

新TreeFoamの紹介

(TreeFoam ver 3.16.230530)

<変更内容>

1. 流体-固体の熱連成解析、固体の熱ひずみ解析を追加
2. displayServer 「wayland」 対応

1. 流体-固体の熱連成解析、固体の熱ひずみ追加

流体-構造連成解析に加え、熱連成と固体の熱ひずみを追加した。

これにより、

- 流体-構造連成（流体圧力 \leftrightarrow 構造変位を計算）
- 流体-固体間の熱連成（流体固体の熱移動 \leftrightarrow 温度分布を計算）
- 固体の熱ひずみ（温度分布 \leftrightarrow 固体の熱ひずみを計算）

を連成させて、計算することができる。

全て連成させる場合、圧力 p 、温度 T 、変位pointDisplacement fieldが扱えるsolverに限られる。

（rohoPimpleFoam、buoyantPimpleFoam等のsolver）

熱連成のみであれば、温度 T fieldが扱えるsolverであれば、固体との熱連成解析ができる。

（多数のsolverで計算できる）

<連成計算方法>

TreeFoamのメニュー「計算」>「流体-構造連成解析」を選択して、設定dialogを表示させる。
ここで連成計算に必要な設定を行う。

今回より、「連成する項目」を追加している。
ここで、連成項目を選択する。

fsi:流体構造連成とcht:流体固体熱連成は、その変化速度に大きな差がある事が多い。

変位の変化速度 >> 温度変化速度

この為、連成計算するタイミングを各々独立して設定できる様にしている。

詳細は、TreeFoamマニュアルの「8-4.流体-構造連成解析」を参照。



<流体固体の熱連成方法>

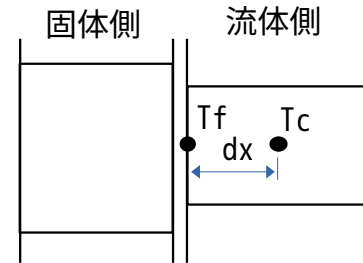
流体-固体間の熱移動は、以下の方法で行っている。

- 1) 固体のSGRP面の温度を流体のpatch面にmapping
- 2) patch面の温度勾配と流体の熱伝導率から熱流束を算出し、出力
- 3) 流体側の熱移動を計算 (deltaT秒後の温度分布算出)
- 4) 出力した熱流束を固体のSGRP面にmapping
- 5) FrontISTRを起動して固体の熱移動を計算 (deltaT秒後の温度分布算出)
- 6) 固体のSGRP面の温度を流体のpatch面にmapping (1)に戻る)

patch面の熱流束は、以下で算出している。

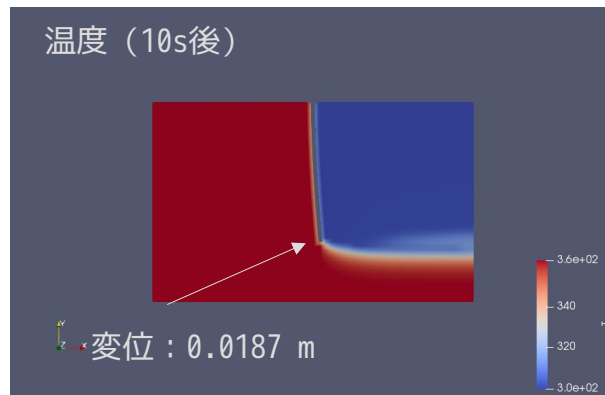
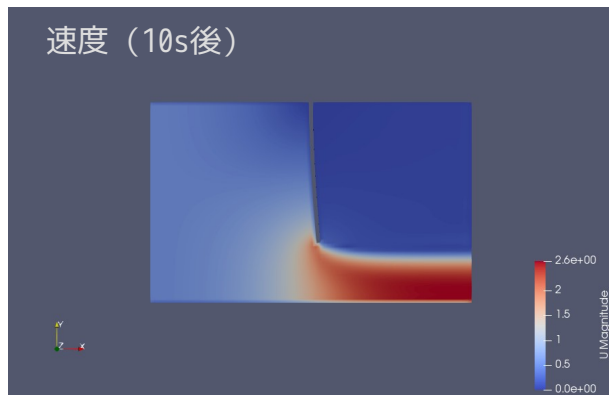
$$q = -\kappa \frac{dT}{dx} = -\kappa \frac{T_c - T_f}{dx}$$

Tc: cell中心の温度[K]
Tf: face中心の温度[K]
dT/dx: 温度勾配[K/m]
 κ : 熱伝導率[W/mK]
q: 熱流束[W/m²]



<計算例>

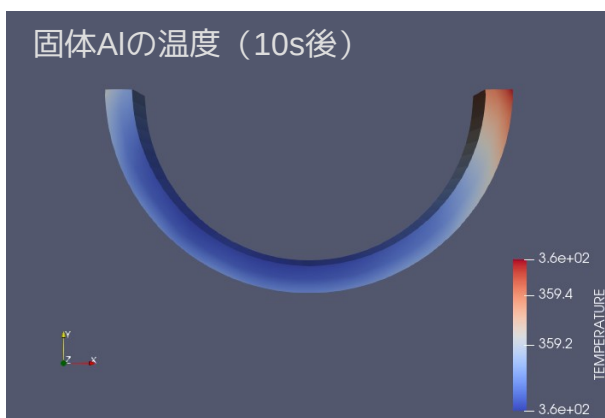
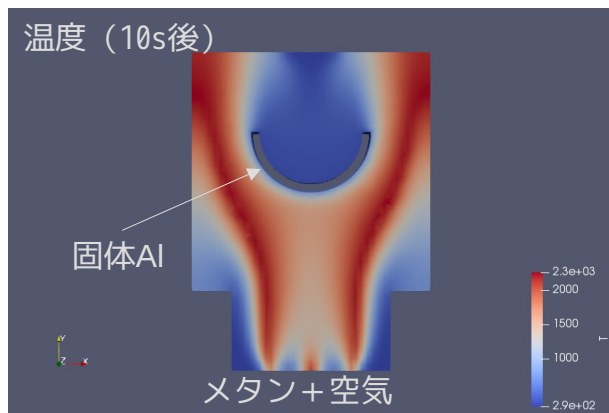
biMetal 高温流体中に配置しているバイメタル solver:buoyantPimpleFoam



バイメタルが発振しない様に
減衰を与えて、1次の振動を抑えて解析
バイメタル：圧力、温度上昇で変位

バイメタルの変位
圧力：0.0083 m
温度：0.0104 m

fire メタンの燃焼と固体の熱連成 solver:reactingFoam



流体固体の熱連成のみ
温度T fieldを扱うsolverで適用できる。

上記例のcaseは、TreeFoamに含めている。

<流体固体間の熱連成計算の検証>

流体個体間の熱移動は、熱流束を介して熱移動を計算している。

この計算の確からしさを検証する為に、OpenFOAMの標準のsolver「chtMultiRegionFoam」で確認する。

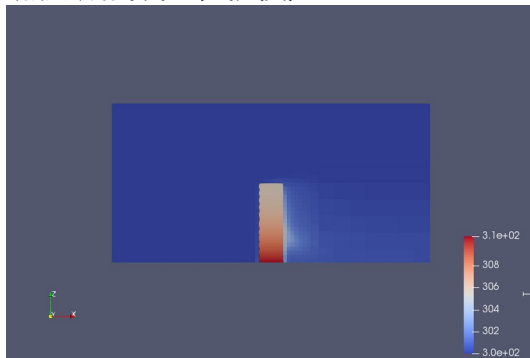
(chtMultiRegionFoamは、流体固体間の熱移動を計算するsolver)

同じモデル、同じ条件で連成解析結果とchtMultiRegionFoamの計算結果を比較する。

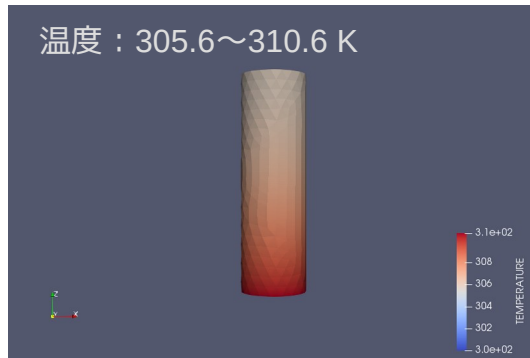
モデル：空気の流れ中にCuの円柱を配置。円柱の底面に $186 \times 10^3 \text{ W/m}^2$ の熱流速を与える。

円柱は、熱流束の発熱と、空気の流れで冷却される

熱連成計算 (3秒後)

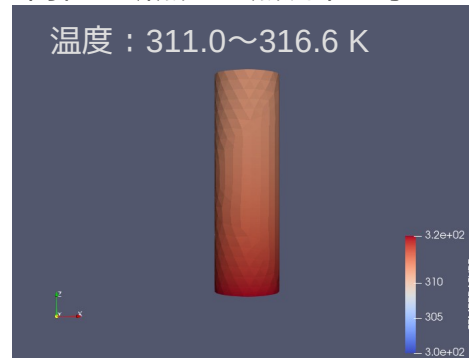


温度 : 305.6~310.6 K

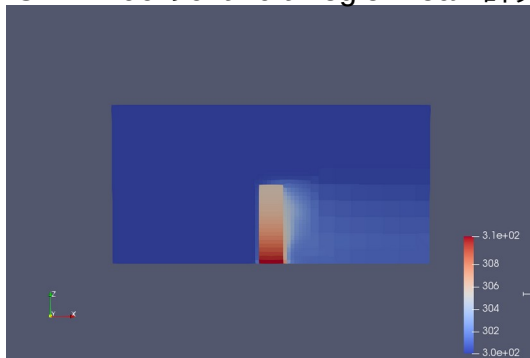


円柱を断熱して熱流束を与えた場合

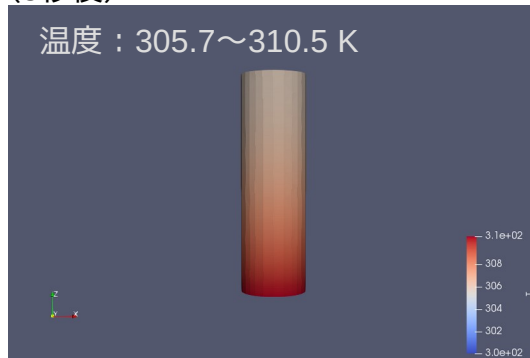
温度 : 311.0~316.6 K



OF-v2206のchtMultiRegionFoam計算 (3秒後)



温度 : 305.7~310.5 K



計算結果は、熱連成計算とchtMultiRegionFoamの計算結果は、良く合致している。

円柱を断熱した状態では、max316.6Kまで温度上昇しているのので、空気側に6K分熱移動している。

2. displayServer 「wayland」 対応

ubuntu2204のリリース時期は、displayServerがX11からwaylandへの移行期。

ubuntu2204のリリース時は、displayServerを「X11」 or 「wayland」にするか選択できた。

この時期は、QtAppがwaylandに対応しておらず、SalomeやTreeFoamのgridEditorの動作が不安定。

この為、ubuntu2204をX11で起動していた。

→ 5/23のubuntu2204のupdateから、displayServer 「X11」 が選択できなくなった。

(waylandに完全移行した)

これにより、displayServerをwaylandに設定した上で、擬似的にX11的な動作をさせる為に、

TreeFoamの起動時に、

```
export GDK_BACKEND=x11
```

の環境変数を追加。