

8.5 二平板間の熱伝達

間隔 $H = 50\text{nm}$ で平行に配置された異なる温度の無限二平板間の希薄流を解析し、文献 [1] の結果と比較する。

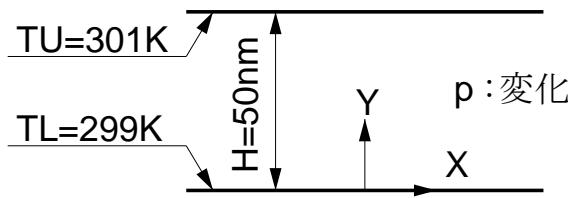


図 8.5.1 二平板間の熱伝達

平板条件

上側平板温度 $T_U = 301\text{K}$, 下側平板温度 $T_L = 299\text{K}$, 表面条件 : 拡散反射境界

二平板間の気体条件

気体種 = アルゴン (単位質量当たり気体定数 $R = 208.1333\text{J}/(\text{kgK})$ 、分子を剛体球とみなしたときの全衝突断面積 $\sigma_T = 4.1455 \times 10^{-19}\text{m}^2$), 初期温度 $T = 300\text{K}$ (上下平板温度の算術平均), 圧力 p は、平均自由行程 $\lambda = kT/(\sqrt{2}\sigma_T p)$ (k はボルツマン定数) と平板間隔 H で定義されるクヌーセン数 $K_n = \lambda/H$ が文献 [1] の計算例の K_n と一致するように変化させる。

結果

温度の y 方向分布を図 8.5.2 に、 y 方向熱流束 (絶対値) とクヌーセン数 K_n の関係を文献 [1] と比較した結果を図 8.5.3 に示す。

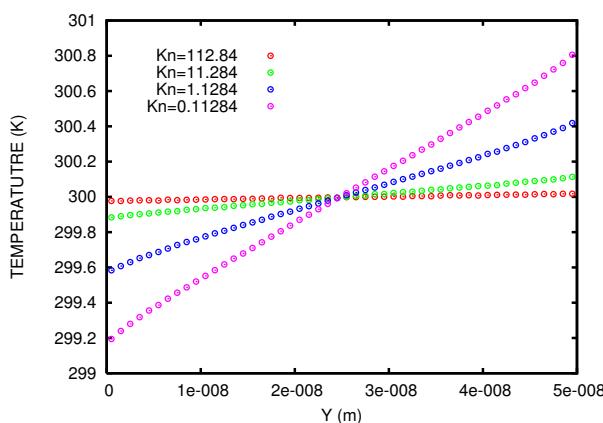


図 8.5.2 温度の y 方向分布

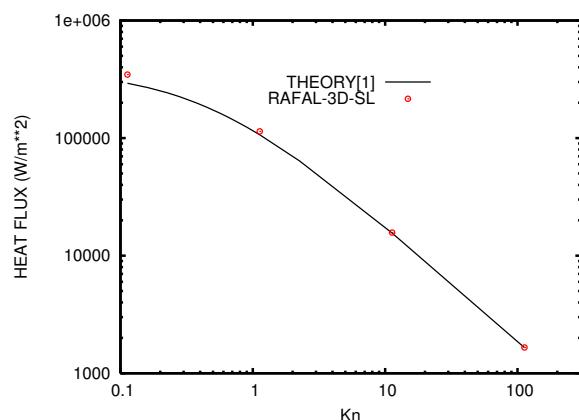


図 8.5.3 y 方向熱流束 (絶対値)
とクヌーセン数の関係

DSMC 法との比較

図 8.5.4 にクヌーセン数 $K_n = 1.128379$ の温度分布を DSMC 法で解析した結果との比較を示す。DSMC 法の 1 セル当たりサンプル分子数は約 9200 万個である。

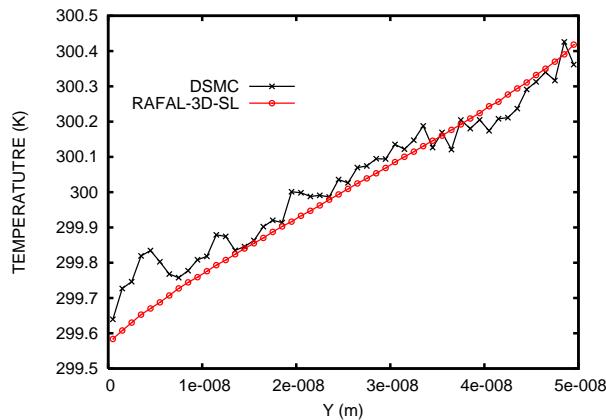


図 8.5.4 温度の y 方向分布 (DSMC 法との比較)

計算時間

Pentium IV 3.6Ghz 搭載パソコンで 4 分秒程度。

図 8.5.4 の DSMC 法計算は、Pentium IV 3.6Ghz 搭載パソコンで 258 分。

参考文献

- [1] Thomas Jr., J.R., Chang, T.S. and Siewert, C.E. : Heat transfer between parallel plates with arbitrary surface accommodation : Physics of Fluids Vol.16, No.12(1973), pp.2116-2120.