

# Mphlmplicit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 <a href="https://github.com/Masahiro-Kondo-AIST/Mphlmplicit">https://github.com/Masahiro-Kondo-AIST/Mphlmplicit</a> -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一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

#### <u>----sourceのメインプログラムのコンパイル----</u>

- > cd source
- > make
- → sourceフォルダ内に**MphImplicit**が生成される

```
Mphlmplicit
```

|----generator

|----GeneratorForMph

|----results

----source

|----MphImplicit



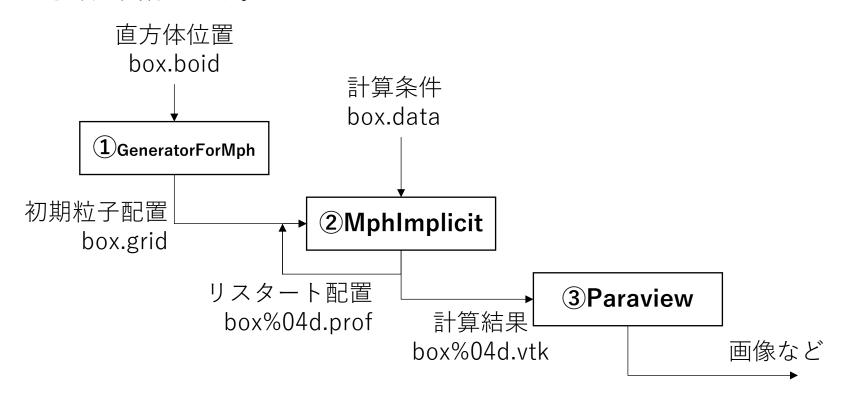
# 粒子生成→実行→可視化

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
```

```
Mphlmplicit
```

|----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

Mphlmplicit

|----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

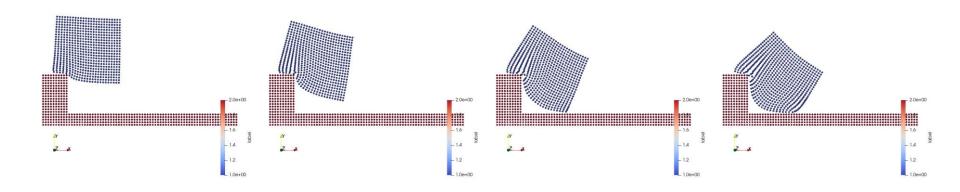
```
フォルダ構成
MphImplicit
|----generator
|----results
|----SquareDrop
|----box000.vtk, box025.vtk, box050.vtk, …
|----source
```

----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





# Mphlmplicitの 入力ファイル

20241013バージョン



# Multiphase…の実行

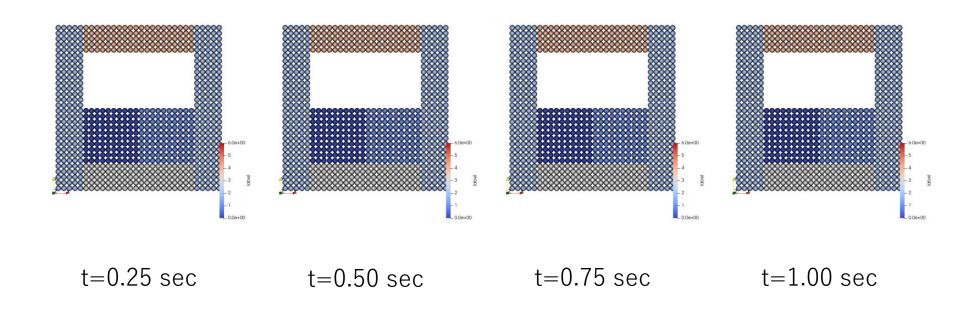
```
フォルダ構成
MphImplicit
|----generator
|----results
|----Multiphase…
|----source
```

- 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



## MphImplicitの計算条件ファイル(\*.data)



######									ともに挑む。つぎ	を創る。
	0e-3		刻み幅							
•	0		タートファイ			粒子種	<b>麺類で区別</b>			
•	0e-2		結果出力間隔	ī ]			→流体、2,3,	4→壁、5~-	→固体	
	0		終了時刻				ごれの物性値		ш	
RadiusRatioA 3	3.5	各種	影響半径					C H/V/C		
	75		流体0	流体1	壁2~	-4			固体5~	
RadiusRatioV 3	3.5	ı			1 ———					7
Density			1.0e+3	1.0e+3	1.0e+3	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	3 2	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	
PseudoplasticFlowBehavio	rIndexN		1.0	1.0	1.0	-	1.0	1.0	1.0	
PseudoplasticFlowConsiste	encyIndex	K	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	) [	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+3	
PapanastasiouRegularization	onIndexM	Ys	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	
MohrCoulombFrictionAngle	ePhi		0.0	0.0	0.0	(	0.0	0.0	0.0	
SolidFacePseudoplasticFlo	wBehavio	rIndex	N	1.0						
SolidFacePseudoplasticFlo	wConsist	encyln	dexK	1.0e+3	固体表	画の				
SolidFacePapanastasiouRe	egularizati	onInde	xMYs 0.0		滑りやす		走	₩土 →	<b>1千</b> 华五 口山	
SolidFaceMohrCoulombInte	erceptC			0.0	/ / /				種類別	
SolidFaceMohrCoulombFrie	ctionAngle	ePhi		0.0				<b>表</b> 国	国張力	
SurfaceTension		0.00	0.00	0.0	00	0.000	0.000	0.00	0	
InteractionRatio(Fluid0)	Ī	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	粒子種類	類同士
InteractionRatio(Wall3)		0.0	0.0	0.0		1.0	0.0	0.0	の親続	和性
InteractionRatio(Wall4)	<sub>=</sub>	0.0	0.0	0.0		0.0	1.0	0.0		
InteractionRatio(Solid)	重力	0.0	0.0	0.0		0.0	0.0	1.0		
	1.0 0.0									
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity		_	0.0 0.0 0.0						
Wall3   Center 0.0 0.0 0.0	Velocity		_	0.0 0.0 0.0	時の事制	(並進/	(回走)			
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	(业進/	凹			10
										. ≺

# MphImplicitの初期粒子配置ファイル(\*.grid)



初期時刻
粒子数

計算領域設定

م د کتاب		1 7 1 15 C	~ · ·			_	_		
0	粒子間隔	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	種類は		
0	-9.50E-02	-3.50E-02	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00	0.00E + 00		0 0 4 D <sup>±</sup>	
種類	位置₹ -02	位置YE-02	位 <b>藁Z</b> +00	速度 🛮 🗕 00	速度1400	速度W_00	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			
• • •									

#### Trial 1:壁を回転させる



######							ともに挑む。つぎを創
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
PseudoplasticFlowBehavi	orIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsis	tencyIndexK	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 3
PapanastasiouRegulariza	tionIndexMYs	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
MohrCoulombFrictionAng		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticF			1.0				
SolidFacePseudoplasticF	•		1.0e + 3				
SolidFacePapanastasiouF	•	MYs	0.0				
SolidFaceMohrCoulomblr	•		0.0				
SolidFaceMohrCoulombF			0.0				
SurfaceTension	0.000		0.000				1
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	
<u> </u>	-1.0 0.0	0.0	000011	1 4小月日 / 一 丛	ᄕᇚᆂᆂᇃ	2. 各油中2	た砂中
Wall2   Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0	i.u Umega U	.0 0.0 <b>3.14</b>	1秒間に当	⊢凹転りる	7 円还烃(	乙议处

Omega 0.0 0.0 **3.14** 

Omega 0.0 0.0 **3.14** 

Wall3

Wall4

Center 0.0 0.0 0.0

Center 0.0 0.0 0.0

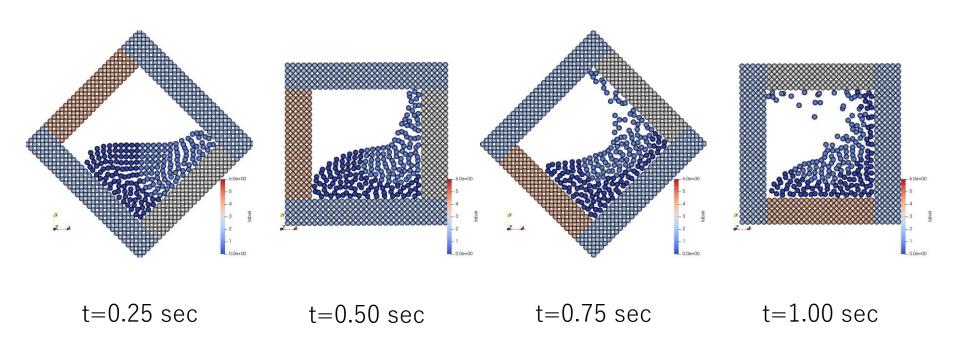
Velocity 0.0 0.0 0.0

Velocity 0.0 0.0 0.0

L杪間に半回転する用速度を設定

## Trial 1:壁を回転させる





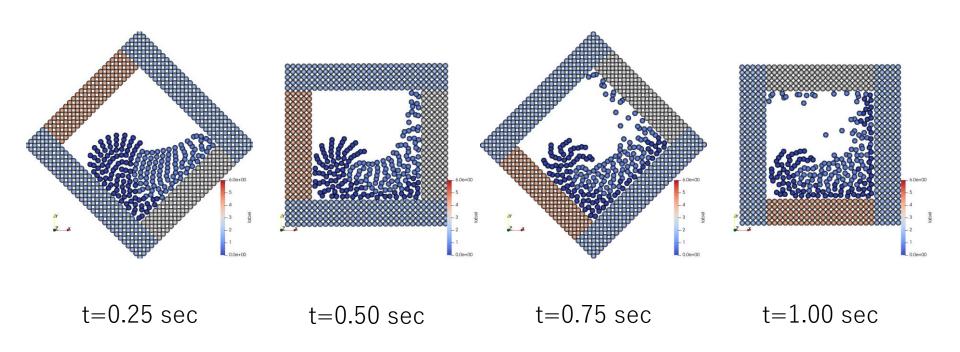
### Trial 2:流体0の密度を下げる



######							ともに挑む。つぎ
Dt	1.0e-3						
OutputInterval	1.0						
VtkOutputInterval	1.0e-2						
EndTime	1.0						
RadiusRatioA	3.5		流体0の密	宮度を1/1	0倍する		
RadiusRatioP	1.75	流体0		,			
RadiusRatioV	3.5	//IL PT-10	1				
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
PseudoplasticFlowBehavi	orIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsis	tencyIndexK	1.0e + 0	1.0e+0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 3
PapanastasiouRegularizat	tionIndexMYs	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
MohrCoulombFrictionAng		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFl			1.0				
SolidFacePseudoplasticFl	•		1.0e + 3				
SolidFacePapanastasiouR	_	xMYs	0.0				
SolidFaceMohrCoulombIn	•		0.0				
SolidFaceMohrCoulombFr	_		0.0				
SurfaceTension	0.00				0.000		)
InteractionRatio(Fluid0)	1.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	1.0		0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall2)	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0		1.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0		0.0	1.0	0.0	
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
,	-1.0 0.0						
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0	_	a 0.0 0.0 <b>3.14</b>				
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0	,	_	a 0.0 0.0 <b>3.14</b>				
Wall4 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0	U.U Umeg	a 0.0 0.0 <b>3.14</b>				

## Trial 2:流体0の密度を下げる





#### Trial 3:流体1に表面張力を導入



######							ともに挑む。つ
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
BulkViscosityInExpansio	n	0.0e + 3	0.0e + 3	0.0e + 3	0.0e + 3	0.0e + 3	0.0e + 3
PseudoplasticFlowBehav	/iorIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsi	stencyIndexK	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 3
PapanastasiouRegulariza	ationIndexMYs	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
MohrCoulombFrictionAn	glePhi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticl	FlowBehaviorIndexN		1.0				
SolidFacePseudoplasticl	FlowConsistencyInde	exK	1.0e + 3				
SolidFacePapanastasiou	RegularizationIndex	MYs	0.0			ルナラ	4壬 米五 ロボ
SolidFaceMohrCoulombl	nterceptC		0.0 法体1	の主西廷	+ たらにっ		種類別
SolidFaceMohrCoulombl			0.0	の表面張			面張力
SurfaceTension	0.000			0.000			0
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	
,	0 -1.0 0.0						
Wall2 Center 0.0 0.0 0.	,	_	0.0 0.0 <b>3.14</b>				
Wall3 Center 0.0 0.0 0.	O Velocity 0.0 0.0 0	J.U Umega (	0.0 0.0 <b>3.14</b>				

Omega 0.0 0.0 **3.14** 

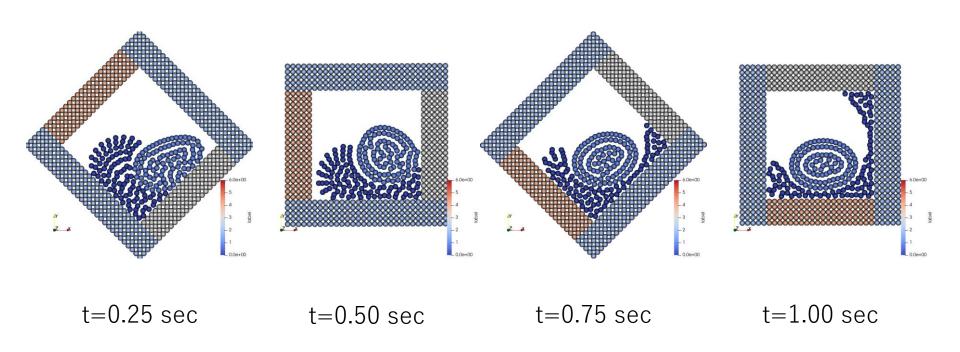
Wall4

Center 0.0 0.0 0.0

Velocity 0.0 0.0 0.0

## Trial 3:流体1に表面張力を導入





#### Trial 4:壁や固体を親水性にする



######						,	ともに挑む。つぎを創る。
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
PseudoplasticFlowBehaviorInd		1.0	1.0	1.0	1.0		1.0
PseudoplasticFlowConsistency	=	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0		1.0e+3
PapanastasiouRegularizationIn	ıdexMYs	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	0.0
SolidFacePseudoplasticFlowBe			1.0				
SolidFacePseudoplasticFlowCo	=		1.0e+3				
SolidFacePapanastasiouRegula		VIYS	0.0				
SolidFaceMohrCoulombInterce	•		0.0				
SolidFaceMohrCoulombFriction SurfaceTension	nAnglePhi 0.000	5.000	0.0	0.000	0.000	0.000	
InteractionRatio(Fluid0)		0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	$\neg$
InteractionRatio(Fluid1)	1.0 0.0	1.0	1.0	1.0	1.0	0.0 <b>1.0</b>	
InteractionRatio(Fluid1)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	  粒子種類同士
InteractionRatio(Wall3)	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	松丁惶短門工  の親和性
InteractionNatio(Wall3) InteractionRatio(Wall4)	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	マノ 不九 (1円 )工
InteractionRatio(Solid)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
Gravity 0.0 -1.0 (						の組和性	」 た1にする

Gravity 0.0 -1.0 0.0

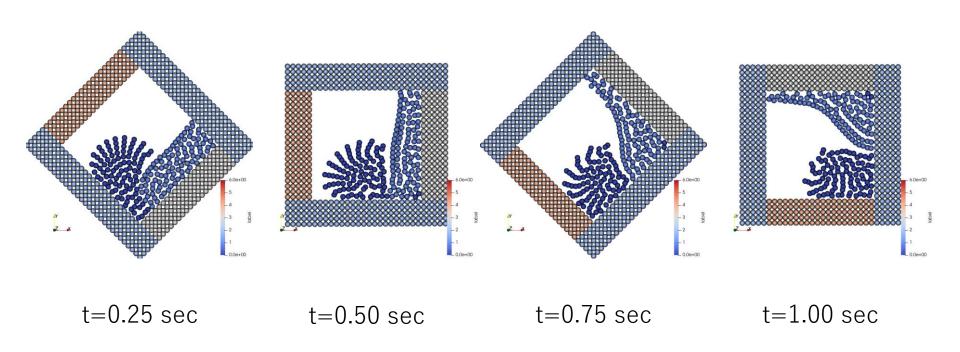
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0 Omega 0.0 0.0 **3.14** 

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





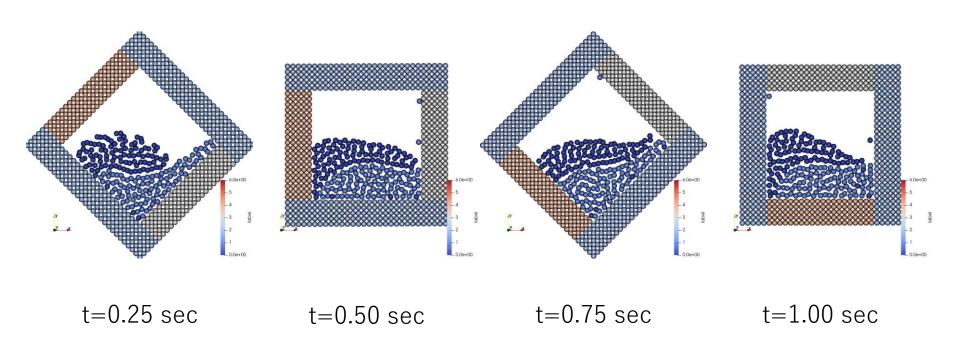
#### Trial 5:重力を大きくする



######								ともに挑む。つぎ
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	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	า	0.0e + 3	0.0e	+3	0.0e + 3	0.0e + 3	0.0e + 3	0.0e + 3
PseudoplasticFlowBehav	riorIndexN	1.0	1.0		1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsi	stencyIndexK	1.0e + 0	1.0e	+0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 3
PapanastasiouRegulariza	ationIndexMYs	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
MohrCoulombFrictionAng	glePhi	0.0	0.0		0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticF	- lowBehaviorInde	κN	1.0					
SolidFacePseudoplasticF	- FlowConsistencyIn	ıdexK	1.0e	+3				
SolidFacePapanastasiou	RegularizationInde	exMYs	0.0					
SolidFaceMohrCoulombl	nterceptC		0.0					
SolidFaceMohrCoulombF	_		0.0					
SurfaceTension	0.00	.00	5.000	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)	重力 0.0		0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	
InteractionRatio(Solid)—	<u> </u>	H # 0 0	0.0	<u>=</u> Ω.0	0.0	0.0	1.0	
	) <b>-9.8</b> 0.0 <b>重</b>		m/s²に	汉化				
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0	,		ega 0.0 0.0					
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0	,		ega 0.0 0.0					
Wall4 Center 0.0 0.0 0.0	) Velocity 0.0 0.0	)	ega 0.0 0.0	3.14				

### Trial 5:重力を大きくする





#### Trial 6:固体を追加する



#### <u>手順1:box.boidを編集</u>

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

をbox.boidの末尾に挿入する

<u>手順2:GeneratorForMphを再実行</u>

>./generate.sh

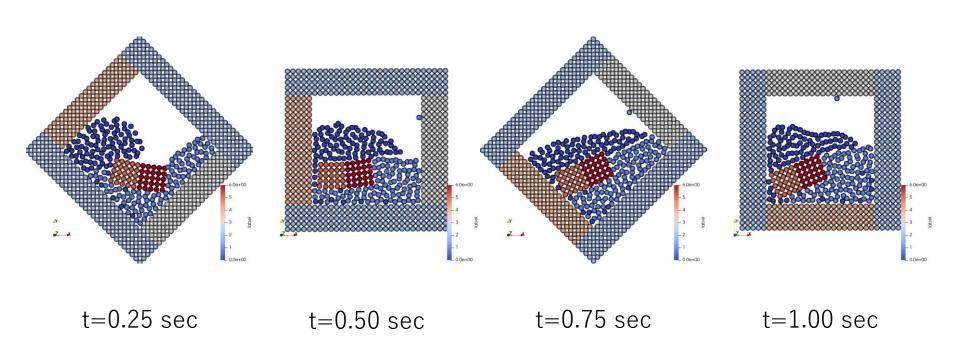
手順3:確認

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





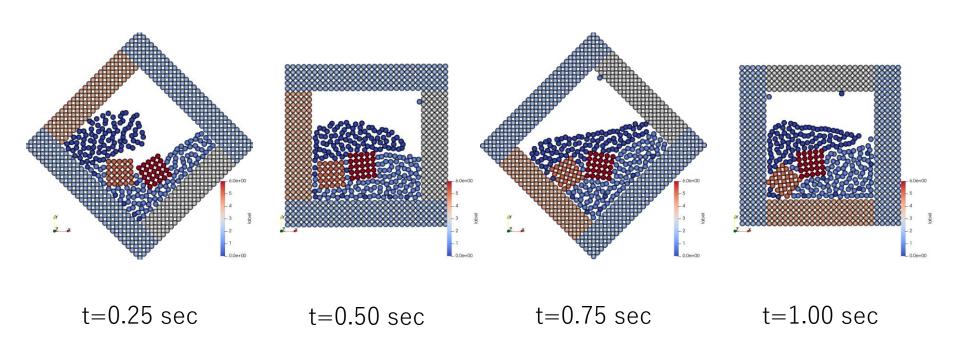
### Trial 7:固体を滑りやすくする



######							ともに挑む。つぎを創
	1.0e-3						
	1.0						
•	1.0e-2						
•	1.0						
	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
PseudoplasticFlowBehavi	orIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowConsis <sup>a</sup>	tencyIndexK	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 0	1.0e + 3
PapanastasiouRegularizat		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
MohrCoulombFrictionAngl		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplasticFl			1.0		田体丰	一一一	士ス
SolidFacePseudoplasticFl		<u> </u>	1.0e+0	固体表面の		面に適用	
SolidFacePapanastasiouR	_	/IYs	0.0	骨りやすさの説	定粘性係	数を1/10	)00倍する
SolidFaceMohrCoulombIn	-		0.0			,	
SolidFaceMohrCoulombFr	_		0.0				_
SurfaceTension	0.000	5.000					0
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	
,	<b>-9.8</b> 0.0	0 0 0	0000314				
Wall2 Center 0.0 0.0 0.0 Wall3 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.1		0.0 0.0 <b>3.14</b>				
Wall3 Center 0.0 0.0 0.0 Wall4 Center 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.0 0.0 0.0 Velocity 0.0 0.0 0.0	_	0.0 0.0 <b>3.14</b> 0.0 0.0 <b>3.14</b>				
vvali4 Cerrier 0.0 0.0 0.0	velocity 0.0 0.0 0.	o omega o	7.0 0.0 <b>3.14</b>				0=

## Trial 7:固体を滑りやすくする



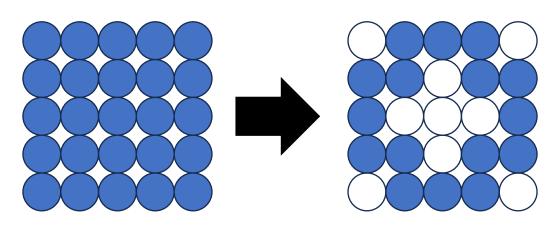


#### Trial 8:固体の形状を編集する



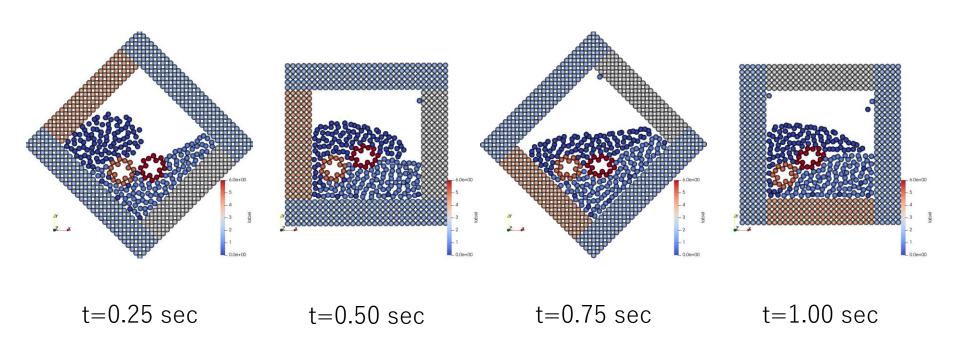
#### Excelを使ってbox.gridを直接編集する

- (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





#### Trial 9:回転させた後、上下からつぶす



#### 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….vtkを再度開く

#### Trial 9:回転させた後、上下からつぶす



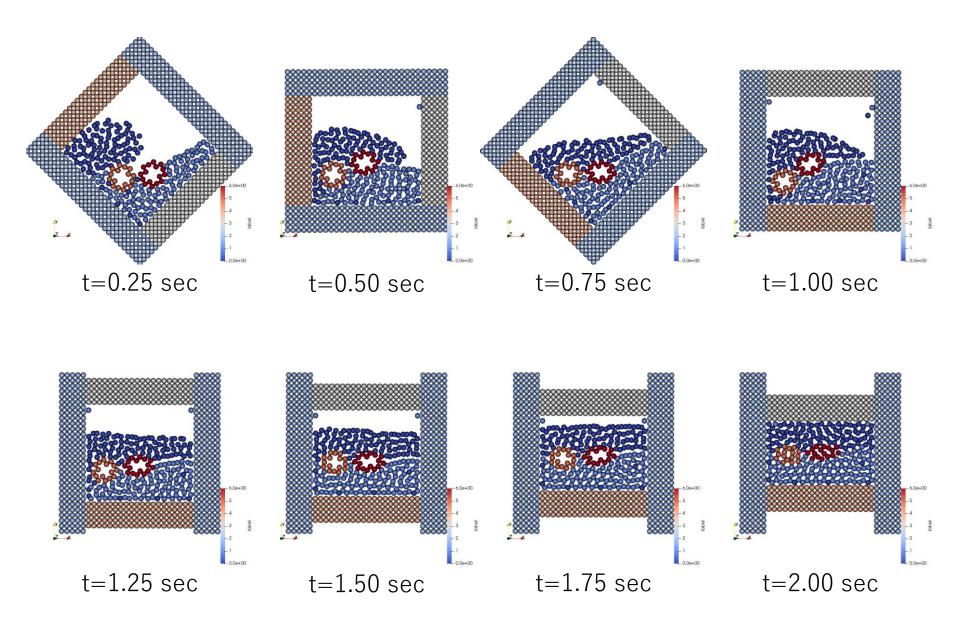
######										7				ともに挑	む。つぎを創
Dt		1.0e-3		box	cor	ıt.da	itaを	編集							
OutputInter		1.0			_			1,1,1,2,1,4		J					
VtkOutputIn		1.0e-2						_		_					
EndTime		2.0 冒	<b>-算</b> 終	<b>经了</b> 服	寺刻を	2.0	妙まっ	でに	延ば、	す					
RadiusRatio	Α	3.5													
RadiusRatio	Р	1.75													
RadiusRatio	V	3.5													
Density				1.0e-	+2	1.0e+	-3	1.0e+	-3	1.0e⊣	⊦3	1.0e+	-3	1.0e⊣	-3
BulkModulu	S			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					⊦3	0.0e+	-3	0.0e +	-3	0.0e⊣	⊦3	0.0e +	-3	0.0e⊣	-3
Pseudoplast	ticFlowBehavid	orIndexN		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0	
Pseudoplast	ticFlowConsist	encyIndexK		1.0e-	<b>⊢</b> 0	1.0e+	-0	1.0e+	-0	1.0e⊣	<b>⊢</b> 0	1.0e+		1.0e⊣	-3
Papanastas	iouRegularizat	ionIndexMY	3		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0
	nbInterceptC			0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
	nbFrictionAngl			0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	
	seudoplasticFlo					1.0									
	seudoplasticFlo		_			1.0e⊣	-0								
	apanastasiouR	_	ıIndex	MYs		0.0									
	ohrCoulombInt	•				0.0									
	ohrCoulombFr	ictionAngleF				0.0									
SurfaceTens			0.000		5.000	)	0.000		0.000		0.000		0.000		
InteractionR	,		1.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		
InteractionR			0.0		1.0		1.0		1.0		1.0		1.0		
InteractionR	•		0.0		0.0		1.0		0.0		0.0		0.0		
InteractionR			0.0		0.0		0.0		1.0		0.0		0.0		
InteractionR	•		0.0		0.0		0.0		0.0		1.0		0.0		
InteractionR			0.0		0.0		0.0		0.0	. —	0.0		1.0		
Gravity		<b>-9.8</b> 0.0							壁を	上卜	に動	かす			
	ter 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.		0.0	Omeg				回転	をと	める				
Wall3 Cen	ter 0.0 0.0 0.0	Velocity 0.	U <b>-0.0</b> 2	2 0.0	Omega	a U.U 0	.0 0.0	D# -		\/\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\\	¬+-\				

壁の運動(並進/回転)

Wall4 | Center 0.0 0.0 0.0 | Velocity 0.0 | **0.02** 0.0 | Omega 0.0 0.0 | **0.0** 

### Trial 9:回転させた後、上下からつぶす







# Mphlmplicit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)



######							ともに挑む。つぎを創る。
Dt	1.0e-3	<b></b> 間刻み幅					
OutputInterval		「スタートファ <i>・</i>		*	子種類で区別		
VtkOutputInterval	1.0e-2	算結果出力間	隔		),1→流体、2,3,	4→壁、5~→	·固体
EndTime		算終了時刻			れぞれの物性値		ш.
RadiusRatioA	3.5 套	<b>於種影響半径</b>			- C 1 1/3 1 - 1	- C #XX	
RadiusRatioP	1.75	流体0	流体1	壁2~4			固体5~
RadiusRatioV	3.5	<i>///</i> 1014-0	1				
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
BulkViscosityInExpans	ion	0.0e+3	0.0e+3	0.0e+3	0.0e + 3	0.0e+3	0.0e+3
PseudoplasticFlowBeh	naviorIndexN	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
PseudoplasticFlowCor	ısistencyIndexK	1.0e+0	1.0e+0	1.0e+0	1.0e + 0	1.0e+0	1.0e+3
PapanastasiouRegular	izationIndexMYs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombIntercep	tC	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
MohrCoulombFriction <i>F</i>	∖nglePhi	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SolidFacePseudoplast			1.0				
SolidFacePseudoplast	icFlowConsistency	/IndexK	1.0e+3	固体表面の	D		
SolidFacePapanastasi	_	ıdexMYs	0.0	滑りやすさの		粒子種	后米石 <b>只</b> 儿
SolidFaceMohrCoulom			0.0			表面	
SolidFaceMohrCoulom			0.0				
SurfaceTension		.000 0.0					
InteractionRatio(Fluid(	· ·	.0 0.0			0.0	0.0	
InteractionRatio(Fluid:	′	.0 1.0		0.0	0.0	0.0	
InteractionRatio(Wall2	′	.0 0.0			0.0	0.0	粒子種類同士
InteractionRatio(Wall3	′	.0 0.0		1.0	0.0	0.0	の親和性
InteractionRatio(Wall4	′ <del>=</del> + 1	.0 0.0		0.0	1.0	0.0	
InteractionRatio(Solid)		.0 0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
,	0.0 -1.0 0.0			1			
Wall2 Center 0.0 0.0	0.0 Velocity 0.0 (	J.U 0.0 Omeg	a 0.0 0.0 0.0				

Omega 0.0 0.0 0.0

Omega 0.0 0.0 0.0

壁の運動(並進/回転)

Velocity 0.0 0.0 0.0

Velocity 0.0 0.0 0.0

Wall3

Wall4

Center 0.0 0.0 0.0

Center 0.0 0.0 0.0

35

# MphImplicitの初期粒子配置ファイル(\*.grid)



初期時刻
粒子数

計算領域設定

177 7 20		H 1 2 1 10 ( 12 N H.							l.
0	粒子間隔	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	種類は		
$\cap$	ひ だしに しろ	<b>う ドリロ い</b> し	$\cup$	$\cup$	$\cup$	$\cup$			
種類	位置X	位置Y	位置Z	速度U	速度V	速度W	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			
• • •									

#### 体積粘性率、粘性係数、親和性などの詳細仕様



#### 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  $\mu_{ij} = \frac{\mu_i + \mu_j}{2\mu_i \mu_j}$ 調和平均により計算

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IntaractionRatio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/MphExplicithttps://github.com/Masahiro-Kondo-AIST/MphImplicithtps://github.com/Masahiro-Kondo-AI

