

振動解析（固有周期）

「vibration08」アプリの 操作方法

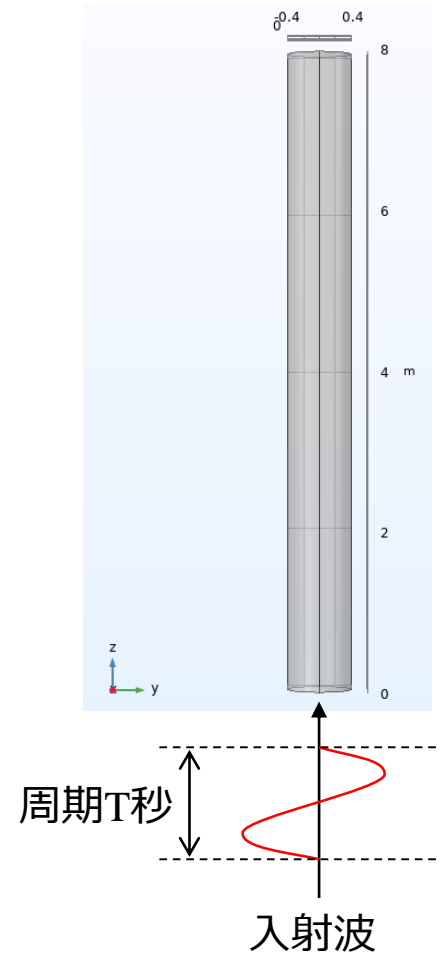
はじめに

この数値解析アプリは、物体の振動の仕方を視覚的に把握することを目的に作成したものです。

この数値解析アプリでは、

- ①単純な例として、**棒状の物体**を対象としています。棒の**下端が固定**されています。
- ②棒の下端に周期 T 秒の正弦波（sin波）を入射しています。
- ③棒がどのように揺れるのかをアニメーションで見ることができます。
- ④注目する位置の変位（振動の振幅の大きさ）を調べることができます。

※はじめてアプリを使用する際には、インストール画面が表示されます。この資料のP.14以降の「各デバイスで、はじめてアプリを使用するとき」を参照してください。



アプリの操作方法

vibration08

【ダウンロード】

以下のサイトの「力学関連アプリ」より、振動解析（固有周期）の数値解析アプリ「vibration08」をダウンロードしてください。

<http://nodaiweb.university.jp/comsol-app/>

【zipファイルの解凍】

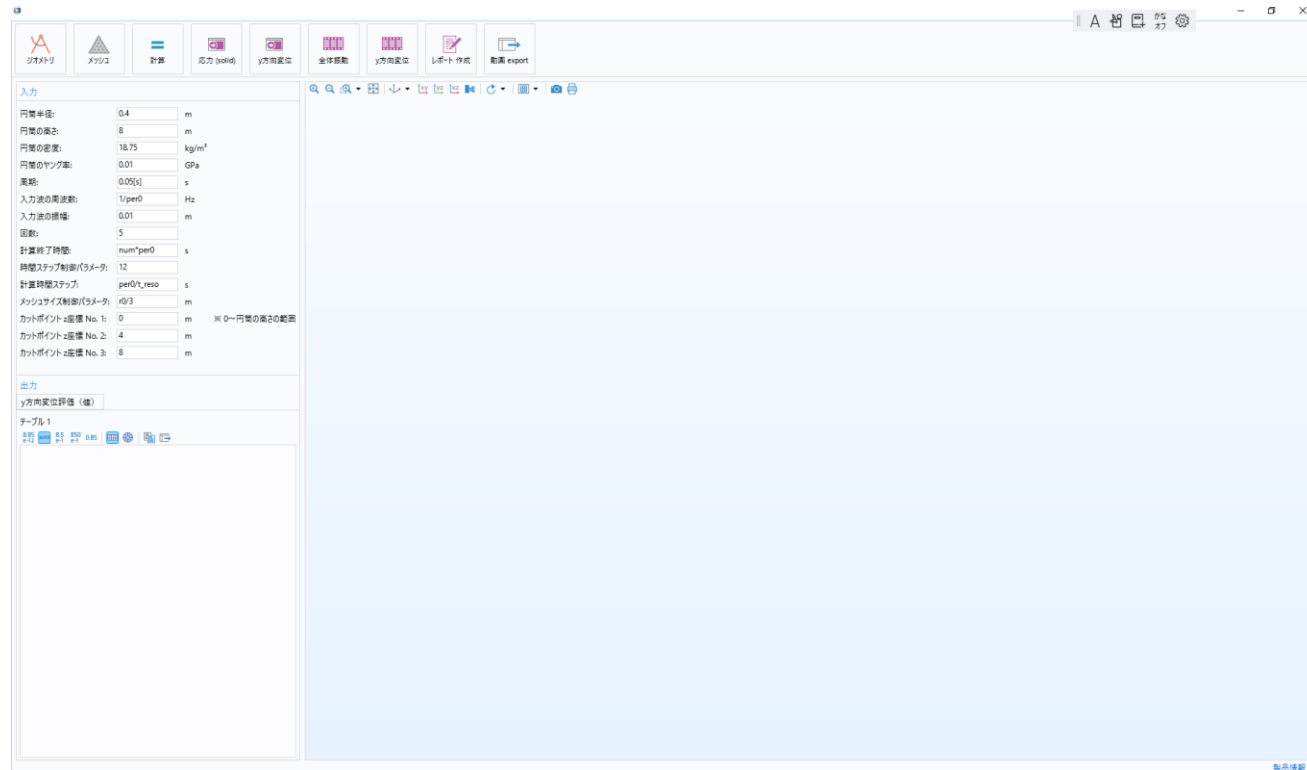
ダウンロードした「vibration08.zip」をデスクトップ等に解凍してください。解凍先に「vibration08」のフォルダが作成されます。そのフォルダ内に「vibration08ver60.exe」が保存されていることを確認してください。

アプリの操作方法

vibration08

【exeファイルの起動】

「vibration08ver60.exe」をダブルクリックするとアプリが起動します。



アプリの初期画面

アプリの操作方法

vibration08

【解析条件の設定】

初期画面の左の列で解析条件を設定します。

ジオメトリ	メッシュ	計算	応力 (solid)
入力			
円筒半径:	0.4	m	
円筒の高さ:	8	m	
円筒の密度:	18.75	kg/m ³	
円筒のヤング率:	0.01	GPa	
周期:	0.05[s]	s	
入力波の周波数:	1/per0	Hz	
入力波の振幅:	0.01	m	
回数:	5		
計算終了時間:	num*per0	s	
時間ステップ制御パラメータ:	12		
計算時間ステップ:	per0/t_reso	s	
メッシュサイズ制御パラメータ:	r0/3	m	
カットポイントz座標 No. 1:	0	m	※ 0
カットポイントz座標 No. 2:	4	m	
カットポイントz座標 No. 3:	8	m	

計算条件の設定

円筒の半径, 円筒の高さ, 円筒の密度

→ 円筒の形と重さを設定します。

円筒のヤング率

→ 円筒の硬さを設定します。

周期

→ 入力波の周期を設定します。

入力波の振幅

→ 入力波の振幅を設定します。

波数

→ 計算時間を決めるパラメータで, 「周期 × 波数」で表される時間分を計算します。

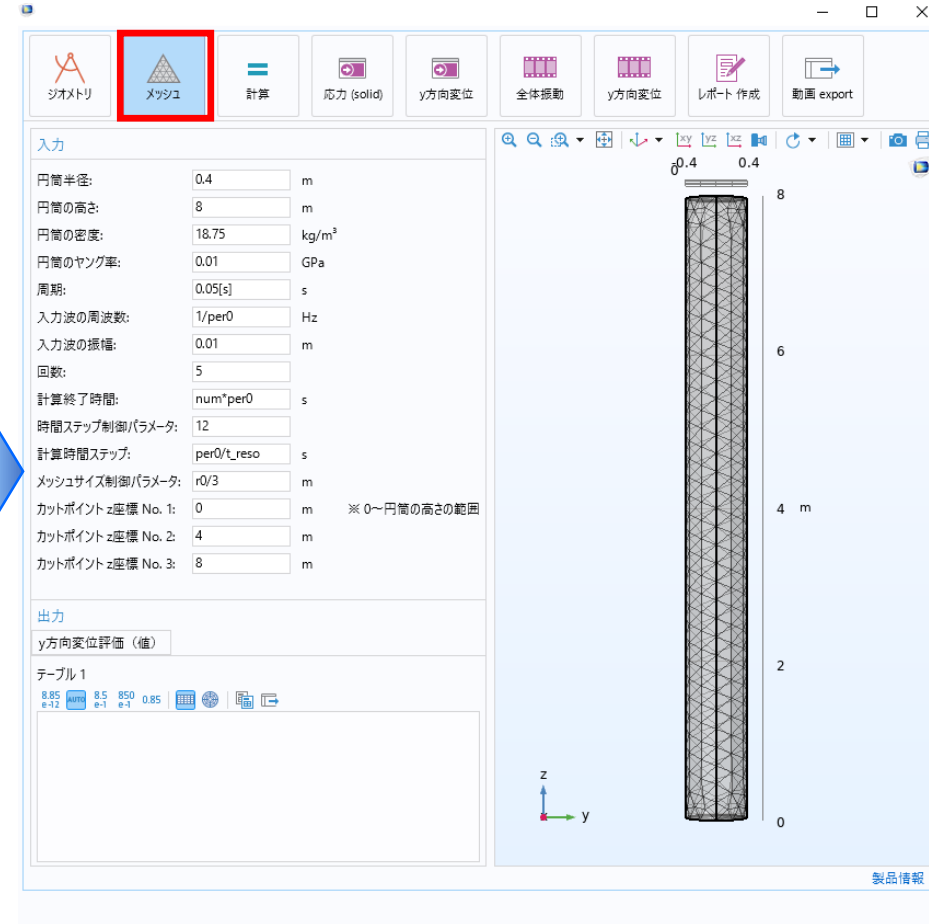
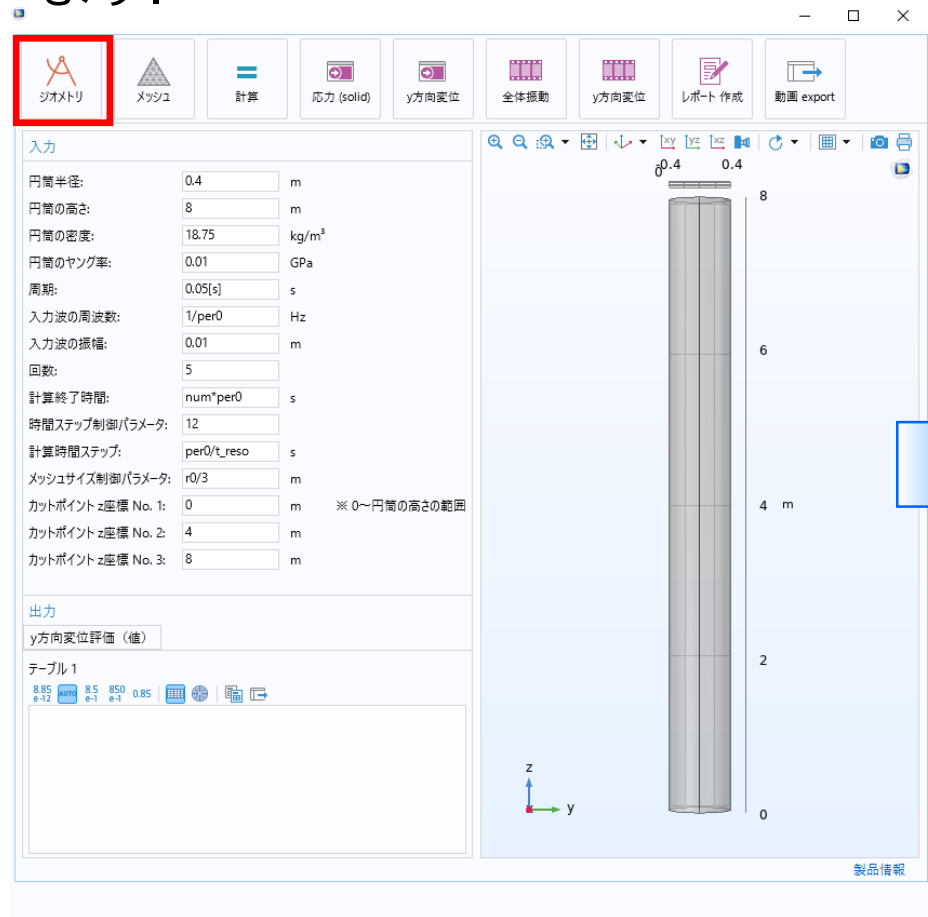
カットポイントz座標No.1~No.3

→ 振動を調べたい位置の高さを設定します。No.1の位置を「0m」にすると, 入射波の形状を確認できます。

アプリの操作方法

解析条件の設定後、「ジオメトリ」をクリックすると、形状が確認できます。

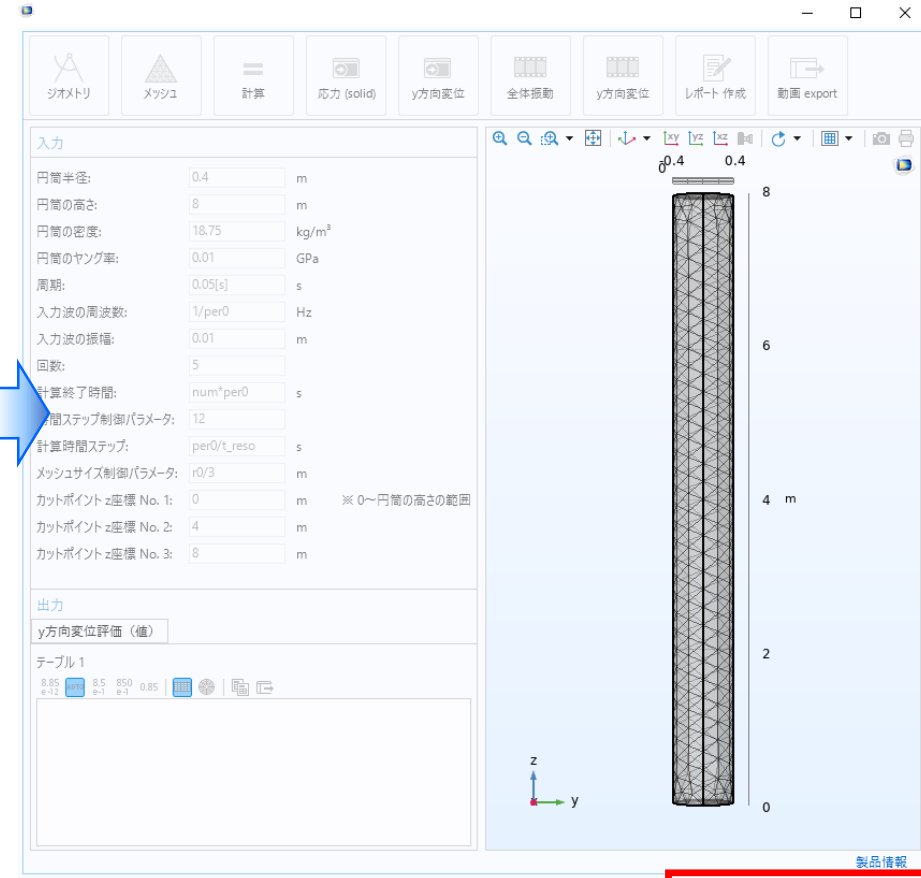
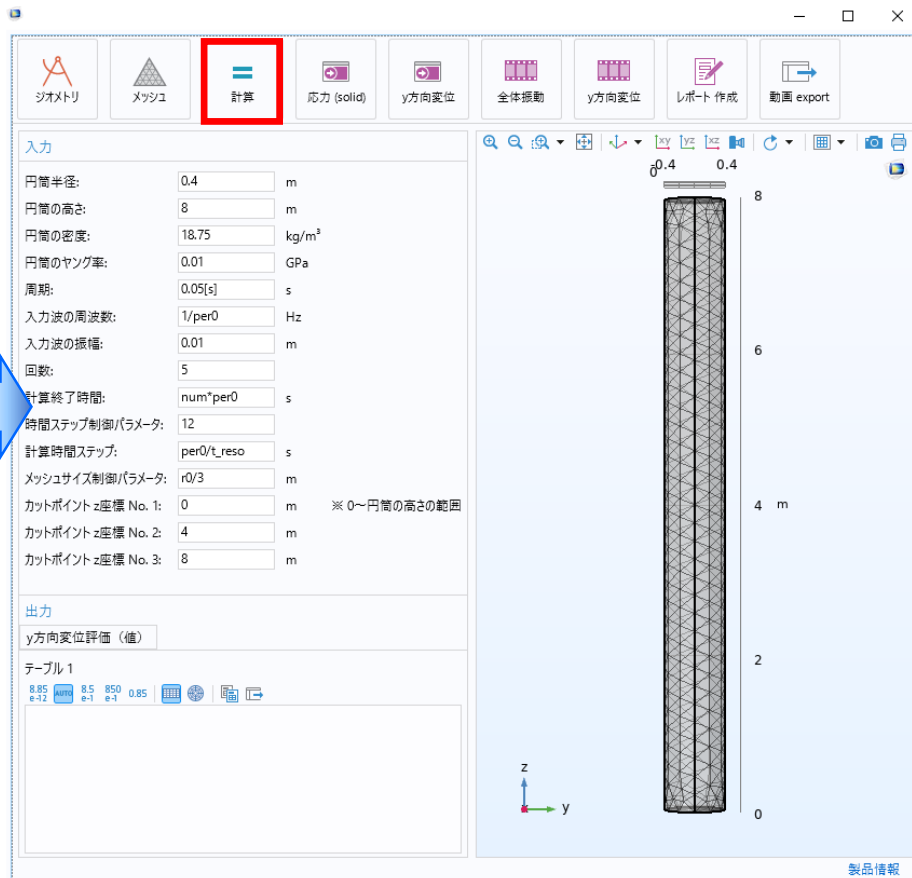
「メッシュ」をクリックすると、自動で要素分割されます。



アプリの操作方法

「計算」をクリックすると、解析がスタートします。

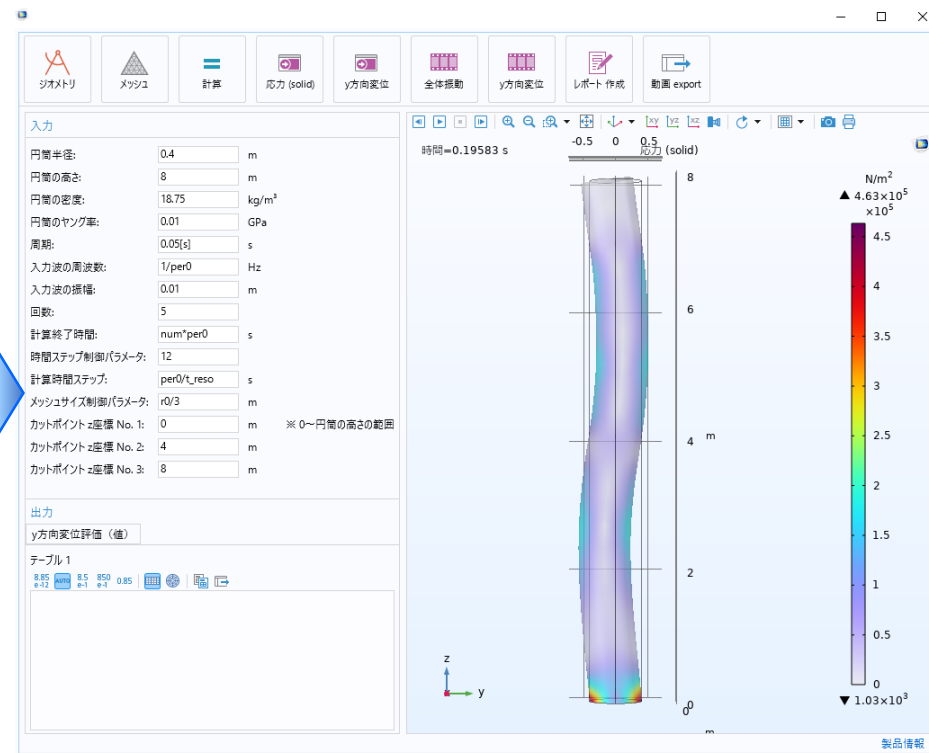
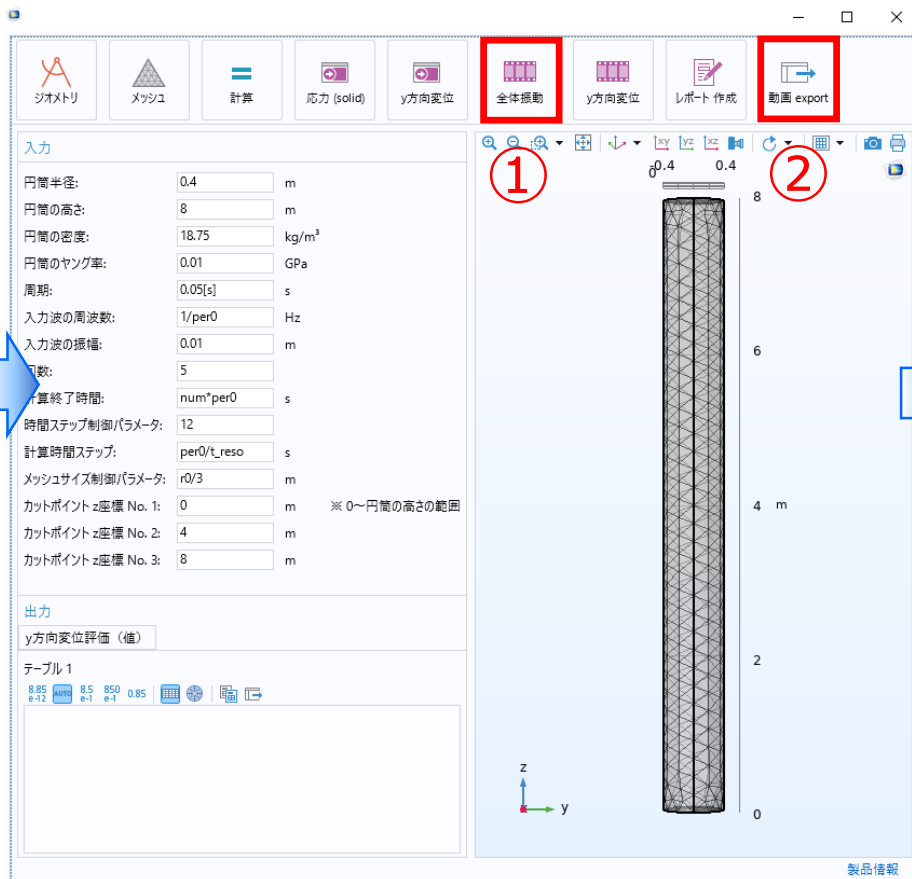
計算中は、画面右下に緑色のバーが表示され、計算が終了すると消えます。



アプリの操作方法

計算が終了したら、棒の揺れ方を観察してみましょう。

①「全体振動」をクリックすると、アニメーションが再生されます。

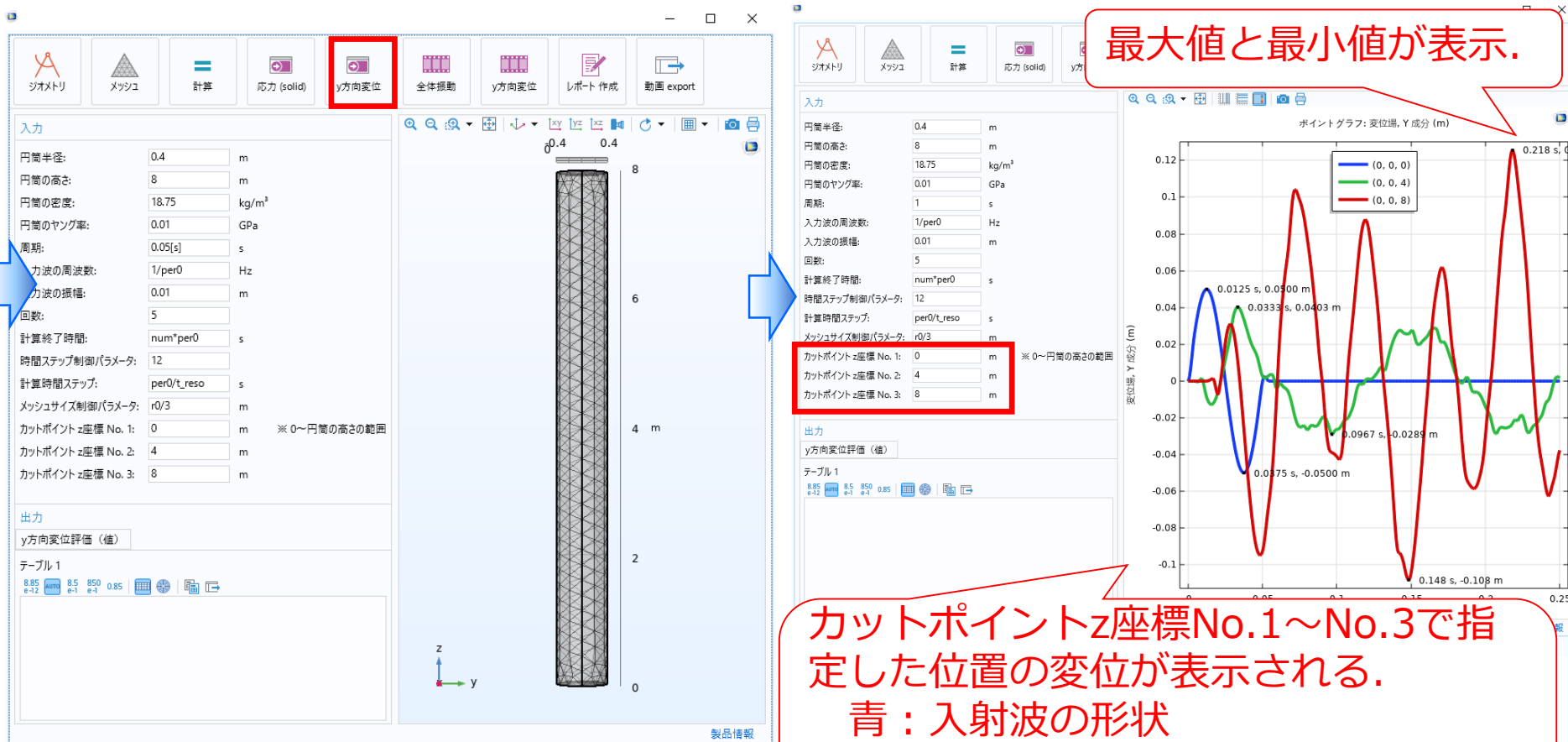


②「動画export」をクリックすると、アニメーションを保存することもできます。（時間がかかります）

アプリの操作方法

棒の振動の大きさ（変位）を調べてみましょう。

「y方向変位」をクリックすると、振動の様子がグラフで表されます。

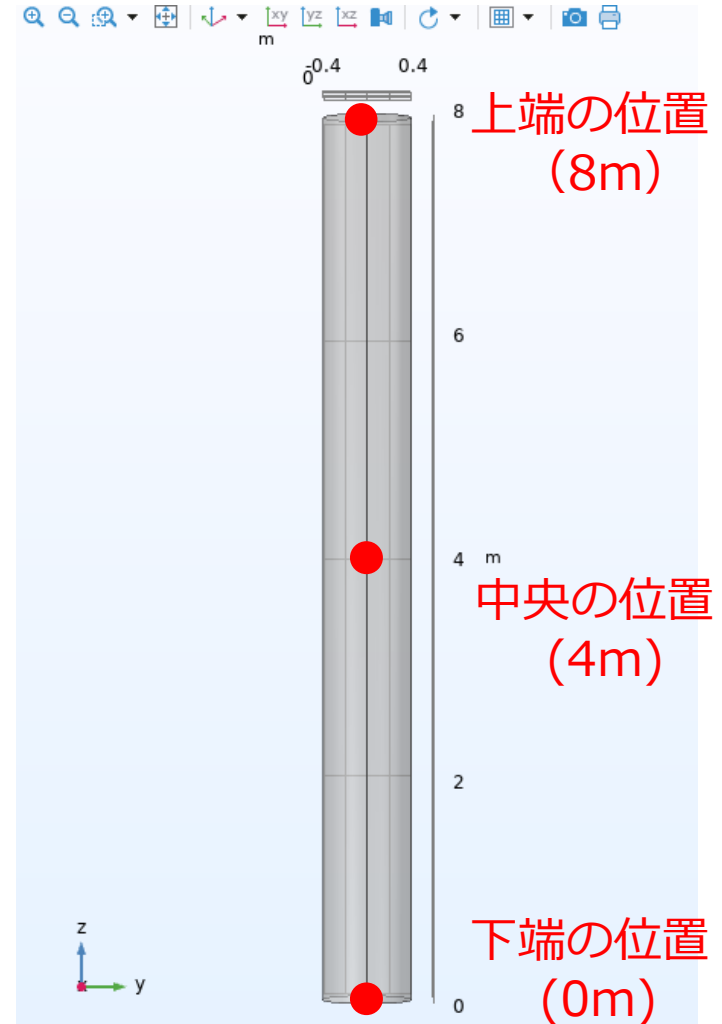


アプリの操作方法(例題)

半径0.40m, 高さ8.0m, 密度14.84kg/m², ヤング率0.01GPaの円筒の下端より周期 $T=1.0$ 秒, 振幅0.01mの正弦波を入力したとき, 上端の揺れ方を調べなさい。

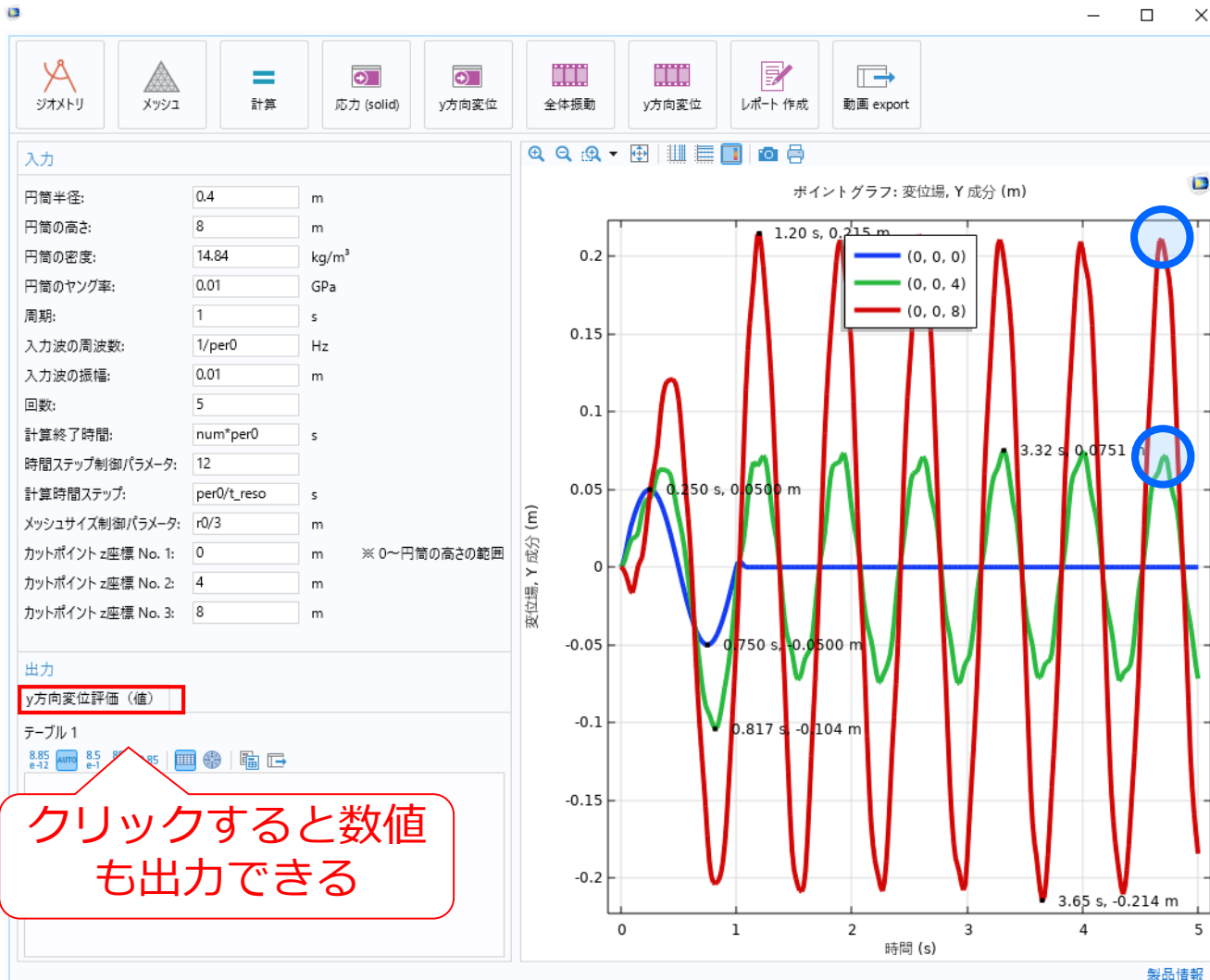
入力

円筒半径:	<input type="text" value="0.4"/>	m	0.4m
円筒の高さ:	<input type="text" value="8"/>	m	8.0m
円筒の密度:	<input type="text" value="14.84"/>	kg/m ³	14.84kg/m ²
円筒のヤング率:	<input type="text" value="0.01"/>	GPa	0.01GPa
周期:	<input type="text" value="1"/>	s	1.0秒
入力波の周波数:	<input type="text" value="1/per0"/>	Hz	
入力波の振幅:	<input type="text" value="0.01"/>	m	0.01m
回数:	<input type="text" value="5"/>		
計算終了時間:	<input type="text" value="num*per0"/>	s	
時間ステップ制御パラメータ:	<input type="text" value="12"/>		
計算時間ステップ:	<input type="text" value="per0/t_reso"/>	s	
メッシュサイズ制御パラメータ:	<input type="text" value="r0/3"/>	m	0m
カットポイント z座標 No. 1:	<input type="text" value="0"/>	m	
カットポイント z座標 No. 2:	<input type="text" value="4"/>	m	4m
カットポイント z座標 No. 3:	<input type="text" value="8"/>	m	8m



アプリの操作方法(例題)

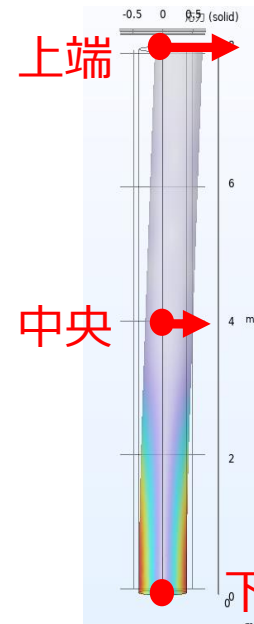
計算が終了したら「y方向変位」をクリックして、揺れの大きさを調べよう。



棒の上端の最大変位は、
0.215m

入射波と同じような周期
で振動

棒の上端と中央では同
じ方向に揺れている。



クリックすると数値
も出力できる

追加の検討

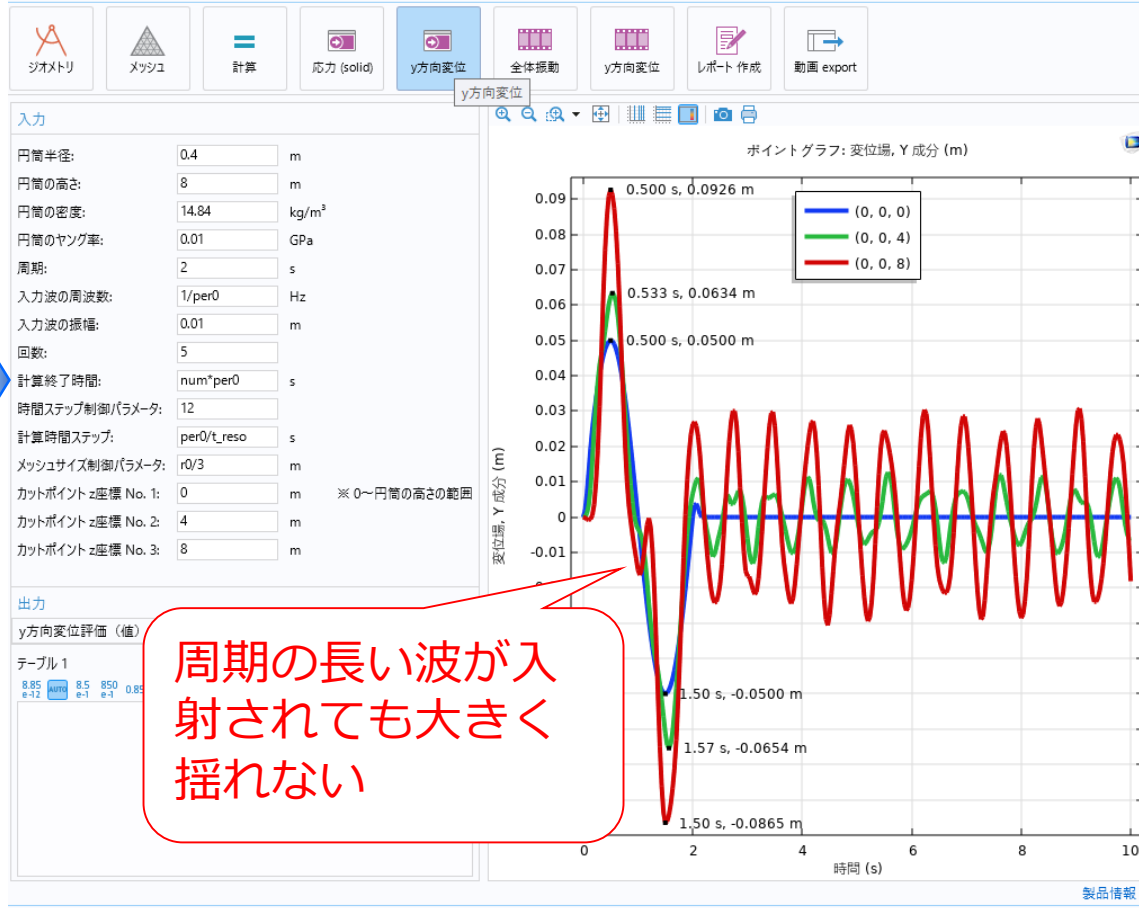
同じ棒に周期2.0sの波を入射してみよう！

- 入射波の周期よりも短い周期で振動
- 上端の最大変位は0.0926m, その後の振動変位は, 0.03m程度まで減少

入力

円筒半径:	0.4	m
円筒の高さ:	8	m
円筒の密度:	14.84	kg/m ³
円筒のヤング率:	0.01	GPa
周期:	2	s
入力波の周波数:	1/per0	Hz
入力波の振幅:	0.01	m
回数:	5	
計算終了時間:	num*per0	s
時間ステップ制御パラメータ:	12	
計算時間ステップ:	per0/t_reso	s
メッシュサイズ制御パラメータ:	r0/3	m
カットポイント z座標 No. 1:	0	m ※ 0~円筒の高さの範囲
カットポイント z座標 No. 2:	4	m
カットポイント z座標 No. 3:	8	m

2.0秒



周期の長い波が入射されても大きく揺れない

追加の検討

同じ棒に周期0.1sの波を入射してみよう！

- ・ 上端の最大変位は0.142m
- ・ 入射波と同じような周期で振動
- ・ 上端と中央での変位は、向きが逆転している。

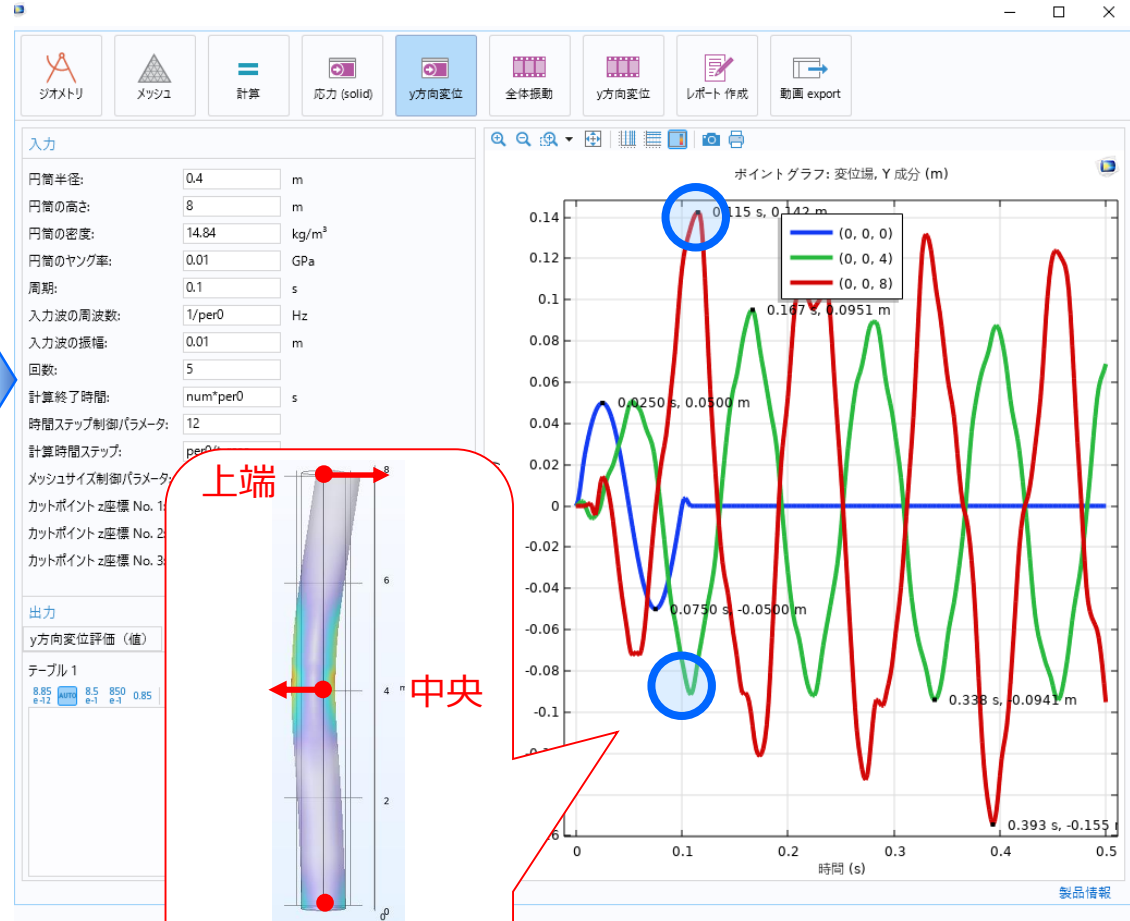
入力

円筒半径:	0.4	m
円筒の高さ:	8	m
円筒の密度:	14.84	kg/m ³
円筒のヤング率:	0.01	GPa
周期:	0.1	s
入力波の周波数:	1/per0	Hz
入力波の振幅:	0.01	m
回数:	5	
計算終了時間:	num*per0	s
時間ステップ制御パラメータ:	12	
計算時間ステップ:	per0/t_reso	s
メッシュサイズ制御パラメータ:	r0/3	m
カットポイント z座標 No. 1:	0	m
カットポイント z座標 No. 2:	4	m
カットポイント z座標 No. 3:	8	m

※ 0～円筒の高さの



0.1秒



振動解析のまとめ

解析結果一覧

入射波	上端の最大変位	揺れ方
周期2.0s	0.0926m (小)	入射波の周期よりも短い周期で振動する.
周期1.0s	0.215m (大)	入射波とほぼ同じ周期でゆれる. 棒の上端と中央では同じ方向に揺れている.
周期0.10s	0.142m (中)	入射波とほぼ同じ周期でゆれる. 棒の上端と中央では逆方向に揺れている.

入射波の周期によって揺れ方が変化し、大きく揺れる周期が存在するようだ.
<固有周期>

※このアプリを用いて検討すると、周期0.8sのとき上端の最大変位は0.252mとなり最大となる。（アプリを使うとおおよその固有周期がわかる）

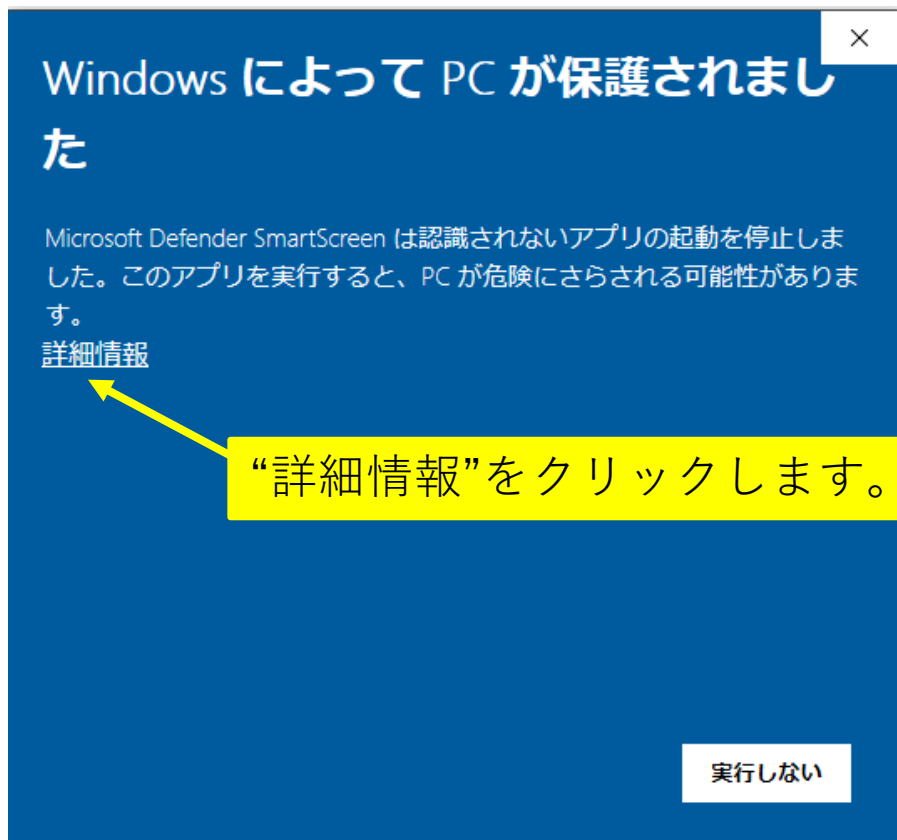
それでは、棒の形や密度、硬さ（ヤング率）が変化すると揺れ方や固有周期は、どのように変化するか？ アプリを使って考えてみよう！！

各デバイスで、はじめてアプリを使用するとき

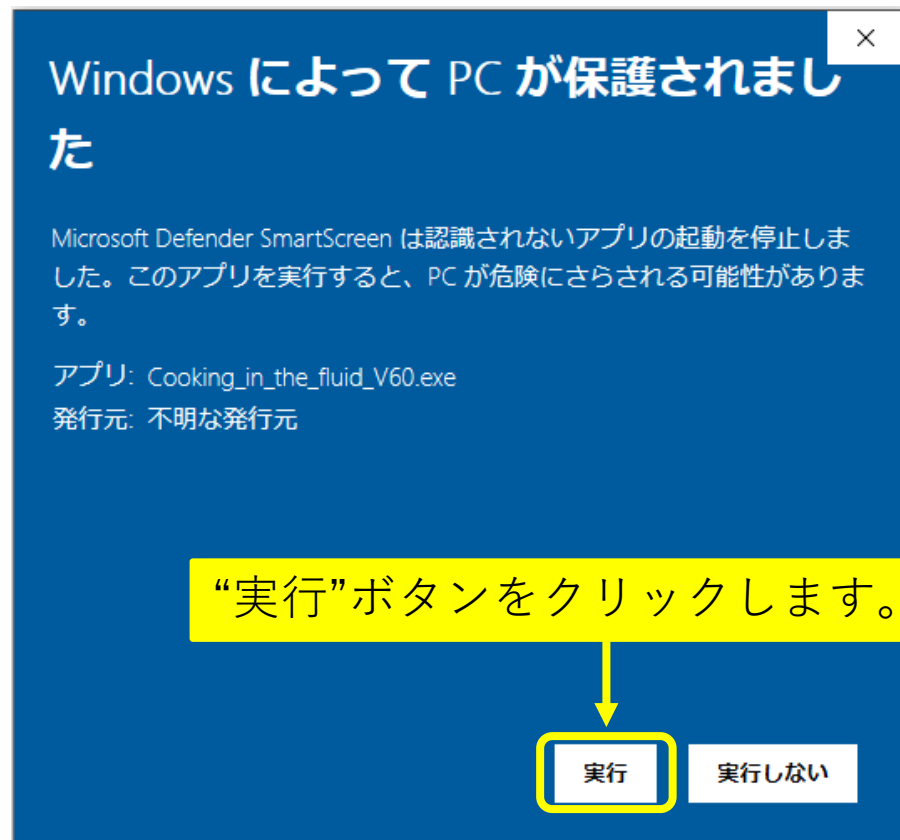
– COMSOL Runtimeのinstallからアプリの起動まで –

1. Webサイトからダウンロードしたアプリファイル（**exeファイル名**）を**ダブルクリック**します。使用環境によっては下記の画面（左図）が表示される場合があります。“**詳細情報**”（左図）をクリックした後，“**実行**”ボタン（右図）をクリックします。

(1) “詳細情報”をクリック

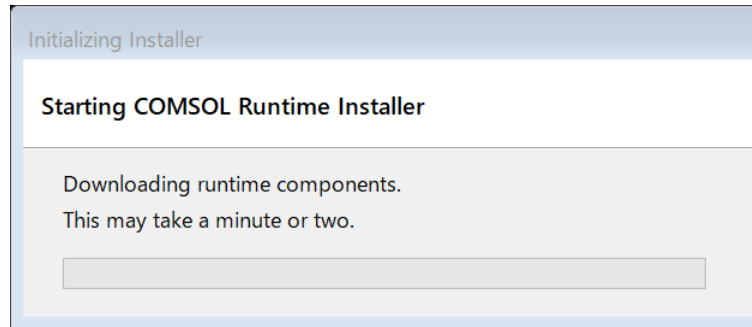


(2) “実行”ボタンをクリック



2. 以下のような画面が表示され、COMSOL Runtime Installerが起動します。

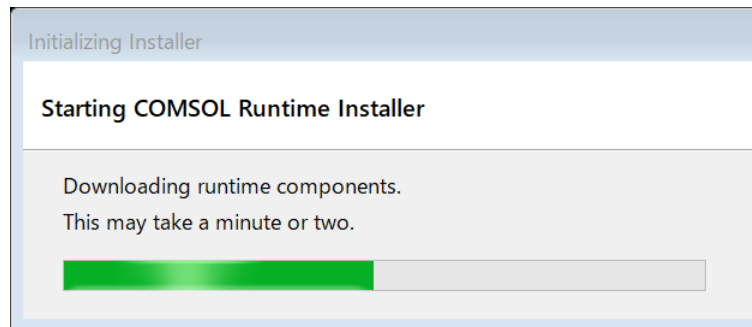
(1)初期画面



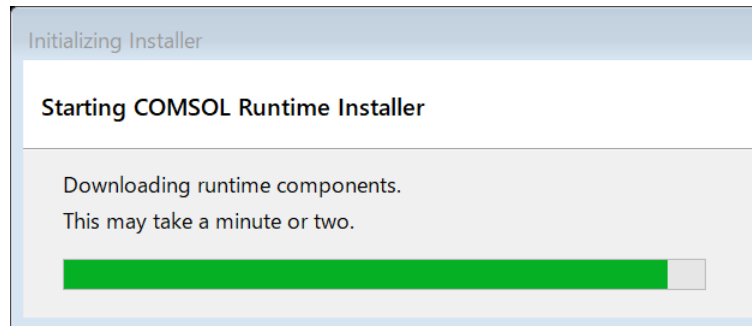
✓ 各デバイスは、ネットワーク（インターネット）に接続されている必要があります。

✓ 使用環境によっては、数分間かかる場合もあります。

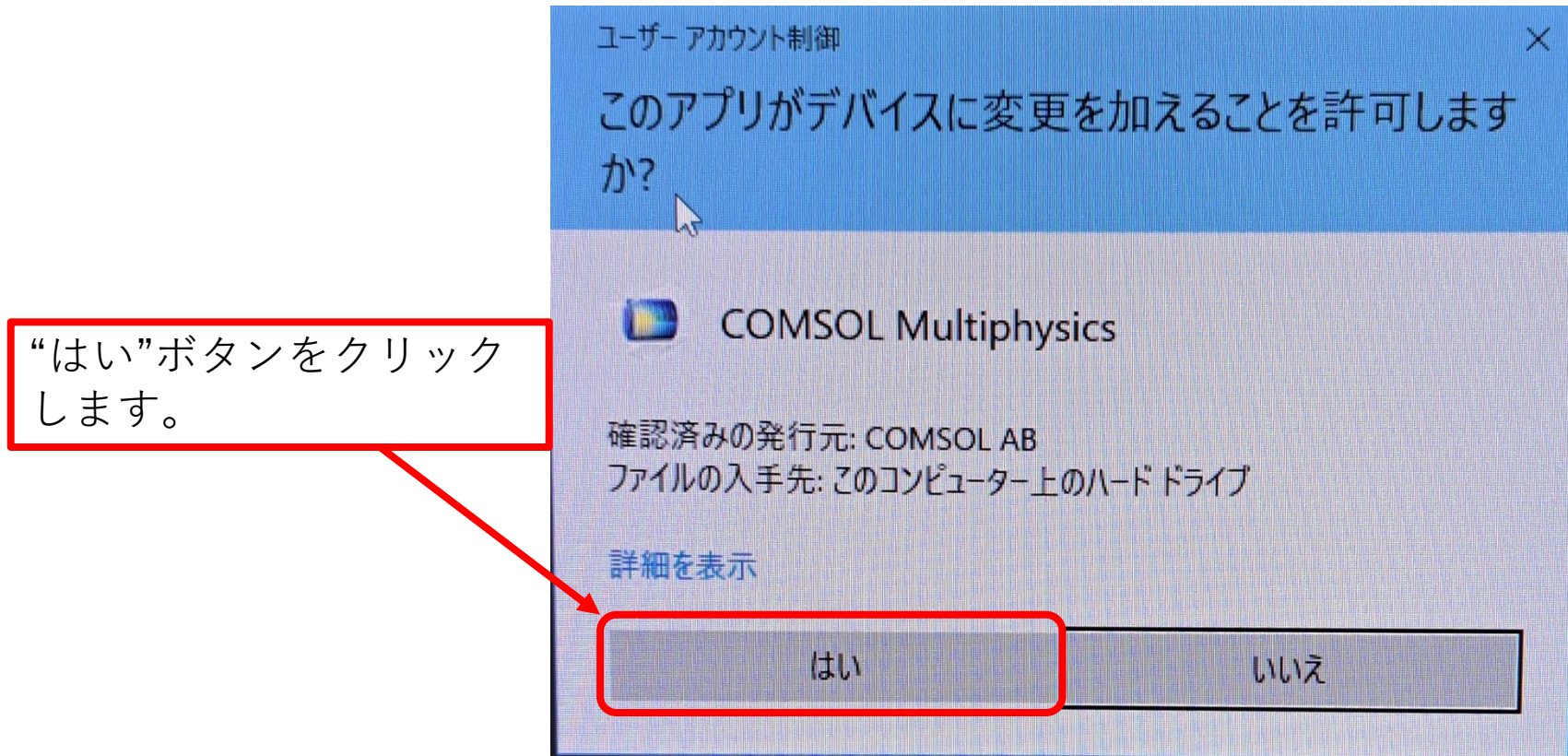
(2)中期画面



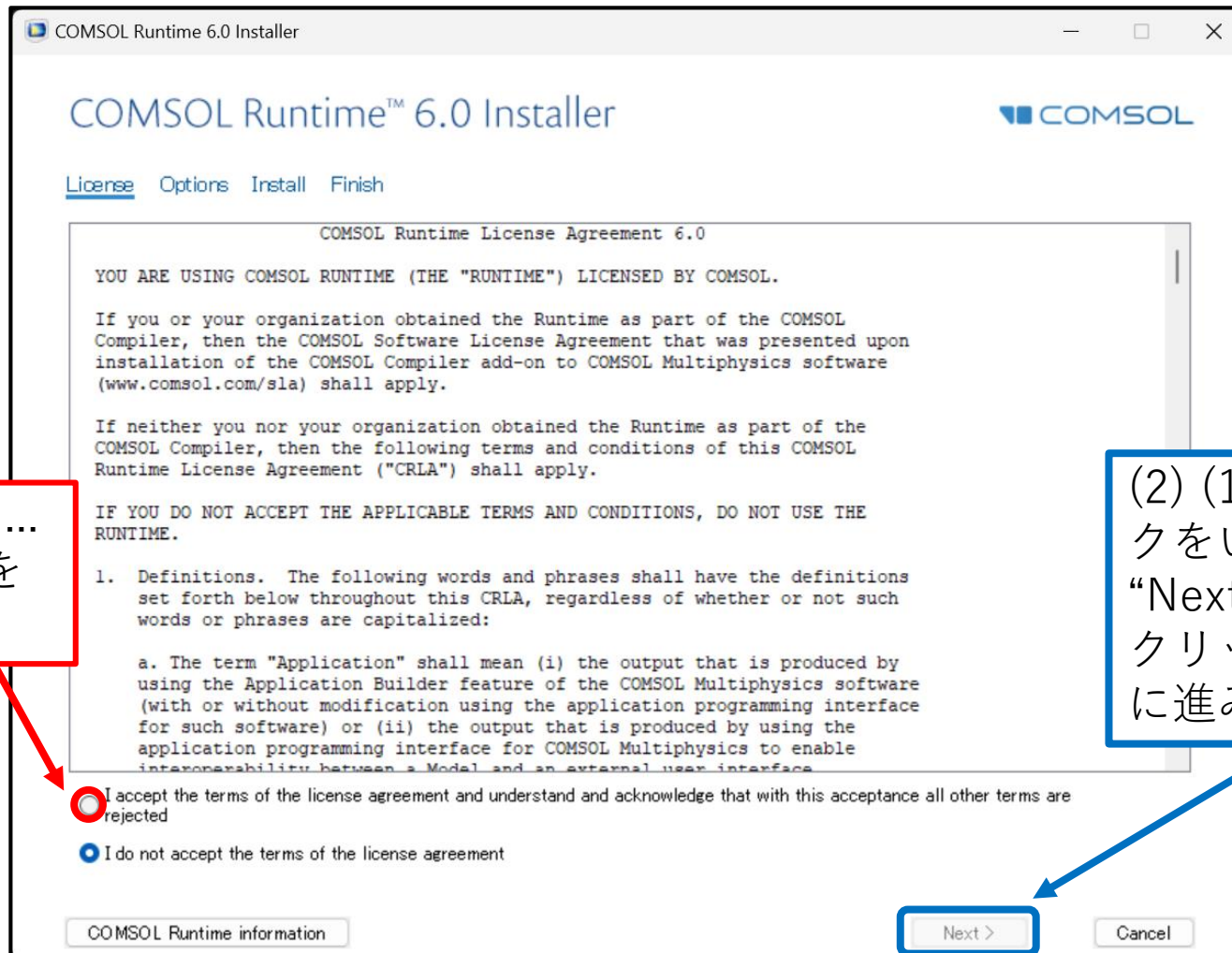
(3)終期画面



3. COMSOL Runtime Installerの準備が整うと、下記画面のようなメッセージが表示されます。“はい”をクリックして、次に進んでください。



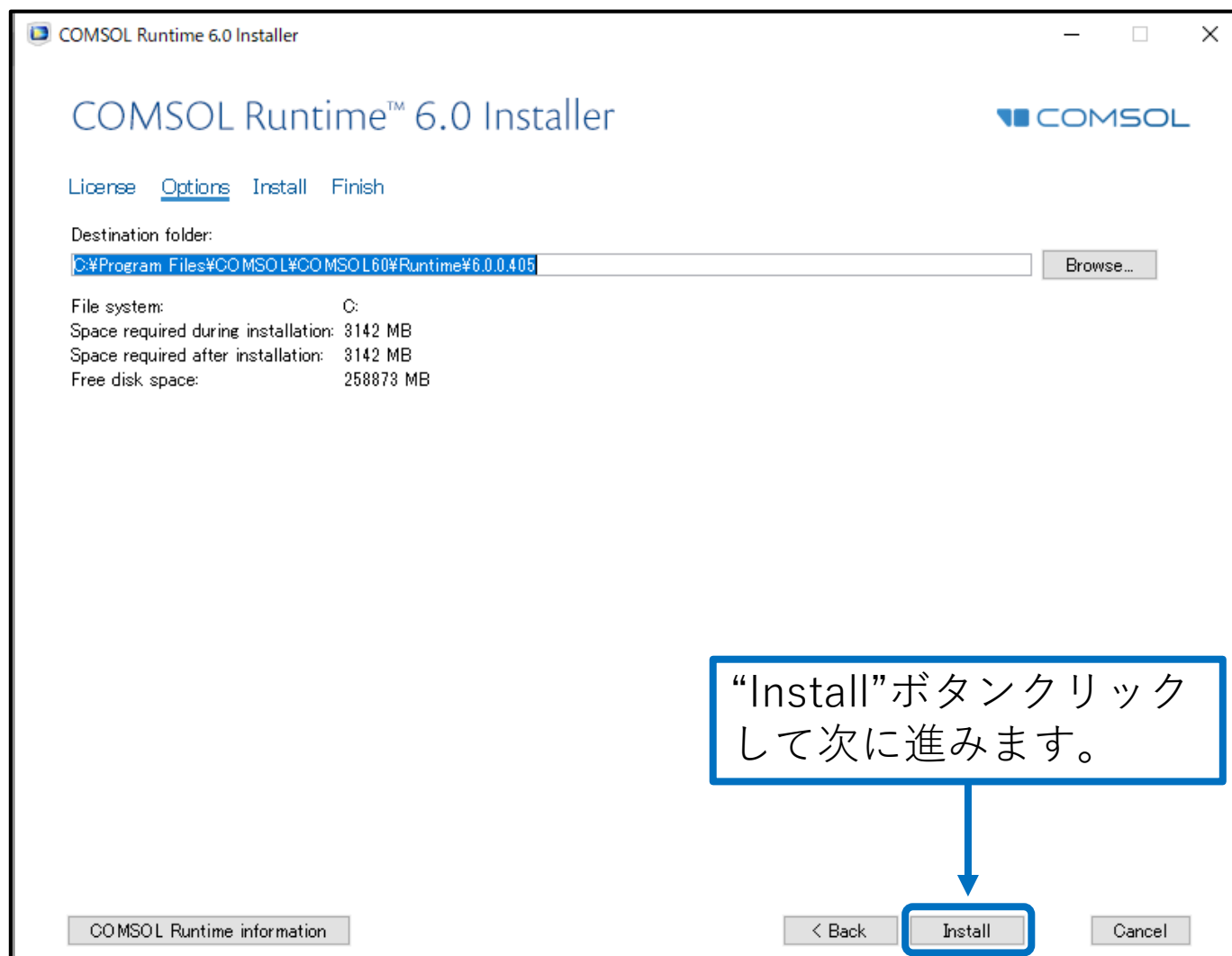
4. 下記のような画面が表示されるので、以下の手順でCOMSOL Runtimeのinstallを開始します。



(1) I accept ...
にチェックを
入れます。

(2) (1)にチェッ
クをいれた後、
"Next>"ボタ
ンをクリックして次
に進みます。

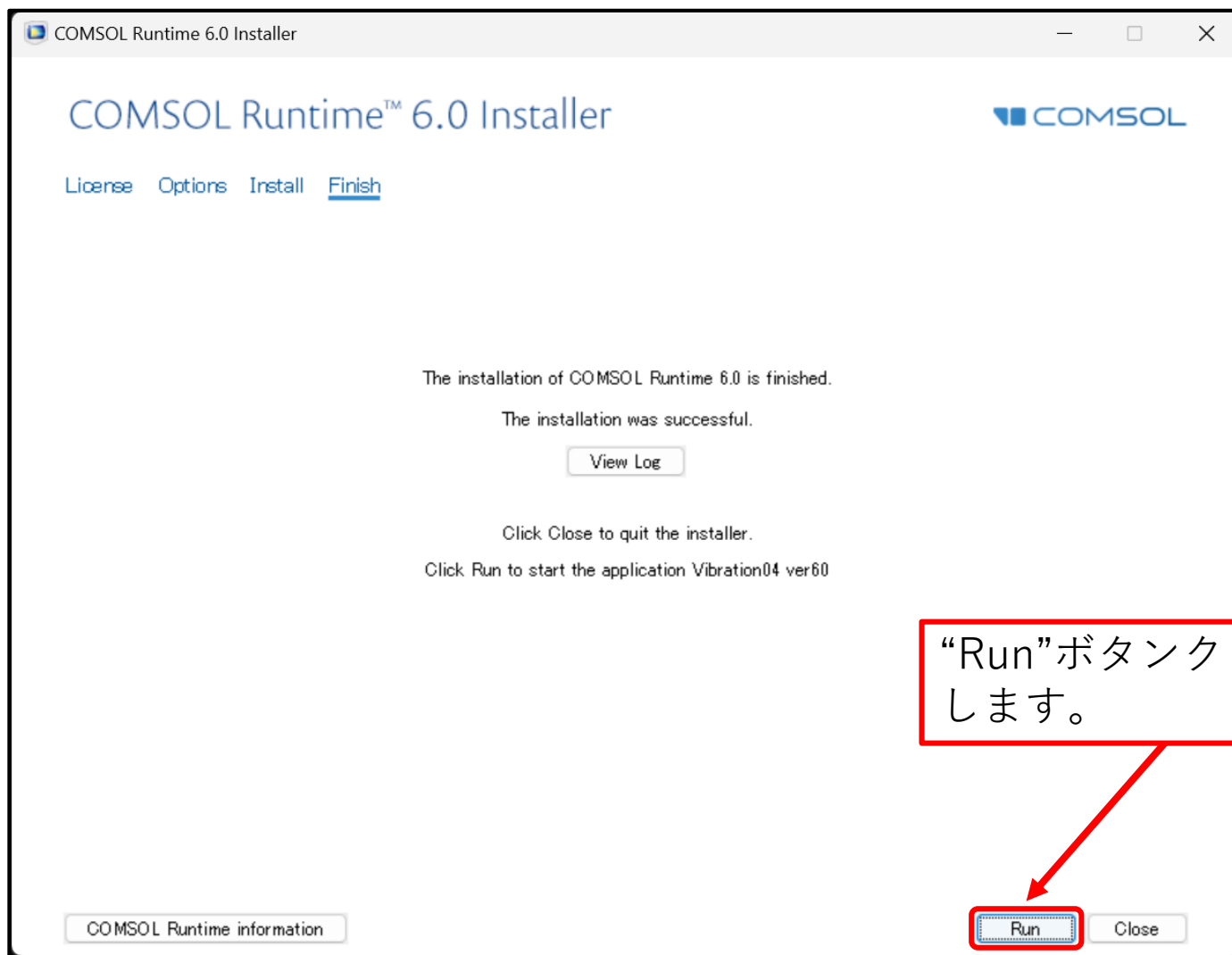
5. “Install”ボタンをクリックして、COMSOL Runtimeのinstallを開始します。



6. 下記のような画面が表示され、COMSOL Runtimeのinstallが進みます。

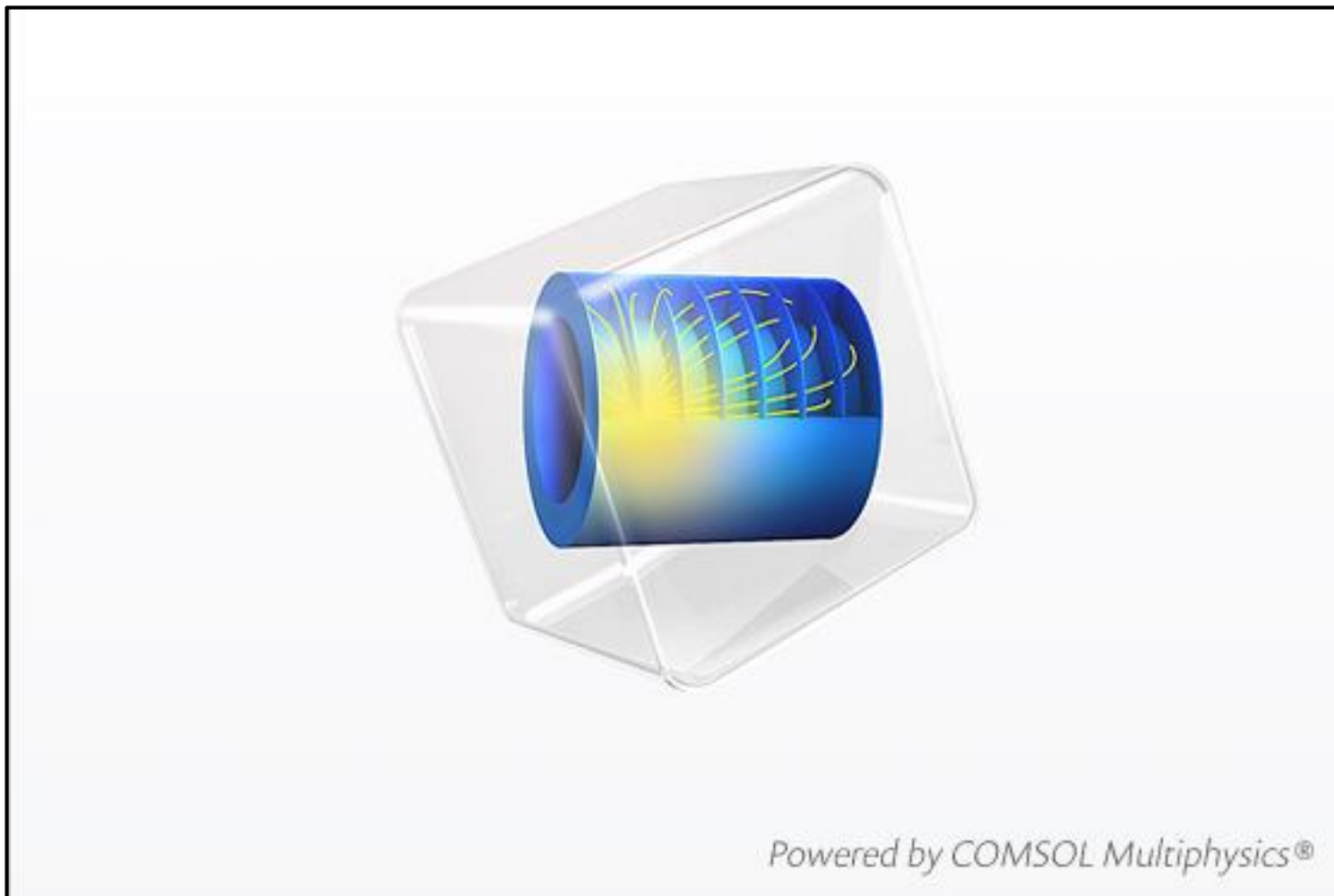


7. 下記のような画面が表示されたら，“Run”ボタンをクリックしてアプリを起動します



“Run”ボタンをクリック
します。

8. アプリ起動中は下記のようなロゴが画面に表示されます。しばらくお待ちください。



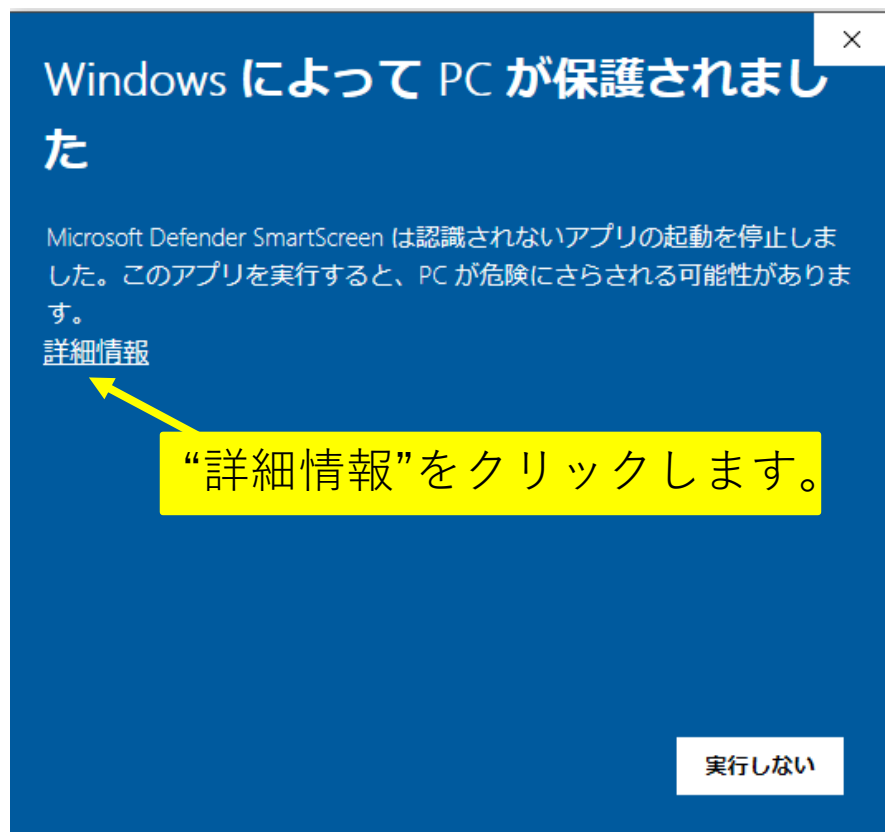
8. 下記はアプリ画面の一例です。

The screenshot shows a software application interface for structural analysis. The interface is divided into several sections:

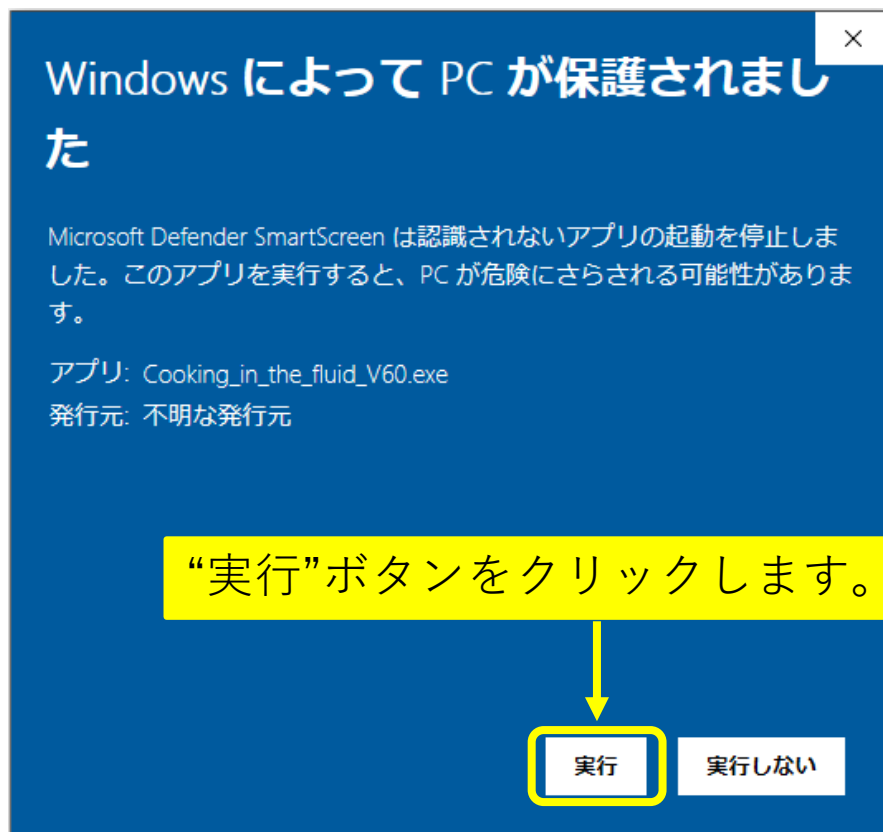
- Top Toolbar:** Contains icons for file operations (ファイル), meshing (メッシュ), calculation (計算), and output (出力). It also includes buttons for y-direction displacement (y方向変位), global movement (全球移動), y-direction displacement (y方向変位), and report creation (レポート作成).
- Input Section (入力):** Contains various parameters for a cylinder:
 - 円筒半径: 0.4 m
 - 円筒の高さ: 8 m
 - 円筒の密度: 18.75 kg/m³
 - 円筒のヤング率: 0.01 GPa
 - 入力波の周波数: 20 Hz
 - 周期: 1/60 s
 - 入力波の振幅: 0.01 m
 - 計算終了時間: 5*per0 s
 - 計算時間ステップ: per0*reso s
 - 時間ステップ制御パラメータ: 12
 - メッシュサイズ制御パラメータ: n0/3 m
- Output Section (出力):** Contains a dropdown menu for y-direction displacement (y方向変位評価 (値)).
- Table Section (テーブル):** Contains a table with 1 column and 1 row, labeled テーブル 1.
- Main Area:** A large empty space for visualization, with a toolbar at the top containing icons for zooming, panning, and other navigation functions.

【補足-1】 COMSOL Runtimeがinstallされたデバイスで、Webサイトからダウンロードした**各アプリファイル**を、**はじめて**使用するとき（**exeファイル名をダブルクリック**）も、使用環境によっては下記の画面（左図）が表示される場合があります。この場合も**“詳細情報”**（左図）をクリックした後、**“実行”**ボタン（右図）をクリックしてアプリを使用してください。

(1) “詳細情報”をクリック



(2) “実行”ボタンをクリック



【補足-2】 アプリファイルを使用するとき（**exeファイル名をダブルクリック**），ウィルス対策ソフトウェアによりセキュリティ警告が表示される場合があります。

