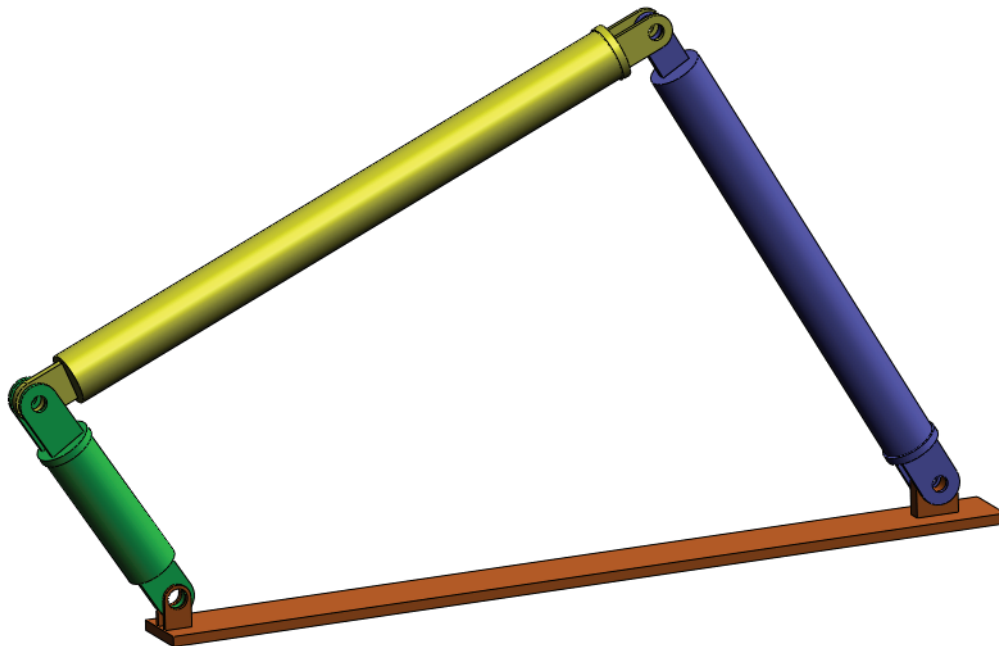


SolidWorks Motion を用いた モーシヨン解析の基礎 講師用ガイド



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

The information and the software discussed in this document are subject to change without notice and are not commitments by Dassault Systèmes SolidWorks Corporation (DS SolidWorks).

No material may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, for any purpose without the express written permission of DS SolidWorks.

The software discussed in this document is furnished under a license and may be used or copied only in accordance with the terms of this license. All warranties given by DS SolidWorks as to the software and documentation are set forth in the SolidWorks Corporation License and Subscription Service Agreement, and nothing stated in, or implied by, this document or its contents shall be considered or deemed a modification or amendment of such warranties.

Patent Notices for SolidWorks Standard, Premium, Educational, and Professional Products

U.S. Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,603,486; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,184,044; 7,477,262; 7,502,027; 7,558,705; 7,571,079; 7,590,497; 7,643,027; 7,672,822; 7,688,318; 7,694,238, and foreign patents, (e.g., EP 1,116,190 and JP 3,517,643). U.S. and foreign patents pending.

Trademarks and Other Notices for All SolidWorks Products

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 or registered trademarks of their respective holders.

COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY

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

Contractor/Manufacturer:

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

Copyright Notices for SolidWorks Standard, Premium, Educational, and Professional Products

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

Portions of this software © 1998-2010 Geometric Ltd.

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

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

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

Portions of this software © 1998-2010 3Dconnexion.

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

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

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

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

Portions of this software © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd.

Copyright 1984-2010 Adobe Systems Inc. and its licensors. All rights reserved. Protected by U.S. Patents 5,929,866; 5,943,063; 6,289,364; 6,563,502; 6,639,593; 6,754,382; Patents Pending.

Adobe, 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.

For more copyright information, in SolidWorks see **Help > About SolidWorks**.

Other portions of SolidWorks 2010 are licensed from DS SolidWorks licensors.

Copyright Notices for SolidWorks Simulation

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

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

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

概要

講師の皆様へ

本ドキュメントでは、SolidWorks ユーザーの皆様には SolidWorks Motion Simulation 剛体キネマティックおよびダイナミック ソフトウェア パッケージを紹介します。このレッスンには、以下のような特定の目的があります：

- 1 剛体キネマティックおよびダイナミック解析の基本的な考え方、およびそれらのメリットを紹介する。
- 2 使いやすさ、およびこれらの解析を実行する簡潔なプロセスを説明する。
- 3 剛体キネマティックおよびダイナミック解析の基本的なルールを紹介する。

このドキュメントは、SolidWorks Instructor Guide のレッスンと同様に構築されています。このレッスンには、*SolidWorks Motion Simulation 学生用ワークブック*に対応するページがあります。

注記：このレッスンは、SolidWorks Motion Simulation の機能をすべて説明するものではありません。あくまでも、剛体キネマティックおよびダイナミック解析の基本的な考え方、それらのメリットを紹介し、使いやすさ、および実行する場合の簡潔なプロセスを説明するものです。

教育版カリキュラムおよびコースウェア DVD

このコースでは、*教育版カリキュラムおよびコースウェアDVD* が用意されています。

DVD をインストールすると、SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2009 という名前のフォルダーが作成されます。このフォルダーには、このコースやその他のいくつかのコースのディレクトリがあります。

また、受講者用のコース資料も SolidWorks からダウンロードできます。タスク パネルの SolidWorks リソース タブをクリックし、Student Curriculum を選択します。



希望のコースをダブルクリックし、ダウンロードします。ZIP ファイルをダウンロードするには、Ctrl キーを押したままコースを選択します。Lessons ファイルには、レッスンを完了するために必要となる部品があります。Student Guide には、コースの PDF ファイルがあります。

また、講師用のコース資料を SolidWorks ウェブ サイトからダウンロードすることも可能です。タスク パネルの SolidWorks リソース タブをクリックし、Instructors Curriculum を選択してください。これにより、以下に示す教材リソースのページに進めます。



Home | Login | Contact Us | Global Sites | About Us

US & CANADA (800) 693-9000 | OUTSIDE US & CANADA +1 (978) 371-5011

WHY SOLIDWORKS? | PRODUCTS | INDUSTRIES | SUCCESS STORIES | EDUCATION | TRAINING & SUPPORT | COMMUNITY



real service

Subscription Services

Technical Support

- Downloads
- Get Support
- Learning Resources
 - Administration Guides
 - API Examples
 - Educator Resources***
 - Tech Tips*
 - Tutorials and Documentation*
 - On-Demand Videos*
 - 1 Minute Tech Tips*
- Licensing and Activation
 - System/Graphics Card Requirements
 - Get Involved
- Training
- Certification

* - Login required for access. Full access requires an active Subscription Service contract.

Home > Training & Support > Technical Support > Learning Resources > Educator Resources*

Educator Resources*

Educator references including lesson plans, PowerPoint presentations, student goals, vocabulary, and student assessments. These materials are provided in a combination of project-based and topic-based formats.

Note: These educator resources are for SolidWorks 2008. For SolidWorks 2007 resources, [click here](#).



Edu Curriculum Introduction (2008)
Overview of the guides and resources listed below.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Curriculum introduction		X	X	X	X	X	X	-	-	-	-



SolidWorks Teacher Guide (2008)
Includes lesson plans, presentations, student goals, vocabulary, and assessments.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Student workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Student SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Teacher SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instructor guide		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



COSMOSWorks Educator Guide (2008)
An introduction to the principles of analysis using COSMOSWorks.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Student workbook		X	X	X	X	X	X	X	X	X	-
Examples		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instructor guide		X	X	X	X	X	X	X	X	X	-



COSMOSFloWorks Educator Guide (2008)
An introduction to the principles of fluid flow analysis using COSMOSFloWorks.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Student workbook		X	-	-	-	-	X	-	-	-	-
Examples		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instructor guide		X	-	-	-	-	X	-	-	-	-



COSMOSMotion Educator Guide (2008)
From dynamics to kinematics, incorporate theory through virtual simulation.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Student workbook		X	X	X	X	-	X	X	-	-	-
Examples		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instructor guide		X	X	X	X	-	X	X	-	-	-

Back to top



Bridge Design Project (2008)
Use COSMOSWorks to analyze different loading conditions of the bridge.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Project workbook		X	X	X	-	X	X	-	-	-	-
SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-



CO2 Car Design Project (2008)
Design and analyze a CO2 powered car. Make design changes to reduce drag.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Project workbook and SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-



F1 in Schools Design Project (2008)
Design a model Formula 1 car then optimize it using SolidWorks Simulation.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Project workbook		X	X	X	-	X	-	-	-	-	-
SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Mountain Board Design Project (2008)
Design, analyze, and create photorealistic rendering of a mountain board.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Project workbook		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Seabotix ROV Design Project (2008)
These 5-minute-long tutorials teach the fundamentals of DimXpert.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Hands-On Test Drive		X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
SolidWorks template files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Trebuchet Design Project (2008)
Construct a trebuchet and analyze to determine material and thickness.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PBT	SVE
Project workbook		X	X	-	-	-	-	-	-	-	-
SolidWorks files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Back to top

 Print

 Email

SolidWorks Motion Simulation 講師用ガイド

3

SolidWorks Simulation 製品群

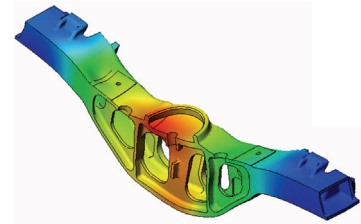
このコースは、SolidWorks Motion Simulationを使用した剛体ダイナミックの紹介に重点を置いています。その完全な製品群は幅広い解析分野を対象としています。以下の段落に、提供されている SolidWorks Simulation パッケージとモジュールを完全に記します。

静解析スタディは、静荷重のかかる部品やアセンブリの線形応力解析に向けた手段となります。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

部品は通常の使用荷重で壊れないだろうか？

モデルは過剰設計されていないだろうか？

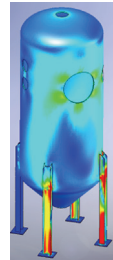
設計を変更して安全率を高められないだろうか？



座屈解析スタディは、圧縮時に荷重のかかる薄い部品のパフォーマンスを解析します。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

容器の脚には十分な強度があるため降伏しません。しかし、安定性が失われたために崩壊しないほどの強度はあるだろうか？

設計を変更してアセンブリ内にある薄い構成部品の安定性を確保することはできるだろうか？

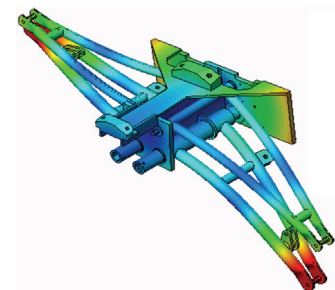


固有値解析スタディは、固有モードと固有値の解析に向けた手段となります。これは、静的または動的な方法で荷重のかかる設計または構成部品の多くにとって不可欠なものです。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

部品は通常の使用荷重で共振するだろうか？

構成部品の固有値特性は所定の用途に適しているだろうか？

設計を変更して固有値特性を改善できないだろうか？



熱解析スタディは、熱伝導、対流、輻射を使用する熱伝達の解析に向けた手段となります。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

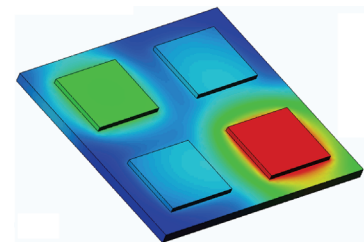
温度の変化はモデルに影響するだろうか？

温度変動のある環境ではモデルはどのように動作するだろうか？

モデルが冷却または過熱するまでには、どのくらいの時間がかかるだろうか？

温度の変化はモデルが膨張する原因となるだろうか？

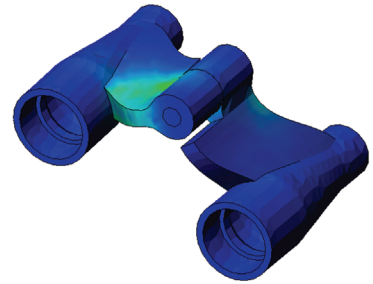
温度の変化による応力は製品が壊れる原因となるだろうか？（この問題を解決するには、静解析スタディと熱解析スタディを組み合わせで使用します）



落下試験スタディは、障害物に衝突する可動部品または可動アセンブリの応力を解析するために使用します。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

製品が輸送中に手荒く扱われた、または落とされた場合はどうなるだろうか？

硬い木製の床、カーペット、コンクリートに落とされた場合、製品はどのように挙動するだろうか？



最適化スタディは、初期の設計を最大応力、重さ、最適な固有値等の選択した基準のセットに基づいて改善（最適化）するために適用されます。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

設計意図を保ちながらモデルの形状を変更できるだろうか？

パフォーマンスの強度を損なうことなく、設計の軽量化、小型化、コスト削減を行えるだろうか？



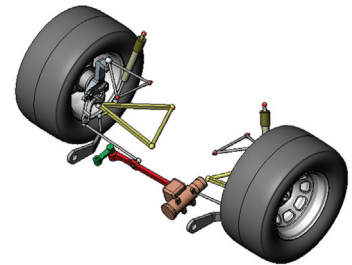
疲労解析スタディは、長期にわたり繰り返し荷重のかかる部品やアセンブリの耐性を解析します。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

製品の寿命を正確に予測できるだろうか？

現在の設計を変更することは、製品の寿命を延ばすのに役立つだろうか？

長期にわたり変動する力または温度荷重にさらされた場合、モデルは安全だろうか？

モデルの再設計は、変動する力または温度によって引き起こされる破損を最小化するのに役立つだろうか？



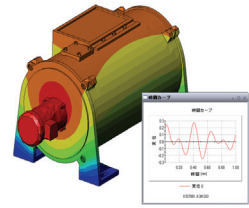
非線形解析スタディは、極端な荷重および/または大きな変形が生じる部品やアセンブリの応力を解析する手段となります。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

ゴム（例えば、Oリング）またはフォーム製の部品は、所定の荷重下で正しく動作するだろうか？

通常の使用条件下でモデルに過度な曲げが生じないだろうか？

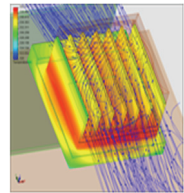


動解析スタディは、時間によって異なる荷重の強制されるオブジェクトを解析します。代表的な例は、車両に取り付けられた構成部品の衝撃荷重、振動力による荷重のかかるタービン、ランダムに荷重のかかる航空機の構成部品等になります。線形解析（小さな構造変形、基本的な材料モデル）および非線形解析（大きな構造変形、極端な荷重と高度な材料）の両方を利用できます。このスタディタイプを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。



車両が路面にある大きなくぼみに衝突した場合、衝撃荷重のかかる取り付け部品は安全に設計されているだろうか？このような場合、取り付け部品はどの程度変形するだろうか？

Flow Simulation は、部品やアセンブリの周囲または内部を移動する流体の挙動と効果の解析を可能にします。また、流体と固体の両方の熱伝導も考慮されます。その後、圧力と温度効果を SolidWorks Simulation スタディに転送し、応力解析を続けることも可能です。このモジュールを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。



移動する流体の速度が速すぎるため、設計内で問題が起きないだろうか？

移動する流体の温度は熱すぎる、または冷たすぎるだろうか？

製品の熱伝導は効率の良いものだろうか？これを改善できるだろうか？

システム内を移動する流体の設計はどのくらい効果的だろうか？

複合モジュールは、ラミネート加工された複合材料から製造された構造をシミュレートします。

このモジュールを使用して解決できる代表的な問題は、以下のものです。

複合モデルは所定の荷重下で壊れるだろうか？

強度と安全性を損なうことなく、複合材料を使用して構造を軽量化できるだろうか？

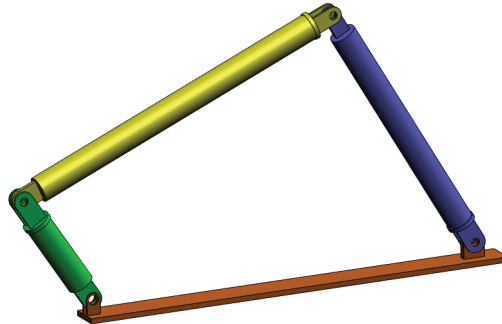
層状複合体のラミネートは剥離するだろうか？



SolidWorks Motion の基本的な機能

このレッスンの目的

SolidWorks を使用して、3D モデリングを補完するツールとして、キネマティック解析とダイナミック解析を紹介します。このレッスンを終了すると、受講者は、メカニズム動作の基本的な考え方、また速度、加速度、力、モーメントなど、SolidWorks Motion の重要な設計パラメータの決定方法を理解できるようになります。受講者は、設計プロセスにおける 3D モデリングとメカニズム解析の統合した能力を理解できるようになります。



学習課題を用い、メカニズム解析を紹介します。このレッスンの学習課題は、受講者に初めの手順を少し教えながら、この課題をすべて終了するように導くことを目的としています。このコンセプトを背景に、これらの手順は、最小の説明で実行されます。

SolidWorks Motion を使って設計されたメカニズムを正確にシミュレーションする適切な方法を受講者に説明します。

概要

- ディスカッション
- 学習課題 - 4 バー メカニズムのモーシオン解析
 - ・ 4Bar.SLDASM ドキュメントを開く
 - ・ SolidWorks Motion メニューを確認する
 - ・ モデルの説明
 - ・ SolidWorks Motion Manager に切り替える
 - ・ 固定および可動構成部品を指定する
 - ・ SolidWorks アセンブリ合致でモーシオンを駆動する
 - ・ モーシオン入力を指定する
 - ・ シミュレーションを実行する
 - ・ 結果を表示する
 - ・ 軌跡を作成する
- 5 分間テスト
- ディスカッション - モーシオンを生成するのに必要なトルクを計算する
- 追加課題 - 形状を変更する
- 課題とプロジェクト - 考察
- レッスンのまとめ

ディスカッション

近くにあるメカニズムを指定し、それがどのように作動するかを受講者に質問してください。モーシヨシミュレーションソフトウェアがエンジニアにどのように有益かを受講者に質問してください。受講者は、4 バーのリンクについて説明することができます。

答え

モーシヨシミュレーションソフトウェアは、可動構成部品上の変位、速度、加速度について調べます。例えば、4 バーのリンクをシミュレーションすることによって、受講者は、各リンクのパラメータを調べることができます。

また、モーシヨシミュレーションソフトウェアは、さらに各合致に作用する反作用力 / モーメントを提供します。この情報は、エンジニアが 4 バーのメカニズムを駆動するために必要なトルク量を知るために役立ちます。

各構成部品に作用する反作用力と実質に働く力は、SolidWorks Simulation の応力解析にエクスポート可能であり、構成部品に対するそれらの影響（変形と応力）を解析することができます。

モーシヨシミュレーションソフトウェアは、メカニズムの機能に必要なスプリング、ダンパおよびカムの設計に役立ちます。また、メカニズムのモーシヨの駆動に必要なモーターとアクチュエータの大きさを決定することができます。

追加課題

構造分析に関して、特定のオブジェクト（その応力はSolidWorks Simulationで解析）に作用する力はどのように決まるか受講者に尋ねてください。その力は常に分かっていますか、それとも方程式から推測された力ですか？

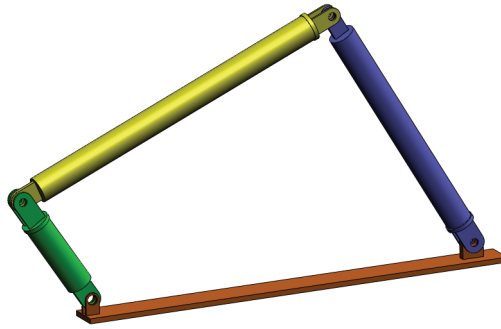
答え

メカニズムに関する問題では、これらのロードは既知であるかあるいは無視することができます。4 バーのリンクメカニズムの例では、回転の角速度が小さい場合、リンクに作用する実質に働く力は小さく無視することができます。ただし、エンジンのシリンダやピストンのような高速動作するメカニズムでは、力は大きくなり無視することができません。これらの力を決定するために、SolidWorks Motion のシミュレーションを使い、これらの力を SolidWorks Simulation の応力解析にエクスポートし、構成部品の構造的完成度を調べます。

学習課題 - 4 バー メカニズムのモーシオン解析

SolidWorks Motion Simulation を使用して、下に表示された 4Bar.SLDASM アセンブリのモーシオン解析を実行します。緑のリンクは、時計回り方向で1秒で、45度の角変位が与えられています。次に、時間の関数として、他のリンクの角速度および加速度の決定が必要となります。ディスカッションの課題として、このモーシオンを引き起こすために必要とされるトルクを計算します。

以下の手順に従ってください。



4Bar.SLDASM ドキュメントを開く

- 1 **ファイル(File)**、**新規(Open)** をクリックする。開く (Open) ダイアログ ボックスで対応する SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2009 フォルダにある 4Bar.SLDASM アセンブリまで参照し、**開く (Open)** をクリックするか、または部品をダブルクリックします。

SolidWorks Motion アドインをチェック

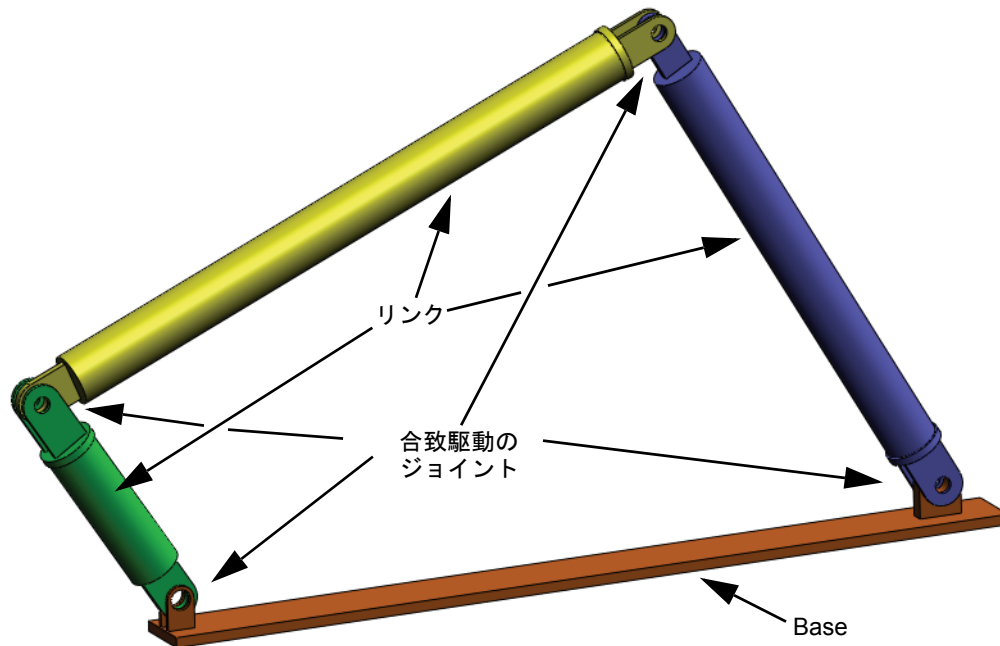
SolidWorks Motion アドインがアクティブであることを確認してください。

手順：

- 1 **ツール(Tools)**、**アドイン(Add-Ins)** をクリックします。**アドイン(Add-Ins)** ダイアログ ボックスが表示されます。
- 2 SolidWorks Motionの横にあるチェックボックスがチェックされていることを確認します。
- 3 **OK** をクリックします。

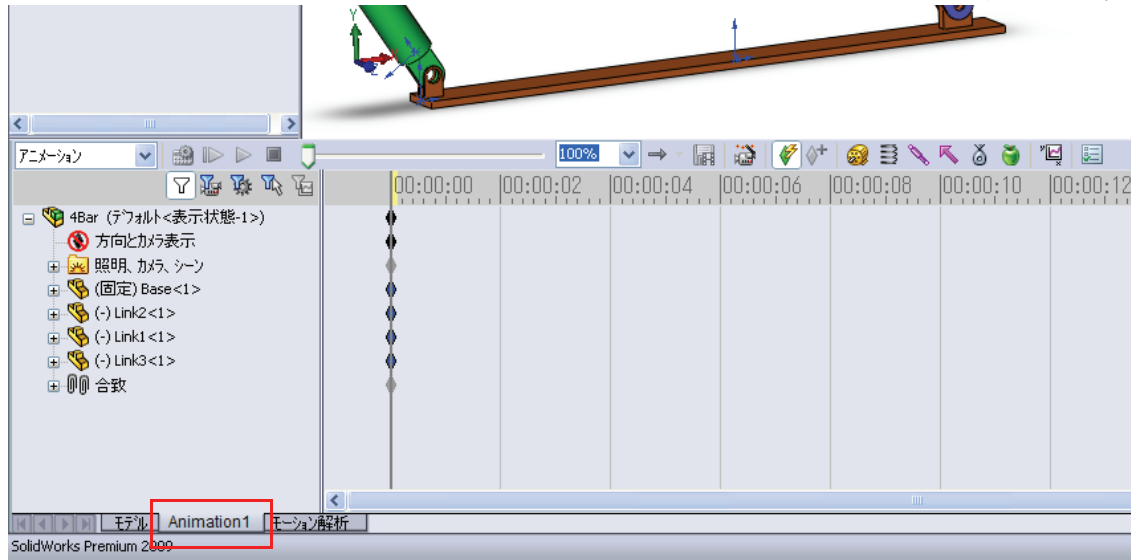
モデルの説明

このモデルは、代表的な 4バーのリンク メカニズムを表わしています。ベース部品は、固定され移動することができません。常に水平に位置し、実際には、グラウンドへ固定されます。他の 3 つのリンクは、互いに接続されており、さらにピンでベースとも接続されています。リンクは、同じ平面をピンで動くことができ、平面モーション以外は許されていません。SolidWorks でこのメカニズムをモデリングする場合は、適所に部品を置くための合致を作成します。SolidWorks Motion はこれらの合致を内部ジョイントに変換します。各合致には、関連付けるための自由度があります。例えば、同心円合致には、2 つの自由度（並進と軸を中心とする回転）しかありません。合致と自由度に関する詳細については、SolidWorks Motion Simulation のオンライン ヘルプを参照してください。



SolidWorks Motion Manager に切り替える

左下にあるアニメーション1タブをクリックし、SolidWorks Motion に切り替えます。



SolidWorks Motion は SolidWorks Animator を最大限に活用しており、SolidWorksMotionManager のルックアンドフィールは SolidWorks Animator のそれと非常に近いものとなっています。

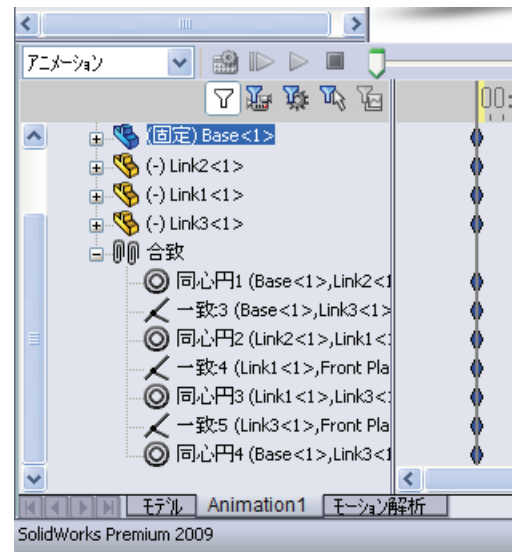
固定および可動構成部品を指定する

SolidWorks Motion では固定構成部品と可動構成部品の識別が、それらの構成部品の SolidWorks モデル内における **固定 (Fix)**/ **非固定 (Float)** ステータスにより行われます。今回の例では、Base 構成部品が固定され、他の 3 つのリンクが可動状態にあります。



SolidWorks アセンブリ合致から内部ジョイントを自動作成する

このメカニズムの動きは SolidWorks の合致により完全に定義されます。



モーション入力を指定する

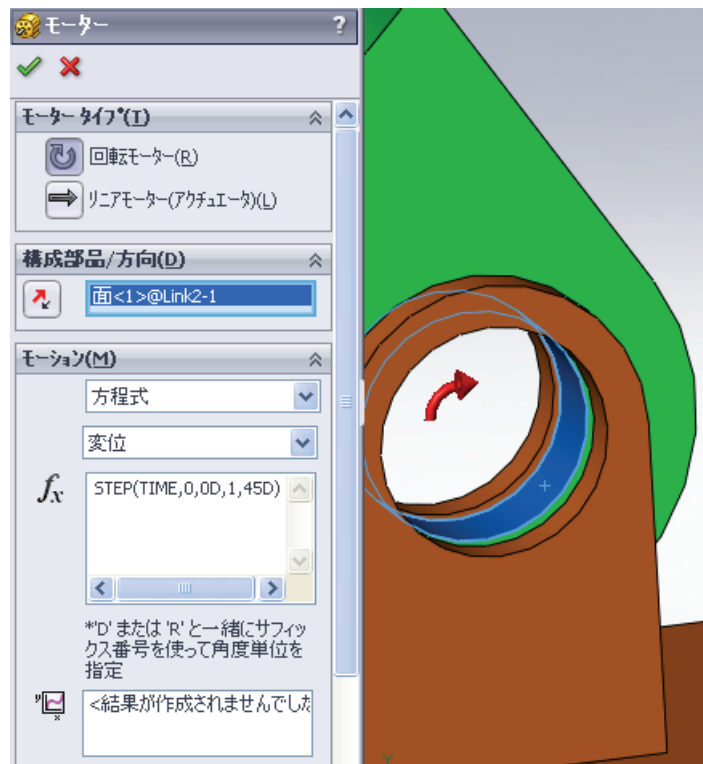
次に、モーションを、リンクの 1 つに定義します。この例では、Base を中心に Link2 を 45 度右回りに回転します。これを実現するために、Base とのピン結合をシミュレートする同心円合致の位置で Link2 に対して回転モーションを適用します。角変位は 1 秒で完了する必要があります。ステップ関数を使用して Link2 が 0 度から 45 度まで円滑に回転するように設定します。

モーター(Motor) アイコン  をクリックし、**モーター(Motor)** ダイアログを開きます。

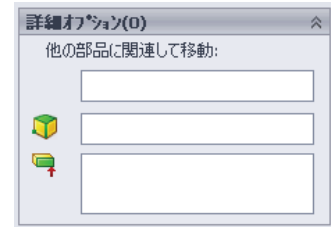
モーター タイプ (Motor Type) で **回転モーター(Rotary Motor)** を選択します。

構成部品 / 方向 (Component/Direction) で Base にピン結合された Link2 の円筒面を選択します。選択された円筒面の中心により、モーターのデフォルト位置も決定されます。

モーション (Motion) で **方程式 (Expression)**、**変位 (Displacement)** を選択し、以下の関数を入力します：**STEP(TIME,0,0D,1,45D)**。



詳細オプション (More Options) の下にある 3 つのフィールドは、デフォルトのモーター位置の変更、別の可動部品に関連したモーションが規定されるか否かの指定、および SolidWorks Simulation の応力解析に対する荷重ベアリング面の指定を行うものです。



Link2 は固定された Base に対して動作させるため、最初のフィールドである **次に関連して動作する構成部品 (Component to move relative to)** は空白のままにします。

構成部品 / 方向 (Component/Direction) で指定された円筒面により決定されているデフォルトのモーター位置は適切なものです。したがって **詳細設定オプション (More options) のモーター位置 (Motor location)** についても空白のままとなります。

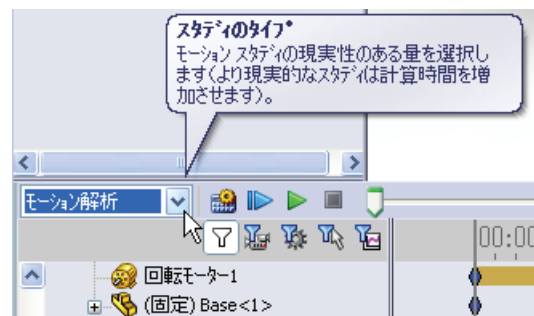
OK をクリックし **モーター (Motor)** ダイアログを閉じます。

モーション解析のタイプ

SolidWorks では 3 種類のアセンブリ モーション シミュレーションが提供されます：

- 1 **アニメーション (Animation)** は、構成部品の慣性プロパティ、接触、集中荷重等を見捨てた単純なモーション シミュレーションです。このシミュレーションは、合致の妥当性検証等に適しています。
- 2 **Basic Motion** は、例えば構成部品の慣性プロパティ等を考慮することにより、ある程度のリアリズムを提供します。ただし、外部的に適用された集中荷重は認識されません。
- 3 **Motion Analysis** は最も高度なモーション解析ツールであり、慣性プロパティ、外部集中荷重、接触、合致衝突等のあらゆる解析要素を反映するものです。

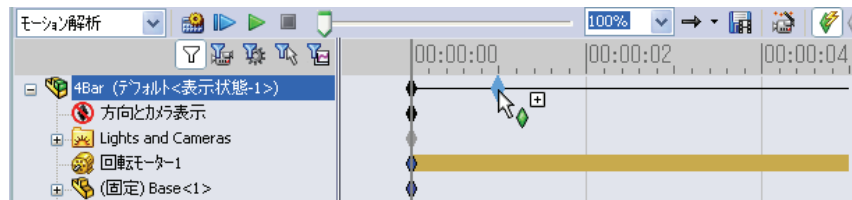
SolidWorksMotionManager の左側にある **スタディのタイプ (Type of Study)** で **Motion Analysis** を選択します。



シミュレーション時間

モーシオン シミュレーションのシミュレーション時間は、SolidWorksMotionManagerの最上部にあるタイムラインにより決定されます。SolidWorksMotion はデフォルトの解析時間を 5 秒に設定しているため、このパラメータは変更する必要があります。

最上部タイムラインの
エンド時間キーを
5秒から1秒の位置に
移動してください。



シミュレーションを実行する

SolidWorksMotionManagerで**計算 (Calculate)** アイコン  をクリックします。

計算中のモーシオン シミュレーションに注意してください。

結果を表示する

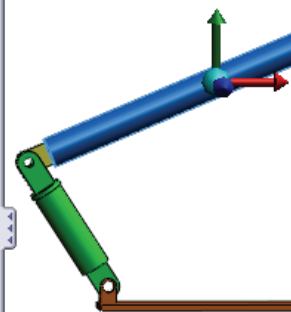
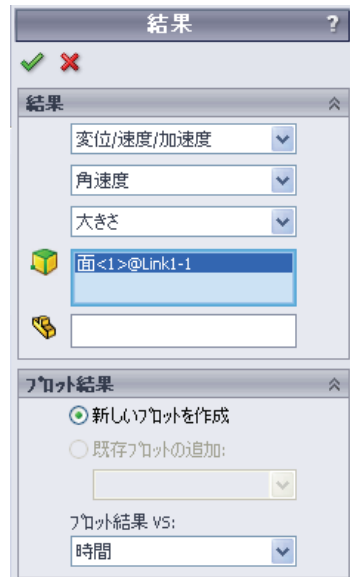
最初に Link1 の角速度と角加速度をプロットします。

結果とプロット (Results and Plots) アイコン  をクリックし**結果 (Results)** ダイアログを開きます。

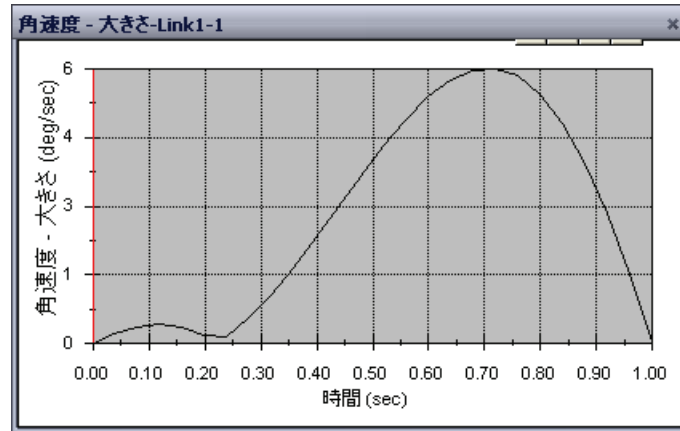
結果 (Results) において**変位 / 速度 / 加速度 (Displacement/Velocity/Acceleration)**、**角速度 (Angular Velocity)**、および**大きさ (Magnitude)** を選択します。

同様に**結果 (Results)**においてLink1を選択します。(合致や部品が選択されると、SolidWorksMotion は結果が出力されるデフォルトの座標系を表示します)。

XYZ 方向を定義する構成部品 (オプション) (Component to define XYZ directions(optional)) フィールドは、他の可動構成部品の局所座標系に対するプロット結果を参照するために使用します。図のようなデフォルトの座標系による結果をプロットするには、このフィールドを空白のままにします。

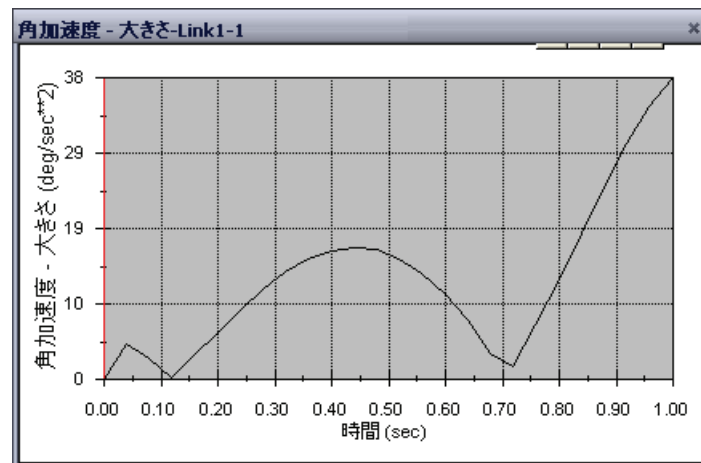


OK をクリックしプロットを表示します。



上のプロットはLink1に対する質量の中心の角速度の変動を時間に対して示したものです。

前述の手順を繰り返し、Link1の質量の中心に対する**角加速度(Angular Acceleration)**の**大きさ (Magnitude)** をプロットします。



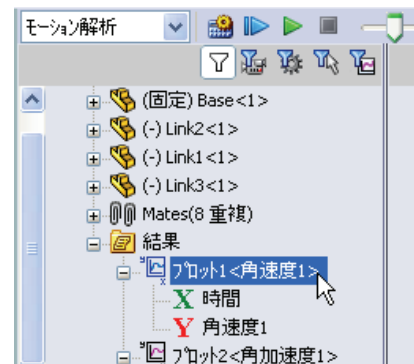
この結果から最大の角速度である6 deg/secおよび最大の角加速度である38 deg/sec²が確認できます。

同様に、Link2 と Link3 の質量の中心における角速度と角加速度のプロットも作成してください。

結果プロットの格納と編集

生成された結果プロット フィーチャーは、SolidWorksMotionManager の下部に新たに作成される結果フォルダーに格納されます。

任意のプロット フィーチャーを右クリックすると、プロットの非表示と表示、および設定の編集が可能です。



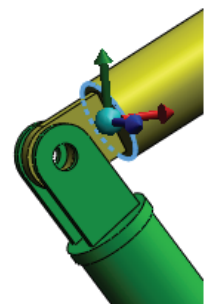
軌跡を作成する

SolidWorksMotion では、可動パーツの様々な点がトレースするパスをグラフィカルに表示できます。これは、軌跡と呼ばれます。任意の固定部品を参照したり、あるいはアセンブリ内にある任意の可動構成部品を参照して軌跡を作成することができます。ここでは、Link1 構成部品の点に対する軌跡を作成します。

軌跡を作成するには**結果とプロット (Results and Plots)** アイコンをクリックします。

結果 (Results) ダイアログにおいて**変位 / 速度 / 加速度 (Displacement/Velocity/Acceleration)** と**軌跡 (Trace Path)** を選択します。

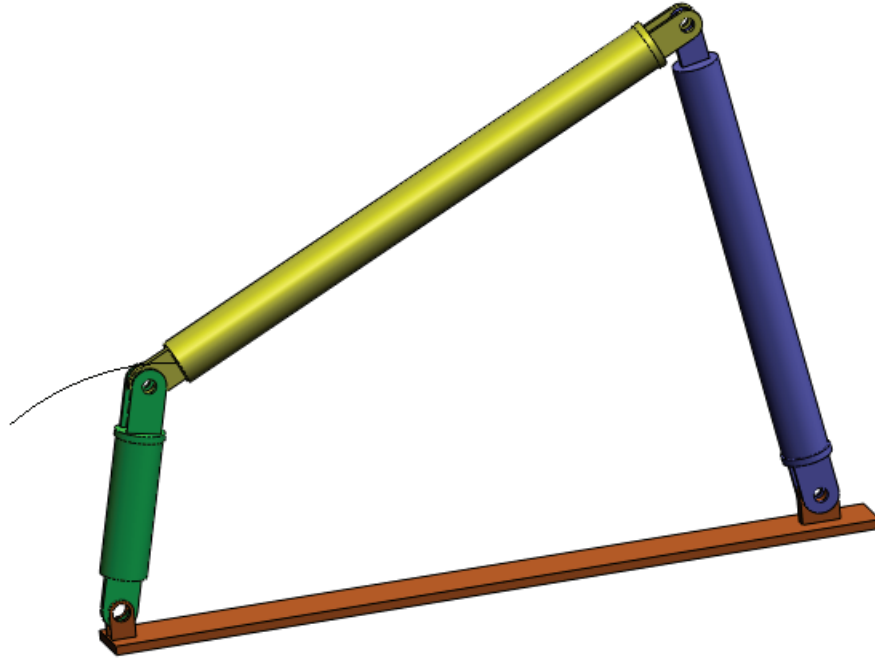
最初の選択フィールドにおいてLink1 の円形エッジを選択することで、円の中心点を特定します。画面上には、該当する点に対して座標系が表示されます。



軌跡はデフォルトで固定されたグラウンドに対して表示されます。他の可動構成部品に対する軌跡を表示するには、この参照構成部品を同じ選択フィールドで第2のアイテムとして選択する必要があります。

OK をクリックし **結果 (Results)** ダイアログを閉じます。

計算 (Calculate) アイコンをクリックし軌跡をプロットします。



これで、SolidWorksMotion による最初のシミュレーションが終わります。

5 分間テスト - 答え

1. SolidWorks Motion セッションを開始するにはどうしますか？

答え：Windows タスクバーで、**スタート (Start)**、**プログラム (Programs)**、**SolidWorks**、**SolidWorks アプリケーション (SolidWorks Application)** をクリックします。SolidWorks アプリケーションが開始されます。SolidWorks のドキュメント ウィンドウの下方にある SolidWorks Motion Manager タブ（デフォルトの名前はアニメーション 1）をクリックします。

2. SolidWorks Motion アドインのアクティブ化はどのように行いますか？

答え：**ツール (Tools)** メニューから**アドイン (Add-Ins)** をクリックし、**SolidWorks Motion** をチェックした後、**OK** をクリックします。

3. SolidWorks で利用可能なモーション シミュレーションの種類を挙げてください。

答え：SolidWorks では次の3種類のモーション シミュレーションが提供されます：アニメーション、Basic Motion、Motion Analysis。

4. 解析とは何ですか？

答え：解析とは、実際に設計がどのように実行されるかをシミュレーションするプロセスです。

5. 解析はなぜ重要ですか？

答え：解析によって、高品質の製品を、安価にまた安全に設計することができます。従来の費用がかかる設計サイクルを短くすることにより、時間と費用の節約ができます。

6. SolidWorks Motion の解析は何を計算するのですか？

答え：モデルが動く際の、変位、速度、加速度および反力を計算します。

7. SolidWorks Motion は、部品を剛体として仮定しますか、それともフレキシブルとして仮定しますか？

答え：SolidWorks Motion は、剛体のみの解析を行いますので、すべての部品を剛体として仮定します。

8. モーション解析は、なぜ重要ですか？

答え：モーション解析によって、設計内容の動作条件下における安全性、経済性が分かります。

9. モーション解析を実行する際の主要なステップは何ですか？

答え：主要なステップは以下のとおりです：SolidWorks におけるメカニズムの作成（合致の作成）、駆動部品に対するモーションの適用、シミュレーションの実行、および結果の表示。

10. 軌跡とは何ですか？

答え：軌跡とは、可動パーツの任意の点がトレースするパスまたは軌道です。

11. SolidWorks の合致は SolidWorks Motion のモデル内で使用されますか？

答え：はい。SolidWorks Motion では、内部ジョイントの自動生成に SolidWorks の合致が使用されます。すなわち、合致によりシミュレーション対象となるメカニズムが定義されます。

ディスカッション - 4 バー メカニズムの駆動に必要なトルクの計算

4 バー メカニズムの駆動リンクに、角運動がどのように与えられたかを受講者に質問してください。多くの場合、そのようなメカニズムはモーターによって駆動されます。モーターの大きさを特定する場合に重要となるパラメータの1つはそこで生成されるトルクであり、この値はSolidWorks Motion の標準的な出力の1つとして確認できます。このトルクを特定すれば、アプリケーションに適切なモーターを選択する際に役立ちます。

SolidWorks Motion から、トルクはどのように計算されますか？

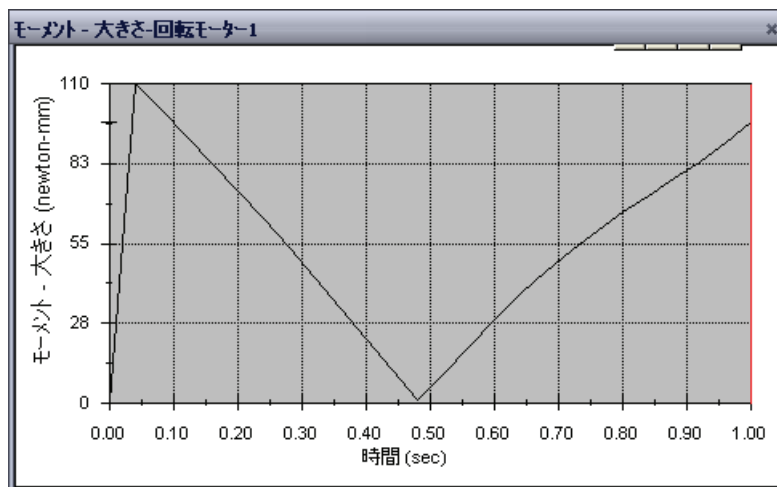
答え

結果とプロット (Results and Plots) アイコンをクリックし**結果 (Results)** ダイアログを開きます。

力 (Forces)、適用トルク (Applied Torque)、大きさ (Magnitude) を指定し、メカニズム（この例ではLink2 に対して1秒で45度の角変位を与えています）を駆動するRotaryMotor1 フィーチャーを選択します。



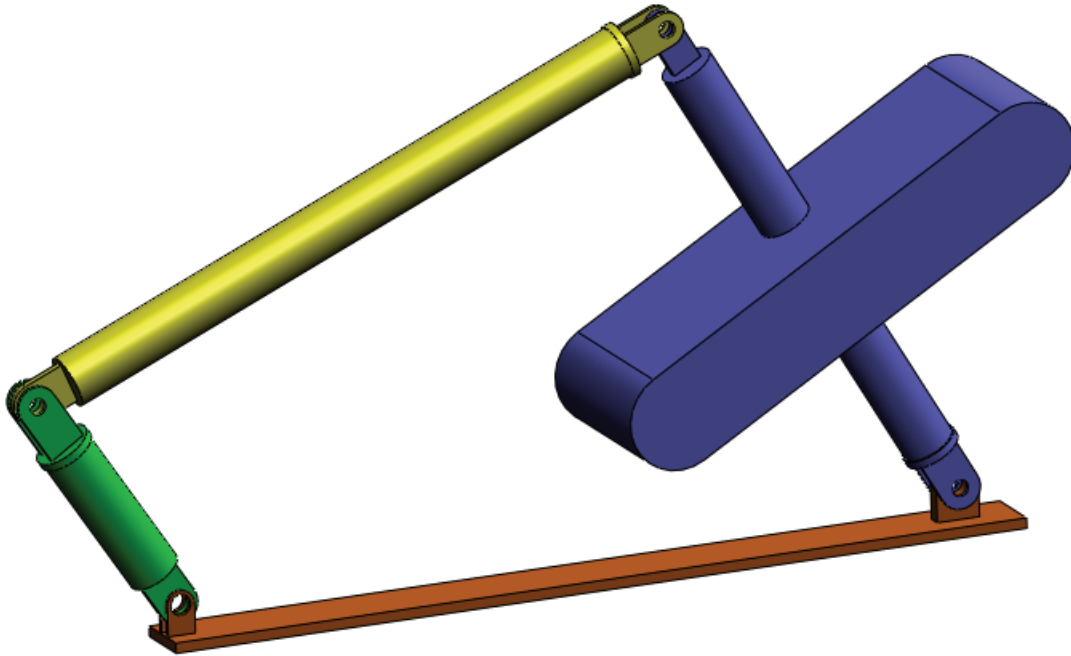
OK をクリックし、プロットを生成します。



必要とされるトルクは、約 110 N-mm です。

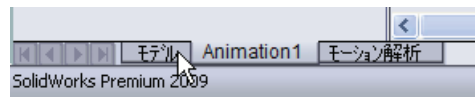
追加課題 - 形状を変更する

受講者に対し、以下の画像のような4バー メカニズムが得られるようにLink3の形状を変更させます。SolidWorks Motionを使い、このメカニズムを駆動するために必要とされる新しいトルクを受講者に計算させます。角速度には同じ45 deg/secの一定な入力を使用します。新しい駆動トルクは高くなりますか、それとも、低くなりますか？また、それはなぜですか？



答え

- 1 SolidWorks ドキュメント ウィンドウの下方にある**モデル(Model)** タブをクリックします。

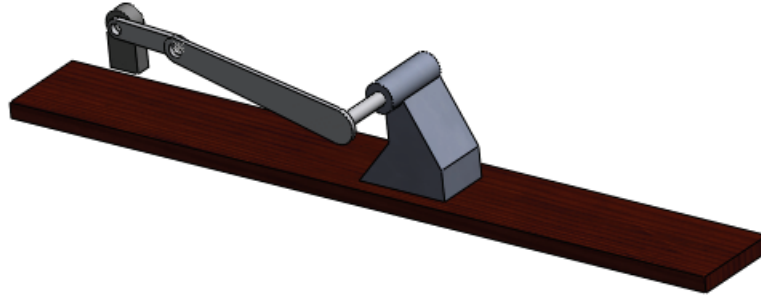


- 2 部品 Link3 を開きます。
- 3 SolidWorksのフィーチャー ツリーでExtrude5フィーチャーを**抑制解除(Unsuppress)**します。
- 4 Link3 を保存し、部品を閉じます。
- 5 次回、4 バーのアセンブリを開くと、アセンブリは更新されています（アセンブリを更新するように求められたら、はい (Yes) を選択してください）
- 6 ここでSolidWorks Motionに移行（SolidWorks ドキュメント ウィンドウの下方にあるアニメーション1タブをクリック）します。すべての合致が保持されている点に注目してください。また、Link2 の角運動が同じであることを確かめます。
- 7 **計算 (Calculate)** アイコンをクリックします。
- 8 トルクをプロットして新たに必要となる大きさを決定します。

必要な駆動トルクは大きくなりました。これはLink3 が重くなり、メカニズムの駆動により大きなトルクが必要となるためです。

課題とプロジェクト - スライダー クランク メカニズム

ここでは SolidWorks Motion によるスライダー クランク メカニズムのシミュレーション方法を確認します。往復運動部品の質量の中心における速度および加速度の計算がゴールとなります。



作業手順

- 1 SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2009 フォルダの対応するサブフォルダにある SliderCrank.sldasm を開くには、**開く (Open)** をクリックするか、または部品をダブルクリックします。

このモデルはクランクの回転運動をスライダーの往復運動に変換するスライダー クランク メカニズムに対応するものです。クランクは 1 秒当たり 360 度の一定速度で回転します。

- 2 アセンブリ内の固定部品と可動部品を確認します。

答え：SolidWorks で固定されている部品はSolidWorks Motionにおいても固定部品として取り扱われます。今回の例ではGroundおよびBasePartが固定され、残りの構成部品は可動部品となります。

- 3 Crank に対して **360 deg/sec** の一定な回転速度を設定します。このモーションは、BasePart/Crank のピン位置に指定します。（モーターの速度フィールドには、**360 deg/sec** という値を直接入力することが可能です。この値はSolidWorks Motion で RPM に変換されます）。

答え：以下を実施してください。

- ・ **モーター(Motor)** アイコンをクリックし**モーター(Motor)** ダイアログを開きます。

- ・ **モーター タイプ (Motor Type)** で**回転モーター(Rotary Motor)** を選択します。
- ・ **構成部品/方向(Component/Direction)** で図に示す円筒面を選択します。
- ・ **モーション (Motion)** で**一定速度 (Constant Speed)** を選択し、**360 deg/sec** を入力します。
- ・ **OK** をクリックします。



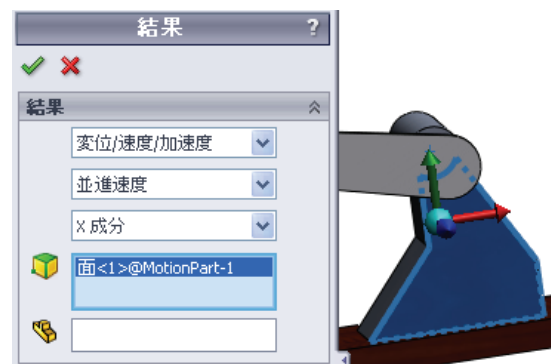
4 シミュレーションを実行する。

答え：SolidWorks MotionManager で**計算 (Calculate)** アイコンをクリックします。
スタディのタイプ (Type of Study) フィールドが **Motion Analysis** に設定されていることを確認します。

5 MovingPart の速度と加速度を特定してください。

答え：以下を実施してください：

- ・ **結果とプロット (Results and Plots)** アイコンをクリックし**結果 (Results)** ダイアログを開きます。
- ・ **変位 / 速度 / 加速度 (Displacement/Velocity/Acceleration)**、**線形速度 (Linear Velocity)**、および **X 成分 (X Component)** を選択します。
- ・ MovingPart の任意の面を選択します。



- ・ **OK** をクリックし、プロットを生成します。
- 加速度の X 成分に対するプロットについても同様にプロットします。

Lesson 1 用語に関するワークシート - 答え

名前：_____ クラス：_____ 日付：_____

指示：空白に該当する言葉を記載してください。

1. SolidWorks によりモデルを作成し、プロトタイプを製造し、その内容をテストする手順：従来の設計サイクル
2. SolidWorks Motion により使用されるモーション解析手法：剛体キネマティック解析とダイナミック解析
3. 2 つの部品を結合し、部品間の相対動作の決定も行う要素：合致
4. フリー ボディには幾つの自由度がありますか？：フリー ボディには6つの自由度（3つの並進、3つの回転）があります
5. 同心円合致には幾つの自由度がありますか？：同心円合致には 2 つの自由度（軸を中心とした回転、軸に沿った並進）があります
6. 固定部品には幾つの自由度がありますか？：0 です。固定部品はいかなる方向へも回転や移動を行えません
7. 可動部品上の任意の点が描くパス：軌跡
8. グラウンドに対して往復運動を行うシリンダが描く軌跡の形状：直線
9. 同心円合致に対して与えられるモーション タイプ：角変位、並進変位、角速度、並進速度、角加速度、並進加速度
10. SolidWorks Motion でギア動作に用いることが可能な合致：ギア合致
11. 回転運動を往復運動に変換する際に用いるメカニズム：ラックおよびピニオン合致
12. ドライバで必要とされる必要入力トルクに対する駆動されたリンクで使用された出力トルクの割合：機械的倍率

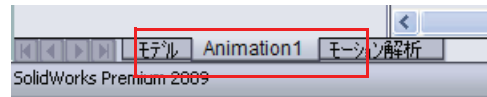
Lesson 1 テスト - 答え

名前：_____ クラス：_____ 日付：_____

指示：以下の質問に対し、正しい答え（複数の場合もあり）を記入しなさい。

1. SolidWorks Motion Manager と SolidWorks Feature Manager の切り替えはどのように行いますか？

答え：SolidWorks のドキュメント ウィンドウで左下方でモデル (Model) タブまたはアニメーション 1 (Animation1) タブをクリックします。



2. SolidWorks Motion では、どのようなタイプのモーション解析を実行することができますか？

答え：剛体キネマティック解析とダイナミック解析

3. SolidWorks Motion はどのようにして内部ジョイントの自動生成を行いますか？

答え：SolidWorks Motion の内部ジョイントはSolidWorks の合致から自動生成されます。

4. 部品に対するモーションの割り当てはどのように行いますか？

答え：モーター(Motor) アイコンをクリックし、モーター(Motor) ダイアログを開きます。ダイアログボックスで、変位、速度および加速度を部品に対して指定することができます。

5. 指定時間に回転モーションを部品へスムーズに指定する場合は、どのようにモーションを指定しなければなりませんか？

答え：モーションは、指定時間でステップ関数として指定されます。

6. 点間の一致合致には幾つの自由度がありますか？

答え：点間の一致合致には、3つの自由度があります（X、Y、およびZ軸を中心とする回転）。

7. 軌跡とは何ですか？

答え：可動パーツの任意の点がトレースするパスまたは軌道。

8. 軌跡の使用例を 1 つ挙げてください。

答え：軌跡は、CAM 輪郭を生成するために使用することができます。

レッスンのまとめ

- SolidWorks Motion は、SolidWorks に完全統合された設計解析ソフトウェア（キネマティックとダイナミック）です。
- 設計解析によって、高品質の製品を、安価にまた安全に設計することができます。
- SolidWorks Motion は、すべての構成部品を剛体であると仮定します。
- SolidWorks Motion では、SolidWorks 合致から内部ジョイントを自動的に作成します。
- SolidWorks Motion は、アセンブリの他のボディを基準として、可動ボディの任意の点に軌跡を作成することができます。
- SolidWorks Motion で解析を実行する手順：
 - ・ SolidWorks アセンブリを作成する。
 - ・ SolidWorks アセンブリ内でグラウンドとなる部品を固定する。
 - ・ ジョイントは、合致から自動的に作成される。
 - ・ モーションを部品に適用する。
 - ・ シミュレーションを実行する。
 - ・ 結果を検証する。