

OpenCAE勉強会@富山
2014/08/23

FOAM-EXTEND3.0/3.1 インストール&テストメモ

OpenCAE勉強会

SH

本日の発表内容

- FOAM-EXTENDとは?
- FOAM-EXTEND バイナリインストール方法
 - FOAM-EXTEND 3.0 on Ubuntu12.04(64bit)
 - FOAM-EXTEND 3.1 on Ubuntu14.04(64bit)
- 構造解析関連チュートリアル(SolidMechanics)のテスト結果まとめ
- 本日のまとめ

FOAM-EXTENDとは?

- OpenFOAMの派生コードOpenFOAM-extend版としてコミュニティベースで開発されていたが、OpenFOAM-1.6extend版が出てからしばらく放置(特定分野のコードはユーザが継続して開発)されていたが、2013に久々にFOAM-extend3.0として公式リリース
- 2014にはマイナーバージョンUp版3.1がリリースされた
- 本家のOpenFOAMとの主な違いは↓以下の資料などを参照
- <http://training.uhem.itu.edu.tr/files/belgeler/belgeler-dosya20140129050927-file.pdf>

FOAM-EXTEND バイナリインストール方法

- いくつかのLinux-OSではバイナリパッケージが公開されており、コンパイル不要でインストール可能である。FOAM-EXTEND 3.0 はUbuntu12.04(64bit), FOAM-EXTEND 3.1はUbuntu14.04(64bit)にインストールできた。
(Ubuntu 派生OS Lubuntu などにも同様に可能と思われるが未確認)
- Ubuntu14.04(64bit)にインストール済の3.1バイナリをUbuntu12.04(64bit)にコピーしてみたが予想通り動作しなかった。

FOAM-EXTEND バイナリインストール法②

- いろいろ試してみたが、正式ホームページで公開されている方法では上手くいかず、春日さんのホームページで紹介されている方法↓で上手くいくことがわかった。
- <http://www.geocities.jp/penguinitis2002/study/OpenFOAM/OpenFOAM-Extend.html>
- 具体的手順は↓以下
 - ① <http://sourceforge.net/projects/openfoam-extend/> からパッケージファイルダウンロードする
 - FOAM-EXTEND 3.0 : Ubuntu12.04(64bit) は
foam-extend_3.0-1_amd64.precise.deb
 - FOAM-EXTEND 3.1: Ubuntu14.04(64bit) は
foam-extend-3.1_amd64.deb
 - ② 以下のコマンドを実行
 - \$ sudo apt-get install paraview
 - \$ sudo apt-get install hwloc
 - \$ sudo dpkg -i foam-extend_3.0-1_amd64.precise.deb
(sudo dpkg -i foam-extend-3.1_amd64.deb)以上で /opt/foam の下に必要なバイナリファイル他が展開される
- 実行する場合は通常のOpenFOAMの環境変数と重複しないようにノーマルの端末で以下のコマンドを実行し、環境設定
 - % source /opt/foam/foam-extend-3.0/etc/bashrc

OpenFoamの構造解析関連機能のまとめ①

◆OpenFOAM構造解析機能

- 通常版OpenFOAMとext版のOpenFOAMでは元々構造解析の機能に違いがある。通常版は線形構造解析ソルバ2種類(定常・非定常)のみ。通常の構造解析ソフト(有限要素法=FEM)と異なり、有限体積法=FVMで解いている。

通常版: Stress analysis of solids

- solidDisplacementFoam (非定常線形応力解析)

Transient segregated finite-volume solver of linear-elastic, small-strain deformation of a solid body, with optional thermal diffusion and thermal stresses

- solidEquilibriumDisplacementFoam (定常線形応力解析)

Steady-state segregated finite-volume solver of linear-elastic, small-strain deformation of a solid body, with optional thermal diffusion and thermal stresses

OpenFoamの構造解析関連機能のまとめ②

◆Extension版1.6の構造解析機能

•通常版OpenFOAMと異なり、元々たくさんの種類がある。しかし
詳細を解説したDocumentが無いので、それぞれ何がどの程度できるか不明

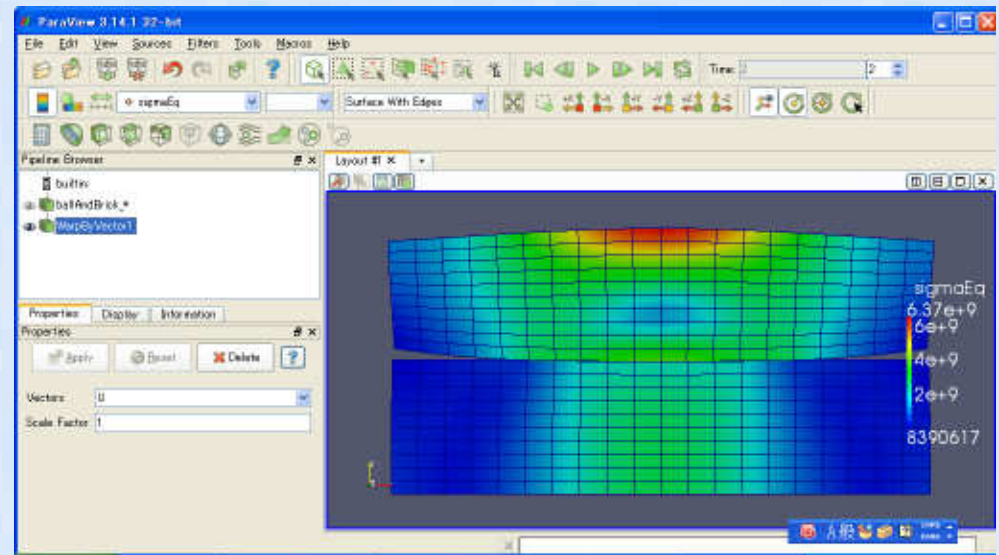
V1.6Extension版:

◆ stress Analysis

- contactStressFoam (接触解析)
- icoFsiFoam (流体構造連成解析)
- solidDisplacementFoam(非定常線形応力解析) → 通常版と同じ
- solidEquilibriumDisplacementFoam(定常線形応力解析) → 通常版と同じ
- stressedFoam ?
- stressFEMFoam(有限要素法線形応力解析)

◆ new stress Analysis

- newcontactStressFoam (新接触解析)
- newstressedFoam ??



OpenFoamの構造解析関連機能のまとめ③

◆ 1.6extに途中で追加された構造解析モジュール (solidMechanics) 一覧

◆ solidMechanics by Philip Cardiff, University College Dublin.

<http://www.cfd-online.com/Forums/openfoam-news-announcements-other/106881-solid-mechanics-solvers-added-openfoam-extend-2.html>

	解析Solver名	機能	Tutorial	
1	elasticContactIncrSolidFoam	弾性接触増分式構造解析	slidingBallIncr	
2	elasticContactNonLinULSolidFoam	弾性接触非線形アップデートラグランジュ法構造解析	slidingBallIncr	
3	elasticContactSolidFoam	弾性接触構造解析(微小すべり?)	slidingBall	sphereAndBrick
4	elasticGravitySolidFoam	弾性重力含む構造解析	gravityBlock	
5	elasticIncrSolidFoam	弾性増分式構造解析	incrPlateHole	
6	elasticNonLinTLSolidFoam	弾性材非線形トータルラグランジュ法構造解析	largeStrainCantileverBeam	nonLinBlock
7	elasticNonLinULSolidFoam	弾性材非線形アップデートラグランジュ法構造解析	rotateSphere	timeVaryingNonLinPlateHole
8	elasticPlasticNonLinULSolidFoam	弾塑性非線形アップデートラグランジュ法構造解析	timeVaryingPlasticNonLinPlateHole	
9	elasticPlasticSolidFoam	弾塑性構造解析	timeVaryingPlasticPlateHole	
10	elasticSolidFoam	弾性構造解析	bimaterialCase	crackingSENT
11	elasticThermalSolidFoam	弾性熱伝導熱応力解析	hotCylinder	
12	icoFsiElasticNonLinULSolidFoam	流体構造連成弾性非線形アップデートラグランジュ法	HronTurekFsi	
13	viscoElasticSolidFoam	粘弾性構造解析	viscoElasticSolidFoam	

Foam-extend チュートリアルについて

- 野村さんの公開資料参照

	OpenFOAM Ver.	
	2.2.x	ext(3.0)
チュートリアル数	170	202
総計算時間 (Hr)	243.6	464.3
ディスクスペース(GB)	174	437

Extend 版では 構造解析と viscoElasticFluid (粘弾性流体) のチュートリアルが多く追加されている。

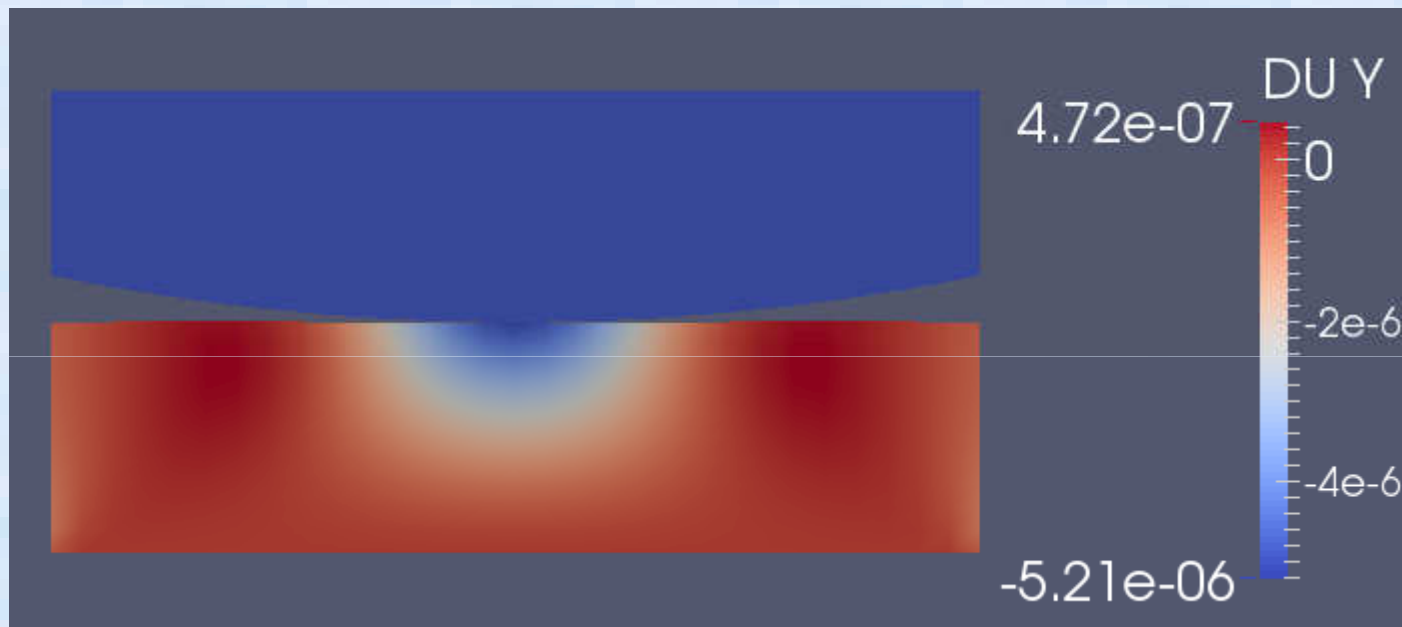
Category	OpenFOAM Ver.	
	2.2.x	ext(3.0)
DNS	1	1
basic	4	12
combustion	12	8
compressible	23	24
coupled		3
discreteMethods	7	7
electromagnetics	2	2
equationReader		1
financial	1	1
heatTransfer	16	11
incompressible	40	39
lagrangian	14	7
mesh	3	2
multiSolver		1
multiphase	45	28
solidMechanics		35
stressAnalysis	2	
surfaceTracking		7
viscoelastic		13

FOAM-extendの構造解析関連チュートリアル

◆ 1.6extに途中で追加された構造解析モジュールと基本的には同じだが、亀裂解析などが増えている。なお、Allrun コマンドで実行可能になっている

```
./solidMechanics/elasticNonLinULSolidFoam/rotateSphereUL8
./solidMechanics/elasticNonLinULSolidFoam/timeVaryingPlateHoleNonLinUL/012
./solidMechanics/icoFsiElasticNonLinULSolidFoam/HronTurekFsi/solid/08
./solidMechanics/elasticNonLinTlSolidFoam/largeStrainCantileverBeam/012
./solidMechanics/elasticNonLinTlSolidFoam/rotateSphereTL/016
./solidMechanics/elasticNonLinTlSolidFoam/nonLinBlock/012
./solidMechanics/elasticOrthoSolidFoam/orthotropicBiMatPlateNonOrtho/0/org52
./solidMechanics/elasticOrthoSolidFoam/orthotropicBlock/012
./solidMechanics/elasticAcpSolidFoam/crackingTriMatDcb/0/org28
./solidMechanics/elasticAcpSolidFoam/crackingBiMatDcbLinear/0/org28
./solidMechanics/elasticAcpSolidFoam/crackingPlateShearCompress/0/org28
./solidMechanics/elasticIncrSolidFoam/slidingFrictionBallIncr/012
./solidMechanics/elasticIncrSolidFoam/incrPlateHole/012
./solidMechanics/deprecatedTutorials/stressFemFoam/plateHole/012
./solidMechanics/deprecatedTutorials/icoFsiFoam/flappingConsoleSmall/solid/012
./solidMechanics/deprecatedTutorials/solidDisplacementFoam/plateHole/012
./solidMechanics/deprecatedTutorials/newContactStressFoam/ballAndBrickFriction/012
./solidMechanics/deprecatedTutorials/solidEquilibriumDisplacementFoam/beamEndLoad/012
./solidMechanics/deprecatedTutorials/contactStressFoam/ballAndBrick/012
./solidMechanics/deprecatedTutorials/newStressedFoam/plateHole/012
./solidMechanics/elasticOrthoNonLinULSolidFoam/pressureRotatePlate/012
./solidMechanics/viscoElasticSolidFoam/compressionRelaxationTest/012
./solidMechanics/elasticPlasticSolidFoam/rigidBallPlasticBrick/012
./solidMechanics/elasticPlasticSolidFoam/timeVaryingPlasticPlateHole/012
./solidMechanics/elasticPlasticNonLinTlSolidFoam/timeVaryingPlasticNonLinTLPlateHole/012
./solidMechanics/elasticPlasticNonLinULSolidFoam/timeVaryingPlasticNonLinULPlateHole/012
./solidMechanics/elasticThermalSolidFoam/hotCylinder/analyticalHotCylinder/Make28
./solidMechanics/elasticSolidFoam/bimaterialPlate/0/org44
./solidMechanics/elasticSolidFoam/timeVaryingPlateHole/012
./solidMechanics/elasticSolidFoam/bimaterialPlateNonOrtho/0/or
```

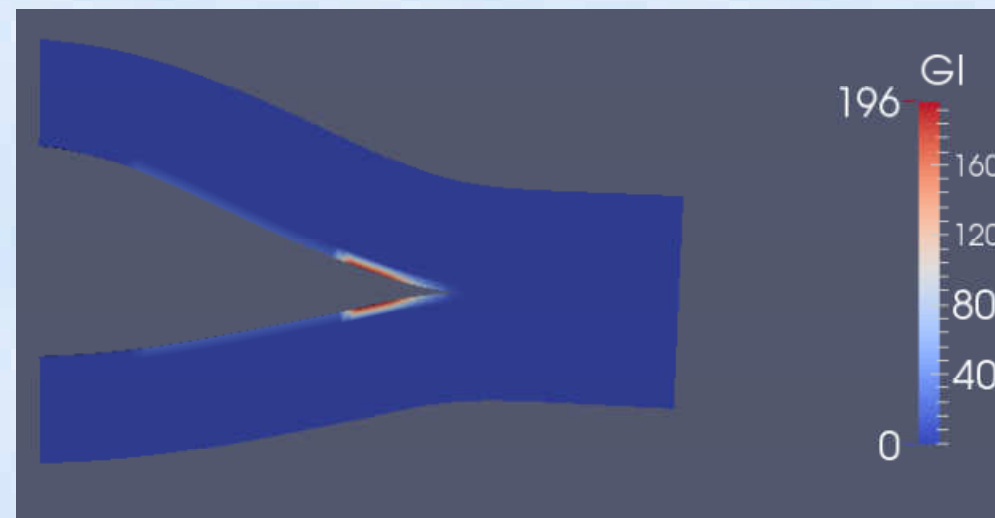
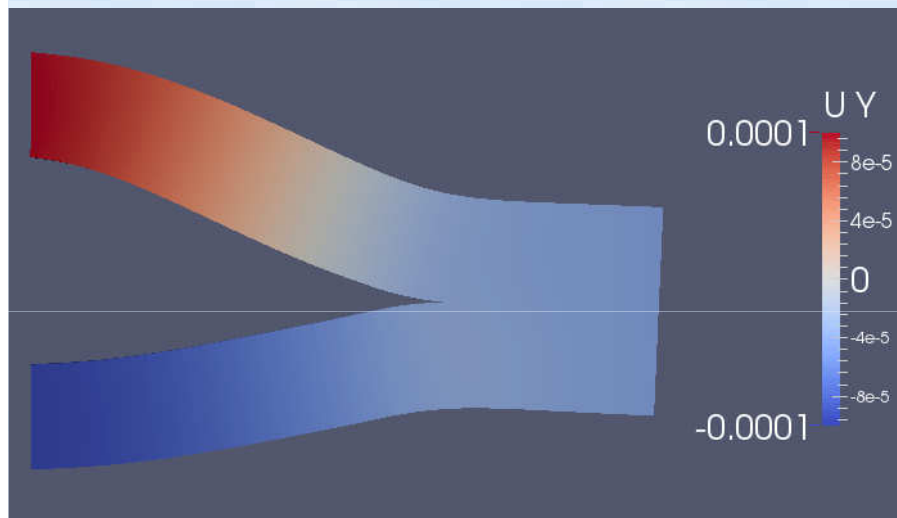
チュートリアル実行結果①



接触解析: [ballAndBrick](#)

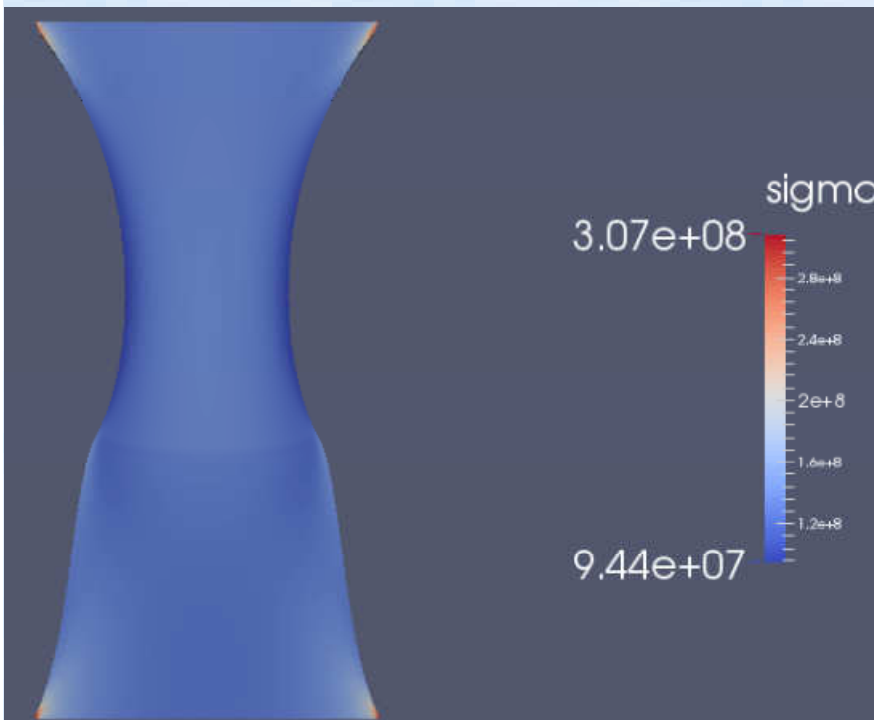
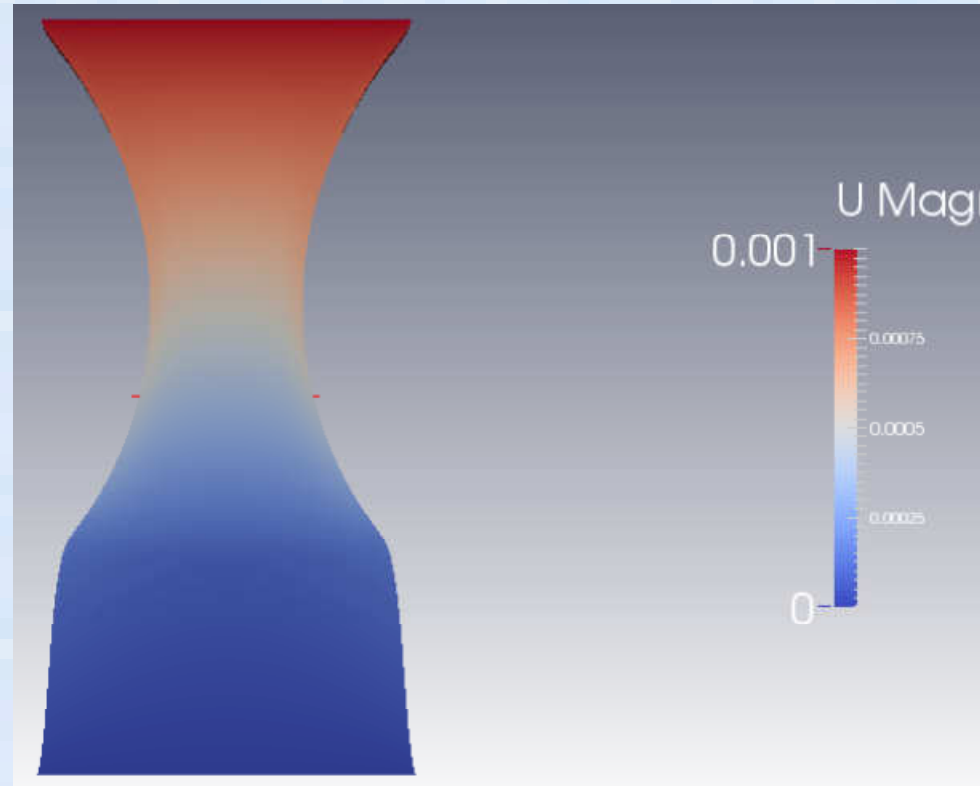
大変形(剛体移動)+ 接触 → [slidingFrictionBall](#)

チュートリアル実行結果②



亀裂進展解析: [crackingBiMatDcbLinear](#)

チュートリアル実行結果③

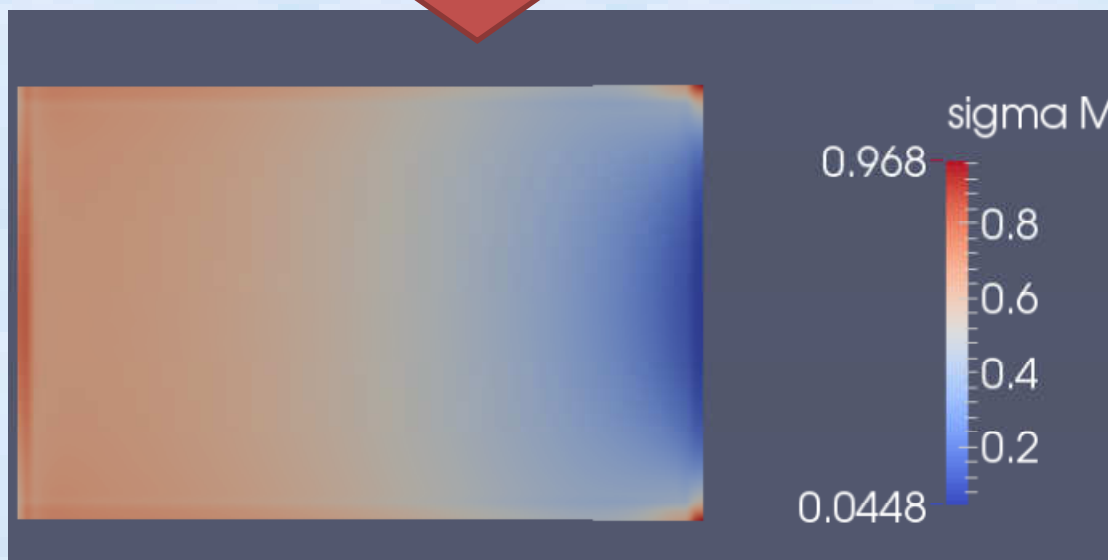


2種類の固体材料の引っ張り試験
bimaterialPlate,
OrthotropicBiMatPlateNonOrtho

チュートリアル実行結果④



粘弾性(固体)の応力緩和計算
viscoElasticSolidFoam/compressionRelaxationTest



OpenFOAM-extend で固体構造解析 する意味?

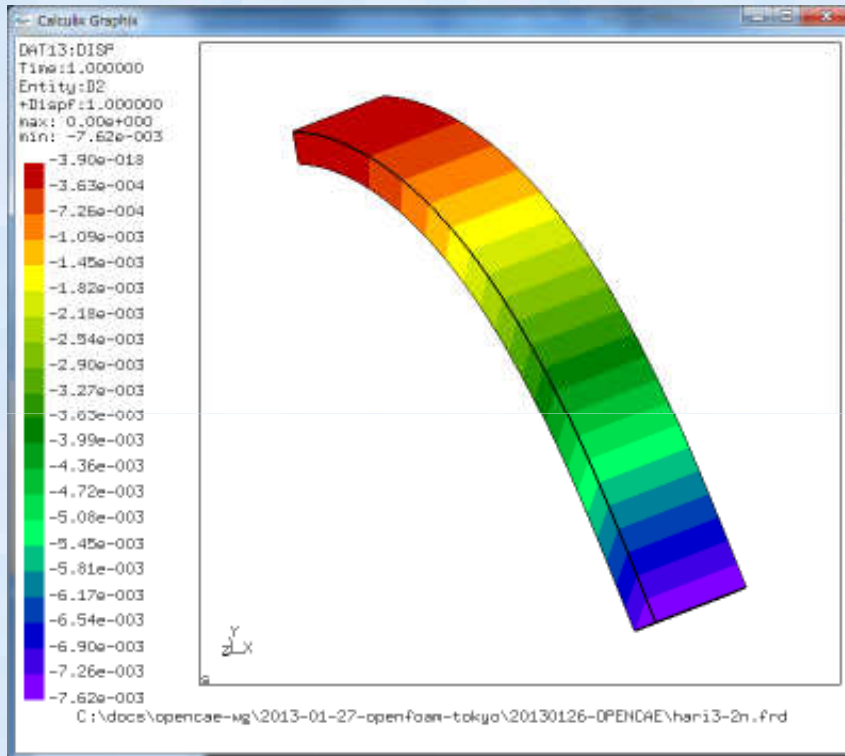
- 流体・構造連成が容易
- 構造解析(大変形非線形)のプログラム構造理解(勉強)・教育のため
- OpenFOAMのメッシャーを利用できる。
- コードを改造して独自機能開発がOpenFOAMのプラットフォームで可能である
(1.6extベースでPlastic(塑性)材料モデルを参考にポーラス材料構成則を作る例題が公開されている)

まとめ

- FOAM-extendバイナリインストールについて調査した。対応したOSであれば容易にインストールできることがわかった。
- 固体構造解析 (solidMechanics) のチュートリアルについて実行し、問題なく実行できることを確認した。

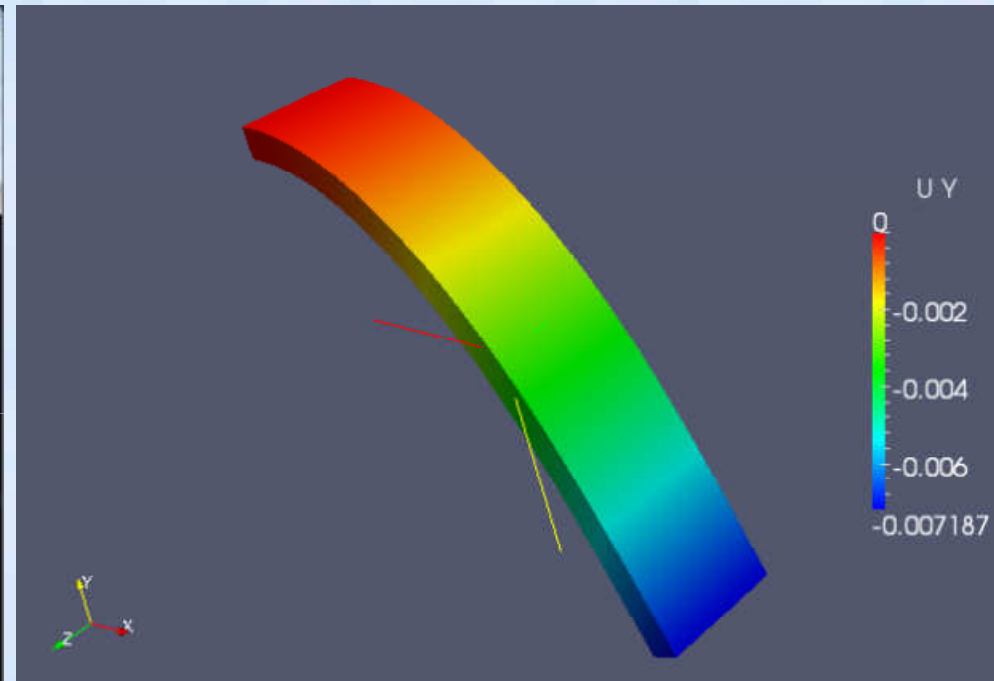
非線形構造解析のベンチマーク結果③

- 負荷荷重が大荷重(100N)=大変形の場合



Calculixの計算結果

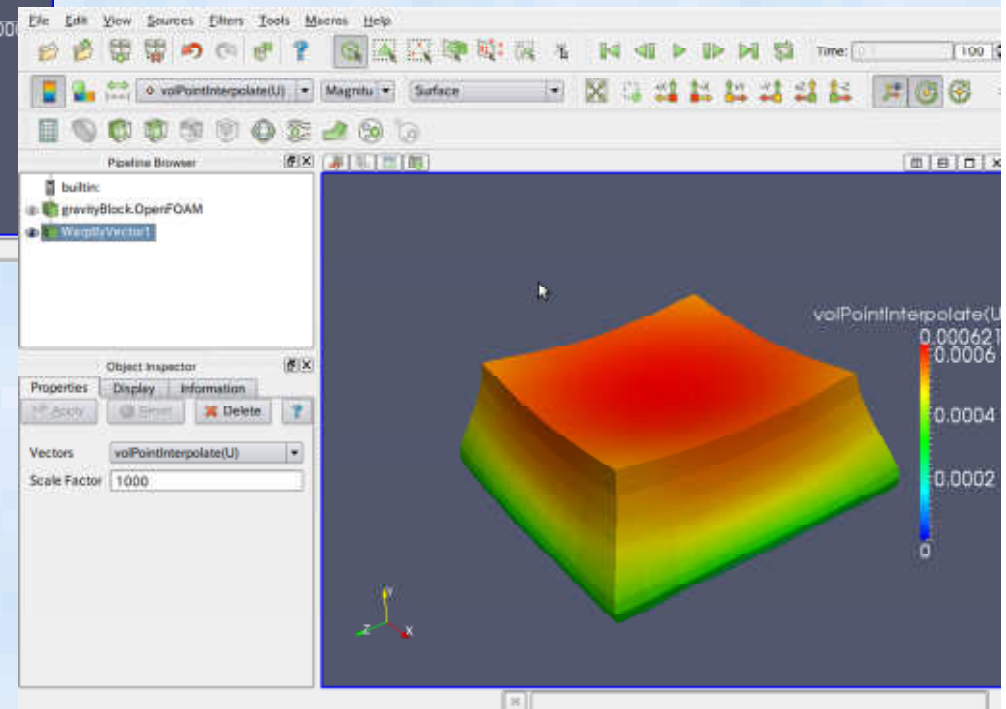
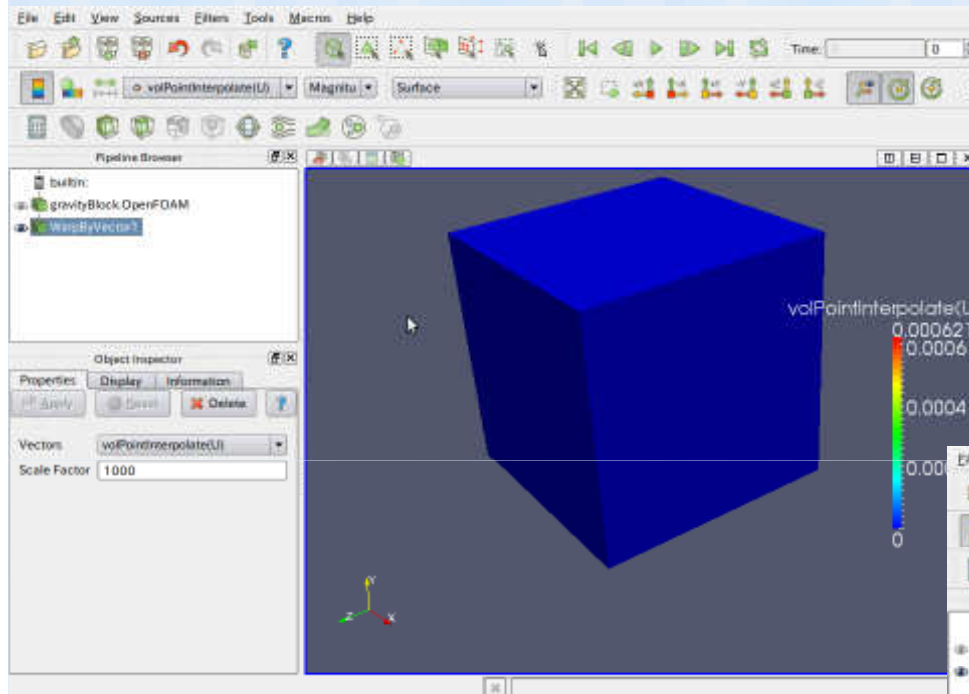
	計算結果	Calculixとの誤差
Calculix大変形考慮	-7.62E-03	-
OpenFOAM	-7.19E-03	-5.74%



OpenFOAM-1.6extの計算結果

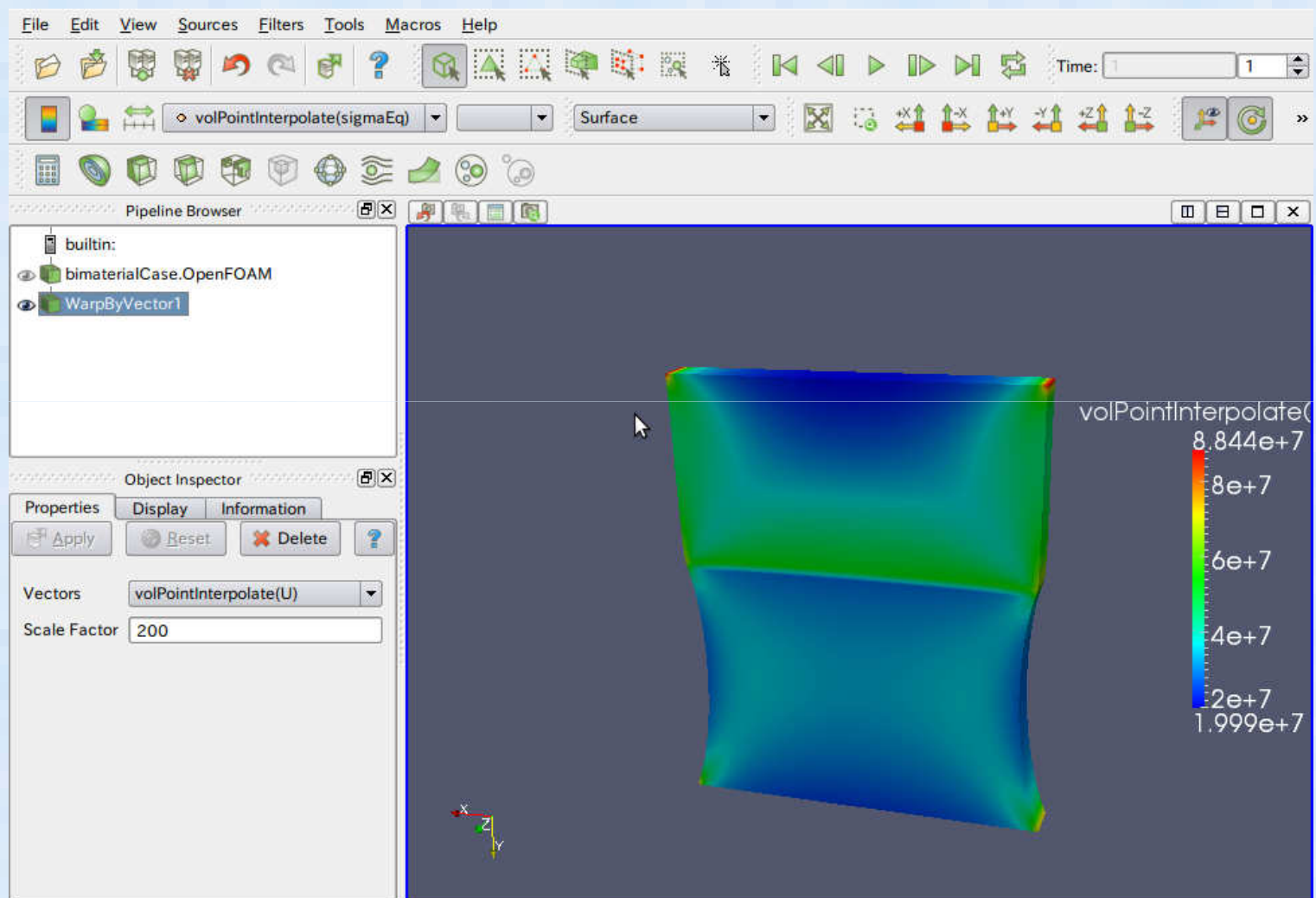
OpenFOAM-1.6ext
 Solver:elasticNonLinTlSolidFoam
 OpenFOAMは大変形を考慮した
 Calculixとほぼ同じ結果が得られた。

非線形構造解析のベンチマーク結果④ -その他: 例題計算結果(1)



重力場を考慮した
自重変形計算

非線形構造解析のベンチマーク結果④ -その他: 例題計算結果(2)



2種類材料の結合した試験片引っ張り試験変形計算