



# SolidWorks Motion を使った モーション解析 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<sup>TM</sup> 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  $\ensuremath{\mathbb{C}}$  1995-1998 Jean-Loup Gailly and Mark Adler.

Portions of this software © 1998-2001 3D connexion.

Portions of this software  $\ensuremath{\mathbb{C}}$  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。

										1.00		-		200 00	12.00	00 @	-	
RODUCTS I	NDUSTRIES	HOW TO BUY	SUPP	PORT	MMUNITY	RESOURCE	CEN	TER	W		IDW		<u> </u>	300-69	3-90	00 0	- fl	3 11
		Home > S	upport > L	earning Res	ources > Edu	cator Resour	ces'											
Subscription Se	ervices	Educa	ator R	esourc	es*													
Technical Supp	ort	Educator	reference	es includin	a lesson pla	ns, PowerPo	int :	orese	ntatio	ons, s	uder	t aos	ls, ve	ocabul	lary, a	and s	tuden	t
Downloads		assessm	ents. The	ese materi	als are provi	ided in a co	mbir	ation	of p	roject	base	d an	d top	ic-bas	ed fo	rmats	s.	
Learning Reso	urces	Note: Th	nese Educ	ator Resou	irces are for	SolidWorks	201	10. Fe	or Sol	idWor	ks 20	09 re	soun	ces, d	lick h	ere.		
Help			-	EDU Curri	culum Intro	duction (20	10)											
API Example	on Guides	-		Overview	of the guide	s and resou	rces	liste	d bel	ow.								
Tech Tips*				Description	introduction	-	ype	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	СНТ	ртв	SVE	KO
Educator Res	sources*	1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	in the second	Resources	incross certain	-		x	-									-
raining							_											
Certification				SolidWorl	cs Teacher G	Guide (2010	)											
System Requir	ements			Includes	esson plans	, presentati	ons,	stud	ent g	oals,	vocal	oulary	, and	d asse	ssme	ints.	D 51/	
olidWorks Fo	rums			Student wo	rkbook		X	X	X	X	X	X	X	X	х	x	X	X
				Student So	lidWorks files	. 🧕	x	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
urn to Solid	Works			Teacher So Instructor	olidWorks file: auide	· 4	x	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×
tomer Portal	ervice			Instructor	Presentation	-	x	x	x	x	x	x	×	x	x	x	x	x
quired for fi	ull access																	
				Sustaina	bility Projec	t (2010)												
				Descriptio	lite cycle ass on	sessment.	Гуре	ENG	FRA	DEU	ITA	ESP	JPN	CHS	СНТ	РТВ	SVE	ко
				Project wo	orkbook		7	x	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-
				SolidWork	s files	1	1	×	×	×	×	- ×	×	×	-	×	-	- ×
				Freatman														
		a balance for the second	- Apped	SolidWorl	cs® Simulat	ion Educato	r Gu	ide (	2010]									
		100 mm	1	An introdu	uction to the	principles o	fan	alysis	s usir	ig Sol	dWo	ks Si	mula	tion.				
		E.	-A E						<b>CD</b> 0			ECD.	100	-		PTB	C) (C)	
		÷ .	<b>M</b>	Description	1	1	ype	ENG	FRA	DEU	IIA	COP	JEN	CHS	CHI		SVE	ко
		-julii	<b>?\</b> [	Description Student wo Examples	n rkbook	T T	ype 1	ENG X X	X -	X	ПА Х -	X -	×	X -	х -	×	-	ко - -
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu	n rkbook guide <b>ks@ Flow Sir</b> uction to the	mulation Ed	ype	ENG X X x id flc	x x iide (	2010)	x v using	X X Soli	X X dwork	X X X cs Flov	x - x v Sim	X X ulatio	- -	
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Description Student wo	n rkbook ss® Flow Sir uction to the n rkbook	mulation Ed	ucat of flu	ENG X X X ior Gu id flo ENG X	x iide ( FRA	X X 2010) alysis DEU	using ITA	X X Soli ESP	X X dwork JPN X	X X X CHS CHS	x × v Sim CHT	X X ulatio PTB	- - - SVE	ко - - -
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati	n rkbook guide ks@ Flow Sir uction to the n rkbook on	mulation Ed	ucat of flu	ENG X X X id fla ENG X X	x - x iide ( FRA -	X 2010) alysis DEU -	using ITA	X Soli ESP -	X X JPN X X	CHS X X CHS - -	v Sim CHT	X X ulatio PTB		ко - - -
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor	n rkbook guide ks@ Flow Sir uction to the n rkbook on guide	mulation Ed	ucat of flu	ENG X X X id flo ENG X X X	x iide ( iw ani FRA -	2010) alysis DEU	ITA X x ITA	X Soli ESP	X X Jewowk JPN X X X	CHS X X CHS - -	v Sim CHT	X X ulatio PTB	- - - - - - - -	ко - - -
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file	n rkbook guide ks® Flow Sir Jude stook on guide s	mulation Ed	of flucat	ENG X X X X X id fle ENG X X X X X	x iide ( wan: FRA - -	DEU X X 2010) alysis DEU - - -	using	X Soli ESP	X - X dwork JPN X X X -	CHS X X CHS CHS	v Sim CHT -	X X Ulatio PTB	n. SVE	ко - -
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file SolidWorl	n rkbook guide ks® Flow Sir Juide n rkbook on guide s ks® Motion I	mulation Ed	ucat of flu type	ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	x x x iide ( FRA - - -	DEU X - X 2010) alysis DEU - - -	ITA X X ITA	X Soli ESP	X - X dwork JPN X X X -	x x cs Flor CHS	v Sim CHT	X X Vulatic PTB	n. 5VE	ко - - -
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file SolidWorl From dyn	n rkbook guide ks® Flow Sir uction to the n rkbook on guide s s ks® Motion I amics to kin	mulation Educator Guerantics, Inc	ucat of flu type	ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	x iide ( www.ani FRA - - - - - - - - - - - - -	2010) x 2010) alysis DEU - - - -	ITA X X ITA	X Soli ESP - - -	X X dwork JPN X X X I sim	X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	v Sim CHT - -	X X ulatio PTB	n. SVE -	KQ - - -
				Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file SolidWorl From dyn. Descriptio Student wo	n rkbook se Flow Sir uction to the n rkbook s s kse Motion i n n rkbook	mulation Ed principles o Educator Go rematics, Inc.	ucat of flu ype	ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	x inide ( FRA - - - - - - - - - - - - -	2010) x 2010) alysis DEU - - - - - - DEU X	ITA X - X ITA	X Soli ESP - - - - - - - -	X X JPN X X X X X X I sim JPN X	x x x cs Flor cHs - - - - - - x	v Sim CHT - - - - - - - -	X X ulatio PTB - - - - - -		ко - - - - - - - - - - - - -
				Description Student wo Examples Instructor An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file SolidWorl From dyn. Descriptio Student we Examples	n rkbook guide stion to the n rkbook guide s ks@ Motion I amics to kin n rkbook	mulation Educator Go	iide	ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	x x inide ( www.ani FRA - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	DEU X - X alysis DEU - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	using ITA X Using ITA	X Soli ESP - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X - X dwork JPN X X - I sim JPN X -	x x x cs Flor CHS - - - - - - - X -	v Sim cHT - - - CHT - -	X X Vulatio PTB - - - - - - - - - - - - -	n. SVE	ко - - - - - - - - - - - - -
				Description Student wo Examples Instructor An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file SolidWorl From dyn. Descriptio Student wo Examples Instructor	n rkbook see Flow Sir station to the n rkbook s mics to kinn n rkbook guide	mulation Educator Gu	inde	ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	x iide ( w ani FRA - - - - - - - - - - - - -	DEU X 2010) alysis DEU - - - - Vy three DEU X x X	using ITA X ITA - - - X X	X Soli ESP - - - - - X X	X X dwork JPN X X X I sim JPN X X	X X X CHS - - - - - - X X X	v Sim CHT - - - CHT - -	X X Vulatio PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - -	ко - - - - - - - - - - -
		Back to t		Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file SolidWorl From dyn. Descriptio Student wo Examples Instructor	n rkbook ses Flow Sir uction to the n rkbook guide s kes Motion I amics to kin n n rkbook guide	mulation Ed principles o Educator G eematics, inc	iide	ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	ride ( w ani FRA - - - - - - - - - - - - -	DEU X - X 2010) alysis DEU - - - - - - - X X	using ITA X ITA - - - - X X	x Soli ESP - - - - - x x	X X JPN X X X X X I sim JPN X X	cHs Flow CHs - - - - - X X	« Sim x Снт - - -	X X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE	ко - - - - - -
		Back to t		Description Student wo Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor Lesson file SolidWorl From dyn. Descriptio Student wo Examples Instructor	rkbook guide ks® Flow Sir uction to the n rkbook guide s ks® Motion I amics to kin n n rkbook guide	Educator Gu	ype	ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	ride ( w ani FRA - - - - - - - - - - - - -	DEU X 2010) alysis DEU - - - - X X X	ITA X X ITA - - - - X X	X Soli ESP - - - - - X X	X Work JPN X X X I sim JPN X X X	CHS Flox X CHS - - - - - X X X	v Sim v Sim CHT - -	X X PTB - - - - - X X	n. SVE	ко - - - - - - - -
		Back to t		Description Student work Examples Instructor SolidWorl An introdu Descriptio Student work Presentati Instructor Lesson file SolidWorl From dyn. Descriptio Student work Examples Instructor SAE Car I Design al	n rkbook guide kse Flow Sir uction to the n nrkbook s s kse Motion I armics to kin n rkbook guide guide 27oject (201	Educator Go ematics, Inc. Parts and As	ype ucat of flu ype iide iide ype 2 iide iide	ENG X X X X X X X X X X X X X	rice ( x x inde ( w and FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) alysis DEU - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	using ITA X using ITA - - - - X X X	X Soli ESP - - - - - X X	dwork JPN X X X X S S S S S S S S S S S S S S S	cHs X X CHS CHS - - - X X X	« Simu CHT - - - - - - -	X X PTB - - - - X X	n. SVE	K0
		Back to t		Descriptio Examples Examples SolidWorf An introdor Student we Presentati Instructor Presentati Instructor From dyn Descriptio SolidWorf From dyn Descriptio Student we Examples Instructor Examples Instructor Descriptio	n rkbook guide scell Flow Sir schook n guide s kee Motion I a mics to kin n rkbook guide guide d Analyze I n rkbook	educator G emulation Ed emulation Ed emulati	ype ucat of flu type iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype iide corpo ype corpo corpo ype corpo corpo ype corpo corpo ype corpo co co co co co co co co co c	ENG ENG X X X X X X X X X X X X X	rice ( x x ride ( w ani FRA - - - - - - - - - - - - -	DEU X 2010) alysis DEU - - - - X x x x tacing	using ITA X ITA - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X Soli ESP - - - X X ypetit	dwork JPN X X X X X Z I sim JPN X X X X JPN X JPN	cHs Flow CHS	« Sim CHT - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X X PTB Z PTB X X X PTB	n. 5VE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ко - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
		Back to t		Descriptio Examples Examples SolidWorl An Introdu Descriptio Student w Presentati Instructor Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Student w Student w	n rkbook guide sction to the n rkbook on guide s ks@ Motion I armics to kin n n s ks@ Motion I armics to kin n n h chook guide	educator G Educator G Educator G Parts and As	ype ype ucat of flu ype ype ype ype ype ype ype ype	ENG ENG X X X X X X X X X X X (2011 Orate ENG X X X X X X X X X X X X X	rice ( x iide ( w ani FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeoloj alysis DEU - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	using X X ITA	X Soli ESP - - - - X X petit	A sime and	cHs x x cHs cHs cHs x x x cHs x x	« Sim CHT 	X X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ко - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
		Back to t		Descriptio Examples Examples SolidWorl An Introdu Descriptio Student w Presentatio Resource From dyn Bescriptio Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples Student w Examples	n rkbook setion to the n rkbook on guide s ks@ Motion I amics to kin n n s rkbook guide d Analyze F n rkbook es files	educator G emulation Ed educator G ematics, inc ematics, inc a parts and As	ype ype ucat of flu ype aide side ype aide ype aide ype	ENG ENG X X X X X X X X (2011 orate ENG X X X X X X X X X X X X X	ride ( wwanni FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) alysis DEU - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	using IITA × × × using IITA · · · ·	X Soli ESP - - - - X X ypetit ESP - - - X	X X JPN X X X X I sime JPN X X - X	cHs Floi CHs - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	« Simm 	X X PTB - - - - X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	KC
		Back to t		Description Examples Examples Instructor SolidWorl An introdu Description Student we Presentation From dyn Instructor From dyn Description Student we Student we Description Student we Student we Description Student we Student we Description Student we Description Student we Description Student we Student we	n rkbook guide sction to the n rkbook on guide s ks@ Motion I amics to kin n n sckbook guide Project (201 nd Analyze F n rkbook es files	mulation Ed principles of Educator G ematics, inc rematics, inc arts and As Parts and As	ype ype of fluctor ype state ype state ype	ENG ENG X X X X X X X X (2011 Correct ENG X X X X X X X X X X X X X	rice X × side ( invani FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) alysis DEU - - - - - - X X X X X X	using ITA X ITA ITA	X Soli ESP - - - - X X ypetit ESP - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X X JPN X X X JNN X X JPN X - X - -	CHS S Flow CHS 	« Sim снт снт снт снт	X - X PTB - - - - - - - - - - - - -	n. SVE	K0 - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
		Back to t		Solider of the solid of the sol	n rkbook guide sction to the n rkbook guide s <b>Kes Motion</b> i amics to kin n n rkbook guide <b>Project (201</b> d Analyze i n rkbook es files works Simu	t (2010)	ype ype ide of flu ype ide orpo ype ide orpo ige ide orpo iserr ype	ENG ENG X X X X X X X X X X X X X	rick X X iiide ( ww.anii FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) X Zeolo) Zeolo) Zeolo Color Col	Using ITA X ITA · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	X Solii ESP - - - - - X yirtua ESP - - - X	X X JPN X X X X X JPN X X X X Ons. JPN X X	CHS X x x cHS Flow CHS - - - - - - - - - - - - -	v Simn CHT - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X X PTB PTB X PTB - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ко - - - - - - - - - - - - -
		Back to t		Description Student vo Examples SolidWorl An introdu Descriptio Student vo Presentati Instructor Prom dyn Descriptio SolidWorl Prom dyn Descriptio SolidWorl Prom dyn Descriptio SolidWorl Prom dyn Descriptio SolidWorl Prom dyn Descriptio SolidWorl Prost vo Examples	n rkbook ks@ Flow Sir uction to the n rkbook guide s ks@ Motion I amics to kin n rkbook guide guide s files ssign Project Works Simu n	mulation Ed principles o rematics, info eematics, info Parts and As t (2010) fation to an	ype ype ucat of flu type of flu type of flu type of flu type of flu type	ENG ENG X X X X X Corf Gt ENG X X X X (2011 Orate ENG X X X X Corf Gt ENG X X X X X X X X X X X X X	rice ( × × wwan: FRA - - - - - - - - - - - - -	Zecing Loadi Joeu X Zecing DEU X X X X Loadi DEU - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	using IIA × × × IIA · · · · · · · · · · · · · · · ·	X Solii ESP - - - - X X petit ESP - - - X - - - - - - - - - - - - - - -	X X X Vareau X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	CHS X x x x cHS Flow CHS x - - - - - - - - - - - - -	« Sim - X - CHT 	X - X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ко - - - - - - - - - - - - -
		Eack to t		Saudant wa Examples Saudant wa Examples Saudant wa Saudant wa Saudant wa Saudant wa From dyn Persenatai Instructor From dyn Persenatai Instructor Saudant wa Examples Instructor Saudant wa Examples Instructor Berdge Du Student Wa Examples Instructor Bridge Du Student Wa Examples Instructor Project wa	n rkbook kse® Flow Sir uction to the n rkbook s s kse@ Motion i amics to kin n n rkbook guide guide guide Project (201 d Analyze f n rkbook es files sign Projec Works Simu n	mulation Ed principles o Educator Gu Parts and As Parts and As t (2010) Ilation to an	ype ype ucat of flu fype ype side of flu ype side of flu of flu ype side of flu of flu of flu of flu of flu of flu of flu of flu of flu of flu	ENG X X X X X A A A A A A A A A A A A A	rice ( x x FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) Allysis DEU - - - - - - - - - - - - -	using X X IITA - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	x solii ESP - - - - x x x nditia	X X dwork JPN X X X I simm JPN X X ons. o JPN X X	cHS X x cHS CHS - - - - - - - - - - - - -	<pre>CHT  X Simm CHT</pre>	X - X PTB - - - - - X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ко - - - - - - - - - - - - - - - - - - -
		Back to t		Descriptio Student vo Examples Student vo Examples SolidWorl An introd. Descriptio Student vo Examples Instructor Prom dyn Descriptio Student vo Examples Instructor Biologo Descriptio Project vo Student fil Instructor	n rkbook kse Flow Sir uction to the n rkbook guide s kse Motion I armics to kin n rkbook guide Project (201 d Analyze F n rkbook es files ssign Projec Works Simu n	mulation Ed principles o rematics, int ematics, int Parts and As at (2010) fation to an fation to an fation to an	ype ype of fluctor ype ype serres ype ype ype ype ype ype ype ype ype ype	ENG X X X X X X X X X X X X X	rick X x side ( www.an.i FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeoloj alysis DEU - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	using X X IITA - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X Solii ESP - - - - X x spetit ESP - - - X x	x x x JPN x x x x z yPN x x x x x yPN x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	cHs X X CHS CHS CHS CHS CHS CHS CHS CHS X X CHS CHS X X	« Sim CHT - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X - X PTB - - - - X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ка
		Eack to t		Descriptio Student wo Examples Sudent wo Examples Sudent wo Presentation Student wo Presentation Student wo Presentation Sudent wo Prom dyn Descriptio Student wo Sudent fill Instructor Student fill Instructor Student fill Instructor	n rkbook see Flow Sir uction to the n rkbook guide s kae Motion I armics to kin n rkbook guide Project (201 nd Analyze I a rkbook seign Projec works Simu n rkbook seign Projec	t (2010)	ype ype ucat of flu type ser ype aide orpo ype aide aige alyz ype alyz alyz alyz alyz alyz	e diffice ENG X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	rice ( x x inde ( inw anni FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) Allysis DEU - - - - - - - - - - - - -	ITA X X X X Using ITA X X Com ITA	Soliitus ESP - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X X X JPN X X X X X X X X X X X X X X X X X X X	cHs Flow CHS	<pre>x Simu x  x  x  x  x  x  x  x  x  x  x  x  x</pre>	X - X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - -	ко 
		Back to t		Descriptio Examples SolidWord An Introdu Descriptio Student wo Presentati Instructor From dyn Descriptio Student wo Examples Instructor Prom dyn Descriptio Student wo SolidWord Prom dyn Descriptio Student wo Student wo Student wo Student wo Descriptio Student wo Descriptio Student wo Student fil Instructor Project wo Student fil Instructor Project wo Student fil Instructor Project wo Student fil Instructor	n rkbook guide kse Flow Sir uction to the n nrkbook guide guide guide guide Project (201 n A nalyze f n rkbook es files n rkbook es files on	t (2010)	ype ype ype ype ype ype ype ype	ENG X X X X X X X X X X X X X	x x iiide ( w anii FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) Alysis DEU - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	Com ITA	Soliitua ESP - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	X X X Month A A A A A A A A A A A A A A A A A A A	CHS S CHSS CHSS CHSS CHS CHS CHS X CHS X CHS X X	x Sim CHT	X X PTB PTB X - X PTB - - - - - - - - - - - - -	sve - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ко 
		Eack to t		Solidword Examples Solidword An introdu Descriptio Student we Solidword Presentati Instructor Solidword Prometa Examples Instructor Bedgeo Project we Student fil Instructor Resolution Student we Examples Instructor Progect we Student fil Instructor Presentati Instructor Co Car C	n rkbook guide kse Flow Sir uction to the n rkbook guide s kse Motion i amics to kin n rkbook guide Project (201 d Analyze f n rkbook es files stign Projec Works Simu n rkbook es files on	t (2010) tt (2010) tt (2010) tt (2010)	ype set of fluid and set of fluid and set of fluid and set of fluid and set of the set o	ENG X X X X A A A A A A A A A A A A A	AX X iiide ( wwan: FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) x zolo) dalysis DEU - - - - - - - - - - - - -	using ITA × × × × ITA · · · · ·	Soli ESP - - - - X x mulitik ESP X - - - X X	x x x x x x x x x x x x x x x x x x x	cHSS CHSS CHSS CHS CHSS CHSS CHSS CHSS C	<pre>cHT</pre>	X - X PTB - - - - - - X PTB - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	n. SVE - - - - - - - - - - - - - - - - - - -	ко 
		Back to t		Descriptio Student wo Examples Student wo Presentation Student wo Presentation Student wo Presentation Student wo Presentation Student wo Presentation Student wo Presentation Student wo Presentation Student wo Presentation Presentation Student wo Student fill Instructor Presentation Student fill Instructor Ins	n rkbook guide kse@ Flow Sir uction to the n rkbook guide s ks@ Motion I arnies to kin n n rkbook guide Project (201 d Analyze I n rkbook es files seign Projec kas files on Design Projec	t (2010) t (2010)	ype de la companya d	ENG X X X X A A A A A A A A A A A A A	AX X FRA FRA - - - - - - - - - - - - -	Zeolo) x zolo) alysis DEU - - - - - - - - - - - - -	using ITA × × × using ITA × × × × Com ITA · ·	Soli ESP 	X X A A A A A A A A A A A A A A A A A A	CHS	Simulation of the second se	х - х 	n. SVE	ко 
		Back to t Sector		Description Examples SolidWorld An Introd. Description Student wo Presentation Student wo Presentation Instructor From dyn Description Student wo Examples Instructor Progent and Student wo Student wo Student wo Student wo Student wo Student du Description Student du Student	n rkbook guide ks@ Flow Sir sction to the n rkbook guide a mics to kin n h rkbook guide a rickbook a files stign Project (201 di Analyze f n rkbook as files stign Project (201 di Analyze f n rkbook as files on Project (201 di Analyze f n rkbook as files on Project (201 di Analyze f n rkbook as files on Project (201 di Analyze f n rkbook	t (2010) t (2010)	ype	ENG ENG X X X X A A A A A A A A A A A A A	x - x inide ( inv ani FRA	Zeolo) x zolo) alysis DEU - - - - - - - - - - - - -	ITA × × × ITA · · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	Soli ESP 	X X A A A A A A A A A A A A A	CHS	<pre>x Simm cht cht cht cht cht cht cht cht cht cht</pre>	X Vulatic PTB - - - - - - - - - - - - -	sve	ко 

### 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: 通常の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: 通常の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)



化できるか?

SolidWorks Motion Simulation 教師用ガイド

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? 制品がマローリング カーペット コンクリートなどの上に薄

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

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?





概要



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。 ロディスカッション

概要

- □学習課題 4 バー メカニズムのモーション解析
  - 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ョンを駆動
  - モーション入力を指定する
  - 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 - モーショ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。 モーション シミューレーション 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 シミューレーション 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。 モーションシミューレーション 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ョン解析

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ョン解析 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、このモーショ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

 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



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

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



### 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 とのピン結合を擬似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。

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

✓ ×		
Motor Type	~	
Rotary Motor		
Linear Motor (Actuator)		
Path Mate Motor		
Component/Direction	~	
Face<1>@Link2-1		
Face<1>@Link2-1		
s I		
Motion	*	
Expression	•	
Edit		
More Options	~	

**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 Defnition 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** 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、合致の妥当性やベー シ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。

•	+	
Motion Analysis	) 🏥 🕨 🕨 🔳 🕩	
Animation Basic Motion		0 sec
Motion Analysis	The most realis	stic simulation, taking
	coincider motion objects	s and providing erical results.

#### 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。



#### 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 **ビ** 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**乙成分**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/sec<sup>2</sup> 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**乙成分**プ ロットも作成してください。



7 🚂 🙀 🕰 🚡

Motion Analysis 🛛 🙀 🔝 🕨 🔳

🛓 % (f) Base<1>

🗄 🧐 (-) Link3<1>

😑 🕜 Results

🗄 🕼 Mates (8 Redundancies)

 ${f X}$  Time

Plot1 < Angular Velocity1 >

Y Angular Velocity1

🛓 🖉 Plot2<Angular Acceleration

### 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。



0.40 0.50 0.60

Time (sec)

0.70 0.80 0.90

1.00

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。

-139

0.00 0.10 0.20 0.30

Results

🥒 😠

#### 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<sup>2</sup> 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 f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。

**カ**(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。

Results ? ? Result 
Forces
Motor Torque
Magnitude
RotaryMotor 1

**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。

	Model	4	nimation1	
SolidWorks	Premium 2	01	1 x64 Edition	

- **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

- 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。

<ul> <li>✓ \$</li> </ul>	Results ?? ? X	
Resu	lt 🛛	
	Displacement/Velocity/Acc -	
	Linear Velocity	5
	X Component 🔹	
	Face<1>@MotionPart-1	
~		

• **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

Mode Animation1

SolidWorks Premium 2011 x64 Edition

#### Lesson 1 テスト - 答え

|--|

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。
- SolidWorks Motion ではどのような種類のモーショ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。