

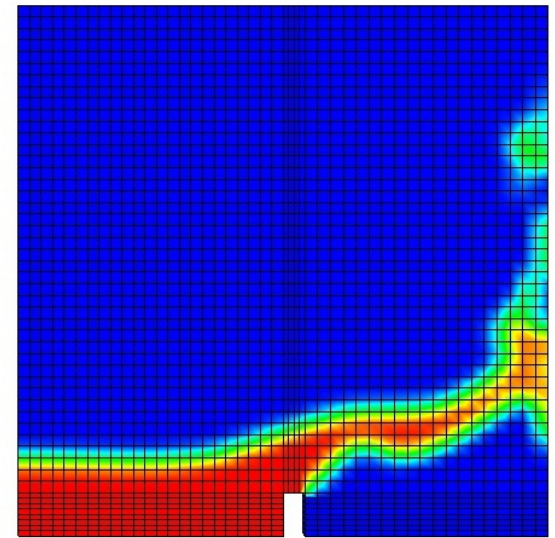
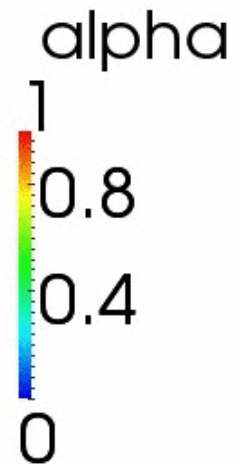
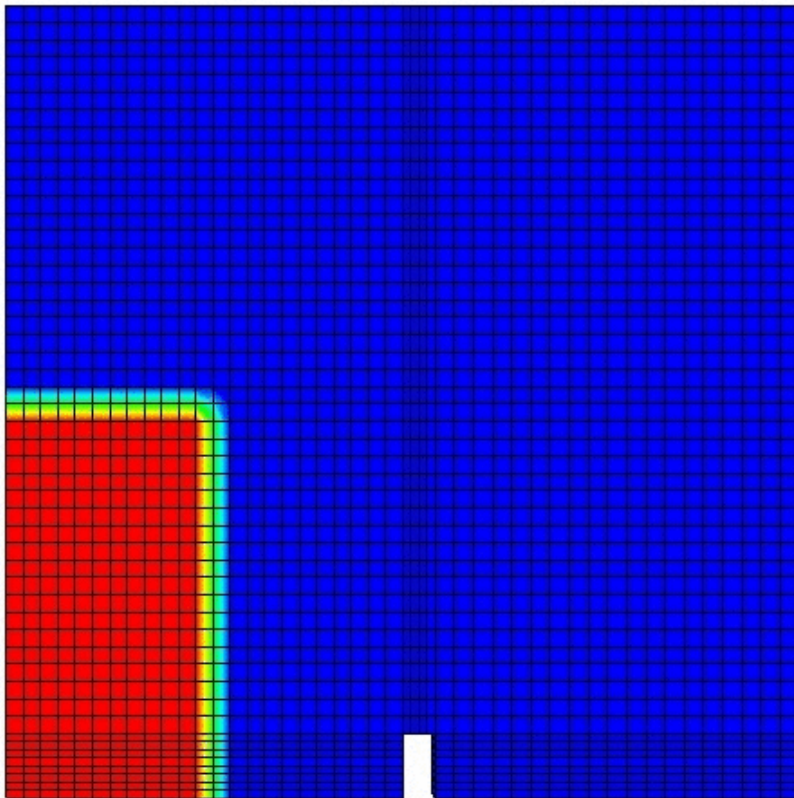


interFoamのパラ メータによる解の変 化

大阪大学大学院基礎工学研究科
修士2年 山本 卓也

interFoamとは？

Dam Break (Tutorial)



混相流(水/気体等)のシミュレーションを行うsolver



InterFoamを使う際に 用いられているパラメータ

InterFoam内で用いられているパラメータ

System/fvSolution中

PISO

{

```

nCorrectors 3;
nNonOrthogonalCorrectors 0;
nAlphaCorr 1;
nAlphaSubCycles 2;
cAlpha 1;

```

}

↙ cAlpha;
 C_α の値を設定
(値0~2)

$n_f \min \left[C_\alpha \frac{|u_f \cdot S_f|}{|S_f|}, \max \left(\frac{|u_f \cdot S_f|}{|S_f|} \right) \right]$ 0; 界面圧縮が無い
2; 界面圧縮が強い

nAlphaCorr;

α の式を解く際の反復回数
(安定的に解くため)

nAlphaSubCycles;

α の式を解く際に時間刻み Δt を変更して解くことができる。

$\Delta t/nAlphaSubCycles$

パラメータの設定は
どれが最も良いのか？



検証 1 (Laplace圧の測定)

- A. Albadawi *et al.*(2013)で行われている一つの検証問題
元々は M. M. Francois *et al.*, J. Comput. Phys., **213**, 141-173 (2006).

Laplace圧

2種の流体を分ける表面を横切るときに生ずる静水圧のジャンプ Δp (表面張力の物理学(p.8)より 著 ドウジェンヌ、ブロシャール-ヴィアール、ケレ 訳 奥村剛)

$$\Delta p = \gamma \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right)$$

$$\Delta p = p_0^{in} - p_\infty^{out} \quad p_0^{in} \text{ 気泡中心部の圧力}$$

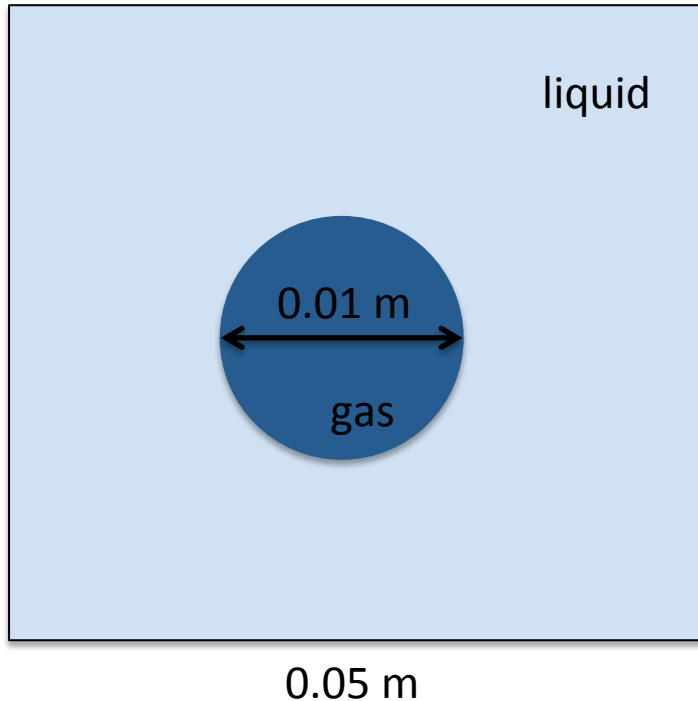
$$p_\infty^{out} \text{ 壁境界での圧力}$$

数値計算による圧力差と理論値の比較



検証 1 (Laplace圧の測定)

• 計算条件



物性値

$$\gamma 0.01 \text{ N/m}$$

$$\rho_g 1 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_g 10^{-5} \text{ kg/(ms)}$$

$$\rho_l 1000 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu_l 10^{-3} \text{ kg/(ms)}$$

等間隔格子

$$DX = 0.001 \text{ m (Fine)}$$

$$= 0.0005 \text{ m (Coarse)}$$

無重力条件

(静置条件)

計算時間

0.1 sec.

($\Delta t = 1 \times 10^{-5}$ sec. (Coarse))

($\Delta t = 5 \times 10^{-6}$ sec. (Fine))

理論値のラプラス圧

$$\Delta p_{exact} = \gamma \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) = 2$$

相対圧力誤差 E_0

$$E_0 = \frac{|\Delta p - \Delta p_{exact}|}{\Delta p_{exact}}$$

計算によるラプラス圧

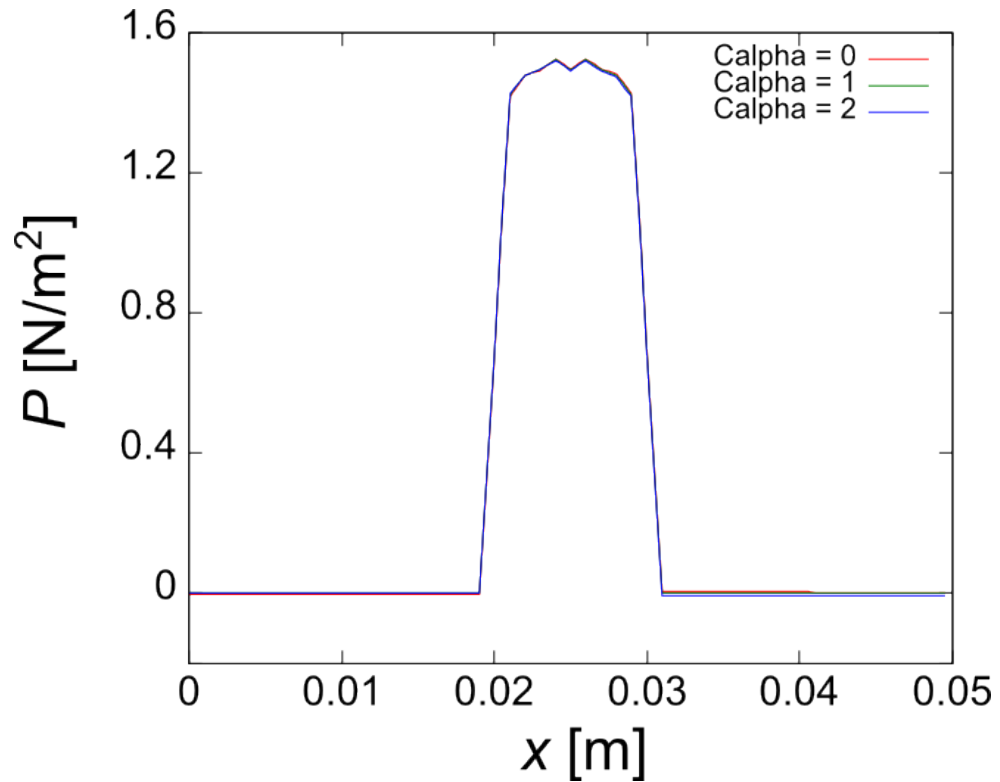
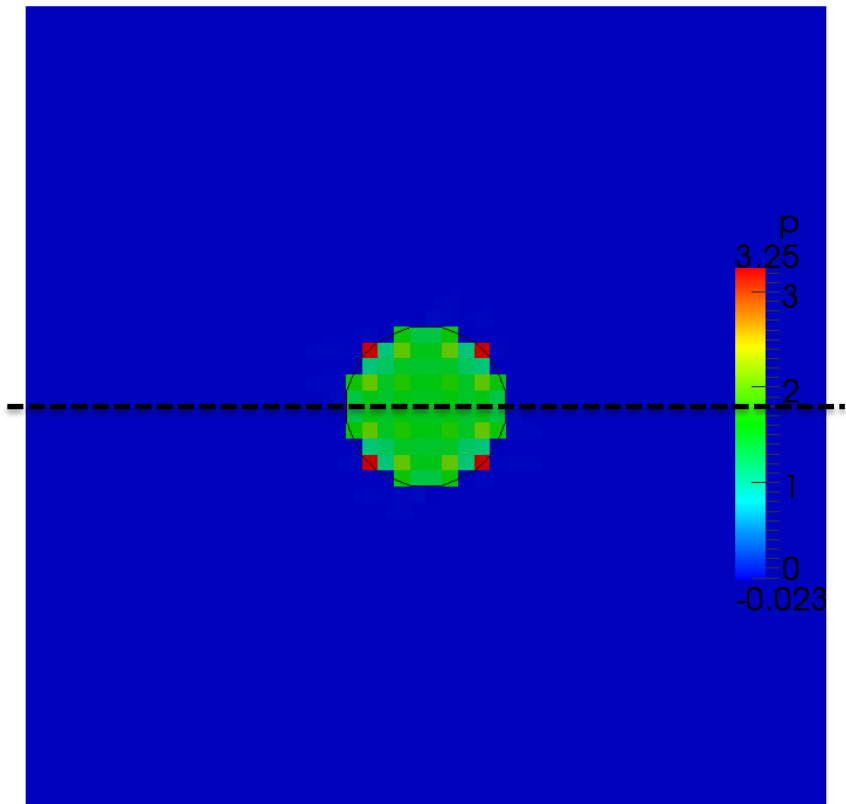
$$\Delta p = p_0^{in} - p_\infty^{out}$$

p_0^{in} 気泡中心部の圧力

p_∞^{out} 壁境界での圧力

検証 1 (Laplace圧の測定)

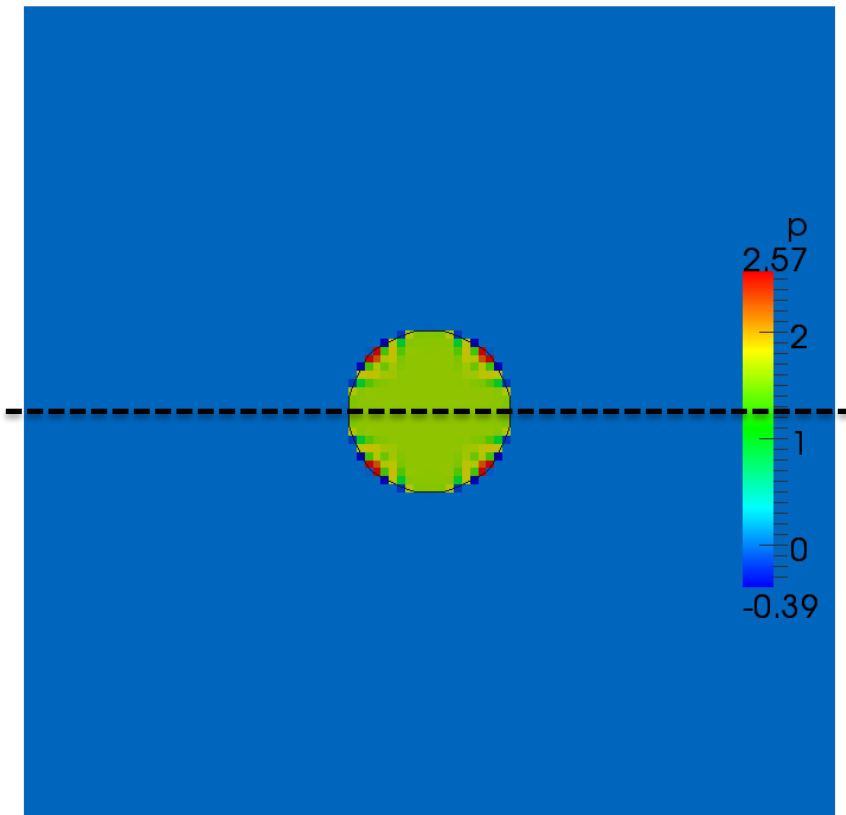
- 計算結果 (VOF(Coarse))



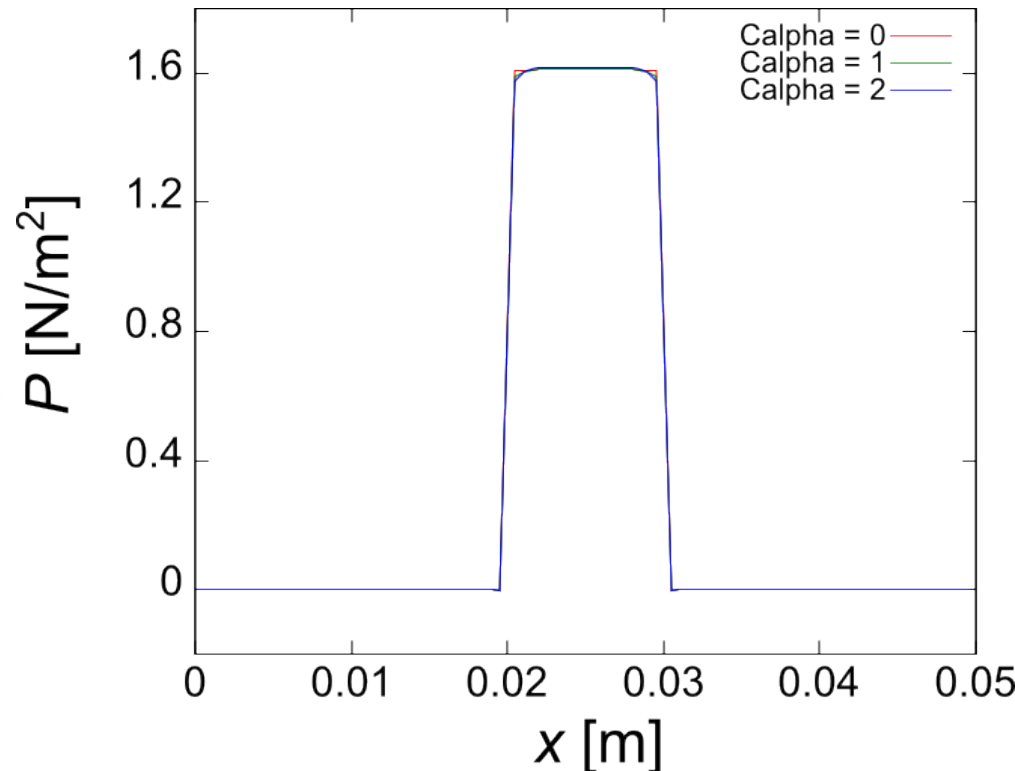
黒線(alpha = 0.5)

検証 1 (Laplace圧の測定)

- 計算結果 (VOF(Fine))



黒線($\alpha = 0.5$)



検証 1 (Laplace圧の測定)

各圧縮速度係数での E_0 の値

CAIpha	0	1	2
VOF (Coarse)	25.17	25.23	25.38
VOF (Fine)	19.34	19.29	19.05

理論値のラプラス圧

$$\Delta p_{exact} = \gamma \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) = 2$$

計算によるラプラス圧

$$\Delta p = p_0^{in} - p_\infty^{out}$$

p_0^{in} 気泡中心部の圧力

p_∞^{out} 壁境界での圧力

相対圧力誤差 E_0

$$E_0 = \frac{|\Delta p - \Delta p_{exact}|}{\Delta p_{exact}}$$

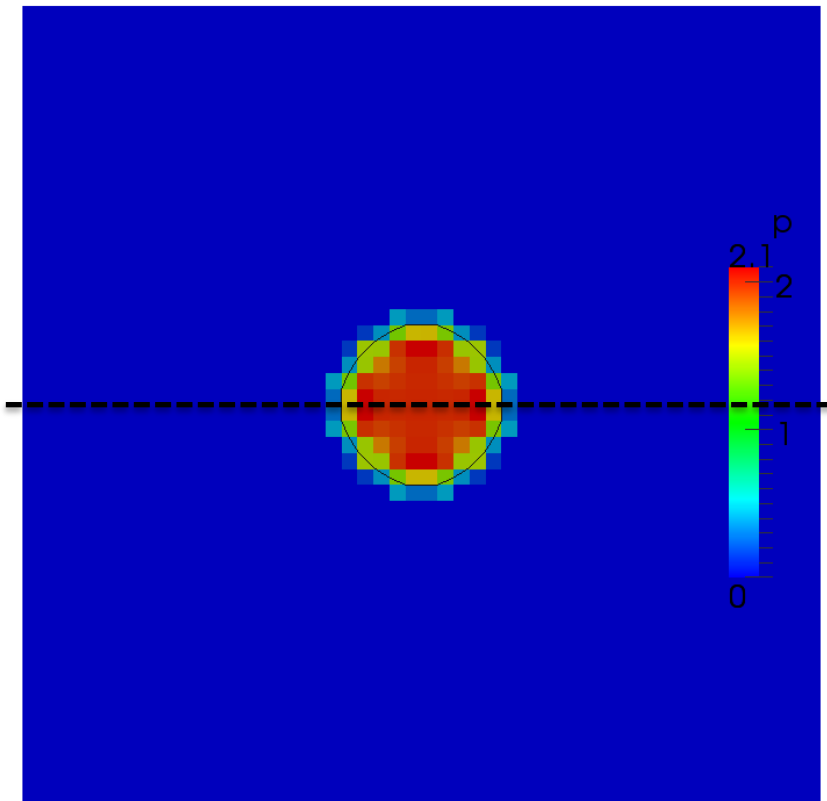
あまり変化無し



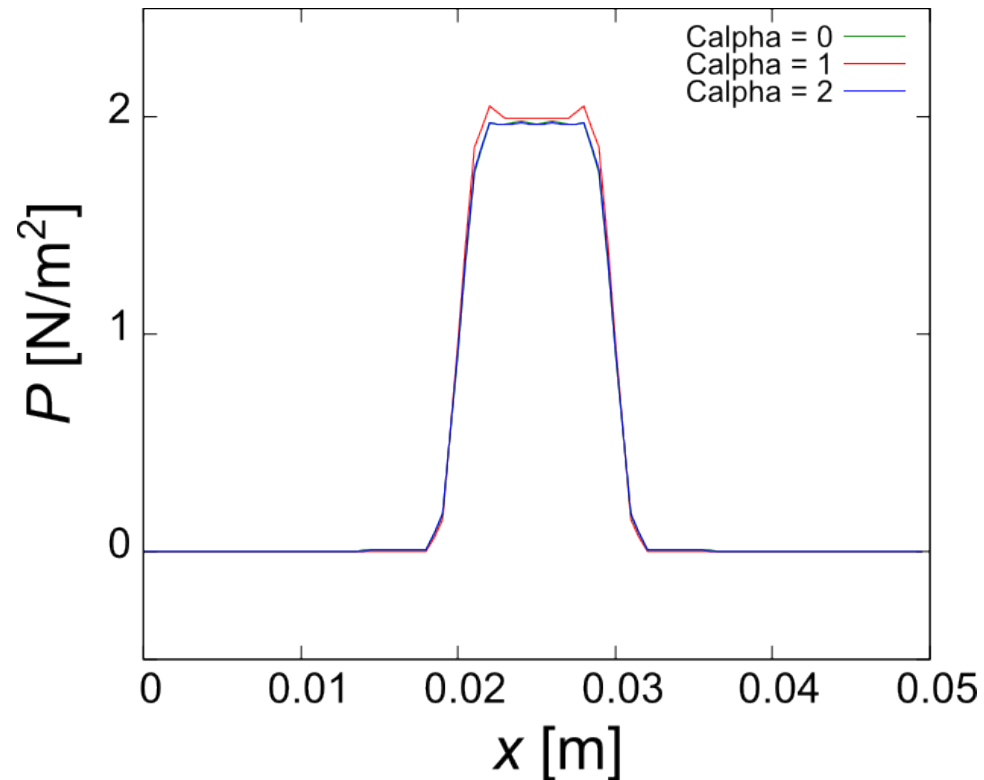
別の検証問題
で行う必要有り

検証 1 (Laplace圧の測定)

- 計算結果 (SCLSVOF(Coarse))

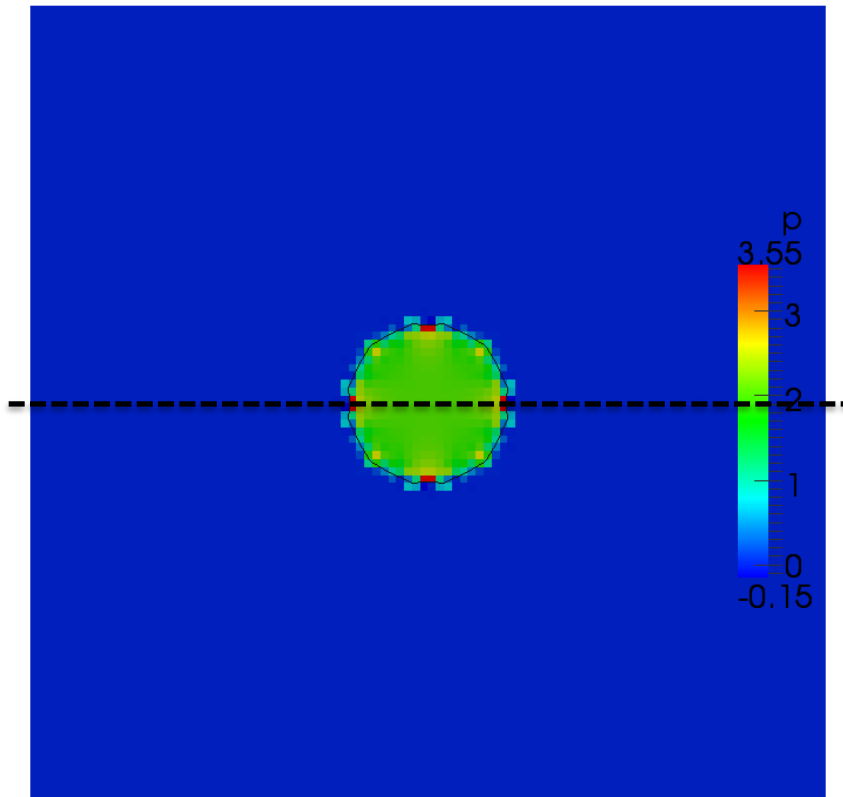


黒線(alpha = 0.5)

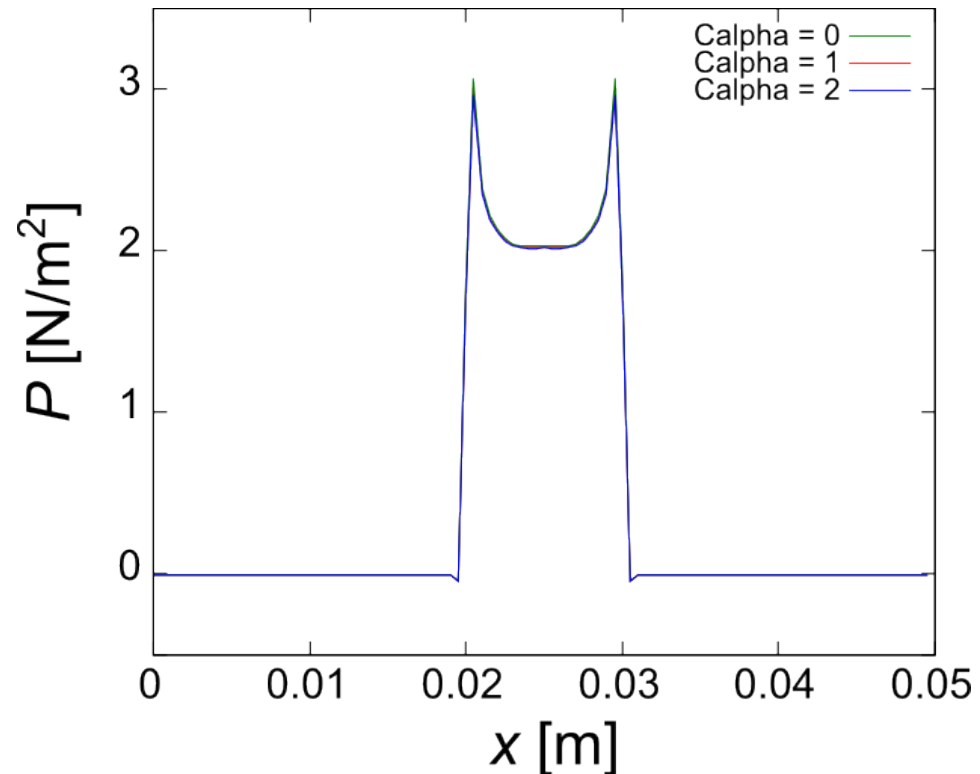


検証 1 (Laplace圧の測定)

- 計算結果 (SCLSVOF(Fine))



黒線(alpha = 0.5)





検証 1 (Laplace圧の測定)

各圧縮速度係数での E_0 の値

CAalpha	0	1	2
VOF (Coarse)	25.17	25.23	25.38
VOF (Fine)	19.34	19.29	19.05
SCLSVOF (Coarse)	1.557	0.1749	1.752
SCLSVOF (Fine)	1.496	1.210	0.9390

理論値のラプラス圧

$$\Delta p_{exact} = \gamma \left(\frac{1}{R} + \frac{1}{R'} \right) = 2$$

計算によるラプラス圧

$$\Delta p = p_0^{in} - p_\infty^{out}$$

p_0^{in} 気泡中心部の圧力

p_∞^{out} 壁境界での圧力

相対圧力誤差 E_0

$$E_0 = \frac{|\Delta p - \Delta p_{exact}|}{\Delta p_{exact}}$$



まとめ

- パラメータ C_α によって得られる解がどのくらい変化するか調査した。
- あまり、無重力場の静置気泡のラプラス圧にはほとんど影響しなかった。
- 別の検証問題で行う必要有り。
- 他の改良手法の方が精度良く解析できるのでは？

質問等あればよろしくお願いします。