COMSOL Multiphysics を用いる円形膜の振動解析

若槻尚斗



COMSOL Multiphysics 4.4 を起動中

19	Untitled.mph - COMSOL Multiphysics	- 8 ×
アイル▼ ホーム 定義 ジオメトリ フィジックス メッシュ スタディ	結果	?
□▼■図りぐ自命国メ展図・		
新規		
モデル		
○ マリカ モデルス・ザード マリカ フランクモデル		
? ヘルプ 🗙 キャンセル 🗹 スタートアップで表示		
	443 MB 539 MB	

初期画面

「モデルウィザード」を選択

¥	Untitled.mph - COMSOL Multiphysics	_ . ×
272 市→ム 定義 ジオメトリ フィジックス メッシュ スタディ = 1 2 3 4 5 6 7 8 9 09 08 07 *	表果	64
空間次元を選択		
SD SD<		
? ヘルプ 🗙 キャンセル 🗹 売了		
	456 MB 553 MB	

3D を選択



構造力学の「膜(mem)」を選択して「追加」 続いて「スタディ」を選択

19	Untitled.mph - COMSOL Multiphysics	_ 8 ×
ファイルマ ホーム 定義 ジオメトリ フィジックス メッシュ スタディ	結果	2
□ >>		
スタディを選択	固有周波数	
	The Eigenfrequency study computes the eigenfrequencies and eigenmodes for the physics in the model.	
追加されたスタディ:		
面 固有周波数		
追加されたフィジックス:		
□		
G 7153002		
 へルプ 🔇 キャンセル 🗹 売了 		
	924 MB 942 MB	
📑 占 🗷 🚔 🍳 🚳 🚺	▶ 🔁 Φ	6:57 2014/12/12

「固有周波数」を選択して「完了」

10				Untitled.mph	- COM	SOL Multi	physics					- 8 ×
ファイルマ ホーム	定義	1 ジオメトリ	フィジックス メッ	シュ スタディ 結果								?
成 コンポーネントを 分1・ モデル	记息加	Pi パラメータ a= 変数 → f(x)関数 → 定義	 ・ ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・	ート Link ・ 材料をブラウズ 材料 材料	膜・	21599028 71599028 7159902	■: 追加	メッシュを作成 メッシュ 1 ・ メッシュ	=計算 ~6 スタディ1 · <u>~6 スタディを追加</u> スタディ	 	選択 - IIII モデルラ・ 追加 - 日子の他の ウイン	イブラリ リウインドウ・ レイアウト ・
🗅 📂 🖬 🐼 🍤	¢	电后电 ×	R 🕅 -									
← → ■ • • ▲ Untitled mpl ⑤ /0.1/0.3 ▲ 圖 成分 1 (cc ● ■ 定義 ● ● ■ 皮(m) ● ● ■ 皮(m) ● ● ● □ √0.5 ● ● ● ○ √0.5 ● ● ● ○ √0.5 ● ● ● ○ √0.5 ● ● ● ○ √0.5 ● ● ● ○ √0.5 ● ● ● ○ √0.5 ● ● ● ● ○ √0.5 ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	(roc	t = ・ t) ・ t) ・ こ ・ に いく ン が ート に いく ン が ート に いく ン が ート に いく ン が ート に いく ン が ート に い い く ン が ート こ い の よ の ・ つ ブ の っ ・ こ い の し か ー い し い く ン の ー こ つ り の っ つ う の つ う う う う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う う う う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ う つ つ つ う つ う つ う つ う つ う つ つ つ つ つ う つ う つ う つ う つ つ つ つ つ つ つ つ つ つ つ つ つ	F8 7I−, , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	 ジオメトリ 副 全て作成 単位支更時のスケール値 長さ単位: m 角度単位: 度 ダ 詳細 ジオメドリ表現: CADインパートモジュールカーネル デフスルド地閉ジバアドレランス: 1E-6 図 自動再構築 		* #	9577490 Q. Q. d. d. 			A 9774 A 9774 A 29774 A	 を追加 「市内市(大)のディー 「日本市(大)のディー 「日本市(大)のディー 「日本市(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット 「日本(大)のボット(「)のボット	
	↔	計測										
		挿入シーケンス										
	×	リネーム	F2				メッセージ	× 進捗 [コグ テーブル×			- + ×
	5	特性)	UDY (
	?	ヘルプ	F1				自由度数: 自由度数: 自由度数:	9687 9687 9687				~
									909 N	4B 921 MB		
•	\geq		()			-					- P 🔁	● A 6:58 ● A 2014/12/12

「ジオメトリ」を右クリックしてメニューを出して、「ワークプレーン」を選択。

¥ģ		Untitled.mph - COMSOL M	lultiphysics	_ 6 ×		
ファイルマ ホーム ワークプレーン				2		
日 1/ポート 日 1/ポート 日 1/ポート 日 1/ポート 日 1/パート 日 1/パート 日 1/パート ロ 1/パート ロ 1/パート ロ 1/パート ロ 1/パート ロ 1/パート 日 1/パート 日 1/パート 日 1/パート 日 1/パート 日 1/パート		□ 長方形・ ③ 円・ 30万インを描画 立方体を描画 基本形状	■和 繁演算式構成 ■読 ●パーティション □差 □注 □差 □注 □			
- L M L R N C 山 L X L	ek 181 -					
モデルビルダ ← → ■ ・ ■ ・ ■ ■	- i Z	平面ジオメトリ ▼ ■ 全て作成	f ラフィックス 収束表示 1 × ▼ + Q Q ④ ⊕ 凾 ↓ ▼ 図 ● ●	スタディを追加 ・ ト× + スタディを追加		
▲ ③ Untitled.mph (root) (回) グローバル定義 ▲ 1 1 成分 1 (comp1)	-	可視化] 3Dでワークプレーンジオメトリを見る		- スタディ 4 ~% サポートスタディ し、日本同社教		
▶ ■ 定義 ▲ ☆ ジオメトリ1 ▲ ○ フークブルーン □□ - (小ボート)	F8 50	Dジオメトリの面内可視化: 1] 重複エンティティ(青)		画 国内周友致 112 周波数領域 112 周波数領域モーダル		
→ [™] [™] [™] [™] [™] [™]	2	 交差(シアン) 射影(ライトブル−) 	0.8	▲ モーダル低次元モデル → 予応力解析 固有周波数 → 予応力解析 周波数領域		
C (2 - 2 - 4) C (2 - 2 - 4) C (4 - C - 7) C (4 - C - 7) C (4 - C - 7) C (4 - 7) C			0.6 0.4 0.2 0 0 -0.2	□ かんノルモバ 声(成本)(本)(本)(本)(本)(本)(本)(本)(**************		
A 100 ZATA 1 * . #41.6			-0.4	フィジックス 求解		
画 ステップ 1: 固有 + /1 ポリアン			-0.6	□ 膜 (mem) ✓		
▶ 連結果 *ジ 補間曲線 * ✓ オブジェクト * ◎ 断面	トを編集					
プログラミン	ング ・		メッヤージェ 進捗 ログ テーブル×	- # ×		
	ケンス		日田送歌:908/	^		
🛛 リネーム	F2		自由度数:9687 自由度数:9687			
特性			自由度数:9687	~		
? ヘルプ	F1		918 MB	929 MB		
🔳 占 🙍 🚞	💿 🕲	🖬 🐼		△ 🏴 🖓 🕪 A 6:58 2014/12/12		

「平面ジオメトリ」を右クリックしてメニューを出し、「円」を選択。

ъ.	Untitled.mph - COMSOL Mu	ltiphysics	_ 8 ×
ファイルマ ホーム ワークプレーン			2
Important Important マスカップ座標 スシックシスス フンリッドを描く 作成 インボート/エクスポート インボート/エクスポート 1 フンリッドを描く	2次スプラインを描画 立方体を指画 基本形状 	 ●和 診療算式構成 ●パーティション ●通行 ●パーティション ●回転 ●注 ●回転 ●須算 ●パーティション ●別 ●	 □ 国取り 前 □ ブルグラミング・ ○ ブルクラミング・ ○ 選択・ ○ 選択・ ○ 選択・ ○ 選択・ ○ 選択・ ○ 選択・ ○ 通知・ ○ 通知・ ○ 通知・ ○ 通知・ ○ の他
🗅 🃂 🖬 💀 や オ 🖻 🏛 🗙 🛞 ・			
 モデルビルグ ● Untitled.mph (root) ● On-(Nic & A ● 成分 1 (comp1) ● 定 & A ● 双方 1(wp1) ▲ (A > 273 N¹) 1 ▲ (A > 275 N¹) 1 	H U W	グラフィックス 収束表示 1 × ・ ● ○ ① ① ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ● ●	スタディを追加 ・ * × + スタディで追加 - スクディ ● が けポートスクディ(● ● 日間皮数 ● 「一般」数数領域 ● 「● カルビスアモデル ● 予応力解析 周波数領域 ● 予応力解析 周波数領域 ● 予応力解析 周波数領域 ● 予応力取り 局間領域市 ● ● 予加スムスクティ - スクディ(中ノィジックス フィジックス 要提 ● 腰 (mem)
		自由度数:9687 自由度数:9687	v
		913 MB 9	24 MB
📑 占 🗷 🚔 🌻 🧐			▲ 🏴 🔁 🕪 A 6:58 2014/12/12

「半径」に適当な値(0.2~1m 程度)を入力して「すべて作成」を選択。



円が描画できたことを確認してから「材料」を右クリックしてメニューを出し,「材料を追加」を選択。



「標準材料ライブラリ」などの中から適当な(膜として良さそうな)材料を選択。 (良さそうなものを自分で考えること)

「コンポーネントに追加」を選択。

「材料を追加」の小さなウィンドウは閉じてよい。



「膜(mem)」を右クリックしてメニューを出し、「固定拘束」を選択。



「全エッジ」を選択して、膜の円周部すべてを「固定」境界条件にする。

10			Untitled.mph - C	OMSOL Mult	iphysics	_ 8 ×
ファイルマ ホーム 定義	シオメトリ フィ	ジックス メッシ	ュ スタディ 結果			2
 への への 計算 スタ スタディを追 ディ1・ スタディを追 ディ1・ 	→ 継続 C 解をアップデート い い い い い い い い い い い い い い い い い い い	รัวมเห	ネタディステップ パラントックスイープ スタディステップ パラントックスイープ	解コピーを作成 演算		
🗅 📂 🔲 🐼 to et	自作中× 🛛	• 🕅				
モデルビルダ		~ ‡	線形弾性材料	- #	グラフィックス 収束表示 1 ×	- ‡
← → ≣ • '≅ • '	† ∭↓		境界邏択	^	Q Q ⊕ ⊕ ↓ ▼ ⊠ ⊠ ⊠ ¶ = ⊟ ⊟ ⊕ ⊗ @ @	R 🕅 🗠 📼
▲ ◆ Untitled.mph (roo 回 がローバル交差	t)		選択: 全境界	~		
 ⑦ クローハル定義 ▲ □ 成分 1 (compi ▶ 三 定義 ▲ ◇ ジオメトリ 1 ▲ ◇ ジオメトリ 1 ▲ ◇ ワークブレ ▲ ◇ 平面 ● P ▶ 四 ビュー ● 四 ビュー) -> 1 (wp1) ジオメトリ 3 1 (c1) 2		2707 ±7777	> + ■ - € % ⊕		Comsol 🚏
▲ ■ 材料) IV C 95.00 (IIII)		> 上書きおよび寄与		0,5	
▶ ■■ Nylon (/ ⊿ 🛄 膜 (mem)	nat1)		モデル入力			0.5
□ 線形弾性 □ フリー 1	* >> 熱膨張	11.0	座標系選択			
🚂 初期値:	* 📟 初期ひずみおよび	応力	[續系:		0	
□ 固定拘束 ▲ メッシュ 1	* 🖃 減衰		覓界系 1 (sys1)	~	,	
▲ ~ スタディ 1	🖻 3Ľ-		線形弾性材料		y -0.50.5	
▶ @ 結果	重複]体モデル:			
	☑ リネーム	F2	等方性	~		
	時 特性		锭:		メッセージ× 進捗 ログ テーブル×	~ ‡ ×
	? ヘルプ	F1	アング率およびポアソン比	*	8	
			ヤング率:		自由度数:9687	^
			E 材料データ参照	¥	自由度数:9687 完成ジオメトリには1境界と4エッジ、4項点があります。	~
			ホアリン ド・		010 MP 010 MP	
	-				ato WB ata WB	7.02
					- P 🖫 🕩	A 2014/12/12

「線形弾性材料1」を右クリックしてメニューを出し,「初期ひずみおよび応力」を選択。 「初期面内応力」の対角成分に適当な値を入力。例えば100~1000 N/m 程度など。

10				Untitled.mph - C	OMSOL Multi	physics		_ 8 ×
ファイル マ ホーム	. :	定義 ジオメトリ フィジックス :	xyina 🗇	スタディ 結果				2
= ~~		全て作成	F8			alulu		
計算 スタ : ディ1・		フリーメッシュ 4回体		スタディステップ パラメトリックスイープ	解コピーを作成	統計	解をクリア 全ての解をクリア	
	* 4	21-7		スタディステップ	演算	評価	クリア	
🗅 📂 🗔 🔣		現界圏		+	1			
モデルビルタ		その1回の対象1下	•	* 「 フリーメッシュ 3円形	- I	HETAN	1 収車表示 1 🖌	- 1
		サイズ		・ ve フリーメッシュ 452元/				
		分布					g (, , , , , , , , , , , , , , , , , ,	
■ 0nutied. (=) グロー/	+	コーナー細分化		* A IYS				
4 间 成分 1	THe	スケール		100 PX1262E-				MULTIPHUSICS'
	*	フィジックス制御メッシュシーケンスを編集			~			
A 🗧	8	メッシュをクリア		・ (1) エッジをコピー				
4	×	シーケンスを削除			~			
Þ	 uth	統計		+ 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4 4				
	œ	インポート		. <u>▼</u> 1 858			0	
4 44	G.	重複					0.5	
4 🛄 膜	×	削除	Del					0.5
A 🎽	×	リネーム	F2					
2	R	特件					0	0
	2		F1					
وبر 🔬	51 I					y_ 2	v	0.5.
▲ ~ スタディ	1						A	-0.40.5
▶ 眞 結果	י לעי	: 回有周波数						
							and the state	
						メッセージ	× 進捗 ロク テーフル >	< + + X
							· UDX /	
						自由度数	: 9687	^
						自田度数 完成ジオメ	: 908/ トリには1境界と4エッジ、4頂点が	あります。
								911 MB 923 MB
	1	🛪 🚞 👩 🙆	w					▲ IP 2 (b) Δ 7:03
						-		2014/12/12

「メッシュ 1」を右クリックしてメニューを出し,」を「その他の操作」から「フリーメッシュ3角形」を選択。



「ジオメトリックエンティティレベル」を「全体ジオメトリ」に設定。 すぐ上にある「全て作成」をクリック。



デフォルトでは少々分割が粗いので,「メッシュ1」の中の「サイズ」を選択して,要素サ イズの「既定」の欄を「より細かい」に変更して,再度「全て作成」を選択。



「スタディ1」の「ステップ1:固有周波数」を選択し、必要なモード数を 20 程度に設定。 左上にある「計算」ボタンを押して、計算を実行。



計算がうまく完了すると上のように固有周波数とモード形状が表示される。 固有周波数を選択して「グラフィックス画面表示」を押すと、表示される固有モードを変更 することができる。



「画面スナップショットボタン」を押すと、グラフィックス画面をクリップボードにコピーしたり、画像ファイルとして保存したりすることができる。



「ファイル」タブの「保存」メニューなどを使用して解析ファイルを保存しておくこと。 保存したファイルを開けば,保存した時点から作業を再開できる。