

MphImplicitの 実行方法

20241013バージョン

ダウンロード

インターネットにつながったLinux環境で、

> git clone <https://github.com/Masahiro-Kondo-AIST/MphImplicit> -b manybody

とし、カレントディレクトリにプログラム&サンプルケースをダウンロード

※Windows上でgitコマンドの使えるLinux環境を用意するためには、wslを利用するのが便利です。

<https://learn.microsoft.com/ja-jp/windows/wsl/install>

フォルダ構成

ダウンロードしたファイル式のフォルダ構成は、以下のようになっています

```
MphImplicit  
|----generator  
|----results  
|----source
```

のようになっています。それぞれ、

generator：簡単な初期粒子配置作成のためのプログラム

results：サンプル入力データ

source：MPH-I法のメインプログラム

が格納されています。

プログラムのコンパイル

シミュレーションを実行する前の準備として、
generator と sourceにあるメインプログラムをそれぞれコンパイルします。
それぞれのフォルダに移動してmakeコマンドを実行

----generatorのコンパイル----

> cd generator

> make

→ generatorフォルダ内に**GeneratorForMph**が生成される

----sourceのメインプログラムのコンパイル----

> cd source

> make

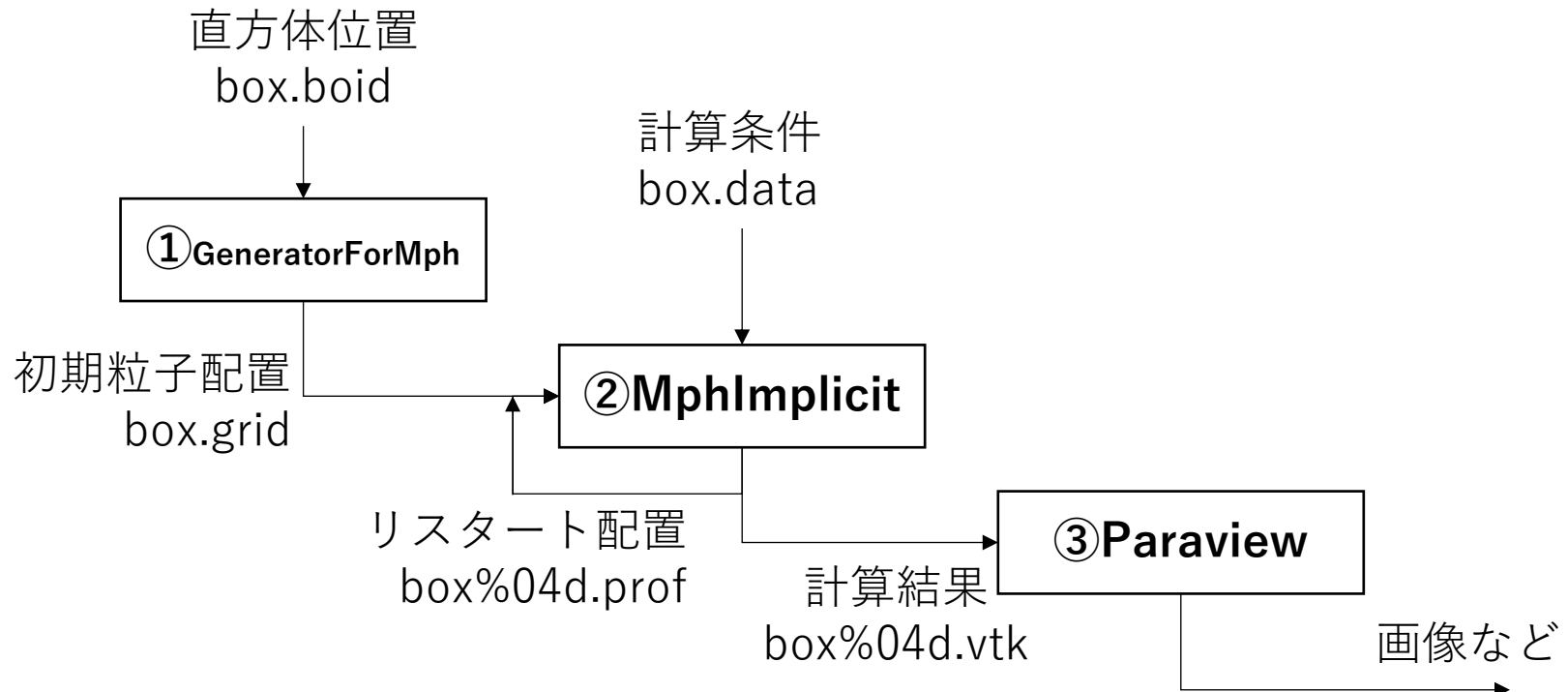
→ sourceフォルダ内に**MphImplicit**が生成される

MphImplicit
----generator
---- GeneratorForMph
----results
----source
---- MphImplicit

粒子生成→実行→可視化

シミュレーションは、

- ①粒子生成： **GeneratorForMph**で初期粒子配置を作成する
 - ②実行： 粒子法(MPH-I法)のプログラム**MphImplicit**を実行する
 - ③可視化： 計算結果として出力されたファイルを**Paraview**で可視化する
- という手順で実行します。



①粒子生成

フォルダ構成

```
MphImplicit
|----generator
|   |----GeneratorForMph
|   |----results
|   |----SquareDrop...
|   |----source
```

ケースフォルダ **SquareDrop...** に移動し、
boxという名前指定して**GeneratorForMph**を実行

```
> cd SquareDropSkip_I00400_rv35_rp17
```

```
> ../../generator/GeneratorForMph box
```

入力：box.boid

出力：box.grid

↑の代わりに
>./generate.sh
でも可。

(generate.shに上記コマンドが書かれている)

②実行

フォルダ構成

```
MphImplicit
|----generator
|----results
|   |----SquareDrop...
|----source
|----MphImplicit
```

ケースフォルダ **SquareDrop...** の中で、
入力ファイル、出力ファイルを指定して**MphImplicit**を実行

```
> ../../source/MphImplicit box.data box.grid box%03d.prof box%03d.vtk box.log 1
```

入力：box.data(計算条件)

box.grid (初期粒子配置)

出力：box%03d.prof (リスタート配置)

box%03d.vtk (計算結果)

↑ の代わりに

>./execute.sh

でも可。

(execute.shの中に上記コマンドが書かれている)

③可視化

フォルダ構成

MphImplicit

|----generator

|----results

|----SquareDrop

|----**box000.vtk, box025.vtk, box050.vtk, ...**

|----source

----Paraviewを開き、box...vtkを開いて可視化する----

[File]メニュー → [Open] → box...vtkを指定する

Propertyタブの[Apply]ボタンをクリック

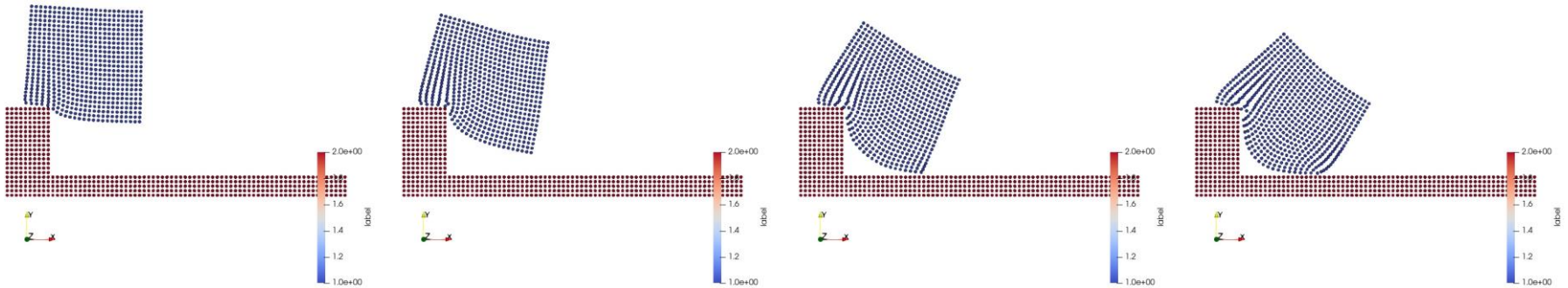
Propertyタブの"Representation"を"Point Gaussian"にする

ツールバーの再生ボタン▶をクリック

----Paraviewのインストールはこちら----

<https://www.paraview.org/download/>

可視化結果



MphImplicitの 入力ファイル

20241013バージョン

Multiphase...の実行

フォルダ構成

MphImplicit

|----generator

|----results

|----Multiphase...

|----source

①粒子生成

> cd Multiphase...

> ./generate.sh

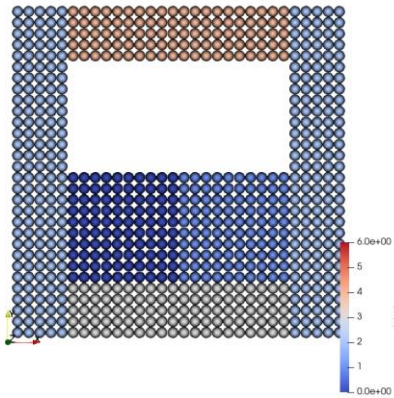
②実行

> ./execute.sh

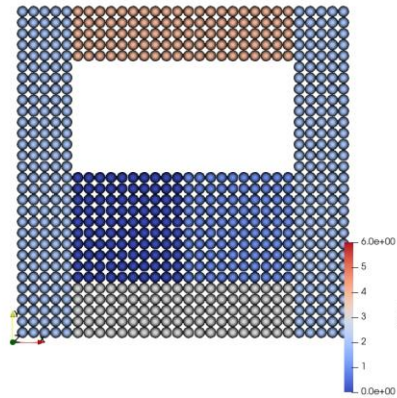
③可視化

Paraviewでbox....vtkを可視化する

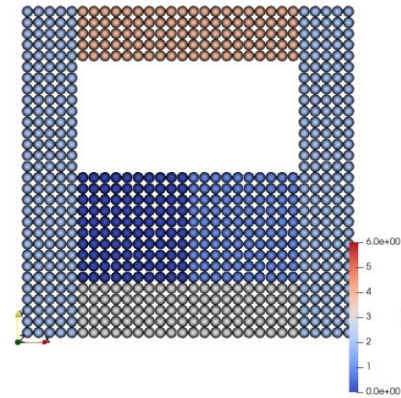
実行結果



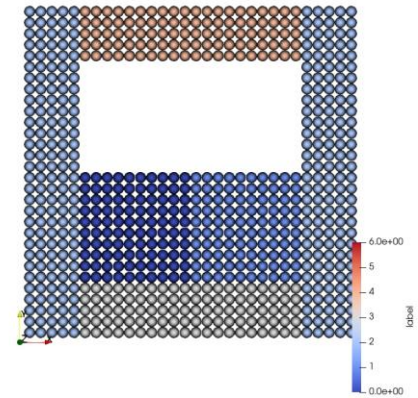
$t=0.25$ sec



$t=0.50$ sec



$t=0.75$ sec



$t=1.00$ sec

MphImplicitの計算条件ファイル(*.data)

#####

Dt 1.0e-3 時間刻み幅
OutputInterval 1.0 リスタートファイル出力間隔
VtkOutputInterval 1.0e-2 計算結果出力間隔
EndTime 1.0 計算終了時刻
RadiusRatioA 3.5 各種影響半径
RadiusRatioP 1.75
RadiusRatioV 3.5

粒子種類で区別
0,1→流体、2,3,4→壁、5→固体
それぞれの物性値を設定

	流体0	流体1	壁2~4			固体5~
Density	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs 0.0
SolidFaceMohrCoulombInterceptC
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi

1.0
1.0e+3
0.0
0.0

固体表面の
滑りやすさの設定

粒子種類別
表面張力

SurfaceTension	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

重力

0.0 -1.0 0.0

粒子種類同士
の親和性

Wall2 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0 0.0
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0 0.0
Wall4 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0 0.0

壁の運動（並進/回転）

MphImplicitの初期粒子配置ファイル(*.grid)

初期時刻
粒子数

0 700	粒子間隔	計算領域設定		Ymin	Ymax	Zmin	Zmax
		Xmin	Xmax				
0	1.00E-02	-3.00E-01	3.00E-01	-3.00E-01	3.00E-01	-1.00E-01	1.00E-01
0	-9.50E-02	-9.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-8.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-7.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-6.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-5.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-4.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-3.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-2.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-1.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-9.50E-02	-5.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-9.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-8.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-7.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-6.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-5.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-4.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-3.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-2.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-1.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-8.50E-02	-5.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-7.50E-02	-9.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
0	-7.50E-02	-8.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	
...							

種類

位置X

位置Y

位置Z

速度U

速度V

速度W

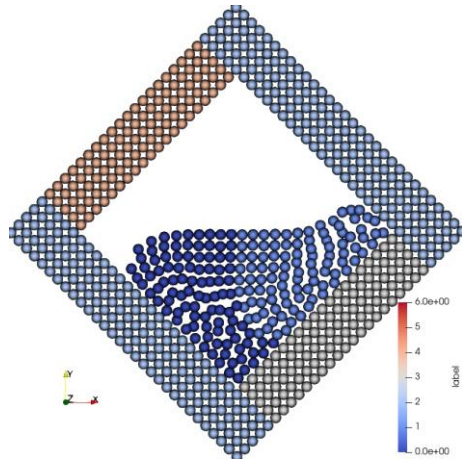
種類は

0,1→流体、2,3,4→壁、5～→固体

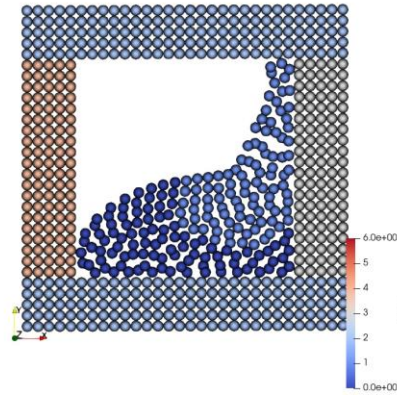
Trial 1:壁を回転させる

#####							
Dt	1.0e-3						
OutputInterval	1.0						
VtkOutputInterval	1.0e-2						
EndTime	1.0						
RadiusRatioA	3.5						
RadiusRatioP	1.75						
RadiusRatioV	3.5						
Density		1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus		1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity		2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion		0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK		1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN			1.0				
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK			1.0e+3				
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs			0.0				
SolidFaceMohrCoulombInterceptC			0.0				
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi			0.0				
SurfaceTension	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
Gravity	0.0 -1.0 0.0						
Wall2	Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14	1秒間に半回転する角速度を設定		
Wall3	Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14			
Wall4	Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14			

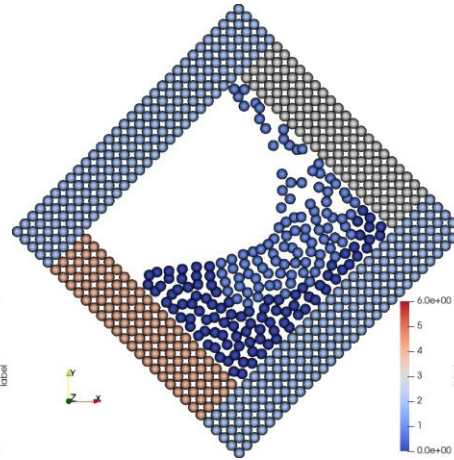
Trial 1:壁を回転させる



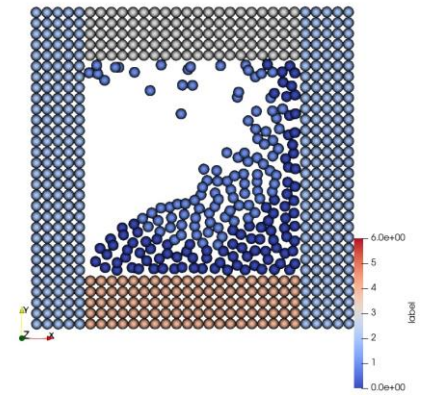
$t=0.25$ sec



$t=0.50$ sec



$t=0.75$ sec



$t=1.00$ sec

Trial 2:流体0の密度を下げる

#####

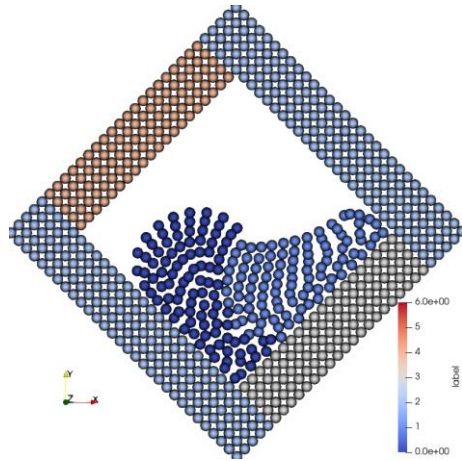
Dt 1.0e-3
OutputInterval 1.0
VtkOutputInterval 1.0e-2
EndTime 1.0
RadiusRatioA 3.5
RadiusRatioP 1.75
RadiusRatioV 3.5

流体0の密度を1/10倍する

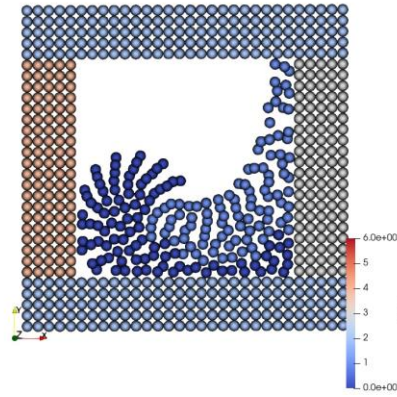
流体0

Density	1.0e+2	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN	1.0					
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK	1.0e+3					
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs	0.0					
SolidFaceMohrCoulombInterceptC	0.0					
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi	0.0					
SurfaceTension	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Gravity	0.0 -1.0 0.0					
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0	3.14					
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0	3.14					
Wall4 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0	3.14					

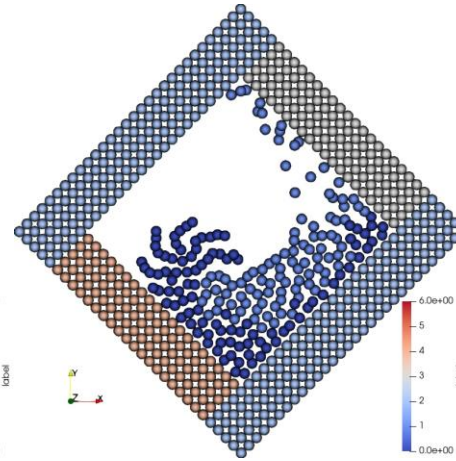
Trial 2:流体0の密度を下げる



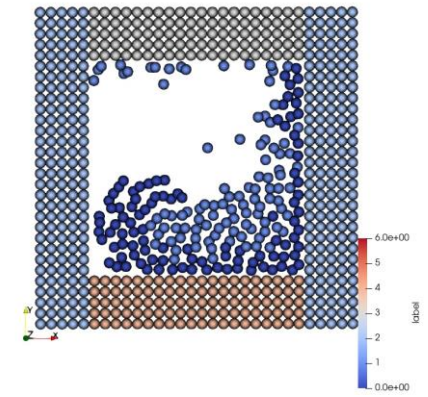
t=0.25 sec



t=0.50 sec



t=0.75 sec



t=1.00 sec

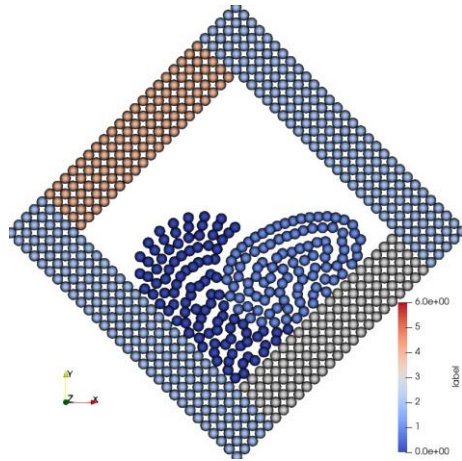
Trial 3:流体1に表面張力を導入

#####						
Dt	1.0e-3					
OutputInterval	1.0					
VtkOutputInterval	1.0e-2					
EndTime	1.0					
RadiusRatioA	3.5					
RadiusRatioP	1.75					
RadiusRatioV	3.5					
Density	1.0e+2	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN		1.0				
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK		1.0e+3				
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs		0.0				
SolidFaceMohrCoulombInterceptC		0.0				
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi		0.0				
SurfaceTension	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Gravity	0.0 -1.0 0.0					
Wall2 Center	0.0 0.0 0.0	Velocity	0.0 0.0 0.0	Omega	0.0 0.0	3.14
Wall3 Center	0.0 0.0 0.0	Velocity	0.0 0.0 0.0	Omega	0.0 0.0	3.14
Wall4 Center	0.0 0.0 0.0	Velocity	0.0 0.0 0.0	Omega	0.0 0.0	3.14

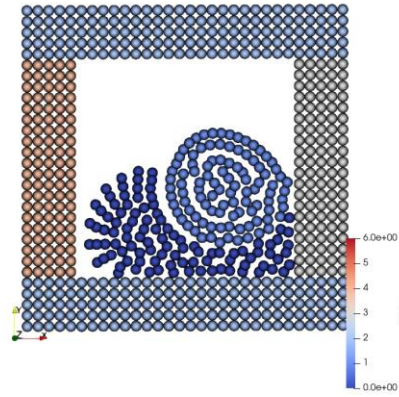
流体1の表面張力を5にする

粒子種類別
表面張力

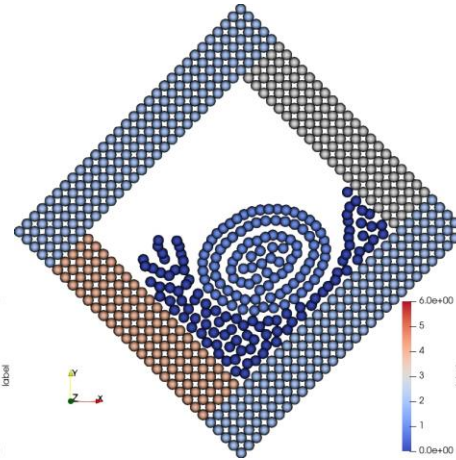
Trial 3:流体1に表面張力を導入



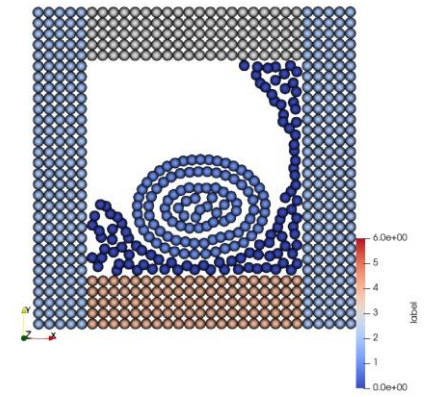
$t=0.25$ sec



$t=0.50$ sec



$t=0.75$ sec



$t=1.00$ sec

Trial 4:壁や固体を親水性にする

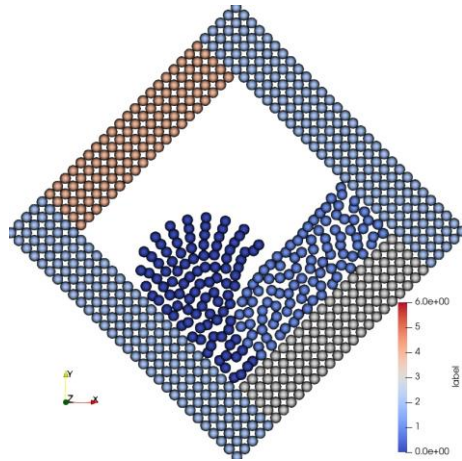
#####

Dt	1.0e-3					
OutputInterval	1.0					
VtkOutputInterval	1.0e-2					
EndTime	1.0					
RadiusRatioA	3.5					
RadiusRatioP	1.75					
RadiusRatioV	3.5					
Density	1.0e+2	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN		1.0				
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK		1.0e+3				
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs		0.0				
SolidFaceMohrCoulombInterceptC		0.0				
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi		0.0				
SurfaceTension	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Gravity	0.0 -1.0 0.0					
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14			
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14			
Wall4 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14			

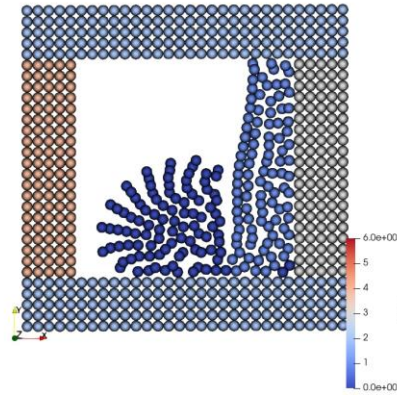
粒子種類同士の親和性

流体1の壁/固体との親和性を1にする

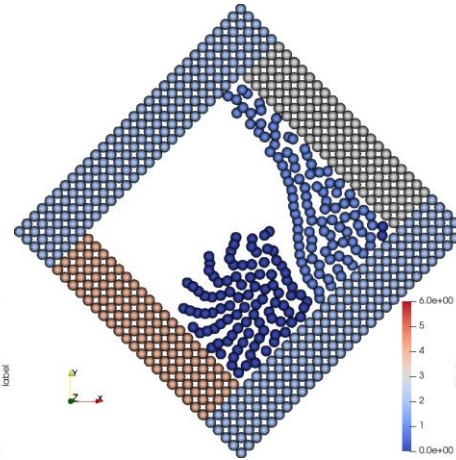
Trial 4:壁や固体を親水性にする



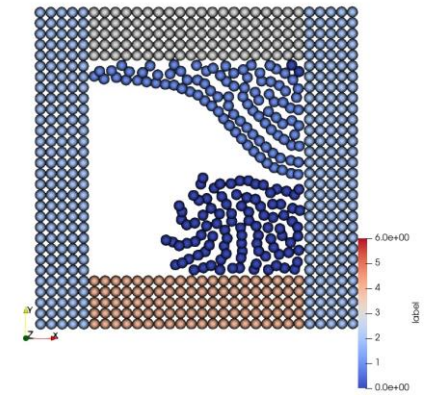
$t=0.25$ sec



$t=0.50$ sec



$t=0.75$ sec

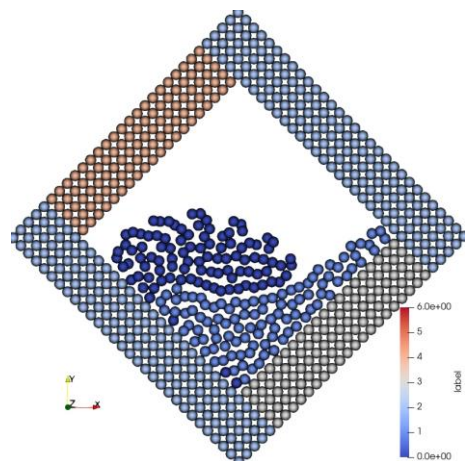


$t=1.00$ sec

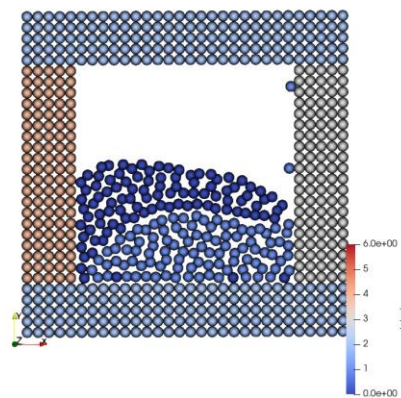
Trial 5:重力を大きくする

#####							
Dt	1.0e-3						
OutputInterval	1.0						
VtkOutputInterval	1.0e-2						
EndTime	1.0						
RadiusRatioA	3.5						
RadiusRatioP	1.75						
RadiusRatioV	3.5						
Density		1.0e+2	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus		1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity		2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion		0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK		1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN			1.0				
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK			1.0e+3				
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs			0.0				
SolidFaceMohrCoulombInterceptC			0.0				
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi			0.0				
SurfaceTension	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
Gravity	0.0 -9.8 0.0	重力を9.8m/s ² に設定					
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14				
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14				
Wall4 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0	Omega 0.0 0.0	3.14				

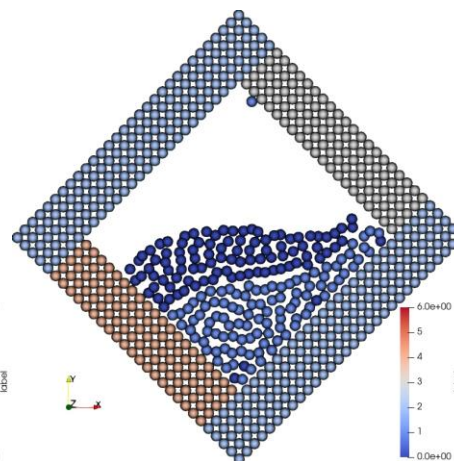
Trial 5:重力を大きくする



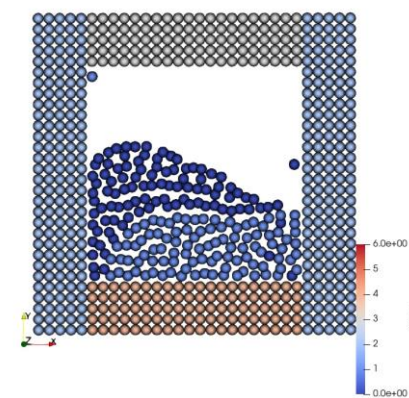
t=0.25 sec



t=0.50 sec



t=0.75 sec



t=1.00 sec

手順 1 : box.boidを編集

StartCuboid					
Spacing	0.01				
Type	5				正方形領域
Lower	-0.05	0.00	-0.005		(-0.05,0.00)-(0.00,0.05)
Upper	-0.00	0.05	0.005		
Velocity	0.0	0.0	0.0		に種類番号5の粒子を生成
EndCuboid					
StartCuboid					
Spacing	0.01				
Type	6				正方形領域
Lower	0.00	0.00	-0.005		(0.00,0.00)-(0.05,0.05)
Upper	0.05	0.05	0.005		
Velocity	0.0	0.0	0.0		に種類番号6の粒子を生成
EndCuboid					

をbox.boidの末尾に挿入する

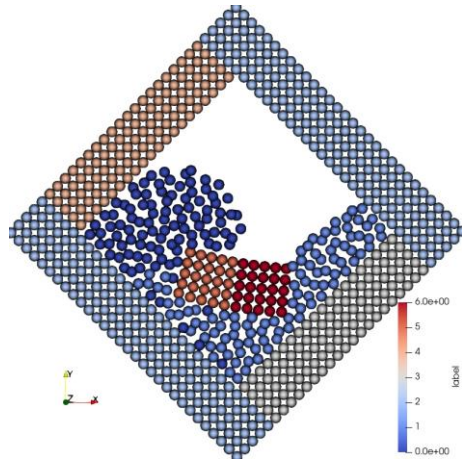
手順 2 : GeneratorForMphを再実行

>./generate.sh

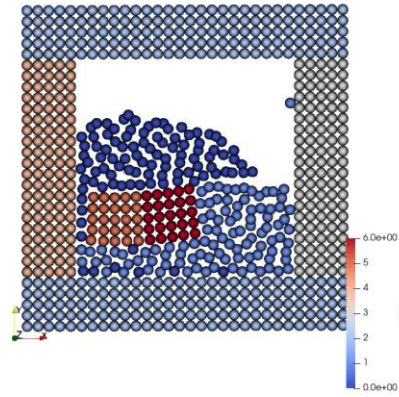
手順 3 : 確認

テキストエディタでbox.gridを開き、
末尾に種類番号5, 種類番号6の粒子があることを確認

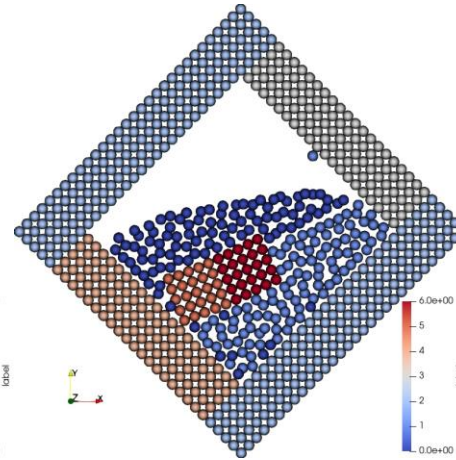
Trial 6: 固体を追加する



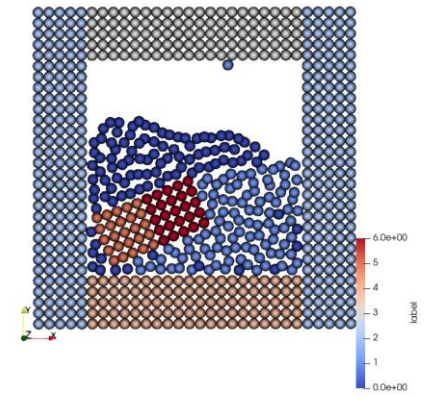
$t=0.25$ sec



$t=0.50$ sec



$t=0.75$ sec



$t=1.00$ sec

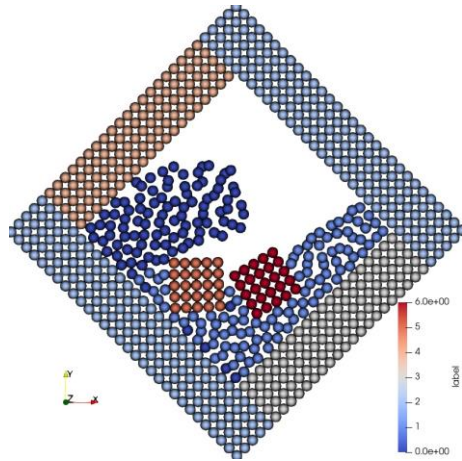
Trial 7:固体を滑りやすくする

#####						
Dt	1.0e-3					
OutputInterval	1.0					
VtkOutputInterval	1.0e-2					
EndTime	1.0					
RadiusRatioA	3.5					
RadiusRatioP	1.75					
RadiusRatioV	3.5					
Density		1.0e+2	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus		1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity		2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion		0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK		1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN			1.0			
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK			1.0e+0			
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs			0.0			
SolidFaceMohrCoulombInterceptC			0.0			
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi			0.0			
SurfaceTension	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
Gravity	0.0 -9.8 0.0					
Wall2 Center	0.0 0.0 0.0	Velocity	0.0 0.0 0.0	Omega	0.0 0.0	3.14
Wall3 Center	0.0 0.0 0.0	Velocity	0.0 0.0 0.0	Omega	0.0 0.0	3.14
Wall4 Center	0.0 0.0 0.0	Velocity	0.0 0.0 0.0	Omega	0.0 0.0	3.14

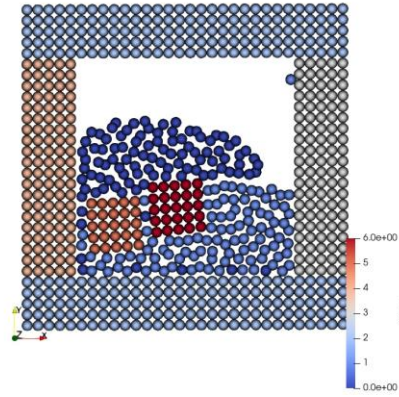
固体表面の
滑りやすさの設定

**固体表面に適用する
粘性係数を1/1000倍する**

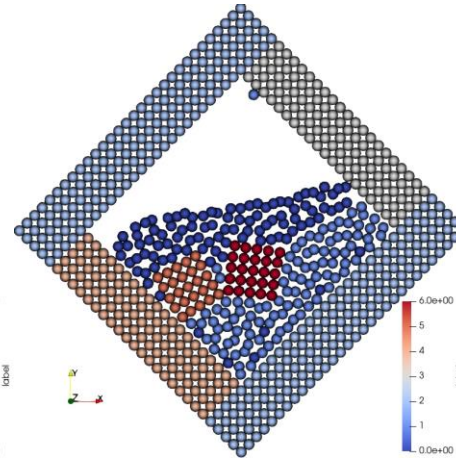
Trial 7: 固体を滑りやすくする



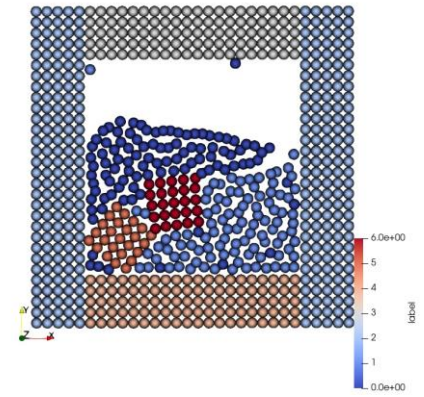
$t=0.25$ sec



$t=0.50$ sec



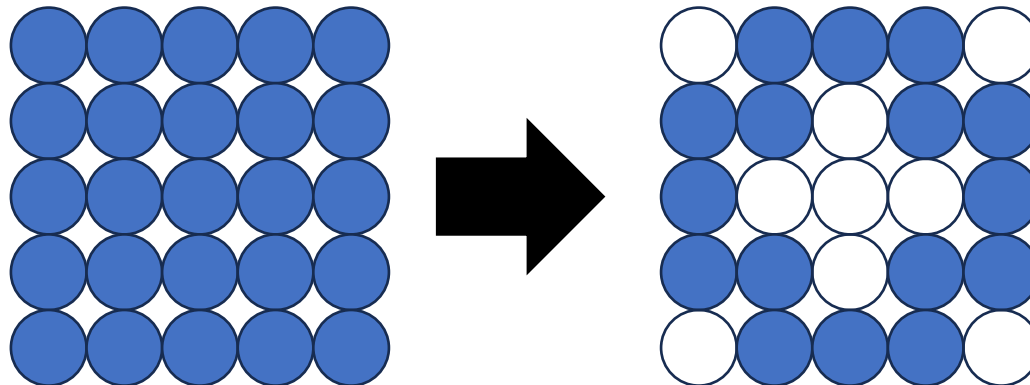
$t=0.75$ sec



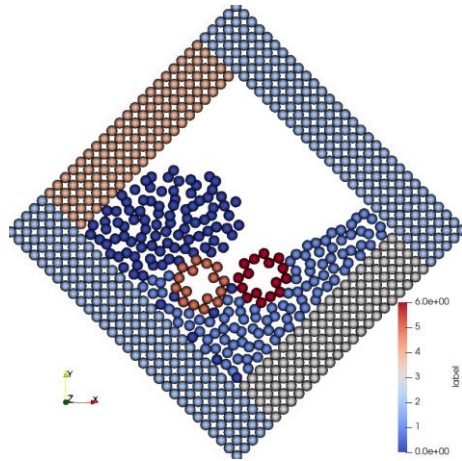
$t=1.00$ sec

Excelを使ってbox.gridを直接編集する

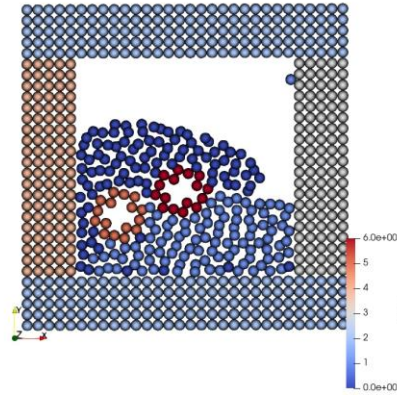
- (1)Excelを開く
- (2)開くメニューで、“すべてのファイル”にする
- (3)box.gridを開く
 - ・「コンマやタブなどの区切り文字によってフィールドごとに区切られたデータ」を選択
 - ・区切り文字としてスペースを選択
- (4)数字文字がきちんと見える状態になるようにセル横幅を調整する
- (5)不要な粒子の行を削除する
- (6)ファイル先頭の粒子数の情報を整合させる
- (7)上書き保存をする



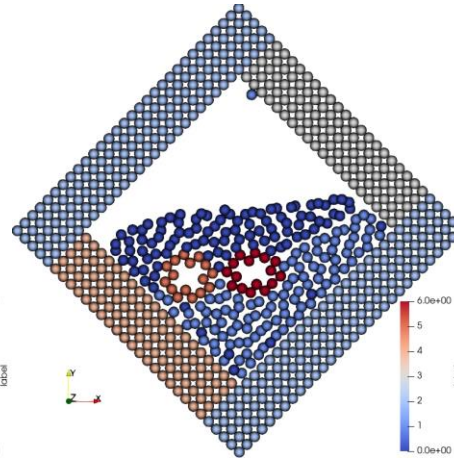
Trial 8: 固体の形状を編集する



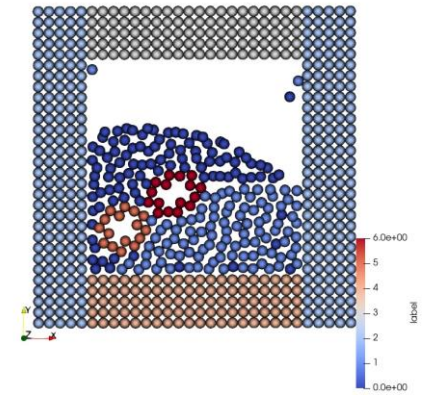
t=0.25 sec



t=0.50 sec



t=0.75 sec



t=1.00 sec

継続計算用のbox_cont.dataを用意

- (1) box.dataをコピーしてbox_cont.dataを作成
- (2) box_cont.dataを編集（次ページ）

実行スクリプトexecute.shを編集

- (3) execute.shが以下のようにになるように編集

```
.././source/MphImplicit box.data box.grid box%03d.prof box%03d.vtk box.log 1  
.././source/MphImplicit box_cont.data box1000.prof box%03d.prof box%03d.vtk box_cont.log 1
```

計算実行

- (4) `>./execute.sh`

可視化

- (5) Paraveiwでbox…vtxを再度開く

Trial 9:回転させた後、上下からつぶす

#####

Dt 1.0e-3
OutputInterval 1.0
VtkOutputInterval 1.0e-2
EndTime **2.0**
RadiusRatioA 3.5
RadiusRatioP 1.75
RadiusRatioV 3.5

box_cont.dataを編集

計算終了時刻を2.0秒までに延ばす

Density		1.0e+2	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus		1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity		2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion		0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN		1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK		1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN			1.0				
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK			1.0e+0				
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs			0.0				
SolidFaceMohrCoulombInterceptC			0.0				
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi			0.0				
SurfaceTension	0.000	5.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0

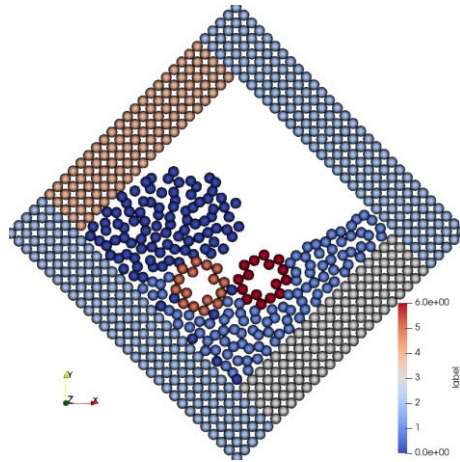
Gravity 0.0 **-9.8** 0.0

Wall2	Center	0.0	0.0	0.0	Velocity	0.0	0.0	0.0	Omega	0.0	0.0	0.0
Wall3	Center	0.0	0.0	0.0	Velocity	0.0	-0.02	0.0	Omega	0.0	0.0	0.0
Wall4	Center	0.0	0.0	0.0	Velocity	0.0	0.02	0.0	Omega	0.0	0.0	0.0

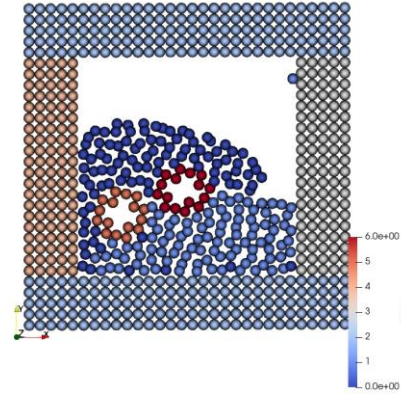
**壁を上下に動かす
回転をとめる**

壁の運動（並進/回転）

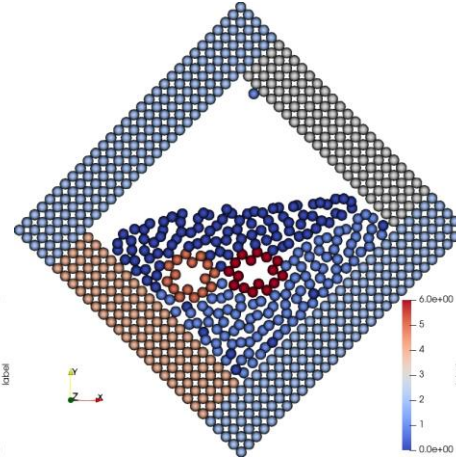
Trial 9:回転させた後、上下からつぶす



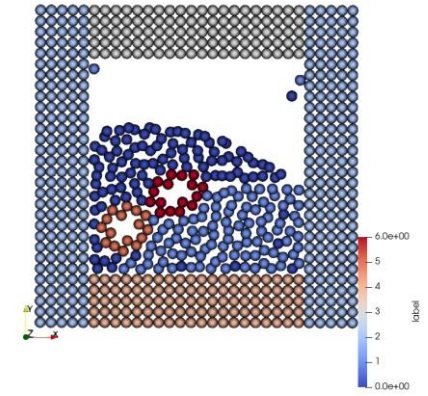
t=0.25 sec



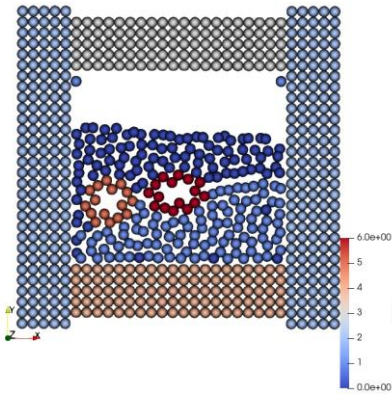
t=0.50 sec



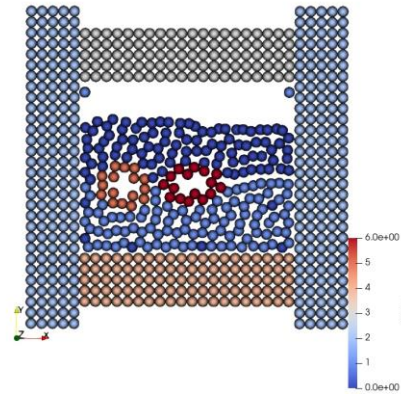
t=0.75 sec



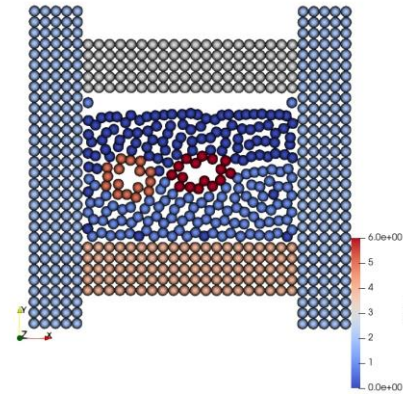
t=1.00 sec



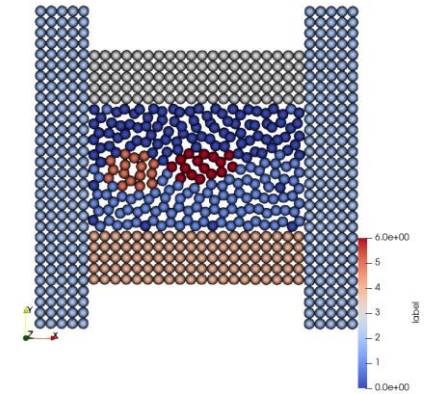
t=1.25 sec



t=1.50 sec



t=1.75 sec



t=2.00 sec

MphImplicitの 入力ファイル(まとめ)

20240126バージョン

MphImplicitの計算条件ファイル(*.data)

#####

Dt 1.0e-3 時間刻み幅
OutputInterval 1.0 リスタートファイル出力間隔
VtkOutputInterval 1.0e-2 計算結果出力間隔
EndTime 1.0 計算終了時刻
RadiusRatioA 3.5 各種影響半径
RadiusRatioP 1.75
RadiusRatioV 3.5

粒子種類で区別
0,1→流体、2,3,4→壁、5→固体
それぞれの物性値を設定

	流体0	流体1	壁2~4			固体5~
Density	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3
BulkModulus	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6	1.0e+6
BulkViscosity	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3	2.0e+3
BulkViscosityInExpansion	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBehaviorIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsistencyIndexK	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIndexMYs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombInterceptC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFrictionAnglePhi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

SolidFacePseudoplasticFlowBehaviorIndexN
SolidFacePseudoplasticFlowConsistencyIndexK
SolidFacePapanastasiouRegularizationIndexMYs
SolidFaceMohrCoulombInterceptC
SolidFaceMohrCoulombFrictionAnglePhi

1.0
1.0e+3
0.0
0.0
0.0

固体表面の
滑りやすさの設定

粒子種類別
表面張力

SurfaceTension	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0

重力

0.0 -1.0 0.0

粒子種類同士
の親和性

Wall2 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0 0.0
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0 0.0
Wall4 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0 0.0

壁の運動（並進/回転）

MphImplicitの初期粒子配置ファイル(*.grid)

初期時刻
粒子数

	粒子間隔	計算領域設定					
0		Xmin	Xmax	Ymin	Ymax	Zmin	Zmax
700	1.00E-02	-3.00E-01	3.00E-01	-3.00E-01	3.00E-01	-1.00E-01	1.00E-01

0	-9.50E-02	-9.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-9.50E-02	-8.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-9.50E-02	-7.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-9.50E-02	-6.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-9.50E-02	-5.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-9.50E-02	-4.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-9.50E-02	-3.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

種類 位置X 位置Y 位置Z 速度U 速度V 速度W 種類は 0,1→流体、2,3,4→壁、5～→固体

0	-9.50E-02	-1.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-9.50E-02	-5.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-9.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-8.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-7.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-6.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-5.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-4.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-3.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-2.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-1.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-8.50E-02	-5.00E-03	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-7.50E-02	-9.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
0	-7.50E-02	-8.50E-02	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

...

体積弾性率

体積ひずみが正の場合には、BulkModulusで指定した値
体積ひずみが負の場合には、ゼロ

体積粘性率

体積ひずみが正の場合には、BulkViscosityで指定した値
体積ひずみが負の場合には、BulkViscosityInExpansionで指定した値

粘性係数、固体表面粘性係数（固体のみで計算）

右式に従って計算、ただし、 p はビリアル圧力

$$\tau_y = c + p \tan \phi$$

$$\mu(\dot{\gamma}) = K \dot{\gamma}^{n-1} + \frac{\tau_y}{\dot{\gamma}} (1 - \exp(-m\dot{\gamma}))$$

粒子間粘性係数

調和平均により計算

$$\mu_{ij} = \frac{\mu_i + \mu_j}{2\mu_i\mu_j}$$

粒子種類が異なる場合の固体の粘性係数は、固体表面粘性係数におきかえる

親和性

粒子種類が異なる場合のみ、

CCP、DGPの重み関数にdataファイルで指定したInteractionRatioを乗算する
（固体を除き、同種間のInteractionRatioの入力値は使われない）

MPH papers (open access)

[1] Masahiro Kondo, Computational Particle Mechanics 8 (2021) 69-86.

<https://doi.org/10.1007/s40571-020-00313-w>

[2] 近藤雅裕, 松本純一, JSCES, Paper No. 20210006.

<https://doi.org/10.11421/jsces.2021.20210006>

[3] Masahiro Kondo, Takahiro Fujiwara, Issei Masaie, Junichi Matsumoto, Computational Particle Mechanics 9 (2022) 265-276.

<https://doi.org/10.1007/s40571-021-00408-y>

[4] Masahiro Kondo, Junichi Matsumoto, Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering 385 (2021) 114072.

<https://doi.org/10.1016/j.cma.2021.114072>

[5] 近藤雅裕, 松本純一, JSCES, Paper No. 20210016.

<https://doi.org/10.11421/jsces.2021.20210016>

[6] Masahiro Kondo, Junichi Matsumoto, Tomohiro Sawada, Computational Particle Mechanics (2024) 511-527

<https://doi.org/10.1007/s40571-023-00636-4>

[7] Masahiro Kondo, Sui Satomi, Ryo Yokoyama, Shunichi Suzuki, Kentaro Akasaki, Computers and Geotechnics 176 (2024) 106759.

<https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2024.106759>

MPH programs (open source)

<https://github.com/Masahiro-Kondo-AIST/MphExplicit>

<https://github.com/Masahiro-Kondo-AIST/MphImplicit>

Thank you!