

1. 2次元スリットの通過確率

- 目的

2次元問題において自由分子流が正しくシミュレーションされることを確認する。

- 計算内容

図 1.1 に示す幅 $H = 0.1\text{m}$, 長さ $L = 0.2\text{m}$ の 2 次元スリットの通過確率を求める。

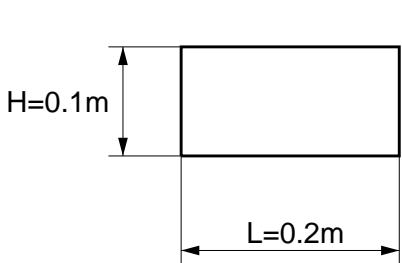


図 1.1 2 次元スリットの通過確率

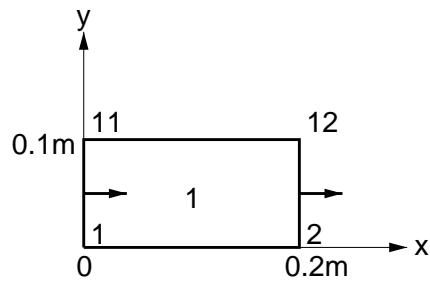


図 1.2 セル分割図

入口面 (図 1.1 におけるスリット左端面) を圧力 $p = 0.001\text{Pa}$ 、温度 $T = 300\text{K}$ 、マクロ流入速度ゼロのアルゴンガス流入境界、出口面 (図 1.1 におけるスリット右端面) を流出境界として、入口面から入射した分子のうち出口面に到達したものの割合 (通過確率) を求める。このとき、スリット側壁面は壁面温度 $T_w = 300\text{K}$ の拡散反射固体壁境界とする。

解析領域のセル分割図を図 1.2 に示す。通過確率を求める問題であるため解析領域は 1 個のセルで表現する。

時間ステップ幅 Δt は温度 300K におけるアルゴン分子の平均速度 $\bar{c} = 398.8\text{m/s}$ で分子がスリット幅の距離 0.1m を過ぎる時間の約 $1/2$ の時間 0.00014s とする。

- 結果

以上の設定でシミュレーションしたところ、約 50 ステップで定常状態が達成された (図 1.3 参照)。

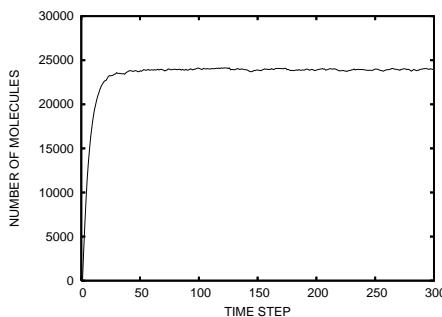


図 1.3 解析領域内のシミュレーション用分子数と時間ステップ数の関係

以後 100 ステップから 300 ステップまでの間に流入境界から流入した分子数 (N_{in}) と、流

出境界から流出した分子数 (N_{out}) から通過確率 P を算出する。

$$P = \frac{N_{out}}{N_{in}} = \frac{361487}{667170} = 0.54182$$

この P は、通過確率解析プログラム TRAP(弊社製の別プログラム) による結果 0.54108 とほぼ一致している。