

interFoam

VOF (volume of fluid) 体積割合に基づいた界面捕獲法による不混和流体の非圧縮性・等温 2 相流用ソルバ

Tutorials

damBreak

/tutorials/multiphase/interFoam/laminar/damBreak

1. Files

No.	フォルダ	ファイル	備考
1	0	U	境界条件・初期条件(速度)
2		alpha1	相比率 (the phase fraction )
3		alpha1.org	alpha1 のリセット用ファイル (alpha1 の初期状態と同じ)
4		p_rgh	境界条件・初期条件(静圧ではない。File Details の注釈を参照)
5	constant	dynamicMeshDict	*****
6		g	
7		transportProperties	
8		turbulenceProperties	
9	constant/polyMesh	blockMeshDict	blockMesh 用入力ディクショナリ
10		boundary	blockMesh 実行時に生成されるファイル
11		faces	blockMesh 実行時に生成されるファイル
12		neighbour	blockMesh 実行時に生成されるファイル
13		owner	blockMesh 実行時に生成されるファイル
14		points	blockMesh 実行時に生成されるファイル

15	system	controlDict	
16		decomposeParDict	
17		fvSchemes	
18		fvSolution	
19		setFieldsDict	

## 2. File Details

No. 1	U	class	volVectorField	object	U
No.	パラメーター			デフォルト	備考
1	dimensions			[0 1 -1 0 0 0 0] ※[m/s]	領域の次元。[(1) (2) (3) (4) (5) (6) (7)] (1):質量 キログラム (kg) (2):長さ メートル (m) (3):時間 秒 (s) (4):温度 ケルビン (K) (5):物理量 モル (mol) (6):電流 アンペア (A) (7):光度 カンデラ (cd)
2	internalField			uniform (0 0 0) ※領域内で一様	内部領域の値。非一様の場合は、nonuniform <List> を用いることができる。
3	boundaryField	leftWall	type	fixedValue ※物理量 $\Phi$ の値が一定	パッチの基本型 (Primitive patch field type ) fixedValue, fixedGradient, zeroGradient, calculated, mixed, directionMixed の6種類がある (UserGuide 表 5.3)。

					パッチの派生型 (Derived patch field type) でも可 (UserGuide 表 5.4)。ただし、boundary ファイルにおいてパッチの基底型 (Basic patch type) が使用された場合はその基底型とする (UserGuide 表 5.2)。
4			value	uniform (0 0 0)	
5		rightWall	type	fixedValue	
6			value	uniform (0 0 0)	
7		lowerWall	type	fixedValue	
8			value	uniform (0 0 0)	
9		atmosphere	type	pressureInletOutletVelocity	パッチの派生型。fixedValue から派生。pressureInletVelocity (流入口の p が分かっているとき、U は、流量から評価され、パッチはノーマル。) と、inletOutlet (U の向きによって fixedValue と zeroGradient の間で U と p を切り替える。[Switches U and p between fixedValue and zeroGradient depending on direction of U.] の組み合わせ。
10			value	uniform (0 0 0)	
11		defaultFaces	type	empty ※二次元形状の前後の面	パッチの基底型

\*パッチの派生型に関する説明は、ソースコードにも記載されている。

ソースコードは、[~\$ find \$FOAM\_SRC -name “\*<パッチ名>\*”]または[~\$ find \$FOAM\_SOLVERS -name “\*<パッチ名>\*”]で検索。

No. 2	alpha1	class	volScalarField	object	alpha
-------	--------	-------	----------------	--------	-------

No.	パラメーター			デフォルト	備考
1	dimensions			[0 0 0 0 0 0] ※無次元	
2	internalField			uniform 0 ※領域内で一様	setFields によって internalField の値を設定し直すことができる。 internalField nonuniform List<scalar> 2268 ※セル数 ( 1 0 and more となる。
3	boundaryField	leftWall	type	zeroGradient	boundaryField は setFields では変更されない。
4		rightWall	type	zeroGradient	
5		lowerWall	type	zeroGradient	
6		atmosphere	type	inletOutlet	
7			inletvalue	uniform 0	
8			value	uniform 0	
9		defaultFaces	type	empty	

No. 3	alpha1.org	class	volScalarField	object	alpha
-------	------------	-------	----------------	--------	-------

\*alpha1.org は alpha1 のリセット用ファイル (alpha1 の初期状態と同じ)

No. 4	p_rgh	class	volScalarField	object	p_rgh
No.	パラメーター			デフォルト	備考
1	dimensions			[1 -1 -2 0 0 0]	単位系については下記注釈を参照。

				※[kg/m·s <sup>2</sup> ]	
2	internalField			uniform 0	
3	boundaryField	leftWall	type	buoyantPressure	派生型。 Description : Set the pressure gradient boundary condition appropriately for buoyant flow. If the variable name is "pd" assume it is p - rho*g,h and set the gradient appropriately. Otherwise assume the variable is the static pressure.
4			value	uniform 0	
5		rightWall	type	buoyantPressure	
6			value	uniform 0	
7		lowerWall	type	buoyantPressure	
8			value	uniform 0	
9		atmosphere	type	totalPressure	派生型。全圧 $p_0 = p + 1/2 \rho  U ^2$ は固定。U が変わるとそれに従い p も調整される。
10			p0	uniform 0	Total pressure
11			U	U	the velocity field
12			phi	phi	the flux transporting the field
13			rho	rho	the density field used to normalize the mass flux
14			psi	none	the compressibility field used to calculate the wave speed
15			gamma	1	Heat capacity ratio
16			value	uniform 0	*****
17		defaultFaces	type	empty	

\*OpenFoam1.7 [release notes]の p\_rgh に関する記述

### Modifications to multiphase and buoyant solvers

- Multiphase and buoyant flow solvers now solve for  $P_{rgh} = P - \rho g \cdot X$ , rather than the static pressure p. This change is to avoid deficiencies in the handling of the pressure force / buoyant force balance on non-orthogonal and distorted meshes.
- Improvements to boundary conditions and pressure referencing in closed domains have been developed to avoid the problems encountered in previous attempts to decompose pressure for buoyant flow.
- The following solvers have been modified for p\_rgh: fireFoam buoyantBoussinesqPimpleFoam, buoyantBoussinesqSimpleFoam, buoyantPimpleFoam, buoyantSimpleFoam, chtMultiRegionFoam, chtMultiRegionSimpleFoam, compressibleInterDyMFoam, compressibleInterFoam, interDyMFoam, porousInterFoam, MRFInterFoam, **interFoam**, interPhaseChangeFoam, multiphaseInterFoam, settlingFoam, twoLiquidMixingFoam.

No. 5	dynamicMeshDict	class	dictionary	object	dynamicMeshDict
No.	パラメーター		デフォルト		備考
1	dynamicFvMesh		staticFvMesh		

\*おそらく、interDyMFoam 用の移動メッシュ設定 Dictionary。なくても interFoam は正常に動作する。

No. 6	g	class	uniformDimensionedVectorField	object	g
No.	パラメーター		デフォルト		備考
1	dimensions		[0 1 -2 0 0 0] ※[m/s <sup>2</sup> ]		
2	value		( 0 -9.81 0 )		(x y z)

\*uniformDimensionedVectorField は領域全体にわたって一様

No. 7	transportProperties	class	dictionary	object	transportProperties
No.	パラメーター		デフォルト		備考

1	phase1 ※液相	transportModel		Newtonian ※線形粘性流れモデル。Newton 流体。	非圧縮性流れ用輸送モデル – incompressible TransportModels. UserGuide 表 3.10 参照
2		nu		nu [ 0 2 -1 0 0 0 0 ] 1e-06 ※単位[m <sup>2</sup> /s]	動粘性係数
3		rho		rho [ 1 -3 0 0 0 0 0 ] 1000 ※単位[kg/m <sup>3</sup> ]	密度
4		CrossPowerLawCoeffs	nu0	nu0 [ 0 2 -1 0 0 0 0 ] 1e-06	Cross Power 低非線形粘性モデルにおいて 使用される。transportModel において CrossPowerLaw を設定しないと使用されな い(削除可)。
5			nuInf	nuInf [ 0 2 -1 0 0 0 0 ] 1e-06	
6			m	m [ 0 0 1 0 0 0 0 ] 1	
7			n	n [ 0 0 0 0 0 0 0 ] 0	
8		BirdCarreauCoeffs	nu0	nu0 [ 0 2 -1 0 0 0 0 ] 0.0142515	Bird-Carreau 非線形粘性モデルにおいて使 用される。transportModel において BirdCarreau を設定しないと使用されな い(削除可)。
9			nuInf	nuInf [ 0 2 -1 0 0 0 0 ] 1e-06	
10			k	k [ 0 0 1 0 0 0 0 ] 99.6	
11			n	n [ 0 0 0 0 0 0 0 ] 0.1003	
12	phase2 ※気相	transportModel		Newtonian	phase1(液相)と同じ
13		nu		nu [ 0 2 -1 0 0 0 0 ] 1.48e-05	
14		rho		rho [ 1 -3 0 0 0 0 0 ] 1	

15		CrossPowerLawCoeffs	nu0	nu0 [ 0 2 -1 0 0 0 ] 1e-06	
16			nuInf	nuInf [ 0 2 -1 0 0 0 ] 1e-06	
17			m	m [ 0 0 1 0 0 0 ] 1	
18			n	n [ 0 0 0 0 0 0 ] 0	
19		BirdCarreauCoeffs	nu0	nu0 [ 0 2 -1 0 0 0 ] 0.0142515	
20			nuInf	nuInf [ 0 2 -1 0 0 0 ] 1e-06	
21			k	k [ 0 0 1 0 0 0 ] 99.6	
22			n	n [ 0 0 0 0 0 0 ] 0.1003	
23	sigma			sigma [ 1 0 -2 0 0 0 ] 0.07 ※単位[N/m] ([kg/s <sup>2</sup> ])	2相間の表面張力

No. 8	turbulenceProperties	class	dictionary	object	turbulenceProperties
No.	パラメーター		デフォルト		備考
1	simulationType		laminar ※層流		LESModel (LES モデル) RASModel (乱流モデル) laminar (層流モデル) の3種類から選択。 laminar (層流モデル)の場合は特に追加ファイルは必要なし。 RASModel (乱流モデル)の場合は constant/RASProperties ファイルが必要。 LESModel (乱流モデル)の場合は constant/LESProperties ファイルが必要。

\*ソルバによって、turbulenceProperties + RASProperties で乱流を指定するもの (interFoam) と、ファイルは RASProperties のみで乱流を指定するもの (simpleFoam) がある。**それらの違いは不明**。RASProperties で層流を指定することもできる。





				種類	説明	追加エントリ
				arc	円弧	円弧状の一点
				simpleSpline	スプライン曲線	補間点リスト
				polyLine	線群	補間点リスト
				polySpline	スプライン群	補間点リスト
				line	直線	デフォルト
5	patches	wall	leftWall	(0 12 16 4) and more	<p>patches:パッチを指定  wall:パッチの基底型。ここでは UserGuide 表 5.2 の他に directMappedPatch , directMappedWall のいずれかを指定する。  leftWall:パッチの名前。任意。ここで設定した名前が境界・初期条件の設定時に使用される。  (0 12 16 4):blocks で指定したブロックの face を vertex number を用いて指定する。</p>	
6		wall	rightWall	(7 19 15 3) and more		
7		wall	lowerWall	(0 1 13 12) and more		
8		patch	atmosphere	(8 20 21 9) and more		
9	mergePatchPairs			※無し	異なる領域のパッチが重なる場合に定義する。 mergePatchPairs ( (<masterPatch> <slavePatch> ) ... )	

No. 10	boundary	class	polyBoundaryMesh	object	boundary
--------	----------	-------	------------------	--------	----------

パッチのリスト。					
No. 11	faces	class	faceList	object	faces
面のリスト。					
No. 12	neighbour	class	labelList	object	neighbour
隣接セルのリスト。					
No. 13	owner	class	labelList	object	owner
保有セルのリスト。(ヘッダーにポイント数、セル数、総面数、内部[境界ではない]面数が記載される)					
No. 14	points	class	vectorField	object	points
セルの頂点(ポイント)のリスト。					

\*No. 10 ~ No. 14 は blockMesh を実行すると生成されるファイル。

No. 15	controlDict	class	dictionary	object	controlDict
No.	パラメーター	デフォルト		備考	
1	application	interFoam		[interFoam]でなくても正常に動作する	
2	startFrom ※必須	startTime		解析の開始時刻の制御 firstTime: 存在する時刻ディレクトリのうちで最初の時刻から解析を開始 startTime: 下記の「startTime」で指定する時刻ディレクトリから解析を開始 latestTime: 存在する時刻ディレクトリのうちで最近の時刻ディレクトリから解析を開始	
3	startTime	0		startFoam で「startTime」を指定する場合に必要な、解析開始時刻ディレクトリの指定	

4	stopAt ※必須	endTime	<p>解析の終了時刻の制御</p> <p>endTime: 下記の「endTime」で指定する</p> <p>writeNow: 1解析 step だけ解析を実施して結果を出力する</p> <p>noWriteNow: 1解析 step だけ解析を実施して結果を出力しない</p> <p>nextWrite: 下記の「writeControl」で指定する次のデータ書き出しの時間ステップで解析を止める</p>
5	endTime	1	stopAt で「endTime」を指定する場合に必要な、解析の終了時刻
6	deltaT ※必須	0.001	解析時間のステップ
7	writeControl	adjustableRunTime	<p>ファイルへのデータ書き出しのタイミングの制御</p> <p>timeStep: 解析ステップの writeInterval (<math>\geq 1</math>) ごとにデータを書き出す。 (*デフォルト設定)</p> <p>runTime: 解析時間の writeInterval 秒ごとにデータを書き出す</p> <p>adjustableRunTime: 解析時間の writeInterval 秒ごとにデータを書き出す。必要ならば解析ステップを writeInterval と一致するように調整する(自動時間ステップ調整を)</p> <p>cpuTime: CPU 時間の writeInterval 秒ごとにデータを書き出す。</p>

			clockTime: 実時間の writeInterval 秒ごとにデータを書き出す。
8	writeInterval ※必須	0.05	上記の writeControl と関連して用いられる。
9	purgeWrite	0	周期的ペースで時刻ディレクトリを上書きする設定。保存される時刻ディレクトリの数の限界を整数で指定する。 例えば、purgeWrite=2の場合、3つ目の時刻ディレクトリが1つ目に上書きされる。 purgeWrite=0の時は上書きしない。 定常状態解析では、purgeWrite=1とすることで、以前の反復計算の結果を連続して上書きできる。
10	writeFormat	ascii	データファイルのフォーマットを指定する。 ascii: ASCII フォーマット。writePrecision の有効桁まで書かれる。(*デフォルト) binary: バイナリフォーマット
11	writePrecision	6	ASCII フォーマットで書かれる有効桁数。 (*デフォルト=6)
12	writeCompression	uncompressed	データファイルの圧縮を指定する。 uncompressed: 圧縮しない(*デフォルト) compressed: gunzip でファイルを圧縮する
13	timeFormat	general	時刻ディレクトリのネーミングのフォーマット指定 fixed: ±m.dddddd の d の数が、timePrecision で決められる。

			scientific: ±m.dddddde±xx の d の数が、timePrecision で決められる。 general: 指数が-4 未満もしくは timePrecision で指定された指数以上の時、scientific のフォーマットを指定する。(*デフォルト)
14	timePrecision	6	上記の timeFormat に関連して指定される整数 (*デフォルト=6)
15	runTimeModifiable	yes	controlDict のようないずれかのディクショナリの yes/no スイッチを各タイムステップの始めに OpenFoam によって読み込むかどうかの指定。(*デフォルト=yes)
16	adjustTimeStep ※interFoam では必須	yes	解析時間ステップの自動調整機能の指定。yes/no で yes を指定すると、下記の maxCo および maxAlphaCo で指定するクーラン数の範囲内でステップを自動調整する。
17	maxCo ※interFoam では必須	0.5	上記 adjustTimeStep で自動調整機能を使用する場合に指定するクーラン数の上限。
18	maxAlphaCo ※interFoam では必須	0.5	上記 adjustTimeStep で自動調整機能を使用する場合に指定するクーラン数 (Alpha?) の上限。
19	maxDeltaT	1	上記 adjustTimeStep で自動調整機能を使用する場合に指定する解析時間ステップの上限。

(\*デフォルト)となっているものは、設定していない場合 (\*デフォルト) の設定が使用される。

No. 16	decomposeParDict	class	dictionary	object	decomposeParDict
--------	------------------	-------	------------	--------	------------------

\*decomposeParDict は並列計算用のファイル(並列計算しない時は使用されない)

No.	パラメーター	デフォルト	備考
1	ddtSchemes	default	<p>Euler</p> <p>※interFoam においては以下と同様  default Euler;  ddt(rho,U) Euler;  または  default none;  ddt(rho,U) Euler;</p> <p>default を設定するか、  ddt(rho,U)の設定が必要</p> <p>ddtSchemes: 一次の時間微分項 (<math>\partial/\partial t</math>) の離散化スキームの設定。  Euler: 一次、制限、陰的。  CrankNicholson <math>\Psi</math>: 二次、制限、陰的。  (<math>\Psi</math> は Euler との混合割合。  CrankNicholson 1; // 純粋な CrankNicholson  CrankNicholson 0; // 純粋な Euler。)  backward: 二次、陰的。  steadyState: 時間導関数について解かない。</p> <p>※default キーワードで指定すると、設定すべき項目すべてにおいて default キーワードの設定が適用される。  また、default とは別に各項目の指定を追加することもでき、その際は default での設定よりもそちらが優先される。  さらに、default には none を設定することができる。その際は、ソルバで用いる項目すべて個別に設定する必要があるが、用いられている項目が何か調べる際には有効である。(エラーメッセージで表示されるため。)</p>

2	gradSchemes	default	<p>Gauss linear</p> <p>※設定される項目 grad(alpha1) grad(U)</p> <p>※gradSchemes における Gauss で用いられる &lt;interpolationSchemes&gt;を設定しなくても、interpolationSchemes で指定していれば流れる。つまり、gradSchemes { grad(alpha1) Gauss; } interpolationSchemes { default linear; } と設定することもできる。</p>	<p>gradSchemes: 勾配 (<math>\nabla A</math>) の離散化スキーム。</p> <p>Gauss &lt;interpolationSchemes&gt;: 1次のガウス積分</p> <p>leastSquares: 2次の最小二乗法</p> <p>fourth: 4次の最小二乗法</p> <p>cellLimited &lt;gradScheme&gt; <math>\Psi</math>: Cell limited version of one of the above schemes .</p> <p>faceLimited &lt;gradScheme&gt; <math>\Psi</math>: Face limited version of one of the above schemes . (<math>\Psi</math> は <math>0 \leq \Psi \leq 1</math> の割合として与えられる)</p>
3	divSchemes	div(rho*phi,U)	Gauss limitedLinearV 1	<p>divSchemes: 発散 (<math>\nabla \cdot A</math>) 離散化スキーム。</p> <p>用いる事のできるスキームは Gauss のみ。</p> <p>Gauss &lt;interpolationSchemes&gt;</p> <p>ここで phi はフラックス (<math>\Phi = \rho U</math>) を表す。</p> <p>発散スキーム (対流項) の内挿スキームに主に使用されるのは以下の通りとある。</p> <p>それらとは別に、limited や V、01 といった接頭語、接尾語を加えることもでき、word の他に、別途範囲を指定する必要があるものもある。( <math>\Psi</math> など) (UserGuide4.4 参照)</p>



				linear	2次、無制限
				skewLinear	2次、(より)無制限、歪み補正
				cubicCorrected	4次、無制限
				upwind	4次、制限
				linearUpwind	1次/2次、制限
				QUICK	1次/2次、制限
				TVD schemes	1次/2次、制限
				SFCD	2次、制限
				NVD schemes	1次/2次、制限
4		div(phi,alpha)	Gauss vanLeer		
5		div(phirb,alpha)	Gauss interfaceCompression		
6	laplacianSchemes	default	Gauss linear corrected  ※設定される項目 laplacian((1 A(U)),pcorr) laplacian(muEff,U) laplacian(interpolate((1 A(U))),p_rgh)	laplacianSchemes: ラプラシアン ( $\nabla \cdot (\rho \nabla U)$ ) 離散化スキーム。用いる事のできるスキームは Gauss のみ。 内挿スキームと、表面方向の勾配スキームの両方を選択する。 Gauss <interpolationScheme> <snGradScheme>	
7	interpolationSchemes	default	linear  ※設定される項目 interpolate(alpha1) interpolate(grad(alpha1)) interpolate((rho*nut)) interpolate(nu2)	interpolationSchemes: 補間スキーム。 (UserGuide4.4.1 参照)	

			interpolate(nu1) interpolate((1 A(U))) interpolate((((1 A(U))*rho_0)*U_0)) interpolate(((1 A(U))*rho_0)) interpolate(U_0) interpolate(U) interpolate((sigma*K))		
8	snGradSchemes	default	corrected  ※設定される項目 snGrad(rho) snGrad(alpha1)	snGradSchemes: 表面法線方向勾配スキーム。	
				corrected	陽的非直行補正
				uncorrected	非直行補正なし
				limited $\Psi$	有限非直行補正 $\Psi=1$ : corrected に対応 $\Psi=0$ : uncorrected に対応
				bounded	ポジティブスカラの有界補正
				fourth	4次元
9	fluxRequired	default	no ※no は none と同様	fluxRequired: 流速の算出の設定。 アプリケーションの中で流速を生成する場を設定する。 ここでは単に、word 識別子 (パラメータ名) のみ記述すればよい。(p など)	
10		p_rgh		※必須 (interFoam)	
11		pcorr		※必須 (interFoam)	
12		alpha1		※デフォルトで設定してあるが、消しても動く。	

No. 18	fvSolution	class	dictionary	object	fvSolution
No.	パラメーター			デフォルト	備考
1	solvers	pcorr ※必須	solver	PCG  ※参考 solver に GAMG を使用した場合の例 <pre>p {   solver      GAMG;   tolerance   1e-06;   relTol      0.1;   smoother    GaussSeidel;   nPreSweeps  0;   nPostSweeps 2;   cacheAgglomeration true;   nCellsInCoarsestLevel 10;   agglomerator faceAreaPair;   mergeLevels 1; };</pre> solver に smoothSolver を使用した場合の例 <pre>U {   solver      smoothSolver;   smoother    GaussSeidel;   tolerance   1e-8;   relTol      0.1;   nSweeps     1; };</pre>	solvers:各離散化方程式に使用されるそれぞれの「線形ソルバ (linear-solver)」の指定。 word (p や U など) <pre>{   solver   tolerance   relTol   &lt;option&gt; }</pre> solver:ソルバのタイプ  (UserGuide 表 4.12 より) ・PCG または PBiCG 初期条件付き共役勾配。PCG は対称行列用、PBiCG は非対称行列用。どちらが使用できるかはソルバに依存する。 ・smoothSolver スムーサを使ったソルバ (緩和法ソルバ UserGuide4.5.1.3) ・GAMG 汎用幾何学的代数マルチグリッド (UserGuide4.5.1.4) ・ICCG (UserGuide 表 4.12 にはのっていないがエラーメッセージに出てきたもの)
2			preconditioner ※PCG および PBiCG	DIC	preconditioner:共役勾配ソルバの前提条件の設定。

			の場合のオプション		<ul style="list-style-type: none"> <li>・対角不完全コレスキー分解(対称)/DCG</li> <li>・高速対角不完全コレスキー分解(キャッシング付き DIC)/FDIC</li> <li>・対角不完全 LU(非対称)/DILU</li> <li>・対角/diagonal</li> <li>・幾何学代数マルチグリッド/GAMG</li> <li>・前提条件なし/none</li> </ul>
3			tolerance	1e-10	<p>the residual (残差) がこの[tolerance (ソルバの許容値)] 以下になった場合に、ソルバは停止する。</p> <p>→そのステップの計算を終了するという こと? 次のステップに進む?</p>
4			relTol	0	<p>初期残差比率が[relTol (相対的許容値)] 以下になった場合に、ソルバは停止する。</p> <p>tolerance との違いについては*1を参照</p>
5		p_rgh	solver	PCG	
6			preconditioner	DIC	
7			tolerance	1e-07	
8			relTol	0.05	
9		p_rghFinal	\$p_rgh		<p>\$: 代替マクロコマンド</p> <p>\$p_rgh とすることで、p_rgh の設定をここで用いている。</p> <p>記述があるものに関しては (tolerance と relTol)、記述が優先される。</p>
10			tolerance	1e-07	
11			relTol	0	

12		U	solver	PBiCG	
13			preconditioner	DILU	
14			tolerance	1e-06	
15			relTol	0	
16	PISO	momentumPredictor	no		PISOとSIMPLE:速度と圧力の方程式を解くための反復法。 PISO:非定常、SIMPLE:定常に用いられる。  momentumPredictor:? momentum(モーメント?) Predictor(予言?)
17		nCorrectors	3		PISOにおける補正数の設定。 大概是1以上4以下に設定(UserGuide4.5.3より)。変えるとどうなるか*1参照。
18		nNonOrthogonalCorrectors	0		非直交性メッシュからなる追加補正の設定。 PISO、SIMPLE 共通。
19		nAlphaCorr	1		$\alpha_1$ 相方程式(MULES)のPISOループに対する反復数(補正数)の設定。
20		nAlphaSubCycles	2		$\alpha_1$ 相方程式(MULES)の内側反復数。
21		cAlpha	1		界面の圧縮の制御。(通常は1.0が推奨されているUserGuide2.3.8) 0:無圧縮 1:保存的な圧縮 1以上:拡張された界面の圧縮

\*1:[tolerance]と[relTol]の違いについて、[nAlphaCorr]と[nAlphaSubCycles]について  
tolerance = 1e-07, relTol = 0.05 の場合

Starting time loop

Courant Number mean: 0 max: 0

Interface Courant Number mean: 0 max: 0

deltaT = 0.00119048

Time = 0.00119048

| nAlphaCorr = 1 (nAlphaCorr × nAlphaSubCycles の数だけ MULES が繰り返される事になる)

| MULES: Solving for alpha1

| Liquid phase volume fraction = 0.130194 Min(alpha1) = 0 Max(alpha1) = 1 :nAlphaSubCycles = 1

| MULES: Solving for alpha1

| Liquid phase volume fraction = 0.130194 Min(alpha1) = 0 Max(alpha1) = 1 :nAlphaSubCycles = 2

nCorrectors = 1 (DICPCG:solver = PCG, preconditioner = DIC ということ)

DICPCG: Solving for p\_rgh, Initial residual = 1, Final residual = 0.00312169, No Iterations 1 : Final/Initial=0.003 < 0.05 で relTol が適用されている

time step continuity errors : sum local = 0.000863663, global = -1.26728e-12, cumulative = -1.26728e-12

nCorrectors = 2

DICPCG: Solving for p\_rgh, Initial residual = 0.00146342, Final residual = 6.18289e-05, No Iterations 13

time step continuity errors : sum local = 3.6494e-05, global = -1.00159e-05, cumulative = -1.00159e-05

nCorrectors = 3 で3回繰り返している

DICPCG: Solving for p\_rgh, Initial residual = 5.0866e-05, Final residual = 8.19184e-08, No Iterations 48

time step continuity errors : sum local = 5.88526e-08, global = 1.01675e-08, cumulative = -1.00057e-05

ExecutionTime = 0.13 s ClockTime = 0 s

tolerance = 1e-07, relTol = 0 の場合

Starting time loop

Courant Number mean: 0 max: 0

Interface Courant Number mean: 0 max: 0

deltaT = 0.00119048

Time = 0.00119048

MULES: Solving for alpha1

Liquid phase volume fraction = 0.130194 Min(alpha1) = 0 Max(alpha1) = 1

MULES: Solving for alpha1

Liquid phase volume fraction = 0.130194 Min(alpha1) = 0 Max(alpha1) = 1

DICPCG: Solving for p\_rgh, Initial residual = 1, Final residual = 8.94187e-08, No Iterations 64 : Final = 8.94187e-08 < 1e-7 で tolerance が適用されている

time step continuity errors : sum local = 2.4739e-08, global = 2.60052e-09, cumulative = 2.60052e-09

DICPCG: Solving for p\_rgh, Initial residual = 1.41278e-07, Final residual = 5.40755e-08, No Iterations 1

time step continuity errors : sum local = 3.89035e-08, global = 2.45978e-09, cumulative = 5.0603e-09

DICPCG: Solving for p\_rgh, Initial residual = 5.40894e-08, Final residual = 5.40894e-08, No Iterations 0

time step continuity errors : sum local = 3.89135e-08, global = 2.4598e-09, cumulative = 7.5201e-09

ExecutionTime = 0.13 s ClockTime = 0 s

No. 19	setFieldsDict	class	dictionary	object	setFieldsDict
No.	パラメーター		デフォルト		備考
1	defaultFieldValues		volScalarFieldValue alpha1 0		場の相の規定値を設定する alpha1 0:ここでは気相
2	regions	boxToCell	box (0 0 -1) (0.1461 0.292 1) *直方体の対角を指定		液相の初期範囲を指定
3			fieldValues	volScalarFieldValue alpha1 1	box 中の alpha1 を指定

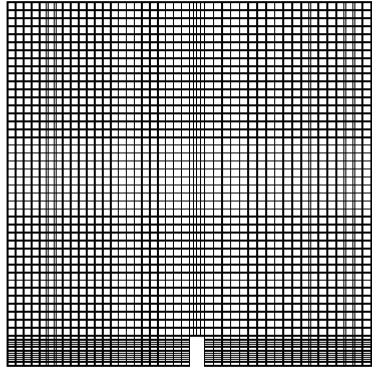
\*regions で使用できる設定方法

boundaryToFace , boxToCell , boxToFace , boxToPoint , cellToCell , cellToFace , cellToPoint , cylinderToCell , faceToCell , faceToFace  
faceToPoint , faceZoneToCell , faceZoneToFaceZone , fieldToCell , labelToCell , labelToFace , labelToPoint , nbrToCell , nearestToCell  
nearestToPoint , normalToFace , patchToFace , pointToCell , pointToFace , pointToPoint , regionToCell , rotatedBoxToCell , setToCellZone  
setToFaceZone , setToPointZone , setsToFaceZone , shapeToCell , sphereToCell , surfaceToCell , surfaceToPoint , zoneToCell , zoneToFace  
zoneToPoint

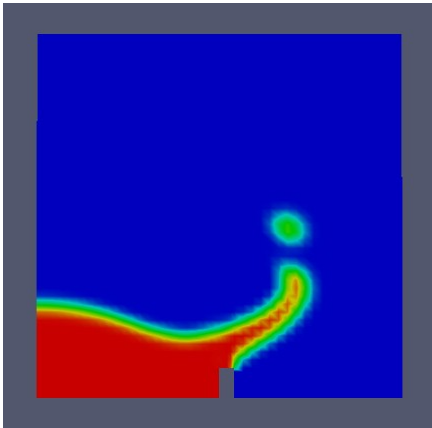
### 3. Command

```
$ blockMesh
$ setFields
$ interFoam
```

#### 4. Mesh



#### 5. Result (at 0.25 s)





**基底型 (Base types) : UserGuide 5.2.2**

**patch** The basic patch type for a patch condition that contains no geometric or topological information about the mesh (with the exception of wall), e.g. an inlet or an outlet.

**wall** There are instances where a patch that coincides with a wall needs to be identifiable as such, particularly where specialist modelling is applied at wall boundaries. A good example is wall turbulence modelling where a wall must be specified with a wall patch type, so that the distance from the wall of the cell centres next to the wall are stored as part of the patch.

**symmetryPlane** For a symmetry plane.

**empty** While OpenFOAM always generates geometries in 3 dimensions, it can be instructed to solve in 2 (or 1) dimensions by specifying a special empty condition on each patch whose plane is normal to the 3rd (and 2nd) dimension for which no solution is required.

**wedge** For 2 dimensional axi-symmetric cases, e.g. a cylinder, the geometry is specified as a wedge of small angle (e.g.  $< 5^\circ$ ) and 1 cell thick running along the plane of symmetry, straddling one of the coordinate planes, as shown in Figure 5.3. The axi-symmetric wedge planes must be specified as separate patches of wedge type. The details of generating wedge-shaped geometries using blockMesh are described in section 5.3.3.

**cyclic** Enables two patches to be treated as if they are physically connected; used for repeated geometries, e.g. heat exchanger tube bundles. A single cyclic patch splits the faces in its faceList into two, and links the two sets of faces as shown in Figure 5.4. Each face-face pair must be of the same area but the faces do not need to be of the same orientation.

**processor** If a code is being run in parallel, on a number of processors, then the mesh must be divided up so that each processor computes on roughly the same number of cells. The boundaries between the different parts of the mesh are called processor boundaries.

Table 5.2: Basic patch types.

Selection Key	Description
patch	generic patch
symmetryPlane	plane of symmetry
empty	front and back planes of a 2D geometry
wedge	wedge front and back for an axi-symmetric geometry
cyclic	cyclic plane
wall	wall — used for wall functions in turbulent flows
processor	inter-processor boundary

### **基本型 (Primitive types) : UserGuide 5.2.3**

Table 5.3: Primitive patch field types.

Type	Description of condition for patch field $\phi$	Data to specify
fixedValue	Value of $\phi$ is specified	value
fixedGradient	Normal gradient of $\phi$ is specified	gradient
zeroGradient	Normal gradient of $\phi$ is zero	—
calculated	Boundary field $\phi$ derived from other fields	—
mixed	Mixed fixedValue/ fixedGradient condition depending on the value in valueFraction	refValue, refGradient, valueFraction, value
directionMixed	A mixed condition with tensorial valueFraction, e.g. for different levels of mixing in normal and tangential directions	refValue, refGradient, valueFraction, value

### **派生型 (Derived types) : UserGuide 5.2.4**

There are numerous derived types of boundary conditions in OpenFOAM, too many to list here. Instead a small selection is listed in Table 5.4. If the user wishes to obtain a list of all available model, they should consult the OpenFOAM source code. Derived boundary condition source code can be found at the following locations:

- in \$FOAM\_SRC/finiteVolume/fields/fvPatchFields/derived
- within certain model libraries, that can be located by typing the following command

```
find $FOAM_SRC -name "**derivedFvPatch**"
```

- within certain solvers, that can be located by typing the following command in a terminal window

```
find $FOAM_SOLVERS -name "**fvPatch**"
```

Appendix 2: UserGuide (モデルに関する記述の抜粋)

Table 3.10: 輸送モデルの共有オブジェクトライブラリ  
(Shared object libraries of transport models. )

非圧縮性流れ用輸送モデル(Transport models for incompressible fluids) — incompressibleTransportModels

Newtonian	線形粘性流れモデル (Linear viscous fluid model )
CrossPowerLaw	Cross Power 低非線形粘性モデル (Cross Power law nonlinear viscous model )
BirdCarreau	Bird-Carreau 非線形粘性モデル (Bird-Carreau nonlinear viscous model )
HerschelBulkley	Herschel-Bulkley 非線形粘性モデル (Herschel-Bulkley nonlinear viscous model )
powerLaw	べき乗則非線形粘性モデル (Power-law nonlinear viscous model )
interfaceProperties	多相流解析における接触角のようなインターフェイスのモデル (Models for the interface, e.g. contact angle, in multiphase simulations )

### Appendix 3: UserGuide (blockMesh に関する記述の抜粋)

#### blockMesh における block の頂点定義

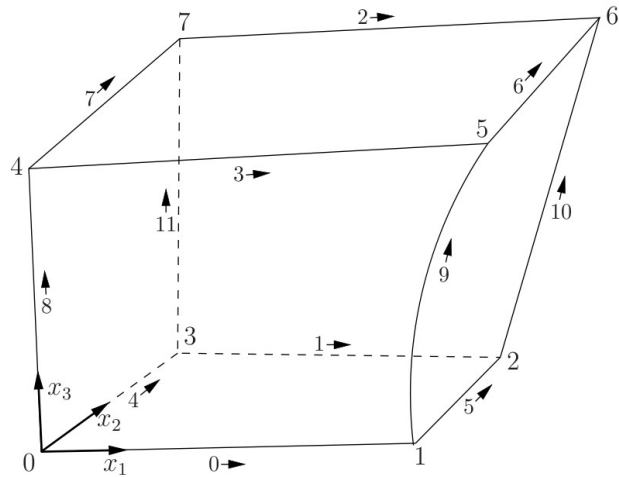


Figure 5.5: A single block

#### UserGuide 5.3.1.3 ブロックより抜粋

**simpleGrading** The simple description specifies uniform expansions in the local  $x_1$ ,  $x_2$  and  $x_3$  directions respectively with only 3 expansion ratios, e.g.

```
simpleGrading (1 2 3)
```

**edgeGrading** The full cell expansion description gives a ratio for each edge of the block, numbered according to the scheme shown in Figure 5.5 with the arrows representing the direction 'from first cell . . . to last cell' e.g. something like

```
edgeGrading (1 1 1 1 2 2 2 2 3 3 3 3)
```

This means the ratio of cell widths along edges 0-3 is 1, along edges 4-7 is 2 and along edges 8-11 is 3 and is directly equivalent to the simpleGrading example given above.

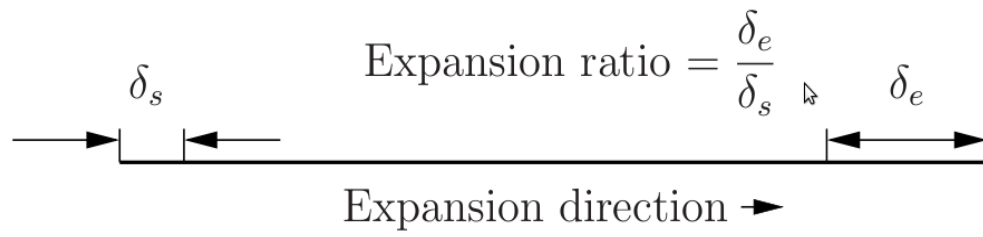


Figure 5.6: Mesh grading along a block edge

## Appendix 4: interFoam におけるスキーム設定一覧

### interFoam におけるスキーム設定一覧

項目	個数	設定可能な条件 (OpenFoam のエラーメッセージより)
ddtSchemes	1	
ddt(rho,U)	7	CoEuler , CrankNicholson , Euler , SLTS , backward , localEuler , steadyState
gradSchemes	2	
grad(alpha1) grad(U)	8	Gauss , cellLimited , cellMDLimited , extendedLeastSquares , faceLimited , faceMDLimited , fourth , leastSquares
grad(alpha1) [Gauss] <interpolationSchemes> (*1)	56	Gamma, GammaV, MUSCL, MUSCLV, Minmod, MinmodV, OSPRE, OSPREV, Phi, QUICK, QUICKV, SFCD, SFCDV, SuperBee, SuperBeeV, UMIST, UMISTV, biLinearFit, blended, clippedLinear, cubic, cubicUpwindFit, downwind, filteredLinear, filteredLinear2, filteredLinear2V, filteredLinear3, filteredLinear3V, fixedBlended, limitWith, limitedCubic, limitedCubicV, limitedLinear, limitedLinearV, linear, linearFit, linearPureUpwindFit, linearUpwind, linearUpwindV, localBlended, localMax, localMin, midPoint, outletStabilised, quadraticFit, quadraticLinearFit, quadraticLinearUpwindFit, quadraticUpwindFit, reverseLinear, skewCorrected, upwind, vanAlbada, vanAlbadaV, vanLeer, vanLeerV, weighted
divSchemes	3	
div(rho*phi,U) [Gauss] <interpolationSchemes>	56	(*1)と同じ
div(phi,alpha) [Gauss] <interpolationSchemes> (*2)	52	Gamma, <b>Gamma01</b> , MUSCL, <b>MUSCL01</b> , Minmod, OSPRE, QUICK, SFCD, SuperBee, UMIST, biLinearFit, blended, clippedLinear, cubic, cubicUpwindFit, downwind, filteredLinear, filteredLinear2, filteredLinear3, fixedBlended, <b>harmonic</b> , <b>interfaceCompression</b> , limitWith , limitedCubic, <b>limitedCubic01</b> , <b>limitedGamma</b> , <b>limitedLimitedCubic</b> , <b>limitedLimitedLinear</b> , limitedLinear , <b>limitedLinear01</b> , <b>limitedMUSCL</b> , <b>limitedVanLeer</b> , linear, linearFit, linearPureUpwindFit, linearUpwind, localBlended, localMax, localMin, midPoint, outletStabilised, quadraticFit, quadraticLinearFit, quadraticLinearUpwindFit, quadraticUpwindFit, reverseLinear, skewCorrected, upwind, vanAlbada, vanLeer, <b>vanLeer01</b> , weighted  red:(*1)では V だが、(*2)では 01 となっているもの

		green:(*1)にはないもの (*1)にはあるが、(*2)にはないもの: MinmodV, OSPREV, Phi, QUICKV, SFCDV, SuperBeeV, UMISTV, filteredLinear2V, filteredLinear3V, linearUpwindV, vanAlbadaV
div(phirb,alpha) [Gauss] <interpolationSchemes>	52	(*2)と同じ
laplacianSchemes		
laplacian((1 A(U)),pcorr) [Gauss] <interpolationSchemes>	52	(*2)と同じ
laplacian((1 A(U)),pcorr) [Gauss] <...> <snGradScheme>		<interpolationSchemes>との組み合わせあり? 不明。
laplacian(muEff,U) [Gauss] <interpolationSchemes>	52	(*2)と同じ
laplacian(muEff,U) [Gauss] <...> <snGradScheme>		<interpolationSchemes>との組み合わせあり? 不明。