

Salome-Mecaを使用した 構造解析入門

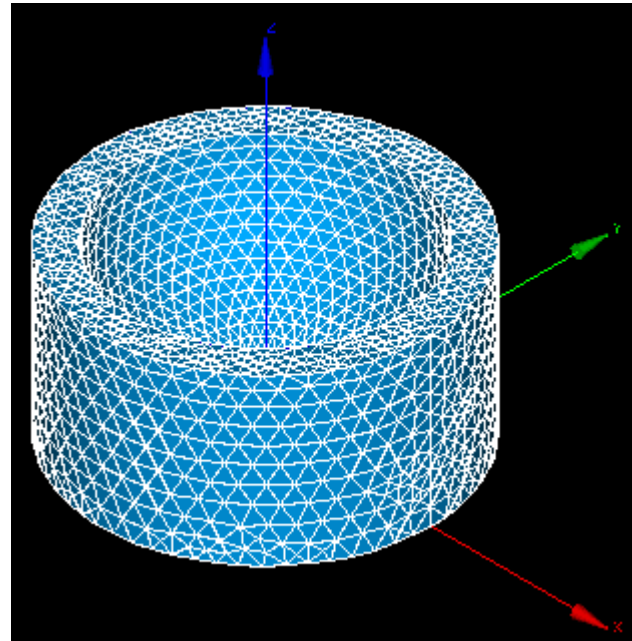
秋山善克

Salome-Mecaとは・・・

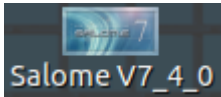
- EDF(フランス電力公社)が提供しているLinuxベースのオープンソース
- Code_Aster : 解析ソルバー
- Salome-Meca : プリポストを中心とした統合プラットフォーム:[SALOME Platform](#)に、Code_Asterをモジュールとして組み込んだもの
- Code_Asterは、構造力学、熱力学を中心に非常に高度で多彩な機能と400を超える要素(1次元、2次元、3次元ほか)を有しています。また、2000以上のテストケースと、13000ページ以上のドキュメント(使用方法、テクニック、理論的背景)、公式フォーラムなどがあり、他のオープンソースCAEソフト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

本日の演習内容

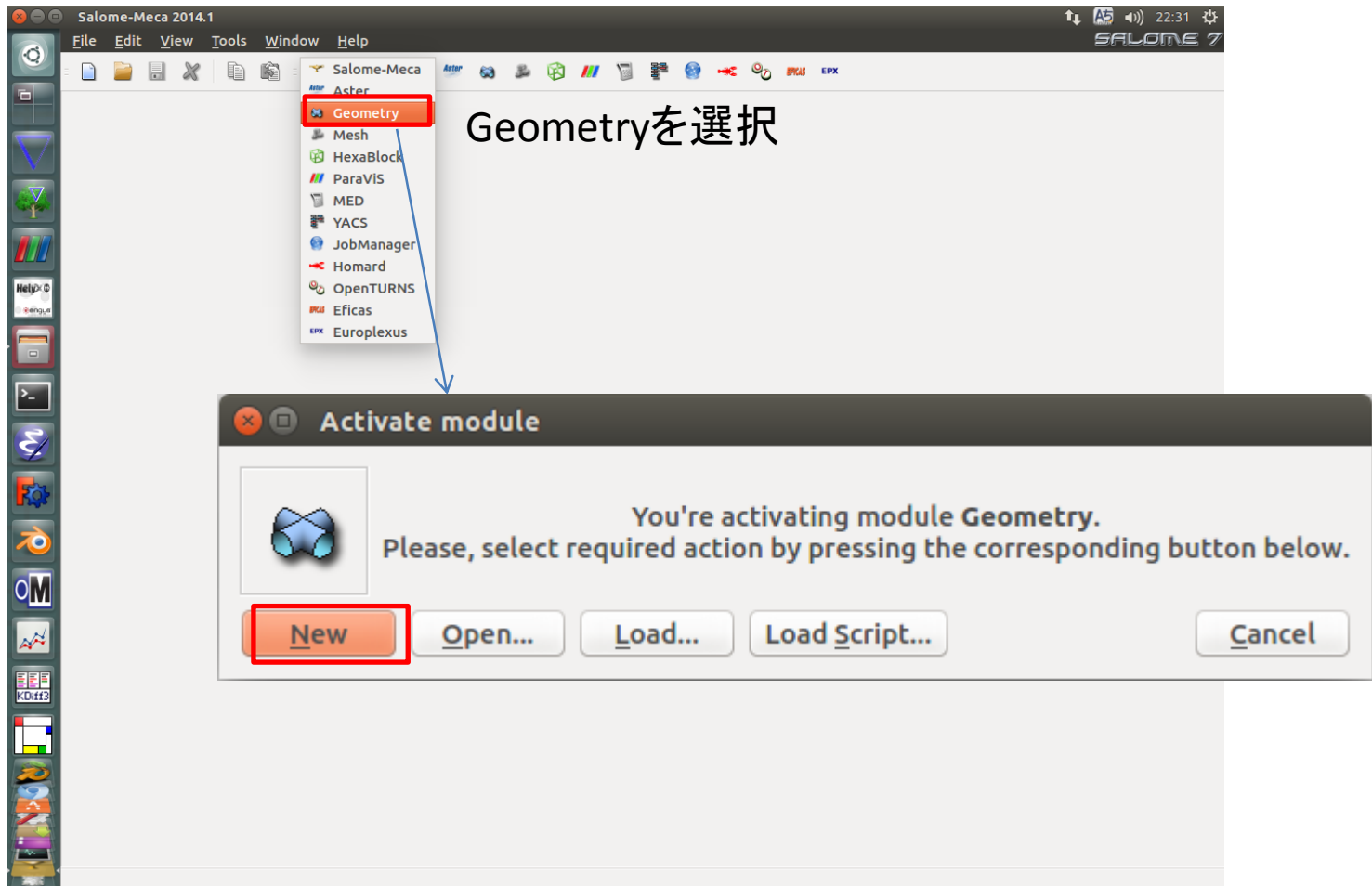
- 演習1 ウィザードによる構造解析手順の確認
- 演習2 高次要素による解析
- 演習3 変位拘束による解析



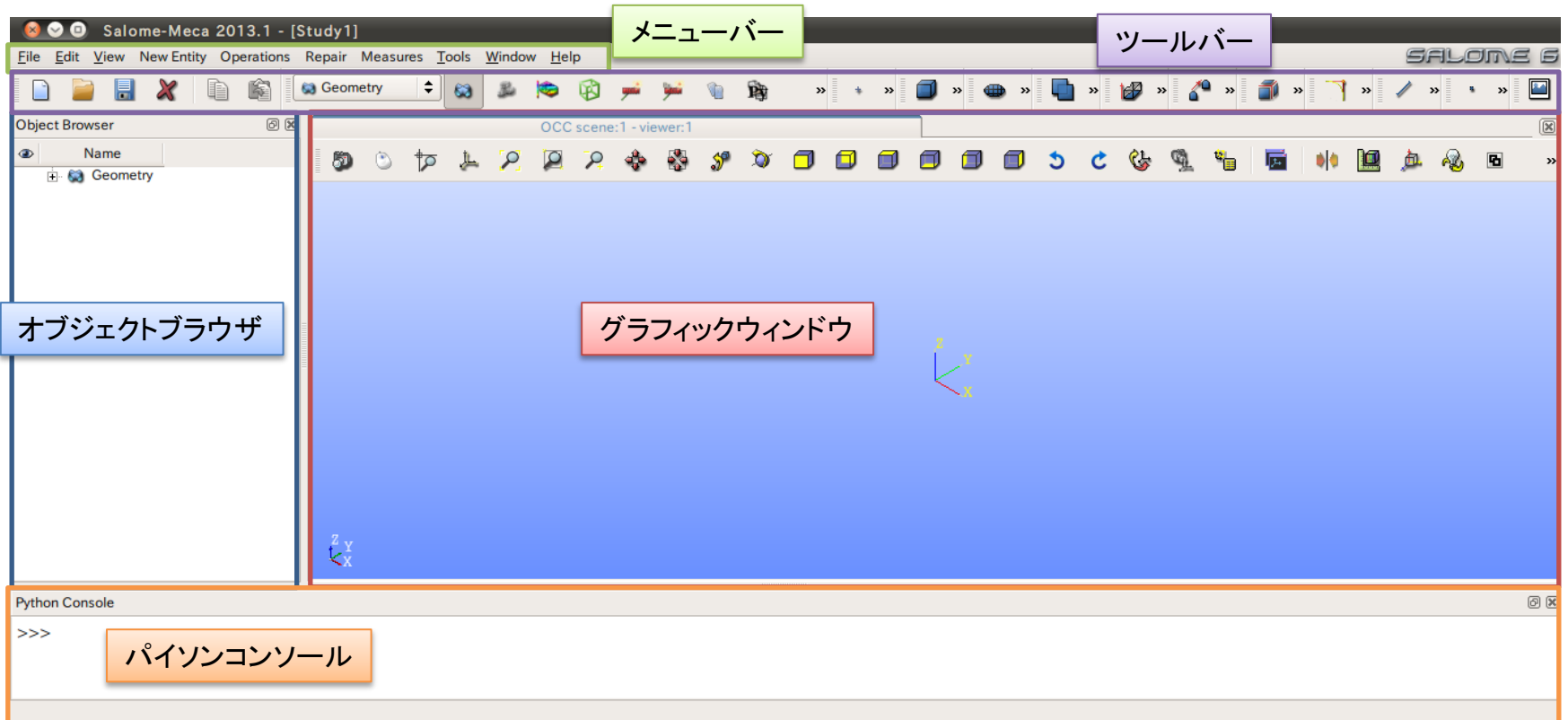
Salome-Mecaの起動



デスクトップ上のアイコンをクリック

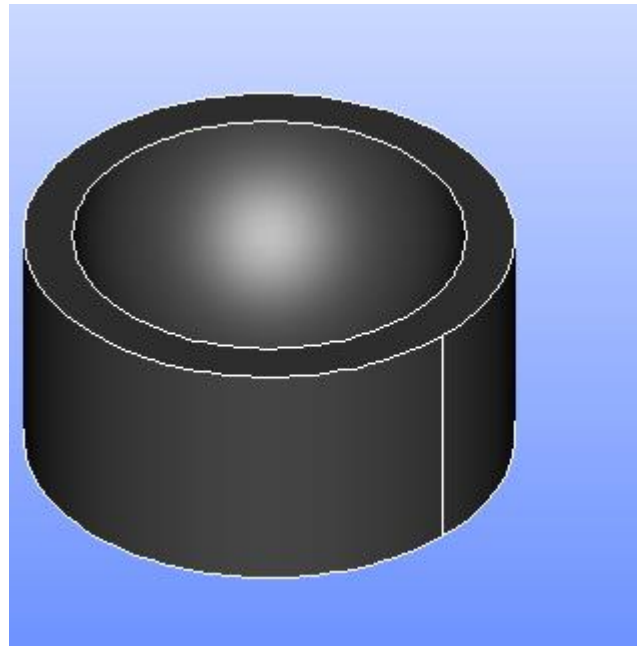


Geometry起動画面



演習1 Primitivesによるモデル作成

- ①XY平面を底面基準とし、Z軸を中心軸とする半径50mm、高さ50mmの円柱を作成する。(ソリッドモデルA)
- ②座標値(0,0,50)を中心とする半径40mmの球形状を作成する。(ソリッドモデルB)
- ③円柱(ソリッドモデルA)と球(ソリッドモデルB)を組み合わせる。

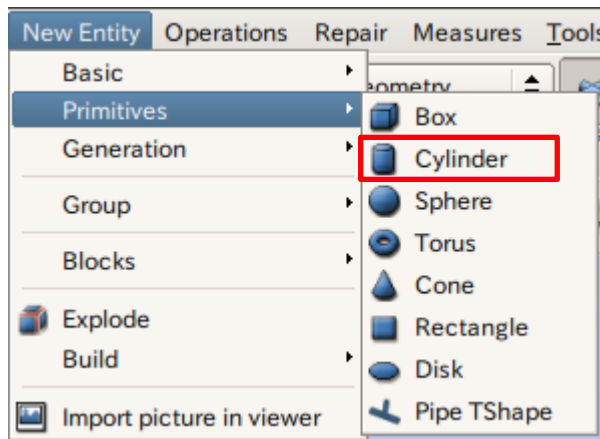


演習1 Primitivesによるモデル作成

- ①XY平面を底面基準とし、Z軸を中心軸とする半径50mm、高さ50mmの円柱を作成する。
(ソリッドモデルA)

円柱の作成

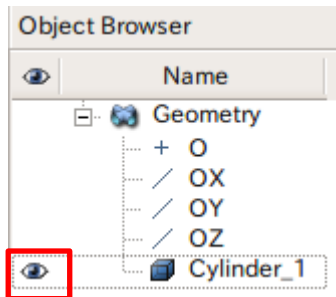
New Entity>Primitives>Cylinder



座標原点に作成

名前は任意

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

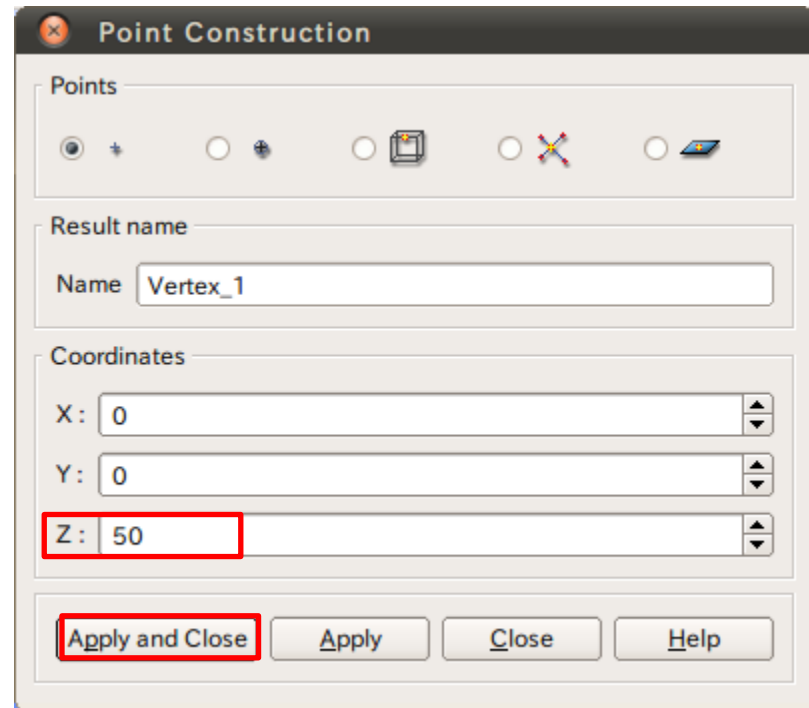
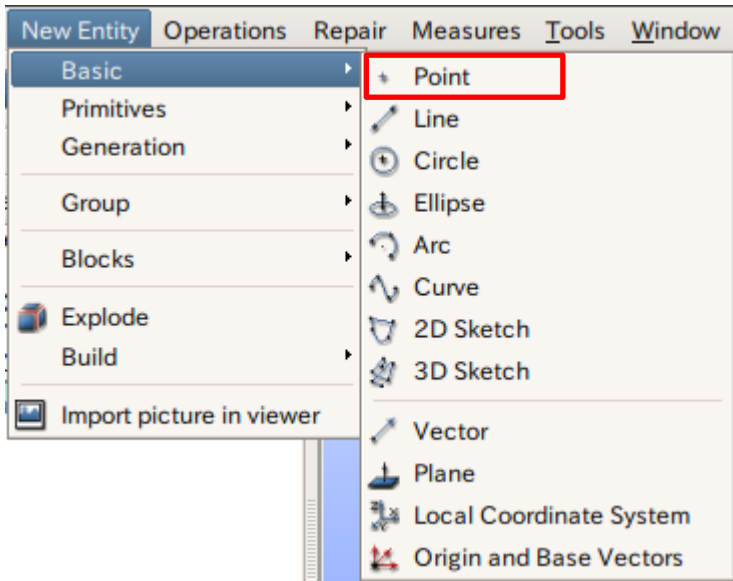
表示/非表示切り替え

演習1 Primitivesによるモデル作成

②座標値(0,0,50)を中心とする半径40mmの球形状を作成する。(ソリッドモデルB)

点の作成

New Entity>Basic>Point

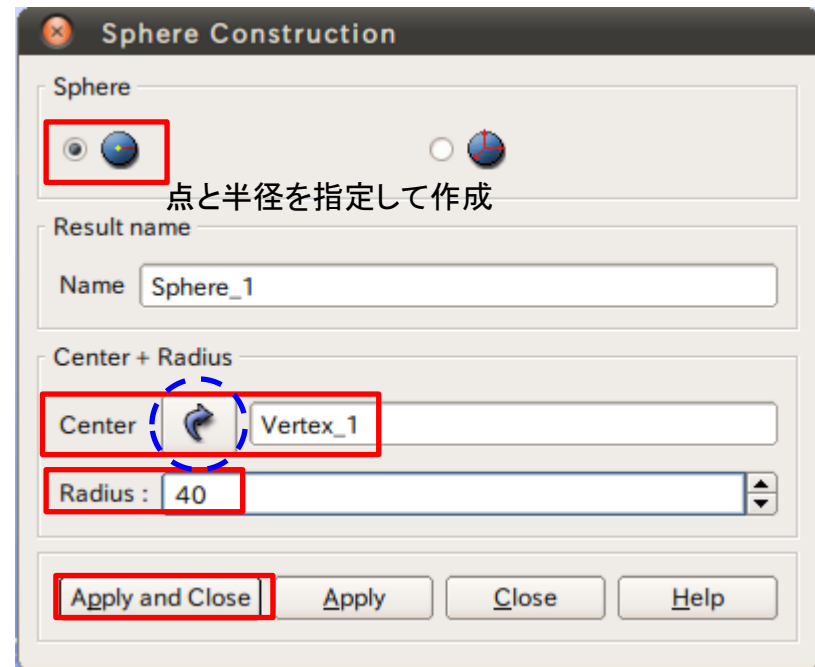
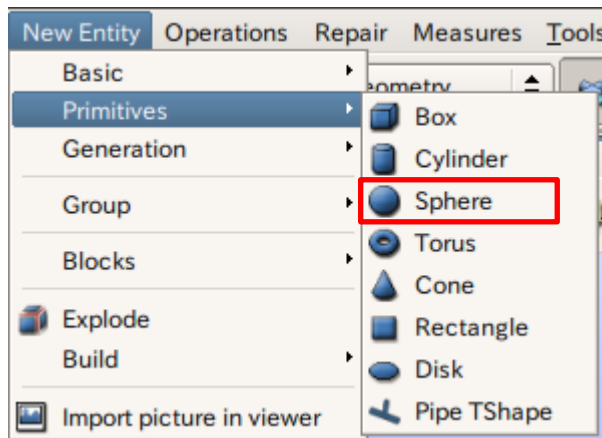


演習1 Primitivesによるモデル作成

②座標値(0,0,50)を中心とする半径40mmの球形状を作成する。(ソリッドモデルB)

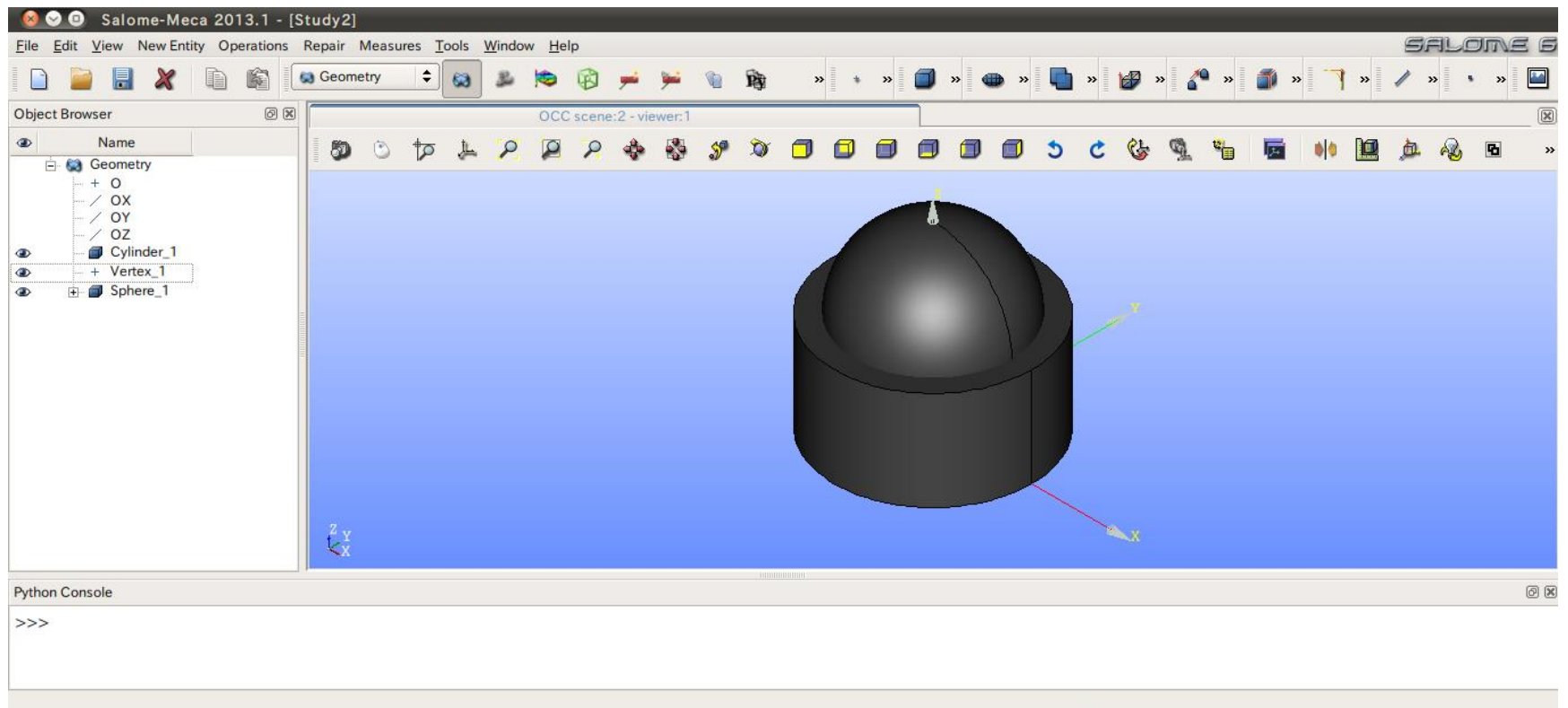
球の作成

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

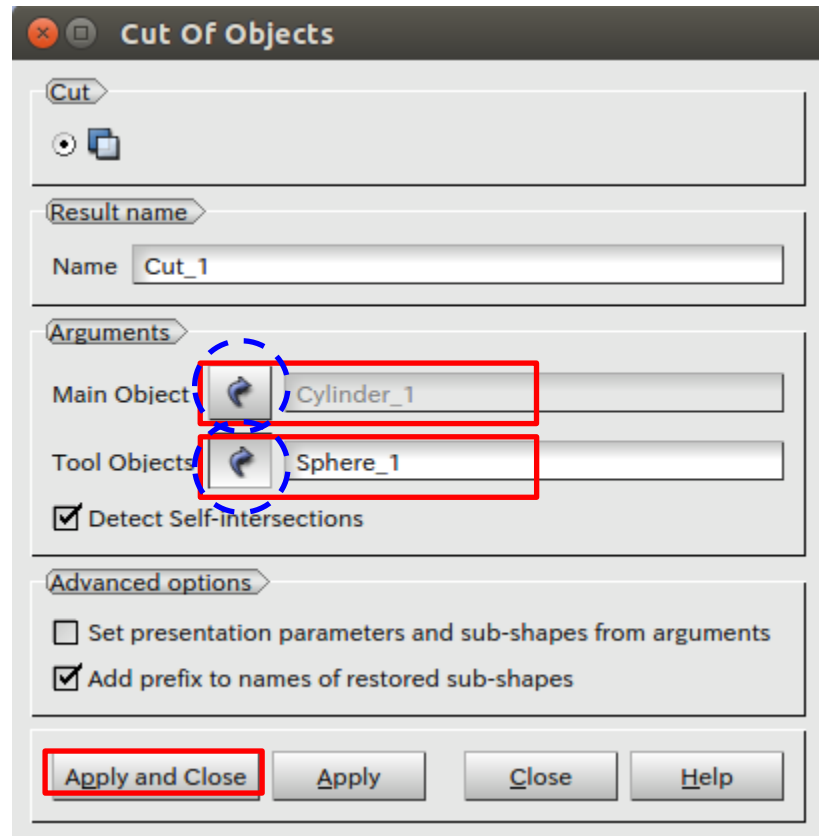
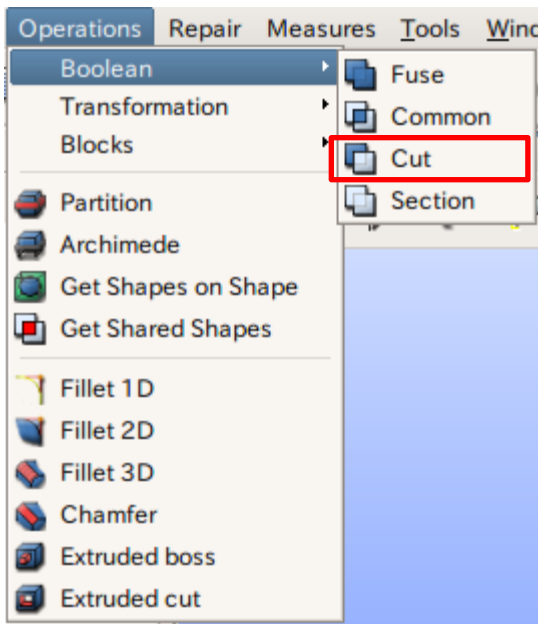


演習1 Primitivesによるモデル作成

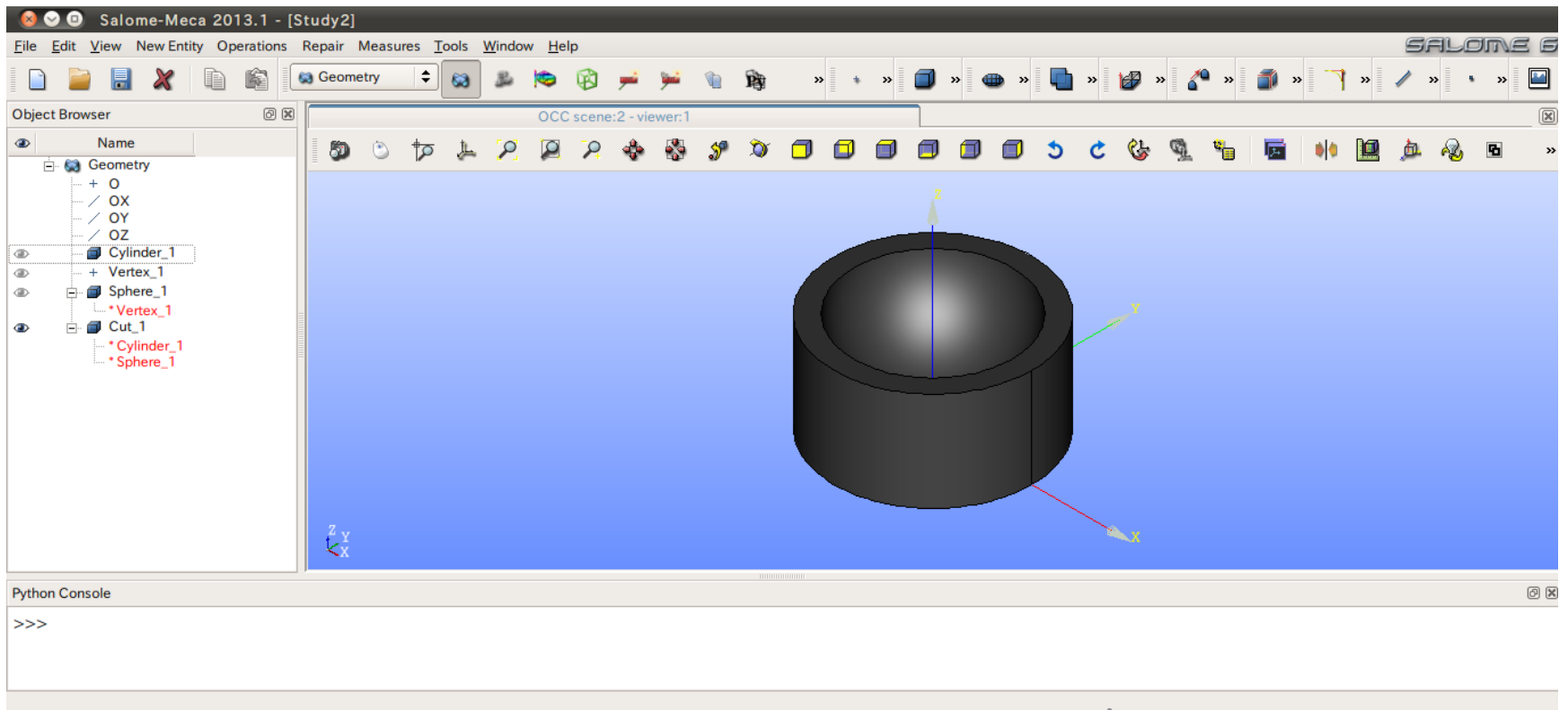
③円柱(ソリッドモデルA)と球(ソリッドモデルB)を組み合わせる。

球の作成

Operations>Boolean>Cut



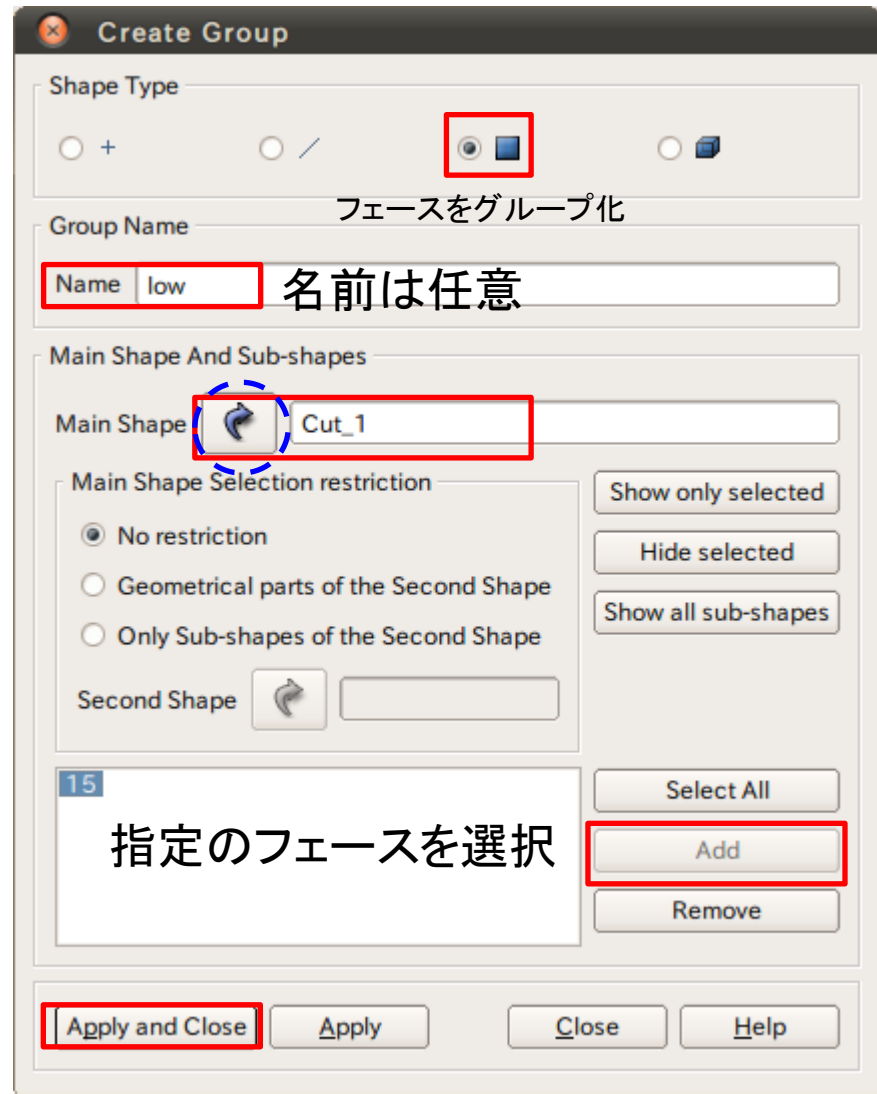
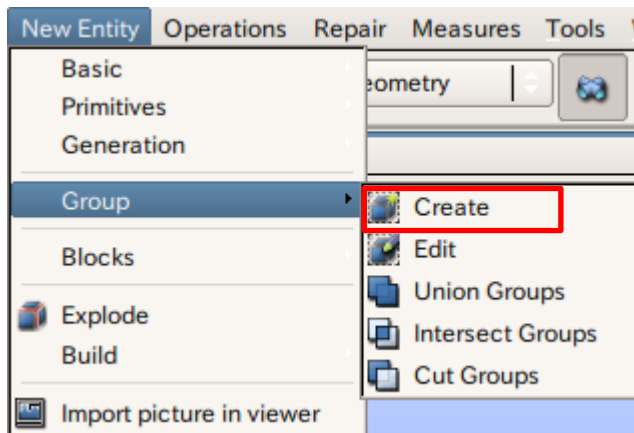
演習1 Primitivesによるモデル作成



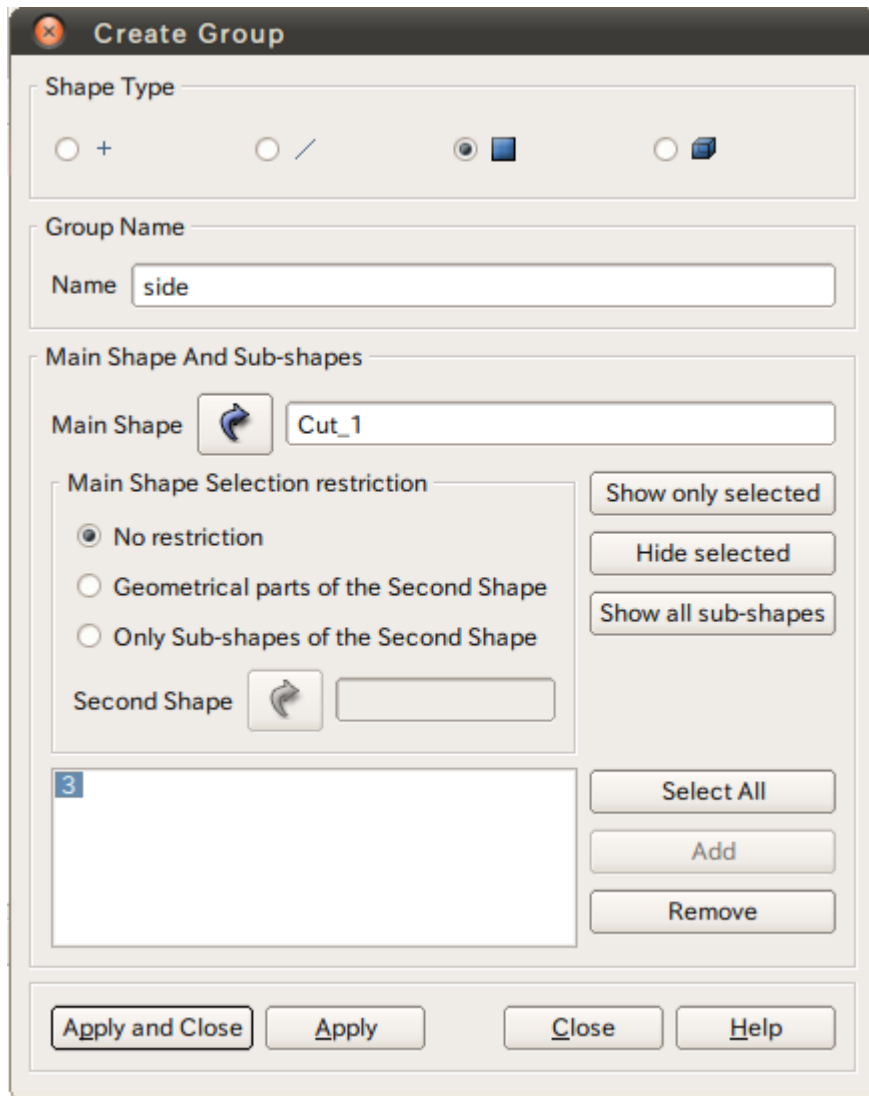
演習1 グループの作成

グループの作成

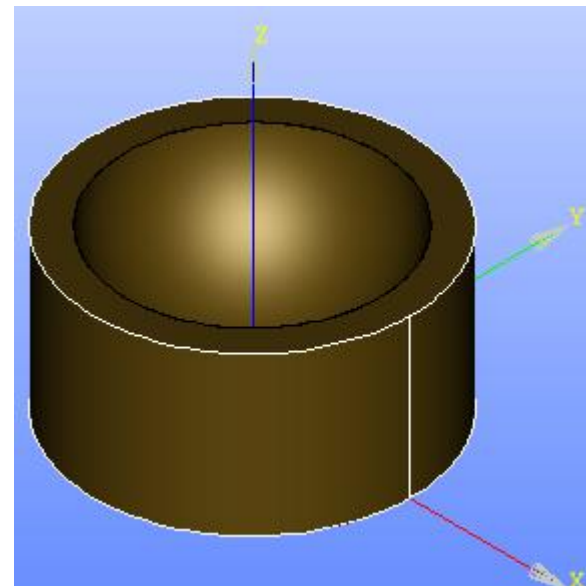
New Entity>Group>Create



演習1 グループの作成



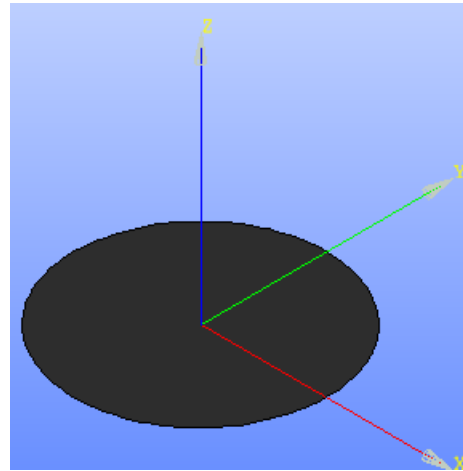
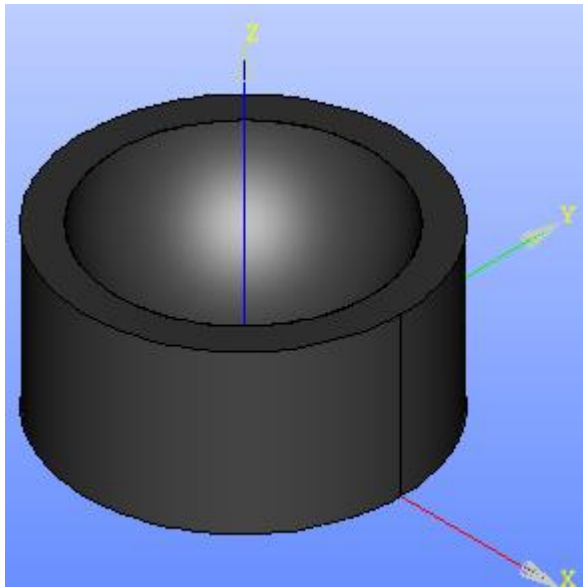
作成中



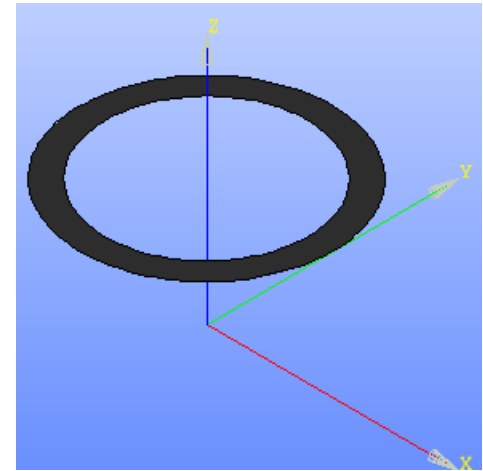
選択するとハイライトされる

演習1 グループの作成

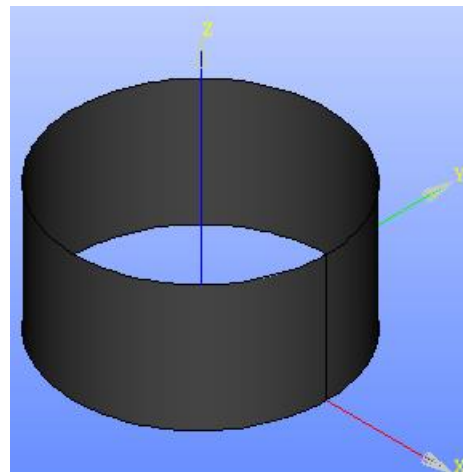
グループの作成



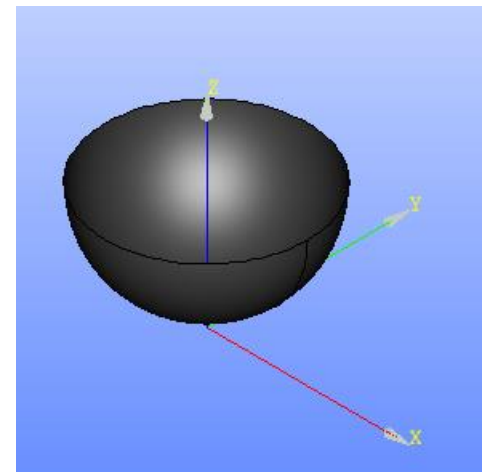
low



up

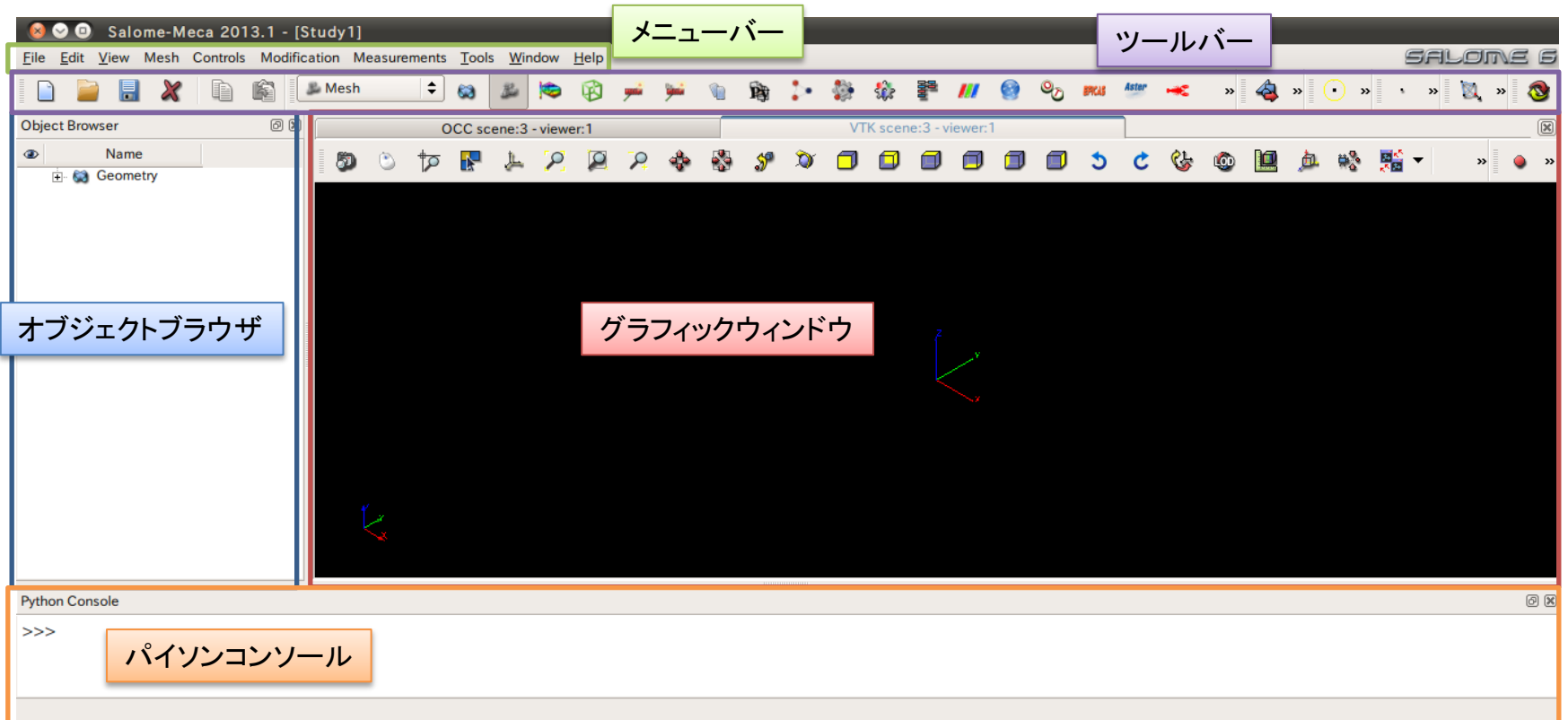


side



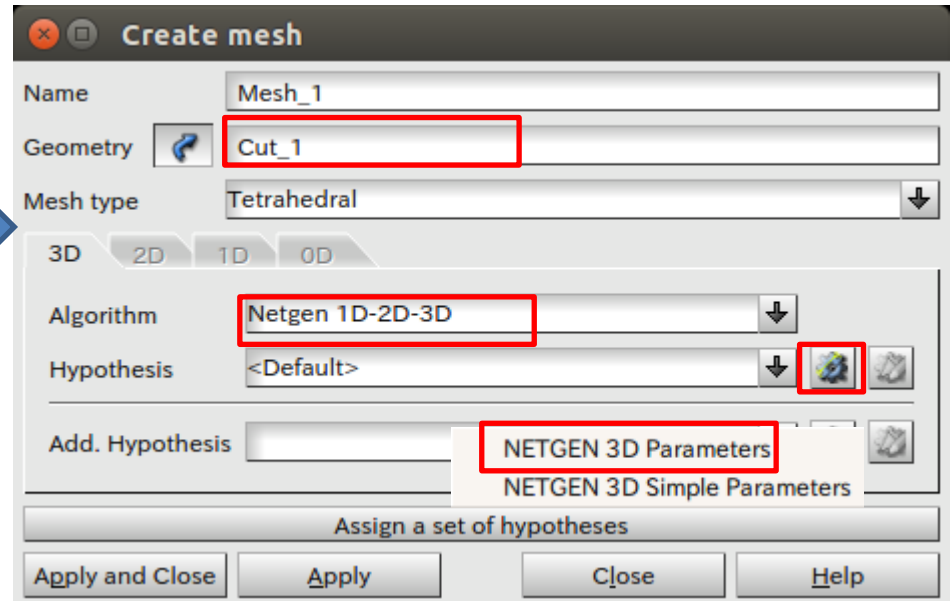
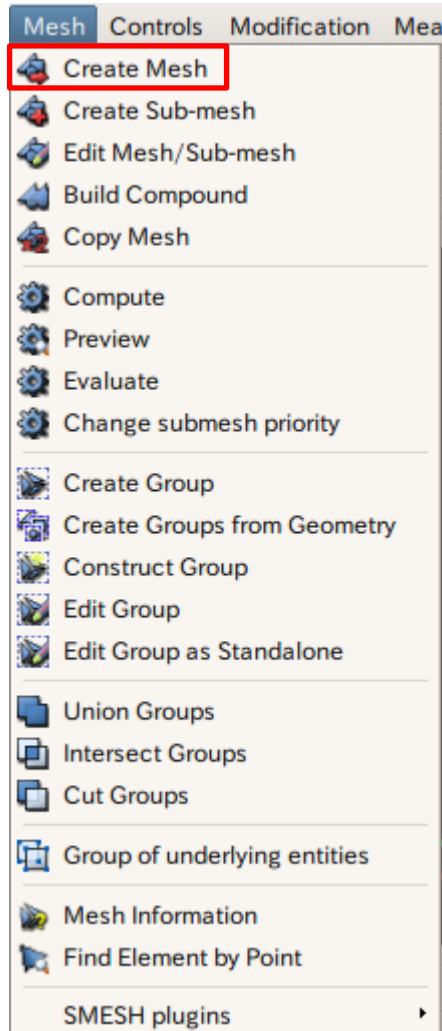
hole

Mesh起動画面

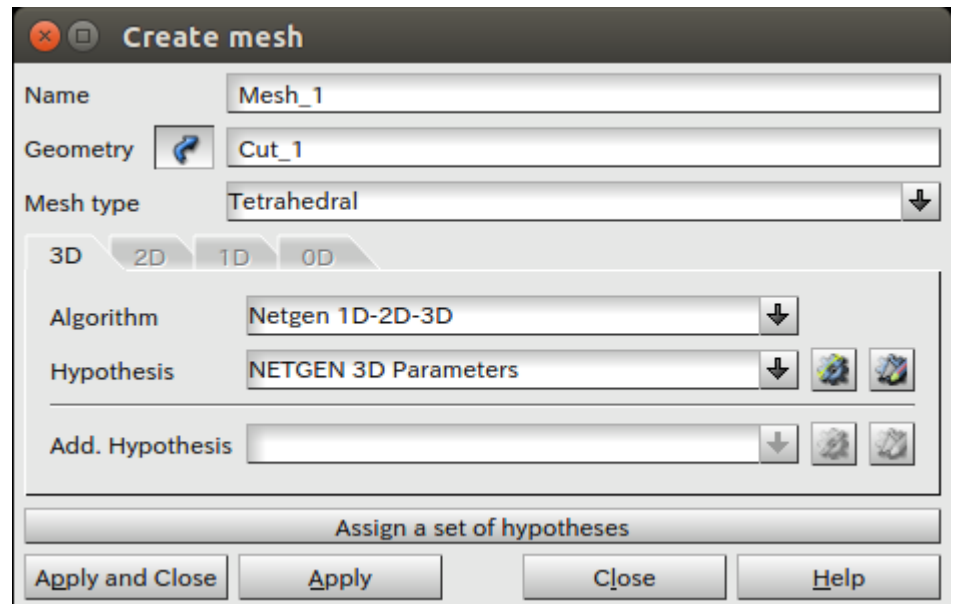
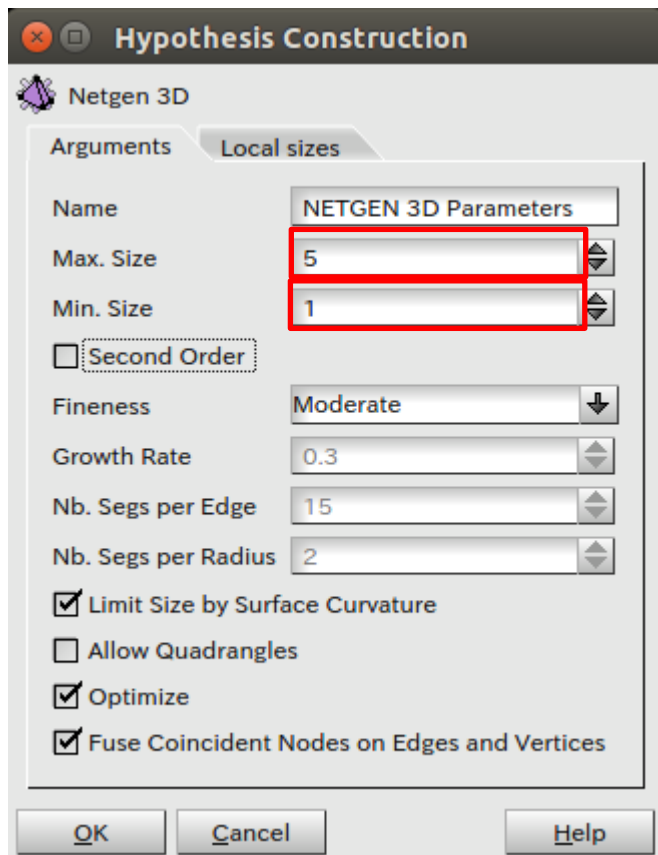


演習1 メッシュの作成

Mesh>Create Mesh



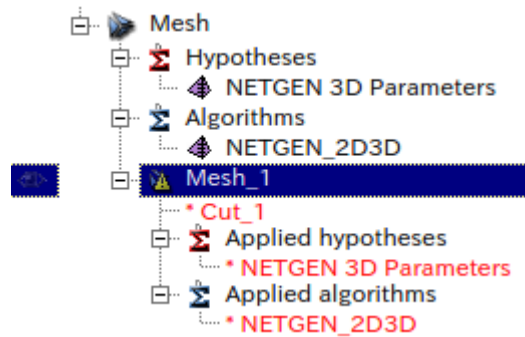
演習1 メッシュサイズの設定



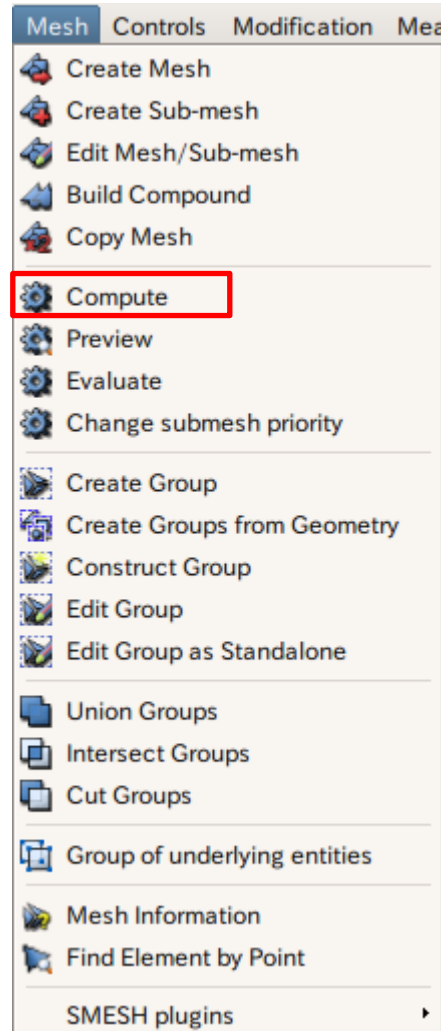
演習1 メッシュの作成

メッシュの作成

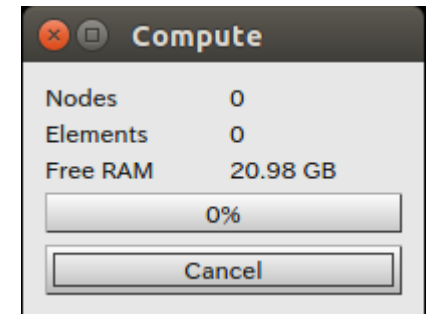
Mesh>Compute



Mesh_1を選択



メッシュ作成中



演習1 メッシュの作成

Mesh computation succeed

Compute mesh

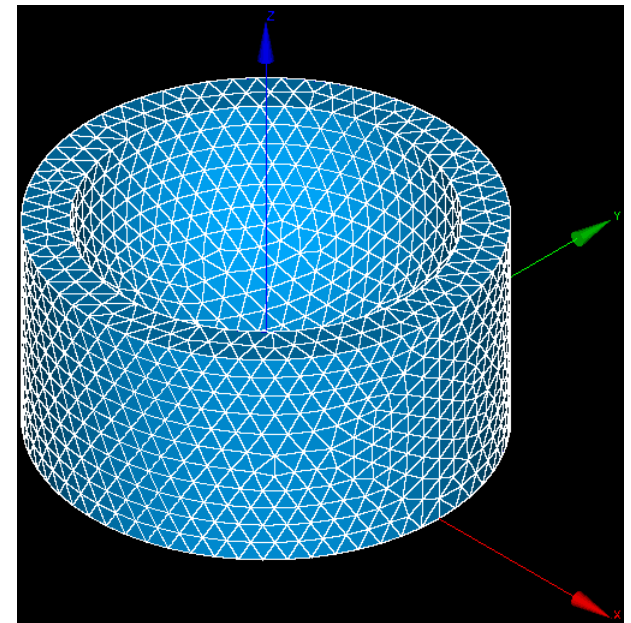
Name
Mesh 1

Mesh Infos

	Total	Linear	Quadratic	Bi-Quadratic
Nodes :	2174			
OD Elements :	0			
Balls :	0			
Edges :	199	199	0	
Faces :	3288	3288	0	0
Triangles :	3288	3288	0	0
Quadrangles :	0	0	0	0
Polygons :	0			
Volumes :	7797	7797	0	0
Tetrahedrons :	7797	7797	0	
Hexahedrons :	0	0	0	0
Pyramids :	0	0	0	
Prisms :	0	0	0	
Hexagonal prisms :	0			
Polyhedrons :	0			

Close

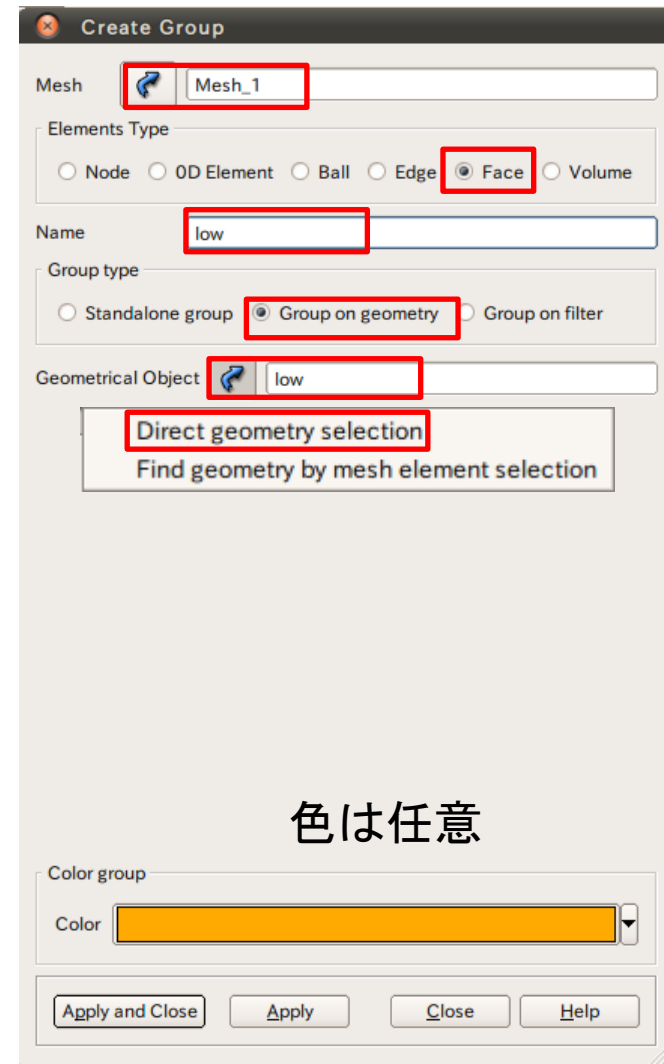
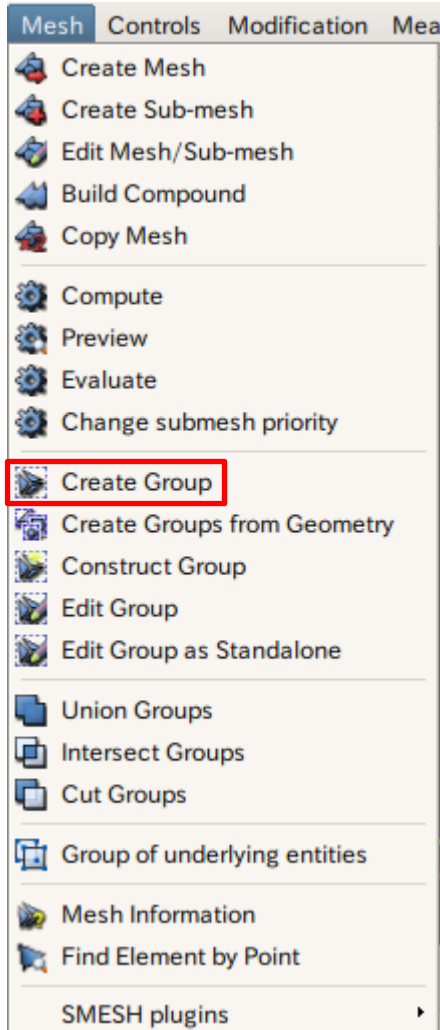
- Mesh
 - Hypotheses
 - NETGEN 3D Parameters
 - Algorithms
 - NETGEN_2D3D
 - Mesh_1
 - * Cut_1
 - Applied hypotheses
 - * NETGEN 3D Parameters
 - Applied algorithms
 - * NETGEN_2D3D



演習1 メッシュのグループ化

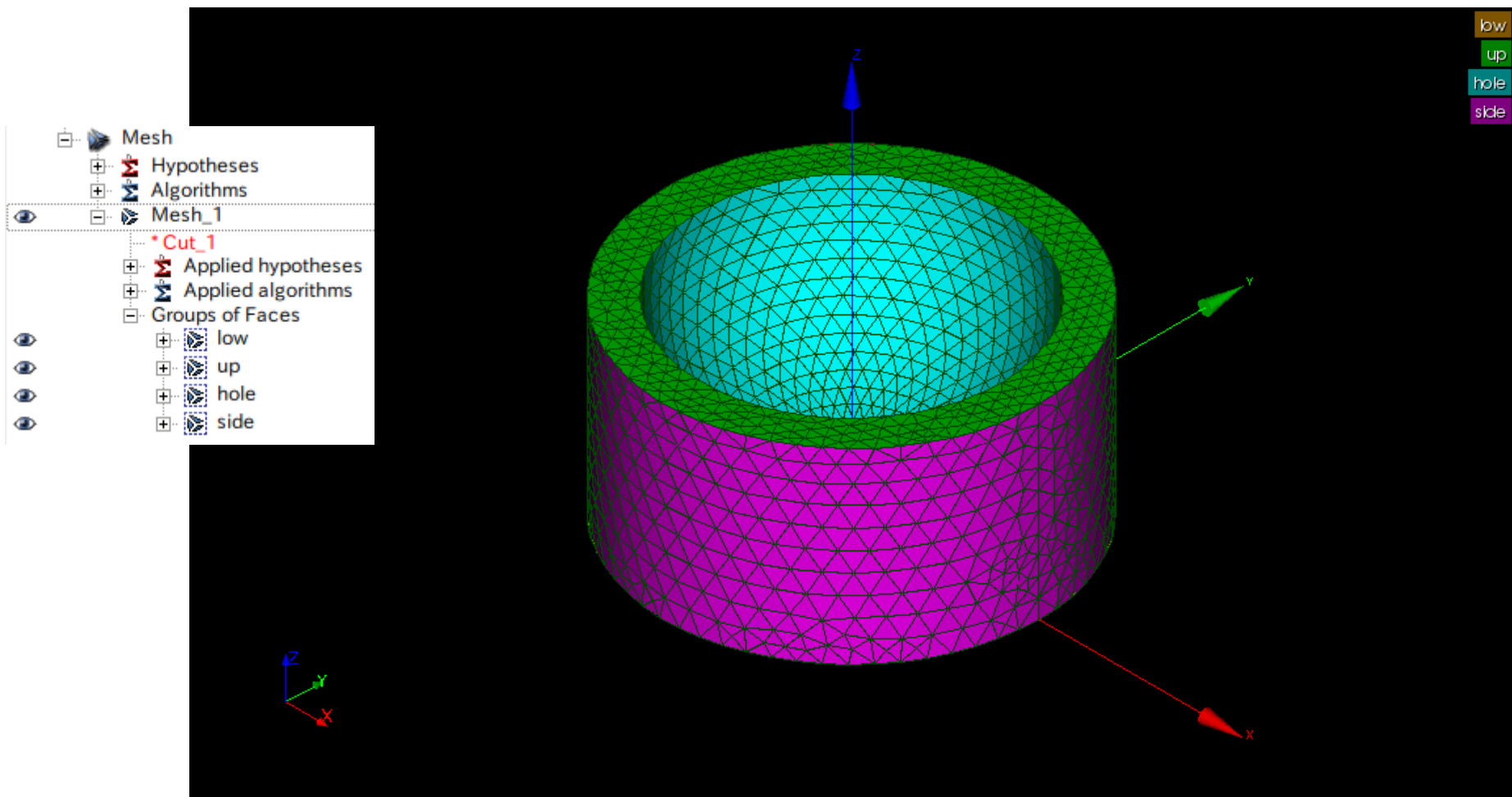
グループの作成

Mesh>Create Group



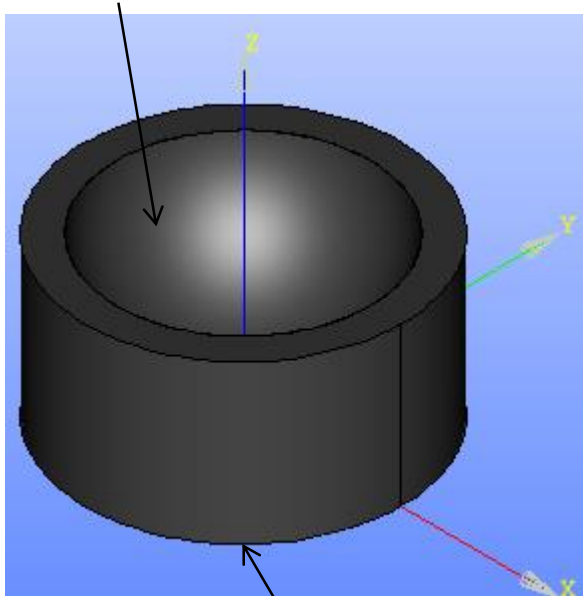
色は任意

演習1 メッシュのグループ化



演習1 構造解析設定条件

圧力: 1MPa (hole)



ヤング率: 210000MPa
ポアソン比: 0.3

完全拘束 (low)

単位系

	質量	長さ	時間	速度	加速度	質量密度	圧力・応力	力
次元	M	L	T	LT^{-1}	LT^{-2}	$L^{-3}M$	$L^{-1}MT^{-2}$	LMT^{-2}
SI単位	kg	m	s	m/s	m/s ²	kg/m ³	Pa	N
SI単位	ton	mm	s	mm/s	mm/s ²	ton/mm ³	Mpa	N
工学単位	kgf·s ² /mm	mm	s	mm/s	mm/s ²	kgf·s ² /mm ⁴	kgf/mm ²	kgf

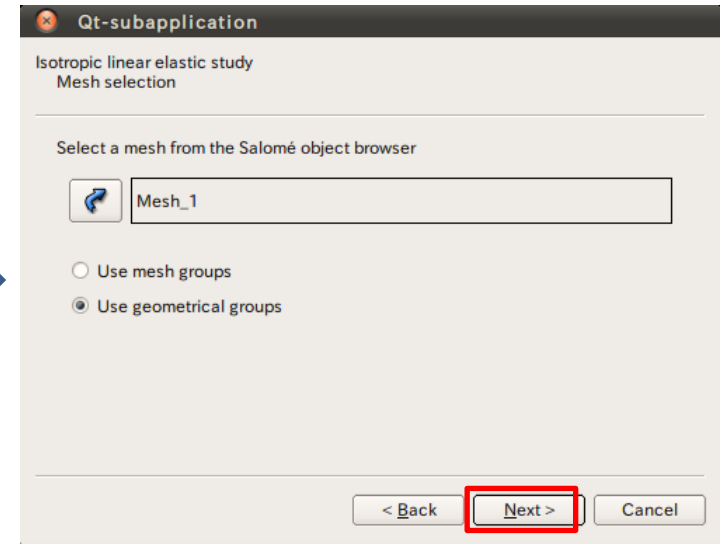
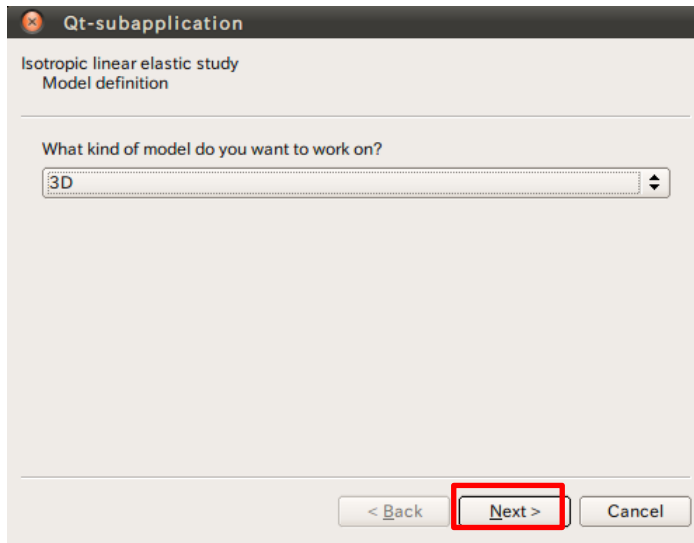
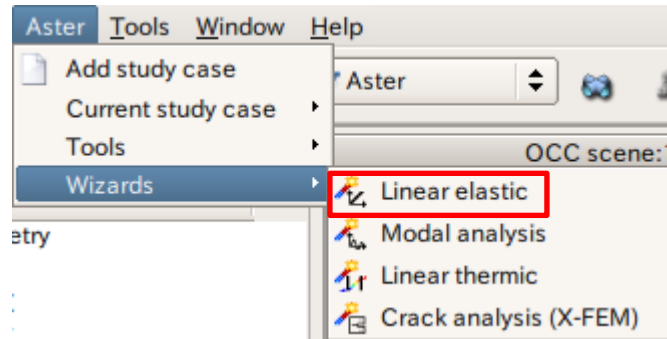
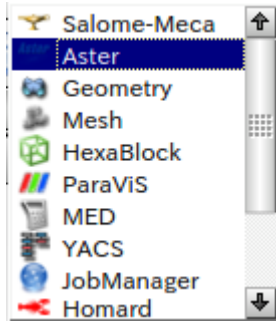
一般的に解析ソフトは次元をもたない→ユーザーが任意に決める

構造解析では一般的にモデルをmmで作成する
流体解析では一般的にモデルをmで作成する

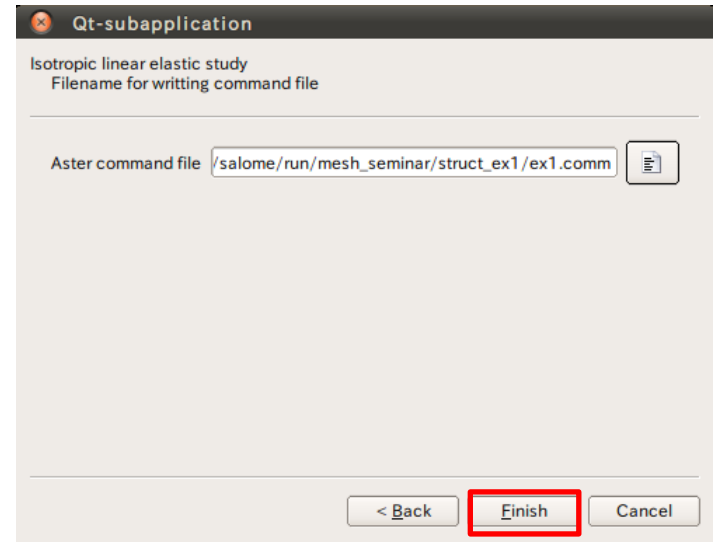
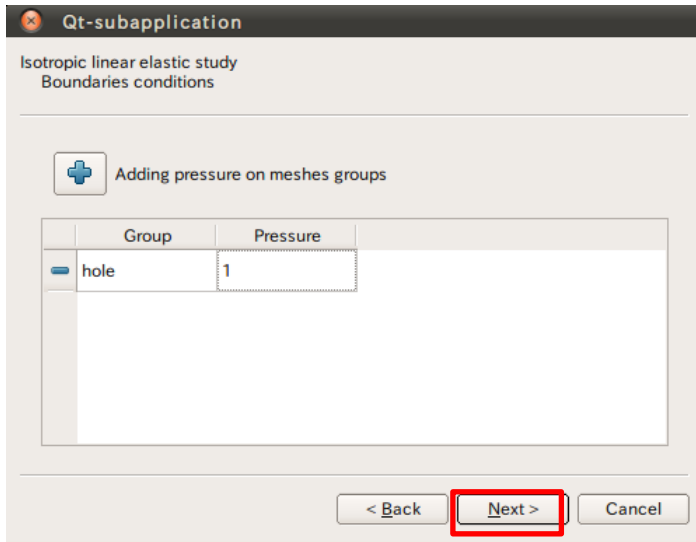
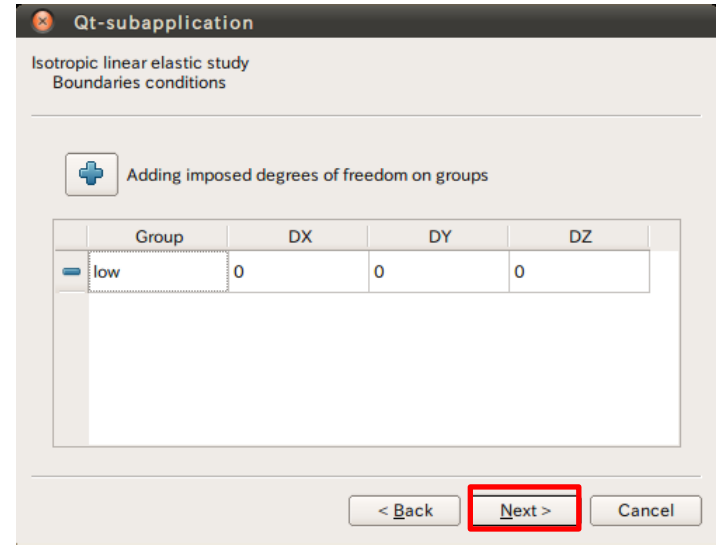
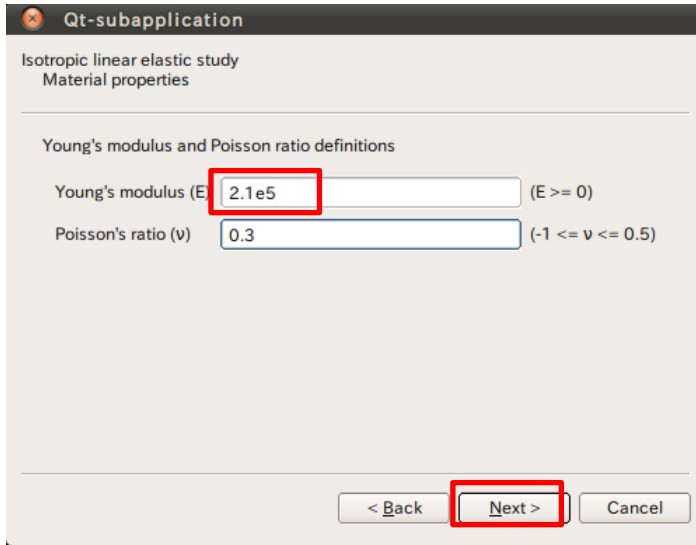
演習1 Asterモジュールの起動

ウィザード

Aster>Wizards>Linear elastic



演習1 wizardの設定



演習1 wizardの設定

Aster
linear-static 右クリック

- Data
 - ex1.comm
 - *Mesh_1
 - interactiv-follow-up
 - has-base-result
- Astk parameters
 - astk-action
 - aster-version
 - name
 - debug
 - mode
 - proc-nb
 - memory
 - time
 - login
 - server
 - aster_root
 - protocol_exec
 - protocol_copyto
 - protocol_copyfrom
 - proxy_dir
 - build-script
 - submit-script
 - origin

- Update mesh
- Run
- Status
- Stop
- Edit
- Copy
 - Rename F2
 - Delete Del
- Export to ASTK
 - Refresh F5
 - Collapse All
 - Find Ctrl+F



Qt-subapplication

Study case definition

Name: liner

Command file: from disk | run/toyama/26/liner/liner.comm

Mesh: from object browser | Mesh_1

ASTK services

Server: localhost | Aster version: stable | Refresh servers

Execution mode: interactif | Interactive follow up:

Solver parameters

Total memory (MB): 2048 | Time (s): 6000

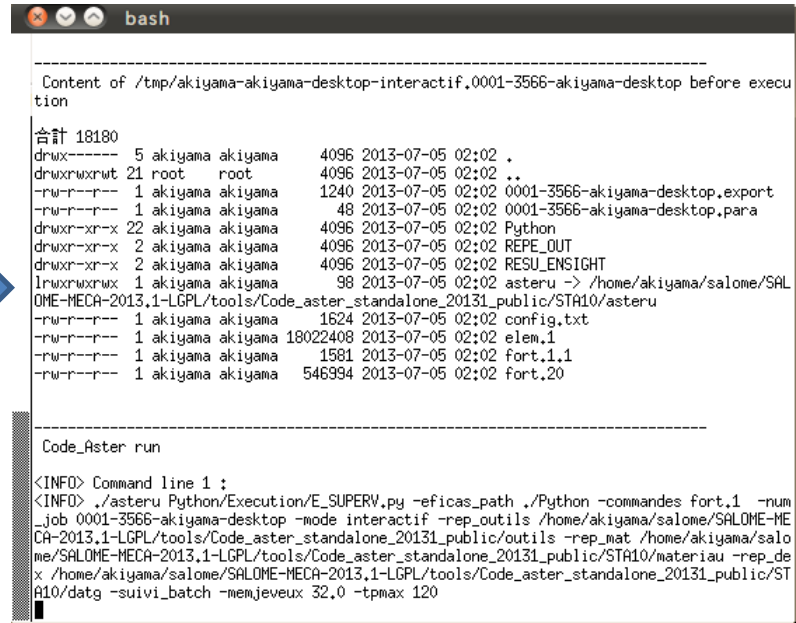
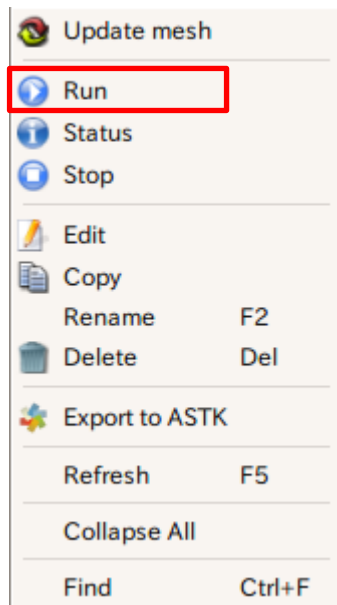
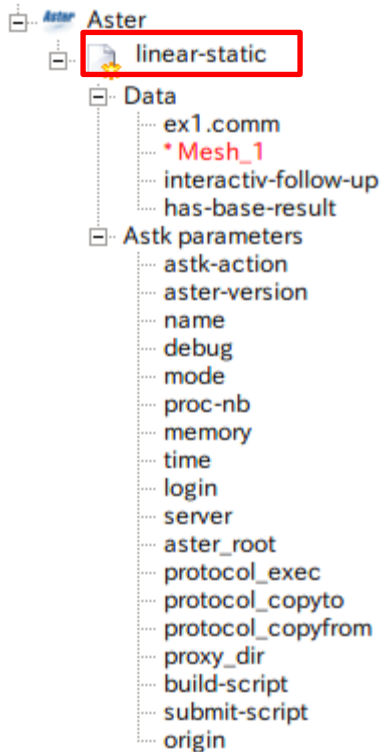
CPU number: 1 | Save result database:

Cancel OK

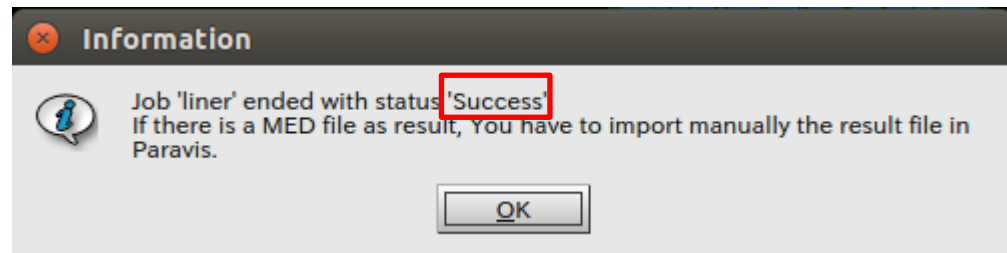
デフォルトの設定でも解析可能

演習1 解析の実行

解析実行中



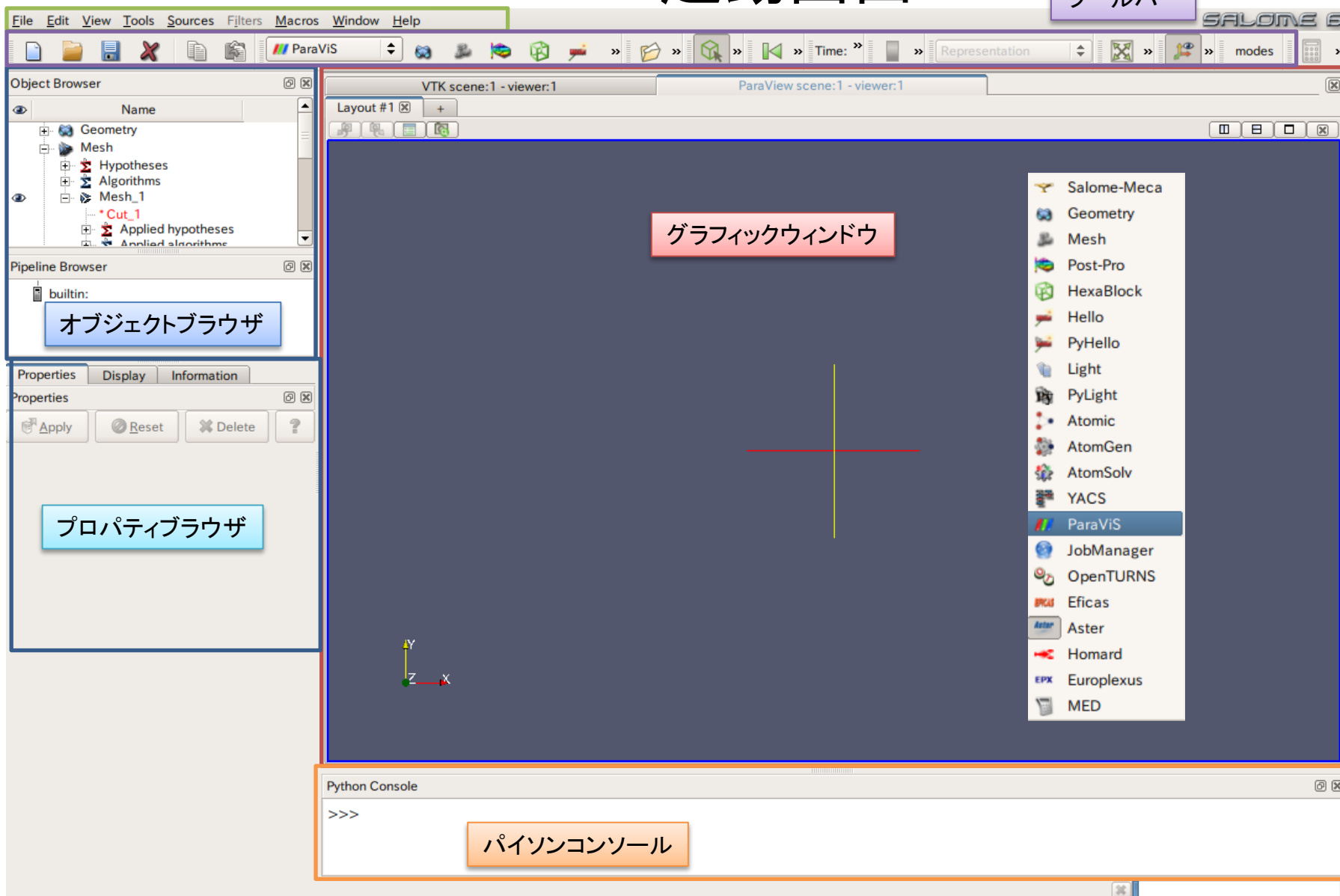
'Success'と出れば正常終了



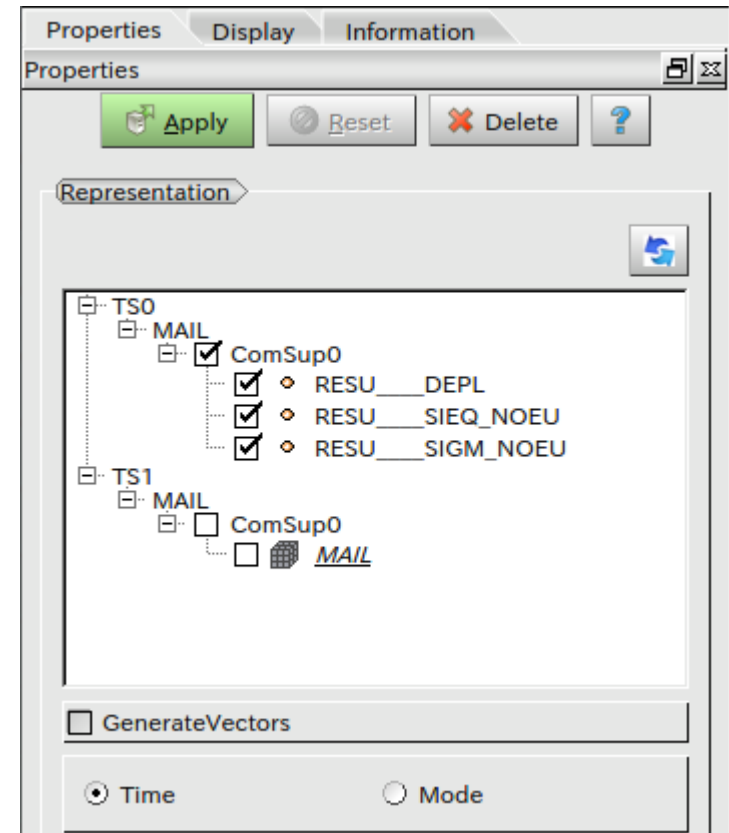
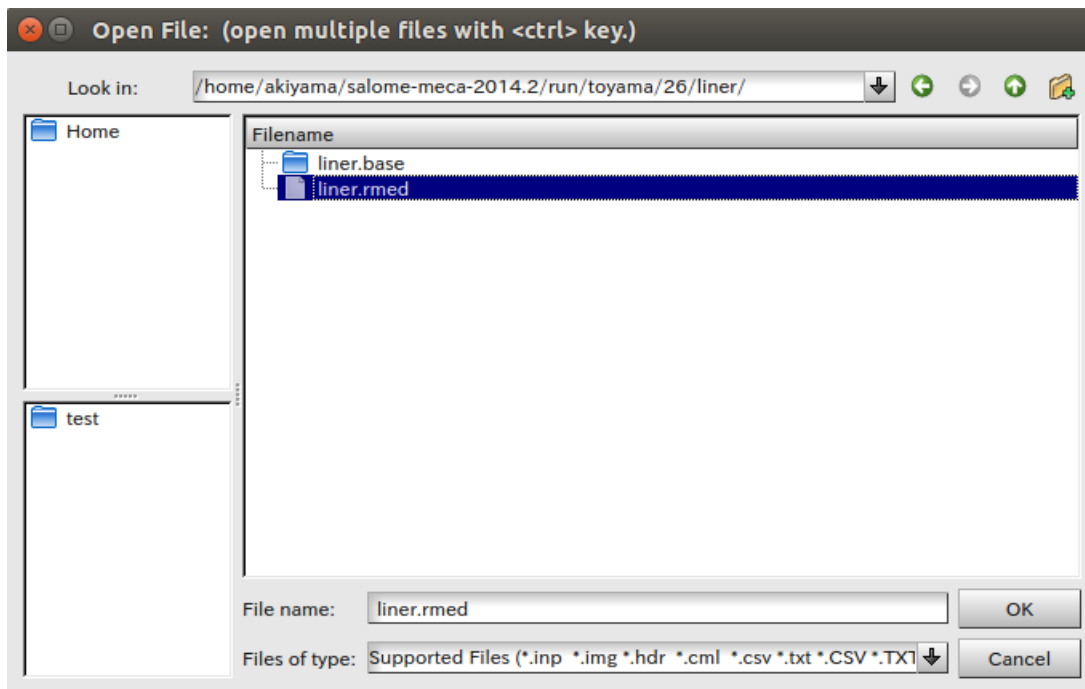
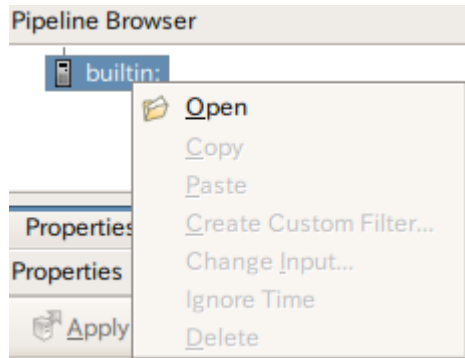
メニューバー

ParaViS起動画面

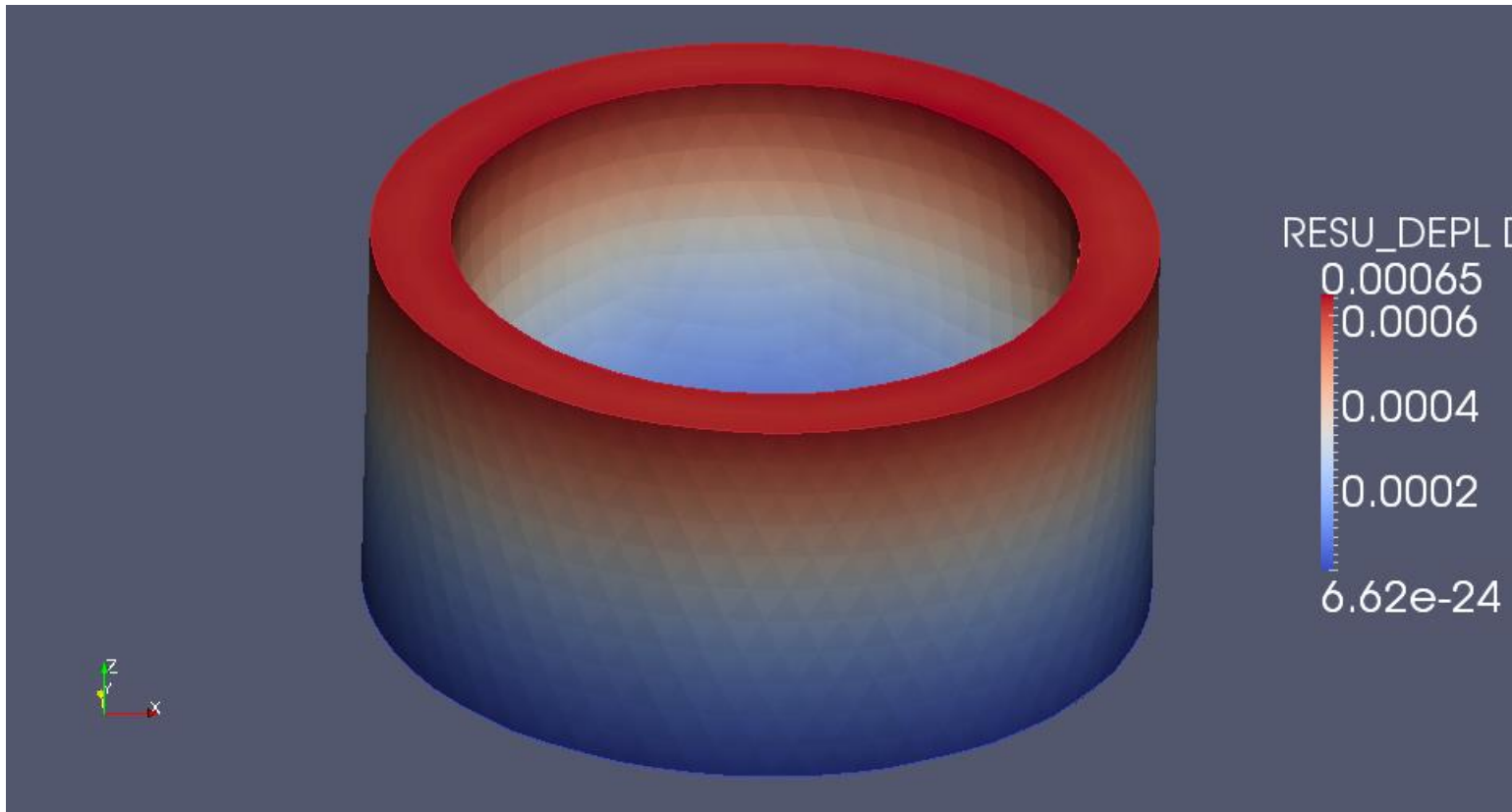
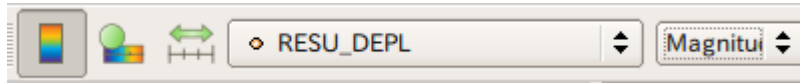
ツールバー



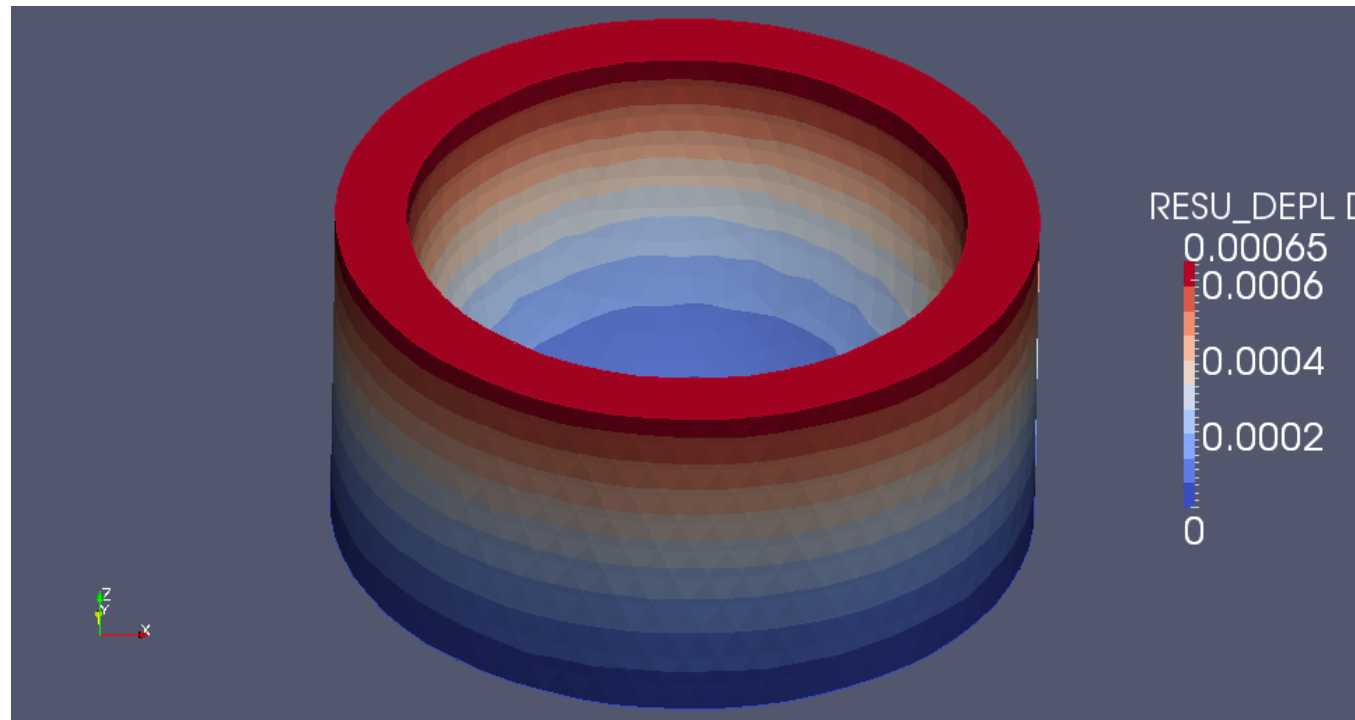
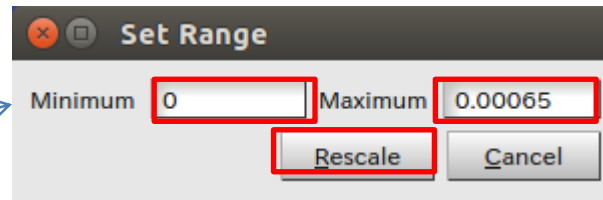
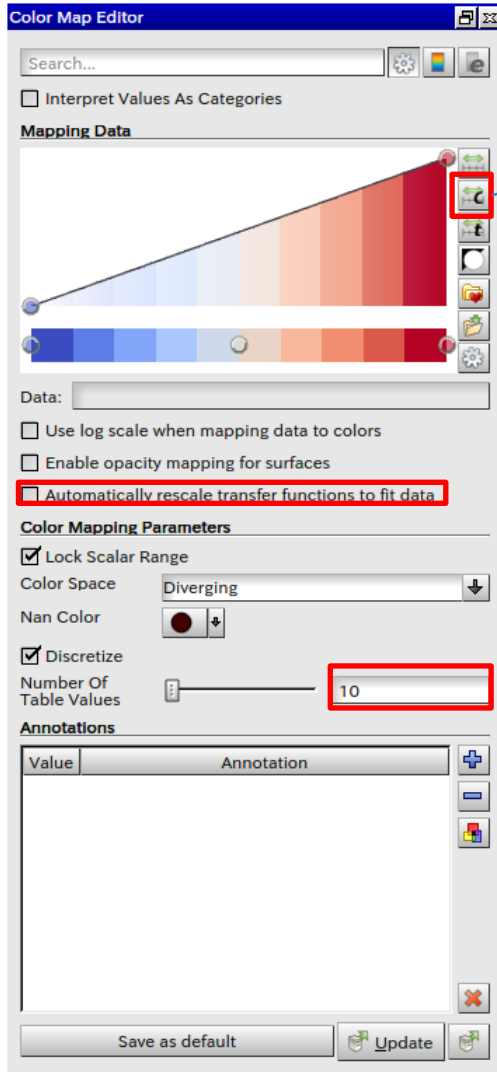
演習1 解析結果の表示



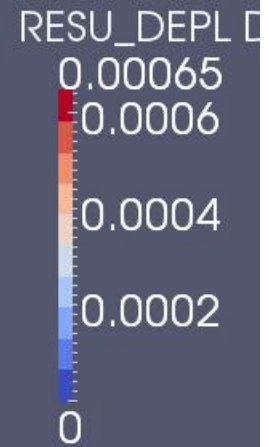
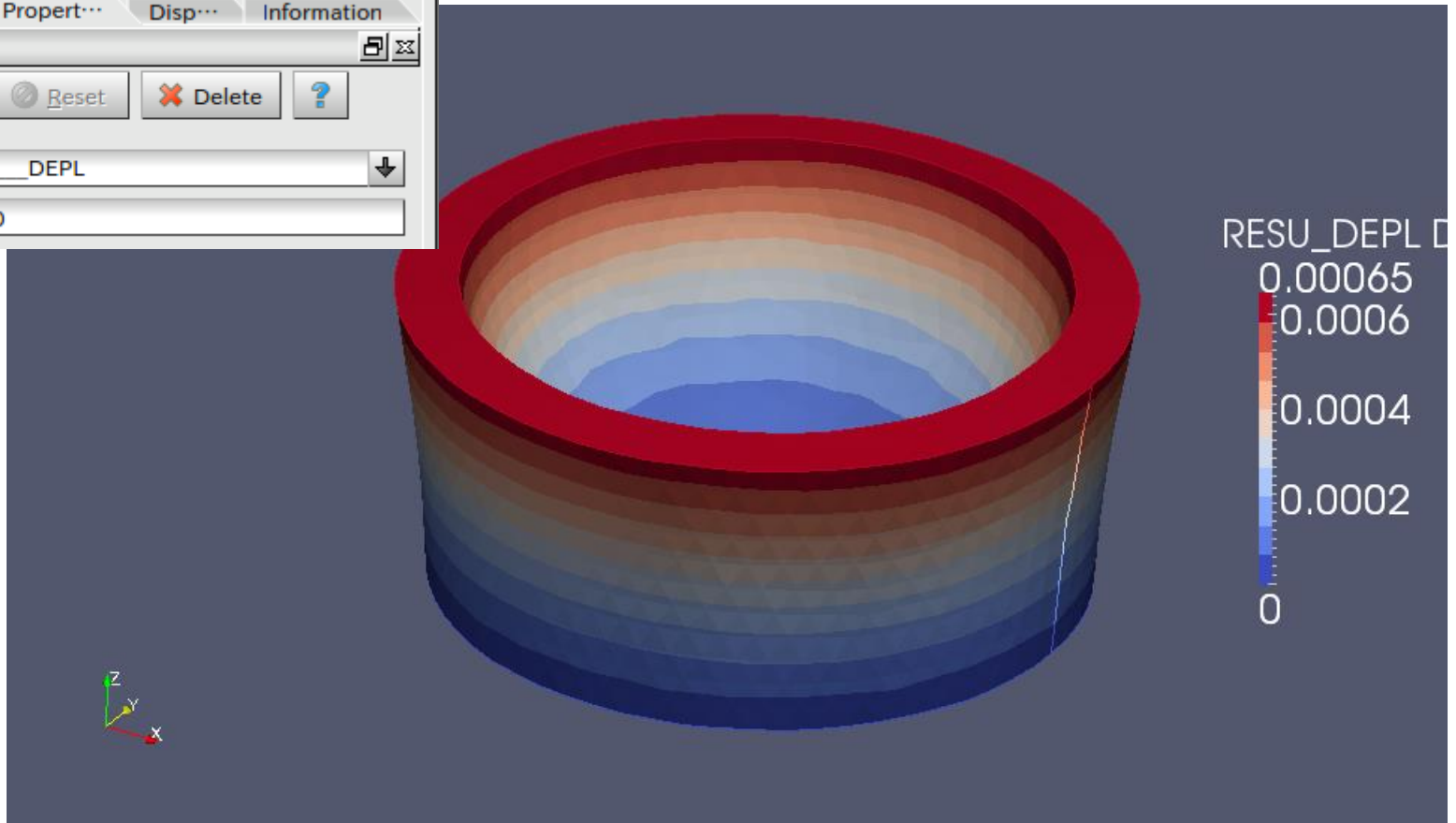
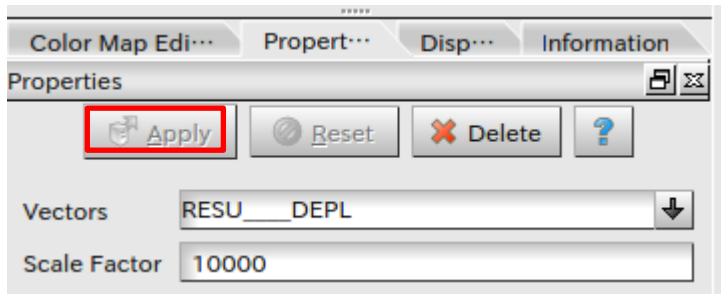
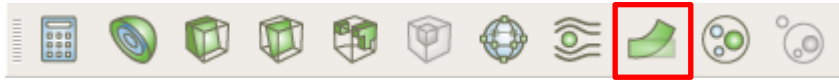
演習1 解析結果の表示(変位)



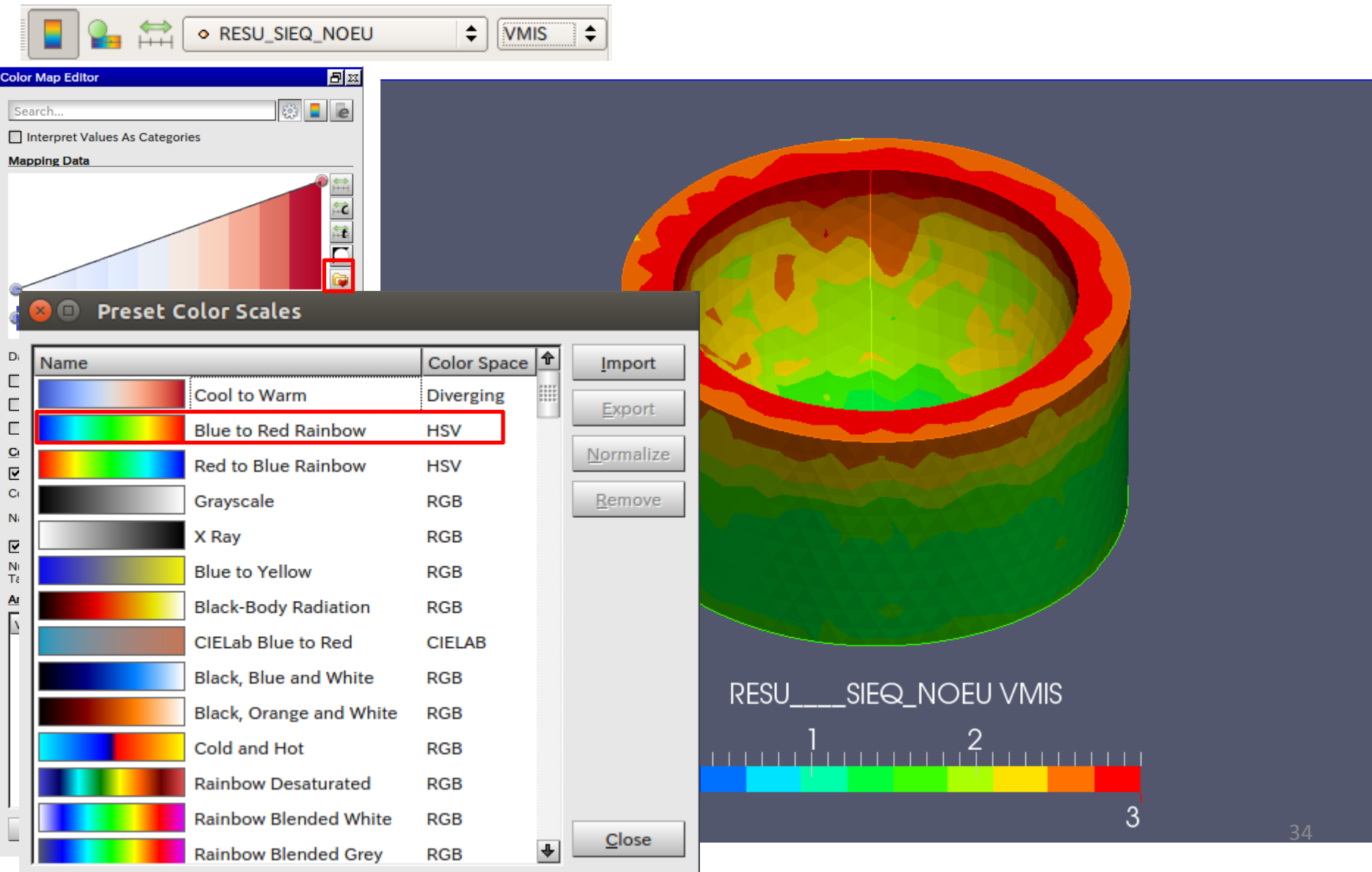
演習1 解析結果の表示(レンジの変更)



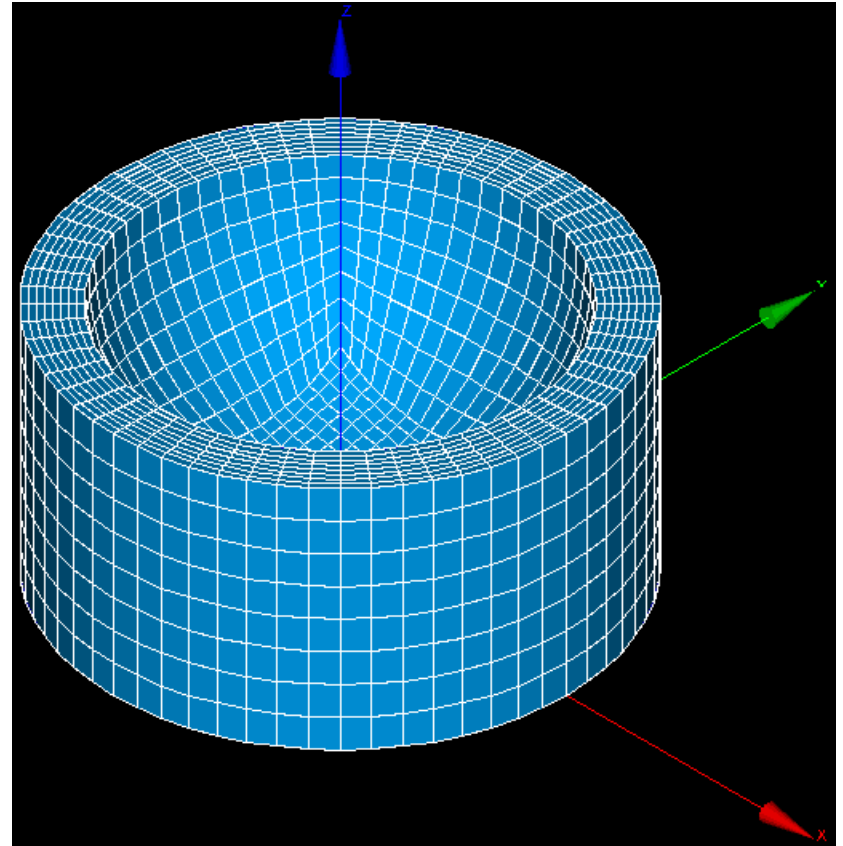
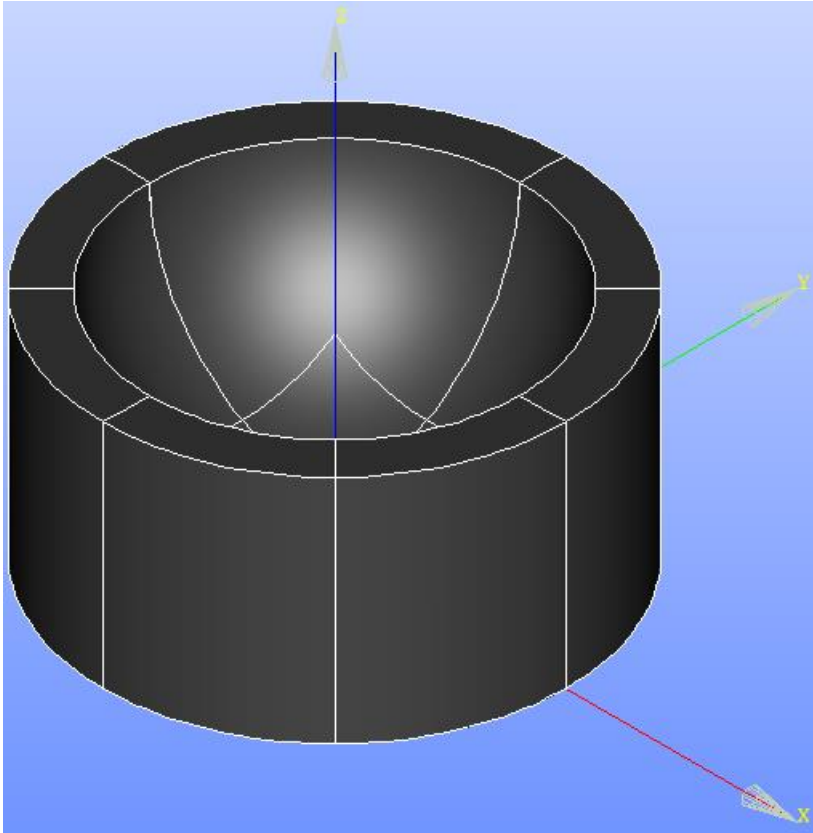
演習1 解析結果の表示(変形)



演習1 解析結果の表示(応力)

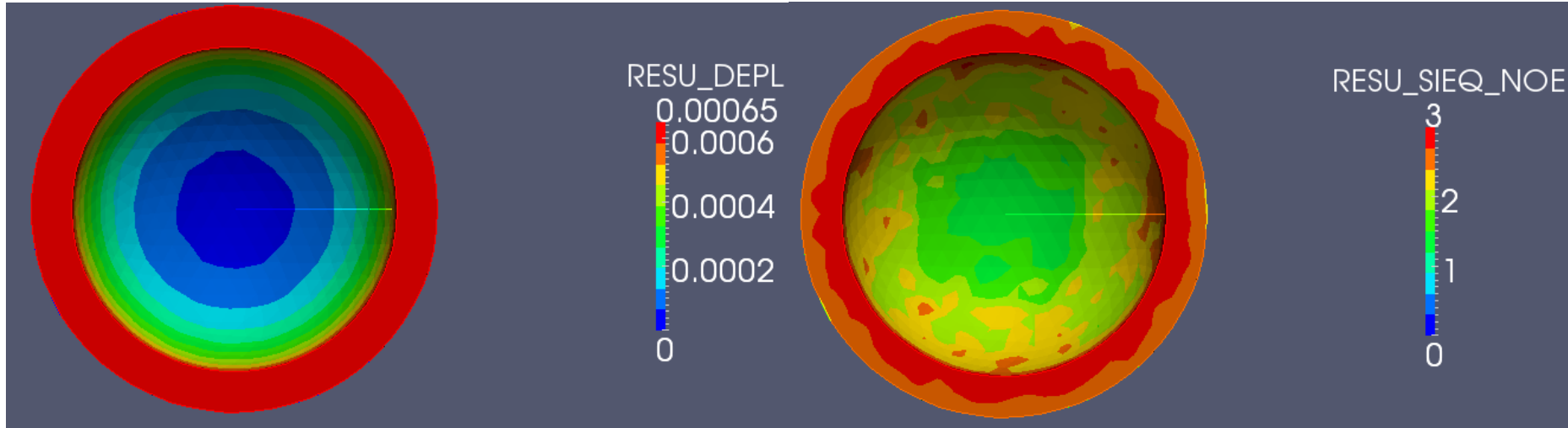


HexaMeshによる解析

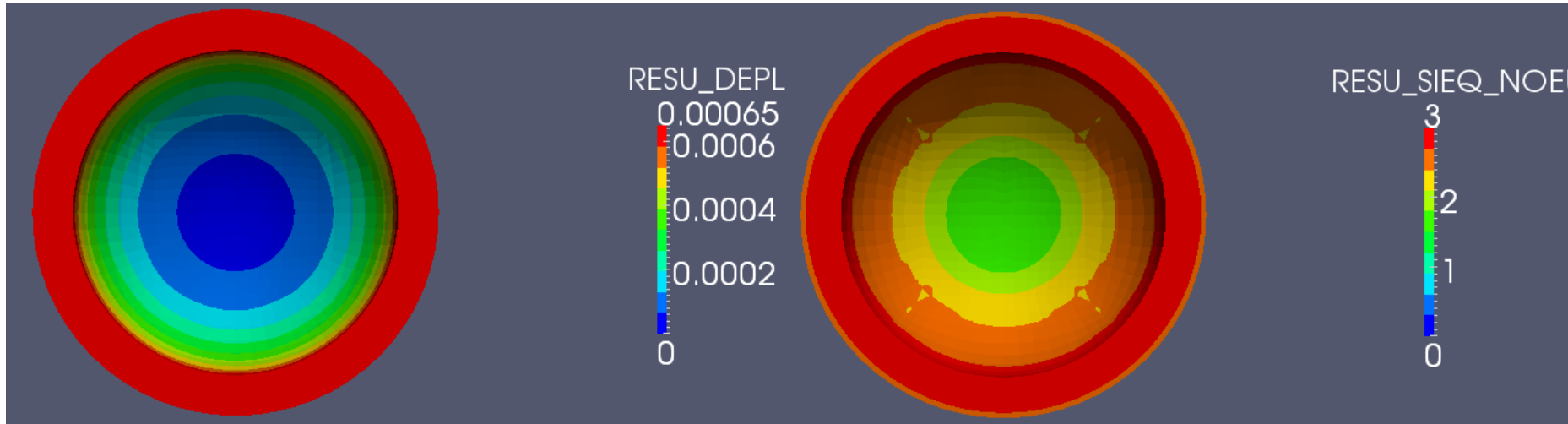


解析結果比較

テトラメッシュ



ヘキサメッシュ



変位

応力

演習2 2次要素への変換

Mesh_1を選択
右クリック



Convert to/from quadratic

Mesh or Sub-mesh Mesh_1

Medium nodes on geometry

Convert to linear

Convert to quadratic

Convert to bi-quadratic

Apply and Close Apply Close Help

演習2 2次要素への変換

Mesh computation succeed

Compute mesh

⚙️

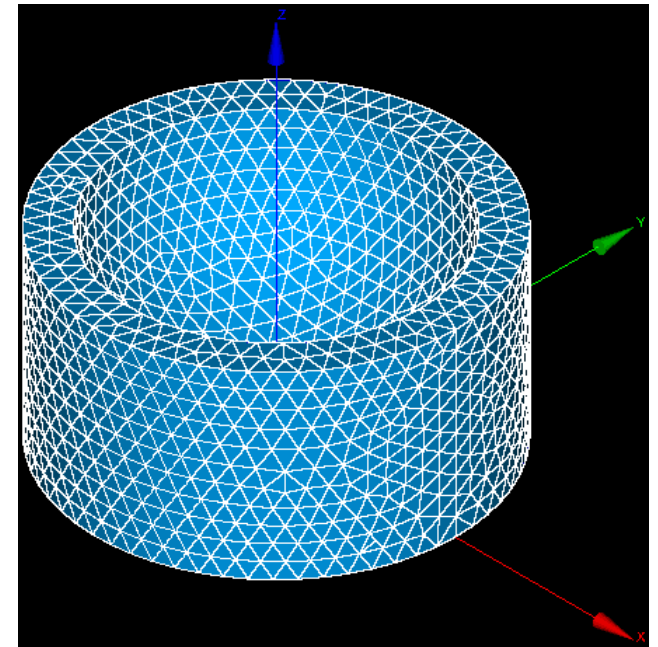
Name

Mesh 1

Mesh Infos

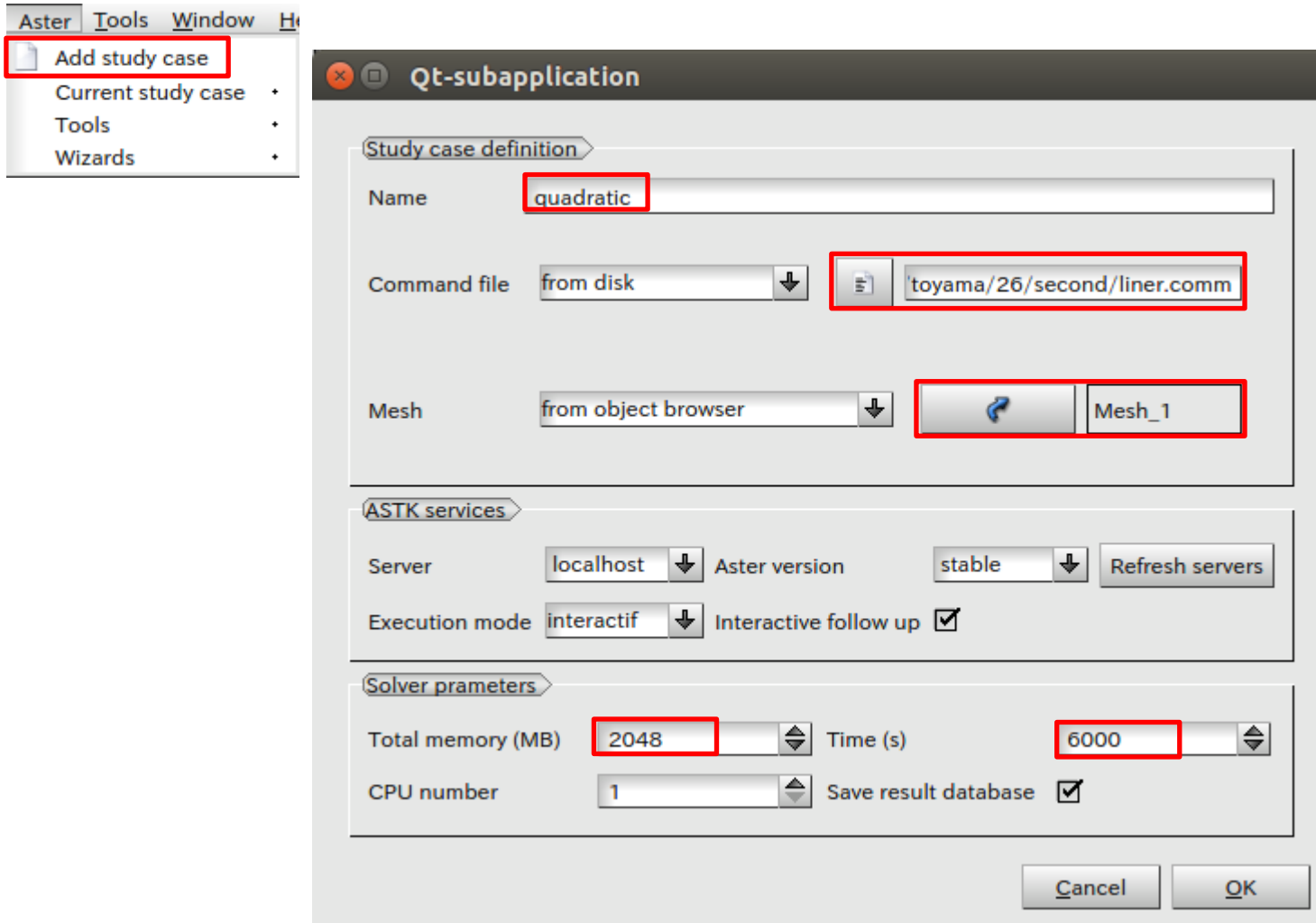
	Total	Linear	Quadratic	Bi-Quadratic
Nodes :	13788			
OD Elements :	0			
Balls :	0			
Edges :	199	0	199	
Faces :	3288	0	3288	0
Triangles :	3288	0	3288	0
Quadrangles :	0	0	0	0
Polygons :	0			
Volumes :	7797	0	7797	0
Tetrahedrons :	7797	0	7797	0
Hexahedrons :	0	0	0	0
Pyramids :	0	0	0	0
Prisms :	0	0	0	0
Hexagonal prisms :	0			
Polyhedrons :	0			

Close



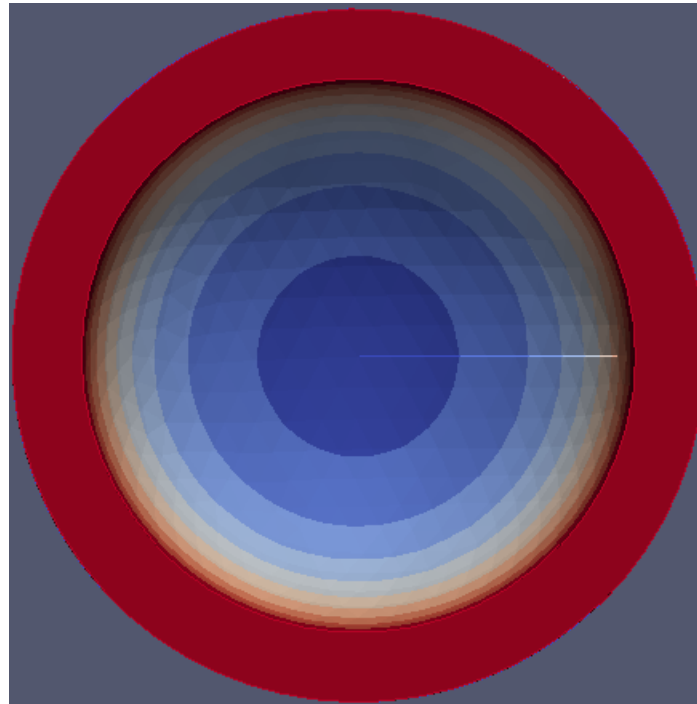
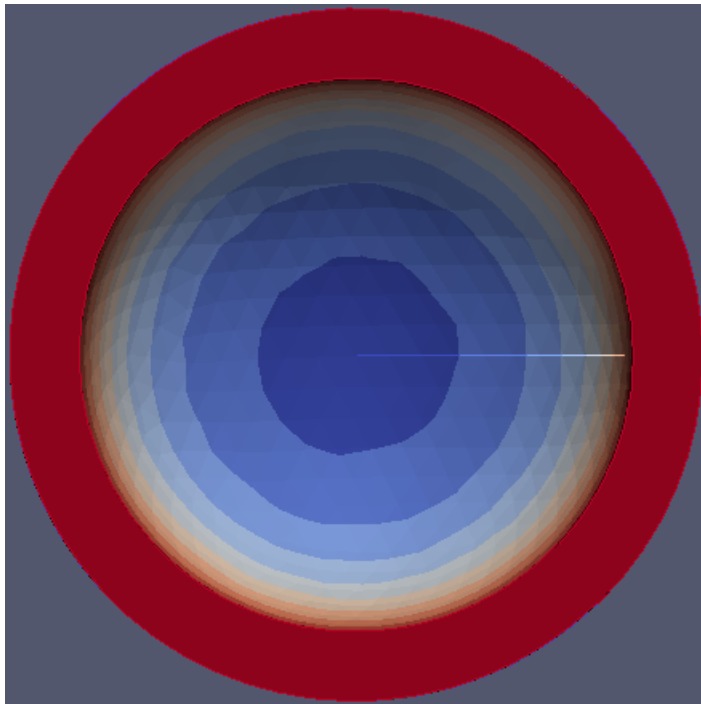
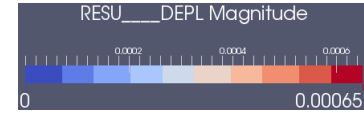
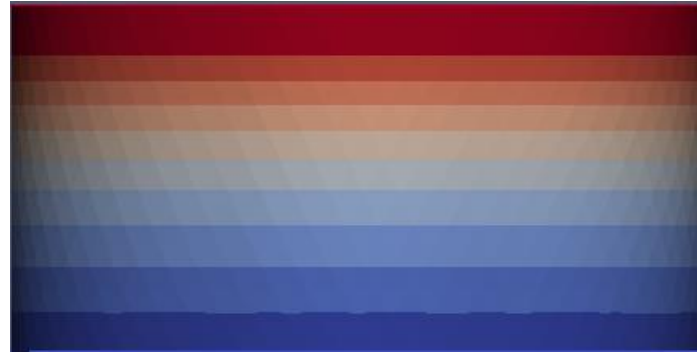
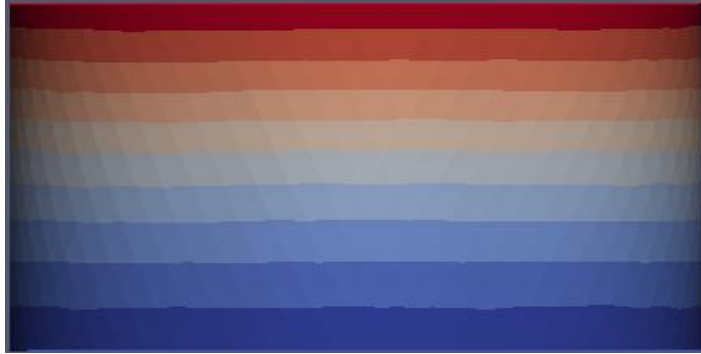
演習2 解析設定

Aster>Add study case



Linerで使ったイン
プットファイルをその
まま使用

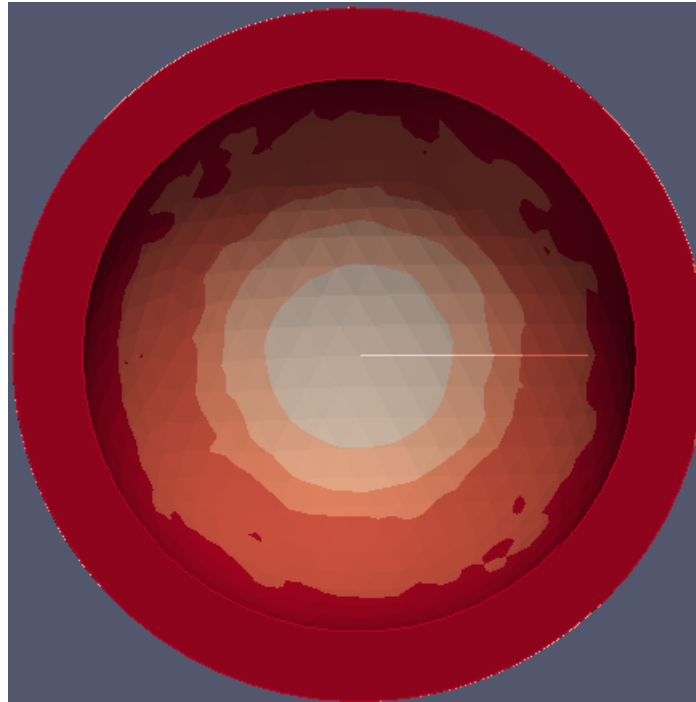
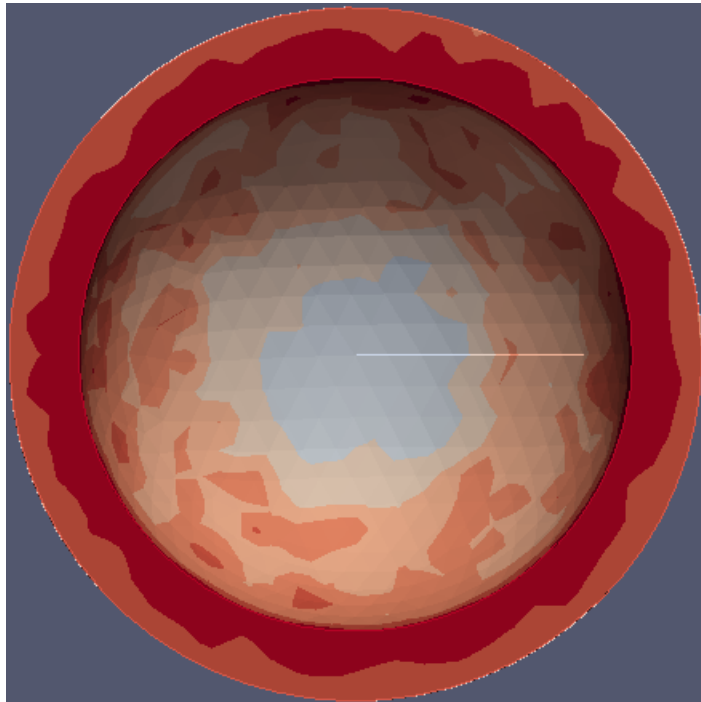
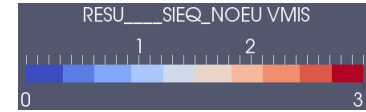
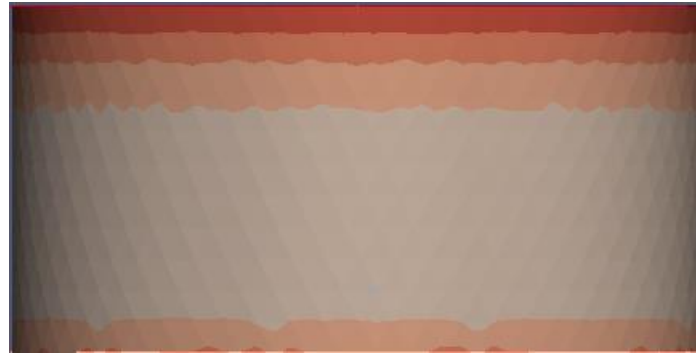
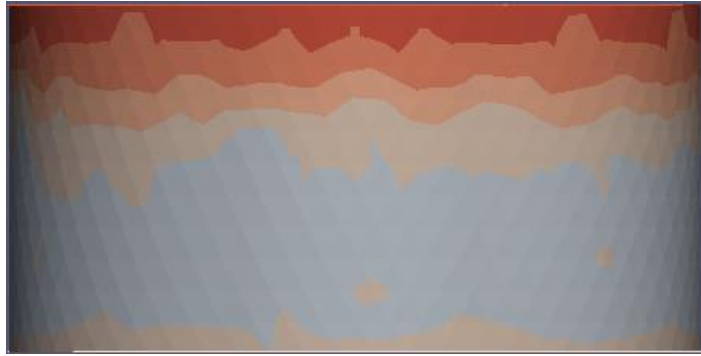
演習2 一次要素と二次要素の比較(変位)



一次要素

二次要素

演習2 一次要素と二次要素の比較(変位)

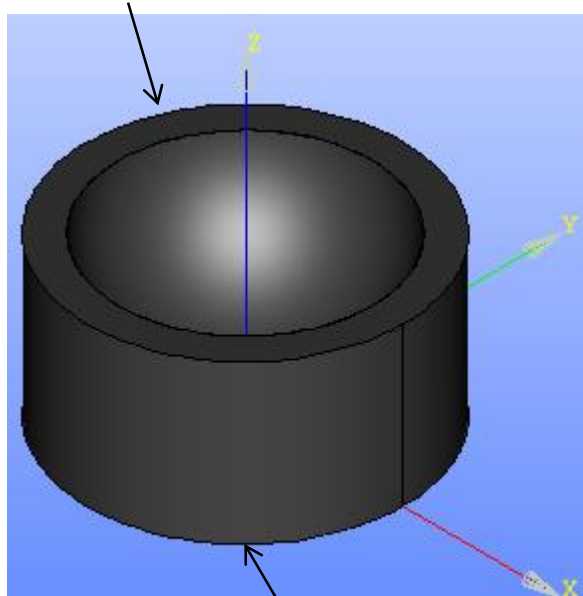


一次要素

二次要素

演習3 変位拘束による解析

強制変位: -Z方向に1mm (up)



完全拘束 (low)

ヤング率: 210000MPa
ポアソン比: 0.3

演習3 wizardの設定

メッシュは2次要素を使用

Group	DX	DY	DZ
low	0	0	0
up			-1

変位条件を追加



Group	Pressure
hole	1

圧力は不要なため削除



Group	Pressure
-------	----------

演習3 コマンドファイルの確認

```
DEBUT();
```

RESU=MECA_STATIQUE(MODELE=MODE, 線形構造解析
CHAM_MATER=MATE,
EXCIT=_F(CHARGE=CHAR,,));

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=210000.0, 材料の設定
NU=0.3,,));

MAIL=LIRE_MALLAGE(FORMAT='MED',); メッシュの設定

RESU=CALC_CHAMP(reuse=RESU, 要素、節点の計算
RESULTAT=RESU,
CONTRAINTE=('SIGM_ELNO','SIGM_NOEU'),
CRITERES=('SIEQ_ELNO','SIEQ_NOEU',,));

MODE=AFFE_MODELE(MALLAGE=MAIL, 解析モデルの設定

AFFE=_F(TOUT='OUI',
PHENOMENE='MECANIQUE',
MODELISATION='3D',,));

IMPR_RESU(FORMAT='MED', 結果の出力
UNITE=80,
RESU=_F(RESULTAT=RESU,
NOM_CHAM=('SIGM_NOEU','SIEQ_NOEU','DEPL',,));

MATE=AFFE_MATERIAU(MALLAGE=MAIL, メッシュに材料を割当

AFFE=_F(TOUT='OUI',
MATER=MA,,));

FIN();

CHAR=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE, 境界条件の設定

DDL_IMPO=(
_F(GROUP_MA='low',
DX=0.0, DDL_IMPO:変位条件
GROUP_MA:要素グループを指定
DY=0.0, DX:X方向変位
DZ=0.0, DY:Y方向変位
_F(GROUP_MA='up', DZ:Z方向変位
DZ=-1.0,)),
),
);

演習3 コマンドファイルの確認

DEBUT();

RESU=MECA_STATIQUE(MODELE=MODF,
CHAM_MATER=MATE
EXCIT=_F(CHARGE=CHAR,,));

線形構造解析

MA=DEFI_MATERIAU(ELAS=_F(E=210000.0, 材料の設定
NU=0.3,,));

MAIL=LIRE_MALLAGE(FORMAT='MED',); メッシュの設定

RESU=CALC_CHAMP(reuse=RESU
RESULTAT=RESU,
CONTRAINTE=('SIGM_ELNO','SIGM_NOEU'),
CRITERES=('SIEQ_ELNO','SIEQ_NOEU',,));

要素、節点の計算

MODF=AFFE_MODELE(MALLAGE=MAIL, 解析モデルの設定
AFFE=_F(TOUT='OUI',
PHENOMENE='MECANIQUE',
MODELISATION='3D',,));

IMPR_RESU(FORMAT='MED', 結果の出力
UNITE=80,
RESU=_F(RESULTAT=RESU
NOM_CHAM=('SIGM_NOEU','SIEQ_NOEU','DEPL',,));

MATE=AFFE_MATERIAU(MALLAGE=MAIL メッシュに材料を割当
AFFE=_F(TOUT='OUI',
MATEF=MA),,);

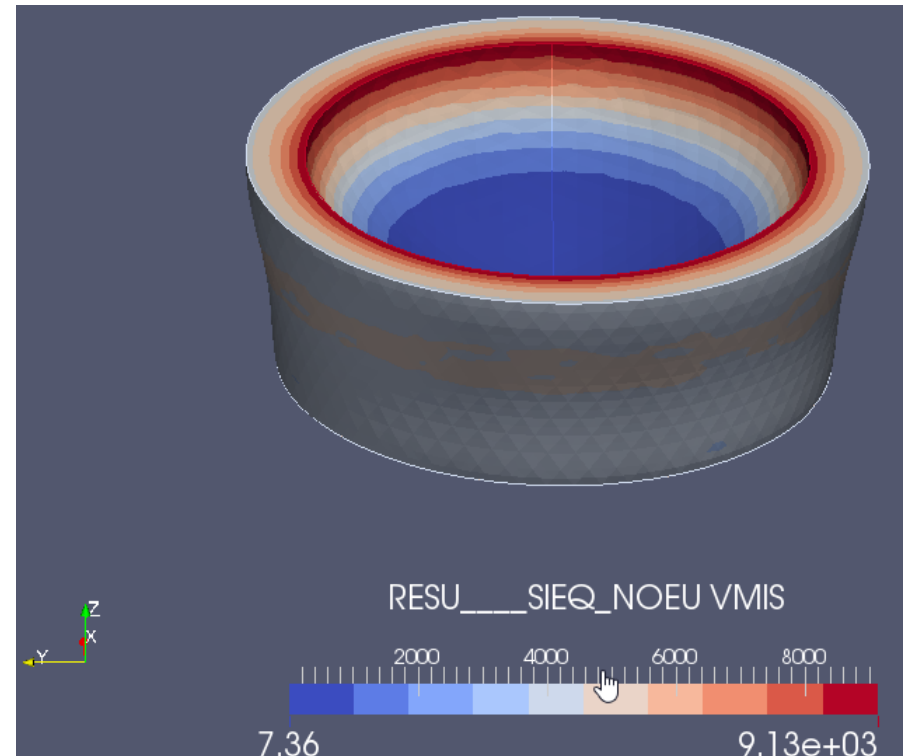
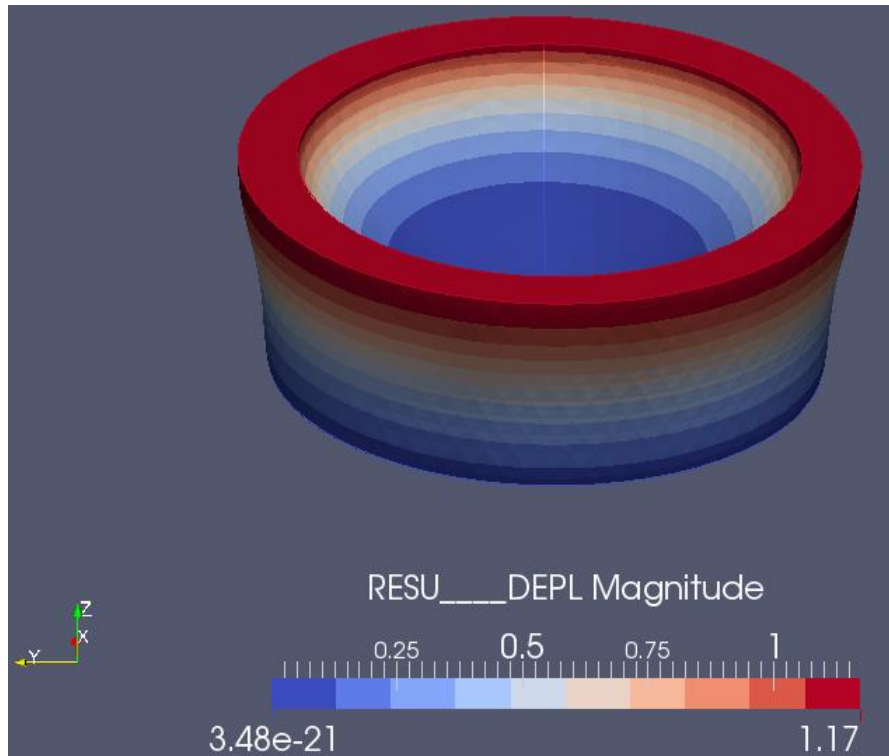
FIN();

CHAR=AFFE_CHAR_MECA(MODELE=MODE, 境界条件の設定

```
DDL_IMPO=(
  _F(GROUP_MA='low',
    DX=0.0,
    DY=0.0,
    DZ=0.0,),
  _F(GROUP_MA='up',
    DZ=-1.0,),
),
);
```

DDL_IMPO:変位条件
GROUP_MA: 要素グループを指定
DX:X方向変位
DY:Y方向変位
DZ:Z方向変位

演習3 解析結果



参考文献

- <https://sites.google.com/site/codeastersalomemeca/>
- <http://www.geocities.co.jp/SiliconValley-SantaClara/1183/>
- http://salome-meca.cocolog-nifty.com/blog/blog_index.html
- <http://opencae.gifu-nct.ac.jp/pukiwiki/index.php?SALOME-Meca%A4%CE%BB%C8%CD%D1%CB%A1%B2%F2%C0%E2>