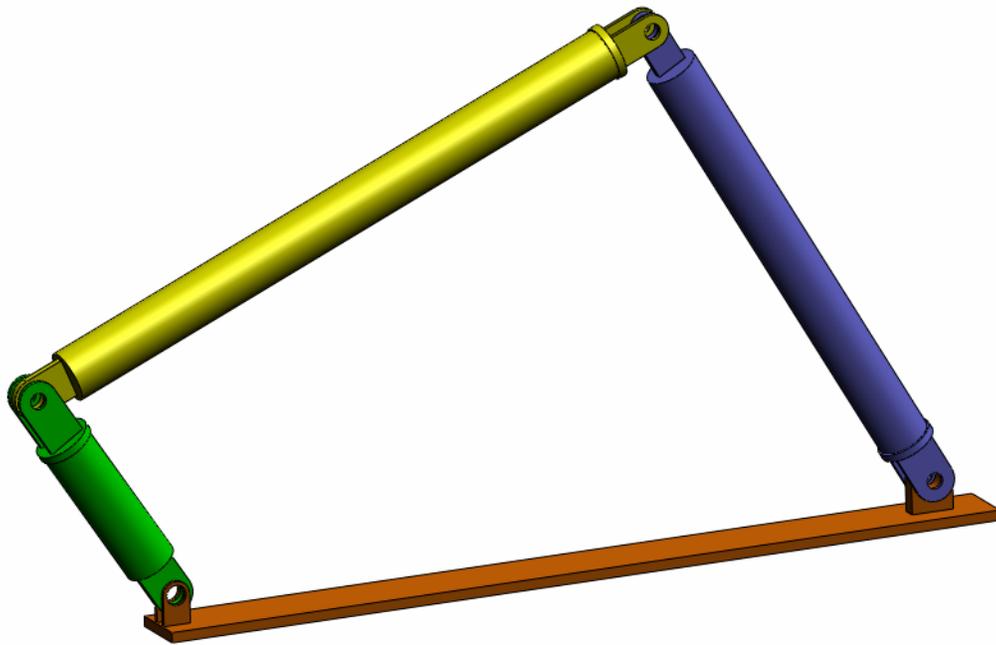




工学設計および
技術シリーズ

SolidWorks Motion を使った モーシヨン解析 アプリケーション入門、 教師用ガイド



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

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

© 1995-2010, Dassault Systemes SolidWorks Corporation, a Dassault Systemes S.A. company, 300 Baker Avenue, Concord, Mass. 01742 USA. All rights reserved.

本ドキュメントに記載されている情報とソフトウェアは、予告なしに変更されることがあり、Dassault Systemes 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、使用許諾契約に規定されており、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、保証を含め使用許諾契約のいかなる条件の変更、あるいは補完を意味するものではありません。

特許に関する注記

SolidWorks® 3D mechanical CAD software is protected by U.S. Patents 5,815,154; 6,219,049; 6,219,055; 6,611,725; 6,844,877; 6,898,560; 6,906,712; 7,079,990; 7,477,262; 7,558,705; 7,571,079; 7,590,497; 7,643,027; 7,672,822; 7,688,318; 7,694,238; 7,853,940; and foreign patents, (e.g., EP 1,116,190 and JP 3,517,643).

eDrawingsR software is protected by U.S. Patent 7,184,044; U.S. Patent 7,502,027; and Canadian Patent 2,318,706.

U.S. and foreign patents pending.

SolidWorks の製品およびサービスの商標と製品名

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

CircuitWorks、Feature Palette、FloXpress、PhotoWorks、TolAnalyst、XchangeWorks は DS SolidWorks の商標です。FeatureWorks は、Geometric Software Solutions Ltd. の登録商標です。

SolidWorks 2011、SolidWorks Enterprise PDM、SolidWorks Simulation、SolidWorks Flow Simulation、eDrawings Professional は DS SolidWorks の製品名です。

その他、記載されているブランド名、製品名は、各社の商標および登録商標です。

COMMERCIAL COMPUTER SOFTWARE - PROPRIETARY

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

Contractor/Manufacturer:

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

SolidWorks Standard、Premium、Professional、Education 製品の著作権情報

Portions of this software © 1986-2010 Siemens Product Lifecycle Management Software Inc. All rights reserved.

Portions of this software © 1986-2010 Siemens Industry Software Limited. All rights reserved.

Portions of this software © 1998-2010 Geometric Ltd.

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

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

Portions of this software © 2001 - 2010 Luxology, Inc. All rights reserved, Patents Pending.

Portions of this software © 2007 - 2010 DriveWorks Ltd.

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

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

その他の知的財産情報については、ヘルプ > バージョン情報をご覧ください。

SolidWorks Simulation 製品の著作権情報

Portions of this software © 2008 Solversoft Corporation.

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

Enterprise PDM 製品の著作権情報

Outside In® Viewer Technology, © Copyright 1992-2010, Oracle

© Copyright 1995-2010, Oracle. All rights reserved.

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

eDrawings 製品の著作権情報

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

Portions of this software © 1995-1998 Jean-Loup Gailly and Mark Adler.

Portions of this software © 1998-2001 3Dconnexion.

Portions of this software © 1998-2010 Open Design Alliance. All rights reserved.

Portions of this software © 1995-2009 Spatial Corporation.

This software is based in part on the work of the Independent JPEG Group

Instructor の皆さんへ

本書は SolidWorks ユーザーを SolidWorks Motion Simulation の剛体キネマティック解析およびダイナミック解析ソフトウェア パッケージを紹介するものです。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スとダイナミック解析の基本概念およびそ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 Student Workbook* に対応するページがあります。

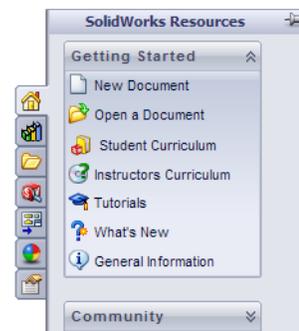
注記： このレッスンは SolidWorks Motion Simulation のすべての機能を教えるためのものではありません。あくまでも、剛体キネマティック解析およびダイナミック解析の基本的な考え方、およびそれらのメリットを紹介し、使いやすさ、および実行する場合の簡潔なプロセスを説明することです。

Education Edition Curriculum and Courseware DVD

このコースには *Education Edition Curriculum and Courseware DVD* が付属します。

DVD をインストールすることにより SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2011 フォルダが作成されます。このフォルダにはこのコースに対応するディレクトリおよび他にいくつかのディレクトリが含まれます。

学生用のコース資料は SolidWorks 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、Student Curriculum を選択します。



ダウンロードしたいコースをダブルクリックします。Ctrl キーを押しながらコースを選択し、ZIP ファイルをダウンロードします。Lessons ファイルには、レッスンを実行するために必要な部品が含まれています。Student Guide にはコースの PDF ファイルが含まれています。

教師用コース資料も SolidWorks の Web サイト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、Instructors Curriculum を選択します。これにより以下の Educator Resources ページが表示されます。

Home > 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 2010. For SolidWorks 2009 resources, [click here](#).

EDU Curriculum Introduction (2010)
Overview of the guides and resources listed below.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE	KOR
Curriculum introduction		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Resources		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SolidWorks Teacher Guide (2010)
Includes lesson plans, presentations, student goals, vocabulary, and assessments.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	NOR	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE	KOR
Student workbook		X	X	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	X	X
Instructor Presentation		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Sustainability Project (2010)
Perform life cycle assessment.

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

SolidWorks® Simulation Educator Guide (2010)
An introduction to the principles of analysis using SolidWorks Simulation.

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

SolidWorks® Flow Simulation Educator Guide (2010)
An introduction to the principles of fluid flow analysis using Solidworks Flow Simulation.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE	KOR
Student workbook		X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Presentation		X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Instructor guide		X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-
Lesson files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

SolidWorks® Motion Educator Guide (2010)
From dynamics to kinematics, incorporate theory through virtual simulation.

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

Back to top

SAE Car Project (2010)
Design and Analyze Parts and Assemblies for Racing Competitions.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE	KOR
Project workbook		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Student files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instructor files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Bridge Design Project (2010)
Use SolidWorks Simulation to analyze different loading conditions of the bridge.

Description	Type	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	CHT	PTB	SVE	KOR
Project workbook		X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-
Student files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Instructor files		X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Presentation		X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	-

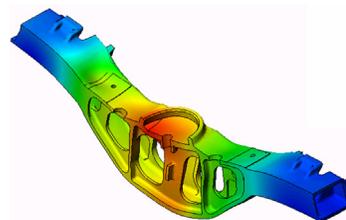
CO2 Car Design Project (2010)
Design and analyze a CO2 powered car. Make design changes to reduce drag.

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

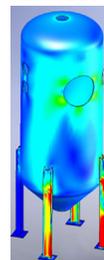
SolidWorks Simulation 製品ライン

このコースでは、SolidWorks Motion Simulation を使った剛体キネマティクスの概要に重点を置いていますが、この製品ライン全体では幅広い解析分野に対応しています。以下に SolidWorks Simulation パッケージおよびモジュールによってできる事柄を示します。

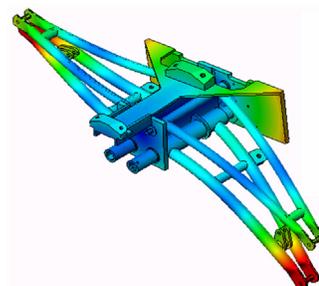
静解析スタディは静的な荷重をかけた部品およびアセンブリの線形応力解析ツールを提供します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
 通常動作時の荷重の下で部品が破損しないか？
 モデルは過剰設計されていないか？
 設計を変更することにより安全率を向上できるか？



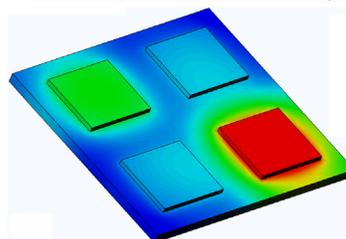
座屈解析は薄い部品が圧縮荷重を受けた際の振る舞いを解析します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
 容器の脚は降伏によって破壊しない強度を持っている、しかし安定性を失って崩壊しない強度を備えているか？
 設計を変更することによりアセンブリに含まれる薄い部品の安定性を確保できるか？



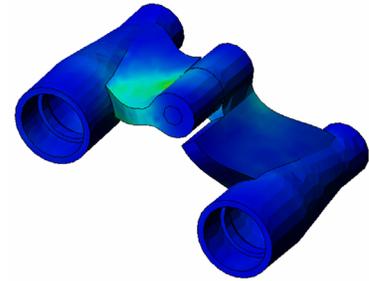
固有値スタディは固有値モード、固有振動数の解析ツールを提供します。これは静的、動的に荷重を受ける多くの部品の設計において重要な機能です。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
 通常動作時の荷重の下で部品が共振しないか？
 想定している用途に対して部品の振動特性は適切だろうか？
 設計を変更することにより振動特性を向上できるか？



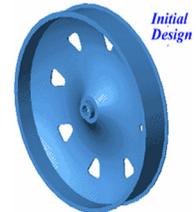
熱伝達スタディでは、伝導、対流、輻射による熱伝達の解析ツールを提供します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
 温度変化はモデルに影響するだろうか？
 温度が変動する環境でモデルは正しく動作するだろうか？
 モデルが冷却される、または過熱するまでにかかる時間は？
 温度変化によりモデルは膨張するか？
 温度変化による応力によって製品が壊れないか？（静解析と熱解析の組み合わせによりこの問題を調べることができます）



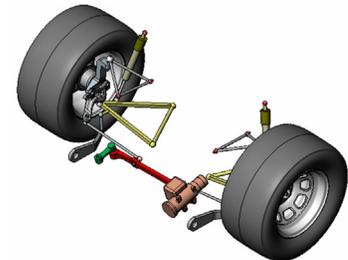
落下試験解析は、動く部品やアセンブリが障害物に衝突する際の応力を解析するのに使用します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
製品が輸送中に乱雑に扱われたり、落とされたりしたらどうなるか？
製品がフローリング、カーペット、コンクリートなどの上に落とされたらどうなるか？



最適化スタディは最大応力、重量、最適な周波数、等選択された基準セットに基づいて設計を改良（最適化）するために適用されます。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
設計意図を保ったまま、モデルの形状を変更することはできるだろうか？
強度や性能を損なうことなく、設計を軽く、小さく、安価にすることはできるだろうか？



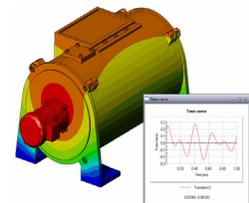
疲労解析スタディは、長い期間に渡り繰り返し荷重を受ける部品およびアセンブリの耐久性を解析します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
製品寿命を正確に予測することはできるか？
現在の設計を変更することで製品寿命を延ばすことはできるか？
長い期間に渡って変動する力や温度荷重にさらされた場合、モデルは安全性を保てるか？
モデルを再設計することにより力や温度の変化による損傷を最小化できるか？



非線形スタディは、著しい荷重および／または大きな変形を経験する部品およびアセンブリの応力を解析するツールを提供します。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：
与えられた荷重の下で、ゴム（Oリングなど）やフォームで作られた部品はうまく動作するか？
通常の使用条件下で、モデルに過剰な曲げが発生しないか？

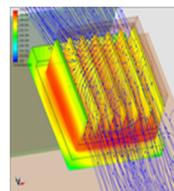


ダイナミック解析は、荷重により力を加えられたオブジェクトの時間変化を解析します。代表的な例は、車両に搭載される部品へのショック荷重、振動荷重を受けるタービン、ランダムに荷重を受ける航空機の部品、等があげられます。線形解析（構造的変形が小さい、基本材料モデル）および非線形解析（構造的変形が大きい、荷重条件が厳しい、高度な材料）の両方があります。このスタディタイプで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：



設計したマウント部品は、車両が大きな穴の上を通った場合のショック荷重に耐える安全性を持っているか？ そのような条件でどの程度変形するか？

Flow Simulation は部品またはアセンブリの内部または周囲を移動する流体の振る舞いおよび効果を解析するものです。流体および固体内の熱伝達も考慮されます。圧力と温度はその後 SolidWorks Simulation スタディに渡すことにより応力解析に使用できます。このモジュールで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：



流体の動きが速すぎて設計に問題を起こさないか？

流体が熱すぎる、冷たすぎることはないか？

製品内の熱伝達は効果的か？ 改良することはできるか？

現在の設計はシステム内で効果的に流体を動かすことができるか？

複合モジュールでは、積層複合材料で作成されたストラクチャのシミュレーションを行うことができます。

このモジュールで調べることのできる代表的な問題は次のようなものです：

与えられた荷重で複合材料のモデルが破壊しないか？

強度と安全性を損なうことなく、複合材料を使ってストラクチャを軽くすることができるか？

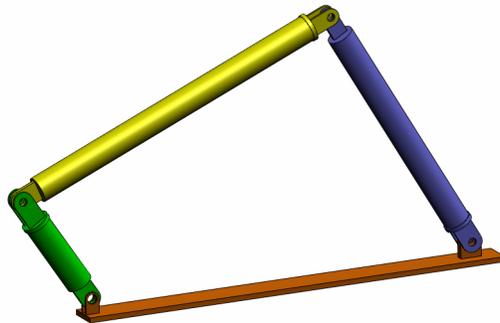
積層複合材料が剥離しないか？



SolidWorks Motion の基本機能

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 メニューのチェック
 - 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 アセンブリ合致によりモーシオンを駆動
 - 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
- レッソンのまとめ

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。モーション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

モーション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、モーション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。

モーション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、ダンパおよびカム設計に役立ちます。また、メカニズムのモーションの駆動に必要なモータ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？

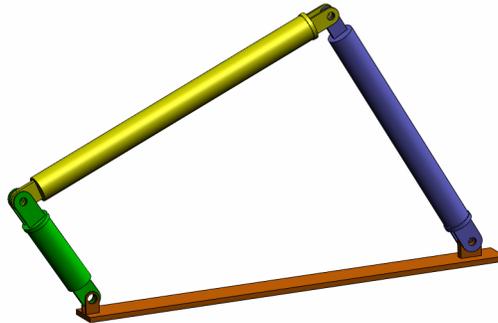
答え

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 Simulation 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 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** ダイアログボックスで、SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2011 フォルダのサブフォルダにある 4Bar.SLDASM を選択し、**開く** をクリックします (または部品をダブルクリック)。

SolidWorks Motion アドインをチェック

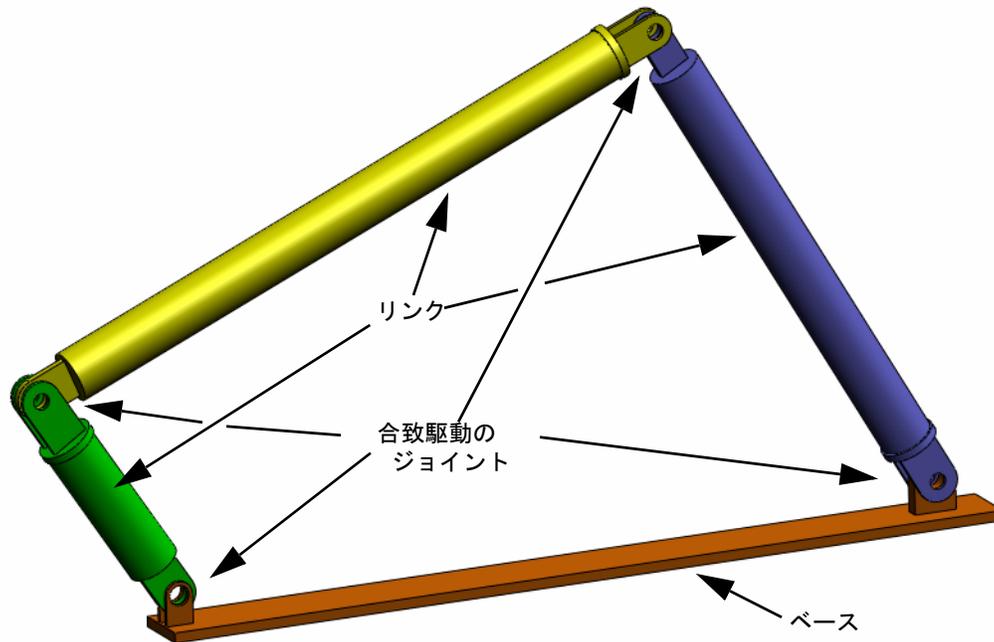
SolidWorks Motion アドインがアクティブであることを確認してください。

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。

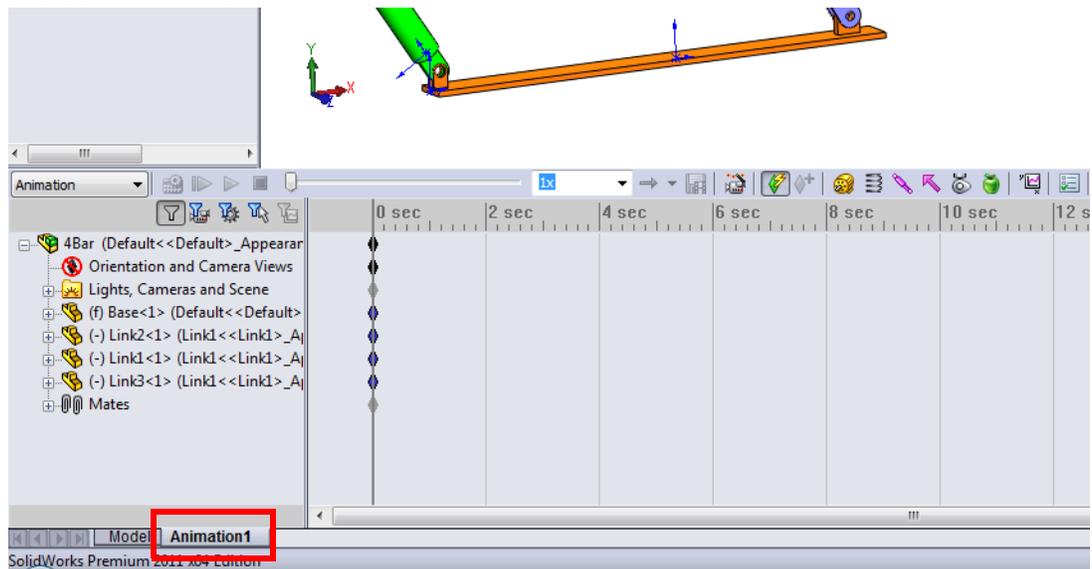
モデルの説明

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、平面モーシオ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

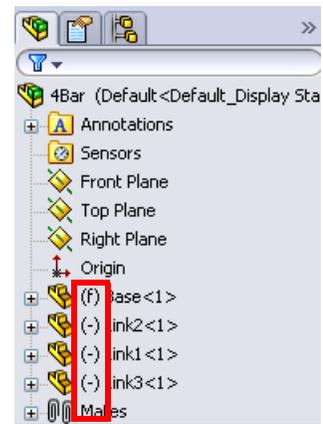
左下にあるアニメーション 1 タブをクリックし、SolidWorks Motion に切り替えます。



SolidWorks Motion は SolidWorks Animator を最大限に活用しており、SolidWorks MotionManager のロ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。

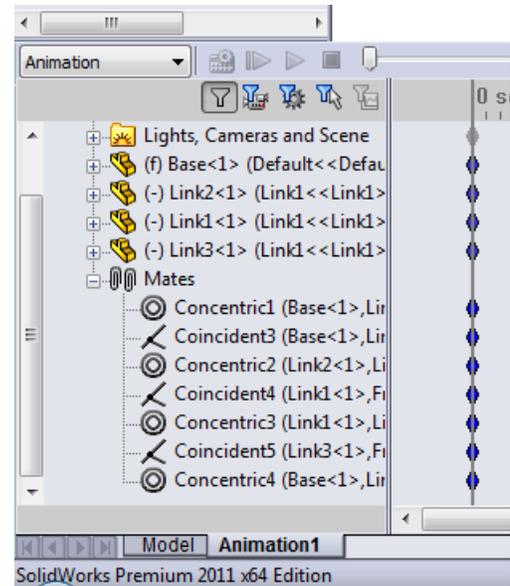
固定および可動構成部品を指定する

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 / 非固定** 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

機構のモーシヨンは SolidWorks 合致により完全に定義されています。



モーシヨン入力を指定する

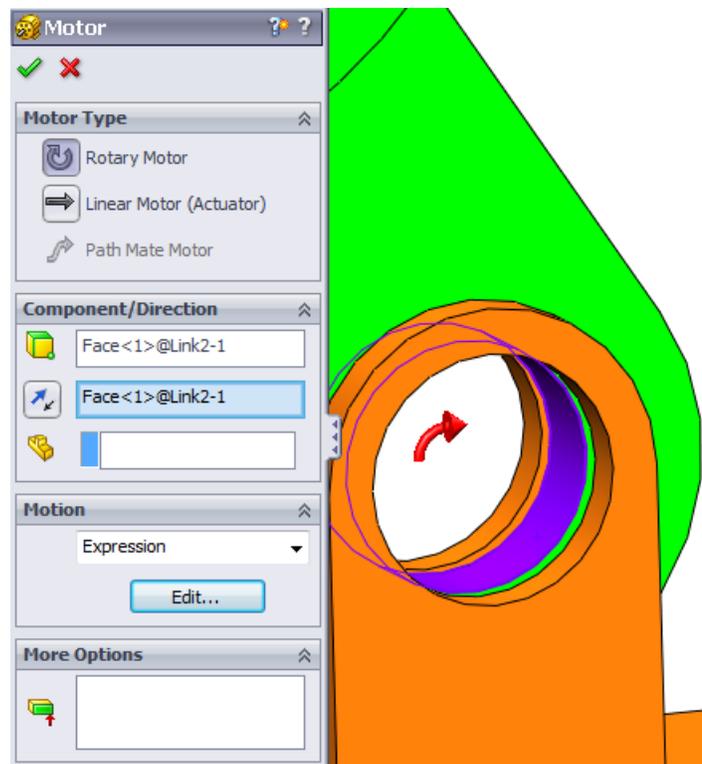
次に、モーシヨンを、リンクの1つに定義します。この例では、Base を中心に Link2 を 45 度右回りに回転します。これを実現するために、Base とのピン結合を擬似する同心円合致の位置で Link2 に対して回転モーシヨンを適用します。角変位は 1 秒で完了する必要があります。ステップ関数を使用して Link2 が 0 度から 45 度まで円滑に回転するように設定します。

モーター (Motor) アイコン  を右クリックし、**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 (図を参照) を、**モーター方向** (Motor Direction) と **モーター位置** (Motor Location) フィールドに指定します。モーターは選択された円筒面の中央に配置されます。

モーシヨン (Motion) で **方程式** (Expression) を選択し、**Function Builder** ウィンドウを開きます：



注記： 構成部品 / 方向プロパティダイアログの最後のフィールドで、相対的なモーションの入力を行うための参照構成部品を指定できます。ここでは Link2 を固定された Base に対して移動するため、このフィールドは空にしておきます。

最後のプロパティダイアログ **詳細オプション** (More Options) では、SolidWorks Simulation 応力解析ソフトウェアに転送するモーション荷重を受ける面およびエッジを指定することができます。



Function Builder ウィンドウで、**値 (y)** に対して **変位 (deg)** を選択し、**Expression Definition** フィールドに **STEP(TIME,0,0D,1,45D)** と入力します。

注記： **Function Builder** ウィンドウの右側にある利用可能な関数のリストから **STEP(x,h0,x1,h1)** をダブルクリックすることもできます。

Function Builder

Segments | Data Points | **Expression**

Value (y): Displacement (deg)

STEP(TIME,0,0D,1,45D)

Mathematical Functions

SIGN(a1,a2)	Transfers the sign of a2 to the magnitude of a1.
SIN(a)	Sine of expression a.
SINH(a)	Hyperbolic sine of expression a.
SQRT(a)	Square root of expression a.
STEP(x,x0,h0,x1,h1)	Represents cubic polynomial transition from h0 to h1 at x.
STEP5(x,x0,h0,x1,h1)	Represents quintic polynomial transition from h0 to h1 at x.
SWEEP(x,a,x0,f0,x1,f1,dx)	Constant amplitude sinusoidal with linearly increasing phase.
TAN(a)	Tangent of expression a.
TANH(a)	Hyperbolic tangent of expression a.

Show graphs: Displacement Velocity Acceleration Jerk

Minimum x value: 0 Maximum x value: 5

t = 1.473 d = 0.7854 t = 1.473 v = 0 t = 1.473 a = 0 t = 1.473 j = 0

Make function available for use elsewhere in this document

Name: User function 1

Function Builder ウィンドウの下部に表示されるグラフに、変位、速度、加速度、加加加速度のバリエーションが表示されます。

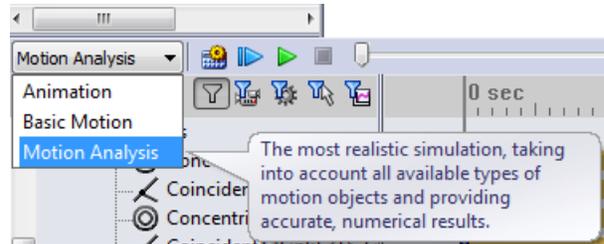
OK を 2 回クリックして **Function Builder** ウィンドウと **モーター** PropertyManager を閉じます。

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、集中荷重等を無視し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、合致の妥当性やベリックなアニメーションの検証等に適しています。
- 2 **ベーシック モーション** (Basic Motion) では、構成部品の慣性プロパティ等を考慮したより現実的なシミュレーションを提供します。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 **モーション解析** 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。

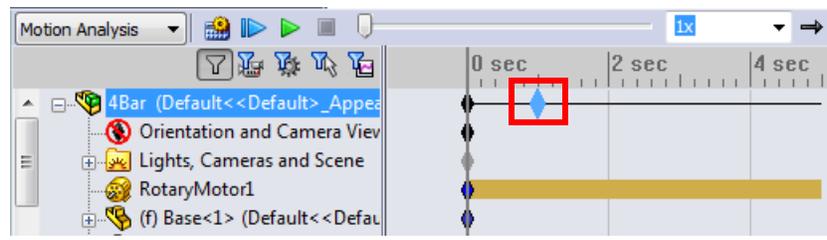
SolidWorksMotionManager の左側にある**スタディのタイプ** (Type of Study) で**モーション解析**を選択します。



シミュレーション時間

モーショ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。SolidWorksMotionManager 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。



注記： ズームキー    によりタイムラインをズームイン、ズームアウトすることができます。
タイムライン キーを右クリックすることにより希望のシミュレーション時間を指定できます。

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。

計算中のモーショ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

全体座標系での絶対値結果

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 **Z 成分** (Z Component) を選択します。

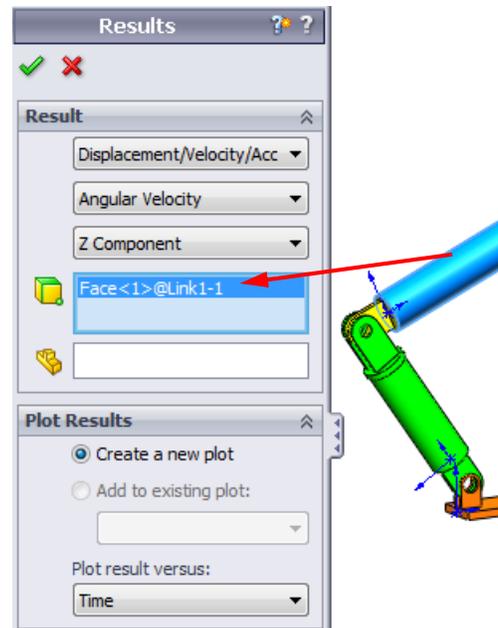
同様に **結果 (Results)** において Link1 を選択します。

XYZ 方向を定義する構成部品 (オプション)

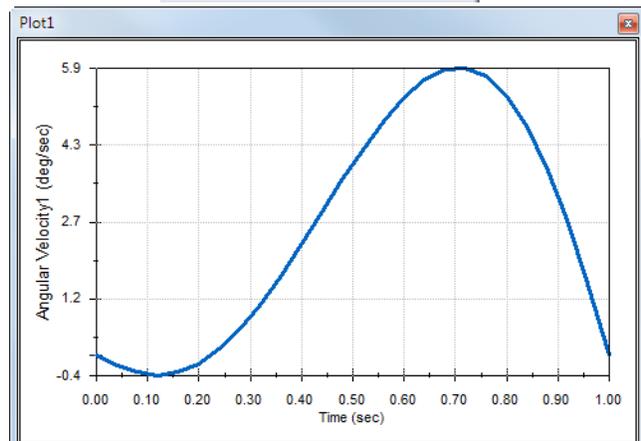
(Component to define XYZ directions (optional))

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。

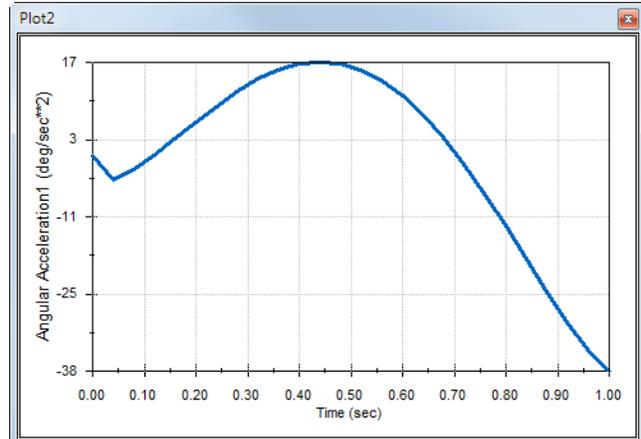


このプロットは Link1 に対する質量の中心の角速度の変動を時間に対して示したものです。



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 **Z 成分** をプロットします。

全体座標系で、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。

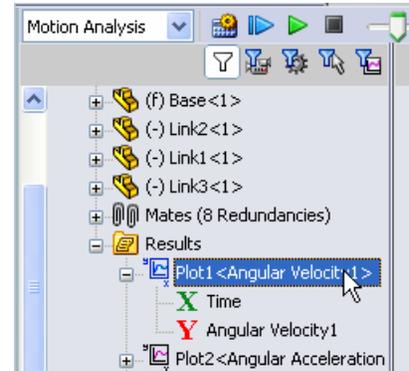


同様に、Link2 と Link3 の質量の中心における角速度と角加速度の **Z 成分** プロットも作成してください。

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 SolidWorks Motion Manager 内に新たに作成される結果フォルダに格納されます。

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。



結果をさらに確認

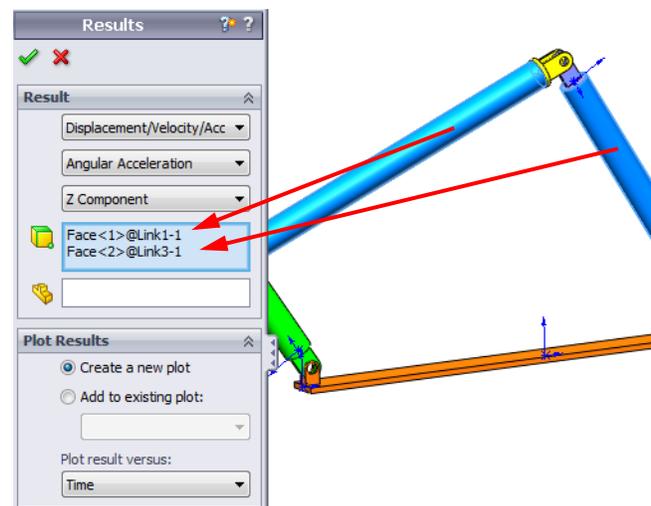
全体座標的の相対的結果

Link1 の Link3 に対する相対角速度の **Z 成分** をプロットしてみます。

結果フォルダを展開します。Plot2 が表示されていることを確認します。Plot2 を右クリックして**フィーチャーの編集 (Edit Feature)** を選択します。

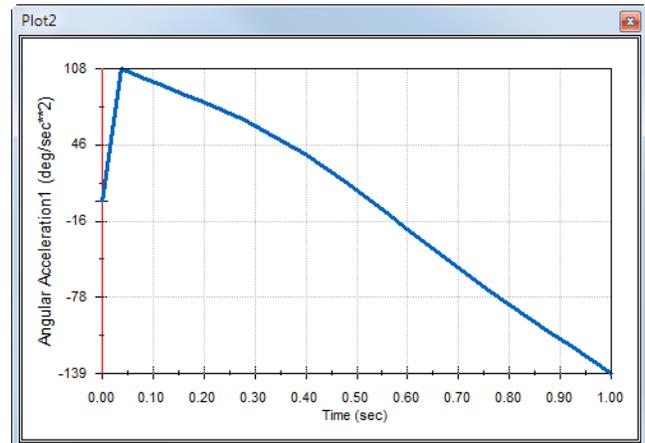
結果を作成する面を指定するフィールドの 2 番目の要素として Link3 を選択します。

OK をクリックしプロットを表示します。



プロットは、Link1 (の重心) の Link3 (部品の座標系) に対する加速度の大きさを表示します。最大相対加速度は、負の Z 回転方向に対して 139 deg/sec^2 です。

前述の Link1 だけに対する絶対値の加速度結果と比較して加速度の変化が大きい点に注意してください。



注記： 正の回転方向は右手の法則で判断できます。右手の親指を軸の方向（このケースでは Z 軸）に向けます。残りの指の方向が回転の Z 成分の正方向を示します。

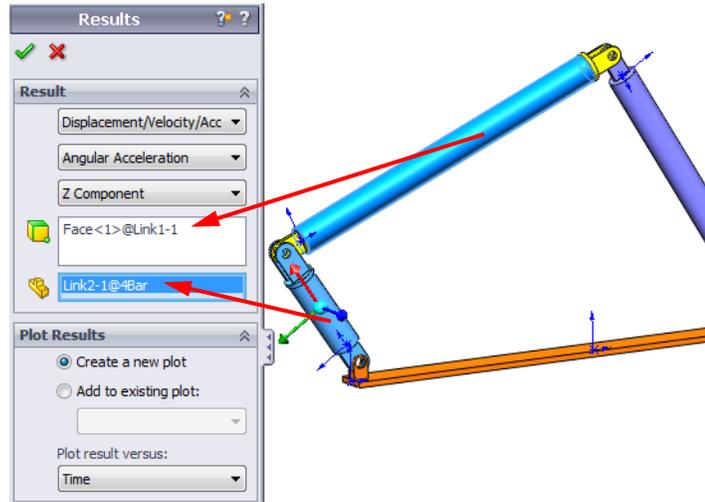
局所座標系の相対的結果

Link1 の絶対加速度の Z 成分を Link2 の局所座標系に変換してみます。

Plot2 を編集し、Link3 を図に示すリストから削除します。

その後、XYZ 方向を定義する構成部品のフィールドに Link2 を選択します。

OK をクリックしプロットを表示します。

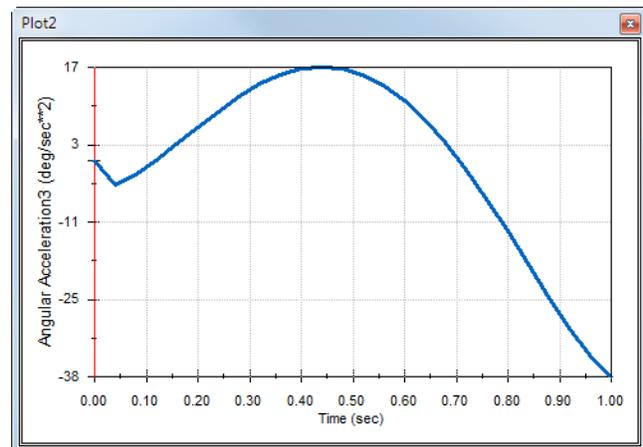


注記： Link2 構成部品上のトライアドは出力局所座標系を示します。固定されている全体座標系と異なり、局所座標系は回転できます。この例の場合、Link2 構成部品が機構の動きに応じて回転するため局所座標系も回転します。

Link2 の局所座標系の Link2 の絶対加速度の Z 成分は負の Z 回転方向に対して 38 deg/sec^2 です。

この局所座標系の絶対結果を全体座標系の絶対加速度と比較した結果、同じであることが確認できます。これは両方の Z 軸が整列しているためです。

上記の手順を様々な構成部品および局所座標系の組み合わせで試してみてください。



軌跡を作成する

SolidWorks Motion 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。

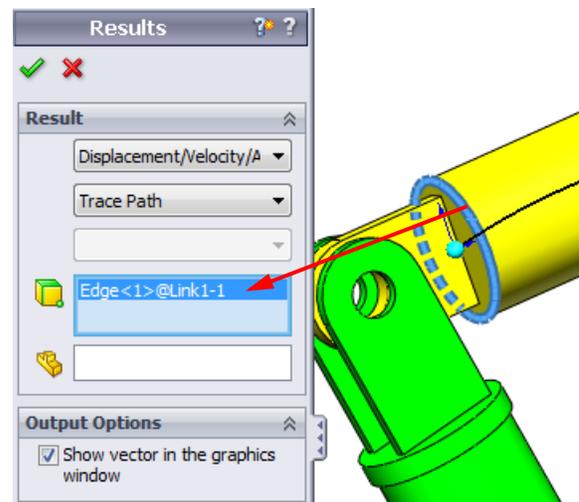
軌跡を作成するには**結果とプロット** (Results and Plots) アイコンをクリックします。

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。球により円の中心がグラフィカルに示されます。

Show vector in graphics window チェックボックスを選択します。

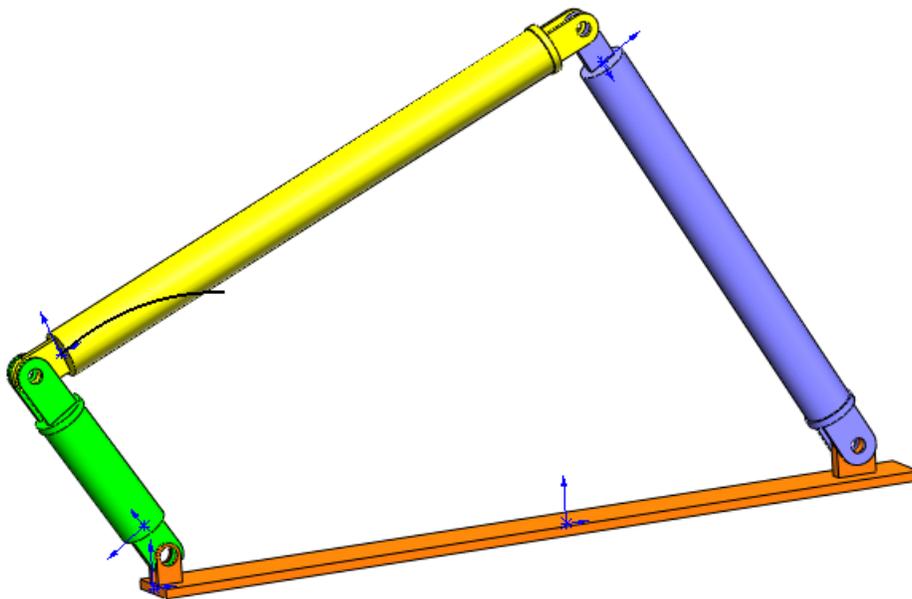
パスが画面上に黒い曲線で表示されます。



注記： 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、同じ選択フィールドで参照する構成部品を第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。

ズームアウトしてモデル全体を表示し、シミュレーションを **再生** します。



ここまでで SolidWorks Motion による最初のシミュレーションは終了です。

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たらいいですか？

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、ベーシック モーション、モーション解析です。

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 で何を計算することができますか？

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

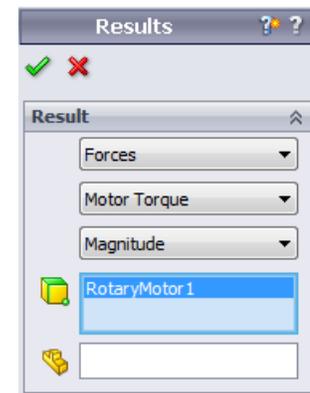
4バー メカニズムの駆動リンクに、角運動がどのように与えられたかを受講者に質問してください。多くの場合、そのようなメカニズムはモータによって駆動されます。モータの大きさを特定する場合に重要となるパラメータの1つはそこで生成されるトルクであり、この値は SolidWorks Motion の標準的な出力の1つとして確認できます。このトルクを特定すれば、アプリケーションに適切なモータを選択する際に役立ちます。

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

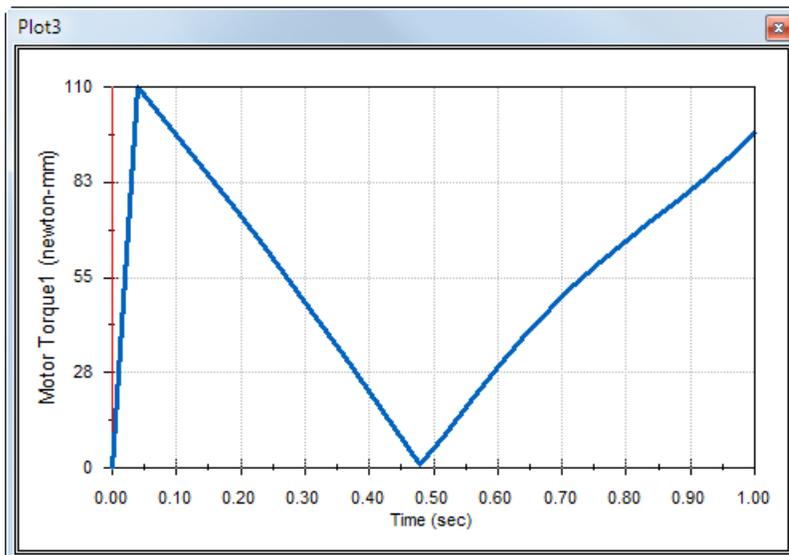
答え

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)、**モーター トルク** (Motor 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度の角速度を与えています) を駆動する RotaryMotor1 フィーチャーを選択します。



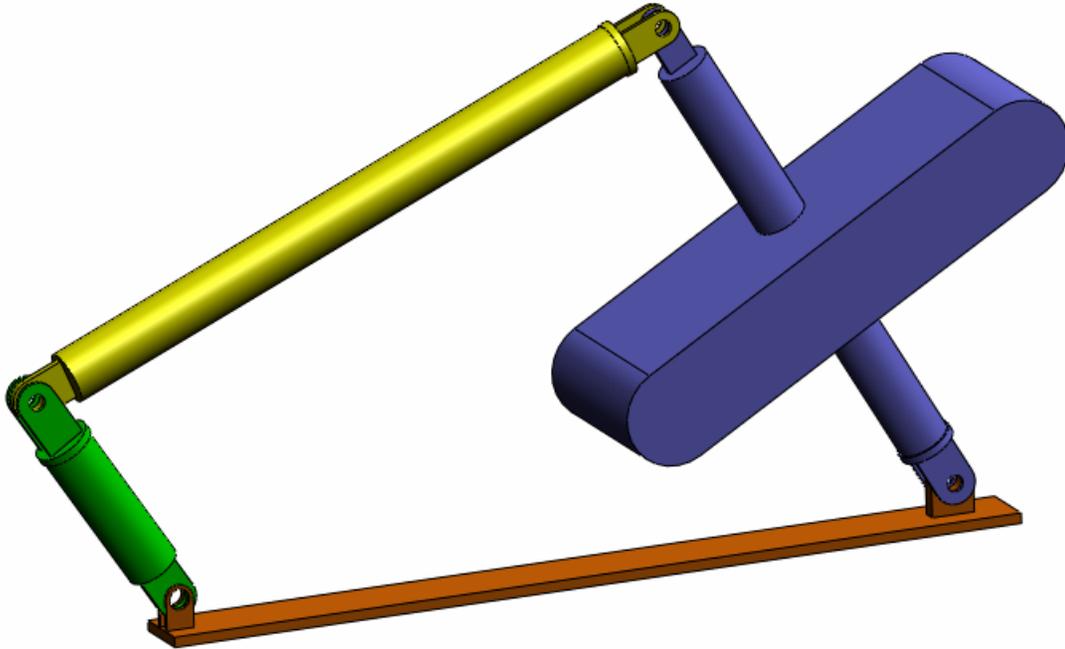
OK をクリックし、プロットを生成します。



必要とされるトルクは、約 110 N-mm です。

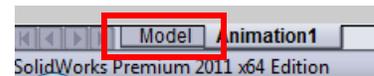
追加課題 – 形状を変更する

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

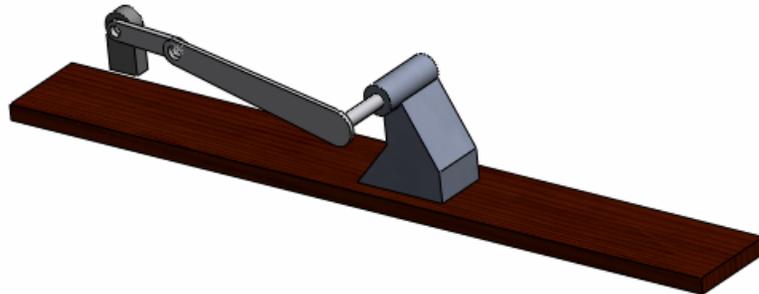
- 1 SolidWorks ドキュメント ウィンドウの下方にある**モデル** (Model) タブをクリックします。



- 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

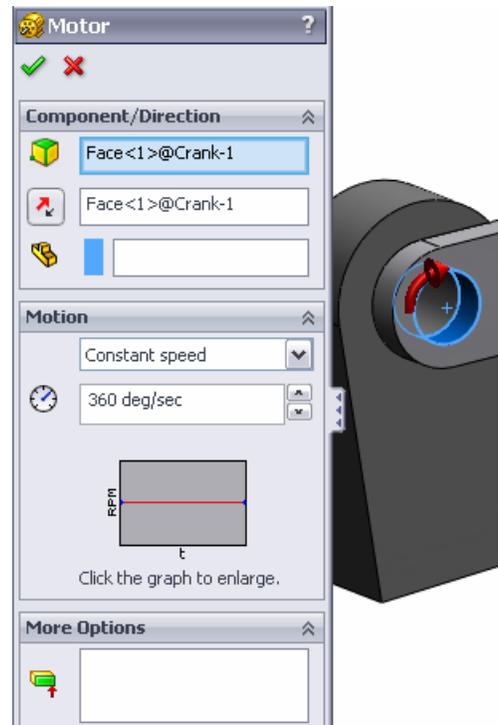
ここでは SolidWorks Motion によるスライダー クランク メカニズムのシミュレーション方法を確認します。往復運動部品の質量の中心における速度および加速度の計算がゴールとなります。



作業手順

- 1 SolidWorks Curriculum_and_Courseware_2011 のサブフォルダにある SliderCrank.sldasm を選択し **開く** をクリックします (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**で**モーター位置**、**モーター方向** フィールドの両方に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。



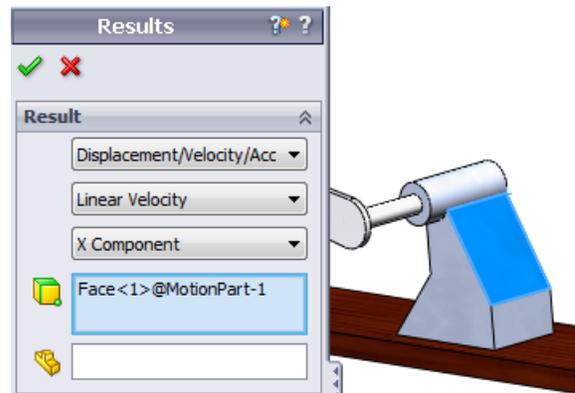
- 4 シミュレーションを実行する。

答え：SolidWorks MotionManager で**計算** (Calculate) アイコンをクリックします。**スタディタイプ**フィールドが**モーション解析**に設定されていることを確認してください。

- 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**

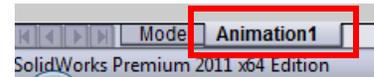
Lesson 1 テスト – 答え

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 ではどのような種類のモーシオン解析が行えますか？

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オ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オンを部品へスムーズに指定する場合は、どのようにモーシオンを指定しなければなりませんか？

答え：モーシオンは、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。