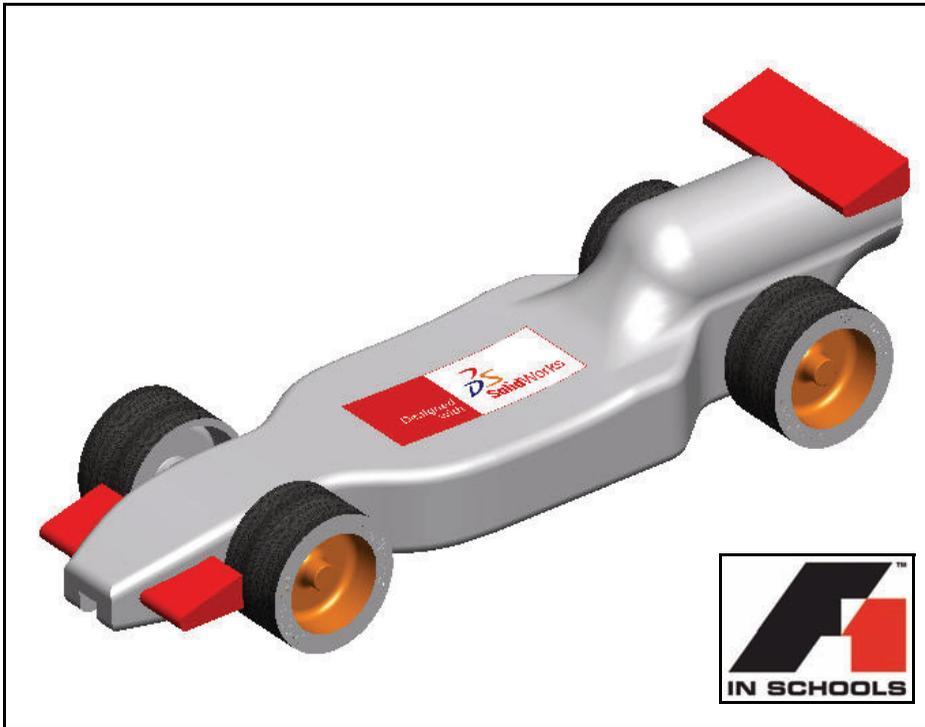


工業デザインと技術  
シリーズ

# SolidWorks® 2010 を使った F1 in Schools™ 設計プロジェクト



**For Type-R Cars**

Dassault Systèmes SolidWorks Corp.  
300 Baker Avenue  
Concord, MA 01742 USA  
Phone: 1 800 693 9000

米国以外 : 1 978 371 5011  
ファックス : 1 978 371 7303  
[info@solidworks.com](mailto:info@solidworks.com)

© 1995-2009, Dassault Systèmes SolidWorks Corporation, a Dassault Systèmes S.A. company, 300 Baker Avenue Concord, Massachusetts 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、予告なしに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、SolidWorks Corporation License and 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 製品の特許情報**

US Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725; and 6,844,877 and certain other foreign patents, including EP 1,116,190 and JP 3,517,643. US and foreign patents pending, e.g., EP 1,116,190 and JP 3,517,643). U.S. and foreign patents pending.

#### **全ての SolidWorks 製品の商標およびその他の情報**

SolidWorks, 3D PartStream.NET, 3D ContentCentral, PDMWorks, eDrawings, and the eDrawings logo are registered trademarks and FeatureManager is a jointly owned registered trademark of DS SolidWorks. SolidWorks Enterprise PDM SolidWorks Simulation, SolidWorks Flow Simulation, and SolidWorks 2010 are product names of DS SolidWorks.

CircuitWorks, Feature Palette, FloXpress, PhotoWorks, TolAnalyst, and XchangeWorks are trademarks of DS SolidWorks. FeatureWorks is a registered trademark of Geometric Ltd. Other brand or product names are trademarks of their respective holders.

#### **COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY.**

US 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 Corp, 300 Baker Avenue, Concord, Massachusetts 01742 USA

#### **SolidWorks Standard、Premium、Professional 製品の特許情報**

Portions of this software © 1990-2009 Siemens Product Lifecycle Management Software III (GB) Ltd.

Portions of this software © 1998-2009 Geometric Ltd.

Portions of this software © 1986-2009 mental images GmbH & Co.KG.

Portions of this software © 1996-2009 Microsoft Corporation. All Rights Reserved.

Portions of this software © 2000-2009 Tech Soft 3D

Portions of this software © 1998-2008 3Dconnexion.

This software is based in part on the work of the Independent JPEG Group. All Rights Reserved.

Portions of this software incorporate PhyX™ by NVIDIA 2006-2009.

Portions of this software are copyrighted by and are the property of UGS Corp. © 2009.

Portions of this software © 2001 - 2009 Luxology, Inc. All Rights Reserved, Patents Pending.

Portions of this software © 2007 - 2009 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984 - 2009 Adobe Systems, Inc. and its licensors. All rights reserved. Protected by U.S. Patents 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,639,593; 6,743,382; Patents Pending. Adobe, the Adobe logo, Acrobat, the Adobe PDF logo, Distiller and Reader are registered trademarks or trademarks of Adobe Systems Inc. in the U.S. and other countries.

その他の著作権情報については、SolidWorks からヘルプ、バージョン情報をご覧ください。

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 の著作権情報**

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. All Rights Reserved.

# 目次

<b>はじめに</b> .....	<b>1</b>
本書の使い方 .....	2
SolidWorks ソフトウェアとは? .....	2
前提条件 .....	2
本書の表記法 .....	4
作業を始める前に .....	4
フォルダをデザイン ライブラリのパスに追加 .....	8
<b>レース カーの設計</b> .....	<b>11</b>
重要な設計考慮点 .....	12
バルサについて .....	13
SolidWorks を起動して既存の部品を開く .....	13
押し出しカット フィーチャー .....	17
フロント ウィングの作成 .....	24
リア ウィングの作成 .....	26
フィレットの挿入 .....	32
アセンブリの作成 .....	38
合致の挿入 .....	43
レース カーの重量の計算 .....	51
レース カーの全長の計算 .....	52
分解図の作成 .....	55
レース カーの寸法規則 .....	65
<b>アセンブリ図面の作成</b> .....	<b>69</b>
アセンブリ図面を作成する .....	70
アセンブリから部品を開く .....	83
分解アセンブリの図面ビューの作成 .....	84

<b>PhotoWorks™</b> .....	<b>87</b>
PhotoWorks の起動 .....	88
レンダリングのコンフィギュレーションの作成 .....	90
外観 .....	92
レンダリング .....	97
外観の変更 .....	98
シーン .....	99
デカル .....	101
デカルの編集 .....	106
出力オプション .....	108
<b>解析</b> .....	<b>115</b>
リア ウィングの変更 .....	116
新しい質量の計算 .....	119
測定ツールの適用 .....	120
車軸の応力解析 .....	122
設計解析 .....	123
応力解析 .....	123
ユーザー インターフェース .....	124
Axle-A 部品の解析 .....	125
SolidWorks SimulationXpress .....	128
荷重の設定 .....	131
材料の指定 .....	135
解析の実行 .....	137
結果の表示 .....	139
レポートの実行 .....	142
モデルの最適化 .....	143
SolidWorks Flow Simulation .....	147
結果の表示 .....	166
設計の変更 .....	182
結果の確認 .....	185
追加の調査 .....	192

# 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：

- レース用の自動車設計のための *FI in Schools™ Design Project* に対する本書の使い方を理解する
- SolidWorks 2010 セッションを開始する
- このプロジェクトに必要なファイル、フォルダ、モデルをダウンロードする
- Race Car Design Project フォルダをタスクパネルの SolidWorks デザイン ライブラリに追加する

## 本書の使い方

*Fl in Schools™ Design Project* では SolidWorks の 2D および 3D モデリング原則およびテクニックを Race Car アセンブリの作成に適用し、SolidWorks SimulationXpress および SolidWorks Flow Simulation 解析ツールを適用する方法について学びます。

本書に含まれるレッスンを完了することで次について学ぶことができます：

- SolidWorks セッションを作成する
- SolidWorks ユーザー インターフェイスとツールバーの理解
- 部品を開き 3D Race Car アセンブリを作成する
- Race Car アセンブリの詳細なマルチシート、マルチビュー図面を作成する
- 測定 および 質量 ツールを適用する
- PhotoWorks を適用する
- 解析ツールを適用する：解析ツール、SolidWorks SimulationXpress および SolidWorks Flow Simulation を適用する

## 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、使いやすい Windows® グラフィカルユーザー インターフェイスを使用してアイデアをスケッチし、様々な設計を検討して 2D および 3D スケッチ、3D モデル、3D アセンブリおよび 2D 図面を作成します。

SolidWorks は世界中の学生、設計者、エンジニアその他のプロフェッショナルによって、シンプルなものから複雑なものまで、部品、アセンブリ、図面の作成に利用されています。

## 前提条件

*Fl in Schools™ Design Project* を始める前に、SolidWorks ソフトウェアの Getting Starting フォルダの下にある次の SolidWorks チュートリアルを確認、完了することをおすすめします。

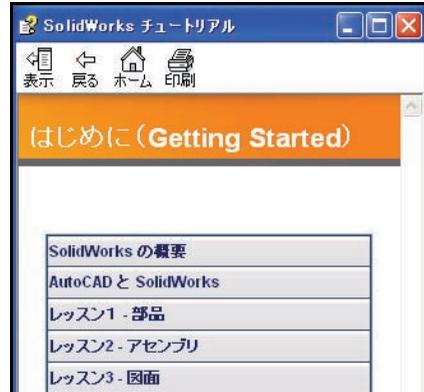
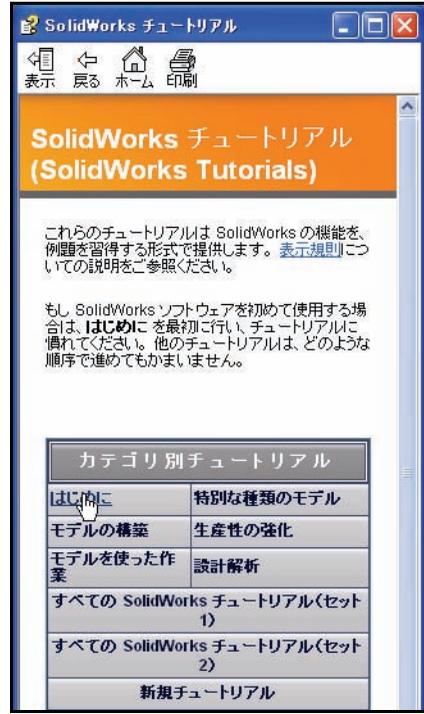


- Lesson 1 - 部品
- Lesson 2 - アセンブリ
- Lesson 3 - 図面

Race Car Design Project フォルダにアクセスするには、**ヘルプ (Help)**、**学生カリキュラム (Student Curriculum)** をクリックします。教材リソースにアクセスするには、**ヘルプ (Help)**、**教員カリキュラム (Instructors Curriculum)** をクリックします。

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
- レッスン2: 基本操作
- レッスン3: クイックスタート—40分
- レッスン4: アセンブリの基本
- レッスン5: 図面作成の基本



## 本書の表記法

本書は次の表に示す表記法に従っています。

表記	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。例 1: <b>押し出しボス / ベース</b> はフィーチャー ツールバーから押し出しボス/ベースをクリックすることを意味します。例 2: <b>表示、原点</b> はメニューバー メニューから表示、原点、をクリックすることを意味します。
名前	ファイルおよびフォルダ名はこのスタイルで表示されます。例 1: Race Car Design Project。例 2: 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。

## 作業を始める前に

プロジェクトを始める前に、SolidWorks Webサイトから Race Car Design Project フォルダをお使いのコンピュータにコピーし、展開します。

### 1 SolidWorks セッションを開始

Windows のスタート メニューから**すべてのプログラム** (All Programs) 、**SolidWorks**、**SolidWorks** を選択します。SolidWorks アプリケーションが表示されます。

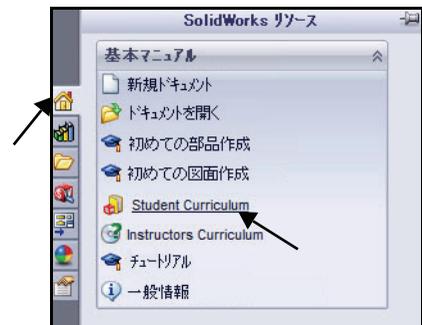
**注記 :** SolidWorks アイコンをデスクトップに作成している場合、アイコンをクリックして SolidWorks セッションを開始します。



### 2 Race Car Design Project フォルダをコピー

タスクパネルから **SolidWorks リソース**  タブをクリックします。

図のように Student Curriculum フォルダをクリックします。



SolidWorks Educator

Curriculum フォルダを展開し  
ます。

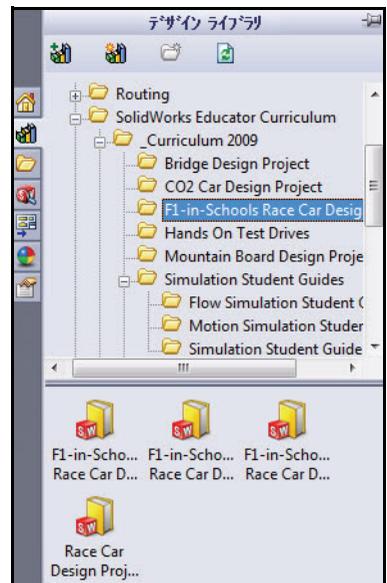
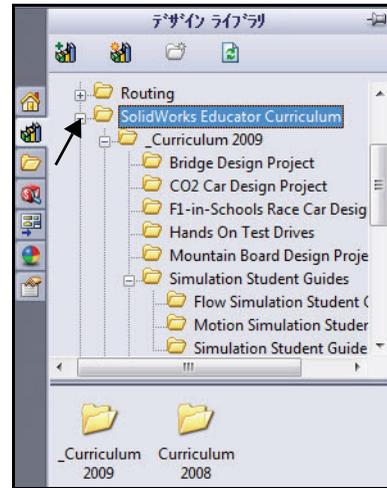
必要なCurriculumフォルダをダ  
ブルクリックします。

**注記：** 本書作成時点では、Curriculum  
2010 フォルダはありませんで  
した。

F1-in Schools Race Car Design  
Project フォルダをダブルクリッ  
クします。利用可能なフォルダを  
確認します。

**注記：** 正しい（言語別）F1-in Schools Race  
Car Design Project フォルダを選択  
します。

図のように Race Car Design  
Project Files - All  
Languages フォルダを Ctrl+ ク  
リックし、必要な SolidWorks モ  
デルファイルをダウンロードしま  
す。フォルダーの参照 ダイアロ  
グボックスが表示されます。



**ヒント** : Zipファイルの保存先については講師に確認してください。Zipファイルを保存した場所を覚えておいてください。

### 3 Zip フォルダを配置

システム上の**フォルダ**位置を指定します。

**OK** をクリックします。

### 4 SolidWorks モデルファイルおよびフォルダを展開

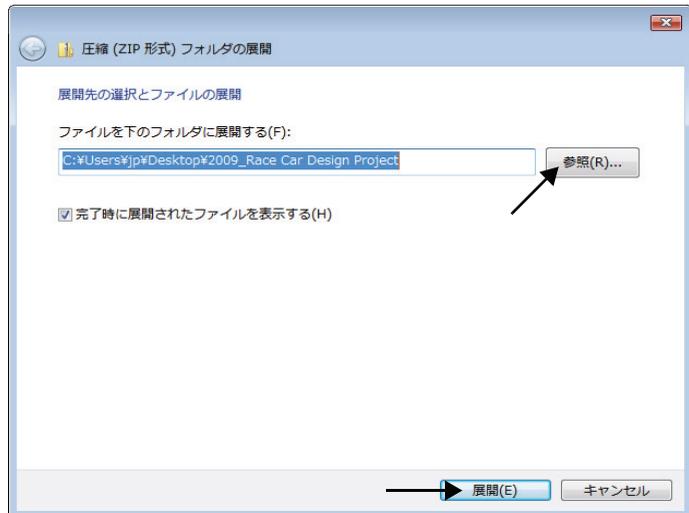
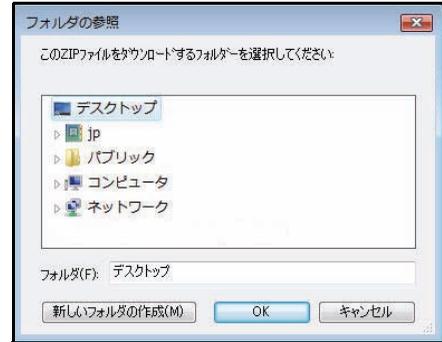
ダウンロードしたzipを保存したフォルダに**移動**します。

ダウンロードしたzipファイルの**アイコン**を右クリックします。

**展開**をクリックします。

**フォルダ**の位置を選択します。

**展開**をクリックします。

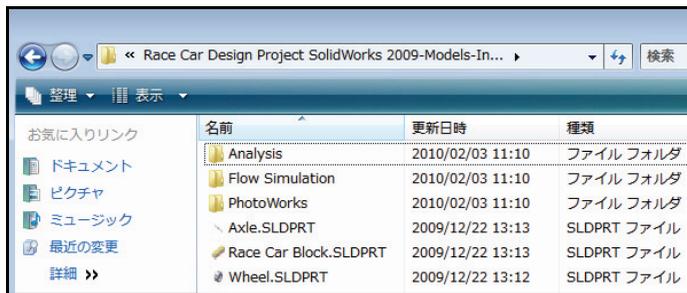
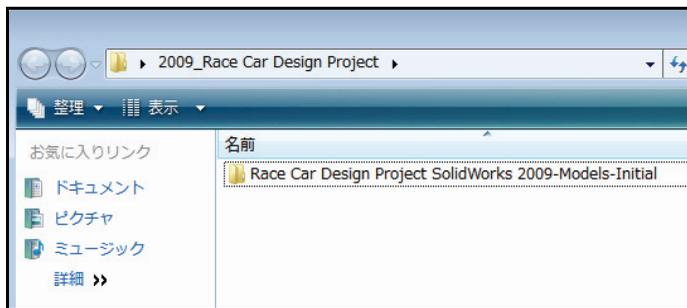


結果を確認。

Race Car  
Design  
Project 2009  
または 2010 -  
Models-  
Initial フォル  
ダをダブルクリッ  
クします。結果  
を確認します。

**注記：** 本書作成時  
において  
Curriculum  
2010 はありませ  
んでした。

これで必要な  
SolidWorks フォ  
ルダおよびファイルはそろいました。



## フォルダをデザイン ライブラリのパスに追加

SolidWorks デザインライブラリを使用することにより、演習で使用する部品に便利にアクセスできます。メニューバーからファイル、開く、と選択してファイルを参照するよりも効率的です。Race Car Design Project フォルダをデザインライブラリの検索パスに追加します。

- 1 **タスクパネルを開く  
デザイン ライブラリ**  (Design Library) タブを選択します。

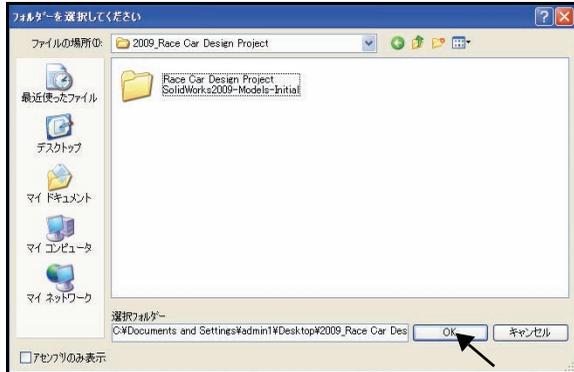
- 2 **デザイン ライブラリにフォルダを追加**  
デザイン ライブラリの**ファイルの場所を追加** (Add File Location)  タブをクリックします。

最初にプロジェクトフォルダを展開した場所を指定します。

Race Car Design Project フォルダをダブルクリックします。

Race Car Design Project フォルダをクリックします。

**OK** をクリックします。



### 3 結果

Race Car Design Project SolidWorks フォルダの内容に、SolidWorksデザインライブラリからアクセスできるようになりました。

**注記：** 最新の設計要件および仕様については [www.flinschools.co.uk](http://www.flinschools.co.uk) をご覧ください。





## Lesson 2 レースカーの設計

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- CO<sub>2</sub> 動力の Race Car のパフォーマンスに影響する重要な要素を説明する
- 次のフィーチャーやスケッチ ツールを使用して Race Car アセンブリを作成する：押し出しボス / ベース、押し出しカット、フィレット、直線、スケッチ フィレット、スマート寸法、分解、展開、構成部品回転
- 新しいアセンブリに構成部品を挿入する
- Race Car アセンブリの構成部品間に標準合致を適用する
- Race Car アセンブリの分解状態のコンフィギュレーションを作成する
- 質量特性 (Mass Properties) ツールを適用する
- 測定 (Measure) ツールを適用する
- Race Car アセンブリから部品を開く
- Confirm the required F1 in Schools™ Design Project コンテストの規約規則にあるタイプ R に必要な Race Car 寸法を確認する

## 重要な設計考慮点

*F1 in Schools™ Design Project* コンテストの仕様で優勝できる車を構築するには、いくつかの要素を考慮する必要があります。これらは、以下のものです。

### ■ 摩擦

摩擦を打ち消すために使用されるエネルギーは、Race Car を加速するために使用されるエネルギー以外のものです。摩擦の原因には、以下が含まれます。

- ホイールと車軸。ホイールが自由に回転しないと、Race Car の速度は遅くなります。
- 整列されていない車軸：車軸の穴が車の中心線と垂直にあげられていない場合、車は左右どちらかに曲がってしまう傾向があります。このため速度が落ち、コンテストに負ける原因となります。
- 整列されていないねじ丸環：ねじ丸環が適切に配置、整列されていない場合、ガイドラインがねじ丸環、車体、またはホイールに引きずられる可能性があります。このため車が大幅に減速される可能性があります。
- ホイール回転面のでこぼこや不完全性：ホイールは、より完全に丸くスムーズであればあるほど、より回転しやすくなります。

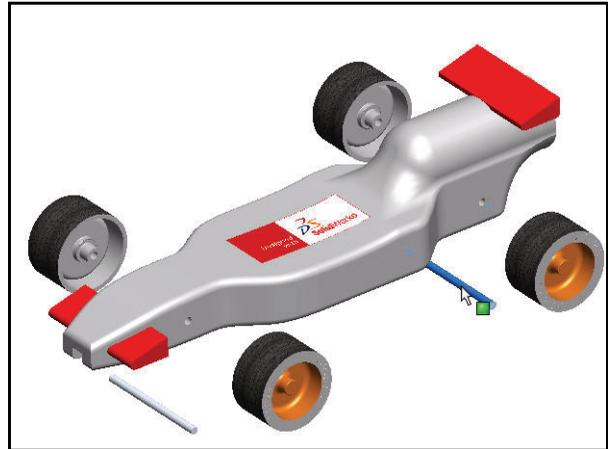
### ■ 質量

CO<sub>2</sub> カートリッジによってもたらされる推進力には限りがあります。このため、質量の少ない車の方が、より短い時間で加速され、より速く走路を移動することは理の当然です。車の質量を減らすことは、より速度の速い車を構築する方法の 1 つです。コンテストの仕様により、車両の最小質量として55グラムが規定されていることを忘れないでください。

### ■ 空力

車の移動に伴い、空気は抵抗または抗力として車に作用します。抗力を最小化するため、車の形状はスムーズな流線型にするべきです。

**注記：** Race Car アセンブリに必要な設計基準の概要については、このレッスンの末尾を確認してください。最新の設計基準と仕様については、[www.flinschools.co.uk](http://www.flinschools.co.uk) を参照してください。



## バルサについて

バルサの木は、中米および南米の湿度の高い熱帯雨林に自生する木です。その自生分布範囲は、グアテマラから南へ中米を通り、南米の北岸および西岸を含め、ボリビアまでにわたります。しかし、南米の西岸にある小国、エクアドルが全世界におけるモデル構築用のバルサの主要な供給源となっています。

バルサは温暖な気候と十分な降雨量、優れた水はけを必要とします。このため、バルサに最も適した土地は、一般的に熱帯の河川間の高地になります。エクアドルはバルサの木を育てるのに理想的な地形と天候に恵まれています。

北米に輸入されるバルサ木材は、農園で育てられたものです。バルサの使用により、熱帯雨林が破壊される心配はありません。この木は驚くほど短時間で生長します。6から10年で18から28メートル（60から90フィート）の高さ、115センチメートル（45インチ）ほどの直径まで育ち、伐採できるようになります。成長するままにしておくと、外側の木の層が非常に硬くなり、中心の木は腐り始めます。伐採されなかったバルサの木は、直径180センチメートル（6フィート）以上まで成長しますが、このサイズの木から採れる使用可能な木材はわずかになります。

バルサの木材は安心して使用できます。この木の伐採により、熱帯雨林が破壊されることはありません。



## SolidWorks を起動して既存の部品を開く

- 1 **SolidWorks アプリケーションを起動する**  
スタートメニューから**すべてのプログラム (All Programs)**、**SolidWorks**、**SolidWorks**をクリックします。SolidWorks のグラフィックス領域が表示されます。
- 2 **デザイン ライブラリを開く**  
タスク パネルから**デザイン ライブラリ (Design Library)**  タブをクリックします。



### 3 Race Car Block を開く

**Race Car Design Project SolidWorks** フォルダをデザインライブラリからクリックします。

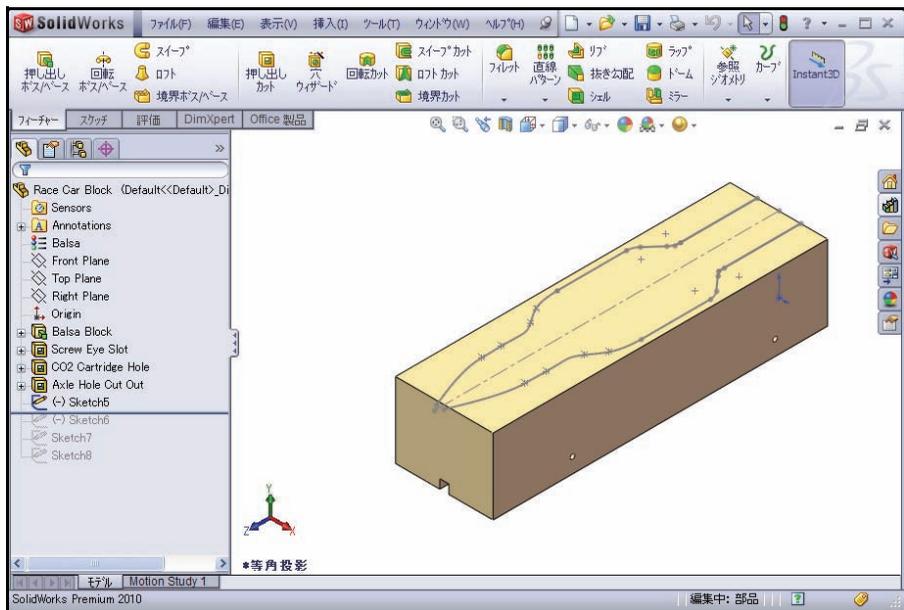
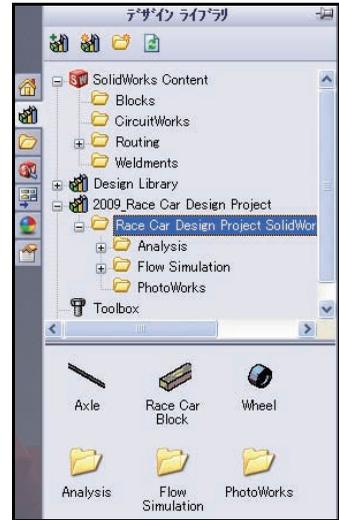
フォルダの内容がデザイン ライブラリ (Design Library) ウィンドウの下側に表示されます。

**Race Car Block** という名前の部品を SolidWorks グラフィックス領域にドラッグ&ドロップします。モデルと FeatureManager デザインツリーを表示します。

**注記 :** これには、1 から 5 秒かかることもあります。

SolidWorks ウィンドウの左側にある FeatureManager デザインツリーには、アクティブなモデルの概要ビューが表示されます。これは、モデルがどのように作成されたかを参照するのに役立ちます。

FeatureManager デザインツリーとグラフィック領域はダイナミックにリンクされています。フィーチャー、スケッチ、図面ビューや作図ジオメトリをいずれかのパネルで選択できます。

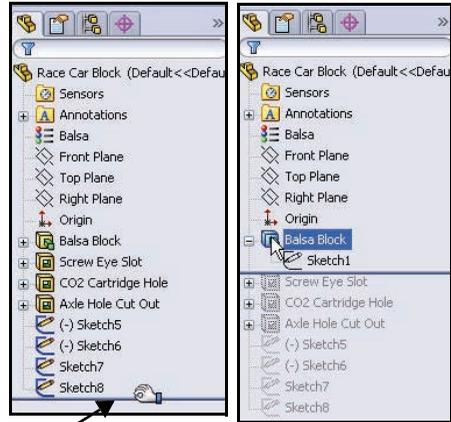


#### 4 モデル内の作成済みのフィーチャーとスケッチを確認する

ロールバック バー (rollback bar) を Balsa Block フィーチャーの上の位置までドラッグします。

Balsa Block フィーチャーが表示されます。

Balsa Block フィーチャーを FeatureManager でダブルクリックします。このフィーチャーが青でグラフィックス領域に表示され、Sketch1 が表示されます。寸法を表示します。必要に応じて、z キーを押してモデルをグラフィックス領域にフィットさせます。



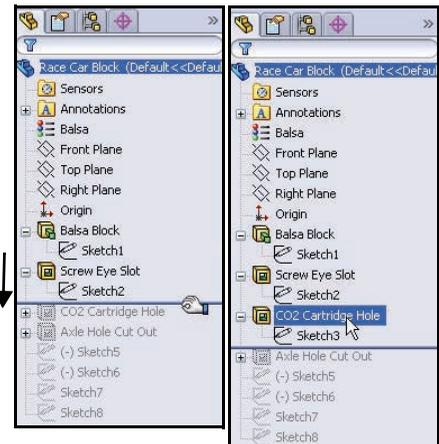
**注記：** Balsa Block の寸法は、223mm x 50mm x 65mm です。車をマシン加工するために取り付け具を使用する場合は、必ず設計を 210mm 以内にする必要があります。ほとんどの取り付け具には、バルサブロックの正面を固定するノーズプレートがあります。設計が長すぎる場合、エンドミルが破壊されるか、または取り付け具が破損される可能性があります。

ロールバック バー (rollback bar) を下の方向に、Screw Eye Slot フィーチャーの上の位置までドラッグします。

グラフィックス領域でフィーチャーを確認します。

Screw Eye Slot フィーチャーを FeatureManager でダブルクリックします。フィーチャーが青で表示され、Sketch2 が表示されます。

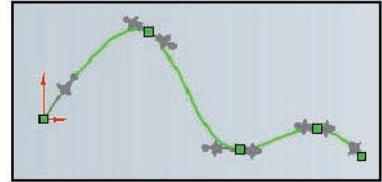
ロールバック バー (rollback bar) を下の方向に、CO2 Cartridge Hole フィーチャーの上の位置までドラッグします。グラフィックス領域でフィーチャーを確認します。



CO2 Cartridge Hole フィーチャーを FeatureManager でダブルクリックします。フィーチャーが青で表示され、Sketch3 が表示されます。

ロールバック バー (rollback bar) を下の方向に、Axle Hole Cut Out フィーチャーの上の位置までドラッグします。グラフィックス領域でフィーチャーを確認します。

Axle Hole Cut Out フィーチャーを FeatureManager でダブルクリックします。フィーチャーが青で表示され、Sketch4 が表示されます。



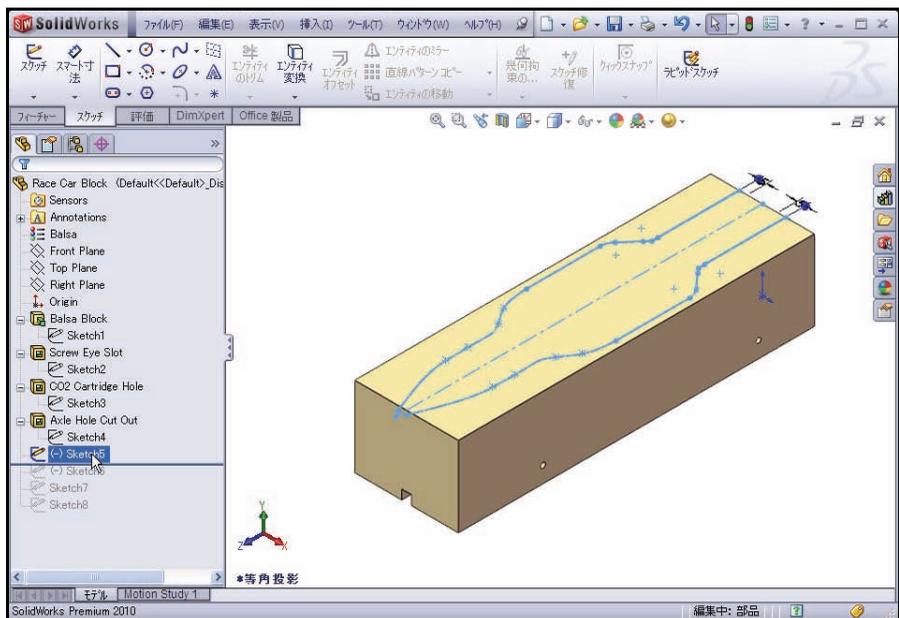
ロールバック バー (rollback bar) を下の方向に、(-) Sketch5 の上の位置までドラッグします。

(-) Sketch5 を FeatureManager からクリックします。グラフィックス領域で (-) Sketch5 を確認します。

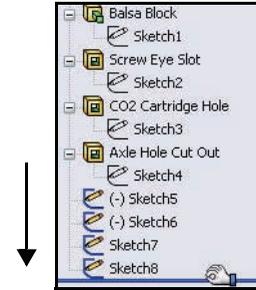
(-) Sketch5 は、スプラインのスケッチです。スプラインは、絶え間なく形状が変化するカーブのあるスケッチに使用されます。スプラインは一連の点によって定義されます。SolidWorks ソフトウェアは関係式を使用して、これらの点の間のカーブの形状を補間します。

スプラインは自由形状を形作るスムーズな「レース カーの車体」のモデリングに、とても役立ちます。

**注記：** (-) Sketch5 は完全定義されていません。これは、スプラインが自由形状であり、設計者によって異なるためです。



ロールバック バー (rollback bar) を下の方向に、Sketch8 の下の位置までドラッグします。  
Sketch8 を FeatureManager からクリックします。  
グラフィックス領域で Sketch8 を確認します。  
グラフィックス領域の**内側**をクリックします。



## 押し出しカット フィーチャー

押し出しカット フィーチャーは、部品またはアセンブリから材料を削除します。Race Car Body の材料を削除しましょう。

- 1 つ目の押し出しカット フィーチャーを作成する

(-) Sketch5 を FeatureManager から右クリックします。

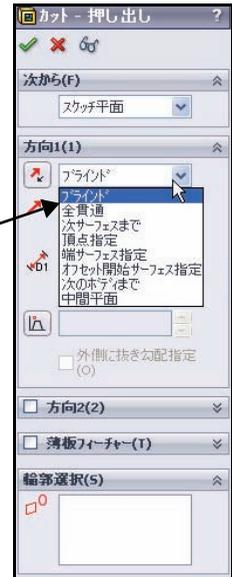
**スケッチ編集** (Edit Sketch)  をコンテキスト ツールバーからクリックします。スケッチ ツールバーが CommandManager に表示されます。

**フィーチャー** (Features) タブを CommandManager からクリックします。フィーチャー ツールバーが表示されます。

**押し出しカット** (Extruded Cut)

 ツールをフィーチャー ツールバーからクリックします。カット - 押し出し (Cut-Extrude) PropertyManager が表示されます。

**全貫通** (Through All) を方向1の押し出し状態 (End Condition) に選択します。

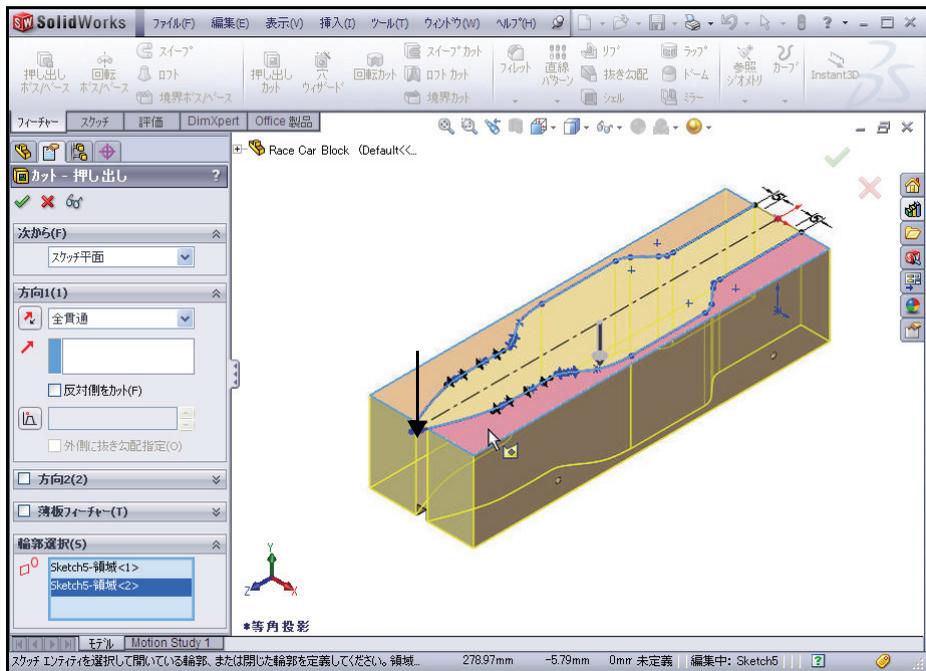


図のように **2つのサーフェス** をグラフィックス領域でクリックします。Sketch5-Region<1> と Sketch5-Region<2> が輪廓選択 (Selected Contours) ダイアログボックスに表示されます。

**OK**  をカット - 押し出し (Cut-Extrude) PropertyManager からクリックします。

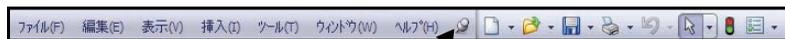
Cut-Extrude1 が FeatureManager に表示されます。

グラフィックス領域の**内側**をクリックします。結果を確認します。



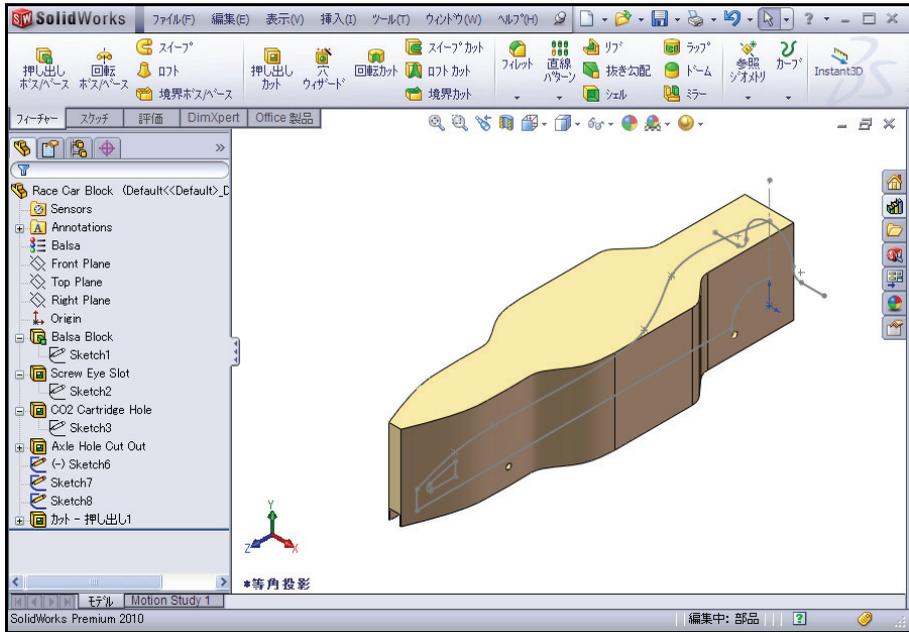
**注記:** 本書ではメニューバー ツールバーとメニュー

バーメニューを **ピン (Pin)**  で固定し、両方のメニューにアクセスできるようにしています。



## 2 モデルを保存する

保存 (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。



## 3 2つ目の押し出しカットフィーチャーを作成する

(-) Sketch6 を FeatureManager から右クリックします。

スケッチ編集 (Edit Sketch)  をコンテキスト ツールバーからクリックします。スケッチ ツールバーが CommandManager に表示されます。

右側面 (Right)  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。右側面図が表示されます。



縮小表示するには、**z** キーを押します。拡大表示するには、**Z** キーを押します。モデルをグラフィックス領域にフィットさせるには、**f** キーを押します。

**フィーチャー** (Features) タブを CommandManager からクリックします。フィーチャー ツールバーが表示されます。

**押し出しカット** (Extruded Cut)

 ツールをクリックします。

カット - 押し出し (Cut-Extrude)

PropertyManager が表示されます。

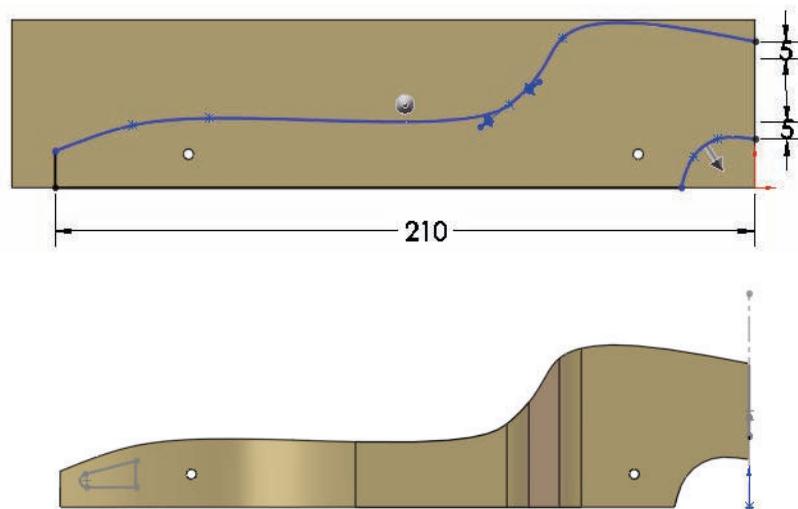
**注記** : 全貫通 (Through All) が方向 1 と方向 2 の押し出し状態 (End Condition) に選択されています。

**反対側をカット** (Flip side to cut)

チェックボックスを選択します。押し出し方向を確認します。

**OK**  をカット - 押し出し (Cut-Extrude) PropertyManager からクリックします。Cut-Extrude2 が表示されます。

**保存** (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。



#### 4 3 つ目の押し出しカット フィーチャーを作成する

CO<sub>2</sub>カートリッジの穴を作成します。Sketch7 を FeatureManager から右クリックします。

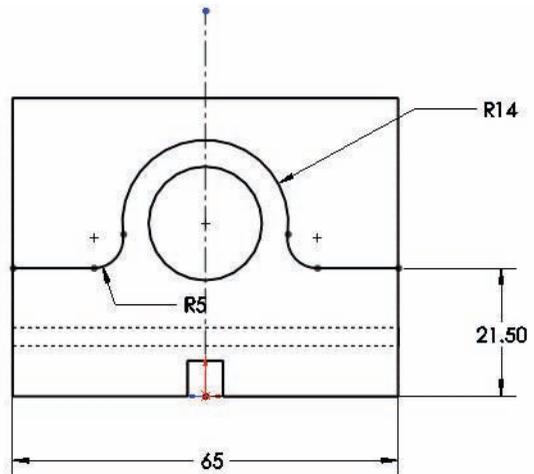
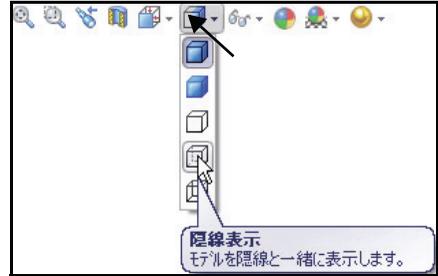
**スケッチ編集 (Edit Sketch)**  をコンテキスト ツールバーからクリックします。スケッチ ツールバーが CommandManager に表示されます。

**背面 (Back)**  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

**隠線表示 (Hidden Lines Visible)**  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

スケッチの寸法を表示します。

**注記：** Sketch7は、CO<sub>2</sub>カートリッジの穴のスケッチです。



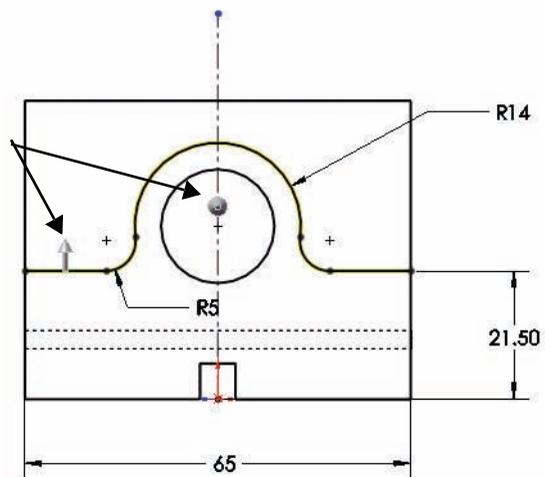
フィーチャー (Features) タブを CommandManager からクリックします。フィーチャー ツールバーが表示されます。

**押し出しカット (Extruded Cut)**  
 ツールをクリックします。カット - 押し出し (Cut-Extrude) PropertyManager が表示されます。

**全貫通 (Through All)** を方向 1 と方向 2 の押し出し状態 (End Condition) に選択します。

**反対側をカット (Flip side to cut)** チェックボックスを選択します。

**注記 :** 押し出しフィーチャーの矢印の方向を確認します。



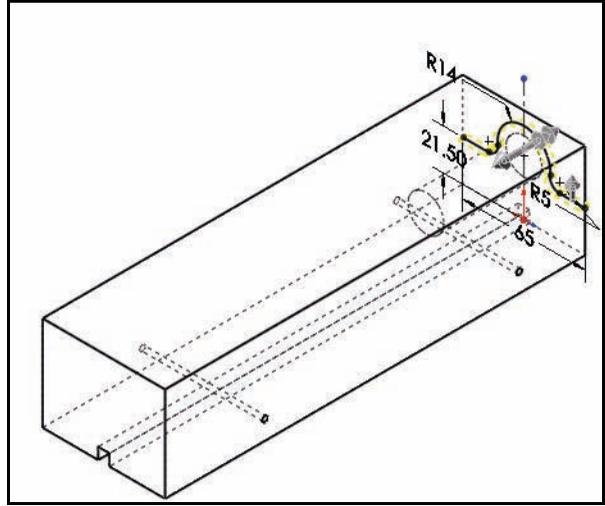
### 等角投影 (Isometric)

 ビューをヘッズアップ  
ビュー ツールバー  
からクリックします。

**OK**  をカット - 押し  
出し (Cut-Extrude)

PropertyManager からク  
リックします。押し出  
しカット フィーチャー  
を表示します。Cut-  
Extrude3 が表示され  
ます。

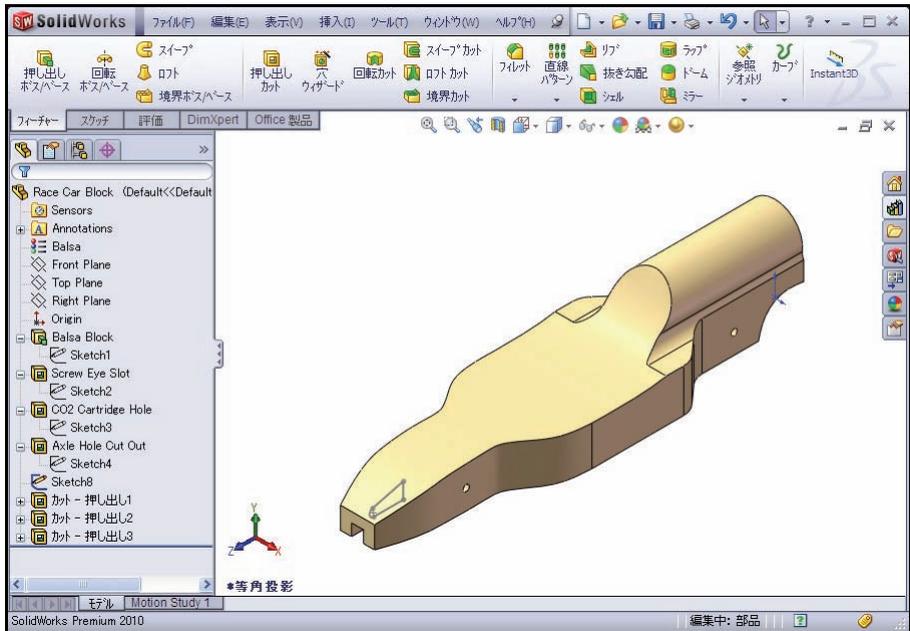
グラフィックス領域の内  
側をクリックします。



**エッジシェイディング表示 (Shaded With Edges)**  をヘッズアップ ビュー  
ツールバーからクリックします。

## 5 モデルを保存する

**保存 (Save)**  をクリックします。



## フロント ウィングの作成

### 1 中間平面で押し出しボス フィーチャーを作成する

Sketch8 を FeatureManager から右クリックします。Sketch8 は、車のフロントウィングのスケッチです。

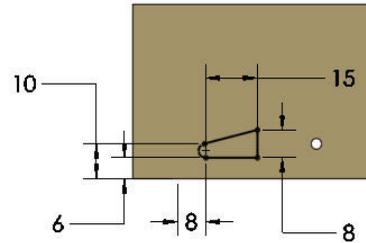
**スケッチ編集** (Edit Sketch)  をコンテキスト ツールバーからクリックします。スケッチ ツールバーが CommandManager に表示されます。



**右側面** (Right)  ビューをヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

**z** キーを押し、モデルをグラフィックス領域にフィットさせます。

スケッチの寸法を表示します。



### 2 押し出しボス フィーチャーを作成する

押し出しボス フィーチャーは、モデルに材料を追加します。

**フィーチャー** (Features) タブを CommandManager からクリックします。フィーチャー ツールバーが表示されます。



**押し出しボス/ベース** (Extruded Boss/Base)  をフィーチャー ツールバーからクリックします。ボス - 押し出し (Boss-Extrude) PropertyManager が表示されます。

**中間平面** (Mid Plane) を方向 1 の押し出し状態 (End Condition) に選択します。

**50.00mm** を深さ / 厚み (Depth) に入力します。

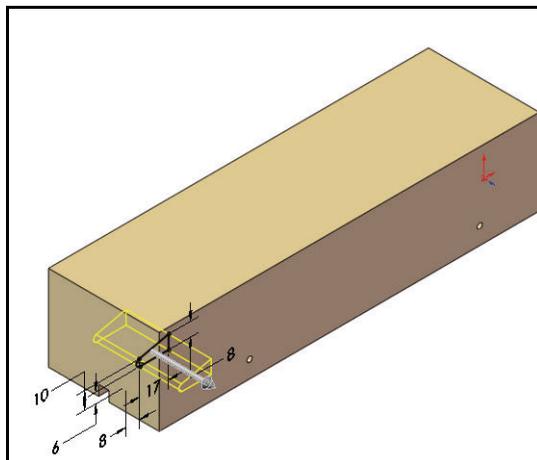


### 等角投影 (Isometric)

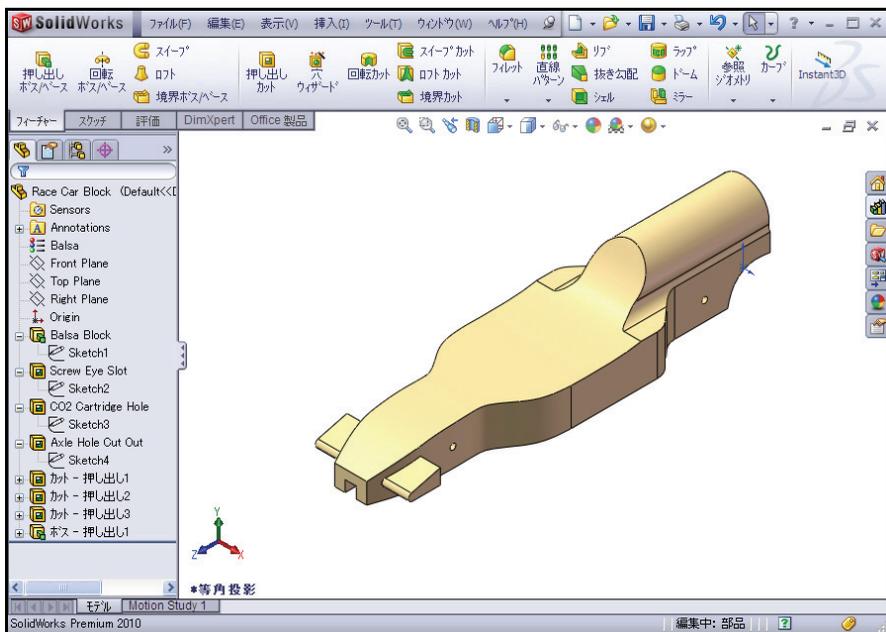
 ビューをヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。押し出しボス フィーチャーを表示します。

OK  をボス - 押し出し (Boss-Extrude) PropertyManager からクリックします。Boss-Extrude1 が表示されます。

グラフィックス領域の **内側** をクリックします。



**注記：** マウスの中ボタンを使用し、モデルをグラフィックス領域で回転させます。作成されたフィーチャーを確認します。



## 3 モデルを保存する

保存 (Save)  をメニュー バー ツールバーからクリックします。



## リア ウィングの作成

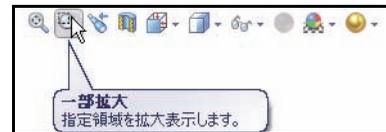
## 1 スケッチを作成する

隠線なし (Hidden Lines Removed)  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

右側面 (Right Plane) を FeatureManager から右クリックします。



スケッチ (Sketch)  をコンテキスト ツールバーからクリックします。スケッチ ツールバーが表示されます。スケッチ平面は、右側面です。



右側面 (Right)  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

f キーを押し、モデルをグラフィックス領域にフィットさせます。



一部拡大 (Zoom to Area)  ツールをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

図のように、車の後部を**拡大表示**します。

**一部拡大 (Zoom to Area)**  ツールをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックし、非アクティブにします。

**直線 (Line)**  ツールをスケッチ ツールバーからクリックします。直線の挿入 (Insert Line) PropertyManager が表示されます。

図のように**4つの直線**をスケッチします。最初の点は、車の上の水平エッジと**一致**しています。

## 2 直線スケッチ ツールを選択解除する

**選択 (Select)** をグラフィックス領域で右クリックします。



### 3 スケッチ フィレット ツールを適用する

#### スケッチ フィレット (Sketch Fillet)

 ツールをスケッチ ツールバーからクリックします。スケッチ フィレット (Sketch Fillet) PropertyManager が表示されます。

2mm をフィレット半径 (Fillet Radius) に入力します。

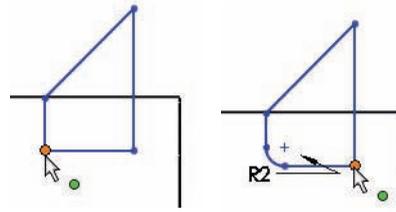


水平線の**左の端点**をクリックします。

水平線の**右の端点**をクリックします。

OK  をクリックし、スケッチ フィレット (Sketch Fillet) PropertyManager を閉じます。

OK  をクリックし、スケッチ フィレット (Sketch Fillet) PropertyManager を閉じます。



### 4 リア ウィングに寸法を付ける

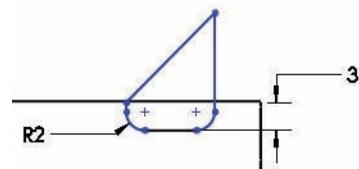
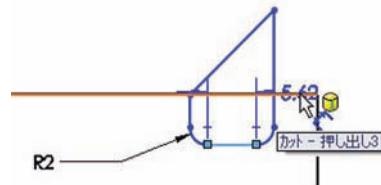
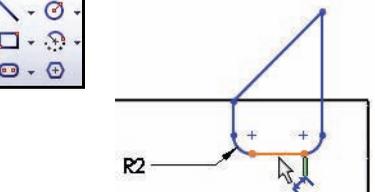
#### スマート寸法 (Smart Dimension)

 ツールをスケッチ ツールバーからクリックします。スマート寸法アイコン  がマウス ポインタに表示されます。

図に示す **2つのエッジ**をクリックします。

右側の**位置**をクリックします。

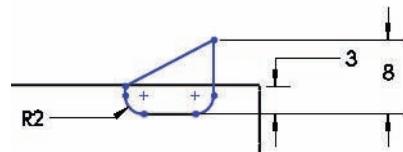
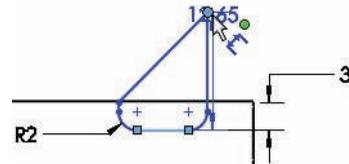
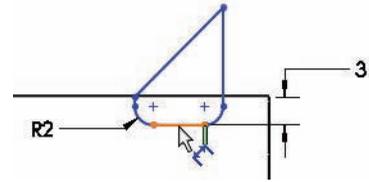
3mm の寸法を入力します。



図に示す**エッジ**と**点**をクリックします。

右側の**位置**をクリックします。

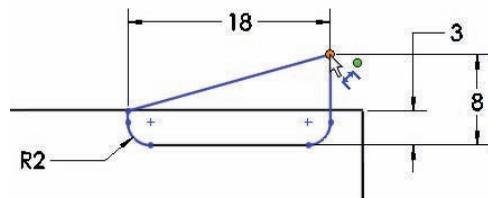
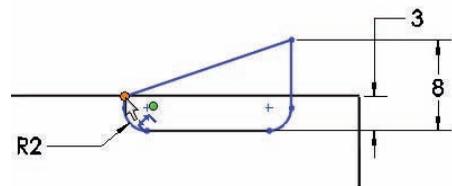
**8mm** の寸法を入力します。



図に示す**2つの点**をクリックします。

モデルの上側の**位置**をクリックします。

**18mm** の寸法を入力します。



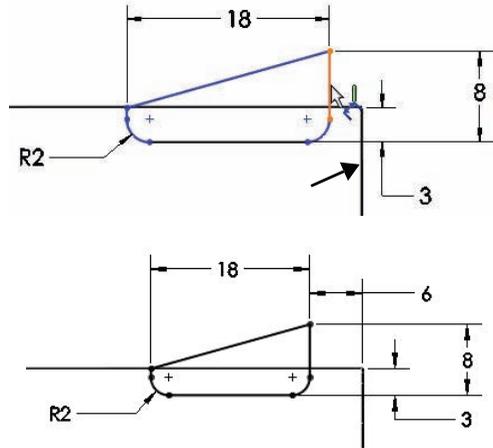
図に示す **2つのエッジ** をクリックします。

**6mm** の寸法を入力します。

右上の **位置** をクリックします。

Sketch9 は完全定義され、黒で表示されます。

- 注記 :** 必要に応じて、修正ダイアログボックスで寸法の方向を逆に設定 (Reverse the sense of the dimension) アイコンをクリックします。



OK  を寸法

PropertyManager からクリックします。



## 5 押し出しボス フィーチャーを作成する

**フィーチャー (Features)** タブをCommandManagerからクリックします。フィーチャー ツールバーが表示されます。

**押し出しボス / ベース (Extruded Boss/Base)**  ツールをクリックします。ボス - 押し出し (Boss-Extrude) PropertyManager が表示されます。

**等角投影 (Isometric)**  ビューをヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

ドロップダウン メニューから **中間平面 (Mid Plane)** を押し出し状態 (End Condition) に選択します。

**50mm** を深さ / 厚み (Depth) に入力します。

OK  をボス - 押し出し (Boss-Extrude)

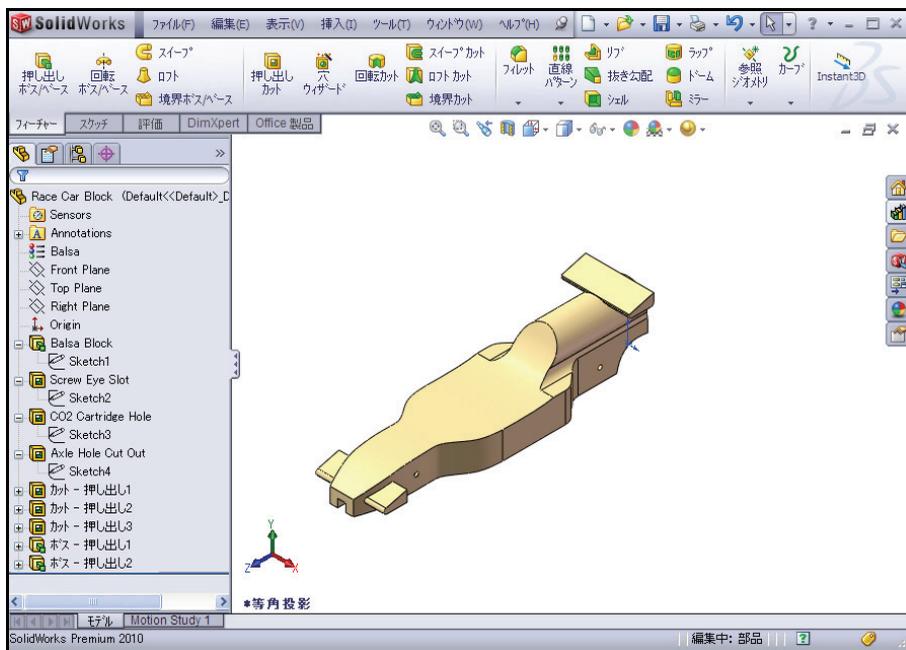
PropertyManager からクリックします。Boss-Extrude2 が表示されます。

**エッジシェイディング表示 (Shaded With Edges)**

をヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。



グラフィックス領域の**内側**をクリックします。結果を表示します。



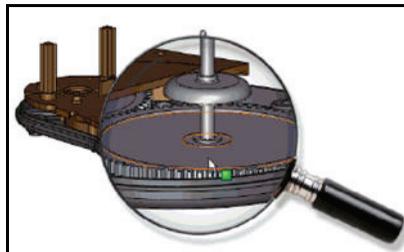
## 6 モデルを保存する

**保存 (Save)**  をメニューバー ツールバーからクリックします。

**注記：** グラフィックス領域で前のコマンドを表示するには、**s** キーを押します。



**注記：** 虫メガネ ツールをアクティブにするには、**g** キーを押します。虫メガネ ツールを使用することで、モデル全体の表示を変更することなく、モデルを詳しく調べ、選択を行えます。



## フィレットの挿入

### 1 フィレット フィーチャーを挿入する

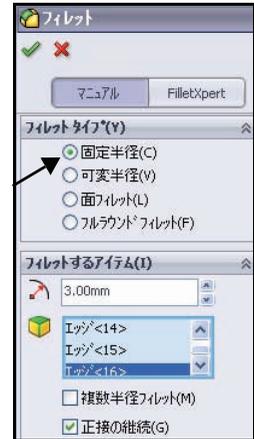
フィレットは、部品の尖ったエッジを丸め、部品の内側や外側にラウンドされた面を作成します。面のすべてのエッジ、選択した面の集合、選択したエッジ、エッジループなどをフィレットできます。

**隠線なし (Hidden Lines Removed)**  をヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

**フィレット (Fillet)**  ツールをフィーチャー ツールバーからクリックします。フィレット (Fillet) PropertyManager が表示されます。

**マニュアル (Manual) タブ**をフィレット (Fillet) PropertyManager でクリックします。固定半径 (Constant radius) のフィレット タイプ ボックスをクリックします。

**3mm** を半径 (Radius) に入力します。

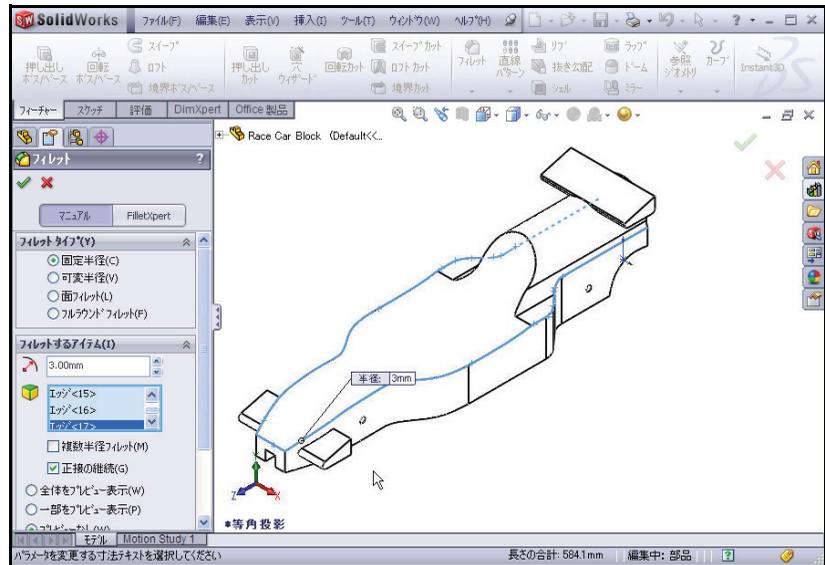


車の右上にある**8つのエッジ**をクリックします。選択したエッジがフィレットするアイテム (Items To Fillet) ボックスに表示されます。

マウスの中ボタンを使用し、車を**回転**させて左側を表示します。

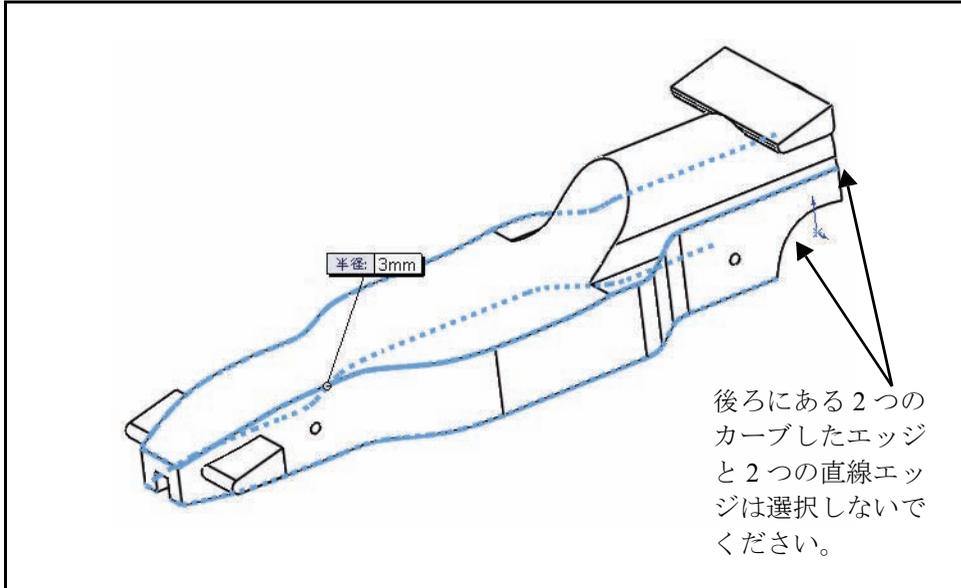
車の左上にある **8つのエッジ**をクリックします。

車の**正面の上のエッジ**をクリックします。選択したエッジがフィレットするアイテム (Items To Fillet) ボックスに表示されます。



マウスの中ボタンを使用し、車を**回転**させて底面を表示します。

車の**下のエッジ**をクリックします。図のように、後ろにある2つのカーブしたエッジと2つの直線エッジは選択しません。選択したエッジがフィレットするアイテム (Items To Fillet) ボックスに表示されます。



OK  をフィレット (Fillet) PropertyManager からクリックします。Fillet1 フィーチャーを FeatureManager で表示します。

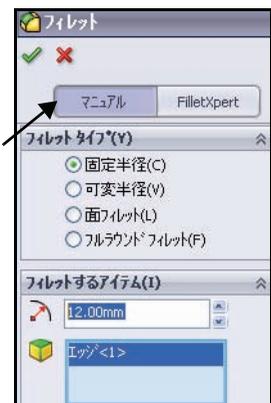
等角投影 (Isometric)  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

## 2 2 目のフィレット フィーチャーを挿入して 運転席を フィレットする

フィレット (Fillet)  ツールをフィーチャー ツールバーからクリックします。フィレット (Fillet) PropertyManager が表示されます。

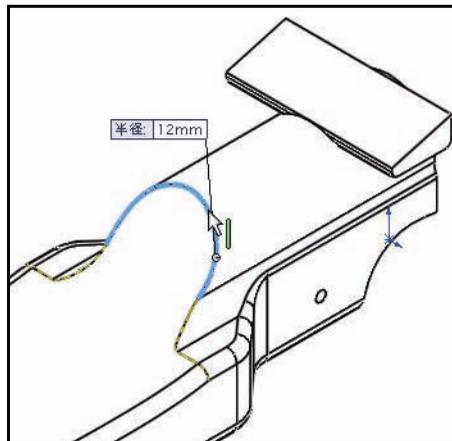
マニュアル (Manual) タブをフィレット (Fillet) PropertyManager でクリックします。デフォルトで固定半径 (Constant radius) のフィレット タイプが選択されます。

12mm を半径 (Radius) に入力します。



図に示す、**後ろのエッジ**をクリックします。Edge1 がフィレットするアイテム (Items To Fillet) ボックスに表示されます。

**OK**  をフィレット (Fillet) PropertyManager からクリックします。Fillet2 フィーチャーを FeatureManager で表示します。



### 3 モデルを保存する

**保存 (Save)**  をメニューバー ツールバーからクリックします。

### 4 可変フィレットを作成する

マウスの中ボタンを使用し、モデルを**回転**させて後ろのカーブしたエッジを表示します。

**フィレット (Fillet)**  ツールをフィーチャー ツールバーからクリックします。フィレット (Fillet) PropertyManager が表示されます。

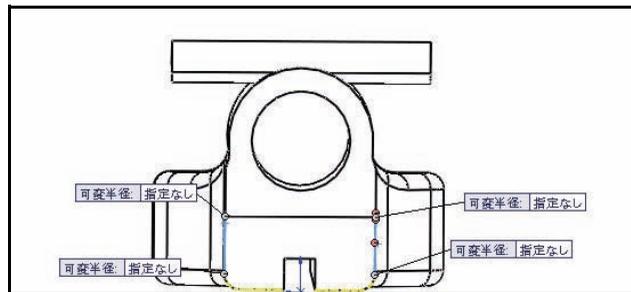
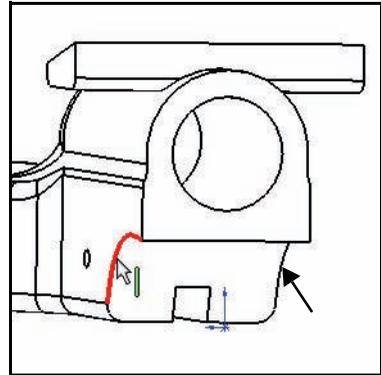
**マニュアル (Manual)** タブをフィレット (Fillet) PropertyManager でクリックします。デフォルトで固定半径 (Constant radius) のフィレットタイプが選択されます。

**可変半径 (Variable radius)** ボックスをフィレットタイプ (Fillet Type) に選択します。



2 つのカーブしたエッジ  
をクリックします。

可変半径 (Variable  
radius) ボックスをク  
リックし、モデルの外  
にドラッグします。



左上の**指定なし**

(Unassigned) ボック  
スの内側をクリックし  
ます。

15mm を入力します。

右上の**指定なし**

(Unassigned) ボック  
スの内側をクリックし  
ます。

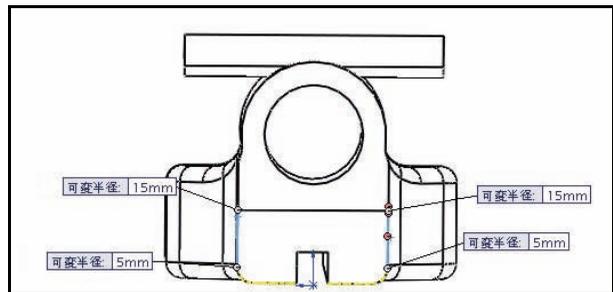
15mm を入力します。

左下の**指定なし** (Unassigned) ボックスの内側をクリックします。

5mm を入力します。

右下の**指定なし** (Unassigned) ボックスの内側をクリックします。

5mm を入力します。



OK  をフィレット (Fillet) PropertyManager からクリックします。VarFillet1 フィーチャーを FeatureManager で表示します。

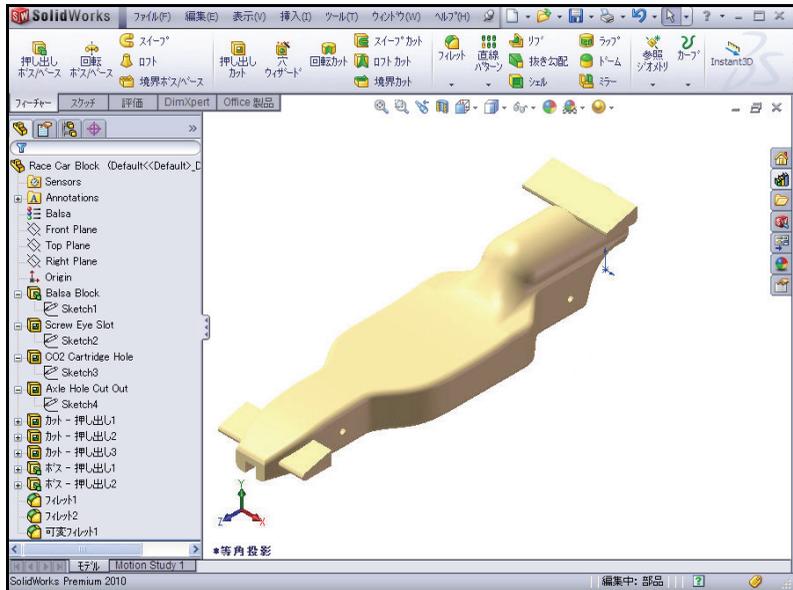
等角投影 (Isometric)  ビューをヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

シェイディング (Shaded)  をヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

## 5 モデルを保存する

保存 (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。

モデルを表示します。



## アセンブリの作成

Race Car Block でアセンブリを作成します。ホイールと車軸を挿入します。

### 1 アセンブリを作成する

**部品 / アセンブリからアセンブリ作成** (Make Assembly from Part/Assembly) ツールをメニューバー ツールバーからクリックします。

**OK** をクリックし、デフォルトのアセンブリ テンプレートを確定します。アセンブリを開始 (Begin Assembly) PropertyManager が表示されます。

Race Car Block 部品ファイルがドキュメントを開く (Open documents) ボックスのリストに表示されます。

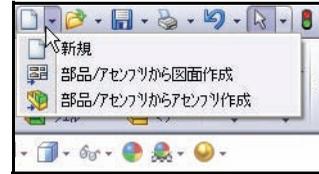
### 2 構成部品を見つける

**OK**  をアセンブリを開始 (Begin Assembly) PropertyManager からクリックします。

(f) Race Car Block が固定部品としてアセンブリの FeatureManager デザイン ツリーに表示されます。

### 3 平面を非アクティブにする

必要に応じて、**表示** (View) をクリックし、**平面** (Planes) をメニューバー メニューから選択解除します。



**注記：** アセンブリに最初に追加された構成部品は、デフォルトで固定されます。固定された構成部品は、非固定にしない限り、動かせなくなります。

#### 4 等角投影図を隠線なしで設定する

**等角投影 (Isometric)**  をヘッズアップビューツールバーからクリックします。

**隠線なし (Hidden Lines Removed)**  をヘッズアップビューツールバーからクリックします。

#### 5 アセンブリを保存する

**保存 (Save)**  をメニューバーメニューからクリックします。

アセンブリを Race Car という名前で、ダウンロードしたフォルダーに保存します。

**注記：** 必要に応じて、**表示 (View)** をクリックし、**全アノテート アイテム (All Annotations)** を選択解除します。



## 6 車軸を挿入する

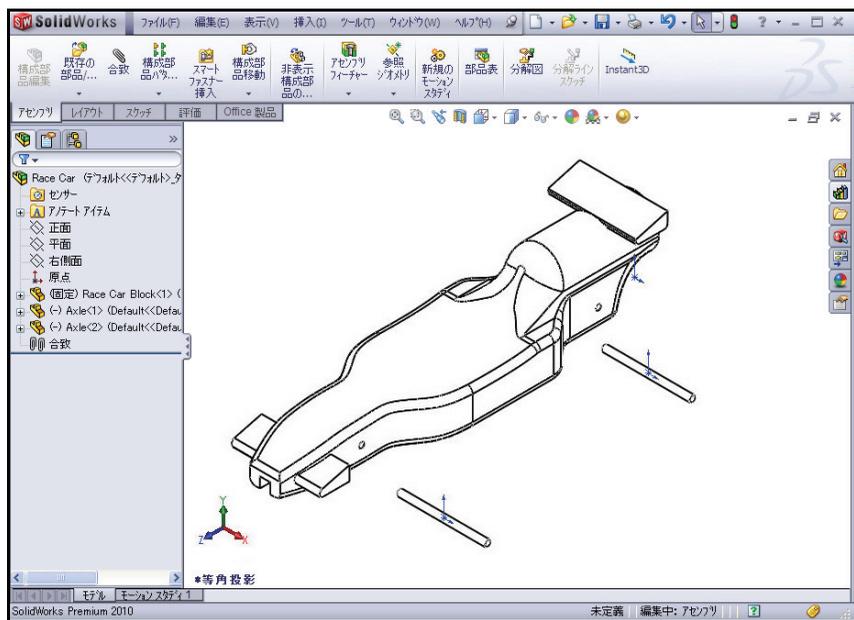
**Axle** 部品をデザイン ライブラリ (Design Library) ウィンドウからクリックしてドラッグします。

車の後ろ近くの**位置**をクリックします。構成部品の挿入 PropertyManager が表示されます。2つ目の車軸がマウス ポインタに表示されます。

**2つ目の Axle** を車の前の方にドラッグします。**位置**をクリックします。

**キャンセル** (Cancel)  を構成部品の挿入 (Insert Component) PropertyManager からクリックします。FeatureManager を表示します。

Axle <1> と Axle <2> が表示されます。



## 7 1つ目のホイールを挿入する

**Wheel** 部品をデザイン ライブラリ ウィンドウからクリックしてドラッグします。

車の右後ろ近くの**位置**をクリックします。構成部品の挿入 PropertyManager が表示されます。2つ目のホイールがマウス ポインタに表示されます。

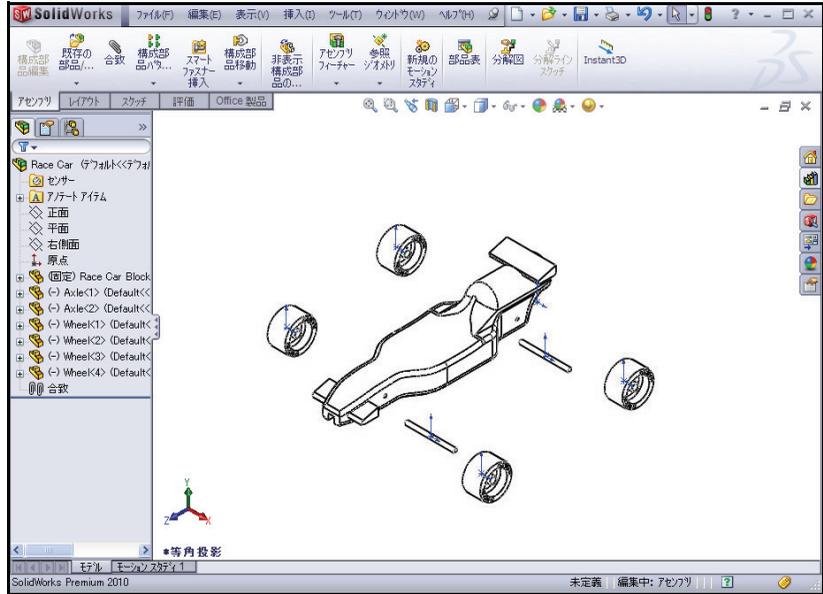
## 8 残りの3つのホイールを挿入する

**2つ目の Wheel**、Wheel<2> を車の右前近くに挿入します。

**3つ目の Wheel**、Wheel<3> を車の左後ろ近くに挿入します。

**4つ目の Wheel**、Wheel<4> を車の左前近くに挿入します。

キャンセル (Cancel)  を構成部品の挿入 (Insert Component) PropertyManager からクリックします。更新された FeatureManager を表示します。



9 原点を非アクティブにする

表示 (View) をクリックし、原点 (Origins) をメニューバーメニューから選択解除します。

10 モデルを保存する

保存 (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。

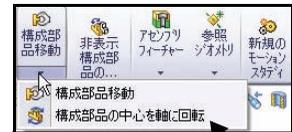
11 構成部品回転ツールを適用する

モデルの左側にある2つのホイールを回転させます。

アセンブリ (Assembly) タブを CommandManager からクリックします。

Wheel<3> を FeatureManager からクリックします。これは、左後ろのホイールです。

構成部品回転 (Rotate Component)  ツールをアセンブリ ツールバーからクリックします。構成部品回転 (Rotate Component) PropertyManager が表示されます。



図のように、Wheel<3> を回転させます。

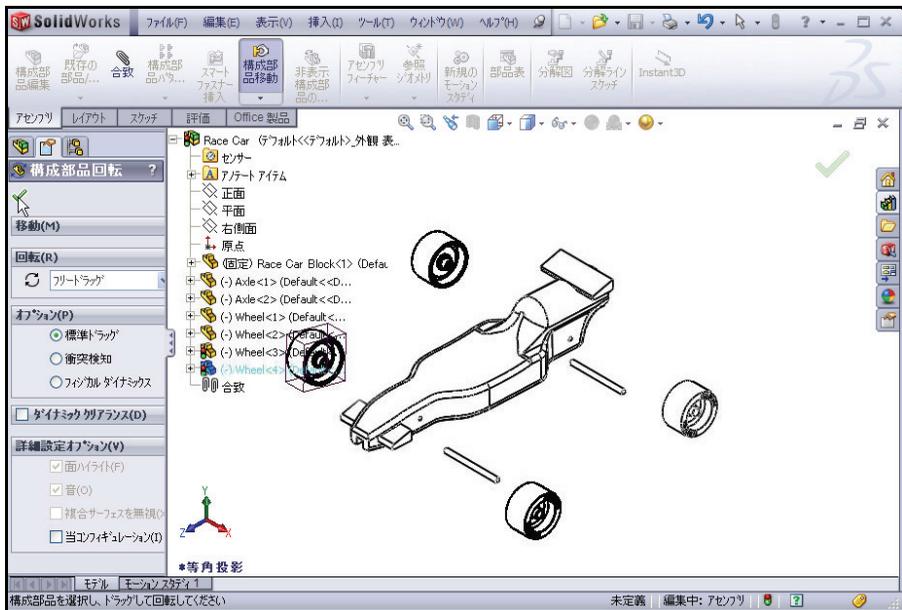
Wheel<4> をフライアウト FeatureManager からクリックします。これは、左前のホイールです。

図のように、Wheel<4> を回転させます。

**OK**  を構成部品回転 (Rotate Component) PropertyManager からクリックします。

## 12 モデルを再構築する

再構築 (Rebuild)  をメニューバーからクリックします。



## 合致の挿入

アセンブリとは、2つ以上の部品や他のアセンブリ（サブアセンブリ）が合致されているドキュメントをいいます。アセンブリでは、部品やサブアセンブリは構成部品と呼ばれます。合致は、構成部品間の関係を定めます。面は、合致で最もよく使用する形状です。ここでは、既存のサブアセンブリを合致させ、作成した車の部品を基にアセンブリを構築します。

合致には、**標準合致**（Standard Mates）、**詳細設定合致**（Advanced Mates）、**機械的な合致**（Mechanical Mates）の3つのタイプがあります。

### 標準合致

- 一致
- 平行
- 垂直
- 正接
- 同心円
- ロック
- 距離
- 角度

### 詳細設定合致

- 対称
- 幅
- パス合致
- 直線 / 直線カプラー
- 距離 / 角度制限

合致を作成するには、さまざまなタイプの形状を選択できます。

- 面
- 平面
- エッジ
- 頂点
- スケッチ線と点
- 軸と原点

**注記：** このセクションでは、正しいスケッチ エンティティが表示されるようにモデルを配置します。ヘッズアップ ビュー ツールバーの**一部拡大**（Zoom to Area） ツール、マウスの中ボタン、**f** および **z** キーを利用しましょう。



## 1 車軸をボディと合致させる

後ろの車軸とボディの間に一致合致を作成します。

**合致 (Mate)**  ツールをアセンブリ ツールバーからクリックします。合致 (Mate) PropertyManager が表示されます。

**ヒント** : 表示を拡大/縮小または回転させて、合致させる面やエッジを選択しやすくします。

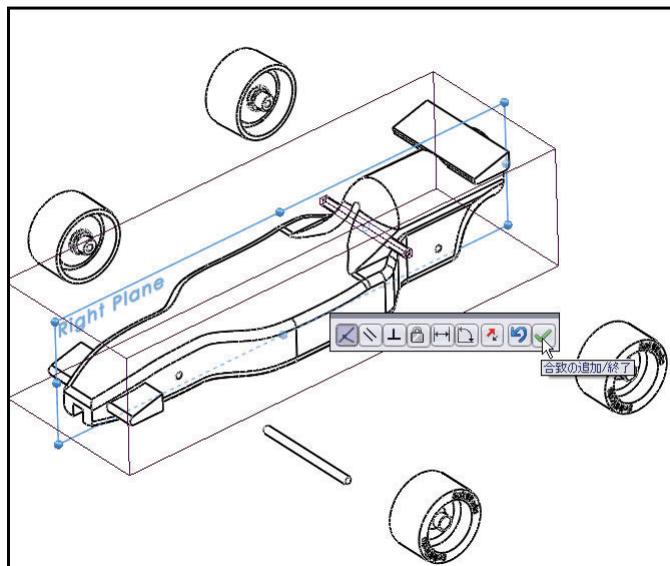
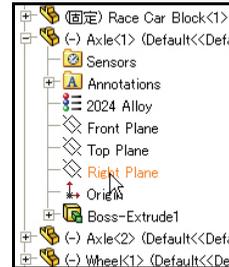
Race Car のフライアウト FeatureManager をグラフィックス領域で展開します。

Race Car Block/Right Plane をフライアウト FeatureManager でクリックします。

Race Car Axle<1>/Right Plane をフライアウト FeatureManager でクリックします。一致合致がデフォルトで選択されます。

選択した平面が合致設定 (Mate Selections) ボックスに表示されます。

**合致の追加 / 終了 (Add/Finish Mate)**  をクリックし、合致を確定します。



## 2 同心円合致を挿入する

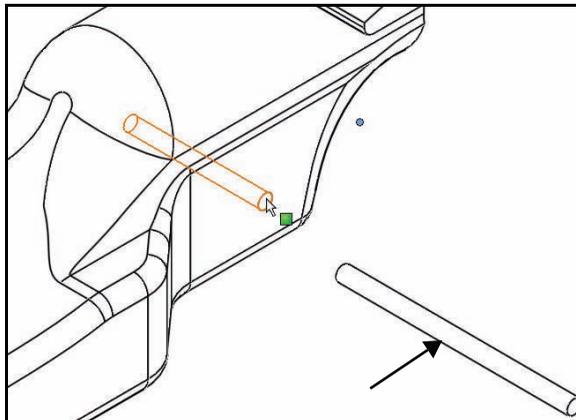
後ろの車軸とボディの間に同心円合致を作成します。

図のように、Axle<1>をドラッグします。

後ろの穴の**内側の円筒形面**をクリックします。

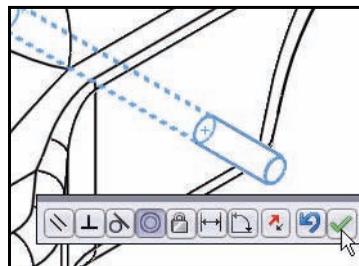
Axle<1>の**外側の円筒形面**をクリックします。

同心円合致がデフォルトで選択されます。



**合致の追加 / 終了** (Add/Finish Mate)  をクリックし、合致を確定します。

**注記 :** このセクションでは、正しいスケッチ エンティティが表示されるようにモデルを配置します。 **一部拡大** (Zoom to Area)  ツール、マウスの中ボタン、**f** および **z** キーを利用しましょう。



## 3 一致合致を挿入する

前の車軸とボディの間に一致合致を作成します。

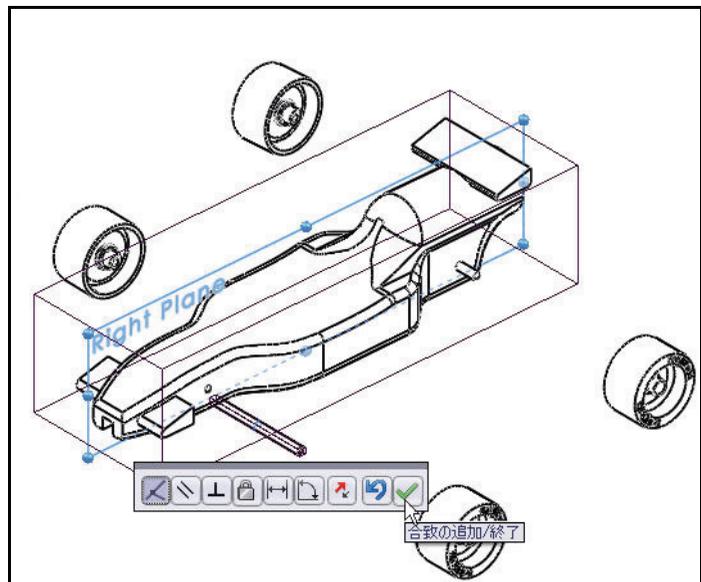
Race Car Block/  
Right Plane をフライアウト  
FeatureManager でクリッ  
クします。

Race Car Axle<2>/  
Right Plane をフライアウト  
FeatureManager でクリッ  
クします。

一致合致がデフォルトで選  
択されます。



合致の追加 / 終了  
(Add/Finish  
Mate)  をク  
リックし、合致  
を確定します。



#### 4 同心円合致を挿入する

前の車軸とボディの間に同心円合致を作成します。

図のように、Axle<2> をドラッグします。

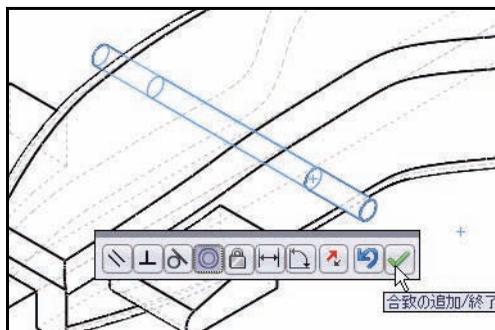
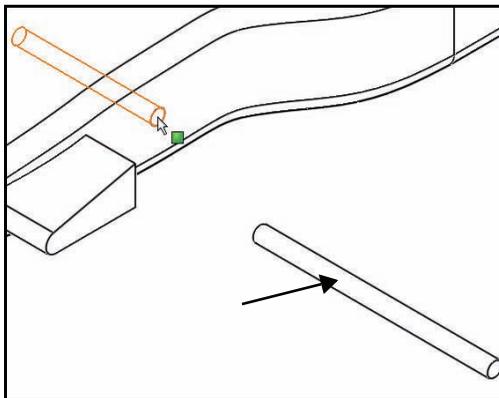
前の穴の**内側の円筒形面**をクリックします。

Axle<2>の**外側の円筒形面**をクリックします。

同心円合致がデフォルトで選択されます。

**合致の追加 / 終了** (Add/Finish Mate)  をクリックし、合致を確定します。

次のセクションでは、ホイールと車軸を合致させます。



## 5 ホイールを車軸と合致させる

前の車軸と右前のホイールの間に同心円合致を作成します。

Axle<2> の外側の円筒形面をクリックします。

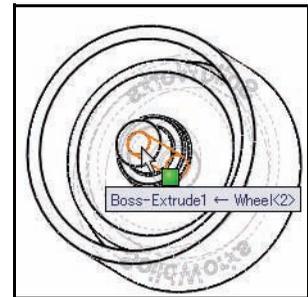
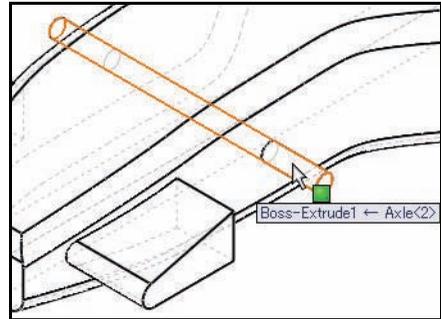
右前の Wheel<2> の内側の円筒形面をクリックします。

同心円合致がデフォルトで選択されます。

合致の追加/終了 (Add/Finish Mate)

をクリックし、合致を確定します。

**注記：** モデルを配置し、正しいスケッチエンティティを表示します。



## 6 距離合致を作成する

右前の Axle<2> の外側の端面と右前の Wheel<2> の外側の面の間に距離合致を作成します。

右前の Axle<2> の外側の端面をクリックします。

シェイディング (Shaded)  をヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

右前の Wheel<2> の外側の面を図のようにクリックします。

距離合致 (Distance Mate)  ツールをクリックします。

7mm を入力します。

合致の追加/終了 (Add/Finish Mate)  をクリックし、合致を確定します。

## 7 残りの3つのホイールを前と後ろの車軸に合致させる

上の手順を繰り返し、車軸とホイールの間同心円合致を作成します。

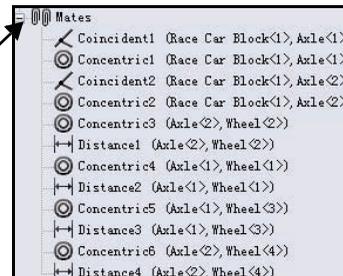
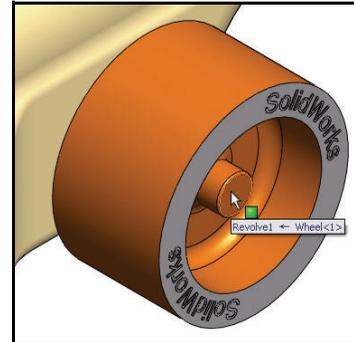
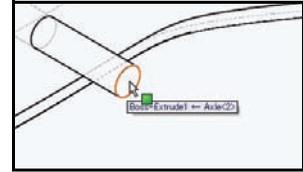
車軸の外側の端面とホイールの外側の面の間に距離合致を作成します。

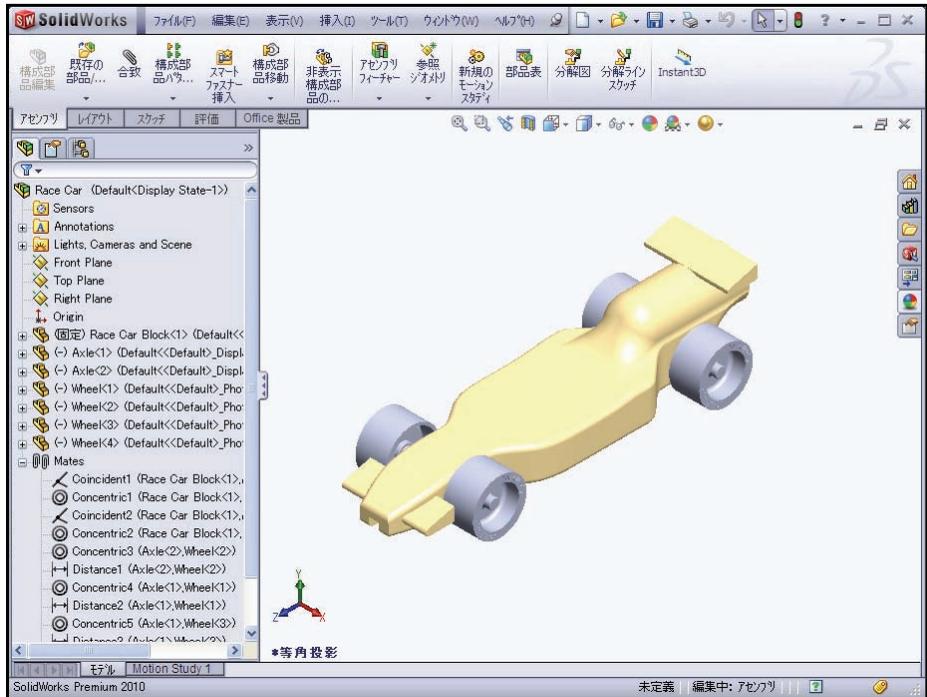
OK  を合致 (Mate) PropertyManager からクリックします。

## 8 作成した合致を表示する

Mates フォルダーを FeatureManager から展開します。

作成した合致を表示します。





## 9 モデルを保存する

保存 (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。

## レース カーの重量の計算

完成後の車の重さは、55グラムほどになるはずですが。これには、CO<sub>2</sub> カートリッジは含まれていません。モデルの重さを確認します。質量特性 (Mass Properties) ツールを適用します。

- 1 評価 (Evaluate) タブを CommandManager からクリックします。

**質量特性 (Mass Properties)** を評価ツールバーからクリックします。質量特性 (Mass Properties) ダイアログ ボックスが表示されます。

**オプション (Options)** ボタンをクリックします。

**ユーザー定義設定を使用 (Use custom setting)** ボックスを選択します。

**4** を小数位数 (Decimal place) に選択します。

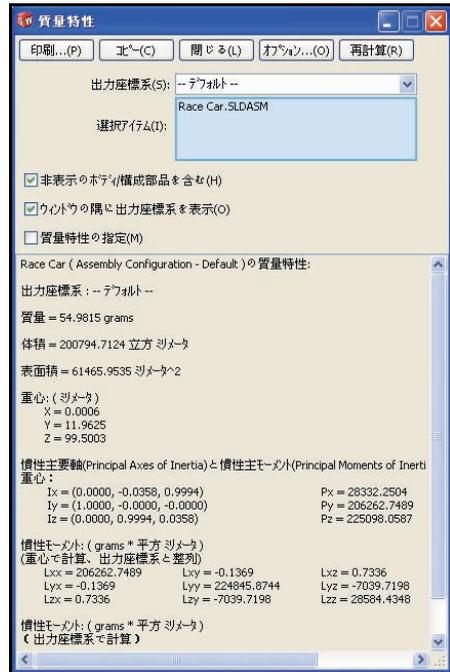
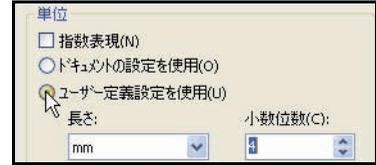
**OK** をクリックします。

質量は 54.9815 グラムです。

**注記 :** すべてのエッジをフィレットしなかった場合、またはフィレットしたエッジが多い場合は質量が異なるかもしれません。

また、アイフック、塗料、デカルや研磨も考慮に入れる必要があります。この質量は推定値として使用し、レースの前に必ず完成した車の重量を測ってください。このレッスンの末尾には、重要な寸法規則のリストがあります。

**注記 :** 2024 Alloyを使用した車軸部品の質量は.9896グラムです。車軸部品を AISI 304 に変更すると、Race Car の総質量は約 3.67 グラム増えます。練習として、このことを調べてみてください。



質量特性 (Mass Properties) ダイアログ ボックスを閉じます。

## 2 モデルを保存する

保存 (Save)  をメニュー バー ツールバーからクリックします。

## レース カーの全長の計算

完成後の車の長さは 210mm 未満、ホイールは最小 26mm および最大 34mm になるはずです。測定 (Measure) ツールを適用し、これらのRace Carアセンブリの測定値を取得しましょう。



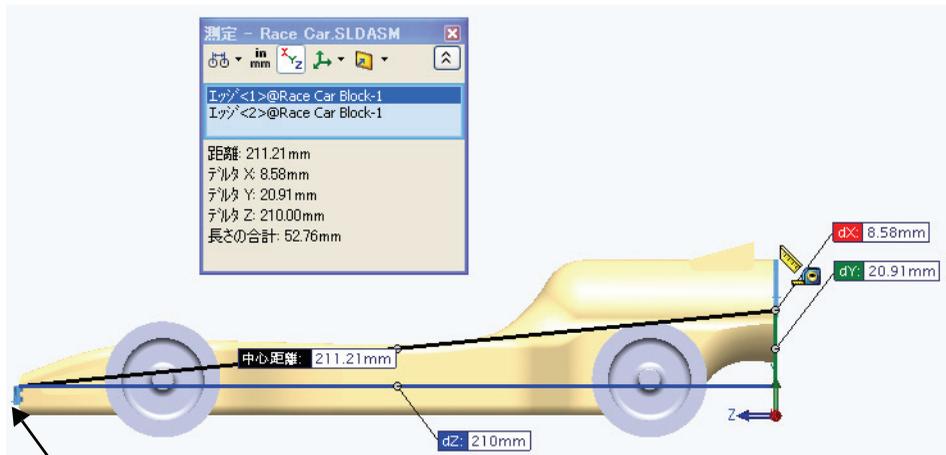
### 1 車の全体長さを測定する

右側面 (Right)  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

測定 (Measure)  ツールを評価ツールバーからクリックします。Measure - Race Car ダイアログ ボックスが表示されます。

Race Carの**前のエッジ**をクリックします。必要に応じて、**拡大表示 (Zoom in)** でエッジを選択します。

Race Carの**後ろのエッジ**をクリックします。注記：点や面ではなく、エッジを選択してください。結果を表示します。





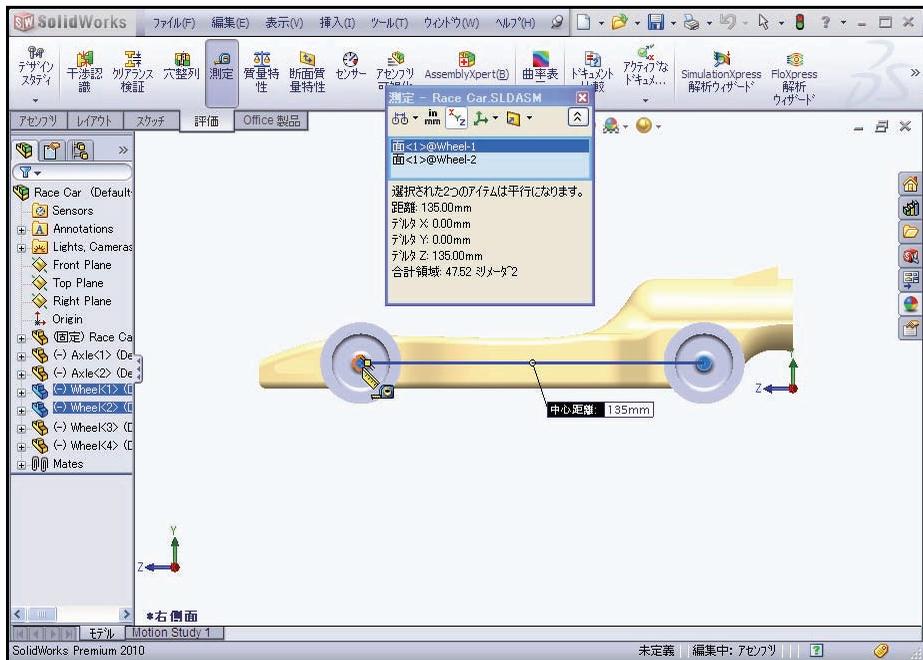
- 3 2つのホイール ハブ間の中心距離を測定する  
選択ボックスの内側を右クリックします。

選択解除 (Clear Selections) をクリックします。

前の Wheel<1> の正面のハブの面をクリックします。

後ろの Wheel<2> の正面のハブの面をクリックします。ホイールハブ間の中心距離は135mmです。

Measure - Race Car ダイアログボックスを閉じます。



## 分解図の作成

製造時には、アセンブリの構成部品間に一定の距離を置いて表示し、関係を視覚的に分析することが多くの場合効果的です。アセンブリを分解すると、それぞれの構成部品を離して表示することができます。

分解図は 1 つまたは複数の分解ステップで構成されます。分解図は、それが作成されたアセンブリ コンフィギュレーションに保存されます。1 つのコンフィギュレーションは 1 つの分解図をもつことができます。

分解 (Explode) PropertyManager はアセンブリの分解図を作成または編集すると、表示されます。

**注記：** アセンブリが分解されている間はアセンブリに合致関係を追加できません。

### 1 分解図のコンフィギュレーションを作成する

**等角投影 (Isometric)**  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

**ConfigurationManager**  タブをクリックします。

**Default (Default)** を ConfigurationManager から右クリックします。

**新規分解図 (New Exploded View)**  ツールをクリックします。分解 (Explode) PropertyManager が表示されます。

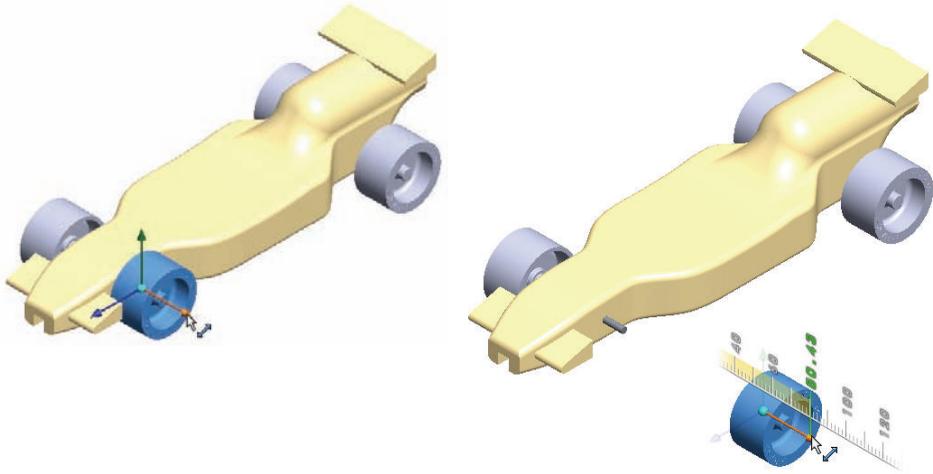
モデルの**右前**の wheel<2> をグラフィックス領域でクリックします。トライアドが表示されます。

**赤 / オレンジのトライアド** 矢印をクリックし、右にドラッグします。

**注記：** Axle<2> のスペースを残すように、ホイールを十分に離れた位置までドラッグします。

**完了 (Done)** ボタンを設定 (Settings) ボックスからクリックします。



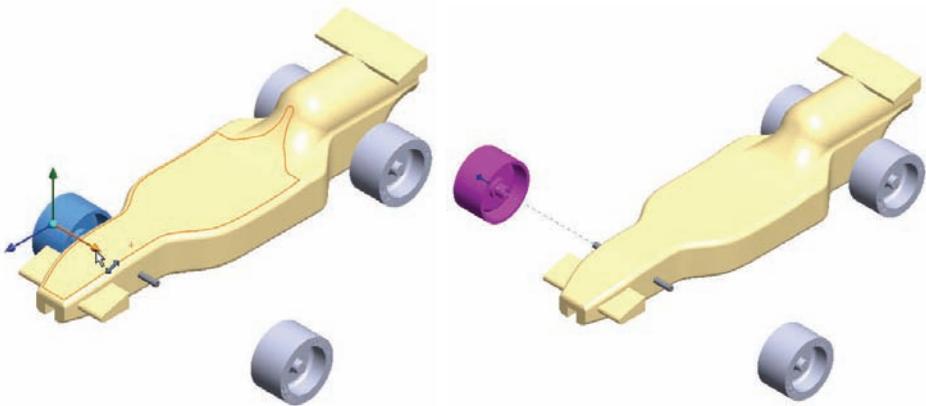


## 2 分解ステップ 2 を作成する

モデルの**左前**のWheel<4>をクリックします。トライアドが表示されます。

**赤/オレンジ**のトライアド矢印をクリックし、左にドラッグします。

**完了 (Done)** ボタンを設定 (Settings) ボックスからクリックします。



## 3 分解ステップ 3 を作成する

モデルの**右後ろ**のWheel<1>をクリックします。トライアドが表示されます。

**赤/オレンジ**のトライアド矢印をクリックし、右にドラッグします。Axle<1>のスペースを残すように、ホイールを十分に離れた位置までドラッグします。

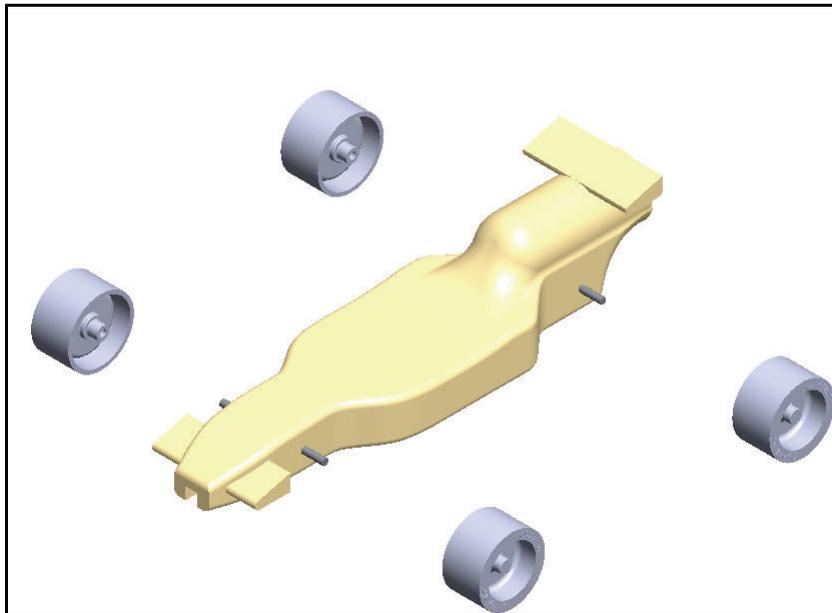
**完了 (Done)** ボタンを設定 (Settings) ボックスからクリックします。

#### 4 分解ステップ4を作成する

モデルの**左後ろ**のWheel<3>をクリックします。トライアドが表示されます。

**赤 / オレンジのトライアド**矢印をクリックし、左にドラッグします。

**完了 (Done)** ボタンを設定 (Settings) ボックスからクリックします。結果を表示します。



#### 5 分解ステップ5を作成する

モデルの**前**の Axle<2> をクリックします。トライアドが表示されます。

**赤 / オレンジのトライアド**矢印をクリックし、右にドラッグします。

**完了 (Done)** ボタンを設定 (Settings) ボックスからクリックします。

#### 6 分解ステップ6を作成する

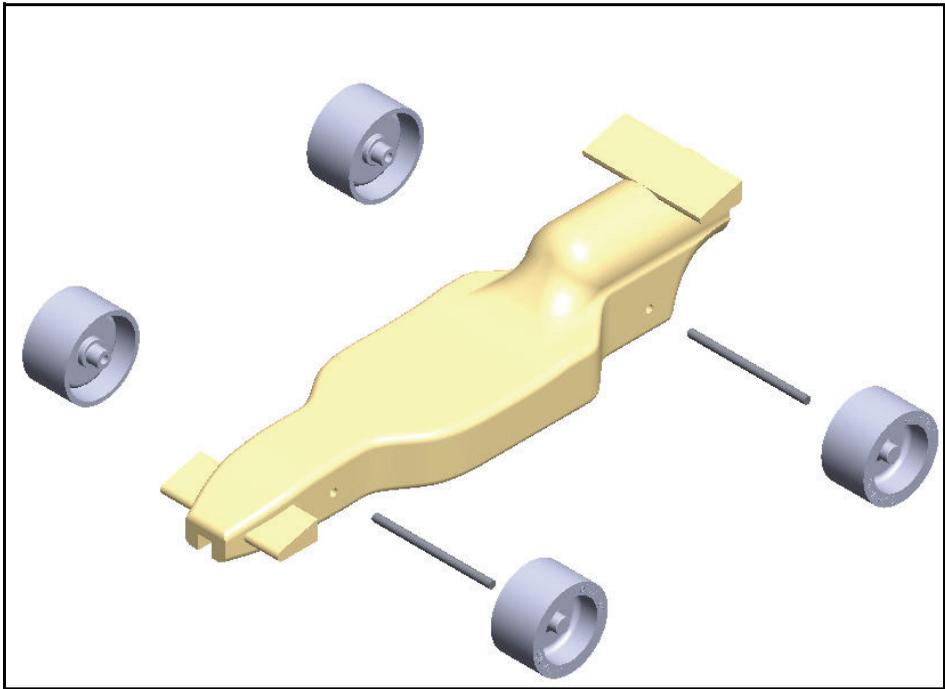
モデルの**右後ろ**の Axle<1> をクリックします。トライアドが表示されます。

**赤 / オレンジのトライアド**矢印をクリックし、右にドラッグします。

**完了 (Done)** ボタンを設定 (Settings) ボックスからクリックします。モデルを表示します。



それぞれの**分解ステップ** (Explode Step) を分解ステップ (Explode Step) ボックスで展開します。結果を表示します。



#### 7 ConfigurationManager に戻る

OK  を分解 (Explode) PropertyManager からクリックします。

#### 8 アセンブリをアニメーション表示する

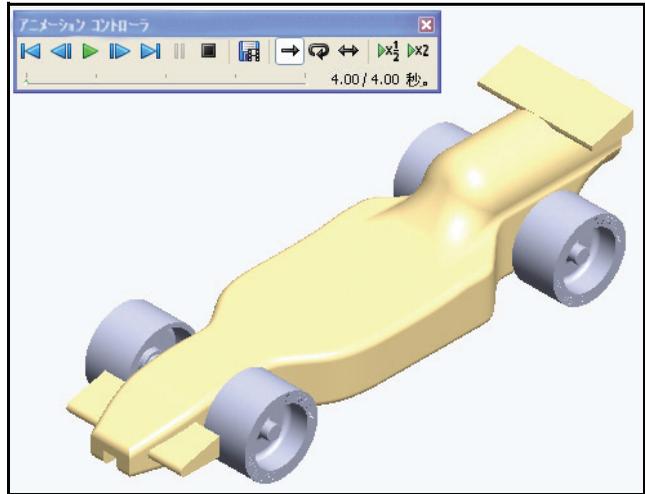
デフォルト (Default) コンフィギュレーションを展開します。ExpView1 が表示されます。

ExpView1 を右クリックします。

収縮のアニメーション (Animate collapse) をクリックします。結果を表示します。



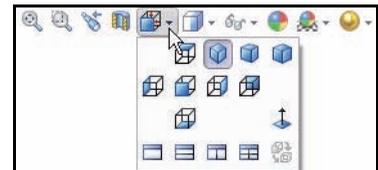
再生 (Play) ボタン  
をアニメーション  
コントローラ  
(Animation  
Controller) ダイア  
ログ ボックスから  
クリックします。  
Race Car のアニ  
メーションを確認  
します。  
アニメーション  
コントローラ  
(Animation  
Controller) ダイア  
ログ ボックスを閉  
じます。



9 FeatureManager に戻る  
FeatureManager  タブをクリック  
します。



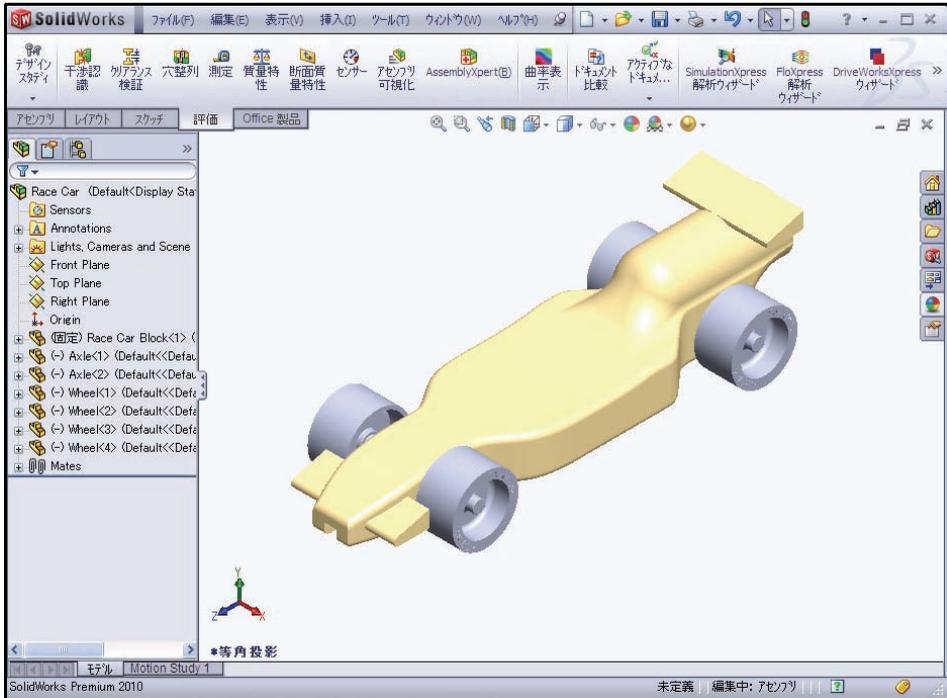
10 モデルを保存する  
等角投影 (Isometric)  をヘッズアッ  
プ ビュー ツールバーからクリック  
します。



保存 (Save)  をメニュー バーから  
クリックします。

これで、アセンブリでの作業は終わ  
りました。

次のセクションでは、アセンブリか  
ら個々の部品を開いて測定ツールを適用します。



## 11 Race Car Block 部品をアセンブリから開く

(f) Race Car Block<1> を FeatureManager から右クリックします。

部品を開く (Open Part)  をコンテキスト ツールバーからクリックします。Race Car Block の FeatureManager が表示されます。



## 12 Race Car アセンブリに戻る

ウィンドウ (Window)、Race Carをメニューバーメニューからクリックします。Race Car アセンブリが表示されます。

## 13 Axle 部品をアセンブリから開く

Axle<1> を FeatureManager から右クリックします。

**部品を開く (Open Part)**  をコンテキストツールバーからクリックします。Axle の FeatureManager が表示されます。

## 14 Axle に測定ツールを適用する

全体長さを測定します。

**正面 (Front)**  ビューをヘッズアップビューツールバーからクリックします。

**f**キーを押し、モデルをグラフィックス領域にフィットさせます。

### 測定 (Measure)

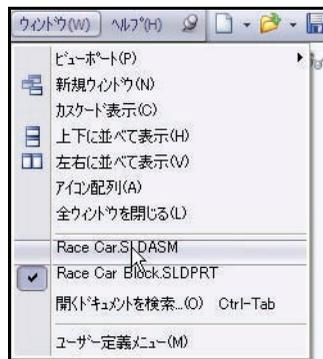
 ツールを評価ツールバーからクリックします。Measure - Axle ダイアログボックスが表示されます。

Axle<1> の**左のエッジ**をクリックします。

必要に応じて、**拡大表示 (Zoom in)** でエッジを選択します。

Axle<1> の**右のエッジ**をクリックします。

結果を表示します。



## 15 Axle の直径を測定する

図のように選択ボックスの内側を右クリックします。

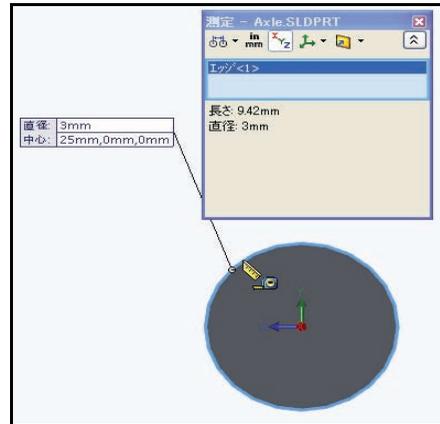
選択解除 (Clear Selections) をクリックします。

右側面 (Right)  ビューをヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

Axle<1>の円周をクリックします。直径は3mmです。

Measure - Axle ダイアログボックスを閉じます。

等角投影 (Isometric)  ビューをヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。



## 16 Race Car アセンブリに戻る

ウィンドウ (Window)、Race Car をメニューバーメニューからクリックします。

Race Car アセンブリが表示されます。



### 17 さまざまなシーンや設定表示を調べてみる

ヘッズアップ ビュー ツールバーで**シーン適用** (Apply scene)  ツールからドロップダウン矢印をクリックします。

オプションを確認します。

**背景 - アンビエント (白)** (Backdrop - Ambient White) をクリックします。

グラフィックス領域で結果を表示します。

**ベーシック ホワイト** (Plain White) をクリックします。

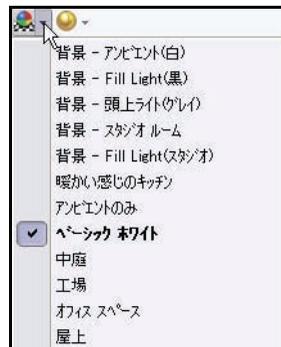
グラフィックス領域で結果を表示します。

**暖かい感じのキッチン** (Warm Kitchen) をクリックします。

ヘッズアップ ビュー ツールバーで**設定表示** (View settings)  ツールからドロップダウン矢印をクリックします。

**影付シェイディング表示** (Shadows In Shaded Mode)  アイコンをクリックします。

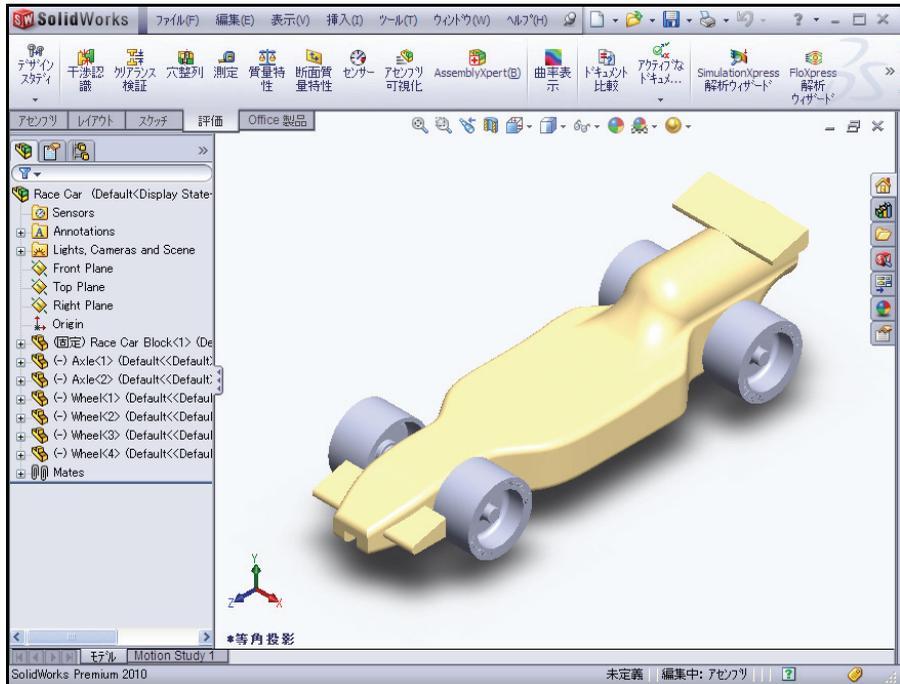
マウスの中ボタンでモデルを**回転**させます。  
結果を表示します。



## 18 モデルを保存する

**等角投影 (Isometric)**  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

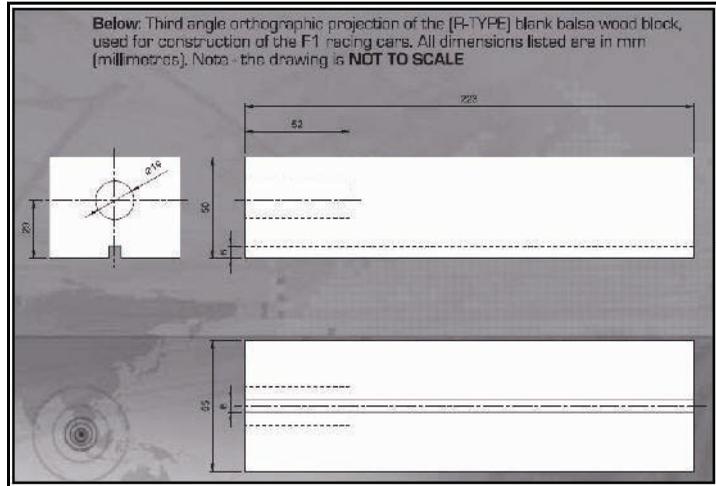
**シェイディング (Shaded)**  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。



**保存 (Save)**  をメニュー バーからクリックします。これで、アセンブリでの作業は終わりました。CO2 Cartridge Race Car アセンブリの寸法規則の一部については、以下を参照してください。次のレッスンでは、寸法を含む Race Car アセンブリ図面を作成します。

## レース カーの寸法規則

以下は、Race Car BlockとCO<sub>2</sub>カートリッジの穴に対する寸法規則（タイプ R）の一部です。寸法規則を確認し、測定ツールを適用して設計要件が満たされていることを確認してください。



ボディの寸法は、  
F1schools.co.uk サイトの 2009 -  
2010 Rules and Regulations フォル  
ダーからコピーしたものです。

Body Dimensions			
No.	Structure	Min.	Max.
3a.	Full body length *	170	210
3b.	Body height above the track* (excluding eyelets) including side pods and wings	3	10
3c.	Body width at side pods*	50	65
3d.	Total body width, including wheels *	60	85
<i>(all dimensions stated in millimetres, mm.)</i>			
No.	Structure	Min. Weight	
3e.	Body weight without the CO <sub>2</sub> cartridge <i>(all weight values stated in grams, g.)</i>	55.0	
3f.	No part of the body should be less than 3mm thick - this excludes air foils / wings		
3g.	Maximum body height (including aerofoils)		60
* Additional Notes			
3a. measured between front and rear extremities of body.			
3b. measured from track surface to the car body.			
3c. measured from side-to-side of the car body - the side pods are the part of the car that flanks the sides of the cockpit area of the car. The outside face of the side pods when viewed from the side the pods must present a surface measuring not less than 30X15 mm - a sticker of 30X15mm will be applied to both side pods and must be 100% visible when viewed from the side. Side pods can be convex, concave or flat but capable of taking the F1 in Schools promotional logo decal.			
3d. measured between outside edges of the wheels or body, whichever is widest.			

ホイールの寸法は、  
F1inschools.co.uk サイトの 2009 -  
2010 Rules and Regulations フォル  
ダーからコピーしたものです。

### Wheel Dimensions

4a. All F1 cars must have 4 wheels, two at the front, two at the rear and all wheels must be cylindrical.

4b. All wheels must fit the following criteria:

No.	Structure	Min.	Max.
4c.	Front wheel diameter *	26	34
4d.	Front wheel width * (at surface contact point)	15	19
4e.	Rear wheel diameter *	26	34
4f.	Rear wheel width * (at surface contact point)	15	19

(all dimensions stated in millimetres, mm.)

4g. All 4 wheels must touch the racing surface at the same time and all wheels should roll easily.

4h. Wheel dimensions must be consistent with the whole diameter/circumference of the wheel.

4i. A school/college/organised youth group may manufacture their own wheels, as long as they fit within the set specification.

#### \* Additional Notes

4c. & 4e. measured to the extreme outer edges of each wheel.  
4d. & 4f. measured between the extreme edges (including any protrusions).

ホイールからボディま  
での寸法の設計要件は、  
F1inschools.co.uk サイト  
の 2009 - 2010 Rules and  
Regulations フォルダーか  
らコピーしたものです。

### Wheel to Body Dimensions

The wheels are not allowed to be inside the car body and 100% of the wheel should be visible from the plan, side and views.

No.	Structure	Yes / No
5a.	Front wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No
5b.	Rear wheel visible (from the plan/side view)	Yes / No

動力装置の寸法の設計要件は、F1inschools.co.uk サイトの 2009 - 2010 Rules and Regulations フォルダからコピーしたものです。

車体とウィングの寸法の設計要件は、F1inschools.co.uk サイトの 2009 - 2010 Rules and Regulations フォルダからコピーしたものです。

### Power Plant

The event organisers will provide all CO<sub>2</sub> cartridges for the regional finals, national finals and World Championship.

No.	Structure	Min.	Max.
6a.	CO <sub>2</sub> cartridge chamber diameter	19.1	19.9
6b.	Lowest point of chamber to the track surface *	22.5	30
6c.	Depth of hole	50	60
6d.	Wall thickness around cartridge *	3.1	-

6e. No paint is allowed inside the chamber (please seal off or protect the chamber while painting).

**\* Additional Notes**

6b. measured from track surface to lowest surface part of the CO<sub>2</sub> chamber.  
6d. clear space surrounding the CO<sub>2</sub> cartridge below 3 mm the car will not be allowed to race and loose marks accordingly.

### Car Body and Wings

8a. The car body including side pods AND rear wing, must be machined from a single piece of balsa wood. Aerofoils at the front may be machined as part of the car body or from a separate material - non-metallic.

8b. The design of the completed R-TYPE car should resemble an actual F1 car and shall include the following features:  
An aerofoil on the front nose of the car, an aerofoil on the rear of the car and side pods on both sides of the car.

No.	Structure	Min.	Max.
8c.	Rear/Front Wing width (where the wing is split by the body of the car, the width is calculated as a sum of both parts.)	40	65
8d.	Rear/Front wing depth	15	25
8e.	Front wing thickness	1	12
8f.	Rear wing thickness	3	12

**\* Additional Notes**

The whole of the front aerofoil when viewed from the side must be in front of the centre line of the front axle.  
The whole of the rear aerofoil when viewed from the side must be behind the centre line of the rear axle.  
A driver cockpit/driver is an optional feature.  
Designs will be tested and examined for any implants or voids hidden within the car body.

8e/8f. The minimum depth of both front and rear wings is to be measured at the narrowest point on each wing.



## Lesson 3 アセンブリ図面の作成

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- Race Car アセンブリの B サイズ シートの図面を作成する
- タスク パネルでパレット表示 (View Palette) を適用する
- 部品表を含む等角投影図を挿入する
- 表示スケールを変更する
- シート スケールを変更する
- 図面シートを追加する
- 図面のタイトルブロックを編集する
- 正面、平面、右側面図を挿入する
- 図面ビューに寸法を挿入する
- 分解状態の等角投影図を作成する

## 図面

SolidWorksは部品やアセンブリの図面を作成しやすくします。図面は、参照している部品やアセンブリと完全にリンクされています。図面で寸法を変更すると、その変更はモデルに反映されます。同様にモデルを変更すると、図面は自動的に更新されます。

図面は、その対象についての3つのものを伝えます：

- **形状** - ビューは、モデルの形状を伝えます。
- **サイズ** - 寸法は、モデルのサイズを伝えます。
- **他の情報** - 注記は、製造プロセス（例えばドリル、リーマ、貫通穴、塗装、メッキ、研削、熱処理、バリ取り、その他）に関する情報を伝えます。

## アセンブリ図面を作成する

### 1 Race Car アセンブリを開く

**ファイル (File)**、**開く (Open)** をクリックするか、または **開く (Open)**  をメニューバー ツールバーからクリックします。

**参照 (Browse)** で Race Car アセンブリ フォルダーまで移動します。

**開く (Open)** で Race Car アセンブリを開きます。

Race Car アセンブリの FeatureManager が表示されます。





### 3 シートサイズと投影図タイプを選択します

**B (ANSI) 横 (B (ANSI) Landscape)** をシートのフォーマット / サイズ (Sheet Format/Size) に選択します。

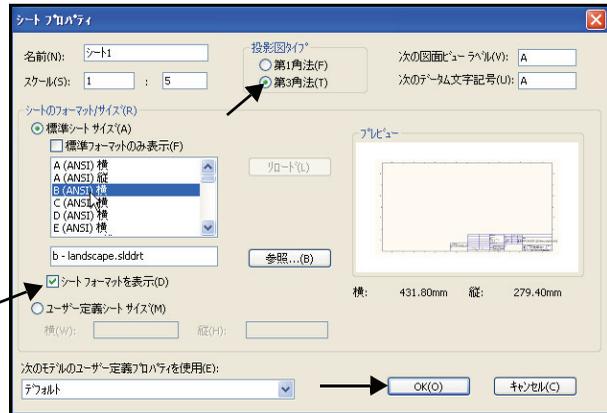
シートのデフォルトの名前は、Sheet1 です。

**第3角法 (Third angle)** を投影図タイプ (Type of projection) に選択します。

シートのスケール (Scale) サイズは 1:5 です。

**シートフォーマットを表示 (Display sheet format)** ボックスを選択します。

**OK** をシート プロパティ (Sheet Properties) ダイアログ ボックスからクリックします。図面シートが表示されます。



### 4 ドキュメントプロパティを設定するツール (Tools)、オプション (Options) を

クリックするか、または**オプション (Options)** をメニューバー ツールバーからクリックします。

**ドキュメントプロパティ (Document Properties)** タブをクリックします。

**ANSI** を全体的な設計規格 (Overall drafting standard) に選択します。



注記： 単位系は、MMGS (mm、g、秒) です。

### 5 アノテートアイテムのフォントを設定する

**Annotations** フォルダをクリックします。

**Font** ボタンをクリックします。フォント選択 (Choose Font) ダイアログボックスが表示されます。図面のフォントを選択します。

**MS Gothic** (Century Gothic) をフォント (Font) ボックスから選択します。

**標準** (Regular) をフォントスタイル (Font Style) ボックスから選択します。

**ポイント** (Points) ボックスを高さ (Height) の領域から選択します。

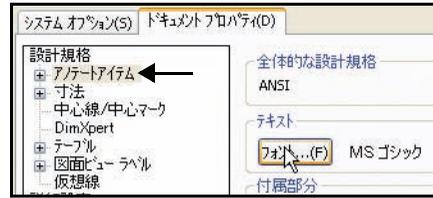
**16** を選択します。

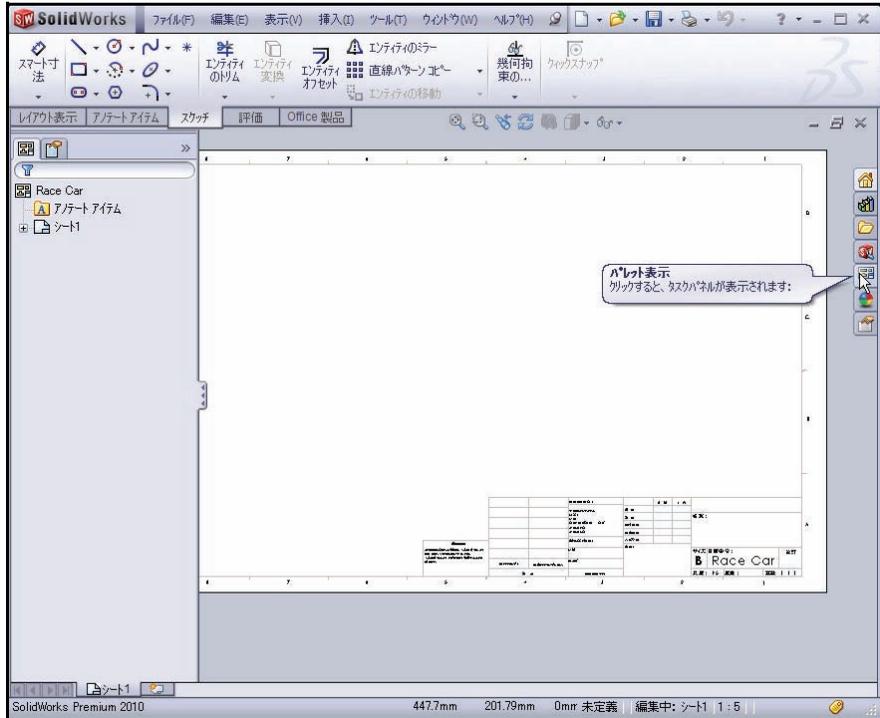
### 6 フォント選択ダイアログボックスを閉じます

**OK** をクリックします。

### 7 グラフィックス領域に戻る

**OK** をクリックします。





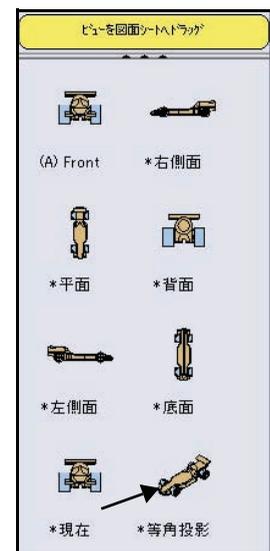
## 8 等角投影図を挿入する

パレット表示を使用し、図面ビューを挿入します。パレット表示には、選択したモデルの標準3面図、アノートアイテムビュー、断面図、フラットパターン（板金部品）のイメージが含まれます。ビューをアクティブな図面シートにドラッグし、図面ビューを作成できます。

必要に応じて、**パレット表示**（View Palette） タブをタスクパネルからクリックします。

\* **等角投影**（\*Isometric）アイコンを Sheet1 にドラッグします。

等角投影図が表示されます。Drawing View1 PropertyManager が表示されます。



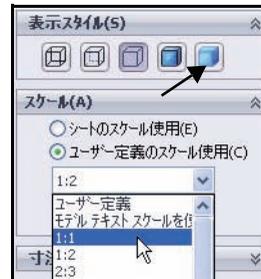
### 9 シートスケールと表示モードを変更する

ユーザー定義のスケール使用 (Use custom scale) ボックスを選択します。

1:1 をドロップダウンメニューから選択します。

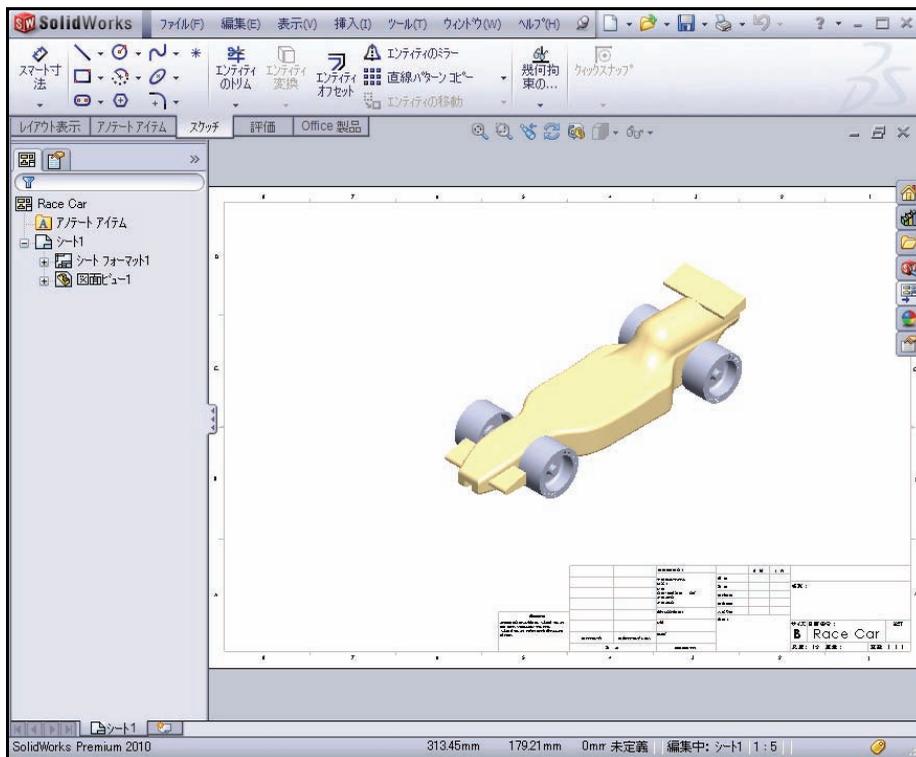
シェイディング (Shaded) を表示スタイル ボックスからクリックします。

Click **OK**  を Drawing View1 PropertyManager からクリックします。



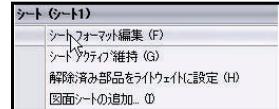
### 10 原点を非アクティブにする

必要に応じて、表示 (View) をクリックし、原点 (Origins) をメニューバーメニューから選択解除します。



**11 タイトルブロックを編集する**

図面シート of タイトルには、アセンブリのファイルプロパティにある情報が自動的に入力されます。



**Sheet1** の内側を右クリックします。等角投影図の内側はクリックしないでください。

**シート フォーマット編集**

(Edit Sheet Format) をクリックします。

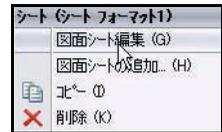
タイトルブロックを**拡大表示 (Zoom in)** します。



タイトルボックスの **Race Car** をダブルクリックします。

**22** をドロップダウンメニューから選択します。

**OK**  を注記 (Note) PropertyManager からクリックします。

**12 図面に戻る**

**図面シート編集 (Edit Sheet)** を右クリックします。

結果を表示します。

### 13 図面をシートにフィットさせる

f キーを押します。

### 14 図面を保存する

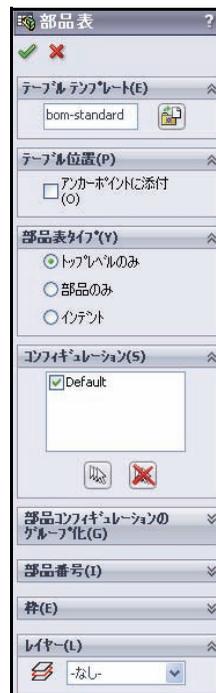
保存 (Save)  をクリックします。デフォルトの名前を確定します。

保存 (Save) をクリックします。

## 部品表の作成

Race Car アセンブリの図面に部品表 (BOM) を挿入します。ツール (Tools)、オプション (Options)、ドキュメント プロパティ (Document Properties)、詳細設定 (Detailing) で部品表の自動更新オプションが選択されている場合、アセンブリの構成部品が追加 / 削除されると変更が部品表にも自動的に反映されます。

部品表に影響を与える変更には、構成部品の追加、削除、置き換え、構成部品名やユーザー定義プロパティの変更などがあります。



## 1 部品表を作成する

等角投影図の**内側**をクリックします。Drawing View1 PropertyManager が表示されます。

**アノテート アイテム** (Annotation) タブを CommandManager からクリックします。

**テーブル** (Tables) 、 **部品表** (Bill of Materials) をクリックします。部品表 (Bill of Materials) PropertyManager が表示されます。デフォルトの設定を確定します。トップレベルのみ (Top level only) がデフォルトで選択されています。bom-standard がテーブル テンプレート (Table Template) ボックスで選択されています。

**OK**  を部品表 (Bill of Materials) PropertyManager からクリックします。

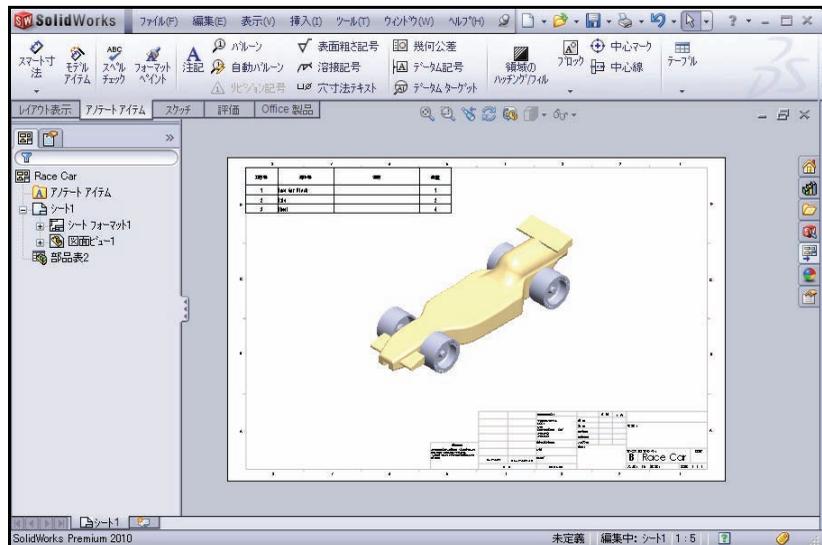
Sheet1 の右上隅の**位置**をクリックします。

結果を表示します。

**注記:** シート フォーマットは、新しい図面を開くときに選択します。標準シートフォーマットには、システム プロパティとユーザー定義プロパティへのリンクが含まれています。

## 2 図面を保存する

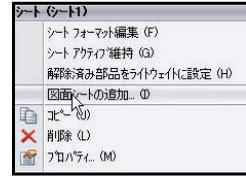
**保存**  (Save) をクリックします。



## 図面に対するシートの追加

### 1 図面にシートを追加する

シートを追加 (Add Sheet) を右クリックします。  
等角投影図の内側はクリックしないでください。  
Sheet2 が表示されます。



## パレット表示を使用した正面、平面、右側面図の挿入

### 1 正面図を挿入する

パレット表示 (View Palette)  タブをタスク パネルからクリックします。

\* 正面 (\*Front) アイコンを Sheet2 の左下隅にドラッグします。正面図が表示されます。投影図 PropertyManager が表示されます。

### 2 平面図を挿入する

正面図の真上の位置をクリックします。平面図が表示されます。

### 3 右側面図を挿入する

正面図の左横の位置をクリックします。右側面図が表示されます。

OK  を投影図 PropertyManager からクリックします。3 つの図面ビューを表示します。

### 4 シートスケールを変更する

Sheet2 の内側を右クリックします。  
図面ビューの内側はクリックしないでください。

プロパティ (Properties) をクリックします。

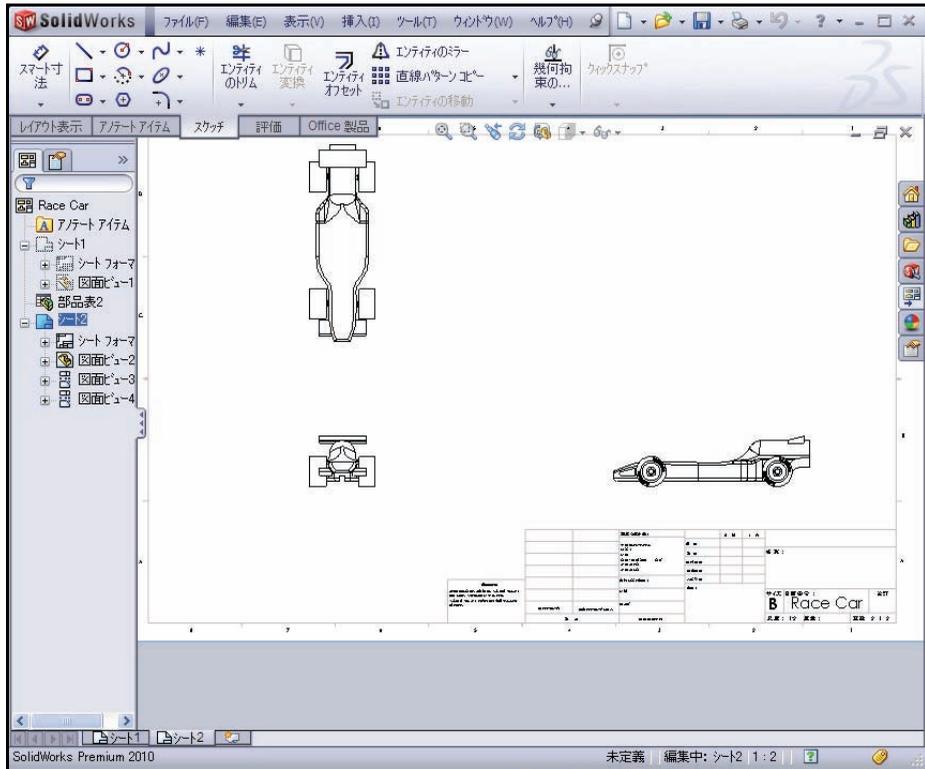
1:2 をスケール (Scale) に入力します。

OK をシート プロパティ (Sheet Properties) ダイアログ ボックスからクリックします。

それぞれの図面ビューをクリックし、適切な位置にドラッグします。



- 5 図面を再構築する  
再構築 (Rebuild)  をメニューバー ツールバーからクリックします。
- 6 図面を保存する  
保存  (Save) をクリックします。



### 右側面の図面ビュー寸法の挿入

#### 1 Sheet2 の右側面図に寸法を挿入する

右側面図を**拡大表示** (Zoom in) します。

**スマート寸法** (Smart Dimension)  をスケッチ ツールバーからクリックします。

右側面図で Race Car の**左のエッジ**をクリックします。

**注記** : エッジを選択し、フィードバック記号アイコンを表示します。

右側面図で Race Car の**右のエッジ**をクリックします。

車の下の**位置**をクリックし、寸法を配置します。車の全体の寸法は 210mm です。



## 2 正面図に2つの寸法を挿入する

f キーを押し、モデルをシートにフィットさせます。

正面図を**拡大表示** (Zoom in) します。

ホイールの**正面左のエッジ**をクリックします。

ホイールの**正面右のエッジ**をクリックします。

車の下の**位置**をクリックし、寸法を配置します。

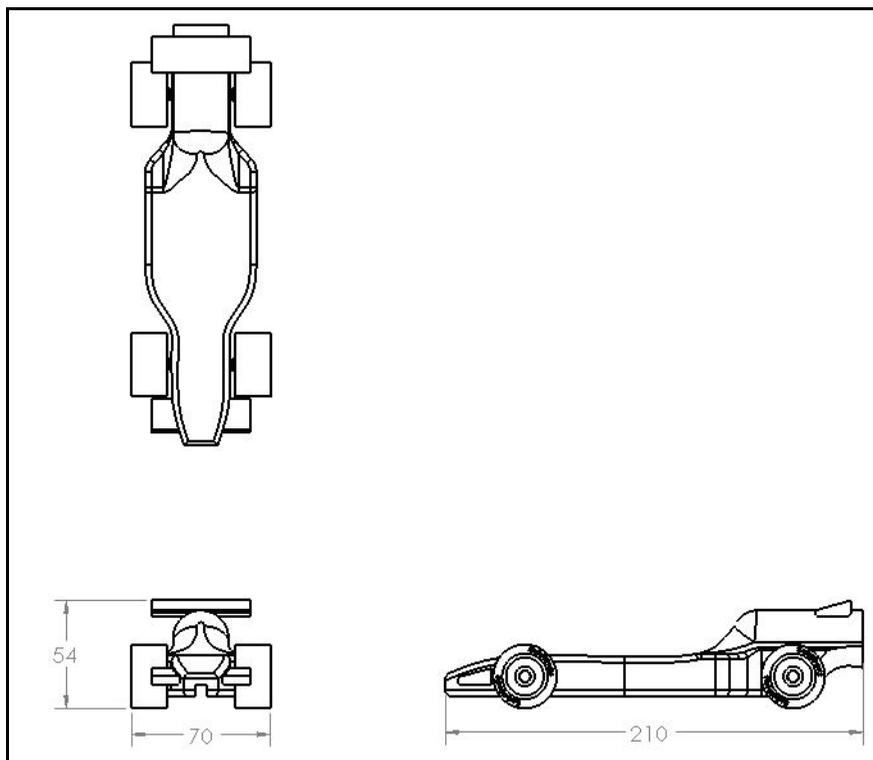
左前のホイールの**底面**をクリックします。

上のウィングの**上面**をクリックします。

左横の**位置**をクリックし、寸法を配置します。

**OK**  を寸法 (Dimension) PropertyManager からクリックします。

f キーを押し、モデルをシートにフィットさせます。結果を表示します。



**注記：** このレッスンの目的は、完全に寸法付けられた設計図を作成することではありません。どちらかと言えば、製品資料の作成時にエンジニアがたどる基本的な手順の一部が紹介されています。コンテストに必要な場合は、その他の寸法と情報を図面に追加してください。

### 3 Sheet2のタイトルブロックを編集する

図面シート2のタイトルには、アセンブリのファイルプロパティにある情報が自動的に入力されます。



Sheet2の内側を右クリックします。図面ビューの内側はクリックしないでください。

**シート フォーマット編集**  
(Edit Sheet Format) を  
クリックします。

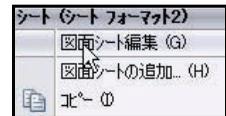


タイトルブロックを**拡大表示** (Zoom in) します。

**Race Car** をダブルクリックします。

**22** をドロップダウン メニューから選択します。

**OK**  を注記 (Note) PropertyManager からクリックします。



**図面シート編集** (Edit Sheet) を右クリックします。

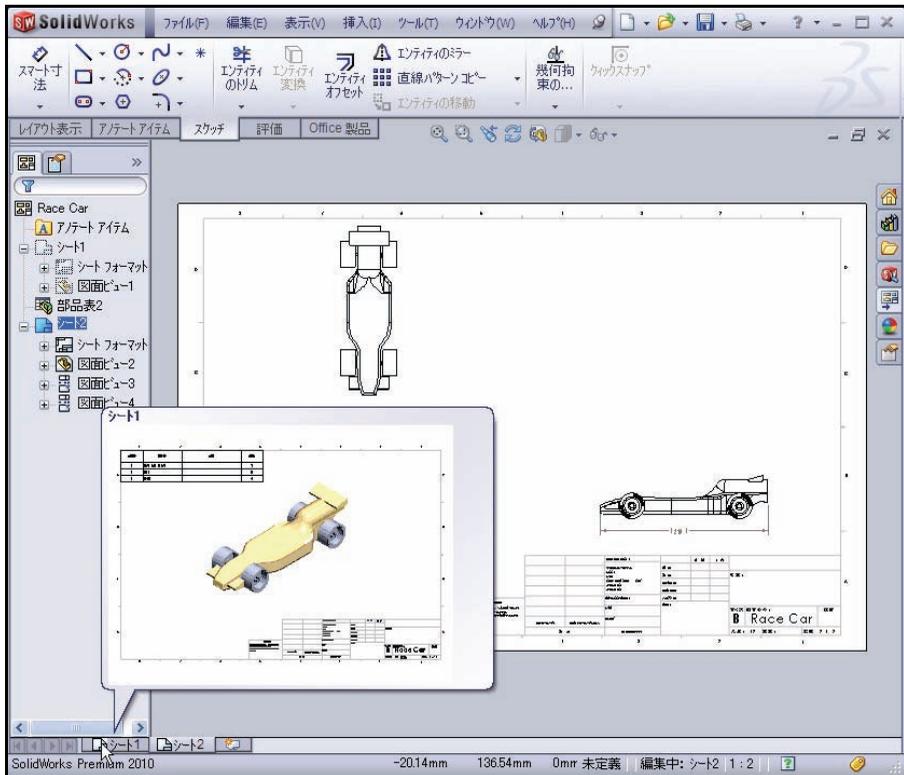
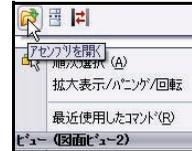
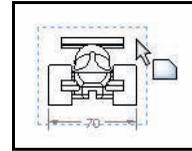
図面を**再構築** (Rebuild)  します。

- 4 モデルをシートにフィットさせる  
f キーを押します。
- 5 図面を保存する  
保存  (Save) をクリックします。

## アセンブリから部品を開く

- 1 Sheet2 から Race Car アセンブリを開く  
正面 (Front) ビューの内側を右クリックします。  
アセンブリを開く (Open Assembly) をクリックします。Race Car アセンブリが表示されます。
- 2 Race Car アセンブリ図面に戻る  
ファイル (File) 、閉じる (Close) をメニューバーメニューからクリックします。Race Car 図面が表示されます。

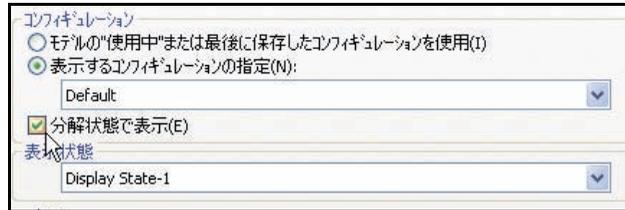
次のセクションでは Sheet1 に戻り、分解状態の等角投影図を作成します。



## 分解アセンブリの図面 ビューの作成

### 1 Sheet1に戻る

グラフィックス領域の  
下にある**Sheet1**タブを  
クリックし、Sheet1に  
戻ります。



### 2 分解状態を作成する

**等角投影** (Isometric) ビューの内側を右クリックします。

**プロパティ** (Properties) をクリックします。図面ビュープロパティ (Drawing View Properties) ダイアログボックスが表示されます。

**分解状態で表示** (Show in exploded state) ボックスを選択します。

**OK** を図面ビュープロパティ (Drawing View Properties) ダイアログボックスからクリックします。

### 3 表示スケールを変更する

Sheet1で**等角投影** (Isometric) ビューの内側をクリックします。Drawing View1 PropertyManagerが表示されます。



**ユーザー定義のスケール使用** (Use custom scale) ボックスを選択します。

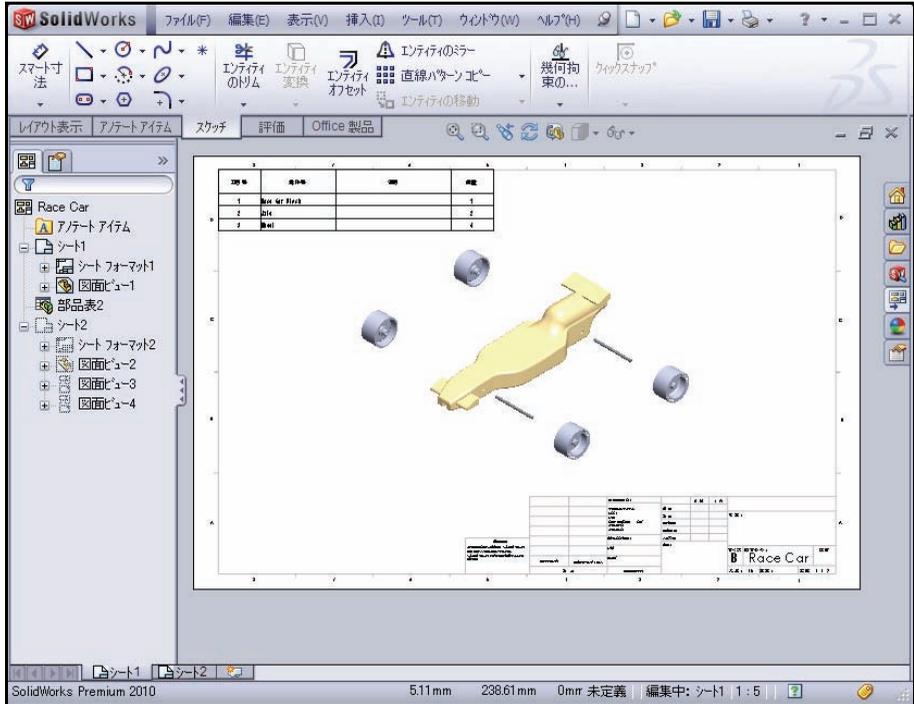
**ユーザー定義** (User Defined) を選択します。

1:1.5を入力します。

**OK**  を Drawing View1 PropertyManager からクリックします。

#### 4 図面を保存する

**保存** (Save) をクリックします。結果を表示します。これで、このプロジェクトの図面のセクションは完成しました。ここでは、Sheet1でトップレベルの部品表を含む分解状態の等角投影図を作成し、Sheet2で寸法の挿入された3つの図面ビューを作成しました。





## **Lesson 4**

# **PhotoWorks™**

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- PhotoWorks アドインをロードする
- PhotoWorks アセンブリのコンフィギュレーションを作成する
- Race Car アセンブリに外観ツールを適用する
- シーン ツールを適用する
- Race Car アセンブリをレンダリングする
- Race Car アセンブリにデカル ツールを適用し、編集する
- リアルなイメージを構成する要素を理解し、レンダリングの写実性を向上させるために変更を加える
- PhotoWorks イメージを保存する

## PhotoWorks

PhotoWorks は、3D CAD モデルから写実的なイメージを作成する最高のレンダリング ソリューションです。PhotoWorks を利用し、同僚に対して設計を見やすくするのに役立てましょう。PhotoWorks には、ユーザー定義された照明、外観やテクスチャの大規模なライブラリのほか、部分背景などの高度な視覚効果が含まれています。

PhotoWorks は、照明付きの既存のシーンでモデルをレンダリングできるようにします。スタジオのいずれかを選択すると、シーンと照明が自動的に追加され、モデルのサイズに合わせてスケール変更されます。デフォルトでは、レンダリング イメージはグラフィックス領域に表示されます。また、印刷物や Web ページのため、イメージをさまざまなフォーマットでファイルに保存することも可能です。

PhotoWorks では、以下のレンダリング要素を定義、変更できます。

- シーン
- 外観
- デカル
- 照明
- イメージ出力フォーマット



## PhotoWorks の起動

レンダリングは、モデルに外観、シーン、照明、デカルの情報を適用するプロセスです。

### 1 Race Car アセンブリを開く

**開く (Open)**  をメニューバー ツールバーからクリックします。

**参照 (Browse)** で PhotoWorks フォルダーにある Race Car アセンブリの場所まで移動するか、自分で作成したアセンブリを使用します。

**開く (Open)** で Race Car アセンブリを開きます。

Race Car アセンブリがグラフィックス領域に表示されます。



## 2 PhotoWorks アドインをロードする

オプション (Options) 、アドイン ... (Add-ins...) をメニューバー ツールバーからクリックします。アドイン (Add-ins) ダイアログ ボックスが表示されます。



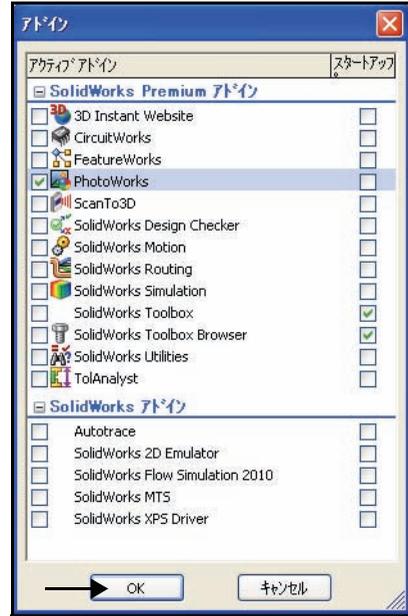
PhotoWorks ボックスを選択します。

OK をアドイン (Add-Ins) ダイアログボックスからクリックします。

FeatureManager にレンダリング マネージャー  タブが表示され、タスク パネルの外観 /PhotoWorks  タブで更新されます。

エッジシェイディング表示 (Shaded With Edges) をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

注記： 正接エッジが表示されます。



## 3 PhotoWorks ツールバーを表示する

表示 (View) 、ツールバー (Toolbars) をメニューバーメニューからクリックします。

PhotoWorks ボックスを選択します。PhotoWorks ツールバーが表示されます。

利用可能なツールとオプションを確認します。



## レンダリングのコンフィギュレーションの作成

レンダリング専用のアセンブリのコンフィギュレーションを作成することを推奨します。これにより、図面などを変更することなく、アセンブリを変更できます。

### 1 新規コンフィギュレーションを作成する

**ConfigurationManager**  タブをクリックします。

**Race Car** を右クリックします。

**コンフィギュレーションの追加 (Add Configuration)** をクリックします。コンフィギュレーションの追加 **PropertyManager** が表示されます。

**注記：** 新しいコンフィギュレーションは、アクティブなコンフィギュレーションをコピーしたものです。

**PhotoWorks** をコンフィギュレーション名 (Configuration name) ボックスに入力します。

**PhotoWorks** を説明 (Description) ボックスに入力します。

**OK**  をコンフィギュレーションの追加 (Add Configuration) **PropertyManager** からクリックします。

新しいコンフィギュレーションを表示します。



- 2 新しいPhotoWorks コンフィギュレーションを表示する  
PhotoWorks コンフィギュレーションを  
ConfigurationManager でクリックします。

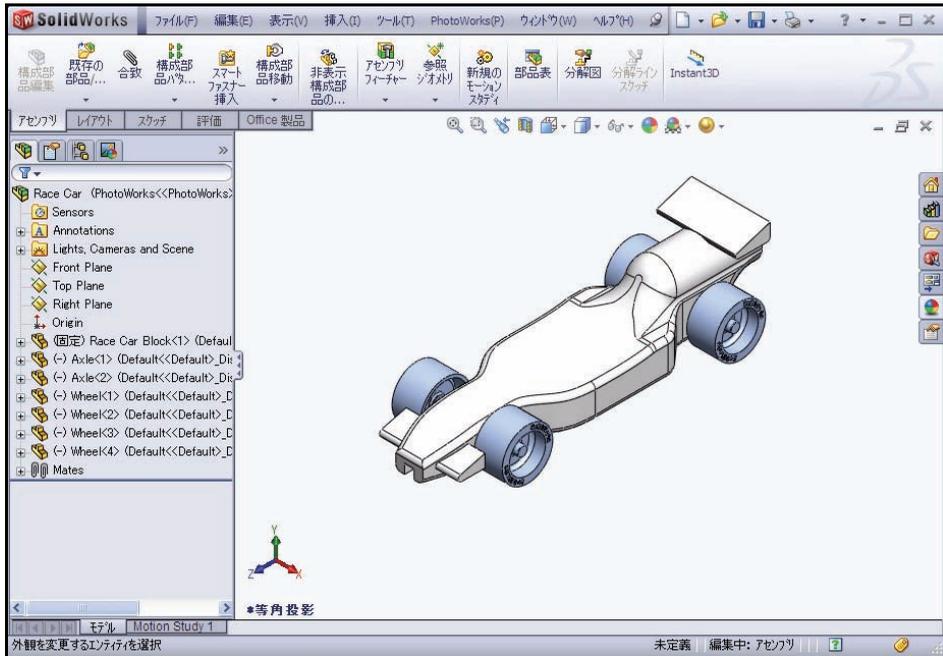
レンダリング マネージャー (Render Manager)  タブ  
をクリックします。

シーン、外観、照明フォルダーを展開します。  
詳細を確認します。

- 3 FeatureManager に戻る  
FeatureManager  タブをクリックします。

エッジシェイディング表示 (Shaded With Edges)  を  
クリックします。

注記：現在のコンフィギュレーションはPhotoWorksです。  
グラフィックス領域に結果を表示します。



## 外観

PhotoWorksでは、Race Carのモデル作成時に適用した外観をレンダリングに使用できます。しかし、これが常にレンダリングに最適であるとは言いません。たとえば、Race Car Block のモデル作成時には、質量を計算できるようにバルサ材料を使用しました。

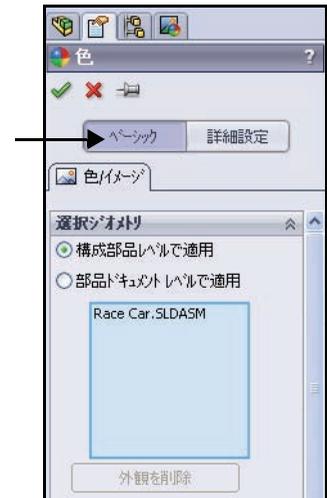
レンダリングの場合、車が何で構成されているかではなく、車がどのように見えるかにより多くの関心があります。したがって、PhotoWorksでは鋼鉄、銅、アルミニウム、プラスチックなどのエンジニアリング材料をレンダリングできますが、ゴム、なめし革、繊維、塗料などの材料を適用してレンダリングすることも可能です。



- 1 **タイヤに外観を適用する**  
**外観 (Appearance)** ツールを PhotoWorks ツールバーからクリックします。色 (color) PropertyManager が表示されます。



**ベーシック (Basic)** タブを色 (color) PropertyManager からクリックします。



## 2 部品レベルで変更を適用する

部品、フィーチャー、またはアセンブリ レベルで変更を適用できます。

**部品ドキュメントレベルで適用** (Apply at part document level) ボックスをクリックします。

## 3 PhotoWorks コンフィギュレーションに変更を適用する

PhotoWorks コンフィギュレーションは、現在アクティブなコンフィギュレーションです。

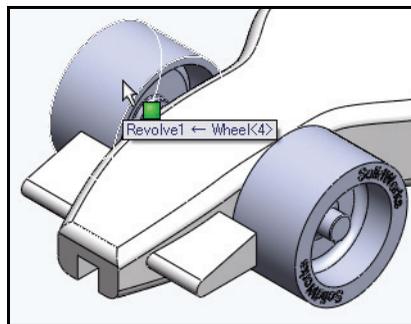
**当表示状態** (This display state) ボックスを選択します。

**面の選択** (Select Faces) を選択ジオメトリ (Selected Geometry) ボックスでクリックします。



タイヤの**上面**をグラフィックス領域でクリックします。

選択面が選択ジオメトリ (Selected Geometry) ボックスに表示されます。



図のように、**外観 /PhotoWorks** (Appearances/ PhotoWorks)  タブをタスク パネルからクリックします。

外観 (色) フォルダーを展開します。

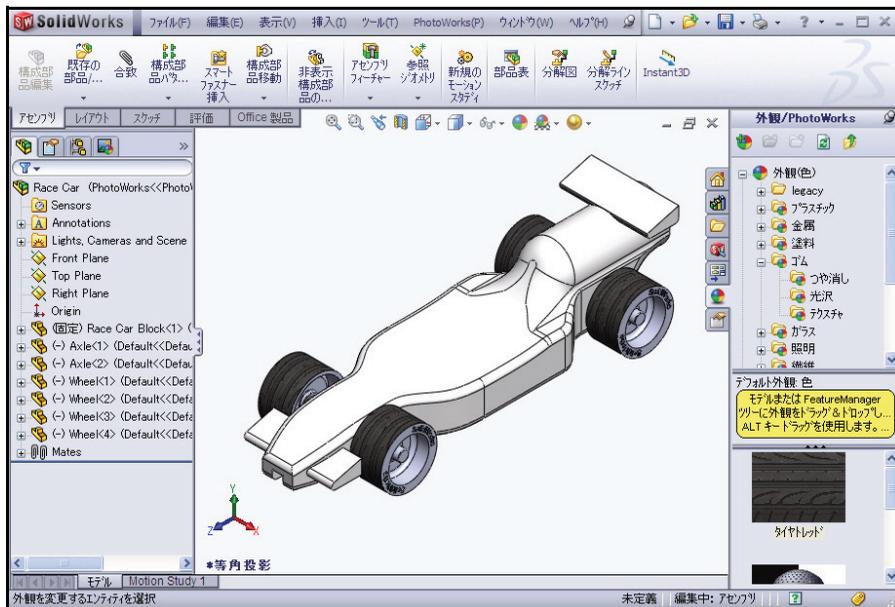
ゴムフォルダーを展開します。

テクスチャフォルダーをクリックします。

タイヤトレッドをクリックします。tire tread外観がグラフィックス領域の4つのタイヤに適用されます。

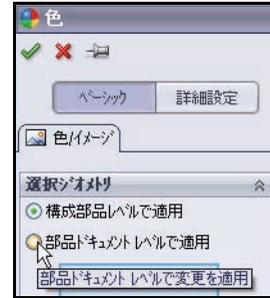
**OK**  をタイヤトレッド PropertyManager からクリックします。

グラフィックス領域の結果を確認します。



#### 4 フロントウィングとリアウィング に外観を適用する

外観 (Appearance) ツールを PhotoWorks ツールバーからクリックします。色 (color) PropertyManager が表示されます。



#### 5 フィーチャー レベルで変更を適用する

部品、フィーチャー、またはアセンブリ レベルで変更を適用できます。



**部品ドキュメント レベルで適用**  
(Apply at part document level)  
ボックスをクリックします。



**当表示状態 (This display state)**  
ボックスを選択します。

**フィーチャーの選択 (Select Features)** ボックスをクリックします。

**色 (color)** を選択します。

Race Car をフライアウト FeatureManager から展開します。

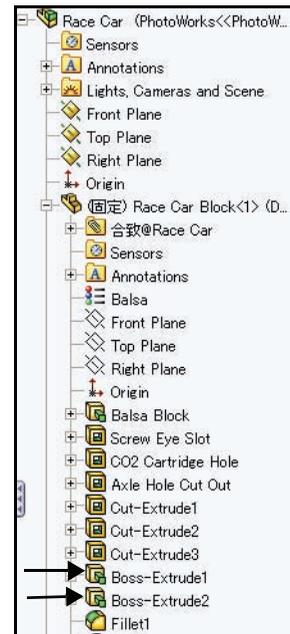
Race Car Block を展開します。

**Boss-Extrude1** をクリックします。Boss-Extrude1 は、フロントウィングです。Boss-Extrude1 が選択ジオメトリ (Selected Geometry) ダイアログボックスに表示されます。

**Boss-Extrude2** をクリックします。Boss-Extrude2 は、リアウィングです。Boss-Extrude2 が選択ジオメトリ (Selected Geometry) ダイアログボックスに表示されます。

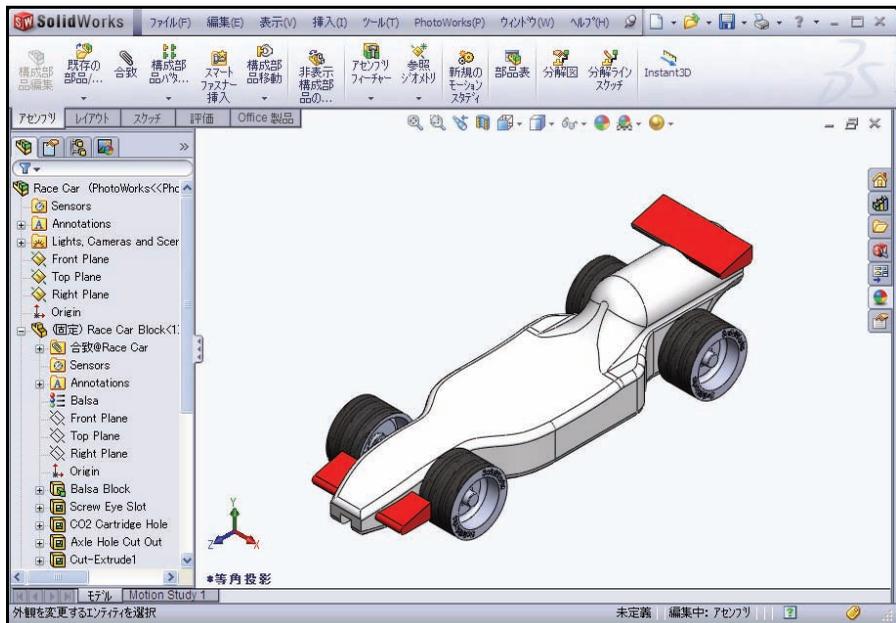
**注記：** 色 (Color) ダイアログボックスで色パレットを使用し、ユーザー定義の色を選択して作成できます。

**注記：** 必要に応じて、1つ目のフィーチャーである Boss-Extrude1 を選択してから、2つ目のフィーチャーである Boss-Extrude2 に対して同じ手順を繰り返すことも可能です。



OK  を色 (color)  
PropertyManager からクリック  
します。

結果を表示します。



## レンダリング

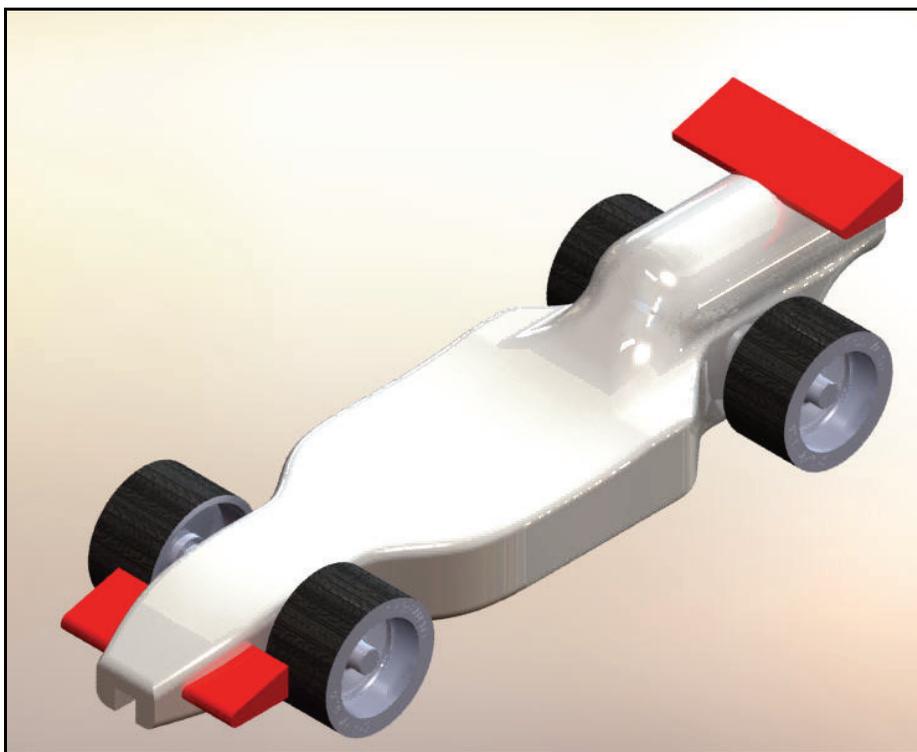
レンダリングは、モデルに外観、シーン、照明、デカルの情報を適用するプロセスです。完全なレンダリングは、PhotoWorks で設定したすべてのオプションを適用します。

**注記：** 表示を変更するいずれかの操作（拡大/縮小、パニング、または回転）を行うと、レンダリングは削除されます。

### 1 モデルをレンダリングする

**レンダリング (Render)**  ツールをPhotoWorksツールバーからクリックします。

グラフィックス領域でモデルを確認します。



## 外観の変更

### 1 Race Car Block の外観を変更する

z キーを押して、レンダリングモードを終了します。

**外観** (Appearance) ツールをクリックします。  
色 (color) PropertyManager が表示されます。Race Car が選択ジオメトリ (Selected Geometry) ボックスに表示されます。

**部品ドキュメントレベルで適用** (Apply at part document level) ボックスをクリックします。

**指定表示状態** (Specify display state) を表示状態 (Display States) ダイアログボックスでクリックします。

<PhotoWorks> をクリックします。

**Race Car Block** を Race Car のフライアウト FeatureManager からクリックします。

外観 (色) フォルダーを展開します。

金属フォルダーを展開します。

銀をクリックします。

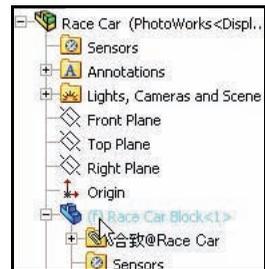
つや消し銀をクリックします。

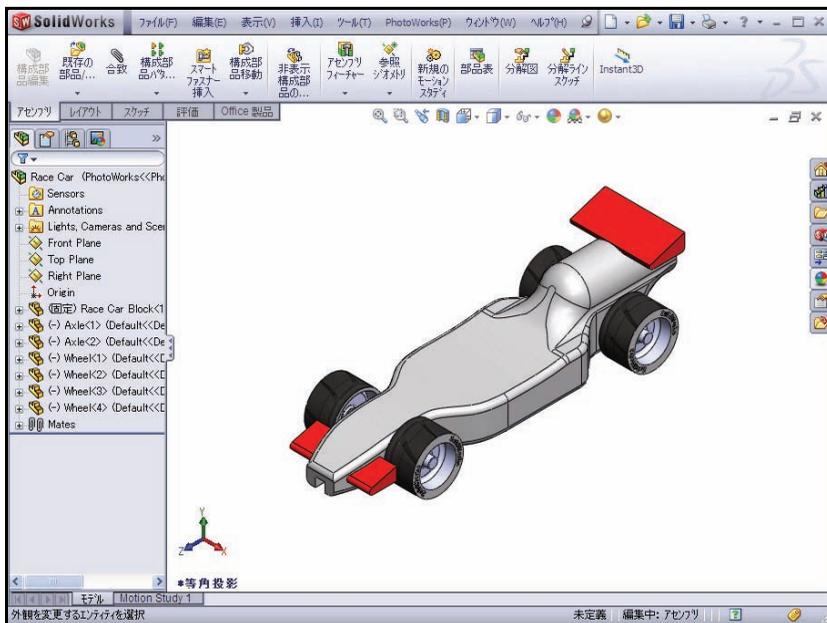
**OK** を matte silver PropertyManager からクリックします。

### 2 モデルをレンダリングする

**レンダリング** (Render) ツールを PhotoWorks ツールバーからクリックします。

結果を表示します。





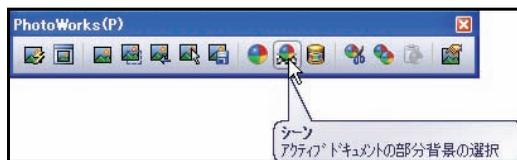
### 3 モデルを保存する

z キーを押し、レンダリングモードを終了します。

保存 (Save)  をクリックします。

## シーン

PhotoWorks シーンは、モデル以外のレンダリングに表示されるもので構成されます。これらは、モデルを取り囲む仮想のボックスまたは球体とみなされます。シーンは、背景、前景の効果や部分背景で構成されます。PhotoWorksには、初期のレンダリングを短時間で実行しやすくする、多数の定義済みのシーンがあります。



- 1 シーン ツールを適用する  
シーン (Scene)  ツールを PhotoWorks ツールバーからクリックします。シーンエディター (Scene Editor) ダイアログボックスが表示されます。

マネージャー (Manager) タブをクリックします。

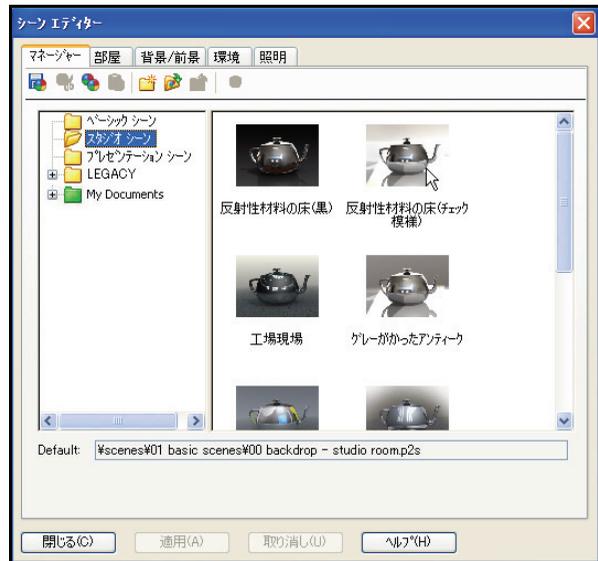
スタジオ シーンをクリックします。

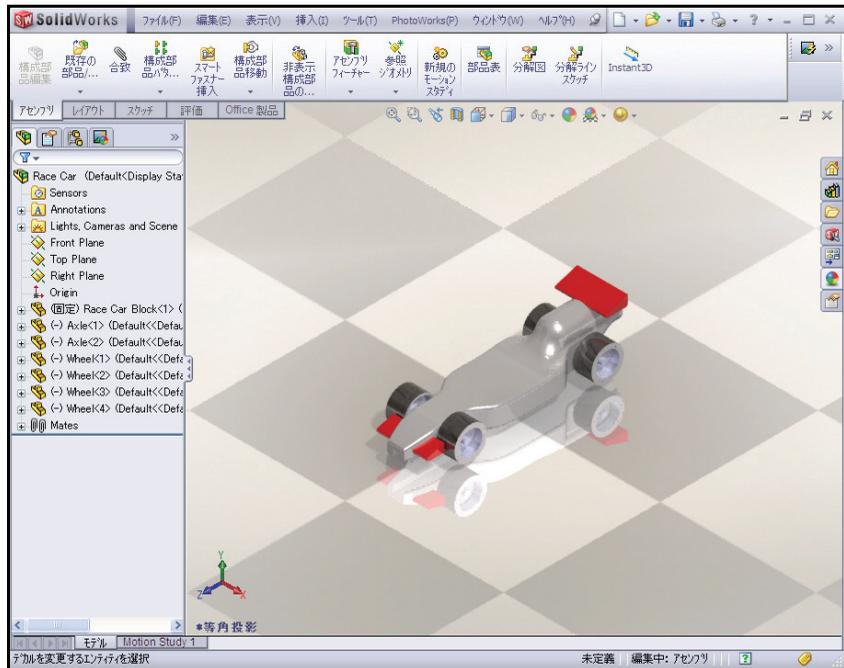
反射性材料の床 (チェック模様) をクリックします。

適用 (Apply) をクリックします。

閉じる (Close) をクリックします。

- 2 モデルをレンダリングする  
レンダリング (Render)  ツールを PhotoWorks ツールバーからクリックします。モデルを表示します。  
z キーを押し、レンダリング モードを終了します。





## デカル

デカルはモデルに適用されるアートワークです。デカルは部品、フィーチャー、または面のサーフェスに適用されるという点において、テクスチャといくらか似ています。

デカルでは、イメージの一部をマスクアウトすることが可能です。マスクは、下にある部品の材料がデカルイメージを通して表示されるようにします。

デカルは以下を含め、さまざまなイメージファイルから作成できます。

- Windows ビットマップ (\*.bmp)
- TIFF (\*.tif)
- JPEG (\*.jpg)

## 1 デカルを適用する

### 新規デカル (New Decal)

 ツールを PhotoWorks ツールバーからクリックします。

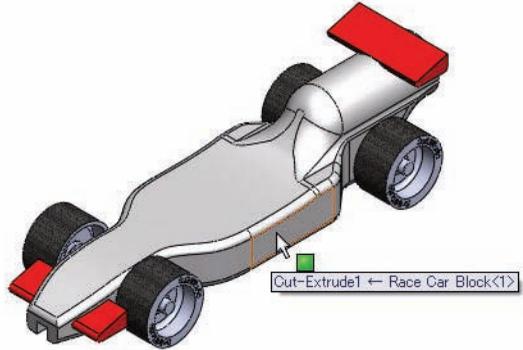
デカル (Decals)

PropertyManager が表示されます。

必要に応じて、**外観 /**

**PhotoWorks** (Appearances/  
PhotoWorks)  タブをタ  
スク パネルでクリックし  
ます。

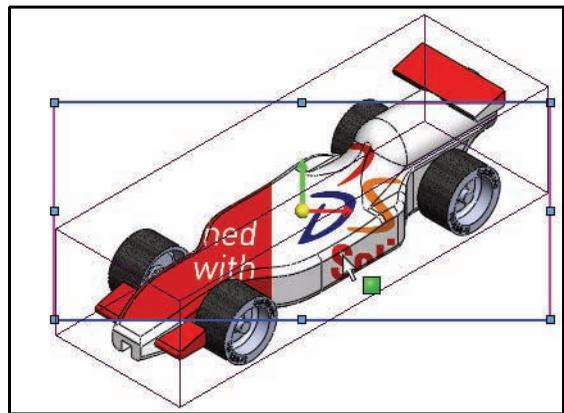
図のように、Race Car  
Block の**右側**の位置をク  
リックします。



デカルフォルダーをクリックします。

SolidWorks デカルをクリックします。

デカルが Race Car Block に表示されます。



当コンフィギュレーション (This configuration) ボックスを選択します。



## デカルの位置を変更する

**マッピング** (Mapping) タブをデカル PropertyManager からクリックします。

このデカルの位置とスケールは、モデルに適していません。

**投影** (Projection) をマッピング (Mapping) ボックスのドロップダウンメニューから選択します。

**ZX** を軸 (Axis) 方向のドロップダウンメニューから選択します。

**20.00mm** を水平 (Horizontal) 位置に入力します。

**-12.50mm** を垂直 (Vertical) 位置に入力します。

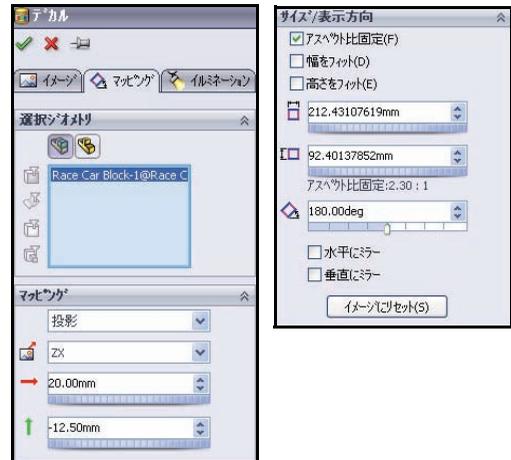
**180.00deg** を回転 (Rotation) に入力します。

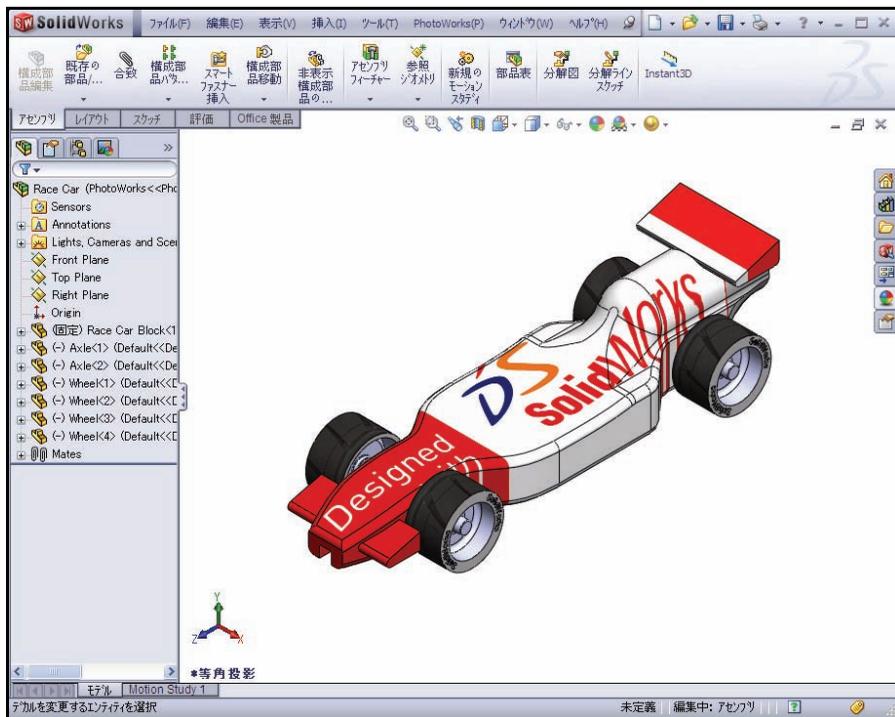
グラフィックス領域の**内側**をクリックします。結果を表示します。

**OK**  をデカル (Decal) PropertyManager からクリックします。

結果を確認します。

**ヒント** : 既存のファイルからデカルを作成します。 **イメージ** (Image) タブをクリックします。イメージ ファイルパス (Image file path) の下にある **参照** (Browse) ボタンをクリックします。

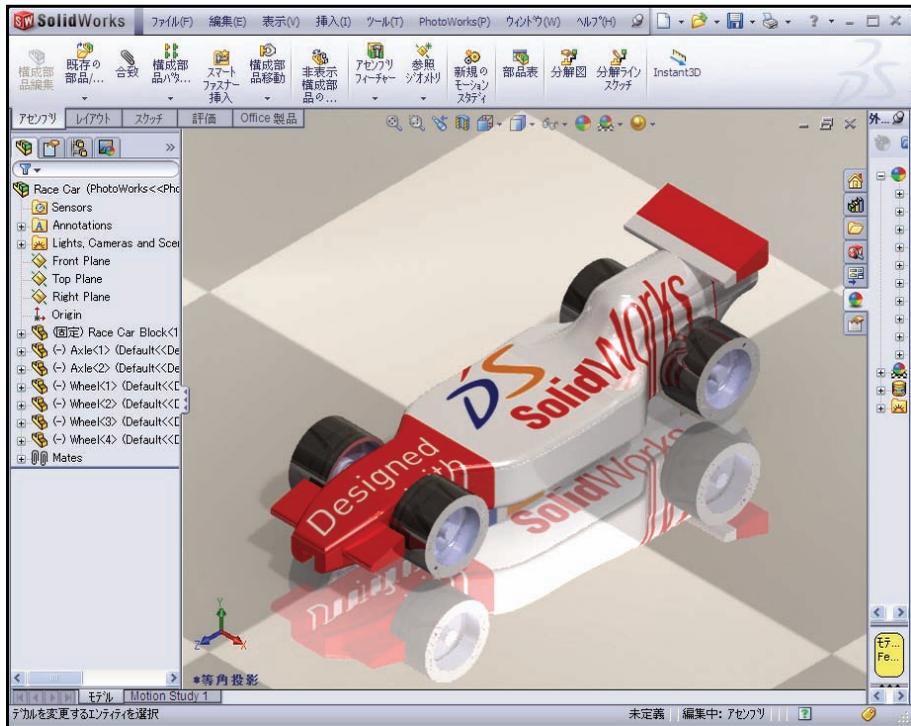




## 1 モデルをレンダリングする

レンダリング (Render)  ツールをPhotoWorksツールバーからクリックします。

グラフィックス領域にモデルを表示します。



## 2 モデルを保存する

シェイディング (Shaded)  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

z キーを押し、レンダリング モードを終了します。

保存 (Save)  をクリックします。

## 3 レンダリング マネージャーを確認する

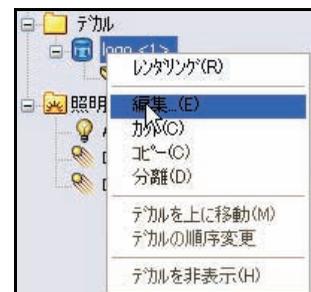
レンダリング マネージャー (Render Manager)  タブをクリックします。

それぞれのフォルダーを展開します。結果を表示します。

## デカルの編集

logo <1> を右クリックします。

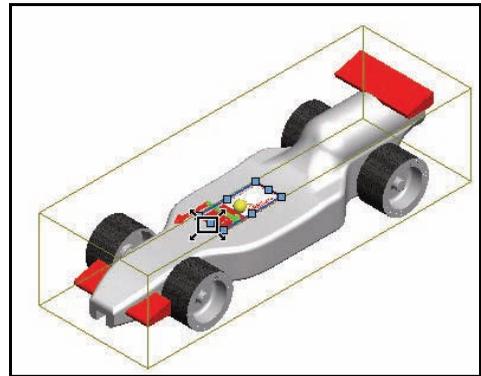
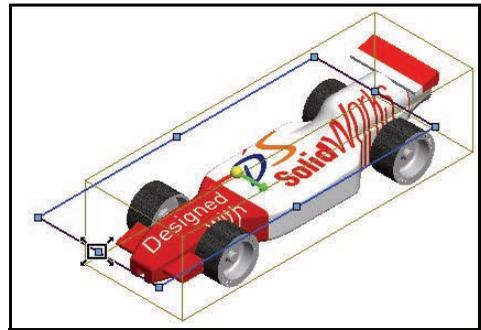
編集 (Edit) をクリックします。デカル (Decals) PropertyManager が表示されます。



マッピング (Mapping) タブをクリックします。

グラフィックス表示のデカル フレームを使用し、デカルを移動、サイズ変更、回転します。PropertyManager からデカルの最終位置を確認します。

**注記：** フレームのエッジまたは内側をドラッグしてイメージを移動、コーナーをドラッグしてサイズを変更、中心のボールをドラッグしてデカルを回転します。



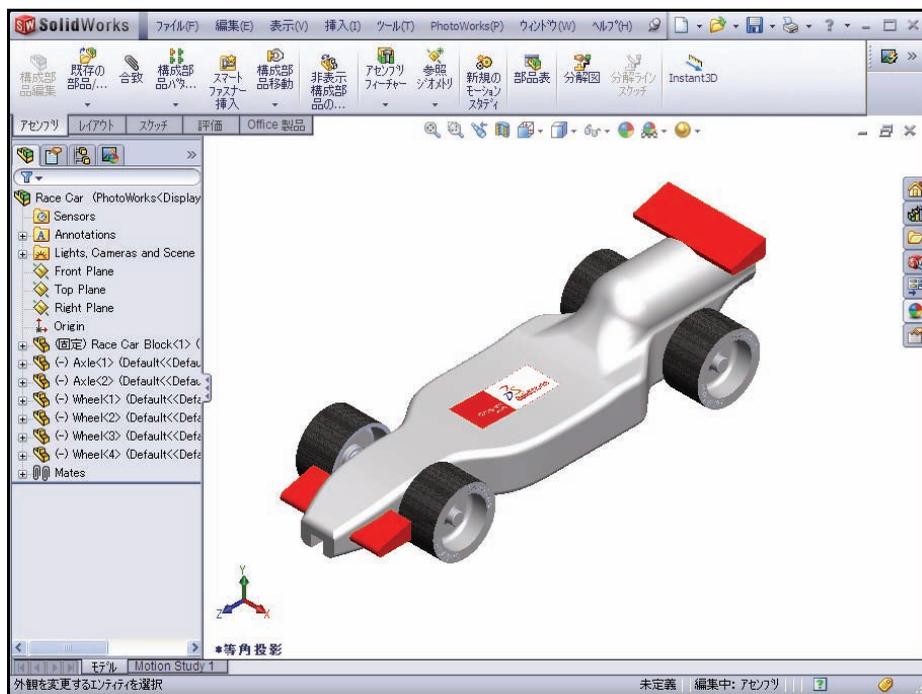
OK  をデカル (Decals) PropertyManager からクリックします。

### 1 FeatureManager に戻る

FeatureManager  タブをクリックします。

### 2 モデルを保存する

保存 (Save)  をクリックします。これで、このセクションは終了します。後は自由にデカル、外観、照明、シーンなどを調べてみてください。



## 出力オプション

コンピュータ画面へのレンダリングは概して、以下の2つの基本的な理由のために行われます。

- 外観やシーンの効果を視覚化する。一般的に、これは最終的な出力に至るまでの中間ステップです。
- イメージをスクリーンキャプチャソフトウェアで取り込み、別のプログラムで使用する。このマニュアルのイメージは、スクリーンキャプチャとして作成されました。

しかし、これらは最終的な出力ではありません。

## プリンタへのレンダリング

プリンタに直接レンダリングすることは、プロジェクトのハードコピーイメージを作成するのに役立ちます。キャプションを追加したり、1つのページに複数のイメージを配置したり、イメージを操作したりすることはできないため、これは制限のあるオプションです。プリンタへのレンダリングは、Microsoft® Word または PowerPoint® の図ではハードコピーを画像ファイルに変換する必要が生じるため、役に立ちません。

プリンタへのレンダリングの一般的な用途には、次のようなものが含まれるかもしれません。

- 製造開始前の製品の展示
- 会議で使用する掲示板
- プロジェクトのレポート

プリンタからレンダリング出力を得るには、SolidWorksの印刷コマンドではなく、PhotoWorks の印刷コマンドを使用する必要があります。

## ファイルへのレンダリング

最も役に立つ出力方法は、イメージをファイルにレンダリングすることです。イメージファイルは Web ページ、トレーニング マニュアル、販売用パンフレット、PowerPoint® プレゼンテーションなど、多数の用途で使用できます。

レンダリングのイメージファイルは、PhotoWorks ソフトウェアの機能には含まれない書体や文字飾りを追加し、調整するために別のソフトウェアで操作できます。これは、ポスト処理段階として知られています。

## ファイルの種類

イメージは、次のファイルの種類にレンダリングできます。

- Windows ビットマップ (\*.bmp)
- TIFF (\*.tif)
- TARGA (\*.tga)
- Mental Ray シーン ファイル (\*.mi)
- JPEG (\*.jpg)
- PostScript (\*.ps)
- カプセル化した PostScript (\*.eps)
- Silicon Graphics 8 ビット RGBA (\*.rgb)
- Portable pixmap (\*.ppm)
- Utah/Wavefront カラー、タイプ A (\*.rla)
- Utah/Wavefront カラー、タイプ B (\*.rlb)
- Softimage カラー (\*.pic)
- Alias カラー (\*.alias)
- Abekas/Quantel、PAL (720x576) (\*.qntpal)
- Abekas/Quantel、NTSC (720x486) (\*.qntntsc)
- Mental images、8 ビット カラー (\*.ct)

## レンダリングの品質を改善する方法

イメージファイルの品質は、SolidWorks と PhotoWorks の両方で選択したオプションによって変化する可能性があります。一般に、レンダリングの品質とレンダリングの時間は正比例します。イメージの品質を改善するための選択肢の一部を以下に紹介します。

**注記：** この PhotoWorks の説明では、これらのオプションのすべては範囲に含まれていません。PhotoWorks の詳細な情報については、*PhotoWorks Step-By-Step: A Self-Study Guide to Photorealistic Rendering* を入手するために講師まで問い合わせてください。このガイドは、受講している学校の代理店から入手できます。

- **SolidWorks のイメージ品質を改善する**  
PhotoWorks はレンダリングのためにモデルをインポートするときに、シェイディング表示された SolidWorks モデルのテソレーションデータを使用します。シェイディング イメージの品質を高めると、カーブしたサーフェスのギザギザのエッジが減ります。
- **レンダリングのピクセル数を増やす**  
より多くのピクセルをレンダリングするため、インチあたりのドット数の設定を増やします。
- **レイトレーシングを有効にする**  
レイトレーシングは、光線が固体から反射し、また固体を通して屈折するようにします。
- **より高いアンチエイリアシング設定を使用する**  
アンチエイリアシングの設定を高くすると、垂直または水平でないエッジのギザギザした外観が減ります。
- **影の品質を向上させる**  
影の品質を向上させると、影のエッジが改善されます。
- **間接照明を有効にする**  
間接照明は、他のサーフェスから光線が反射されたサーフェスに照明を追加します。
- **焦線を有効にする**  
焦線は、透明な材料を通して屈折した光線によるハイライトを追加することで写実性を高めます。
- **グローバルイルミネーションを有効にする**  
グローバルイルミネーションは焦線の効果を除き、あらゆる形式の間接照明を追加します。これには、色の情報と濃さが含まれます。

## レンダリングのピクセル数

最も効果的なファイルサイズで最高品質の出力を得るには、イメージをレンダリングする適切なサイズを決定する必要があります。一般に、ビットマップイメージは拡大表示しません。これは、画像の鮮明度が失われるためです。イメージを縮小表示することは可能ですが、元のファイルが必要以上に大きくなります。

## Dpi と Ppi

インチあたりのドット数 (dpi) とインチあたりのピクセル数 (ppi) は時には同義で使用されることもありますが、実際には異なります。インチあたりのドット数は、直線のインチあたりに印刷されるドット数です。インチあたりのピクセルは、ディスプレイに投影されるイメージの解像度を測定したものです。

## 適切なピクセル数の計算

質問：最終的な出力をレンダリングするためのピクセル数は、どのように計算しますか？

答え：出力から後退計算します。

一般的な参考として、Web イメージでは 72 dpi の解像度が使用されています。新聞では、125 dpi から 170 dpi の解像度が使用されています。優れた品質のパンフレットや雑誌では、200 dpi から 400 dpi の解像度が使用されています。書籍の場合、解像度の範囲は概ね 175 dpi から 350 dpi です。PowerPoint プレゼンテーションは通常、96 ppi です。

写真のように見えるイメージをプリンタに出力したい場合は、300、600、または 1200 dpi が必要になるかもしれません。

インチあたりのドット数 (dpi) 単位のプリンタの解像度で希望のインチサイズを乗算します。

適切なピクセル数は計算して直接入力するか、またはインチあるいはセンチメートル単位のイメージサイズとインチあたりのドット数を指定して結果の計算は PhotoWorks に任せることができます。

## 例 1

Race Car のレンダリングを Microsoft Word レポートに含め、このレポートを 300 dpi のプリンタで印刷すると仮定します。イメージの幅は 5 インチ、高さは 3.75 インチにします。

希望のイメージサイズをプリンタの dpi で乗算すると、1500 x 1125 ピクセルという解を得られます。

### 1 レンダリング イメージをデータ ファイルとして保存する

優れた印刷品質のため、このイメージを TIFF ファイルとしてレンダリングします。この結果、ファイルのサイズは大きくなりますが、優れた鮮明度を得られます。

**レンダリング イメージをデータ ファイルとして保存 (Render to File)**  を PhotoWorks ツールバーからクリックします。

探す場所に Race Car フォルダーを設定します。

**8-bit RGBA TIFF** をフォーマットに選択します。

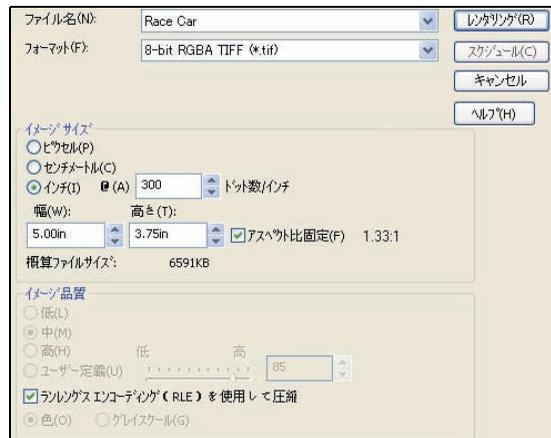
ファイルに Race Car.tif という名前を付けます。

**アスペクト比固定 (Fixed aspect ratio)** を選択します。

**インチ (Inches)** をイメージ サイズ (Image size) に選択します。

**5.00** を幅 (Width) に入力します。

**3.75** を高さ (Height) に入力します。



## 例 2

レンダリングを PowerPoint プレゼンテーションに含めたいとします。PowerPoint プレゼンテーションでは、一般に 96 ppi のイメージを使用します。イメージの幅は、5.5 インチとします。

同じアスペクト比を維持するため、適切な高さを次のように計算します。
$$\frac{5}{3.75} = \frac{5.5}{NewHeight}$$

これを解くと、 $3.75 \times 5.5 = 5 \times NewHeight$  または  
 $20.625 = 5 \times NewHeight = 4.125$

となります。希望のイメージサイズを 96 dpi で乗算すると、528 x 396 ピクセルという解を得られます。

ファイルサイズは、約 816 KB になります。

### 2 保存して閉じる

開いているファイルをすべて**保存**して**閉じ**ます。



## Lesson 5

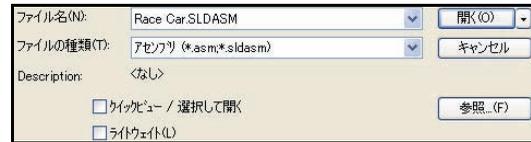
### 解析

このレッスンを終了すると、以下のことが習得できます：

- Race Car Block のリア ウィングを変更して質量を増やす
- 測定 (Measure) ツールを適用する
- 質量特性 (Mass Properties) ツールを適用する
- SolidWorks SimulationXpress™ を Axle-A 部品に適用する
- SolidWorks SimulationXpress™ 解析を保存する
- SolidWorks Flow Simulation™ を初期の Race Car Block アセンブリに適用する
- SolidWorks Flow Simulation を最終的なRace Carアセンブリに適用する
- 結果を比較する
- SolidWorks Flow Simulation 解析を保存する

## リア ウィングの変更

レッスン2では、Race Car アセンブリを作成しました。質量特性ツールを使用し、塗料、デカルや研磨などを含まない Race Car の質量は 54.98 グラムであると計算しました。ここでは、リア ウィングのサイズを大きくして Race Car アセンブリの全質量を増やします。



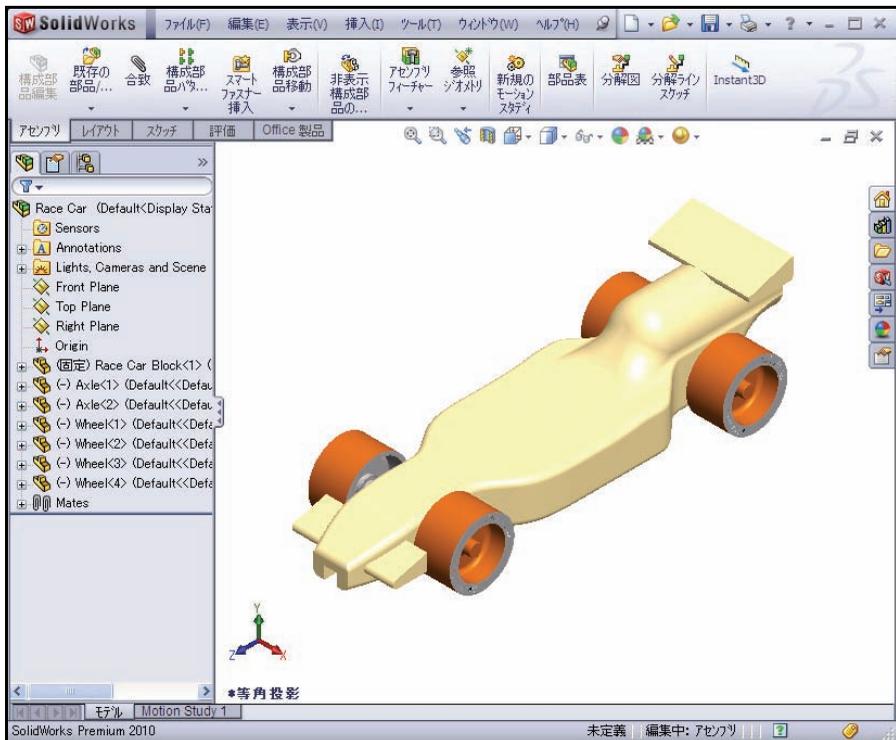
## 1 Race Car アセンブリを開く

**開く (Open)**  をメニューバー ツールバーからクリックします。

**参照 (Browse)** で Race Car アセンブリの場所まで移動します。

**開く (Open)** で Race Car アセンブリを開きます。

Race Car アセンブリが表示されます。



## 2 Race Car Block 部品を開く

Race Car Block を  
FeatureManager から右クリッ  
クします。

**部品を開く (Open Part)**  を  
コンテキスト ツールバーから  
クリックします。Race Car  
Block の FeatureManager が表  
示されます。



## 3 リア ウィングを表示する

**隠線なし (Hidden Lines  
Removed)**  をヘッズアップ  
ビュー ツールバーからクリッ  
クします。

**右側面 (Right)**  ビューをヘッ  
ズアップ ビュー ツールバー  
からクリックします。

**f** キーを押し、モデルをグラ  
フィックス領域にフィットさ  
せます。

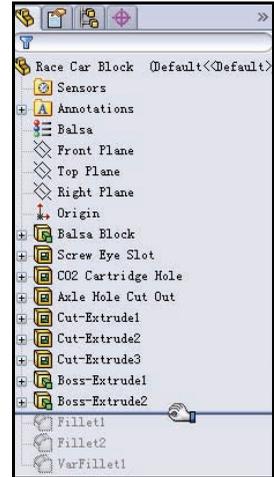
**ロールバック バー (Rollback  
bar)** を Boss-Extrude2 の  
下までドラッグします。

Boss-Extrude2 を展開し  
ます。

Sketch9 を右クリックします。

**スケッチ終了 (Exit Sketch)**  をコンテキスト ツールバーからクリッ  
クします。

リア ウィングを**拡大表示 (Zoom in)** します。



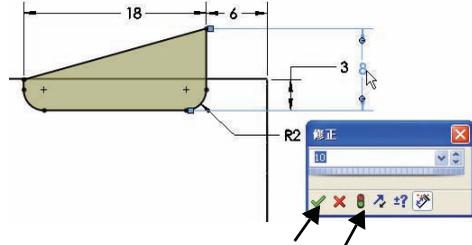
## 4 リア ウィングの高さを変更する

8 という寸法テキストをダブルクリックします。

10 を修正 (Modify) ダイアログボックスに入力します。

再構築 (Rebuild)  ツールをクリックします。

緑のチェックマーク  を修正 (Modify) ダイアログボックスでクリックします。



## 5 リア ウィングの幅を変更する

18 という寸法テキストをダブルクリックします。

22 を修正 (Modify) ダイアログボックスに入力します。

再構築 (Rebuild)  ツールをクリックします。

緑のチェックマーク  を修正 (Modify) ダイアログボックスでクリックします。

OK  を寸法 (Dimension) PropertyManager からクリックします。修正されたリア ウィングの寸法を確認します。

再構築 (Rebuild)  ツールをクリックします。

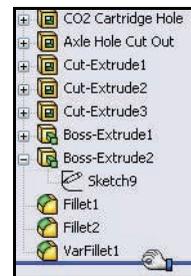
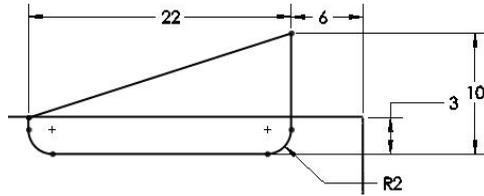
図のように、ロールバック バー (Rollback bar) を VarFillet1 の下までドラッグします。

シェイディング (Shaded)  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

## 6 モデルを保存する

等角投影 (Isometric)  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

保存 (Save)  をメニュー バー ツールバーからクリックします。



## 7 Race Car アセンブリに戻る

ファイル (File) 、閉じる (Close) をメニューバーメニューからクリックします。Race Car アセンブリが表示されます。

はい (Yes) をクリックし、再構築します。

## 新しい質量の計算

リアウィングの高さと幅が変更されました。元の設計と変更された設計を比較します。質量特性ツールを適用し、Race Carアセンブリ全体の質量を測定します。

### 1 質量特性ツールを適用する

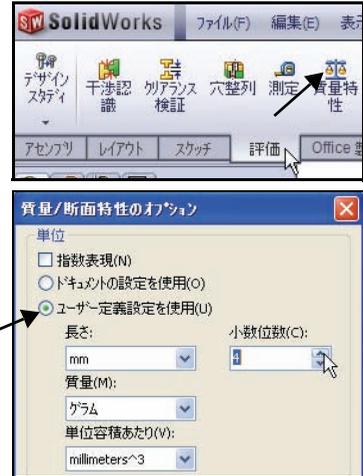
評価 (Evaluate) タブをクリックします。

質量特性 (Mass Properties) ツールを評価ツールバーからクリックします。質量特性 (Mass Properties) ダイアログボックスが表示されます。

オプション (Options) ボタンをクリックします。

ユーザー定義設定を使用 (Use custom settings) ボックスを選択します。

4を小数 (Decimal) 位数に選択します。



OK を質量 / 断面特性のオプション (Mass/Section Property Options) ボックスからクリックします。

Race Car アセンブリの新しい質量を確認します。新しい質量は、以前の 54.98 グラムではなく、約 55.31 グラムです。

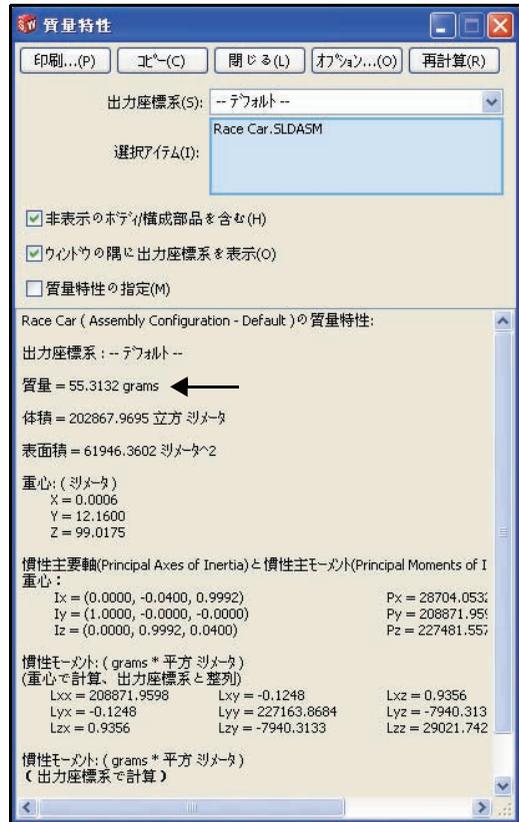
閉じる (Close) を質量特性 (Mass Properties) ダイアログボックスからクリックします。

Race Car アセンブリに対する設計変更を詳しく調べます。最終的なコンフィギュレーションがレースコンテストの規定を満たしていることを確実にします。

## 測定ツールの適用

測定ツールを適用し、変更されたリアウィングを測定します。リアウィングは、Race Car Block で変更されています。

変更された寸法を確認します。



### 1 測定ツールを適用する

**測定 (Measure)**  ツールを評価ツールバーからクリックします。Measure - Race Car ダイアログボックスが表示されます。

**選択解除 (Clear Selections)** を選択 (Selections) ボックスで右クリックします。

**平面 (Top)**  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。



### 2 リア ウィングの幅を測定する

リア ウィングの**前のエッジ**をクリックします。

リア ウィングの**後ろのエッジ**をクリックします。22mmが表示されます。

### 3 リア ウィングの高さを測定する

**選択解除 (Clear Selections)** を選択 (Selections) ボックスで右クリックします。

**右側面 (Right)**  ビューをクリックします。

**隠線なし (Hidden Lines Removed)**  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

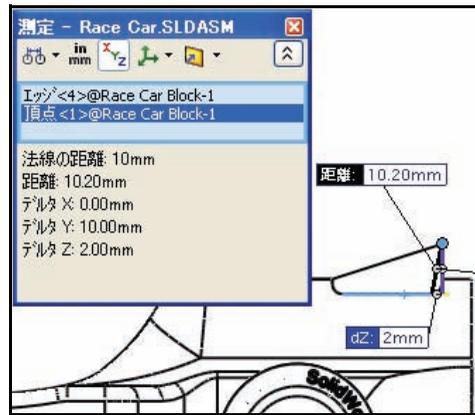
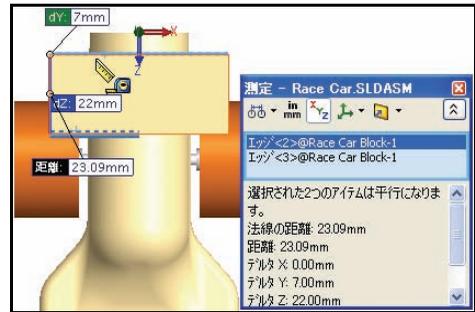
リア ウィングの**下のエッジ**をクリックします。

リア ウィングの**上の点**をクリックします。寸法を確認します。

Measure - Race Car ダイアログボックスを**閉じます**。

**エッジシェイディング表示 (Shaded With Edges)**  をヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

**等角投影 (Isometric)**  ビューをクリックします。



#### 4 モデルを保存する

保存 (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。

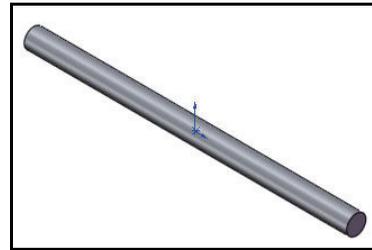
ウィンドウ (Window) 、全ウィンドウを閉じる (Close All) をメニューバーメニューからクリックします。すべてのモデルが閉じます。

### 車軸の応力解析

このセクションでは、SolidWorks SimulationXpress™ を使用して Axle-A 部品をすばやく解析します。この部品は、Race Car アセンブリで使用されています。解析の実行はすばやく簡単に行えます。必要なのは以下の 6 つのステップだけです：

1. デフォルトの単位を設定して解析結果を保存するフォルダーを指定する
2. 拘束を設定する
3. 荷重を設定する
4. 材料を設定する
5. 解析を実行する
6. 部品を最適化する (オプション)
7. 結果を確認する

Axle-A 部品の最初の解析を実行し、その安全性を評価した後で、材料を変更して解析を再び実行します。



## 設計解析

SolidWorksで設計（部品）を構築した後、以下のような質問に答えなければならぬかもしれません。

- 部品は壊れないだろうか？
- どんなふうに変形するのだろうか？
- 製品の機能的なパフォーマンスを維持しながら材料を削減することはできないだろうか？

解析ツールが存在しなければ、製品の性能が顧客の期待を満足するものであるかを確認するためにコストのかかる試作とテストのサイクルを実行しなければなりません。設計解析は、高価な物理プロトタイプの実験を行う代わりに、コンピュータ上で短時間かつ低価格で設計サイクルを実行します。製造コストが重要な問題とならない場合も、設計解析は製品品質に大きなメリットをもたらす、プロトタイプ構築にかかる時間よりもはるかに短い時間でエンジニアが設計の問題点を検出できます。また、設計解析は多数の設計オプションのスタディを容易にし、最適化された設計の開発に役立ちます。

## 応力解析

応力解析または静解析は、最も一般的な設計解析テストです。この解析は、载荷中のモデルがどのように変形するかを推測します。部品全体の変位、ひずみ、応力が材料、拘束、荷重に基づいて計算されます。材料は、応力があるレベルに到達すると破壊します。異なる材料は、異なる応力レベルで破壊します。SolidWorks SimulationXpress™ は有限要素法 (FEM) に基づく線形静解析により応力を計算します。

線形静解析は、以下の仮定を基に部品の応力を計算します：

- **線形の仮定**：引き起こされる反応は適用される荷重に直接比例するものとします。
- **弾性の仮定**：荷重を取り除くと、部品は元の形状に戻ることを示します。
- **静的仮定**：荷重はその最大強度に達するまでゆっくりと、だんだんに適用されるものとします。

## ユーザー インターフェース

SolidWorks SimulationXpress は、部品の解析、部品の最適化、結果の表示のために材料特性、拘束、荷重を定義する6つのステップで解析手順をガイドします。SolidWorks SimulationXpress インターフェースは、以下のコンポーネントで構成されます。

**ようこそ (Welcome) タブ**：デフォルトの単位を設定し、解析結果を保存するフォルダーを設定できるようにします。

**拘束 (Fixtures) タブ**：部品の面に拘束を設定します。

**荷重 (Loads) タブ**：部品の面に力（集中荷重）または圧力を設定します。

**材料 (Material) タブ**：部品に材料特性を設定します。材料は材料ライブラリから選択するか、またはユーザー入力できます。

**実行 (Run) タブ**：デフォルト設定または設定を変更して解析を実行します。

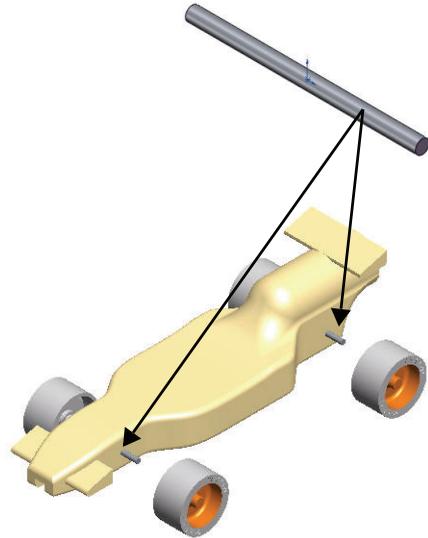
**最適化 (Optimize) タブ**：指定された基準に基づくモデル寸法で最適化します。

**結果 (Results) タブ**：以下の方法で解析結果を可視化します。

- 指定した値より小さい安全率しか持たない危険な領域を表示します。
- モデル内の応力分布を最大または最小の応力を表すアノテートアイテムあり / なしで表示します。
- モデル内の合成変位分布を最大または最小の変位値を表すアノテートアイテムあり / なしで表示します。
- モデルの変形形状を表示します。
- HTML レポートを作成します。
- 解析結果の eDrawings ファイルを作成します。

**再解析 (Start Over) ボタン**：このボタンをクリックすると既存の解析データおよび結果が削除され、新しい解析セッションが開始します。

**更新 (Update) ボタン**: 拘束および荷重条件が正しく設定されている場合は、SolidWorks SimulationXpress を実行します。荷重または拘束条件の設定後に条件が正しく設定されていない場合は、メッセージが表示され、不正な条件を編集する必要があります。また、解析終了後、材料特性の変更、荷重 / 固定条件の変更またはモデル寸法の変更を行った場合にも表示されます。



### Axle-A 部品の解析

このセクションでは、ダウンロードした解析フォルダーまで参照し、Axle-A 部品を開きます。

Axle-A 部品の応力解析を実行します。

Axle-A 部品は、Race Car アセンブリで使用されている車軸の名前を変更した部品です。



## Axle-A 部品を開く

## 1 Axle-A 部品を開く

開く (Open)  をメニューバー ツールバーからクリックします。

解析フォルダーがダウンロードされたフォルダーを選択します。

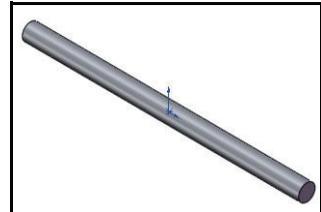
ファイルの種類 : **部品** と設定します。



**Axle-A** をダブルクリックします。Axle-A 部品がグラフィックス領域に表示されます。

## 2 表示方向を変更する

部品が等角投影で表示されていない場合は、**等角投影 (Isometric)**  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

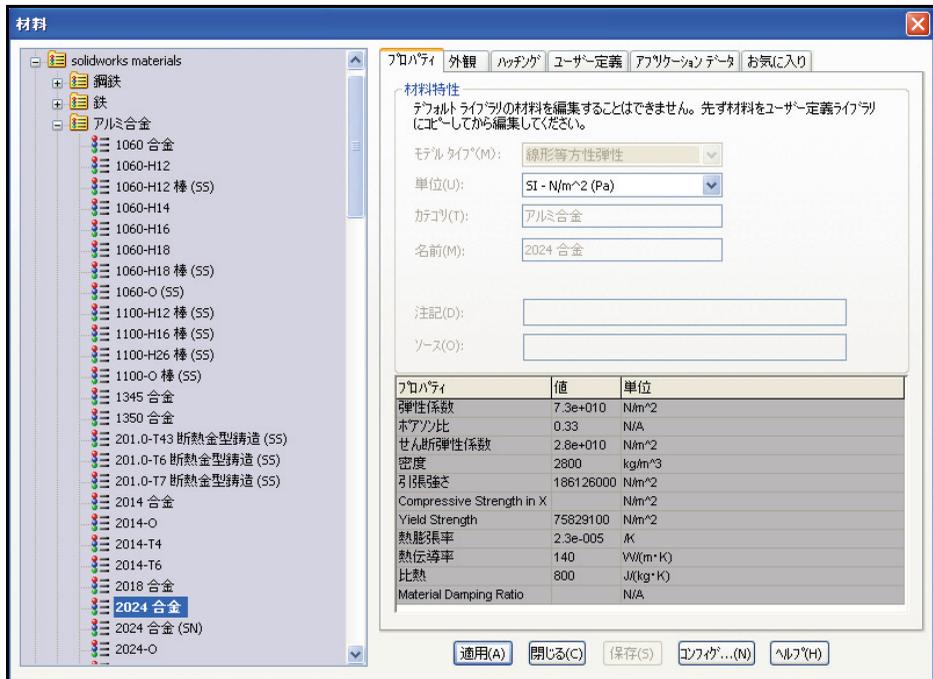


## 3 材料を確認する

**2024 Alloy** を FeatureManager で右クリックします。

**材料編集 (Edit Material)** をクリックします。物理的な材料特性が材料 (Materials) ダイアログ ボックスに表示されます。





注記： 2024 Alloy の材料特性は、SimulationXpress で使用します。

#### 4 FeatureManager に戻る

閉じる (Close) を材料 (Materials) ダイアログ ボックスからクリックします。

## SolidWorks SimulationXpress

SolidWorks で部品を開いたら、SolidWorks SimulationXpress アプリケーションを起動して直ぐに解析を開始できます。オプション (Options) ダイアログ ボックスでは、デフォルトの単位系と解析結果の保存先フォルダーを設定できます。

### 単位系

以下の表は、SimulationXpress で使用する様々な値の単位系をリストしたものです：

		SI	US 慣性単位 (IPS)	メートル単位
荷重	力	N (ニュートン)	lb (ポンド)	Kgf
	圧力	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> )	$Kgf/cm^2$
材料特性	Ex : 弾性係数	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> )	$Kgf/cm^2$
	NUXY: ポワソン比	単位なし	単位なし	単位なし
	SIGYLD: 降伏応力	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> )	$Kgf/cm^2$
	DENS: 質量密度	$Kg/m^3$	lb/in <sup>3</sup>	$Kg/cm^3$
結果	相当応力	$N/m^2$	psi (lb/in <sup>2</sup> )	$Kgf/cm^2$

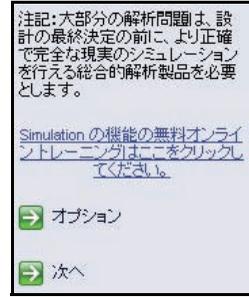
表 1: SimulationXpress で使用する単位系

## SimulationXpress の実行と解析オプションの設定

### 1 SolidWorks SimulationXpress を実行する

ツール (Tools) 、 **SimulationXpress** をメニューバーメニューからクリックします。

SolidWorks SimulationXpress アプリケーションはようこそ (Welcome) タブが選択された状態で起動します。



ヒント : CommandManager の評価タブから

### SimulationXpress 解析ウィザード

(SimulationXpress Analysis Wizard) をクリックし、SimulationXpress をすばやく実行することも可能です。



### 2 単位系を設定する

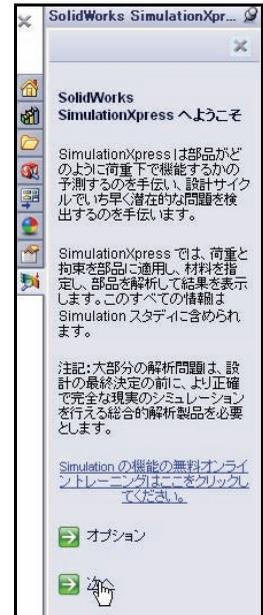
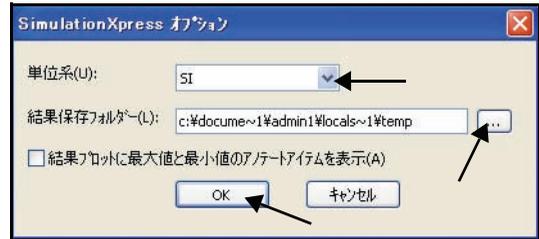
オプション (Options) ボタンをようこそ (Welcome) 画面からクリックします。

単位系 (System of units) を **SI**、**(MMGS)** に設定します。

結果の保存フォルダー (Results location) を **解析 (Analysis)** フォルダーに設定します。

**OK** をクリックします。

**次へ (Next)** をクリックします。

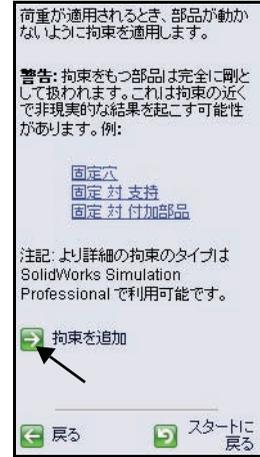


## 拘束の設定

## 1 拘束を設定する

拘束タブがアクティブになります。拘束セクションでは、Axle-A 部品が固定されている位置についての情報を集めます。複数の拘束のセットを設定し、それぞれのセットに複数の面を指定できます。

**拘束を追加** (Add a fixture) ボタンをクリックします。拘束 (Fixture) PropertyManager が表示されます。



## 2 固定面を選択する

Axle-A 部品の**外側の右面**をクリックします。

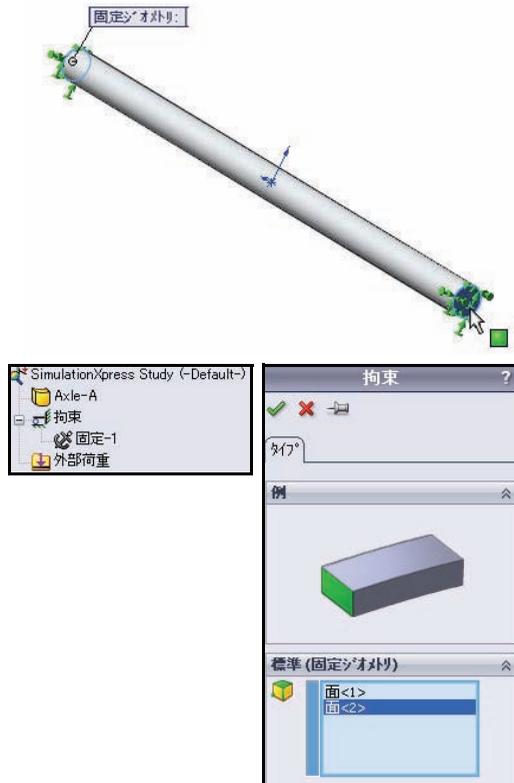
図のように、Axle-A部品の**外側の左面**をクリックします。

Face <1> と Face<2> が固定ジオメトリ (Fixed Geometry) ボックスに表示されます。

OK  を拘束 (Fixture)

PropertyManager からクリックします。更新されたスタディツリーを表示します。

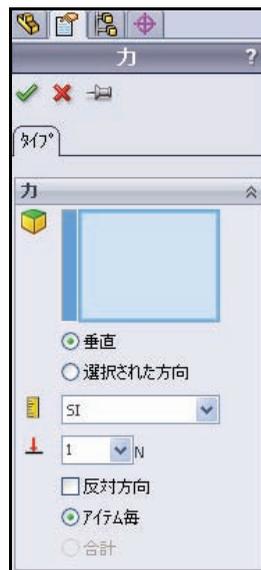
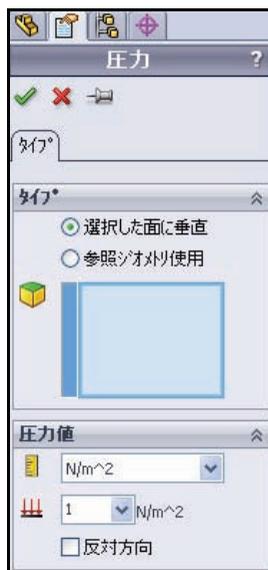
**注記:** 新しい拘束セットを追加するには、**拘束を追加** (Add a fixture) ボタンをクリックします。



## 荷重の設定

荷重タブを使用し、部品に作用する荷重を指定できます。荷重には、力または圧力のどちらでも使用できます。

1つの面または複数の面に複数の荷重を設定することができます。力の方向は、平面を基準として、または選択した面に垂直に指定できます。圧力は、常に選択した面に垂直に適用されます。



## 荷重を設定する

## 1 荷重を設定します

次へ (Next) をクリックします。Axle-A 部品に作用する荷重についての情報を収集します。複数の力または圧力を指定できます。それぞれのセットに複数の面を指定できます。

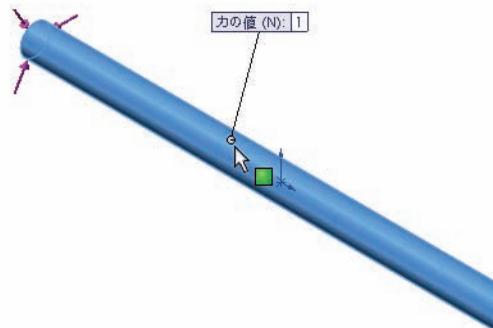
## 2 荷重タイプを選択する

力の追加 (Add a force) をクリックします。力 (Force) PropertyManager が表示されます。

## 3 力を適用する面を選択します

図のように、Axle-A 部品の円筒形面をクリックします。

Face <1> が表示されます。



4 力の方向と大きさを指定する  
選択された方向

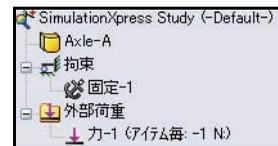
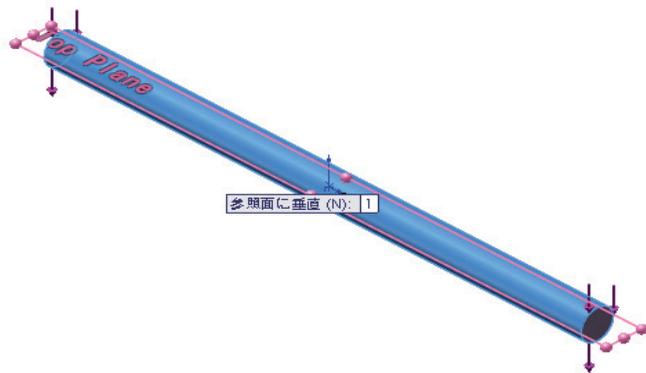
(Selected direction)  
ボックスをクリック  
します。

フライアウト  
FeatureManager から  
平面 (Top Plane) を  
クリックします。

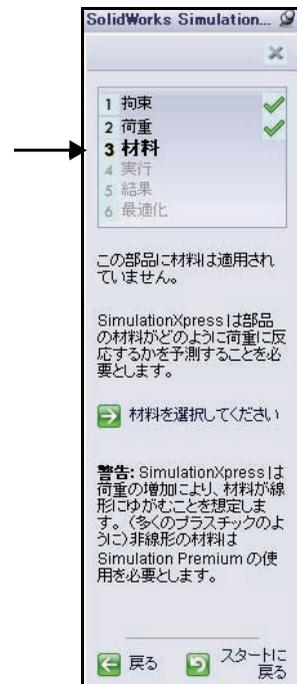
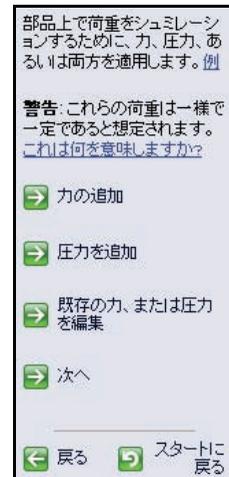
反対方向 (Reverse  
direction) ボックス  
を選択します。力の  
矢印が下向きに  
なります。

5 力を適用する  
1N を入力します。

OK  を力 (Force)  
PropertyManager から  
クリックします。更  
新されたスタディ  
ツリーを表示し  
ます。



- 6 部品に材料を指定する  
次へ (Next) をクリックします。  
材料タブが開きます。



## 材料の指定

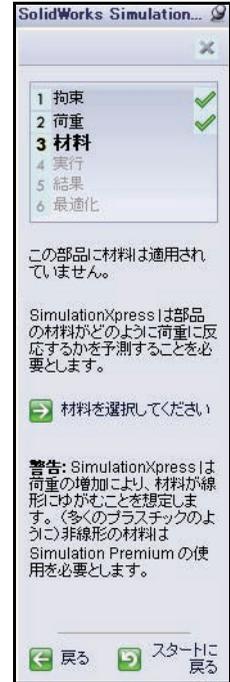
部品の荷重に対する応答は、何で作られているかという材料特性に依存します。SimulationXpress を使用するには、設計している部品の弾性特性を知る必要があります。SolidWorks 材料ライブラリから材料を選択するか、または独自の材料特性を定義できます。SimulationXpress は、応力解析を実行するために次の材料特性を使用します。

**弾性係数 (EX) :** 線形弾性材料の場合、弾性係数は、単位ひずみ量を発生させる応力を計算するために必要です。これは言い換えれば、応力はひずみと関係しているということを意味します。弾性係数は Young が最初に定義したことから、ヤング係数とも呼ばれます。

**ポアソン比 (NUXY) :** 一般に、材料は縦方向に伸びると側面方向へは収縮します。例えば、物体が X 方向へ引張り応力が載荷されている場合、ポアソン比 (Poisson's Ratio) NUXY は Y 方向のひずみと X 方向のひずみの比で定義されます。ポアソン比は無次元量です。設定されていない場合、プログラムはデフォルト値 0 を使用します。

**降伏強さ (SIGYLD) :** SimulationXpress では最小の安全率を計算するために、これを使用します。SimulationXpress は、von Mises (相当) 応力がこの値に近づくと材料が降伏し始めると想定しています。

**質量密度 (DENS) :** 密度とは、単位毎の容積の質量です。質量の単位は US 慣性単位で  $\text{lb/in}^3$ 、SI 単位で  $\text{kg/m}^3$  です。SimulationXpress は質量密度を使用し、レポート ファイルに部品の質量特性を含めます。



## 材料の指定

## 1 部品に材料を指定する

**材料選択** (Choose Material) をクリックします。材料 (Material) ダイアログボックスが表示されます。

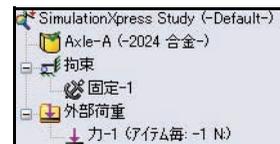
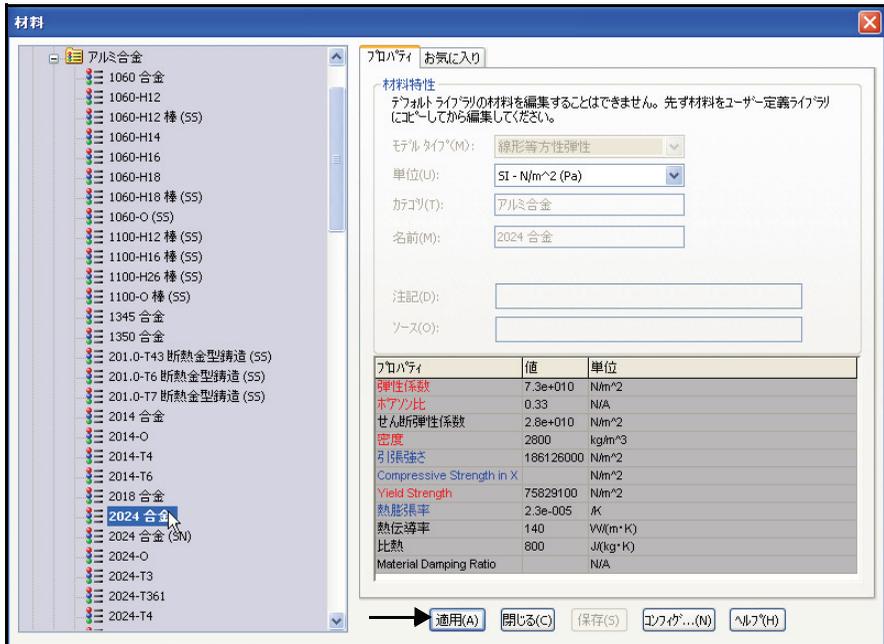
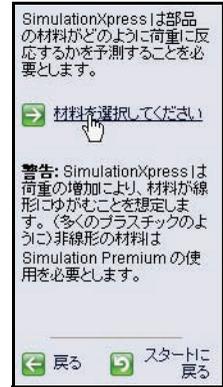
**2024 合金** (2024 Alloy) を選択します。

**適用** (Apply) をクリックします。

**閉じる** (Close) をクリックします。更新されたスタディ ツリーを確認します。緑のチェックマークは、材料が部品に適用されていることを示しています。

## 2 解析を実行する

**次へ** (Next) をクリックします。実行タブが表示されます。



## 解析の実行

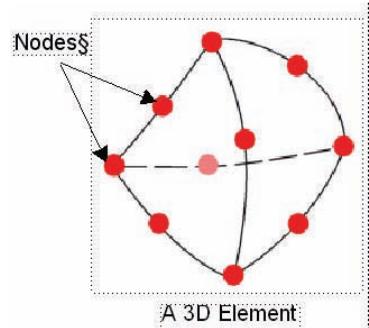
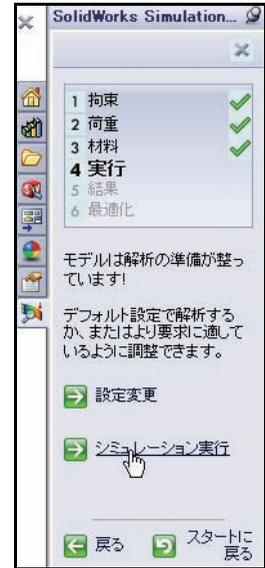
解析タブは、解析を実行できるようにします。SimulationXpress は解析モデルが準備されると、その変位、ひずみおよび応力を計算します。

解析の最初の段階は、メッシュの作成です。メッシュの作成とは基本的にジオメトリを有限要素と呼ばれる小さな単純な形状に分割することです。

解析は有限要素を使って、適用された荷重および拘束に対するモデルの応答を計算します。SimulationXpress はモデルの体積、表面積、その他の形状的特徴に基づいてデフォルトの要素サイズを推定します。SimulationXpress ではデフォルトの要素サイズを使用するか、または異なる要素サイズを使用するように指定できます。

モデルのメッシュ作成に成功すると、第 2 段階が自動的に開始されます。SimulationXpressは、他の要素との連結状態を考慮し、各要素の挙動を支配する方程式を組み立てます。これらの方程式は、変位を既知量である材料特性、拘束、荷重条件と関連付けられます。プログラムは、膨大な数の連立代数方程式を組み立てます。ソルバと呼ばれる計算実行プログラムは、各節点での X、Y および Z 方向の変位量を計算します。

計算された変位量を使って、様々な方向のひずみが計算され、応力が計算されます。最終的に、プログラムは応力を計算するために数学的な式を使います。

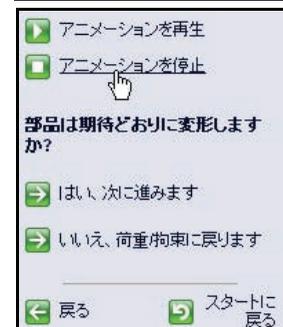
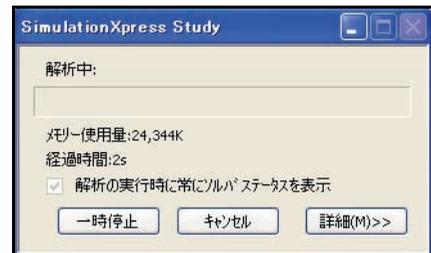


## 解析の実行

- 1 デフォルトの設定を使用します。  
シミュレーション実行 (Run Simulation) をクリックします。結果および更新されたスタディ ツリーを確認します。

解析が開始されます。解析が完了すると、実行と結果のタブにチェックマークが表示されます。部品のアニメーションをグラフィックス領域に表示します。

- 2 アニメーションを中止する  
アニメーション中止 (Stop animation) をクリックします。



## 結果の表示

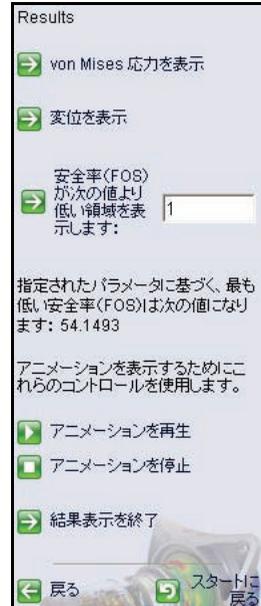
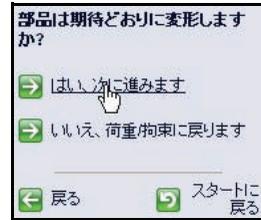
結果の表示は、解析プロセスの重要なステップです。このステップでは、設計がどの程度まで指定された環境条件に耐えられるかを評価します。

このステップでは、設計を受け入れてプロトタイピングに移行するか、設計をさらに改良するか、または荷重や拘束の追加のセットを試してみるかについての重要な決定が得られるはずですが。

SimulationXpress は安全率の計算に最大 von Mises 応力を使用します。この基準では、相当応力 (von Mises 応力) が材料の降伏応力に達すると延性材料は降伏を始めるということを定義しています。降伏応力 (SIGYLD) は材料特性として定義されています。SimulationXpress はある点での安全率 (FOS) の計算を、降伏応力をその点における相当応力で割ることにより行います。

### 安全率の値の解釈は、以下のようになります

- ある位置での安全率が1.0未満である時、その位置において材料は降伏していることを意味しそのデザインは安全ではありません。
- ある位置での安全率が1.0である時、その位置において材料がまさに降伏を始めたことを意味します。
- ある位置での安全率が1.0より大きい時、その位置において材料がまだ降伏していないことを意味します。
- ある位置に対し、現在の荷重に計算された安全率をかけた荷重を新しく適用すると、その位置で材料が降伏を始めています。



## 結果の表示

## 1 結果を表示する

Stress

(vonMises-)

Results フォルダ  
をダブルクリックし  
ます。結果を確認し  
ます。

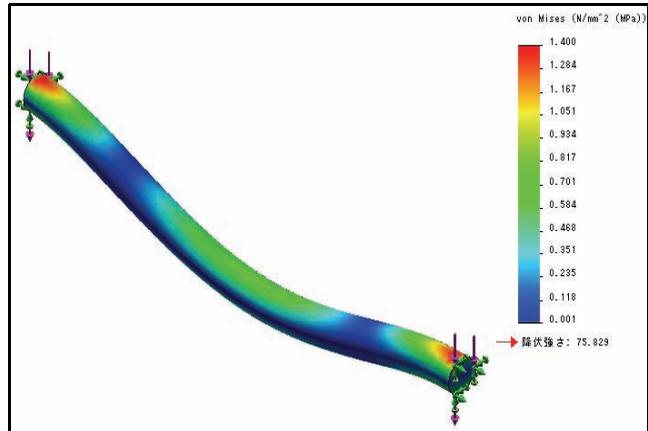
Displacement (合  
成変位-) Results  
フォルダをダブル  
クリックします。結  
果を確認します。

Deformation

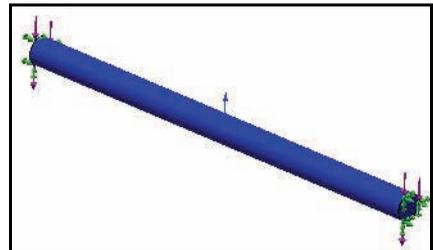
(- 変位-) Results  
フォルダをダブル  
クリックします。結  
果を確認します。

Factor of Safety  
Results フォルダ  
をダブルクリックし  
ます。グラフィック  
ス領域で結果を確認  
します。Axle-A 部  
品は青で表示されま  
す。青は、FOS が 1  
よりも大きい位置に  
表示されます。

はい、次に進みます  
(Yes continue) をク  
リックします。



モデル名: Axle-A  
分析名: SimulationXpress Study  
表示方法: 安全率 Factor of Safety  
判定規準: 最大von-Mises応力  
赤 < 安全率 = 1 < 青



部品は期待どおりに変形しますか?

→ はい、次に進みます

→ いいえ、荷重拘束に戻ります

← 戻る

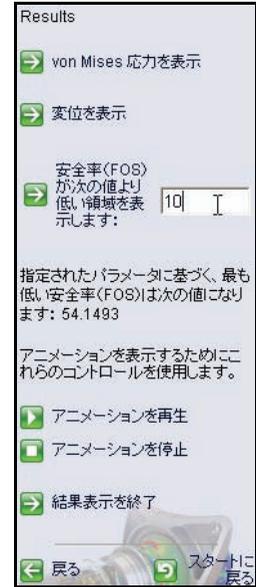
スタートに戻る

Axle-A 部品の安全率は、約 54.14 です。これは、現在の設計が安全である、または過剰設計されていることを示します。注記：数値は多少異なることもあります。

## 2 安全率を変更する

**10** を安全率 (FOS) が次の値より低い領域を表示します： (Show where factor of safety (FOS) is below) ボックスに入力します。

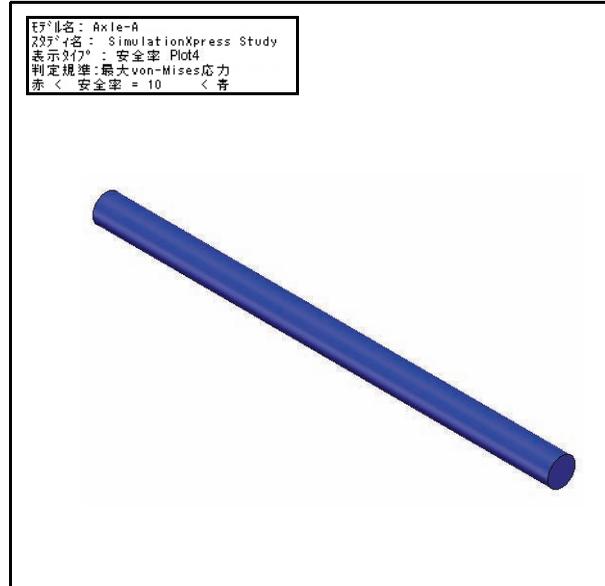
安全率 (FOS) が次の値より低い領域を表示します：ボックスをクリックします。



次のプロットが表示されます。青の領域は、10以上の安全率を持ちます（過剰設計された領域）。

赤で示されている部分は、安全率が 10 より小さい領域です。すべての領域が青で表示されています。

結果表示を終了 (Done viewing the results) をクリックします。



## レポートの実行

SolidWorks SimulationXpressには、結果のレポートを保存する機能があります。この機能は、このプロジェクトまたは類似するプロジェクトでの今後の作業のために、優れた情報のドキュメント化を確実にします。

以下の2つのレポート方式から選択します。

- HTML レポート
- eDrawing ファイル

- 1 **今回はレポートを作成しない次へ (Next) をクリックします。**

**注記：** 練習として、レポートを作成してみてください。

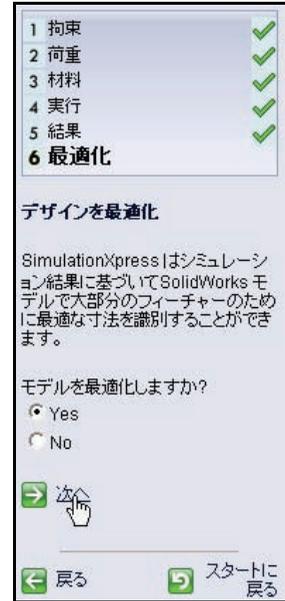


## モデルの最適化

SolidWorks SimulationXpress は指定された判定基準を満たす、モデル寸法に最適な値を探します。

- 安全率
- 最大応力
- 最大変位

希望の安全率を入力するか、または最大および最小の許容限界寸法に基づいて安全率を計算するように SimulationXpress に指定できます。



## モデルの最適化

## 1 モデルを最適化する

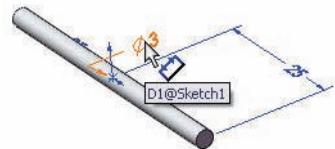
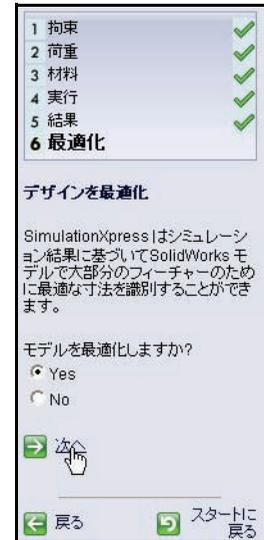
デフォルトの値を確定します。  
次へ (Next) をクリックします。

図のように、**3mm**の直径寸法をグラフィックス領域で選択します。

**OK** をパラメータを追加 (Add Parameters) ダイアログボックスからクリックします。

寸法範囲を受け入れます：最小：1.5mm - 最大：4.5mm **次へ** (Next) をクリックします。

この時点では、寸法を編集しません。**次へ** (Next) をクリックします。



最適化デザイン スタディの制約条件を指定します。最小の安全率を指定します。 **Specify the constraint** (Specify the constraint) をクリックします。

制約条件ドロップダウンメニューから**安全率** (Factor of Safety) を選択します。結果を確認します。

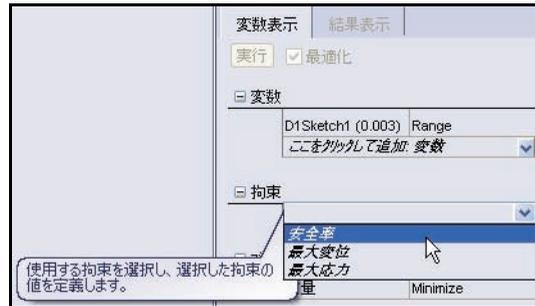
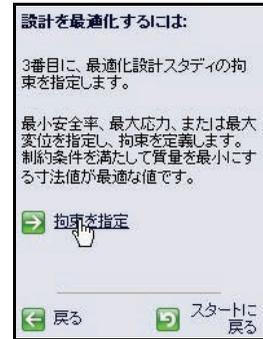
**次へ** (Next) をクリックします。

図のように最小列に**10**と入力します。

**次へ** (Next) をクリックします。

**実行** (Run the optimization) をクリックします。

結果を確認します。

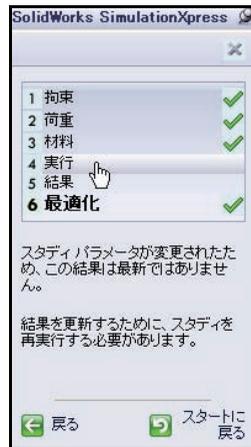
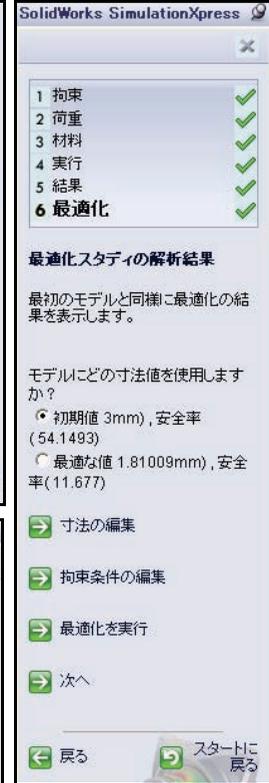


**注記：** 練習として、実行タブをクリックし、新しい値を使用して解析を再び実行してみてください。

## 2 すべてのモデルを閉じる

メニューバーメニューからウィンドウ (Window)、全ウィンドウを閉じる (Close All) をクリックします。これで、このセクションは終わります。

変数表示		結果表示	
	Initial	Optimal	
D1Sketch1	3mm	1.81009mm	
安全率	54.149259	11.677001	
質量	3.53429e-007 kg	1.28665e-007 kg	



## SolidWorks Flow Simulation

このレッスンでは、SolidWorks Flow Simulation を使用し、初期の Race Car Block アセンブリと最終的な Race Car アセンブリの空力を解析します。このセクションでは、SolidWorks Flow Simulation を仮想の風洞とみなします。

**注記：** 初期のRace Car Blockアセンブリのコンフィギュレーションは、時間を節約するために作成済みです。このコンフィギュレーションは、ダウンロードした Flow Simulation フォルダーにあります。

### SolidWorks Flow Simulation とは？

SolidWorks Flow Simulation は、SolidWorks に完全統合された唯一の流体解析ツールです。このソフトウェアは、ソリッドモデルを直接解析できるようにします。また、ウィザードを使用することで単位、流体の種類、流体の物質などを簡単に設定できます。

解析には、いくつかのステップがあります。

1. SolidWorks で設計を作成する。  
SolidWorks Flow Simulation は部品、アセンブリ、サブアセンブリ、マルチボディを解析できます。
2. SolidWorks Flow Simulation でプロジェクト ファイルを作成する。  
SolidWorks Flow Simulation プロジェクトは問題の設定と結果をすべて含み、それぞれのプロジェクトは SolidWorks コンフィギュレーションと関連付けられています。
3. 解析を実行する。これは、時には解法とも呼ばれます。
4. 以下を含む SolidWorks Flow Simulation の結果を表示する。  
結果プロット：
  - ベクトル、コンター、等値線
  - 断面プロット、サーフェス、流跡線、等値面プロセス後の結果：
  - XY プロット (Microsoft Excel)
  - ゴール (Microsoft Excel)
  - サーフェス パラメータ
  - 点パラメータ
  - レポート (Microsoft Word)
  - 参照流体温度

## 流体解析

流体解析は水や油のような液体や、水素、酸素、空気等の気体の動きをダイナミックに解析するのに使用します。気象のシミュレーションや津波情報、自動車の交通量のシミュレーション等にも流体解析が使用されています。

流体解析の長所は、エネルギーの節約と熱伝導率です。

エネルギーの節約：エンジンの全体的な応力荷重はその構造と重量を解析することで減らせますが、流体解析では動力出力を改善する燃焼効率のデータを収集できます。

熱伝導率：エネルギー交換の物理的特性を温度という形で参照します。たとえば原子炉の場合、放射能の分解によって電気エネルギーが直接発生するわけではありません。熱エネルギーが水に伝達されて蒸気が発生し、これによりタービンが駆動されて電気が生じます。

流体解析は、製造産業の様々な分野で使用されています。

- **空気力学を使用した設計や機械**  
ファンや発電設備の風車
- **冷却と加熱**  
熱伝達の可能性の予測
- **流体を扱う機械**  
ポンプ、コンプレッサ、バルブ
- **電気機器**  
コンピュータや精密電気機器の発熱測定
- **輸送機械**  
車、船舶、航空機（エンジンは別）

## 設計解析を実行するのはなぜか？

SolidWorksで設計（部品）を構築した後、以下のような質問に答えなければならぬかもしれません。

- 部品は迅速に動作するだろうか？
- 空気の抵抗はどのように処理されるだろうか？
- 製品の機能的なパフォーマンスを維持しながら材料を削減することはできないだろうか？

解析ツールが存在しなければ、製品の性能が顧客の期待を満足するものであるかを確認するためにコストのかかる試作とテストのサイクルを実行しなければなりません。その代わりに、設計解析はコンピュータモデルを使用して短時間かつ低価格で設計サイクルを実行できるようにします。製造コストが重要な問題とならない場合も、設計解析は製品品質に大きなメリットをもたらし、プロトタイプ構築にかかる時間よりもはるかに短い時間でエンジニアが設計の問題点を検出できるようにします。また、設計解析は多数の設計オプションのスタディを容易にし、最適化された設計の開発に役立ちます。迅速かつ低コストな解析により、直感ではわからない解決法が明らかになることが多く、設計者が製品の振る舞いをより良く理解するのに役立ちます。

### SolidWorks Flow Simulation 使用前の確認事項

SolidWorks Flow Simulation ソフトウェアがインストールされていることを確認します。

メニューバーメニューから、**ツール、アドイン** をクリックします。

**SolidWorks Flow Simulation 2010** ボックスを選択します。

**OK** をアドイン (Add-Ins) ダイアログボックスからクリックします。

**注記：** Flow Simulation タブがアクティブなドキュメントと共に **CommandManager** に表示されます。

**ヒント：** ツールは、Flow Simulation の **CommandManager** から選択します。



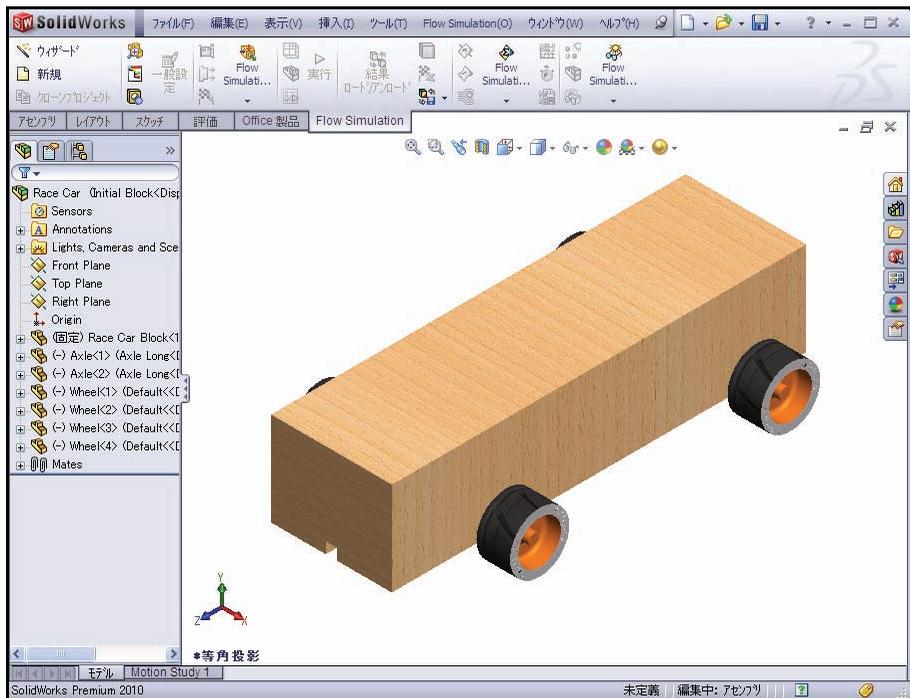
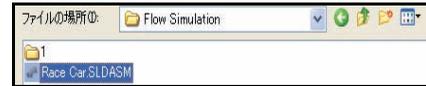
## 初期の Race Car Block の解析

- 1 Race CarアセンブリをFlow Simulationフォルダーから開く

開く (Open)  をメニューバー ツールバーからクリックします。

参照 (Browse) で Flow Simulationフォルダーまで移動します。

- 2 Race Car をダブルクリックします。Race Car アセンブリ (Initial Block) コンフィギュレーションがグラフィックス領域に表示されます。Race Car (Initial Block) は、時間を短縮するために既に作成されています。



## Flow Simulation プロジェクトの作成

- 1 Flow Simulation タブを CommandManager からクリックします。

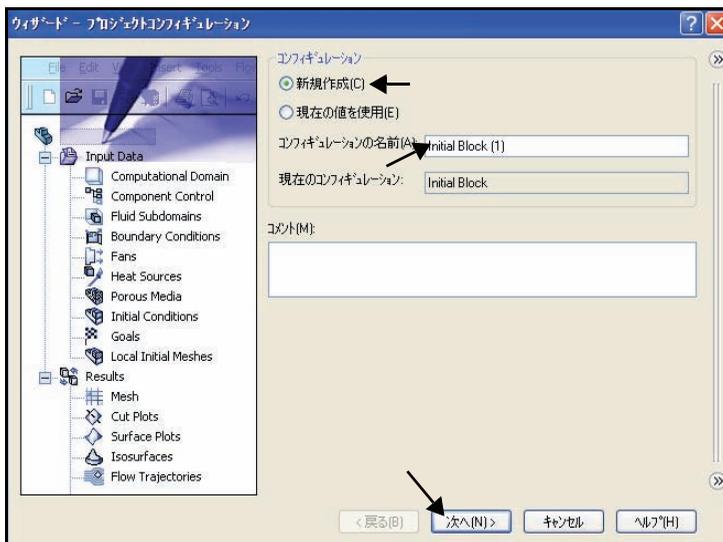
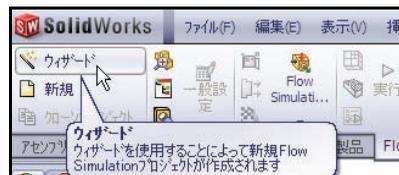
ウィザード (Wizard)  を Flow Simulation の CommandManager からクリックします。ウィザード (Wizard) ダイアログボックスが表示されます。オプションを確認します。

- 2 プロジェクト名を設定する

**新規作成** (Create new) ボックスをクリックします。

コンフィギュレーション名 : **Initial Block (1)** を受け入れます。

**次へ>** (Next>) をクリックします。



**注記：** このプロジェクトで必要となるすべての解析データは、この SolidWorks モデルのコンフィギュレーションに保存されます。

### 3 単位系を設定する

**SI (m-kg-s)** を単位系 (Unit system) ボックスでクリックします。

**速度 (Velocity/Units)** ボックスの内側をクリックします。

**Mile/hour (Mile/hour)** を選択します。

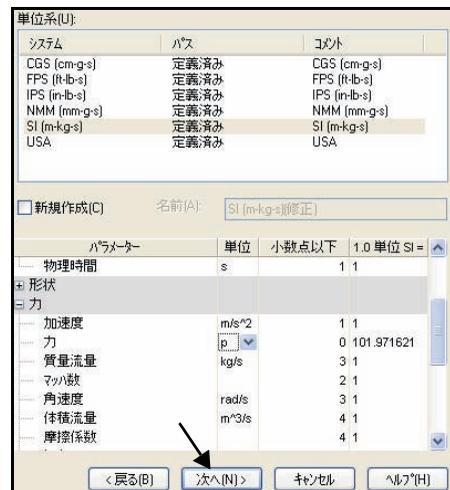
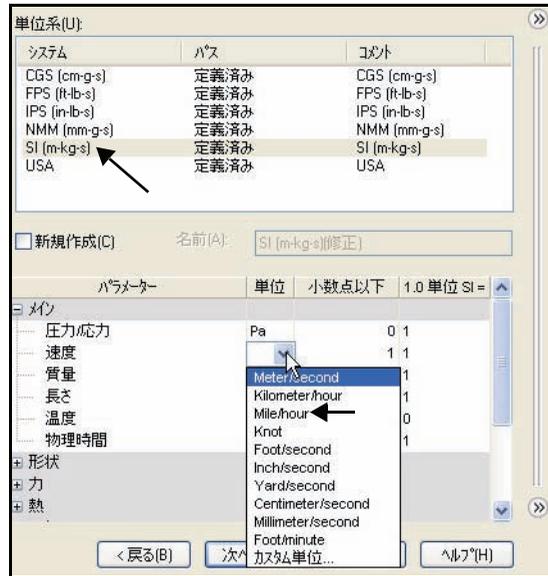
**力 (Loads&Motion)** オプションが表示されるまでスクロールダウンします。

**力** フォルダを展開します。

**力 (Force/Units)** ボックスの内側をクリックします。

**Gram force** を選択します。

**次へ> (Next>)** をクリックします。



## グラム - カ

グラム - カとは、地球上にある 1 グラムの質量の重量とほぼ等しい力の単位です。しかし、局所の重力加速度、 $g$  は地球上の緯度、高度、位置によって異なります。したがって、正確には 1 グラム - カは、重力による加速が 1 秒あたりに 9.80665 メートルである位置において 1 グラムの質量が作用させる力です。

### 1 解析タイプと物理特性を設定する

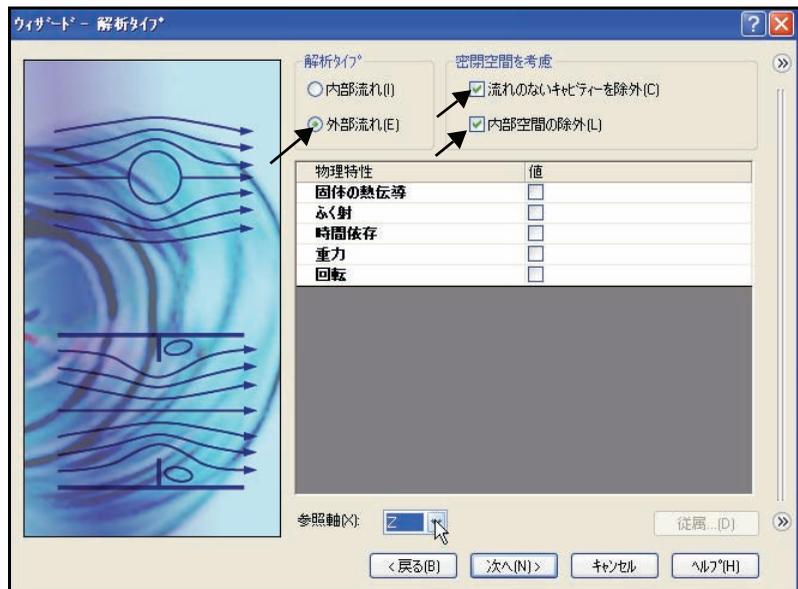
**外部流れ** (External) を解析タイプ (Analysis type) としてクリックします。

**流れのないキャビティーを除外** (Exclude cavities without flow conditions) ボックスを選択します。

**内部空間の除外** (Exclude internal space) ボックスを選択します。

**Z** を参照軸 (Reference axis) に選択します。

**注記：** 参照軸を選択するのは、角速度ベクトルを参照軸と整列できるようにするためです。



**注記：** 内部流れ解析は閉ざされた流路を調べる一方で、外部流れ解析は開かれた流路を調べます。内部流れ解析は、排気マニホールドや自動車のエンジンなどの解析に使用します。

**次へ>** (Next>) をクリックします。

## 2 デフォルト流体を設定する

**気体** (Gases) フォルダを展開します。

**空気** (Air) をクリックします。

**追加** (Add) ボタンをクリックします。

**ヒント** : **空気** (Air) をダブルクリックするか、または、これを 1 つのリストから別のリストにドラッグ&ドロップすることも可能です。



**注記** : SolidWorks Flow Simulation には、エンジニアリング データベースと呼ばれる、多数の液体や気体のデータベース ライブラリがあります。このデータベースを使用し、独自の材料を作成することも可能です。

SolidWorks Flow Simulation では非圧縮性液体または圧縮性ガスのどちらも解析できますが、両方を一度に実行することはできません。また、プログラムで考慮に入れる必要のある、その他の高度な物理特性を指定することも可能です。

**次へ** > (Next>) をクリックします。

### 3 壁面条件を設定する

デフォルトの値を受け入れます。**断熱壁**、**ラフネス = 0 micrometer**。

次へ> (Next>) をクリックします。

### 4 初期および環境条件を設定する

**Z方向の速度** (Velocity in Z direction) の値ボックスの内側をダブルクリックします。

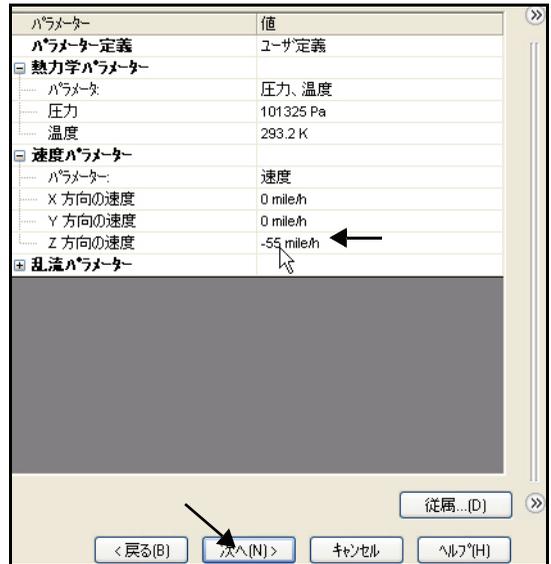


**-55 mile/h** を入力します。これは、約 **-24.58 m/s** です。

**注記：** マイナス記号は重要です。この記号は、空気が車に向かって流れていることを示します。

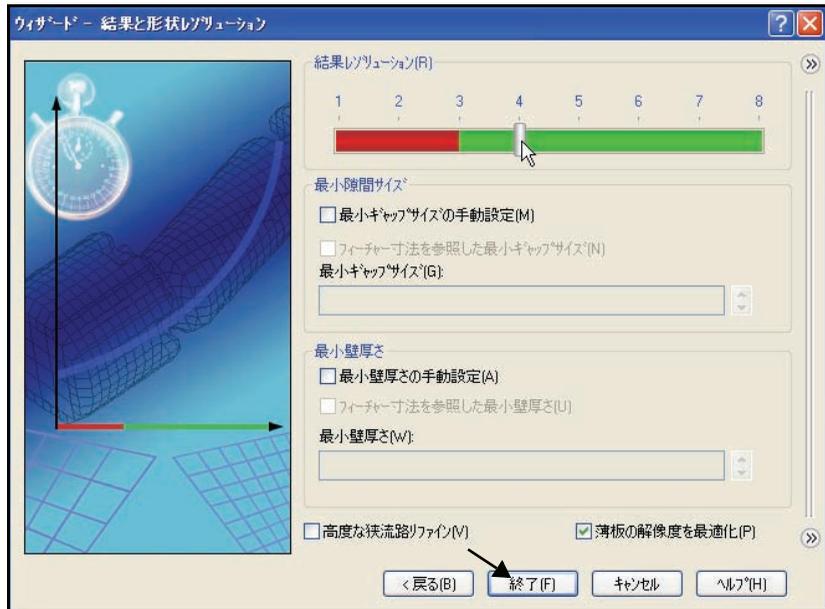
現実の世界では、車は静止した空気の中を移動します。風洞では、車は静止した状態で、空気が移動します。この Flow Simulation の例は、仮想の風洞とみなせます。車は静止した状態で、空気が移動します。

次へ> (Next>) をクリックします。



## 5 結果と形状レゾリューションを設定する

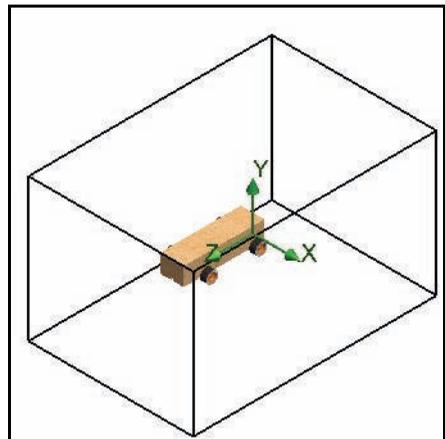
結果レゾリューションを **4** に設定します。これにより妥当な時間内に許容可能な精度の結果が得られます。



終了 (Finish) ボタンをクリックします。

## 6 グラフィックス領域にモデルを表示します

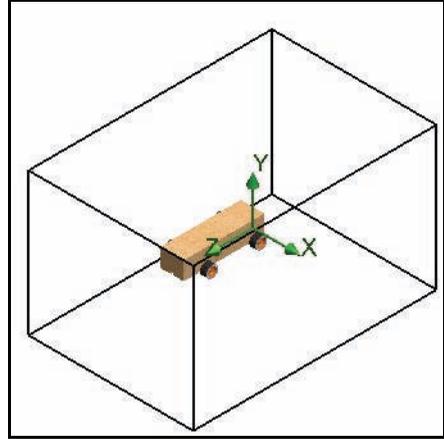
縮小表示 (Zoom out) を使用し、グラフィックス領域に計算領域を表示します。



## 計算領域

SolidWorks Flow Simulation の計算は、計算領域と呼ばれるボリューム内で実行されます。このボリュームの境界は、グローバル座標系の平面と平行になります。外部流れでは、計算領域のサイズはモデルのサイズに基づいて自動的に計算されます。

右の図では、黒枠のボックスが計算領域を表わしています。



## 計算領域の変更

以下の理由により、計算領域を変更します。

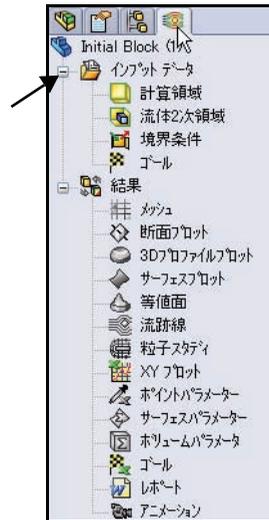
### ■ サイズ

計算領域のサイズを減らし、精度を落として解析時間を短縮します。より小さな計算領域は、計算する流体セルが減ることを意味します。計算領域のデフォルトサイズを使用すると、並みの高速コンピュータでも解析時間が1時間を超えることもあります。このような解析時間は、講習会では現実的ではありません。

### 1 Flow Simulation 解析ツリーを表示する

**Flow Simulation 解析ツリー** (Flow Simulation analysis tree)  タブをクリックします。

**インプット データ** フォルダーを展開します。



- 2 計算領域のサイズを設定する  
計算領域フォルダーを右クリックします。

定義編集 (Edit Definition) をクリックします。

サイズ タブで以下の値を入力します。

- X 最小値 (X min) = -0.16 m
- X 最大値 (X max) = 0.16 m
- Y 最小値 (Y min) = -0.15 m
- Y 最大値 (Y max) = 0.15 m
- Z 最小値 (Z min) = -0.21 m
- Z 最大値 (Z max) = 0.31 m

OK をクリックします。

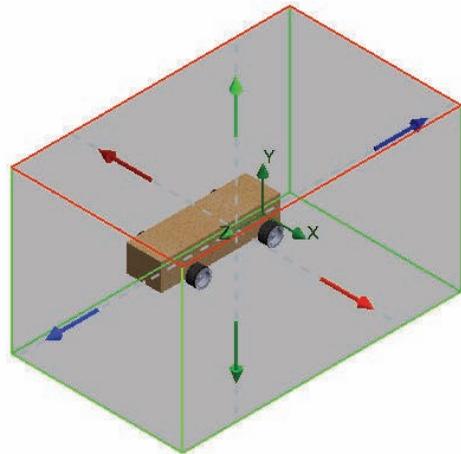
### 3 結果

結果の計算領域がグラフィックス領域に表示されます。

### ゴールの設定

以下の4つのエンジニアリングゴールを指定できます。

- **グローバル ゴール**  
計算領域全体で計算される物理パラメータです。
- **サーフェス ゴール**  
ユーザーの指定したモデルの面で計算される物理パラメータです。
- **ボリューム ゴール**  
ユーザーの指定した計算領域内の空間（流体または固体のいずれか）で計算される物理パラメータです。
- **方程式ゴール**  
指定したゴールのある方程式、または指定したプロジェクトの入力データを変数とするパラメータのある方程式で定義されたゴールです。



### 1 グローバルゴールを挿入する

ゴールフォルダーを右クリックします。

グローバルゴールの挿入 (Insert Global Goals) をクリックします。グローバルゴール (Global Goals) PropertyManager が表示されます。

**ヒント:** PropertyManager ウィンドウの境界を右にドラッグし、ウィンドウの幅を広げます。これで、パラメータ名が読みやすくなります。



### 2 抗力のゴールを設定する

パラメータ (Parameters) 列の力のZ成分 (Z - Component of Force) が表示されるまでスクロールダウンします。

最大 (Max) ボックスを選択します。

OK  をグローバルゴール (Global Goals) PropertyManager からクリックします。更新された内容を FeatureManager で確認します。

### 3 2つ目のグローバルゴールを挿入する

ゴールフォルダーを右クリックします。

グローバルゴールの挿入 (Insert Global Goals) を Flow Simulation 解析ツリーでクリックします。



## 4 揚力のゴールを設定する

パラメータ (Parameters) 列の力のY成分 (Y - Component of Force) が表示されるまでスクロールダウンします。

最大 (Max) ボックスを選択します。

OK  をグローバル ゴール (Global Goals) PropertyManager からクリックします。更新された内容を FeatureManager で確認します。



## 5 ゴールの名前を変更する

2つのゴールアイコンがFlow Simulation解析ツリーに表示されています。

GG 力の Z 成分 1 の名前を Drag に変更します。

GG 力の Y 成分 1 の名前を Lift に変更します。



## 解析の実行

### 1 解析を実行する

実行 (Run)  を  
Flow Simulation の

CommandManager からク  
リックします。実行 (Run)  
ダイアログ ボックスが表示  
されます。オプションを確認  
します。

実行 (Run) ボタンをクリッ  
クします。

### 2 ソルバ情報

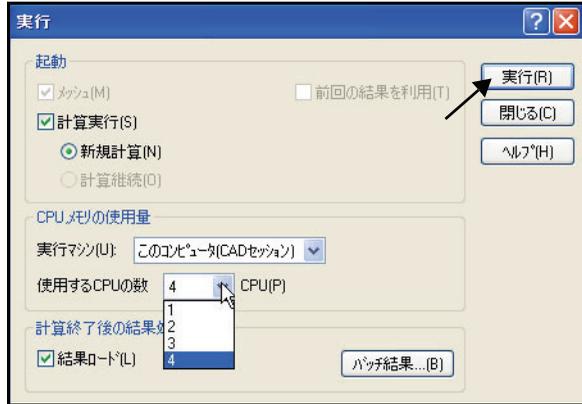
Solver ダイアログ ボックスが  
表示されます。ウィンドウ  
の左側には、解析の処理中  
に実行された各ステップの  
ログが表示されます。右側  
には、情報ウィンドウがあ  
り、メッシュ情報や解析に  
関する各種警告情報が表示  
されます。

**注記：** 解析には、25 分ほどかかり  
ます。

### 3 計算を一時停止する

約 60 回の反復計算後に、  
一時中止 (Suspend)  ボ  
タンをソルバ (Solver)

ツールバーからクリックします。これにより計算が中止されて、様々な  
タイプのプレビューを調べられるようになります。



パラメーター	値
流体セル	71050
界面セル	3563
反復回数	60
最後の反復が終了...	09:16:39
最後の反復にかか...	00:00:04
トラブル	0.706197
1 トラブルに対する反...	84
CPU時間	0 : 3 : 10
残り計算時間	0 : 17 : 47
ステータス	計算

## 4 速度のプレビュー

プレビュー挿入 (Insert Preview) ツールをソルバ (Solver) ツールバーでクリックします。設定プレビュー (Preview Settings) ダイアログボックスが表示されます。

右側面 (Right Plane) を Plane name (Plane name) に選択します。

コンター (Contours) をモード (Mode) に選択します。

設定 (Settings) タブを設定プレビュー (Preview Settings) ダイアログボックスからクリックします。

速度 (Velocity) をパラメータ (Parameter) に選択します。オプションを確認します。

OK をクリックします。

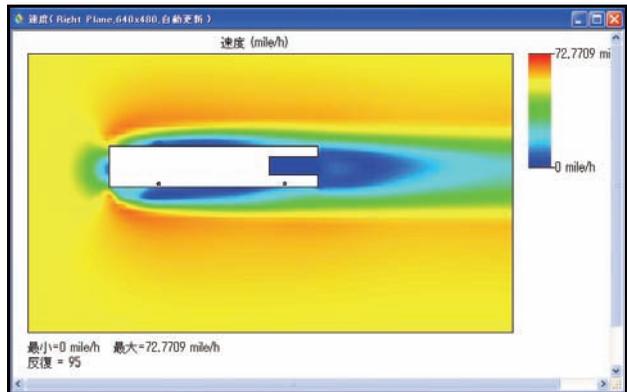
## 5 プレビューボックスを表示する

プロットのプレビューは、別ウィンドウに表示されます。

結果を確認します。

**注記：** スケールは多少異なることもあります。

プレビュー ウィンドウを閉じます。



## 6 圧力のプレビュー

### プレビュー挿入 (Insert Preview)

 ツールをソルバ (Solver) ツールバーでクリックします。設定プレビュー (Preview Settings) ダイアログ ボックスが表示されます。

右側面 (Right Plane) を Plane name に選択します。

コンター (Contours) をモード (Mode) に選択します。

設定 (Settings) タブをクリックします。

圧力 (Pressure) をパラメータ (Parameter) に選択します。

OK をクリックします。

結果を表示します。

プレビュー ウィンドウを閉じます。



## 7 計算を再開する

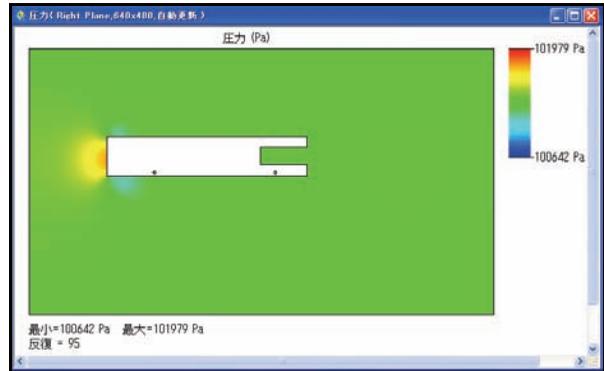
プレビュー ウィンドウを閉じます。

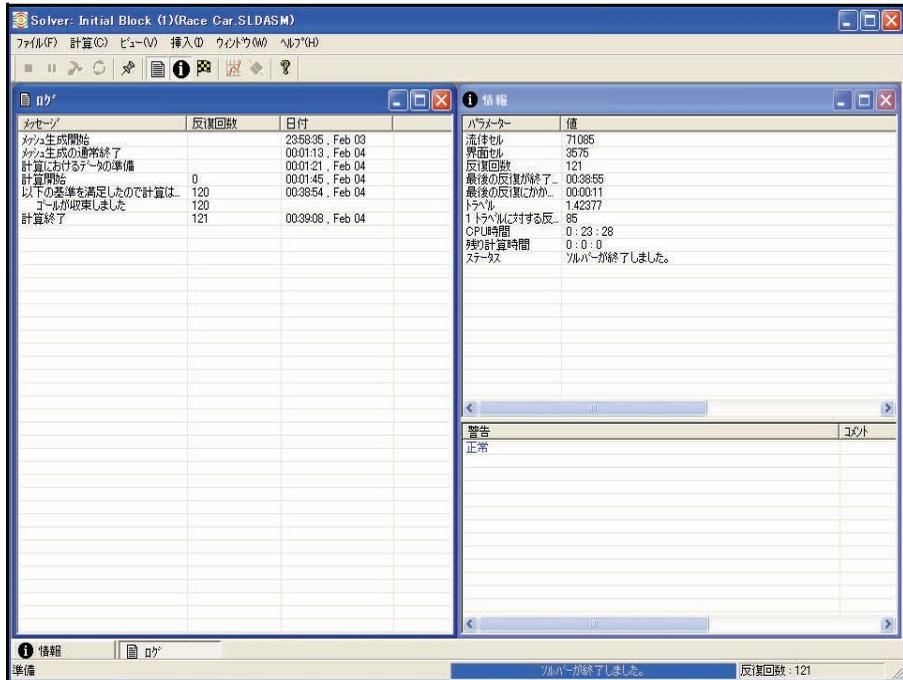
### 一時中止 (Suspend)

 ボタンをソルバ (Solver) ツールバーでクリックします。

## 8 完了

ウィンドウの下にあるステータスバーに、ソルバ (Solver) が終了したことが表示されます。





- 9 ソルバウィンドウを閉じる  
 ファイル (File) 、閉じる (Close)  
 をソルバ (Solver) ダイアログ  
 ボックスからクリックします。



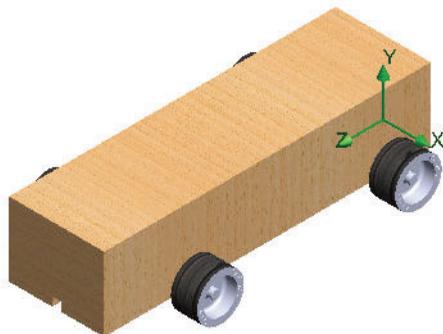
**10 計算領域を非表示する**

**計算領域** フォルダーを右クリックします。

**非表示 (Hide)** をクリックします。

**11 ドキュメントを保存する**

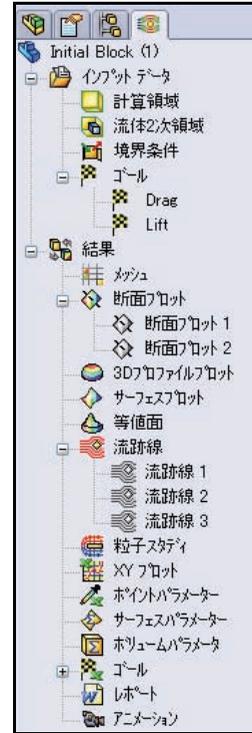
**保存 (Save)**  をメニューバー ツールバーからクリックします。



## 結果の表示

計算の終了後は、保存された計算結果を数多くの Flow Simulation オプションを使用し、カスタマイズされた方法でグラフィックス領域に直接表示できます。結果オプションには、次のものがあります。

- 断面プロット (パラメータ分布の断面図)
- 断面プロット (指定した断面での結果のコンターを生成)
- 流跡線 (流線および粒子の流跡線)
- ゴールプロット (指定したゴールの計算中の挙動)
- XYプロット (カーブ、スケッチに沿ったパラメータの変化)
- サーフեսパラメータ (指定したサーフェスでのパラメータを取得)
- 点パラメータ (指定した点でのパラメータを取得)
- レポート (Microsoft Word にプロジェクトレポートを出力)
- 結果のアニメーション

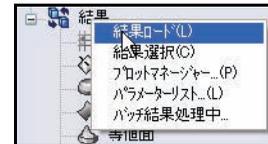


ここでは次に、断面プロット、サーフェスプロット、流跡線を表示します。

## 結果へのアクセス

### 1 必要に応じて結果をロードする

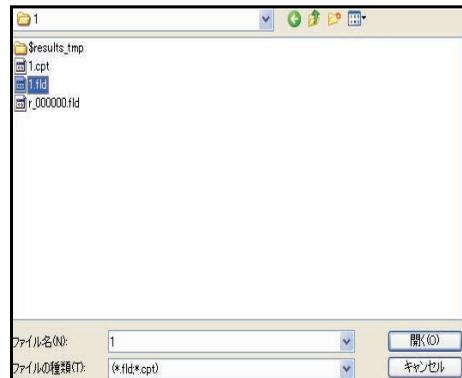
**結果** (Results) フォルダを Flow Simulation 解析ツリーで右クリックします。



**結果ロード** (Load Results) をクリックします。結果ロード (Load Results) ダイアログボックスが表示されます。

**注記：** 結果のアンロード (Unload Results) が表示される場合、結果は既にロードされています。

1. fld をダブルクリックします。



## 2 ビュー設定を変更する

### 結果 (Results)

フォルダーを右クリックします。

ビュー設定 (View Settings) をクリックします。

### コンター

(Contours) タブをクリックします。

圧力 (Pressure) をパラメータ (Parameter) 設定のドロップダウンメニューから選択します。

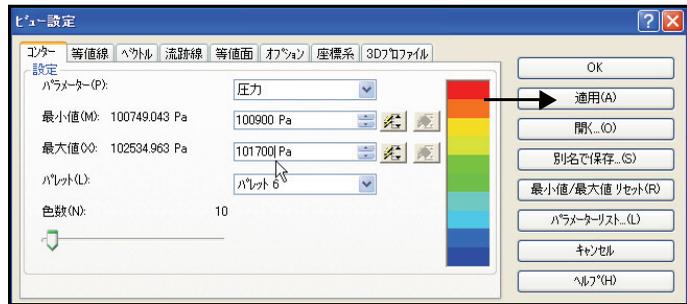
100900 を最小 (Min) に入力します。

101700 を最大 (Max) に入力します。

適用 (Apply) ボタンをクリックします。

OK をビュー設定 (View Settings) ダイアログボックスからクリックします。

**注記 :** ここで、デフォルトの値を使用しない理由は、車に設計変更を加えてから解析を再び実行すると、最小と最大の圧力値が変化するためです。これは、赤で表わされる圧力が2つのプロットで異なることを意味します。それぞれの解析で同じ最小と最大の設定を使用すれば、別々の反復計算後の設計を有意義に比較できるようになります。



## 3 断面プロットを作成する

断面プロット (Cut Plots) フォルダを右クリックします。

挿入 (Insert) をクリックします。断面プロット (Cut Plot) PropertyManager が表示されます。デフォルトで正面が選択されています。

Race Car をフライアウト FeatureManager から展開します。フィーチャーを確認します。

右側面 (Right Plane) をフライアウト FeatureManager からクリックします。右側面が断面もしくは平面 (Section Plane or Planer Face) ボックスに表示されます。

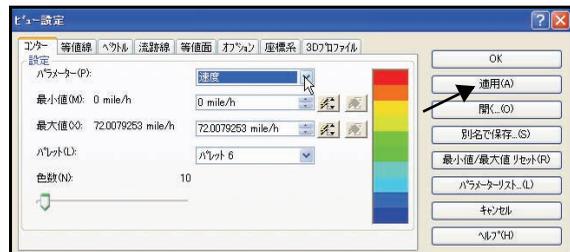
ビュー設定 (View Settings) ボタンを断面プロット (Cut Plot) PropertyManager でクリックします。ビュー設定 (View Settings) ダイアログボックスが表示されます。

コンター (Contours) タブをクリックします。

速度 (Velocity) をパラメータ (Parameter) 設定のドロップダウンメニューから選択します。

適用 (Apply) ボタンをクリックします。

OK をビュー設定 (View Settings) ダイアログボックスからクリックします。



#### 4 断面プロットを表示する

OK  を断面プロット (Cut Plot) PropertyManager からクリックします。  
グラフィックス領域でプロットを確認します。

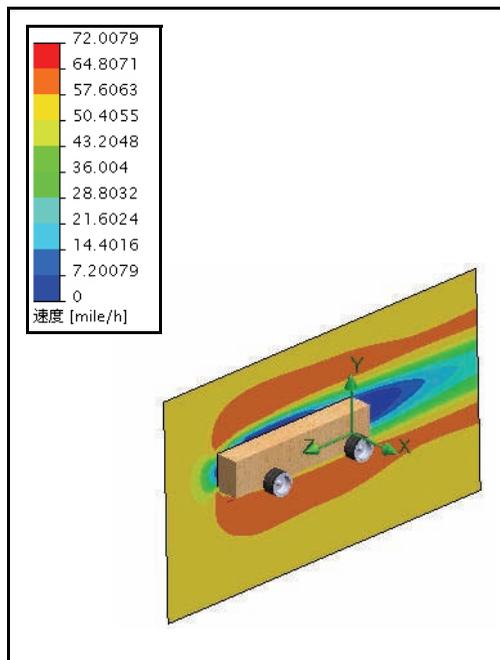
注記： プロット全体を表示するには、**FeatureManager ツリー領域非表示** (Hide FeatureManager Tree Area) タブをクリックする必要があるかもしれません。

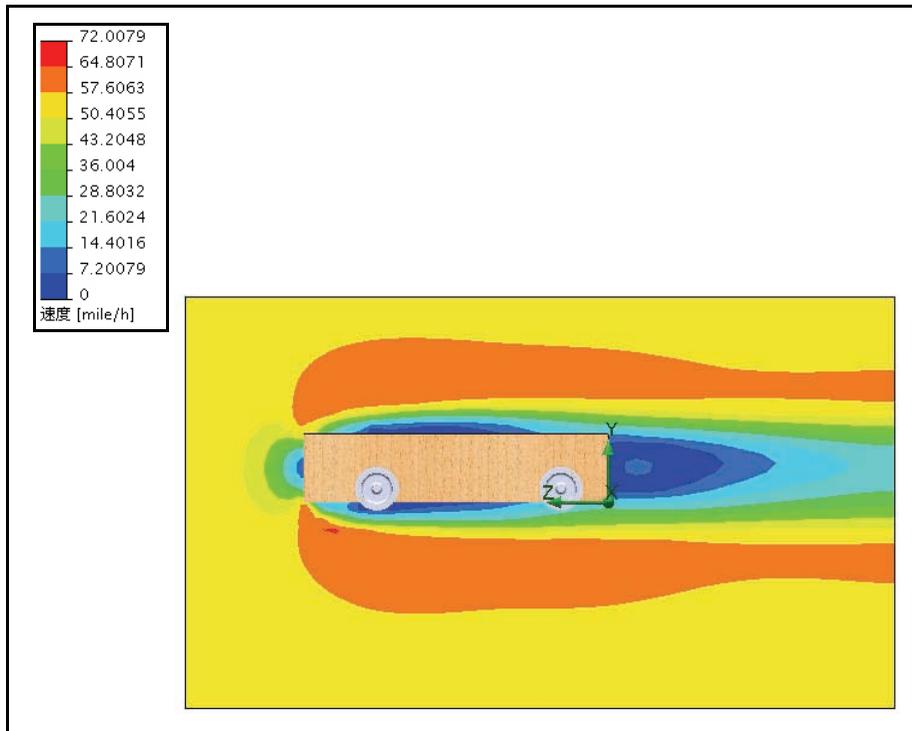
#### 5 結果を表示する

右側面 (Right)  ビューをヘッ  
ズアップ ビュー ツールバーから  
クリックします。結果を確認します。

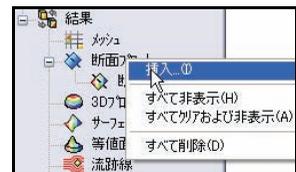
注記： 必要に応じて、**FeatureManager ツ  
リー** (FeatureManager tree) タブを  
クリックし、グラフィックス領域  
に速度のスケールを表示します。

注記： モデル周囲の速度の高い領域は、  
赤とオレンジで表示されてい  
ます。





- 6 2つ目の断面プロットを作成する  
断面プロットフォルダーを右クリックします。  
挿入 (Insert) をクリックします。デフォルトで正面が選択されています。



### 7 選択平面を変更する

Race CarアセンブリをフライアウトFeatureManagerから展開します。

右側面 (Right Plane) をフライアウト FeatureManagerからクリックします。右側面が断面もしくは平面 (Section Plane or Planer Face) ボックスに表示されます。

**ビュー設定** (View Settings) ボタンをクリックします。



**コンター** (Contours) タブをクリックします。

### 8 設定を確認する

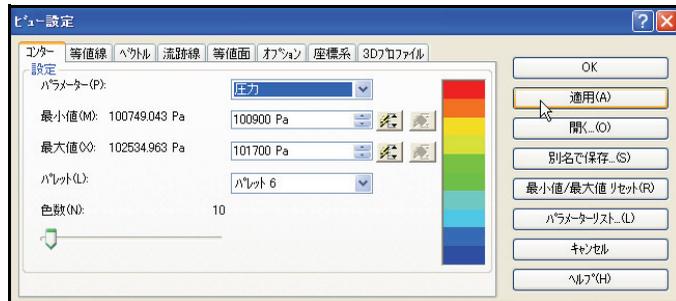
**圧力** (Pressure) をパラメータ

(Parameter) 設定のドロップダウンメニューから選択します。

最小の **100900** の値を確認します。

最大の **101700** の値を確認します。

**適用** (Apply) ボタンをクリックします。



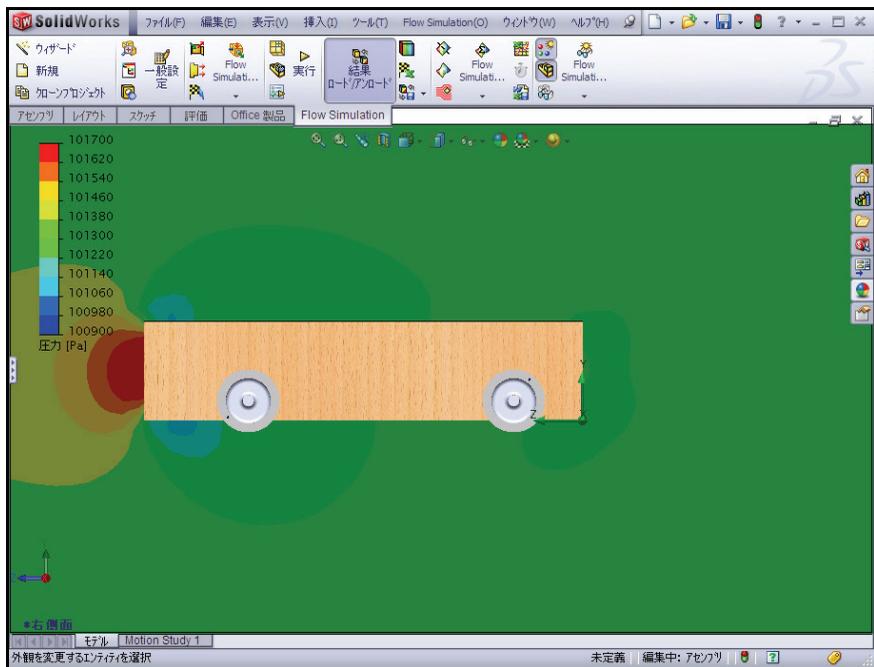
OKをビュー設定（View Settings）ダイアログ ボックスからクリックします。

OK  を断面プロット（Cut Plot）PropertyManager からクリックします。Cut Plot 2がFlow Simulation 解析ツリーに表示されます。

**注記：** 必要に応じて、**FeatureManager ツリー**（FeatureManager tree）タブをクリックしてグラフィックス領域全体を表示します。

## 9 2つ目の断面プロットを表示する

右側面（Right） ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。プロットを確認します。



### 10 断面プロットを非表示する

Cut Plots フォルダを右クリックします。

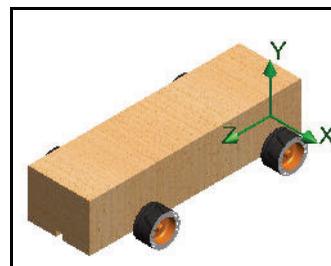
**全て非表示 (Hide All)** をクリックします。グラフィックス領域でモデルを確認します。

### 11 等角投影図を表示する

**等角投影 (Isometric)**  をヘッズアップビュー ツールバーからクリックします。

### 12 ドキュメントを保存する

**保存 (Save)**  をメニューバー ツールバーからクリックします。



## 流跡線

流跡線は流体の流れを表します。流線は、すべての点において流速ベクトルが正接する曲線です。

**ヒント:** これらの流線は、風洞内の煙の流れと似ています。

### 1 流跡線を挿入する

**流跡線 (Flow Trajectories)**

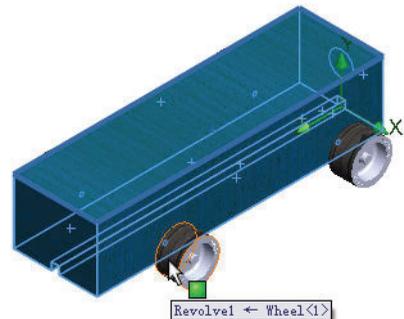
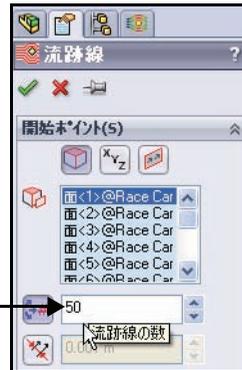
 ツールを Flow Simulation の CommandManager からクリックします。参照オプションがアクティブになります。

**選択解除 (Clear Selections)** を選択 (Selection) ボックスで右クリックします。

**Race Car Block** の 10 個の平らなサーフェスをクリックします。

4 つの **Wheels** の面をクリックします。

**50** を流跡線の数 (Number of trajectories) に入力します。



矢印付きのライン (Line with Arrow) を流跡線の描画 (Draw trajectories) のドロップダウンメニューから選択します。

OK  を流跡線 (Flow Trajectories) PropertyManager からクリックします。

## 2 流跡線を表示する

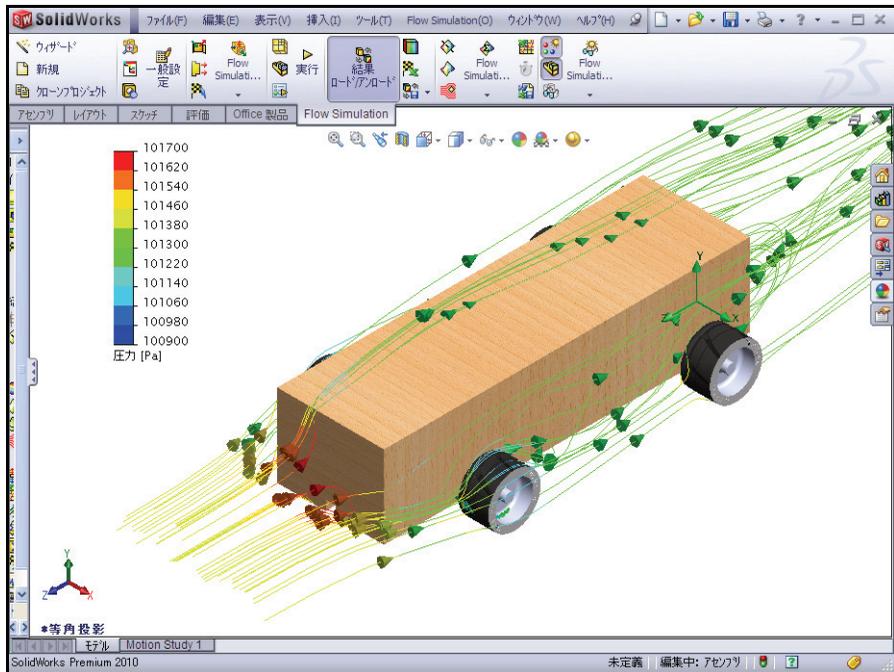
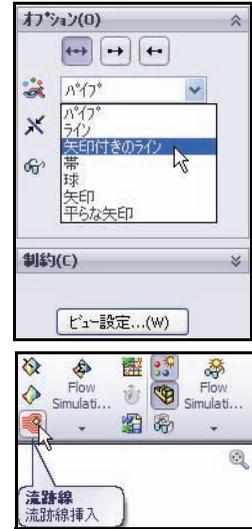
このタイプの表示は、空気がどのように車の周囲を流れるのかを視覚化するのに役立ちます。

グラフィックス領域でモデルを回転させて、前のホイールの周囲とブロックの後ろの乱流を表示します。

**注記：** 新しい流跡線を挿入するには、**流跡線** (Flow Trajectories)  ツールを Simulation ツールバーでクリックします。

## 3 ドキュメントを保存する

保存 (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。



## その他の流跡線を使用した実験

流跡線で実験する方法には、次の2つがあります。

- 既存のプロットの定義を編集する
- 新規プロットを挿入する

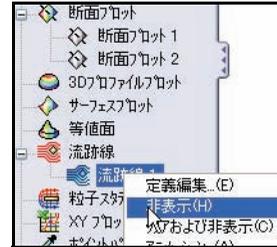
複数の流跡線を作成した場合は、これらの流跡線を個別に表示するか、または複数の流跡線を同時に表示できます。

ここでは、別の流跡線をいくつか作成します。

## 1 流跡線を非表示する

Flow Trajectories 1 を右クリックします。

非表示 (Hide) をクリックします。



## 2 新しい流跡線のプロットを挿入する

Flow Trajectories フォルダを右クリックします。

挿入 (Insert) をクリックします。

選択解除 (Clear Selections) を右クリックします。

右側面 (Right Plane) をフライアウト FeatureManager からクリックします。



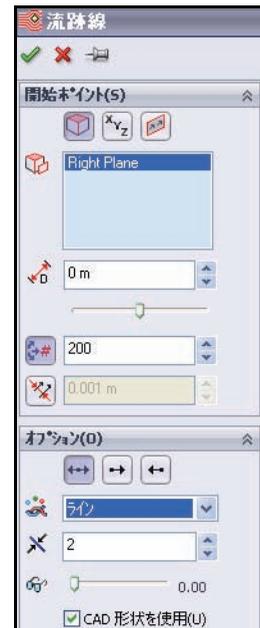
200 を流跡線の数 (Number of trajectories) に入力します。

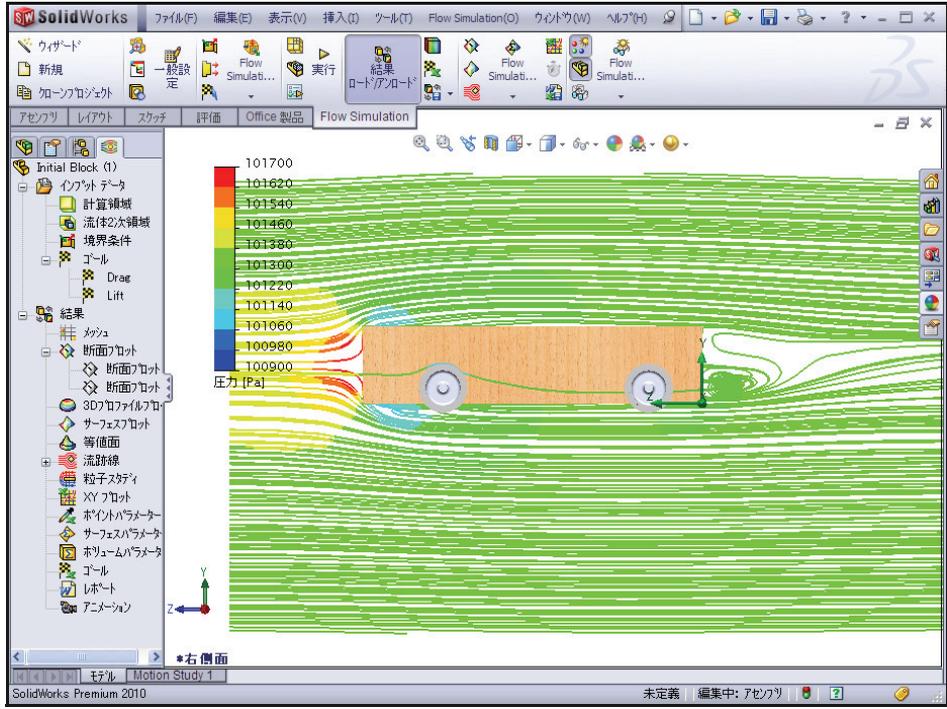
線 (Lines) を流跡線の描画 (Draw trajectories) のドロップダウンメニューから選択します。

OK  を流跡線 (Flow Trajectories) PropertyManager からクリックします。

## 3 右側面図を表示する

右側面 (Right)  ビューをヘッズアップビューツールバーからクリックします。





**注記：** ブロックの前後に乱流が存在することがわかります。

#### 4 別の新しい流跡線のプロットを挿入する

Flow Trajectories 2 を右クリックします。

非表示 (Hide) をクリックします。

Flow Trajectories フォルダーを右クリックします。

挿入 (Insert) をクリックします。

選択解除 (Clear Selections) を右クリックします。

等角投影 (Isometric)  ビューをヘッズアップ ビュー ツールバーからクリックします。

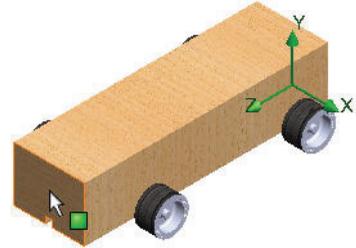
Race Car の **正面** をクリックします。

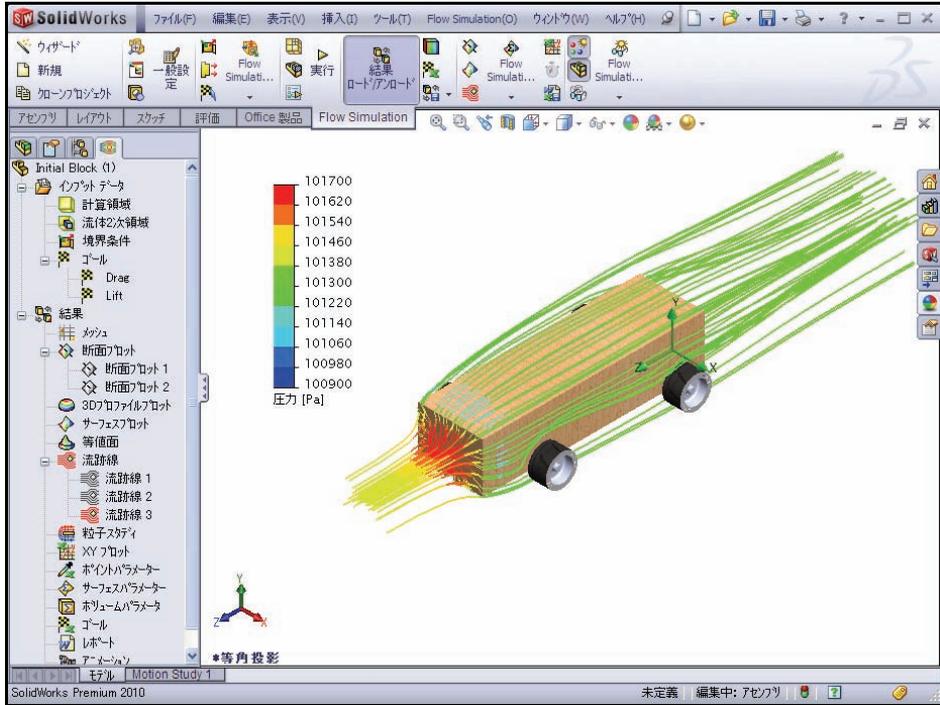
50 を流跡線の数 (Number of trajectories) に入力します。

線 (Lines) を流跡線の描画 (Draw trajectories) のドロップダウンメニューから選択します。

OK  を流跡線 (Flow Trajectories) PropertyManager からクリックします。

**ヒント：** 流跡線の数を減らすと、モデルの周囲に重要な乱流が存在するかどうかを確認しやすくなります。





流跡線は、いくつかの状態を明らかにします。

- Race Carアセンブリのボディの前の赤い色の流跡線は、この領域の圧力が高いことを示しています。この圧力は、Race Carの速度に影響します。
- ホイールの後ろの流跡線はかなりスムーズであり、乱流が存在しないことを示しています。

**5 流跡線を全て非表示する**

Flow Trajectories フォルダーを右クリックします。

全て非表示 (Hide All) をクリックします。

**6 ドキュメントを保存する**

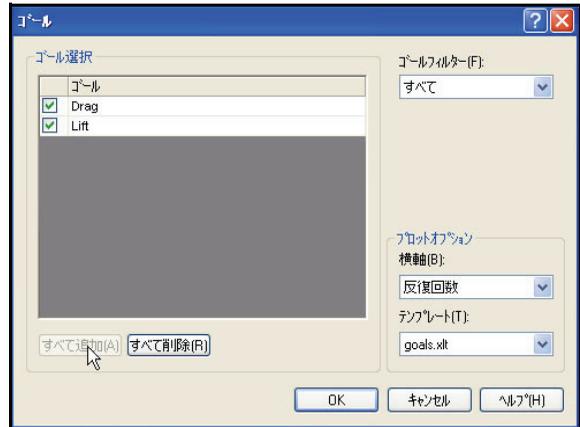
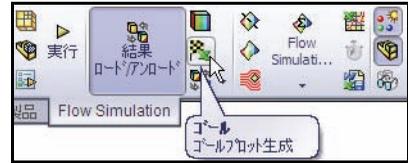
保存 (Save)  をメニューバー ツールバーからクリックします。



## 定量的な結果

前のサーフェスプロットや流跡線の例は、空気がどのようにボディの周囲を流れるかを視覚化するのに優れたツールです。しかし、これらは定量的というよりも定性的な例です。次に、より定量的な結果の解釈に進みましょう。

**注記：** 次のセクションでは、Microsoft Excel が必要となります。



### 1 ゴールプロットを作成する

ゴール (Goals) ツールをFlow Simulationタブからクリックします。  
ゴール (Goals) ダイアログ ボックスが表示されます。

すべて追加 (Add All) ボタンをクリックします。

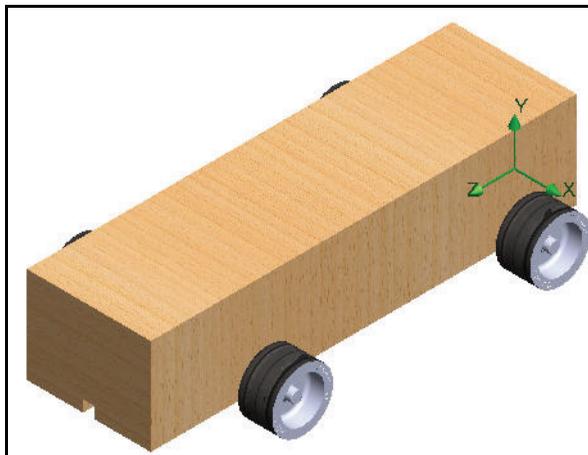
OK をクリックします。

### 2 Excel スプレッドシート

Microsoft® Excelが起動し、スプレッドシートが開きます。最初の3つの列に、特に注意してください。これらの列には、ゴールの名前、単位 (ここでは、グラム - 力)、値が表示されます。

Race Car.SLDASM [Initial Block (1)]				
ゴール名	単位	値	平均値	最小値
Drag	[p]	-150.2828991	-150.2881854	-150.5283354
Lift	[p]	9.080182532	8.663085807	8.120552837

反復回数: 120  
解析間隔: 43



注記： 数値は多少異なることもあります。

### 3 アセンブリを保存して閉じる

ファイル (File) 、保存 (Save) をクリックします。デフォルトの名前を確定します。

保存 (Save) をクリックします。

Excel スプレッドシートを閉じます。

### 単位、値、結果の解釈

説明したとおり、グラム - 力とは地球上にある 1 グラムの質量の重量とほぼ等しい力の単位です。車に対する抗力は、力です。したがって、抗力は約 -150.11 グラムであると説明するだけでは正しくありません。

結果を正しく説明するには、約 150.11 グラム - 力の抗力があり、約 9.08 グラム - 力の下向きの揚力があると述べることです。

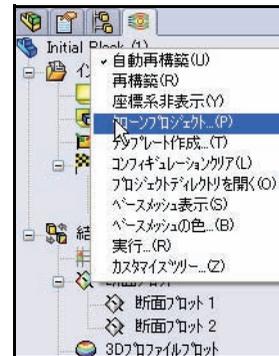
### 設計の変更

SolidWorks Flow Simulation を使用した Race Car (Initial Block) アセンブリ コンフィギュレーションの解析に基づき、ボディの形状を大幅に改善できると結論付けられます。

解析を再び実行する最も簡単な方法は、Initial Block 設計の SolidWorks Flow Simulation プロジェクトをクローンすることです。そうすれば、ゴールを追加して計算領域を定義する作業を繰り返す必要はありませんが、最終的な Race Car のデフォルト コンフィギュレーションで作成された新しいフィーチャーに対してプロットを再利用することはできません。

時間を短縮するために、このセクションの最終的なデフォルト コンフィギュレーションは既に用意されています。コンフィギュレーションを使用すると、1つの SolidWorks ファイル内の部品の複数のバージョンを表わせます。たとえば、フィーチャーを抑制してモデルの寸法値を変更することで、別の新規モデルを作成することなく、設計を簡単に変更できます。

**ヒント:** コンフィギュレーションは、異なる値の寸法に変更できます。部品とアセンブリはどちらも、コンフィギュレーションの変更をサポートします。



**注記：** 車のボディのいくつかの参照面は、最終的なデフォルト コンフィギュレーションに存在しません。これらの参照面は、ボディにカット フィーチャやフィレットを適用した際に削除されました。したがって、プロットを表示する前に参照を再定義する必要があります。Initial Block コンフィギュレーション内の Axle 部品もアセンブリを修正するために変更されています。

## 1 プロジェクトをクローンする

Initial Block (1) コンフィギュレーションを Flow Simulation 解析ツリーで右クリックします。

**クローン プロジェクト (Clone Project)**  
をクリックします。

**既存に追加 (Add to existing)** をクリックします。

**デフォルト (Default)** を既存のコンフィギュレーションに選択します。

**結果コピー (Copy results)** ボックスを選択します。

**OK** をクリックします。計算領域をリセットするかどうかを確認するメッセージが表示されます。

**いいえ (No)** をクリックします。

**注記：** 2つの結果セットを有意義に比較しやすくするため、ここでは同じ計算領域のサイズを使用します。また、計算領域をリセットするには、対称条件を再定義する必要があります。このため、作業が増えてしまいます。

## 2 メッシュ設定をリセットする

「メッシュ設定をリセットしますか？」というメッセージに対して、はい (Yes) をクリックします。

**OK** をクリックします。



### 3 ソルバを実行する

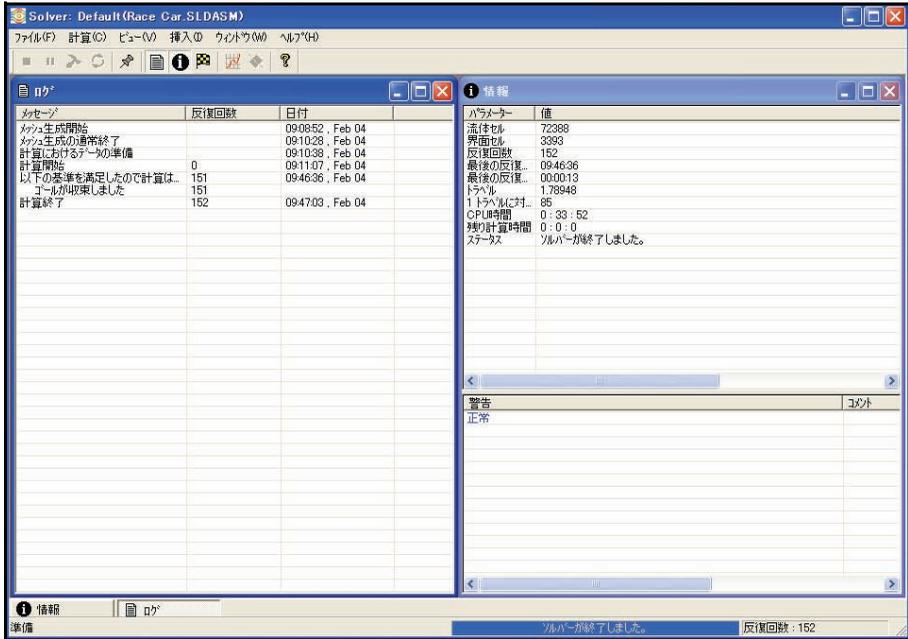
**実行 (Run)**  を Flow Simulation の CommandManager ツールバーからクリックします。

**実行 (Run)** を実行 (Run) ダイアログボックスからクリックします。これには、10 分～15 分ほどかかります。

### 4 完了

ウィンドウの下にあるステータスバーに、ソルバ (Solver) が終了したことが表示されます。

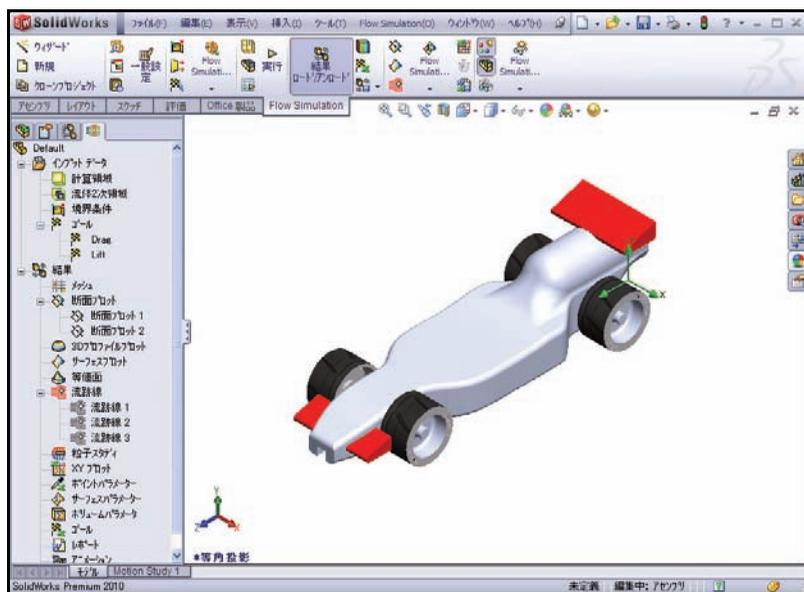
ソルバ (Solver) ダイアログボックスを閉じます。



## 結果の確認

### 1 結果をロードする

Flow Simulation 解析ツリー (Flow Simulation analysis tree) の  タブをクリックします。デフォルト コンフィギュレーションの結果を確認します。デフォルト コンフィギュレーションは、Race Car アセンブリの最終的なコンフィギュレーションです。



## 2 流跡線のプロットを作成する

Flow Trajectories フォルダーを右クリックします。

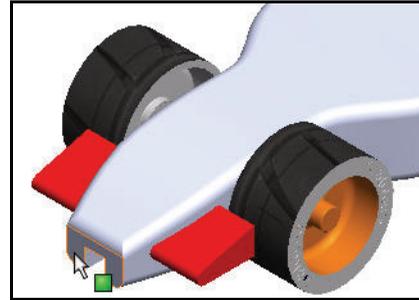
挿入 (Insert) をクリックします。

等角投影 (Isometric)  ビューをヘッズアップビューツールバーからクリックします。

必要に応じて、**選択解除** (Clear Selections) を右クリックします。



Race Car の**正面**をクリックします。

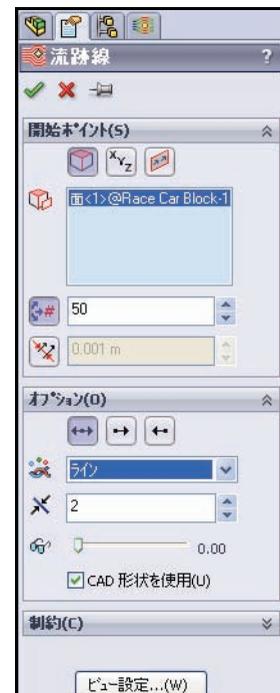


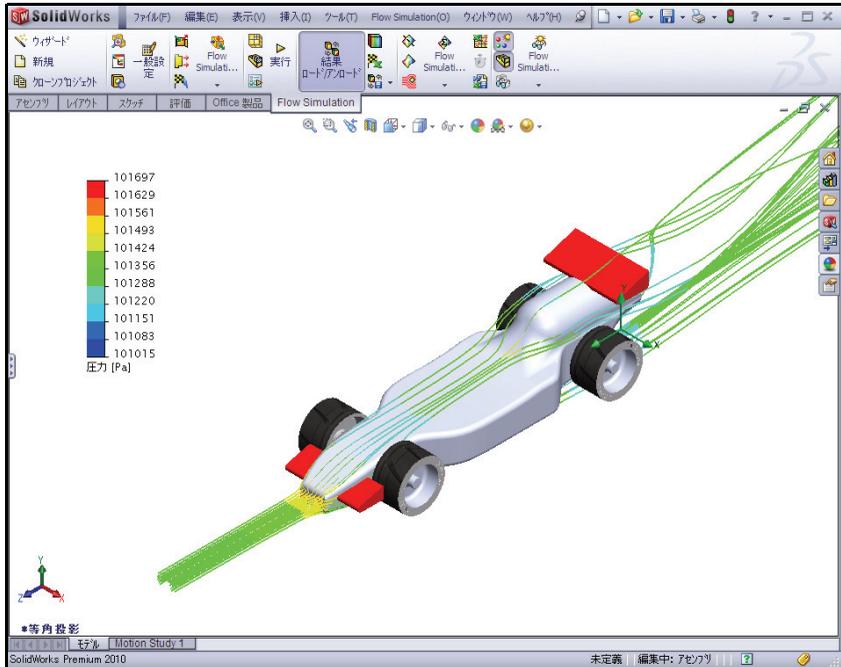
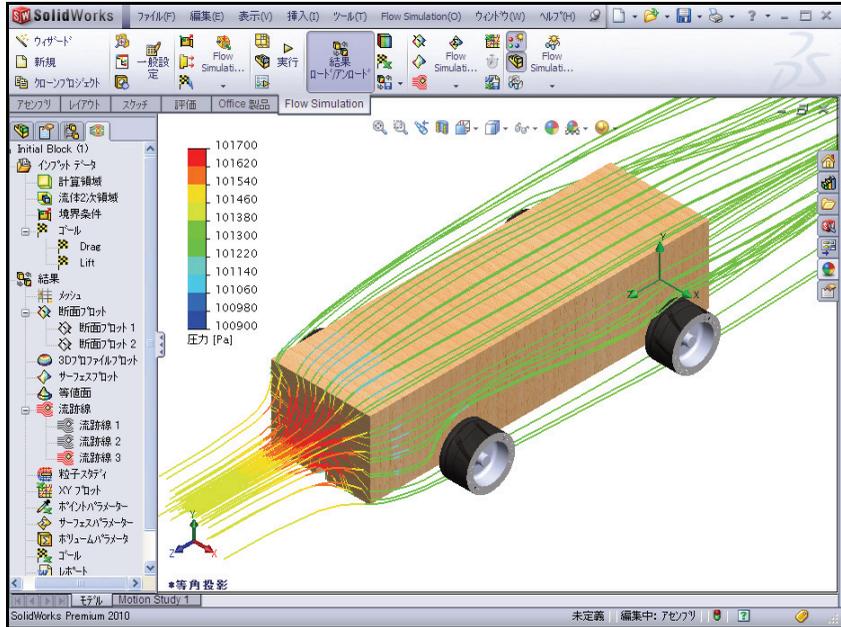
50 を流跡線の数 (Number of trajectories) に入力します。

線 (Lines) を流跡線の描画 (Draw trajectories) のドロップダウンメニューから選択します。

OK  を流跡線 (Flow Trajectories) PropertyManager からクリックします。

次の図は、Race Car (Initial Block) と最終的な Race Car のデフォルトコンフィギュレーションの2つの流跡線のプロットです。圧力の領域を確認してください。





## 3 流跡線プロットを変更する

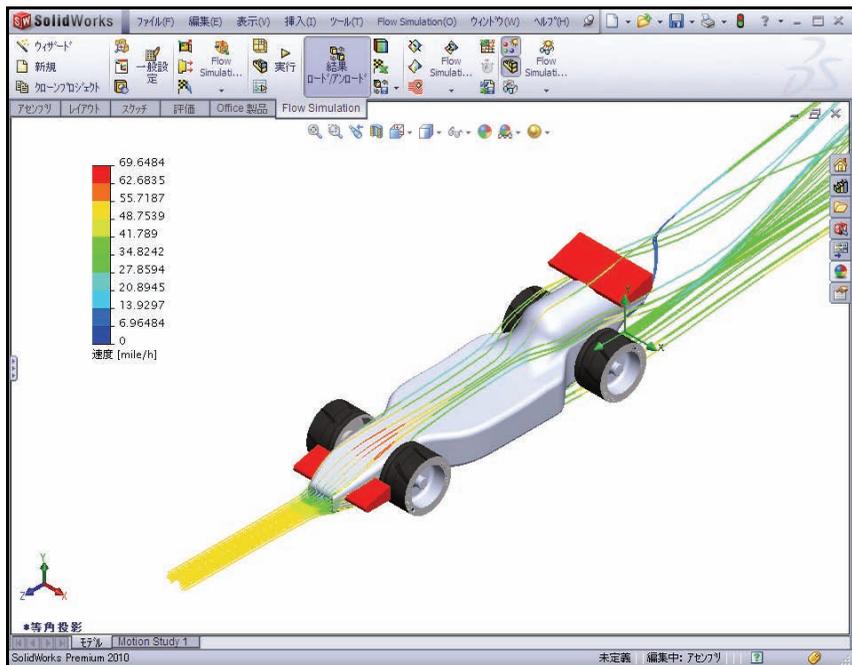
図のように、グラフィックス領域でマウスポインタを**圧力 (Pa)** (Pressure (Pa)) の上に置きます。

**圧力 (Pa)** (Pressure (Pa)) をクリックします。ドロップダウンメニューを確認します。

**速度 (Velocity)** をクリックします。

**緑のチェックマーク** をクリックします。

新しい流跡線プロットを表示します。



#### 4 流跡線を全て非表示する

Flow Trajectories フォルダを右クリックします。

全て非表示 (Hide All) をクリックします。

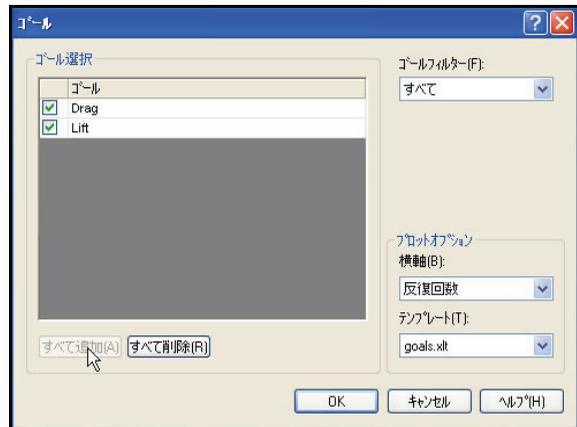
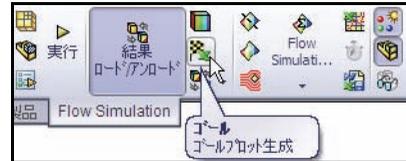


#### 5 ドキュメントを保存する

保存 (Save)  をメニュー バー ツールバーからクリックします。

### 定量的な結果

注記： 次のセクションでは、Microsoft® Excel が必要となります。



**1 ゴールプロットを作成する**

ゴール (Goals)  ツールをFlow Simulationタブからクリックします。  
ゴール (Goals) ダイアログボックスが表示されます。

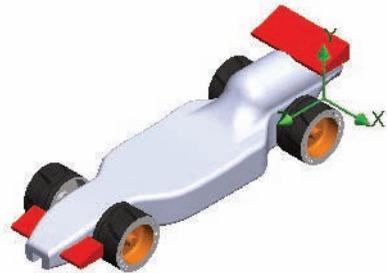
すべて追加 (Add All) ボタンをクリックします。

OK をクリックします。

**2 Excel スプレッドシート**

Microsoft® Excel が起動し、スプレッドシートが開きます。最初の 3 つの列に、特に注意してください。これらの列には、ゴールの名前、単位 (ここでは、グラム - 力)、値が表示されます。

	B	C	D	E	F
<b>Race Car.SLDASM [Default]</b>					
ゴール名	単位	値	平均値	最小値	
Drag	[p]	-64.03263036	-63.94424163	-64.11390354	
Lift	[p]	-26.29219783	-26.28678051	-26.44672946	
反復回数: 132					
解析間隔: 43					



<b>Race Car.SLDASM [Initial Block (1)]</b>				
ゴール名	単位	値	平均値	最小値
Drag	[p]	-150.2828991	-150.2881854	-150.5283354
Lift	[p]	9.080182532	8.663085807	8.120552837
反復回数: 120				
解析間隔: 43				

B C D E F				
<b>Race Car.SLDASM [Default]</b>				
ゴール名	単位	値	平均値	最小値
Drag	[p]	-64.03263036	-63.94424163	-64.11390354
Lift	[p]	-26.29219783	-26.28678051	-26.44672946
反復回数: 132				
解析間隔: 43				

**注記：** 数値は多少異なることもあります。

新しい設計の抗力の値は、64.03 グラム - 力です。元のブロックの抗力の値は、150.11 グラム - 力でした。

## 改善率

改善率を調べるには、以下の方程式を使用します。

$$\left(\frac{\text{InitialValue} - \text{FinalValue}}{\text{InitialValue}}\right) \times 100 = \text{PercentageChange}$$

簡略にするため、小数点以下2桁まで端数を丸めます。方程式を置き換えると次のような結果になります。

設計の変更により、抗力が約 57.34%改善されました。

## 揚力の変化

Initial Block 設計では、約 9.02 グラム - 力の上向きの揚力が存在していました。変更された設計では、約 26.29 グラム - 力の下向きの揚力が存在します。これは、高速時に車の前部を下向きに維持するフロント ウィングの効果です。

### 1 Excel を保存して閉じる

保存 (Save) をクリックします。

Excel スプレッドシートを閉じます。

### 2 ドキュメントを保存する

保存 (Save)  をメニュー バー ツールバーからクリックします。

### 3 すべてのモデルとダイアログ ボックスを閉じる

ファイル (File) 、閉じる (Close) をクリックします。

## 追加の調査

これまでに習得したテクニックを使用し、追加の設計変更を調べてみてください。または、さらに良いことには、自分自身の車のボディの設計開発に着手してみてください。SolidWorks Flow Simulation を仮想の風洞として使用することで、実際に木材を切る前に多種多様なアイデアや手法を調べられます。

インターネットを参照し、車の設計に関するアイデアを探してみましましょう。優れた情報源の1つは、以下のサイトです。

<http://www.science-of-speed.com>

このサイトの **Showroom** をクリックしてみてください。

SolidWorks と SolidWorks Flow Simulation を一緒に使用すると、数多くの設計を調べやすくなります。楽しんでください。

## SolidWorks Flow Simulation

SolidWorks Flow Simulationを使ったこの短いセッションにより、流体シミュレーションの主要なコンセプトについて学びました。SolidWorks Flow Simulationにより部品またはアセンブリ囲む流体の流れ、熱伝達、荷重に関する情報を調べることができます。

SolidWorks に完全に統合された唯一の流体シミュレーション製品であるSolidWorks Flow Simulationは使い方がきわめて簡単です。設計目標を数値的基準や反復計算数に置き換えることなく、興味のある問題を選択するだけで解析が行えます。

**エンジニアリング アプリケーション向け物理流体モデルの利用：**SolidWorks Flow Simulationは空気、水、ジュース、アイスクリーム、蜂蜜、溶融プラスチック、歯磨き、血液など幅広い液体を解析することができ、ほぼあらゆる業界のエンジニアにとって理想的なツールです。

**実際の使用条件をシミュレート：**SolidWorks Flow Simulationには実際の使用状況を表現するための各種境界条件が含まれています。

**流体解析タスクの自動化：**SolidWorks Flow Simulationでは各種自動化ツールにより解析プロセスを簡素化し、より効率的に作業を進めることができます。

**強力かつ直感的な可視化ツールで結果を理解：**解析終了後には、SolidWorks Flow Simulationの各種結果可視化ツールにより、モデルのパフォーマンスについて貴重な情報を得ることができます。

**コラボレーションと解析結果の共有：**SolidWorks Flow Simulationは製品開発プロセスに関与するすべての人の間のコラボレーションと解析結果の共有を推進します。

