態を保存すれば適切に解決されます。

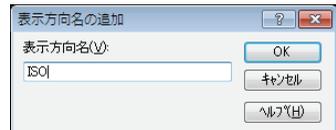
3 表示方向

表示 (View)、**表示コントロール (Modify)**、**回転 (Rotate)**  をクリックして、アセンブリの方向に近くなるように表示方向を回転させます。



4 表示状態を保存

表示方向を保存して拡大表示するには、表示状態を保存します。**スペースバー**を押し、**表示方向 (Orientation)** ダイアログから**新規ビュー (New View)** アイコン  をクリックします。



ISO と入力し、**OK** をクリックします。

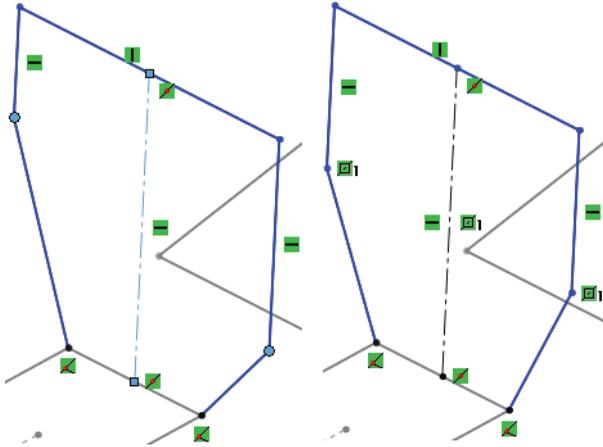
ISO という表示名がリストに追加され、ダブルクリックで呼び出すことができます。

5 平面

右側面を使用し、**第1参照 (First Reference)** に**平行 (Parallel)** を、**第2参照 (Second Reference)** に**Main**スケッチの端点を指定して新しい平面を作成します。平面の名前を **Bulkhead1** に変更します。

6 ジオメトリをスケッチ

平面 Bulkhead1 で新規スケッチを作成します。Main スケッチの既存の端点に直線を追加します。中心線を選択し、Ctrl キーを押しながら端点を選択して**対称**  拘束を追加します。



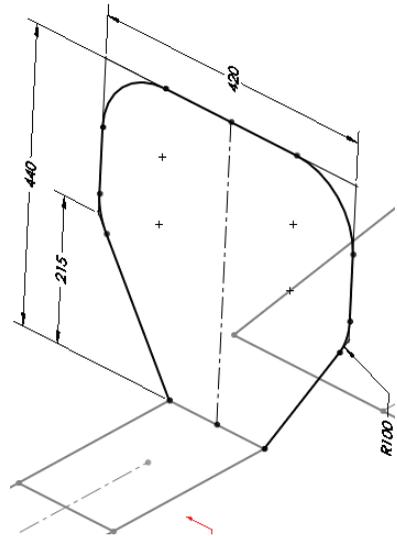
注記： 対称拘束の追加には、端点またはジオメトリを選択できます。

7 寸法とフィレット

図のように、3 つの長さ寸法（440mm、215mm、420mm）を追加します。

スケッチ フィレット (Sketch Fillet)  をクリックし、**フィレット半径** (Fillet Radius) を 100mm に設定します。図のように、4 つの角を選択します。  をクリックします。

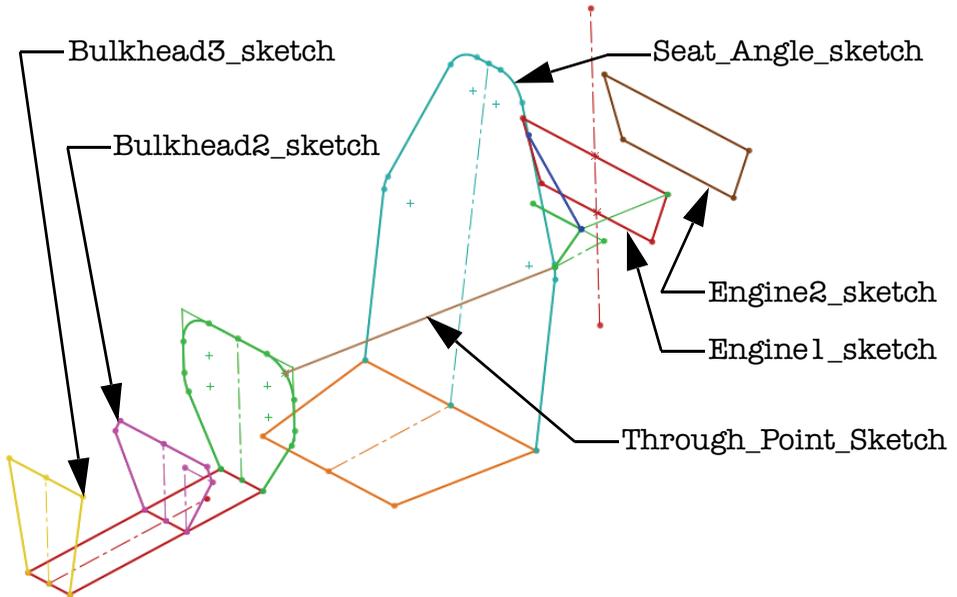
ヒント： 次のメッセージが表示された場合：フィレットが指定されたセグメントの最低1つに中点指定または等しい長さ指定の拘束が定義されています。フィレットを実行するとこの拘束に従ってジオメトリが移動する場合があります。作業を継続しますか。続行しますか？ **はい (Yes)** をクリックします。



スケッチを閉じ、スケッチ名を Bulkhead1_Sketch に変更します。

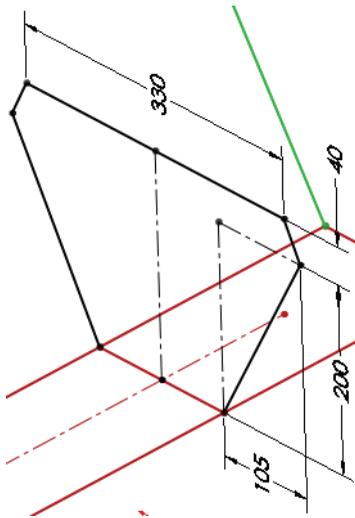
追加の平面および 2D スケッチ

フレームの形状を定義するために、一連の小さな2Dスケッチが必要です。

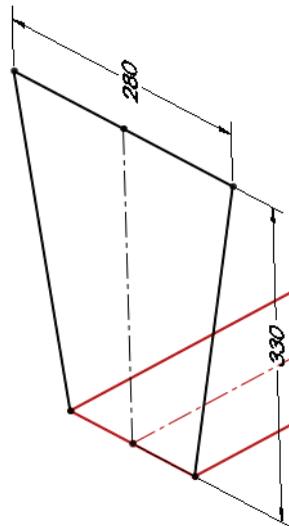


8 Bulkhead2 平面、Bulkhead3 平面およびスケッチ

Main スケッチの端点を通して、右側面に平行な平面を作成し、次のスケッチを作成します。



Bulkhead2_sketch



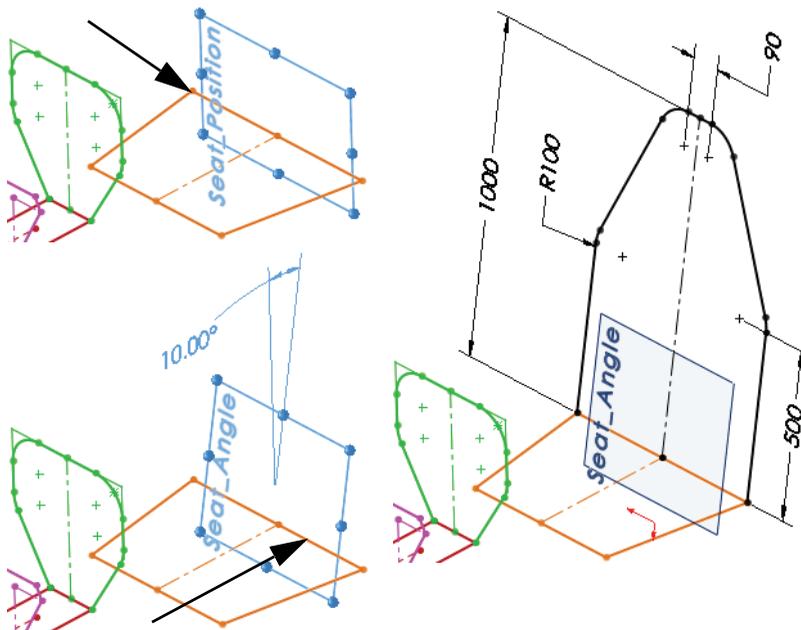
Bulkhead3_sketch

9 シートの位置と角度

右側面を使用し、**第1参照** (First Reference) に**平行 (Parallel)** を、**第2参照** (Second Reference) にMainスケッチの端点を指定して新しい平面を作成します。その平面の名前を **Seat_Position** と変更します。

図のように**Seat_Position**とスケッチ線を使用して、新しい平面を作成します。**角度 (Angle)** をクリックし、**10度**を使用します。その平面の名前を **Seat_Angle** と変更します。

スケッチを作成し、スケッチ名を **Seat_Angle_sketch** に変更します。



ヒント : 90mm と 500mm の寸法の前に、100mm のスケッチ フィレットを追加します。

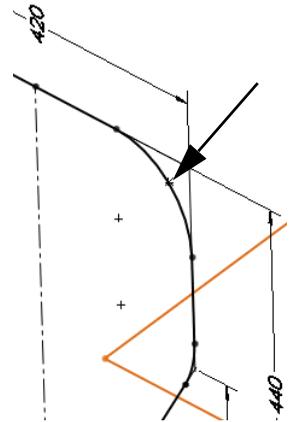
貫通拘束を使用したスケッチ

ここまでで、ジオメトリを端点と中心点に接続しました。しかし鋼材レイアウトが円弧またはエルボの形状の場合はどうでしょうか。ここでの方法は、**貫通**と呼ばれる、あまり知られていない拘束関係を利用します。貫通拘束は、選択したジオメトリとスケッチ平面が交差（貫通）する場所に端点を配置します。

注記： 場合によっては、隔壁や他のスケッチを作成するために、ブレーシングレイアウトの作成が必要なことがあります。この例では、隔壁の位置をスケッチするために、ブレーシングレイアウトを配置する必要があります。

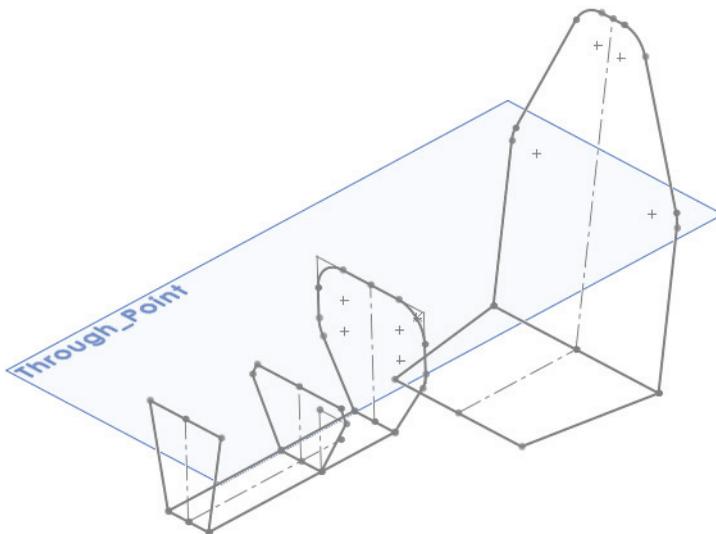
10 スケッチを編集

スケッチ **Bulkhead1_Sketch** を編集します。点 (Point)  をクリックし、円弧の近くに点を追加します。図のように、点と円弧の間に、**中点** (Midpoint) 拘束を追加します。



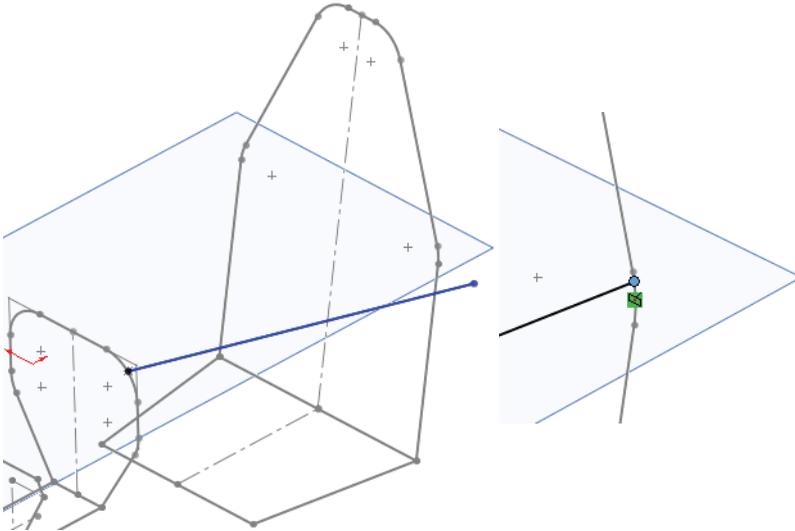
11 点を通過する平面

正面を使用し、**第1参照** (First Reference) に**平行** (Parallel) を、**第2参照** (Second Reference) に対象の点を指定して新しい平面を作成します。この平面の名前を **Through_Point** に変更します。



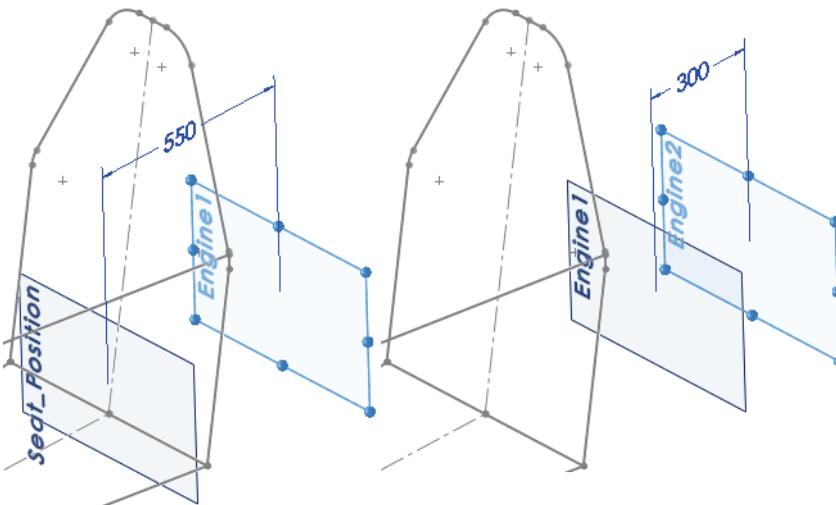
12 貫通

Through_Point 平面で新規スケッチを作成します。図のように、点から円弧に向かって直線をスケッチします。端点と円弧を選択し、**貫通** (Pierce) 拘束を追加します。この名前を Through_Point_Sketch に変更します。



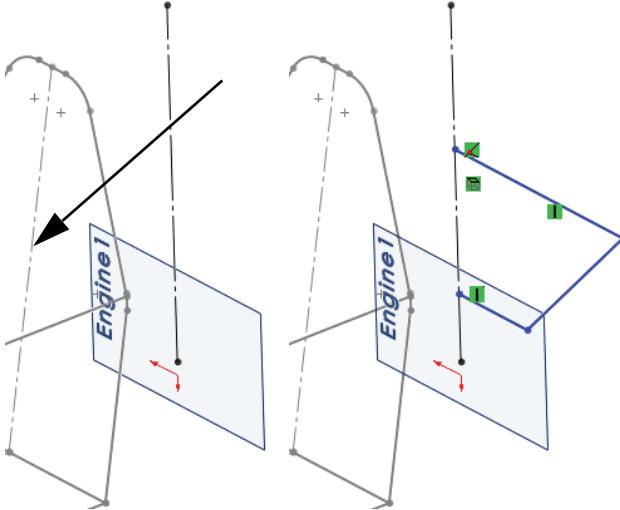
13 平面

Seat_Position 平面から **550mm** オフセットされた位置に新しい平面を作成します。この平面の名前を **Engine1** に変更します。**Engine1** から **300mm** オフセットして **Engine2** を作成します。



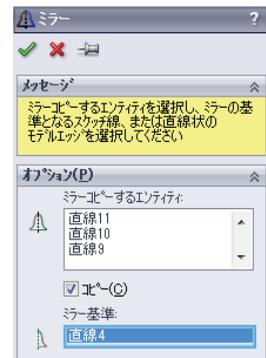
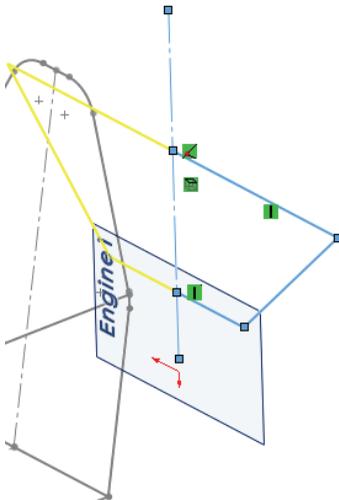
14 1つのスケッチ エンティティを変換

Engine1 平面で新規スケッチを作成します。図のように、**エンティティ変換** (Convert Entities)  をクリックし、Seat_Angle_sketch で中心線を選択します。 と  をクリックします。直線をクリックし、**作図ジオメトリ** (Construction Geometry)  を選択します。図のように、中心線に直線を追加します。



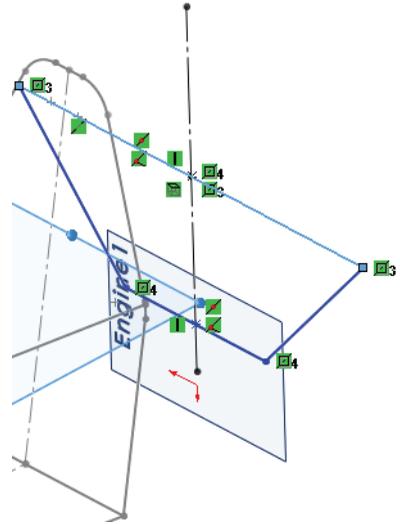
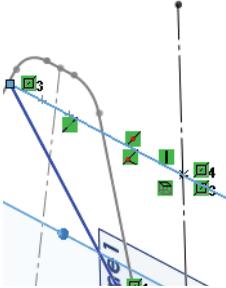
15 スケッチ内でのミラー

ツール (Tools)、**スケッチ ツール** (Sketch Tools)、**ミラー** (Mirror)  をクリックし、スケッチされた直線を選択します。中心線を右クリックして選択し、 をクリックします。



16 平面との同一線上拘束

図のように Through_Point 平面と上側の線の間で同一線上 (Collinear) 拘束を追加し、寸法を追加します。名前を Engine1_sketch に変更します。

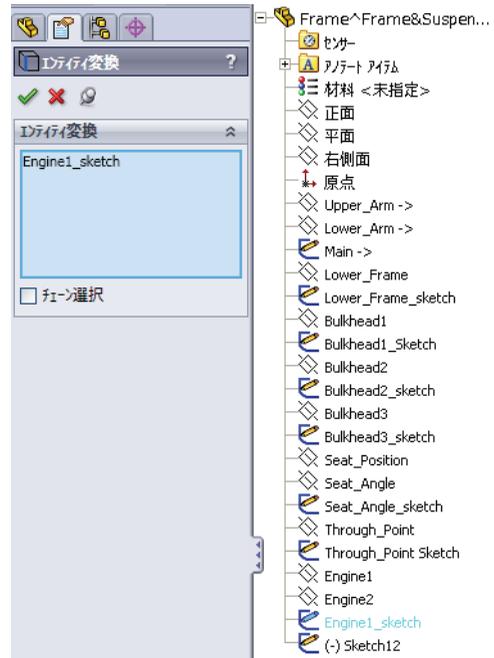
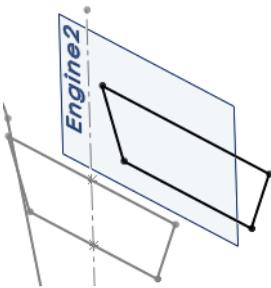


17 スケッチ全体を変換

Engine1 平面で新規スケッチを作成します。

エンティティ変換 (Convert Entities)

 をクリックし、フライアウト FeatureManager デザインツリーを使用して、スケッチ Engine1_sketch を選択します。  と  をクリックします。



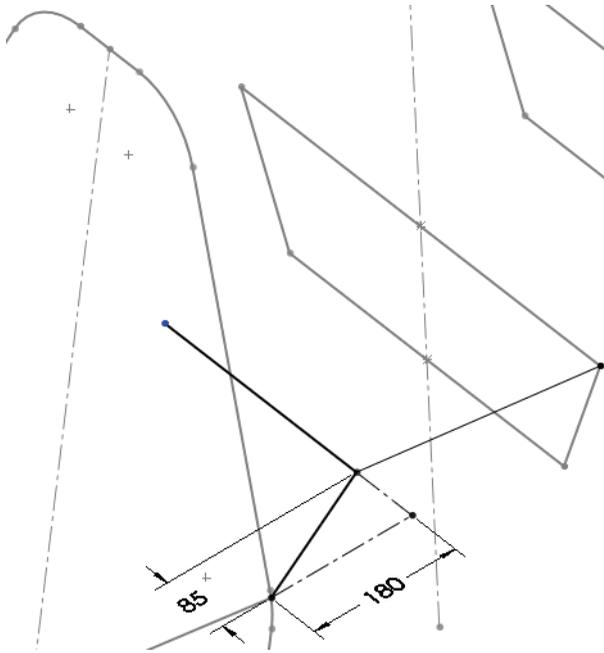
フレームへのブレーシングの追加

ブレーシングは、既存のスケッチ間に、さらに別のスケッチを使用して追加されます。2Dか3Dかは、状況に適したタイプを使用することを推奨します。3Dスケッチについては、64ページ、「3Dスケッチの使用」を参照してください。

ヒント: これまでのスケッチも、すべて3Dでスケッチとして作成することができます。

18 スケッチ

Through_Point平面で新規スケッチを作成します。図のように、2本の中心線、3本の直線、2つの寸法を追加します。名前を**Engine_Mount**に変更します。作成したスケッチを未定義の状態を終了します。



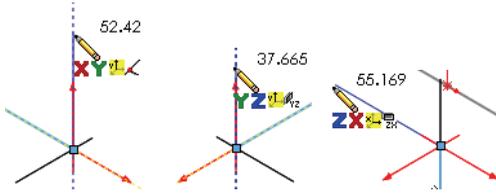
注記: このスケッチもまた、標準の押し出しに適した有効な溶接スケッチの例です。詳細は、47ページ、「溶接スケッチに関する詳細」を参照してください。

3D スケッチの使用

3Dスケッチは、既存の平面に存在しないスケッチジオメトリや、容易に定義できない平面上にあるスケッチジオメトリを作成するのに非常に便利です。既存の端点間の3D空間を通過するブレーシングの直線は、3Dスケッチを使用して作成するのが最適です。

X、Y、Z方向へのスケッチ

直線の作成時には、3Dスケッチに**スペースハンドル**が表示されます。これを使用して、**X**、**Y**、および**Z**方向にスケッチできます。方向は、カーソルに表示されます。



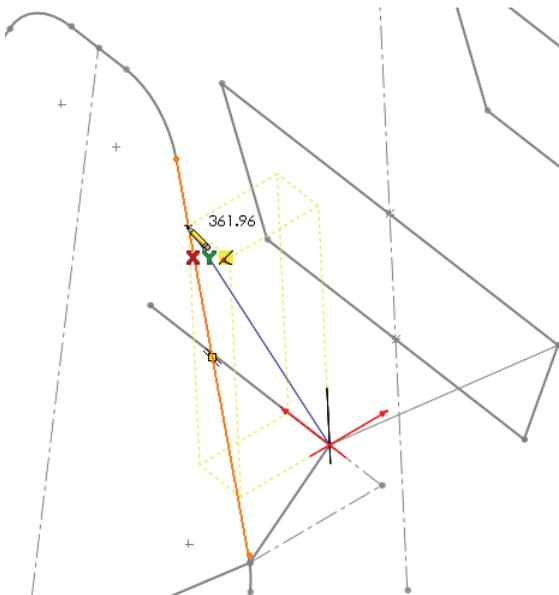
注記： スペースハンドルは、3Dスペースで端点間をスケッチする場合は無視できます。

3D スケッチかどうかを確認する方法

ウィンドウの右下にある**ステータスバー**を確認します。ステータスバーには、3Dの場合は**Editing 3DSketch1**、2Dの場合は**Editing Sketch6**と表示されます。

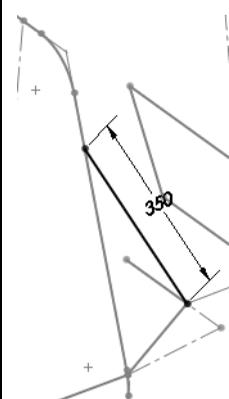
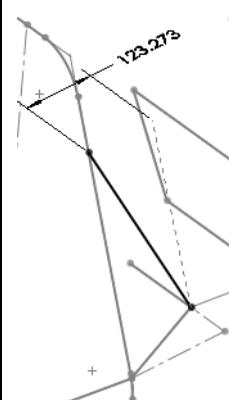
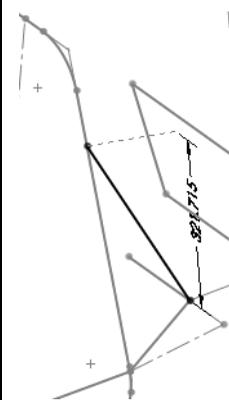
19 3D スケッチ

挿入 (Insert) 3Dスケッチ (3D Sketch)  (Sketch) をクリックし、直線を追加します。図のように、下の方の端点から、角度の付いた線まで直線を描きます。**一致 (Coincident)** の拘束がプロセスに加えられます。



3D スケッチ寸法

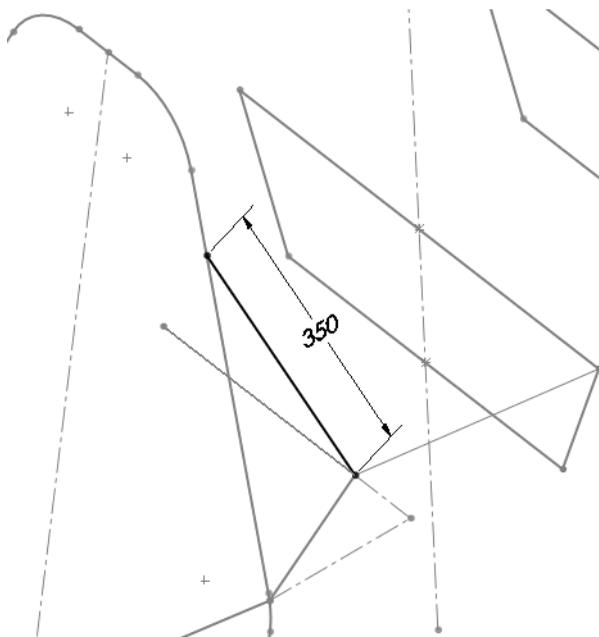
寸法の作成中、**Tab**キーを押すことで、真の距離（絶対距離）とX軸方向、Y軸方向、Z軸方向の距離を切り替えることができます。

直線を選択して寸法を配置します（絶対距離）。		
直線を指定します。		
Tab キーを 1 回押します (X 軸方向の距離)	Tab キーを 2 回押します (Y 軸方向の距離)	Tab キーを 3 回押します (Z 軸方向の距離)
		

注記： 作成した後は、**スケッチ編集**（Edit Sketch）を使用して2Dまたは3Dスケッチを編集できます。

20 寸法

直線の真の距離を示す絶対距離として、**350mm**を追加します。スケッチを終了します。



21 アセンブリ

Ctrl+Tabを押し、アセンブリをクリックします。次のメッセージが表示されます。アセンブリに含まれているモデルが変更されました。これらのアセンブリの再構築を今行いますか。**はい (Yes)**をクリックします。

22 アセンブリを編集

グラフィックス領域を右クリックし、**アセンブリ編集 : FrameSuspension** (Edit Assembly: FrameSuspension) を選択します。

23 保存

保存 (Save) をクリックしてアセンブリを保存し、**すべて保存 (Save All)** をクリックします。次のメッセージが表示されます。このアセンブリは保存されるべき未保存の仮想構成部品を含みます **内部に保存 (アセンブリ内で)** (Save internally (inside the assembly)) をクリックし、**OK** をクリックします。

24 表示状態を表示

図面には、多くの非表示の構成部品があります。これらを表示してみましょう。

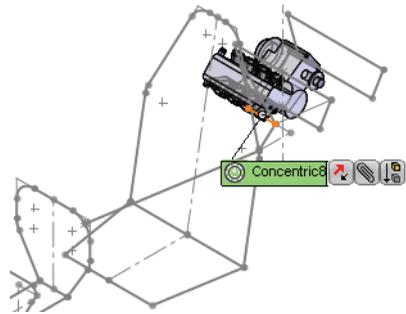
FeatureManager デザインツリーで ConfigurationManager タブ  をクリックし、表示状態 FULL_Display State-1 をダブルクリックします。FeatureManager デザインツリー タブ  をクリックします。

25 平面を非表示

平面が表示されている場合、**表示** (View)、**平面** (Planes) をクリックして表示状態を切り替えます。

スケッチ ジオメトリを使用して構成部品を配置

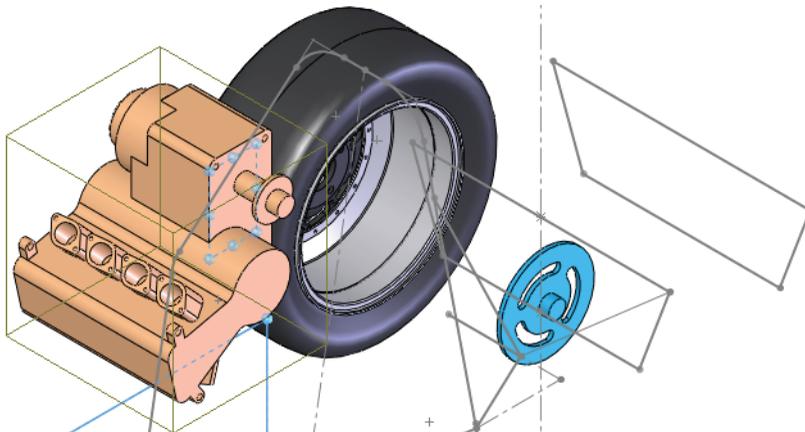
前後関係の中の仮想部品であるフレームのジオメトリを使用して、構成部品の合致、さらには場所と方向を作成できます。



26 構成部品と合致を挿入

挿入 (Insert)、**構成部品** (Component)、**既存の部品 / アセンブリ** (Existing Part/Assembly)  をクリックし、部品 ENGINE を選択します。

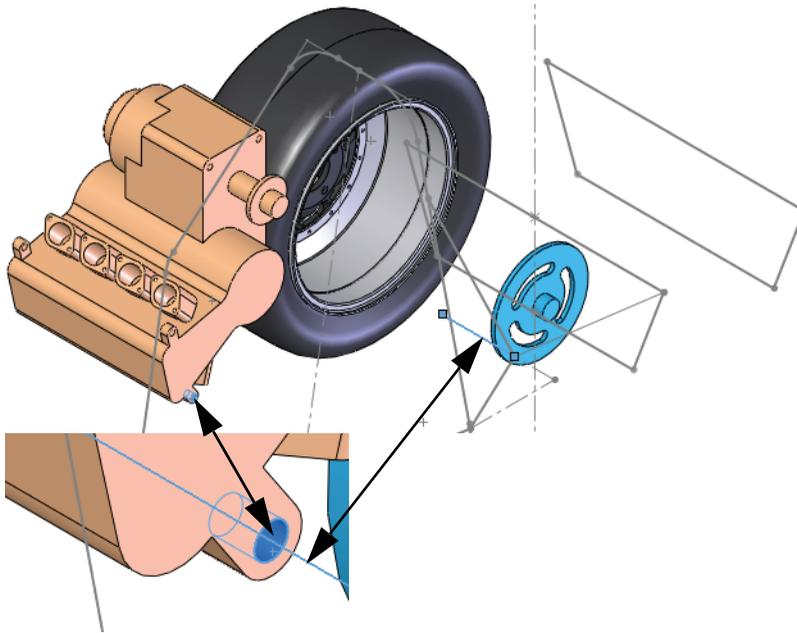
ENGINE の右側面と、アセンブリの Centerline 面を、**一致** (Coincident) 合致を使用して合致させます。



注記： 図のように、**整列** (Aligned) オプションと **非整列** (Anti-Aligned) オプションを使用して、合致の整列状態を設定します。

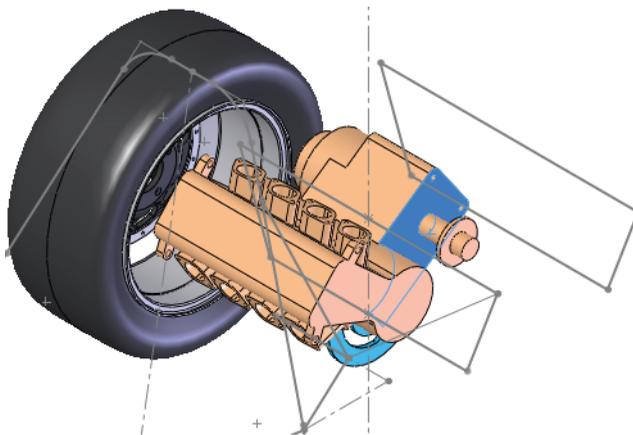
27 同心円合致

図のように、エンジンの円筒面とスケッチ線を選択します。それらの上に**同心円**（Concentric）合致関係を設定します。



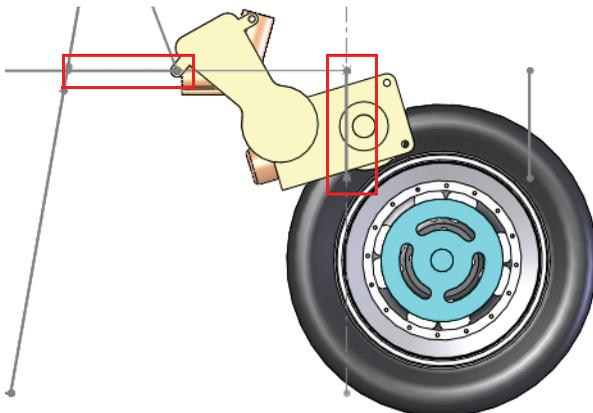
28 回転

図のように未定義の構成部品を回転させます。



変更

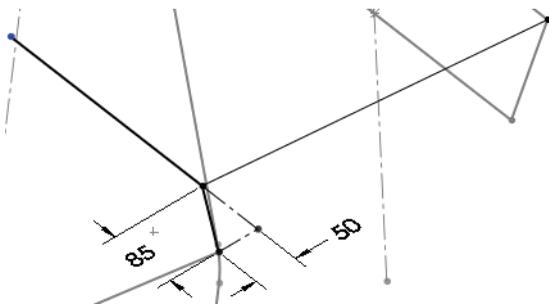
追加した **ENGINE** は、**Engine1_sketch** (右側のボックス内) に近すぎることがわかります。これを解決する1つの方法として、**Engine_Mount** スケッチ (左側のボックス内) の直線を短くすることで、添付点を後ろに下げることができます。



29 寸法値を変更

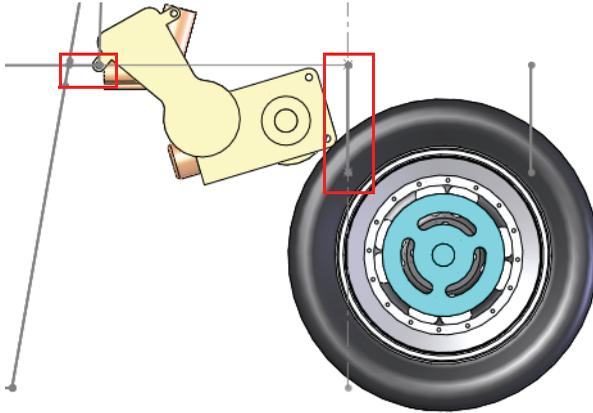
Ctrl+Tab を押しながら部品をクリックして、その部品に戻ります。

FeatureManager デザインツリーで **Engine_Mount** スケッチをダブルクリックし、図のように寸法を **50mm** に変更します。**再構築** (Rebuild)  をクリックします。



30 アセンブリに復帰

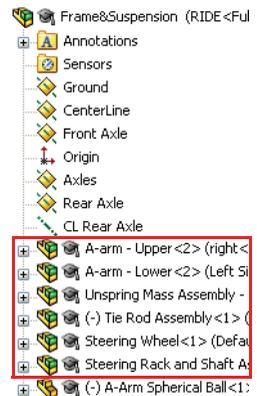
Ctrl+Tab を押し、アセンブリをクリックします。スケッチ ジオメトリを変更したことで、図のようにエンジンが後ろに下がり、フレーム内の適切な位置に配置されています。



サブアセンブリでの作業

大きなアセンブリは、通常、その中に複数のサブアセンブリが含まれています。これは良い方法で、FeatureManager デザインツリーが短くなると共に構成部品を論理的なグループに分かれるので、アセンブリでの作業が容易になります。

ここでは、メインアセンブリからサブアセンブリを開き、構成部品プロパティを設定する方法を説明します。



アセンブリからサブアセンブリを開く

サブアセンブリの構成部品は、部品の構成部品と同様に、FeatureManager デザインツリーから直接開くことができます。

ヒント: サブアセンブリで構成部品の1つを右クリックして開くと、その部品のみが開きます。

31 サブアセンブリを開く

FeatureManager デザインツリーでサブアセンブリ **Rear Axle Assembly** を右クリックし、**アセンブリを開く**  (Open assembly) を選択します。

リジッドおよびフレキシブルなサブアセンブリ

すべてのサブアセンブリには、部品を**リジッド** (Rigid) または**フレキシブル** (Flexible) として解決するオプションが用意されています。これらを切り替えるには、**構成部品プロパティ** (Component Properties) ダイアログを使用します。

リジッド

リジッド  は、構成部品がサブアセンブリとして使用される場合、サブアセンブリ全体を単一のリジッドな構成部品として扱います。リジッドは、すべてのサブアセンブリのデフォルトの状態です。

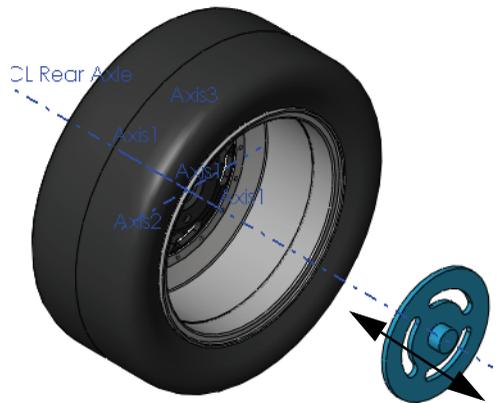
フレキシブル

フレキシブル  は、構成部品がアセンブリとして使用される場合、アセンブリ内の移動または回転が可能な構成部品を移動または回転することができます。

1 構成部品をテスト

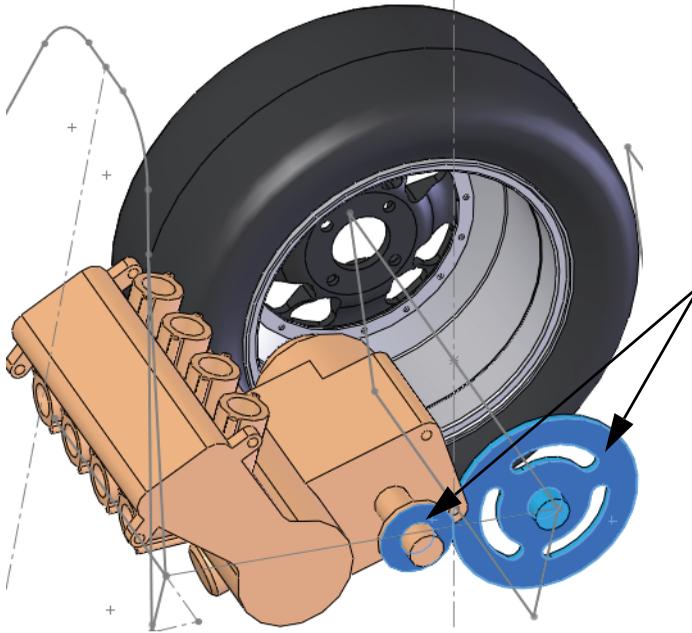
アセンブリは、**CL Rear Axle** 軸を中心にスプロケットを自由に移動できるようになっているので、少し移動させてテストすることができます。

サブアセンブリを閉じてメインアセンブリに戻ります。



2 警告

スプロケットをエンジン出力と整列させるには、図に示す面を選択し、一致（Coincident）合致の追加を試みます。一致合致が追加できないことを示す警告が表示されます。✖ をクリックします。

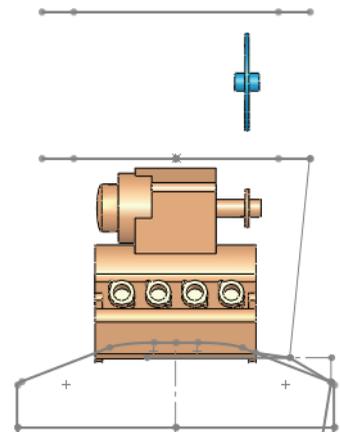


この警告が表示される理由

サブアセンブリがデフォルトのリジッド状態として解決されるため、サブアセンブリの構成部品を別々に移動できないからです。

3 構成部品プロパティ

Rear Axle Assembly を右クリックして**構成部品プロパティ**（Component Properties） を選択します。次のように**解決**（Solve as）の下で、**フレキシブル**（Flexible）、OK の順にクリックします。ステップ 2 と同じ手順を使用して、**一致**（Coincident）合致を追加します。



ブレーシング スケッチ

フレームジオメトリを完成させるには、この他にいくつかの平面とスケッチが必要です。

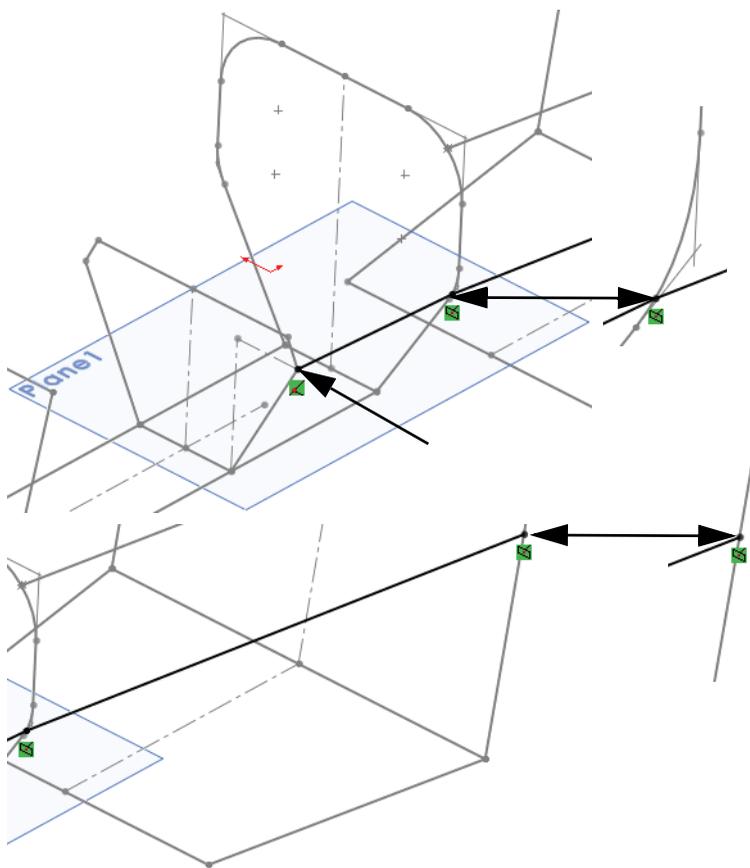
4 部品を開く

仮想部品フレームを開きます。

5 貫通拘束スケッチ

図に示す端点を通り、正面に**平行 (Parallel)** な平面を新たに作成します。この平面を使用して、2つのスケッチを新たに作成します。

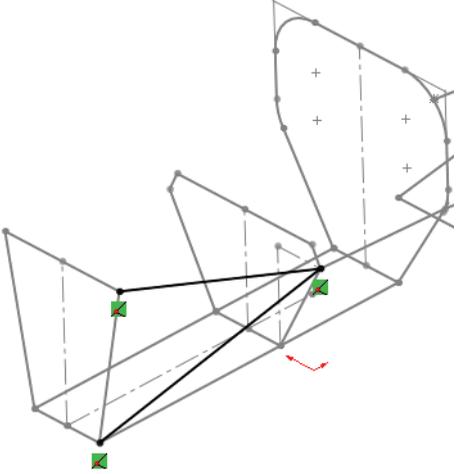
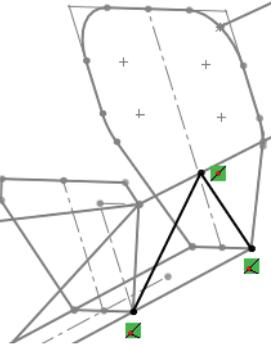
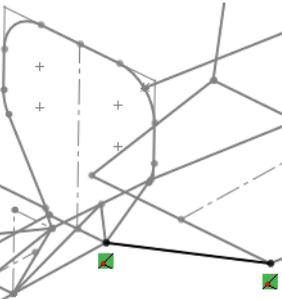
それぞれのスケッチで、1つの**一致 (Coincident)** 拘束と1つの**貫通 (Pierce)** 拘束を使用します。

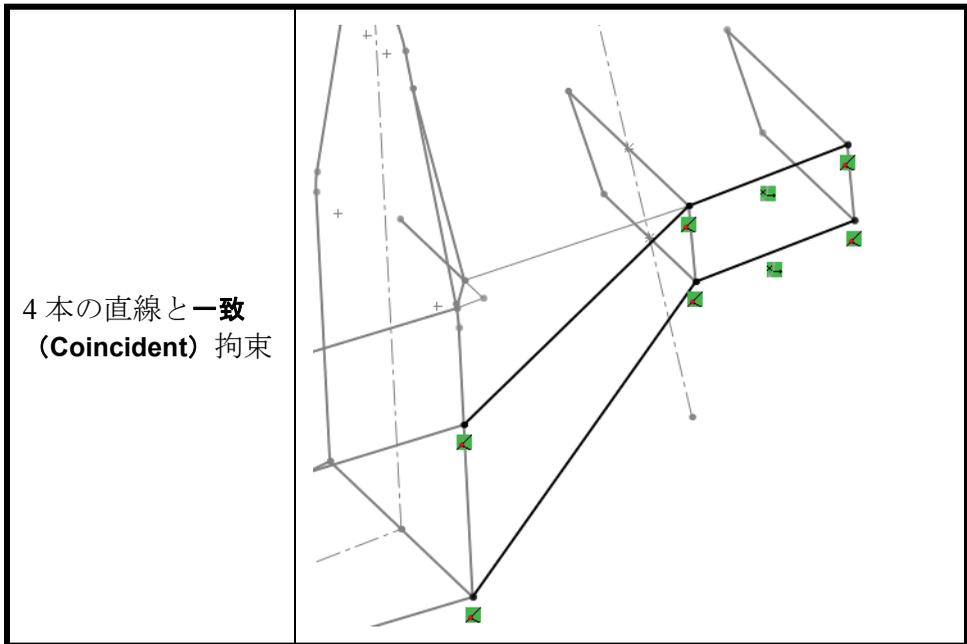


注記： 最初のスケッチの貫通拘束には円弧を使用し、2番目のスケッチでは直線を使用します。

その他のスケッチ

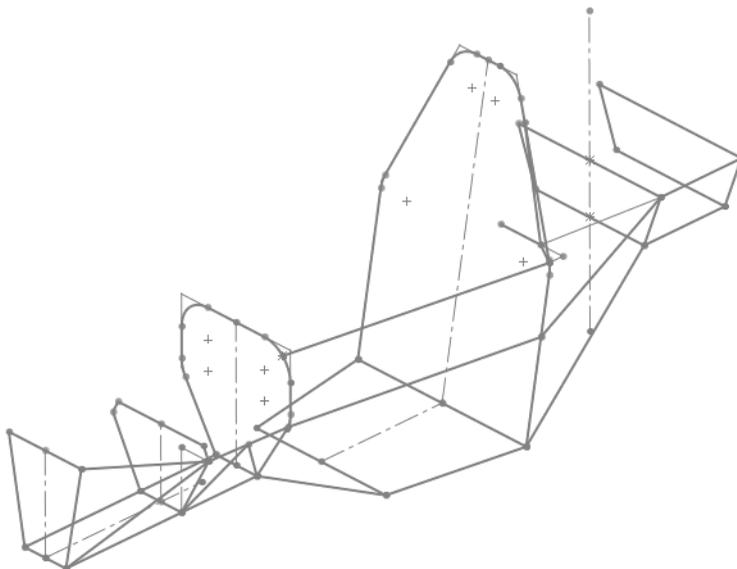
残りのスケッチはすべて3Dスケッチです。次の図に簡単な説明と画像を示します。

<p>2本の直線と一致 (Coincident) 拘束</p>	 A 3D sketch of a curved surface with a dashed line representing its projection. Two solid black lines are drawn on the surface, one of which is coincident with the dashed line. Green checkmarks are placed at the endpoints of the lines, and a red arrow points to the coincident line.
<p>2本の直線と一致 (Coincident) およ び中点 (Midpoint) 拘束</p>	 A 3D sketch of a curved surface with a dashed line representing its projection. Two solid black lines are drawn on the surface, one of which is coincident with the dashed line. A green checkmark is placed at the midpoint of one of the lines. Other green checkmarks are at the endpoints of the lines.
<p>1本の直線と一致 (Coincident) 拘束</p>	 A 3D sketch of a curved surface with a dashed line representing its projection. One solid black line is drawn on the surface, coincident with the dashed line. Green checkmarks are placed at the endpoints of the line.



ブレーシングが片面だけである理由

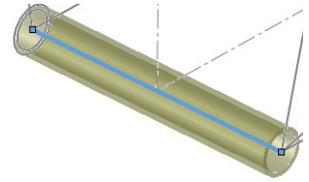
作成された鋼材レイアウトは、平面全体がミラーされて反対側のブレーシングが作成されます。詳細は、92ページ、「鋼材レイアウトのミラー」を参照してください。



溶接鋼材レイアウト

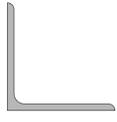
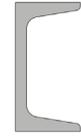
溶接では、スケッチ ジオメトリに適用される標準の輪郭形状を使用して、鋼材レイアウトを作成します。鋼材レイアウトは、それぞれがマルチボディ部品の中の別個のソリッドボディです。

溶接ではまた、溶接カットリストを使用して、鋼材レイアウトの数と長さが記録されます。



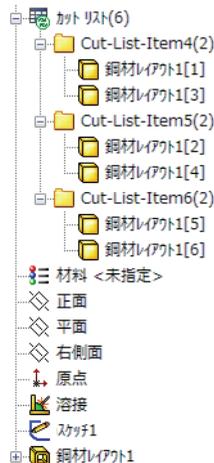
標準の輪郭の概要

溶接輪郭は、ansi inch と iso の 2 つの標準フォルダーにより区別されます。輪郭は、ライブラリ フィーチャーでなければならず、使用されるフォルダー内に存在する必要があります。標準の輪郭は、次の形状を使用します。

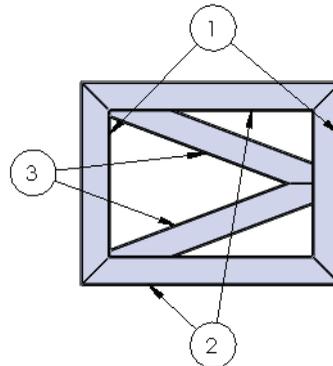
				
山形鋼	溝形鋼	パイプ	矩形または角形鋼管 (四角)	S 断面または I 形鋼

溶接カットリスト

溶接カットリストは、鋼材レイアウトの種類と長さを記録します。



ITEM NO.	QTY.	LENGTH
1	2	175
2	2	225
3	2	185.803



ユーザー定義輪郭の作成

ここでは、それぞれの外法 **25.4mm** の円形（パイプ）と角形の2本の鋼管を作成します。サイズが標準サイズと異なるので、作成して適切なフォルダーに格納する必要があります。



Round Tubes



Square Tubes

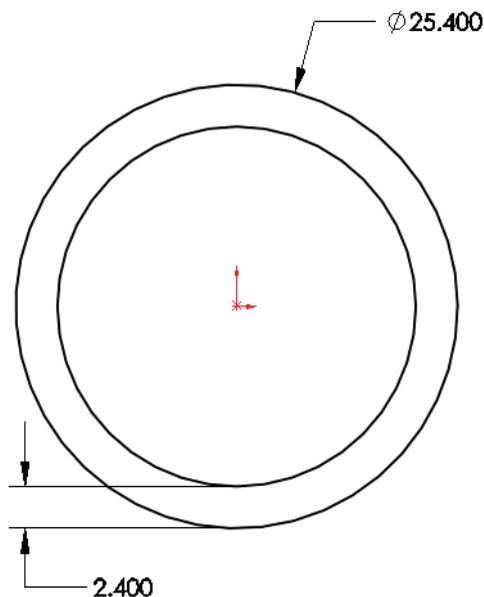
1 新規部品を開く

ミリメートル（mm）単位で新規部品を開きます。

2 スケッチ

正面で新しいスケッチを作成し、図のように、**25.4mm**の円と寸法をスケッチします。

図のように、**2.4mm** のオフセットを設定し、スケッチを終了します。

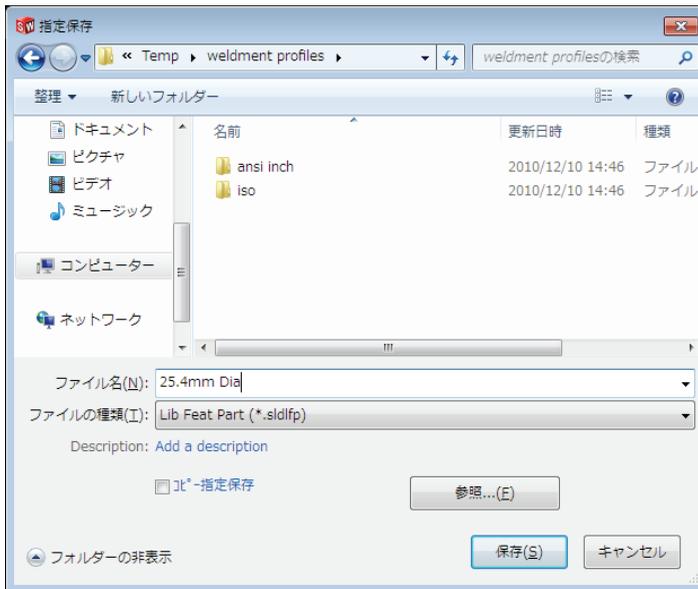


3 ライブラリ フィーチャーとして保存

スケッチ Sketch1 を選択します。ファイル (File) 、指定保存 (Save As) を選択します。

ファイル名を 25.4mm Dia と入力し、ファイルの種類に Lib Feat Part (*.sldlfp) を選択し、保存 (Save) をクリックします。

保存先で、<Install Directory>\Program Files\SolidWorks Corp \SolidWorks\data\weldment profiles フォルダにあるデフォルトの溶接ライブラリ フォルダに移動します。



注記： 溶接輪郭は、ツール (Tools) 、オプション (Options) 、ファイルの検索 (File Locations) の後、溶接輪郭 (Weldment Profiles) を選択して、その特定のフォルダに溶接輪郭を設定します。

ライブラリ フィーチャーのフォルダおよびアイコン

ライブラリ フィーチャーでは、最上位レベルの構成部品とスケッチのファイルタイプが異なり、別のアイコンが使用されます。

4 ライブラリ フィーチャーを閉じる

ライブラリ フィーチャーの部品を閉じます。

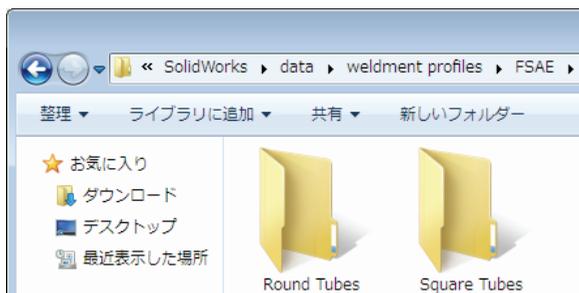


5 新規フォルダーを作成

溶接輪郭は、weldment profiles フォルダーに追加するだけでは利用できません。

新しいフォルダーFSAE を <Install Directory>\Program Files\SolidWorks Corp\SolidWorks\data\weldment profiles フォルダー内に作成します。そのフォルダーを開き、Square Tubes と Round Tubes という名前の2つのフォルダーを作成します。

25.4mm Dia.SLDLFP ファイルを Round Tubes フォルダーに移動します。

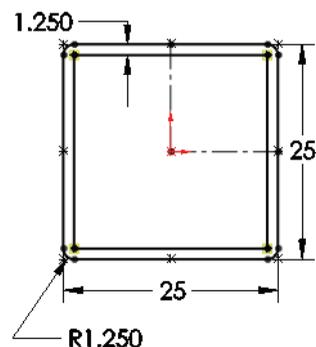


6 既存のファイルを移動

既存の 25.4mm Dia.SLDLFP ファイルを Round Tubes フォルダーに移動します。

一部のプロファイルに点が含まれている理由

直線を使用して形成された輪郭は、通常、この鋼管のように四隅に点があります。これらの点は、輪郭を中心線以外の位置に移動するのに使われます。



鋼材レイアウトの追加

鋼材レイアウトの追加は、この手順の最も簡単な部分です。既存のスケッチ ジオメトリを選択すると、鋼材レイアウトの位置と長さが表示されます。

後で編集しやすいように、関連のフィーチャーはFeatureManager デザイン ツリーでまとめておくと便利です。それには、ロールバックするのが最善の方法です。詳細は、89ページ、「フォルダーの使用」を参照してください。

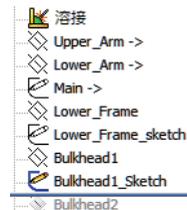
1. 鋼材レイアウトの作成に使用するスケッチ フィーチャーの後ろの位置に、ロールバック バーを移動します。
2. アクティブでないスケッチのジオメトリを選択し、鋼材レイアウトの中心線を定義します。
3. 同じフィーチャーに、同じタイプの鋼材レイアウトのみを追加します。

1 ロールバック

Bulkhead2 平面を右クリックし、**ロールバック (Rollback)**  を選択します。

これにより鋼材レイアウトフィーチャーが、Bulkhead1_Sketch スケッチの下の、関連する平面の近くに配置されます。

溶接フィーチャー  が、自動的に部品に追加されます。これで、部品が溶接部品として定義されます。

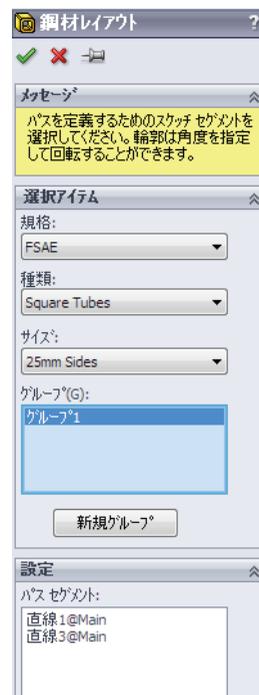
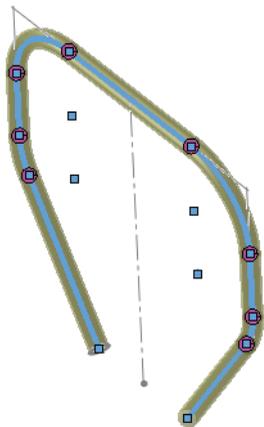


2 鋼材レイアウト

挿入 (Insert) 、溶接 (Weldments) 、鋼材レイアウト (Structural Member)  をクリックし、

標準 (Standard) : **FSAE**、タイプ (Type) : **ラウンド配管**、サイズ (Size) : **25.4mm Dia** を選択します。

図のようにすべての直線と円弧を選択し、 をクリックします。



鋼材レイアウト フィーチャーの名前を **Structural Member_Bulkhead1** に変更します。

コーナー トリートメント

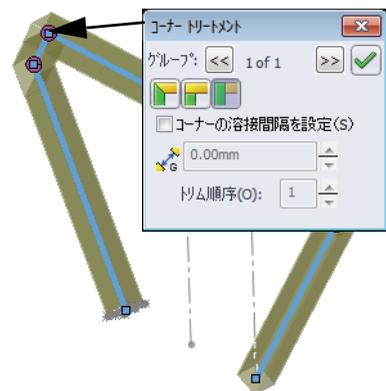
コーナー トリートメントのとめつぎ (End Miter) 、**突合わせ 1 (End Butt1)**  または **突合わせ 2 (End Butt2)**  は、同じフィーチャー内でレイアウトが角で出会う場合のトリミング方法を決定します。



常時 (All) 

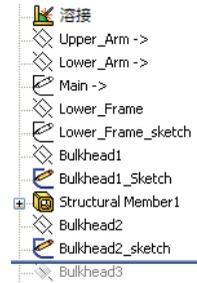
コーナー トリートメントは、すべての鋼材レイアウト (Structural Member) ダイアログのすべてのコーナーにも個別のコーナーにも適用できます。

個別のコーナー トリートメントは、コーナーの丸いマーカーをクリックし、表示されるダイアログを設定することによって設定できます。



3 ロールバック

ロールバック バーを Bulkhead2_sketch の下までドラッグします。



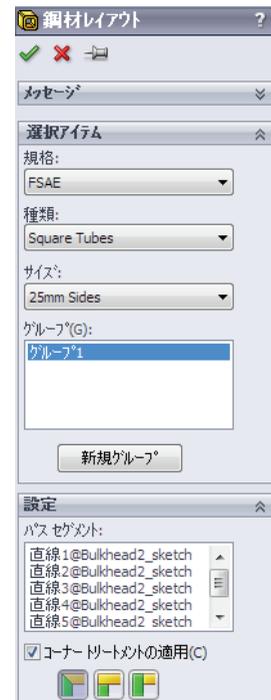
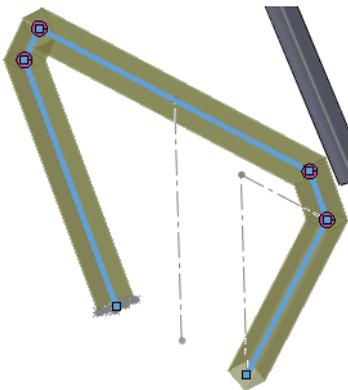
4 鋼材レイアウト

挿入 (Insert) 、溶接 (Weldments) 、鋼材レイアウト (Structural Member) をクリックし、

標準 (Standard) : **FSAE**、タイプ (Type) : **角形鋼管**、
サイズ (Size) : **25mm Sides** を選択します。

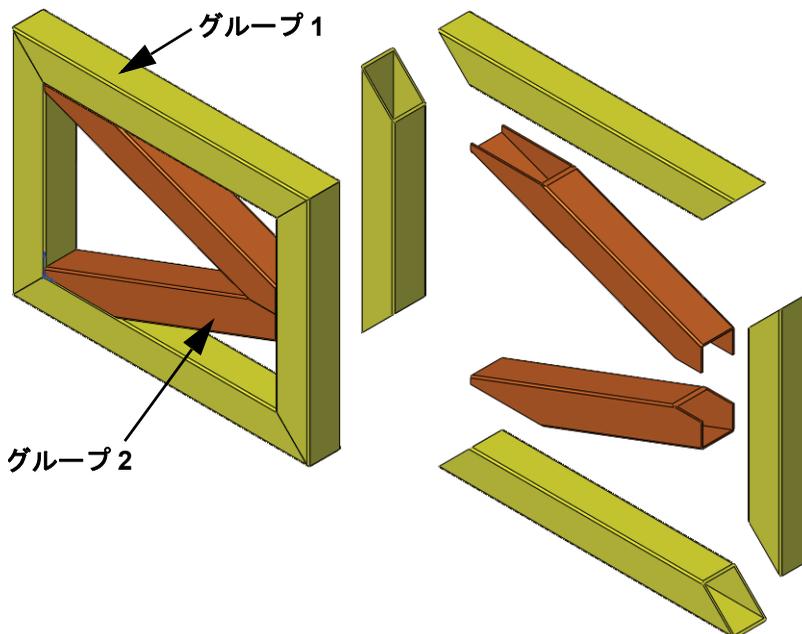
コーナートリートメントの適用 (Apply corner treatment) ととめつぎ (End Miter)  がクリックされていることを確認します。この例では、すべてのコーナーがとめつぎになります。

図のようにスケッチのすべての直線とを選択し、 をクリックします。



グループの使用

グループ化 (Group) を使用すると、同じダイアログで複数のエッジの「グループ」を選択できます。各グループの鋼材レイアウトは、互いに対して自動的にトリムされます。例えば、グループ1に属するレイアウトは、グループ2に属するレイアウトによってトリムされます。



注記： グループを使用することにより、コーナートリートメントの選択が制限されます。

5 ロールバック

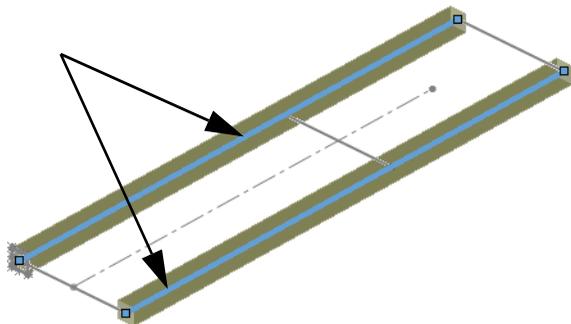
ロールバック バーを **Main->** スケッチの下までドラッグします。



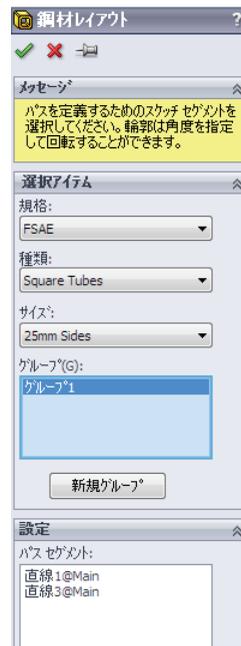
6 鋼材レイアウト

挿入 (Insert) 、溶接 (Weldments) 、鋼材レイアウト (Structural Member) をクリックし、

標準 (Standard) : **FSAE**、タイプ (Type) : **角形鋼管**、サイズ (Size) : **25mm Sides** を選択します。

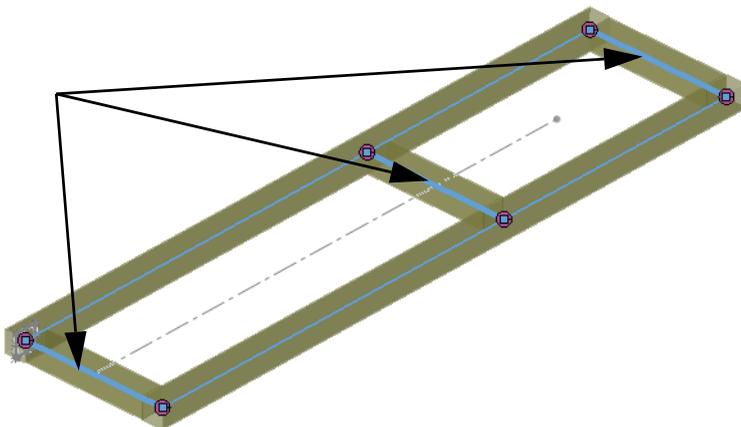


これらの選択内容がグループ 1 に追加されます。



7 グループ

新規グループ (New group) をクリックし、グループ 2 の残りの 3つのエッジを選択します。 をクリックします。



トリム / 延長の使用

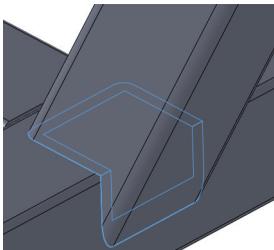
トリム/延長 (Trim/Extend)  ツールは、鋼材レイアウトが、面/平面または1つ以上の鋼材レイアウトと出会う部分の末端のトリムに使用します。

関連のトリム/延長フィーチャーは FeatureManager デザインツリー内でまとめておくと便利です。それには、鋼材レイアウトの追加と同様に、まずロールバックするのが最善の方法です。詳細は、89ページ、「フォルダーの使用」を参照してください。

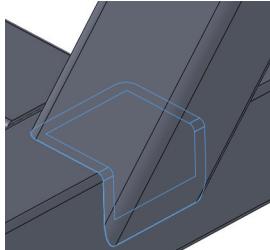
1. トリムする鋼材レイアウトフィーチャーの下に、ロールバック バーを移動します。
2. 鋼材レイアウトの各末端に対し、1つのトリム/延長フィーチャーを追加します。最も単純なケースでは、トリム/延長フィーチャーに鋼材レイアウトの両端が含まれます。

トリム境界

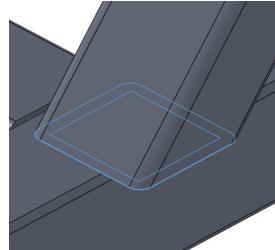
トリム境界は、**面/平面** (Face/Plane) または **ボディ** (Bodies) のいずれかです。他のボディとの境界のオプションには、**ボディ間の単一カット** (Simple cut between bodies) と **ボディ間の線形カット** (Coped cut between bodies) があります。



ボディ
ボディ間の単一カット
(Simple cut between)
ボディ (bodies) 



ボディ
ボディ間の線形カット
(Coped cut between)
ボディ (bodies) 



面 / 平面

ヒント: トリム/延長ツールは、末端の形状を決定し、適切にフィットする形状を作成することにより、ソリッドボディ間の干渉を除去します。マルチボディ部品のソリッドボディ間の干渉は、アセンブリレベルでチェックできます。詳細は、100ページ、「クリアランスの確認」を参照してください。

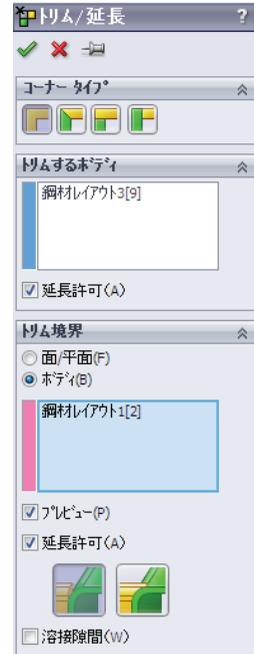
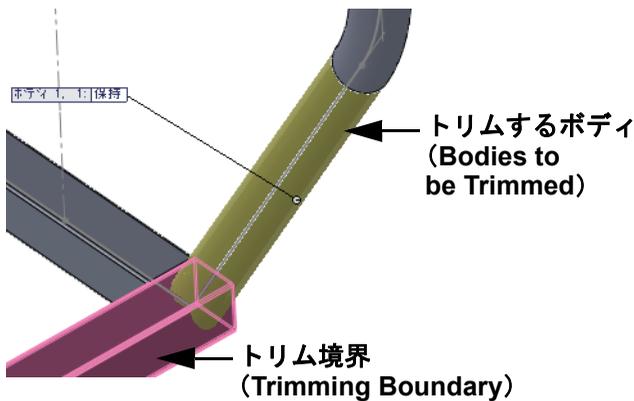
8 トリム

ロールバック バーを **Structural Member_Bulkhead1** フィーチャーの下までドラッグします。

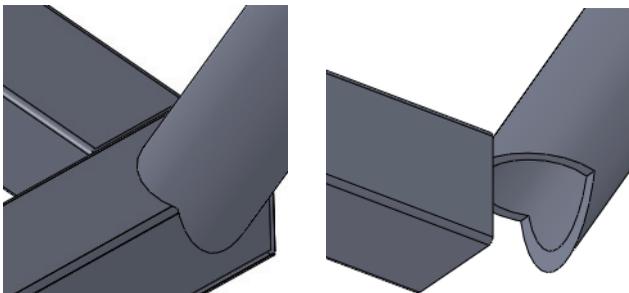
トリム/延長 (Trim/Extend)  をクリックし、**トリム** (End Trim)  をクリックします。

図のように、**トリムするボディ** (Bodies to be Trimmed) と **トリム境界** (Trimming Boundary) の **ボディ** を選択します。

ボディ間の単一カット (Simple cut between bodies)  および  をクリックします。



トリムするボディ (Bodies to be Trimmed) が、**トリム境界** (Trimming Boundary) によって短縮されます。



フォルダーの使用

前の手順で、ロールバックを使用して、トリム対象の鋼材レイアウトの直後にトリム/延長フィーチャーを配置しました。これにより、関連する一連のフィーチャーが、1つの**フォルダー**にグループ化され、FeatureManager デザインツリーの長さが効果的に短縮されます。

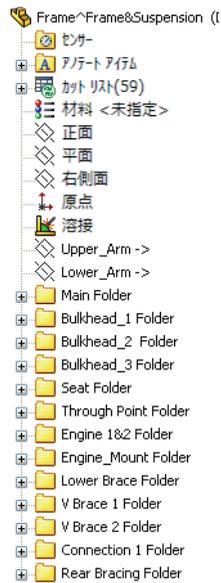
注記： フィーチャーは、フォルダーにドラッグ アンド ドロップで移動することもできますが、同じ順番を維持する必要があります。

9 フォルダーを追加

図のように、一連のフィーチャーを **Shift キーを押しながら選択** します。**Add to New Folder** (新規フォルダーに追加) を右クリックして選択し、そのフォルダーに **Bulkhead_1 Folder** という名前を付けます。

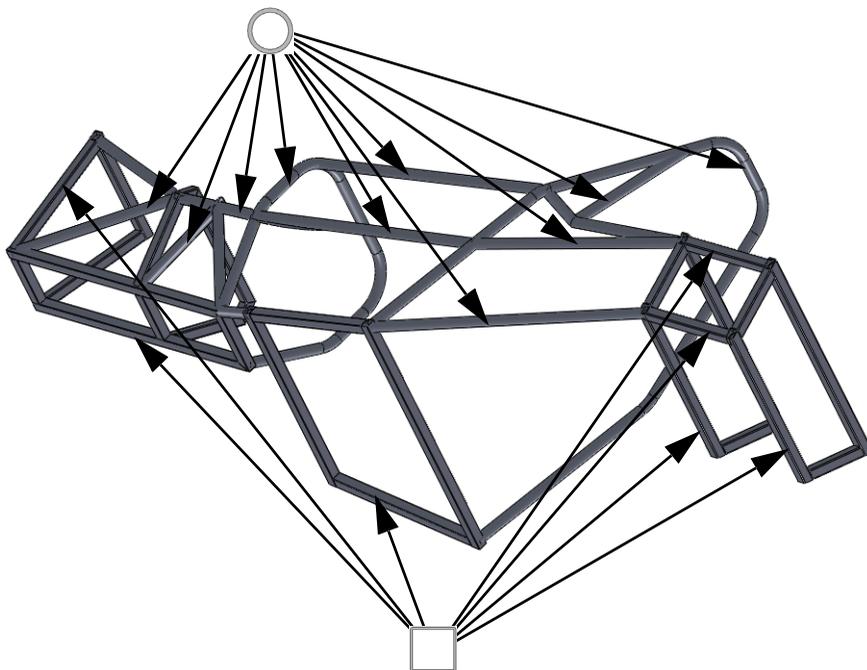


FeatureManager デザインツリー全体にわたってこの手順を使用すると、デザインツリーの長さが大幅に短縮されます。



鋼材レイアウトのタイプとトリム/延長のマップ

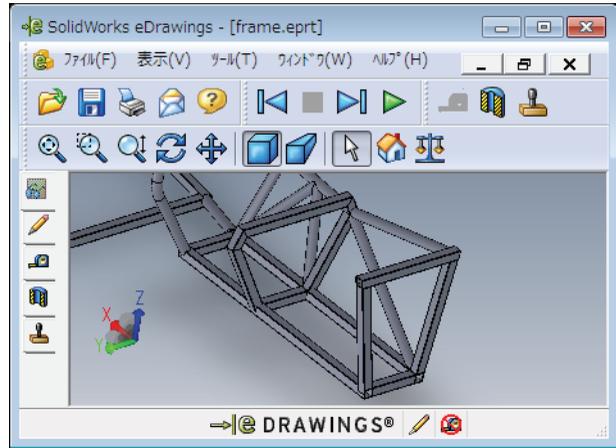
鋼材レイアウトのタイプは **FSAE**、**ラウンド配管**、**25.4mm Dia** ○ または **角形鋼管**、**25mm Sides** □ のいずれかです。以下のマップまたは内蔵の eDrawings ファイル（下図参照）を使用して、鋼材レイアウトを作成し、トリミングを設定してフォルダーを追加します。すべてのフィーチャーに対し、**トリム**（End Trim） と **トリム境界**（Trimming Boundary） を使用します。



鋼材レイアウトのタイプとトリム/延長 (Trim/Extend) を設定するための eDrawings ファイル

eDrawings ファイル
frame.eprt  または
html ファイル frame.html
 をダブルクリックしま
す。SolidWorks と同じツ
ールを使用してズーム、ス
クロール、回転ができる
eDrawing またはブラウザ
が開きます。

eDrawing を使用して、各
スケッチに使用する鋼材
レイアウトのタイプと、
それらのトリム方法を視
覚的に指定します。

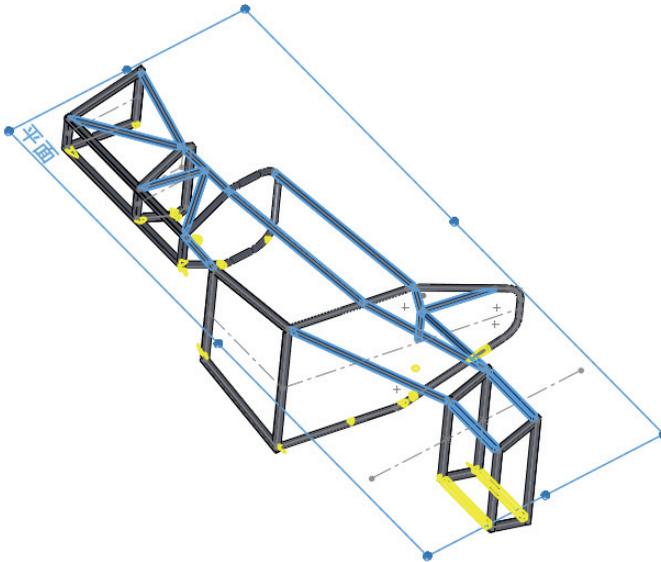


鋼材レイアウトのミラー

ミラーを使用すると、平面全体にわたって、フィーチャー、面、またはボディをパターン化できます。この例では、ソリッドボディをミラー化してフレームを完成させます。

10 ボディをミラー

挿入 (Insert) 、パターン / ミラー (Pattern/mirror) 、ミラー (Mirror)  をクリックし、ミラー面/平面 (Mirror Face/Plane) として平面をクリックします。ミラーコピーするボディ (Bodies to Mirror) をクリックし、 で青で示したボディを選択します。✔️ をクリックします。



注記： トリムを行ってからrボディをミラーすると、ミラーしたボディのトリムが不要になります。

編集

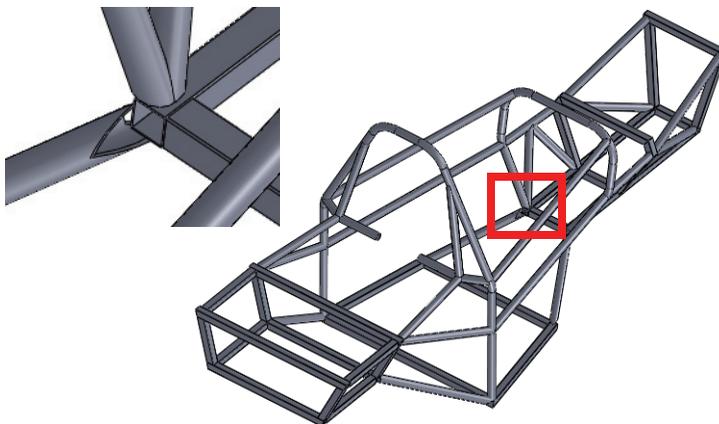
SolidWorksでジオメトリを作成する大きな利点は、その編集機能です。スケッチおよびフィーチャーはいつでも編集して設計を変更できます。ここでは、変更の種類をいくつか紹介します。

コーナートリートメントの編集

ここまでに作成した鋼材レイアウトのいくつかは、すべてのブレーシングを追加してみると変更が必要なことがあります。この例では、端が開いているために、ブレースとの接続が困難です。

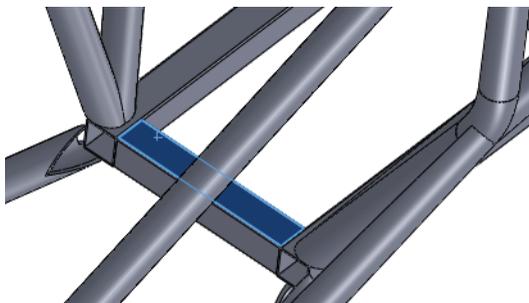
11 拡大表示

図に示す領域を拡大表示します。この領域は、角形鋼管（四角）の開いた面にブレースレイアウトが接続されているため、問題があります。



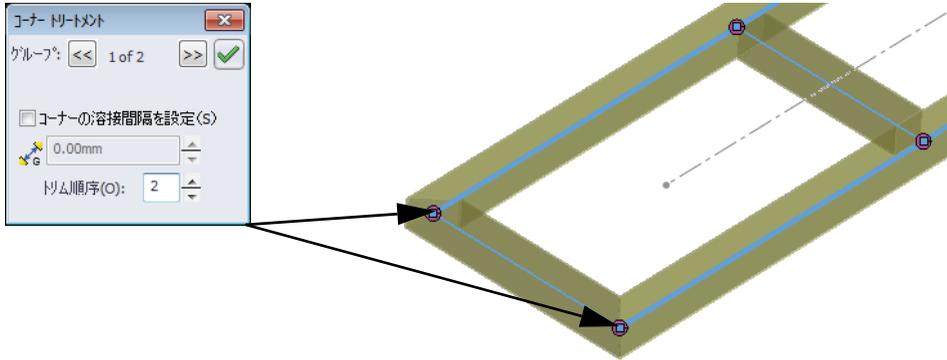
12 鋼材レイアウト フィーチャーを編集

フィーチャーの名前を知る必要はありません。フィーチャーの鋼材レイアウトの面を右クリックし、**フィーチャー編集** (Edit Feature)  を選択します。



13 コーナー トリートメント

図に示されているコーナー マーカーをクリックします。コーナー トリートメント (Corner Treatment) ダイアログで、**トリム順序**を**2**に設定して をクリックします。他のコーナーに対してプロセスを繰り返し、メイン ダイアログで をクリックします。これにより、コーナーの選択がとめつぎに変更されます。



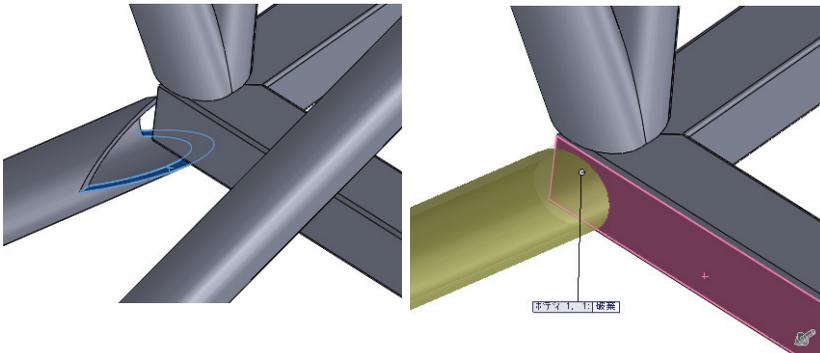
注記： どのような変更が可能かは、フィーチャーが作成された方法によって制限されます。このフィーチャーはグループを使用して作成されたので、とめつぎへの変更のみが可能です。

トリムの編集

コーナーをとめつぎに変更したことで、トリムが変更できるようになりました。この例では、ボディの代わりに平坦な面が使用されます。

14 トリム フィーチャーを編集

図に示す鋼材レイアウトの面を右クリックし、**フィーチャー編集** (Edit Feature)  を選択します。**トリム境界** (Trimming Boundary) で、**面/平面** (Face/Plane) をクリックし、図に示す面をクリックします。 をクリックします。



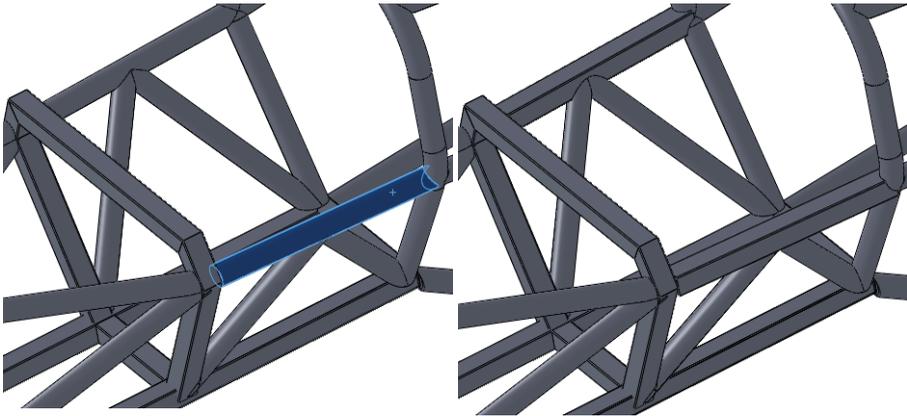
鋼材レイアウトのタイプの編集

鋼材レイアウトの標準、タイプ、またはサイズを変更することができます。この例では、プレートを取り付ける鋼材レイアウトを正方形の輪郭に変更します。

15 フィーチャーを編集

図に示す鋼材レイアウトの面を右クリックし、**フィーチャー編集 (Edit Feature)**  を選択します。

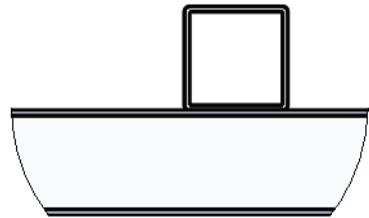
標準 (Standard) : FSAE、タイプ (Type) : 角形鋼管、サイズ (Size) : 25mm Sides をクリックします。  をクリックします。



輪郭配置の使用

これまでのすべての鋼材レイアウトの作成では、輪郭がデフォルトの中心位置に直接配置されていました。

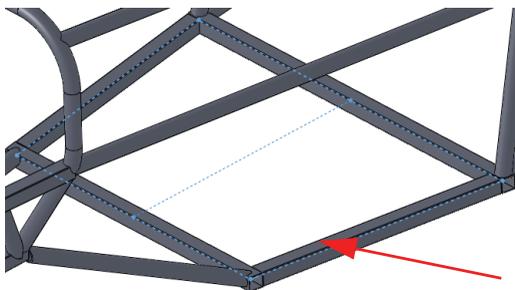
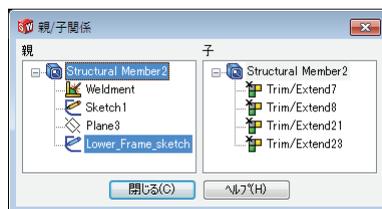
同じタイプで同じサイズの複数の鋼材レイアウトが、上下に積み重なっている場合を考えてみましょう。中心線のオフセットを正確な数だけスケッチする必要があるでしょうか。



輪郭配置 (Locate Profile) を使用すると、輪郭に組み込まれた点を使用して、スケッチ内に輪郭を配置できます。詳細は、80ページ、「一部のプロファイルに点が含まれている理由」を参照してください。

16 親を検索

図に示す鋼材レイアウトの面を右クリックし、**親/子** (Parent/Child) を選択します。フィーチャーの**親** (Parents) と**子** (Children) がリスト表示されます。**閉じる** (Close) をクリックします。

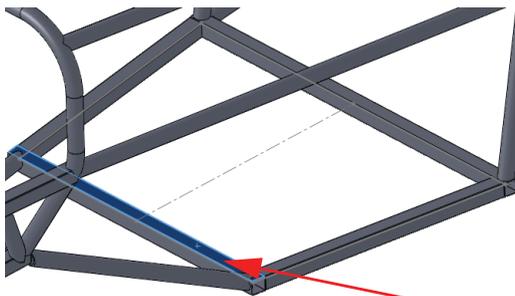


17 スケッチを表示

ダイアログでLower_Frame_sketchを右クリックし、**表示** (Show) を選択します。

18 新規スケッチ

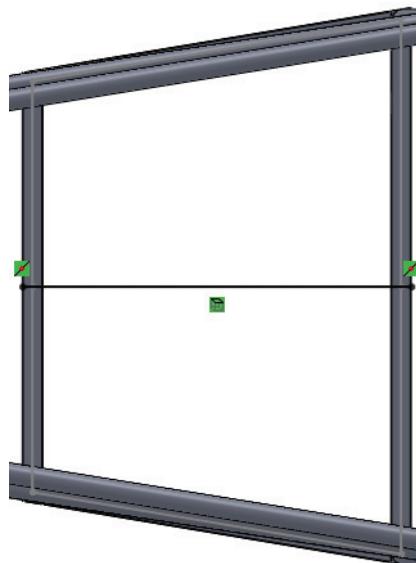
鋼材レイアウトの上面を右クリックし、**スケッチ** (Sketch)  を選択します。



19 変換

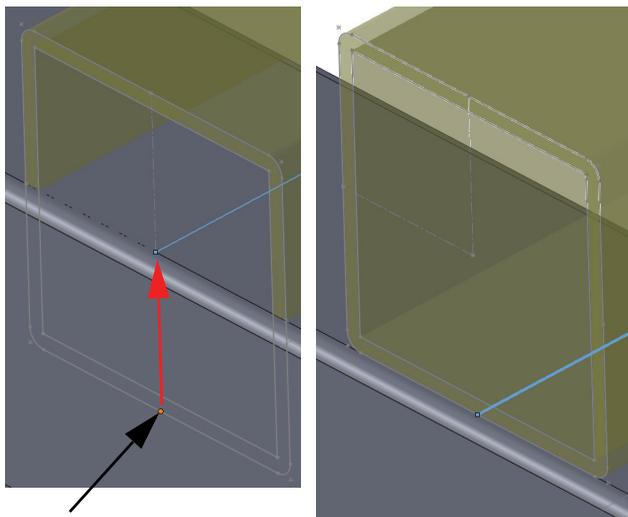
エンティティ変換 (Convert Entities)  をクリックし、表示された状態のスケッチの中心線を選択します。スケッチを終了し、端点を鋼材レイアウトの外側にドラッグします。図のように、拘束関係を追加して、幅を一杯まで拡張します。

スケッチを閉じます。



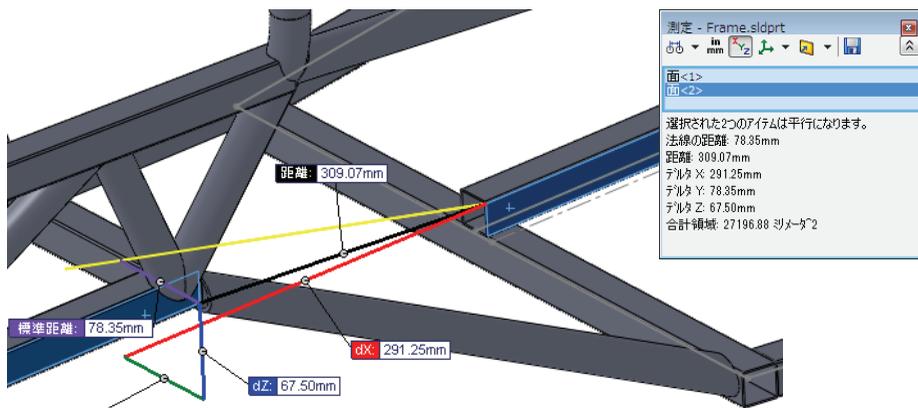
20 輪郭配置

挿入 (Insert)、**溶接 (Weldments)**、**鋼材レイアウト (Structural Member)** をクリックし、**標準 (Standard) : FSAE**、**タイプ (Type) : 角形鋼管**、**サイズ (Size) : 25mm Sides** を選択します。直線を選択し、**輪郭配置 (Locate Profile)** をクリックします。輪郭上の中央下側の点をクリックします。



21 測定

ツール (Tools) 、測定 (Measure) をクリックし、図のように2つの面を選択します。



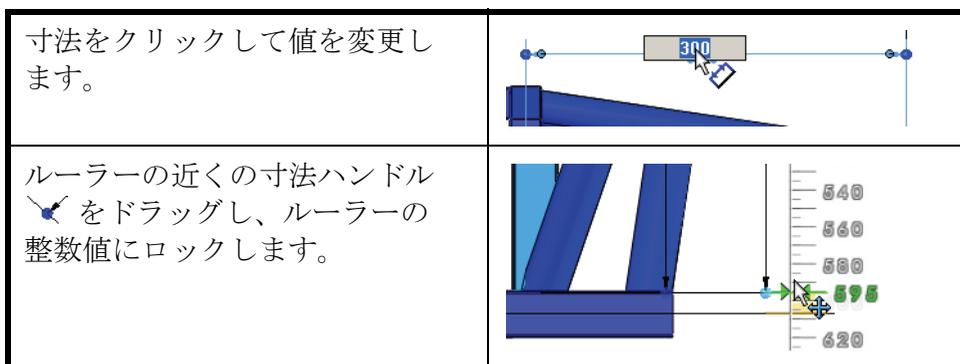
反対側で測定を繰り返し、鋼材レイアウトが中央に配置されていることを確認します。

22 保存

部品を保存して閉じます。アセンブリに戻り、はい (Yes) をクリックしてアセンブリを再構築します。

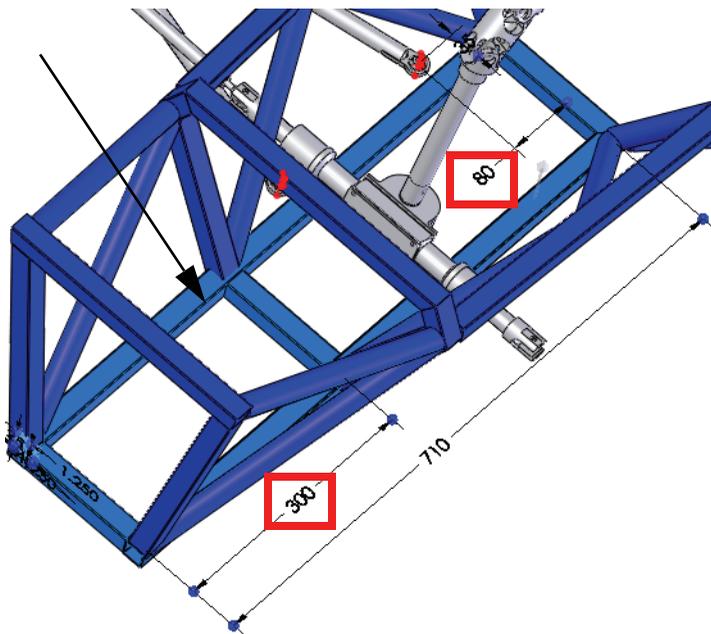
Instant 3D の使用

Instant 3D を使用すると、ドラッグするか、直接寸法を変更して、モデルを動的に変更することができます。

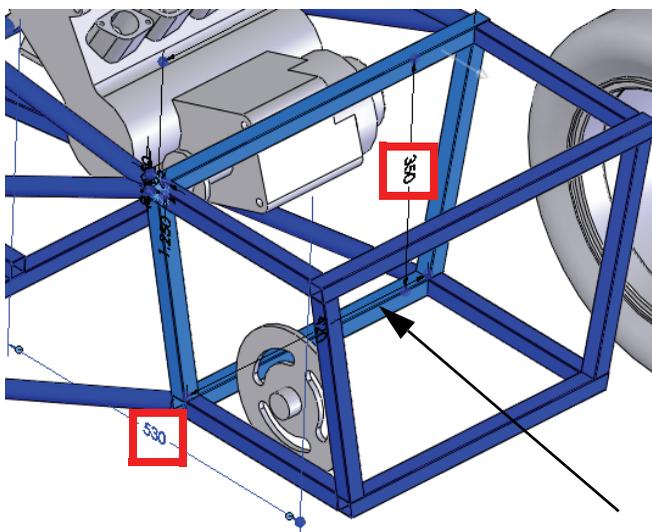


23 寸法を変更

Instant 3D  をクリックし、 に示すフィーチャーをダブルクリックします。フレーム部品を右クリックし、**部品編集 (Edit Part)**  を選択します。フィーチャーをダブルクリックし、寸法のハンドルをドラッグして、 に示すように値を **80mm** と **300mm** に変更します。



フィーチャーをダブルクリックし、寸法のハンドルをドラッグして、 に示すように値を **350mm** と **530mm** に変更します。



クリアランスの確認

スプロケットとフレームの間の最小限のクリアランスを確認します。これには、**クリアランス検証** (Clearance Verification) ツールを使用します。

24 アセンブリを編集

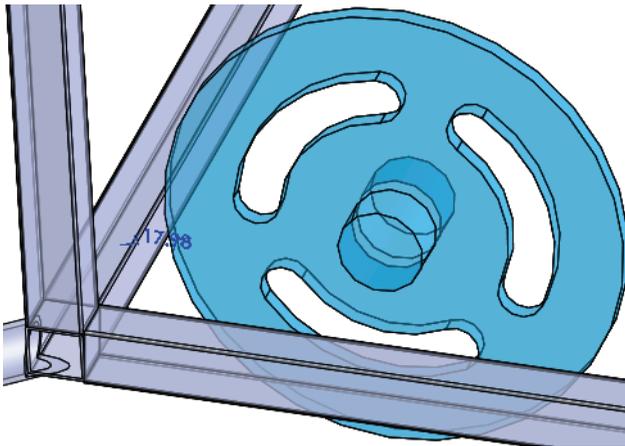
確定コーナー  をクリックし、アセンブリを編集します。

25 クリアランス

ツール (Tools) 、**クリアランス検証** (Clearance Verification)  をクリックします。

選択アイテム (Selected Items) をクリックし、スプロケットとフレームを選択します。

最小許容クリアランス値 (Minimum Acceptable Clearance) に **0mm** と入力し、**計算** (Calculate) をクリックします。クリアランスは、約 **18mm** です。  をクリックします。



注記： 目視確認では、スプロケットとフレームの構成部品の間には干渉はありませんが、これらも検証が可能です。詳細は、102ページ、「干渉認識」を参照してください。

構成部品の完全定義

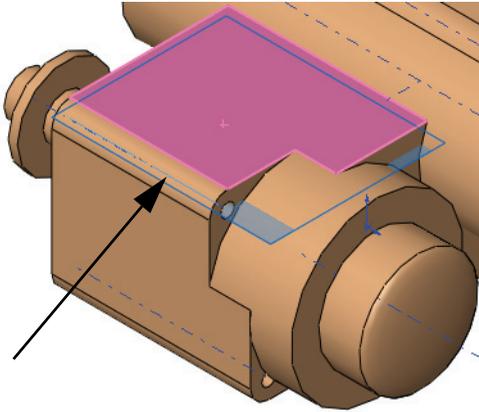
ENGINE 構成部品は未定義のまま、まだ自由に回転できません。予期しない動作を防止するためには、この構成部品を完全に定義する必要があります。

26 ENGINE を開く

構成部品 ENGINE を右クリックし、**部品を開く** (Open Part)  をクリックします。

27 新規平面を追加

表示 (View)、**一時的な軸** (Temporary Axes) をクリックします。選択された面と穴を通過する一時的な軸の間に、**平行** (Parallel) 平面を追加します。



FeatureManager デザインツリーのフィルター

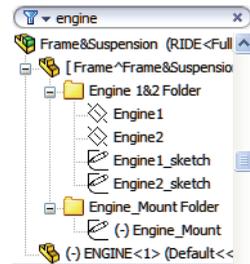
FeatureManager デザインツリーのフィルターを使用して、名前によるフィルタリングを実行できます。フィルターに名前を入力すると、その文字を使用するフィーチャー、スケッチ、構成部品、または合致のみがリスト表示されます。

28 フィルター

アセンブリに戻ります。FeatureManager デザインツリーの上方にあるフィルターをクリックし、**engine** と入力します。

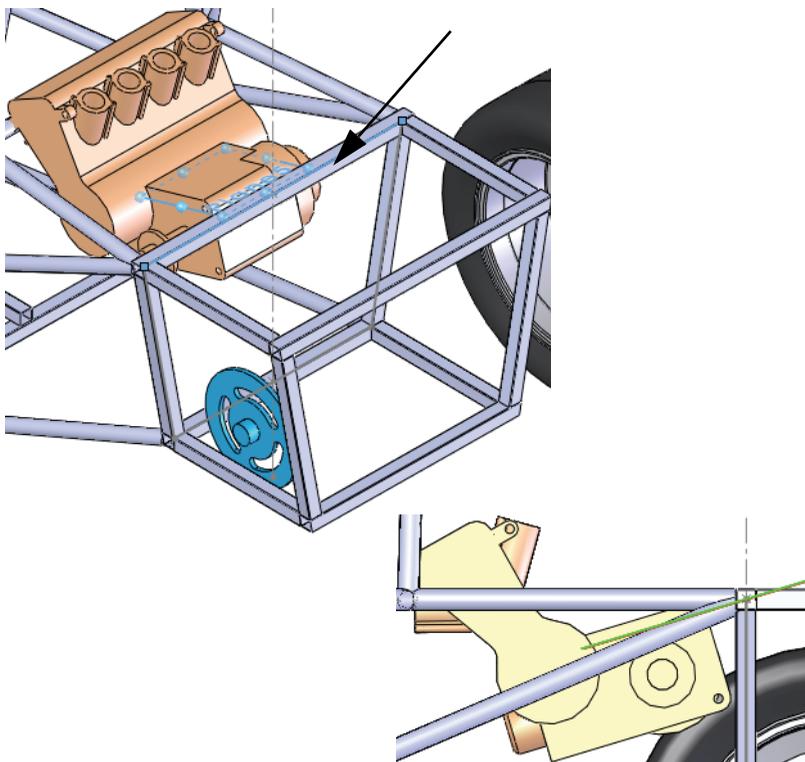
Engine1_sketch を右クリックし、**表示** (Show) を選択します。

フィルタを停止するには“x”をクリックします。



29 合致

スケッチ内の平面と直線の間**一致**（Coincident）合致関係を追加します。



干渉認識

干渉認識（Interference Detection）は、アセンブリの静的構成部品間の干渉または衝突を検知します。結果は、干渉するボリュームが赤で示されます。

ヒント: 同じマルチボディ部品内の2つのソリッドボディ間の干渉を調べるには、対象のマルチボディ部品のみを選択し、**マルチボディ部品の干渉部分を含む**（Include multibody part interferences）をクリックします。

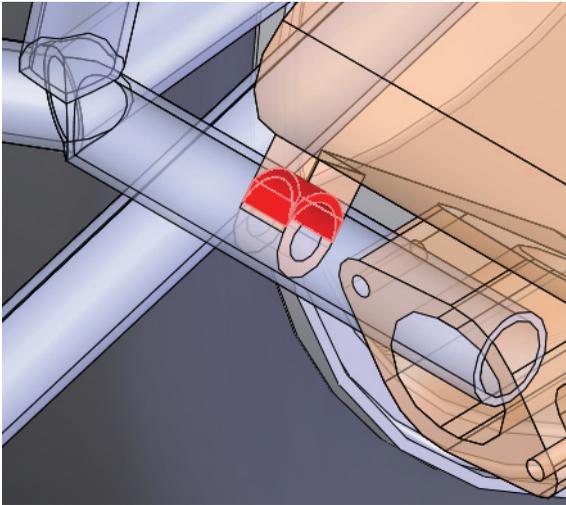
30 干渉

ツール (Tools) 、干渉認識 (Interface Detection)  をクリックします。

デフォルトでは、アセンブリ全体が干渉認識の対象として選択されているので、**選択構成部品** (Selected Components) フィールドを右クリックし、**選択解除** (Clear Selections) を選択します。

構成部品ENGINEとフレームを選択し、**計算** (Calculate) をクリックします。

2つの対象セットからなる合計4つの干渉が検出されます。 をクリックします。



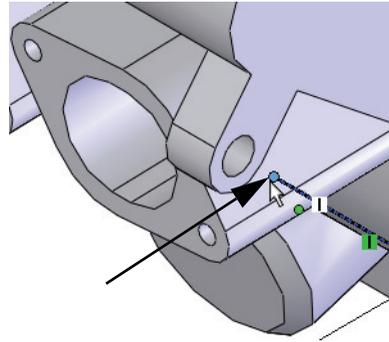
31 スケッチを編集

FeatureManager デザインツリーの上方にあるフィルターをクリックし、前と同じように engine と入力します。未定義の (-) Engine_Mount を右クリックし、**スケッチ編集** (Edit Sketch)  を選択します。フィルタを停止するには“x”をクリックします。

ヒント: これは、部品編集 (Edit Part) およびスケッチ編集 (Edit Sketch) モードに直接切り替えるショートカットです。

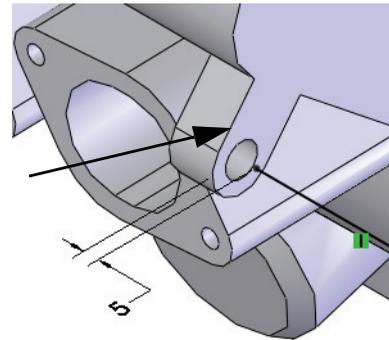
32 ドラッグ

開いている端点を **ENGINE** 構成部品の手前までドラッグします。



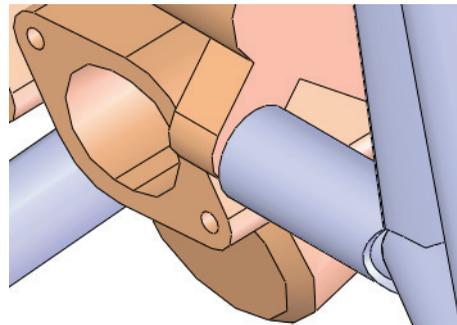
33 寸法

図のように、**ENGINE** のエッジと端点の間に寸法を追加します。



34 アセンブリを編集

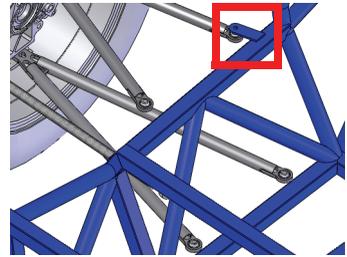
構成部品編集 (Edit Component)  をクリックしてスケッチを終了し、アセンブリ編集モードに戻ります。



注記： スケッチ名が **Engine_Mount->** に変更され、このスケッチが完全定義され、外部参照を含んでいることがわかります。

プレートのマウント

フレームは、現在、サスペンション点への参照と共に配置されていますが、付属していません。実際の付属部分を作成するには、マウントタブプレートが必要です。



再使用可能なスケッチの作成

サスペンションをフレームに付属させるためのマウントタブは、片端が丸くなったプレートです。すべてのタブは類似の形状ですが、長さや端が異なることがあります。このため、簡単にコピーして変更できるスケッチを作成しておくのが便利です。

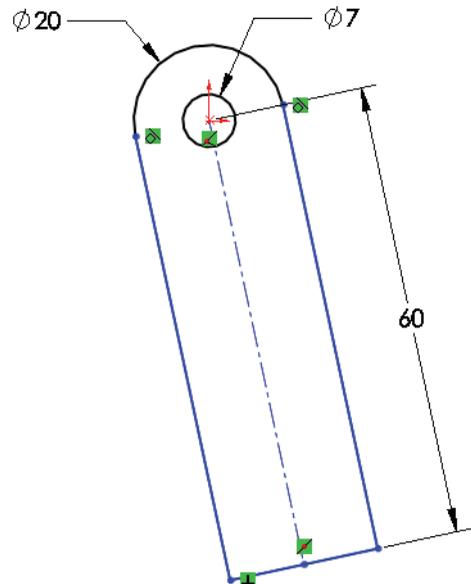
1 新規部品

ミリメートル (mm) 単位で新規部品を開きます。正面上で新規スケッチを作成します。

2 ジオメトリと寸法

ジオメトリを作成し、次のガイドラインに従って寸法付けします。

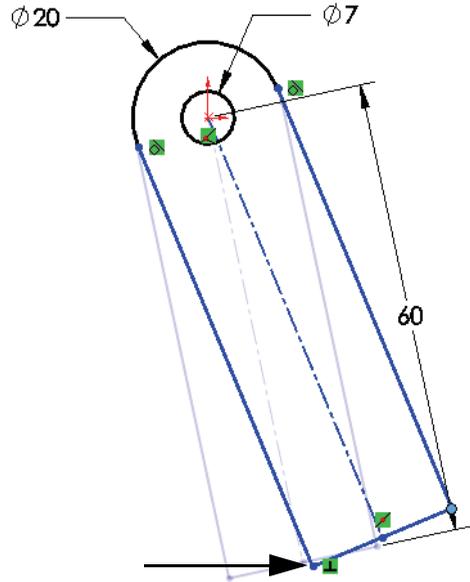
1. 原点からやや角度を付けて中心線を作成します。
2. 双方向オプションを使用して中心線をオフセットし（寸法付けはオフ）、両方の側を作成します。
3. 正接円弧を追加して上端を閉じます。
4. 2つの端点間に直線を追加して下端を閉じます。
5. 円を追加します。
6. 寸法を追加します。



注記： 中心線にやや角度が付いており（垂直でも水平でもなく）、未定義なので柔軟に配置できます。

3 ドラッグ

下方の端点をドラッグします。未定義のスケッチは回転しますが、形状は維持されます。



4 保存

部品を **TAB_Sketch** という名前で保存します。

スケッチを終了しますが、部品は閉じないでください。

5 スケッチをコピー

FeatureManager デザインツリーでスケッチ 1 フィーチャーを選択し、**編集 (Edit)**、**コピー (Copy)** を選択します。



スケッチのペースト

フレーム部品を編集した後、スケッチを鋼材レイアウトの面にペーストします。

ヒント: このような状況でよくあるのが、部品の編集前にスケッチをペーストしてしまうという誤りです。スケッチをペーストすることは可能ですが、ペーストしてもアセンブリ フィーチャーとしてしか機能しません。アセンブリ フィーチャーは、アセンブリ レベルにしか存在せず、カットの作成にしか使用できません。

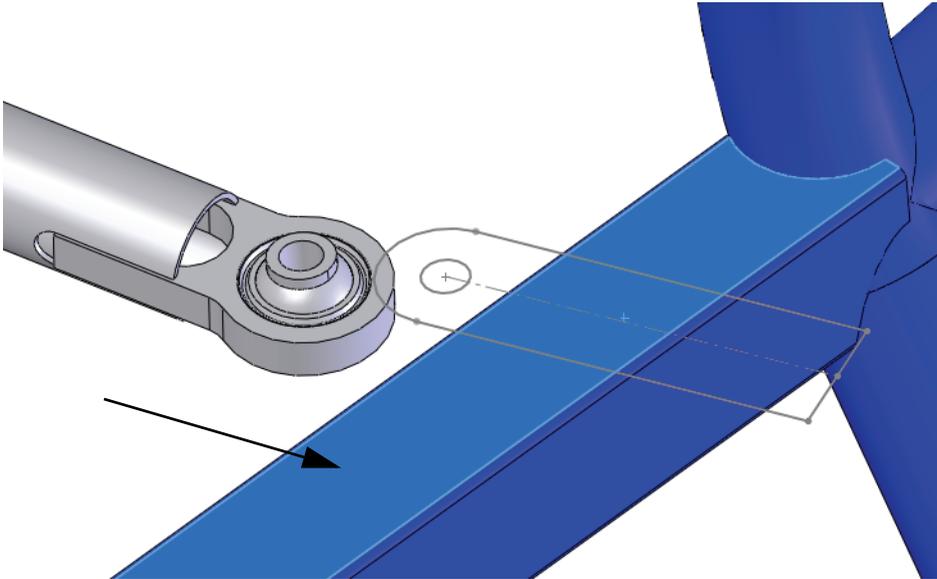
6 部品を編集

アセンブリに戻り、フレーム部品を右クリックし、**部品編集 (Edit Part)**

 を選択します。

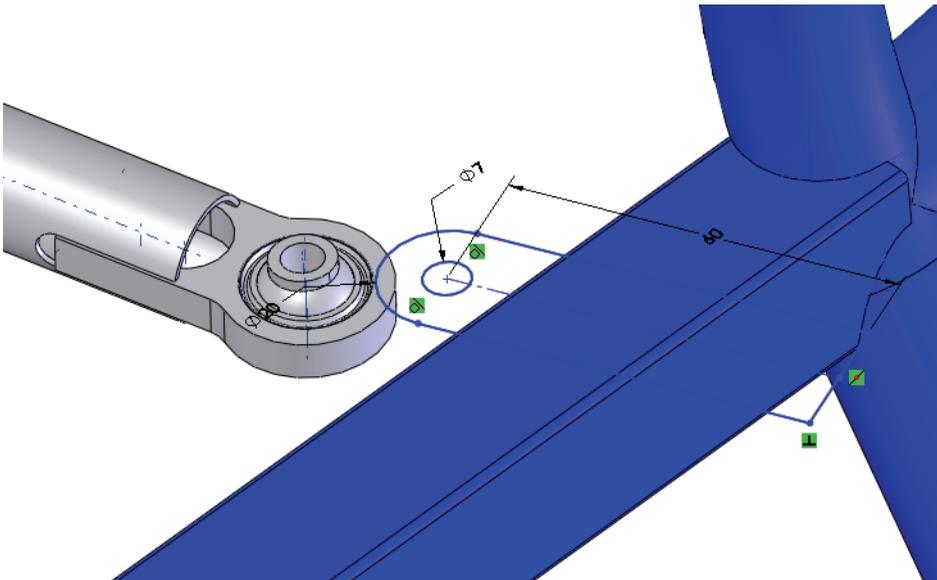
7 ペースト

図に示す鋼材レイアウトの面を選択します：**編集**（Edit）、**ペースト**（Paste）をクリックします。



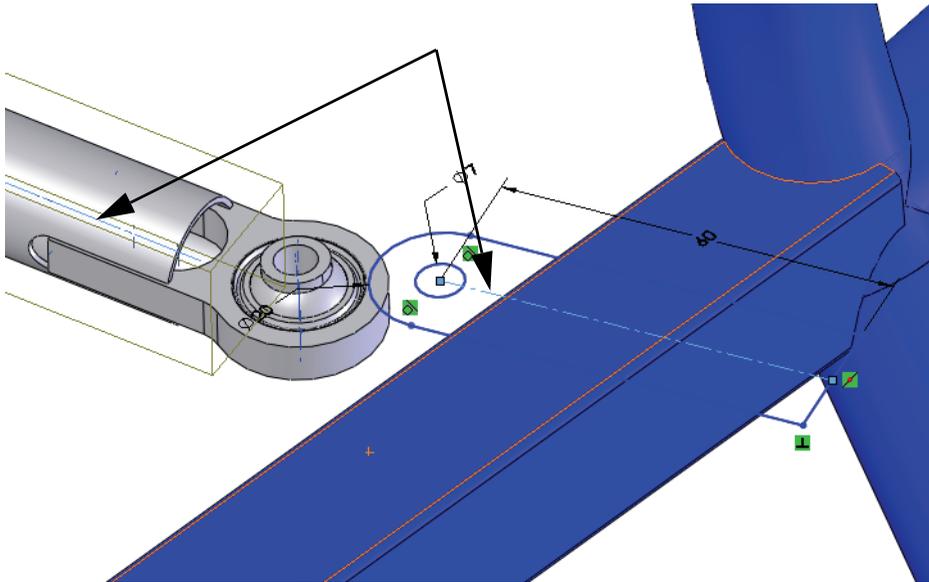
8 スケッチを編集

スケッチの端を右クリックし、**スケッチ編集**（Edit Sketch） を選択します。



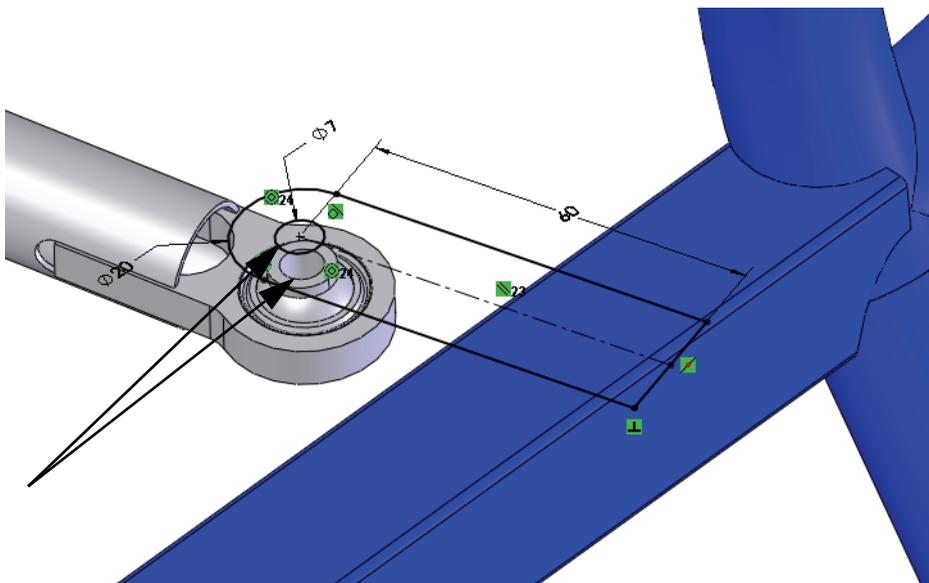
9 一時的な軸

表示 (View)、**一時的な軸** (Temporary Axes) をクリックして一時的な軸を表示します。中心線と一時的な軸を選択し、**平行** (Parallel) な拘束を追加します。



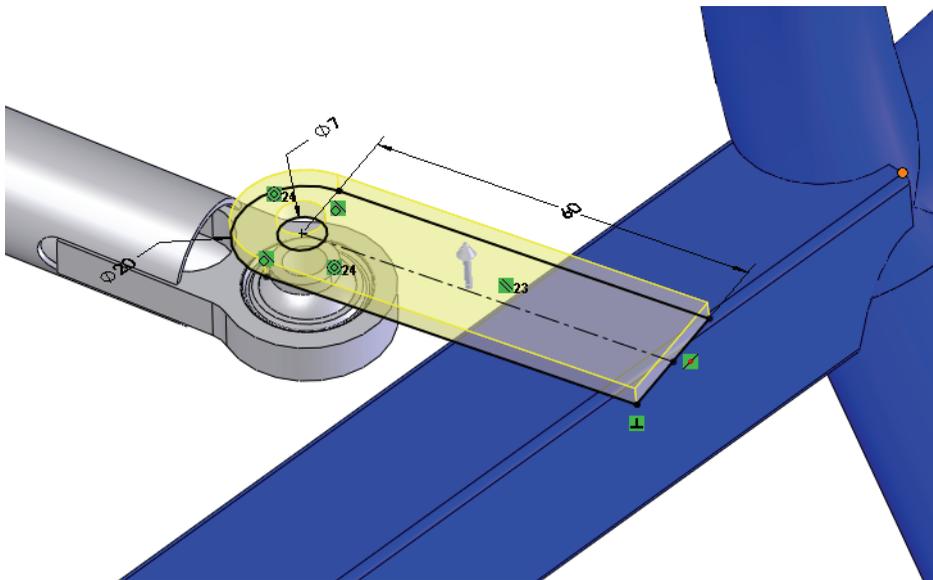
10 同心円

円形エッジと円を選択し、**同心円** (Conradial) 拘束を追加します。



11 押し出し

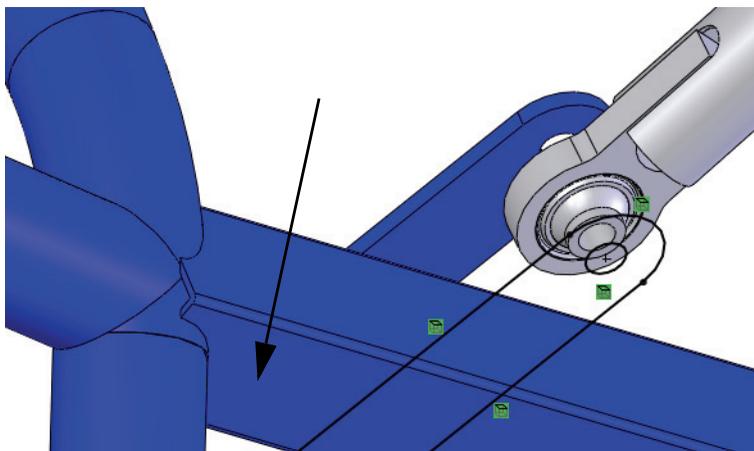
図のように、スケッチに **3mm** の押し出しを設定します。



注記： この部分は溶接  としてマークされているので、押し出しの結果のマー
ジ (Merge Result) はクリアのままにします。

12

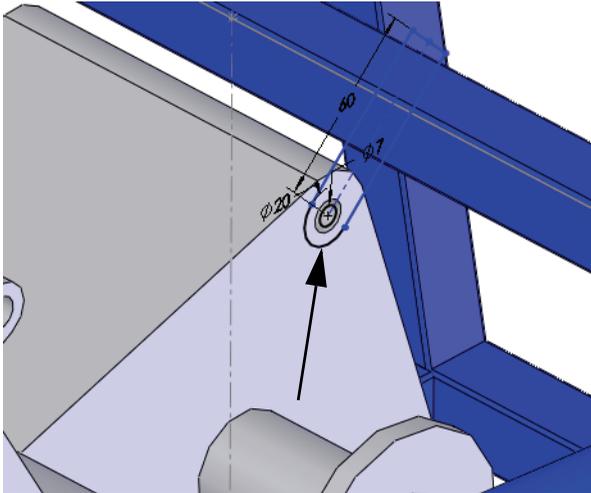
底面を選択し、新しいスケッチを作成します。前回のボディからエッジを変換してスケッチを作成し、前の手順と同様にスケッチを **3mm** 押し出します。



同じ側のその他のタブで手順を繰り返し、ミラーします。

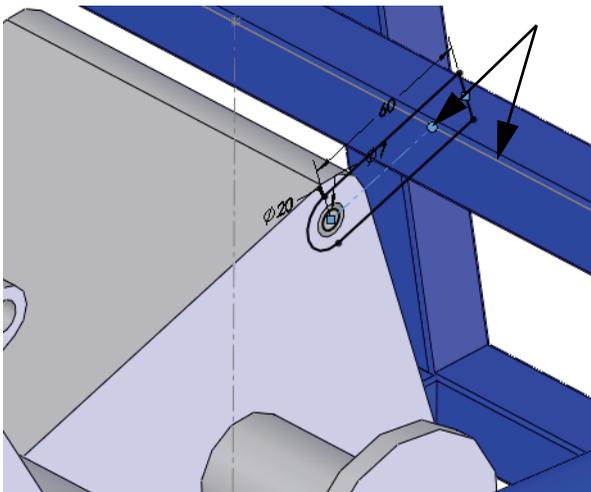
13 スケッチをペースト

Enginel_sketch を表示します。面を選択し、**編集** (Edit)、**ペースト** (Paste) をクリックしてスケッチを編集します。図に示す円弧と円形エッジの間に**同心円** (Concentric) 拘束を設定します。



14 点

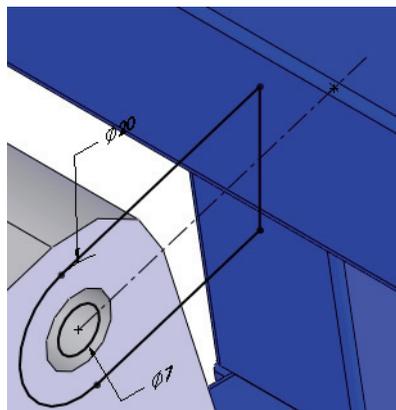
中心線上に点を追加します。中心線と点の間に**一致** (Coincident) 拘束を追加します。この点を使用して、点とアクティブでないスケッチ線の間に**貫通** (Pierce) 拘束を追加します。



15 トリムと押し出し

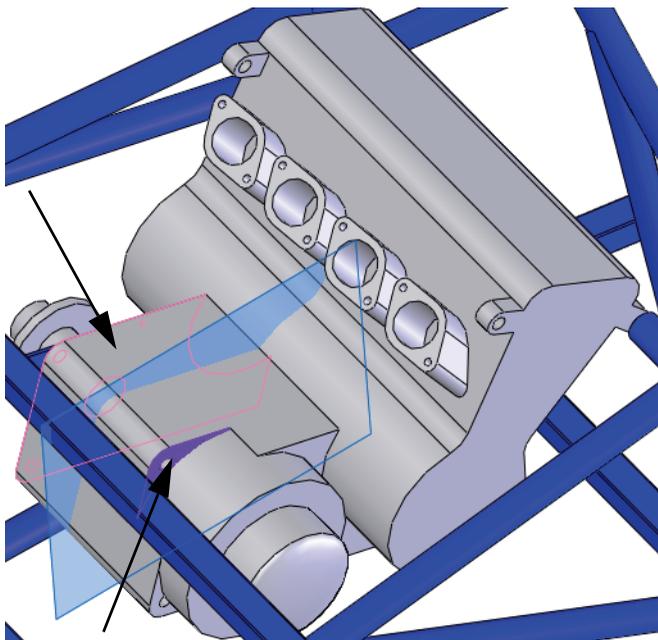
エンティティ変換 (Convert Entity) を使用して、鋼材レイアウトの正面エッジを作成します。図のように、中心線と点をアクティブでないままにしてジオメトリをトリムします。

スケッチを **3mm** 押し出します。



16 平面

挿入 (Insert)、**参照ジオメトリ** (Reference Geometry)、**平面** (Plane) をクリックし、面を選択して**中間平面** (Mid Plane) をクリックします。平面の名前を **Centered** に変更します。

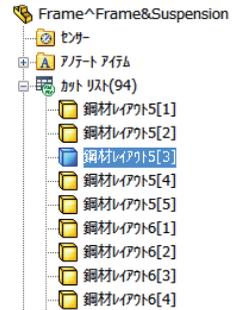
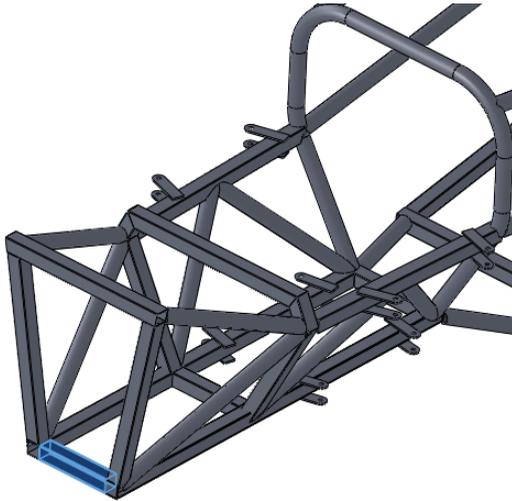


17 ミラー

前後関係の中の平面を使用して、ボディをミラーします。

溶接カット リスト

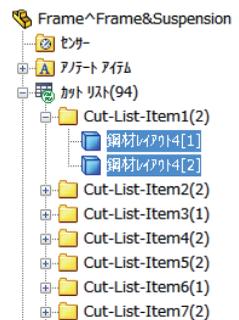
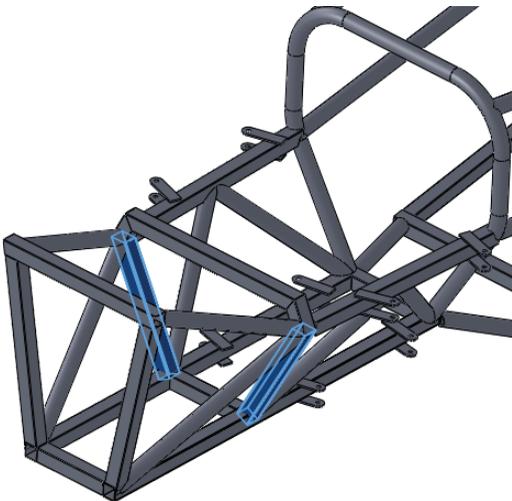
カットリストフォルダーには、溶接内のすべての鋼材レイアウトのリストが表示されます。



注記： 溶接でないマルチボディ部品では、フォルダーにソリッドボディという名前が付けられます。

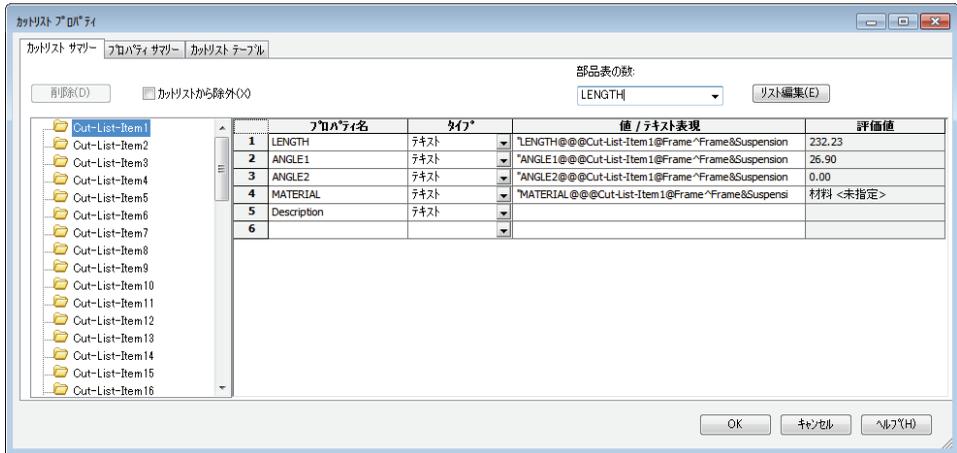
18 フォルダーを更新

フォルダーを右クリックし、**更新** (Update) を選択して、フォルダー内の類似の鋼材レイアウトをグループ化します。



カットリスト プロパティ

カットリスト プロパティ (Cut-List Properties) を使用すると、個別の鋼材レイアウトに関する長さや角度などの情報を表示できます。

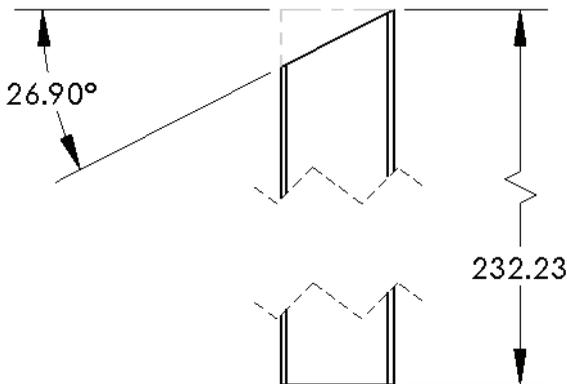


例えば、Cut-List-Item1 には、次のプロパティ値がリスト表示されます。

長さ = 232.23

角度 1 = 26.90

鋼材レイアウトの図面は、次のとおりです。



外部ファイルへ保存

仮想部品は外部ファイルに保存して、アセンブリ ファイルとは別に部品ファイルを作成することができます。

注記： 仮想部品が外部ファイルに保存されるまで、仮想部品の図面を作成することはできません。

19 アセンブリを編集

確認コーナー  をクリックし、アセンブリを編集します。

20 外部に保存

仮想部品を右クリックし、**部品を保存（外部ファイルへ）**（Save Part(in External File)）を選択します。**アセンブリと同じ**（Same As Assembly）、**OK**の順にクリックします。

注記： 名前が若干変わります。名前を書込んでいた角かっこ（[,]）が削除されます。

21 すべてのファイルを保存して閉じる

Lesson 4 モールドとサーフェスの使用

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

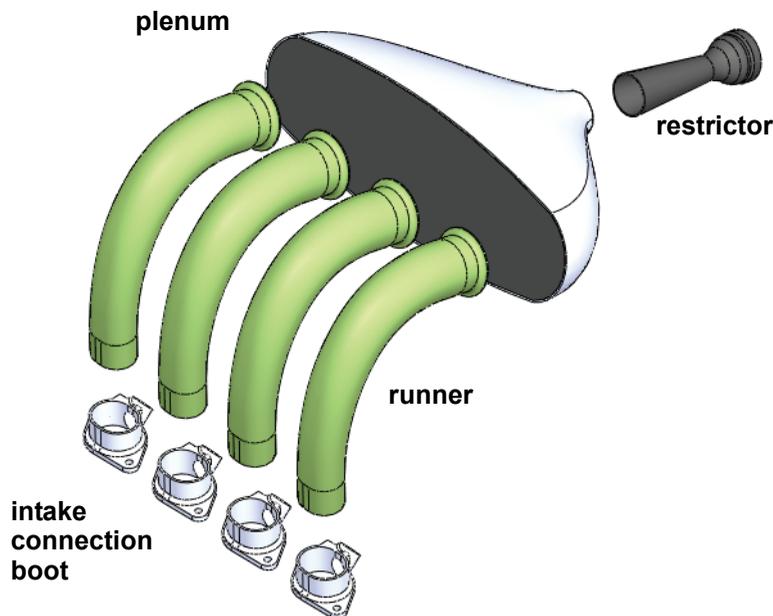
- ロフト フィーチャーを理解する
- モールド ツールを使って作成されたボディを説明する
- モールド ツールにサーフェスを追加する
- 対称を使ってモールドを追加作成する

モールドとサーフェス

モールド ツールは部品に対する金型を作成するのに使用します。金型は部品に含まれるサーフェスとソリッドボディを使って作成されます。溶接同様、これはマルチボディ部品です。

1 アセンブリを開く

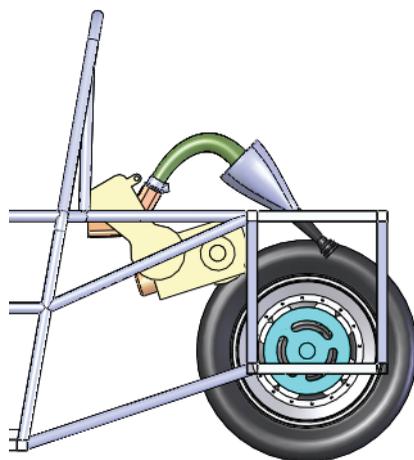
Mold フォルダから Intake Assembly アセンブリを開きます。



2 アセンブリを開く

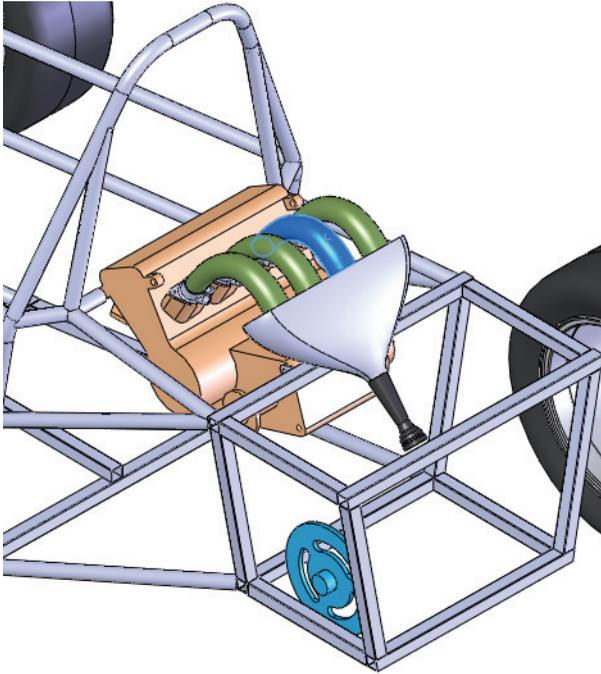
Frame&Suspension フォルダから Frame&Suspension アセンブリを開きます。これは前のレッスンで使用したのと同じアセンブリです。

メインアセンブリに Intake Assembly サブアセンブリを追加します。サブアセンブリを同心円合致 1 つ、一致合致 2 つを使って合致させます。



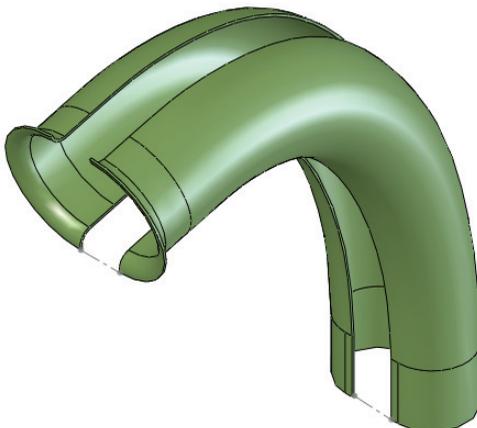
3 runner を開く

runner 部品インスタンスの1つを右クリックして**部品を開く** (Open Part)  を選択します。



runner 部品

runner 部品は左右2つの部分から作成されています。これを後で1つに組み合わせます。各部分にモールドが必要です。



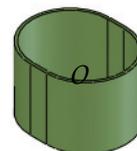
部品内のフィーチャー

runner 部品のモデルは 3 つのボスフィーチャー、Bell、Straight Boot Section、Center Guide Curve を使って作成されています。

Bell という名前の回転フィーチャーは runner 構成部品を plenum に接続するのに使用されます。



Straight Boot Section という名前の押し出しフィーチャーは runner 構成部品を intake connection boot 構成部品に接続するのに使用されます。



このフィーチャーは intake connection boot の内側にフィットさせなければなりません。

Center Guide Curve という名前のロフトフィーチャーは回転フィーチャーと押し出しフィーチャーをスムーズに連結します。



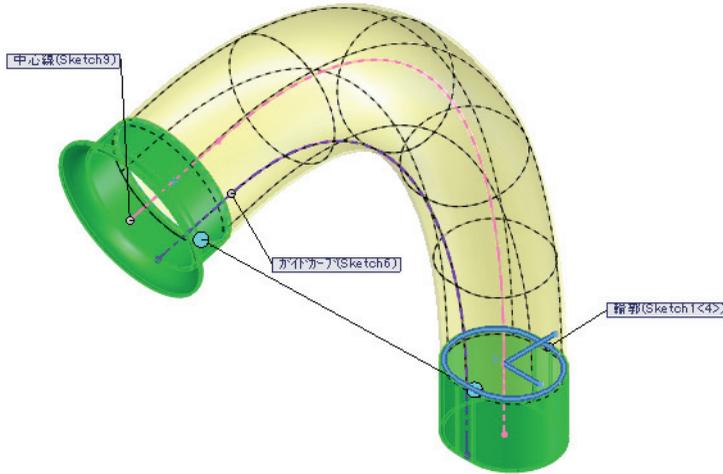
ロフトフィーチャーについての詳細は、119ページ、「ロフトの仕組み」を参照してください。

ロフトの仕組み

ロフトフィーチャーは、輪郭の異なる形状をつなげるのに使用します。この例では、開始輪郭はスロット形状で、これが円形に遷移します。

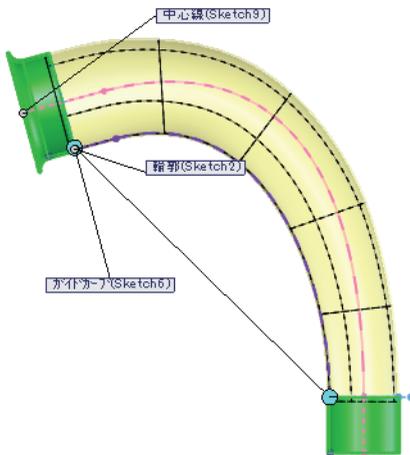
輪郭

輪郭は、ロフトの開始形状、終了形状、オプションでその中間形状を表します。これらは閉じた輪郭スケッチまたはカーブです。

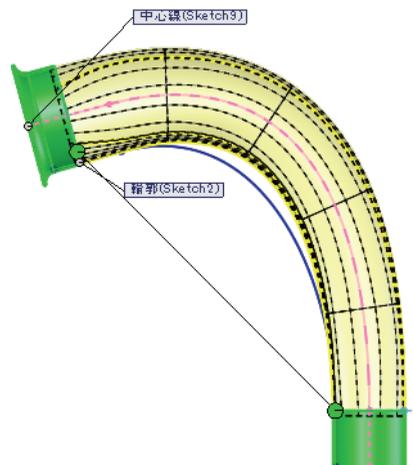


ガイド

遷移する輪郭の方向を決めるガイドは中心線です。ガイドカーブはロフトの形状を決めるのに使われます。ガイドカーブは開いた輪郭スケッチまたはカーブです。



ガイドを使用したロフト



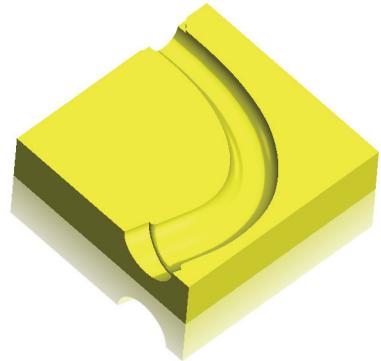
ガイドを使用しないロフト

モールドの作成

SolidWorks には、部品形状を解析し金型を作成する一連のモールド ツールが含まれています。

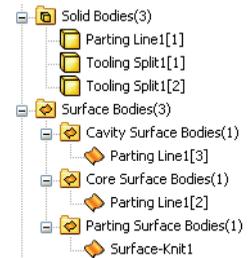
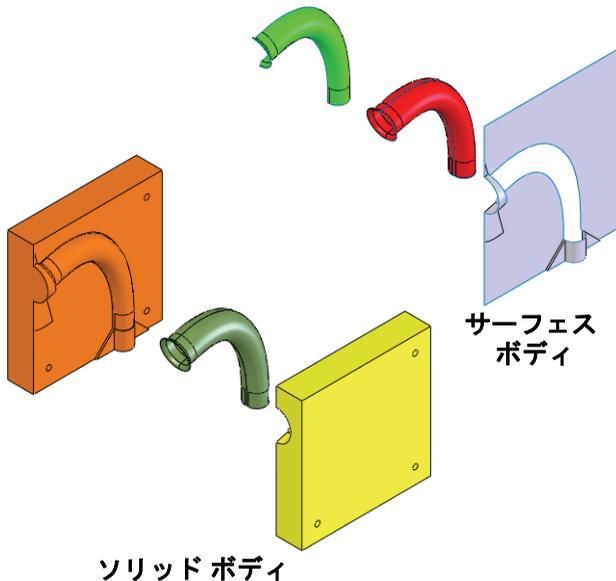
カーボン繊維を使用して部品を作成する場合、キャビティ ソリッドボディが必要な金型になります。キャビティ ソリッドボディの内側にカーボン繊維の厚さを適用し、外側寸法は **intake connection boot** 構成部品にフィットするよう維持されます。

この例ではカーボン繊維の使用を想定しています。



サーフェスおよびソリッドボディ

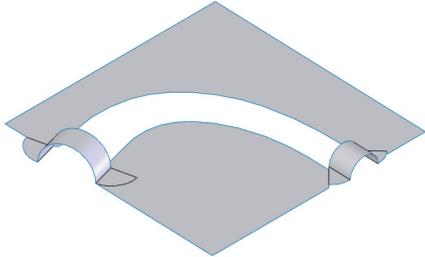
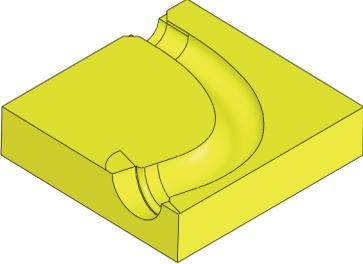
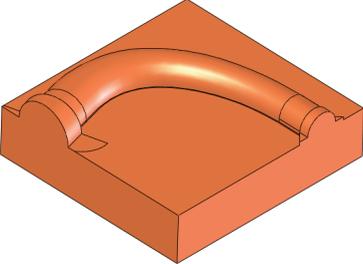
モールドツールでは、サーフェスとソリッドのセットを含むマルチボディを1つの部品ファイル内に作成します。詳細は、120ページ、「サーフェスおよびソリッドボディ」を参照してください。



注記： 溶接同様、マルチボディ部品が作成されます。

ボディの説明

特定の目的でそれぞれのソリッドおよびサーフェス ボディが作成されます。以下にそれらを説明します。

<p>モールド部品</p> 	<p>パーティング サーフェス</p> 
<p>キャビティ ソリッド</p> 	<p>キャビティ サーフェス</p> 
<p>コア ソリッド</p> 	<p>コア サーフェス</p> 

モールド ツール

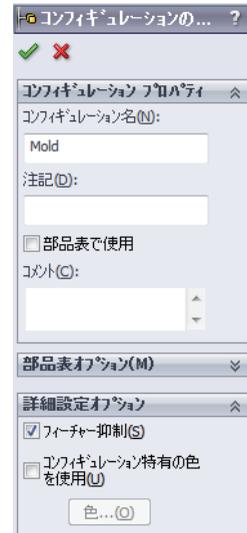
モールド ツールはプラスチック射出成形用に設計されていますが、他の製造手法にも適応することができます。代表的な使用手順を以下に示します。最終的に、成形された部品、コア、キャビティを表すボディを含むマルチボディ部品が作成されます。

<p>スケール (Scale) </p>	<p>一部の材料の収縮率を考慮して成形後の部品をスケールします。この例では使用しません。</p>
<p>解析ツール</p>	<p>抜き勾配分析 (Draft Analysis)  およびアンダーカット解析 (Undercut Analysis)  は部品を金型から取り出すことができるかを確認するのに使用します。パーティングライン解析 (Parting Line Analysis)  はパーティングラインを可視化するのに使用します。</p>
<p>分割ライン (Split Line) </p>	<p>エッジを追加してモデル面を分割します。</p>
<p>パーティングライン (Parting Lines) </p>	<p>モデルジオメトリを使って、パーティングサーフェスを決めるパーティングラインのエッジを定義します。</p>
<p>シャットオフサーフェス (Shut-off Surfaces) </p>	<p>一部の成形部品で穴を閉じるのにサーフェスを追加します。この例では使用しません。</p>
<p>パーティングサーフェス (Parting Surfaces) </p>	<p>モールドのキャビティをコア部分から分離させるためのパーティングラインから作成されるサーフェス。</p>
<p>サーフェス (Surfaces)</p>	<p>モデルの複雑さに応じて、様々なサーフェスタイプによってパーティングサーフェスを補完あるいは置き換えることができます。</p>
<p>キャピコア分割 (Tooling Split) </p>	<p>ソリッドを分割してコアとキャビティソリッドボディを作成します。</p>

注記： スケールとシャットオフサーフェス オプションはこの例では使用しません。

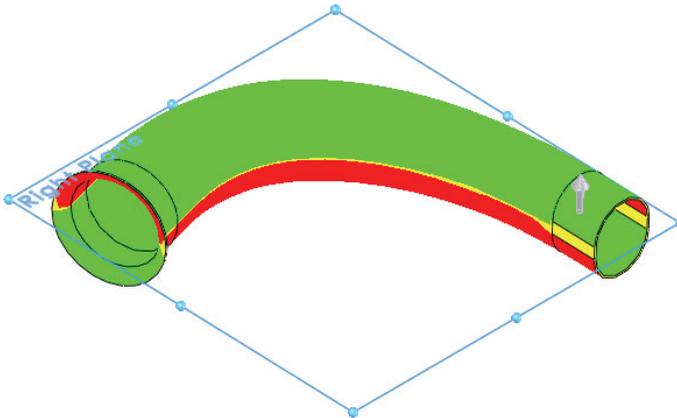
4 コンフィギュレーション

モールドフィーチャーのために新しく Mold コンフィギュレーションを作成します。詳細設定オプション (Advanced Options) の新規フィーチャーと合致の抑制 (Suppress new features and mates) を選択していることを確認してください。新しいフィーチャーは Default コンフィギュレーションでは抑制されます。



5 抜き勾配分析

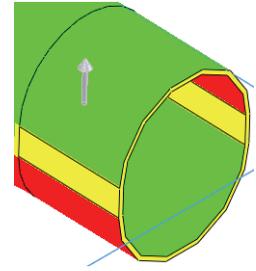
表示 (View)、表示 (Display)、抜き勾配分析 (Draft Analysis)  をクリックして右側面を選択します。抜き勾配角度 (Draft Angle) を 1deg 度に設定し  をクリックします。



この意味は？

これは、右側面と黄色の面の間の角度が **1deg** 以下ということです。これらは垂直であるため実際には **0deg** です。

注記： 抜き勾配のないこの小さな領域はカーボン繊維の場合問題となりませんが、他の材料では問題となる可能性があります。

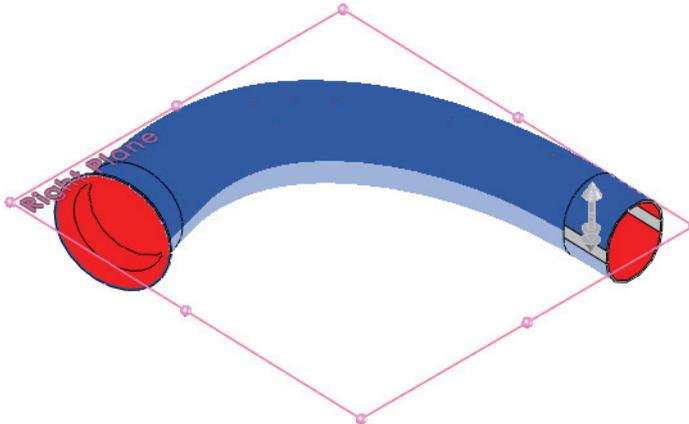


6 表示オフ

表示 (View)、**表示** (Display)、**抜き勾配分析** (Draft Analysis)  をクリックします。

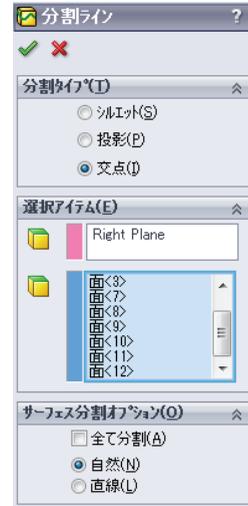
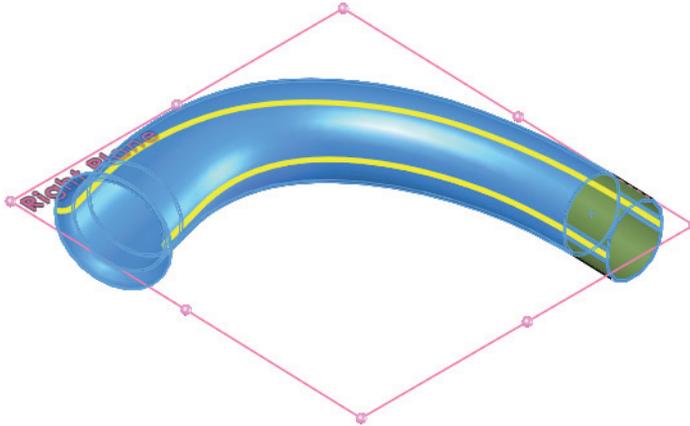
7 アンダーカット解析

表示 (View)、**表示** (Display)、**アンダーカット解析** (Undercut Analysis)  をクリックして右側面を選択します。  をクリックします。これによりモデルが2つの部分から作成されることになります。



8 分割ライン

分割ライン (Split Line)  をクリックし、交点 (Intersection) をクリックします。右側面とこの平面に交差する面を選択します。✔️ をクリックします。



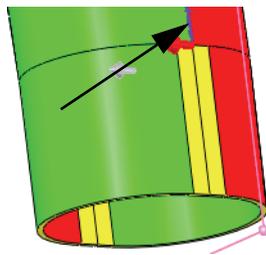
9 パーティングライン

挿入 (Insert) 、モールド (Molds) 、パーティングライン (Parting Line)  をクリックし、右側面を選択し、抜き勾配角度 (Draft Angle) を 1deg にします。

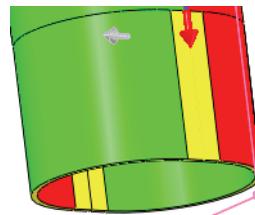


10 エッジの選択

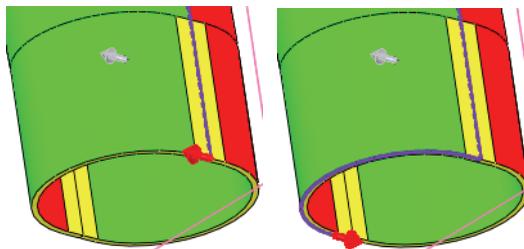
図のように開始エッジを選択します。



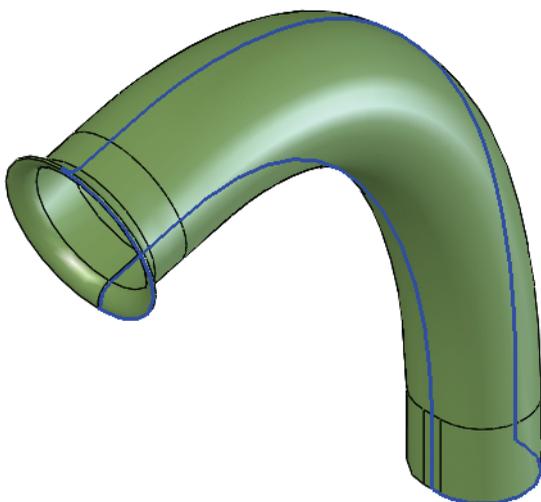
次のエッジを選択 (Select Next Edge)  をクリック (または“n”を入力) し、選択エッジを追加 (Add Selected Edge)  をクリック (または“y”を入力) します。



選択ツールを使って選択を続けます。

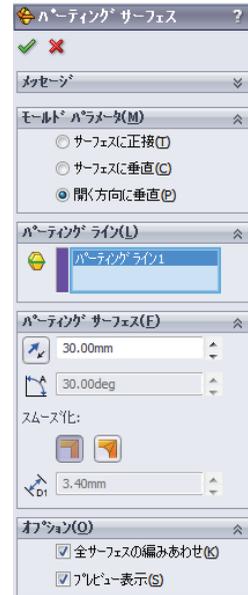
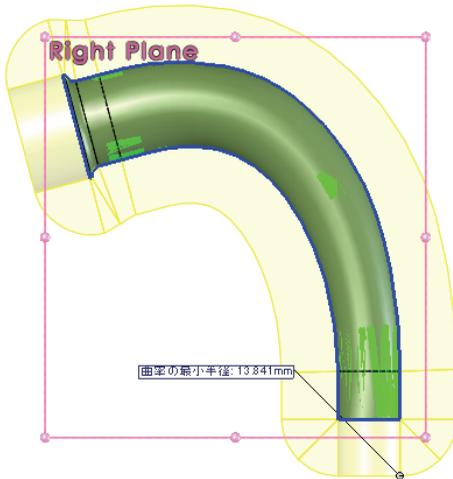


図のようにエッジの選択を続けます。  をクリックします。



11 パーティングサーフェス

挿入 (Insert) 、モールド (Molds) 、パーティングサーフェス (Parting Surface)  をクリックし、開く方向に垂直を選択します。距離 (Distance) を 30mm に設定し、全サーフェスの編みあわせ (Knit all surfaces) をクリックします。シャープ  (Sharp) をクリックし、 をクリックします。



注記： パーティングサーフェスは、モールドを分割するのに十分な大きさであるとは限りません。

サーフェスの使用

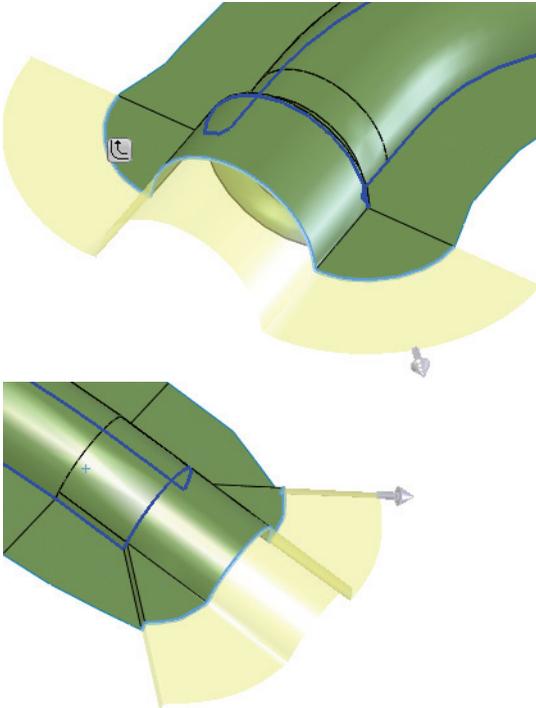
パーティングサーフェスおよびシャットオフサーフェスを使ったサーフェスジオメトリを埋める、または完成するためにサーフェスを使う必要があるケースが多くあります。以下に、挿入 (Insert) 、サーフェス (Surface) から使用できるサーフェスツールのいくつかを示します。

押し出し 	平面 	ルールド 
回転 	編みあわせ 	フィル 
スイープ 	延長 	オフセット 
ロフト 	トリム 	

12 エッジの延長

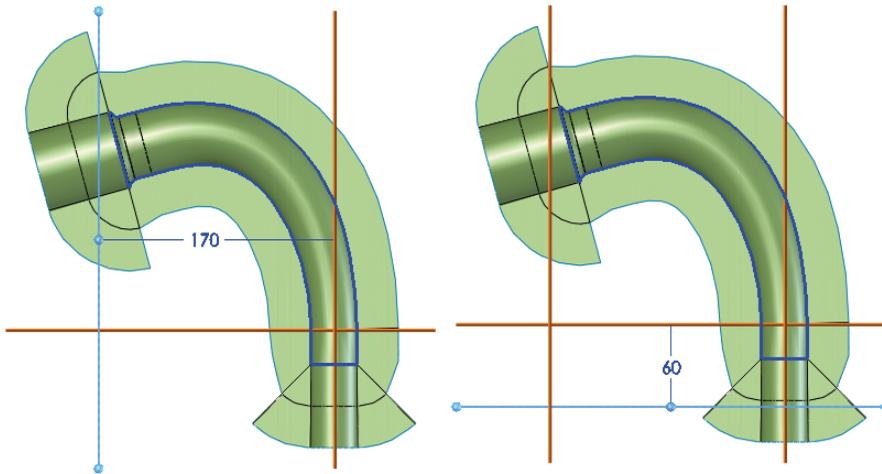
挿入 (Insert) 、サーフェス (Surface) 、延長 (Extend)
 をクリックし、図のようにエッジを3つ選択しま
す。距離 (Distance) をクリックし、値を **30mm** に設定
し  をクリックします。

反対側の5つのエッジにもこのプロセスを繰り返しま
す。



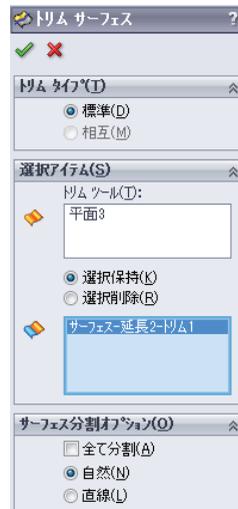
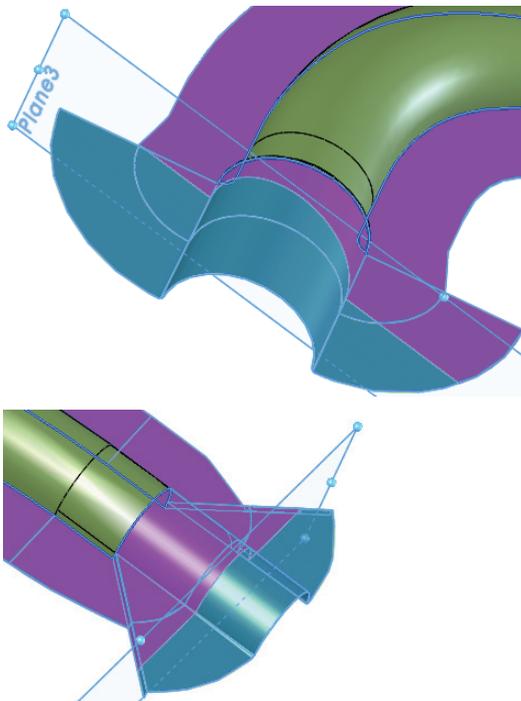
13 平面

図のように、正面から **170mm**、平面から **60mm** オフセットした平面を作成します。



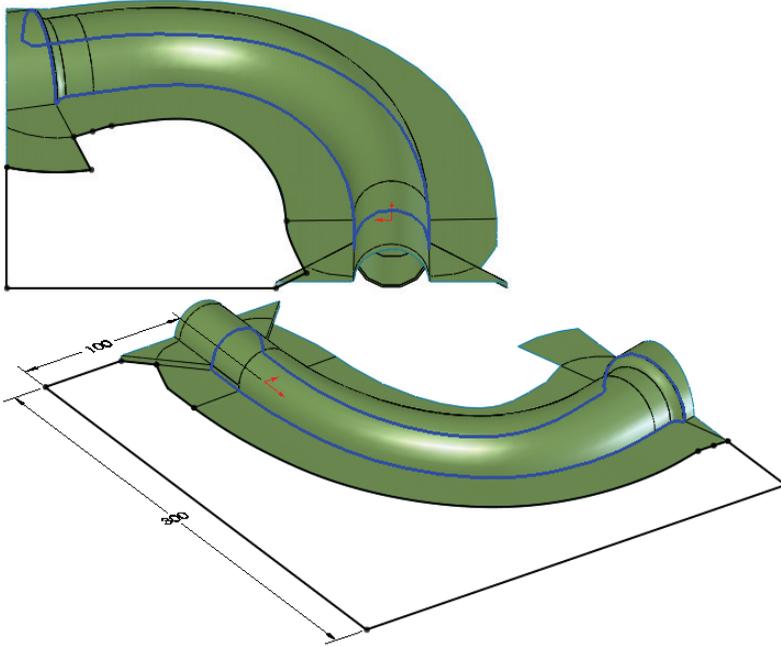
14 トリム

挿入 (Insert) 、サーフェス (Surface) 、トリム (Trim)  をクリックし、標準 (Standard) をクリックします。Plane3、**選択保持 (Keep selections)** を選択して平面の内側を選択します。  をクリックします。反対側にもこのプロセスを繰り返します。



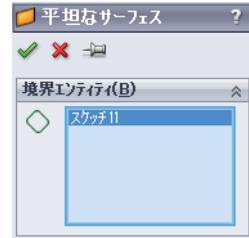
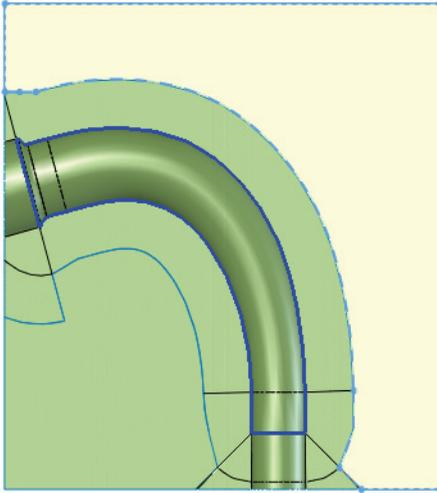
15 スケッチ

パーティングサーフェスを右クリックし、**スケッチ** (Sketch)  を選択します。変換したエンティティと直線を使って、図のように2つのスケッチを作成します。両方のスケッチを終了します。



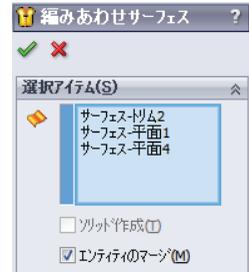
16 平坦なサーフェス

挿入 (Insert) 、サーフェス (Surface) 、平面 (Planar)  をクリックし、スケッチを選択します。Returnを押してこのコマンドを再度実行し、手順を繰り返します。



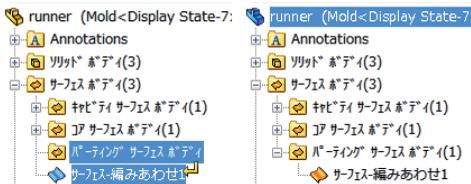
17 編みあわせサーフェス

挿入 (Insert) 、サーフェス (Surface) 、サーフェスの編みあわせ (Knit Surface)  をクリックし、3つのサーフェスを選択します。エンティティのマージ (Merge entities) をクリックして  をクリックします。



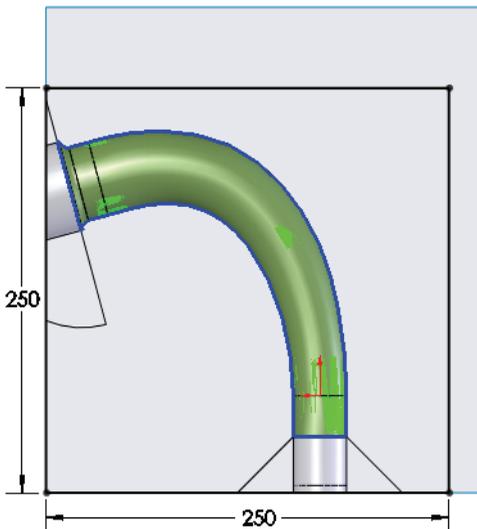
18 ドラッグ&ドロップ

図のように Surface-Knit1 ボディを Parting Surface Bodies フォルダにドラッグ&ドロップします。



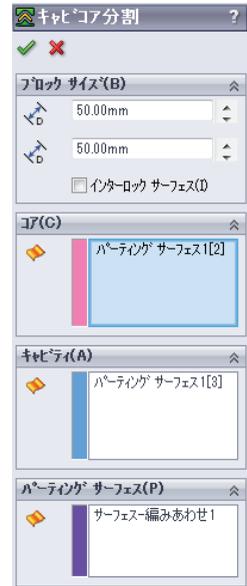
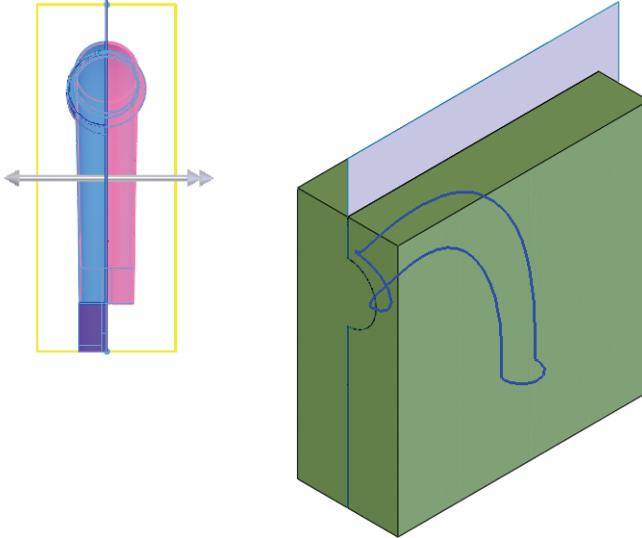
19 キャビコア分割スケッチ

キャビコア分割 (Tooling Split)  をクリックして編みあわせサーフェスをスケッチ平面として選択します。スケッチを作成し、図のように寸法を付けます。



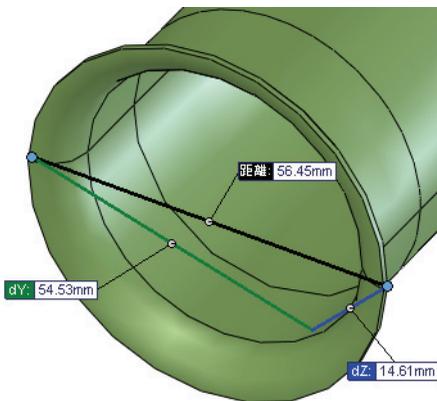
20 キャビコア分割のサイズ指定

スケッチを終了します。深さ（方向 1）（Depth In Direction1）と深さ（方向 2）を図のように 50mm に指定します。✔ をクリックします。



21 サイズを測定

Solid Bodies フォルダから最初の (Parting Line1) ソリッドボディを右クリックし、**隔離 (Isolate)** を選択します。**ツール (Tools)**、**測定 (Measure)** をクリックして、2つの端点間の距離を図のように測定します。重要な寸法は、図に示した **距離 56.45mm** です。



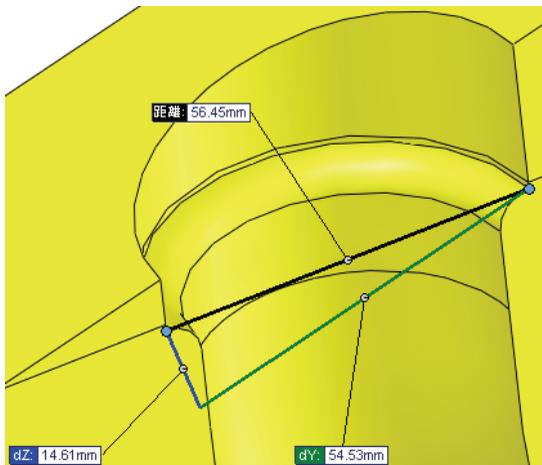
22 隔離モード終了

隔離ダイアログの**隔離モード終了** (Exit Isolate) をクリックします。



23 キャビティ ソリッドの隔離

Solid Bodies フォルダから3番目のソリッドボディを右クリックし、**隔離** (Isolate) を選択します。重要な寸法は、このケースでも、図に示した**距離 56.45mm** です。



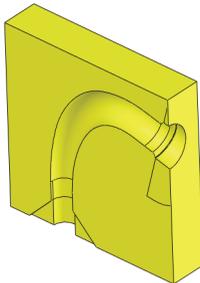
これにより、外側面を使ってモールドが作成されることを確認できます。**隔離モード終了** (Exit Isolate) をクリックします。

対称の使用

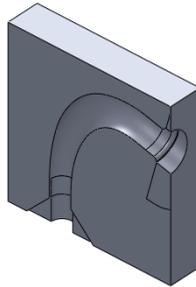
個別のボディを新規部品ファイルとして保存できます。これにより、そのボディから部品ファイルへの外部参照が作成されます。

モールドのもう片方は、現在のモデルと対称形です。これはミラー部品により作成できます。ミラー部品は元の部品から、平面または平坦な面を使ってミラー反転することにより作成します。

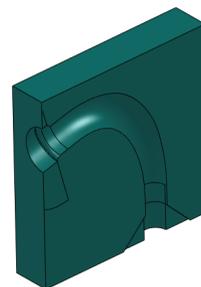
runner -> mirrored part



runner->



runner-Cav_1->

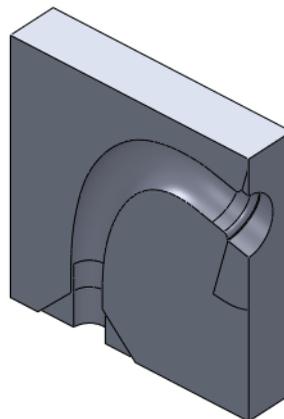
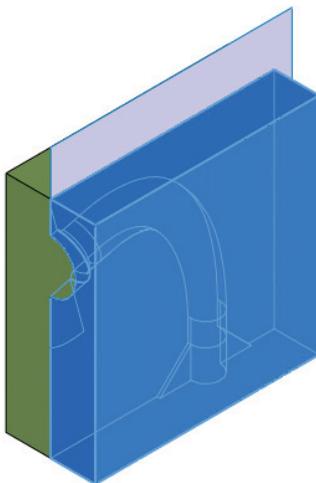


runner-Cav_2->

注記： モールドの片方が最初のモデルと対称でない場合にも、同様の手順を使い、パーティング ラインフィーチャーで選択内容を少し変更することにより作成できます。

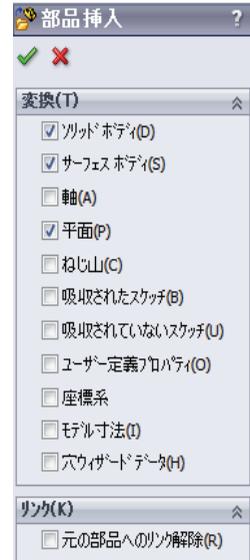
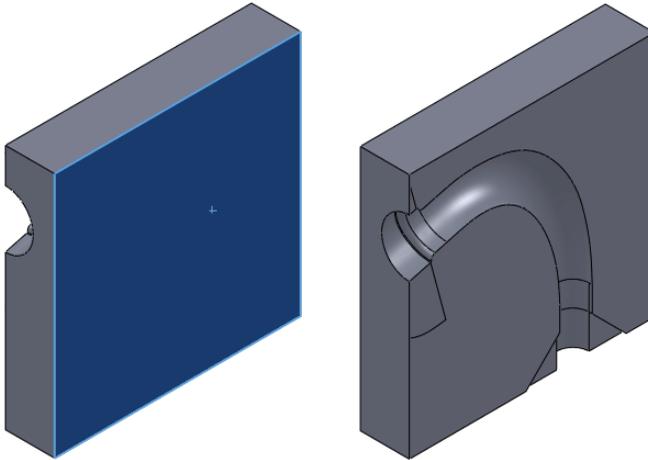
24 スtock フィーチャー

キャビティ ソリッドボディを右クリックし、**新規部品に挿入** (Insert into New Part) を選択します。runner-Cav_1 という名前を指定します。ストック フィーチャー Stock-runner-1 が作成されます。



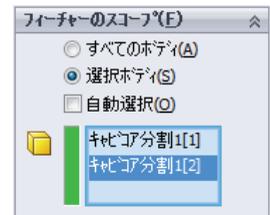
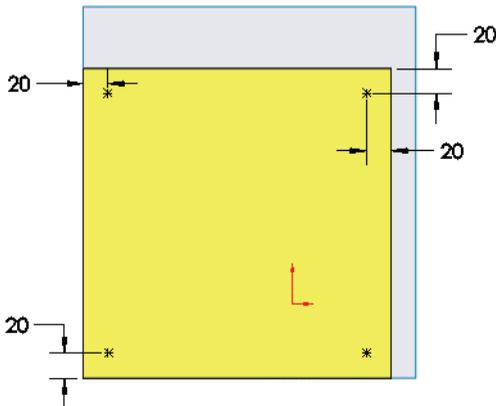
25 ミラー部品

右側面を選択し、挿入 (Insert)、ミラー部品 (Mirror Part) をクリックします。ソリッドボディ、サーフェスボディ、平面をクリックします。☑️ をクリックします。runner-Cav_2 という名前を指定します。



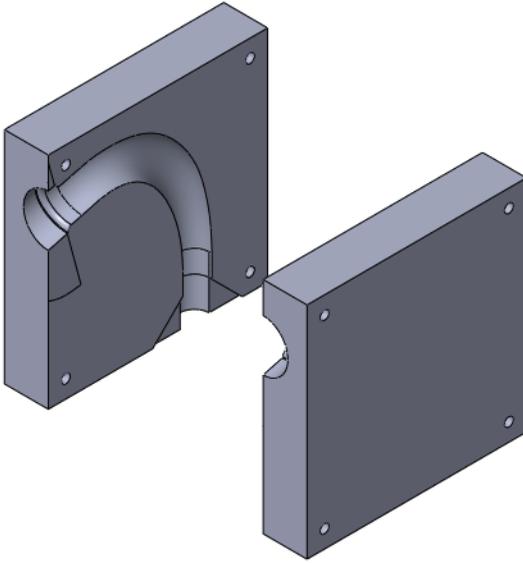
26 穴

runner 部品に戻ります。もう片方の面を選択し、挿入 (Insert)、フィーチャー (Features)、穴 (Hole)、ウィザード (Wizard) をクリックします。10mm 全貫通穴を図のように配置し、フィーチャーのスコープ (Feature Scope) で 2 つのモールド ボディを選択します。☑️ をクリックします。



27 新規アセンブリ

新しいアセンブリを作成し、**runner-Cav_1** および **runner-Cav_2** 部品を追加します。穴は外部参照によりこれらの部品に適用されます。



28 すべてのファイルを保存して閉じます

Lesson 5

ブレーキローター解析

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- 熱伝導解析をセットアップし、実行する
- 熱伝導解析の結果の後処理
- 静解析をセットアップし、実行する
- 熱荷重を構造解析に適用する
- 静解析の後処理

ブレーキローター設計

車両が動いているときには、運動エネルギーが発生しています。ブレーキは車両の運動エネルギーを吸収し、熱として発散することにより車両を止めるよう設計されています。

車両の運動エネルギーは以下の式により与えられます：

$$KE = \frac{1}{2}mv^2$$

ここで、 m は車両の質量、 v は車両の速度です。車両の質量または速度が大きの場合、熱の形で発散されるエネルギーの量も大きくなります。ブレーキ機構はこのとき発生する熱による温度と、ブレーキをかける際の力の両方に耐えなければなりません。

このレッスンでは、ブレーキローターの設計を検討します。車両がフルスピードで動いているときに、ブレーキをかけて完全停止します。まず、熱伝導解析を行って、ブレーキ時のブレーキローター内の温度分布を計算します。次に、静解析を行って、熱荷重とブレーキパッドへの力の効果を確認しなければなりません。

1 Brake Rotor Assembly を開く

ファイル (File) 、 **開き** (Open) をクリックし、**Brake Rotor Assembly** アセンブリが開きます。 **開く** (Open) をクリックしてアセンブリを開きます。

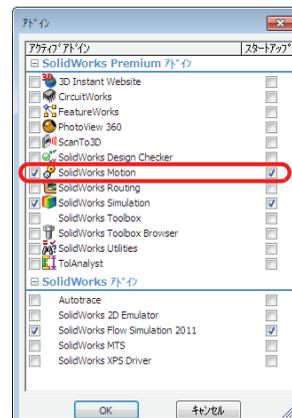
Split Line というコンフィギュレーションをアクティブにします。このコンフィギュレーションには、解析を適切に行うのに必要な変更が加えられています。



2 SolidWorks Simulation を起動

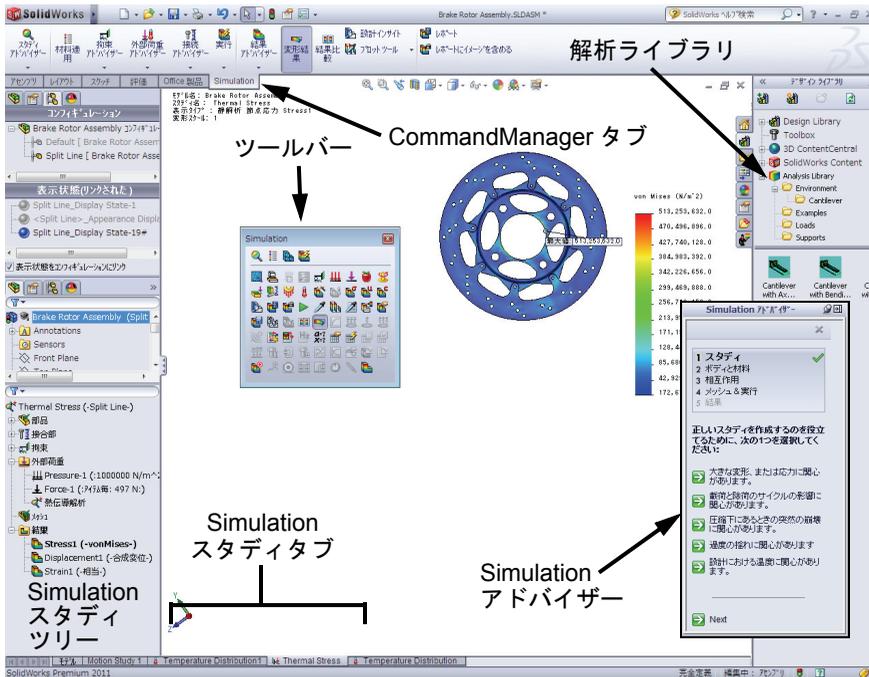
ツール (Tools)、アドイン (Add-Ins) をクリック
します。**SolidWorks Simulation** を選択します。

OK をクリックします。



SolidWorks Simulation インターフェイス

SolidWorks Simulation の機能は SolidWorks と同じようにアクセスできます。シミュレーションスタディを作成すると、FeatureManager デザインツリー下に Simulation スタディ ツリーが表示されます。スタディを作成すると、画面の下部にそれぞれのタブとして表示されます。SolidWorks の機能同様、Simulation の機能も Simulation ツールバー、CommandManager、または **Simulation** ドロップダウンメニューからアクセスできます。さらに、ジオメトリまたは Simulation スタディ ツリー上のアイテムを右クリックすることにより機能にアクセスできます。



3 スタディを作成

Simulation ドロップダウンメニューから**スタディ**を選択します。

タイプ (Type) として**熱伝導 (Thermal)** を選択します。

名前 (Name) として **Temperature Distribution** を入力します。

 をクリックします。

FeatureManager デザインツリーが分割され、その下に Simulation スタディ ツリーが作成されます。

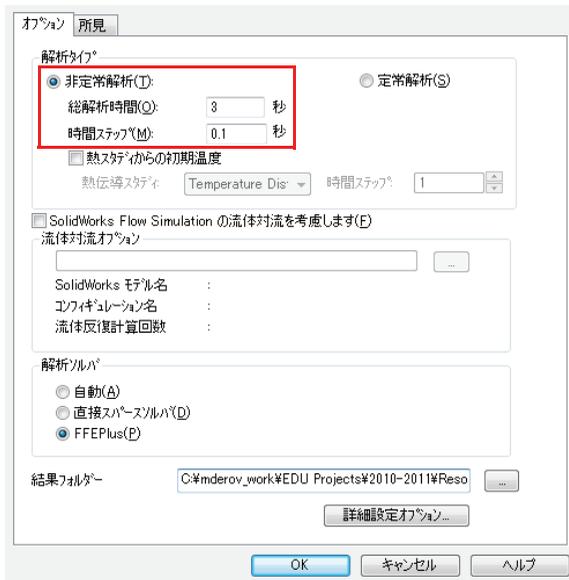
スタディのセットアップは Simulation スタディ ツリーを使って行われます。

4 スタディ プロパティの調整

Simulation スタディ ツリーの一番上のスタディ名を右クリックし、**プロパティ (Properties)** を選択します。

オプション (Options) から**非定常 (Transient)** を選択し、**総解析時間 (Total time)** を **3 sec** にします。

OK をクリックします。



非定常熱伝導解析

このモデルは非定常解析として実行します。22 m/s の速度から完全停止までのブレーキ時の熱分布を調べたいからです。停止するまでにかかる時間は、車両を止めるのに必要な力を計算することにより簡単に算出できます。車両は275 kgであることがわかっており、アスファルトとタイヤの間の摩擦係数は0.72であると仮定します。車両を最短時間で停止させるには、最大制動力はタイヤと地面の間の最大摩擦力（地面に伝えられる）を超えることはできません。最大摩擦力は以下のように計算されます。

$$F_f = \mu \cdot m \cdot g = (0.72)(275 \text{ kg})\left(9.81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) = 1942.4 \text{ N}$$

摩擦力がわかりましたので、制動中の車の平均加速度を計算します。

$$a_x = \frac{F_f}{m} = \frac{1942.4 \text{ N}}{275 \text{ kg}} = 7.06 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

最後に、停止にかかる時間を計算します。

$$t = \frac{v_x}{a_x} = \frac{22 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{7.06 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}} = 3 \text{ s}$$

5 材料を適用

Parts フォルダを右クリックして**全てに材料特性を設定** (Apply Material to All) を選択します。

鉄 (Iron) の下のねずみ铸铁 (Gray Cast Iron) を材料として選択します。

適用 (Apply) をクリックした後、**閉じる** (Close) をクリックします。

境界条件

SolidWorks Simulation は伝導方程式およびモデルの境界に適用された境界条件を使ってソリッド内の温度分布を解析します。SolidWorks Simulation では、熱伝導スタディに適用できるいくつかの境界条件を用意しています。

- **温度**
特定のエンティティまたはボディに対する温度を定義します。
- **対流**
選択された面に対流境界条件を適用します。熱伝達係数と周囲温度を指定し、対流により失われる熱は自動的に計算されます。
- **熱流束**
単位面積あたりいくらかの熱を面に適用します。
- **熱量**
いくらかの熱を頂点、エッジ、面または構成部品に適用します。
- **輻射**
サーフェス間あるいはサーフェスから周囲への輻射を設定します。

このモデルでは、すべての面が空気に露出しているため対流をすべての面に適用します。さらに、ブレーキパッドが接触する面には熱量を適用します。

対流

対流とはサーフェスと流体の間の熱エネルギー移動です。対流を通じて伝達される熱は、熱伝達係数 h とサーフェス面積 A およびサーフェスと周囲流体の間の温度差に比例します。

$$Q_{convection} = hA(T_s - T_f)$$

このレッスンでは、近似値として熱伝達係数を $90 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ とし、周囲温度は 20°C とします。実際の熱伝達係数および周囲温度は SolidWorks Flow Simulation を使って CFD 解析を使用するか、あるいは実験値を適用します。

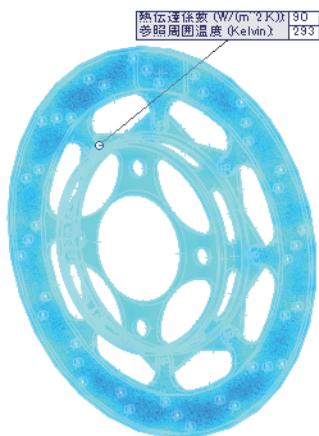
6 熱荷重適用

Simulation スタディ ツリーで熱伝導荷重を右クリックし、**対流** (Convection) を選択します。

対流 PropertyManager で**すべての表面を選択** (Select all exposed faces) をクリックします。これにより、露出しているすべての面が対流境界条件の対象として選択されます。

熱伝達係数として **90 W/m².K** と入力します。

参照周囲温度 (Bulk Ambient Temperature) に **293 Kelvin** と入力します。



7 時間カーブ編集

時間カーブ使用 (Use Time Curve) をクリックし、**編集** (Edit) を選択します。

列 **X** が時間、列 **Y** は入力された熱伝達係数に適用される乗数を意味します。

テーブルに **(0, 1)** と **(3, 1)** を入力します。これは、対流が常にオンであることを意味します。

OK をクリックします。



✓ をクリックします。

注記： 時間カーブを使った荷重の時間依存性同様、温度カーブを使って任意の熱荷重も時間依存にすることができます。温度カーブを使った解析は、各有限要素は平均温度に応じて異なるレベルの熱量を生成するため収束のための反復計算が必要になり、大幅に解析時間が長くなります。

熱量

ブレーキをかけると、ローター回転中にブレーキパッドがローター表面にこすりつけられ、摩擦と熱エネルギーが発生します。車両の運動エネルギーのほとんどはブレーキパッドを通じて熱エネルギーに移動します。ブレーキパッドがブレーキローターに接触する部分に熱量を適用します。

熱量の大きさは、車両が持つ運動エネルギーから計算できます。車両の質量が 275 kg であり、車両が 25 m/s で動いているとすると、運動エネルギーは次のようになります：

$$KE = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}(275\text{kg})\left(22\frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2 = 66.55\text{kJ}$$

すべての運動エネルギーが3秒間の制動時間中に熱エネルギーに移動すると仮定すると、熱量を計算することができます。

$$\text{HeatPower} = \frac{KE}{\Delta t} = \frac{66.55\text{kJ}}{3\text{s}} = 22.18\text{kW}$$

ここで解析するのはパッドだけですので、車両の質量の約60%が前輪にかかるとすると熱量はこれより削減されます。

$$\text{HeatPower} = \frac{42.95\text{kW}(0.60)}{2} = 6.66\text{kW}$$

8 熱荷重適用

Simulation スタディ ツリーで熱伝導荷重を右クリックし、**熱量** (Heat Power) を選択します。

ブレーキパッドが接触するローターの4つの面を選択します。

熱量として **6660 W** と入力します。

合計 (Total) を選択します。



9 時間カーブ編集

時間カーブ使用 (Use Time Curve) をクリックし、**編集** (Edit) を選択します。

列 **X** が時間、列 **Y** は入力された熱量に適用される乗数を意味します。

テーブルに **(0, 1)** と **(3, 1)** を入力します。これは、熱量が常にオンであることを意味します。

OK をクリックします。



✓ をクリックします。

10 初期温度

Simulation スタディ ツリーで熱伝導荷重を右クリックし、**温度** (Temperature) を選択します。

初期温度 (Initial temperature) を選択します。

フライアウト FeatureManager デザインツリーからアセンブリを選択します。

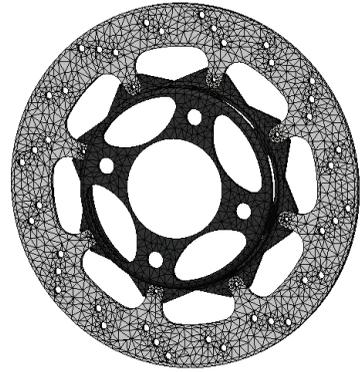
温度 として **25 C** を入力します。

✓ をクリックします。

11 モデルをメッシュ

Simulation スタディ ツリー上でメッシュ (Mesh) を右クリックし、**メッシュ作成 (Create)** を選択します。

 をクリックします。



12 スタディを実行します。

Simulation ドロップダウンメニューから**実行 (Run)** を選択します。

注記： このスタディの解析には数分かかります。スタディのプロパティで指定された各時間ステップで計算が行われます。結果は各時間ステップ毎に作成されます。

ヒント： 荷重カーブの解像度が正確になるよう、時間ステップの大きさを指定する際には注意してください。

後処理

非定常熱解析に関する細かい後処理オプションについてはここでは説明しません。

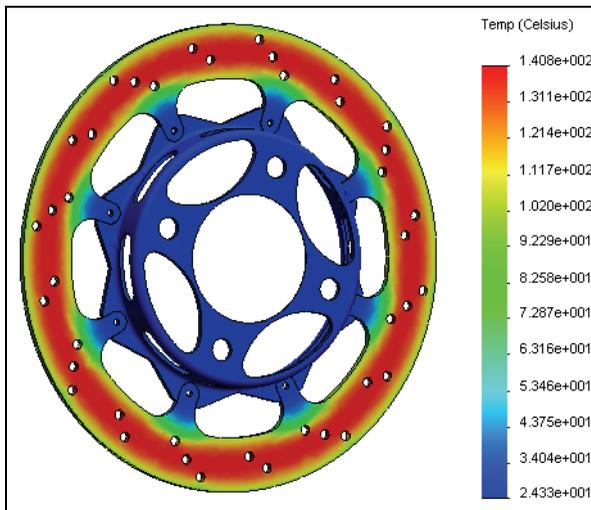
13 温度分布をプロット

温度分布 Thermal1 プロットを右クリックし、**定義編集** (Edit Definition) を選択します。

単位 (Units) を **摂氏** (Celsius) に変更します。

プロットステップ (Plot Step) が **30** に設定されていることを確認します。

をクリックします。



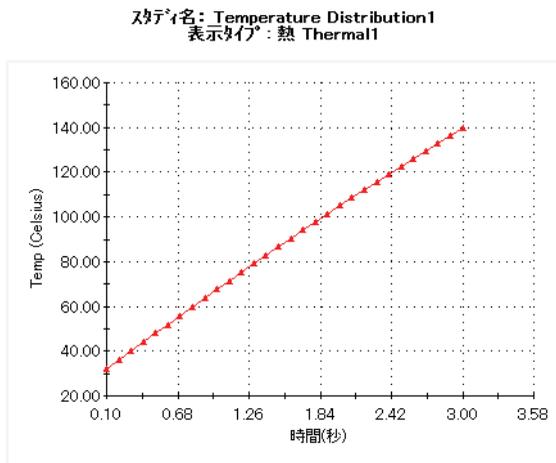
14 問い合わせ

結果フォルダで温度プロットを右クリックし、**問い合わせ (Probe)** を選択します。

ブレーキローター上の任意の位置を選択します。

レポートオプション (Report Options) の**応答 (Response)** ボタン  をクリックします。

温度 vs. 時間のプロットが表示されます。



 をクリックします。

注記: これは、非定常解析で作成されたいずれのプロットでも行うことができます。



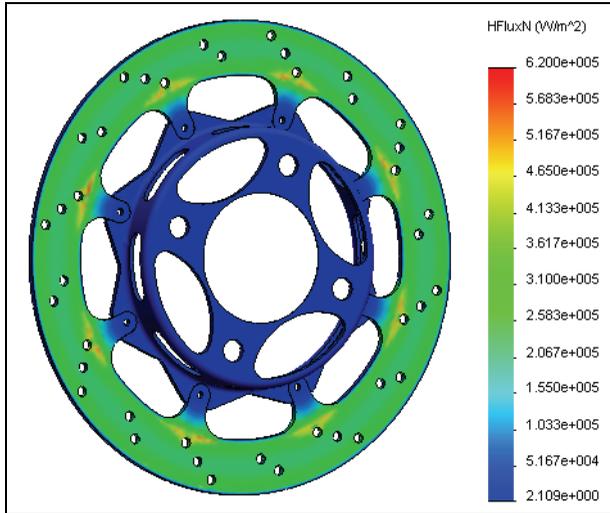
15 合成熱流束のプロット

Simulation スタディ ツリーで結果を右クリックし、**熱伝導プロット定義** (Define Thermal Plot) を選択します。

表示成分 (Component) として**HFLUXN : 合成熱流束** (HFLUXN: Resultant Heat Flux) を選択します。

プロットステップ (Plot Step) が **30** に設定されていることを確認します。

✔ をクリックします。



ヒント: また、プロット ステップ メニューから、プロット範囲をすべてのステップに設定することもできます。そのように設定すると全ての時間ステップから最大、最小値をプロットします。



注記: また、温度勾配をプロットすることもできます。さらに、各熱結果量に対して方向成分をプロットすることもできます。これらのプロットを試してみてください。

静解析

これで、車両が22 m/sから完全停止した後の温度分布がわかりました。この温度分布を静解析に熱荷重条件として適用し、温度分布の結果による材料の膨張、収縮に使用します。さらに、ブレーキパッドがローターに与える荷重をシミュレートするための荷重条件を適用します。この制動条件でブレーキパッドが大きく反らないことを確認します。

16 スタディを作成

Simulation ドロップダウンメニューから**スタディ**を選択します。

タイプ (Type) として**静解析** (Static) を選択します。

名前 (Name) として **Thermal Stress** と入力します。

 をクリックします。

17 材料を適用

Parts フォルダを右クリックして**全てに材料特性を設定** (Apply Material to All) を選択します。

鉄 (Iron) の下の **ねずみ鋳鉄** (Gray Cast Iron) を材料として選択します。

適用 (Apply) をクリックした後、**閉じる** (Close) をクリックします。

ヒント: 熱伝導スタディの **Parts** フォルダを静解析スタディにドラッグ&ドロップすることにより熱伝導スタディから材料をコピーすることもできます。他のスタディパラメータも同様にコピーできます。

温度依存の材料特性

材料特性は多くの場合温度依存性があります。SolidWorks Simulation で材料特性を温度依存にするには、ユーザー定義材料を作成してパラメータ値を入力するところで**温度依存** (Temperature Dependent) を選択します。

拘束

スタディ内の拘束は、構造体が実際の環境にどのように設置されているかを表すものです。実際の状態を最もよく表すタイプの拘束を選択してください。SolidWorks Simulation では、以下のタイプの拘束を利用できます。

■ 固定ジオメトリ

すべての自由度を固定します。剛支持とも言われます。

■ ローラ/スライダ

平面内では自由に移動できるが、平面に垂直な方向の移動はできない条件を指定します。

■ 固定ヒンジ

円筒面に適用し、円筒面の軸を中心とした動きだけを許可します。

■ 詳細拘束条件

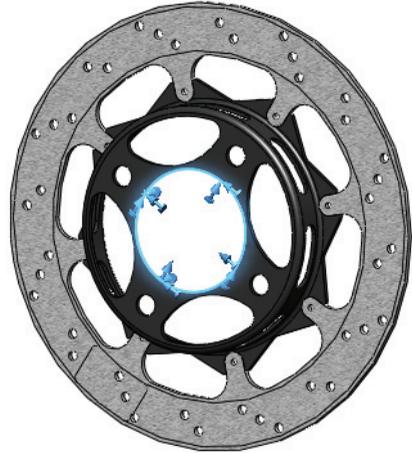
様々な方向に各種拘束を使用します。これらのタイプについてはヘルプを参照してください。

18 拘束条件の適用

Simulation スタディ ツリー上で拘束 (Fixtures) を右クリックし、**固定ジオメトリ (Fixed Geometry)** を選択します。

シャフトに取り付ける位置の、ローターハブの内径の面を選択します。

✓ をクリックします。



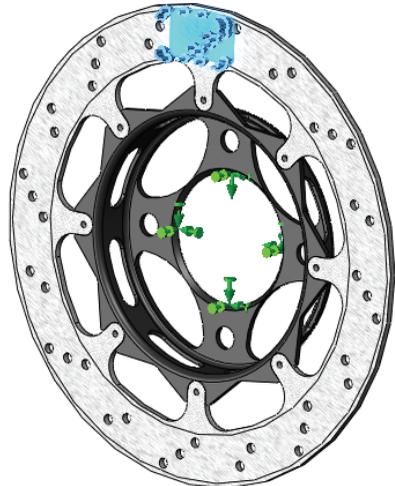
注記： シャフト取り付け位置には、剛拘束を適用します。これにより、シャフトはこの取り付け位置からの荷重により変形しないということが仮定されます。この例では、シャフトはローターハブよりも剛性が格段に高いということを仮定しています。シャフトの変形が予想される場合には、これを解析に含める必要があります。

19 拘束条件の適用

Simulation スタディ ツリー上で拘束 (Fixtures) を右クリックし、**ローラ/スライダ (Roller/Slide)** を選択します。

ローターの片側の分割面で固定されたブレーキパッドがローターにこすれる部分を選択します。

✓ をクリックします。



説明

通常、ブレーキキャリパーは片方のパッドがローターに荷重を与え、もう片方のパッドに押しつけるよう設計されています。この拘束では、動かないパッドをシミュレートしており、パッドは荷重によって変形しません。次に荷重を適用します。

荷重

拘束同様、荷重も実際に使用する場合の荷重条件を最もよく表すようにしなければなりません。SolidWorks Simulation では、以下のタイプの構造荷重を利用できます。

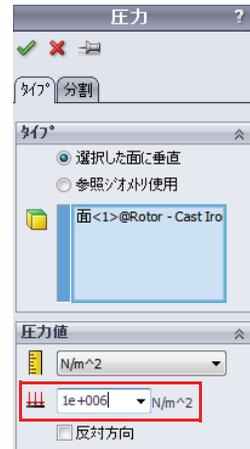
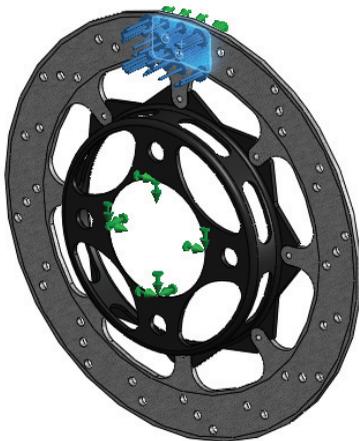
- **力**
力をエッジ、面、頂点に対して参照ジオメトリにより定義される方向に適用します。
- **トルク**
参照軸を中心にトルクを適用します。
- **圧力**
面に圧力を適用します。
- **重力**
部品、アセンブリに線形加速度を適用します。
- **遠心力荷重**
角速度と加速度を適用します。
- **ベアリング荷重**
接触する円筒面間に定義します。

20 荷重の適用

Simulation スタディ ツリーで外部荷重 (External Loads) を右クリックし、**圧力 (Pressure)** を選択します。

ブレーキパッドがローターに押しつけられる部分の分割面を選択します。

圧力値 (Pressure Value) として **1e6 N/m²** と入力します。この値は実験値から得ることができます。



✔ をクリックします。

制動力

ブレーキパッドを通じてローターに与えられる荷重に加えて、円周方向に制動力の摩擦成分が生じます。ブラケットに対する垂直荷重（1 MPa）とローターとパッド間の摩擦係数（0.6）がわかっているならば、パッドの面積を使って摩擦力を計算できます。

$$F_f = \mu \cdot F_N = (0.6) \cdot \left(1 \times 10^6 \frac{N}{m^2} \cdot 8.2781 \times 10^{-4} m^2\right) = 497 N$$

注記： パッドとローター間の摩擦係数は多くの場合温度によって変化します。摩擦係数として 0.6 を使うのはこの例での簡略化です。

21 荷重の適用

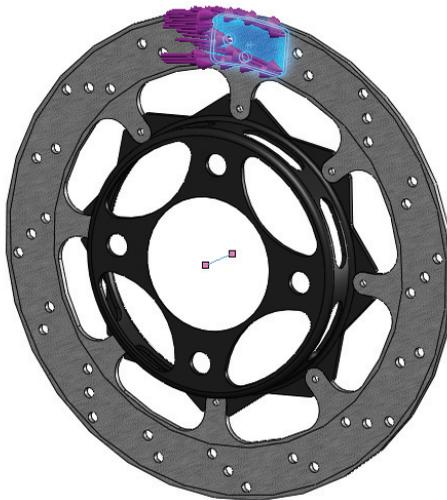
Simulation スタディ ツリーで外部荷重（External Loads）を右クリックし、**力**（Force）を選択します。

ブレーキパッドが接触するローターの2つの分割面を選択します。

選択された方向を選択します。

Rotor Hat 部品の **Axis1** を参照として選択します。

円周方向（Circumferential）を選択し、**497 N**と入力します。



 をクリックします。

注記： 軸を参照として選択すると、座標形が円筒座標系に変わり、円周方向に荷重を適用することができます。

熱荷重

構造荷重が適用されましたので、次に熱荷重を適用します。ここでは、ブレーキ中の最大熱荷重を適用します。これは当然、制動終了時の温度分布になります。熱伝導スタディで解析された温度を静解析に適用し、温度変化に応じた材料の変化を考慮します。これにより、構造内には追加の変位と熱応力が発生することになります。

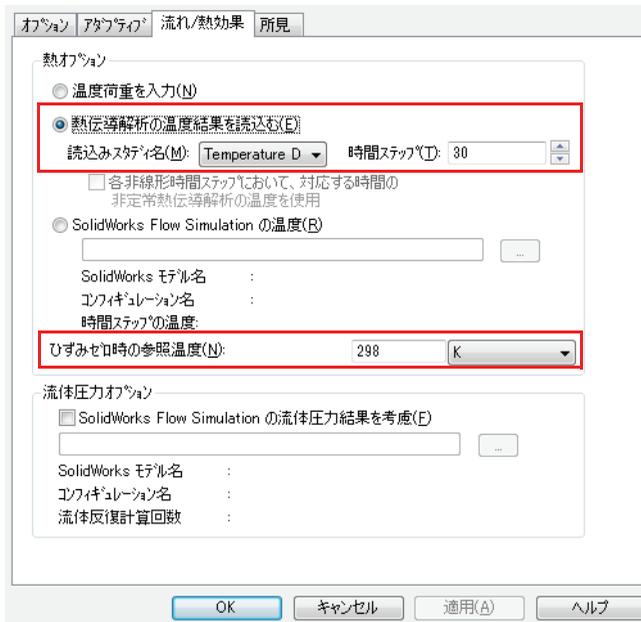
22 スタディ プロパティの調整

Simulation スタディ ツリーの一番上のスタディ名を右クリックし、**プロパティ** (Properties) を選択します。

流れ / 熱効果 (Flow/Thermal Effects) タブを選択します。

熱伝導解析の温度結果を読み込む (Temperatures from thermal study) を選択し、熱伝導スタディとして**温度分布** (Temperature Distribution)、**時間ステップ 30** (Time step 30) を選択します。

ひずみゼロ時の参照温度 (Reference temperature at zero strain) に **293 Kelvin** と入力します。



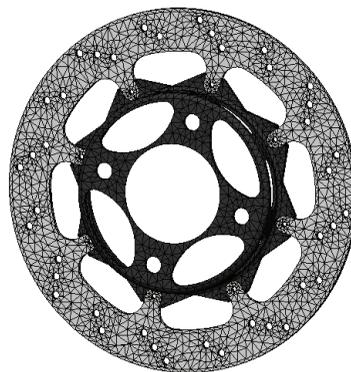
OK をクリックします。

熱伝導荷重が外部荷重フォルダに表示されます。

23 モデルをメッシュ

Simulation スタディ ツリー上でメッシュ (Mesh) を右クリックし、**メッシュ作成 (Create)** を選択します。

 をクリックします。



24 スタディを実行します。

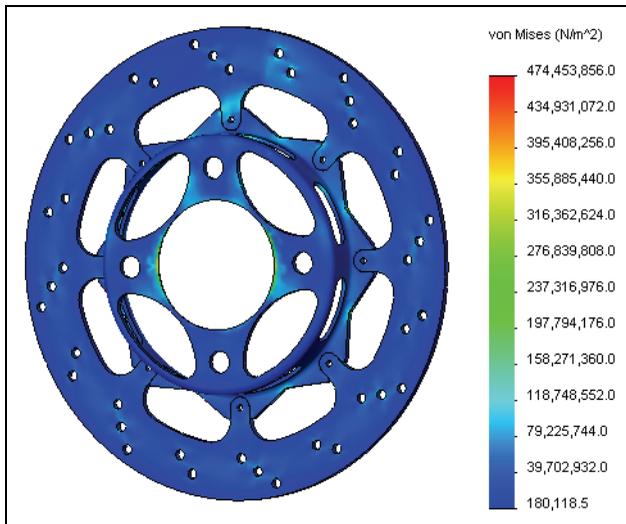
Simulation ドロップダウンメニューから**実行 (Run)** を選択します。

後処理

静解析スタディで使用できる、各種後処理オプションについて学びます。

25 応力をプロット

結果フォルダから応力1をダブルクリックして開きます。これはモデル内の von Mises 応力のプロットです。



プロットの編集

プロットを編集するには、プロットを右クリックして**定義編集** (Edit Definition) を選択します。

表示 (Display) ダイアログでは、応力成分と単位を指定できます。

詳細設定オプション (Advanced Options) では**節点** (Node) または**要素** (Element) 値でのプロットを選択できます。節点値については、応力は節点で平均されて表示されます。要素値の場合、要素内の応力を平均し、その平均応力が要素の応力として表示されます。

テンソル プロット表示 (Show as tensor plot) オプションでは、方向とともに、応力の大きさもプロットできます。

変形図 (Deformed Shape) ダイアログでは、変形図を表示しグラフィックスウィンドウでのスケール率を指定できます。

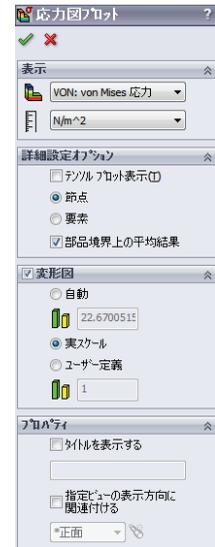


チャート オプション

チャート オプションは、プロットを右クリックし、**チャート オプション** (Chart Options) を選択するか、凡例をダブルクリックしてアクセスできます。チャート オプションは、アノテートアイテムとともに色、単位のタイプ (指数、浮動小数点等)、凡例で示す少数位数等を指定できます。

設定

プロット設定は、プロット上で右クリックし、**設定** (Settings) を選択することによりアクセスできます。これにより様々な表示オプションをコントロールできます。

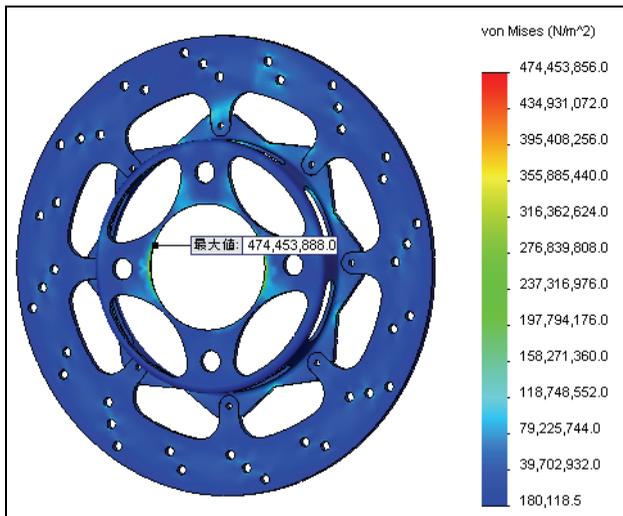


26 モデル最大値を表示

プロットを右クリックし、**チャートオプション** (Chart Options) を選択します。

最大値の表示 (Show max annotation) をクリックします。

をクリックします。

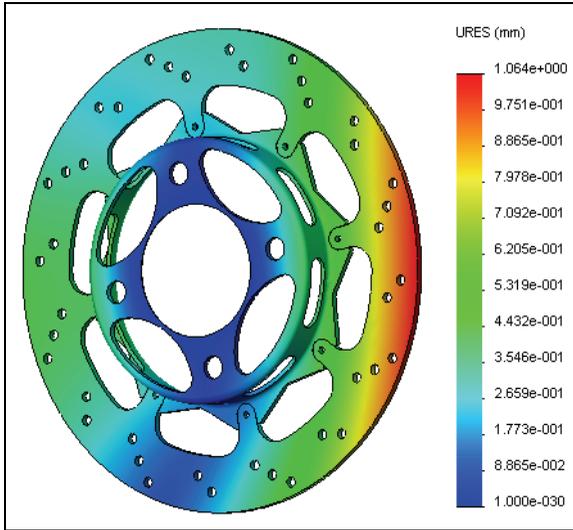


説明

最大値はメッシュがかなり粗い鋭角な部分で発生しています。この位置の応力を調べたい場合、かなりメッシュを細かくする必要があります。さらに、境界条件と、鋭角によってこの部分は特異応力が発生しているのかもしれませんが、その場合には、この応力値は無視できます。

27 変位図プロット

変位 1 をダブルクリックして変位プロットを表示します。



結論

このレッスンでは、ブレーキローターを解析しました。熱伝導と静解析スタディのセットアップおよび実行方法について学びました。また、SolidWorks Simulation の後処理オプションの一部について学びました。

この解析を実施するにあたって、いくつかの大きな仮定を行いました。まず、解析全体を通じて対流は $90 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ で一定であると仮定しました。これはやや大胆な仮定です。車が速度を下げると、ローター上の空気の流れは減り、対流による熱の損失は少なくなるためです。前述の通り、ローター周囲の対流をより正確に解析するには SolidWorks Flow Simulation を使うことができます。

このモデリングで行われたもう一つの仮定は、パッドの接触する部分だけでなく、熱量をローターの表面全体に適用したことです。実際には、熱量はパッドが接触する部分でのみ発生するのであり、車が動くのにつれてこの位置がローター表面全体を回ります。ローター表面全体に熱量を適用することにより、熱量を表面に沿って均一に「伸ばす」ことにより、ある意味で悲観的な仮定をしています。実際の状態にもっと近い熱量の適用方法があるのでしょうか？考えてみてください。

またこのモデルでは、摩擦係数、材料特性、構造境界条件についても仮定を行いました。従って、この解析は開発初期にクリアしておくべきタイプのもので、さらにテストまたは解析を行うことでより決定的な結論を得ることができます。

Lesson 6

フレーム解析

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- 梁要素を使った解析のセットアップ
- トラス要素を作成
- フレームのねじり剛性を計算
- 円筒座標系で結果を後処理
- 梁のせん断およびモーメント図の定義
- フレーム設計の評価

ねじり剛性

ねじり剛性は与えられたねじり荷重に対する構造のねじり応答（変形角度として定義）として定義されます。右の図は、ねじり荷重による構造対の変形を表しています。ねじり剛性は以下のように計算されます：



$$\text{Torsional Rigidity} = \frac{\text{Torque Load}}{\text{Angular Deflection}}$$

フレーム設計において、ねじり剛性はいくつかの理由で車両の特性にとって重要です。ねじり剛性に関して一般的なルールは、「剛性が高い方がよい」ということになります。

マットレスに車輪を付けてくねくねとした道を運転する様子を想像してください。マットレスの車は横荷重にうまく対応できず、車輪を地面に着けておくことも難しいでしょう。ねじり剛性は車のハンドリングに大きな影響を与えます。

車両に対する横荷重は、フレームとサスペンションの2つが受けることとなります。次に、路面タイプに応じて車両のねじり剛性を調整することを考えてみます。サスペンションは調整できますが、フレームはできません。そのため理想的にはサスペンションで横荷重のほとんどに対応できなければなりません。サスペンションの剛性を調整することにより、車両が各種荷重にどのように対応できるかが決まります。荷重をフレームで受けることになると、車両のねじり剛性を調整するのは非常に難しくなります。

このレッスンでは、SolidWorks Simulation を使って、フレーム設計のねじり剛性を評価します。おそらく最も重要なことは、設計変更（この設計は前の設計より剛性が高いかどうか？等）がねじり剛性にどう影響するかを評価できることでしょう。

要素タイプ

ここまで、SolidWorks Simulation を使って、ソリッド要素を使ったブレーキローターの熱および構造特性を解析してきました。ローターの解析にはソリッド要素が適していました。構造は比較的厚みがあり、これをメッシュ生成して解析するのに必要な計算リソースもありました。

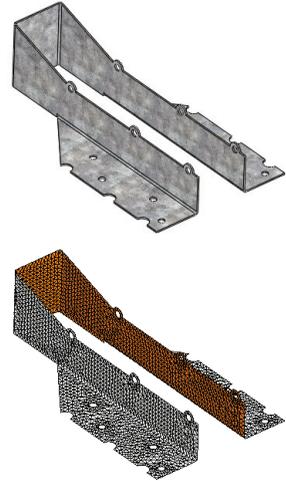
このレッスンでは、前のレッスンで作成したフレーム構造を解析します。この解析ではソリッド要素を使うこともできますが、計算を大幅に簡略化できる別の要素タイプを使います。

シェル要素

構造が1方向に対して薄い場合、たとえば板金部品のようなケースでは、SolidWorks Simulationのシェル要素を使用することで計算を大幅に簡略化できます。SolidWorks Simulationのシェル要素は、2次元の三角形要素です。シェル要素の各節点は6つの自由度（並進3、回転3）があり、これらの節点はモーメントを伝えることができます。要素作成時に、ジオメトリの厚さは自動的に考慮されます。

SolidWorks Simulationではシェル要素を次のように作成します：

- シェル要素は板金部品を使用するとSolidWorks Simulationで自動的に作成されます。
- 部品にサーフェスジオメトリが存在する場合、SolidWorks Simulationはこれらも自動的にシェル要素として認識します。
- シェル要素を手動で定義するには、Simulationスタディツリーの部品フォルダからソリッドボディを右クリックし、**選択面でシェルを定義** (Define Shell By Selected Faces) を選択します。

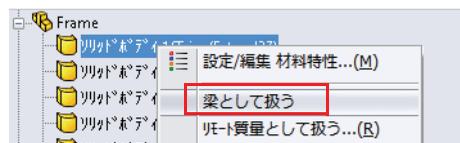
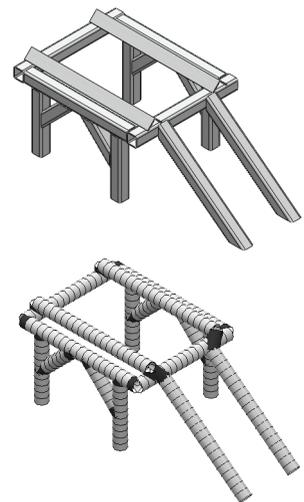


梁要素

梁要素は、SolidWorks Simulationで利用できるもう一つのタイプの構要素です。これは2つの節点を持つ1次元要素です。シェル同様、梁要素の各節点には6つの自由度があります。要素作成時に、梁の断面特性は自動的に考慮されます。これらの特性はソフトウェアが自動的に処理しますので、モデルのセットアップはきわめて簡単です。

SolidWorks Simulationでは梁要素を次のように作成します：

- 梁要素は溶接部品を使用するとSolidWorks Simulationで自動的に作成されます。
- Simulationスタディツリーの部品フォルダのソリッドボディを右クリックし、**梁として扱う** (Treat as Beam) を選択します。



解析の準備

前述の通り、解析プロセスの最初のステップはモデルを簡略化することです。モデルを簡略化する際には、結果に大きな影響を与えるものを削除してしまわないよう注意を払う必要があります。

1 フレームを開く

ファイル (File) 、 **開く** (Open) をクリックし、 **Frame** 部品を選択します。
OK をクリックして部品を開きます。

これは前のレッスンで作成したのと同じ **Frame** 部品です。

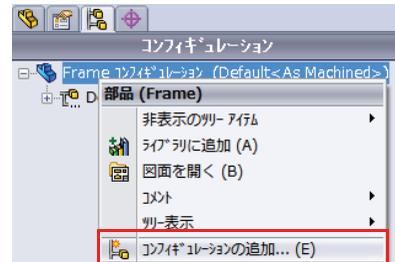
ヒント : 有限要素解析で使用されるモデルは、多くの場合最終的に製造される状態と比較して簡略化したものが使われます。したがって、モデルに対して解析用と製造用に複数のコンフィギュレーションを持たせると便利です。

2 コンフィギュレーション追加

ConfigurationManager で部品を右クリックし、 **コンフィギュレーションの追加** (Add Configuration) を選択します。

コンフィギュレーション名 (Configuration name) として **FEA** と入力します。

をクリックします。



新しいコンフィギュレーションが作成され、**ConfigurationManager** でアクティブになります。部品の中で解析に不必要なフィーチャーは抑制することができます。

さらに、最終モデルの一部ではないが、解析に必要なため抑制解除する必要のあるフィーチャーもあるかもしれません。

注記 : このモデルでは、部品に対する解析を行います。アセンブリを解析する場合には、部品レベルで代替コンフィギュレーションを作成し、これらのコンフィギュレーションをアセンブリのコンフィギュレーションでアクティブまたは非アクティブにする必要があります。

3 フィーチャー抑制

前のレッスンでは、サスペンションとエンジンに対する取り付け位置を作成しました。この解析では、これらは車両の剛性に影響を及ぼしません。

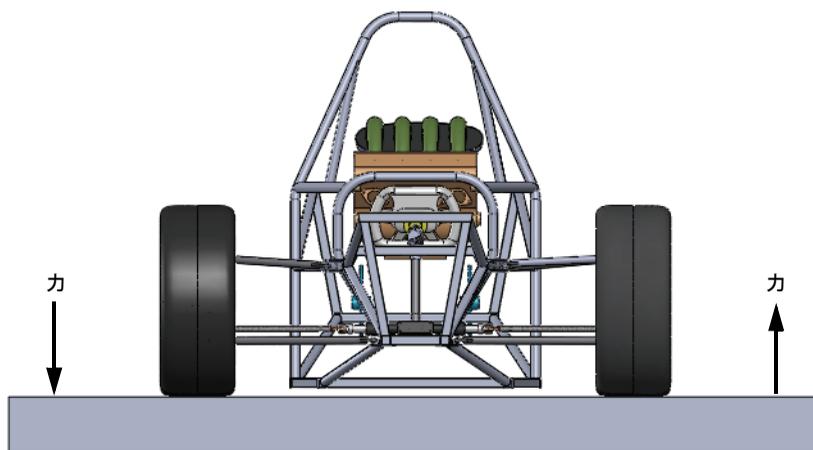
Tabs フォルダを右クリックし、 **抑制** (Suppress) を選択します。

EngineMount フォルダを右クリックし、 **抑制** (Suppress) を選択します。

実験的設計

有限要素モデルを準備する際、解析する対象の物理的表現について考慮することは重要です。荷重と拘束は物理モデルの最も正確な表現に対して適用されます。ただしこれらの境界条件は仮定を含むものでありこれらの仮定について理解し、モデルが実現使用とするものに対して適切であることが重要です。

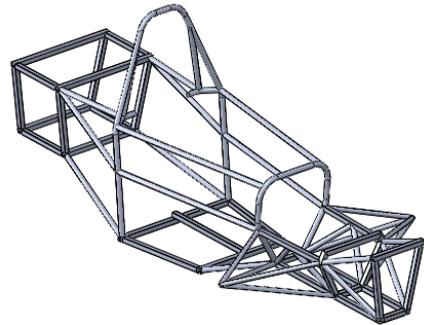
ねじり剛性を実験により測定するテクニックは多数あります。シミュレーションでは、解析のセットアップで実験を最も正確に再現するよう努力します。実験では、フロントとリアのホイールが梁に取り付けられ、サスペンション部品は固定と仮定されており、与えられる荷重はすべてフレーム自体に伝えられます。車両のリアは静止（固定）した状態に保たれ、荷重がフロントホイールと梁に与えられ、下図のようにトルクをシミュレートします。



注記： ここでの解析は、ねじり剛性を上記のように測定する方法に基づいてセットアップします。実験には他の手法もあり、結果を適切に比較するには、実験の設定に従って解析を設定する必要があります。

4 フィーチャーの抑制解除

このモデルでは、サスペンションは解析に含めていません。ねじり剛性を計算するには、トルク荷重を適用する場所と、角度変位を測定する場所が必要です。このため、梁部材を作成し、フレームをホイール取り付け位置に接続します。



Rigid_Supports フォルダを右クリックし、**抑制解除 (Unsuppress)** を選択します。

解析を開始する準備が整いました。**ツール (Tools)**、**アドイン (Add-Ins)** メニューで **SolidWorks Simulation** がアクティブであることを確認します。

5 スタディを作成

Simulation ドロップダウンメニューから**スタディ**を選択します。

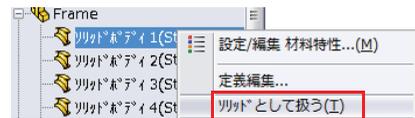
タイプ (Type) として**静解析 (Static)**を選択します。

名前 (Name) として **Torsional Rigidity** と入力します。

 をクリックします。

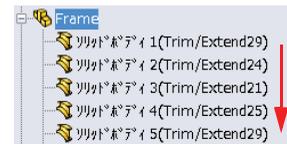
梁メッシュ

前述の通り、溶接フィーチャーは **SolidWorks Simulation** では自動的に梁要素として扱われます。ソリッドとして処理するには、**Simulation** スタディ ツリーで梁フィーチャーを右クリックし、**リッドとして扱う (Treat as Solid)** を選択します。



6 Frame フォルダを確認

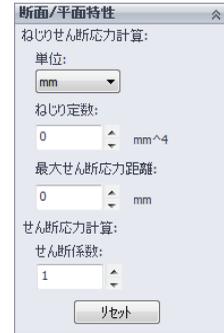
Frame フォルダには、梁としてメッシュされるソリッドボディが含まれています。ボディ名の横に  アイコンがあることから、梁として扱われることが確認できます。



ソリッドとしてメッシュされるソリッドボディは解析から除外します。これには、ソリッドボディを右クリックして**解析から除外する (Exclude from analysis)** を選択します。

断面 / 平面特性

梁の断面特性は SolidWorks Simulation により自動的に考慮されることを説明しました。自動的に計算されない断面特性は、ねじりせん断および曲げ計算によるせん断の係数です。これらの定数は、この情報を解析により得たい場合には手動で入力する必要があります。定数を入力するには、梁を右クリックして**定義編集** (Edit Definition) を選択します。

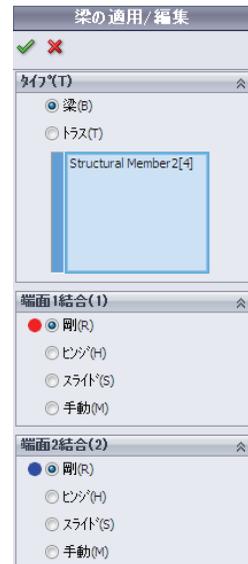
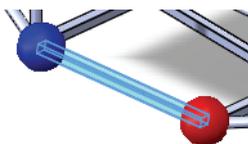


ねじりせん断計算に必要な定数は次の通りです：

- **ねじり定数、K**
ねじり定数の値は計算するか、資料で調べます。
- **最大せん断の距離**
断面の中心から、最大ねじりせん断点への距離です。
- **せん断係数**
せん断の有効面積と梁の断面面積の比です。この値はローカル断面方向両方に対して計算されます。

端点の状態

各梁の端点は別の梁に接続されるまたは境界条件に接する節点になります。前述の通り、梁の節点には6つの自由度（並進3、回転3）があります。これらの自由度を拘束、または解放することにより様々な構造的接続構成を反映することができます。これらの自由度を手動で設定するには、梁を右クリックして**定義編集** (Edit Definition) を選択します。グラフィックスウィンドウには図のように2つの端点を持つ梁が表示されています。



梁の端点に対しては以下のオプションがあります：

- **剛 (Rigid)**
6つの自由度はすべて、ジョイントに固定されています。すべての並進荷重と回転モーメントは梁要素からジョイントへ伝えられ、その逆も発生します。

■ ヒンジ (Hinge)

3つの並進自由度はすべて、ジョイントに固定されています。すべての並進荷重は梁要素からジョイントへ伝えられ、その逆も発生します。回転モーメントは伝わりません。

■ スライド (Slide)

3つの回転自由度はすべて、ジョイントに固定されています。すべての回転モーメントは梁要素からジョイントへ伝えられ、その逆も発生します。並進荷重は伝わりません。

■ 手動 (Manual)

ユーザー定義の接続が定義できます。

トラス (Trusses)

同じ位置において梁は **トラス**  として定義することもできます。トラスは軸荷重にのみ抵抗できます。

ここでは実験の構成に近くなるようねじり荷重をホイール取り付け位置に適用したいと思います。この位置には溶接フィーチャーが作成されています。荷重はサスペンションが取り付けられるフレームジョイント位置に直接適用しますが、モーメントは除いて荷重のみを伝えたいと思います。荷重のみを伝えるため、これらの部材をトラスにします。

7 トラスを定義

グラフィックス領域でトラス部材の1つを選択します。これにより、Simulation スタディツリーの **Frame** フォルダ内で部材がハイライトされます。

Simulation スタディツリーで部材を右クリックし、**定義編集 (Edit Definition)** を選択します。

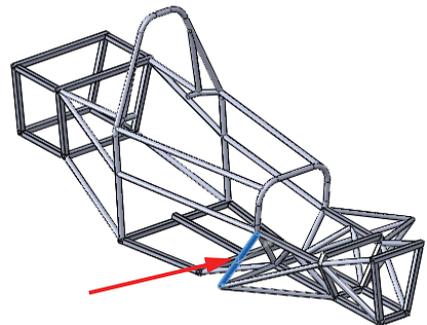
タイプ (Type) として **トラス (Truss)** を選択します。

サスペンション取り付け位置につながる残りの7個の部材についても同じ手順を繰り返します。

8 材料を適用

Frame フォルダを右クリックして **全てに材料特性を設定 (Apply Material to All)** を選択します。

合金鋼 (Alloy Steel) を選択します。**適用 (Apply)** をクリックした後、**閉じる (Close)** をクリックします。



ジョイント グループ

梁メッシュは、接続することのできる1次元の直線で構成されています。これらの直線の端点はジョイントと呼ばれます。SolidWorks Simulationはジョイント位置を自動的に検出しますが、一部のジョイントは近接しており、マージしたほうが良い（またはマージを解除したほうが良い）場合もあります。この場合、ジョイント位置は手動でジョイント グループ (Joint Group) を使って変更することができます。このレッスンではこれを使用します。

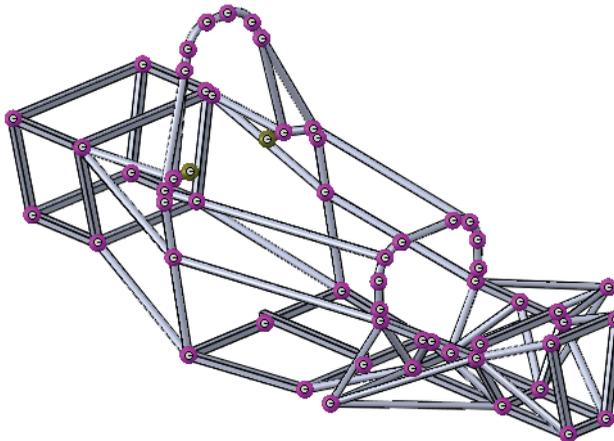
梁のジョイントは、グラフィックスウィンドウ内に黄色またはマゼンタの球で表示されます。

-  のジョイントは2つ以上の梁部材に接続されています。
-  のジョイントは単一の部材に接続されています。

9 ジョイント グループ編集

SolidWorks Simulation で梁を定義すると、Joint Group という名前のフォルダが Simulation スタディ ツリーに作成されます。

ジョイント グループ (Joint Group) フォルダを右クリックし、**編集** (Edit) を選択します。

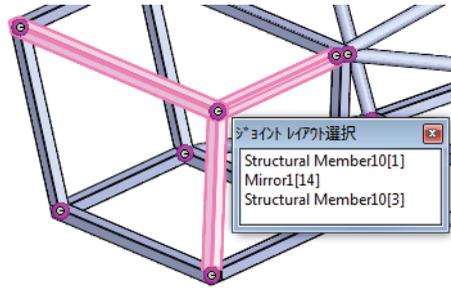


10 ユニバーサルジョイント

ジョイント アイコンを右クリックしてこのジョイントにより接続されている梁を調べます。

リストに梁部材を追加、または削除するには、グラフィックス ウィンドウ内で梁をクリックします。

新しいジョイントを保存するには、**ジョイント レイアウト選択** (Select Joint Members) を閉じます。



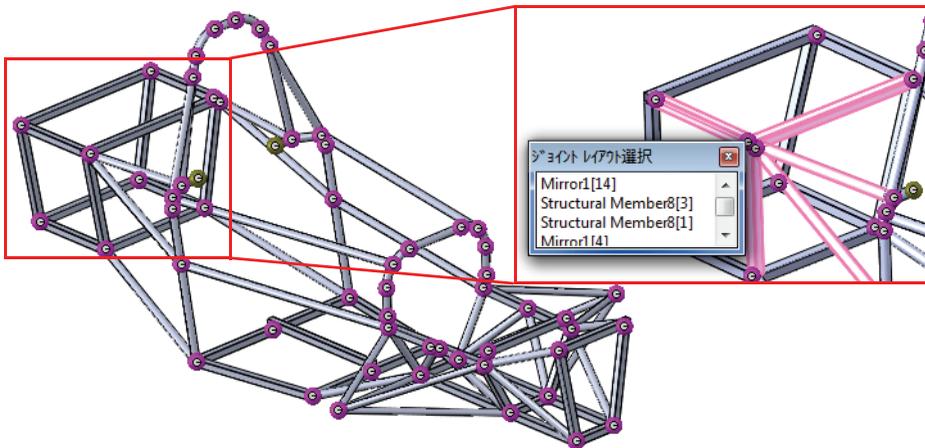
11 ジョイント編集

車両フレームのリア側のジョイントを確認します。リアサスペンション取り付け位置の1つに、2つのジョイントがあることが確認できます。この位置には、すべての梁を接続する1つのジョイントのみが存在します。

ジョイントの1つを右クリックし、欠けている梁を追加します。

もう片方のジョイントを右クリックし、梁をすべて削除します。これにより、そのジョイントが冗長となり、削除されます。

計算 (Calculate) をクリックし、ジョイントを再計算します。

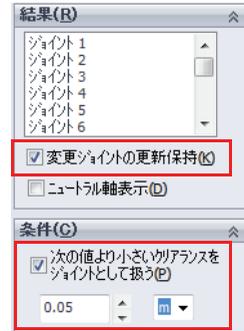


注記: ジョイントが正しく計算されるまでこの手順を繰り返します。

ヒント: ジョイントをチェックし、ソフトウェアにより正しく計算していることを確認してください。メッシュ作成後、メッシュを詳しく調べる際に役立ちます。

ジョイントを自動的にマージする

ソフトウェアは梁の端点に基づいてジョイント位置を自動的に計算します。ジョイント端点に、仮想的な球が作成され、モデルジオメトリに対応した直径が選択されます。2つのジョイントが1つの球内にある場合、梁の端点はマージされ1つのジョイントが形成されます。この仮想的な球の直径は、**次の値より小さいクリアランスをジョイントとして扱う** (Treat as joint for clearance less than) を使って変更できます。マージするにはジョイントの再計算が必要です。



拘束

SolidWorks Simulation は梁ジョイントに適用できる各種拘束をサポートしています。

- **固定ジオメトリ**
すべての自由度を固定します（並進および回転）。
- **固定（平行移動量なし）**
並進自由度のみを固定します。回転自由度は拘束されません。
- **参照ジオメトリ使用**
参照を指定し、その参照に対してどの自由度が固定されるか（並進または回転）を選択できます。



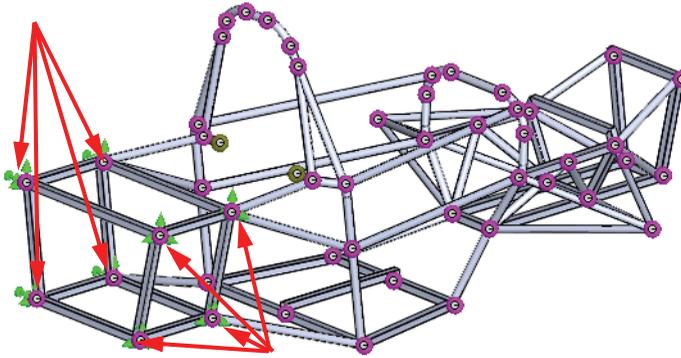
前述の通り、実験ではリアホイールは静止状態に保たれます。ねじり剛性を測定するには、荷重すべてがフレームに直接伝えられなければなりません。従って、荷重を伝える、フレームに取り付けられている部品はすべて固定と仮定しなければなりません。このケースでは、リアサスペンションが取り付けられるリアジョイントを固定するのが適切でしょう。

12 拘束の適用

Simulationスタディ ツリー上で拘束 (Fixtures) を右クリックし、**固定ジオメトリ** (Fixed Geometry) を選択します。

サスペンションが取り付けられるフレームのリア部分の8個のジョイントを選択します。

 をクリックします。



注記： 矢印を確認することによりどの自由度が固定されているか確認することができます。矢印は、その方向への並進が制限されていることを意味します。矢印に尾があれば、その方向を中心とした回転も制限されています。



固定ジオメトリ



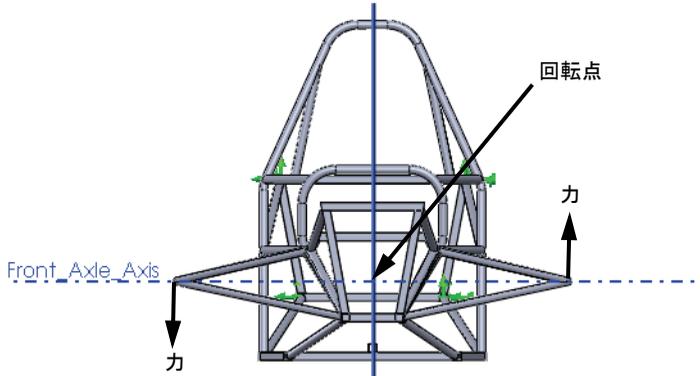
固定
(並進なし)

荷重

SolidWorks Simulation では梁または梁ジョイントへの荷重およびトルクの適用ができます。荷重は梁またはジョイントに適用され、参照を選択することにより方向が定義されます。

拘束同様、この実験での荷重はサスペンション取り付け位置でのフレーム梁ジョイントに直接伝えられます。

ホイール構造が剛であると仮定すれば、荷重はフロントアクスルの軸に適用され、フレームはフロントアクスルの軸を中心に回転します。角度変位を測定するのはこの位置になります。



解析を簡略化するため、サスペンション構成部品を含めていません。従って実験をシミュレートするための荷重条件を定義しなければなりません。トラス部材に対する荷重の適用により、等価なトルクがサスペンション取り付け位置を通じてフレームに伝えられます。

注記： トラス部材は荷重を直接伝えるために有限要素モデル内でのみ使われます。これらは実際のフレーム設計の一部ではありません。

13 荷重の適用

Simulationスタディツリーで外部荷重 (External Loads) を右クリックし、力 (Force) を選択します。

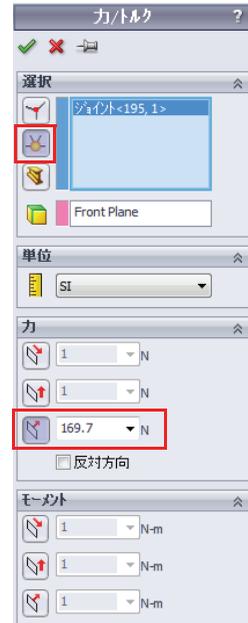
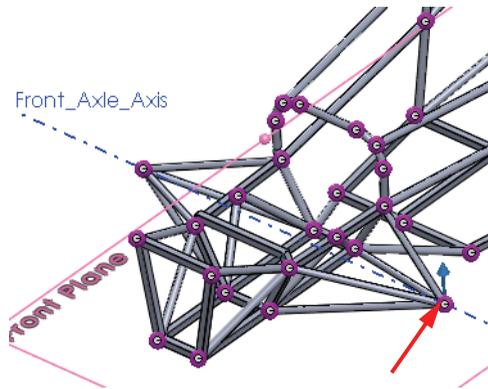
選択 (Selection) からジョイント (Joints) を選択します。

トラス部材の端点の梁ジョイントを選択します。

参照として正面 (Front) を選択します。

面に垂直 (Normal to Plane) を選択し 169.7 N を入力します。

をクリックします。



反対側にもこの手順を繰り返します。

反対側では方向が逆になるようにしてください。

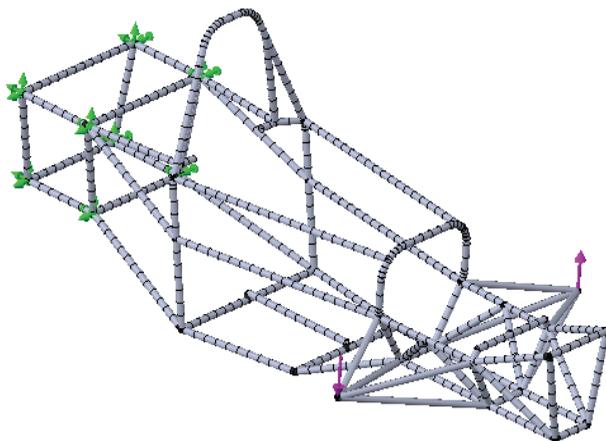
注記： 荷重の大きさは、フレームに 100 N-m のトルクが加わるように計算します。

$$Force = \frac{100Nm}{0.5892m}$$

14 モデルをメッシュ

Simulation スタディ ツリー上でメッシュ (Mesh) を右クリックし、**メッシュ作成 (Create)** を選択します。

梁メッシュが自動的に作成されます。



注記： トラス部材は単一要素としてメッシュされます。これらは軸荷重のみを伝えるものであり、曲げの変形はないためです。

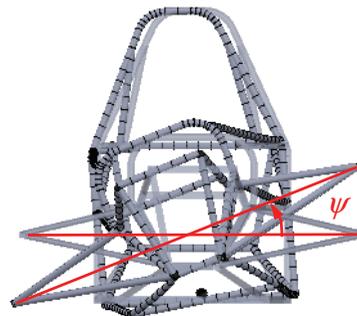
15 スタディを実行します。

Simulation ドロップダウンメニューから**実行 (Run)** を選択します。

後処理

スタディ実行後、Simulation スタディ ツリーの **Results** フォルダがアクティブになり、結果にアクセスできるようになります。このレッスンでは、梁に適用可能な後処理オプションについて見ていきます。

最初に計算したい結果はねじり剛性です。これを行うには、ねじり荷重の結果としてのフレームの角度変形を知る必要があります。



円筒座標

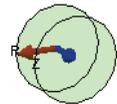
デフォルトではSolidWorks Simulationは直交座標系を使ってプロットします。これを前提として、結果を別の、より適した座標系に変換することもできます。

また、SolidWorks Simulation では円筒座標系による結果のプロットも可能です。この方法を使って、ねじり剛性の系 s などに必要なフレームの角度変形を測定します。

円筒座標系に変更するには、参照軸を**詳細設定オプション** (Advanced Options) で参照軸を選択します。円筒座標系では、選択された参照軸に対応して座標に以下の変更が行われます：

- X 方向 = 半径方向
- Y 方向 = 円周方向
- Z 方向 = 軸方向

さらに、円筒座標系がグラフィックスウィンドウの右下に表示され、現在の座標系を確認できます。



16 角度変位のプロット

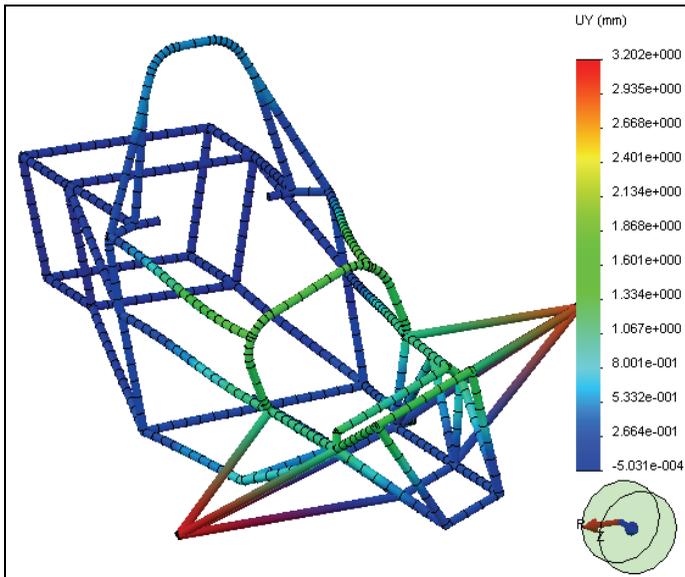
結果 (Results) フォルダを右クリックし、**変位図プロット定義** (Define Displacement Plot) を選択します。

成分 (Component) として **UY: Y 方向変位** (UY: Y Displacement) を選択します。

詳細設定オプション (Advanced Options) を展開し、**Axis2** を参照として選択します。

自動スケール化 (Automatic scaling) を選択します。

をクリックします。

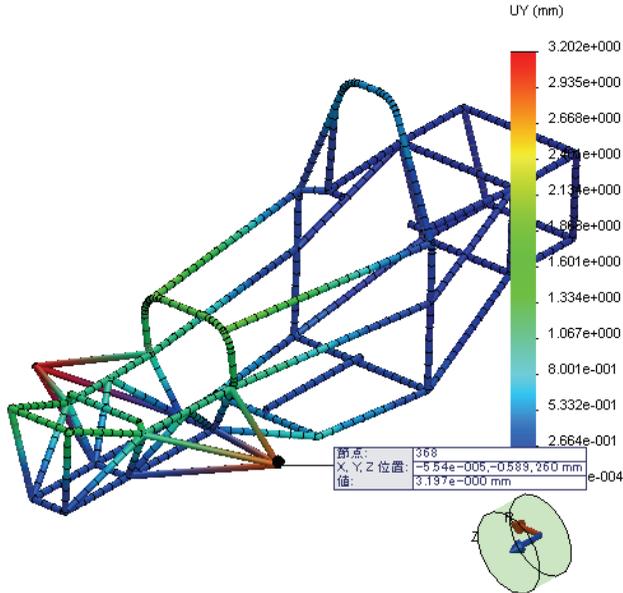
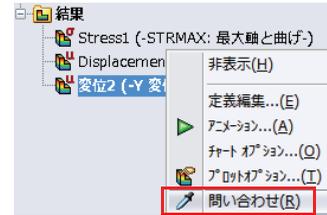


注記： このプロットの単位系はmmですが、円周方向の変位ですので角度単位が表示されると思われるかもしれませんが。実際には、ソフトウェアは軸を中心とした角度変形に軸からの距離を掛けています。実際の角度変形を求めるには、これを角度からの距離で割る必要があります。

17 問い合わせ

結果フォルダで変位プロットを右クリックし、**問い合わせ (Probe)** を選択します。

荷重を適用したトラスの端の1つを選択します。



フレーム端部の角度変形はわかっています。

これを軸からの距離で割ることにより角度が測定 d けいます。

$$\psi = \frac{3.197\text{mm}}{589.2\text{mm}} = 0.00543\text{rad}$$

をクリックします。

注記： 角度変形は度ではなく常にラジアンで計算されます。

ねじり剛性

つぎにねじり剛性を計算します。

$$\tau = \frac{100\text{Nm}}{0.00543\text{rad}} = 18416 \frac{\text{Nm}}{\text{rad}}$$

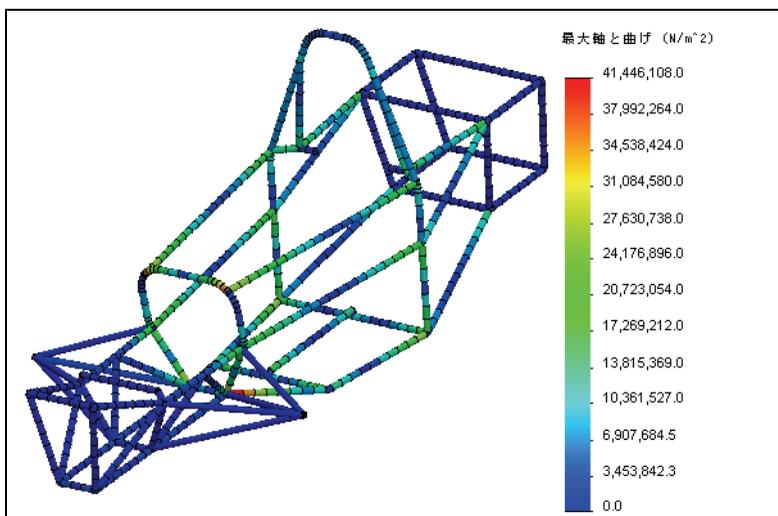
梁応力

梁に生じる応力には様々な成分があります。軸、ねじれ、せん断、曲げ応力は梁に生じる応力の成分です。SolidWorks Simulationではこれらをすべてプロットできます。

SolidWorks Simulation は**最大軸と曲げ** (Highest axial and bending) という応力プロットを作成します。これは、各梁要素で最も大きい応力要素をプロットします。このタイプのプロットは、梁の最大応力を評価するのに便利です。

18 応力をプロット

SolidWorks Simulation がデフォルトで作成した応力 1 プロットをアクティブ化します。



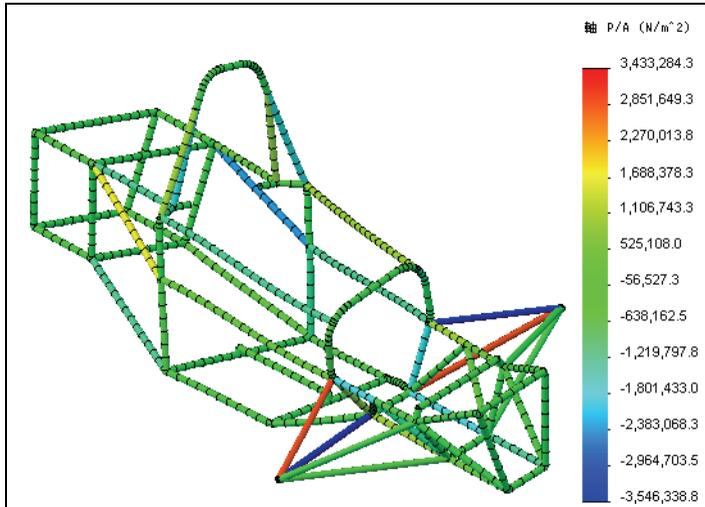
これは、各梁要素内の最大応力（軸または曲げ）のプロットです。これらの応力成分を個別に確認できます。

19 軸応力をプロット

結果 (Results) フォルダを右クリックし、**応力プロット定義** (Define Stress Plot) を選択します。

軸 (Axial) と**自動** (Automatic) を選択します。

をクリックします。



一部の部材は引張り、一部の部材は圧縮状態にあります。この情報を設計変更の判断に使うことができます。

断面方向 1 および 2

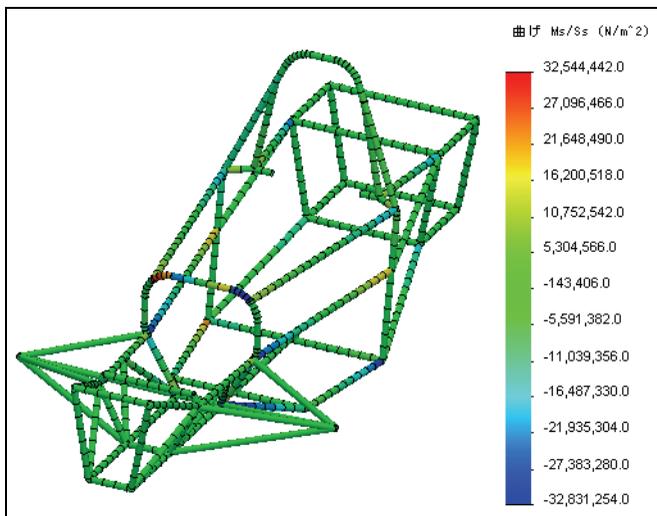
曲げおよびせん断応力を後処理するには、梁の方向 1 と 2 を定義しなければなりません。SolidWorks Simulation は、断面の最も長い辺に沿って方向 1 を、それに垂直に方向 2 を定義します。

20 曲げ応力をプロット

結果 (Results) フォルダを右クリックし、**応力プロット定義** (Define Stress Plot) を選択します。

曲げ ローカル方向1 (Bending in local direction 1) と**自動** (Automatic) を選択します。

をクリックします。



注記： トラス部材の1つを問い合わせると、曲げ応力はゼロです。トラスはモーメントを伝えないためこれは当然です。

せん断および曲げ図

SolidWorks Simulation には、それぞれの曲げ方向のせん断および曲げ図をプロットできます。これにより、内部曲げモーメントとせん断力の梁の長さ方向に沿った変化を調べることができます。

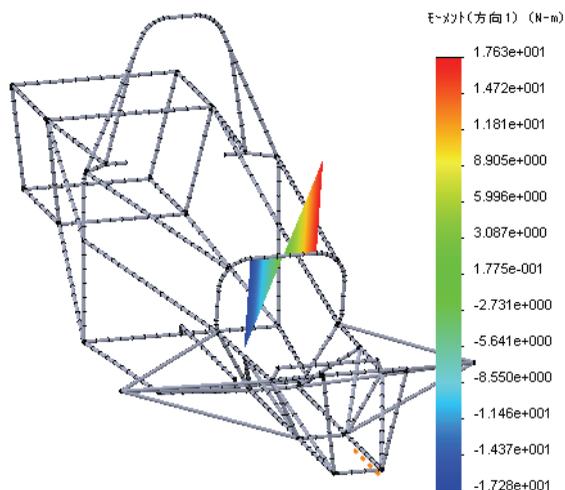
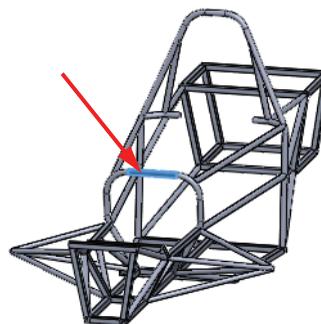
21 曲げモーメントをプロット

結果 (Results) フォルダを右クリックし、**梁図定義 (Define Beam Diagrams)** を選択します。

モーメント (方向 1) (Moment in Dir1) を選択します。

選択されている梁 (Selected Beams) から**選択 (Select)** を選択し、図に示すフレーム前部の梁を選択します。

 をクリックします。



22 梁力をリスト表示

結果 (Results) フォルダを右クリックし、**梁力リスト表示 (List Beam Forces)** を選択します。

 をクリックします。

各梁要素への力のリストが表示されます。このリストは後で使えるよう保存しておくことができます。

結論

このレッスンでは、フレーム設計のねじり剛性を評価しました。梁要素を使った解析のセットアップについて学びました。また、梁を使った場合の SolidWorks Simulation の後処理オプションについて学びました。

この時点で、フレームの設計を変更してねじり剛性を再度評価することも有意義でしょう。フレーム設計の最も一般的な目標は、ねじり剛性が高く、軽いフレームを設計することです。設計変更には、梁の長さ、断面、材料特性の変更が含まれます。

ねじり剛性の評価は、フレーム作成後行われる予定である実験に基づいて作成されたことに注意してください。境界条件を同様に設定している場合しか、実験と解析の比較はできません。さらに、有限要素モデル内でも仮定が行われており、実際の状況を完璧に反映しているとは限りません。従って、ソフトウェアを使って様々なフレーム設計を評価し、実験結果と完璧に一致するものではなく、どれが最も剛性を高いかを評価するというアプローチが最も効果的でしょう。

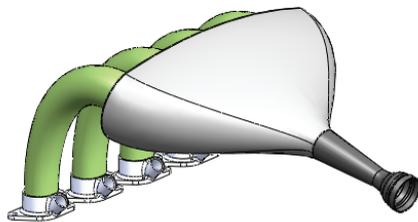
Lesson 7 インテークの解析

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- Flow Simulation をセットアップし、実行する
- 流体シミュレーションの後処理

インテークマニホールドの設計

インテークマニホールド設計で一般的な目標は、ピストンヘッドに対する流れの均一な分布です。これは最適なエンジン効率を実現するためのものです。このレッスンでは、SolidWorks Flow Simulationを使って、車が22 m/sで動いている時のインテークマニホールドを解析します。



このレッスンでは、SolidWorks Flow Simulationプロジェクトのセットアップすべてを説明します。解析用にモデルを準備し、境界条件や設計目標を設定し、解析を実行し、結果を後処理する方法について学びます。

モデル準備

構造解析においては、通常SolidWorksジオメトリを解析実行用に簡略化することが必要になります。流体解析においても同様です。簡略化されたモデルはメッシュ作成、解析がより高速で、迅速に結果を得ることができます。モデル準備の一部は、解析するモデルタイプを決めることです。SolidWorks Flow Simulationの流れ解析は、流れが外部か、内部かによってカテゴリ分けされています。

外部流れ解析

このタイプの解析は、ソリッドジオメトリで囲まれているとは限らない、ある領域周囲の流れについて調べます。代表的な例は、航空機、自動車、建物周囲の流れの解析です。

内部流れ解析

内部流れ解析はソリッドジオメトリで囲まれた領域内部の流れを解析します。代表的な例は、HVACシステムの解析などです。このタイプの解析では、流れは流入口からモデルに入り、流出口から出ます。内部流れ解析を行うには、モデルが完全に閉じている必要があるため、モデルセットアップ前に、ジオメトリの変更を行う必要があるかもしれません。このインテークマニホールドの解析もそれに該当します。

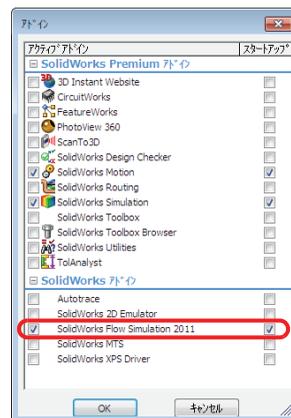
1 Intake Assembly を開く

ファイル (File) 、開く (Open) をクリックし、Intake Assembly 部品を選択します。OK をクリックして部品を開きます。

2 SolidWorks Flow Simulation を起動

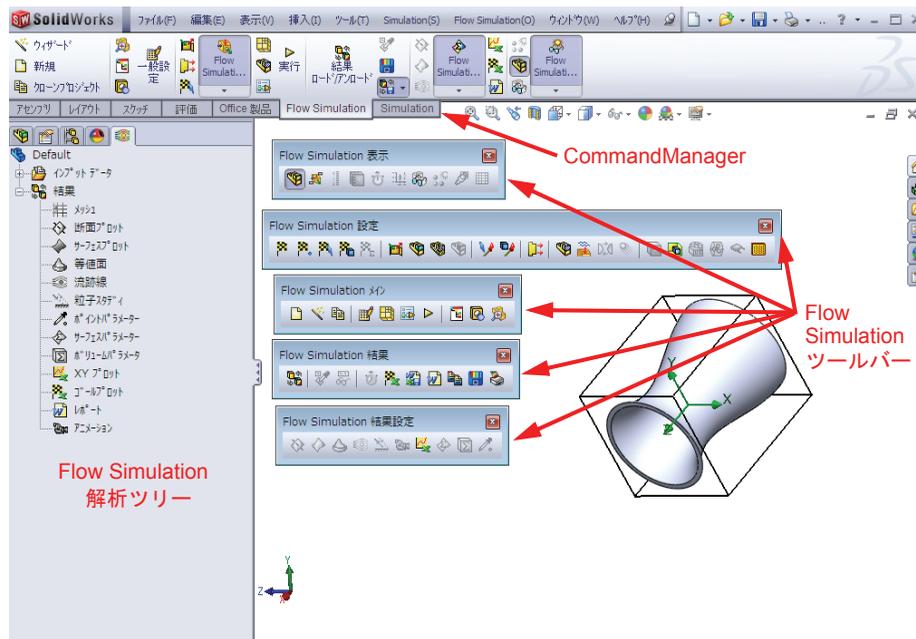
ツール (Tools) 、アドイン (Add-Ins) をクリックします。SolidWorks Flow Simulation を選択します。

OK をクリックします。



SolidWorks Flow Simulation インターフェイス

SolidWorks Flow Simulation の機能は SolidWorks と同じようにアクセスできます。シミュレーション スタディを作成すると、FeatureManager デザイン ツリータブの横に Flow Simulation 解析ツリーが表示されます。作成される各新規スタディは、ConfigurationManager で作成された特定のコンフィギュレーションにリンクされます。SolidWorks の機能同様、Flow Simulation の機能も Flow Simulation ツールバー、CommandManager、または **Flow Simulation** ドロップダウンメニューからアクセスできます。さらに、ジオメトリまたは Flow Simulation 解析ツリー上のアイテムを右クリックすることにより機能にアクセスできます。



ふた

前述の通り、内部解析ではモデルのジオメトリが完全に閉じていなければなりません。インテークマニホールドの場合、流入口の開口部とシリンダへの4つのポートがあります。これらの開口部をふたで閉じなければなりません。その後ふたのサーフェスに適切な境界条件を適用し、これらのふたのサーフェスから流体がどのように流入、流出するかを指定します。

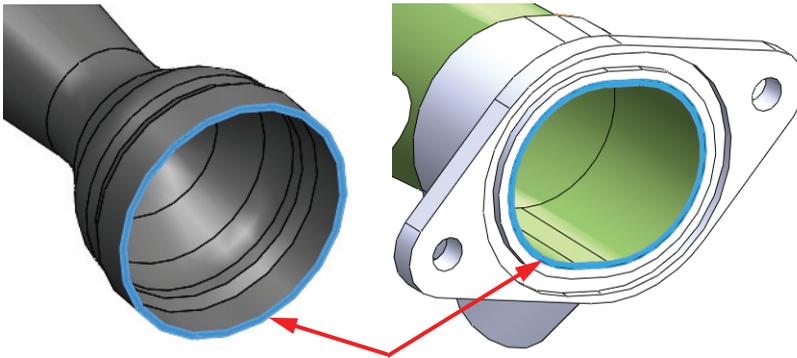
3 ふたの作成

Flow Simulation ドロップダウンメニューから **ツール** (Tools)、**ふたの作成** (Create Lids) を選択します。

ふたがカバーする、流入口の平坦な面と4つの流出口ポートを選択します。

厚さの調整 (Adjust Thickness) を選択し、**厚さ** (Thickness) として **1mm** を入力します。

をクリックします。



FeatureManager デザインツリーに5個の新しい部品が表示されます。ふたは、選択された平坦な面から開口部に向けた**厚さ**で指定された距離のブラインド押し出しです。

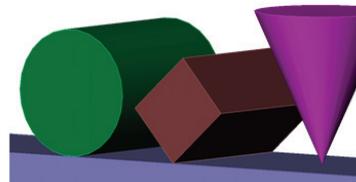
注記： 内部流れ解析でふたの厚さは通常重要ではありません。しかしフローパターンに影響するほどの厚さであってはなりません。ほとんどのケースにおいて、ふたの厚さは隣接する壁と同じ厚さを指定することができます。

ヒント： ふたの面が平坦でないばあい、ふたの作成ツールは使用できません。この場合、中間平面押し出しを使って手動でふたを作成します。

ジオメトリのチェック

SolidWorks Flow Simulation には、ソリッドジオメトリが解析に適しているかどうかをチェックする **ジオメトリのチェック** (Check Geometry) ツールがあります。内部流れ解析には、ジオメトリが完全に閉じていなければならないことがわかっています。

さらに、モデル内に無効な接触がないことを確認しなければなりません。無効な接触があると、**ジオメトリのチェック** ツールは内部ボリュームがゼロであり、Flow Simulation が解析できないことを知らせます。無効な接触の例の一部を図に示します。



4 ジオメトリのチェック

Flow Simulation メニューから、**ツール** (Tools)、**ジオメトリのチェック** (Check Geometry) を選択します。

Exclude Cavities without flow conditions

(Exclude Cavities without flow conditions)
チェックボックスが選択解除されていることを確認します。

チェック (Check) をクリックします。

ツールは正しく流体ボリュームを計算し、無効な接触が無いことを確認します。

無効な接触がある場合、Flow Simulation による解析を始める前に修正する必要があります。

完了したら、**閉じる** (Close) をクリックします。



プロジェクトの作成

ジオメトリが正しく変更されたので、Flow Simulation プロジェクトに進みます。

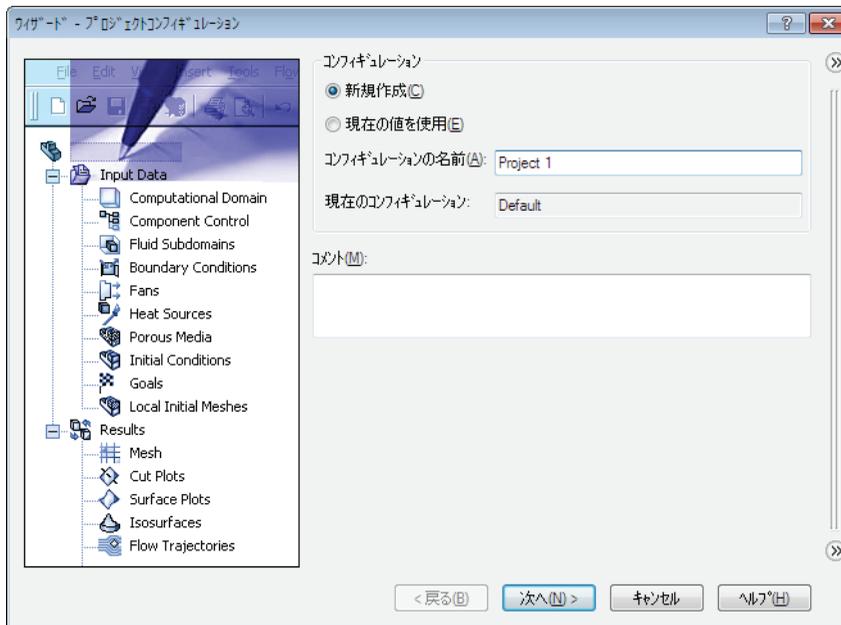
5 プロジェクトの作成

Flow Simulation メニューから、**プロジェクト (Project)**、**ウィザード (Wizard)** を選択します。

6 新規プロジェクトの作成

コンフィギュレーション (Configuration) から、**新規作成 (Create new)** をクリックして新しいコンフィギュレーションを作成します。

コンフィギュレーション名 (Configuration Name) ボックスに **Project 1** と入力します。



次へ (Next) をクリックします。

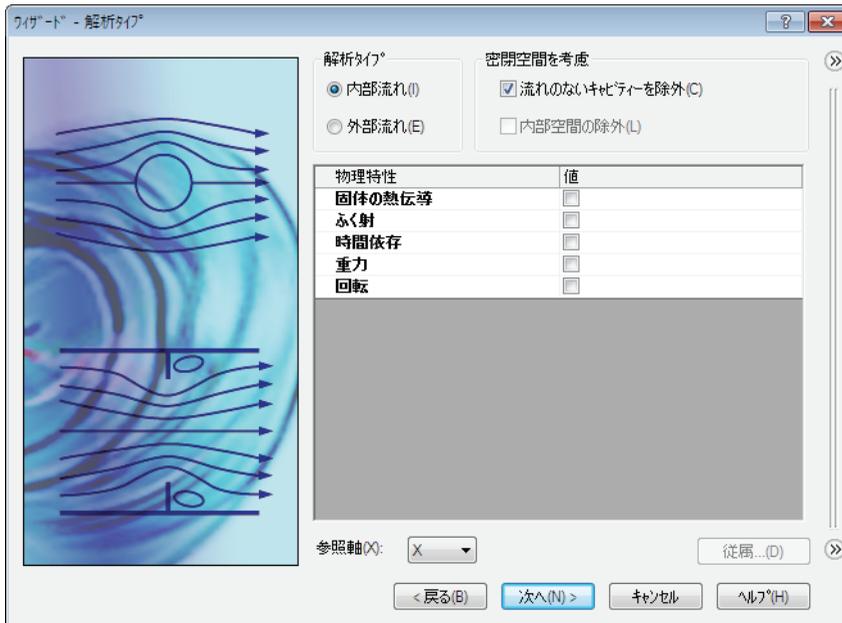
注記： ウィザードが終了すると SolidWorks Flow Simulation は **Project 1** という新しいコンフィギュレーションを作成、アクティブ化します。解析実行に関するすべてのデータはモデルのディレクトリ内に、プロジェクト数に応じて“1”、“2”、“3”というように個別のフォルダに格納されます。

7 単位選択

プロジェクトの**単位系** (Unit System) として **SI (m-kg-s)** を選択します。



8 解析タイプを選択



解析タイプ (Analysis Type) として **内部** (Internal) を選択します。

次へ (Next) をクリックします。

9 流体を選択

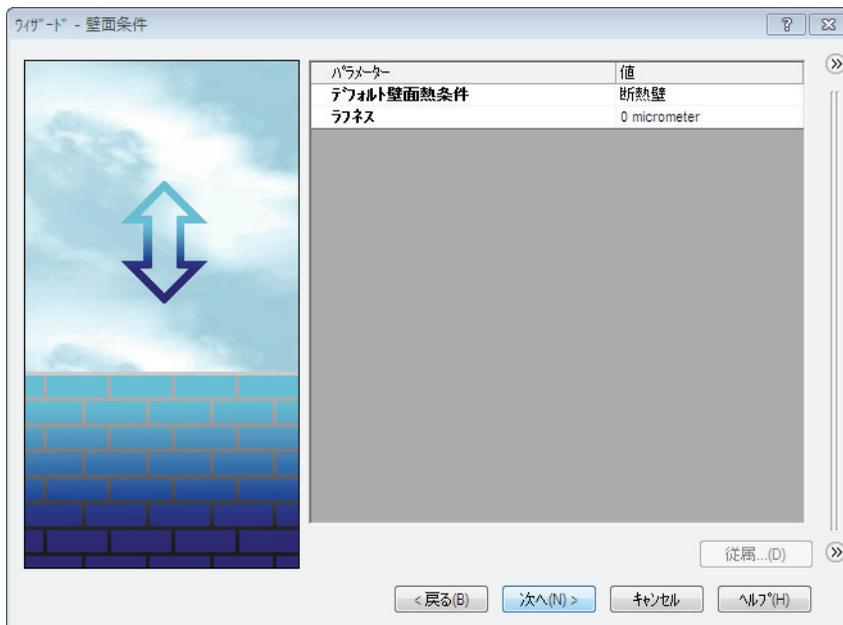
気体 (Gases) ツリーを展開し、**空気** (Air) をダブルクリックして**プロジェクト流体** (Project Fluids) リストに追加します。

次へ (Next) をクリックします。



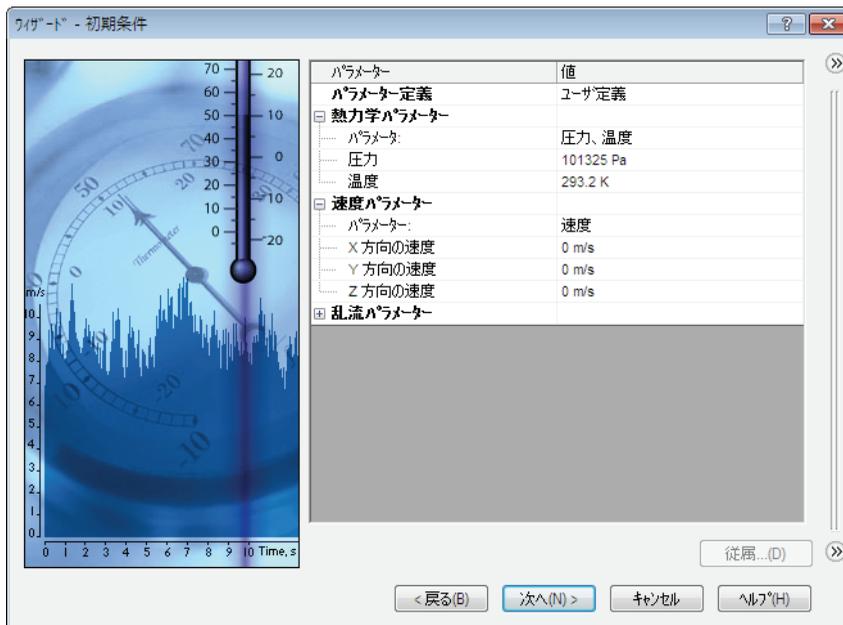
10 壁条件を選択します。

デフォルト条件を受け入れ、次へ (Next) をクリックします。



11 初期条件

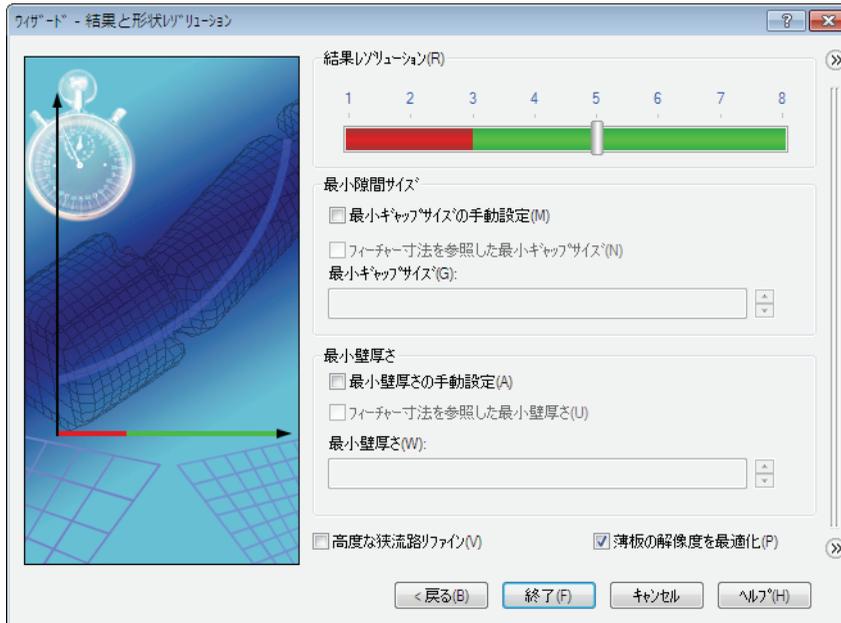
デフォルト条件を受け入れ、次へ (Next) をクリックします。



12 結果とジオメトリ解像度

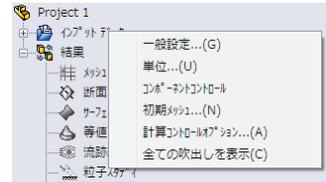
結果解像度を 5 に設定します。

完了 (Finish) をクリックします。



13 Flow Simulation 解析ツリーを確認

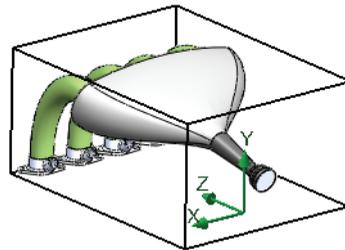
SolidWorks Flow Simulation は Project 1 という名前のコンフィギュレーションを作成し、アクティブ化しました。さらに、Flow Simulation 解析ツリーが FeatureManager 内に作成されました。



Flow Simulation 解析ツリータブ  を選択します。

プロジェクトの設定に変更が必要な場合、入力データ (Input Data) フォルダを右クリックして適切なオプションを設定します。

グラフィックス ウィンドウで、計算ドメインがモデルを囲むワイヤフレームボックスとして表示されます。これは Flow Simulation が解析を行う領域です。この解析は内部流れ解析であるため、モデルはボックス内のソリッドジオメトリ内部で解析されます。

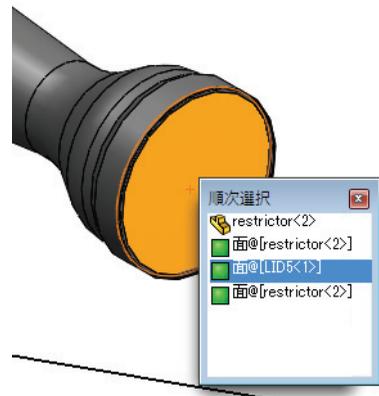


14 境界条件入力

Flow Simulation 解析ツリーの入力データ (Input Data) で、境界条件 (Boundary Conditions) を右クリックし **境界条件を入力 (Insert Boundary Condition)** を選択します。

図のように、流入口のふたの内側サーフェスを選択します。

内側面にアクセスするには、ふたの外側面を右クリックして **順次選択 (Select Other)** をクリックします。 **順次選択** ウィンドウで、ポインタをグラフィックス ウィンドウ内で動かして各面をダイナミックにハイライトして選択内容を切り替えます。



15 境界条件設定

タイプとして **Flow Openings** を選択します。

流入速度 (Inlet Velocity) を選択します。

流れパラメータ (Flow Parameters) で **サーフェスに垂直** (Normal to Surface) をクリックし、**22 m/s** と入力します。

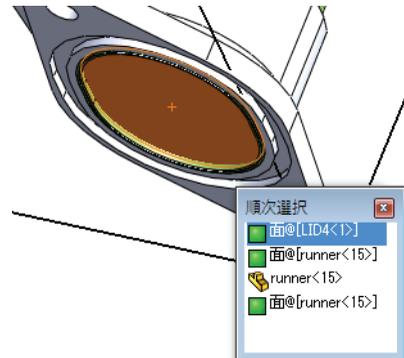
 をクリックします。



16 境界条件入力

Flow Simulation 解析ツリーの入力データ (Input Data) で、境界条件 (Boundary Conditions) を右クリックし **境界条件を入力** (Insert Boundary Condition) を選択します。

図のように、流出口のふたの1つの内側サーフェスを選択します。



17 境界条件設定

タイプとして **Pressure Openings** を選択します。

環境圧力 (Environment Pressure) を選択します。

をクリックします。



18 境界条件設定

残りの3つの流出口ポートにも環境圧力境界条件を作成します。

設計のゴール

SolidWorks Flow Simulation には、解析プロセスを終了する基準が組み込まれています。また、ユーザーが設計ゴールを作成して独自の基準を使うことが最適です。設計ゴールとは、ソルバー実行中に表示し、収束後情報を確認できるユーザー指定のパラメータです。ゴールはドメイン全体（グローバル）に設定することも、選択された部分（サーフェス、点）または選択されたボリューム内（ボリューム）に設定することもできます。また、関係式として他のゴールを作成することも可能です。

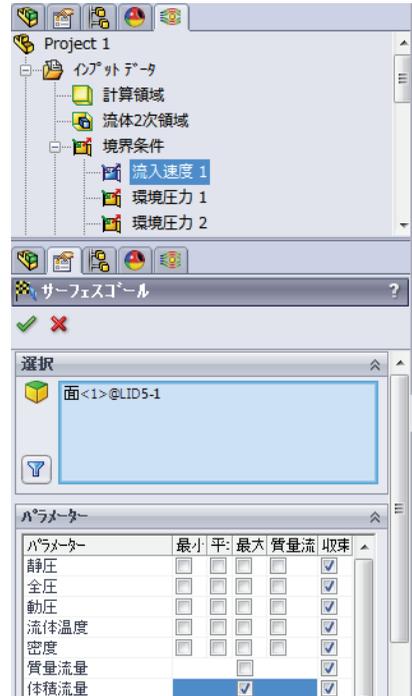
19 サーフェス ゴール

SolidWorks Flow Simulation 解析ツリーで、ゴール（Goals）を右クリックし、**サーフェス ゴールの挿入（Insert Surface Goals）**を選択します。

サーフェス ゴールに対する流入口サーフェスを選択するには、パネルを分割して上の部分で Flow Simulation 解析ツリーの流入速度 1 境界条件をクリックし、サーフェスゴールを適用する面を入力します。

パラメータ（Parameter） リストで、**体積流量（Volume Flow Rate）** のボックスを選択します。

 をクリックします。



20 ゴールの名前変更

ゴールの名前を **Inlet Volume Flow Rate** という名前に変更します。

21 サーフェス ゴール

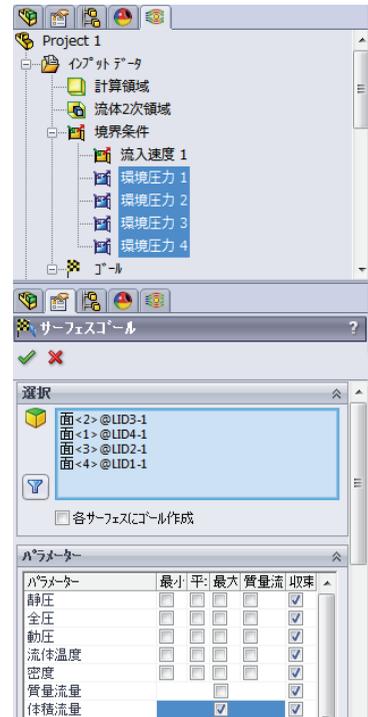
前のステップを繰り返し、流出口の体積流量に対するサーフェス ゴールを適用します。

環境圧力 (Environment Pressure) 境界条件を選択する際、Ctrl キーを押しながら選択することによりすべての流出口条件を選択してください。

各サーフェスに個別でゴールを作成 (Create a separate goal for each surface) をクリックします。これにより、各流出口に個別のゴールが作成されます。

 をクリックします。

各流出口に対応してゴールの名前を変更します。



22 方程式ゴール

ゴールを右クリックして**方程式ゴールの挿入** (Insert Equation Goal) を選択します。

前のステップで作成した **Outlet Volume Flow Rate 1** サーフェスゴールを選択して**関数式** (Expression) ボックスに追加します。

方程式ゴール (Equation Goal) ウィンドウの **+** をクリックします。

この手順を繰り返してすべての流出口ゴールを合計します。

OK をクリックします。



23 ゴールの名前変更

ゴールの名前を **Sum of Outlet Volume Flow Rates** という名前に変更します。

24 計算実行

Flow Simulation 解析ツリーで、プロジェクトを右クリックし、**実行 (Run)** を選択します。

結果ロード (Load Results) が選択されていることを確認します。

デフォルト設定のまま**実行 (Run)** をクリックします。

このスタディの解析には最大1時間かかります。

後処理

ソルバー終了後、結果の後処理を行います。ここでは、SolidWorks Flow Simulation のさまざまな後処理オプションについて学びます。まず結果が見えるように、モデルの透明度を変更します。

25 透明度変更

Flow Simulation メニューから **結果 (Results)**、**表示 (Display)**、**透明度 (Transparency)** を選択します。

スライダを 0.75 に動かします。

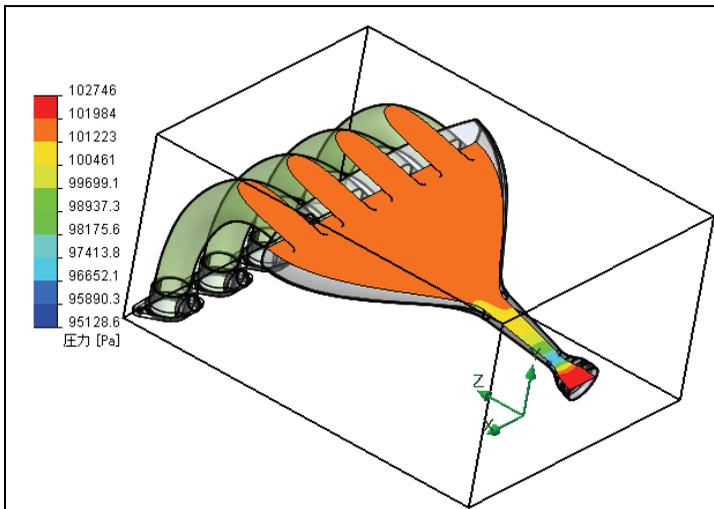
注記： 透明度の変更は、FeatureManager デザインツリーで部品を右クリックして行うこともできます。

26 カットプロット

Flow Simulation 解析ツリーで、カットプロットを右クリックし、**挿入 (Insert)** を選択します。

plenum アセンブリの平面を選択します。

✔ をクリックします。



設定表示

表示設定 (View Settings) ダイアログボックスでは、表示の物理的パラメータを指定できます。また、他にも様々な設定をコントロールできます。**表示設定**にアクセスするには、PropertyManager の**表示設定** ボタンをクリックするか、プロットの凡例をダブルクリックします。

27 表示設定調整

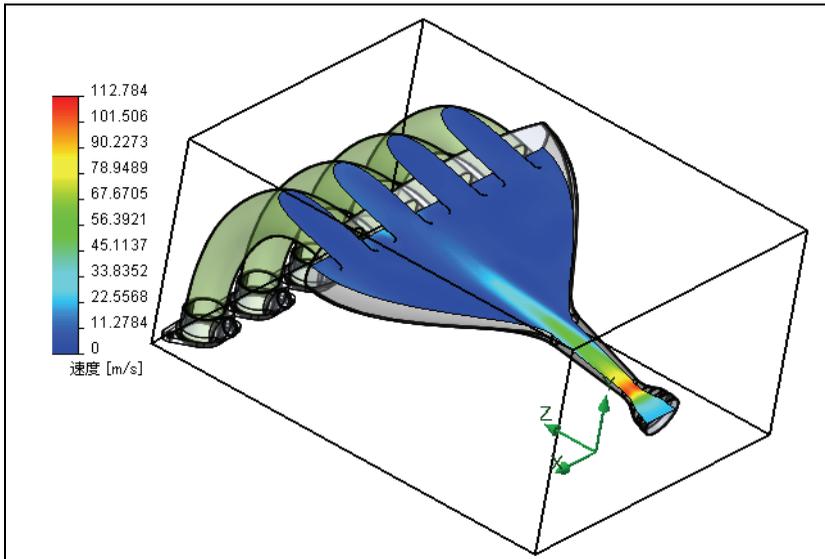
凡例をダブルクリックして**表示設定 (View Settings)** ダイアログを開きます。

パラメータ (Parameter) を**速度 (Velocity)** に変更します。

色数 (Number of colors) を **110** に変更します。



OK をクリックします。



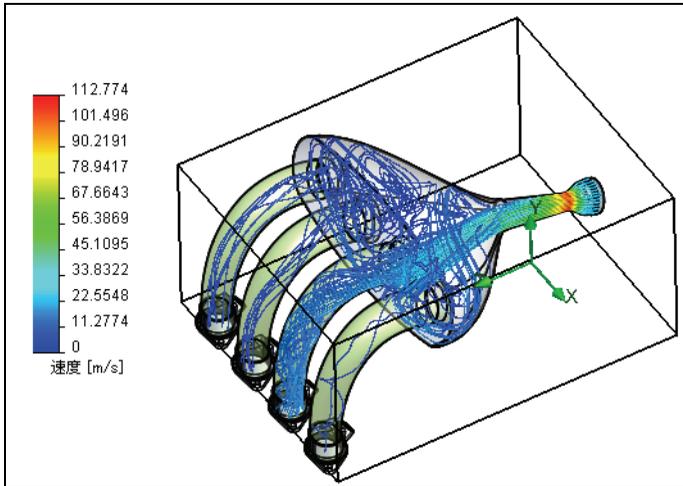
確認終了後カットプロットを非表示にします。

28 流体軌跡

Flow Simulation解析ツリーで、流体軌跡（Flow Trajectories）を右クリックし、**挿入**（Insert）を選択します。

流入速度 1（Inlet Velocity 1）境界条件を選択します。

軌跡の数（Number of Trajectories）として **50** を入力します 。をクリックします。



確認終了後流体軌跡を非表示にします。

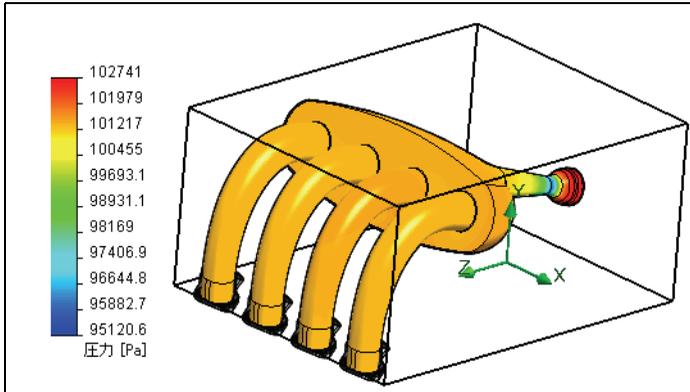
29 サーフェス プロット

Flow Simulation 解析ツリーで、サーフェス プロットを右クリックし、**挿入 (Insert)** を選択します。

すべての面を使用 (Use all faces) を選択します。

輪郭 (Contours) が選択されており、**パラメータ (Parameter)** が **圧力 (Pressure)** であることを確認します。

✓ をクリックします。



30 ゴール プロット

Flow Simulation 解析ツリーで、ゴールを右クリックし、**挿入 (Insert)** を選択します。

ゴールウィンドウの全てを追加 (Add All) をクリックし **OK** をクリックします。

ゴールについての情報を含む Excel スプレッドシートが自動的に作成されます。

ゴール名	単位	値	平均値	最小値
Inlet Volume Flow Rate	[m ³ /s]	0.028436072	0.02843574	0.
Outlet Volume Flow Rate 1	[m ³ /s]	-0.013345982	-0.012841456	-0.
Outlet Volume Flow Rate 2	[m ³ /s]	-0.003164883	-0.003391426	-0.
Outlet Volume Flow Rate 3	[m ³ /s]	-0.005030216	-0.005138735	-0.
Outlet Volume Flow Rate 4	[m ³ /s]	-0.007279198	-0.007452383	-0.
Sum of Outlet Volume Flow	[m ³ /s]	-0.028820279	-0.028823999	-0.

反復回数: 414
解析間隔: 52

サリ- / 体積流量 / Sum_of_Outlet_Vo

説明

ゴールプロットからもわかるように、流入口の流量は流出口の流量と一致しています。モデルに入った流れの全てがモデルから出ていることを確認することは基本的チェックとしてお勧めします。さらに、各流出口の体積流量が異なることに気づきます。流れの多くは、中央部の流出口の1つから出ています。これは流体軌跡プロットでも確認されました。この理由としては、流出口がプレナムの中央から若干ずれているため、片側から流出する流れが多くなっているということが考えられます。プレナムを再設計することにより、各流出口に対する流れの分布が改善されるでしょう。

現実には、エンジン稼働中に各ピストンの点火するタイミングは異なります。より正確にシミュレーションを表現するため、非定常スタディをセットアップし、時間カーブを使って流出口ポートをオン、オフすることも可能です。これをSolidWorks Flow Simulationでセットアップするには、**ウィザード (Wizard) の解析タイプ (Analysis Type) ウィンドウで時間依存 (Time Dependent)** を選択する必要があります。さらに、流出口の境界条件を変更してオン時（流れを許可）、オフ時（流れを制限）を設定することも必要です。

結論

このレッスンでは、SolidWorks Flow Simulationを使ってインテークマニホールドの設計を解析しました。流体解析の設定、実行方法について学びました。また、この設計に適した後処理テクニックも学びました。後処理オプションについては、さらに自分でいろいろ試してみてください。また、詳細な情報はヘルプメニューからチュートリアルや技術資料の形で利用することができます。