

# シミュレーション (COMSOL)

東京都立多摩科学技術高等学校

## シミュレーション

実用日本語表現辞典によると、シミュレーションとは、現実の状況や現象をコンピュータ上で再現し、その挙動を観察・分析する手法である。具体的な事象やシステムの振る舞いを数値やグラフで表現し、未来の予測や問題解決に役立てる。シミュレーションは、物理学や化学、経済学、社会学など、多岐にわたる分野で利用されている。シミュレーションには、天候の予報、建築物の耐震性評価、経済の動向予測など、現実の問題を解決するための具体的な例が存在する。また、ビデオゲームやVR（仮想現実）などのエンターテイメント分野でも、現実世界を再現するためにシミュレーションが用いられることがある。

実習では、COMSOL Multiphysics®を使い、シミュレーションの基礎を学ぶ。課題研究に活かせるようにしていく。

### 用語の説明

用語	意味
ウィザード	ソフトウェアの設定や操作を段階的に進めるための機能を指す
フィジックス	自然界の法則など現象を示す
ジオメトリ	「幾何学」や「形状」を意味する言葉 形状の作成またはインポート
固定拘束	図形や要素を特定の場所や位置に固定し、移動や変形を制限すること
境界荷重	解析対象の境界（外側）に作用する荷重のこと。
オブジェクト	対象
線形弾性材料	応力とひずみの関係が線形である材料 フックの法則が成り立つ材料

用語	表示	意味
ヤング率	E	弾性係数 材料がどれだけ硬いか、つまり変形しにくいかを表す。ヤング率が大きいほど材料は硬く、変形しにくい
ポアソン比	$\mu$ (ミュー) nu	材料が変形する際に、引っ張った方向（縦方向）のひずみに対して、それと直角方向（横方向）に生じるひずみの比率
密度	$\rho$ (ロー) rho	物質の単位体積あたりの質量を表す物理量 単位は、国際単位系（SI単位系）[kg/m <sup>3</sup> ]が基本

COMSOL を起動する

新規



モデルウィザード



ブランクモデル

「新規」でモデルウィザードボタンをクリックする。

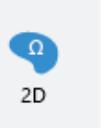
空間次元選択



3D



2D 軸対称



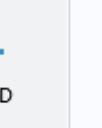
2D



1D 軸対称



1D



0D

「空間次元選択」今回 3D を選択してください。

「フィジックス選択」

構造力学⇒固体力学をクリックする。

フィジックス選択

追加

- > AC/DC
- > 音響
- > 化学種輸送
- > 流体流れ
- > 伝熱
- ▼ 構造力学

固体力学 (solid)

- シェル (shell)
- メンブレン (mbrn)
- 梁 (beam)
- トラス (truss)
- ワイヤー (wire)
- パイプ力学 (pipem)
- 梁断面 (bcs)
- > 電磁気-構造相互作用
- > 流体-構造相互作用
- > 多孔質弹性体
- > 電-機械相互作用

追加ボタンをクリックする。

→ スタディ

「スタディ」をクリックする。

スタディ選択

- ▼ 一般スタディ
  - 固有周波数
  - 周波数領域
  - 定常
  - 時間依存
- ▼ 選択フィジックスインターフェース用標準スタディ
  - ボルトプリテンション
  - 境界モード解析
  - 固有周波数 (事前応力下)
  - 周波数領域 (事前応力下)
  - 周波数領域 (モード)
  - 線形座屈
  - ランダム振動 (PSD)
  - 応答スペクトル

スタディ選択で「定常」を選択する。

完了

「完了」をクリックする。

「ジオメトリ」⇒ブロック⇒サイズおよび形状



サイズおよび形状		幅 1m
幅:	1	奥行 1m
奥行:	1	高さ 2m
高さ:	2	

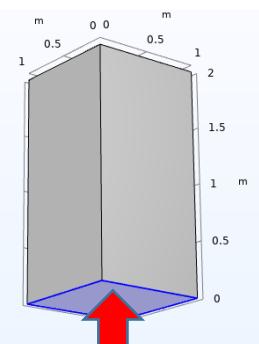
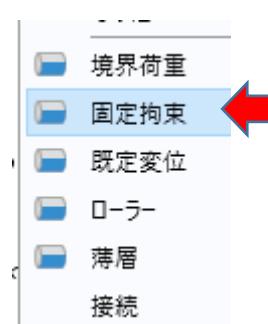
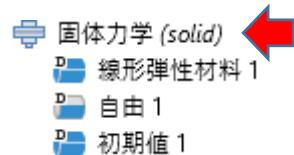
Solidworks で  
作成した構造  
物は、stl に変換

全オブジェクト作成をクリックし、グラフィックスに表示する。

円筒

選択対象を作成 ▾ 全オブジェクト作成

固定拘束 固体力学を右クリックし、固定拘束をクリックする。



立方体の面をクリックする。

選択面に 3 が入力される。

設定

固定拘束

ラベル: 固定拘束 1

▼ 境界選択

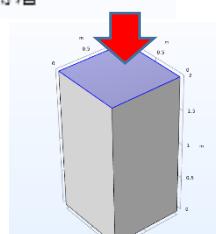
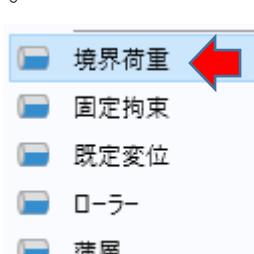
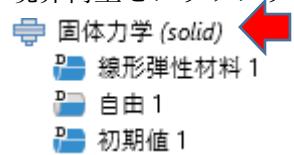
選択: マニュアル



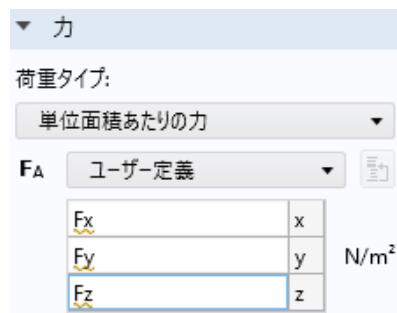
境界荷重

固定拘束と同じに固体力学を右クリックする。

境界荷重をクリックする。



選択に 4 が入力されます。



荷重タイプ

Fa に Fx Fy Fz を設定

### パラメーターの設定

名前	式	値
Fx	100[N]	100 N
Fy	0[N]	0 N
Fz	0[N]	0 N
E	90[GPa]	9E10 Pa
nu	0.29	0.29
rho	7000[kg/m^3]	7000 kg/m <sup>3</sup>

「」は、半角  
大文字と小文字は  
間違えないように

今回、鋳物 FC200 でパラメーターを設定する。鋳鉄のヤング率は 70~90GPa 程度。  
ヤング率 E=90GPa の値を使用する。 ポアソン比 nu=0.29( 一般的に 0.27~0.29 程度)  
密度 rho=7.2g/cm<sup>3</sup> を設定する。

密度の単位を国際単位系 (SI 単位系) [kg/m<sup>3</sup>] で表すために g/cm<sup>3</sup> から kg/m<sup>3</sup> に変換。  
1 cm<sup>3</sup> が 0.000001 m<sup>3</sup>、1 g が 0.001 kg。したがって、 $7.2 \text{ g/cm}^3 = 7.2 \times 1000 \text{ kg/m}^3 = 7200 \text{ kg/m}^3$

### 線形弾性材料の設定

- ▼ 固体力学 (solid)
- ▶ **線形弾性材料 1** ←
- 自由 1
- 初期値 1
- 固定拘束 1
- 境界荷重 1

ヤング率 E

ポアソン比 nu

密度 rho を入力

### メッシュの作成

メッシュを右クリック ⇒ フリーメッシュ 4面体をクリック

- 固定拘束 1
- 境界荷重 1
- メッシュ 1** ←
- ▼ スタディ 1
- ステップ 1: 定常
- 結果

**設定**

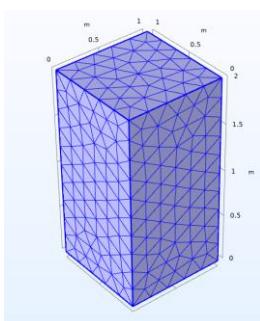
フリーメッシュ 4面体

選択対象を作成  全てを作成

ラベル: フリーメッシュ 4面体 1

▼ ドメイン選択

ジオメトリエンティティレベル: 残りの領域

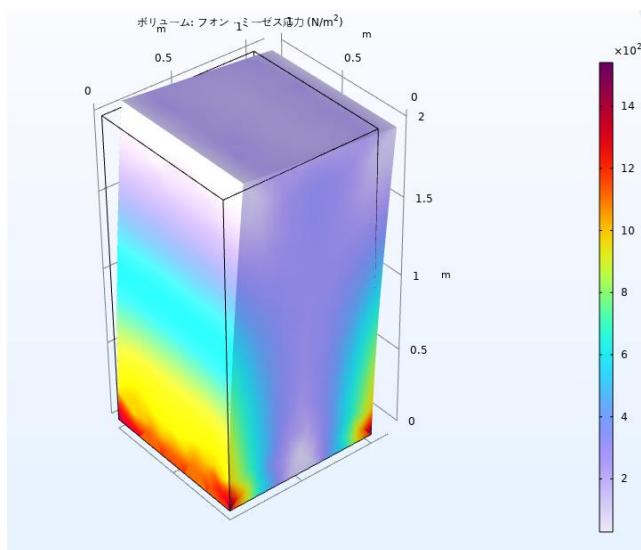


## 計算



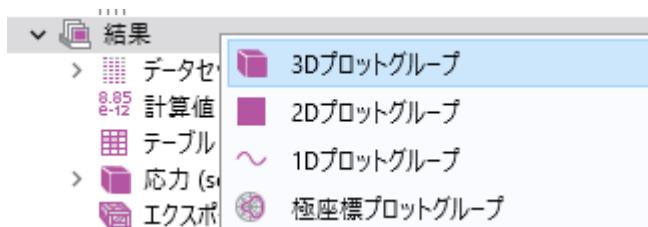
ファイル ホーム 定義 ジオメトリ 材料 フィックス メッシュ **スタディ** 結果

スタディを選択し、計算 をクリック



## 結果表示

[結果]を右クリックし、[3D プロットグループ]を選択

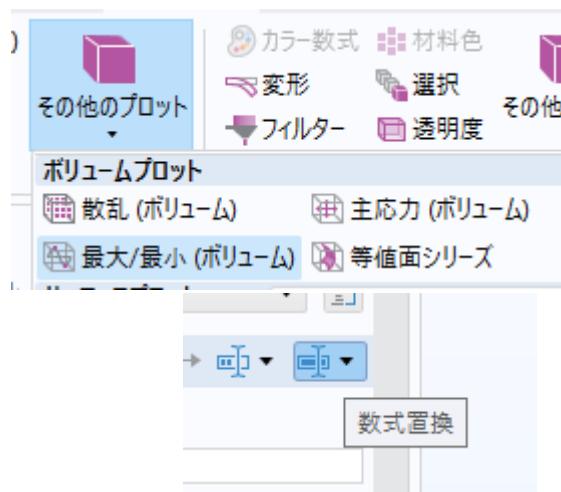
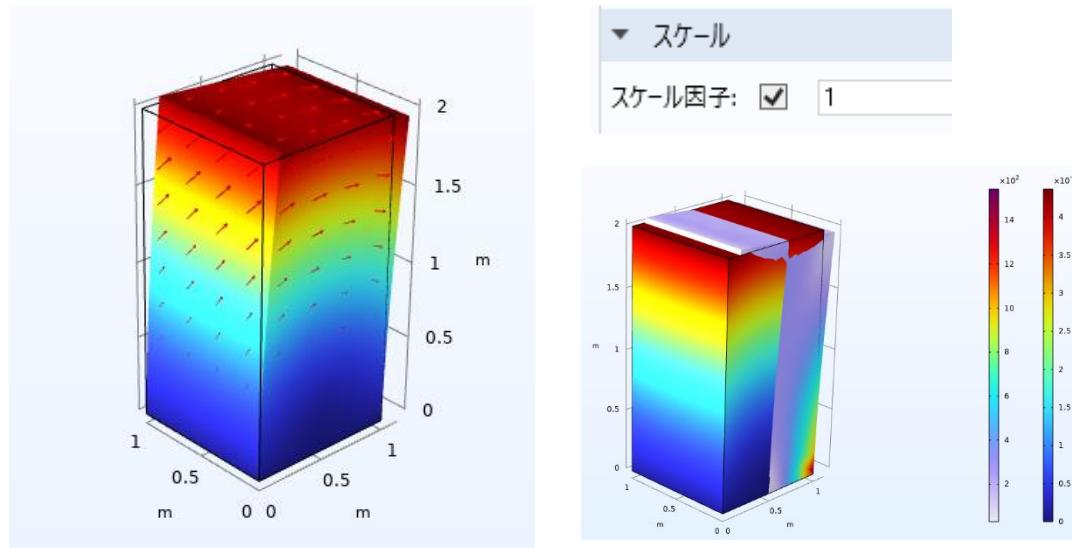


プロット追加から [サーフェス]をクリック



単位を mm に変更

属性から [変形] をクリック



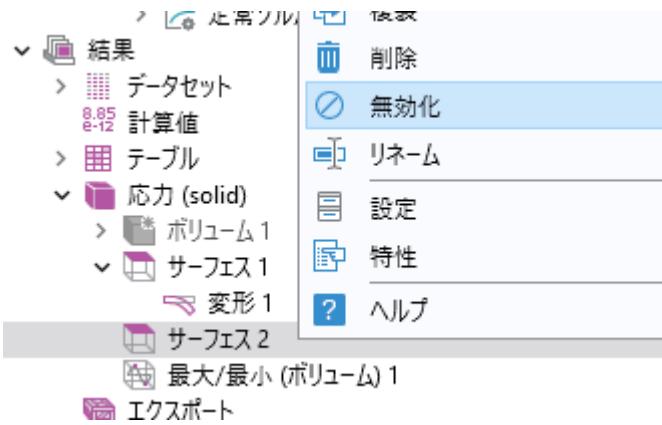
そのほかのプロットから最大/最小(ボリューム)をクリック

[式置換] から モデル → コンポーネント  
1 → 固体力学 → 応力 → solid.mises - フォン・  
ミーゼス応力をダブルクリック

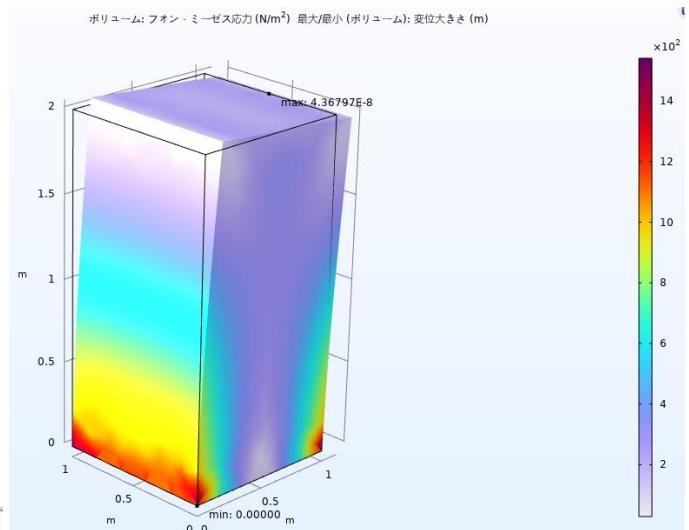
- > メッシュ
- ▼ 固体力学
  - > 加速度および速度
  - > アクティベーション
  - > 姿位
  - > エネルギーおよびパワー
  - > グローバル
  - > 加熱および損失
  - > 材料特性
  - > 反力
  - > ひずみ
  - ▼ 応力
    - > 主応力方向
    - > 応力不变量

solid.misesGp - フォン・ミーゼス応力 - N/m<sup>2</sup>  
solid.pmGp - 圧力 - N/m<sup>2</sup>  
solid.trescaGp - トレスカ応力 - N/m<sup>2</sup>

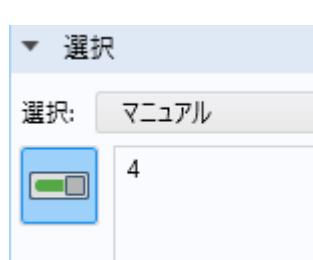
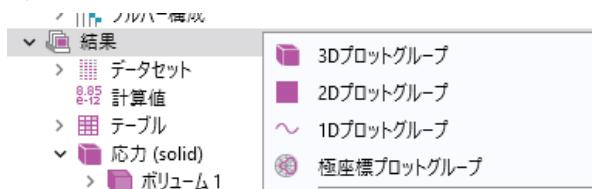
グラフが見づらくなるのでサーフェスプロットを非表示にする。サーフェス 1 およびサーフェス 2 を右クリックし、無効化をクリック。



最大最小値をクリックし、値を確認する。



結果を右クリックし、1D プロットグループを選択



プロットをクリック

