

目次

1. 概要
2. モデル作成
3. メッシュ作成
4. 解析
 - 4-1. 解析コードの作成
 - 4-2. 解析コードの編集
 - 4-3. 実行
5. 結果の確認

1. 概要

シェルとソリッドが組み合わさったモデルを解析する。

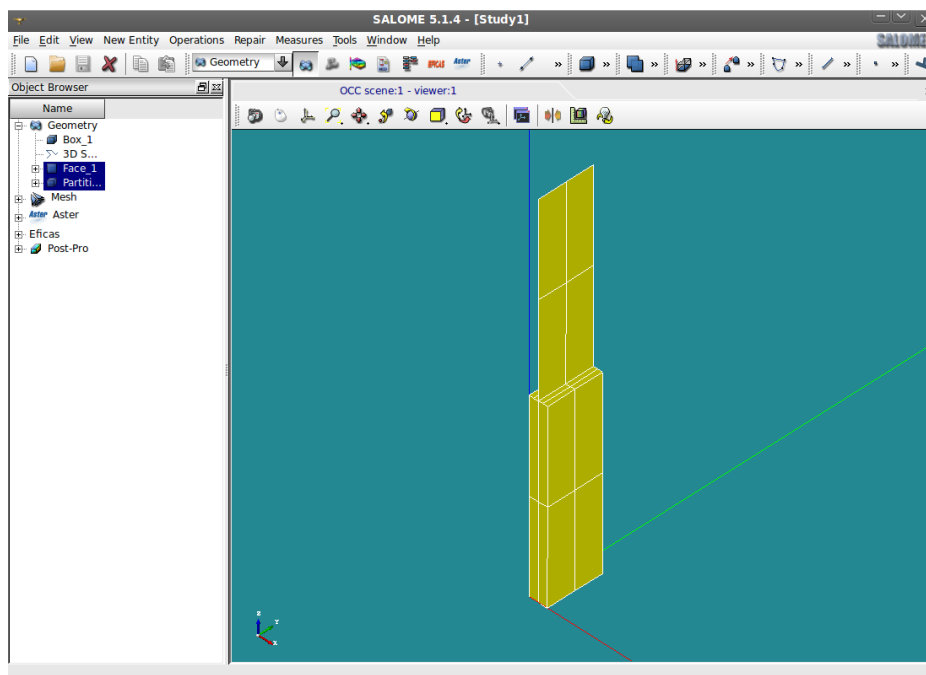
この資料はアンデンの藤井氏のマニュアル「SalomeMeca の使い方-- 16.2 シェルの解析-シェルと solid の組み合わせ」を基に簡易版として作成したものである。

シェル部分とソリッド部分の変化がよくわかるようモデルを大幅に変更している。

2. モデル作成

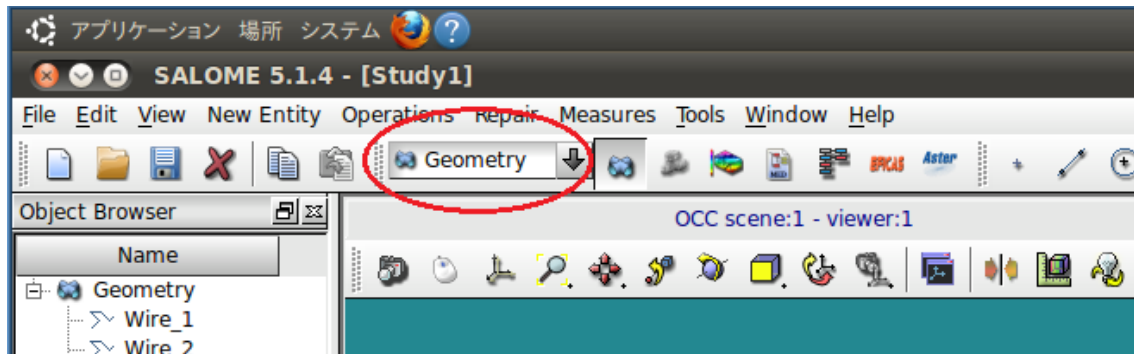
モデルはシェル部分を、 $3\text{mm} \times 10\text{mm}$ 厚さ $t=1\text{mm}$ (Eficas で設定する)

ソリッド部分を、 $3\text{mm} \times 10\text{mm}$ 厚さ $t=1\text{mm}$ とした、以下のものとなっている。

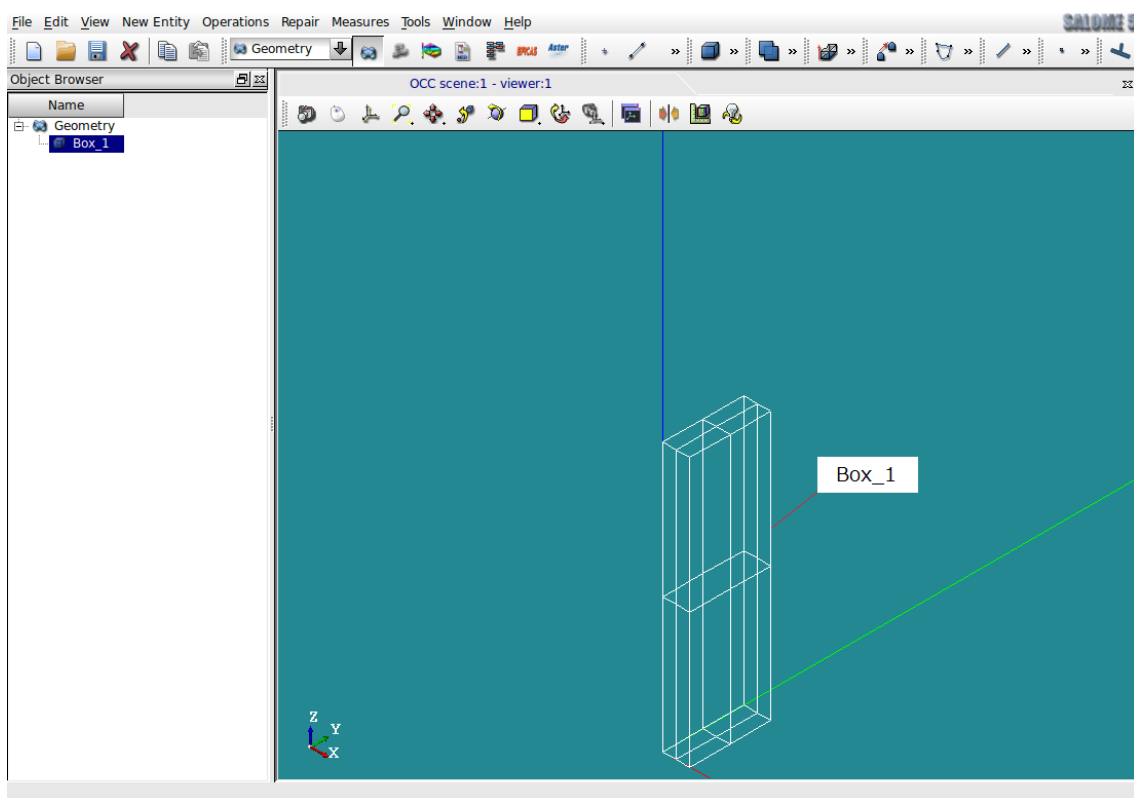


—作成の手順—

まず初めに、以下に示すように[Geometry]モードにする。



・ソリッド部分である Box の作成 (**Box_1**)



[New Entity] > [Primitives] > [Box] を選択する。

表示されたウィンドウの下に[Dimensions At Origin]があり、DX,DY,DZの入力欄がある。

Box_1

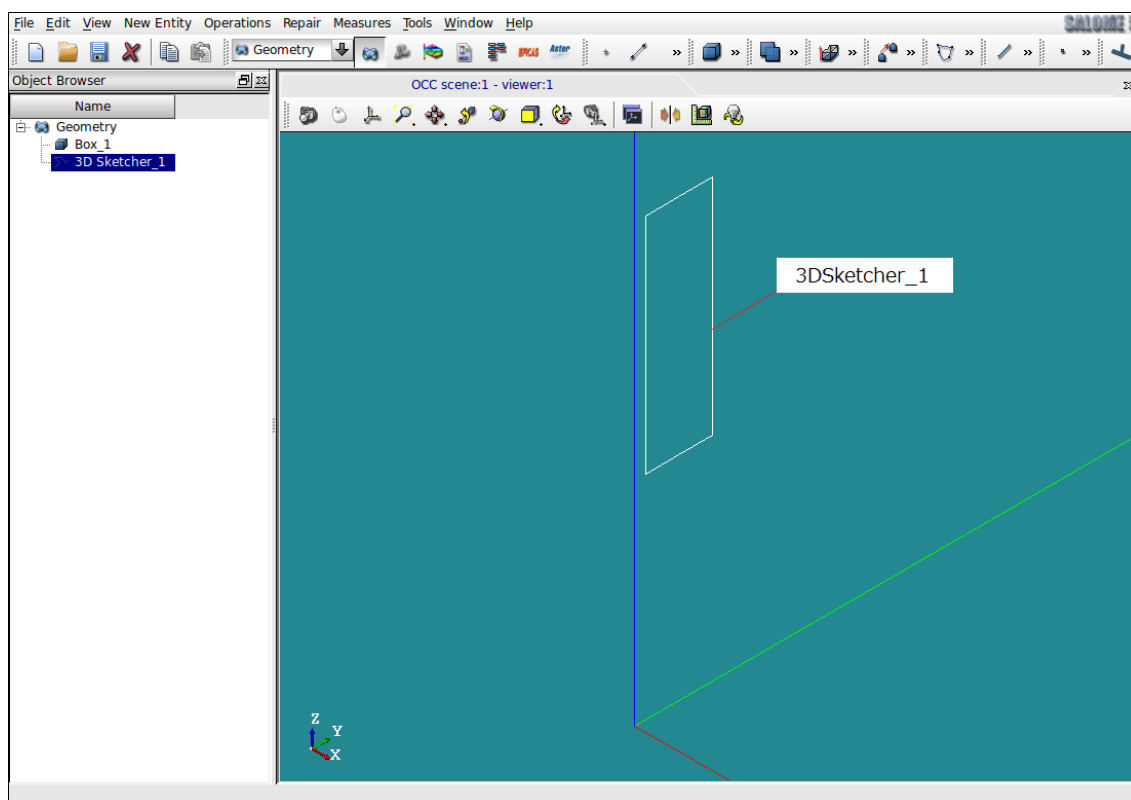
最初は $DX: 200, DY: 200, DZ: 200$ となっているので

これを $(DX: 0.001, DY: 0.003, DZ: 0.01)$ と入力し、[Apply and Close] ボタンを押す。

すると **Box_1** が作成される。

※入力する値は Salome Meca 上では m(メートル)単位となるので気をつける。

・シェル部分の輪郭の作成 (3D Sketcher_1)



[New Entity] > [3D Sketch] を選択する。

最初は $X: 0, Y: 0, Z: 0$ となっているのでこれを $(X: 0.0005, Y: 0, Z: 0.01)$ と入力し、

[Apply] ボタンを押す。すると座標 $(0.0005, 0, 0.01)$ の場所に点が現れる。

同様に...

$(X: 0.0005, Y: 0.003, Z: 0.01) > \text{Apply}$

$(X: 0.0005, Y: 0.003, Z: 0.02) > \text{Apply}$

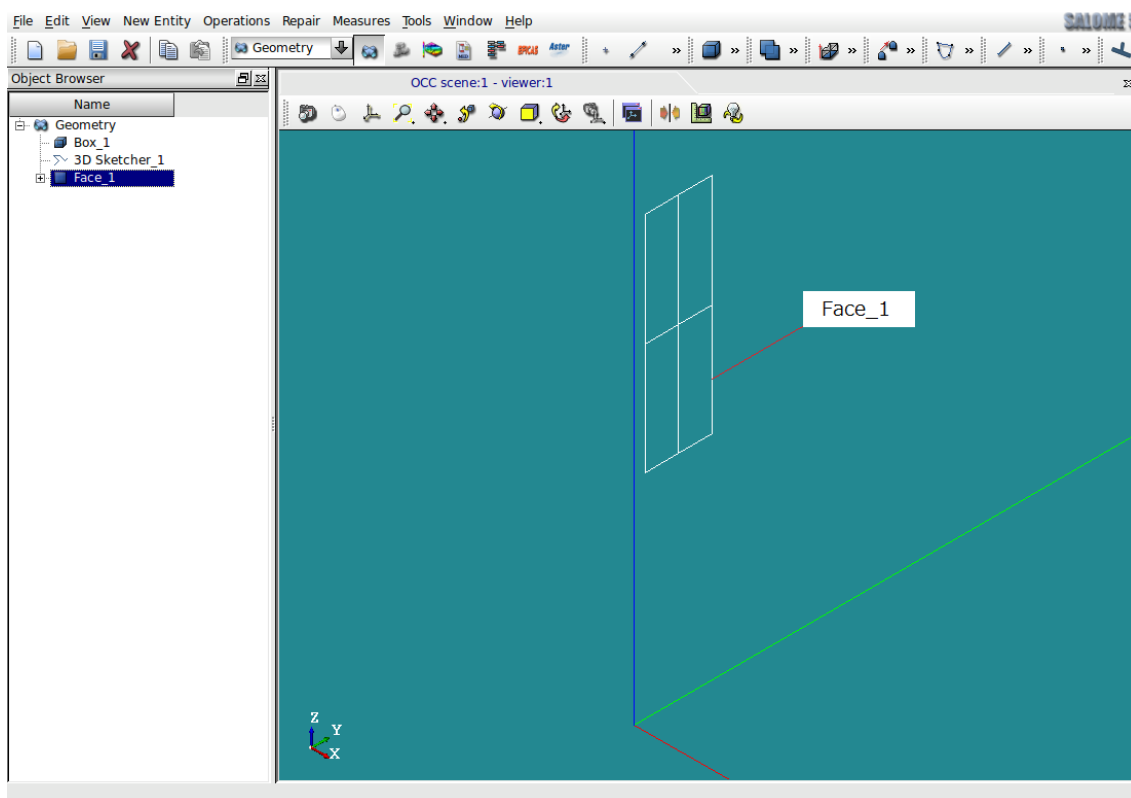
$(X: 0.0005, Y: 0, Z: 0.02) > \text{Apply}$

$(X: 0.0005, Y: 0, Z: 0.01) > \text{Apply}$

と入力し、[Sketch Validation] のボタンを押す。

※この輪郭を作成した順番が時計回りに見える面が表面となる。

・シエル部分となる面の作成 (Face_1)



[New Entity] > [Build] > [Face] を選択する。

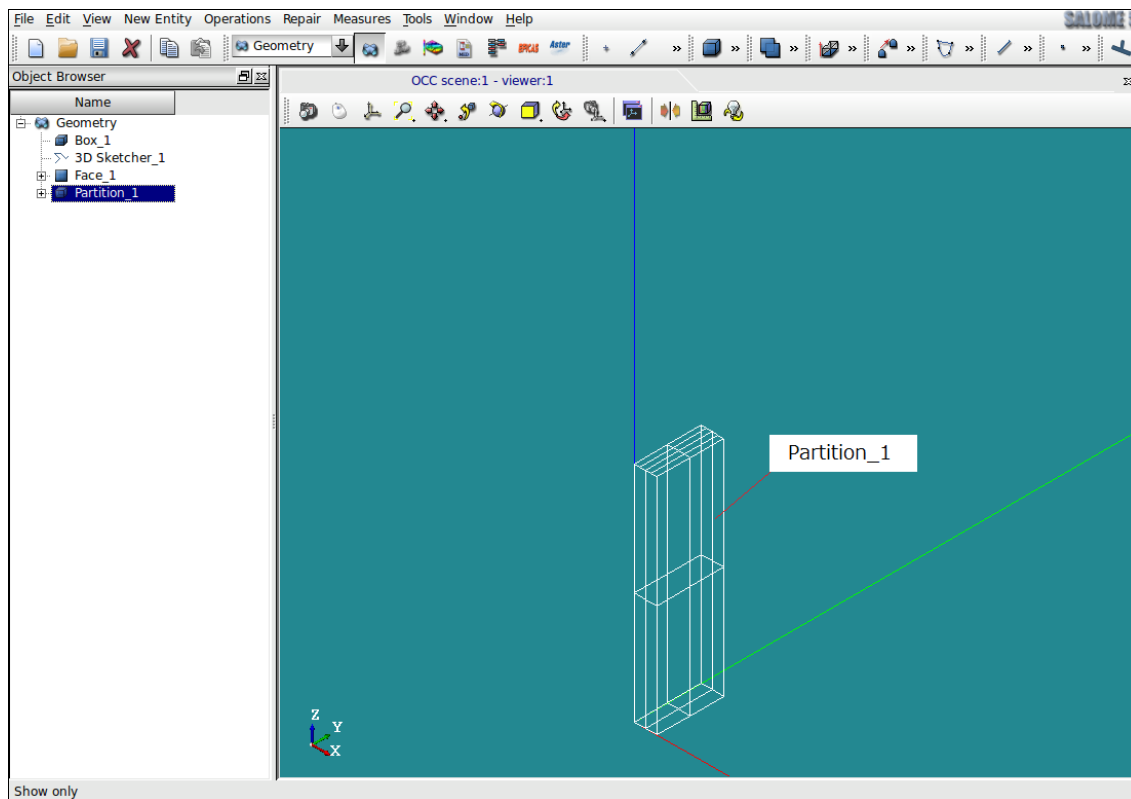
ウィンドウが表示されてから Object Browser から 3D Sketcher_1 を選択する。

すると、ウィンドウ内の [Face creation from wires and/or edges]の[Objects]欄に
” 3D Sketcher_1”と表示されるはずである。

(表示されない場合は、[Objects]欄のすぐ隣にある矢印を押してみる。)

表示されたら、[Apply and Close]ボタンを押す。

・ソリッド部分となる Box の分割 (Partition_1)



[Operations] > [Partition]を選択する。

[Objects]欄に”Box_1”を選択。

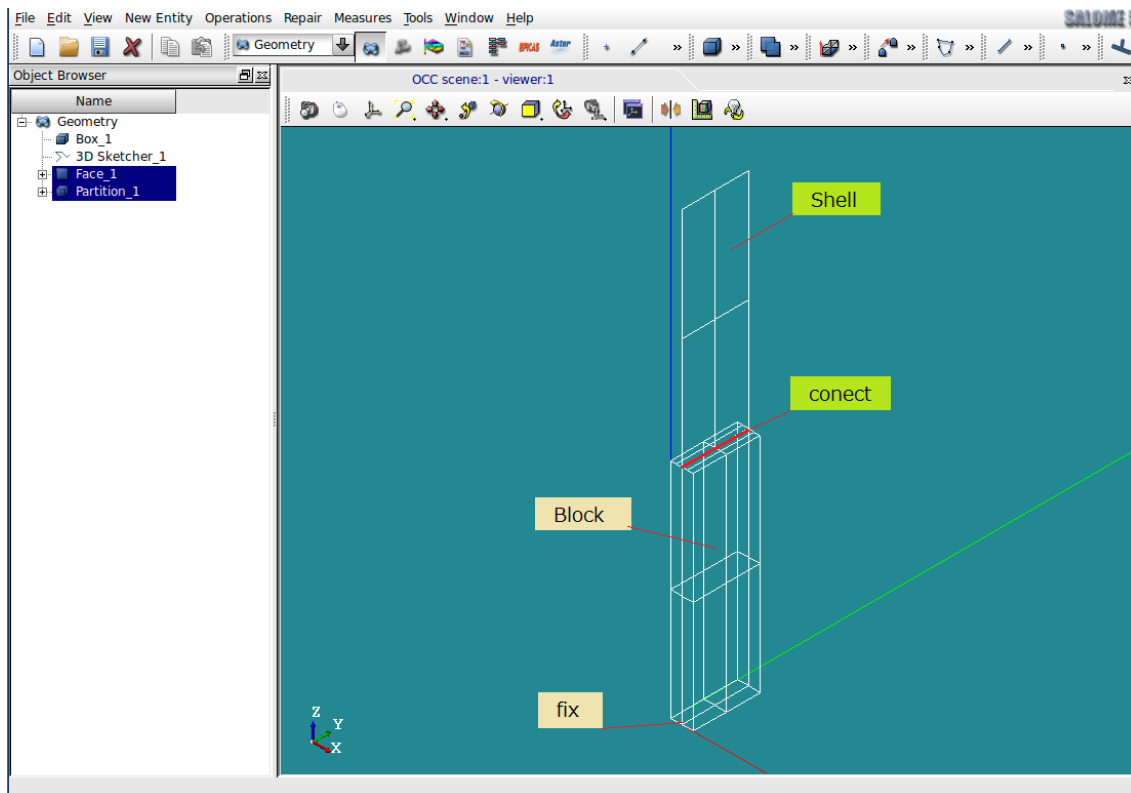
[Tool Objects]欄に”Face_1”を選択。

[Resulting Type]を”Solid”に

[Apply and Close]ボタンを押す。

・グループの作成

グループは以下の図のように作成する。



[New Entity] > [Group] > [Create]を選択する。

表示されたウィンドウの[Main Shape]欄に”Face_1”を選択。

Shell

[Name]欄に”Shell”と入力し、ウィンドウの一番上部にある[Shape Type]の左から3番目にチェックを入れる。

※(これはグループのタイプを選択している。左から、[点] [線] [面] [立体]である。)

次にウィンドウの右下にある[Select All]をクリックする。

このコマンドは先ほど設定したグループのタイプに当てはまる [Main Shape]内の要素をすべて選択するものであり、ここで”Face_1”では面要素が1つとなるためウィンドウ下の欄に数字の1のみが表示されるはずである。

その状態でウィンドウ下部の[Apply]ボタンを押す。

conect

[Name]欄が”Group_1”となっているはずなので、”conect”に変更する。

[Shape Type]は先ほどの”Shell”の時とは違い、[線]になるので左から 2 番目にチェックを入れる。

“Face_1”の下のライン、ソリッド部分と接続する辺をクリックし、選択する。

ウィンドウ右下の[Add]をクリックすると、すぐ左の欄に数字が表示される。

[Apply]をクリックし、グループとする。

(このとき[8] と表示された。)

Block

[Main Shape]欄に”Partition_1”を選択。

先ほどと同様に[Name]欄を”Block”と変更する。

今回は[立体]指定になるので、[Shape Type]の左から 4 番目にチェックを入れる。

“Partition_1”に立体要素は 1 つとなるため、Shell の時と同様に[Select All]から簡単に指定することができる。

[Apply]をクリックし、グループとする。

(このとき[1]と表示された。)

fix

同様に[Name]欄を”fix”と変更し、[Shape Type]は [面]指定とする。(左から 3 番目)

“fix”と図に示している面部分を選択し、[Add]をクリックし、数字が表示されたことを確認してから[Apply Close]をクリックしてグループとし、同時にウィンドウを閉じる。

※fix は立体の底面となるため指定しづらいかも知れない。

その時は Ctrl キーを押しながら右クリックでドラッグすることで図形を回転することができる。

(このとき[34]と表示された。)

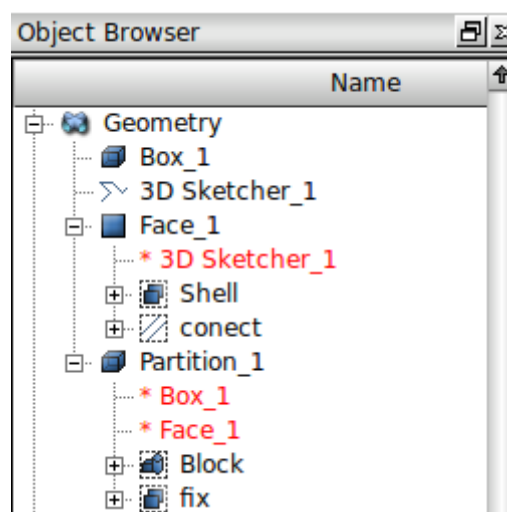
・確認

手順どおりに作成ができていれば右のような

Object Browser になっているはずである。

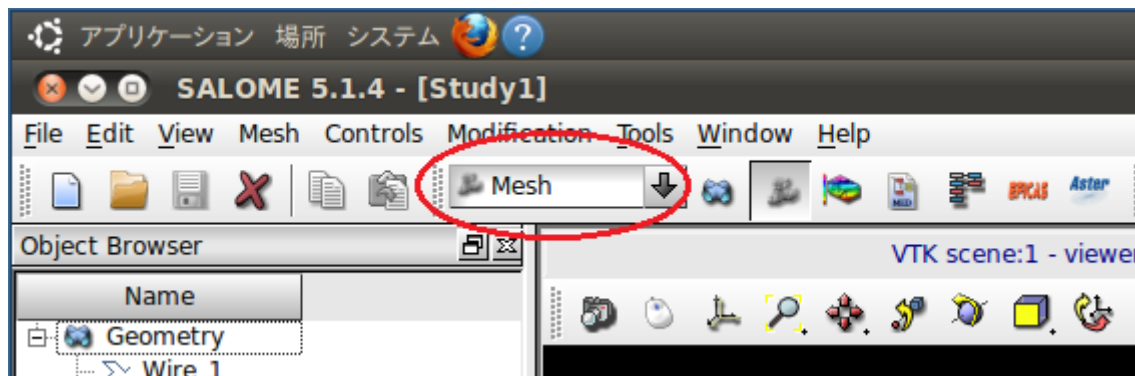
Object Browser 上のグループで右クリックをし、[Show Only]を押せば選択したグループのみがモデルとして表示されるので、図と照らし合わせて正しく作成できているか確認する。

以上でモデルの作成が完了。



3. メッシュ作成

まず初めに、以下に示すように[Mesh]モードにする。



・メッシュの作成

今回は”Face_1”と”Partition_1”の2つのモデルをそれぞれメッシュを切り、後に合成するやり方となる。

[Mesh] > [Create Mesh]を選択する。

表示されたウィンドウの[Geometry]欄に Object Browser から”Face_1”を選択する。

ウィンドウ下部の[Assign a set of hypotheses]をクリックし、

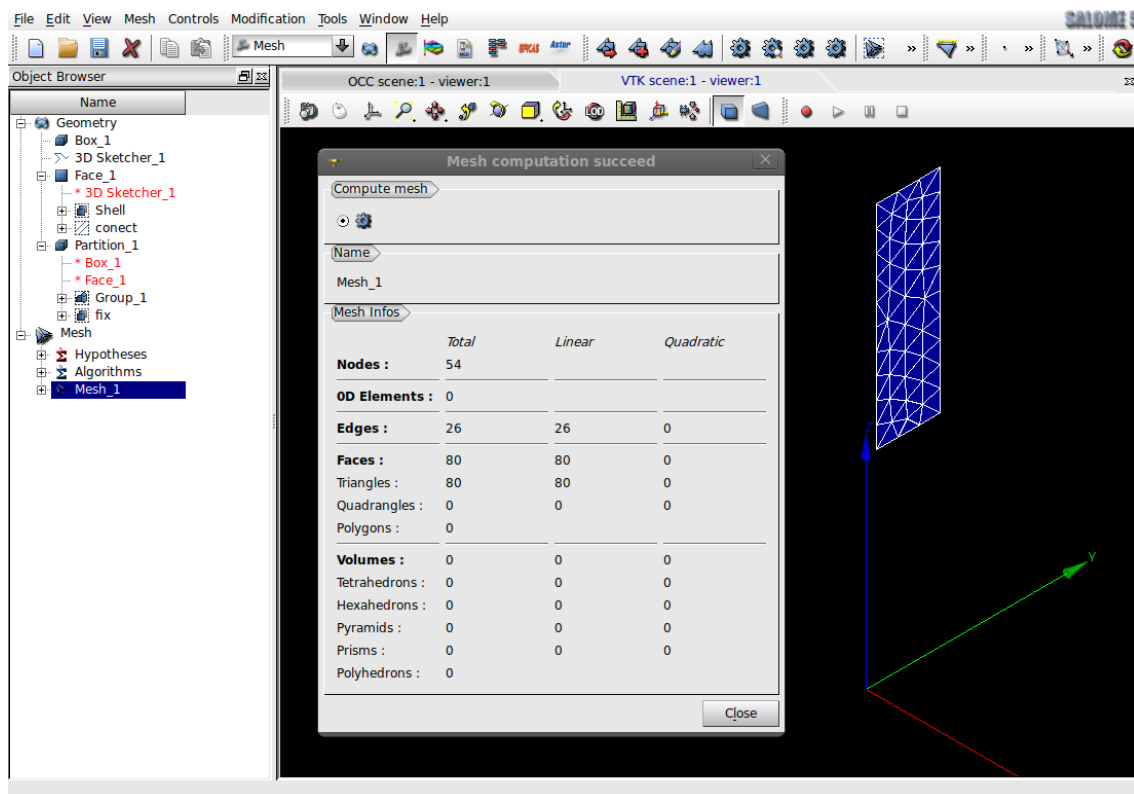
[Automatic Tetrahedralization]を選択する。

小さなウィンドウが表示されたら、ウィンドウの[OK]を押し、

もとのウィンドウの[Apply and Close]をクリックする。

Object Browser 上に”Mesh_1”ができるので、右クリックから[Compute]をクリックする。

ここまでで以下のようなになるはずである。



同様に”Partition_1”のメッシュも作成していく。

[Mesh] > [Create Mesh]を選択する。

表示されたウィンドウの[Geometry]欄に Object Browser から”Partition_1”を選択する。

ウィンドウ下部の[Assign a set of hypotheses]をクリックし、

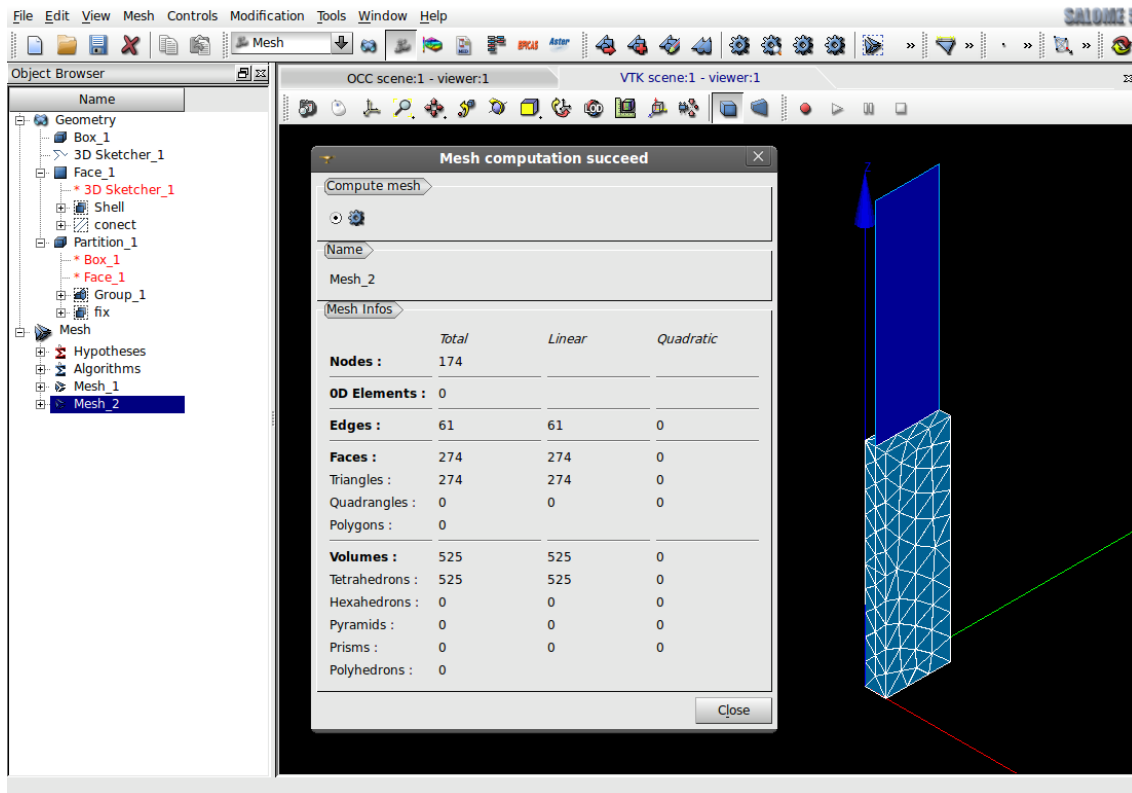
[Automatic Tetrahedralization]を選択する。

小さなウィンドウが表示されたら、ウィンドウの[OK]を押し、

もとのウィンドウの[Apply and Close]をクリックする。

Object Browser 上に”Mesh_2”ができるので、右クリックから[Compute]をクリックする。

ここまでで以下のようなになるはずである。



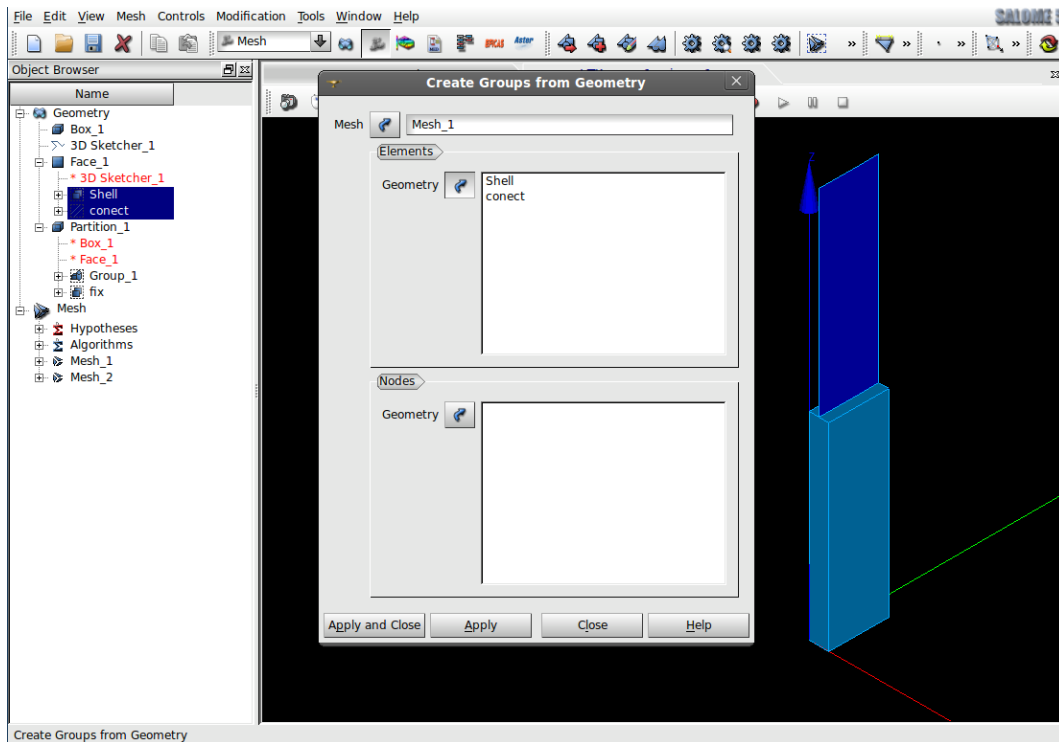
・グループのコピー

[Geometry]で作成したグループをメッシュに反映させる。

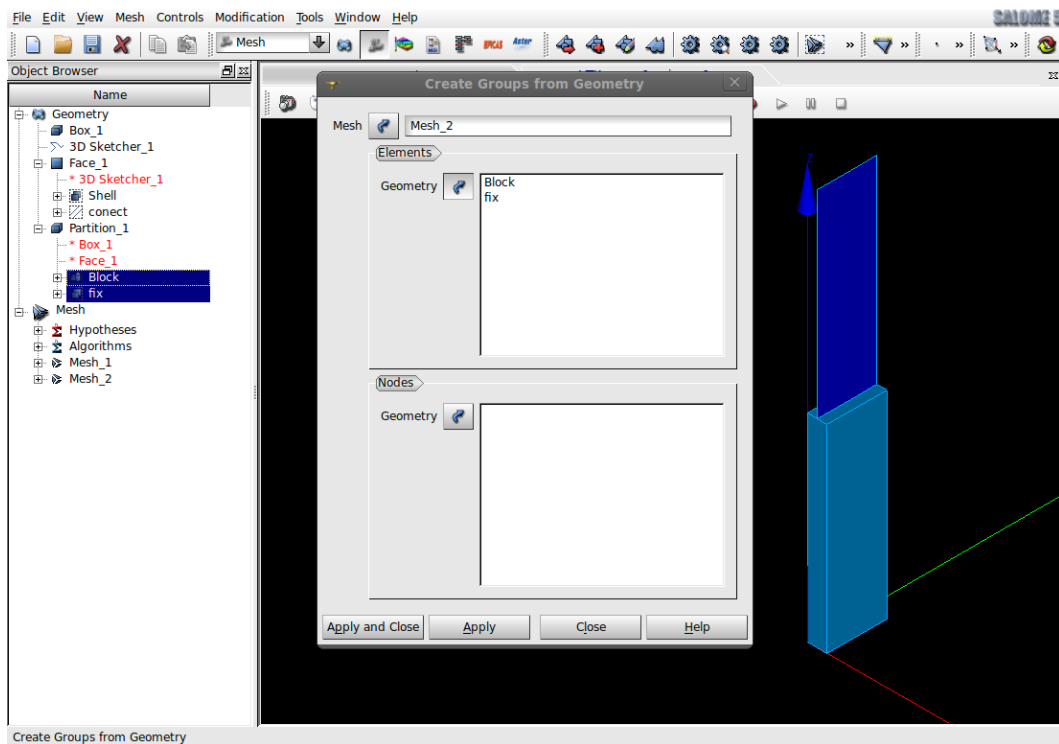
“Mesh_1”で右クリック > [Create groups from Geometry]

”Face_1”内のグループをすべて選択する。(ドラッグ、又は Ctrl キーを押しながらクリック)

[Apply and Close]でコピーを完了する。



同様に”Mesh_2”もグループをコピーする。



・メッシュの合成 (Build Compound)

[Mesh] > [Build Compound]を選択。

表示されたウィンドウの[Meshes]欄に”Mesh_1”と”Mesh_2”を選択。

(Object browser からドラッグ、又は Ctrl キーを押しながらクリックして選択)

すると[Meshes]欄に “2_objects “ と表示される。

[Apply and Close]をクリックし、合成を完了する。

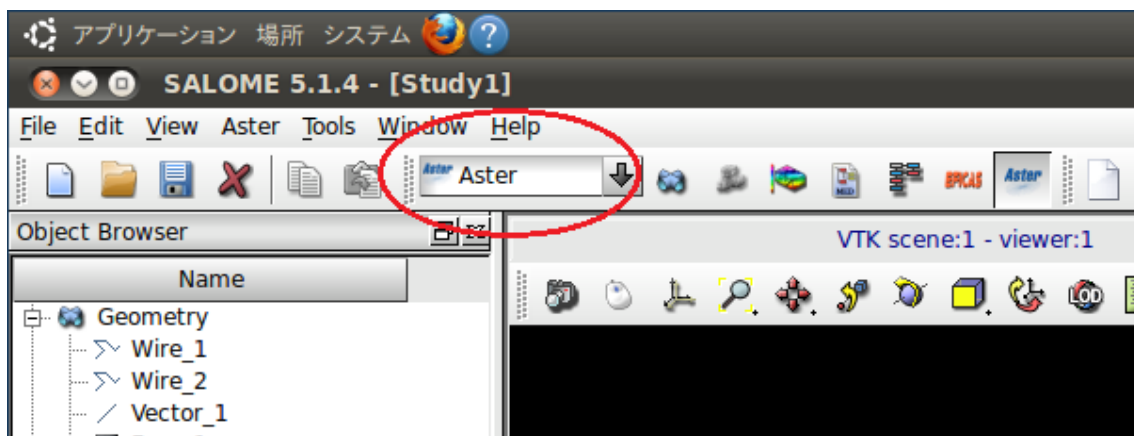
以上でメッシュの作成が完了する。

4. 解析

4-1. 解析コードの作成

メッシュ作成後はウィザードを用いて解析コードの作成を行う。

まず初めに、以下に示すように[Aster]モードにする。



次に[Aster] > [Wizards] > [Linear elastic]を選択する。

表示されたウィンドウにて、'What kind of model do you want to work on?'と聞かれ、デフォルトで “3D “ となっているはずなので、そのまま[Next >]をクリック。

次に'Select a mesh from the Salome object browser'と言われるので、

Object Browser 上の”Compound_Mesh_1”を選択し、ウィンドウの矢印をクリック。

するとウィンドウの欄に”Compound_Mesh_1”と入力され、下の項目がアクティブになる。

[Use mesh groups]にチェックを入れる。

[Next >]をクリック。

そのほかの項目は後に編集を行うので、[Aster command file]欄まで[Next >]をクリック。

[Aster command file]欄まできたら、欄の右側のボタンをクリックすると、

.comm ファイルの保存場所を聞いてくるので、任意の場所に保存する。

この時、File name には 「〇〇(任意).comm」と入力すること。

(例：今回は「 test.comm 」と保存した。)

[Finish]をクリック。

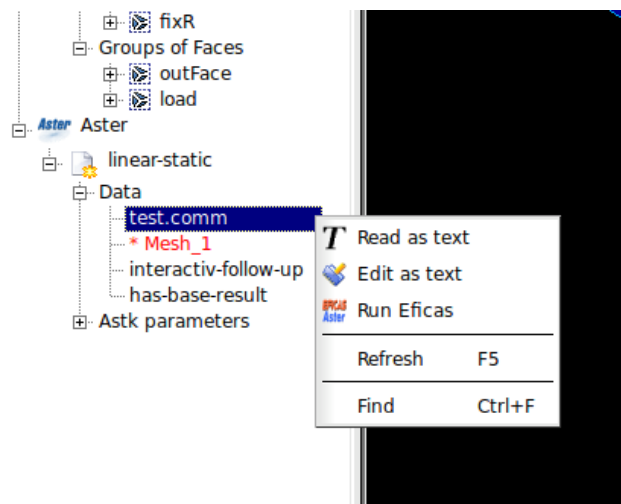
4-2. 解析コードの編集

ウィザードが終了すると、Code_Aster の解析コードが出来上がるのでこれを編集する。

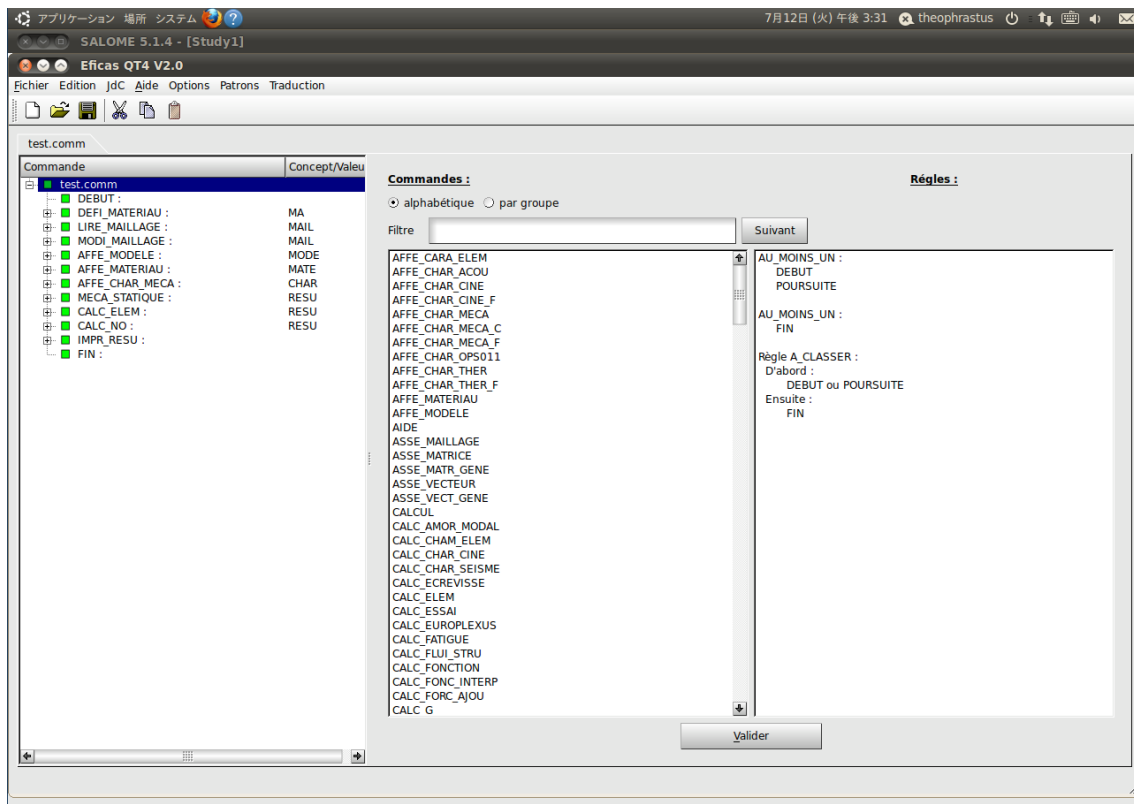
Object Browser 上のツリーを名前の左にある[+]をクリックして展開していく。

[Aster] > [linear-static] > [Data]まで展開すると、"test.comm"が表示されるはずである。

これを右クリックし、[Run Efficas]を選択する。



以下のようなウィンドウが表示される。



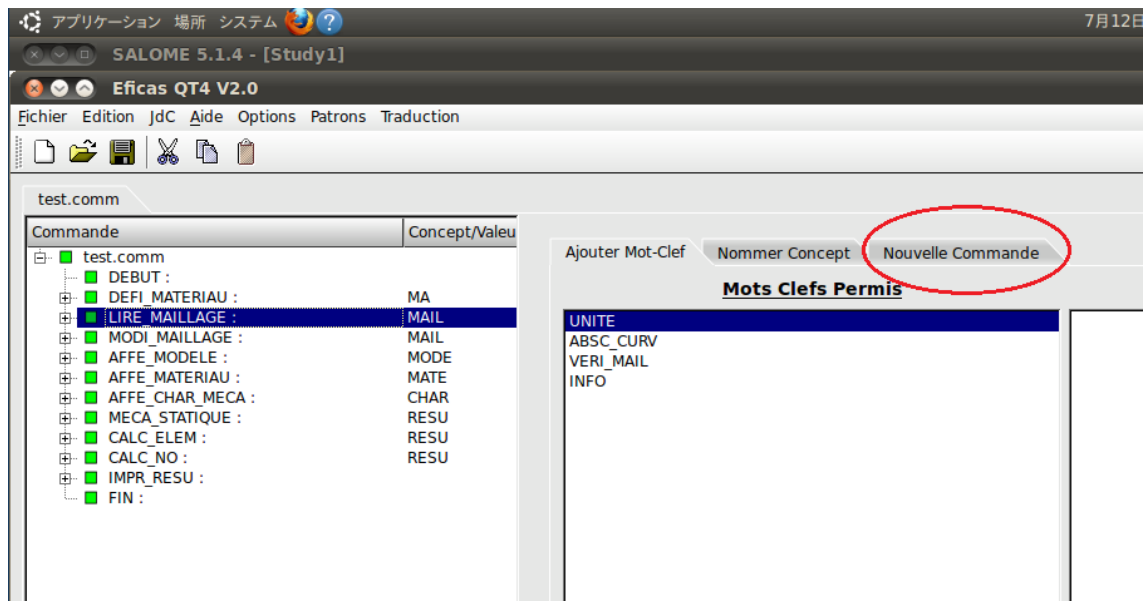
この Eficac はまだフランス語ベースで、編集が少し難しいのでよく注意して行うこと。

—編集の手順—

まず上から4番目の **LIRE_MALLAGE** を左クリックする。

すると以下のようにウィンドウが変わるので右のほうにある

[Nouvelle Commande]をクリックする。



表示される欄から **AFFE_MODELE** を選択し、ダブルクリックすると、左のツリーに
 ■ **AFFE_MODELE** が追加される。

この作業は選択した項目のすぐ下に新しい項目を追加するものである。

Efficas の編集を行う上でよく使う手順なので理解すると後々役に立つ。

もし間違えてしまった場合、消したい項目で右クリックをし、[Supprimer]を選択すれば
 消去できる。この手順も編集を行う上でよく使用するので覚えておくと役に立つ。

新しく作成した ■ **AFFE_MODELE** の編集を以下のように行う。

- **AFFE_MODELE :** mode
- | ● **MILLAGE :** MAIL
- | ◆ **AFFE :**
 - | ◆ **AFFE_1 :**
 - | ● **GROUP_MA :** Block
 - | ● **PHENOMENE :** MECANIQUE
 - | ◆ **b_mecanique**
 - | ● **MODELISATION :** 3D
 - | ◆ **AFFE_2 :**
 - | ● **GROUP_MA :** Shell
 - | ● **PHENOMENE :** MECANIQUE
 - | ◆ **b_mecanique**
 - | ● **MODELISATION :** DKT

現段階では以下のようにになっているはずであるので、

■ AFFE_MODELE :
| ● MILLAGE :

まず● MILLAGE をクリックし、右の欄の MAIL をダブルクリック。
次に■ AFFE_MODELE をクリックし、右の欄の AFFE をダブルクリック。
もう一度■ AFFE_MODELE をクリックし、右の欄の AFFE をダブルクリック。
ここまで

■ AFFE_MODELE :
| ● MILLAGE : MAIL
| ◆ AFFE :
| ◆ AFFE_1 :
| ◆ AFFE_2 :

次に◆ AFFE_1 をクリックし、右の欄の GROUP_MA をダブルクリックし、
右上の小さな欄に”Block”と入力し、エンター。
するとすぐ左の大きな欄に”Block”と表示されるので[Valider]をクリック。
次に● PHENOMENE をクリックし、MECANIQUE をダブルクリック。
次に◆ b_mecanique を展開し、●MODELISATION をクリックし、
右の欄の右側から”3D “をダブルクリックし、左側に” 3D “が移動しているのを確認したら、
[Valider]をクリック。
ここまで

■ AFFE_MODELE :
| ● MILLAGE : MAIL
| ◆ AFFE :
| ◆ AFFE_1 :
| ● GROUP_MA : Block
| ● PHENOMENE : MECANIQUE
| ◆ b_mecanique
| ● MODELISATION : 3D
| ◆ AFFE_2 :
| ● PHENOMENE :

同様の手順で◆ AFPE_2 も編集する。

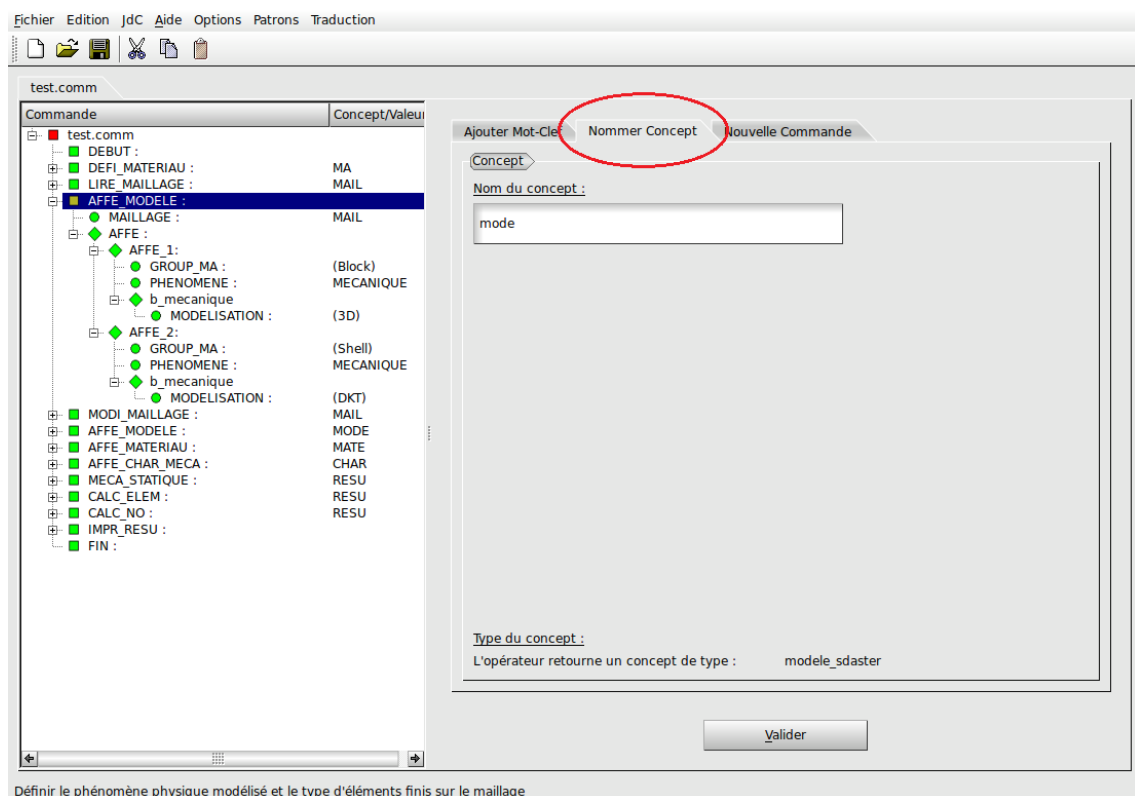
◆GROUP_MA に” Shell”を入力し、● PHENOMENE を MECANIQUE とし、

●MODELISATION を” DKT “とする。

これで最初に示したようになるが、一番上の◆AFPE_MODELE だけ黄色になっている。

これは名前を決定していないためである。

◆AFPE_MODELE をクリックし、名前を” mode “と変更する。



Définir le phénomène physique modélisé et le type d'éléments finis sur le maillage

次に AFFE_MODELE のすぐ下に新しく AFFE_CARA_ELEM の項目を先ほどの手順と同様に行い追加する。

この AFFE_CARA_ELEM は以下のようになるように編集を行う。

| | | | |
|--|---|------------------|------------------|
| | ■ | AFFE_CARA_ELEM : | shellMod |
| | | ● MODEL : | mode |
| | | ◆ COQUE : | |
| | | ● GROUP_MA : | (Shell) |
| | | ● EPAIS : | 0.001 |
| | | ● VECTEUR : | (0.0 ,1.0 , 0.0) |
| | | ● COQUE_NCOU : | 1 |
| | | ● EXCENTREMENT : | 0.000 |
| | | ● INER_ROTA : | OUI |

まず初めに MODEL をクリックし、右の欄から mode をダブルクリック。

次に AFFE_CARA_ELEM をクリックし、右の欄から COQUE をダブルクリック。

そのまま表示される欄から GROUP_MA をダブルクリックし、

先ほどの手順と同様にし、” Shell “を指定する。

次に COQUE をクリックし、右の欄から EPAIS をダブルクリックし、

そのまま 0.001 を入力する。

次に COQUE をクリックし、右の欄から VECTEUR をダブルクリックし、

0.0 を入力しクリック、1.0 を入力しクリック、0.0 を入力しクリックする。

すると左の欄に 0.0, 1.0 , 0.0 の3つが並ぶので、[Valider]をクリックする。

同様に COQUE から COQUE_NCOU をダブルクリックし、

デフォルトで1となっているのでそのまま。

同様に COQUE から EXCENTREMENT をダブルクリックし、0.000 を入力する。

COQUE から INER_ROTE をダブルクリックし OUI を選択。

最後に AFFE_CARA_ELEM をクリックし、

[Nommer Concept]から名前を “ shellMod “に変更する。

次に AFFE_CARA_ELEM のすぐ下に新しく CREA_CHAMP を追加し、以下のように編集を行う。

| | |
|----------------|-------------|
| ■ CREA_CHAMP : | chnorm |
| ● TYPE_CHAM : | NOEU_GEOM_R |
| ● OPERATION : | NORMALE |
| ◆ b_norm : | |
| ● MODELE : | mode |
| ● GROUP_MA : | (Shell) |

まず初めに●TYPE_CHAM をクリックし、右の欄から NOEU_GEOM_R を探してダブルクリックし指定する。

次に●OPERATION をクリックし、右の欄から NORMALE を指定。

すると◆b_norm ができるので、展開し、中の●MODELE をクリックし、“mode “を選択する。

次に◆b_norm をクリックし、GROUP_MA をクリックし、“Shell “ を指定。

最後に■CREA_CHAMP をの名前を” chnorm “に変更する。

次に CREA_CHAMP の下にある MODI_MAILLAGE と AFFE_MODELE を削除する。それぞれ右クリックから [Supprimer] で削除できる。

その下にある AFFE_MATERIAU に変更はない。

次に AFFE_CHAR_MECA の編集を以下のように行う。

| | | |
|---|------------------|---------|
| ■ | AFFE_CHAR_MECA : | CHAR |
| | ● MODELE : | mode |
| | ◆ DDL_IMPO : | |
| | ● GROUP_MA : | (fix) |
| | ● DX : | 0.0 |
| | ● DY : | 0.0 |
| | ● DZ : | 0.0 |
| | ◆ PRES_REP : | |
| | ● GROUP_MA : | (Shell) |
| | ● PRESS : | 1.0 |

先ほど AFFE_MODELE を削除した際にモデル指定がリセットされ、●MODELE の項目が赤くなっているのでまず初めに●MODELE をクリックし、mode を指定する。

次に◆DDL_IMPO をクリックし、GROUP_MA に”fix “ を指定する。

もし他のグループが指定されている場合、右の欄の右方向を指した矢印をクリックし、右側にきた”グループ名 “を書き換えて指定する。

同様に◆PRES_REP の GROUP_MA に “Shell “を指定する。

次に AFFE_CHAR_MECA のすぐ下にもう一つ AFFE_CHAR_MECA を追加し、以下の様に編集を行う。

| | | |
|---|--------------------|--------------|
| ■ | AFFE_CHAR_MECA : | conShSol |
| | ● MODELE : | mode |
| | ◆ LOAISON_MAIL : | |
| | ● GROUP_MA_MAIT : | (Block) |
| | ● GROUP_MA_ESCL : | (conect) |
| | ● TYPE_RACCORD : | COQUE_MASSIF |
| | ◆ b_COQUE_MASSIF : | |
| | ● EPAIS: | 0.001 |
| | ● CHAM_NORMALE : | chnorm |

まず初めに●MODELE に” mode “を指定する。

次に■AFFE_CHAR_MECA をクリックし、右の欄から LIAISON_MAIL を選択する。

そのまま右の欄から GROUP_MA_MAIT をダブルクリックし追加し、” Block “を指定する。

もう一度◆LIAISON_MAIL をクリックし、右の欄から GROUP_MA_ESCL をダブルクリックし追加し、” conect “を指定する。

次に TYPE_RACCORD を COQUE_MASSIF に変更する。

すると、すぐ下が◆b_COQUE_MASSIF に変化するので、

その中の EPAIS に 0.001 を指定、CHAM_NORMALE に” chnorm “を指定する。

最後に■AFFE_CHAR_MECA の名前を” conShSol “に変更する。

次に、MECA_STATIQUE の編集を以下のようなようになるように行う。

| | | | |
|--|---|-----------------|----------|
| | ■ | MECA_STATIQUE : | RESU |
| | | ● MODELE : | mode |
| | | ● CHAM_MATER : | MATE |
| | | ● CARA_ELEM : | shellMod |
| | | ◆ EXCIT : | |
| | | ◆ EXCIT_1 : | |
| | | ● CHARGE : | CHAR |
| | | ◆ EXCIT_2 : | |
| | | ● CHARGE : | conShSol |

ここではまず初めに、MODELE をクリックし、” mode “を指定。

次に MECA_STATIQUE から CARA_ELEM を追加し、” shellMod “を選択する。

次に MECA_STATIQUE から EXCIT を選択し、EXCIT を 2 つにする。

EXCIT_2 の CHARGE に” conShSol “を指定する。

最後に、CALC_ELEM の編集を以下のようなように行う。

| | | | |
|--|---|-----------------|--|
| | ■ | CALC_ELEM : | RESU |
| | | ● MODELE : | mode |
| | | ● CHAM_MATER : | MATE |
| | | ● RESULTAT : | RESU |
| | | ◆ b_prec_rela : | |
| | | ◆ b_lineaire : | |
| | | ◆ b_toutes : | |
| | | | ● OPTION : (SIGM_ELNO_DEPL,EQUI_ELNO_SIGM) |
| | | | ◆ EXCIT : |
| | | | ◆ EXCIT_1 : |
| | | | ● CHARGE : CHAR |
| | | | ◆ EXCIT_2 : |
| | | | ● CHARGE : conShSol |

まず初めに MODELE をクリックし、” mode “ を指定する。

次に b_lineaire を展開し、b_toutes をクリックし、右の欄から EXCIT をダブルクリック。

EXCIT がもう一つ追加されるので、追加された EXCIT_2 に” conShSol “ を指定する。

これ以降の変更なし。

以上で解析コードの編集が完了する。

ウィンドウ左上のフロッピーマークをクリックして上書きし、×印で閉じる。

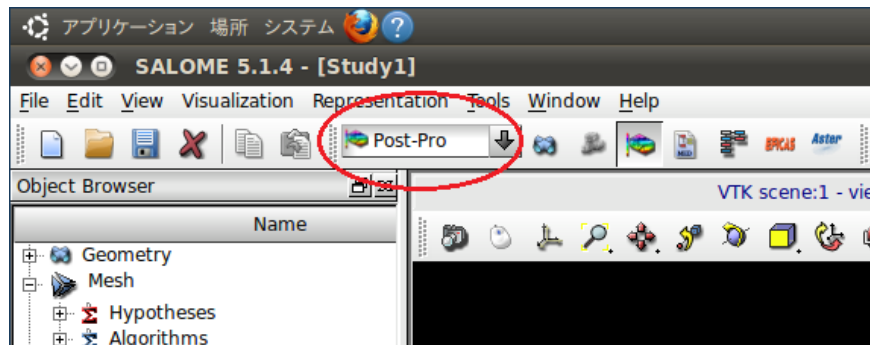
4-3. 実行

Object Browser 上の” linear-static ”で右クリックし、[Run]をクリックすると、解析が始まり、しばらくしたら終了する。

エラーがなければ Object Browser 上に” Post-Pro ”と新しく表示される。

5. 結果の確認

以下のように[Post-Pro]モードにする。



右に示す Object Browser の位置で右クリックし、
[Deformed Shape and Scalar Map]をクリックする。
[OK]をクリック。
すると次のような可視化モデルが表示される。

