





# OpenFOAMをはじめよう！ 流体解析入門者向け 超初級講習会 Ver.2017

2017/1/28

オープンCAE勉強会@関西



# 資料の見方

-  : クリックや選択の動作が必要な箇所に表示しています。
-  : 選択する箇所や重要な箇所は左の枠線で囲っています。
-  : 動作や入力内容は左のテキストボックスで示しています。
-  : 補足的な内容は左のテキストボックスで示しています。

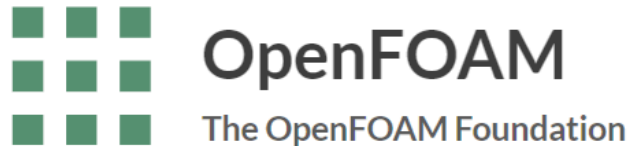
# 講習会の流れ

- OpenFOAMについて
- 例題 バックステップ流れの解析
  - FreeCADによるモデルの作成
  - HelyxOSでメッシュの作成・条件設定
  - 計算実行とポスト処理
- 脱！超初級者の道
  - チュートリアルケースの実行

# OpenFOAMについて

# OpenFOAMについて

- 無償・オープンソース（GPL）のCFDツールボックス
- 250ものアプリケーションと100を超えるソフトウェア
- 企業や学術・研究機関で使用されています



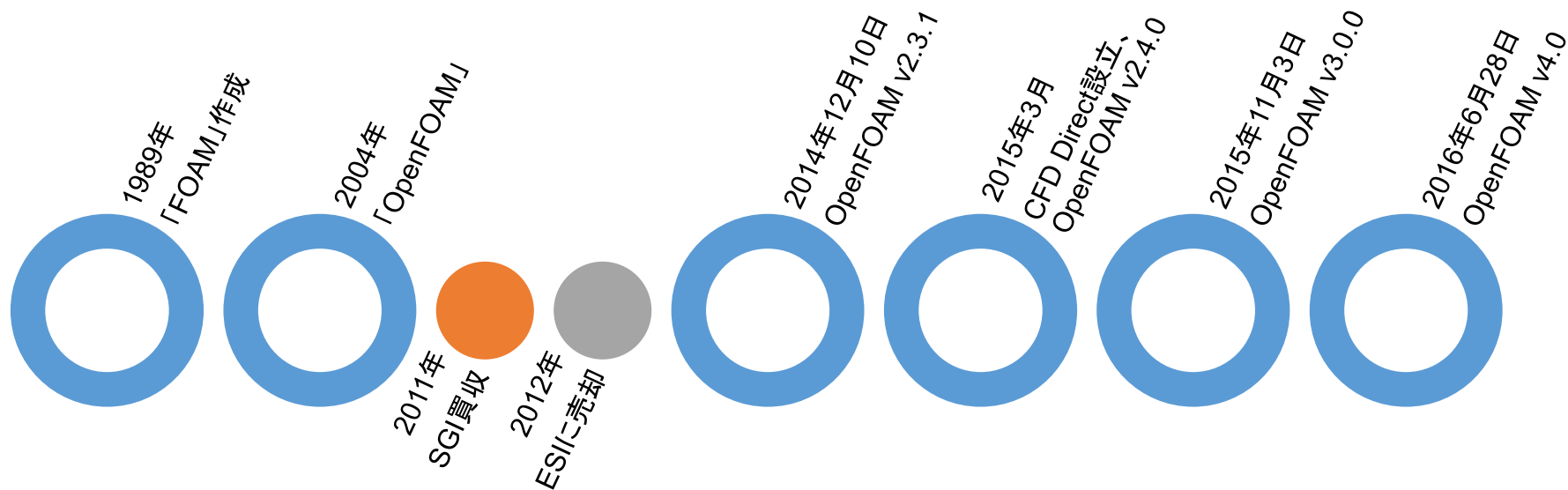
<http://openfoam.org/>



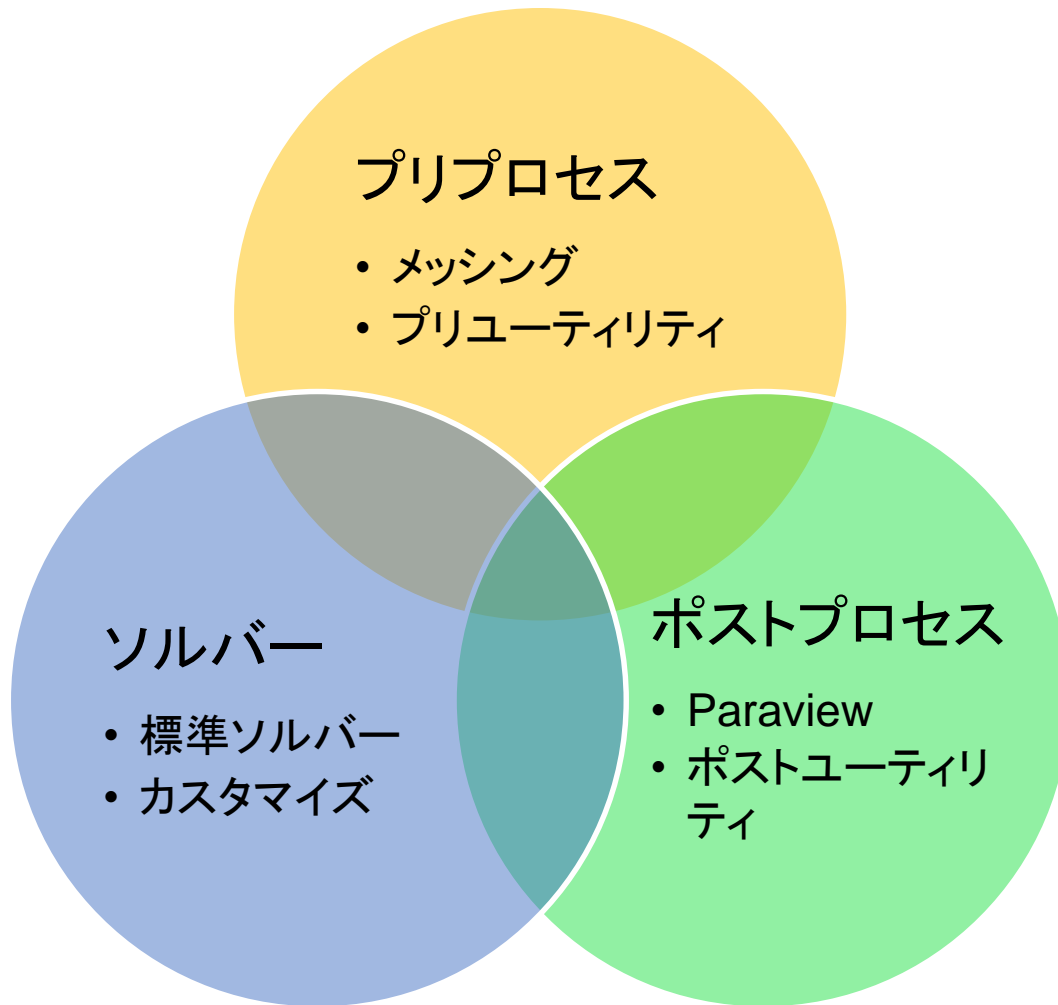
<http://www.openfoam.com/>

# OpenFOAMについて

## □ OpenFOAM年表

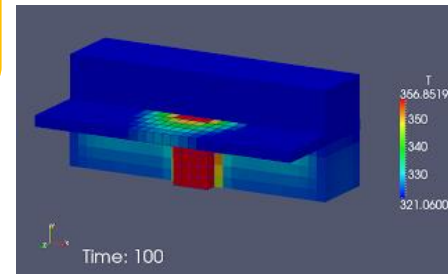
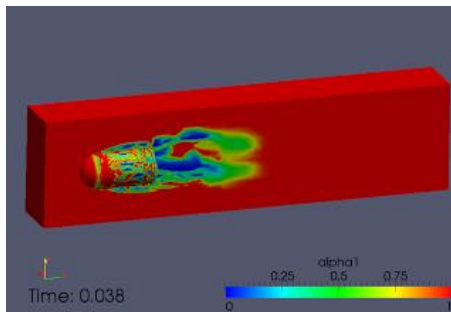
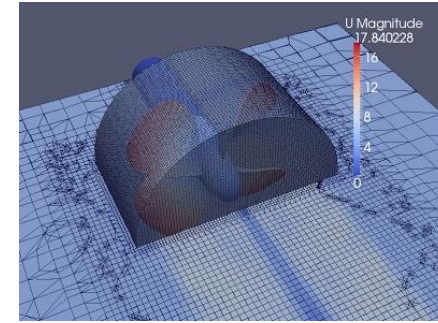
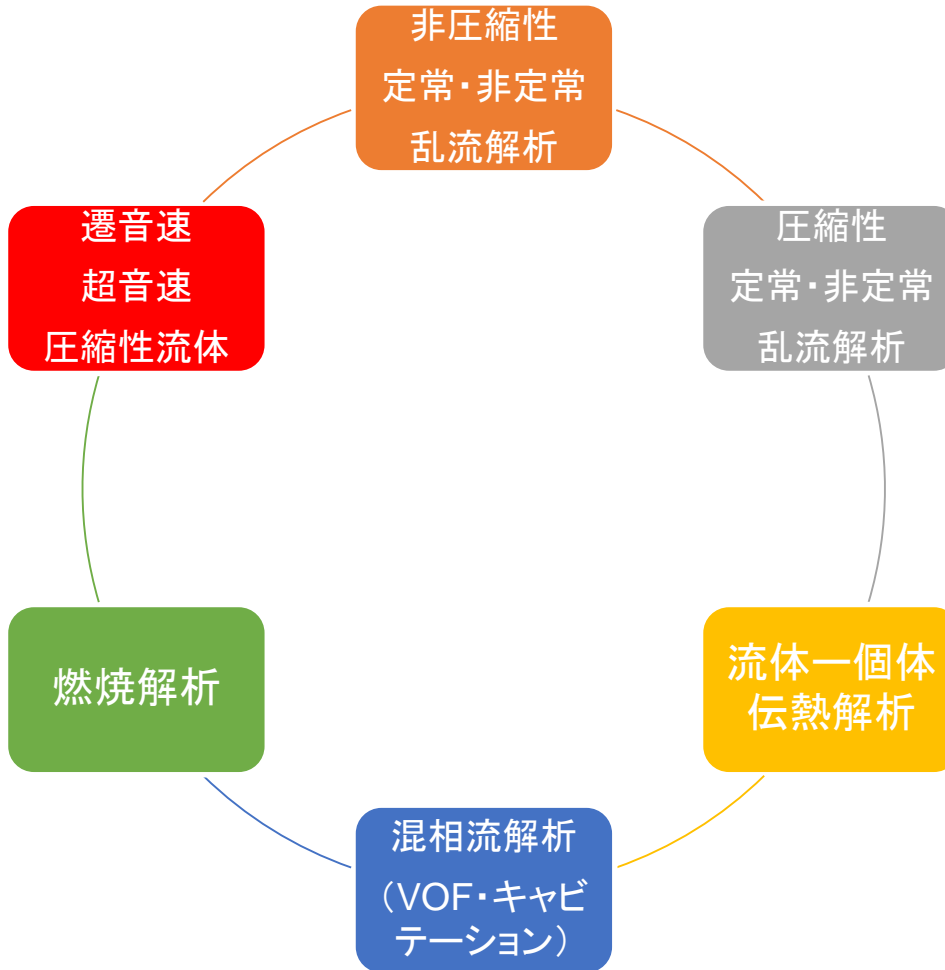
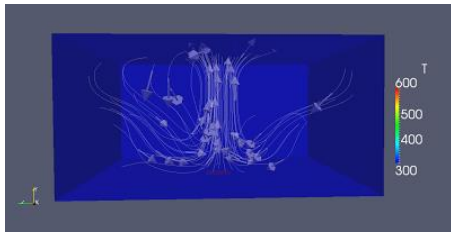


# OpenFOAMについて



# OpenFOAMについて

## □標準ソルバーで計算できる範囲





# OpenFOAMについて

## [長所]

- ユーザーによるコミュニティが発展しているため  
使用者同士での情報提供や助言等の恩恵が受けられます。

## [短所]

- マニュアルはありますが、  
公式のサポートはありません。
- 設定する数値などの目安は自分たちで  
考える必要があります。
- (デフォルト値はありません)
- 操作はCUI(コマンドベース)です。

ex. メッシュ作成 → blockMesh  
計算実行 → foamJob or simpleFoam

# 本講習会について

# 本講習会について

## 【目的】

- 計算の基本フローを押さえる！
- とにかくGUIでOpenFOAMのイメージをつかむ！
- OpenFOAMの周辺ツールの基本操作を知る！

OpenFOAMの入ったオールインワンパッケージ  
DEXCS2016 for OpenFOAMを使う！

# DEXCSとは

- オープンCAEシステム“DEXCS”は、オープンソースのソフトウェアを統合して、CAEのオールインワンシステムを構成しています。

要するに

オープンソースの解析ツールがひとつになったOSです。

DEXCS



OpenFOAM



CAD



ユーティリティ



**OpenCAE**

Local user group@KANSAI

オープンCAE勉強会@関西

オープンCAE勉強会@関西 <http://ofbkansai.sakura.ne.jp/>



# OpenFOAM用GUI「HelyxOS」

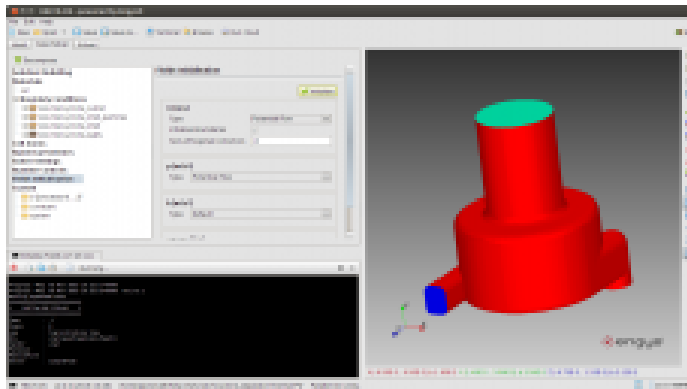
□Engys社の開発したOpenFOAM用のGUI

□商用版とオープンソース版があります。



□オープンソース版では  
カスタム版のメッシャーと  
ソルバが入っていない。

- Incompressible flows:** simpleFoam, pimpleFoam and pisoFoam with support for MRF and porous media modelling via fvOptions
- Compressible flows (low Ma):** rhoSimpleFoam and rhoPimpleFoam with support for MRF and porous media modelling via fvOptions
- Compressible flows (high Ma):** sonicFoam
- Heat transfer and buoyancy-driven flows:** buoyantSimpleFoam, buoyantPimpleFoam, buoyantBoussinesqSimpleFoam and buoyantBoussinesqPimpleFoam with support for MRF and porous media modelling via fvOptions
- VOF free-surface multi-phase flows:** interFoam
- Dynamic mesh:** pimpleDyMFoam, rhoPimpleDyMFoam, interDyMFoam



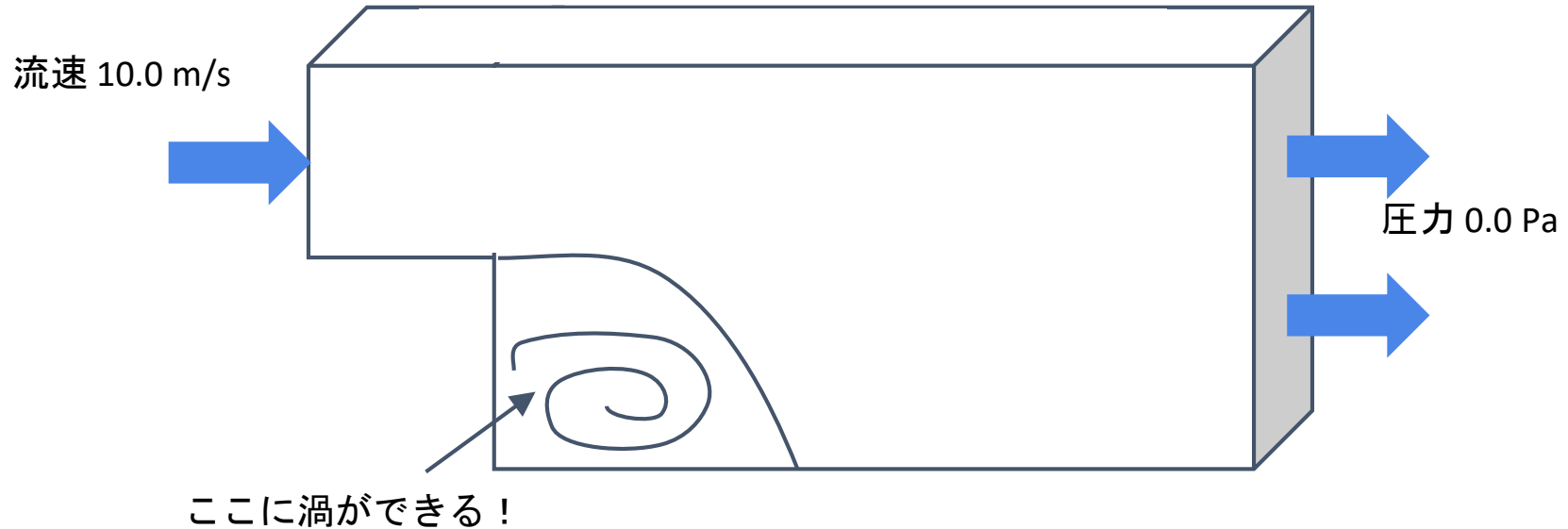
# 解析フロー

- 一般的な解析のフローを示します
- 本講習ではこのフローに従って作業をしていきます



# 例題：バックステップ流れ

# 仕様を考える：バックステップ流れ



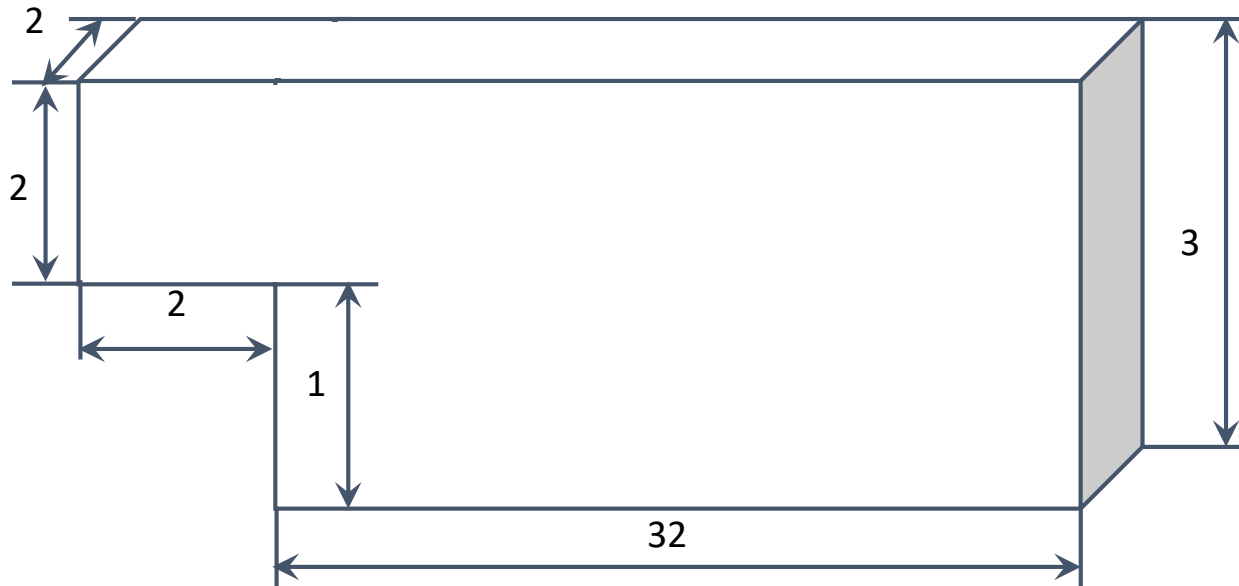
それ以外の壁はすべりなし条件にします



# モデリング オープンソース3D CAD 「FreeCAD」でモデル作成

# モデル寸法

## □寸法



単位 m

# DEXCSの起動画面



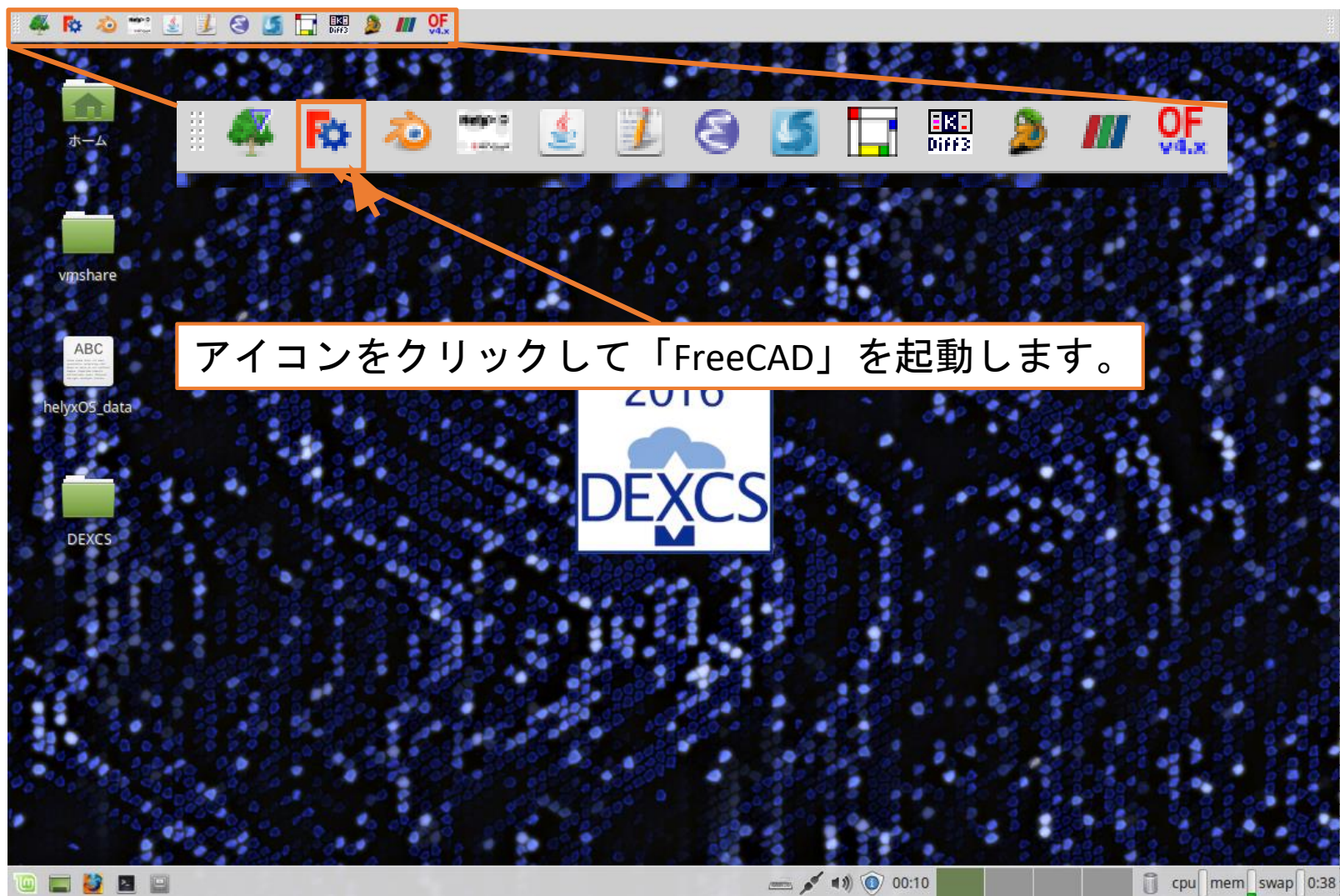
# 新規作業フォルダの作成

① デスクトップで右クリックして「フォルダの作成」を選びます。

② 「新しいフォルダを追加」を選択  
フォルダ名を聞かれるので適当な名前を入力してOKをクリックします。

The screenshot shows a Linux desktop with a dark blue background. A context menu is open over the desktop, with the option 'フォルダの作成(F)...' highlighted. A dialog box titled '新しいフォルダを作成します。' (Create new folder) is open, with the text '新しい名前を入力してください:' (Enter a new name) and a text input field containing '新しいフォルダ' (New folder). The '作成(R)' (Create) button is highlighted. The desktop contains icons for 'ホーム' (Home), 'vmshare', 'helyOS\_data', and 'DEXCS'. The system tray at the bottom shows the time as 00:06 and system resources like CPU, memory, and swap usage.

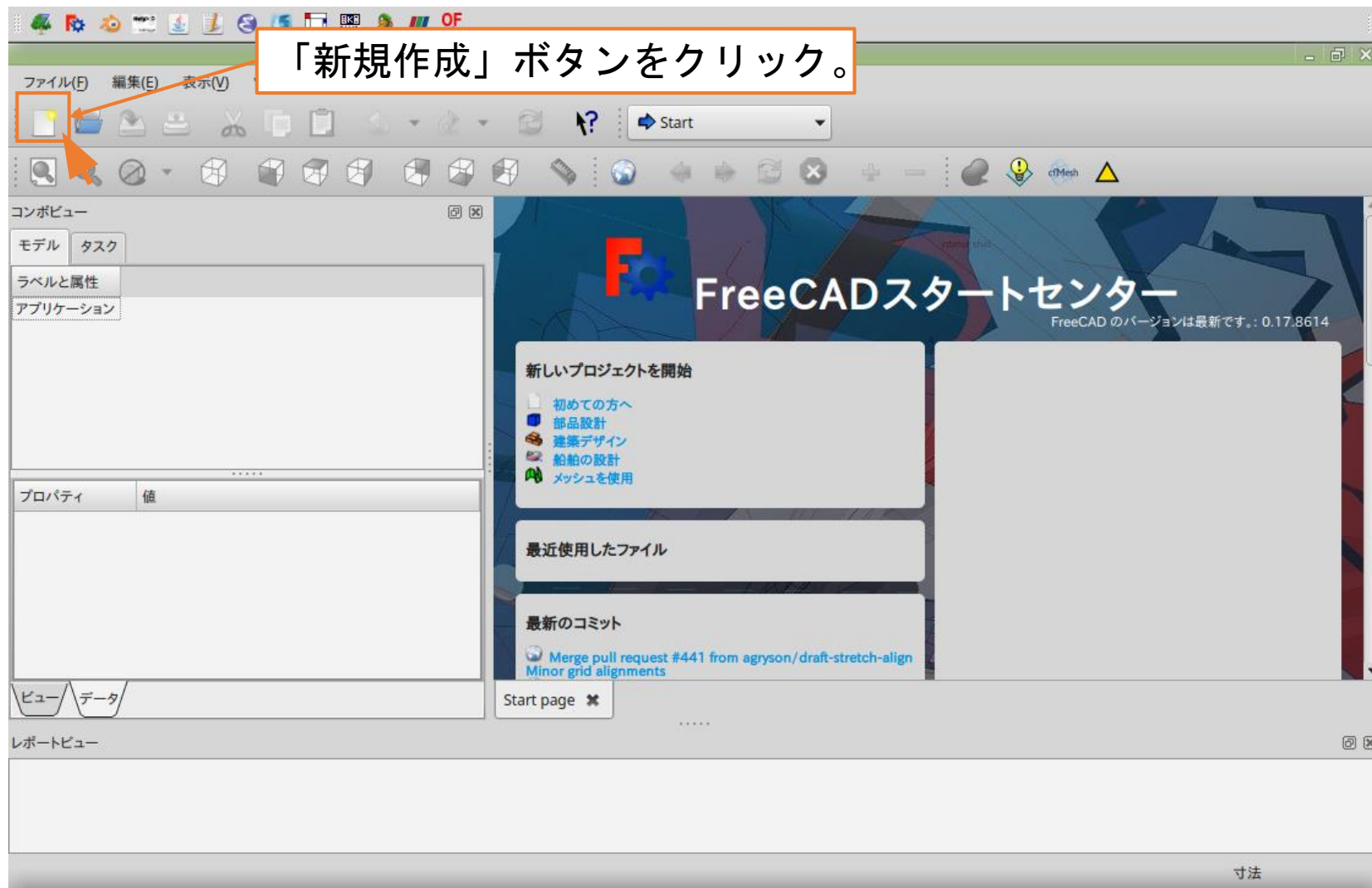
# モデルを作成するためにFreeCADを起動



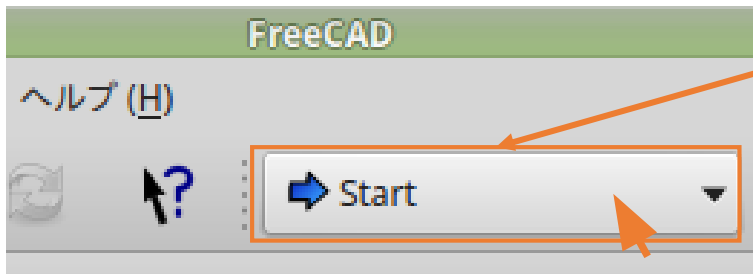
アイコンをクリックして「FreeCAD」を起動します。



# モデルの新規作成

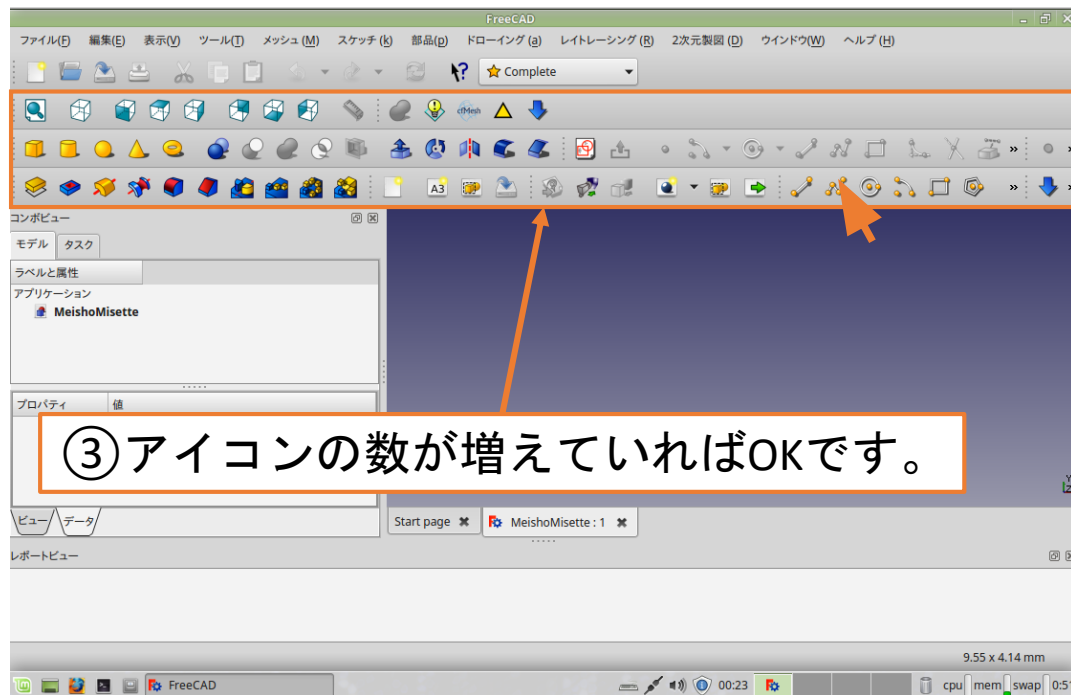
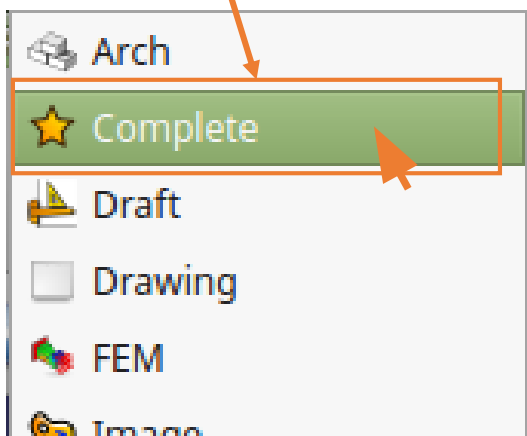


# ワークベンチの変更



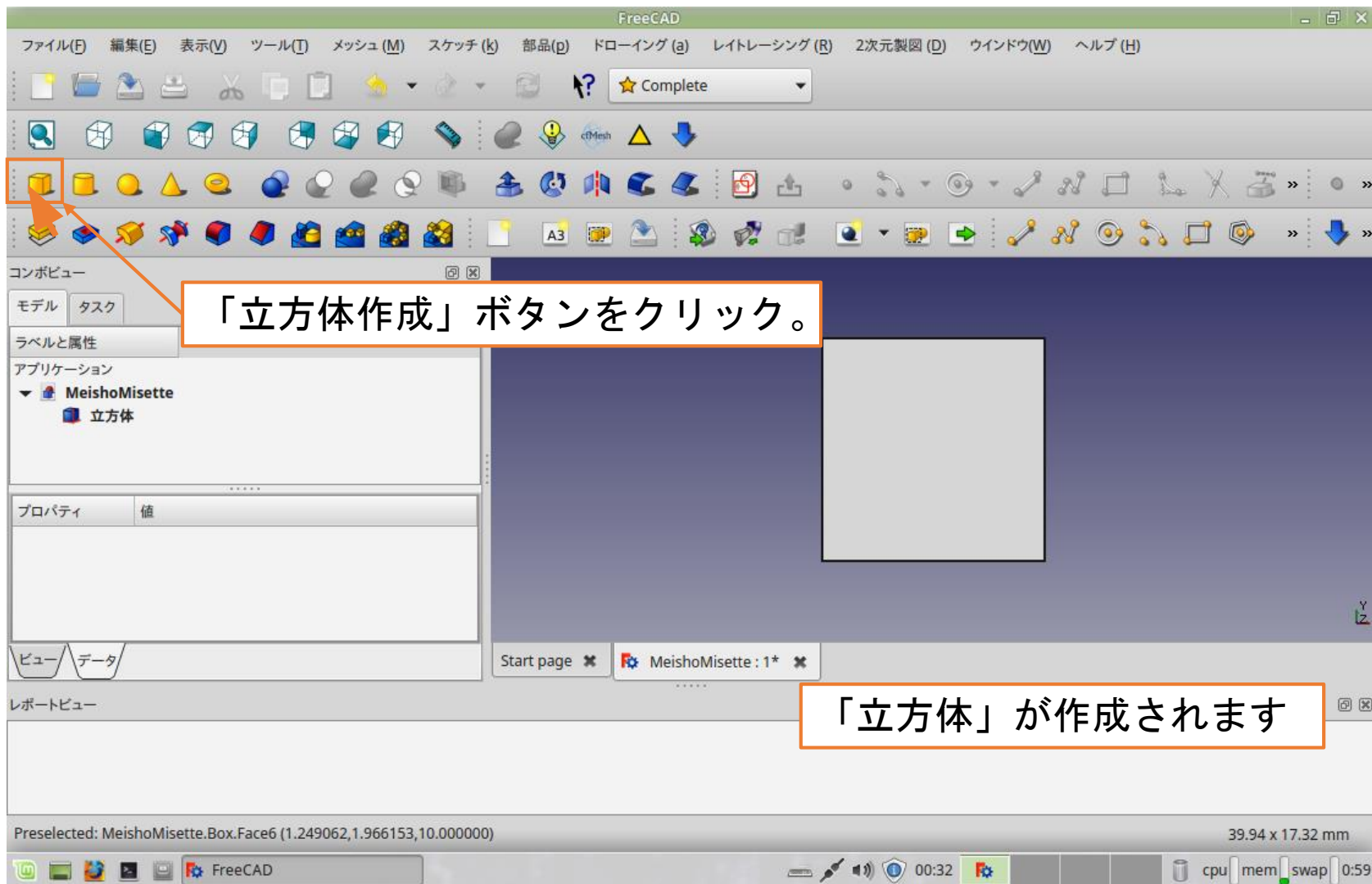
① 「Start」と表示されているプルダウンメニューをクリックします。

② 「Complete」を選択します。



③ アイコンの数が増えていればOKです。

# 立方体の作成



「立方体作成」 ボタンをクリック。

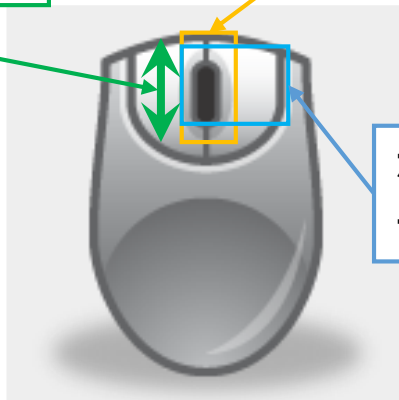
「立方体」が作成されます



# FreeCADの操作

ホイールボタンの回転：  
ズームイン、ズームアウト

ホイールボタンを長押し：  
モデルの移動



ホイールボタン+右クリック長押し：  
モデルの回転

FreeCADのモデルの操作

# 寸法の変更

① 「立方体」をクリックして選択します。

② 「データ」タブの寸法を変更します。寸法は下記のものを入力します。

右の図の単位がmmになっていますがFreeCAD上だけの単位なのでここでは無視します。

プロパティ	値
Box	
Length	30.00 mm
Width	3.00 mm
Height	2.00 mm

プロパティ	値
Box	
Length	30.00 mm
Width	3.00 mm
Height	2.00 mm

# 二つ目の立方体の作成

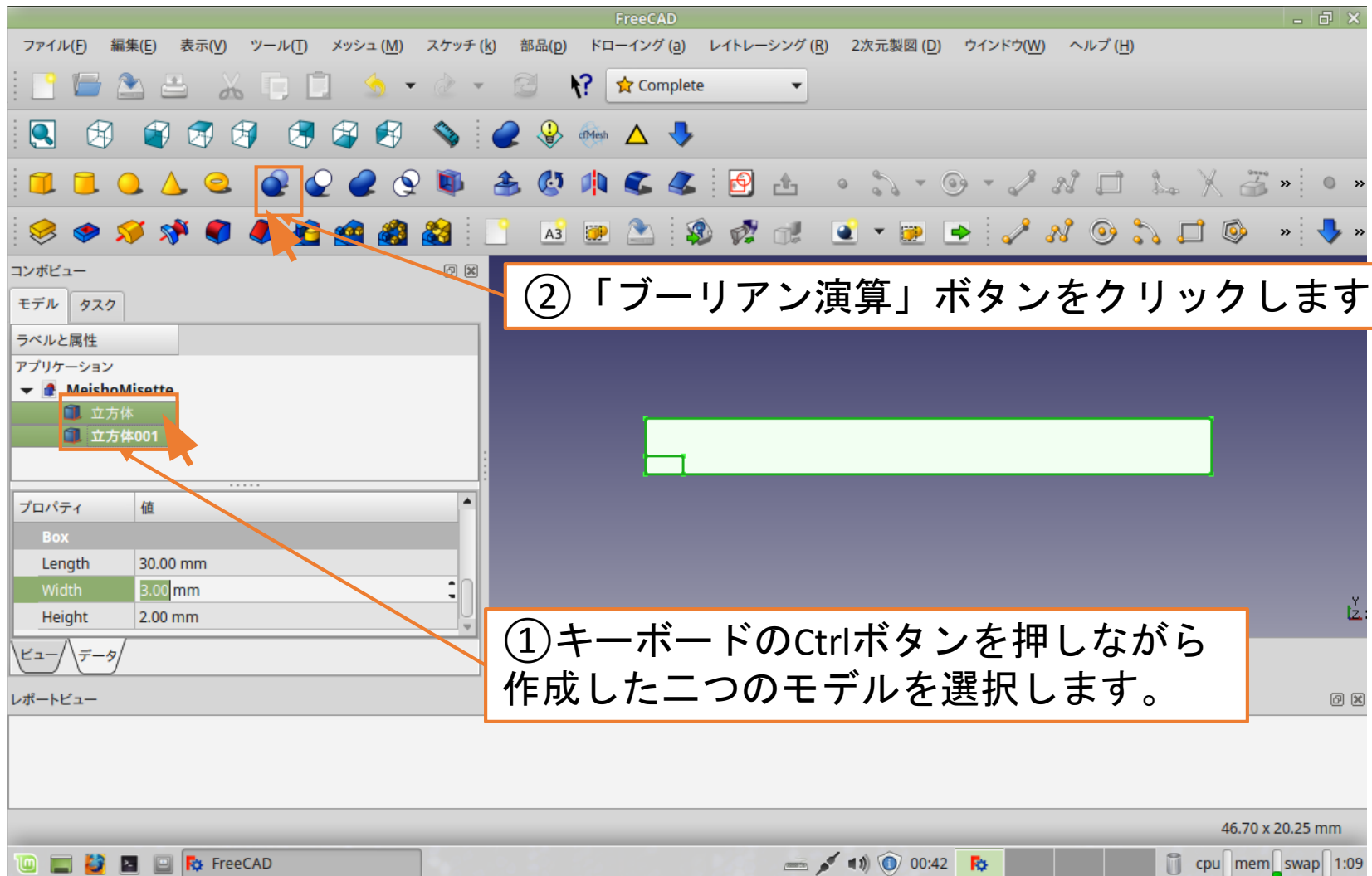
①ステップ部分を作成するためにもうひとつ立方体を作成します。

二つ目の立方体の寸法

プロパティ	値
Box	
Length	2.00 mm
Width	1.00 mm
Height	2.00 mm

②二つ目の立方体も寸法を変更します。

# ブーリアン演算によるモデルの引き算



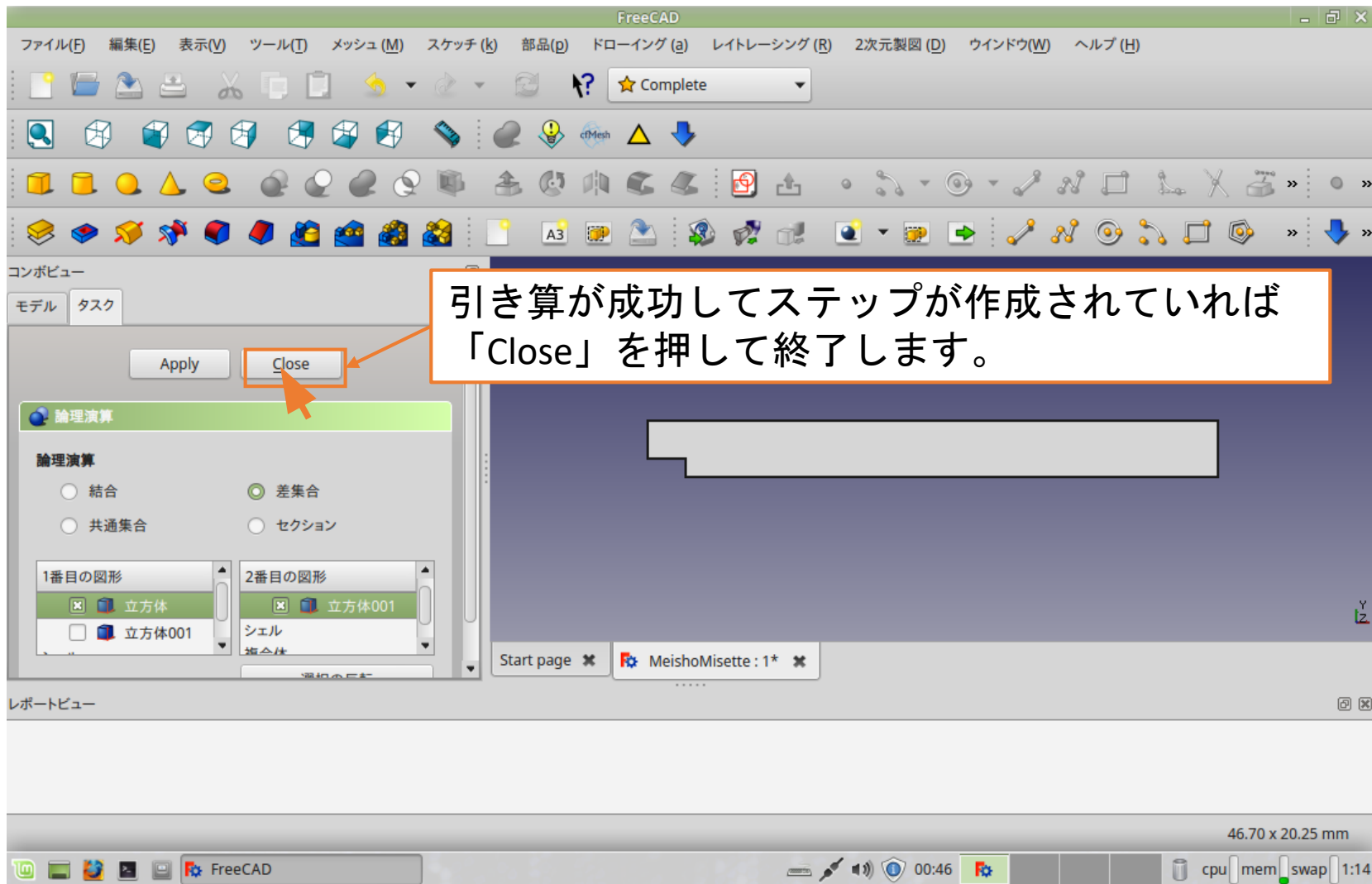
# ブーリアン演算によるモデルの引き算

③ 「Apply」 をクリックします

① 「差集合」 を選択します。

② 1番目の図形は一つ目の大きい「立方体」、  
2番目の図形は二つ目の小さい「立方体001」 を選択します。

# ブーリアン演算によるモデルの引き算



# 形状ファイルのための面の分解

条件を設定するために  
モデルの各面に名前をつける必要があります。

② 「面の分解」 ボタンをクリックします

① ブーリアン演算で作成された「Cut」 を選択します。

31.30 x 13.58 mm

FreeCAD

cpu mem swap 1:15

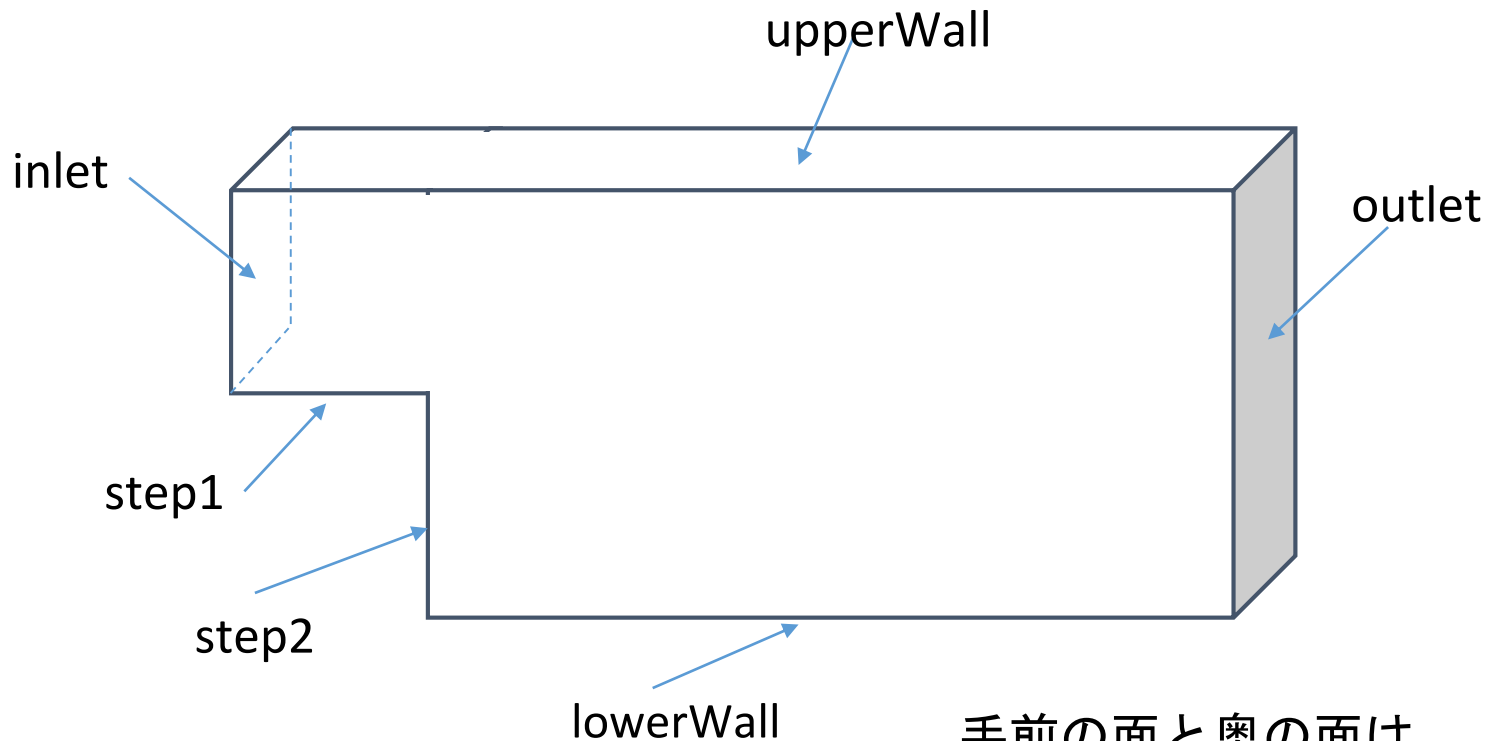
# 形状ファイルのための面の分解

②もう一度、「面の分解」ボタンをクリックします

①新たに「Solid」が作成されるので、これを選択します。



# 面に名前をつける



手前の面と奥の面は  
frontWall、backWallとします。

# 面に名前をつける

② 名前の変更が完了したらデータを保存します。

① 名前をつける面を選択して右クリック  
「名前の変更」で名前を変更します。  
名前の定義は一つ前のスライドを参考にしてください。

選択している面は緑色にハイライトされます。

変換  
色を設定...  
名前の変更 F2

FreeCAD  
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) ツール(T) メッシュ(M) スケッチ(k) 部品(p) ドローイング(a) レイトレーシング(R) 2次元製図(D) ウィンドウ(W) ヘルプ(H)

コンボビュー  
モデル タスク  
ラベルと属性  
アプリケーション  
MeishoMissette  
立方体  
立方体001  
inlet  
プロパティ  
Base  
Placement [(0.00 0.00 1.00); 0.00 °; (0.00 mm 0.00 mm 0...  
Label inlet

ビュー データ  
レポートビュー  
パラメトリックなオブジェクトを1つ見つけました: 依存関係を破棄します  
複数の面を見つけました: 分割します

31.30 x 13.58 mm  
FreeCAD  
00:52  
cpu mem swap 1:20

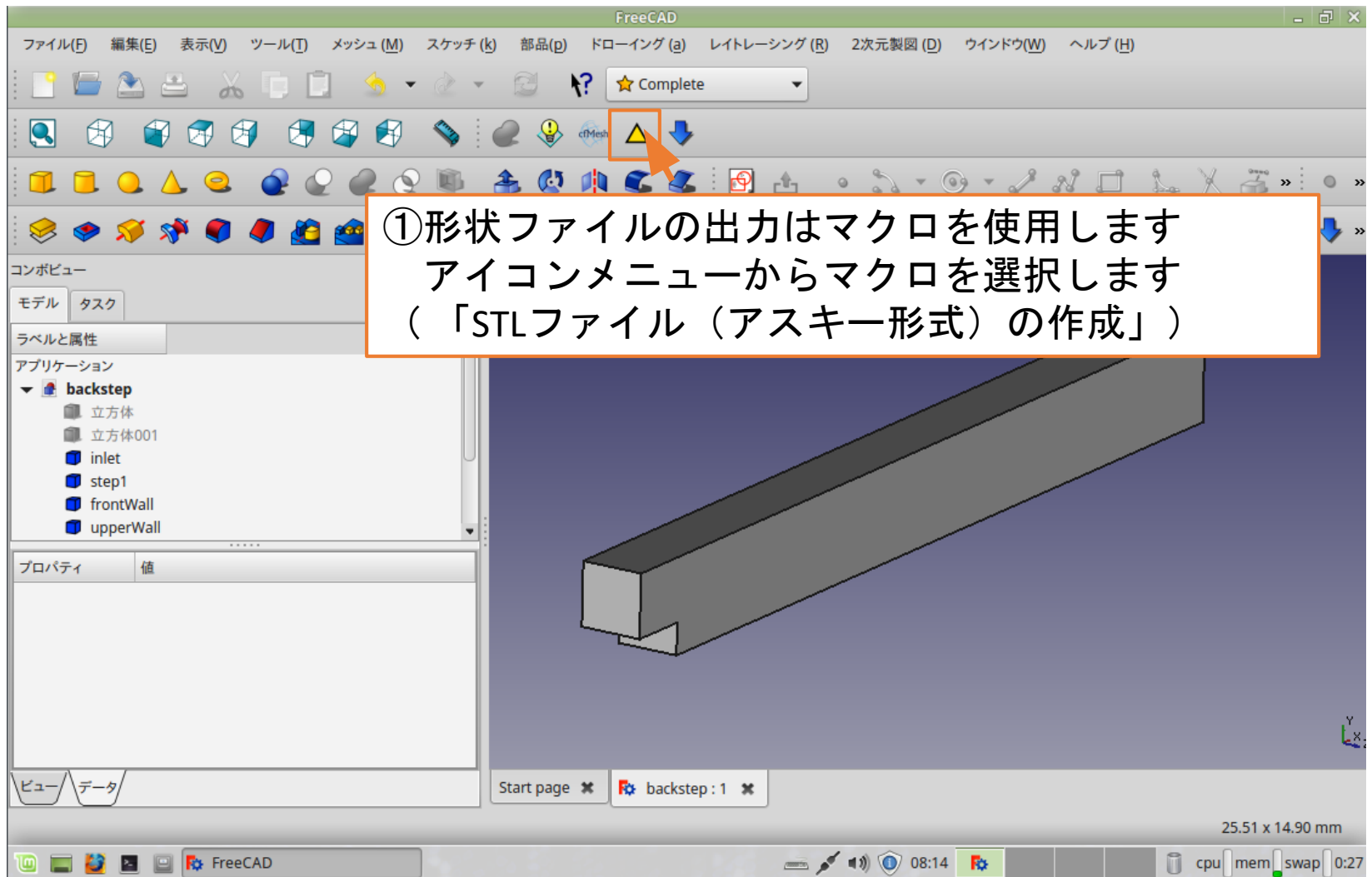
# ファイルの保存

①作業フォルダを選択します。

②保存するファイルの名前を入力します。  
ここでは「backstep」と入力します。

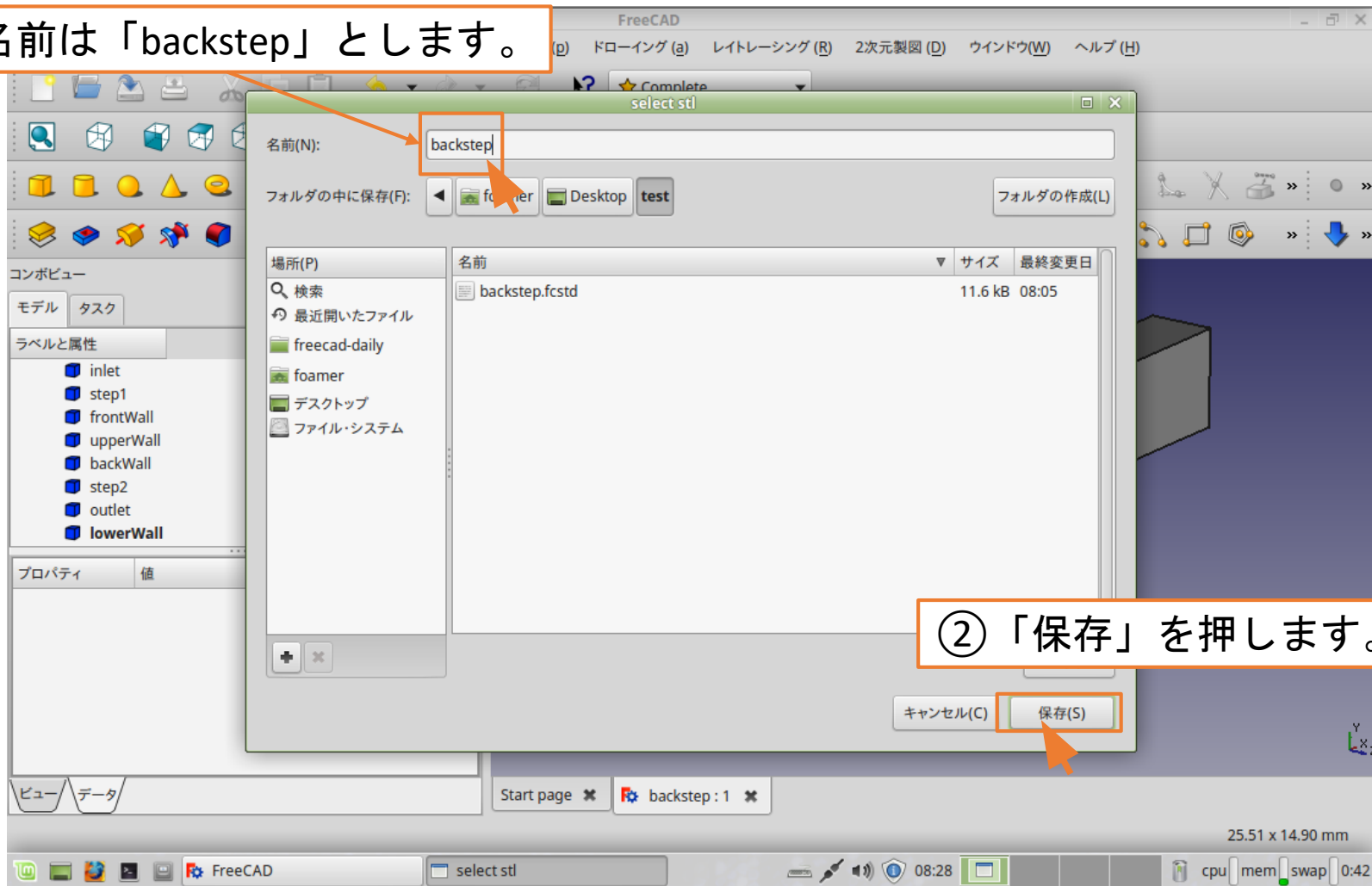
③名前を入力したら「Save」をクリックします。

# 形状ファイルの出力



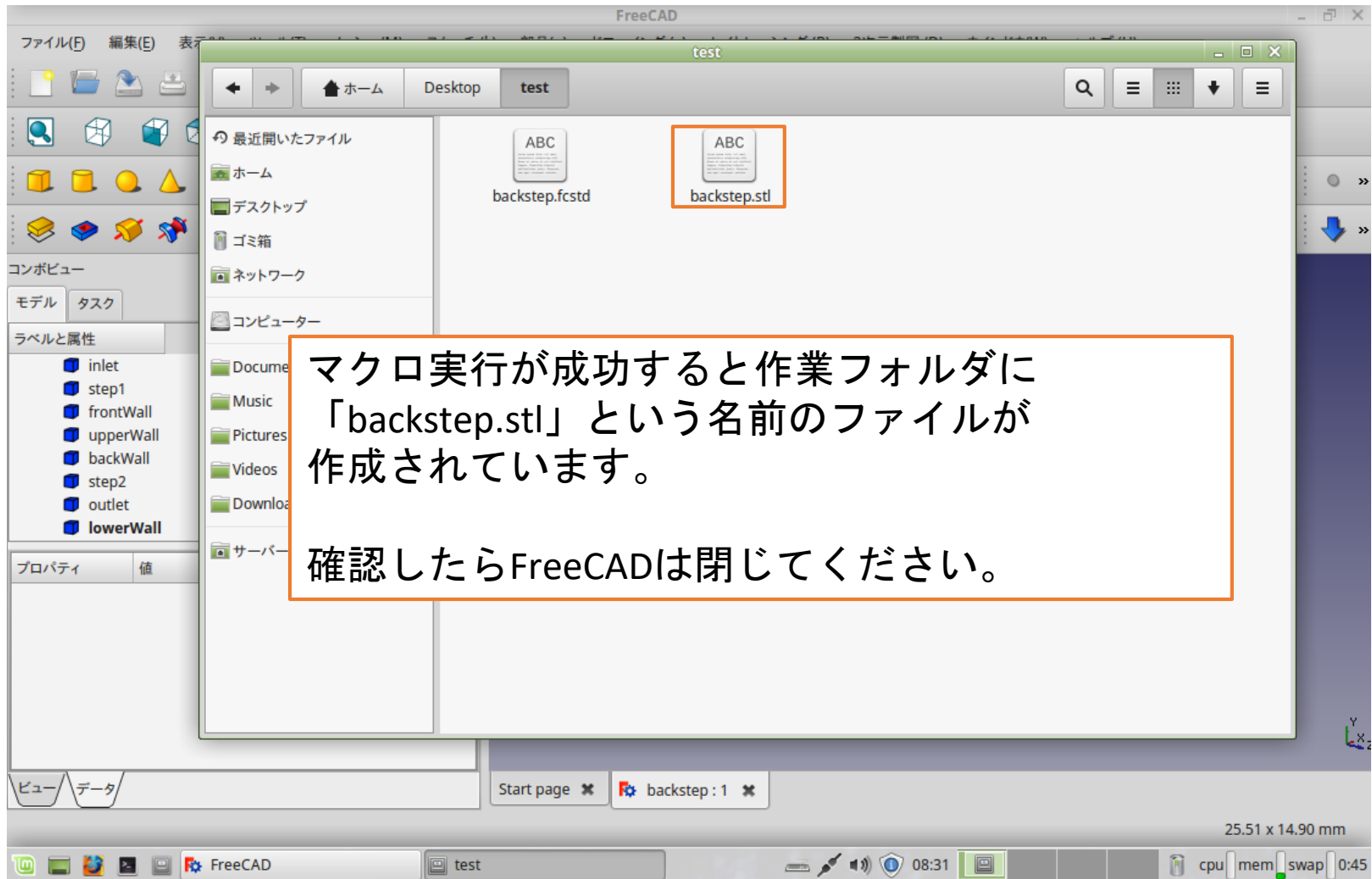
# 形状ファイルの出力

① 名前は「backstep」とします。



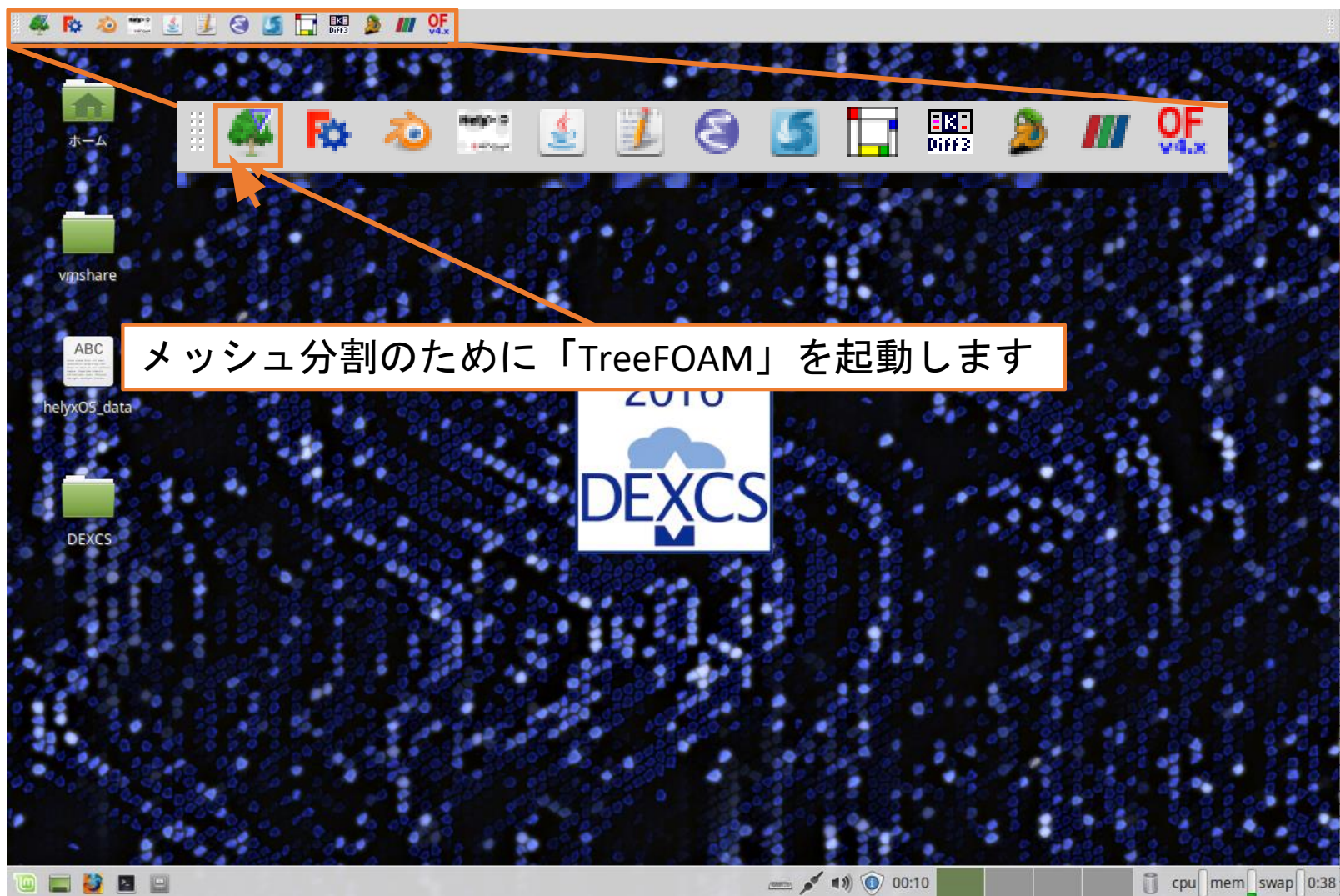
② 「保存」を押します。

# 形状ファイルの出力



プリプロセス：  
OpenFOAM用GUI「HelyxOS」  
を使用したメッシュ作成、  
条件設定

# TreeFOAMの起動






# 作業フォルダの選択(必ず実施する)

The screenshot shows the TreeFoam application window. The top menu bar includes options like 'ファイル(F)', 'case作成変更(M)', '編集(E)', '計算(C)', 'ツール(T)', '十徳ナイフ(D)', and 'ヘルプ(H)'. The toolbar contains various icons, with a green checkmark icon highlighted by an orange arrow. The main interface shows a file tree on the left with the following structure:

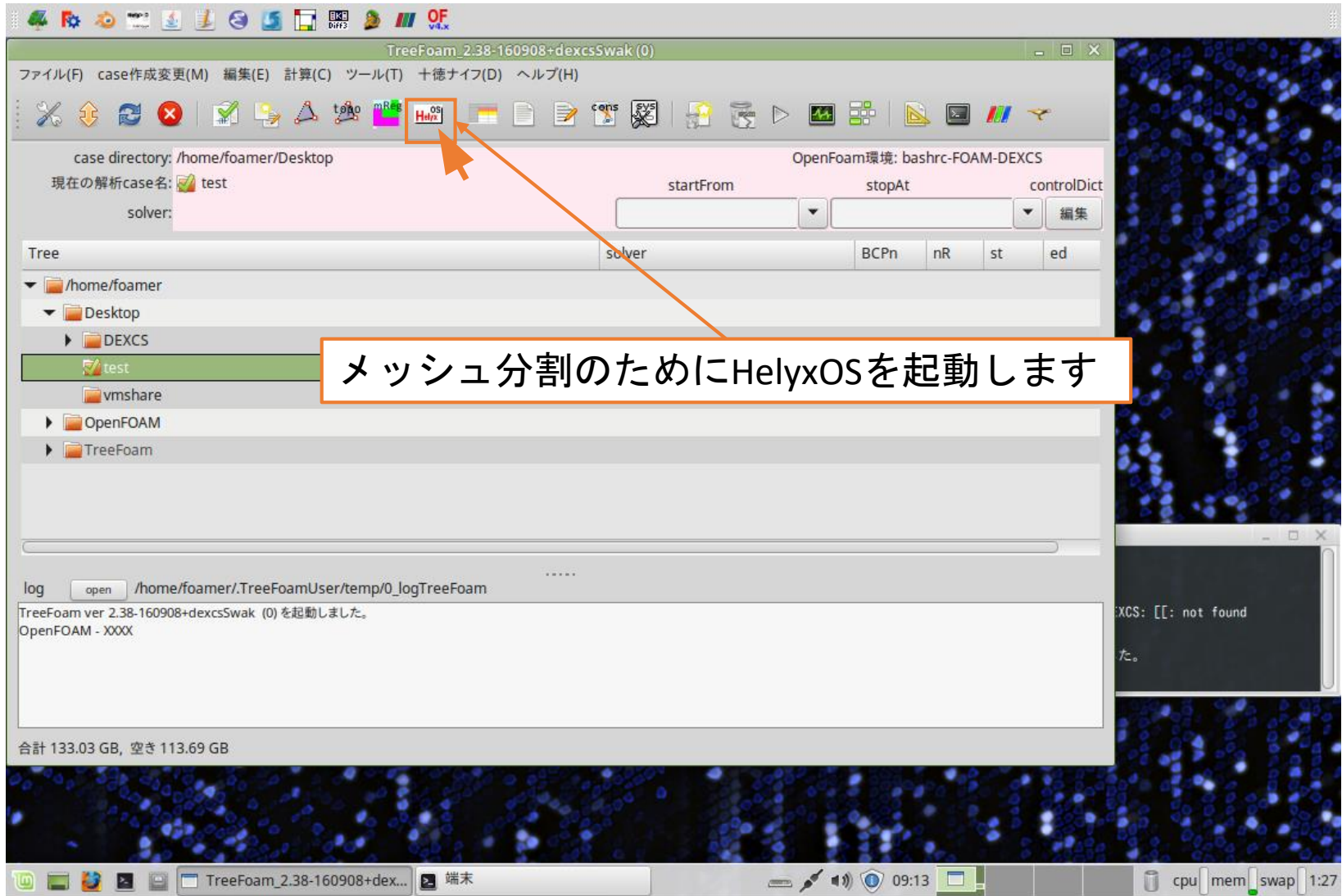
- /home/foamer
  - Desktop
    - DEXCS
      - test** (highlighted with a green bar and a green checkmark icon)
      - vmware
    - OpenFOAM
    - TreeFoam

Annotations in the image provide the following instructions:

- ② 「選択したフォルダを解析caseに設定」 ボタンをクリックします。(An orange arrow points from this text to the green checkmark icon in the toolbar.)
- ① 作業フォルダを選択します (ここでは「test」という名前のフォルダ)
- 作業フォルダにはフォルダ名の左側に  マークが表示されます。(An orange arrow points from this text to the green checkmark icon next to the 'test' folder in the tree.)

The bottom status bar shows system information: 合計 133.03 GB, 空き 113.69 GB, and a taskbar with the time 09:13 and system resources (cpu, mem, swap).

# HelyxOSでメッシュ分割



メッシュ分割のためにHelyxOSを起動します

# HelyxOSでメッシュ分割

「newCase作成」をクリックして作業フォルダをHelyxOS用の初期フォルダを作成します。

The screenshot displays the HelyxOS desktop environment. On the left, a file explorer window shows the 'test' directory containing subfolders '0', 'constant', 'log', and 'system', along with files 'backstep.fcstd' and 'backstep.stl'. The '0' folder is highlighted with an orange box. In the background, the TreeFoam application window is visible with a menu bar and toolbar. On the right, the 'HelyxOSによる編集' (Edit with HelyxOS) configuration panel is open. The 'newCase作成' button is highlighted with an orange box and a mouse cursor. Below it, the 'stlファイル' section shows a path of '/model' and a 'stlチェック...' button. The 'HelyxOS' section includes a '特徴線の抽出' (Feature Line Extraction) section with a 'Dict実行(抽出)...' button. The 'HelyxOSの起動' (Start HelyxOS) section has a checkbox for 'mesh作成・編集する' (Create/Edit mesh). The 'paraFoam起動' (Start paraFoam) section has a 'paraFoamを起動してmeshを確認' (Start paraFoam to check mesh) option. The 'csvファイルによるmesh作成' (Create mesh from csv file) section includes buttons for 'csv作成...', 'csv編集', 'snappyDict作成...', 'snappyDict編集', 'snappy実行...', and 'patch名修正...'. A '閉じる' (Close) button is at the bottom right of the configuration panel.

# HelyxOSでメッシュ分割

The screenshot displays the HelyxOS software interface. The main window is titled "TreeFoam\_2.38-160908+dexcsSwak (0)". A secondary window titled "HelyxOSによる編集" is open, showing a "newCase" dialog. In this dialog, the "stlファイル" field is set to "/model", and the "参照..." button is highlighted with an orange box and an arrow. A text box with the instruction "①「参照」をクリックします。" points to this button. Below this, a file selection dialog titled "folderを選択する" is open, showing a tree view of folders. The "test" folder is selected and highlighted with an orange box and an arrow. A text box with the instruction "②stlファイルを保存したフォルダを選択します。選択したら「決定」をクリックします。" points to the "test" folder. The "決定" button in the file selection dialog is also highlighted with an orange box and an arrow.

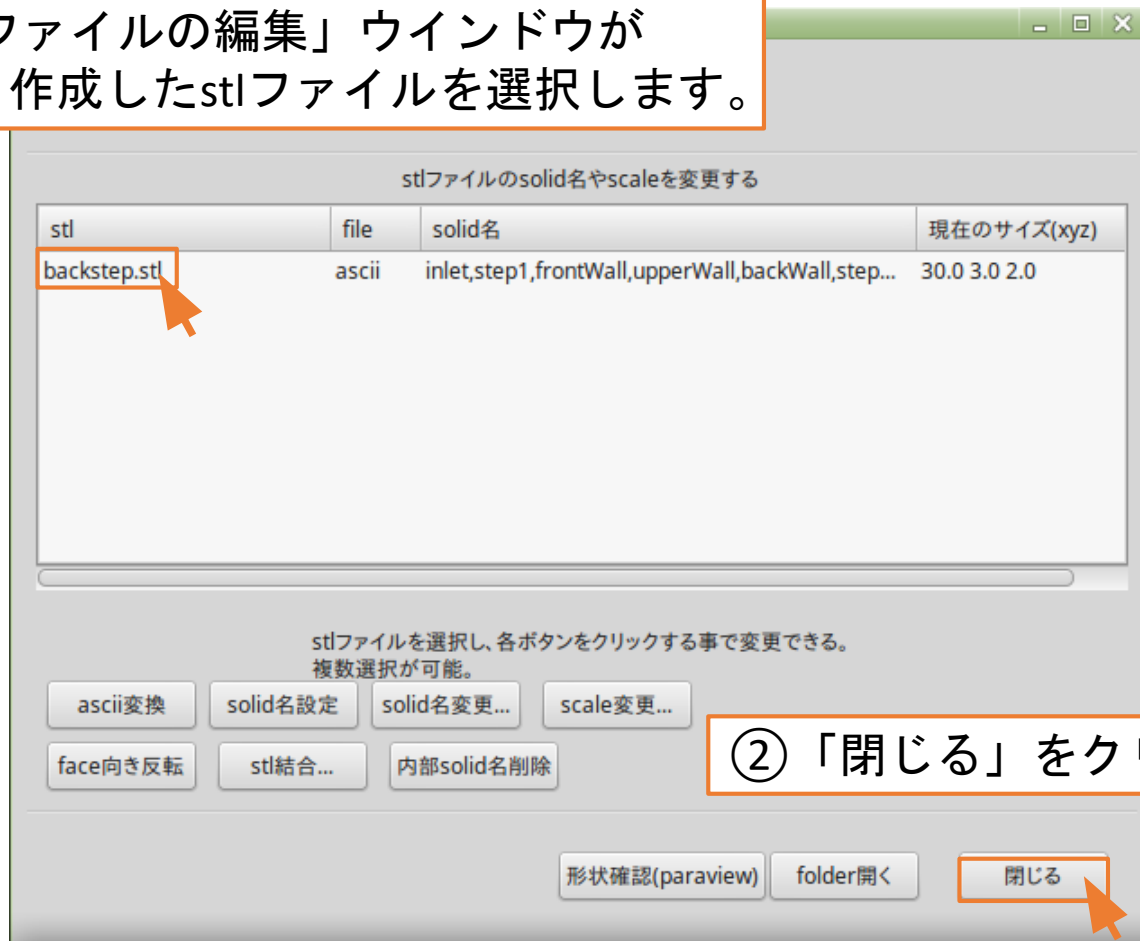
# HelyxOSでメッシュ分割

① フォルダパスの表示が先ほど選択したフォルダになっていることを確認します。

② 「stlチェック」ボタンをクリックします。

# HelyxOSでメッシュ分割

①新たに「stlファイルの編集」ウインドウが開きますので、作成したstlファイルを選択します。



②「閉じる」をクリックします。

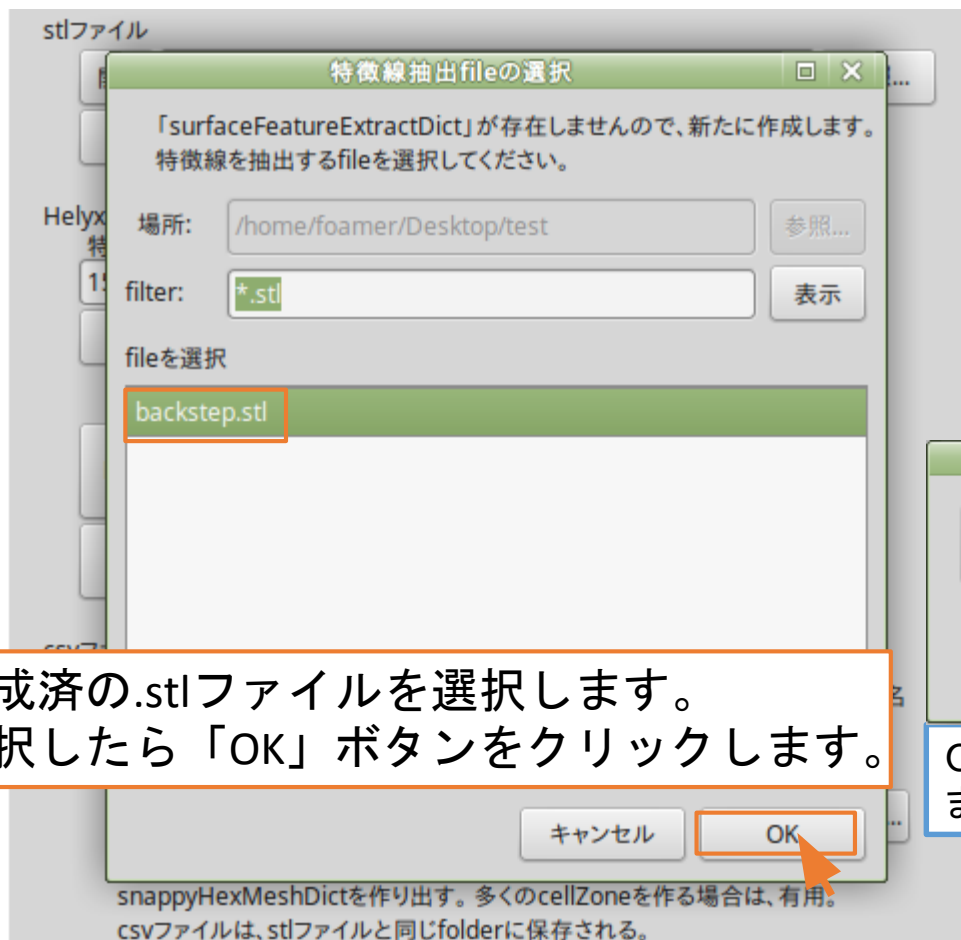
# HelyxOSでメッシュ分割

次に「Dict編集」ボタンをクリックします。

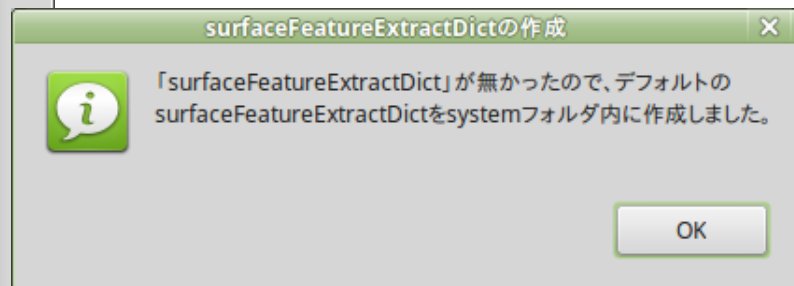
The screenshot shows the HelyxOS desktop environment. The main window is 'TreeFoam\_2.38-160908+dexcsSwak (0)'. The 'HelyxOSによる編集' (Edit by HelyxOS) dialog box is open, showing options for creating a new case, setting the stl file path, and configuring mesh creation. The 'Dict編集...' button is highlighted with a red box and an arrow. The terminal window shows the following output:

```
log /home/foamer/.TreeFoamUser/temp/0_logTreeFoam
stlファイルのsolid名をチェックします。
sh: 9: /home/foamer/.TreeFoamUser/app/bashrc-FOAM-DEXCS: [: not found
OpenFOAM-4.x
--FOAM端末を起動しました。
合計 133.03 GB, 空き 113.69 GB
```

# HelyxOSでメッシュ分割



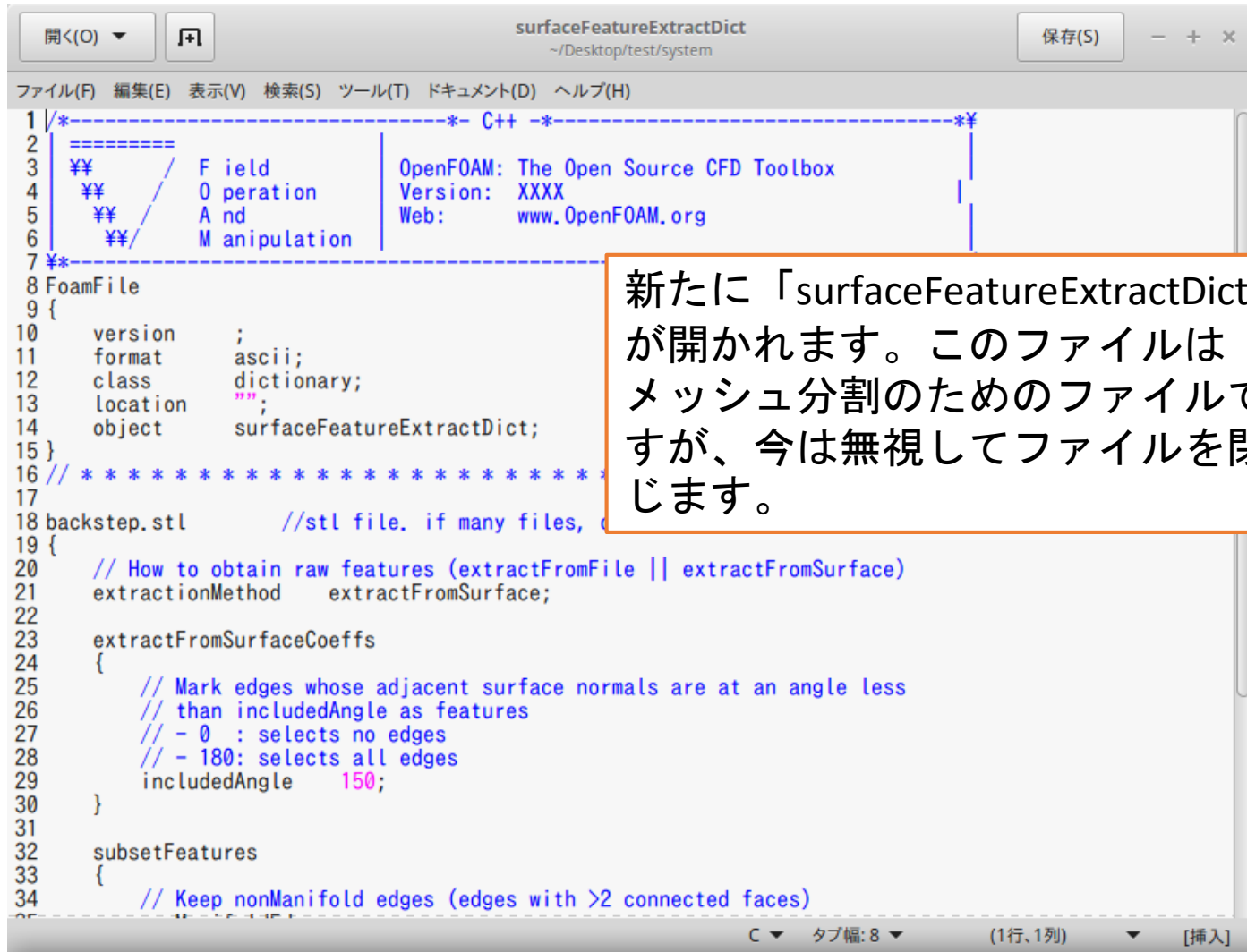
作成済の.stlファイルを選択します。  
選択したら「OK」ボタンをクリックします。



OKボタンを押すと上記のダイアログが表示されますが、無視してOKをクリックしてください



# HelyxOSでメッシュ分割



```
1 |*-----* C++ -*-----*
2 |=====
3 | ¥¥ Field OpenFOAM: The Open Source CFD Toolbox
4 | ¥¥ Operation Version: XXXX
5 | ¥¥ And Web: www.OpenFOAM.org
6 | ¥¥/ Manipulation
7 |*-----*
8 FoamFile
9 {
10     version      ;
11     format        ascii;
12     class         dictionary;
13     location      "";
14     object        surfaceFeatureExtractDict;
15 }
16 // *****
17
18 backstep.stl      //stl file. if many files,
19 {
20     // How to obtain raw features (extractFromFile || extractFromSurface)
21     extractionMethod    extractFromSurface;
22
23     extractFromSurfaceCoeffs
24     {
25         // Mark edges whose adjacent surface normals are at an angle less
26         // than includedAngle as features
27         // - 0 : selects no edges
28         // - 180: selects all edges
29         includedAngle    150;
30     }
31
32     subsetFeatures
33     {
34         // Keep nonManifold edges (edges with >2 connected faces)
35     }
```

新たに「surfaceFeatureExtractDict」が開かれます。このファイルはメッシュ分割のためのファイルですが、今は無視してファイルを閉じます。

# HelyxOSでメッシュ分割

The screenshot displays the HelyxOS interface. On the left, the 'TreeFoam\_2.38-160908+dexcsSwak (0)' window shows a file tree with 'test' selected. The main window, 'HelyxOSによる編集', has a 'Dict実行(抽出)...' button highlighted with an orange box and an arrow. Below it, a confirmation dialog titled '特徴線の抽出' is shown with an 'OK' button also highlighted with an orange box and an arrow. The dialog text reads: 'surfaceFeatureExtractDict内容に基づき、特徴線を抽出します。' The system tray at the bottom shows the time as 09:33 and resource usage for CPU, memory, and swap.

① 「Dict実行」をクリックします。

② 確認のダイアログが出るので、「OK」をクリックします。

# 特徴線の抽出

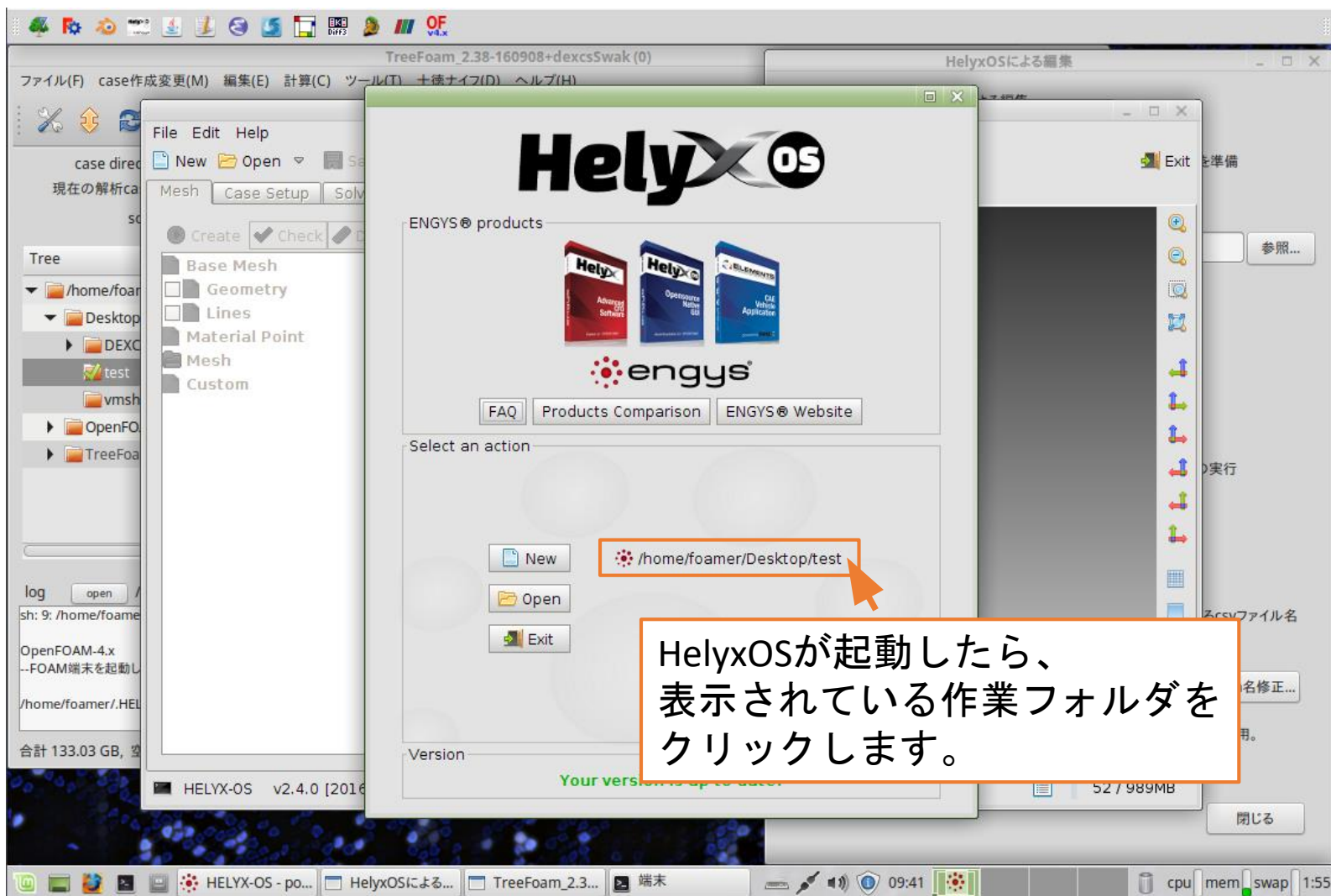


特徴線の抽出に成功したら  
上のようなダイアログが出ますので、  
「OK」をクリックして閉じます。

# HelyxOSの起動

The screenshot shows the TreeFoam 2.38-160908+dexcsSwak (0) interface. The main window displays the file tree and solver settings. A dialog box titled 'HelyxOSによる編集' is open, showing options for creating a new case and setting the stFile path. A text box with an orange border contains the instruction: 'メッシュ分割のためHelyxOSを起動します。起動のため、「HelyxOSの起動」ボタンをクリックします。' (To perform meshing, start HelyxOS. To start it, click the 'HelyxOSの起動' button.) The dialog box also features buttons for 'HelyxOSの起動', 'paraFoam起動', and 'Dict実行(抽出)...'. The bottom status bar shows system information like CPU, memory, and swap usage.

# HelyxOSの起動

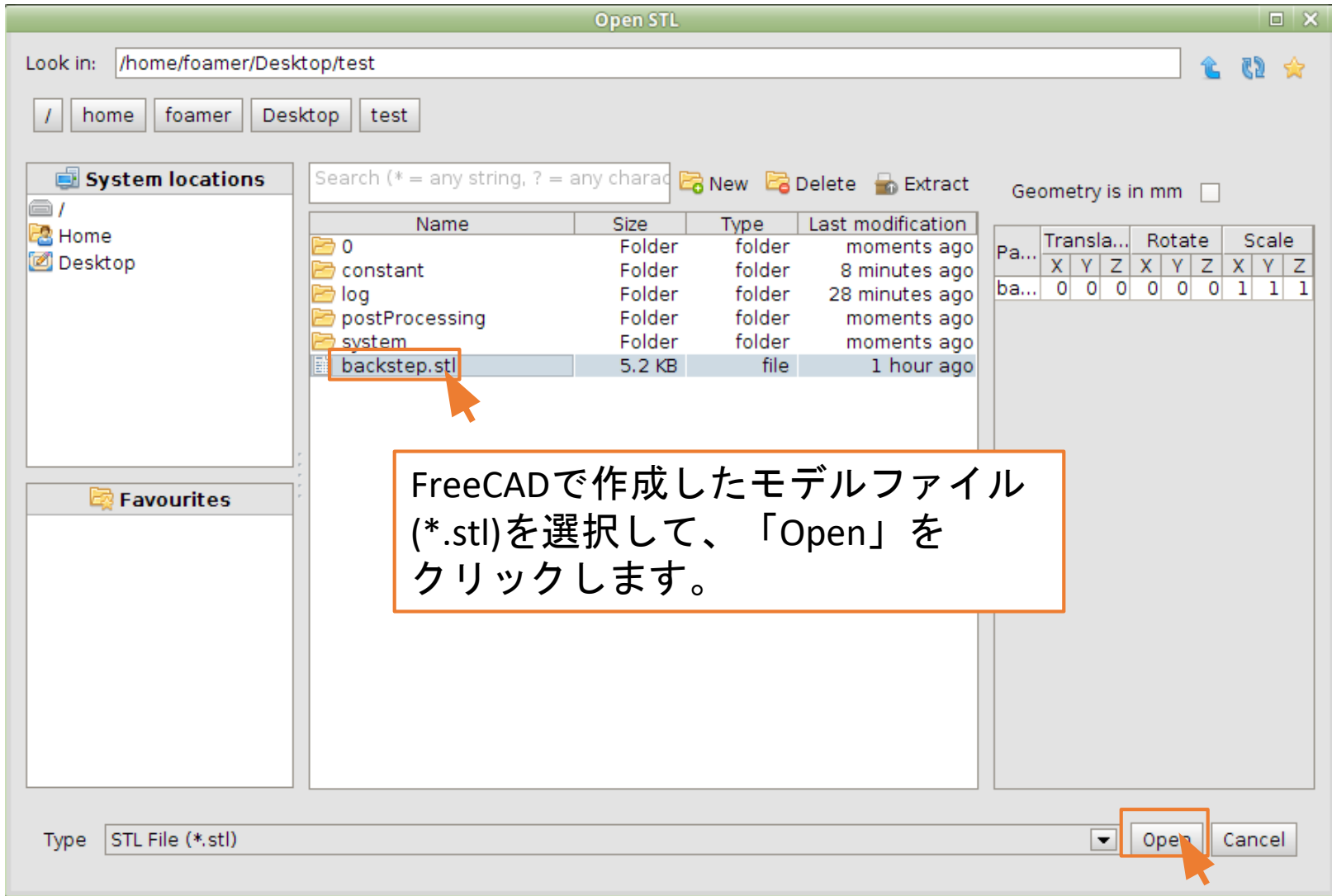


# Stlファイルの読み込み

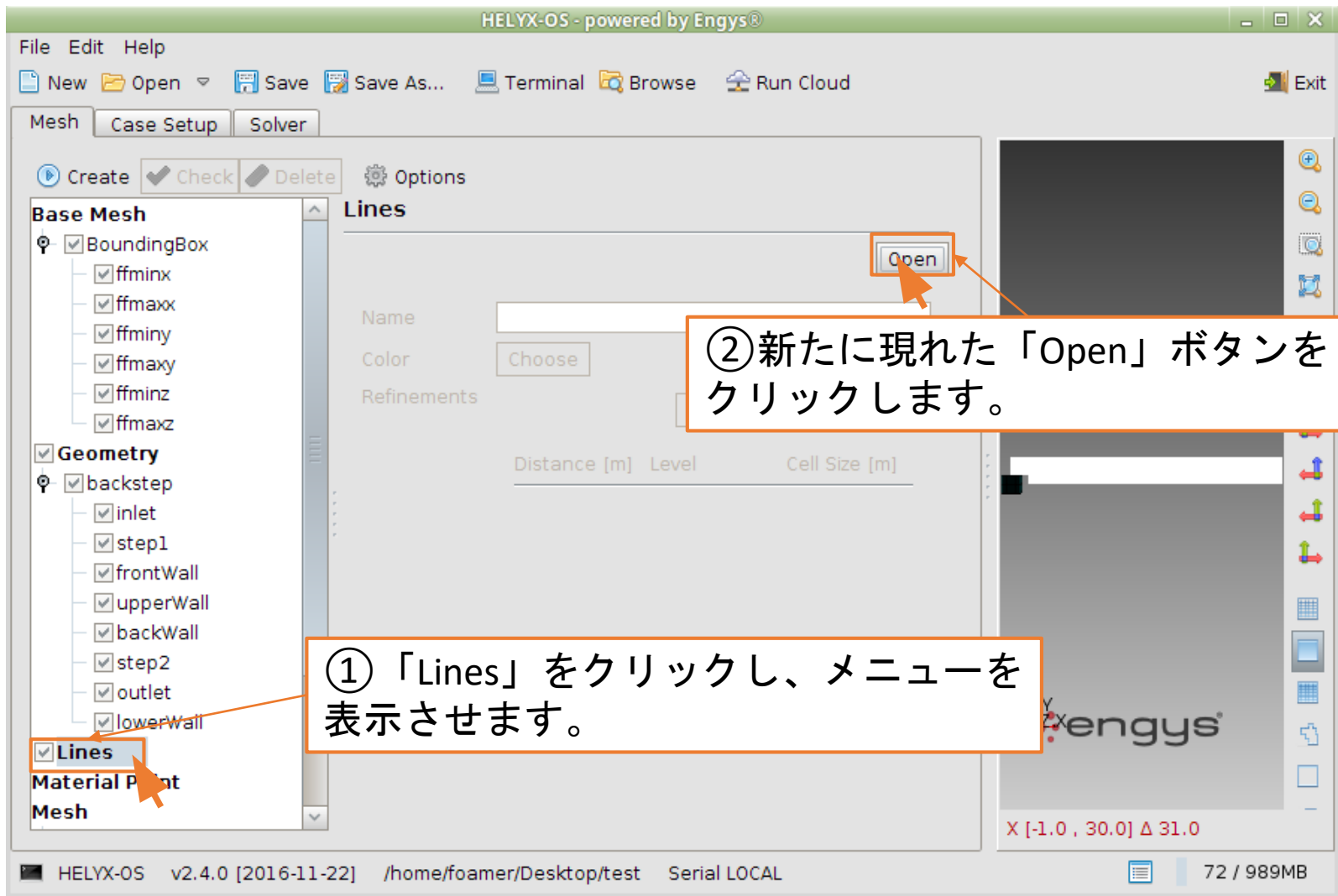
② 「STL」のボタンをクリックします。

① フォルダが読み込まれたら、左のツリーから「Geometry」を選択します。

# Stlファイルの読み込み

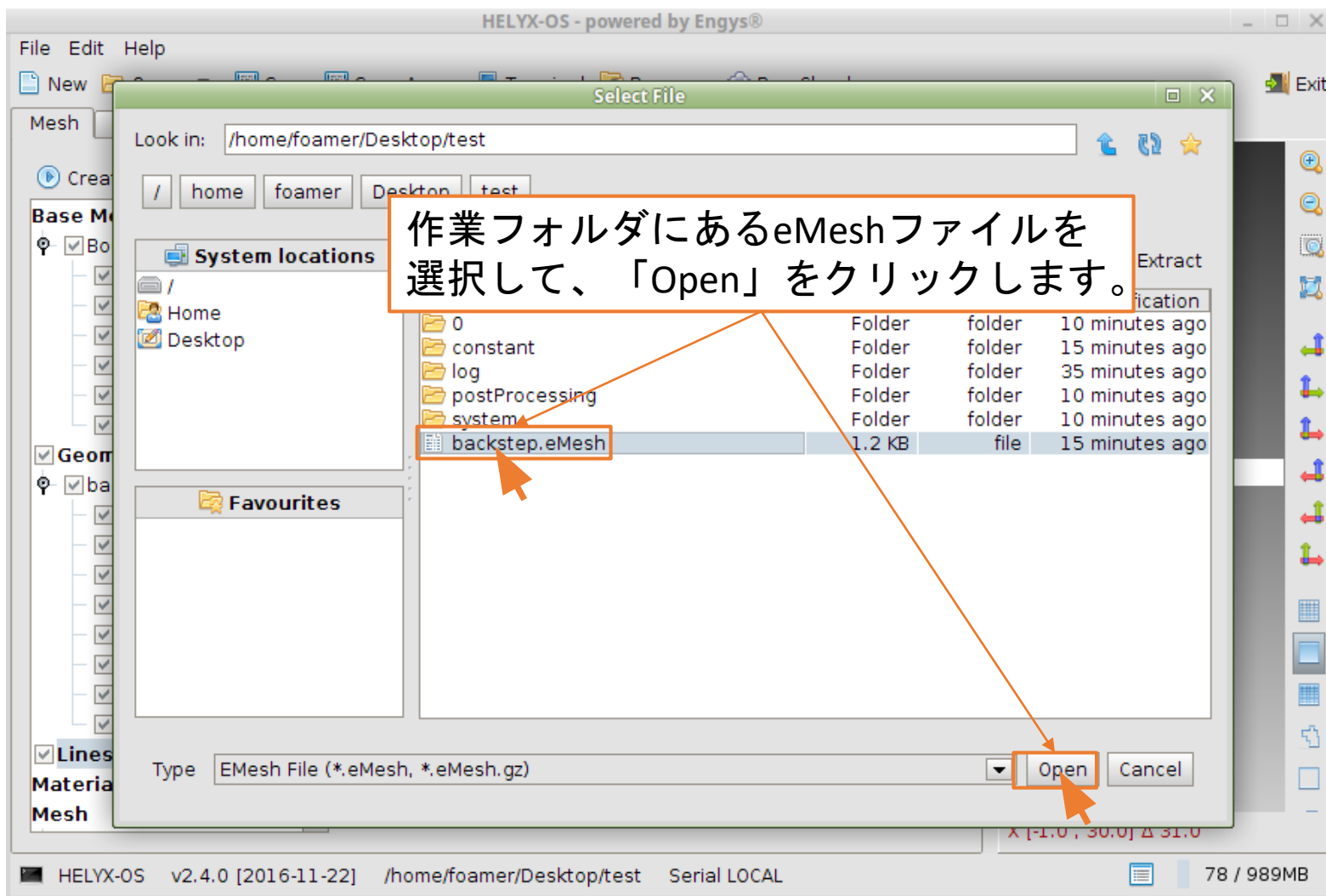


# 特徴線ファイルの読み込み





# 特徴線ファイルの読み込み



# メッシュ分割の設定

①左のツリーから「BoundingBox」を選択します。

②「BaseMeshType」を「User Defined」にします。

③XYZの設定を下図のようにします。

	X	Y	Z
Min [m]	-0.1	-0.1	-0.1
Max [m]	30.1	3.1	2.1
Elements	50	15	10

Min、Maxはメッシュ分割の領域にあわせて調整しますElementsはメッシュ分割の数を示しています

# メッシュ分割の設定

File Edit Help  
New Open Save Save As... Terminal Browse Run Cloud Exit

Mesh Case Setup Solver

Create Check Delete Options

**Base Mesh**

- ☑ BoundingBo
- ☑ ffmix
- ☑ ffmixx
- ☑ ffmixy
- ☑ ffmixz
- ☑ ffmixxy
- ☑ ffmixyz

**Geometry**

- ☑ backstep
- ☑ inlet
- ☑ step1
- ☑ frontWall
- ☑ upperWall
- ☑ backWall
- ☑ step2
- ☑ outlet
- ☑ lowerWall

**Lines**

- ☑ backstep

**Material Point**

**Geometry**

STL

Patch Name step2

**Refinement** Layer

Surface

Level 1 1

Proximity Refinement

Volumetric

Mode None

X [-1.00E-1, 3.01E1] Δ 3.02E1

69 / 989MB

engys

- ・ 「Level」はメッシュを細分化する項目です
- ・ ステップ部分はメッシュ形状が崩れやすいので細かくします。

② Levelを「1 1」に設定します

① 左のツリーから「step2」を選択します。

# メッシュ作成位置の設定

HELIX-OS - powered by Engys®

File Edit Help

New Open Save Save As... Terminal Browse Run Cloud Exit

Mesh Case Setup Solver

Create Check Delete Options

Base Mesh

- ☐ BoundingBox
  - ☑ ffxminx
  - ☑ ffxmaxx
  - ☑ ffxminy

Material Point

5.0 2.0 0.3

② 電球マークをクリックします

5.0 2.0 0.3

③ 「5.0 2.0 0.3」と入力します

① 左のツリーから「Material Point」を選択します。

赤いマークが指定した点の位置を示しています

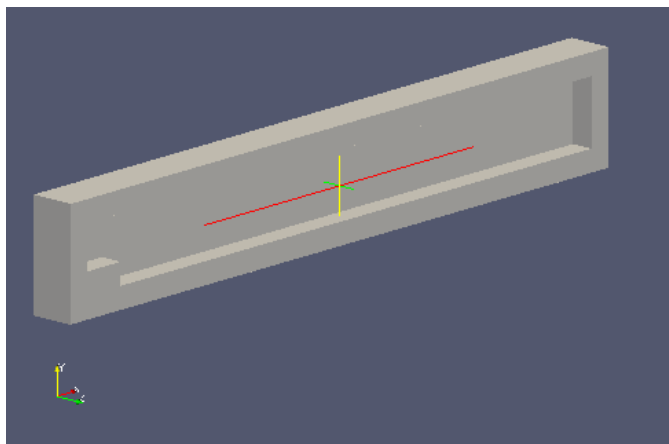
engys®

X [-1.00E-1 , 3.01E1] Δ 3.02E1

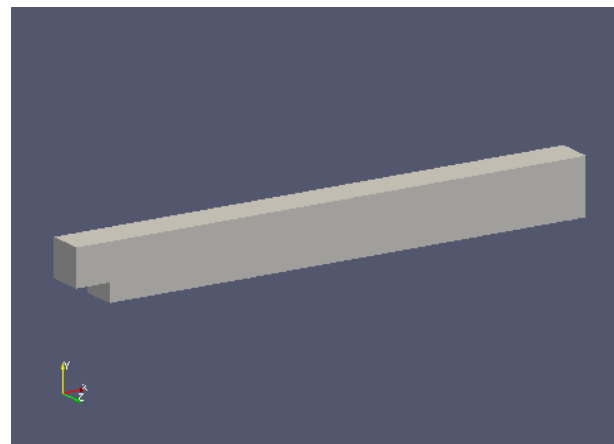
HELIX-OS v2.4.0 [2016-11-22] /home/foamer/Desktop/test Serial LOCAL 61 / 989MB

# メッシュ作成位置の設定

Material Pointを読み込んだSTLファイルの内部に設定するか、外部に設定するかでメッシュを作成する領域が変化します。

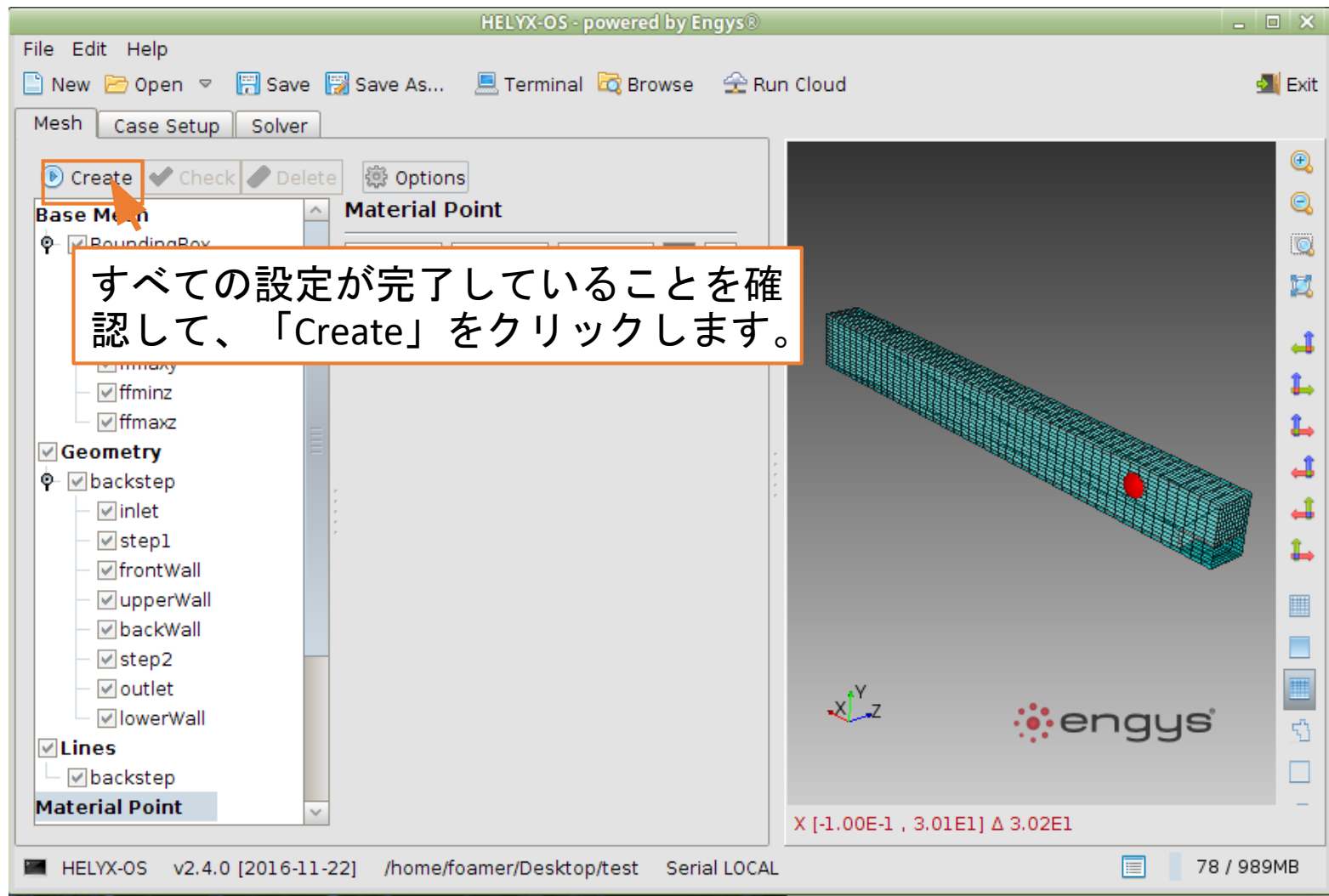


モデルの外部を指定した場合

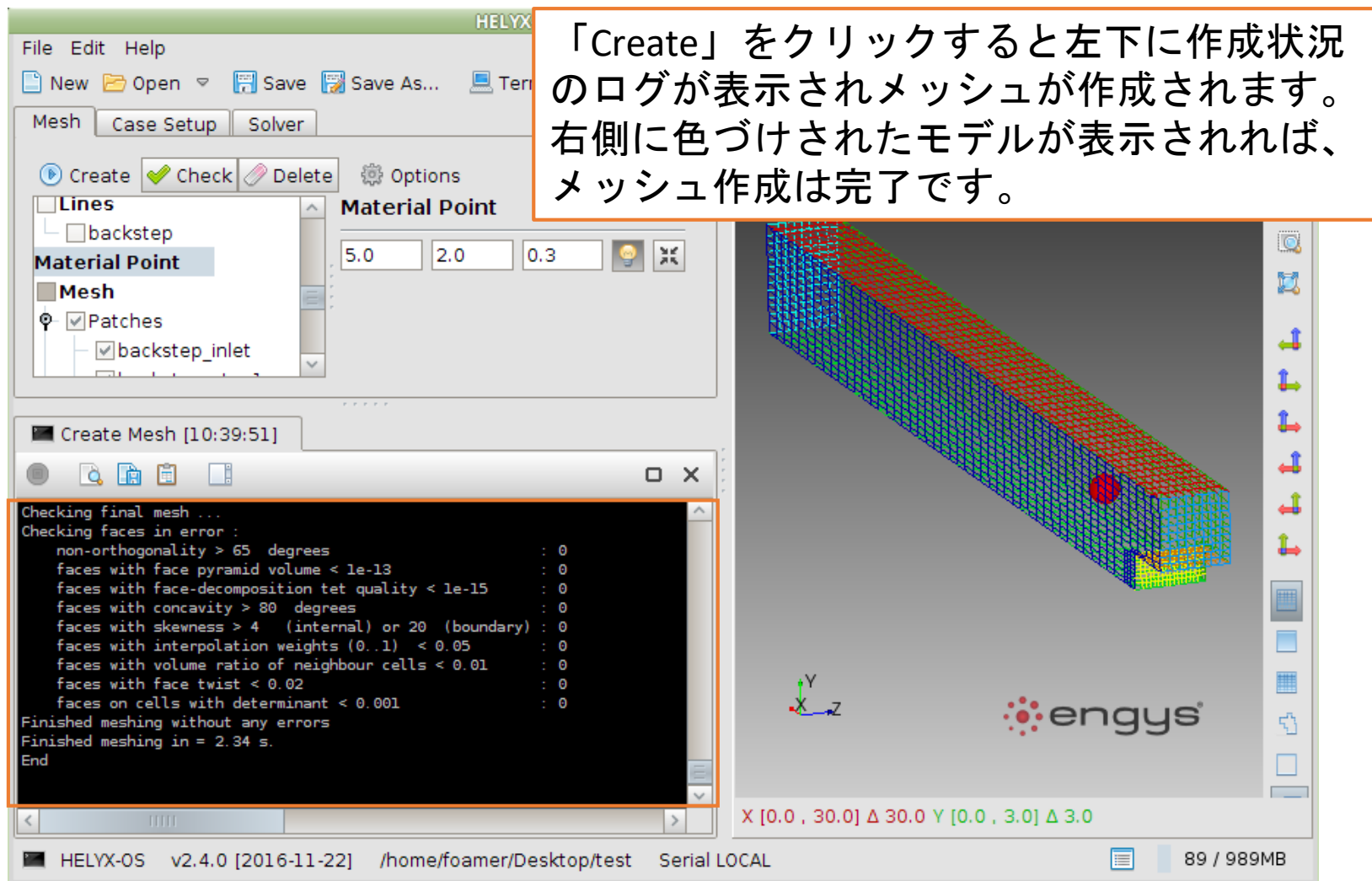


モデルの内部を指定した場合

# メッシュの作成



# メッシュの作成

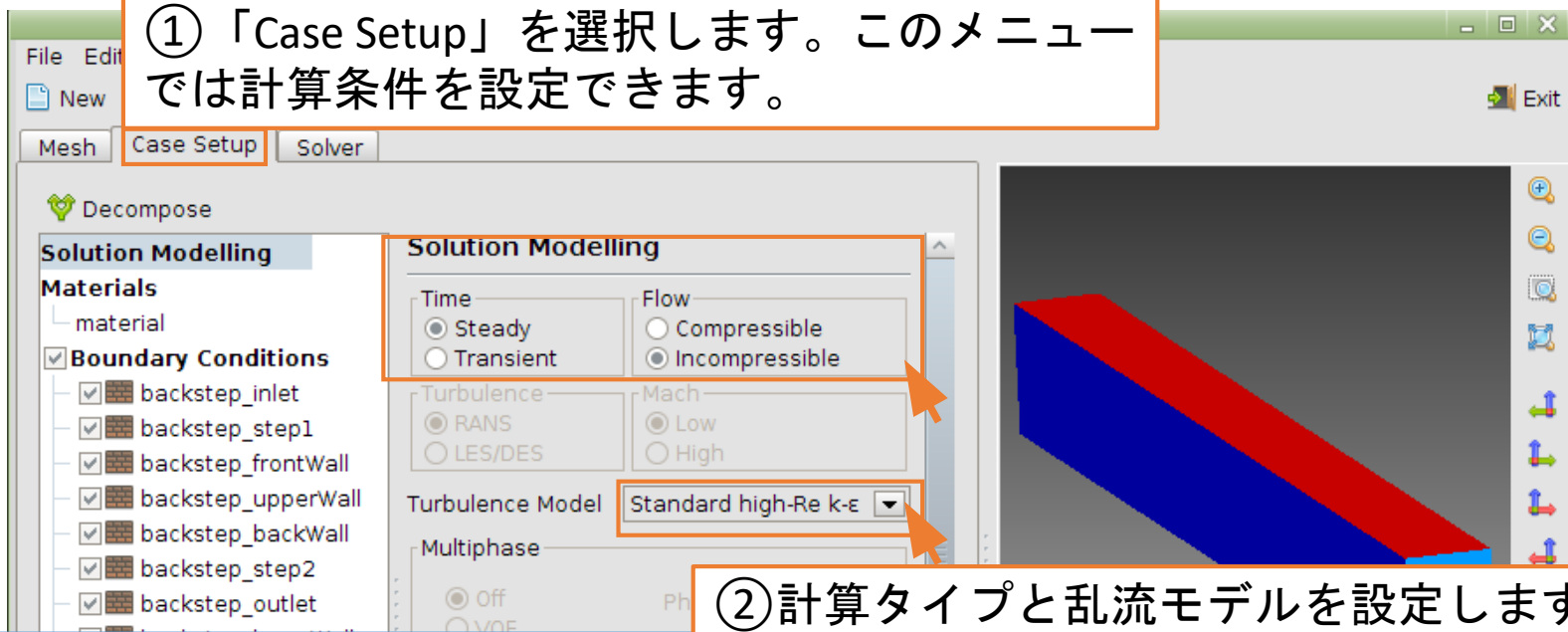


「Create」をクリックすると左下に作成状況のログが表示されメッシュが作成されます。右側に色づけされたモデルが表示されれば、メッシュ作成は完了です。

```
HELIX
File Edit Help
New Open Save Save As... Ter
Mesh Case Setup Solver
Create Check Delete Options
Material Point
5.0 2.0 0.3
Mesh
Patches
backstep_inlet
Create Mesh [10:39:51]
Checking final mesh ...
Checking faces in error :
non-orthogonality > 65 degrees : 0
faces with face pyramid volume < 1e-13 : 0
faces with face-decomposition tet quality < 1e-15 : 0
faces with concavity > 80 degrees : 0
faces with skewness > 4 (internal) or 20 (boundary) : 0
faces with interpolation weights (0..1) < 0.05 : 0
faces with volume ratio of neighbour cells < 0.01 : 0
faces with face twist < 0.02 : 0
faces on cells with determinant < 0.001 : 0
Finished meshing without any errors
Finished meshing in = 2.34 s.
End
HELIX-OS v2.4.0 [2016-11-22] /home/foamer/Desktop/test Serial LOCAL 89 / 989MB
```

# HelyxOSでの条件設定

① 「Case Setup」を選択します。このメニューでは計算条件を設定できます。



② 計算タイプと乱流モデルを設定します。「Time」は「Steady」、「Flow」は「Incompressible」、「Turbulence Model」は「Standard high-Re k-ε」とします。



State Changed  
Solution state has been changed.  
All fields default settings are going to be reset now.  
Continue?

OK Cancel

これ以降、別のメニューに移動する際に変更を認めるか聞かれます。問題がなければOKをクリックしてください。

【定常、非圧縮】  
定常は流れが時間の変化によって様相が変わらない状態のこと  
非圧縮は流体の密度変化がない状態



# 流体物性の入力

① 「Materials」 の下の 「air」 を選択します。

② 「Change Material」 をクリックします。

③ HelyxOSにはデフォルトで物性がいくつか入っています。今回は「water」を選択します。選択後「OK」をクリックしてください。

# 境界条件の設定(流入条件)

① 「Boundary Conditions」 の下の 「backstep\_inlet」 を選択します。

② 「Type」 は 「patch」 を選択します。

③ 「Momentum」 は以下のように設定してください

Zero Gradient: 勾配なし

# 境界条件の設定(流出条件)

The screenshot shows the HELYX-OS software interface. On the left, the 'Boundary Conditions' tree is expanded, and 'backstep\_outlet' is selected. The main panel shows the settings for this boundary condition. The 'Patch Type' is set to 'Patch'. The 'Momentum' tab is active, and the 'Velocity Type' is set to 'Zero Gradient'. The 'Pressure Type' is set to 'Fixed Value' with a value of '0.0'.

② 「Type」は「patches」を選択し、「Momentum」は以下のように設定してください

① 「Boundary Conditions」 の下の 「backstep\_outlet」 を選択します。

計算実行：  
オープンソースの流体解析  
ツールBOX  
「OpenFOAM」で計算実行

# 計算条件の設定

「RunTime Controls」をクリックします

ここでは条件は変更しませんが、  
デフォルトで次のようになっています  
計算時間：0.0～1000.0  
結果出力間隔：1000秒ごと

HELYX-OS v2.4.0 [2016-11-22] /home/foamer/Desktop/test Serial LOCAL 62 / 989MB

# 計算の開始

The screenshot shows the HELYX-OS software interface. The 'Solver' tab is selected in the top menu bar. The 'Run Options' panel is visible, containing a 'Run' button and an 'Edit Script' button. The 'Run' button is highlighted with an orange arrow. The 'Log File' field shows 'simpleFoam.log'. The interface also displays a tree view of 'Run Options' on the left, including 'Runtime Controls', 'Residuals', and 'Mesh' with various sub-options like 'backstep\_inlet', 'backstep\_step1', etc. A 3D model of a cube is visible on the right side of the interface.

① 設定が終わったら「Solver」タブを表示します。

② 「Run」をクリックして、計算を実行します。

# 計算中の表示

The screenshot displays the HELYX-OS interface. The main window shows a 'Residuals' plot with the y-axis on a logarithmic scale from  $1e-5$  to  $1e0$  and the x-axis labeled 'Iteration [-]' from 0 to 1,000. The plot shows several curves for variables Ux, Uy, Uz, and p, all of which decrease and stabilize around iteration 250. A text box above the plot states: 「計算中は残差プロットのグラフが表示されます。」 (During calculation, the residual plot graph is displayed.)

Below the plot, a terminal window shows the following output:

```
smoothSolver: Solving for epsilon, Initial residual = 8.433600206e-06, Final residual = 3.480221795e-07, No Iterations in 1
smoothSolver: Solving for k, Initial residual = 9.950502993e-06, Final residual = 7.309711307e-07, No Iterations in 1
ExecutionTime = 46.97 s ClockTime = 47 s
End
```

A text box below the terminal window states: 「左下の黒い画面に「End」と出れば計算完了です。」 (When 'End' appears on the black screen in the bottom left, the calculation is complete.)

The interface also includes a 'Run Options' panel on the left with 'Runtime Controls' and 'Residuals' sections, and a 3D model of a part on the right.

可視化：  
オープンソースの  
可視化ソフト「ParaView」  
で結果の確認



# 結果の可視化—ParaViewの起動

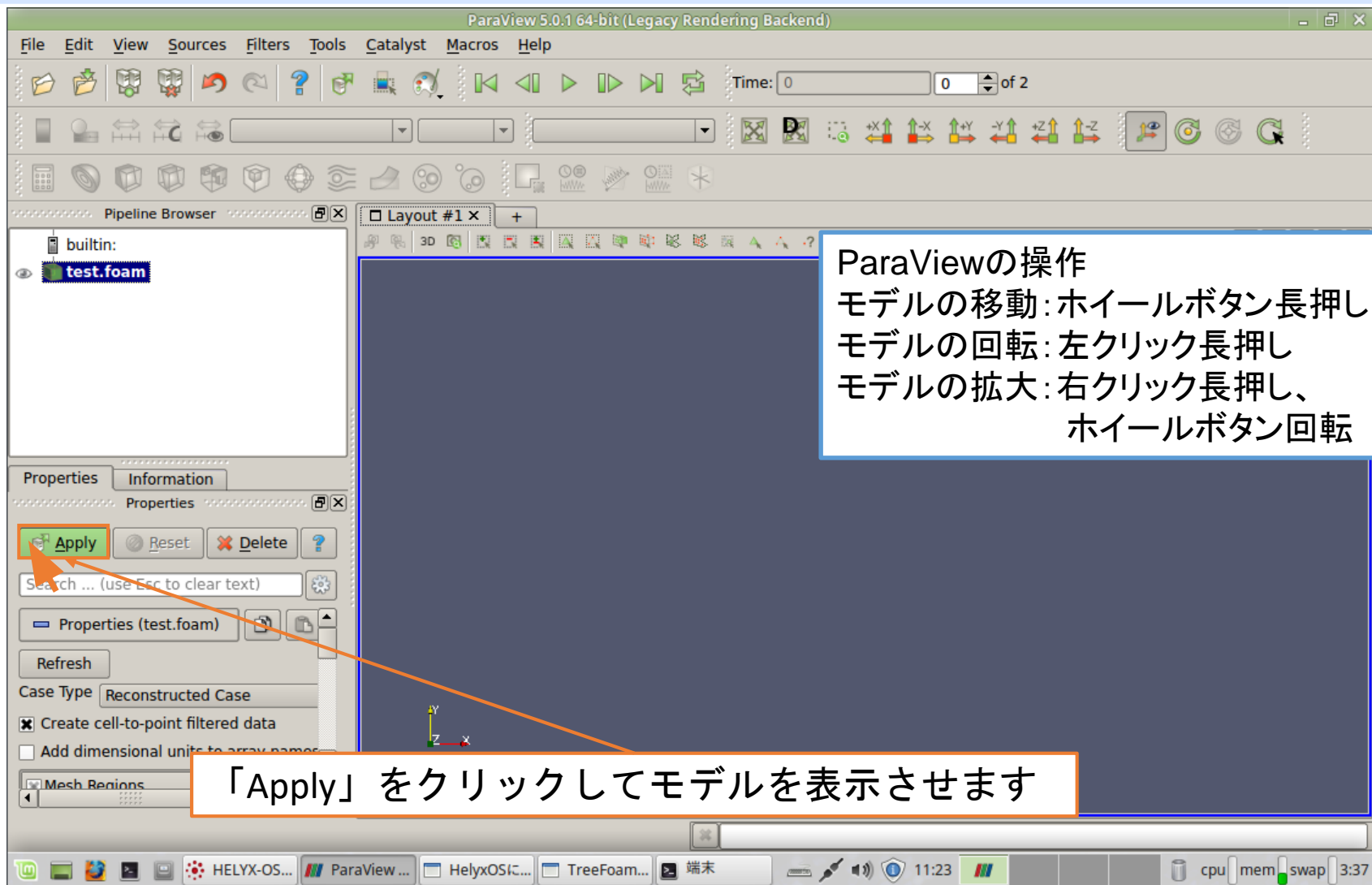
The screenshot displays the HELYX-OS interface. At the top, the title bar reads "HELYX-OS - powered by Engys®". The main window is divided into several sections:

- File Edit Help**: Standard menu options.
- Mesh Case Setup Sol**: Action buttons.
- Run Options Runtime Controls Residuals**: A sidebar menu with an arrow pointing to the **ParaView** button.
- Residuals**: A plot showing convergence curves for variables Ux, Uy, Uz, and p over 1,000 iterations. The y-axis is logarithmic, ranging from 1e-5 to 1e0.
- Run Case [11:19:27]**: A terminal window showing solver output:

```
smoothSolver: Solving for epsilon, Initial residual = 8.433600206e-06, Final residual = 3.480221795e-07, No Iterations in 1
smoothSolver: Solving for k, Initial residual = 9.950502993e-06, Final residual = 7.309711307e-07, No Iterations in 1
ExecutionTime = 46.97 s ClockTime = 47 s
End
```
- 3D Viewport**: A 3D model of a mechanical part with a coordinate system and the Engys logo.

An orange box highlights the **ParaView** button and the text: "結果を可視化するために、画面上の「ParaView」ボタンをクリックします。"

# モデルの表示



ParaViewの操作  
モデルの移動: ホイールボタン長押し  
モデルの回転: 左クリック長押し  
モデルの拡大: 右クリック長押し、  
ホイールボタン回転

「Apply」をクリックしてモデルを表示させます

# 可視化のための平面を作成

ここで表示する計算結果を選択するところです。（U=流速、p=圧力、ほか多数）

① 計算結果を表示する平面(Slice)を作成します「Slice」ボタンをクリックします。

② 「Z Normal」をクリックし「Apply」をクリックします。これで平面が作成されました。

# 流速ベクトルの作成

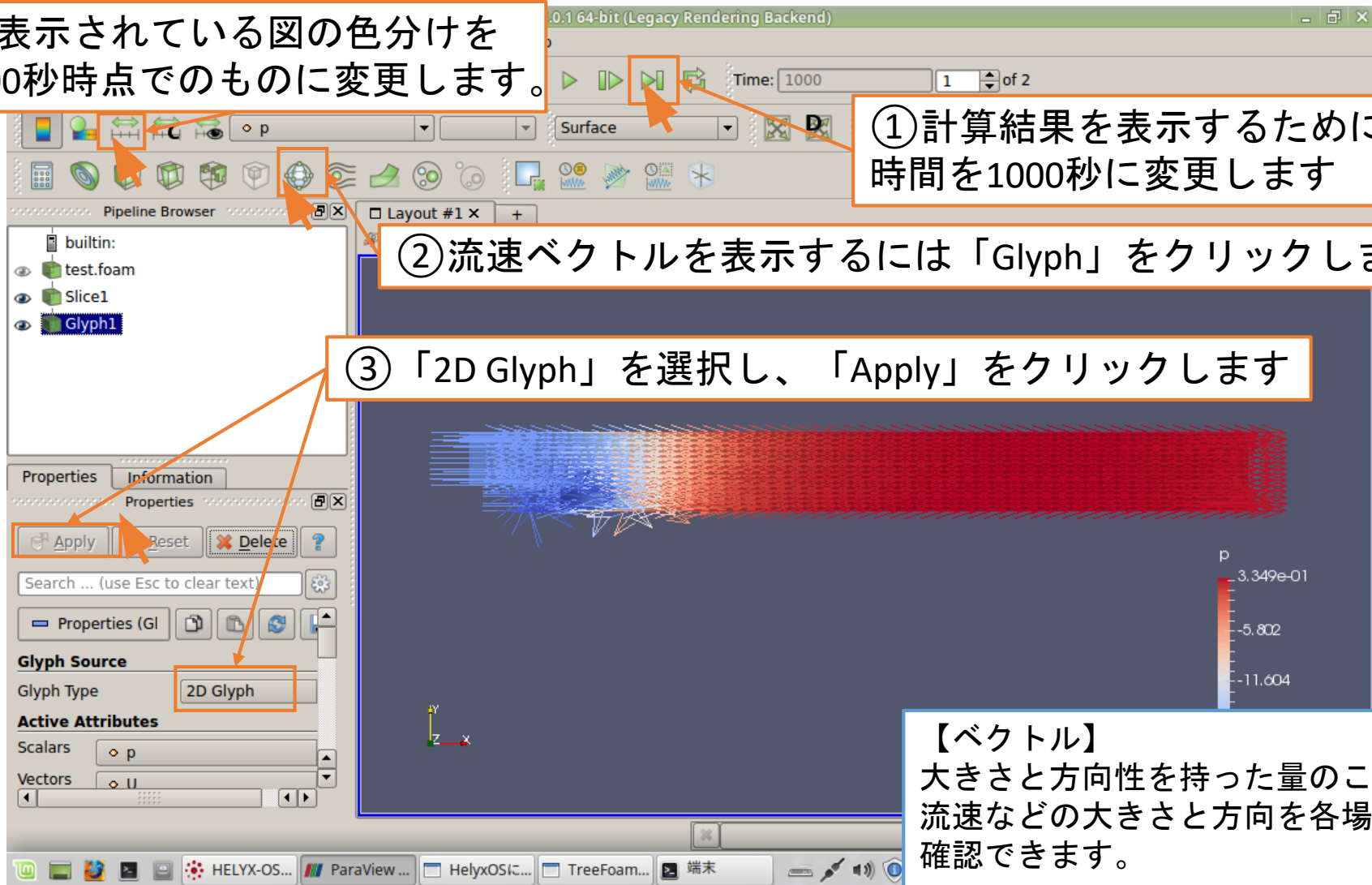
④ 表示されている図の色分けを1000秒時点でのものに変更します。

① 計算結果を表示するために時間を1000秒に変更します

② 流速ベクトルを表示するには「Glyph」をクリックします

③ 「2D Glyph」を選択し、「Apply」をクリックします

【ベクトル】  
大きさと方向性を持った量のこと。  
流速などの大きさと方向を各場所で確認できます。

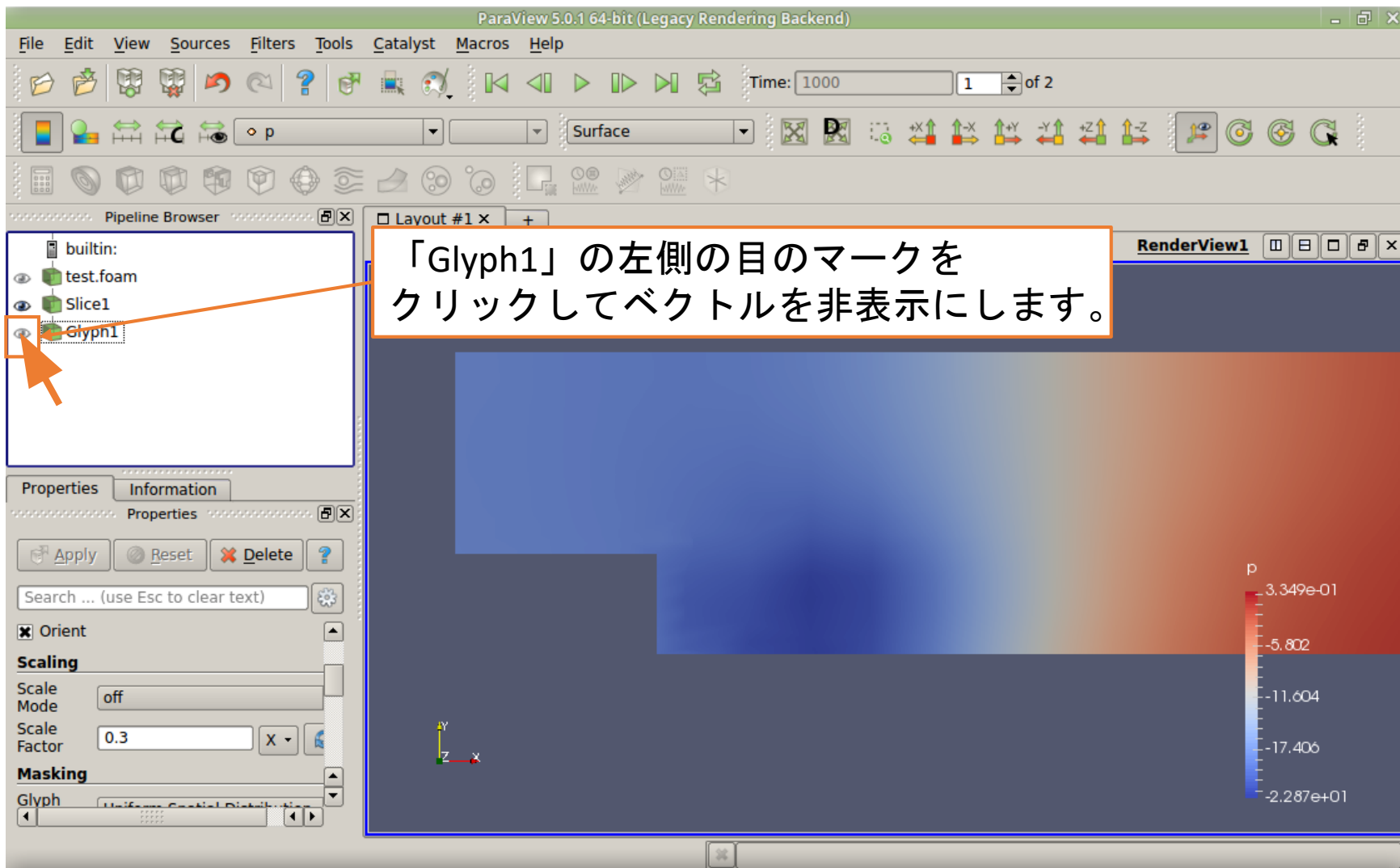


# 流速ベクトルの調整

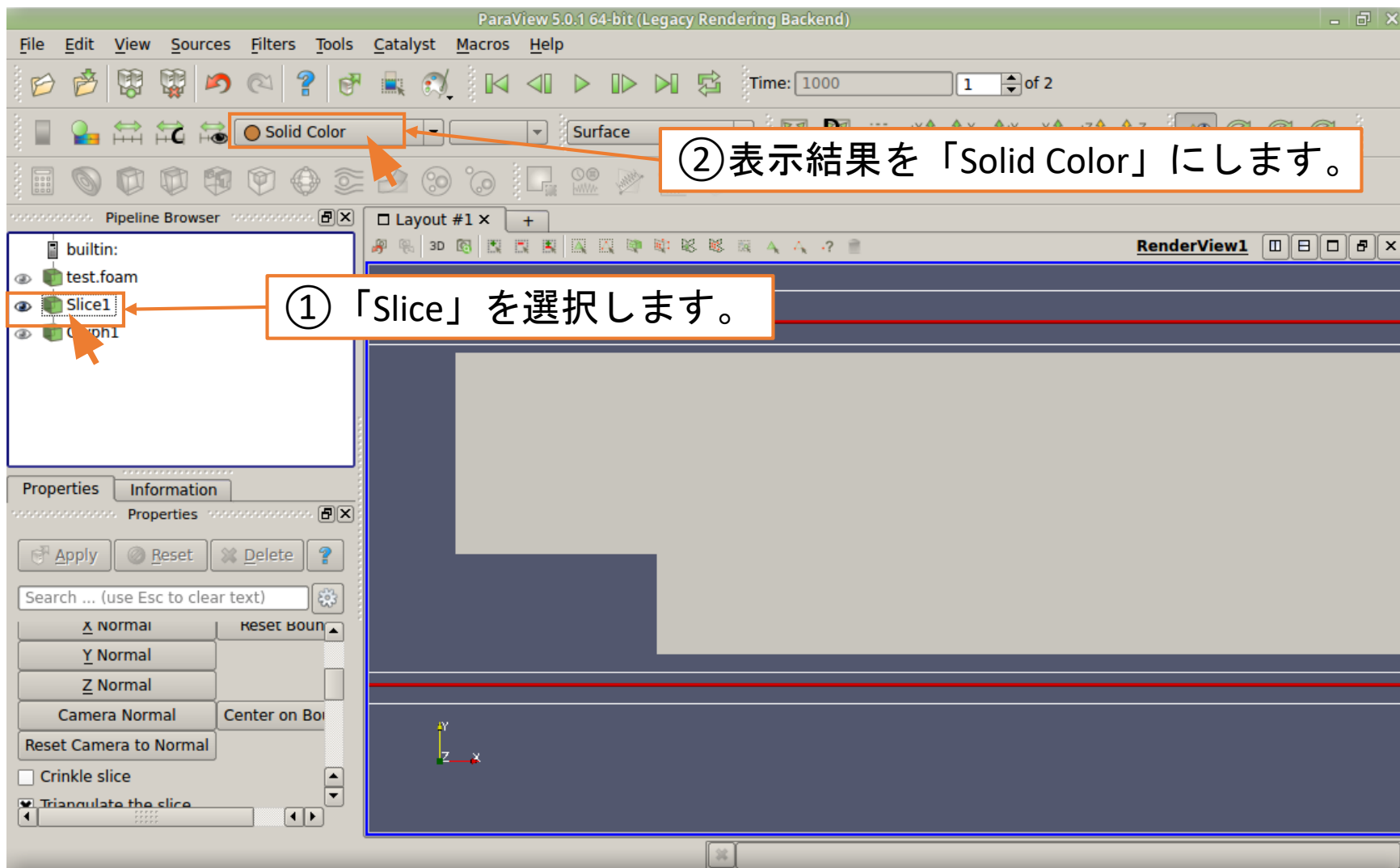
② 「Apply」をクリックします。  
ステップの後流を拡大すると渦が  
発生していることがわかります

① 「Scale Mode」を「off」に、  
「Scale Factor」を0.3にします

# 流線の作成ーベクトルの非表示



# 流線の作成—平面結果の非表示



# 流線の作成

① 「～.foam」 を選択します

② 「Stream Tracer」 を選択して 「Apply」 をクリックします

【流線】  
定常流れでは流れの軌跡を表しています



# 流線の調整

The screenshot shows the OpenCAE software interface with three callout boxes providing instructions for adjusting streamlines. The main window displays a 3D visualization of a flow field around a circular object, with streamlines colored by velocity magnitude. A color scale on the right indicates 'U Magnitude' values from 3.0332 to 1.213e+01.

③ 結果表示を「U」に変更します

① 「Seed Type」を「High Resolution Line Source」に変更します

② 「Point1」を<3 -1 1>、「Point2」を<3 3 1>と入力して、Applyをクリック

# コンタレンジの調整

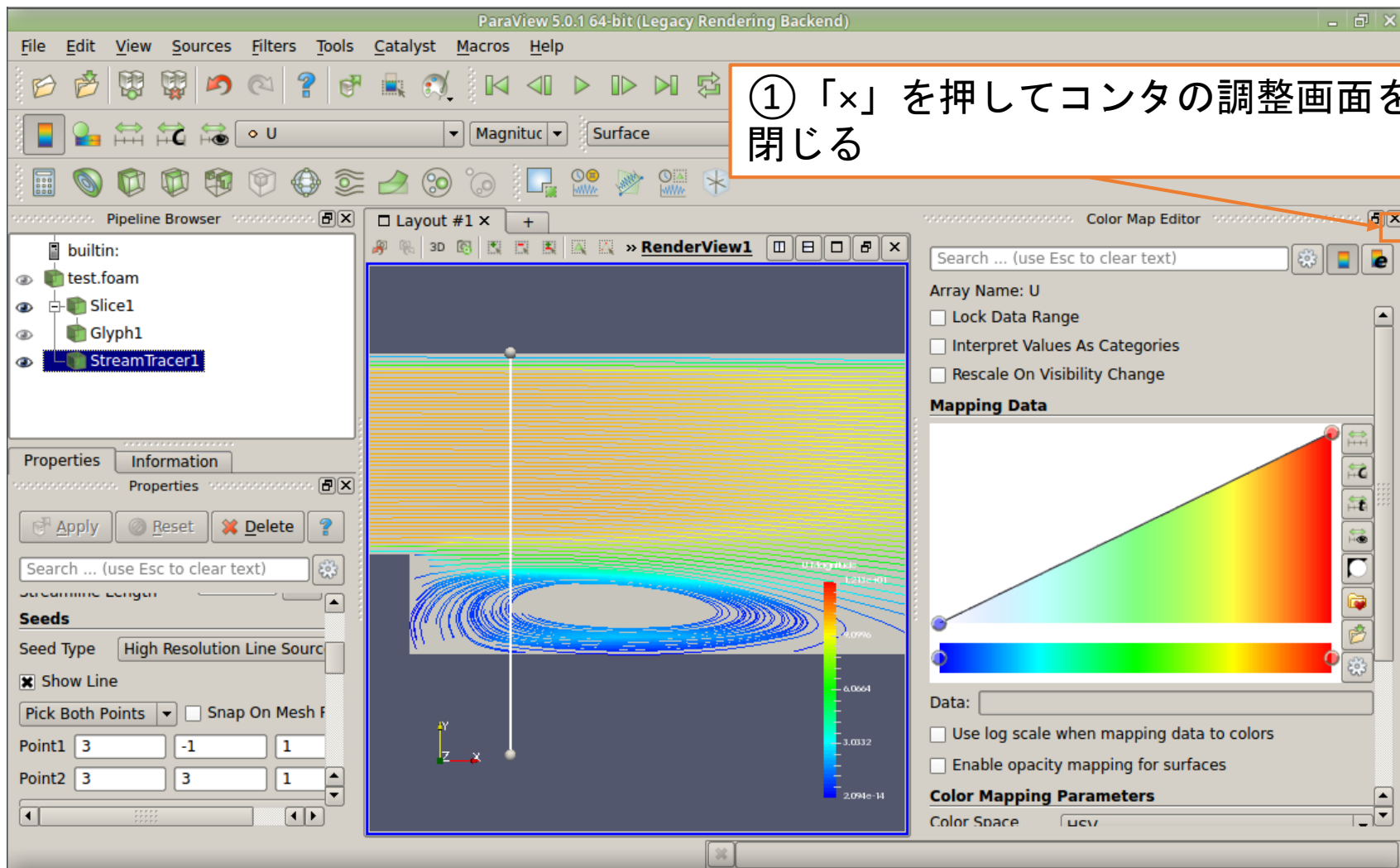
① 「Edit color map」 ボタンをクリックします

② 「Choose Preset」 をクリックします

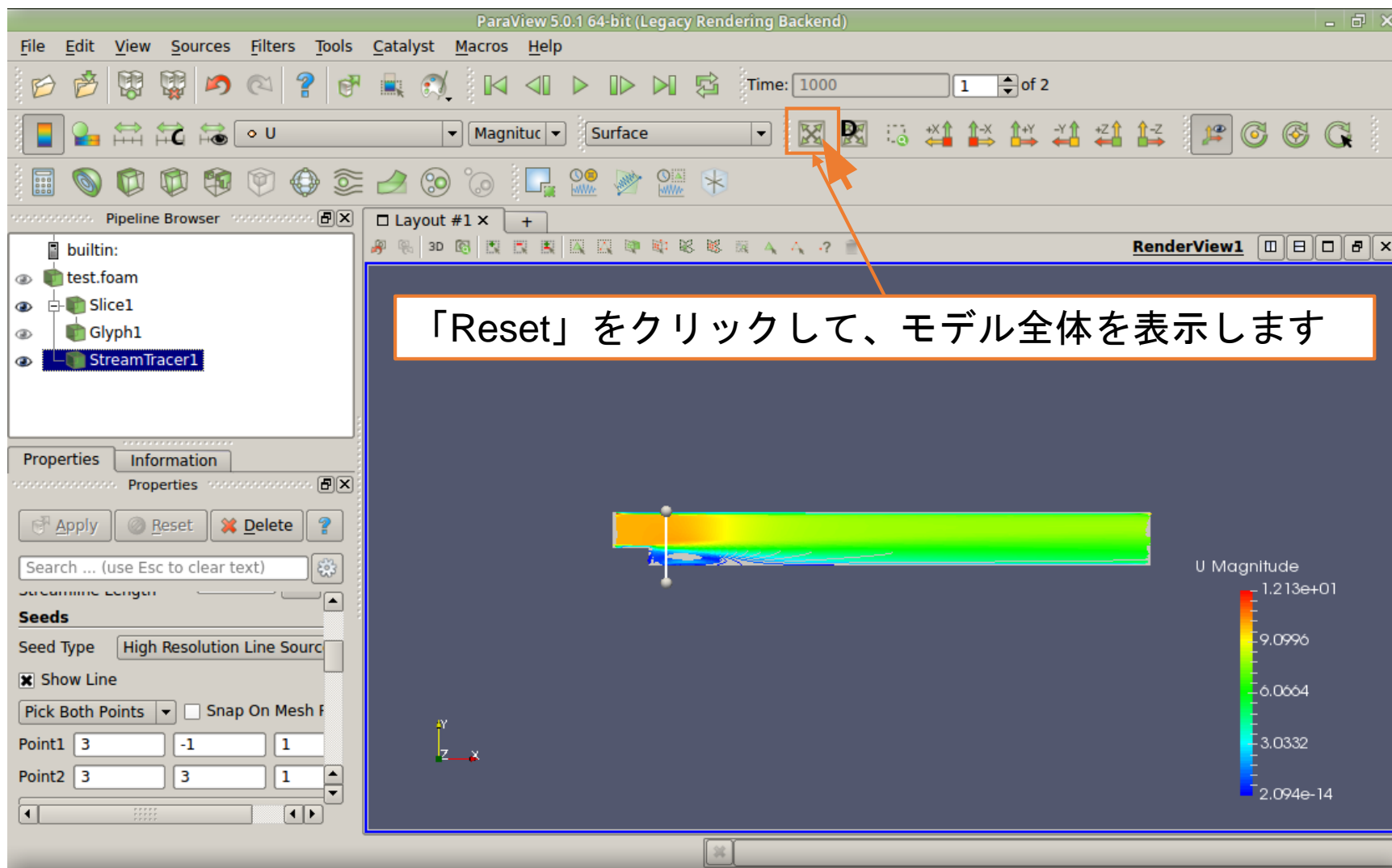
③ 「Blue To Red～」を選択し、「Apply」をクリックして「Close」をクリックします

Tip: <click> to select, <double-click> to apply a preset.

# コンタレンジの調整



# 流速コンタの表示



# 流速コンタの表示

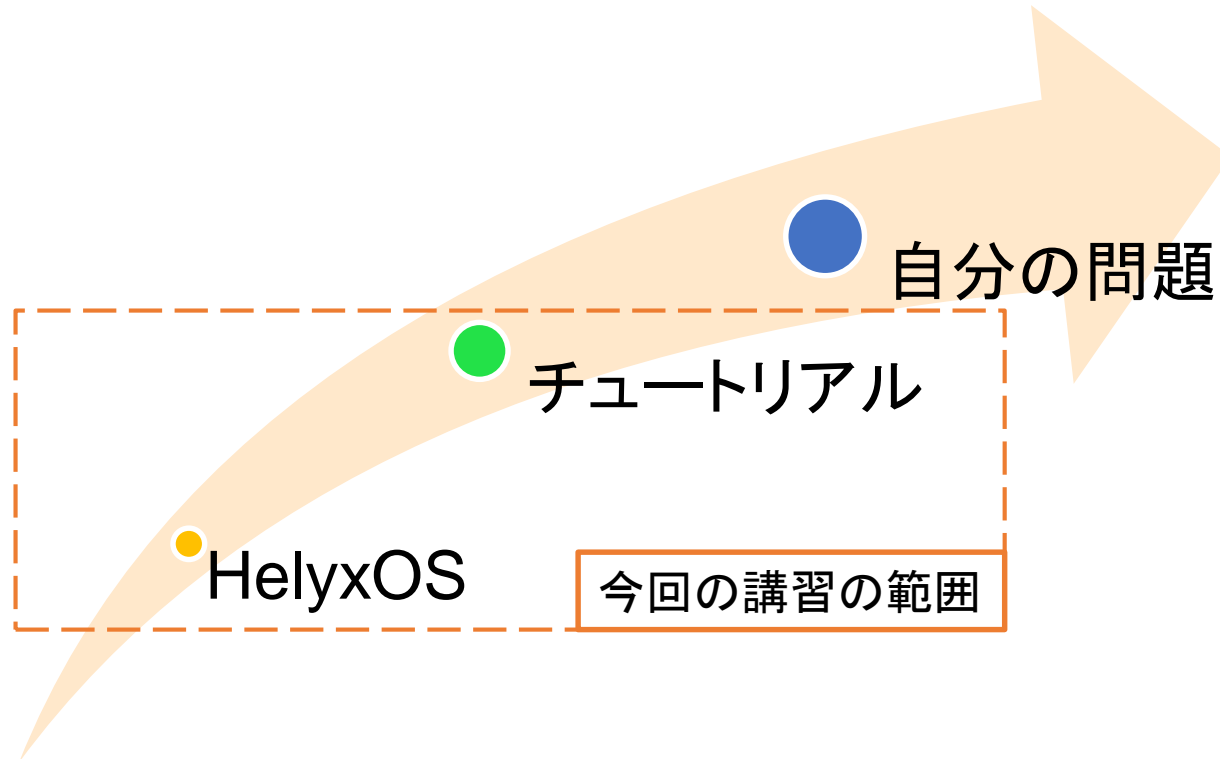
「Slice」を選んだ状態で表示を速度(「U」)に変更すると「Slice」上に分布が描かれます。

The screenshot shows the ParaView 5.0.1 interface. The Pipeline Browser on the left shows a tree structure with 'test.foam' selected, containing 'Slice', 'Glyph', and 'StreamTracer1'. The 'Slice' node is highlighted. The Properties panel below it shows options for 'Normal' (X, Y, Z, Camera) and 'Crinkle slice' (unchecked), and 'Triangulate the slice' (checked). The 3D view window displays a horizontal slice of a flow field with a color gradient from blue (low velocity) to red (high velocity). A color scale legend on the right indicates 'U Magnitude' values from 0.000e+00 to 1.017e+01. The toolbar at the top shows the 'Slice' button (a cube with a slice) highlighted in orange.

# 脱！超初心者 チュートリアルケースの利用

# 脱！超初級者への道

- 超初心者の次のステップはGUI以外での操作
- 具体的にはCUIも使えるようにする→チュートリアルの利用

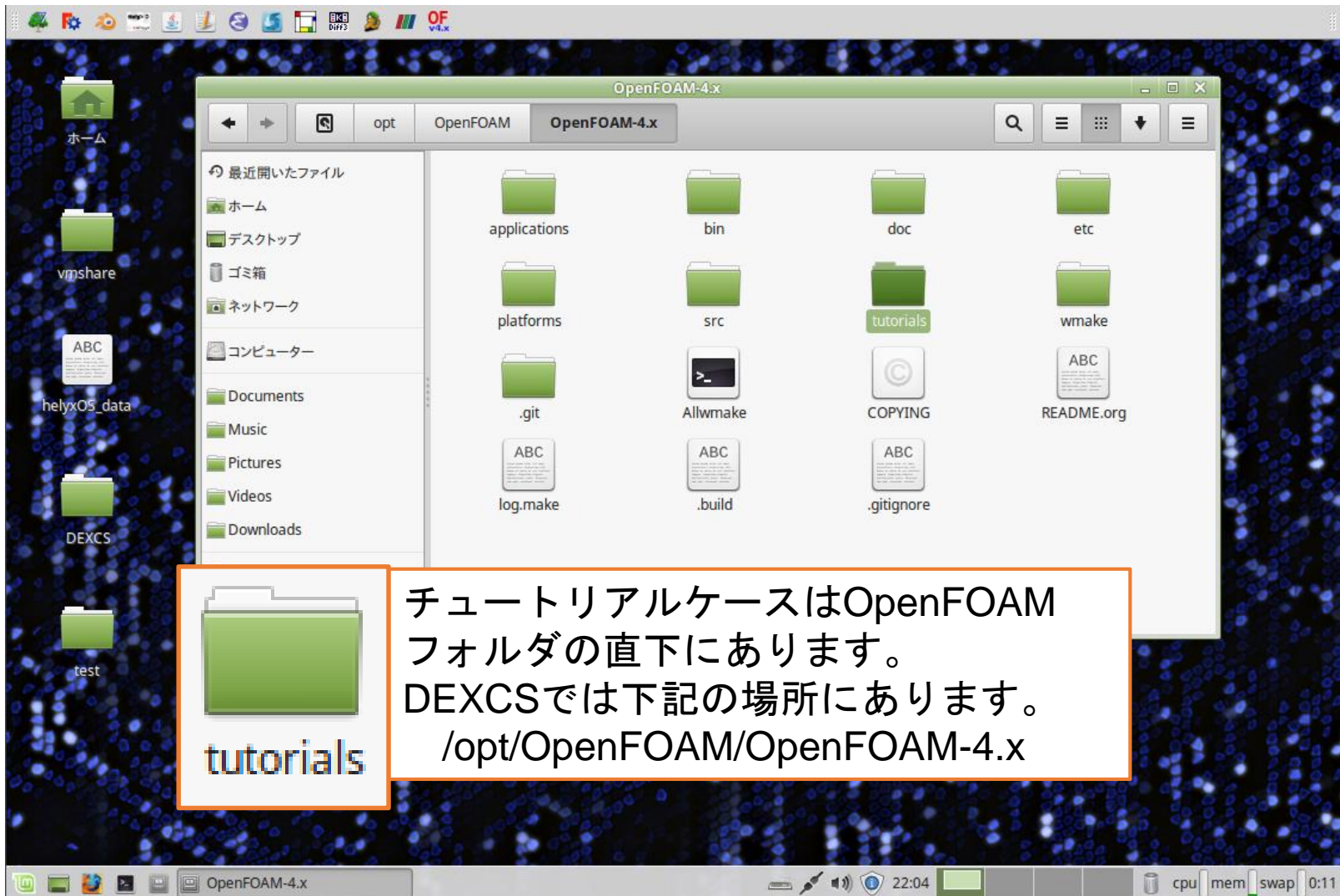


# チュートリアルケースについて

- OpenFOAMにはユーザーマニュアルがあります
  - 機能の全てを網羅している訳ではありません。
- マニュアルの代わりにチュートリアルケース
- チュートリアルケースは計算を行うソルバごとに提供
- チュートリアルケースを読み解き、インプットの構成を知る
  - 脱・超初級者のステップになります。



# チュートリアルケースの場所



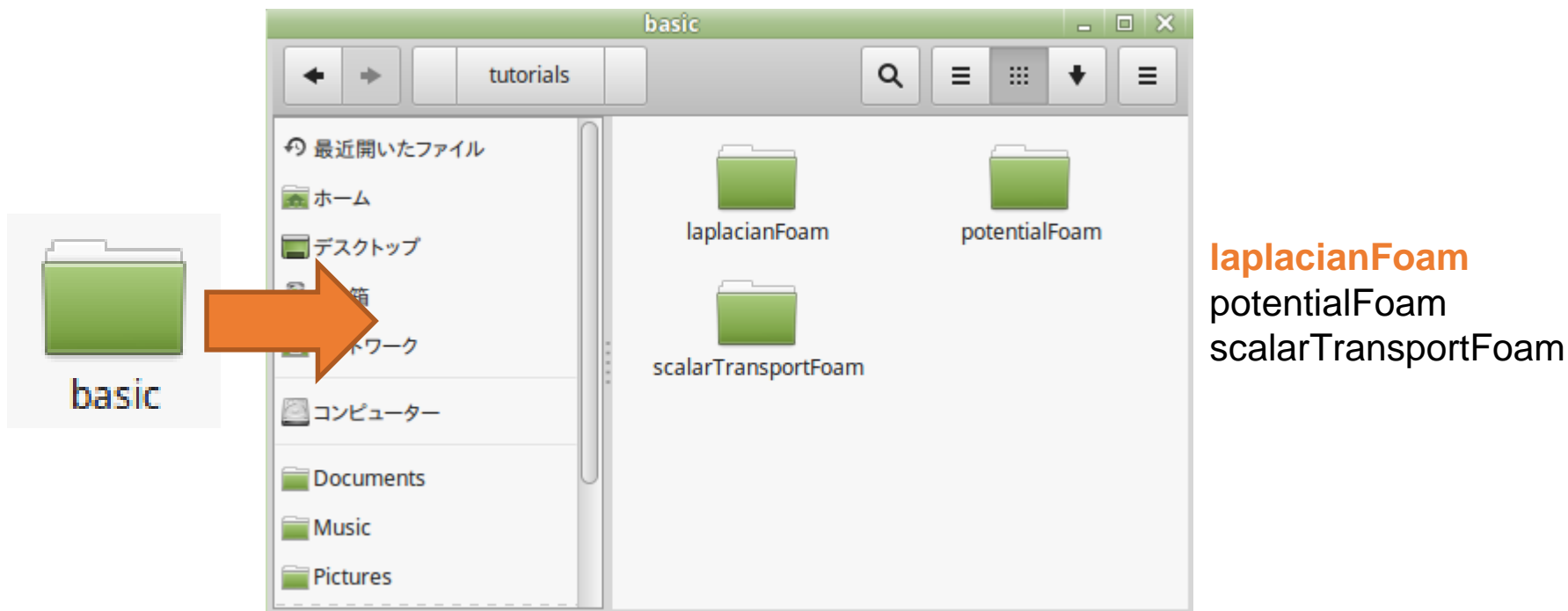
# チュートリアルケースの分類

tutorialフォルダには分野ごとにフォルダが存在しています。

basic	基礎的なCFDコード、熱伝導、ポテンシャル流れ
electromagnetics	電磁流体
lagrangian	ラグランジュ法による粒子追跡
stressAnalysis	固体応力解析
combustion	燃焼
financial	金融工学
mesh	メッシュ
compressible	圧縮性流れ
heatTransfer	熱輸送と浮力駆動流れ
multiphase	多相流
DNS	直接数値シミュレーション (Direct Numerical Simulation)
discreteMethods	直接シミュレーション・モンテ・カルロ法・分子動力学法
incompressible	非圧縮性流れ
resources	ジオメトリデータが入っている。

# チュートリアルケースを実行する

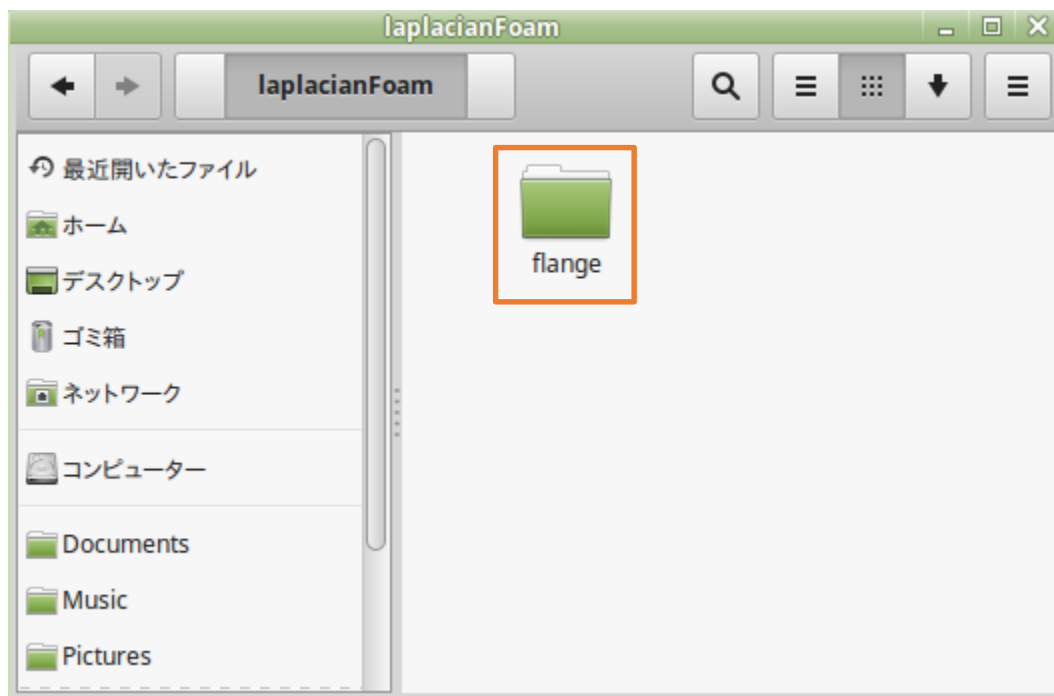
- 分野のフォルダ下にはソルバ名称のフォルダが並んでいます。
- ユーザーは自分の目的にあったソルバを選択して使います。



今回はlaplacianFoamの中身を見てください

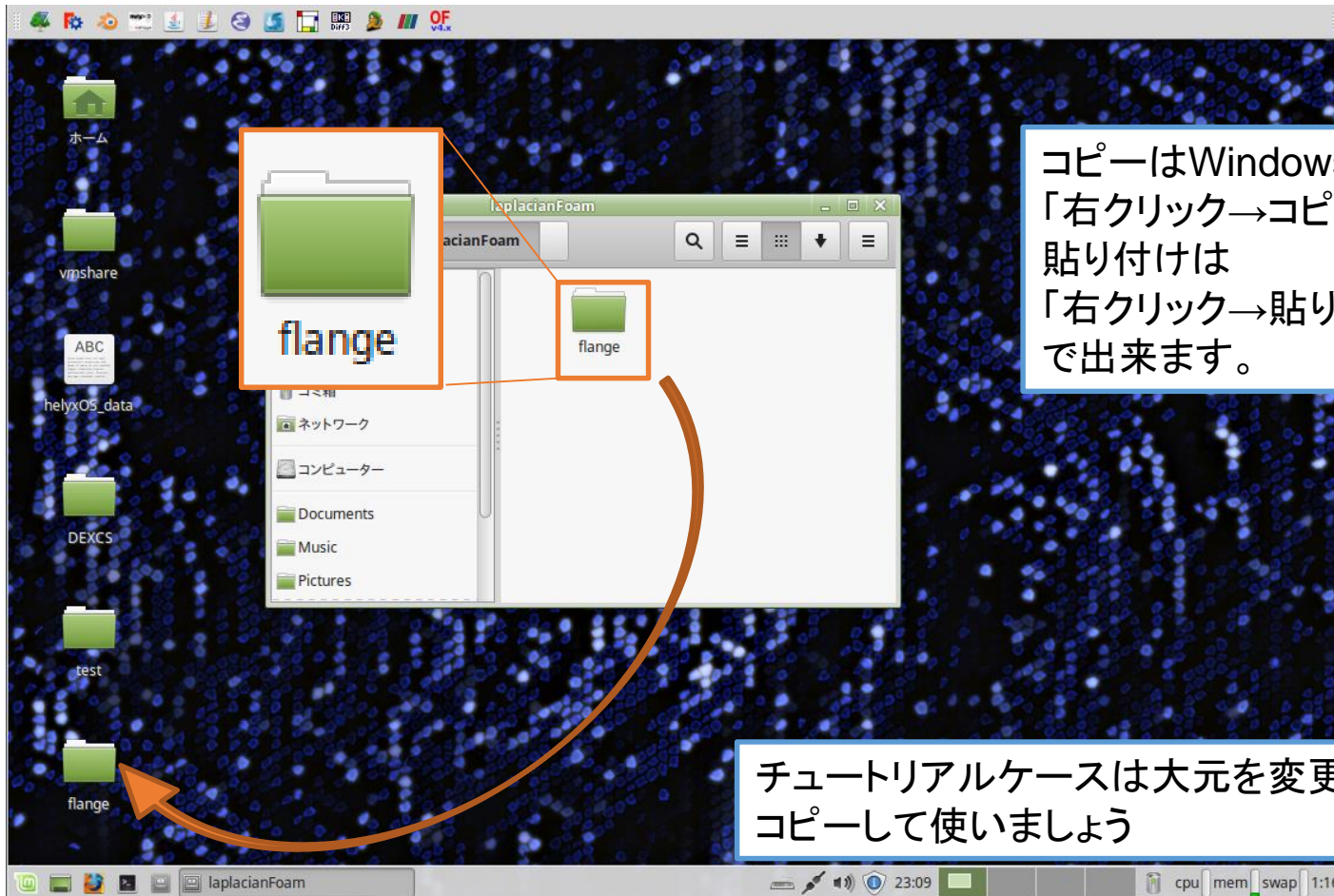
# ソルバフォルダの中身

- ソルバ名称のファイルの下にはチュートリアルケースのフォルダが並んでいます。
- 今回は熱伝導解析のケースである「flange」を見てみます。



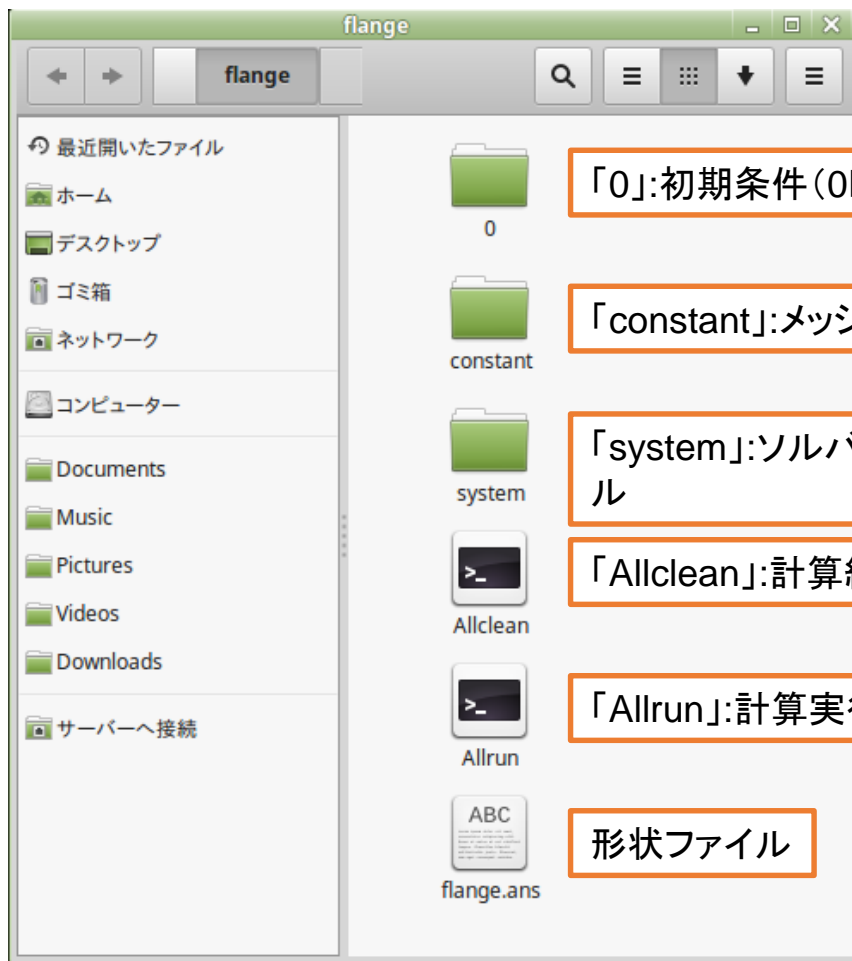
# チュートリアルケースのコピー

□チュートリアルケースをデスクトップにコピーします。



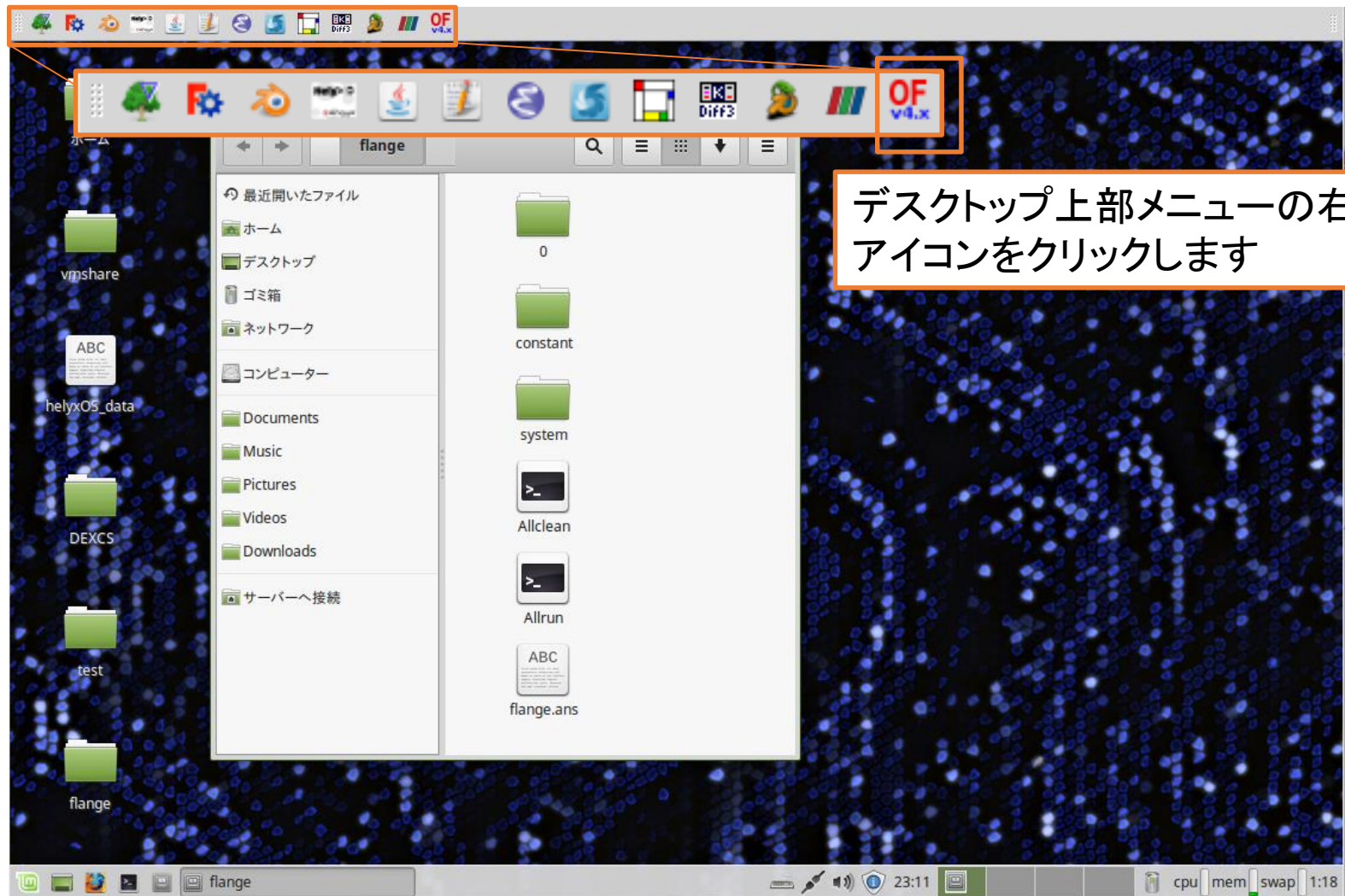
# OpenFOAMケースフォルダの構成

## □flangeケースの中身



OpenFOAMの  
基本3フォルダ  
(ないとダメ)

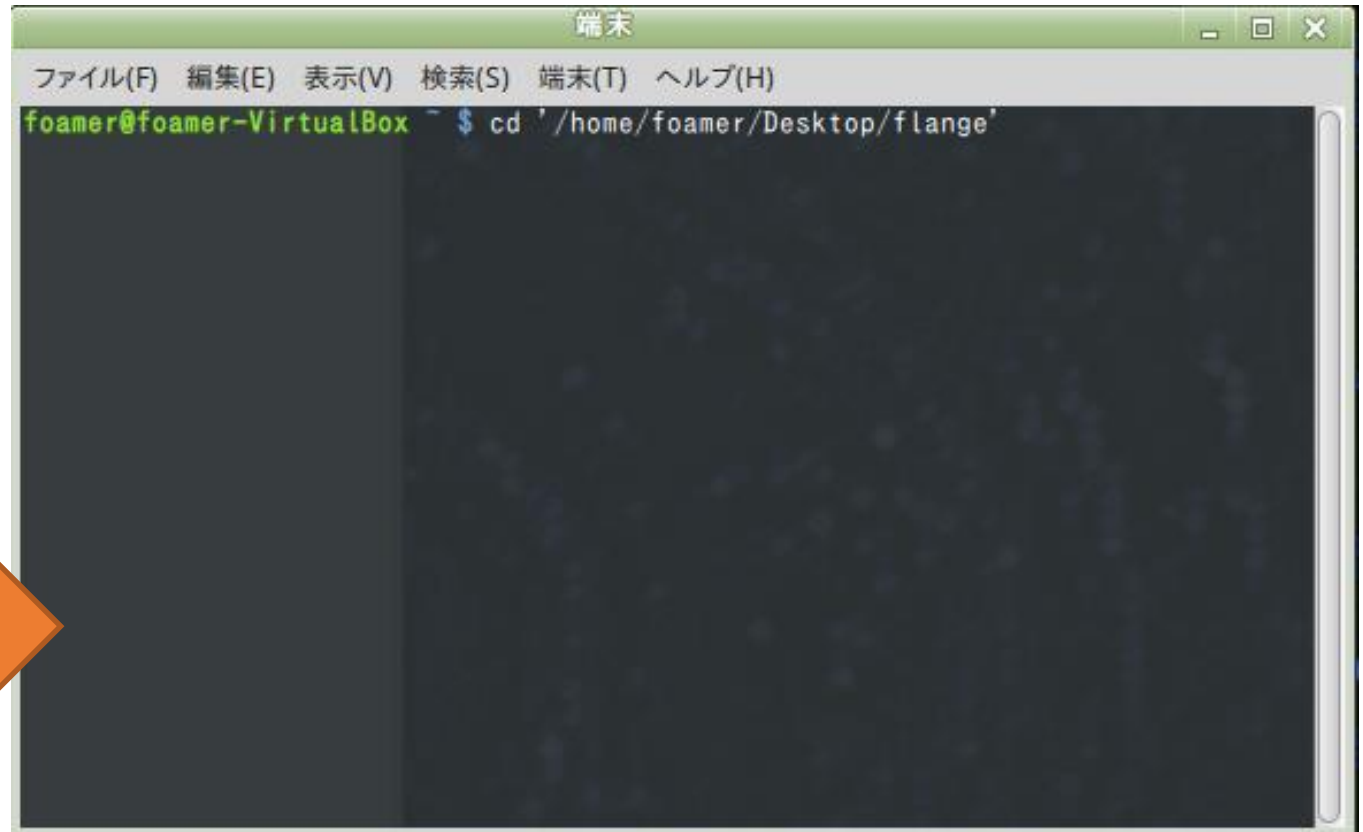
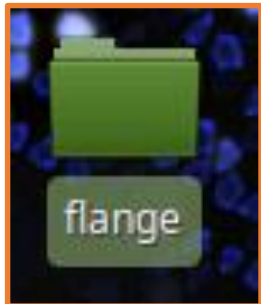
# Terminalの起動



デスクトップ上部メニューの右端アイコンをクリックします

# flangeフォルダへの移動

- 立ち上がった端末(Terminal)に「cd」を入力して、その後デスクトップの「flange」フォルダをドラッグ&ドロップしてEnterを押します。



```
端末
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) 端末(T) ヘルプ(H)
foamer@foamer-VirtualBox ~ $ cd '/home/foamer/Desktop/flange'
```



# 計算の実行

- 「flange」フォルダに移動したら端末の「\$」マークの左側に今いるフォルダが表示されます。
- 「flange」フォルダにいることを確認して「./Allrun」と入力してEnterを押します。

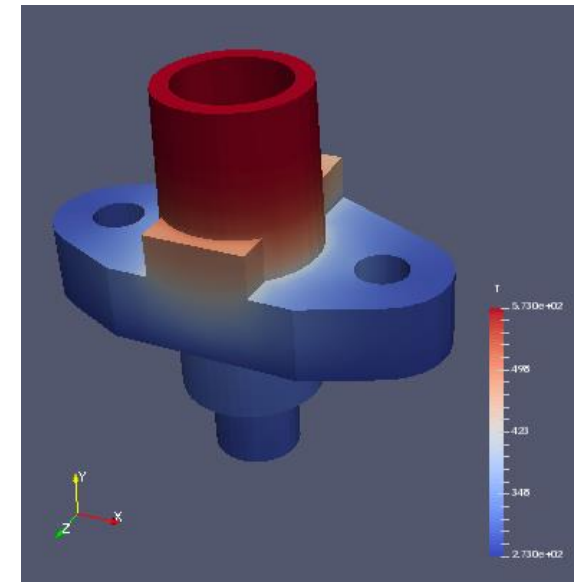


```
端末
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) 端末(T) ヘルプ(H)
foamer@foamer-VirtualBox ~ $ cd '/home/foamer/Desktop/flange'
foamer@foamer-VirtualBox ~/Desktop/flange $ ./Allrun
```

# 結果の確認

- いくつか実行ログが表示されますので、端末にもう一度「\$」マークが表示されるまで待ちます。
- 「\$」マークが表示されれば計算は終了しているので「paraFoam」と入力してEnterを押して結果を確認できます。

```
端末
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) 端末(T) ヘルプ(H)
foamer@foamer-VirtualBox ~ $ cd '/home/foamer/Desktop/flange'
foamer@foamer-VirtualBox ~/Desktop/flange $ ./Allrun
Running ansysToFoam: converting mesh flange.ans
Running laplacianFoam on /home/foamer/Desktop/flange
Running foamToEnlight on /home/foamer/Desktop/flange
Running foamToEnlightParts on /home/foamer/Desktop/flange
Running foamToVTK on /home/foamer/Desktop/flange
foamer@foamer-VirtualBox ~/Desktop/flange $ paraFoam
```



# チュートリアルで何をやっているか

- 「./Allrun」 ファイルをダブルクリックするとチュートリアルで何をやっているかが書いてあります

```
Allrun (~/Desktop/flange)
ファイル(F) 編集(E) 表示(V) 検索(S) ツール(T) ドキュメント(D) ヘルプ(H)
開く 保存 元に戻す
Allrun x
1 #!/bin/sh
2 cd ${0%/*} || exit 1 # Run from this directory
3
4 # Source tutorial run functions
5 . $WM_PROJECT_DIR/bin/tools/RunFunctions
6
7 # Get application name
8 application=`getApplication`
9
10 runAnsysToFoam()
11 {
12     if [ -f log.ansysToFoam ]
13     then
14         echo "ansysToFoam already run on $PWD: remove log file to re-run"
15     else
16         echo "Running ansysToFoam: converting mesh $1"
17         ansysToFoam $1 -scale $2 > log.ansysToFoam 2>&1
18     fi
19 }
20
21 runAnsysToFoam flange.ans 0.001
22 runApplication $application
23 runApplication foamToEnight
24 runApplication foamToEnightParts
25 runApplication foamToVTK
26
27 #-----
シェルスクリプト ▾ タブの幅: 4 ▾ (1行, 1列) [挿入]
```

「Allrun」ファイルはシェルスクリプトです

「runApplication」と書いてあるところがOpenFOAMのコマンドを呼んでいるところです

# おまけ

# ユーザーガイド和訳版

□ オープンCAE学会のホームページにOpenFOAMユーザーガイドの和訳版があります。

□ <http://www.opencae.or.jp/activity/translation/>



The screenshot shows a web browser window displaying the page [www.opencae.or.jp/activity/translation/](http://www.opencae.or.jp/activity/translation/). The page content is as follows:

- ダウンロード
- OpenFOAM
  - レポジトリ <https://github.com/opencae/OpenFOAM/>
  - ユーザーガイド 和訳
    - [UserGuideJa-1.5.pdf](#)
    - [UserGuideJa-1.6.pdf](#)
    - [UserGuideJa-1.7.1.pdf](#)
    - [UserGuideJa-2.0.0\\_beta.pdf](#) (索引未完成のため β 版)
    - [UserGuideJa-2.1.1.pdf](#)
    - [UserGuideJa-2.2.0.pdf](#)
    - [UserGuideJa-2.3.0\\_beta.pdf](#) (索引未完成のため β 版)
    - [UserGuideJa-3.0.1\\_beta.pdf](#) (索引未更新のため β 版)
  - プログラマズガイド 和訳
    - [ProgrammersGuideJa-2.0.0\\_beta.pdf](#) (索引未完成のため β 版)
    - [ProgrammersGuideJa-2.1.1.pdf](#)
    - [ProgrammersGuideJa-2.2.0.pdf](#)
    - [ProgrammersGuideJa-2.3.0\\_beta.pdf](#) (索引未完成のため β 版)

ユーザーガイドにはOpenFOAM自体の解説はもちろん、いくつかのチュートリアルケースの解説もあります。

# OpenFOAM日本語書籍（参考文献）

□一般社団法人オープンCAE学会、“OpenFOAMによる熱移動と流れの数値解析”、森北出版、2016

The screenshot shows a web browser window displaying the book page for "OpenFOAMによる熱移動と流れの数値解析" (Numerical Analysis of Heat Transfer and Flow in OpenFOAM). The page includes the book cover, a description, the price (¥3,456), and a "Purchase Page" button. The browser's address bar shows the URL: https://www.morikita.co.jp/books/book/2779. The page also features a search bar and a sidebar with various categories like "Mathematics", "Physics", and "Chemistry".

- CUIを使用した計算を実施したいときの参考書に。
- OpenFOAMの設定と理論を対比しながら学べます。

お疲れ様でした。

本資料へのお問い合わせは、  
オープンCAE勉強会@関西までお願いします。

<http://ofbkansai.sakura.ne.jp/>

メールアドレス : hammamania@gmail.com