

ただで始める流体解析

cellZoneを利用した特性値チェック

2012.7.14

1/40

本日の報告の流れ

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

2/40

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

3/40

1. 概要

OpenFOAMには、計算結果から特性値を取り出す方法として、controlDict, sampleDictが用意されている。この使い方については、チュートリアル、勉強会、web等の資料で設定方法が色々と公開されている。

ただ、自分で使ってみないと動きが良く分からないし、本当に動いてくれるかどうかの確認は自分でするしかない。

今回の勉強会では、急拡大、急縮小する円管内部流れで、興味ある位置での特性値(p, U)などをcontrolDict, sampleDictで定義される関数、設定を利用して取得した事例を示します。

2012.7.14

4/40

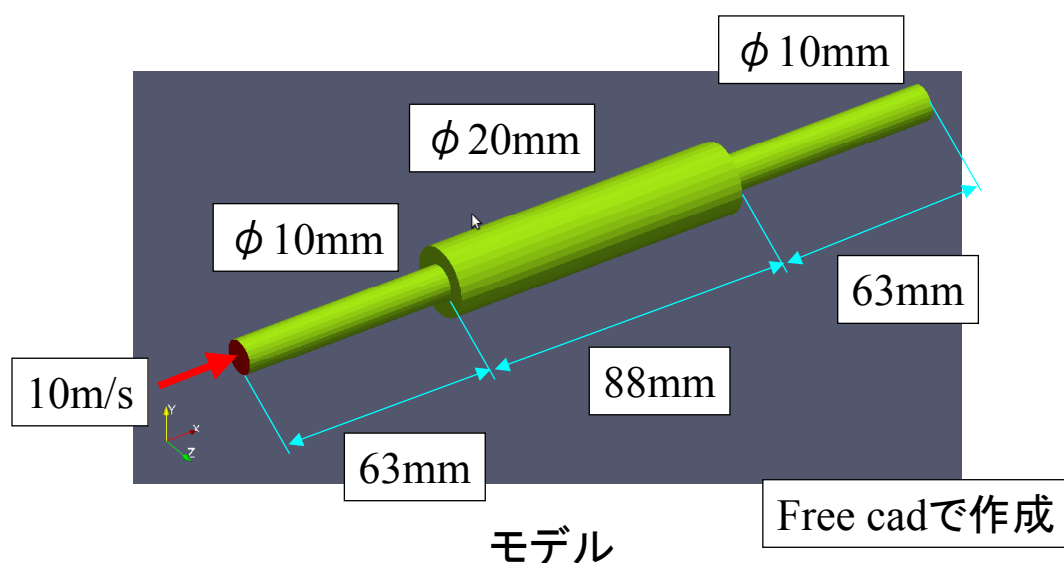
1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

5/40

2. モデルの設定

段付きの円管形状に空気が流れ、観察したい断面での圧力を評価する。



2012.7.14

6/40

2. モデルの設定

- ・入口部でのレイノズル数

$$Re = \frac{Ud}{\nu} = \frac{10 \times 10 / 1000}{1.822 \times 10^{-5}} = 5490$$

- ・中間部でのレイノズル数

$$Re = \frac{Ud}{\nu} = \frac{2.5 \times 20 / 1000}{1.822 \times 10^{-5}} = 2740$$

} 乱流状態

- ・乱流モデル

laminar (SimpleFoam)

kOmegaSST

2012.7.14

7/40

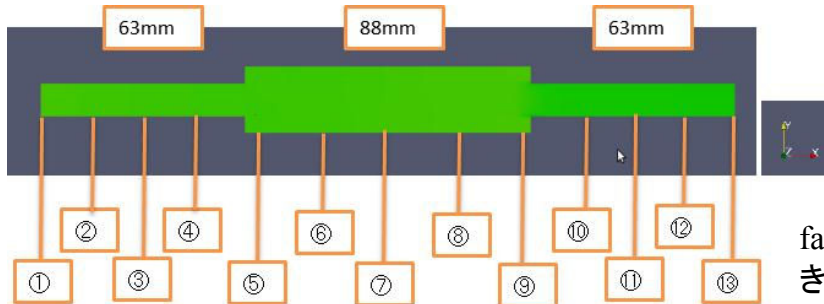
1. 概要
2. モデルの設定
- 3. モデルの作成**
4. 計算条件の設定
5. 計算結果
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

8/40

3. モデルの作成 : faceZoneの設定

各位置での平均全圧, 静圧, 動圧をfaceZoneを設定し算出しようとするエラーになる。設定自体はtopoSetで実施する。



faceZoneでp,Uが取得できるという公開情報があったが、自分の事例では上手く行かなかった。

```
--> FOAM FATAL ERROR:
faceSource face_02_p_U: faceZone(face_02):
  Unable to process internal faces for volume field p
  From function fieldValues::faceSource::filterField(const GeometricField<Type, fvPatchField, volMesh>&) const
  in file fieldValues/faceSource/faceSourceTemplates.C at line 323.
FOAM aborting
```

OpenFOAMディスカッションボードでの質疑応答

http://groups.google.com/group/openfoam/browse_thread/thread/4d4bd459062c1db1

2012.7.14

9/40

3. モデルの作成 : cellZoneの設定

このためcellを利用して各位置での平均の全圧, 静圧, 動圧が求められるかやってみる。具体的には, topoSetDictで設定しtopoSetでcellZoneを作る。

(1) pointSet

```
{
  name    point_01;
  type    pointSet;
  action  new;
  source  boxToPoint;
  sourceInfo
  {
    box (-0.00105 -0.011 -0.011)(0.00105 0.011 0.011);
  }
}
```

(2) faceSet

```
{
  name    face_01;
  type    faceSet;
  action  new;
  source  pointToFace;
  sourceInfo
  {
    set point_01;
    //option any;           // Faces using any point in pointSet
    option all;           // Faces with all points in pointSet
  }
}
```

(3) cellSet

```
{
  name    cell_01;
  type    cellSet;
  action  new;
  source  faceToCell;
  sourceInfo
  {
    set face_01;
  }
  //option neighbour; // cell with neighbour in faceSet
  //option owner;     // .. owner
  //option any;       // cell with any face in faceSet
  option all;        // cell with all faces in faceSet
}
```

(4) cellZoneSet

```
{
  name    cell_01;
  type    cellZoneSet;
  action  new;
  source  setToCellZone;
  sourceInfo
  {
    set cell_01;
  }
}
```

観察する①から⑬までの領域をこの方法で繰り返し設定する。

2012.7.14

10/40

3. モデルの作成:メッシュ作成の手順(例)

```

echo "blockMesh"
$runApplication blockMesh

echo "surfaceFeatureExtract"
$runApplication surfaceFeatureExtract -includedAngle 150 -writeObj constant/triSurface/pipe_2_m.stl pipe_2_m

echo "decomposePar"
$runApplication decomposePar

echo "Copy data"
cp -r constant/triSurface/ processor0/constant/
cp -r constant/triSurface/ processor1/constant/
cp -r constant/triSurface/ processor2/constant/
cp -r constant/triSurface/ processor3/constant/

echo "snappyHexMesh 4CPU"
$runApplication mpirun -np 4 snappyHexMesh -parallel

echo "reconstructParMesh"
$runApplication reconstructParMesh -time 3 -mergeTol 1e-6

echo "checkMesh"
$runApplication checkMesh > log.checkMesh

echo "renumberMesh"
$runApplication renumberMesh -time 3

echo "topoSet"
$runApplication topoSet

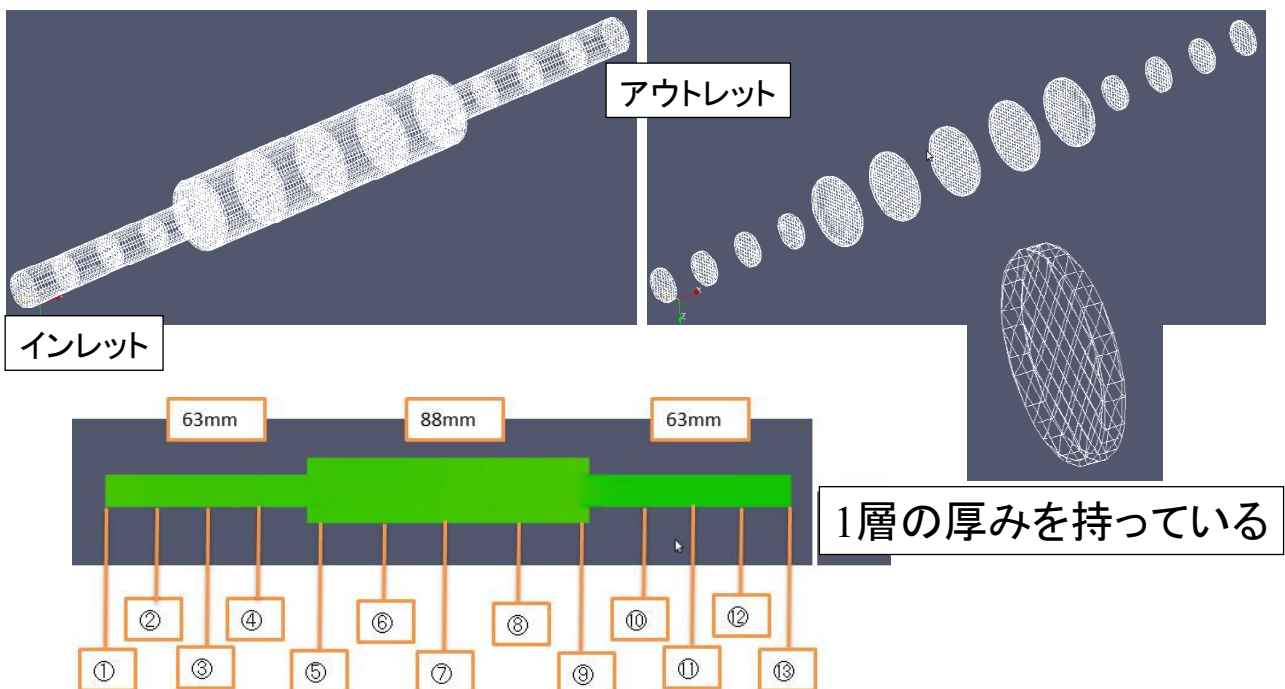
echo "rename holder name"
mv constant/polyMesh constant/polyMesh_blockMesh

echo "set data"
mv 4/polyMesh constant
rm -r 1
rm -r 2
rm -r 3
rm -r 4
rm -r processor0
rm -r processor1
rm -r processor2
rm -r processor3
    
```

2012.7.14

11/40

3. モデルの作成:メッシュ状況



2012.7.14

12/40

3. モデルの作成:メッシュ品質

```
Checking geometry...
Overall domain bounding box (0 -0.00994869 -0.00996807) (0.214 0.00999997 0.00996807)
Mesh (non-empty, non-wedge) directions (1 1 1)
Mesh (non-empty) directions (1 1 1)
Boundary openness (1.01064e-17 1.54428e-15 -1.96983e-16) OK.
Max cell openness = 1.06442e-15 OK.
Max aspect ratio = 20.7845 OK.
Minimum face area = 3.25692e-08. Maximum face area = 1.5698e-06. Face area magnitudes OK.
Min volume = 1.16022e-11. Max volume = 1.38646e-09. Total volume = 3.70853e-05. Cell volumes OK.
Mesh non-orthogonality Max: 59.8362 average: 6.96943
Non-orthogonality check OK.
Face pyramids OK.
Max skewness = 0.62632 OK.
Coupled point location match (average 0) OK.

Mesh OK.
```

2012.7.14

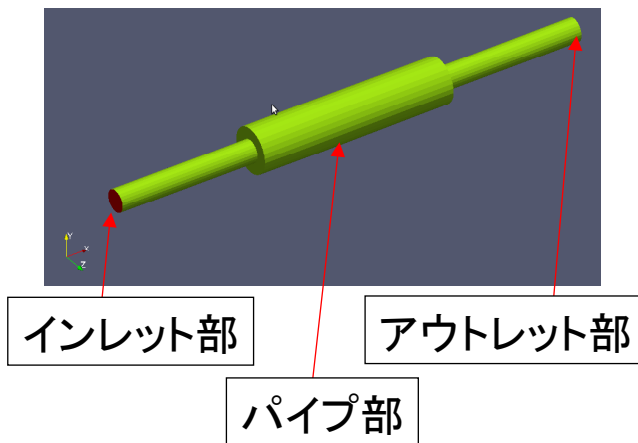
13/40

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
- 4. 計算条件の設定**
5. 計算結果
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

14/40

4. 計算条件の設定



U

```
FoamFile
{
  version 2.0;
  format ascii;
  class volVectorField;
  location "0";
  object U;
}

dimensions [ 0 1 -1 0 0 0 0 ];
internalField uniform (0 0 0);

boundaryField
{
  defaultFaces
  {
    type empty;
  }

  outlet_Mesh
  {
    type zeroGradient;
  }

  pipe_2_Mesh
  {
    type fixedValue;
    value uniform (0 0 0);
  }

  inlet_Mesh
  {
    type fixedValue;
    value uniform (10 0 0);
  }
}
```

p

```
FoamFile
{
  version 2.0;
  format ascii;
  class volScalarField;
  object p;
}

dimensions [ 0 2 -2 0 0 0 0 ];
internalField uniform 0;

boundaryField
{
  defaultFaces
  {
    type empty;
  }

  outlet_Mesh
  {
    type fixedValue;
    value uniform 0.0;
  }

  pipe_2_Mesh
  {
    type zeroGradient;
  }

  inlet_Mesh
  {
    type zeroGradient;
  }
}
```

4. 計算条件の設定 乱流

```
k
FoamFile
{
  version 2.0;
  format ascii;
  class volScalarField;
  object k;
}

dimensions [ 0 2 -2 0 0 0 0 ];
internalField uniform 0.375;

boundaryField
{
  defaultFaces
  {
    type empty;
  }

  outlet_Mesh
  {
    type zeroGradient;
  }

  pipe_2_Mesh
  {
    type kqRWallFunction;
    value uniform 0.375;
  }

  inlet_Mesh
  {
    type turbulentIntensityKineticEnergyInlet;
    intensity 0.05; // 5% turbulent intensity
    value uniform 1;
  }
}
```

omega

```
FoamFile
{
  version 2.0;
  format ascii;
  class volScalarField;
  location "0";
  object omega;
}

dimensions [ 0 0 -1 0 0 0 0 ];
internalField uniform 1600;

boundaryField
{
  defaultFaces
  {
    type empty;
  }

  outlet_Mesh
  {
    type zeroGradient;
  }

  pipe_2_Mesh
  {
    type omegaWallFunction;
    value uniform 1600;
  }

  inlet_Mesh
  {
    type turbulentMixingLengthFrequencyInlet;
    mixingLength 0.0007;
    k k; // turbulent k field
    value uniform 1600;
  }
}
```

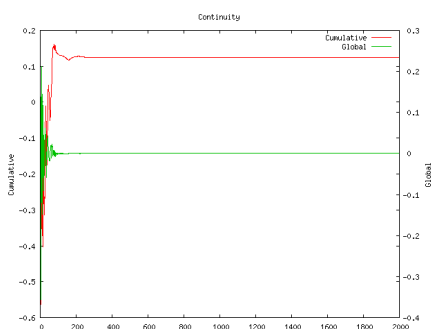
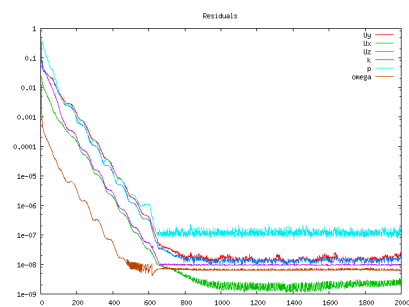

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果 収束状況
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

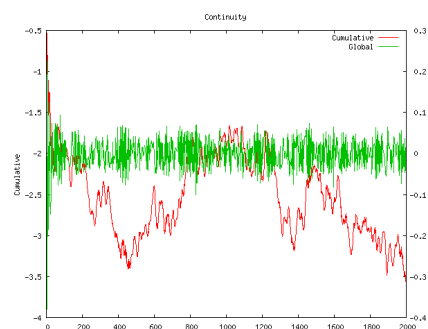
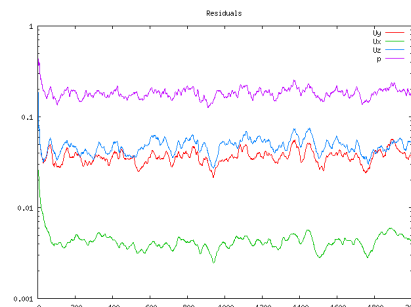
17/40

5. 計算結果 収束状況

kOmegaSST



laminar



2012.7.14

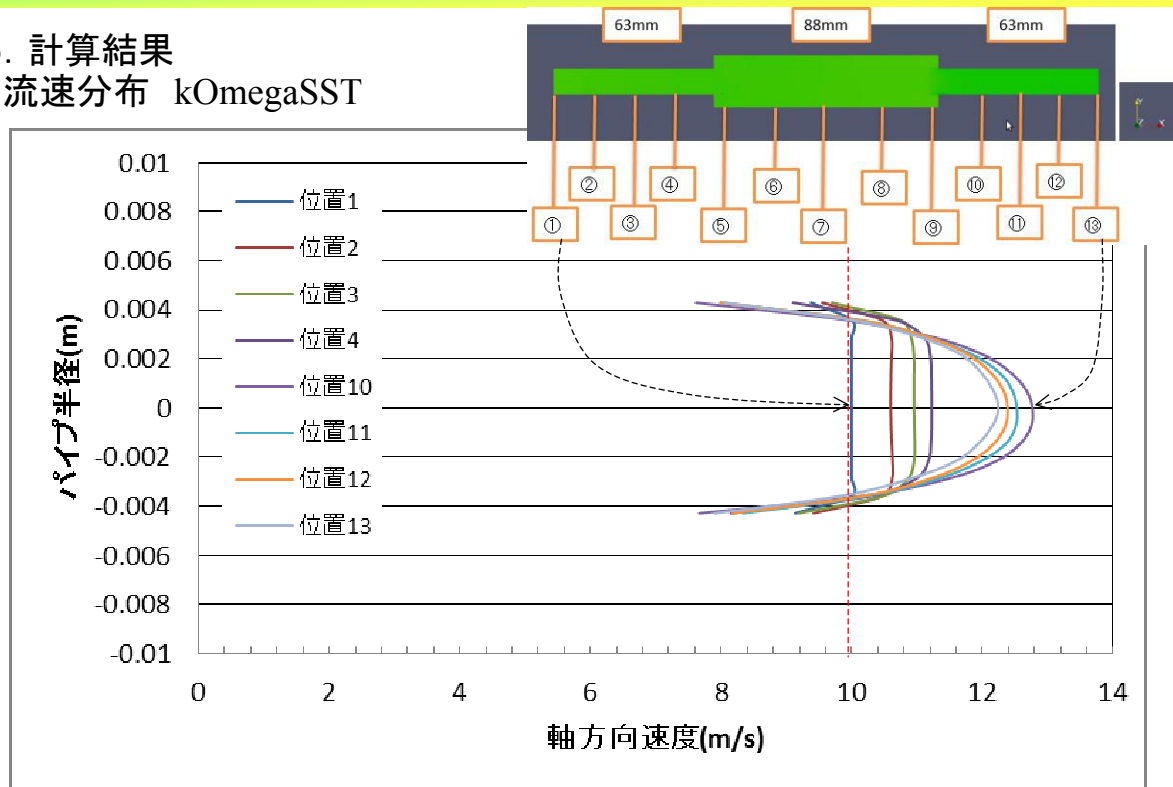
18/40

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果 流速, 圧力分布(乱流)
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

19/40

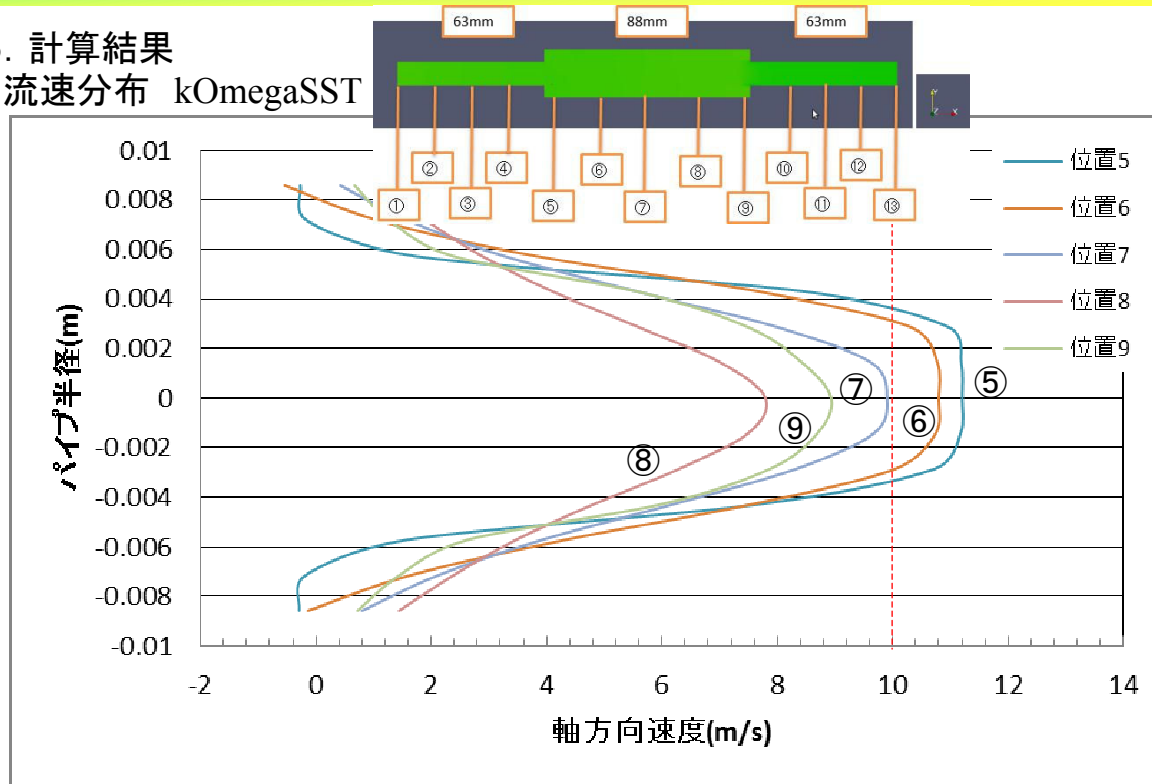
5. 計算結果
流速分布 kOmegaSST



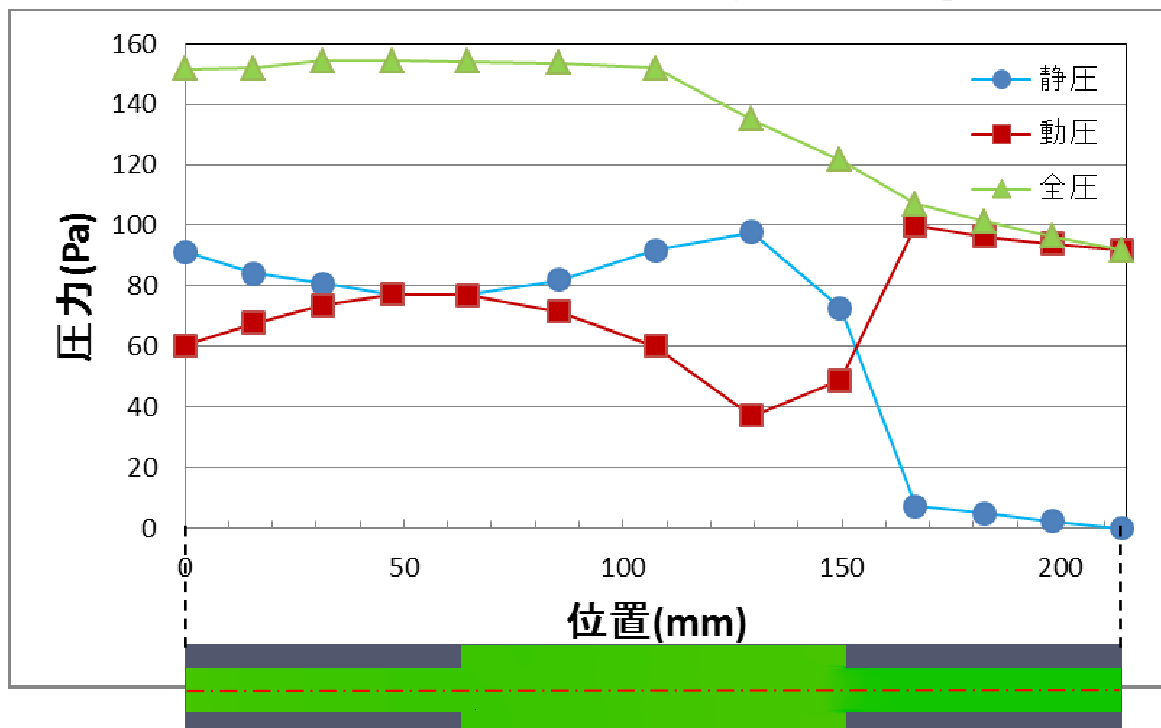
2012.7.14

20/40

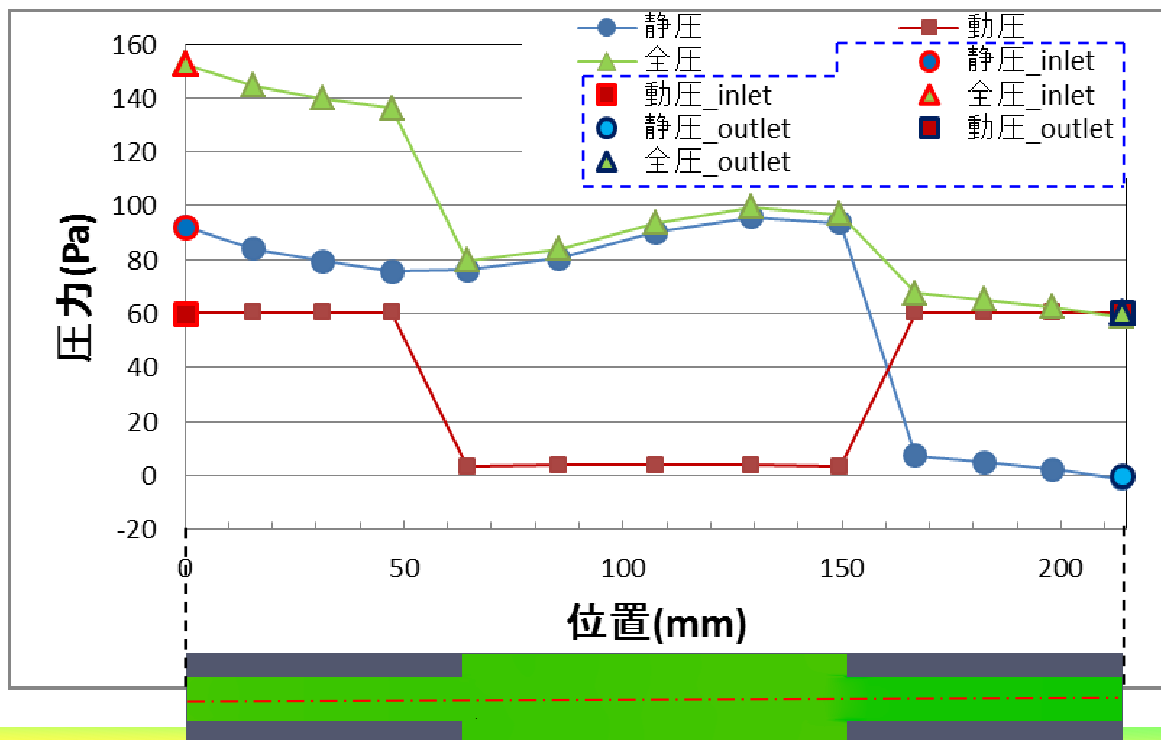
5. 計算結果
流速分布 kOmegaSST



5. 計算結果 圧力分布 パイプ軸中心 kOmegaSST sampleで抜き出す



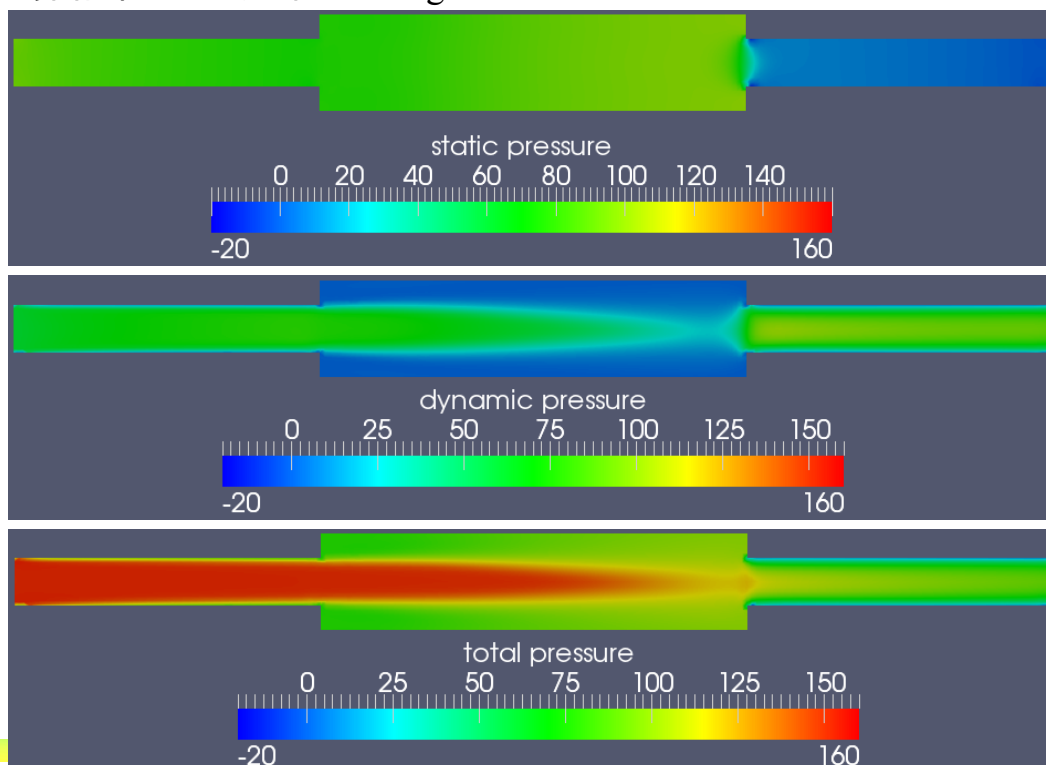
5. 計算結果 圧力分布 cellZone平均 kOmegaSST ----- patch平均



2012.7.14

23/40

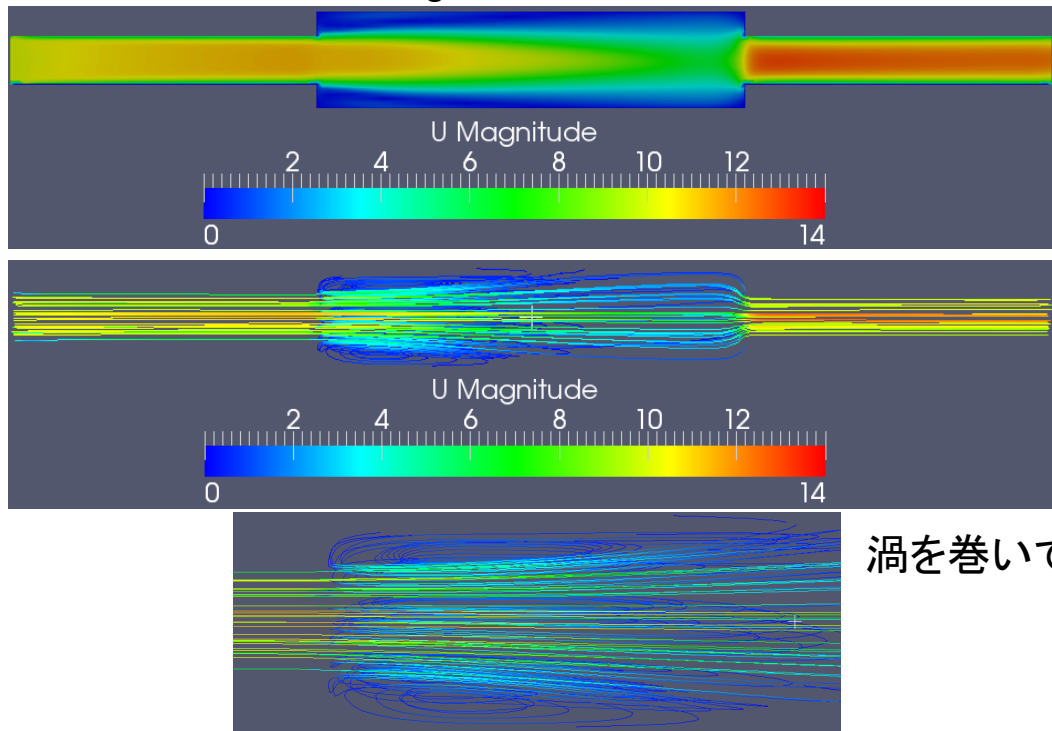
5. 計算結果 圧力分布 kOmegaSST



2012.7.14

24/40

5. 計算結果 速度分布 kOmegaSST



2012.7.14

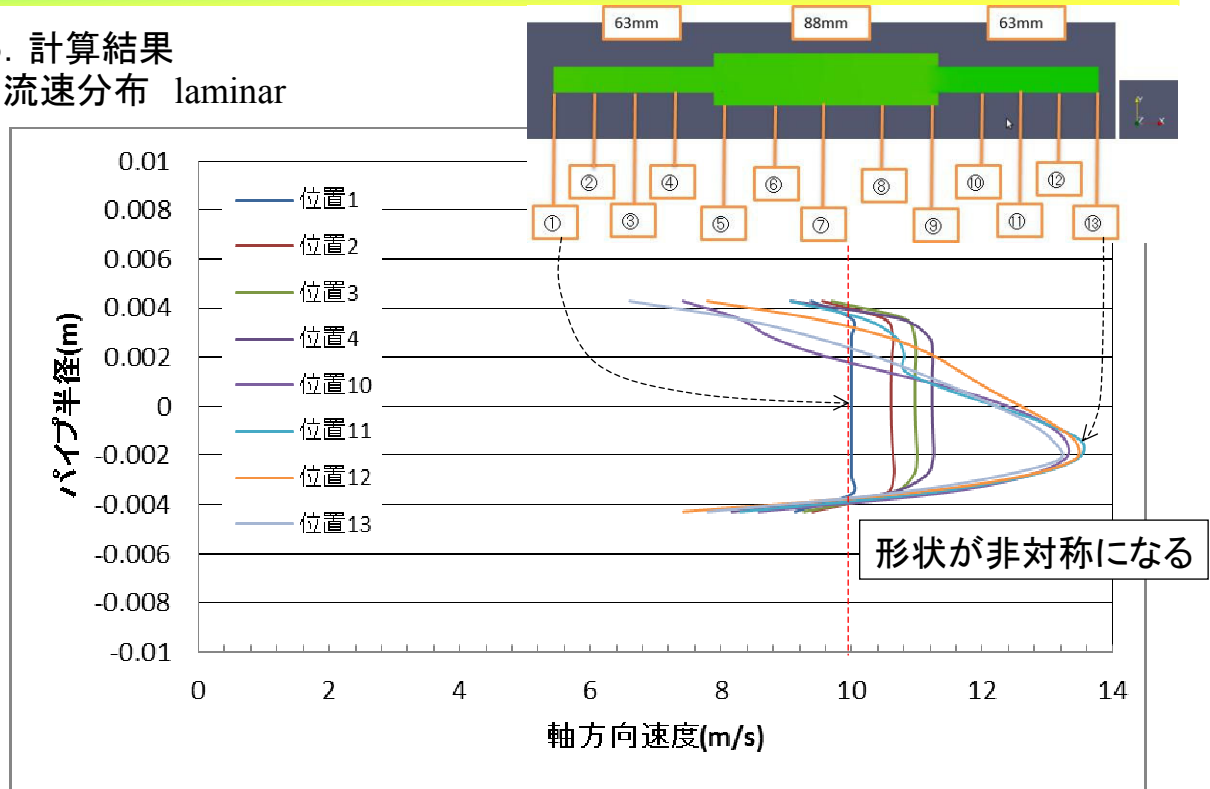
25/40

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果 流速, 圧力分布(層流)
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

26/40

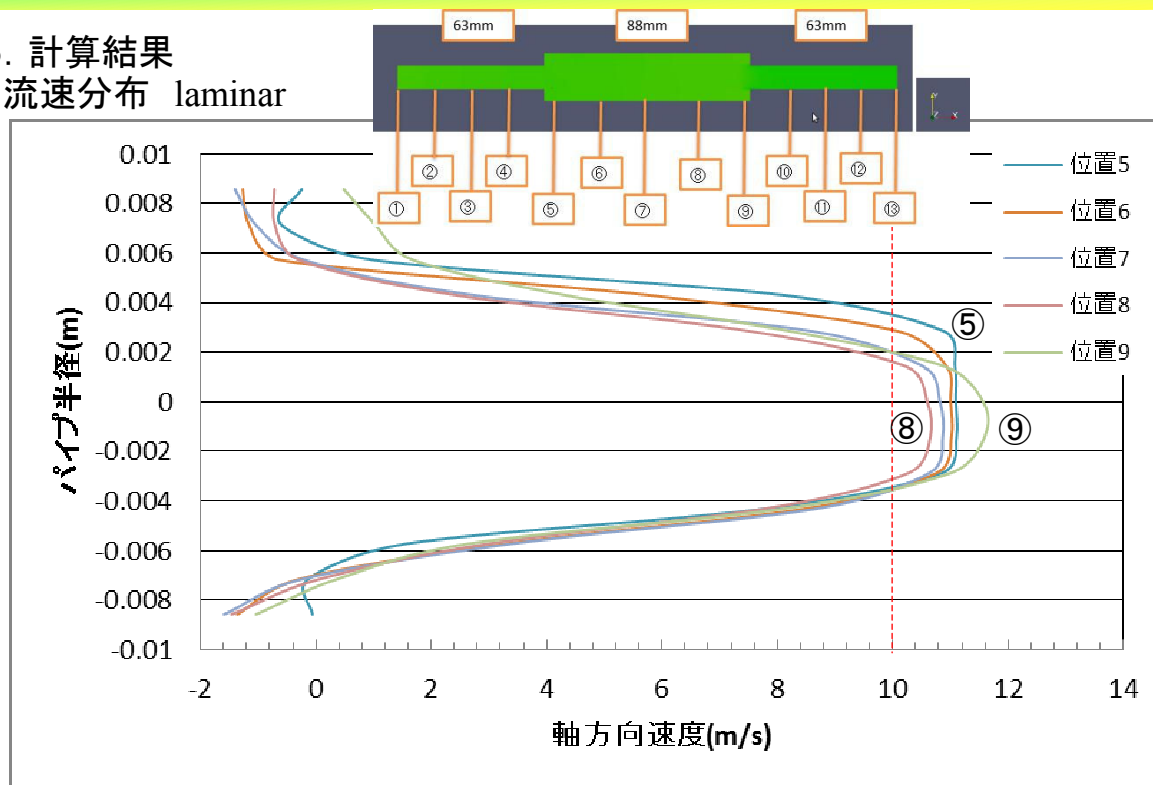
5. 計算結果
流速分布 laminar



2012.7.14

27/40

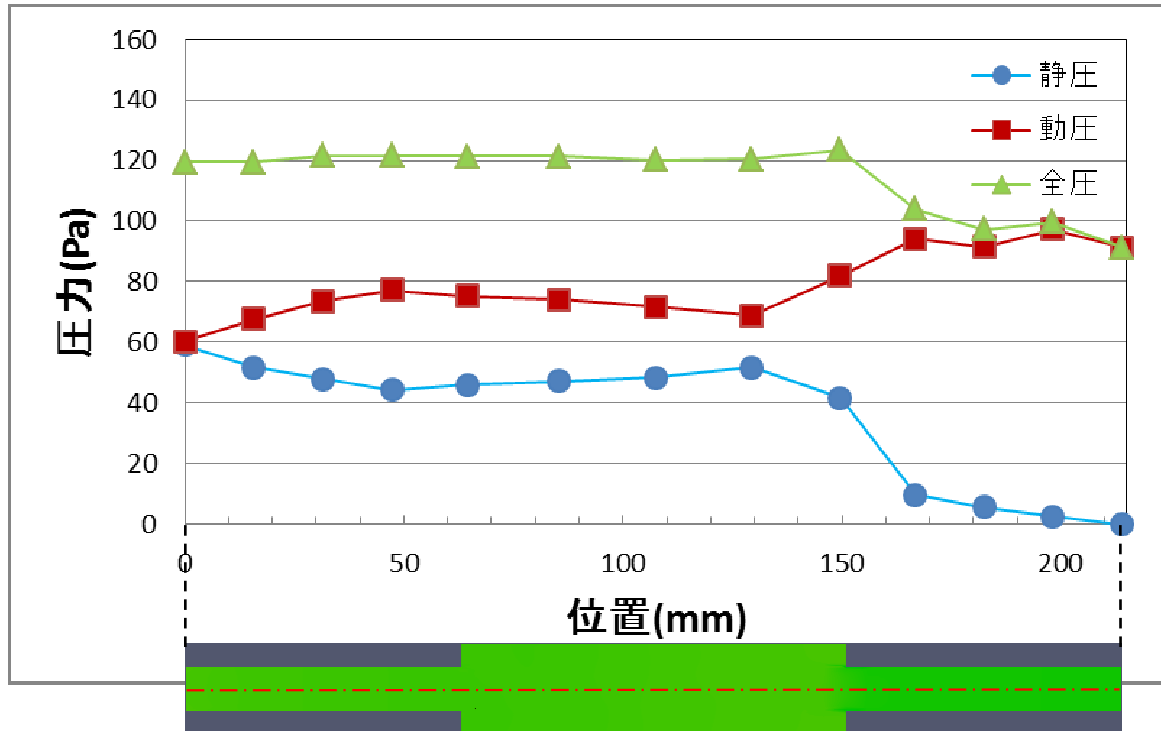
5. 計算結果
流速分布 laminar



2012.7.14

28/40

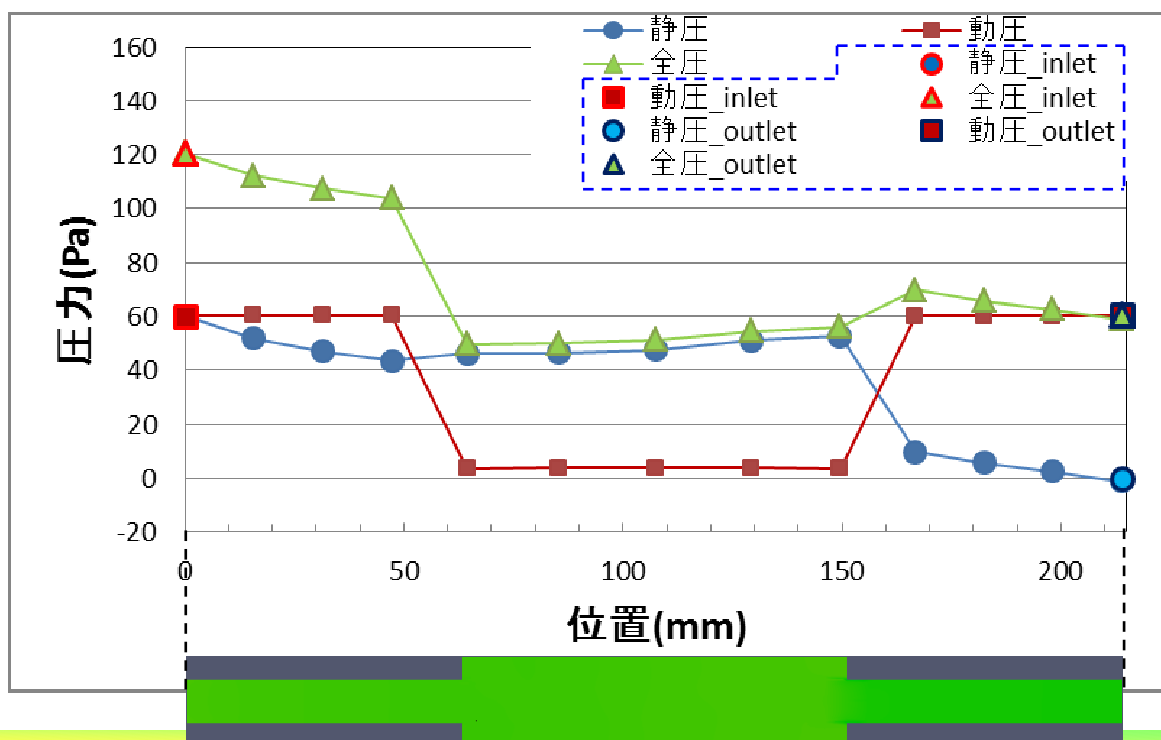
5. 計算結果 圧力分布 パイプ軸中心 laminar sampleで抜き出す



2012.7.14

29/40

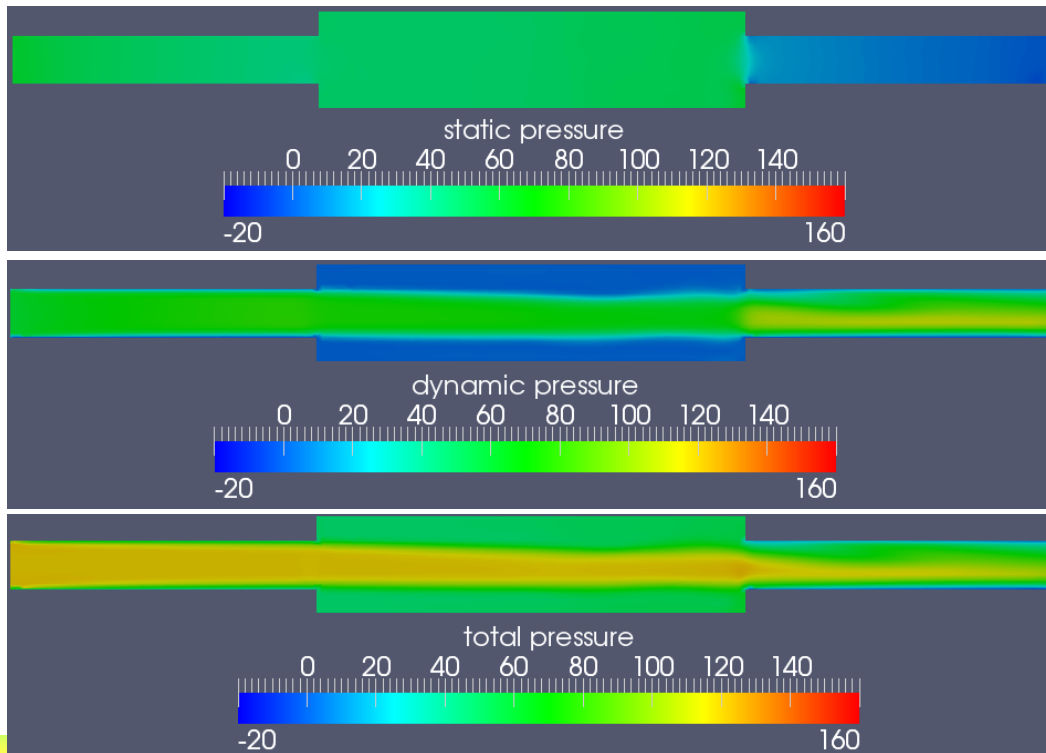
5. 計算結果 圧力分布 cellZone平均 laminar patch平均



2012.7.14

30/40

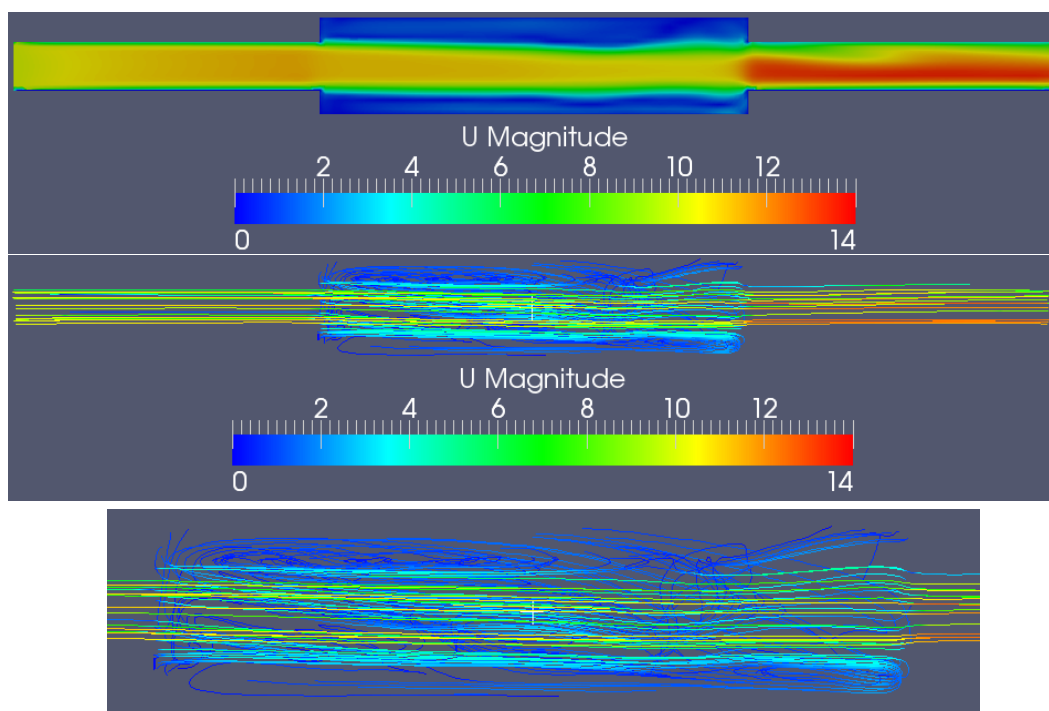
5. 計算結果 圧力分布 laminar



2012.7.14

31/40

5. 計算結果 速度分布 laminar



2012.7.14

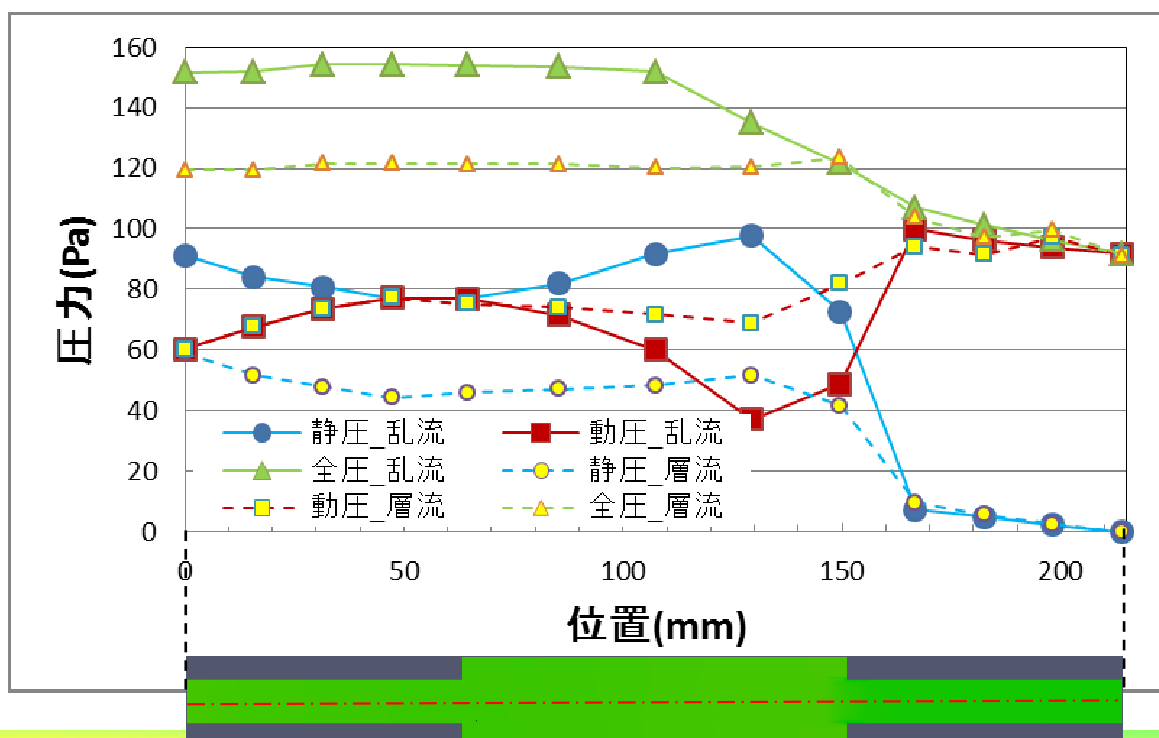
32/40

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
- 5. 計算結果 乱流と層流の比較**
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

33/40

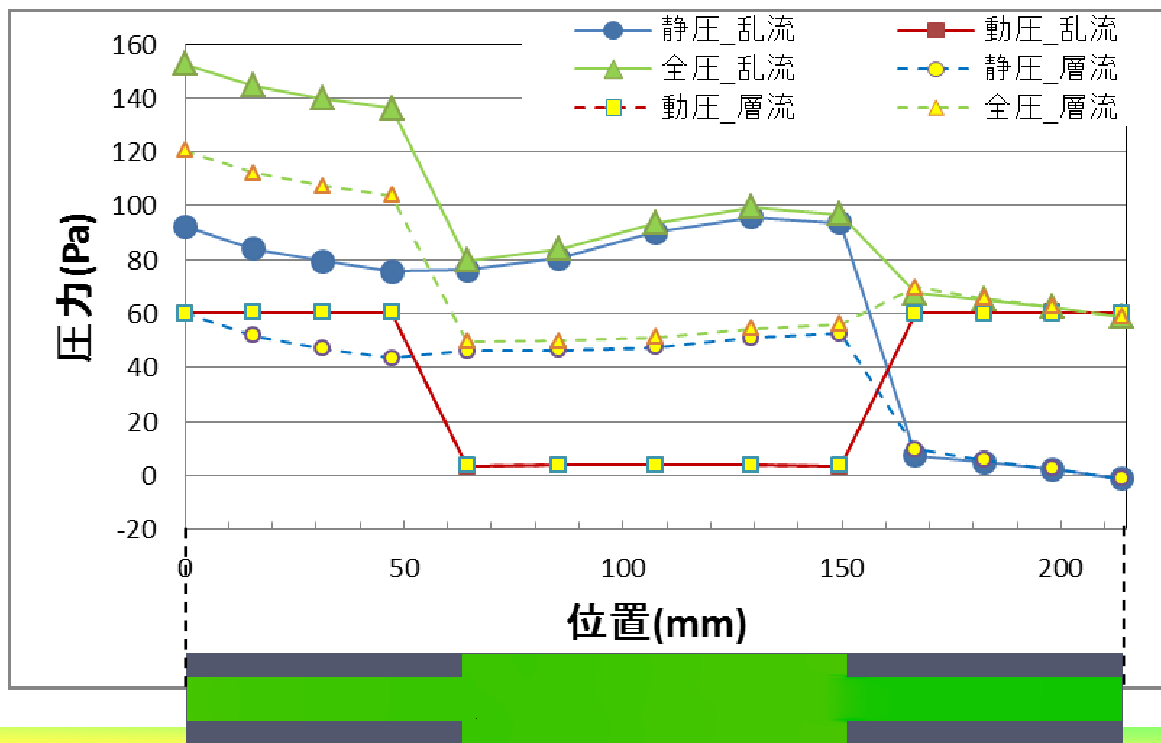
5. 計算結果 乱流と層流の比較 パイプ軸中心



2012.7.14

34/40

5. 計算結果 乱流と層流の比較 cellZone平均



2012.7.14

35/40

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果
- 6. まとめ**
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

36/40

6. まとめ

- ・インレット部, アウトレット部では, patch平均とcellZone平均でのp, Uの値はほぼ同じ量となる。(今回のモデルでは)
- ・作成したfaceZoneでのp, Uの特性値を計算する事は出来なかった。流量はfaceZoneで計算が出来る。
- ・SimpleFoamの乱流モデルにlaminarを設定すると収束状況が良くない。速度分布の対称性が崩れる。
- ・層流, 乱流の圧力挙動を比較すると, 静圧に差が出ている。流れが乱流になると流体を流すのにエネルギーが余計に必要となる事が計算からも見て取れる。

2012.7.14

37/40

1. 概要
2. モデルの設定
3. モデルの作成
4. 計算条件の設定
5. 計算結果
6. まとめ
7. 質疑・応答・その他

2012.7.14

38/40

7. 質疑・応答・その他

- ・faceZoneでp, Uを簡単に計算できる方法はないか？
- ・SimpleFoamの乱流モデルにlaminarを設定するとなぜ収束状況が良くないのか？

2012.7.14

39/40

少しは参考になりましたでしょうか？

おしまい

2012.7.14

40/40