

# ただで始める流体解析

OverSetMeshを使ってみよう！

## 計算環境

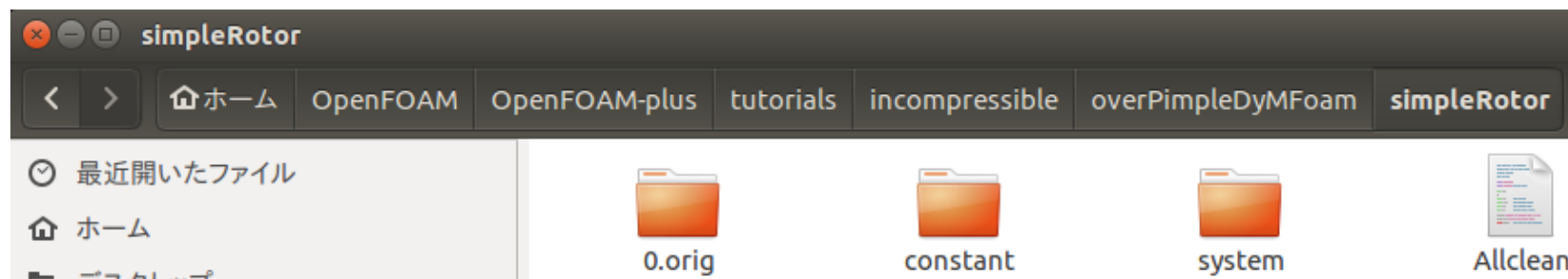
- 計算機 ノートPC 4コア  
メモリ32GB
- 仮想マシン上にubuntu16.04
- OpenFOAMのバージョン
  - ESI版                      OpenFOAM plus
  - Foundation版      OpenFOAM dev
- ParaViewのバージョン
  - ParaView 5.4.0 (Foundation版に入っている)
  - ParaView 5.4.1 (ESI版は通常は問題ないが、回転体のアニメを作成する場合に不具合?)

はじめに

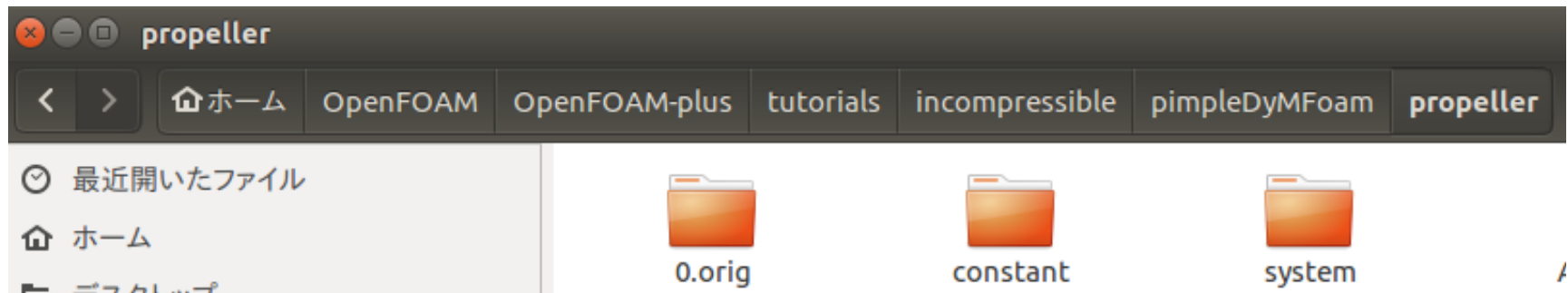
OpenFoam ESI版 v1706以降ではオーバーセットメッシュの機能が使える。ただチュートリアルには簡単な事例しか示されていない。

そのため、次の方法で利用方法を探ってみた。

①overPimpleDyFoamのチュートリアルsimple Rotorを3次元化したモデルを動かしてみる。



②pimpleDyMFoamのチュートリアルpropellerを  
オーバーセットのメッシュ機能を使って解く。  
(AMI, MRF, OverSetMesh)

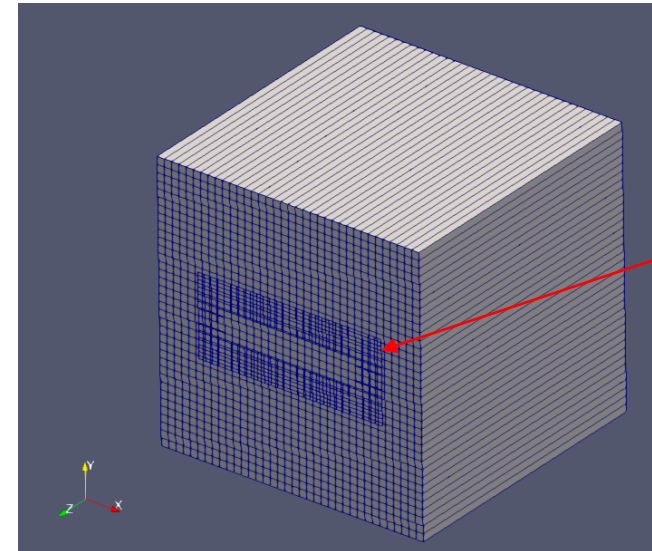
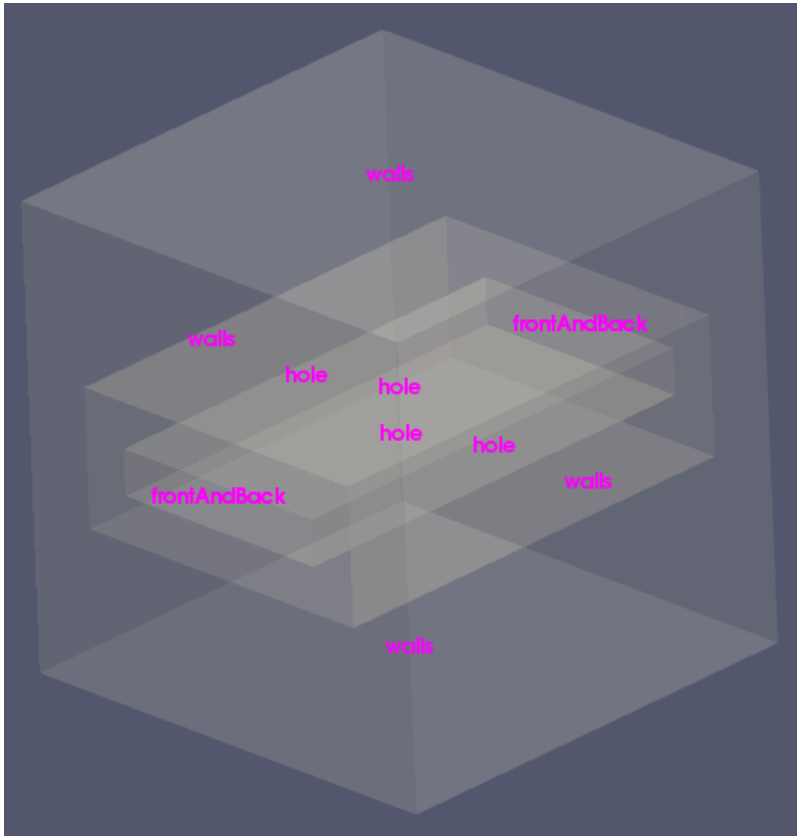


## 乱流モデル

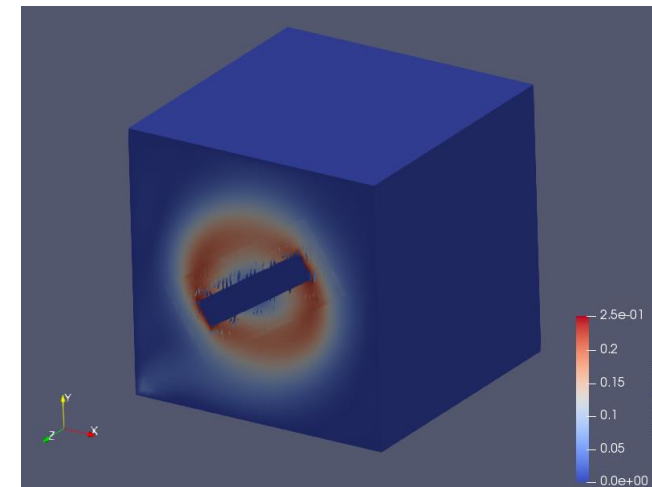
pimpleDyMFoamのチュートリアルのモデルはkEpsilonモデル。  
このモデルは自分の経験からして収束性が悪い。このため  
kOmegaSSTのモデルも追加検討した。

# overPimpleDyFoamチュートリアル simpleRotorのチェック

まずはチュートリアルをチェック

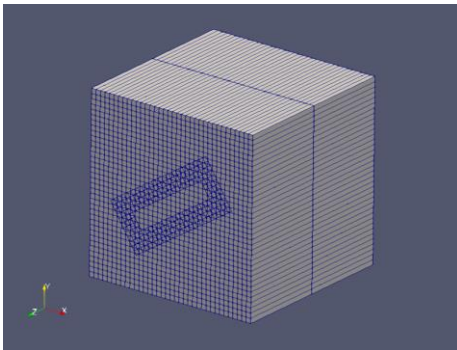


955rpm

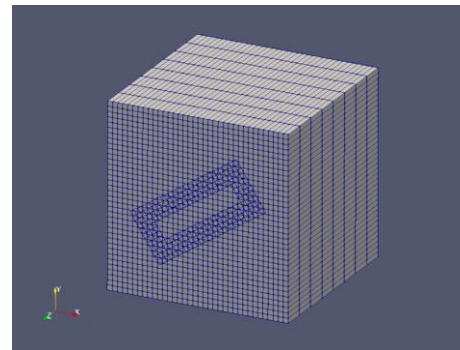
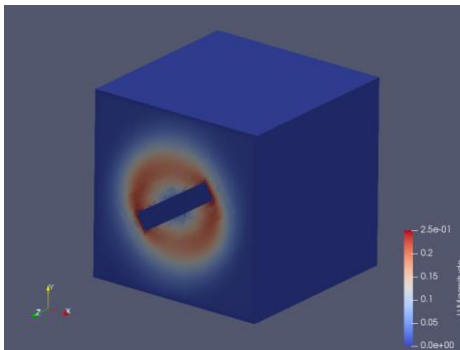


前後面のfrontAndBackの境界  
条件はemptyになっている

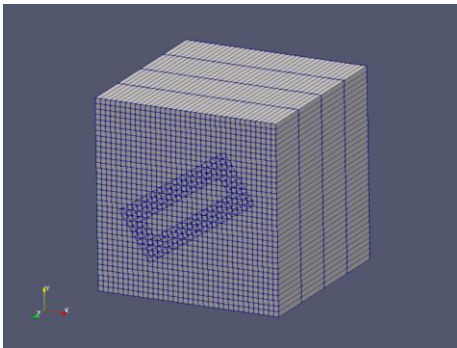
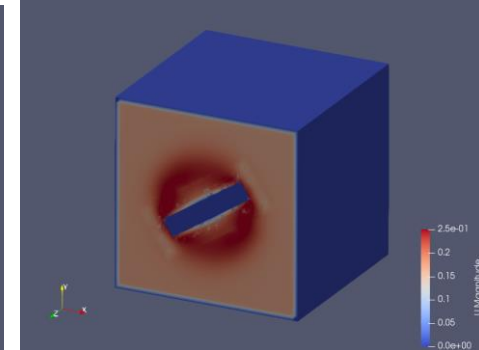
3次元的に見えても、解析は2次元。このため、単純に分割して計算するとおかしい結果が計算される。



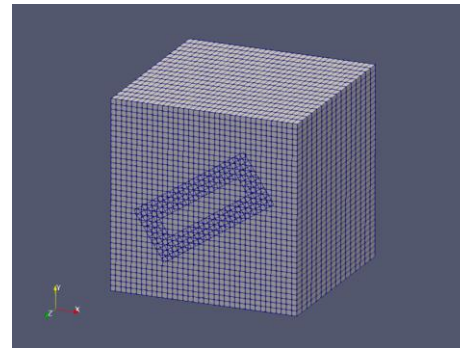
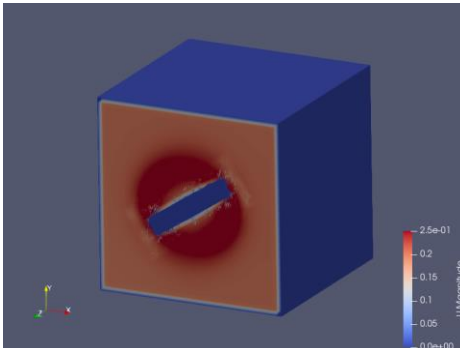
2分割



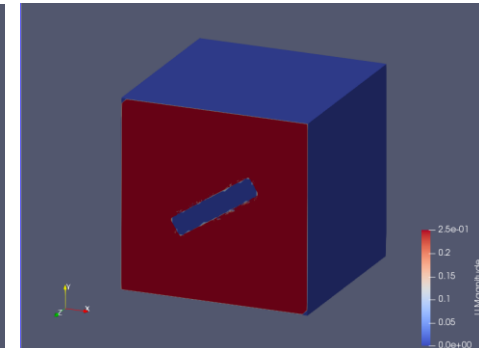
8分割



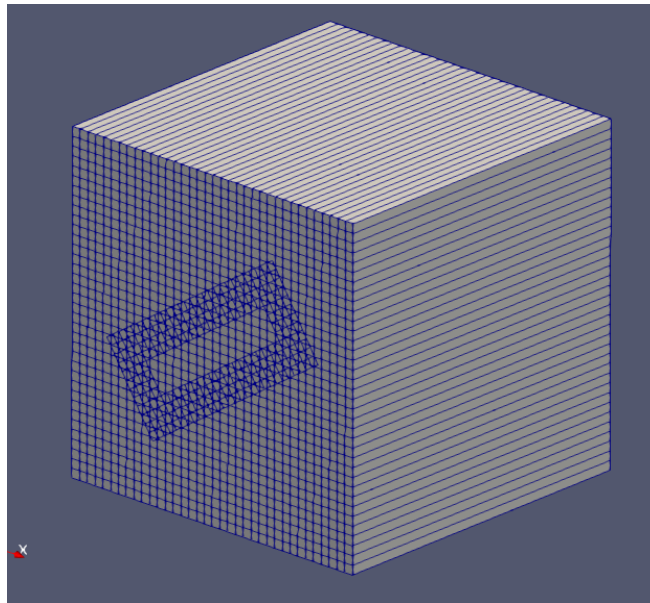
4分割



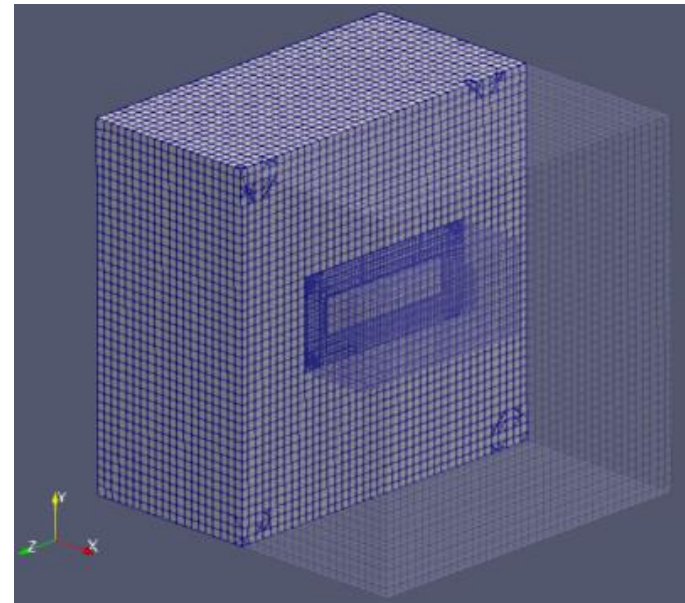
16分割



# overPimpleDyFoamのチュートリアル simpleRotorを3次元化



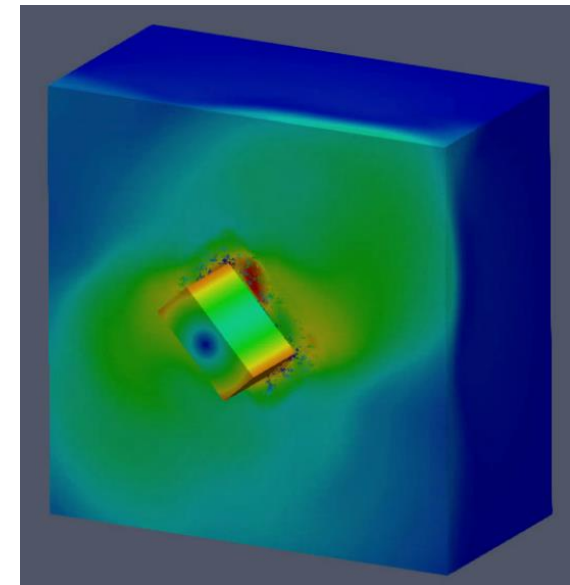
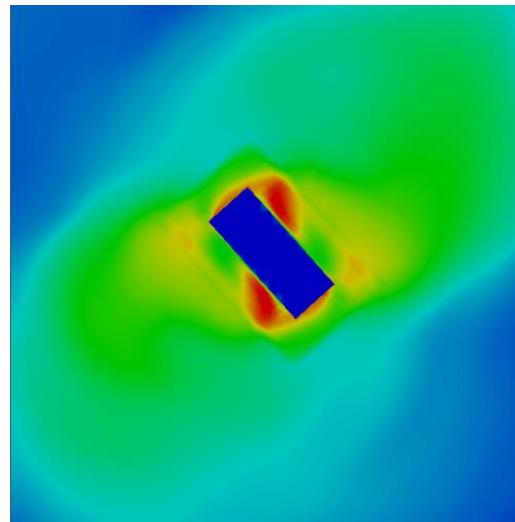
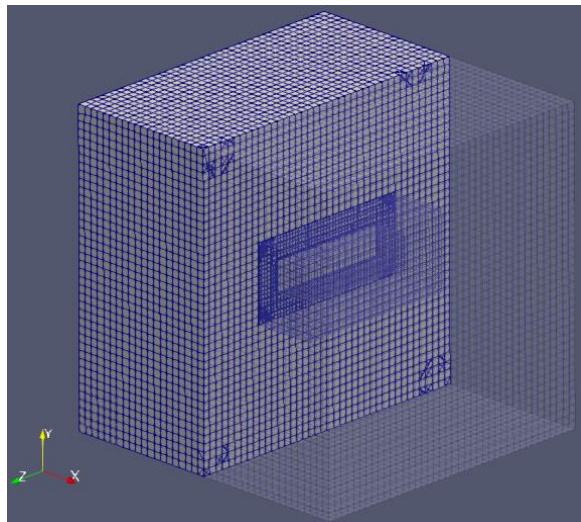
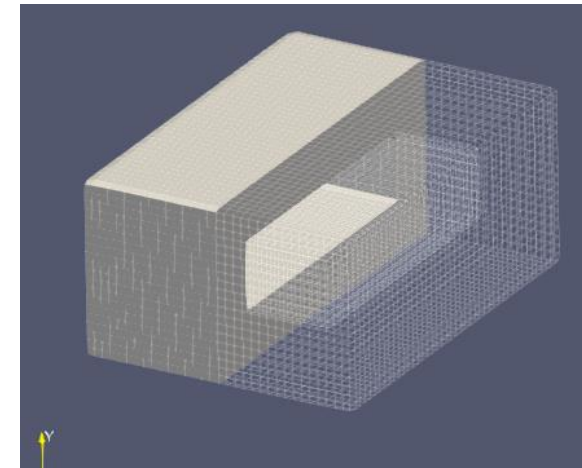
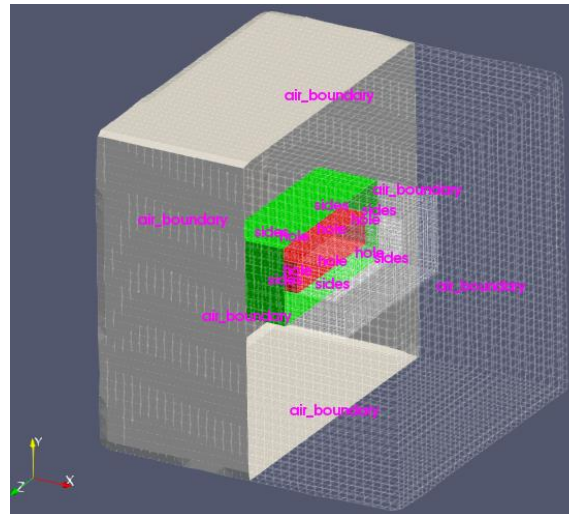
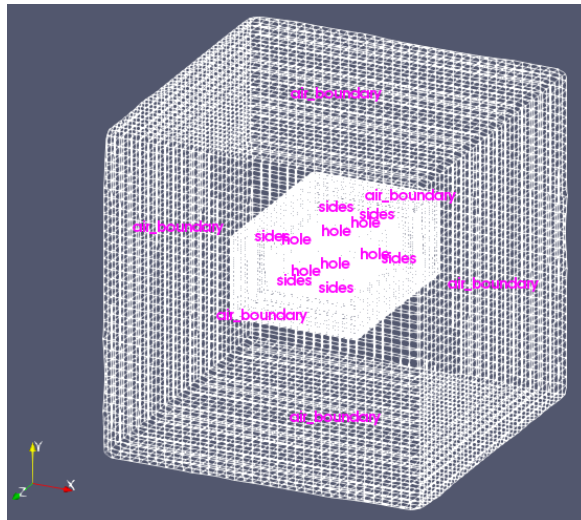
チュートリアル



3次元化

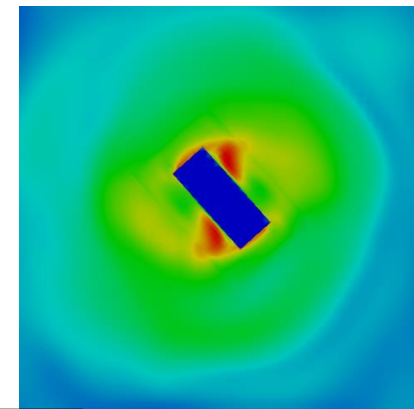
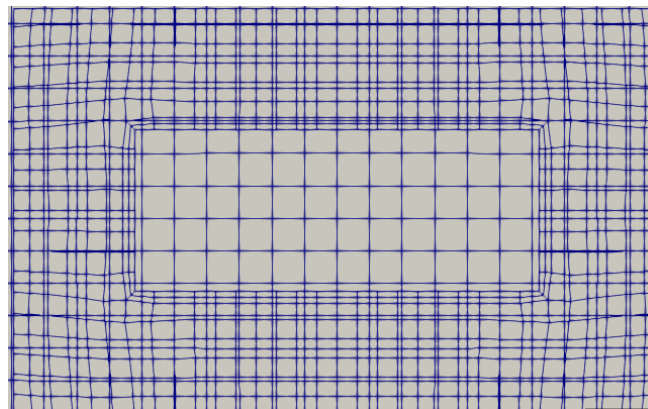


では、すこし形を変えて3次元に拡張

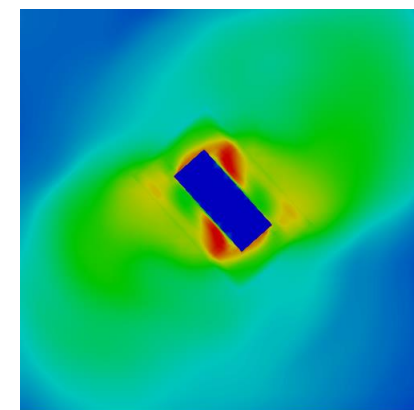
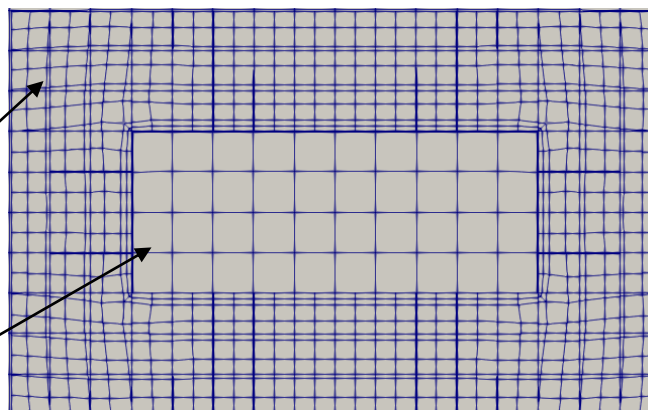


メッシュ密度を変えたらどうなるか？

ケース	回転部	バック部
case1	25	40
case2	25	50
case3	25	57
case4	25	60
case5	25	62.5
case6	25	64.6
case7	25	67
case8	25	75
case9	25	100



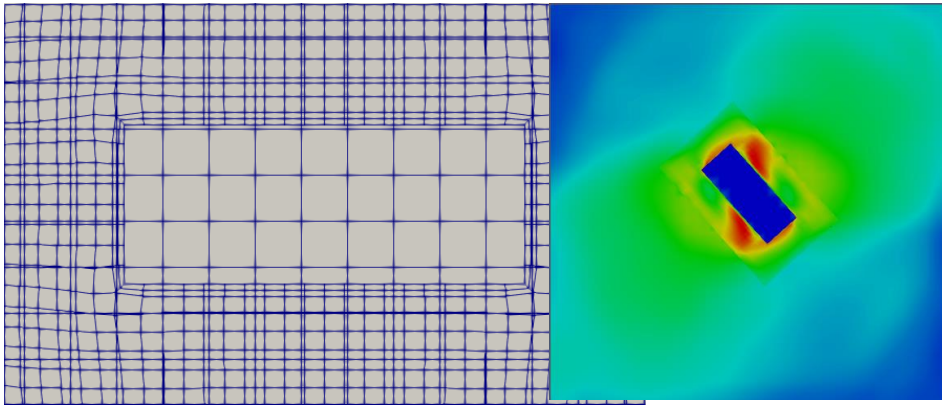
case1



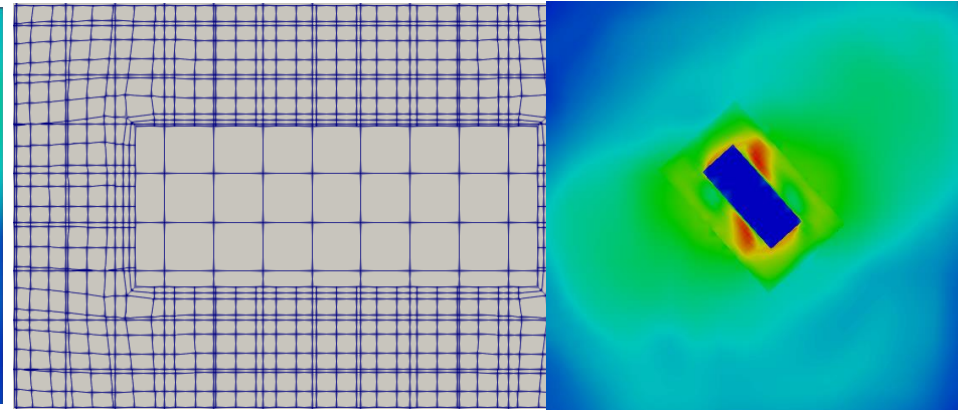
case2

バック部

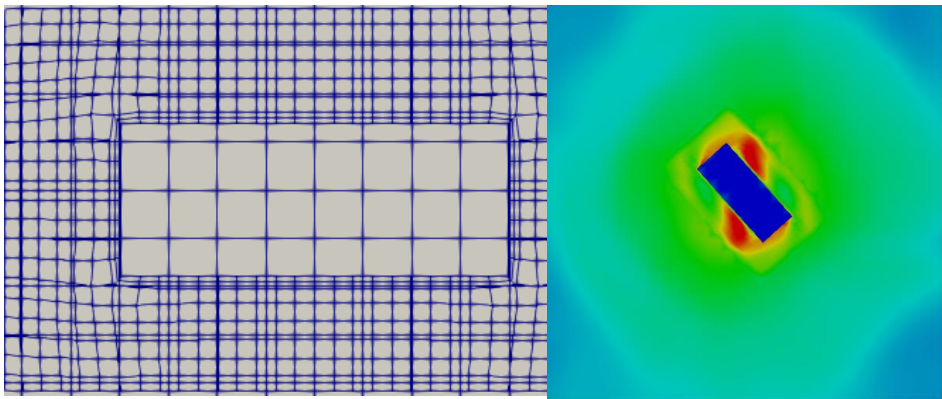
回転部



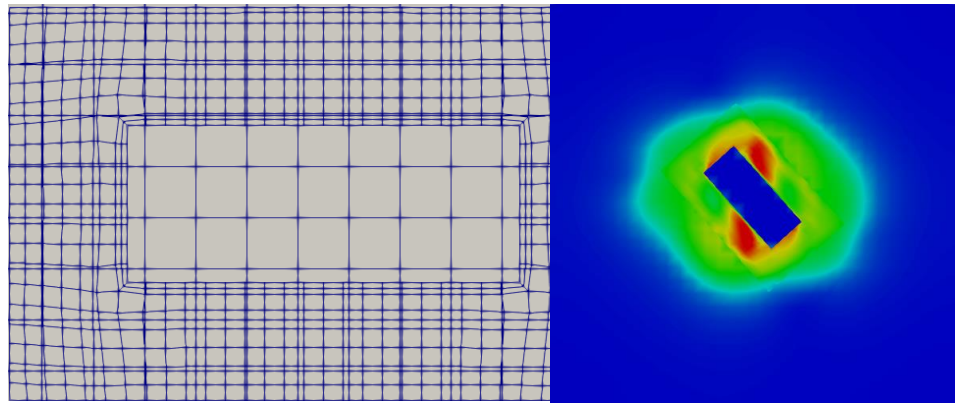
case3



case4

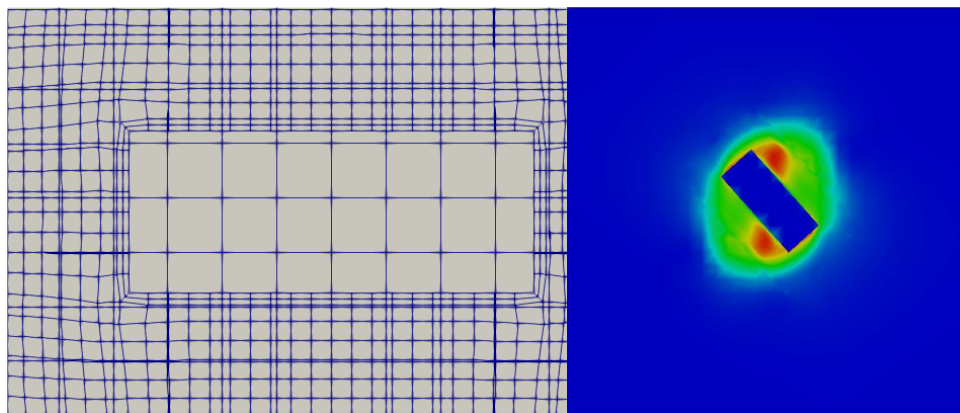


case5

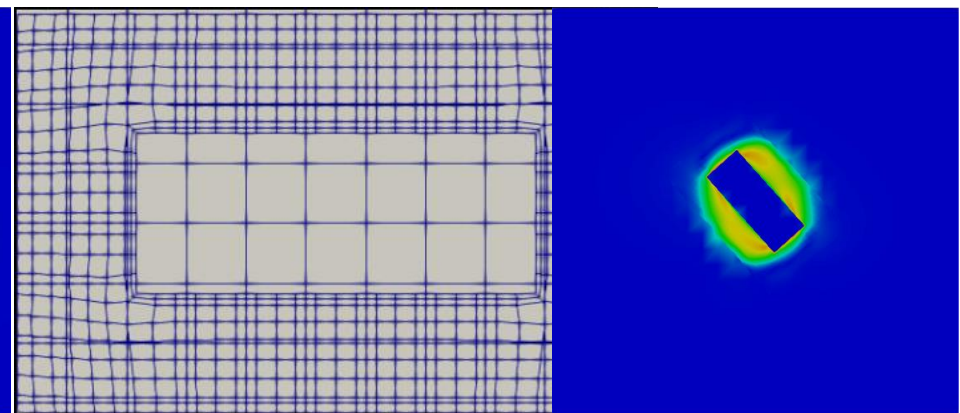


case6

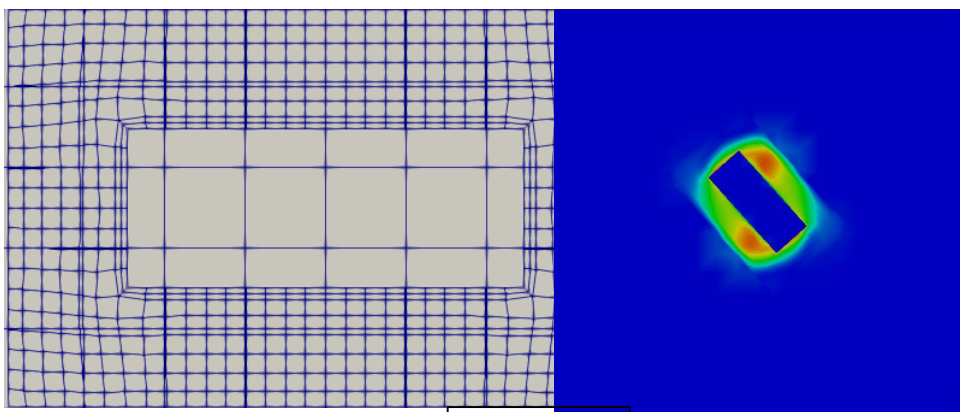




case7



case8

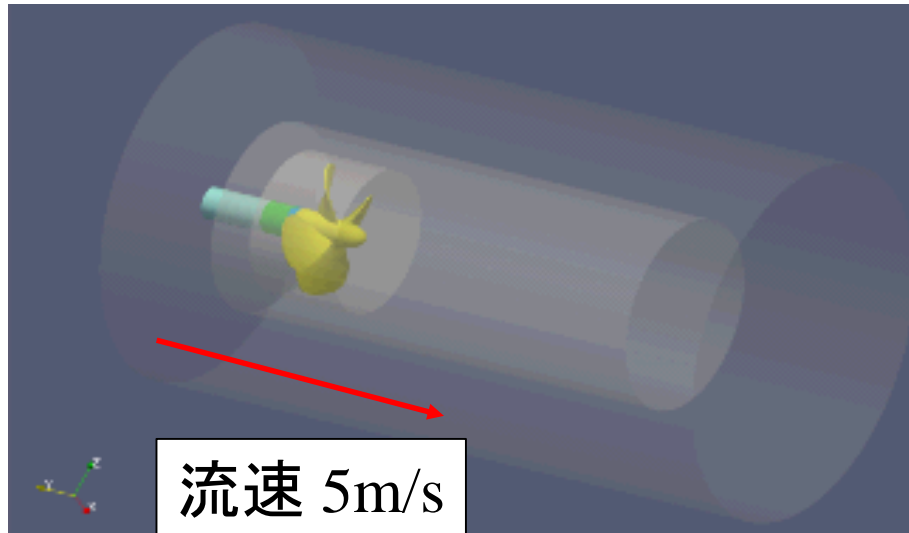


case9

メッシュ密度の差の程度によって、計算できる、計算できないのケースが出る。  
はっきりとした指針はどこに書いてあるか？

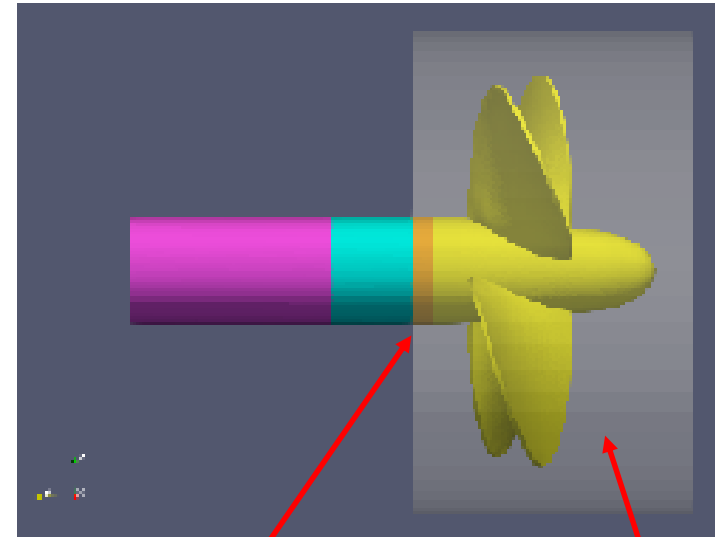
pimpleDyMFoamのチュートリアル  
propellerを、オーバーセットの  
メッシュ機能を使って解く  
(とにかくチャレンジしてみる！)

# propellerチュートリアルモデル モデル形状



流速 5m/s

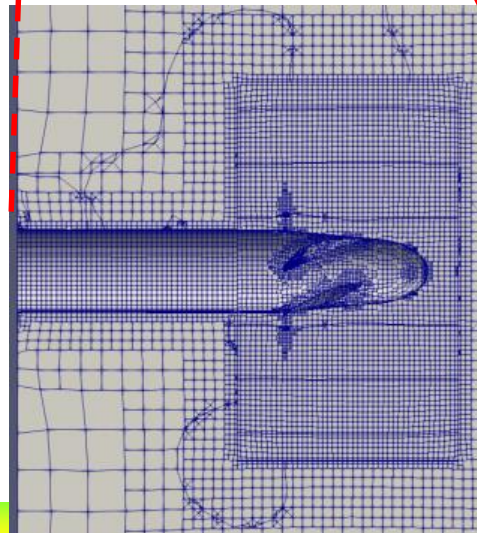
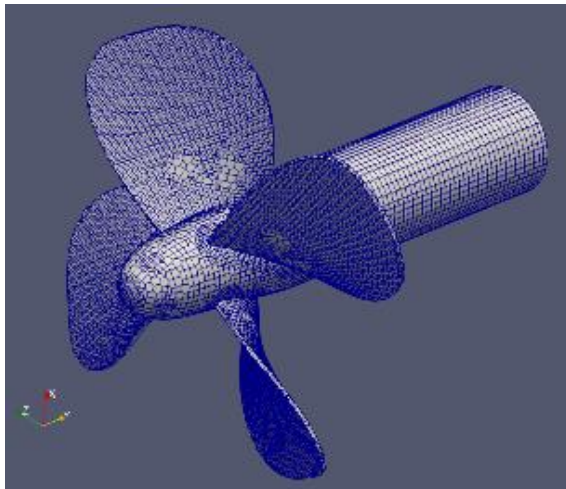
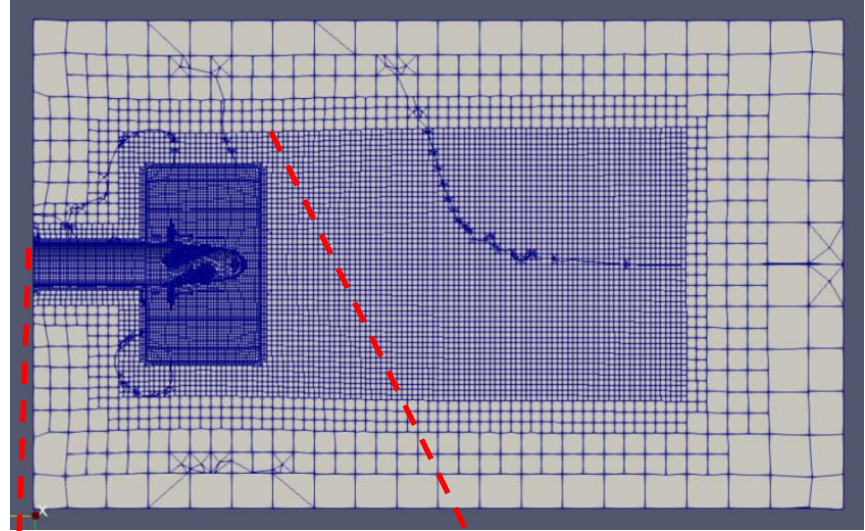
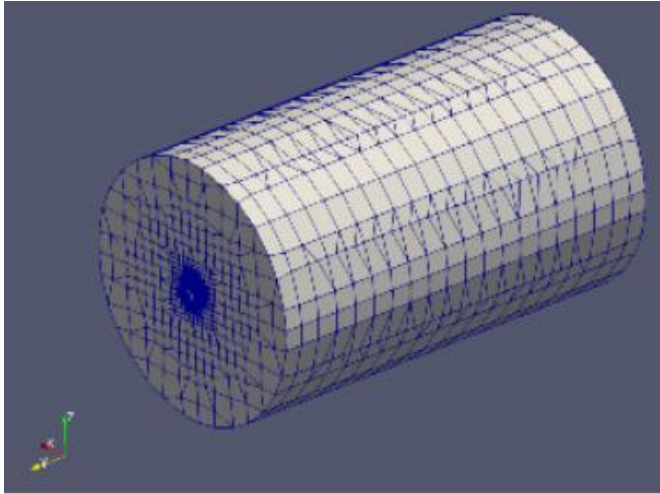
プロペラ: 1510rpm



ステムと回転部の  
境界が一致

回転領域

## propellerチュートリアル of メッシュ状況

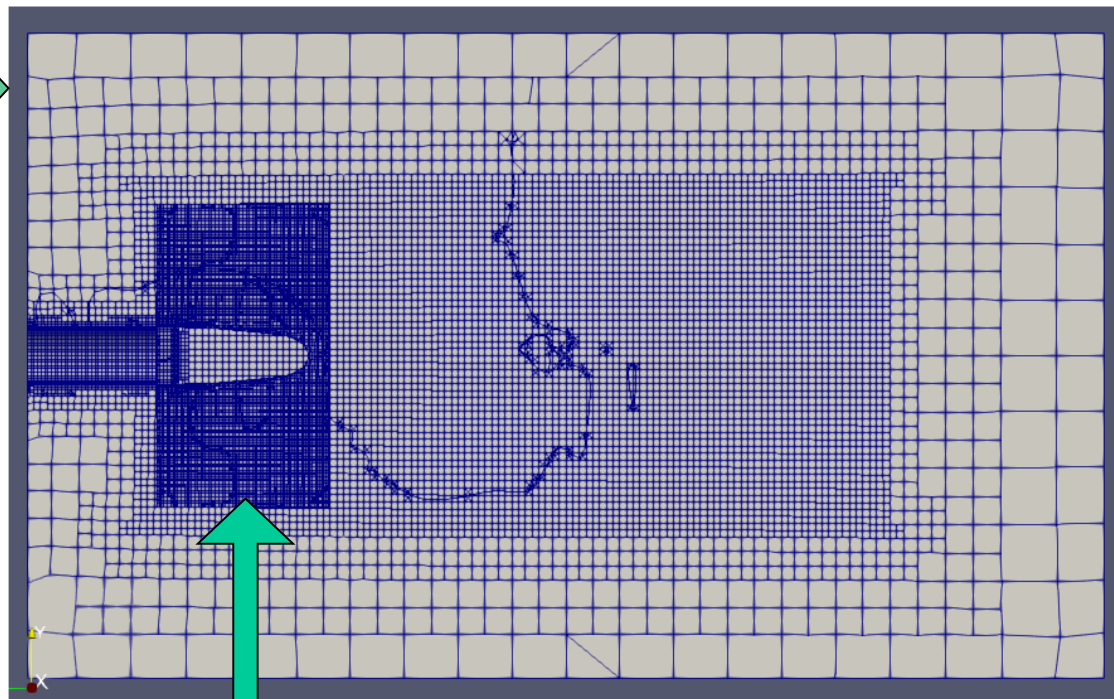
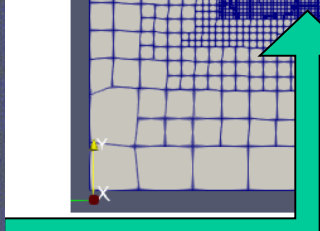
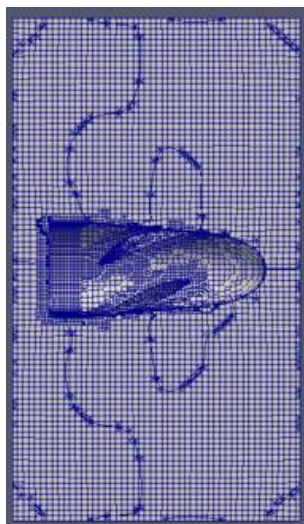
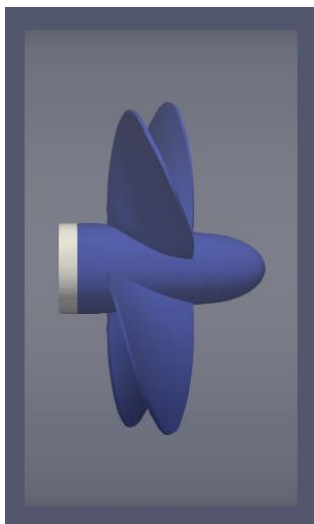
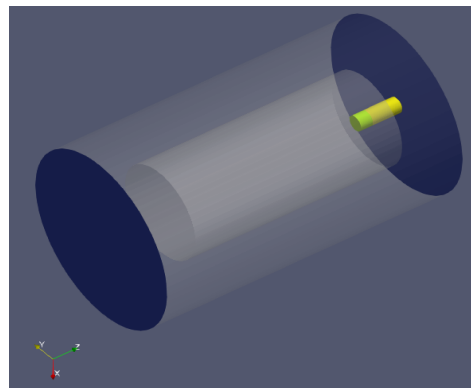




# オーバーセットのメッシュを使ったモデル形状, メッシュ状況

## メッシュを別々に作成して合体

(操作手順はoverInterDyFoam/floatingBodyを参照)

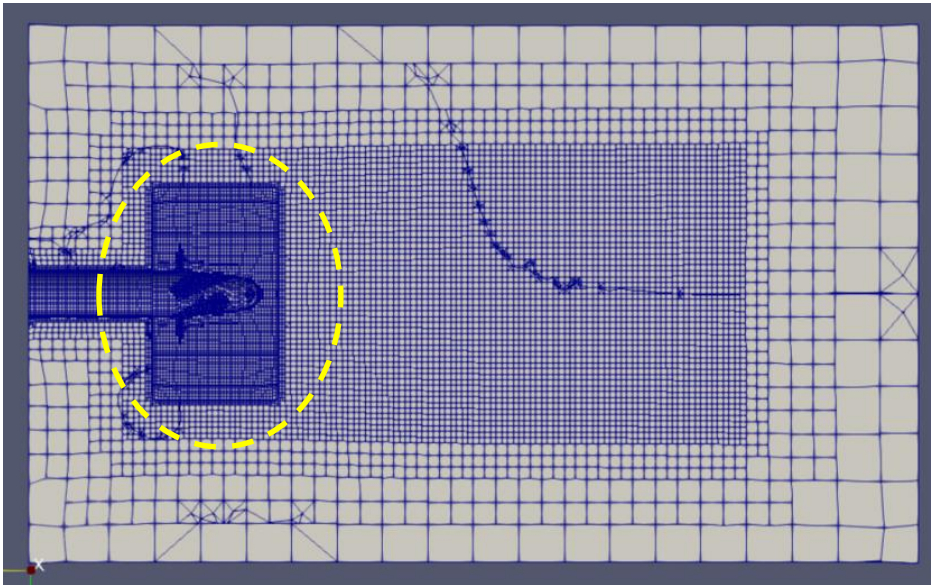


オーバーセットの領域としてチュートリアルのAMI領域より少し大きした

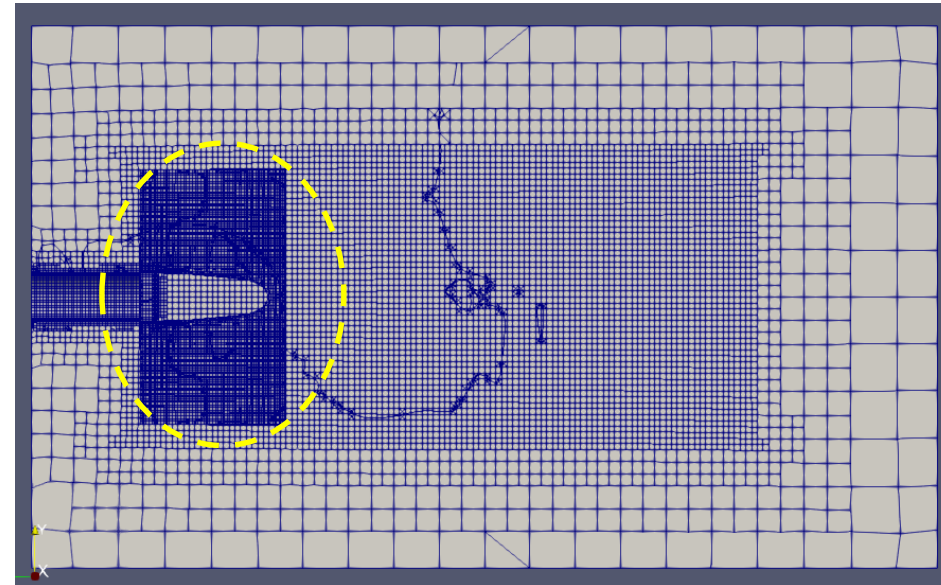
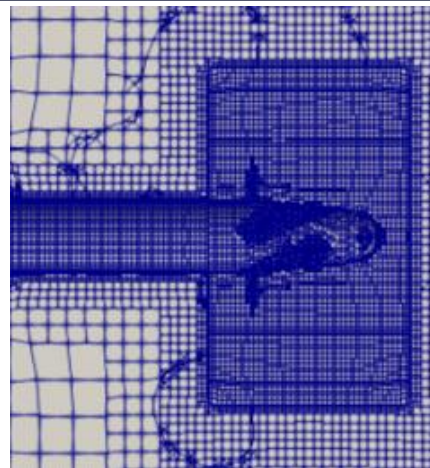
X range: -0.14 to 0.14 (delta: 0.28)  
Y range: -0.14 to 0.14 (delta: 0.28)  
Z range: -0.08 to 0.08 (delta: 0.16)



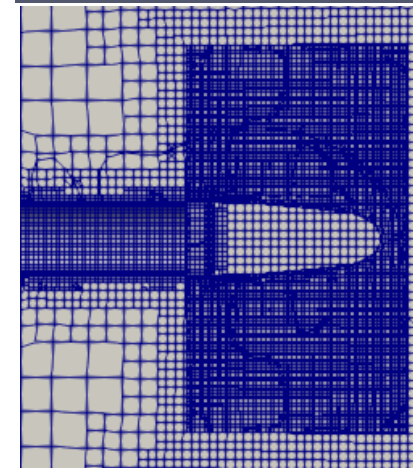
## それぞれのメッシュ状態の比較



AMI



オーバーセット



計算条件, 計算結果の比較 0.1秒後の速度分布

モデル① チュートリアルデータ そのまま kEpsilon

モデル② チュートリアルデータ kOmegaSST

モデル③ オーバーセットメッシュ kEpsilon

モデル④ オーバーセットメッシュ kOmegaSST

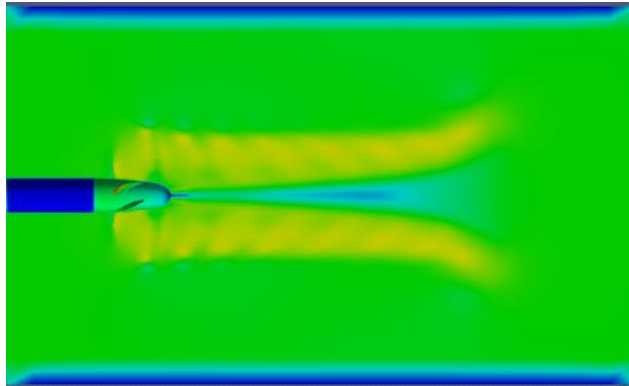
注: モデル③

maxCo:1

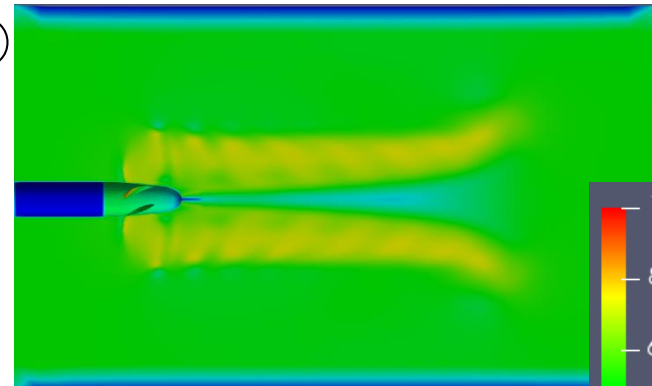
maxCoが2だと発散

また, 並列処理の分割によっても発散する

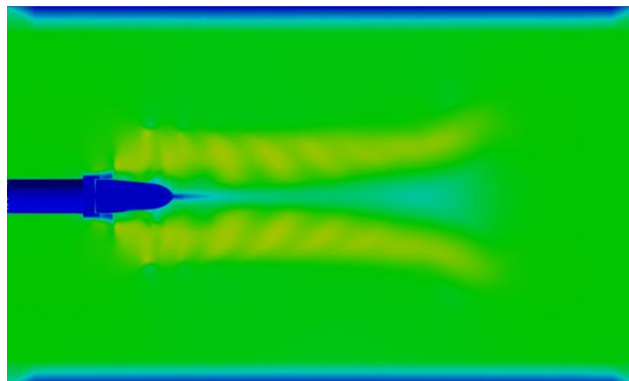
モデル①



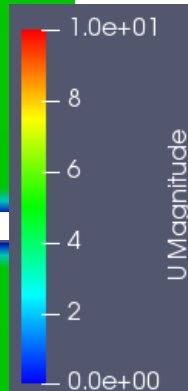
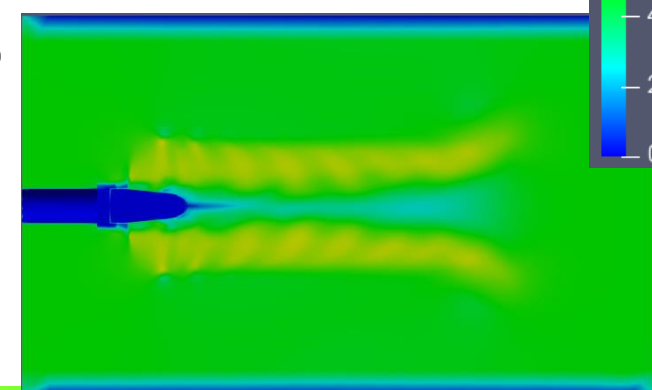
モデル②



モデル③

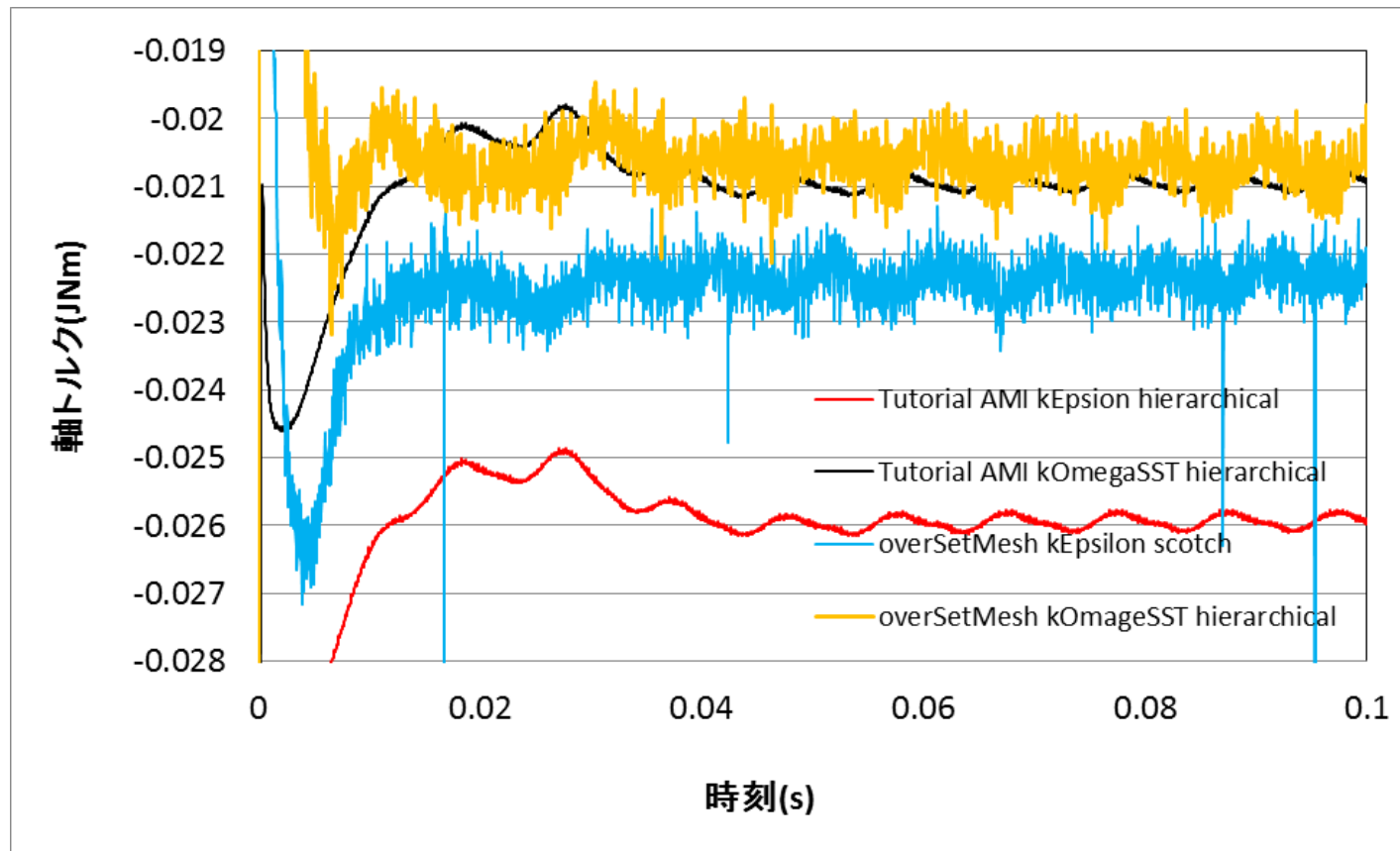


モデル④



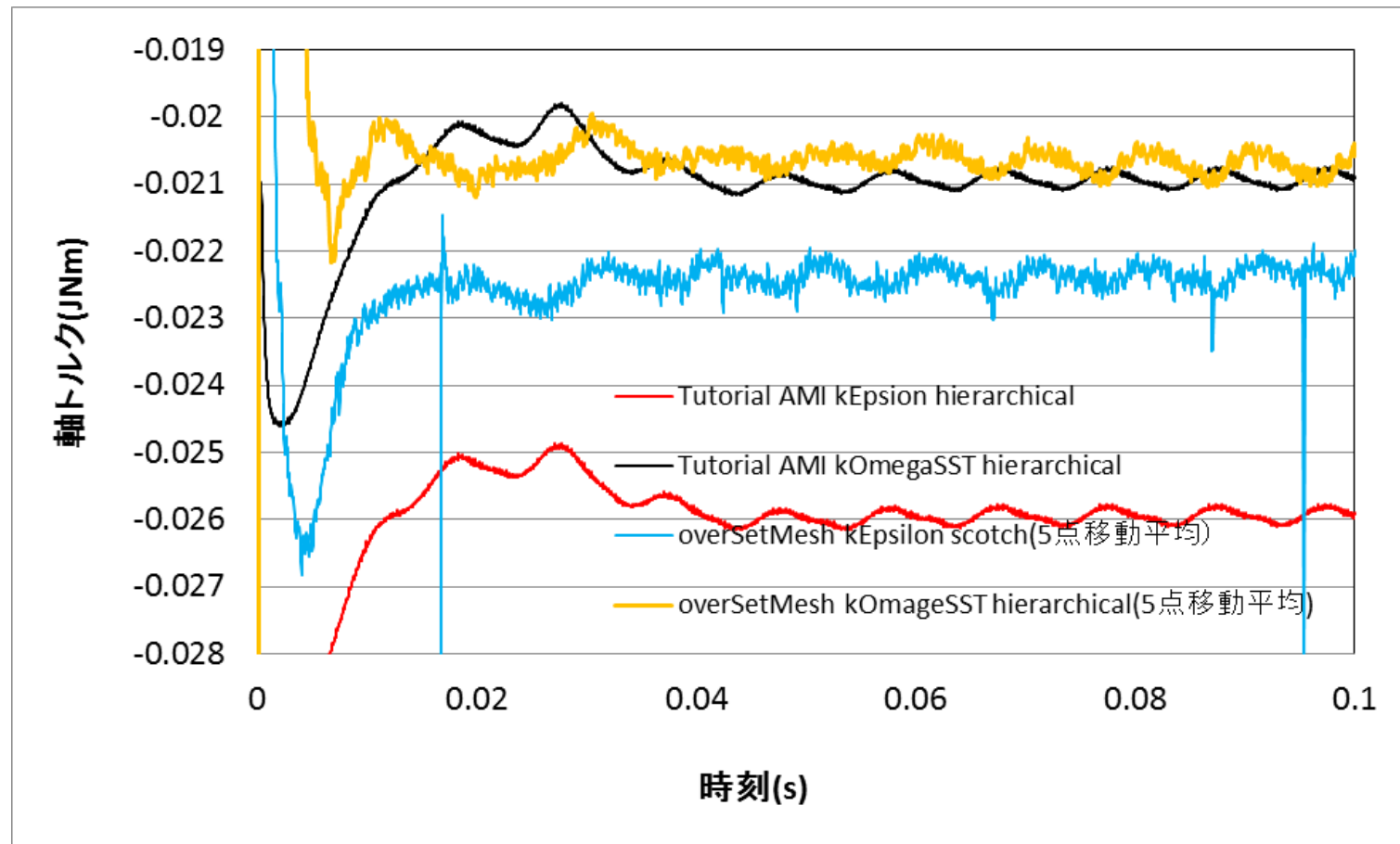
## 計算結果比較:時刻歴の軸トルク

AMIに比べて, オーバーセットメッシュ(OS)の方が小刻みの変動が多い。



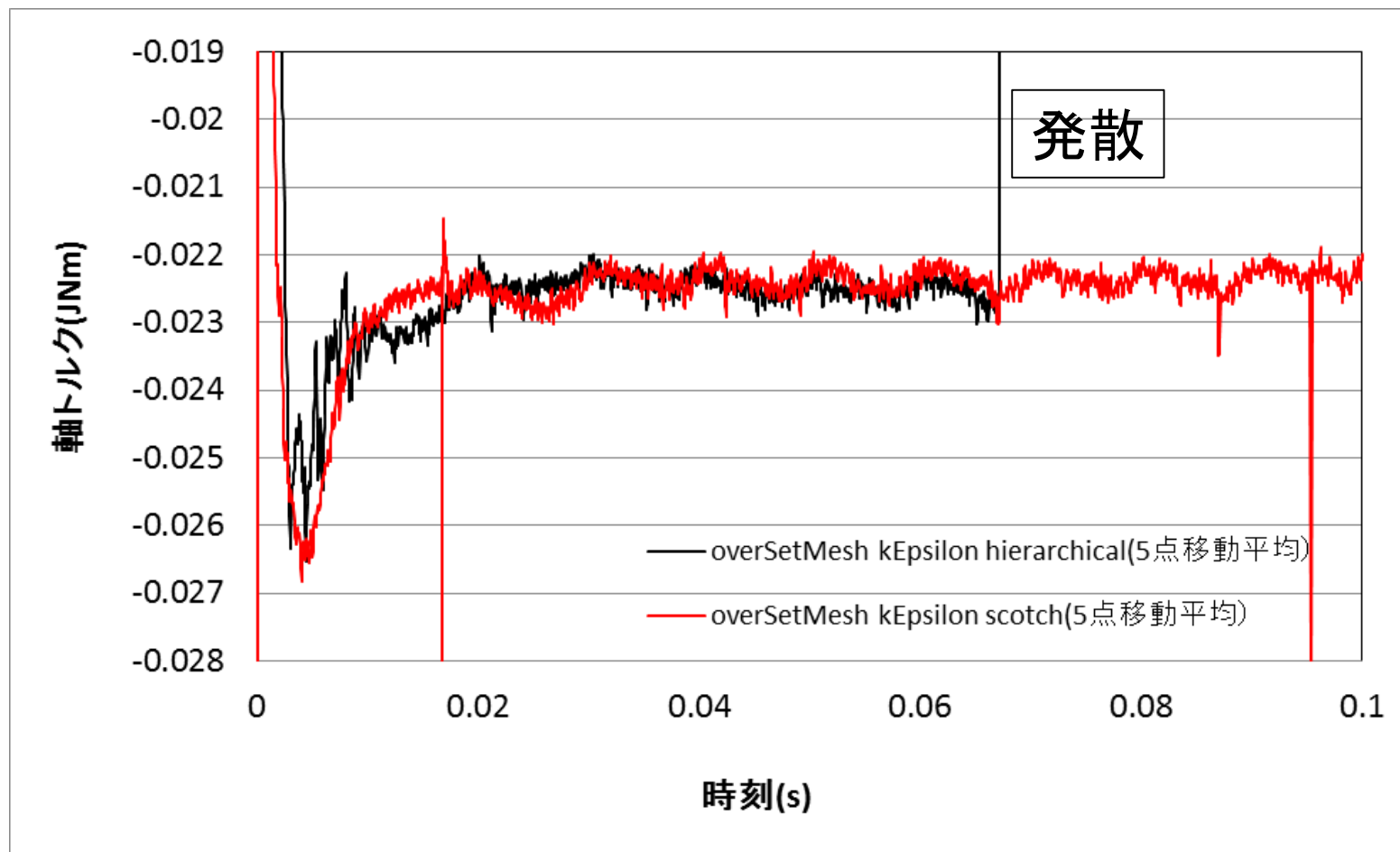
## 計算結果比較:時刻歴の軸トルク

オーバーセットメッシュ(OS)のデータに移動平均処理をする。



## 計算結果比較:時刻歴の軸トルク

オーバーセットメッシュ(OS)の分割手法による差。



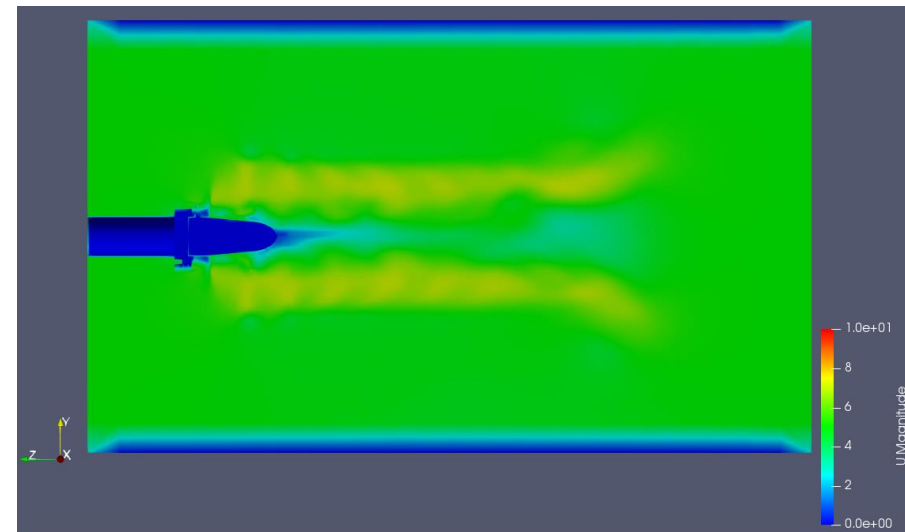
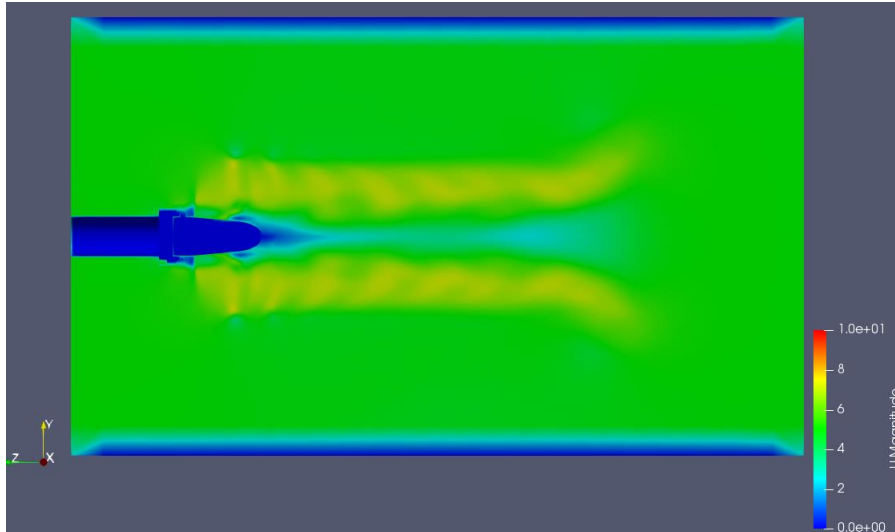


メッシュ密度を変えると結果はどう変わるか？(乱流モデル kOmegaSST)

回転領域を粗く(密度半分)

メッシュ①

メッシュ②

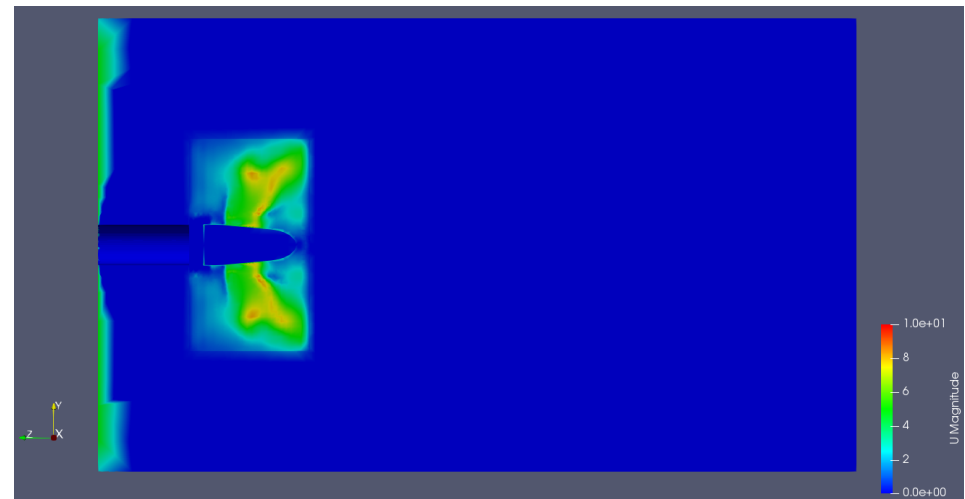
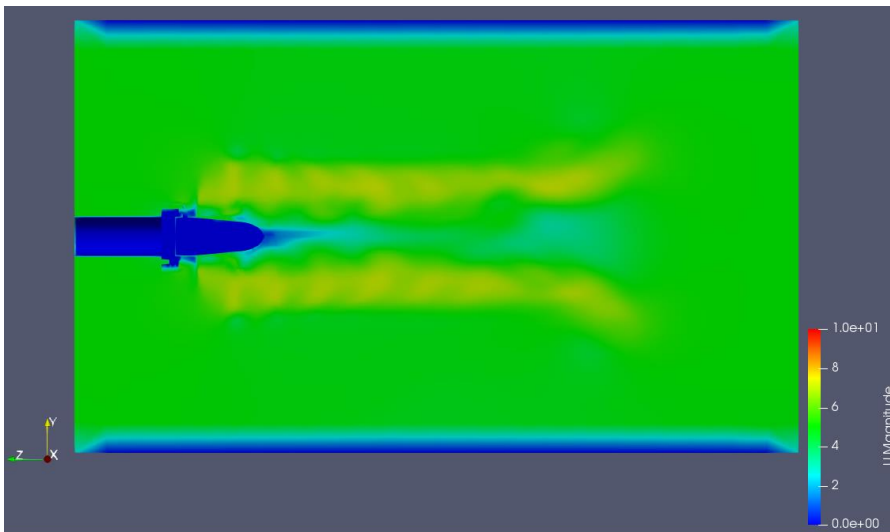


メッシュ密度を変えると結果はどう変わるか？(乱流モデル kOmegaSST)

内部シリンダ域を粗く(密度半分)

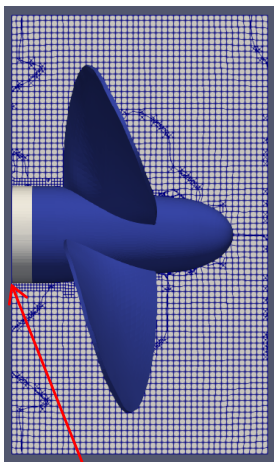
メッシュ②

メッシュ③

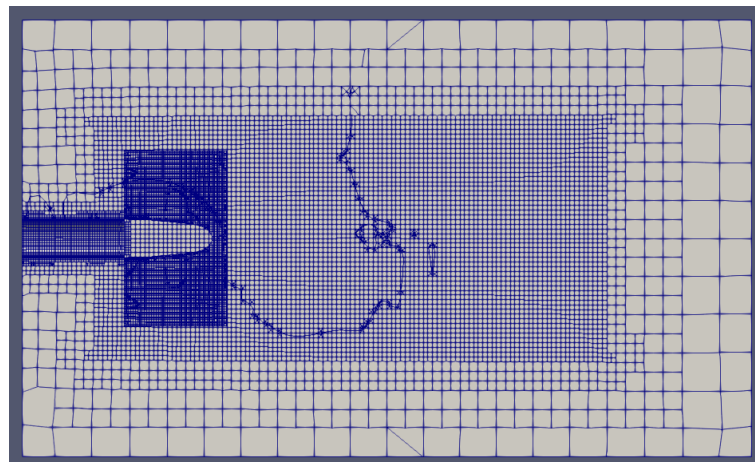
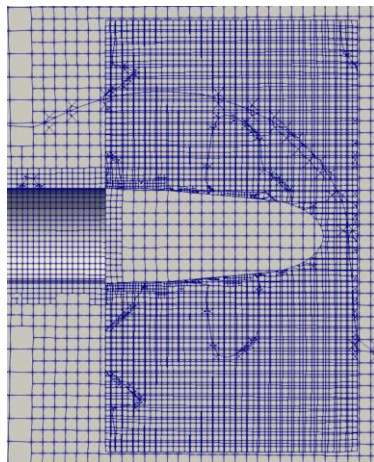


計算がおかしくなる  
この理由は？

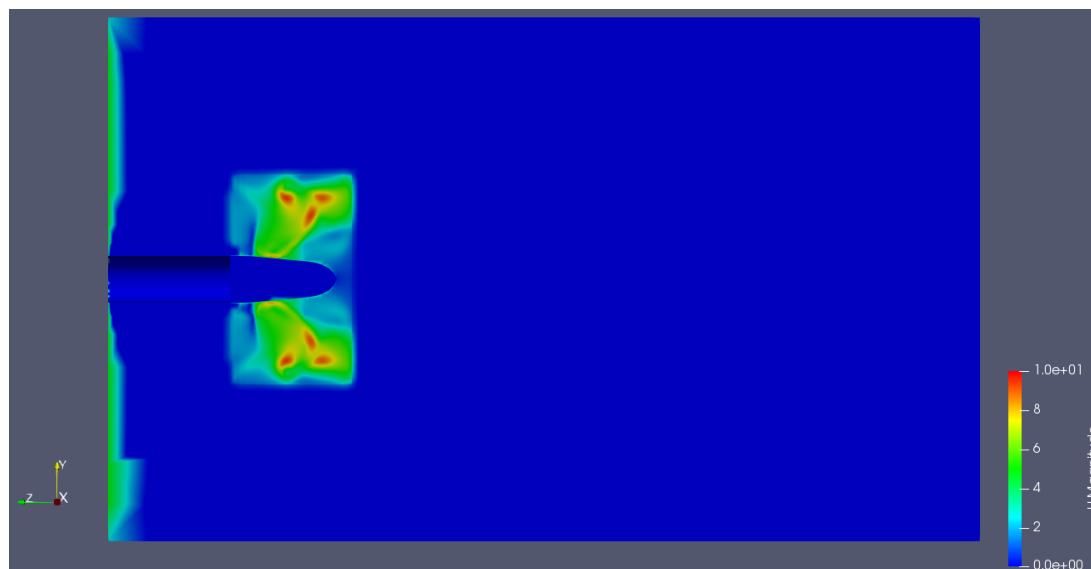
作ってはいけないオーバーメッシュ: 境界が閉じない, エッジで接続



オーバーセットの  
領域が閉じない



0.1s後の結果  
計算は出来るがおかしな結果





## アニメ作成時の注意(環境依存か?)

OpenFOAM plusのParaView 5.4.1ではファンが回らない状態でアニメができるので見栄えが悪い。このためOpenFOAM devのParaView 5.4.0を使うことになるが、時間0のホルダがあるとParaViewが落ちるので\_0などに変える。

```
--> FOAM FATAL IO ERROR:
Essential entry 'value' missing

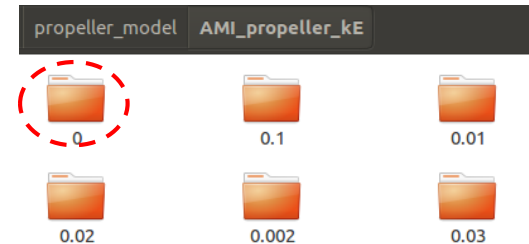
file: /home/[redacted]/Desktop/sample_case_oversetmesh/kOmegaSST_model/background/0/p.b
ryField.rotate_area from line 59 to line 59.

From function Foam::fvPatchField<Type>::fvPatchField(const Foam::fvPatch&, const Foa
mensionedField<Type, Foam::volMesh>&, const Foam::dictionary&, bool) [with Type = double
in file /home/[redacted]/OpenFOAM/OpenFOAM-dev/src/finiteVolume/lnInclude/fvPatchFi
at line 131.

FOAM exiting

Segmentation fault (core dumped)
```

0ホルダをコメントアウトなし  
にParaViewでアニメを作成  
しようとすると落ちる。



## アニメ作成手順

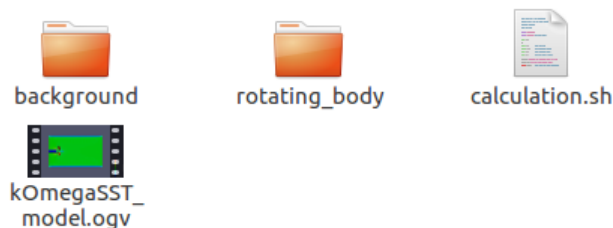
- ①計算後にOpenFOAM devの環境に切り替える。
- ②計算ホルダの0ホルダを\_0に名前を変える。
- ③ParaView 5.4.0でアニメーションを作成する。

## サンプルとしてアップした3データについて 注意事項等です！

ケースホルダ	乱流モデル	計算時の分割	計算状況
kEpsilon_model	kEpsilon	hierarchical	途中発散
kEpsilon_model2	kEpsilon	scotch	正常終了
kOmegaSST_model	kOmegaSST	hierarchical	正常終了



各ホルダの下に計算に使うサブホルダがあります。  
計算結果のogvファイルは参考です。



- ①oversetmeshを勉強する上で触ったデータを公開しているため、設定の正確さや解析精度の保証は全くありません。
- ②このデータはOpenFOAM plus v1712で計算をしています。OpenFOAM devやOpenFOAM v5.0では動きません。また、OpenFOAM plus v1706では確認をしていません。
- ③calculation.shを実行することで、回転体部分のメッシュ作成、流体領域のメッシュ作成と回転体部分の結合、計算が実施されます(と思います)。