

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

藤井 12/06/02

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）
(SalomeMeca 2012.1)

目次

1. はじめに
2. 四面体メッシュ（テトラ）
 - 2-1. 均等（表面、内部）なメッシュ作成方法
 - 2-2. メッシュサイズを部分的に変える場合
 - 2-2-1. 指定した volume のメッシュサイズを変える場合
 - 2-2-2. 指定した face のメッシュサイズを変える場合
 - 2-2-3. 指定した edge のメッシュサイズを変える場合
3. 6面体メッシュ（ヘキサ）
 - 3-1. 直線モデルの6面体メッシュ
 - 3-1-1. geometory のグループ化
 - 3-1-2. メッシュ分割（簡易）
 - 3-1-3. メッシュ分割（板厚4分割）
 - 3-2. 曲面を持つモデルの6面体メッシュ
 - 3-3. メッシュサイズを変化させる場合
 - 3-4. 円柱（円環）のメッシュ
 - 3-4-1. prism のメッシュ
 - 3-4-2. 6面体のメッシュ

1. はじめに

SalomeMeca を使って四面体や六面体メッシュの作成方法をまとめる。解析内容によっては、メッシュサイズを部分的に変更して細かくしたい事がよくあるが、この様な場合は、次項以降の方法でメッシュをきればできる。

2. 四面体メッシュ（テトラ）

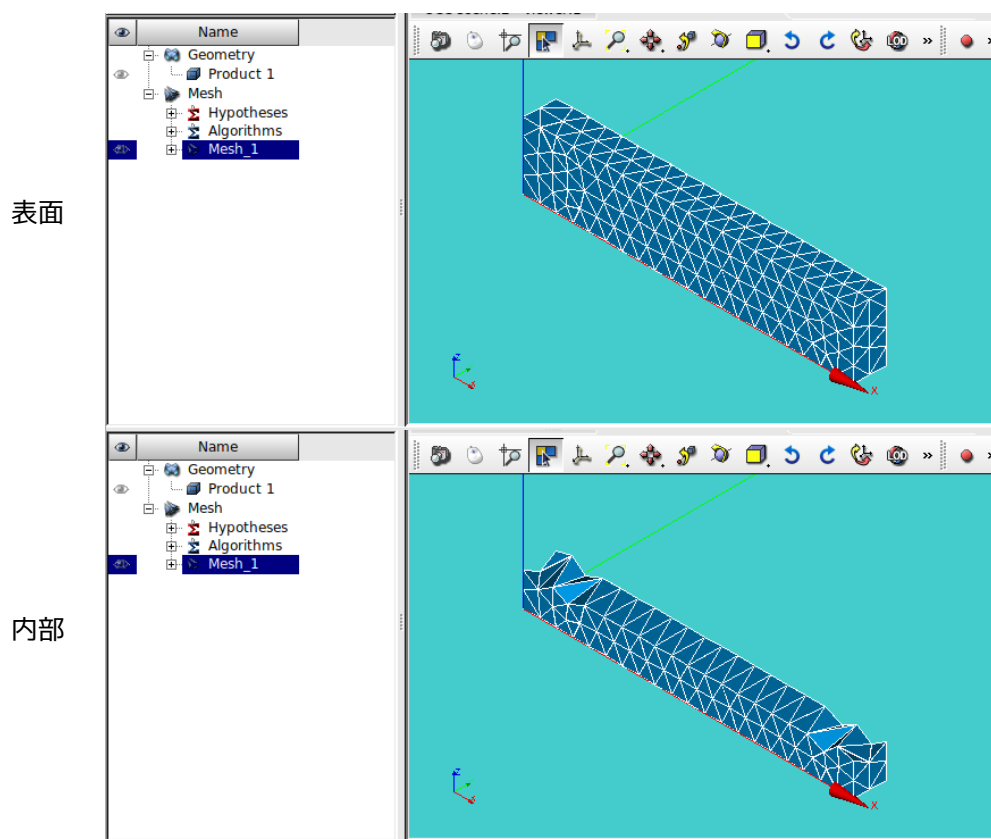
2-1. 均等（表面、内部）なメッシュ作成方法

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

四面体のメッシュを作成する場合は、「netgen 1D-2D-3D」でメッシュを切れば殆どの形状でメッシュが切れる。しかし、表面に比べて、内部のメッシュが大きめにできてしまう。これを bar-100x20x10.stp のモデルで確認してみる。以下の設定（netgen 1D-2D-3D）でメッシュをきった。

```
3D:   netgen 1D-2D-3D
      NETGEN 3D Parameters
      max Size    0.005
      min Size    0.0005
      Fineness    Moderate
2D:   <None>
1D:   <None>
```

内部のメッシュがモデル表面に比べて大きくなっている。



内部のメッシュを表面と同じサイズにする為に、メッシュの切り方を以下の方法に変える。この方法は、3Dメッシュの max volume を設定してメッシュをきる方法。max volume の値は、デフォルトの値が大きめなので、この値を小さくしている。

```
3D:   Tetrahedron (netgen)
      Max. Element Volume
      1e-8          ----- max volume
2D:   Netgen 1D-2D
```

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

NETGEN 2D Parameters

max Size	0.005	-----	要素の最大寸法
min Size	0.0005	-----	要素の最小寸法
Fineness	Moderate	-----	メッシュサイズを変化させる度合い

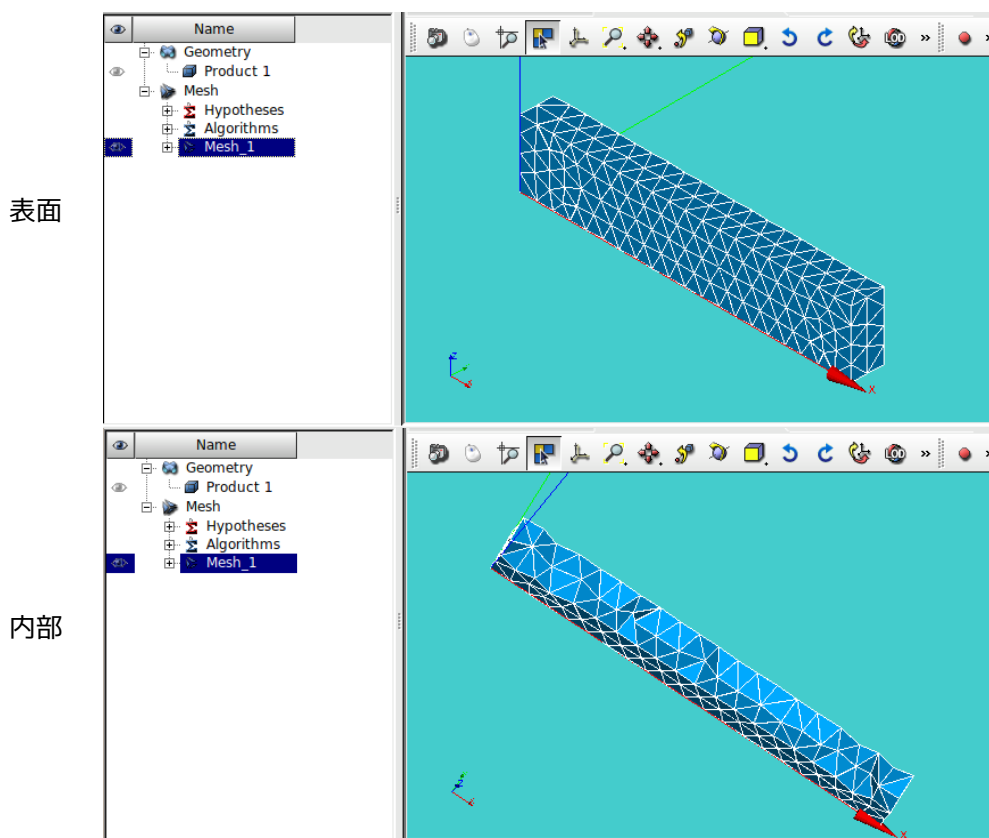
<Max. Element Volume の設定方法>

正四面体の体積は、

$$\frac{\sqrt{2}}{12} a^3$$

であり（立方体の約 1/10）、今回は、要素の長さ max. 0.005 m のメッシュを切ろうとしているので、メッシュ体積は 1.5e-8 m³ になる。従って、1e-8 を「max Element Volume」として入力した。

この方法でメッシュを切った結果が以下になる。内部が厚さ方向に2分割され、表面のメッシュサイズと同じ大きさになっている。



2-2. メッシュサイズを部分的に変える場合

2-2-1. 指定した volume のメッシュサイズを変える場合

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

モデルは、bar100x20x10.stp のモデルの根元側に 20x10x10mm でパーティションをきり、この部分（smallVol）のメッシュサイズを細かくしてみる。

グループ化は、以下で実施。

グループ名	区分	備考
smallVol	volume	メッシュ細かく

メッシュは全体を大きめで、smallVol の部分が細くなるような設定でメッシュをきる。

以下の設定でメッシュを切った。

<全体>

```

3D:   Tetrahedron (Netgen)
      max. Element Volume
      1e-8

2D:   Netgen 1D-2D
      NETGEN 2D Parameters
      max Size      0.005
      min Size      0.0005
      Fineness      Moderate
  
```

smallVol の領域を小さなメッシュにする為に、この領域の subMesh を作成する。subMesh は、「Mesh」>「Create Sub-mesh」で作成する。以下の設定で作成した。

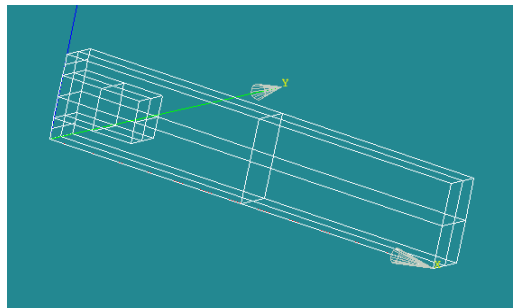
<subMesh (smallVol) の設定>

```

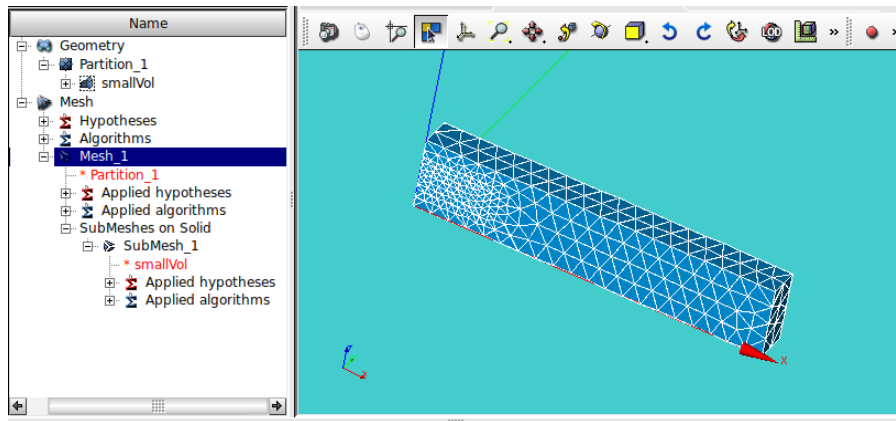
3D:   Tetrahedron (Netgen)
      Max. Element Volume
      1e-9

2D:   Netgen 1D-2D
      NETGEN 2D Parameters
      max Size      0.002
      min Size      0.0002
      Fineness      Moderate
  
```

以上の設定でメッシュを切った結果が以下になる。smallVol 部分が細くなっている事が判る。また、今回の設定は、メッシュが小→大に変化するが、この変化を緩やかに変化させたいのであれば、上記の「Fineness Moderate」を「Fineness Fine」に変えるとメッシュが緩やかに変化していく設定になる。



SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本 (メッシュ作成)



2-2-2. 指定した face のメッシュサイズを変える場合

メッシュサイズを変えたい face を予めグループ化しておく。SmallFace としてグループ化した。メッシュは、以下の設定できた。

<全体>

```

3D:   Tetrahedron (Netgen)
      max. Element Volume
      1e-8

2D:   Netgen 1D-2D
      NETGEN 2D Parameters
      max Size    0.005
      min Size    0.0005
      Fineness    Moderate
  
```

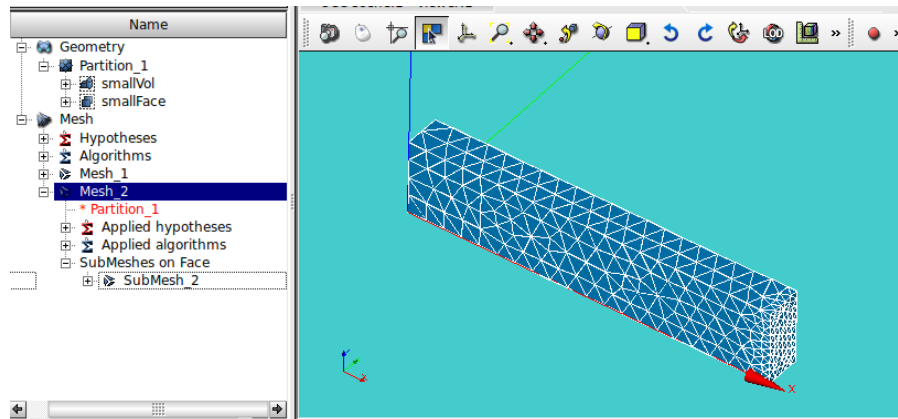
<subMesh (smallFace) の設定>

```

2D:   Netgen 1D-2D
      NETGEN 2D Parameters
      max Size    0.002
      min Size    0.0002
      Fineness    Moderate
  
```

以上の設定で作成したメッシュが以下になる。smallFace が細かくなっている事が判る。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本 (メッシュ作成)



2-2-3. 指定した edge のメッシュサイズを変える場合

メッシュサイズを変えたい edge をグループ化しておく。
メッシュの設定は、以下。

<全体>

```

3D:   Tetrahedron (Netgen)
      max. Element Volume
      1e-8
2D:   Netgen 1D-2D
      NETGEN 2D Parameters
      max Size    0.005
      min Size    0.0005
      Fineness    Moderate
  
```

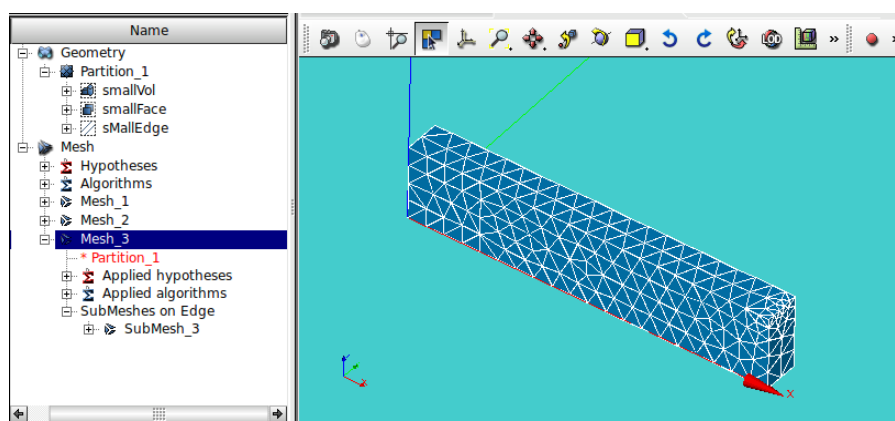
<subMesh (smallEdge) の設定>

```

1D:   Wire discretisation
      Local Length
      0.002
  
```

この設定でメッシュを切った結果が以下になる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

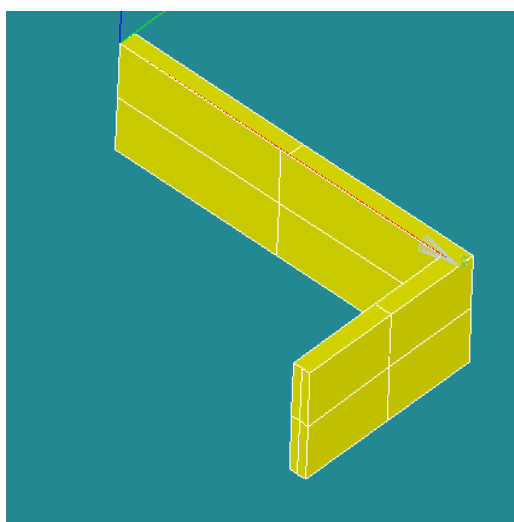


3. 6面体メッシュ（ヘキサ）

6面体（ヘキサ）メッシュは元々切りにくいですが、6面体でメッシュを切ってみる。

3-1. 直線モデルの6面体メッシュ

下図の「bar-2.stp」のモデルを使って6面体要素でメッシュを切ってみる。

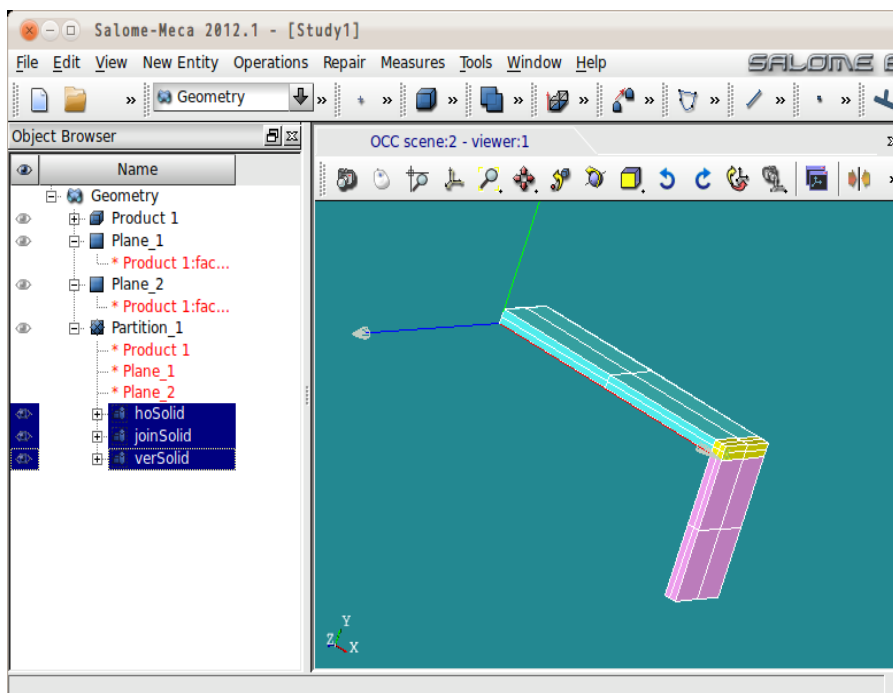


6面体要素でメッシュを切るためには、モデルが6面体で構成される領域で分割されている必要があるので、モデルを6面体毎に分割する。ここで言う6面体は、直方体ではなく、6面で構成された立体であり、面は曲面でも良い。モデル領域分割後、メッシュを切ることになる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

3-1-1. geometry のグループ化

6面体のメッシュを切る為に、モデルを全て下図の様に6面体の領域（グループ）に分割する。分割面（panel_1、panel_2）を定義して、partitionを実行する。



これでモデル全てが6面体に分割できたことになる。6面体は、直方体である必要は無く、6面を持つ立体であり、面が曲面であっても問題ない。ここまでの操作で、6面体要素のメッシュが切れる事になる。

3-1-2. メッシュ分割（簡易）

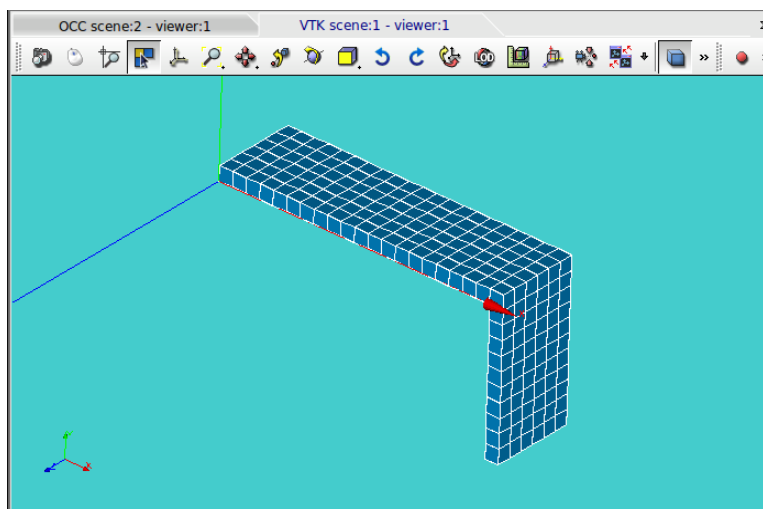
モデル全体を6面体のsolidに分割したので、ここでメッシュを切ってみる。メッシュサイズは、モデルの板厚が、0.0005 (0.5mm) なので、この寸法でメッシュを切ってみる。

「mesh」>「Create Mesh」で、分割した geometry「Partition_1」を選択してメッシュを切る。

```
1D: Hexahedron(I,j,k)
2D: Quadrangle(Mapping)
1D: Wire discretisation
    Local Length
    0.0005
```

以上の設定で「Mesh」>「Compute」でメッシュを切った結果が、以下になる。モデル板厚が、0.0005mのため、板厚方向のメッシュは、1ヶしかない。板厚方向の分割数を増やすには、メッシュサイズを細かくするか、板厚のみ分割数を変える事になる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

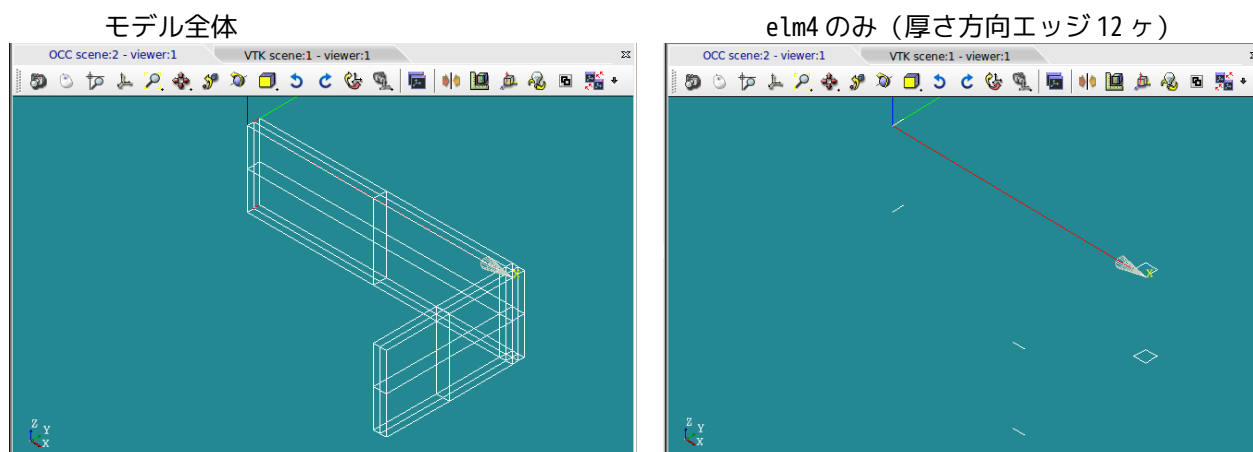


3-1-3. メッシュ分割（板厚 4 分割）

前項のメッシュサイズで板厚方向のみメッシュを 4 分割してみる。

全体のメッシュサイズが 0.0005m であり、板厚方向のみ、4 分割（0.000125m）になる為、板厚方向のメッシュサイズ全てを 4 分割に設定する必要がある。

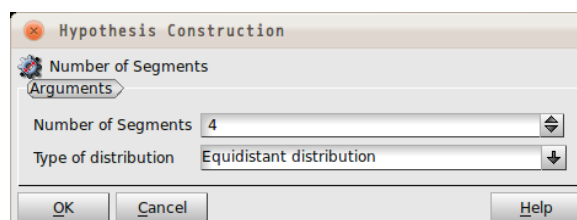
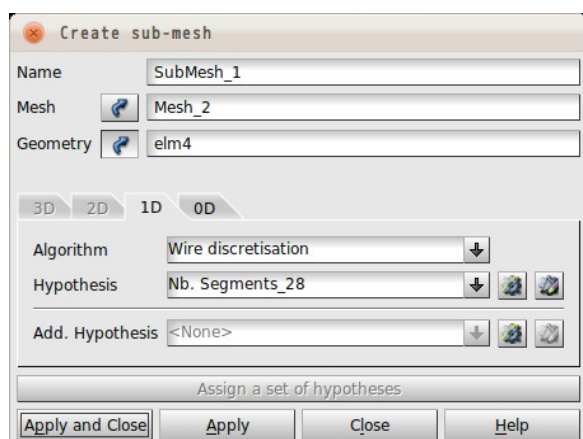
この為、geometry で板厚方向のエッジ全てをグループ化してこのエッジの分割数を指定して分割することになる。モデル板厚方向のエッジ全て（12 本）を elm4 として以下の様にグループ化した。



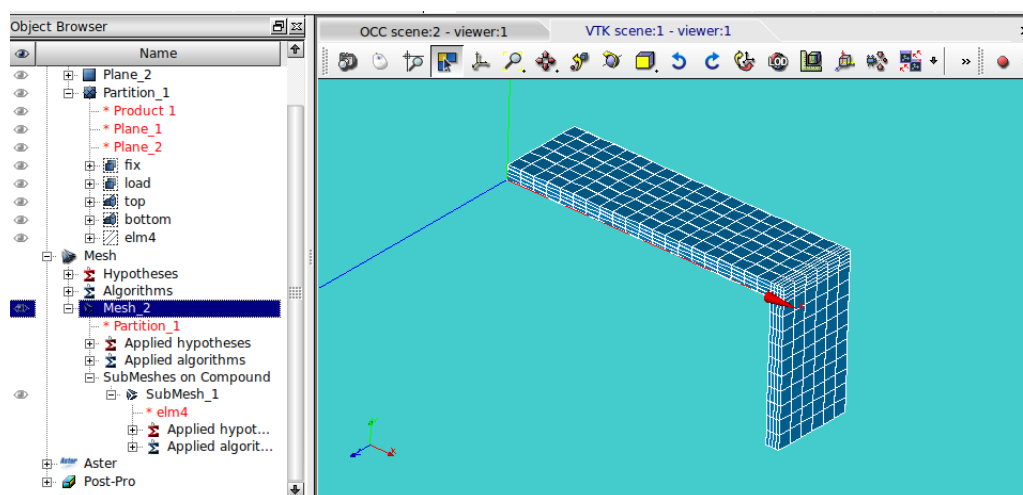
この後、グループ化したエッジを 4 分割する。この為、subMesh でエッジ elm4 を 4 分割する。

「Mesh」>「Create Sub-mesh」で elm4 を 4 分割する。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）



elm4 の設定終了後、メッシュを再度切り直した結果が以下になる。

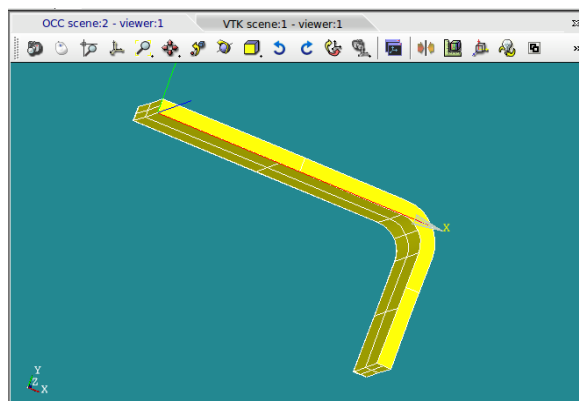


以上の様に、メッシュサイズを細かく指定したい様であれば、分割数を設定するエッジをグループ化して、メッシュを切ることになる。これによって、細かく分割数を指定できる。

3-2. 曲面を持つモデルの6面体メッシュ

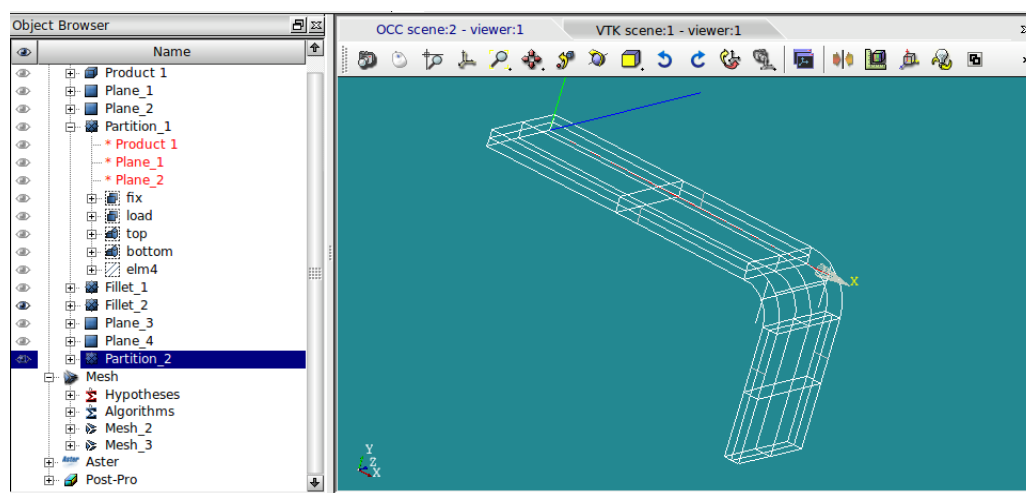
曲面をもつモデルのメッシュを切ってみる。モデルは、「bar-2.stp」のモデルに、内側0.001、外側0.0015mのフィレットを追加したモデルのメッシュを切ってみる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）



3-2-1. モデルの分割

このモデルを、3分割する。フィレットの切れ目でplaneを作りこのプレーンでパーティションを切って3分割する。この分割で全てが6面体で分割されていることになる。



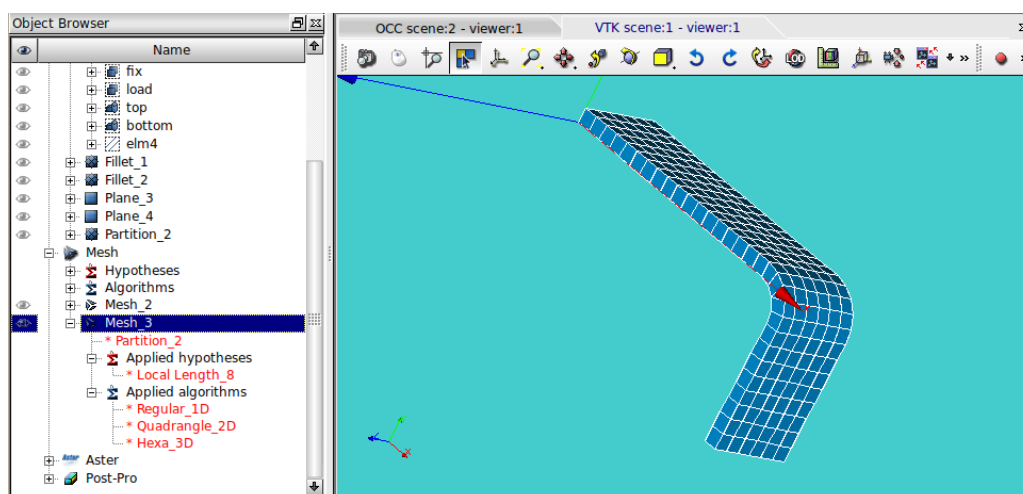
このモデルで前項と同様なメッシュを切ってみる。メッシュサイズを0.0005（0.5mm）でメッシュを切ってみる。以下でメッシュを切った。

「mesh」>「Create Mesh」で、分割した geometry「Partition_2」を選択してメッシュを切る。

```
1D: Hexahedron(I,j,k)
2D: Quadrangle(Mapping)
1D: Wire discretisation
    Local Length
    0.0005
```

下図がこの結果になる。問題なくメッシュがきれた。

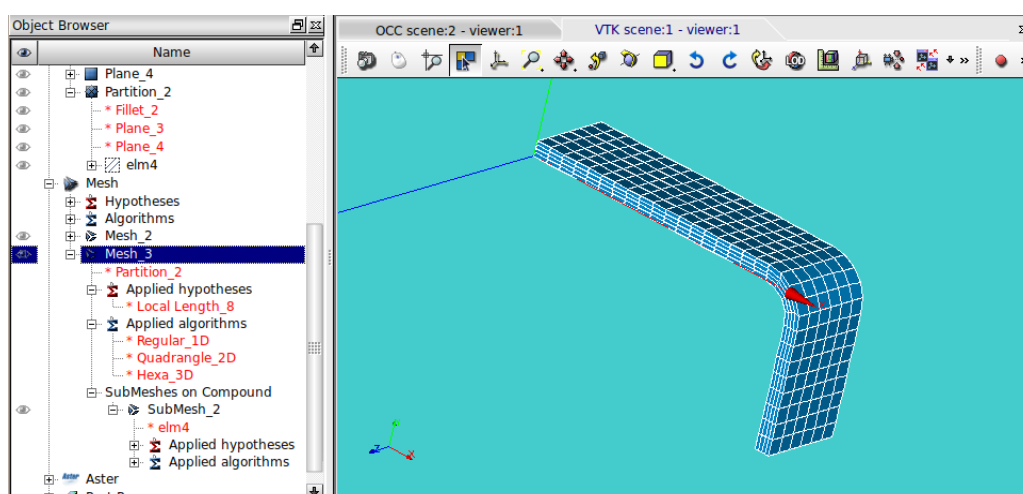
SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）



板厚側が分割されていないので、前項と同様に4分割してみる。

板厚を4分割する為に、厚さ方向のエッジ4ヶをグループ化「elm4」としてグループ化する。

この後、「Mesh」>「Create Sub-mesh」でelm4を4分割する。下図がメッシュを切った結果になる。



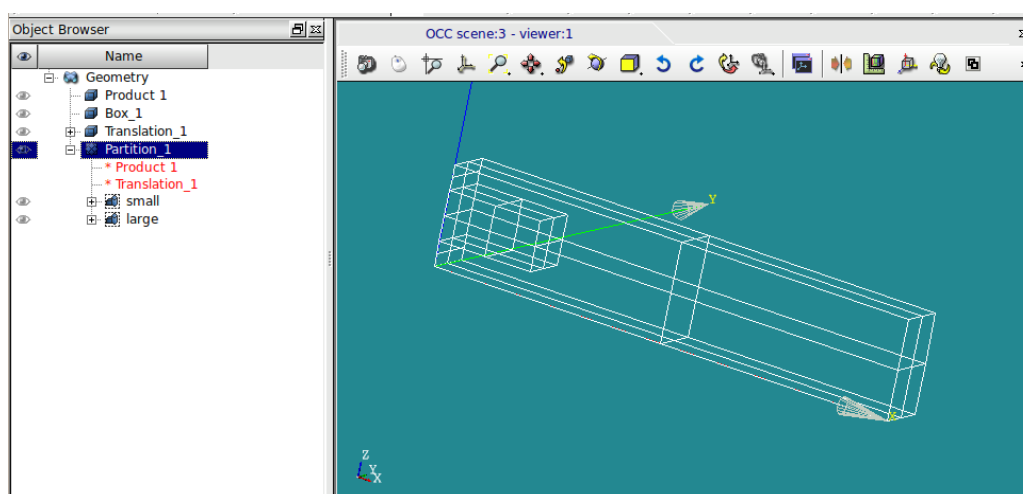
問題なくメッシュがきれれる。

3-3. メッシュサイズを変化させる場合

6面体メッシュのみで細かいメッシュから荒いメッシュまで切るのは現段階では難しいので、細かい6面体メッシュと荒い6面体メッシュの間を4面体メッシュでつなぐ方法でメッシュを切ってみる。

モデルは、以下のモデルを考えてみる。（bar100x20x10.stpのモデルの根元側に20x10x10mmでパーティションをきり、この部分のメッシュを6面体で細かく切ってみる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）



グループ化は、メッシュをきる都合上、以下でグループ化した。

グループ名	区分	備考

small	volume	メッシュサイズを小さくする部分
large	volume	メッシュサイズを大きくする部分

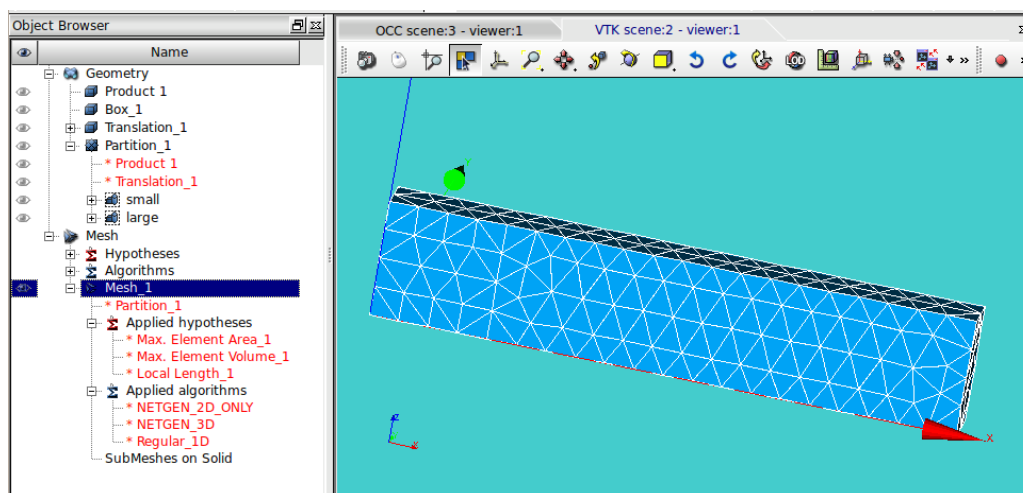
まず、全体を4面体でメッシュをきり、small部分を6面体で細かくメッシュを切ってみる。

モデル全体が4面体と6面体が混在する状態になる為、まず、全体を4面体でメッシュをきる。4面体メッシュは、以下でメッシュを切った。

- 1D: Tetrahedron (Netgen)
 - Max. Element Volume
- 2D: Netgen 2D
 - Max. Element Area
- 1D: Wire discretisation
 - Local Length
 - 0.005 -----> ここでメッシュサイズを決めている

これでメッシュを切った結果が下図になる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）



さらに、根元の small 部分を 4 面体で細かくメッシュを切る。Small の subMesh を作る。
small 部分の subMesh は、以下で切った。

3D: Hexahedron (I,j,k)

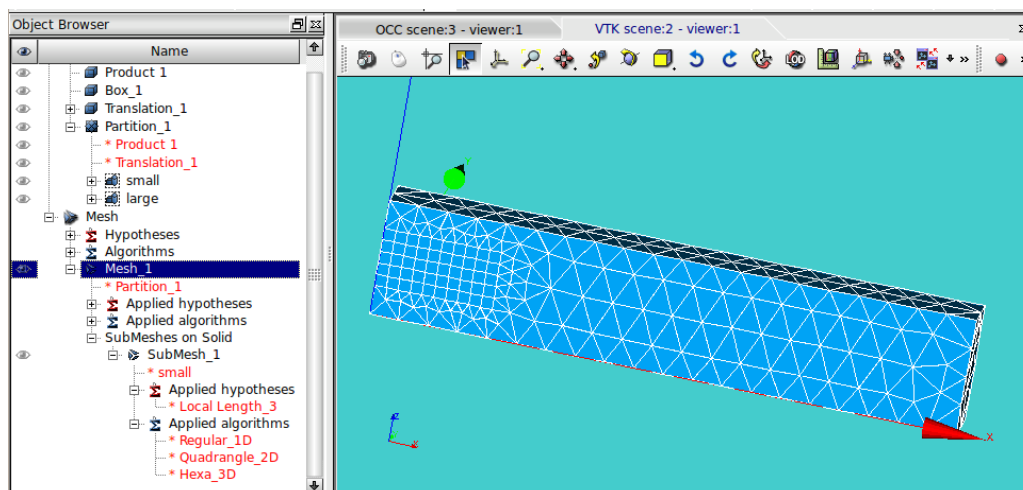
2D: Quadrangle (Mapping)

1D: Wire discretisation

Local Length

0.002

-----> ここでメッシュサイズを決定

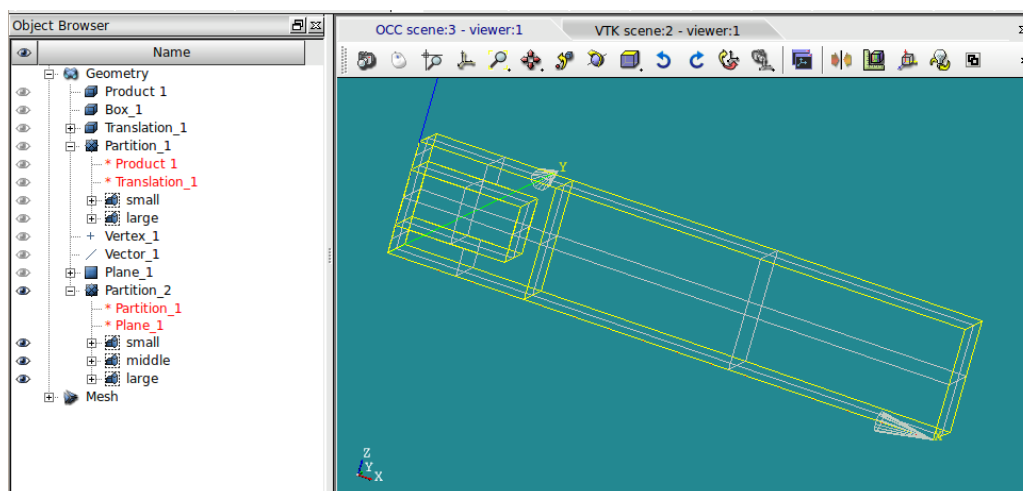


以上の様に、4 面体と 6 面体のメッシュを混在させる事ができる。

今のままでは、メッシュサイズが大きい部分が全て 4 面体になっているので、ここをさらに分割して、大きい 6 面体のメッシュを作ってみる。

サイズの違う 6 面体メッシュを作るので、メッシュの繋ぎの部分は、自由度が高い 4 面体でメッシュを切ることになる。モデルの分割は、以下で設定した。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本 (メッシュ作成)



グループ化は、以下で設定。

グループ名	区分	メッシュサイズ	備考
small	volume	0.002	根元
middle	volume	(0.005)	根元の回り
large	volume	0.005	先端側

これでメッシュを切ってみる。

メッシュは、まず全体を4面体でメッシュをきり、この後 small、large 部分の subMesh を設定し、メッシュを切る。

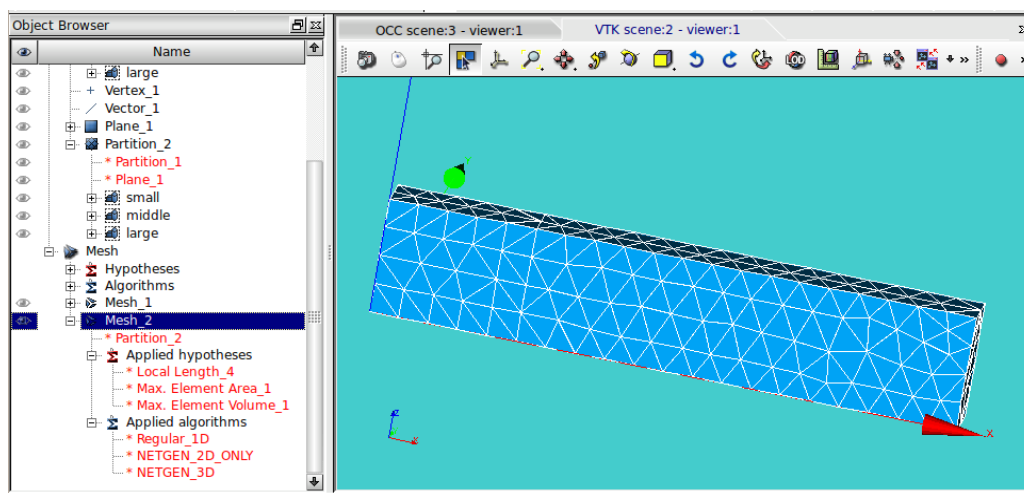
全体のメッシュは、以下でメッシュをきった。

```

3D:   Tetrahedron (Netgen)
      Max. Element Volume
2D:   Netgen 2D
      Max. Element Area
1D:   Wire discretisation
      Local Length
      0.005 -----> ここでメッシュサイズを決めている
  
```

下図が全体を4面体でメッシュを切った結果になる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本 (メッシュ作成)



さらに、small、large 部分の subMesh を作成する。

small 部分は、以下で作成。

1D: Hexahedron (I,j,k)

2D: Quadrangle (Mapping)

1D: Wire discretisation

Local Length

0.002 -----> ここでメッシュサイズを決定

large 部分は、以下で作成。

1D: Hexahedron (I,j,k)

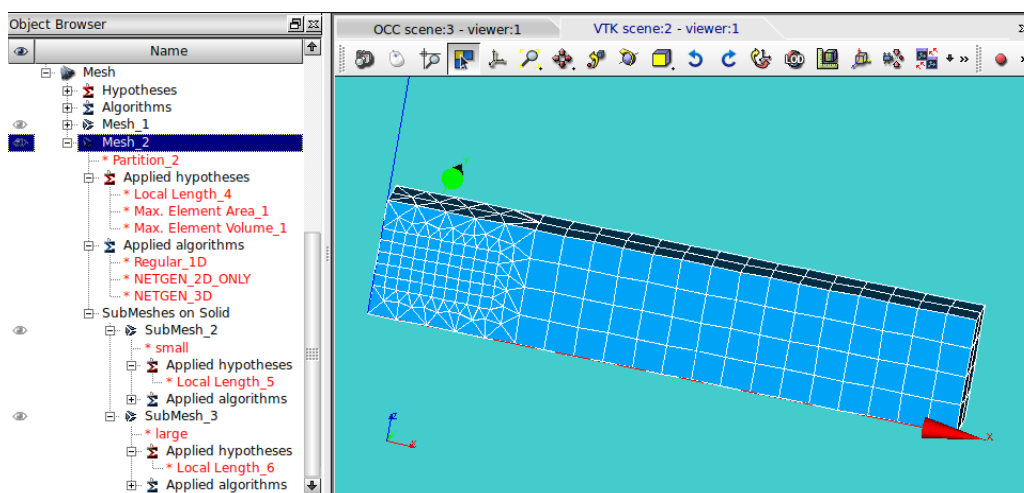
2D: Quadrangle (Mapping)

1D: Wire discretisation

Local Length

0.005 -----> ここでメッシュサイズを決定

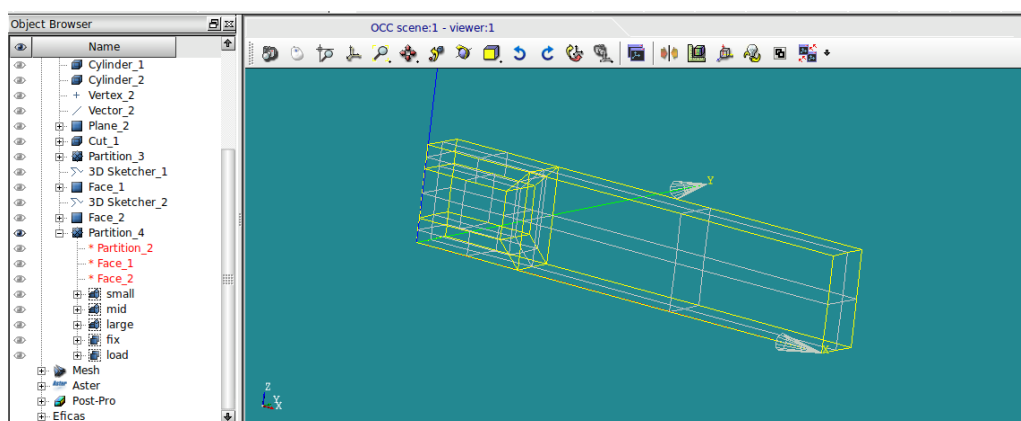
これでメッシュを切った結果が下図になる。



SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

以上の様に、6面体でメッシュサイズを変更する事もできる。メッシュサイズの繋ぎの部分は4面体のメッシュになるが。

さらに、繋ぎの部分を以下の様に全て6面体に変えてメッシュを切ってみる。（partitionで全て6面体に領域分割している。）



グループ化は同じ名称でグループ化している。

メッシュは、前記と同様に全体を以下でメッシュを作成する。

- 3D: Tetrahedron (Netgen)
 - Max. Element Volume
- 2D: Netgen 2D
 - Max. Element Area
- 1D: Wire discretisation
 - Local Length
 - 0.005 -----> ここでメッシュサイズを決めている

さらに、small、large 部分の subMesh を作成する。（設定は前記と同様）

small 部分は、以下で作成。

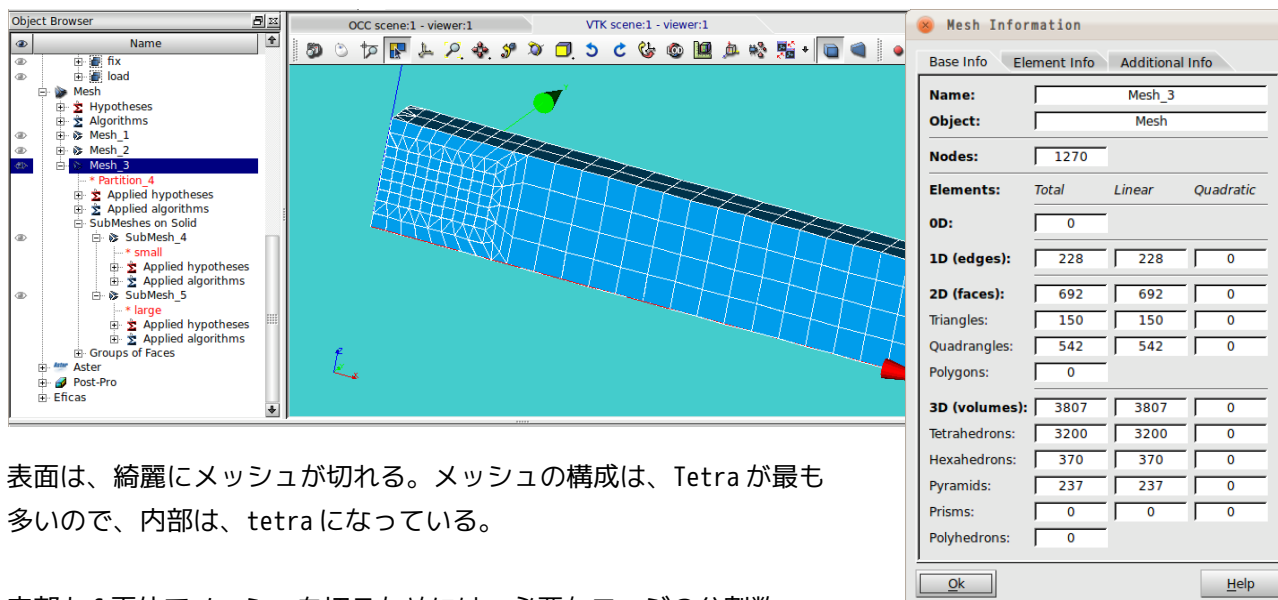
- 1D: Hexahedron (I,j,k)
- 2D: Quadrangle (Mapping)
- 1D: Wire discretisation
 - Local Length
 - 0.002 -----> ここでメッシュサイズを決定

large 部分は、以下で作成。

- 1D: Hexahedron (I,j,k)
- 2D: Quadrangle (Mapping)
- 1D: Wire discretisation
 - Local Length
 - 0.005 -----> ここでメッシュサイズを決定

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

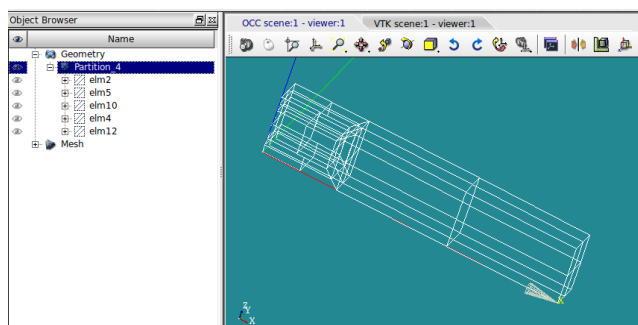
これでメッシュを切った結果が以下になる。



表面は、綺麗にメッシュが切れる。メッシュの構成は、Tetra が最も多いので、内部は、tetra になっている。

内部も 6 面体でメッシュを切るためには、必要なエッジの分割数（又は要素寸法）を指定してメッシュを切る事になる。

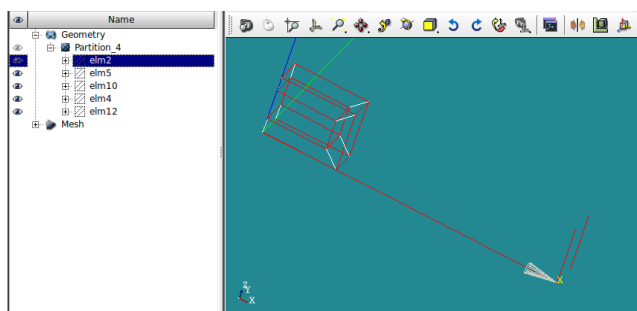
設定が複雑だが、以下の様にエッジの分割数を設定すると、全て 6 面体要素でメッシュを切る事が可能になる。



<全体のエッジ>

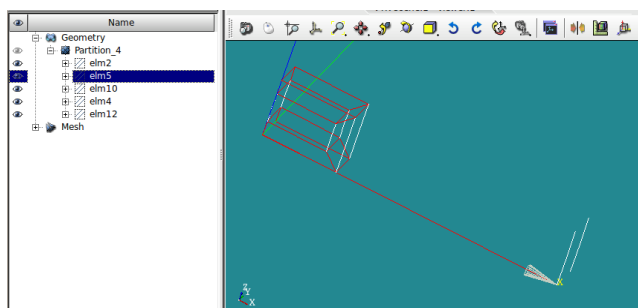
<エッジの分割方法>

2 分割のエッジ (elm2)

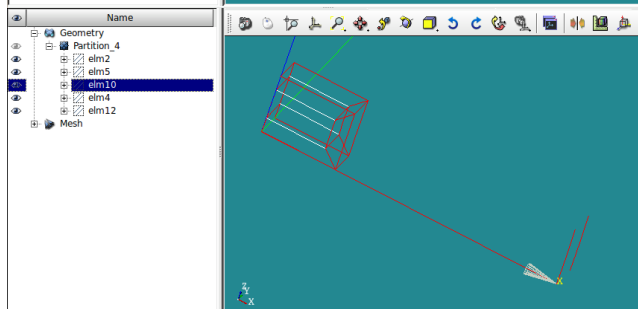


SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本 (メッシュ作成)

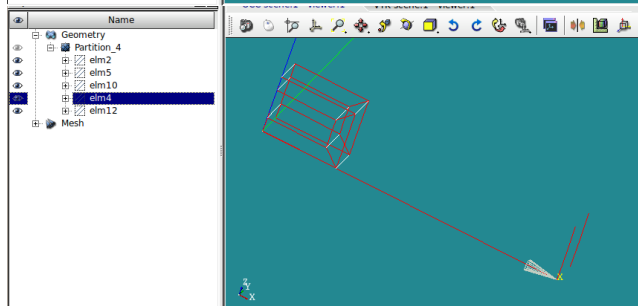
5分割のエッジ (elm5)



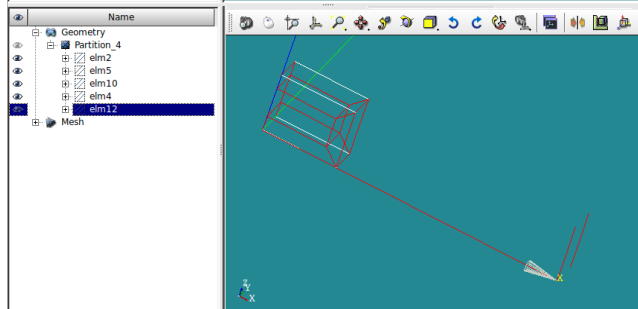
10分割のエッジ (elm10)



4分割のエッジ (elm4)



12分割のエッジ (elm12)



分割するエッジ毎にグループ化しておく。

全体のメッシュは、以下で設定する。

<全体の設定>

3D: Hexahedron(i,j,k)

2D: Quadrangle(Mapping)

type:Quadrangle preference (standardではエラーが発生するので、変更)

1D: Wire discretisation

Local Length

0.005 -----

大きめに設定した (要素長さ 0.005m)

subMesh の設定は、以下で設定

<elm2 の分割>

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

1D: Wire discretisation

Nb. Segments

2 ----- 2 分割

<elm5 の分割>

1D: Wire discretisation

Nb. Segments

5 ----- 5 分割

<elm10 の分割>

1D: Wire discretisation

Nb. Segments

10 ----- 10 分割

<elm4 の分割>

1D: Wire discretisation

Nb. Segments

4 ----- 4 分割

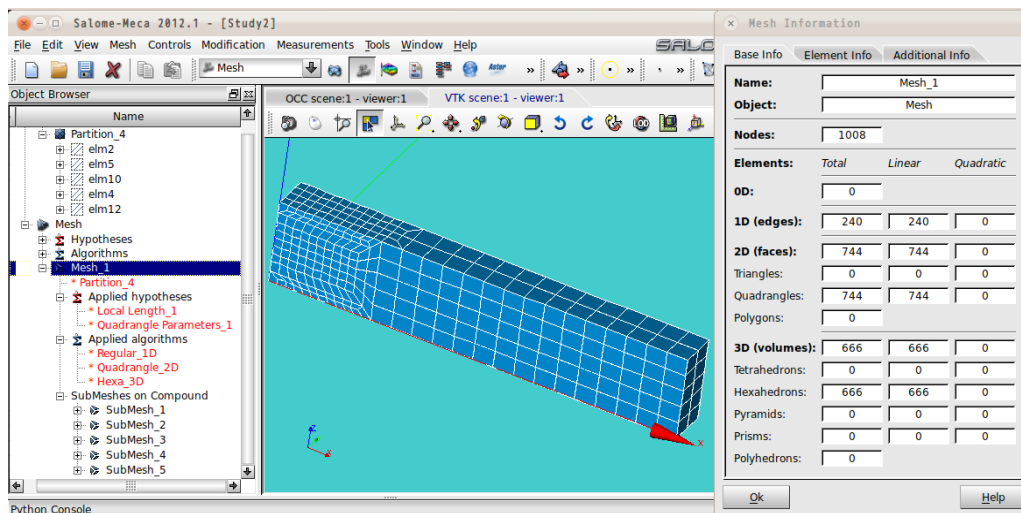
<elm12 の分割>

1D: Wire discretisation

Nb. Segments

12 ----- 12 分割

以上の設定でメッシュを切った結果が以下になる。

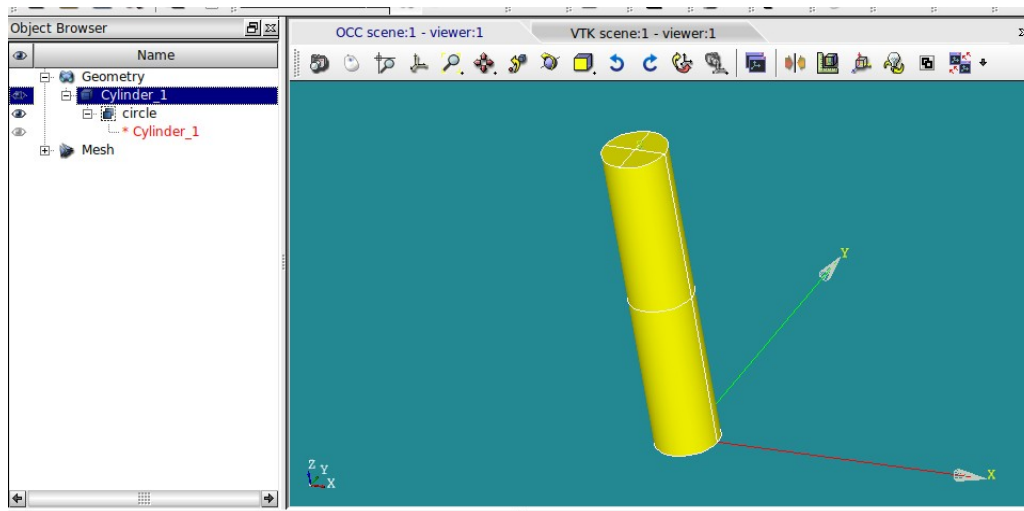


全て6面体でメッシュが切れており、細かいメッシュと荒いメッシュを同居させることができる。設定は煩雑になるが。

3-4. 円柱（円環）のメッシュ

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）

円柱の場合は、曲面になるので、6面体でメッシュを切るためには工夫が必要になる。以下に2種類の方法でメッシュを切ってみる。モデルは、以下のモデルを使う。円柱のサイズは（ $\phi 20 \times 100$ ）で作成している。また、上下の端面は、メッシュを切る都合上、「circle」でグループ化している。このメッシュの切り方は、subMeshで端面のメッシュをきり、このメッシュを押し出すことで、全体のメッシュをきる方法。この為、押し出しで作れる形状であれば、端面形状が円、多面体でも構わない。



3-4-1. prismのメッシュ

全てprismでメッシュを切ってみる。以下でメッシュを作成する。

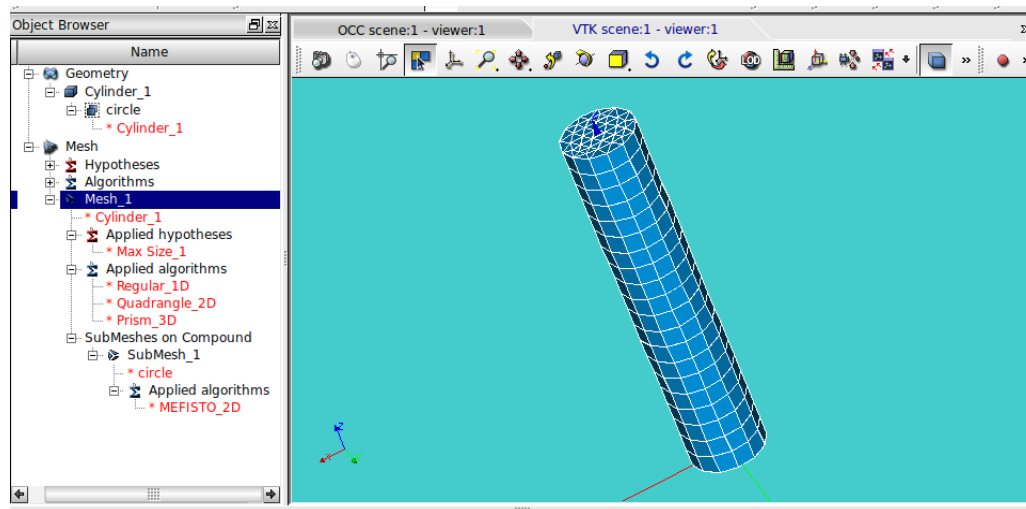
```
3D: 3D extrusion
2D: Quadrangle (Mapping)
1D: Wire discretisation
    Max Size
    5
```

circleのsubMeshは、以下で設定。

```
2D: Netgen 2D
    Max. Element Area
1D: <None>
```

以上の設定でメッシュを切ったものが下図になる。これは、内部が全てPrismになっている。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）



3-4-2. 6 面体のメッシュ

円柱の両端面「circle」の設定を変更するのみ。

全体は、以下の様に前項と同じ設定。

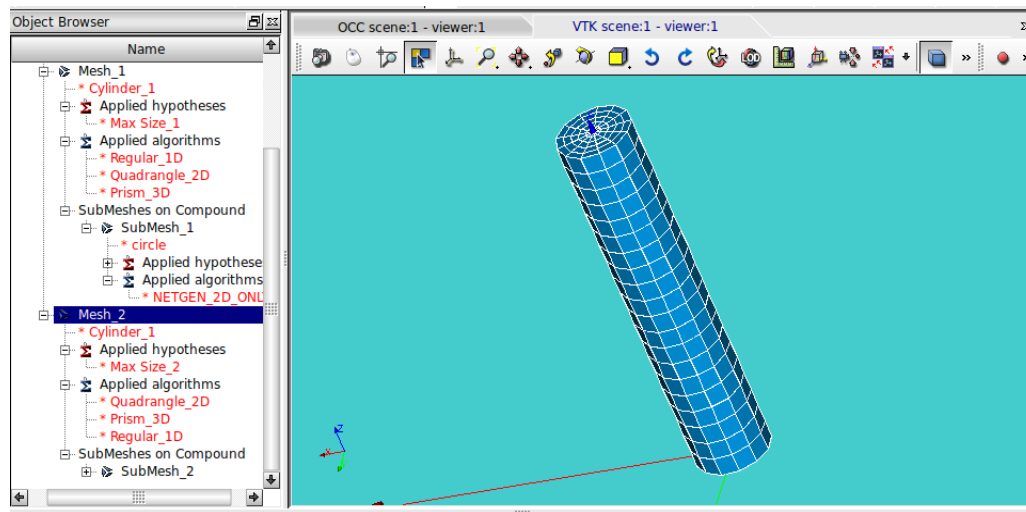
3D: 3D extrusion
 2D: Quadrangle (Mapping)
 1D: Wire discretisation
 Max Size
 5

「circle」を以下の設定に変更する。

2D: Radial quadrangle 1D2D
 Number of Layers
 5
 1D: <None>

以上でメッシュを切った結果が以下になる。

SalomeMecaの使いかた -- 1.1 基本（メッシュ作成）



以上の様にメッシュが切れる。中心部は prism だが、それ以外は全て hexa でメッシュがきれている。