

自動車内の空調のシミュレーション

榎原 萌 (指導教員: 河村 哲也)

1 はじめに

冬場に自動車に乗る場合, エアコンの暖房によって車内を暖めて走行することが多い. しかし, 車内が暖まるのに時間がかかるため, 直接温風が当たる運転席に座っている人ばかり暖かく, 後部座席に座っている人は寒い思いをしていることがある. そのため後部座席まで暖める方法を考えたいが, 運転席にしか人が乗っていない場合には車内全体を暖める必要はないため, 後部座席まで暖めることは無駄になる.

そこで, それぞれの場合における効率的な車内を暖める方法を調べるため, 車内の温度変化のシミュレーションを行うことにした. 本研究では, 車内のエアコンを内部循環に設定し, 窓を閉め切った状態での自動車内の空調による温度変化を調べた.

2 モデル化・格子生成

x を長さ方向, y を高さ方向に, z を横幅方向とする 3次元空間を考えた. 格子数は, 長さ方向 x に 97, 高さ方向 y に 51, 横幅方向 z に 51 とした.

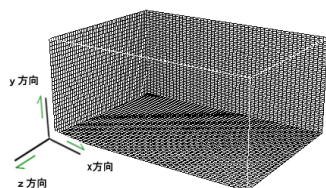


図 1: 自動車の格子

エアコンの風は運転席側から吹き出しているとし, 風の吸入口を, 助手席, 後部座席の後ろ, 後部座席の足元の 3 つに設定した.

各吸入口において, 誰も乗っていない場合, 運転席に乗っている場合, 運転席と助手席に乗っている場合, 運転席と助手席と後部座席に 2 名が乗っている場合について検証した.

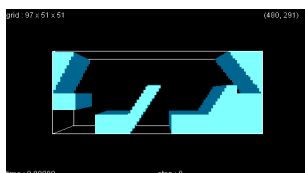


図 2: 自動車内を真横から見たモデル

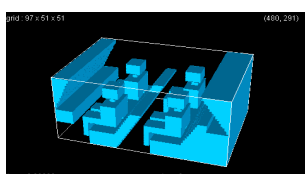


図 3: 人が 4 人乗っているモデル

3 計算方法

3.1 基礎方程式

大気の流れは非圧縮性流体とみなせるので, 連続の式 (1), Navier-Stokes 方程式 (2), 熱に関する方程式 (3) を使用する. 数値解法としては移流拡散法を用いた.

$$\nabla \cdot v = 0 \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + (v \cdot \nabla)v = -\nabla p + \frac{1}{Re} \nabla^2 v \quad (2)$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + (v \cdot \nabla)T = \frac{1}{Re \cdot Pr} \nabla^2 T \quad (3)$$

v : 速度ベクトル, t : 時間, p : 圧力, Re : レイノルズ数, T : 温度, Pr : プラントル数

3.2 計算条件

時間間隔 $\Delta t = 0.002$, レイノルズ数 $Re = 100$, プラントル数 $Pr = 0.71$, 計算ステップは 10000 とし計算した.

風は運転席側から x 軸方向に 1 の速度で吹き出しているとし, それぞれの場合の吸入口で 1 の速度で吸い込まれているとした. 車内の座席や人は空間内の障害物と見なしマスク処理をした.

4 計算結果

4.1 誰も乗ってない場合の真横から見た温度分布

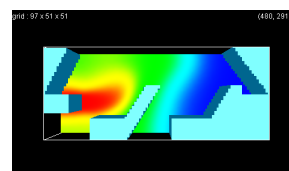


図 4: 吸入口が助手席側

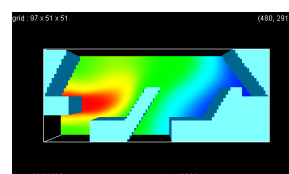


図 5: 吸入口が後部座席の後ろ

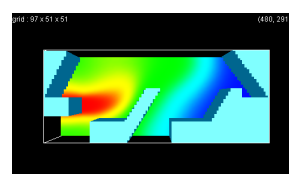


図 6: 吸入口が後部座席の足元

4.2 誰も乗っていない場合の真上から見た温度分布

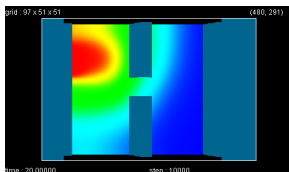


図 7: 吸入口が助手席側

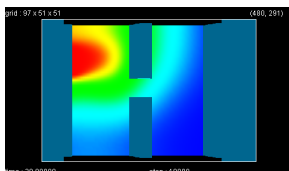


図 8: 吸入口が後部座席の後ろ

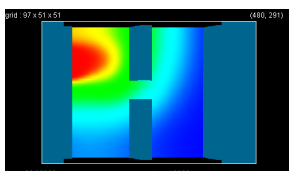


図 9: 吸入口が後部座席の足元

4.3 人が4人乗っている場合の真横から見た温度分布



図 10: 吸入口が助手席側



図 11: 吸入口が後部座席の後ろ



図 12: 吸入口が後部座席の足元

4.4 人が4人乗っている場合の真上から見た温度分布

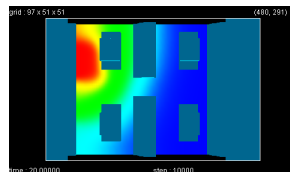


図 13: 吸入口が助手席側

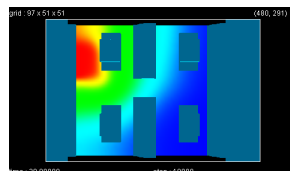


図 14: 吸入口が後部座席の後ろ

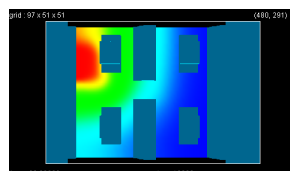


図 15: 吸入口が後部座席の足元

5 考察

吸入口を助手席の前に設置した場合、前方の温度の上昇が大きく、後方まではあまり温度が上昇しなかった。吸入口を後部座席の後ろに設置した場合は、後方まで温度が上昇した。吸入口を後部座席足元に設置した場合は、後部座席の後ろに設置したときと温度上昇についてさほど変わりがなかった。

人が乗っている場合は、人が障害物となり空気の流れを遮ることになるので、暖かい空気は一部に溜まることがわかった。

以上より、前方だけに人が座っている場合には助手席に吸入口を設置することが効果的であり、後方にも座っている場合には、車内全体を暖める必要があるので後部に吸入口を設置することが効果的であるとわかる。

6 まとめと今後の課題

本研究では、吸い込み口の位置を変えることによって自動車内の空気の流れがどのように違ってくるかをシミュレーションし、それによって各状況において効率的な自動車内を温める方法を考えた。

今後の課題としては、実測値と比較することや、日射の影響、窓を開けたときの影響などを考えていきたい。

7 謝辞

本研究を進めるにあたりお世話になりました、指導教員の河村哲也先生、研究室の諸先輩方に深く感謝いたします。

参考文献

- [1] 河村哲也, 数値シミュレーション入門, サイエンス社, 2006, ISBN4-7819-1134-X