

明石工業高等専門学校専攻科

エネルギー工学I

課題1

ME2208 高橋 尚太郎
(機械・電子システム工学専攻1年)

1 課題 1

1. 計算開始後 500 ステップまで 50 ステップ毎の温度分布、速度ベクトルの様子を図示せよ。

50 ステップ毎の温度分布、速度ベクトルの様子を図 1 に示す。

青色が低温側で赤色が高温側である。図 1 より、ステップ数が増加すると高温の空気と低温の空気の

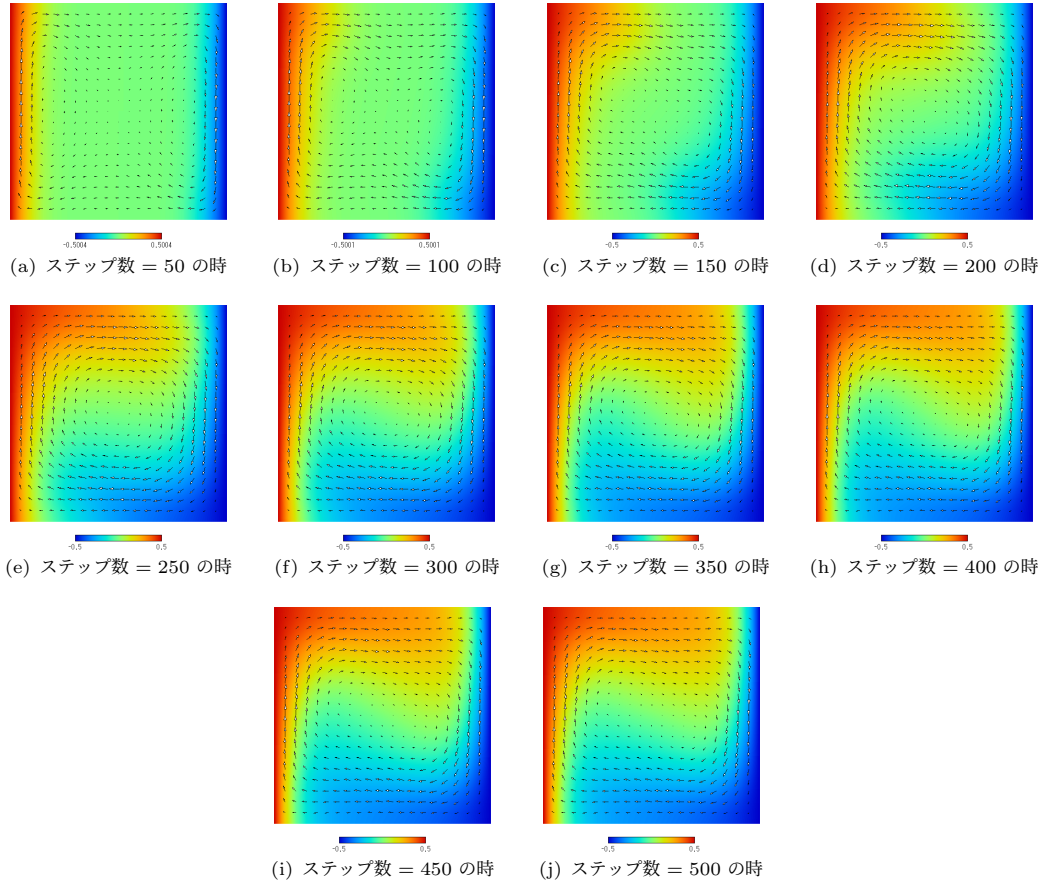


図 1: 50 ステップ毎の温度分布・速度ベクトルの様子

混合が進展することが分かる。ステップ数が 350 程度になると、温度分布が一定になる。速度ベクトルの大きさは、ステップ数が増加するごとに大きくなり、温度分布が一定になると減少傾向になる。

2. Gr を変化させ、定常状態における高温壁と低温壁の平均 Nu 数と Gr 数の関係を図に示せ。

($10^3 < Ra < 10^5$)

はじめに、 Gr 数を変化させた時の高温壁と低温壁の平均 Nu 数と Gr 数の関係を表 1 に示す。

表 1: Gr 数を変化させた時の高温壁と低温壁の平均 Nu 数と Gu 数の関係

Re 数	Gr 数	平均 Nu 数
1.0×10^3	1428.57	4.44229
2.5×10^3	3571.43	5.49029
5.0×10^3	7142.86	6.81448
7.5×10^3	10714.3	7.75238
1.0×10^4	14285.7	8.47924
2.5×10^4	35714.3	11.1318
5.0×10^4	71428.6	13.5280
7.5×10^4	107143	15.0941
1.0×10^5	142857	16.2690

次に、平均 Nu 数と Gr 数の関係を図 2 に示す。

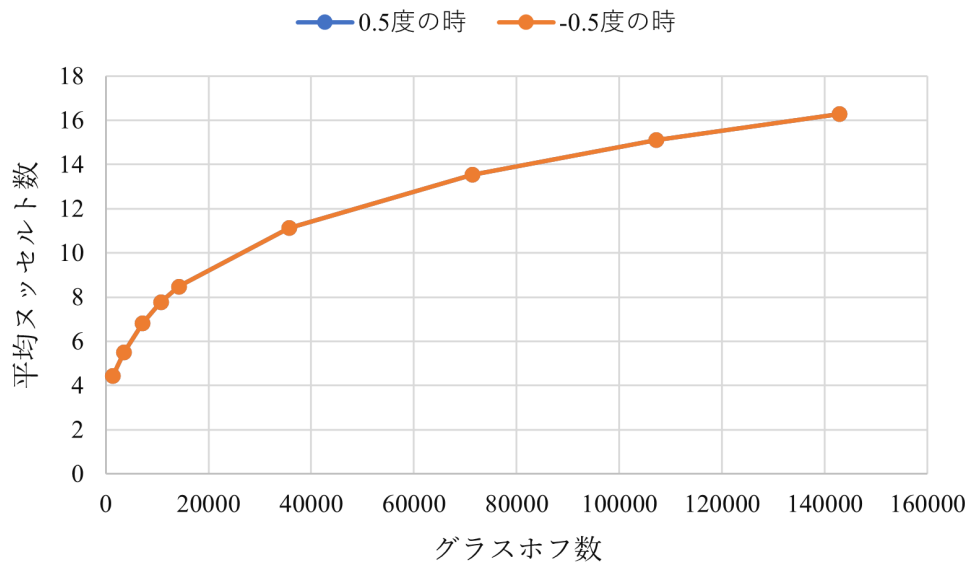
図 2: 平均 Nu 数と Gr 数の関係

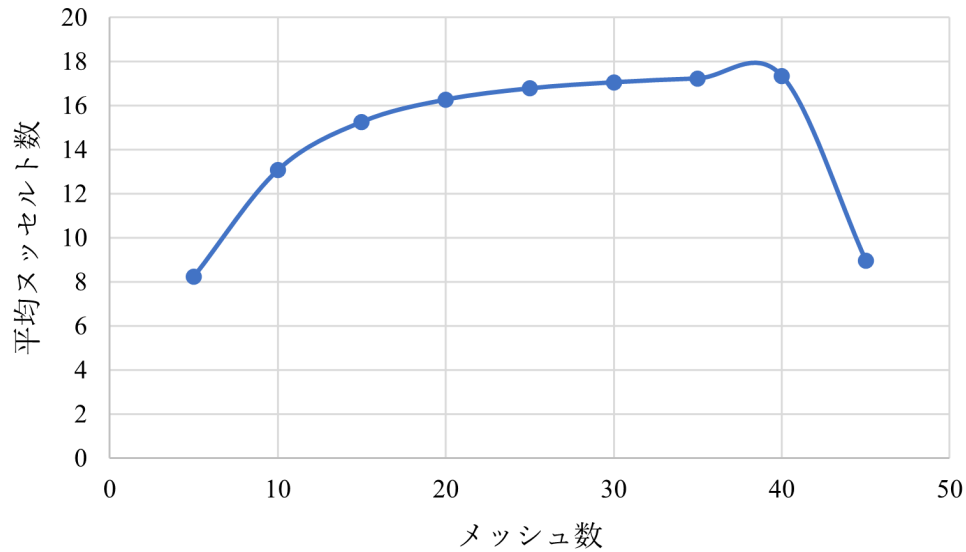
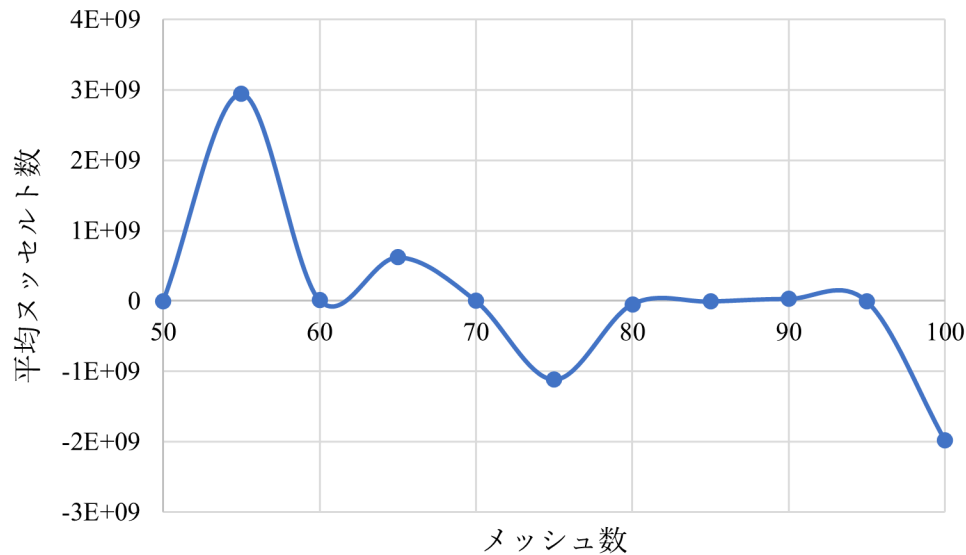
図 2 より、グラスホフ数の増加に対して、平均ヌセルト数は単調増加傾向にある。

3. メッシュサイズを変化させ、 $Ra = 10^5$ において Nu 数が変化する様子を調べよ。

(最初は 20 になっている。5 → 100)

$Ra = 10^5$ において Nu 数が変化する様子を図 3 に示す。

メッシュ数が 0~40 の値域の時、平均ヌセルト数は単調増加傾向である。しかし、メッシュ数の地域が 50 以上になると、平均ヌセルト数の値の変化傾向が定まらず、振動する。これは、ヌセルト数の導出式において、メッシュ数を無限大とした時の極限值が収束も発散もしないためだと考えられる。

(a) メッシュサイズを 0～50 まで変化させた時の平均 Nu 数の変化(b) メッシュサイズを 50～100 まで変化させた時の平均 Nu 数の変化図 3: $Ra = 10^5$ において Nu 数が変化する様子

4. 図 4 のモデルに関して計算を行い、定常状態の温度分布と速度ベクトルの様子をさせ。

(メッシュ 40×40 、 $Re = 500$)

定常状態の温度分布と速度ベクトルの様子を図 5 に示す。

定常状態における温度分布は、上面と比べて下面の方が低温空気が多く分布している。速度ベクトルの大きさにおいて、モデルの中心部において、流入部から流出部にかけての流れの速度ベクトルの大きさが大きい。また、空気の流出入のない、モデルの左下部と右上部に、熱の流れの渦が出来ている。

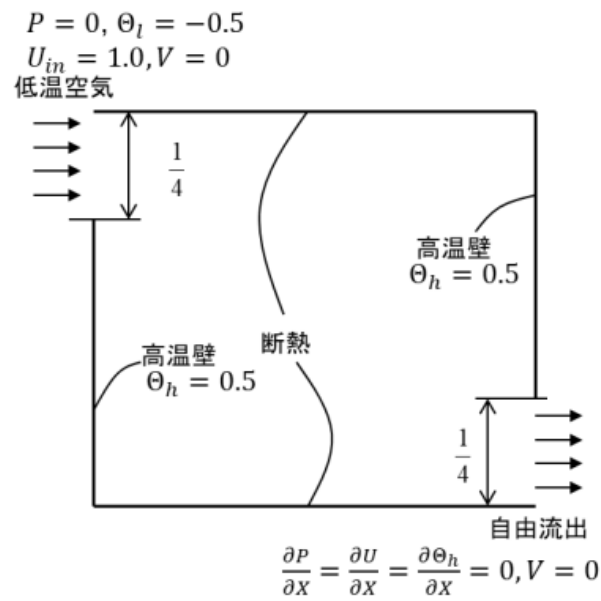


図 4: モデル

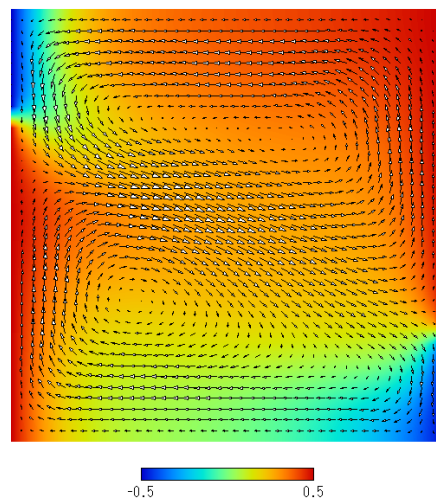


図 5: モデルの定常状態の温度分布と速度ベクトルの様子

5. 演習 2 の課題について説明せよ。

魔法瓶のモデルを作成し、熱湯が入っている密閉した容器の熱の流れを再現したい。

魔法瓶の構造を調査し、材質から物理諸量を求め、温度の境界条件を決定する。

これらをサンプルプログラムのパラメータに定義し、実行サイクルごとに温度分布・速度ベクトルの様子を観察する。

参考文献

- [1] 令和4年度エネルギー工学I 講義資料