

明石工業高等専門学校専攻科

エネルギー工学I

課題1(再提出分)

ME2208 高橋 尚太郎
(機械・電子システム工学専攻1年)

提出年月日： 2023年2月1日

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

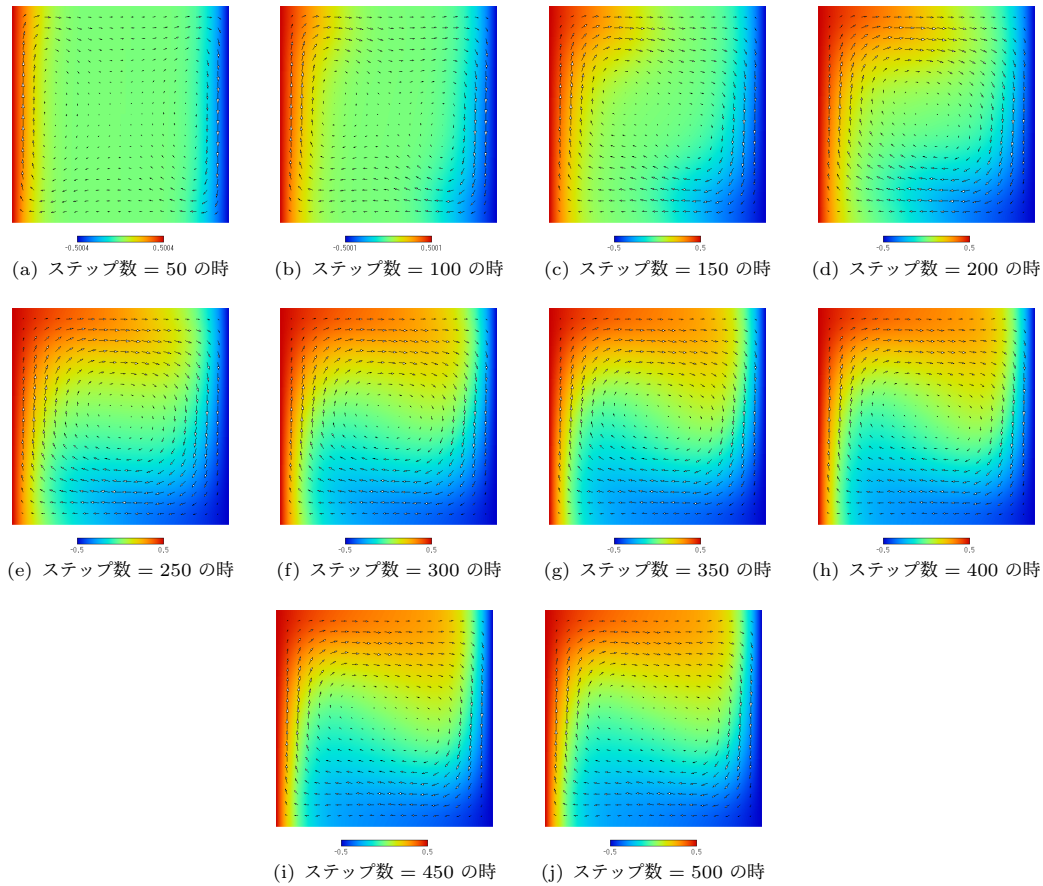


図 1: 50 ステップ毎の温度分布・速度ベクトルの様子

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。

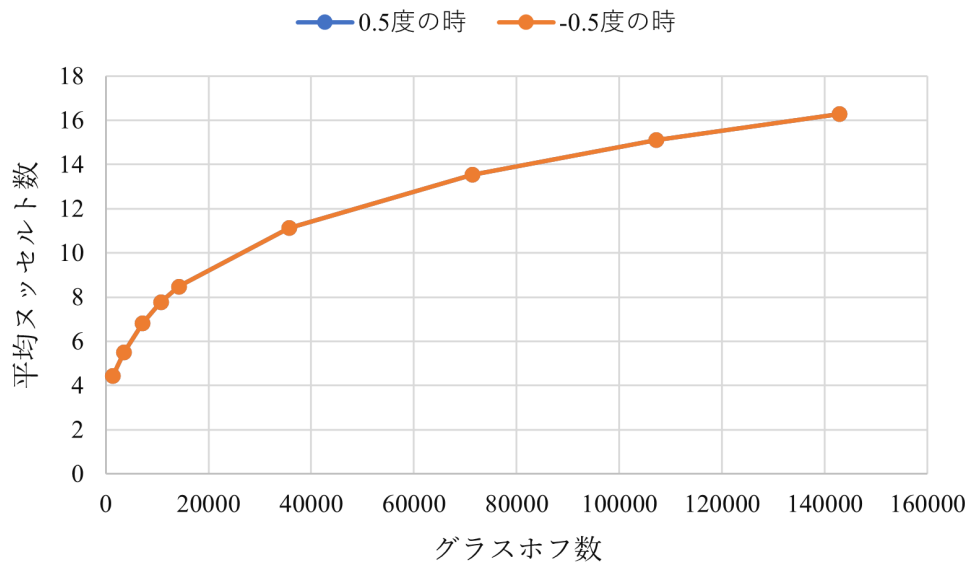
図 2: 平均 Nu 数と Gr 数の関係

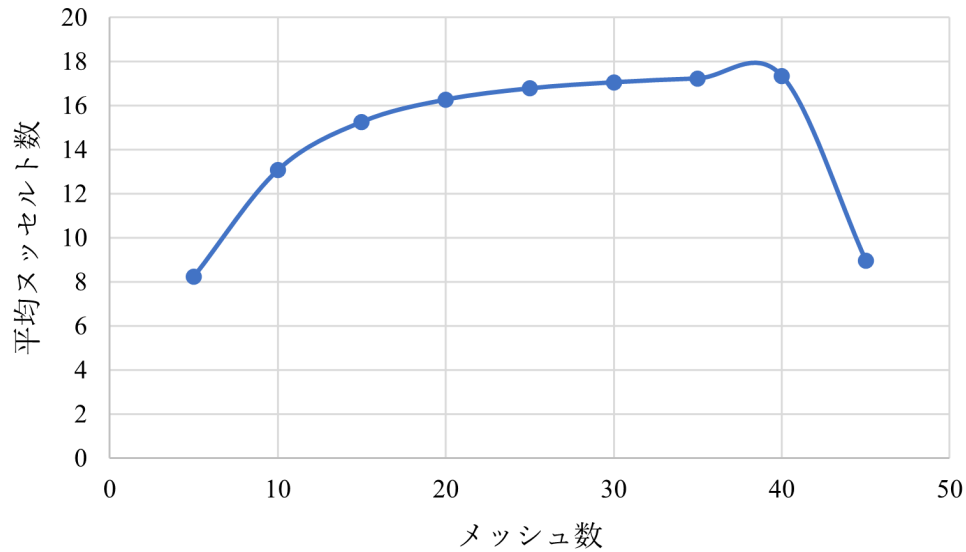
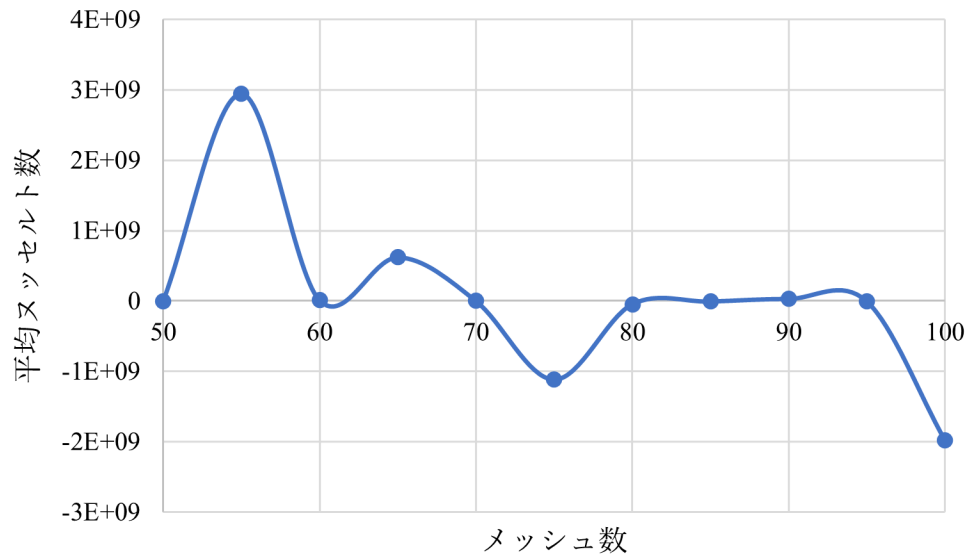
図 2 より、グラスホフ数の増加に対して、平均ヌセルト数は単調増加傾向にある。

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値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示せ。

(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。左上部分から、冷気が流入し、内面の常温空気で混合する過程で渦が発生している。実行サイクル数を大きくすることで、内面全体に渦が広がり、右下部から流出すると考えられる。

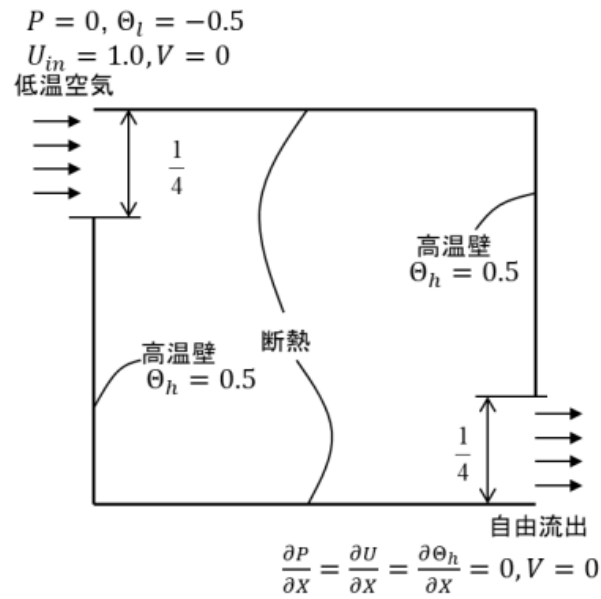


図 4: モデル

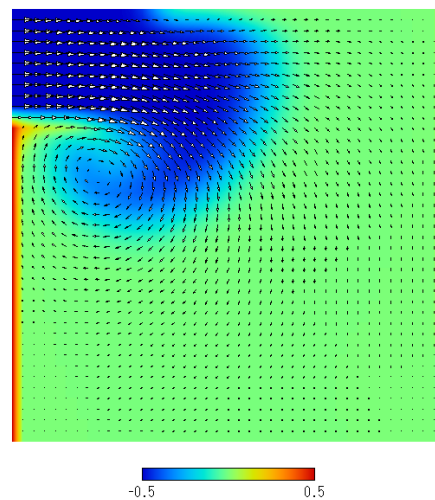


図 5: モデルの定常状態の温度分布と速度ベクトルの様子

5. 演習 2 の課題について説明せよ。

サウナ室内の熱気の流れについて解析する。具体的には、1 熱石を置いてどれぐらいの時間で室内が温まるか、2 サウナ室に窓を付けるとどうなるのか (何処なら付けてよくて良くないか) 3 熱石を置く場所を変えるとどうなるのかを検証する。サウナ室を模した 2 次元平面上に熱源 (熱石) を置き、窓に関しては、強制的に速度を付けるのではなく、格子間の速度が一定である自由流出の条件で設定する。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ことで明らかにする。

参考文献

- [1] 令和4年度エネルギー工学I 講義資料