

Salome-Mecaを使用した熱伝導解析入門
&
解析手法の違いによる熱伝導解析比較

秋山善克

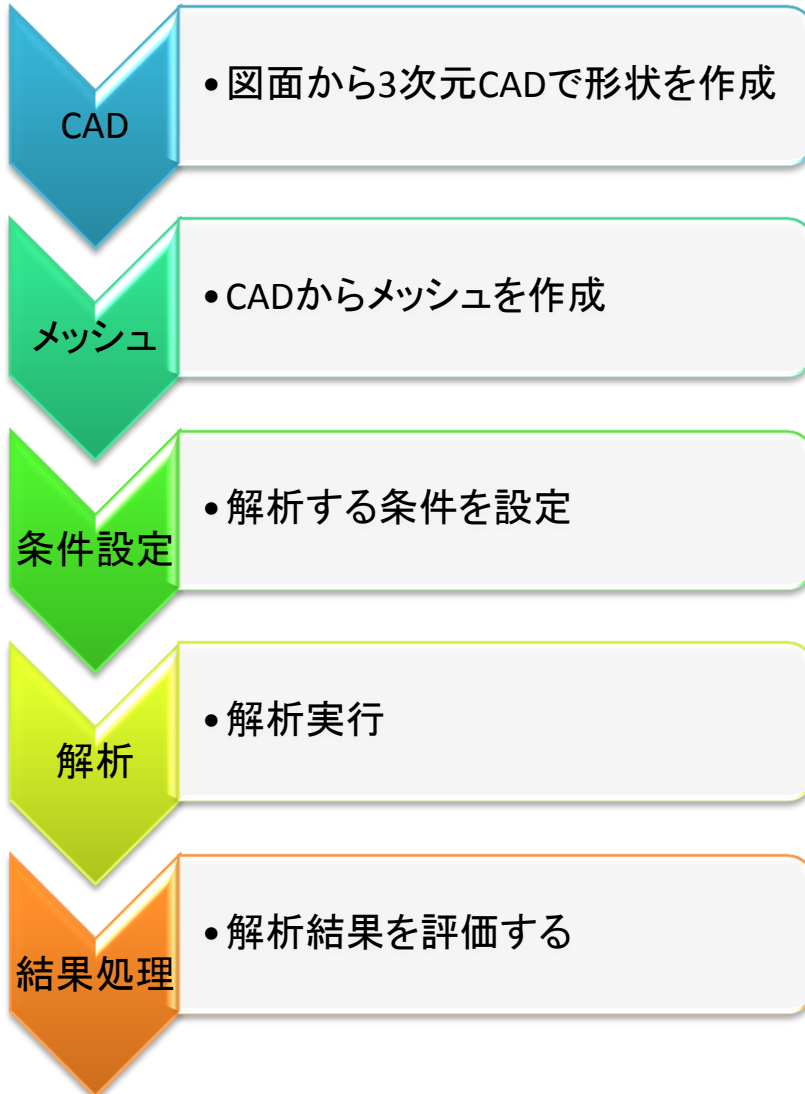
Salome-Mecaとは・・・

- EDF(フランス電力公社)が提供しているLinuxベースのオープンソース
- Code_Aster : 解析ソルバー
- Salome-Meca : プリポストを中心とした統合プラットフォーム:[SALOME Platform](#)に、Code_Asterをモジュールとして組み込んだもの
- Code_Asterは、構造力学、熱力学を中心に非常に高度で多彩な機能と400を超える要素(1次元、2次元、3次元ほか)を有しています。また、2000以上のテストケースと、13000ページ以上のドキュメント(使用方法、テクニック、理論的背景)、公式フォーラムなどがあり、他のオープンソースCAEソフトと較べてサポート体制が充実しているのが特長です。
- <https://sites.google.com/site/codeastersalomemeca/> より
- インストール方法、使い方等上記ページを参照してください

解析の流れ

設計者

解析技術者



商用ソフト

CATIA, Pro/E
SolidWorks

ICEM, ANSA
HyperMesh
Femap

ABAQUS-CAE
MENTAT

ABAQUS, MARC
FLUENT, STAR-CCM

HyperView
CFD-Post

フリーソフト

FreeCAD
Blender, SALOME

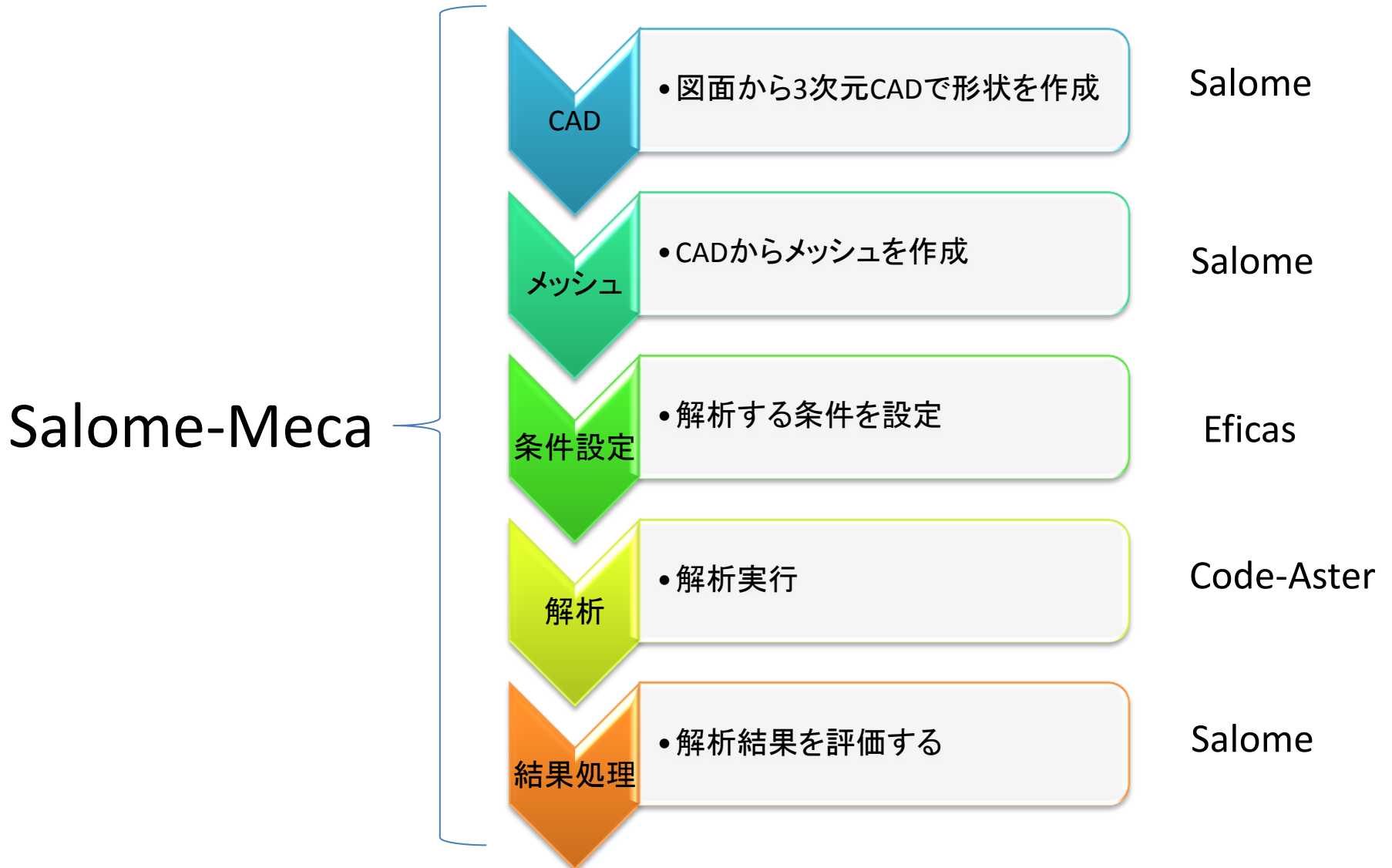
SALOME
Netgen
Gmsh

Eficas
HelyxOS

OpenFOAM
Code-Aster
Elmer

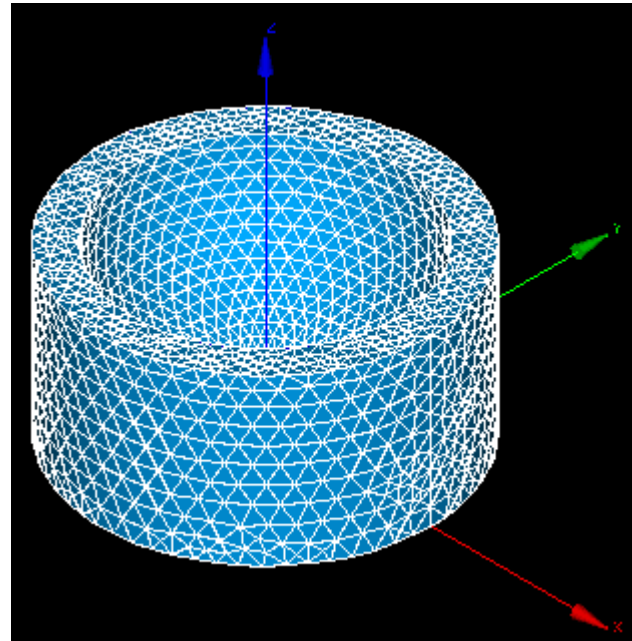
SALOME
ParaView

Salome-Mecaの構成

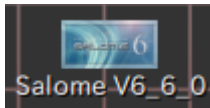


本日の演習内容

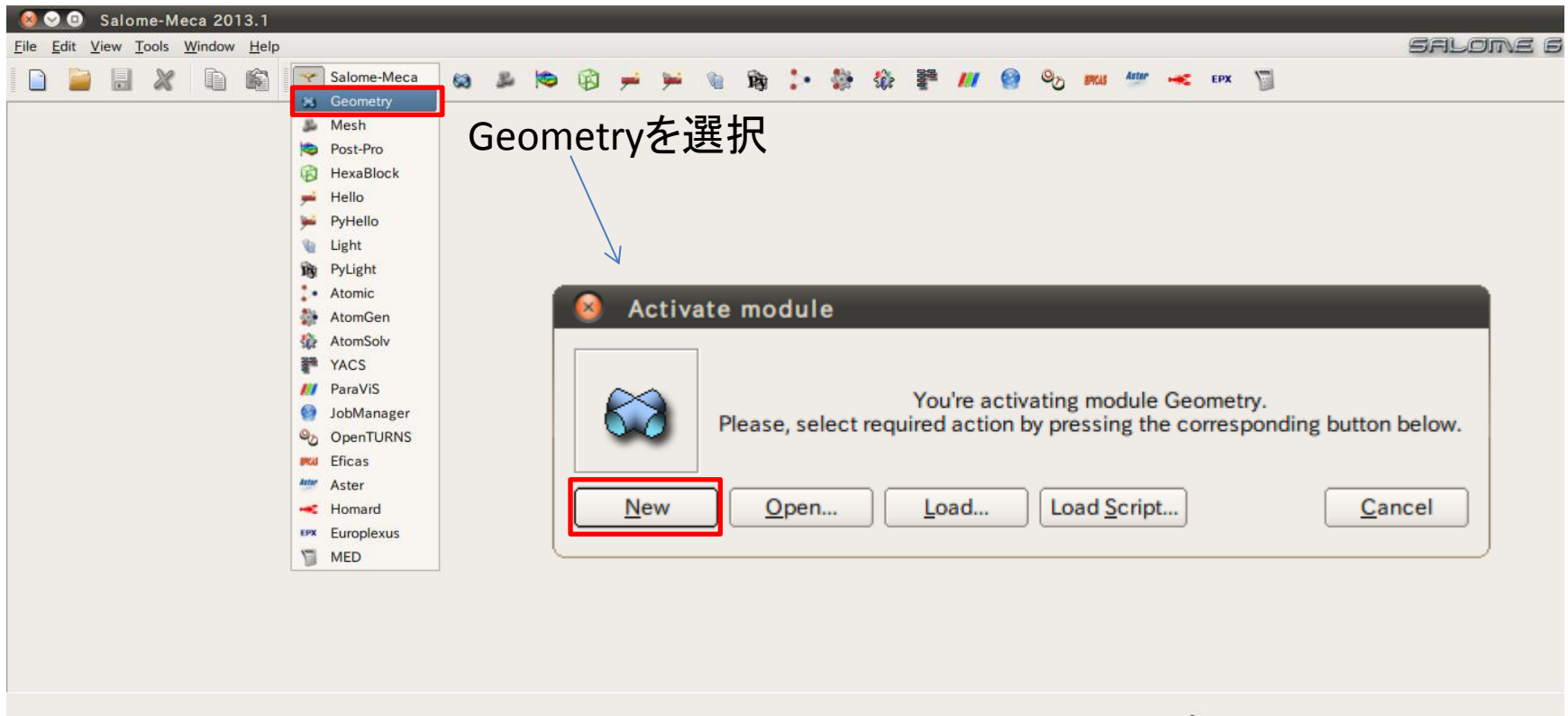
- 演習1: ウィザードによる熱伝導解析手順の確認
- 演習2: 有限要素法による1次元解析
- 演習3: 差分法による数値解の比較(未実施のため削除)
- 演習4: 有限体積法による数値解の比較



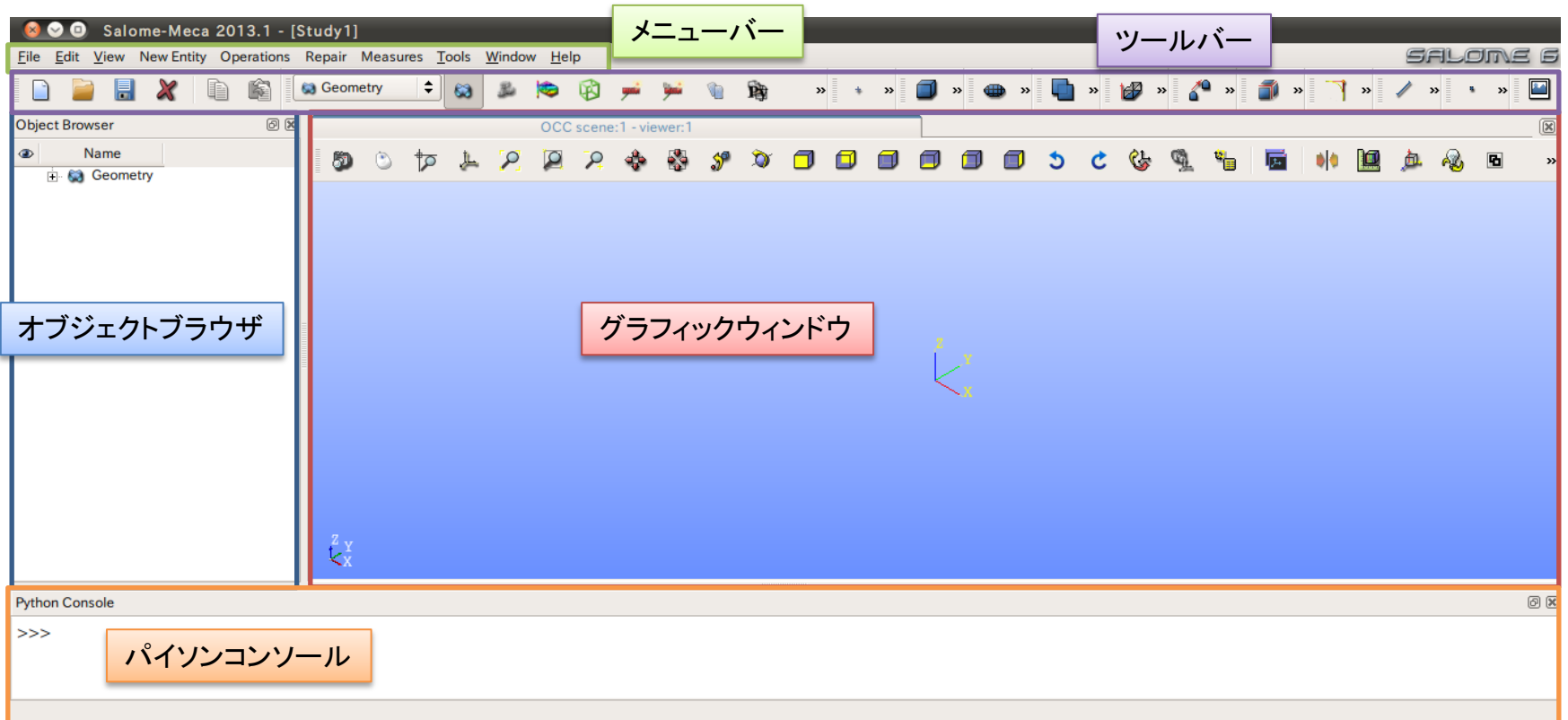
Salome-Meca2013.1の起動



デスクトップ上のアイコンをクリック

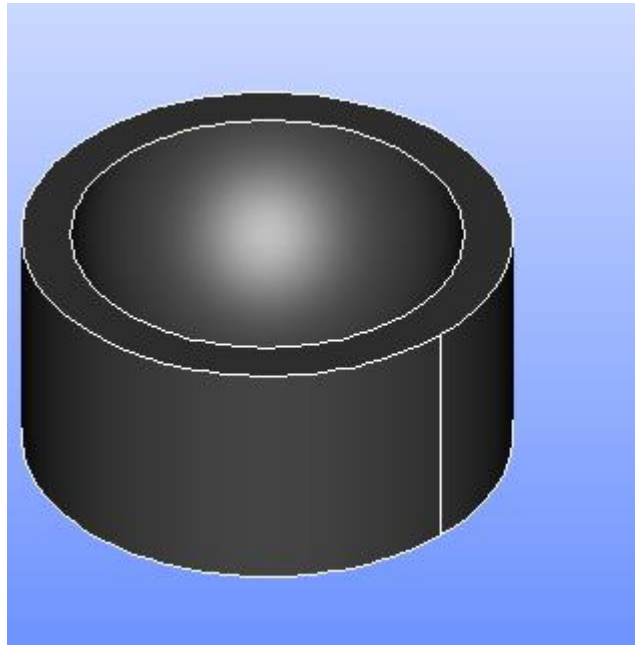


Geometry起動画面



演習1 Primitivesによるモデル作成

- ① XY平面を底面基準とし、Z軸を中心軸とする直径100mm、高さ50mmの円柱を作成しなさい。
これをソリッドモデルAとする。
- ② ソリッドモデルAに対し、点B (0, 0, 50) を中心点とする半径40mmの球形状を除去しなさい。
これをソリッドモデルCとする。

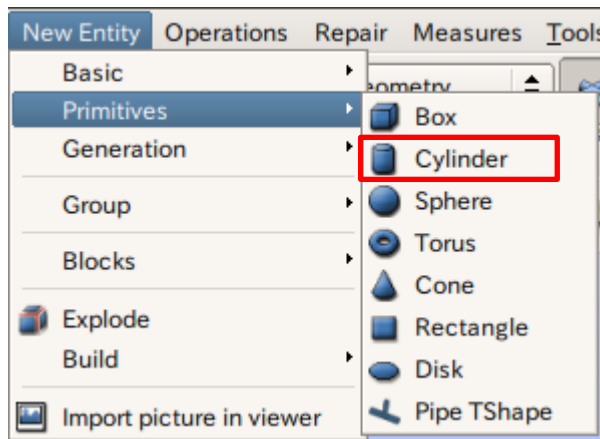


演習1 Primitivesによるモデル作成

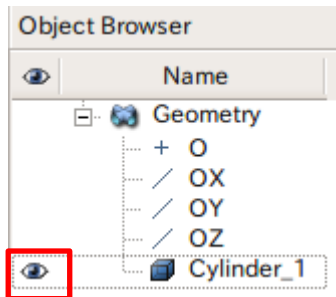
- ① XY平面を底面基準とし、Z軸を中心軸とする直径100mm、高さ50mmの円柱を作成しなさい。
これをソリッドモデルAとする。

円柱の作成

New Entity>Primitives>Cylinder



連続して作成する場合はApply



オブジェクトブラウザに追加される

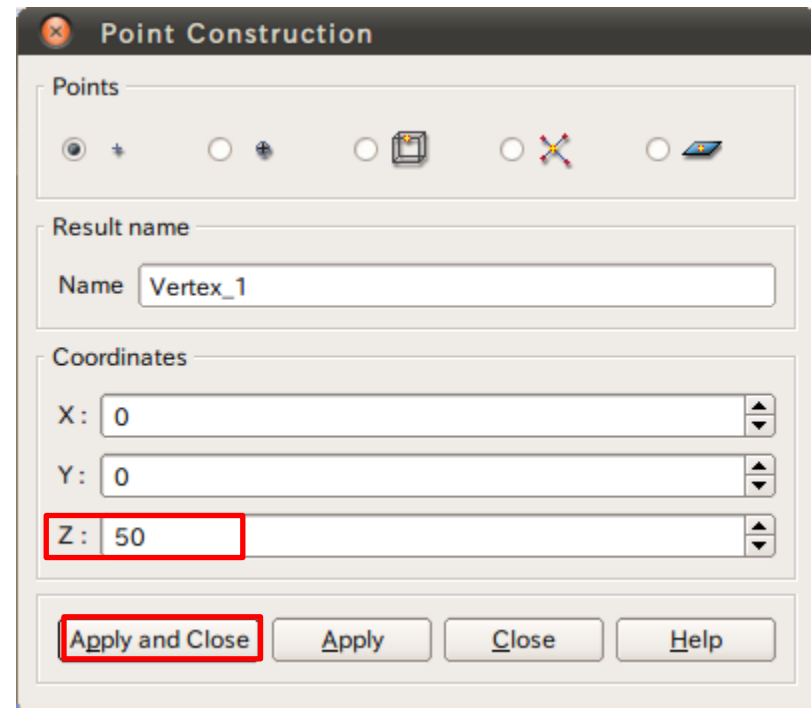
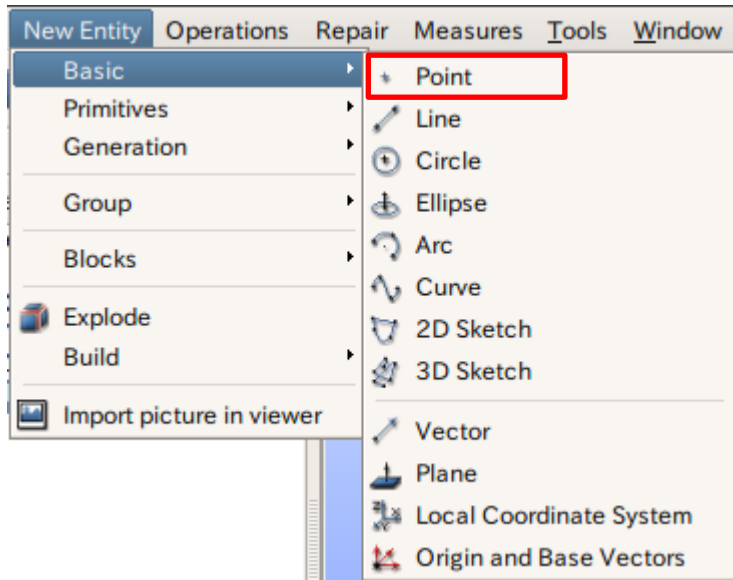
表示/非表示切り替え

演習1 Primitivesによるモデル作成

- ② ソリッドモデルAに対し、点B (0, 0, 50) を中心点とする半径40mmの球形状を除去しなさい。
これをソリッドモデルCとする。

点の作成

New Entity>Basic>Point

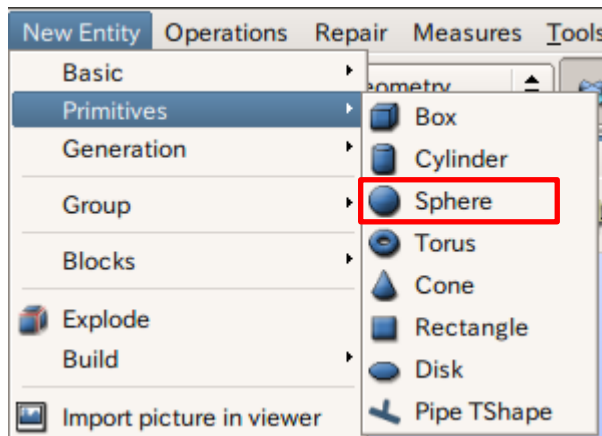


演習1 Primitivesによるモデル作成

- ② ソリッドモデルAに対し、点B (0, 0, 50) を中心点とする半径40mmの球形状を除去しなさい。
これをソリッドモデルCとする。

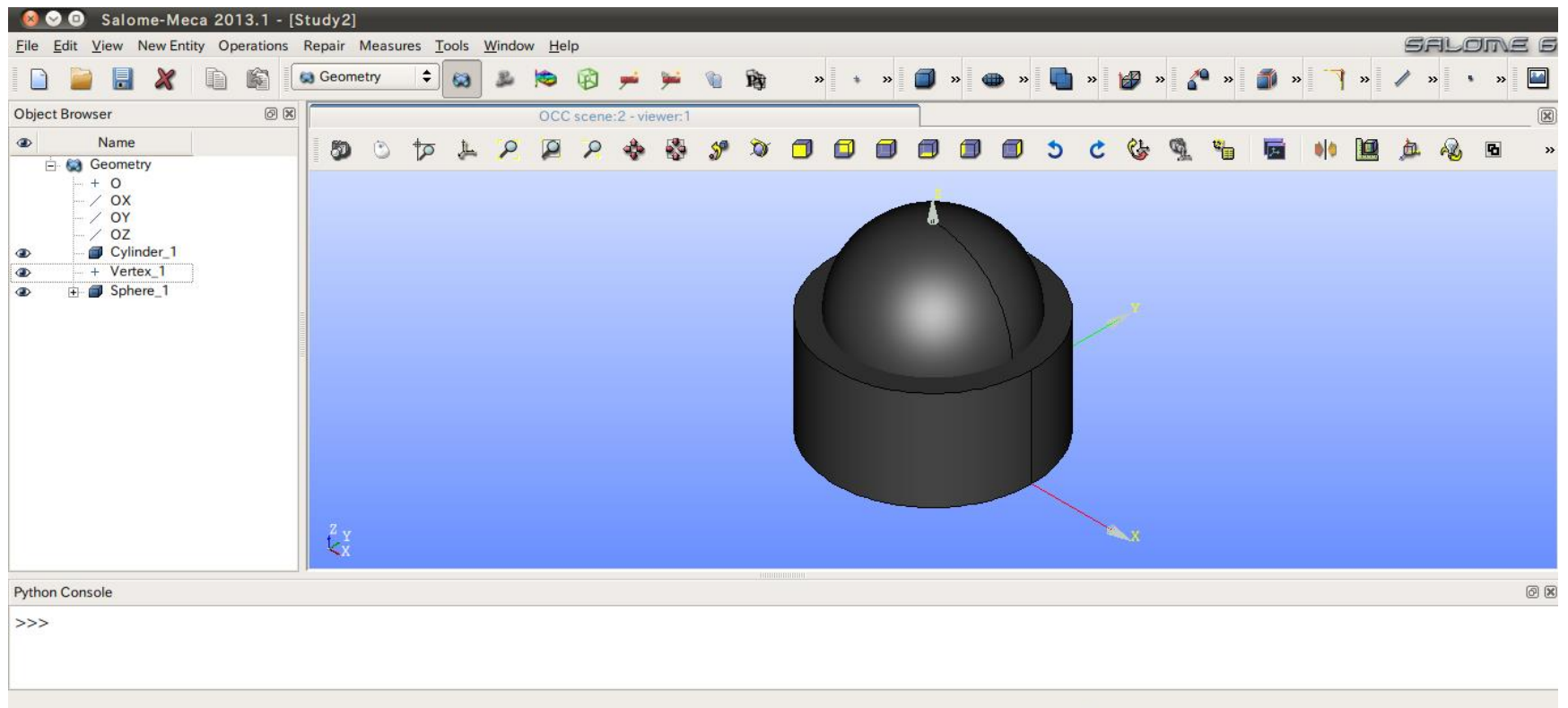
球の作成

New Entity>Primitives>Sphere



矢印を選択するとグラフィックウインドウまたはオブジェクトブラウザから選択可能

演習1 Primitivesによるモデル作成

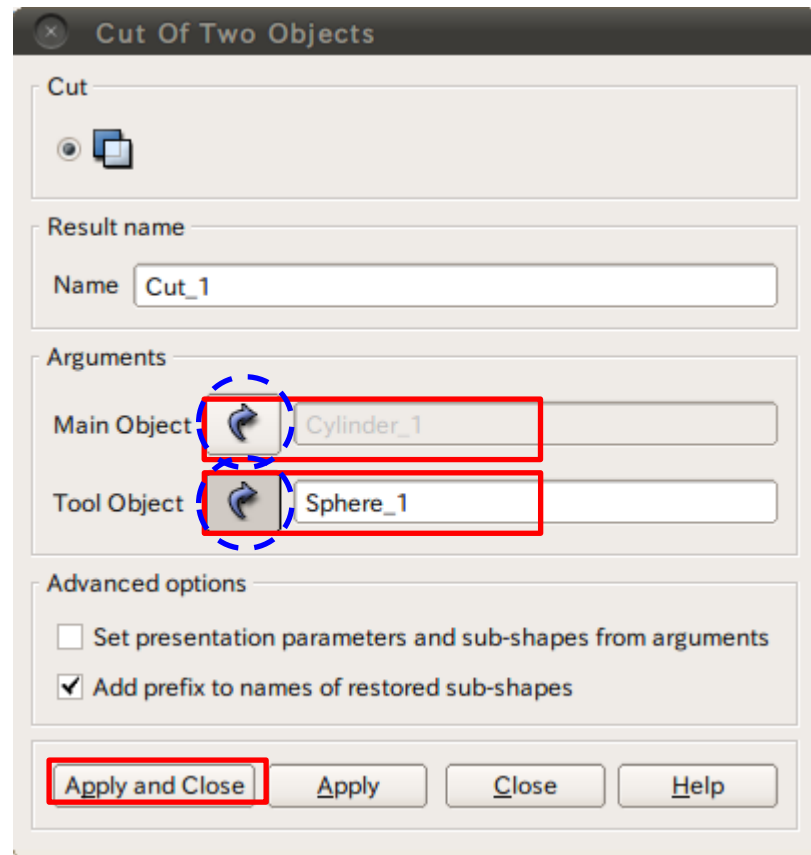
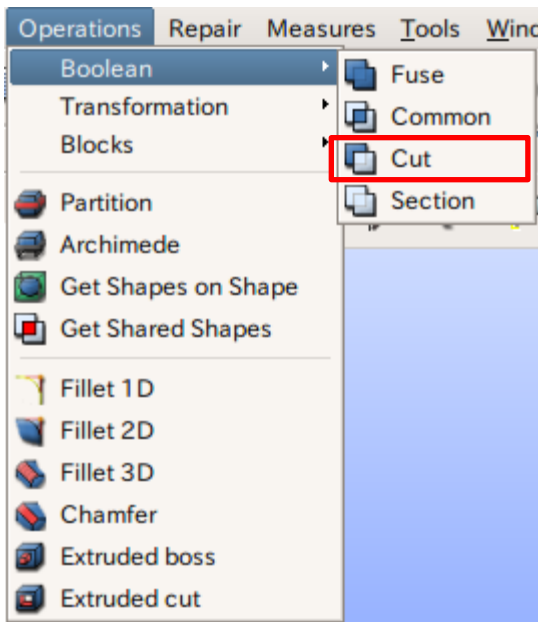


演習1 Primitivesによるモデル作成

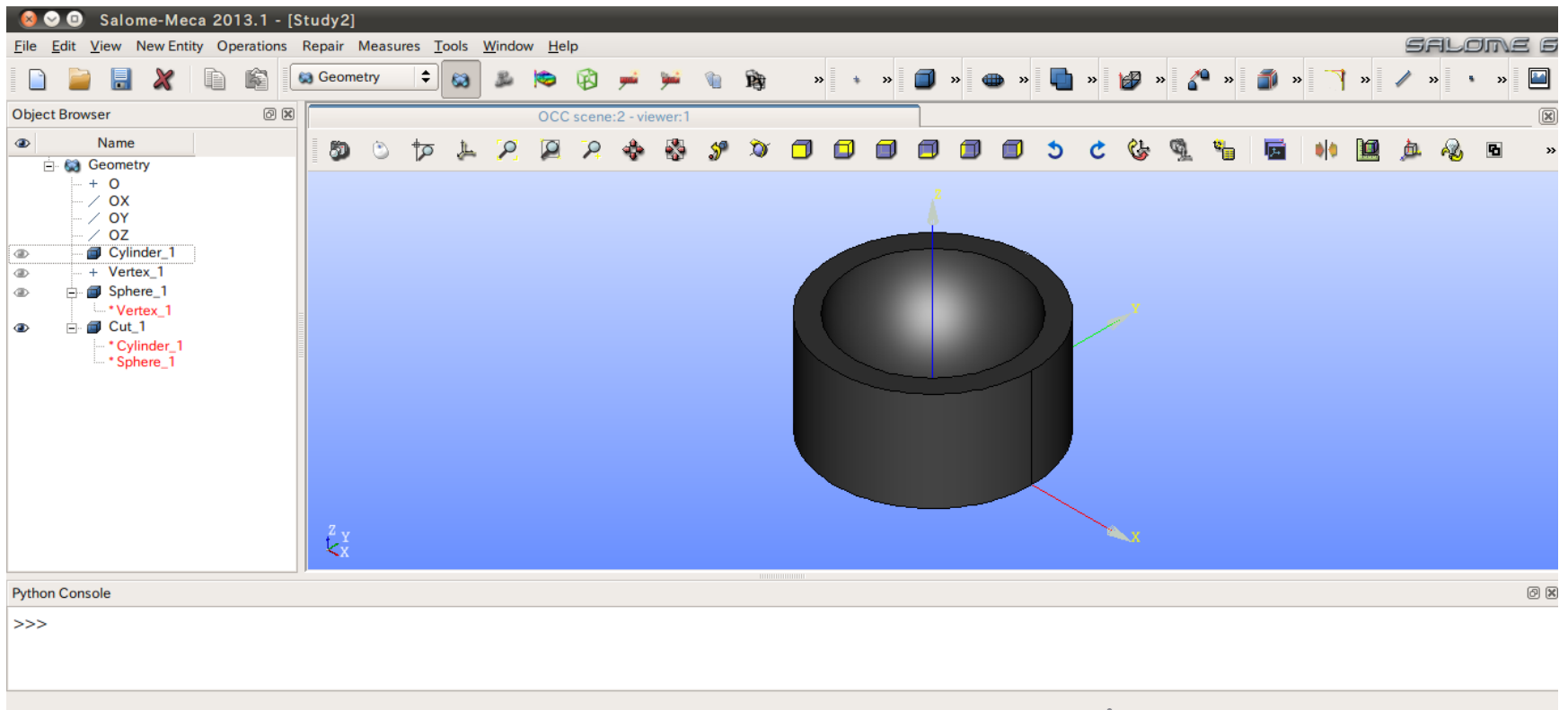
- ② ソリッドモデルAに対し、点B (0, 0, 50) を中心点とする半径40mmの球形状を除去しなさい。これをソリッドモデルCとする。

球の作成

Operations>Boolean>Cut



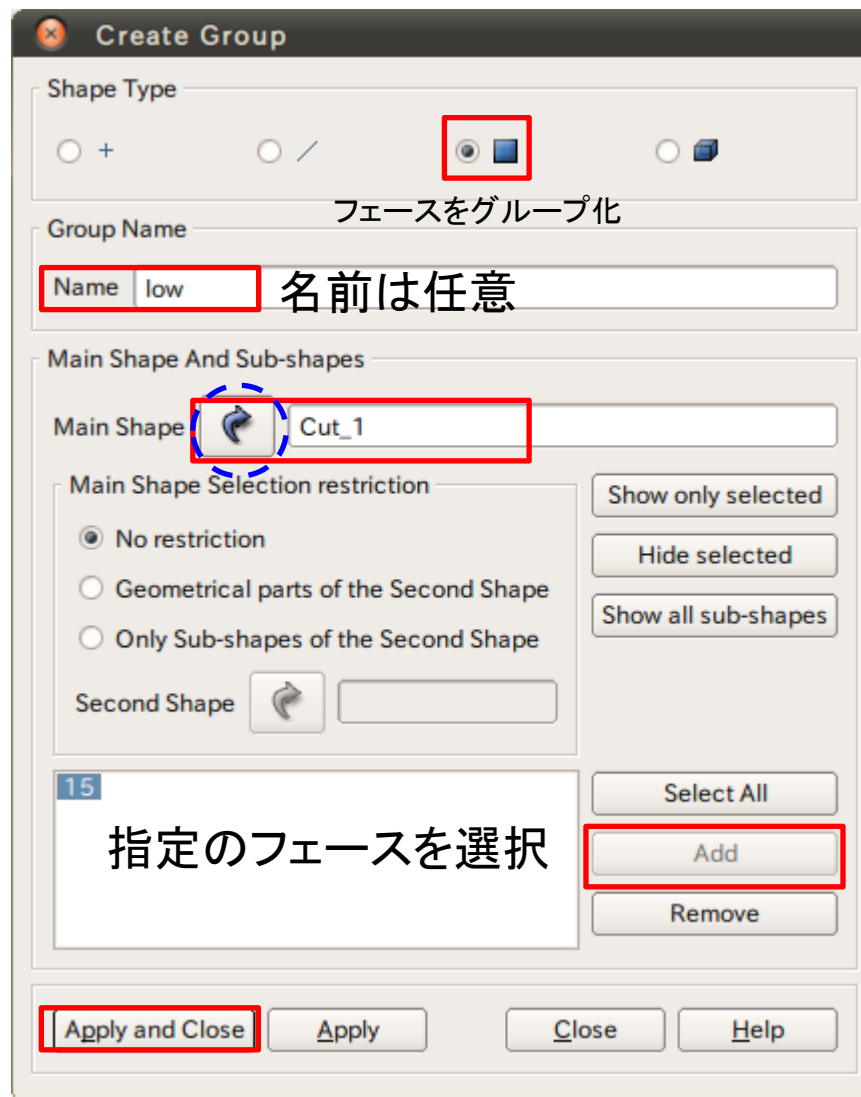
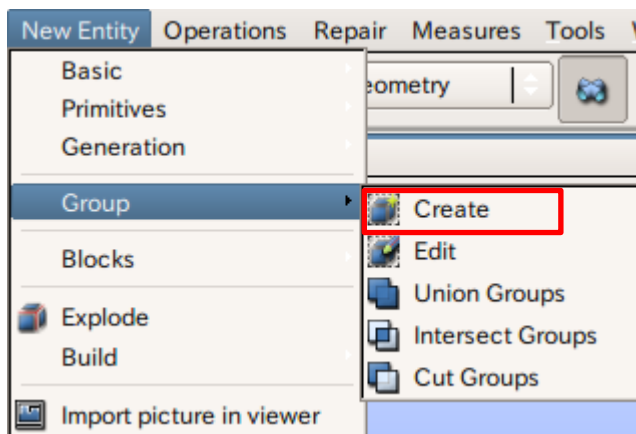
演習1 Primitivesによるモデル作成



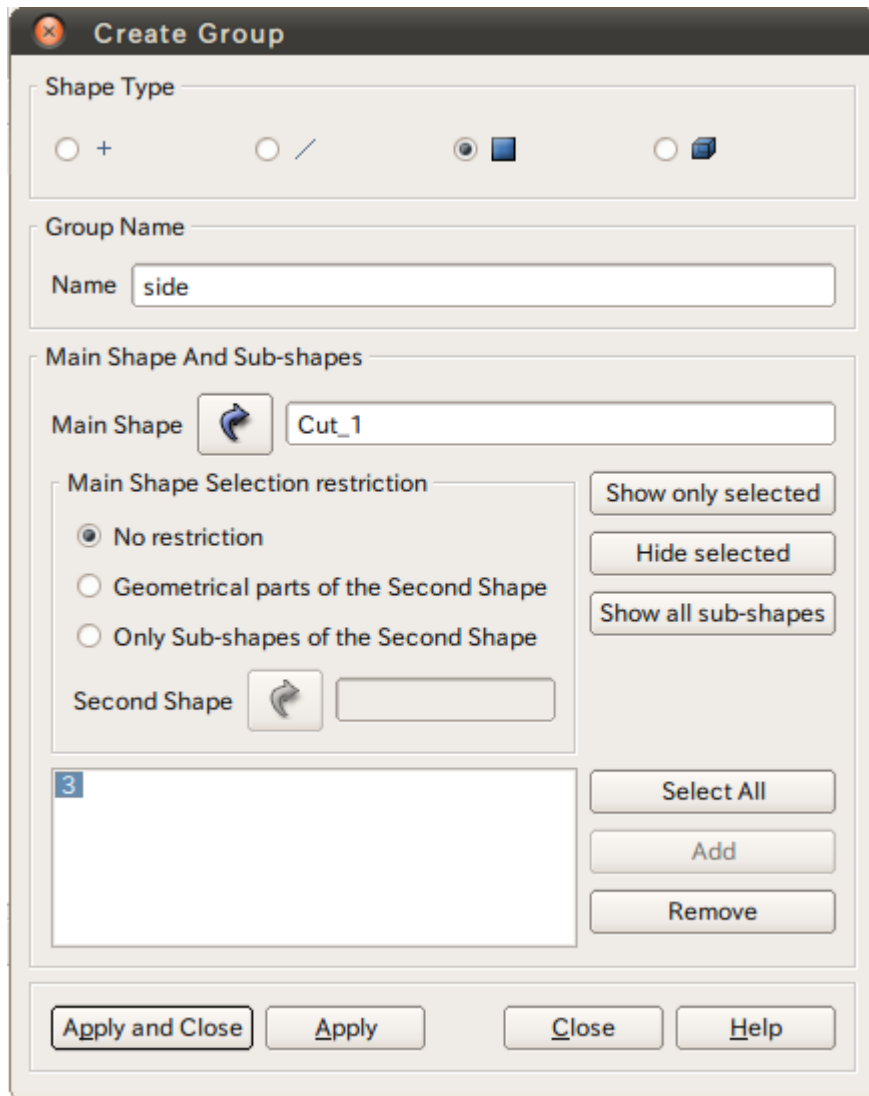
演習1 グループの作成

グループの作成

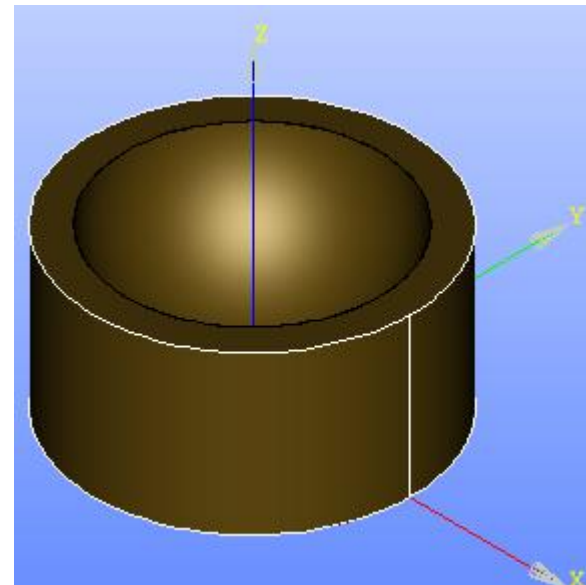
New Entity>Group>Create



演習1 グループの作成



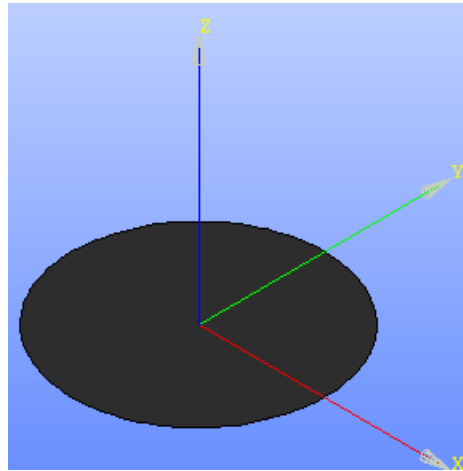
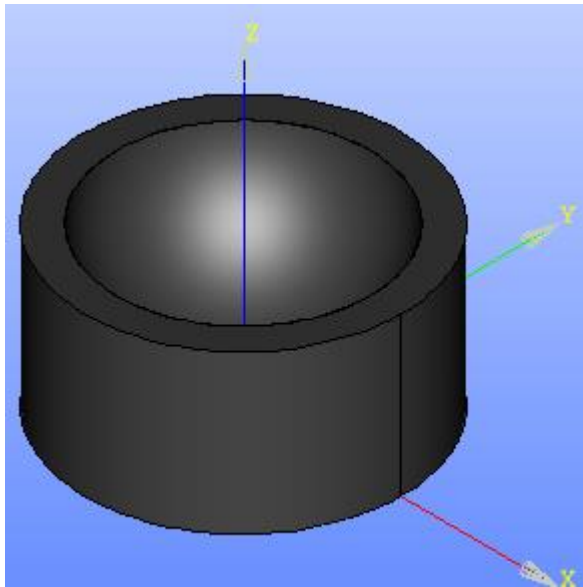
作成中



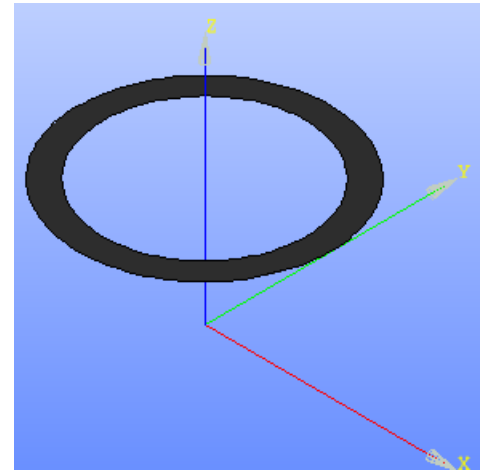
選択するとハイライトされる

演習1 グループの作成

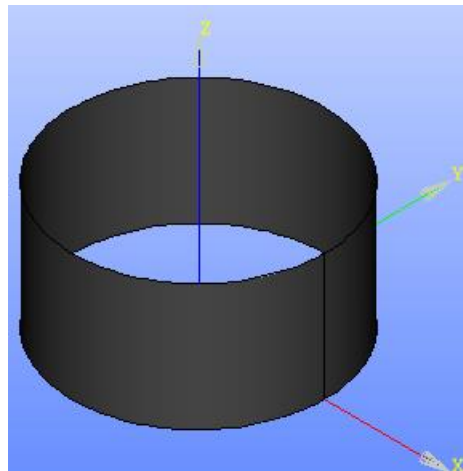
グループの作成



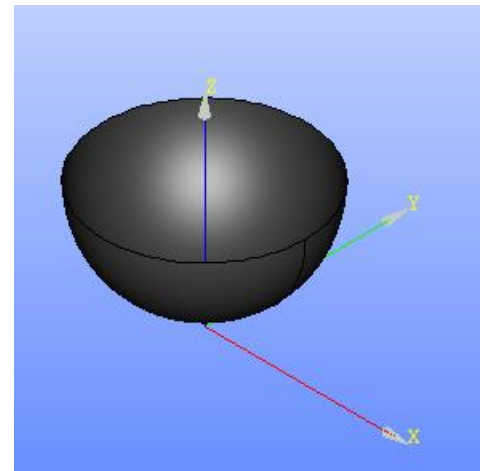
low



up

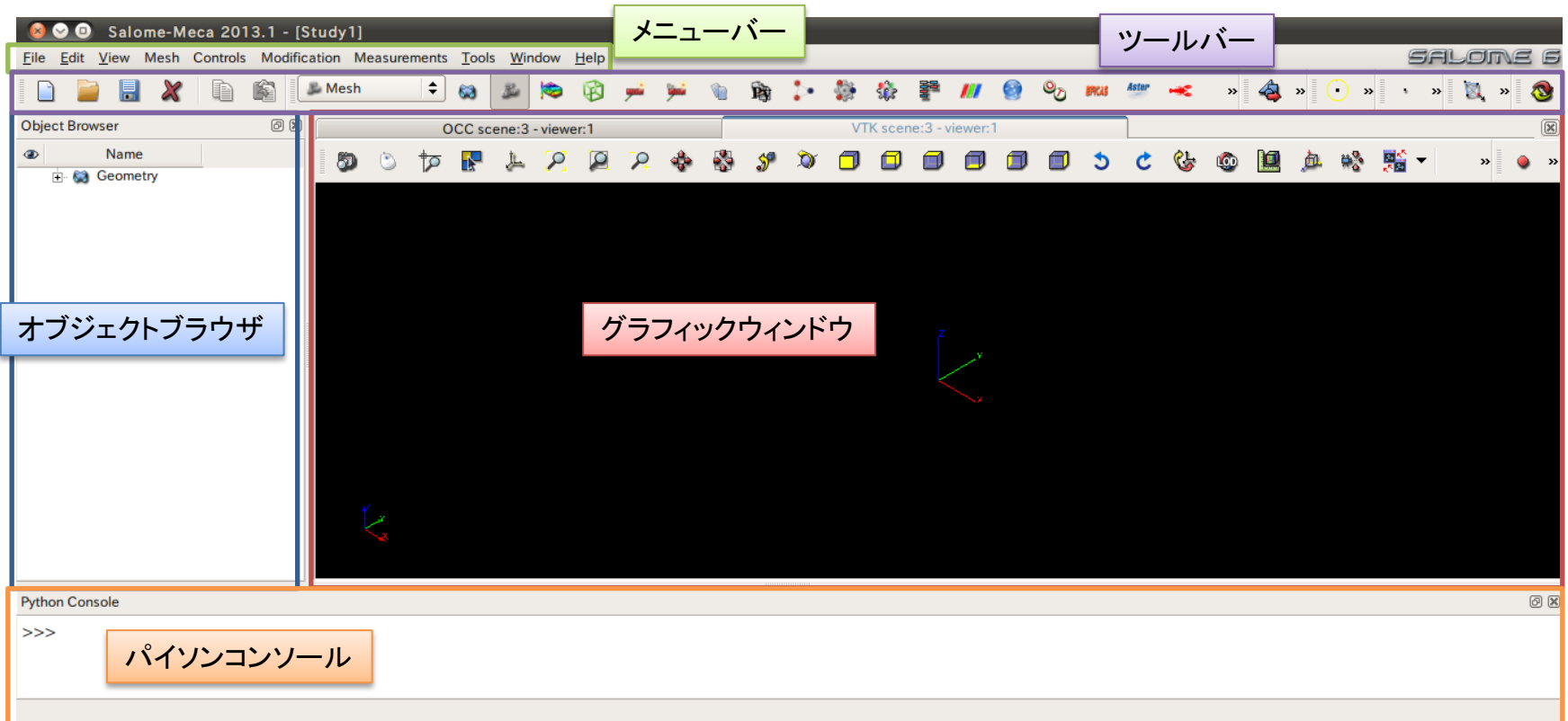


side



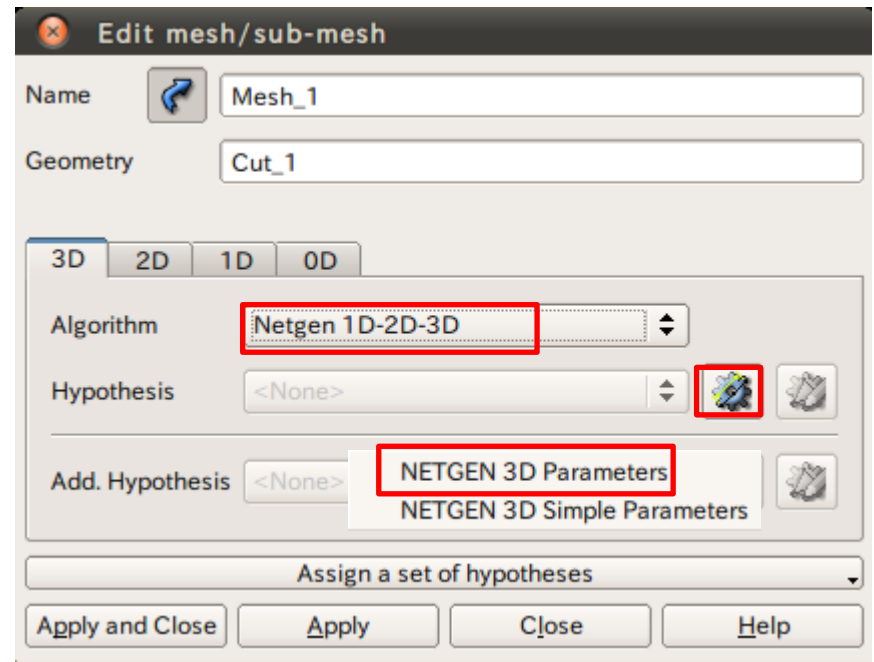
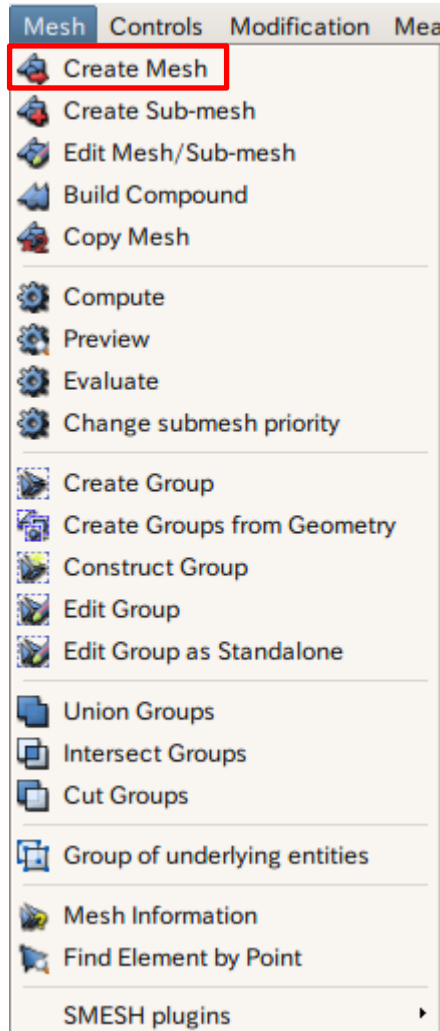
hole

Mesh起動画面

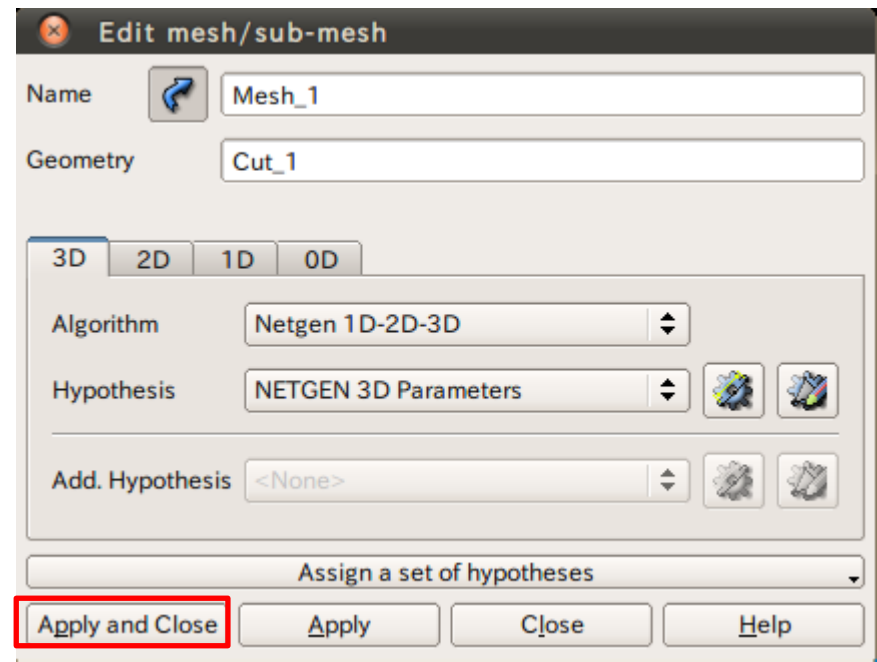
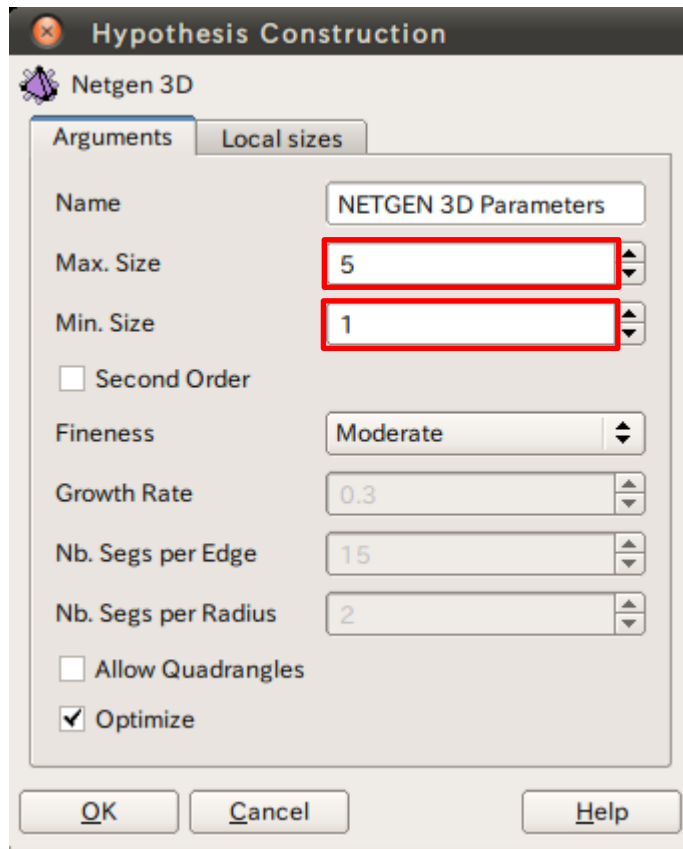


演習1 メッシュの作成

Mesh>Create Mesh



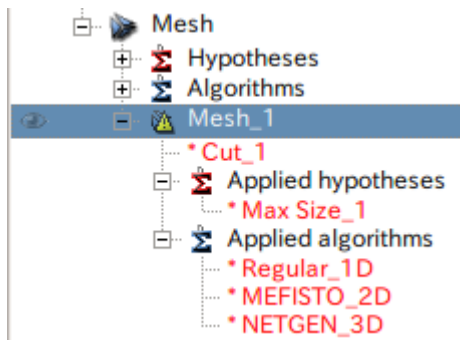
演習1 メッシュサイズの設定



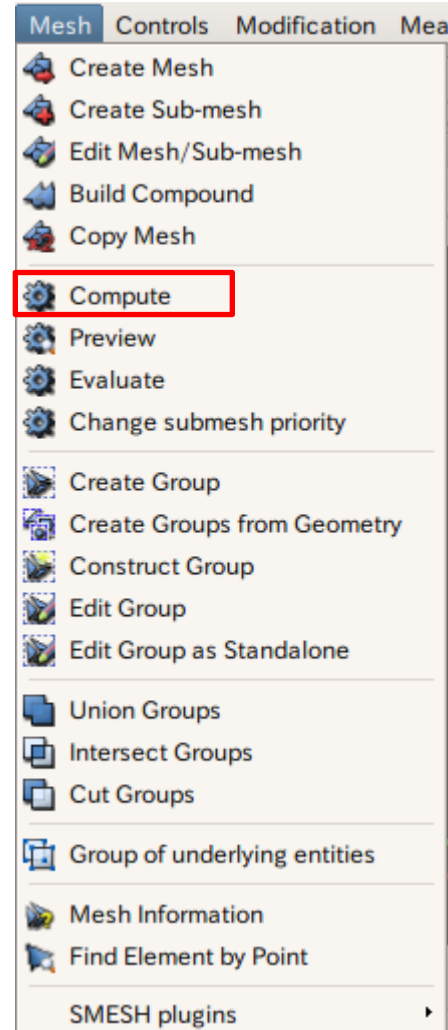
演習1 メッシュの作成

メッシュの作成

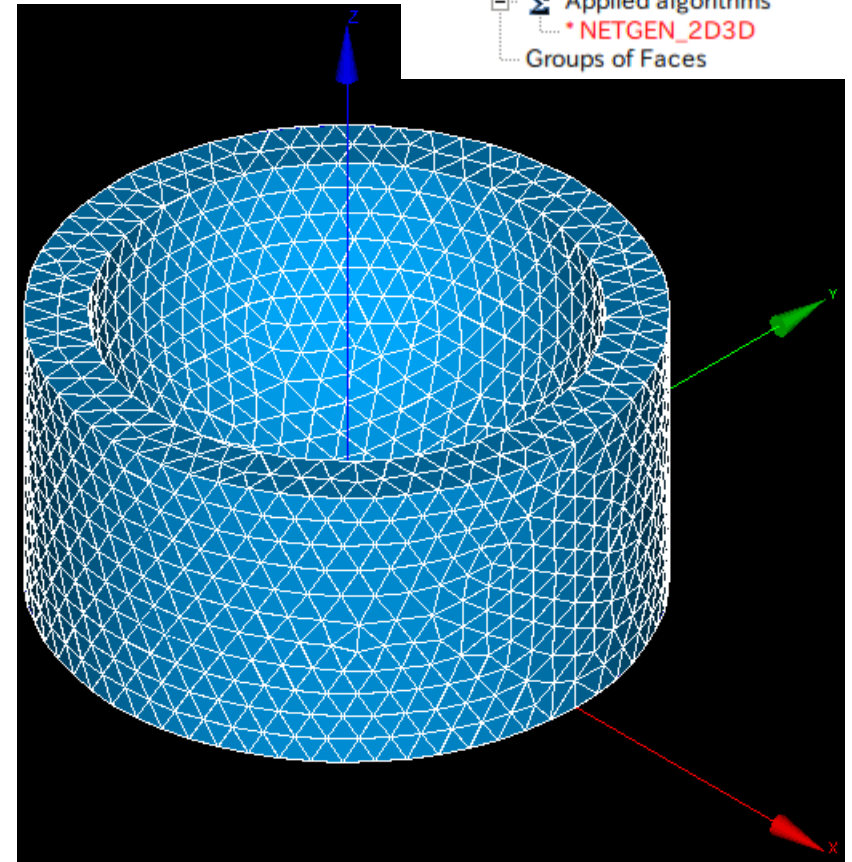
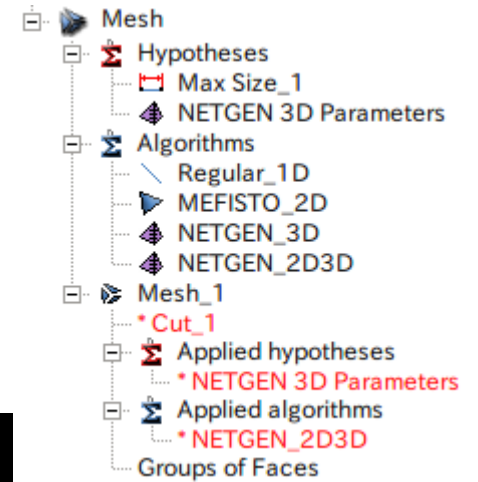
Mesh>Compute



Mesh_1を選択



演習1 メッシュの作成



Mesh computation succeed

Compute mesh

Name

Mesh_1

Mesh Infos

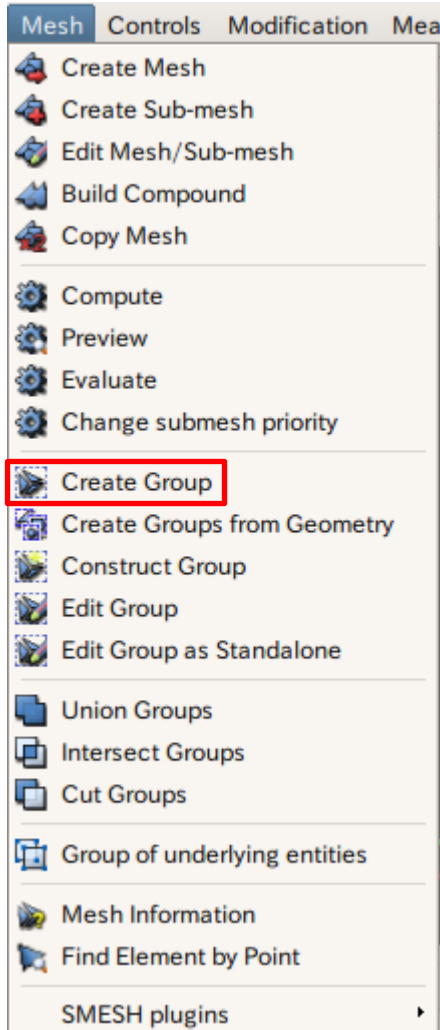
	Total	Linear	Quadratic
Nodes :	2118		
0D Elements :	0		
Balls :	0		
Edges :	199	199	0
Faces :	3290	3290	0
Triangles :	3290	3290	0
Quadrangles :	0	0	0
Polygons :	0		
Volumes :	7441	7441	0
Tetrahedrons :	7441	7441	0
Hexahedrons :	0	0	0
Pyramids :	0	0	0
Prisms :	0	0	0
Hexagonal prisms :	0		
Polyhedrons :	0		

Close

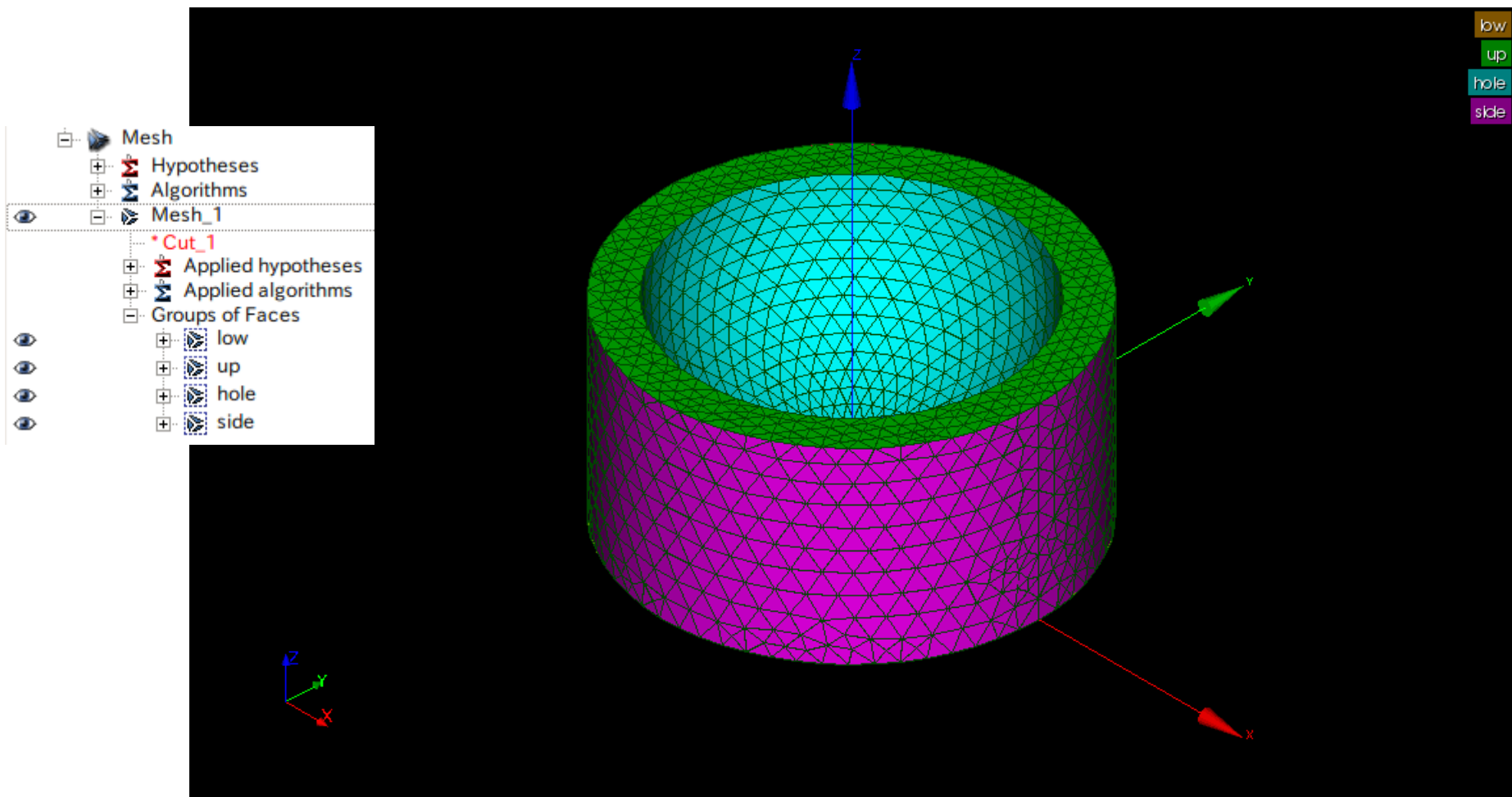
演習1 メッシュのグループ化

グループの作成

Mesh>Create Group

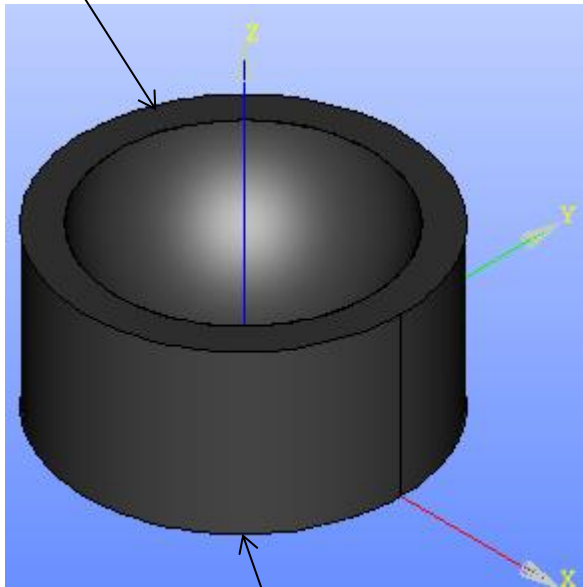


演習1 メッシュのグループ化



演習1 熱伝導解析設定条件

up温度: 100°C



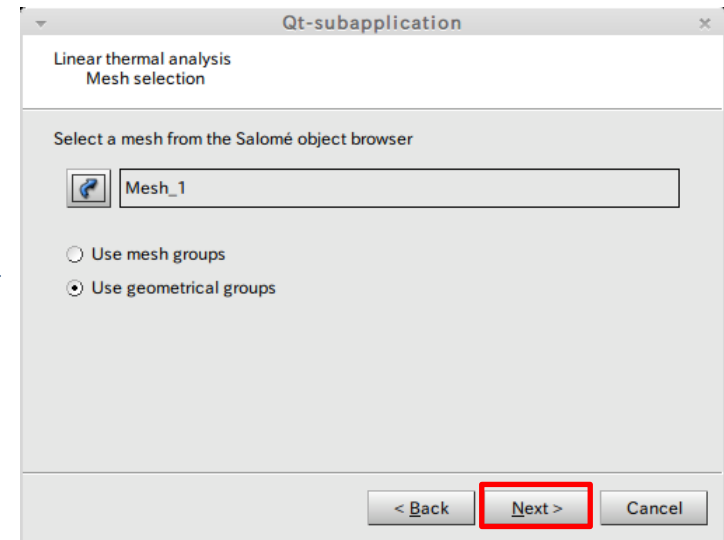
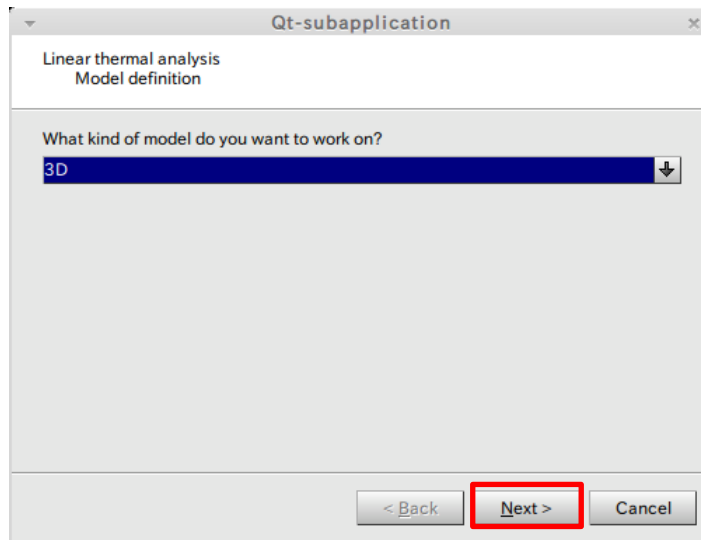
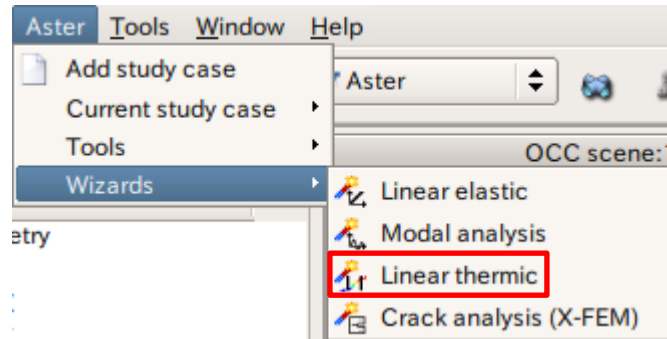
熱伝導率: 0.54W/mK

low温度: 0°C

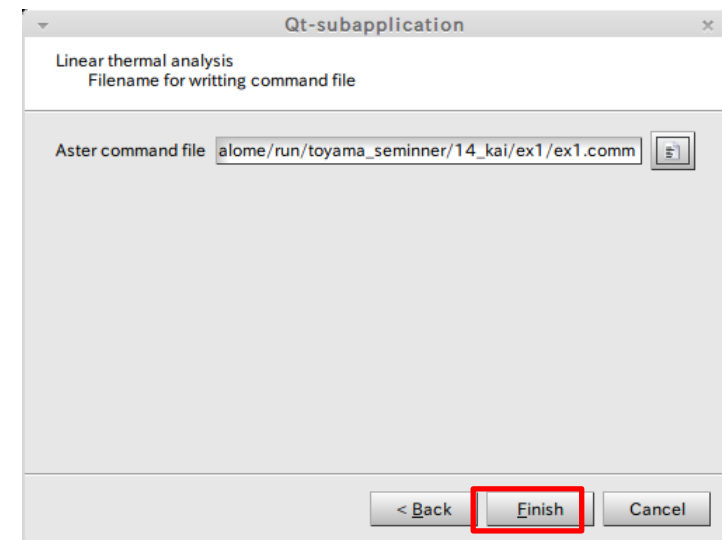
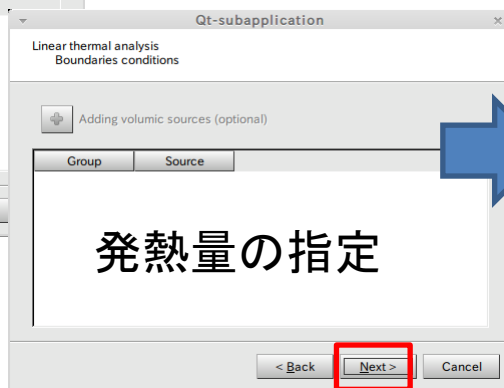
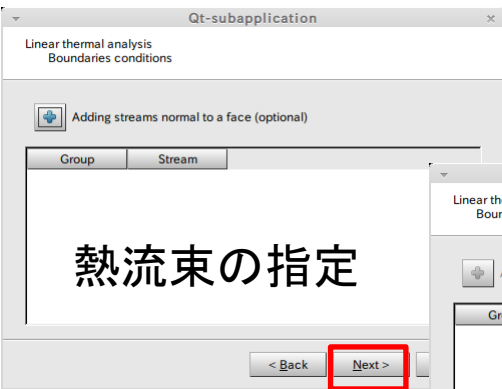
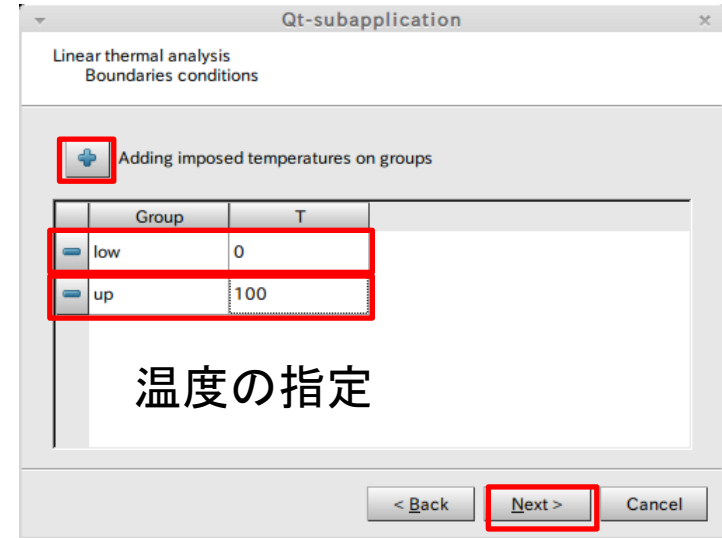
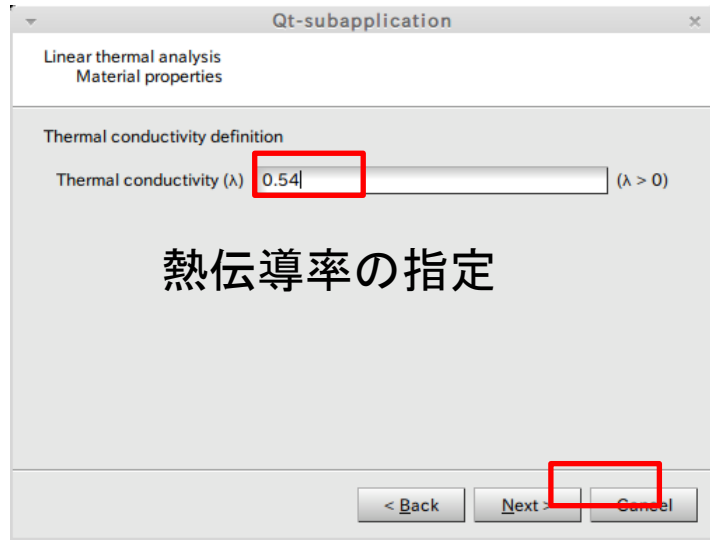
演習1 Asterモジュールの起動

ウィザード

Aster>Wizards>Linear thermic

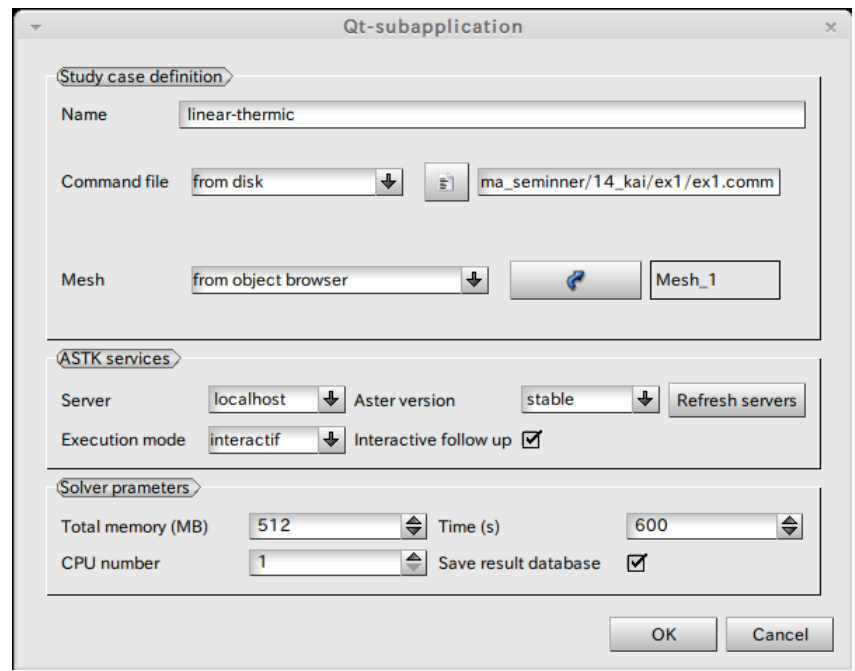
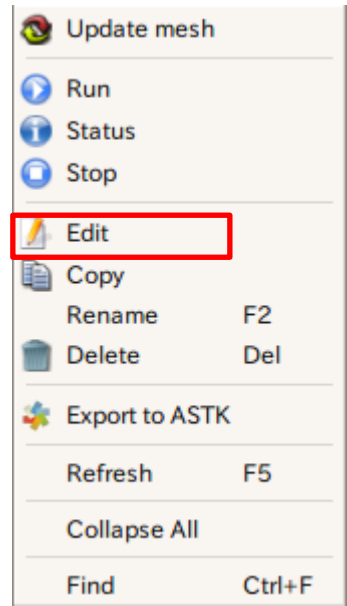
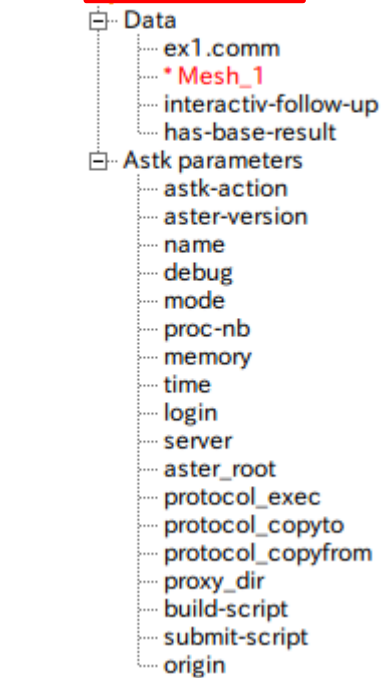


演習1 wizardの設定



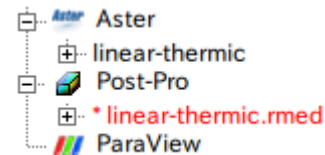
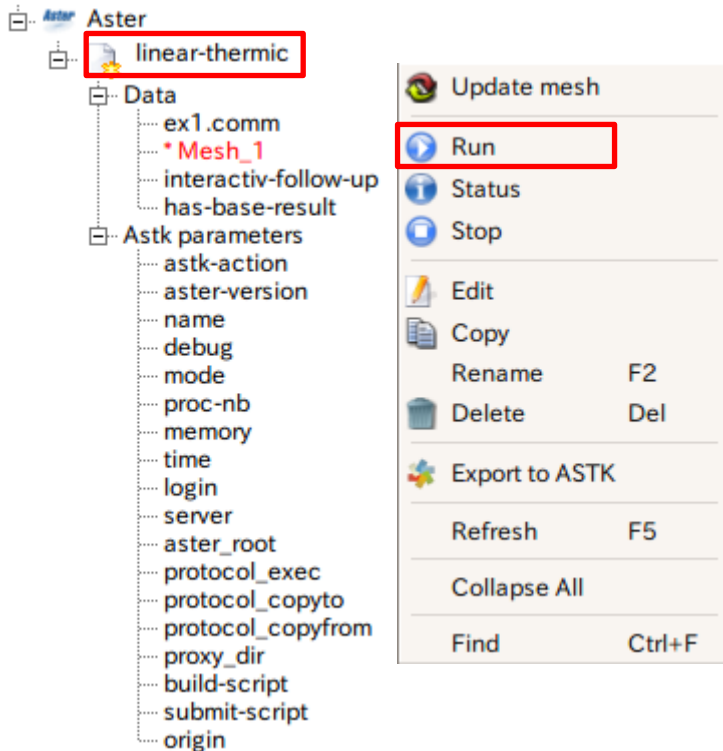
演習1 wizardの設定

Aster linear-thermic 右クリック



演習1 解析の実行

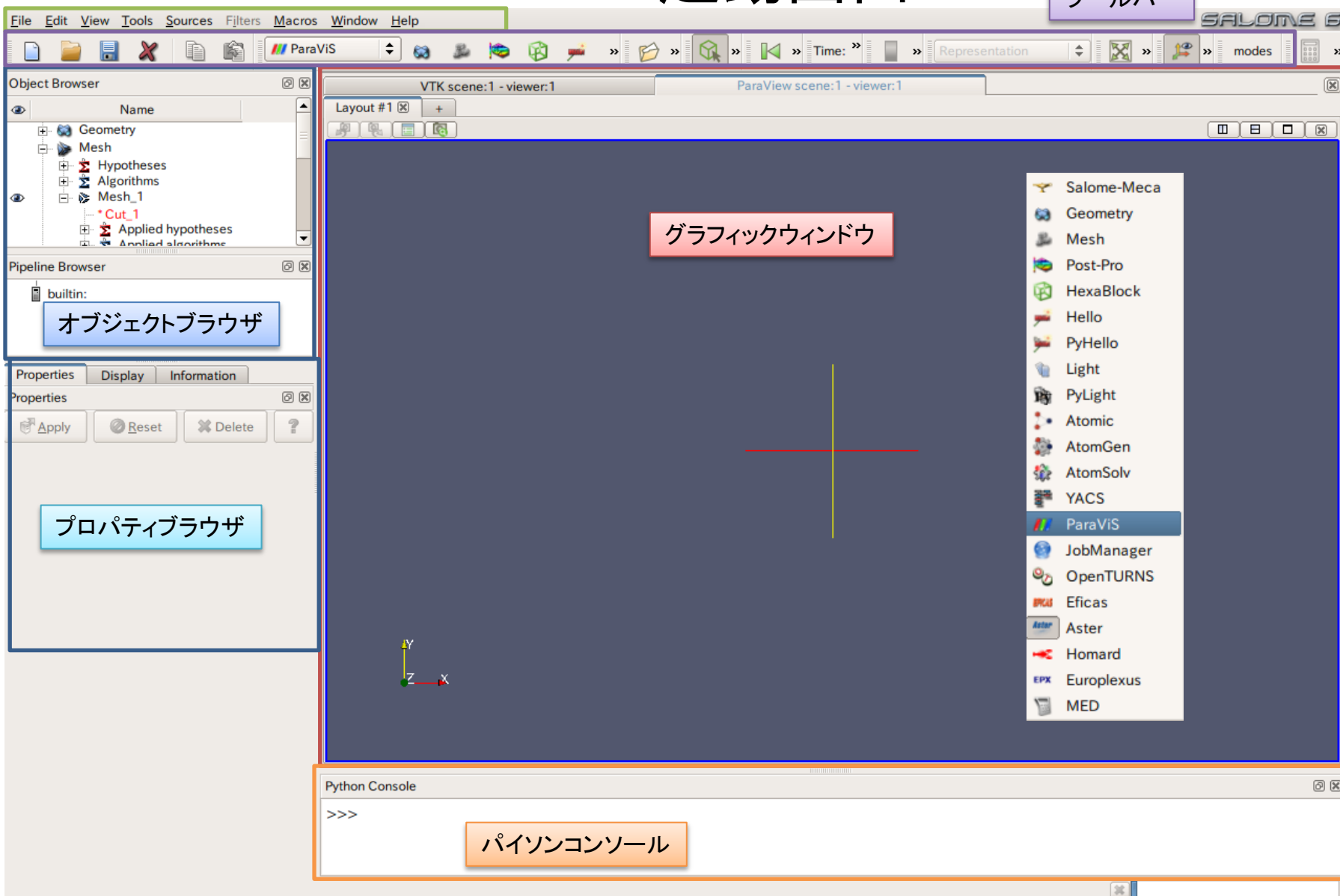
解析実行中



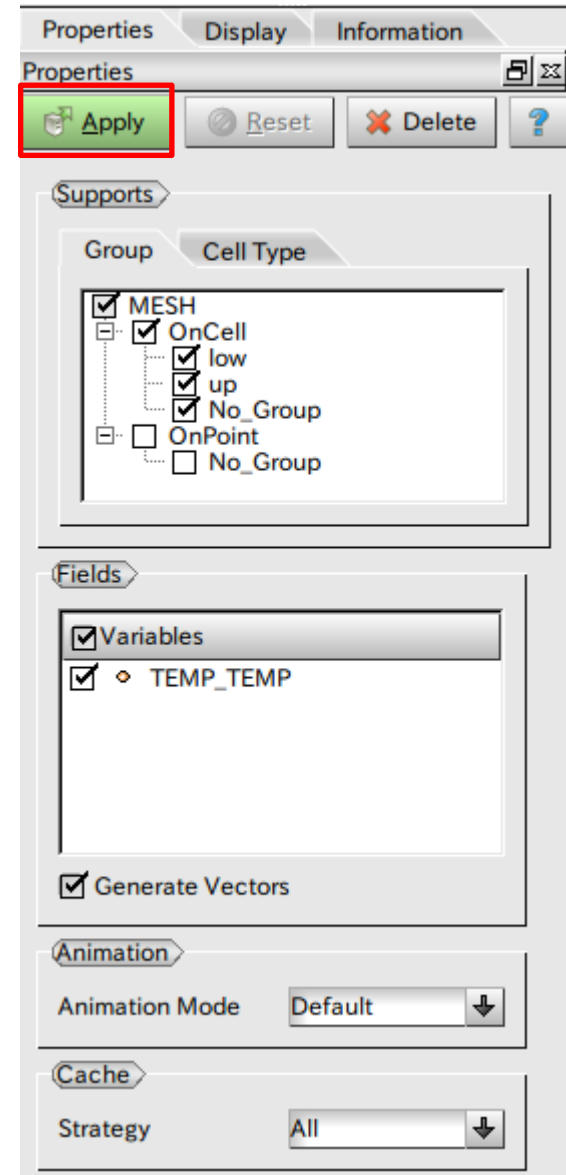
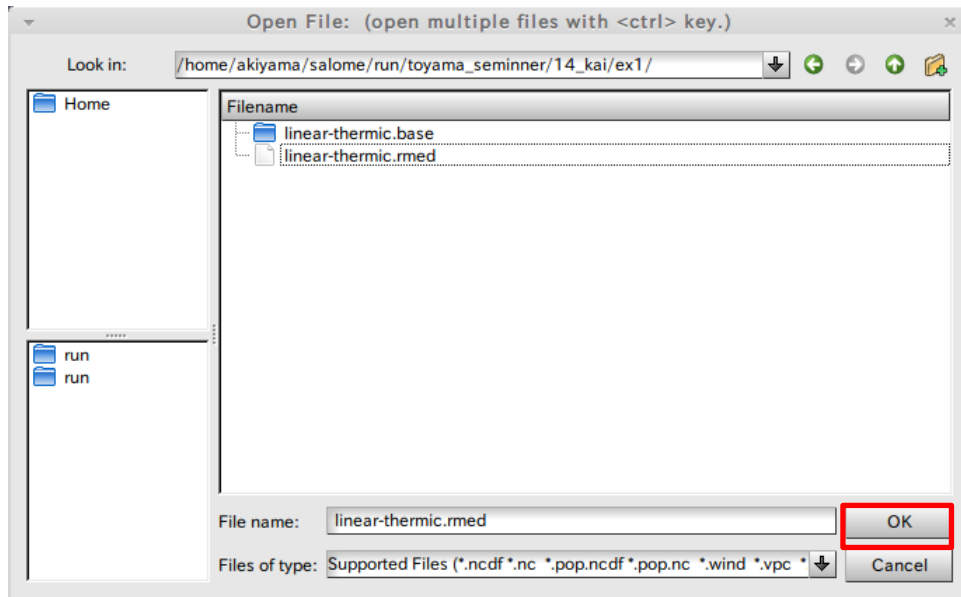
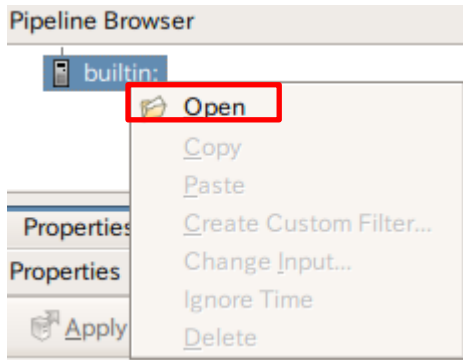
メニューバー

ParaViS起動画面

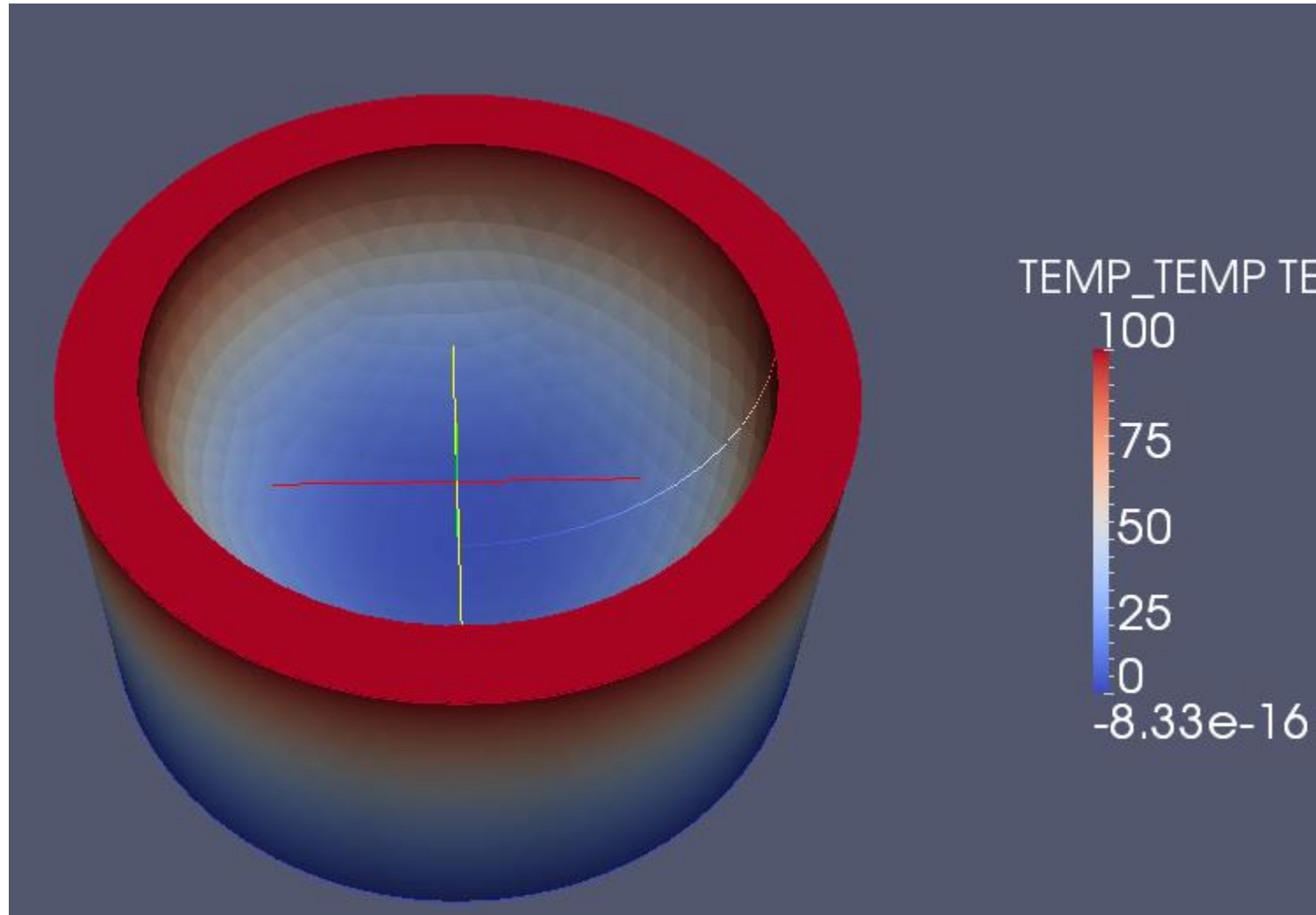
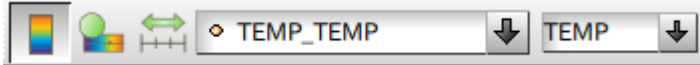
ツールバー



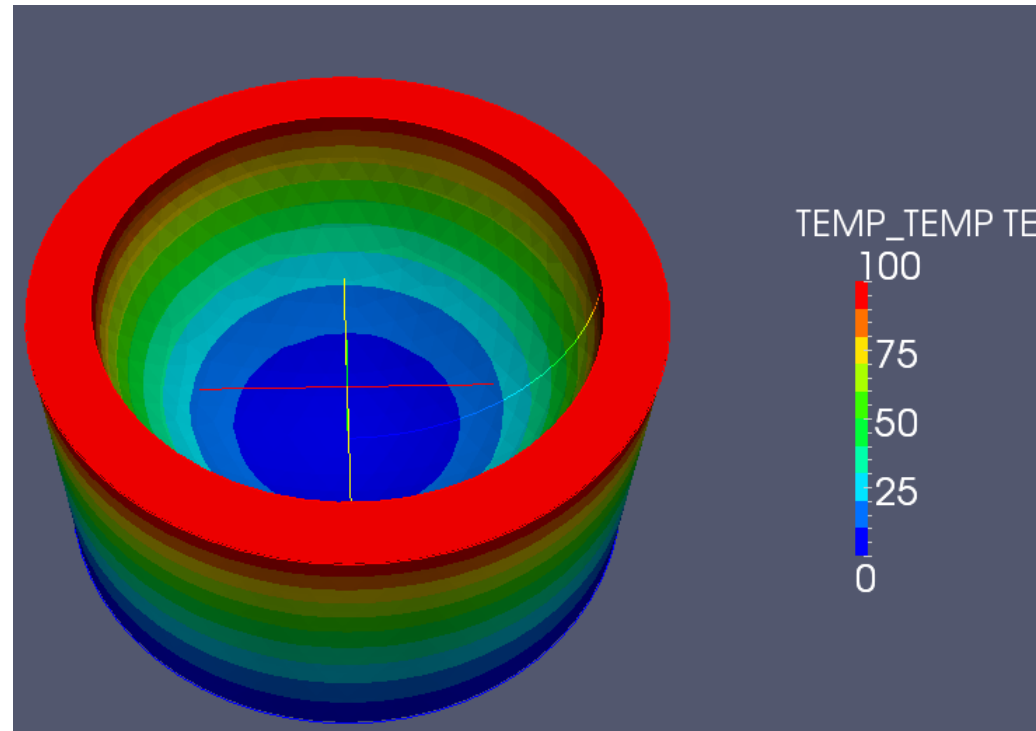
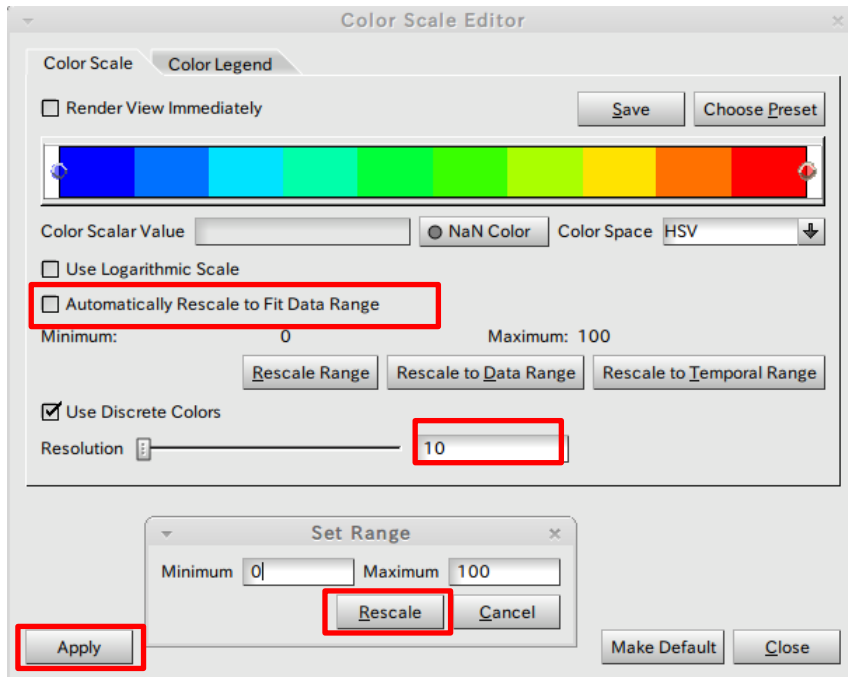
演習1 解析結果の表示



演習1 解析結果の表示(温度)



演習1 解析結果の表示(レンジの変更)



演習2

- 2-1解析解と数値解の比較
 - 解析解を算出する
- 2-2メッシュサイズの違いによる解析結果への影響
 - メッシュサイズ 0.01mと0.005mで比較
- 2-3メッシュタイプの違いによる解析結果への影響
 - テトラメッシュとヘキサメッシュ(各辺15分割)で比較
- 2-4境界条件の違いによる解析結果への影響
 - 端部拘束と法線方向拘束で比較

演習2 有限要素法による熱伝導解析

θ : 温度[K]

$\alpha = 1$: 熱拡散率 $\left[\frac{m^2}{s} \right]$

$\lambda = 1$: 熱伝導率 $\left[\frac{W}{mK} \right]$

$\rho = 1$: 密度 $\left[\frac{kg}{m^3} \right]$

$C_p = 1$: 比熱 $\left[\frac{J}{kgK} \right]$

$[W] = \left[\frac{J}{s} \right]$

$B: 1m$

$W: 1m$

$L: 10m$

$T_1: 100K$

$T_2: 0K$

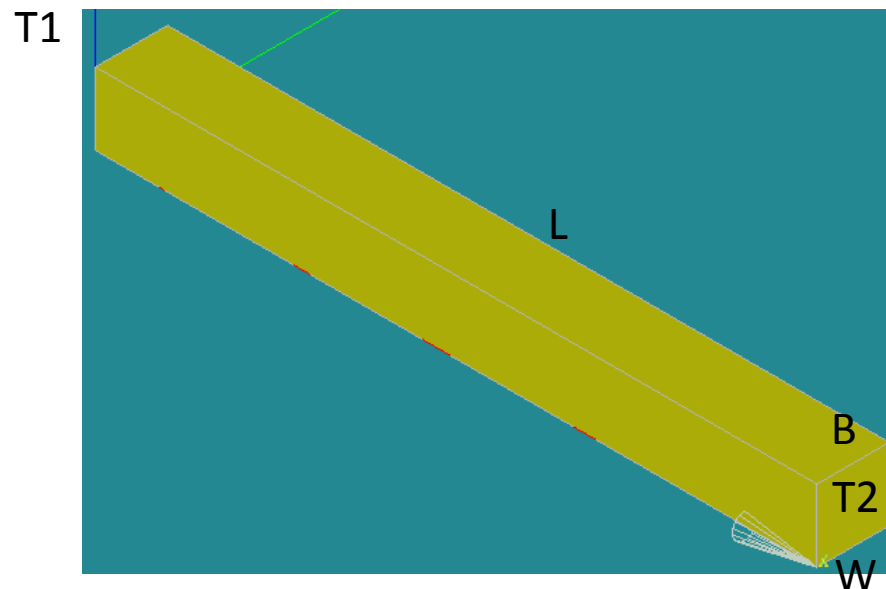
B : 幅

W : 奥行

L : 全長

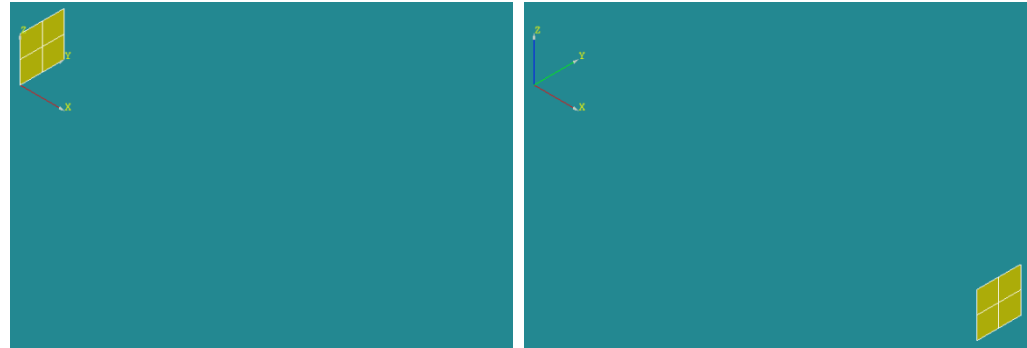
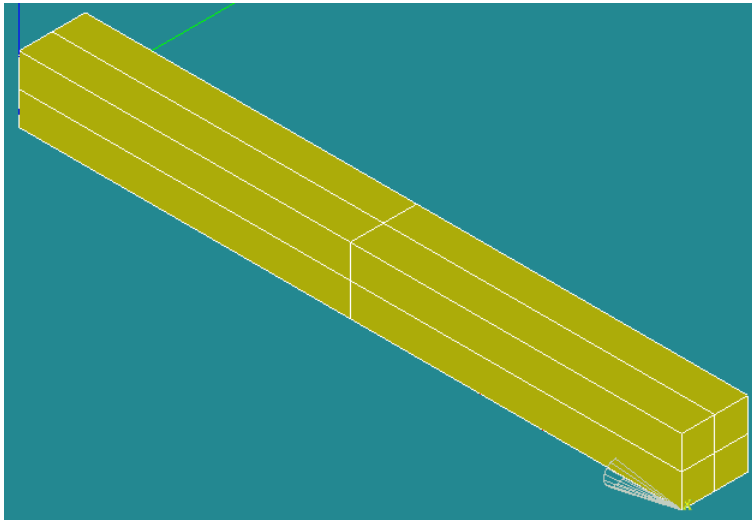
T_1 : 左側温度

T_2 : 右側温度



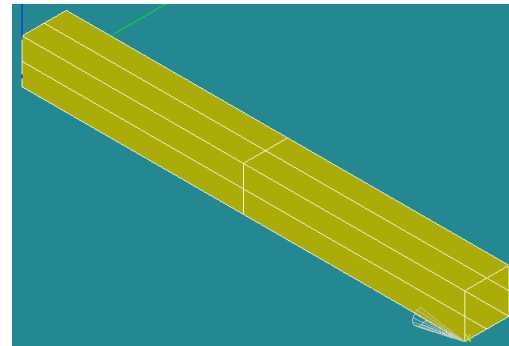
演習2 グループの作成

グループの作成



T1

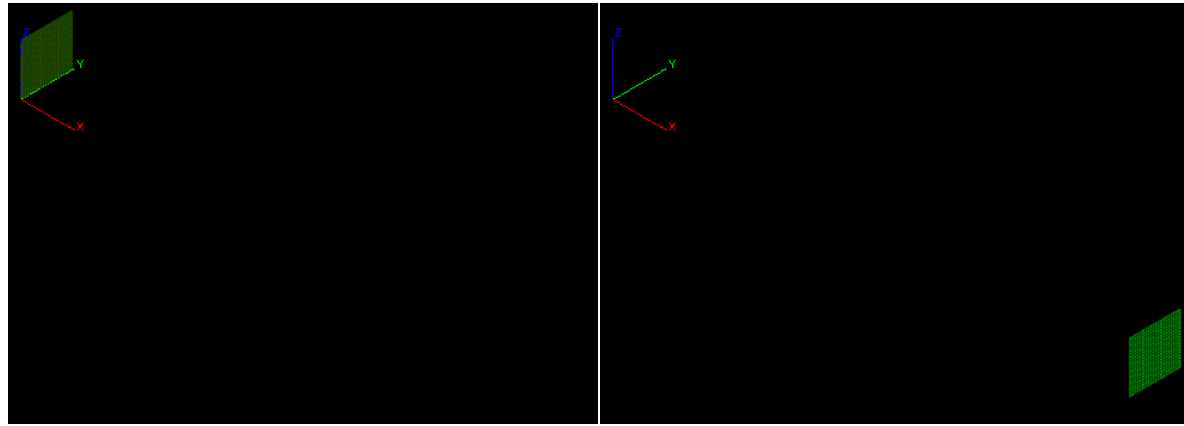
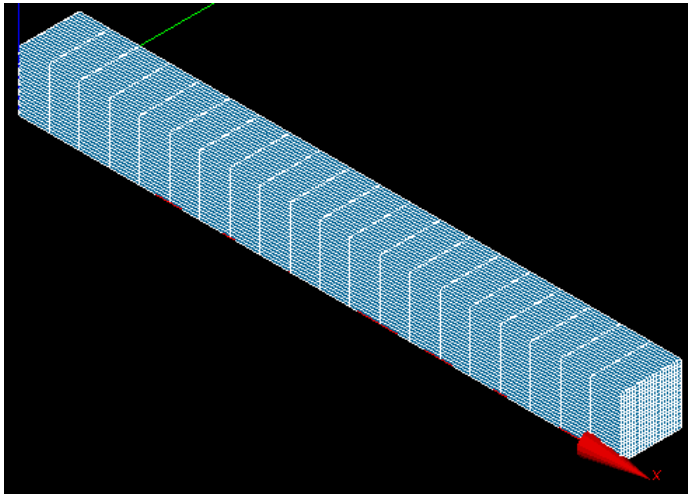
T2



wall

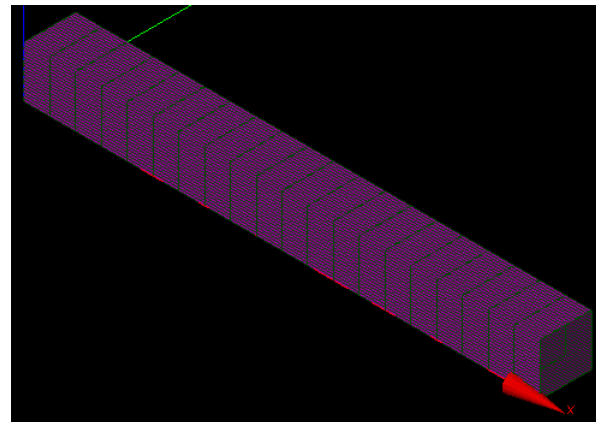
演習2 メッシュグループの作成

グループの作成



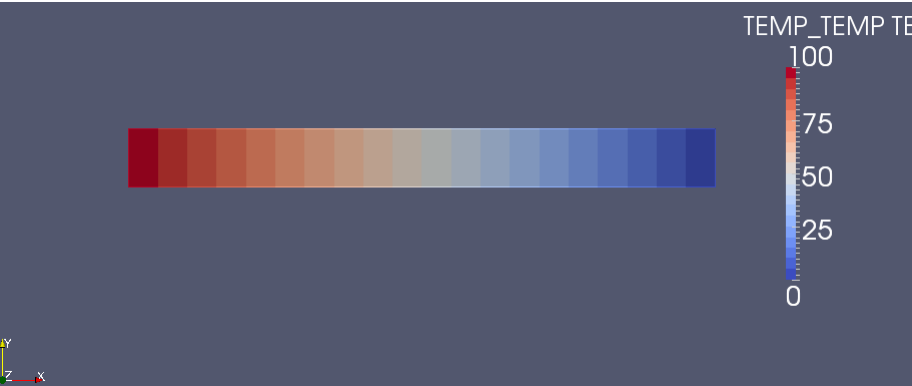
T1

T2



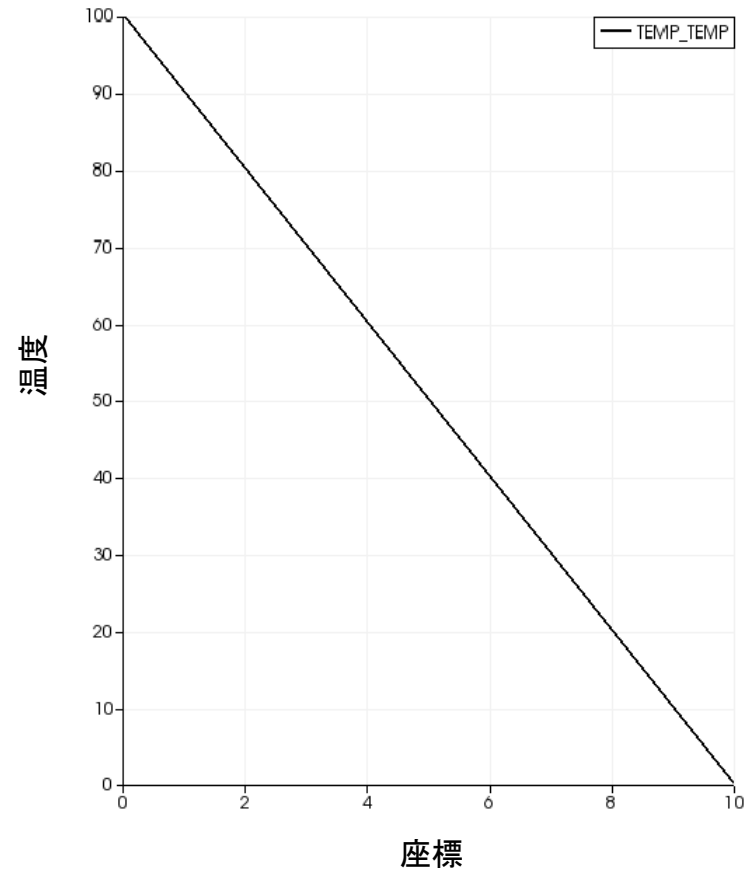
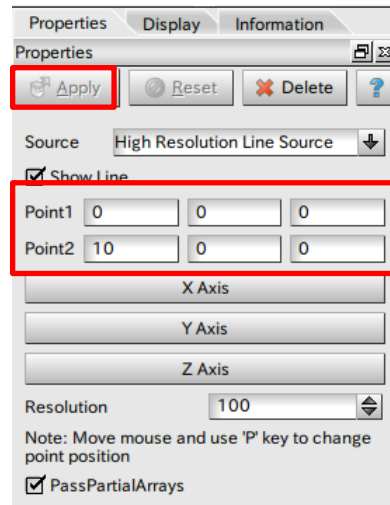
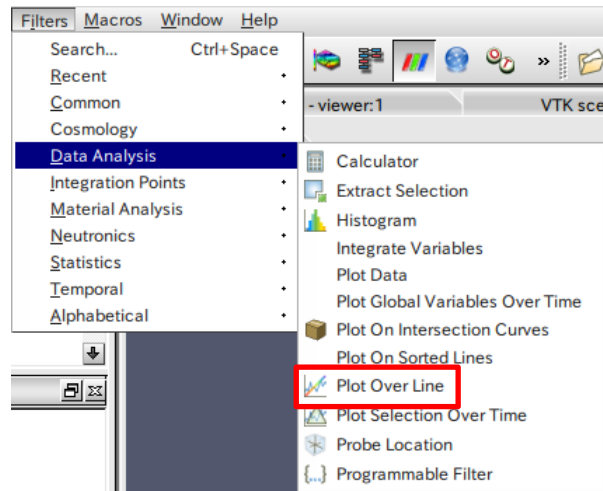
wall

演習2 解析結果



builtin:
linear-thermic.rmed 選択状態にする

Filters>Data Analysis>Plot Over Line



ラインの始点と終点の座標を入力

演習4 有限体積法による熱伝導解析

TutorialsのlaplacianFoamのflangeをコピー

→/home/user/OpenFOAM/user-2.2.1/run/tutorials/basic/laplacianFoam/flange

フォルダ一名をflange→に変更

Allclean

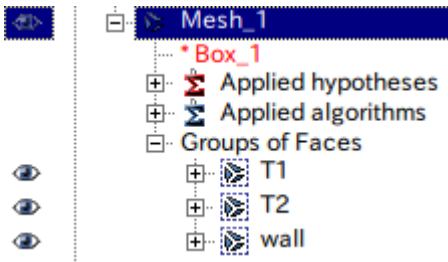
Allrun

Flange.ans

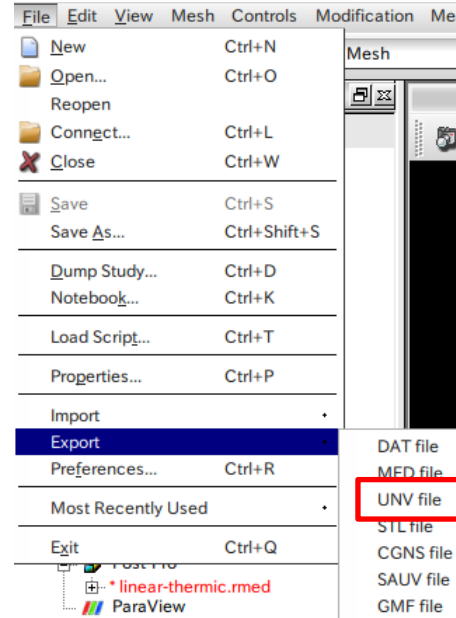
Constant>polyMesh内のファイル
は削除する

演習4 メッシュの出力

メッシュ及びグループを表示状態
メッシュを選択状態にする



File>Export>UNV file



演習4 メッシュの変換、条件設定

\$ ideasUnvToFoam Mesh_1.unv

メッシュ変換

その他ファイルの編集

/0/T の編集

	define patch at constant/. (boundary)	T
field type dimensions		volScalarField; [0 0 0 1 0 0 0];
internal Field <sort patch>		uniform 0;
T1	type patch; physicalType patch;	type fixedValue; value uniform 100;
T2	type patch; physicalType patch;	type fixedValue; value uniform 0;
wall	type patch; physicalType patch;	type zeroGradient;

/system/controlDict の編集

```

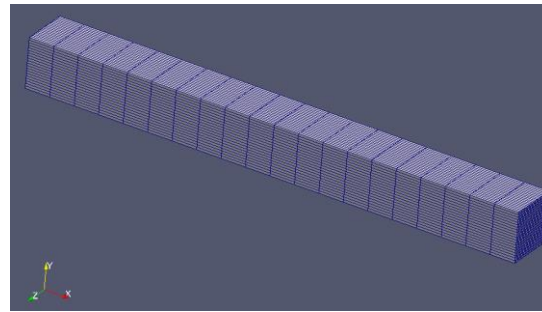
18 application      laplacianFoam;
19
20 startFrom        latestTime;
21
22 startTime        0;           開始時間
23
24 stopAt           endTime;
25
26 endTime          400;        終了時間
27
28 deltaT           0.1;        計算時間間隔
29
30 writeControl      runtime;
31
32 writeInterval    10;         結果出力間隔
??
    
```

/constant/transportProperties の編集

```

?? DT
18 DT              DT [ 0 2 -1 0 0 0 0 ] 1.0; 熱伝導率
19
    
```

\$ paraFoam

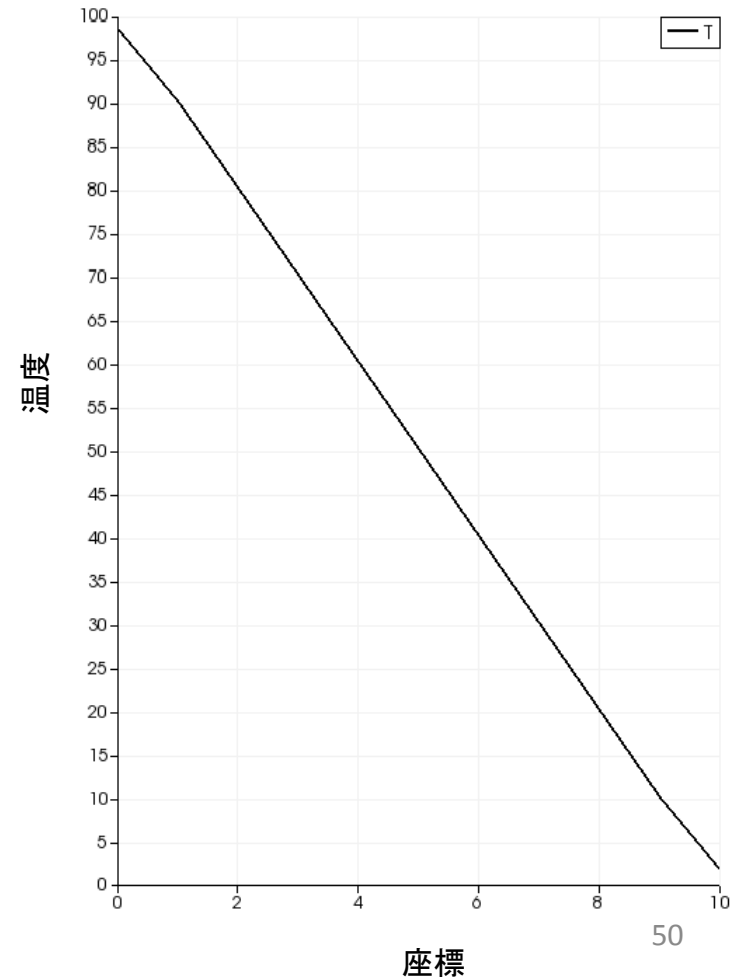
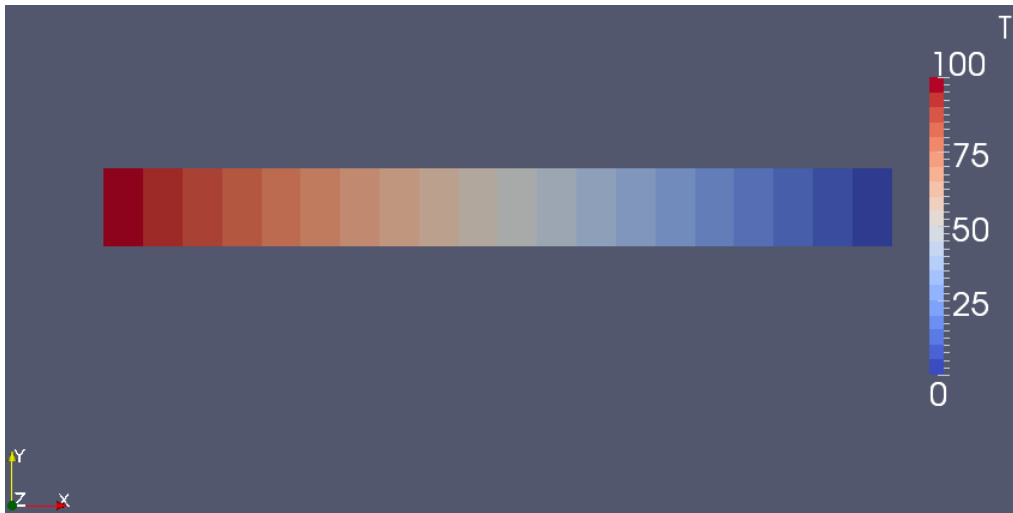


演習4 計算実行、結果処理

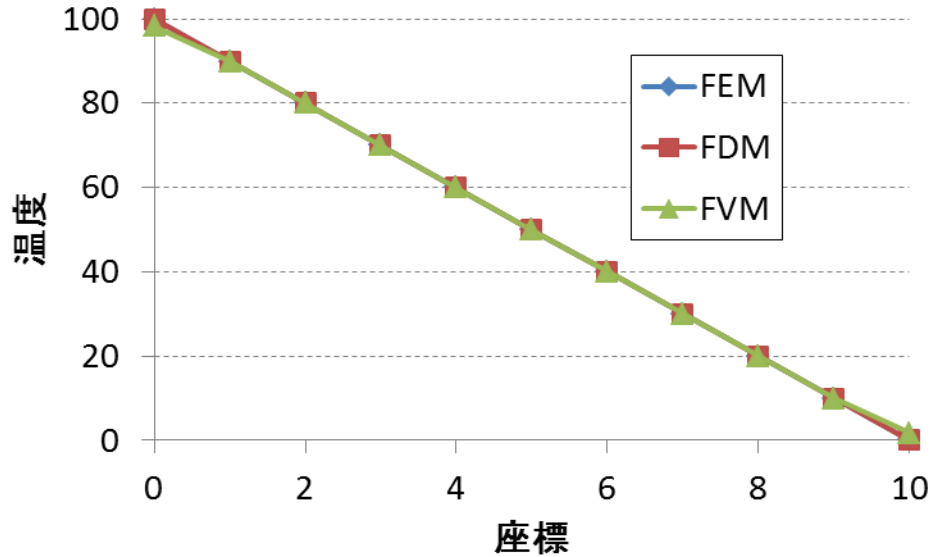
\$ laplacianFoam

解析実行

\$ paraFoam



解析結果の比較



座標	FEM	FDM	FVM
0	100.0000	100.0000	98.3329
1	90.0000	90.0000	89.9973
2	80.0000	80.0000	79.9949
3	70.0000	70.0000	69.9929
4	60.0000	60.0000	59.9917
5	50.0000	50.0000	49.9912
6	40.0000	40.0000	39.9917
7	30.0000	30.0000	29.9929
8	20.0000	20.0000	19.9949
9	10.0000	10.0000	9.99728
10	0.0000	0.0000	1.66621

	離散化手法	
演習2	有限要素法	FEM
演習3	差分法	FDM
演習4	有限体積法	FVM