

Excelを用いた熱流体シミュレーション その2

2016.7.28

基本設定

数式

文章校正

保存

詳細設定

ユーザー設定

アドイン

セキュリティ センター

リソース



数式計算、処理速度、エラー処理に関連するオプションを変更します。

計算方法の設定

ブックの計算

- ☒ 自動(A)
☐ データ テーブル以外自動(D)
☐ 手動(M)

☐ ブックの保存前に再計算を行う(W)

☒ 反復計算を行う(I)

最大反復回数(X): 1000

変化の最大値(Q): 0.001

数式の処理

- ☐ RIC1 参照形式を使用する(R) ⓘ
☒ 数式オートコンプリート(E) ⓘ
☒ 数式でテーブル名を使用する(T)
☒ ピボットテーブル参照に GetPivotData 関数を使用する(P)

自分の好みで選択

エラー チェック

☒ バックグラウンドでエラー チェックを行う(B)

次の色でエラーを示す(E):



無視したエラーのリセット(Q)

エラー チェック ルール

- | | |
|--|---|
| <input checked="" type="checkbox"/> エラー結果となる数式を含むセル(L) ⓘ | <input checked="" type="checkbox"/> 領域内のセルを除いた数式(Q) ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> テーブル内の矛盾した集計列の数式(S) ⓘ | <input checked="" type="checkbox"/> 数式を含むロックされていないセル(K) ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 2 桁の年が含まれるセル(Y) ⓘ | <input type="checkbox"/> 空白セルを参照する数式(U) ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 文字列形式の数値、またはアポストロフィで始まる数値(H) ⓘ | <input checked="" type="checkbox"/> テーブルに入力されたデータが無効(V) ⓘ |
| <input checked="" type="checkbox"/> 領域内の他の数式と矛盾する数式(N) ⓘ | |

OK

キャンセル

[課題] ふとんの中で寝ている人間の温度を計算し、人間が暑く感じるか寒く感じるかを求める

fx

関数の挿入

Σ

オートSUM

最近使用した関数

財務

論理

文字列操作

日付/時刻

検索/行列

数学/三角

その他の関数

関数ライブラリ

名前の定義

数式で使用する

名前管理

選択範囲から作成

定義された名前

参照

参照

トレ

ホーム

挿入

ページレイアウト

数式

データ

校閲

表示

開発

Acrobat

G11

fx

	B	C	D	E	F	G	H	I
1	4.1 ふとんの伝熱現象(1) (メッシュ幅が一定)			Ver.3, 2010.2.13 Copyright (C) 2005-2010, Toshik				
2								
3								
4	外気温度 [°C]			10				
5	ふとんの厚さ [mm]			45	0.045			
6	ふとんの熱伝導率 λ [W/mK]			0.06				
7	人間の発熱 [W]			60.0	(睡眠60W, 運動250W)			
8	人間の発熱密度 [W/m³]			666.7	(高さ2m*幅Δx*3m*厚Δy*5m)			
9	人間の相当熱伝導率 λ [W/mK]			1.0				
10	x方向キザミ Δx [mm]			100.0	0.1			
11	y方向キザミ Δy [mm]			30.0	0.03			
12								
13	温度はセルの中心位置, 熱伝導率はセル全体の値であるため, ふとんの厚さは1.5Δyとなる。							
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								

新しい名前

名前(N): Δx

範囲(S): ブック

コメント(O): x方向キザミ

参照範囲(R): =ふとん計算1!\$G\$11

OK

キャンセル

△xを定義する

同様に △yも定義する

0

10.0

9

29.1

4

39.8

2

40.5

4

40.8

2

40.5

4

39.8

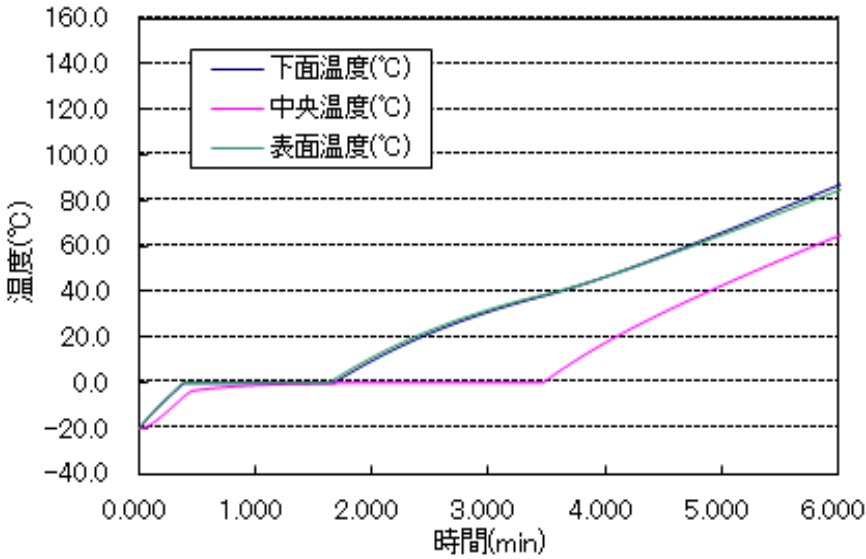
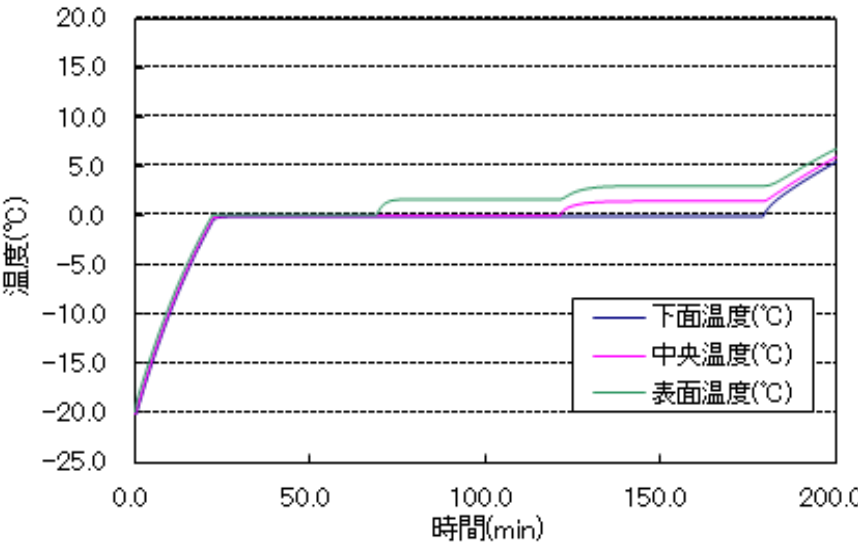
[課題] 冷凍食品を自然解凍した場合と電子レンジ解凍した場合について，冷凍食品内部の温度の時間変化を計算し，冷凍食品の解凍時間を計算する。

自然解凍

		(m)
冷凍食品の厚さ(mm)	10	0.01
冷凍食品の縦×横長さ(mm2)	10000	0.01
初期温度(°C)	-20.0	
周囲温度(°C)	20.0	
(自然対流+ふく射)熱伝達率(W/m2K)	10.0	
加熱量(W)	0.0	
含水率(%)	50.0	
時間キザミ(s)	10.0	
冷凍食品の重量(g)	100	
	解凍後(水)	凍結状態(氷)
密度 ρ(kg/m3)	1000.0	920.0
比熱c(J/kg K)	4200.0	2100.0
熱伝導率(W/mK)	0.58	2.00
水の凝固潜熱(J/kg)	335000.0	
水の凝固潜熱*含水率	167500.0	

電子レンジ

		(m)
冷凍食品の厚さ(mm)	10	0.01
冷凍食品の縦×横長さ(mm2)	10000	0.01
初期温度(°C)	-20.0	
周囲温度(°C)	20.0	
(自然対流+ふく射)熱伝達率(W/m2K)	10.0	
電子レンジ加熱量(W)	150.0	
含水率(%)	50.0	
時間キザミ(s)	0.3	
冷凍食品の重量(g)	100	
	解凍後(水)	凍結状態(氷)
密度 ρ(kg/m3)	1000.0	920.0
比熱c(J/kg K)	4200.0	2100.0
熱伝導率(W/mK)	0.58	2.00
水の凝固潜熱(J/kg)	335000.0	
水の凝固潜熱*含水率	167500.0	



[課題]ホットプレートなどではテーブルの温度を使用者が設定した値になるようにヒータ発熱量をPID制御している(図1)。オーバーシュートが少なく、かつ早く設定温度になるようにPID制御の定数を適切にする。

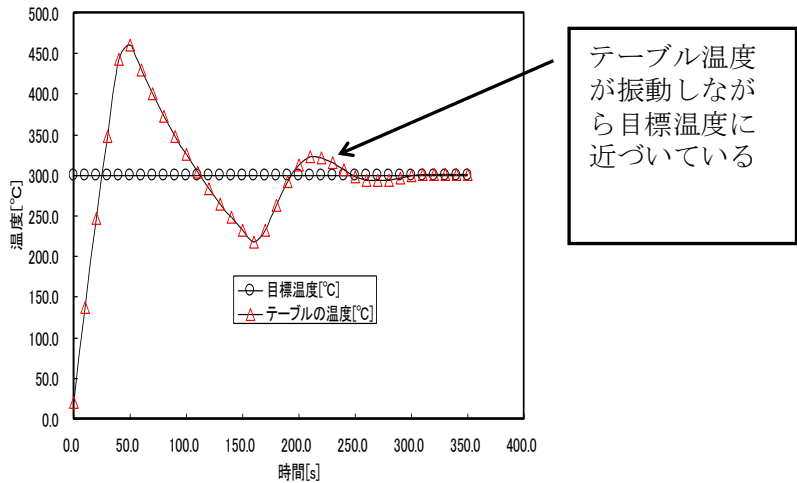
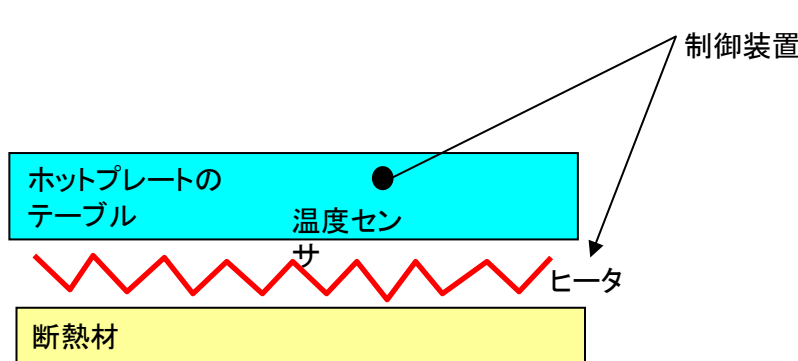


図2 テーブルの温度変化 (P I 制御にて I 定数が小さい例)

PID(Proportional-Integral-Differential Controller)制御

[課題] 熱電対により流体の温度を測定している(図1)。流体温度が初期25℃から30℃にステップ状に変化した時に，熱電対の指示温度の時間遅れ応答を計算する。

$$c\rho\frac{\partial T}{\partial t}=\lambda\frac{\partial^2 T}{\partial x^2}+q$$

$$T_{i,j}^{k+1}=\frac{1}{1+2c_x+c_q\frac{\alpha L_d}{A_d}}\left\{T_{i,j}^k+c_x\left(T_{i+1,j}^{k+1}+T_{i-1,j}^{k+1}\right)+c_q\frac{\alpha L_d}{A_d}T_f\right\}$$

$$c_x=\frac{\lambda\Delta t}{c\rho\Delta x^2}\quad c_q=\frac{\Delta t}{c\rho}$$

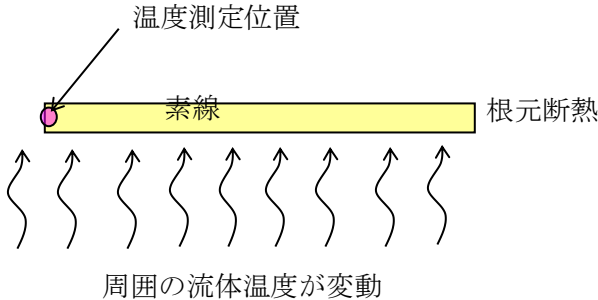
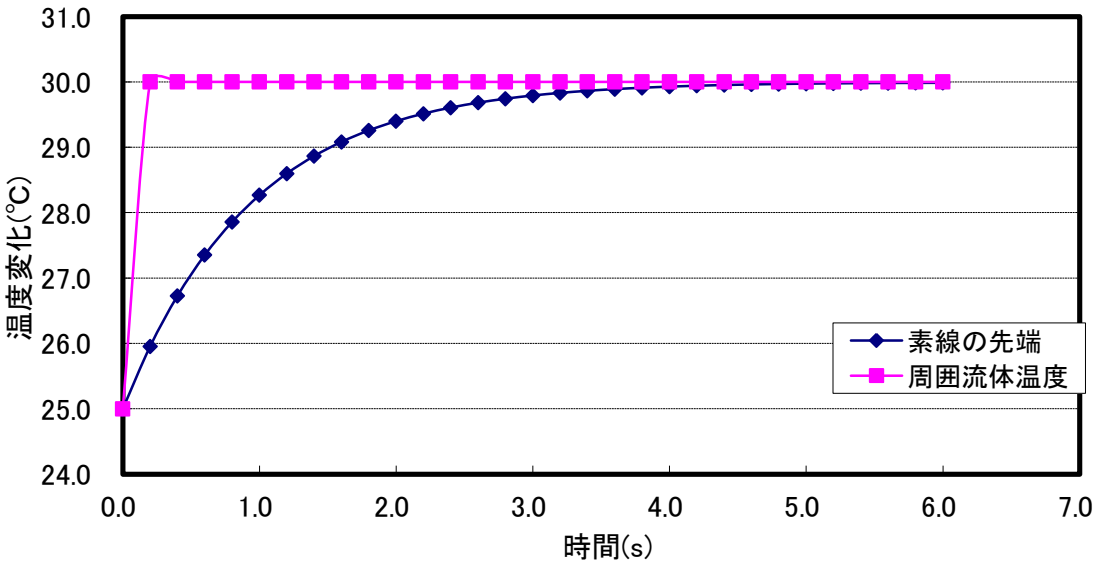


図1 計算モデル



[課題] 海岸に川から汚染物質が定常的に流れ込んだ場合に、海水の潮流に流されながら汚染物質が拡散するときの濃度分布を計算する(図1)。
・含んでいる伝熱現象: 流れがある場での定常熱伝導(相似則)

汚染物質を熱に置きかえて見ると、流れがある場での定常熱伝導と同じ。熱伝導の計算で濃度分布を求めることができる。これを**相似則**という。

$$u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} = a \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right)$$

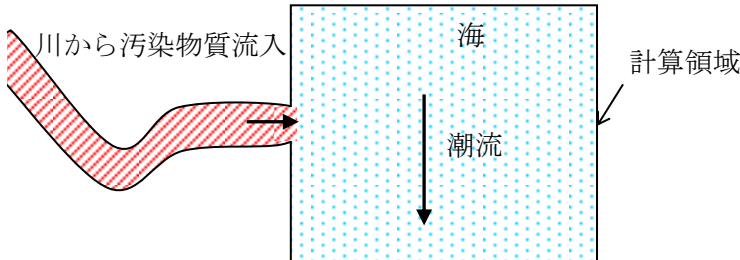
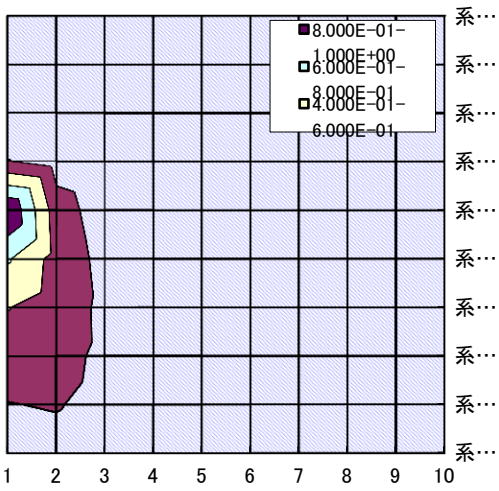


図1 計算モデル

	熱伝導	濃度拡散
u, v	速度	速度
T	温度	濃度
a	温度伝導率	拡散係数



[課題]

夏場にて高温環境にある密閉室内に空調機からの冷風を流す場合について、室内の流れ分布と温度分布を計算する(図1)。空調機は室内の上部にあり，下部で空気を吸いこみ，上部から冷風を吹き出す。室内の壁温度が高温であり，壁と空気との伝熱がある。自然対流やふく射伝熱の影響を無視する

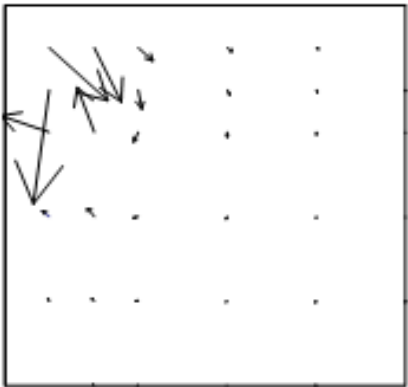


図3 流れベクトル

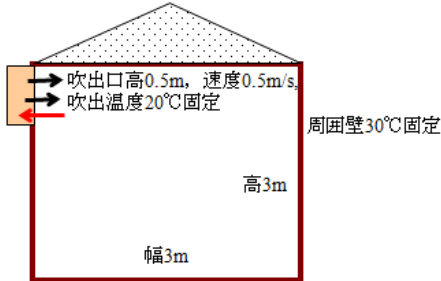


図1 計算モデル

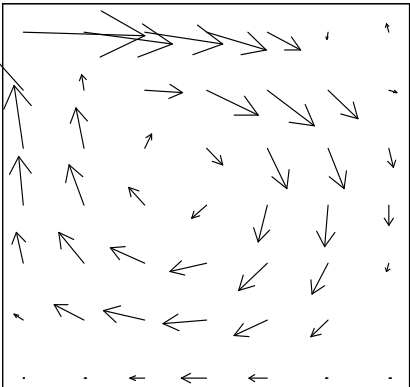
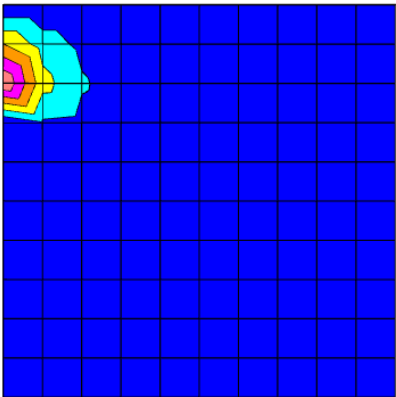


図7 流線の計算結果



流れ温度

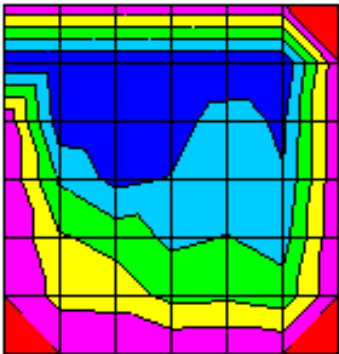
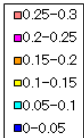


図6 温度分布の計算結果

熱回路網法

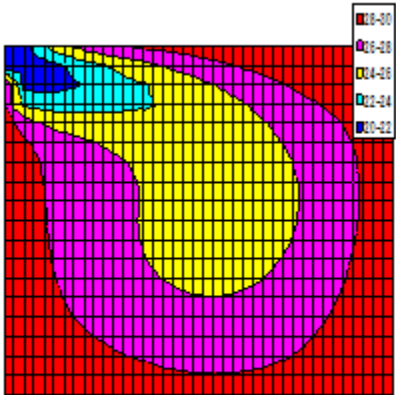


図8 温度分布の計算結果

SIMPLE法

[課題]

タンク内の高温流体が、外気の影響で冷却されていく時の温度をシミュレーションする

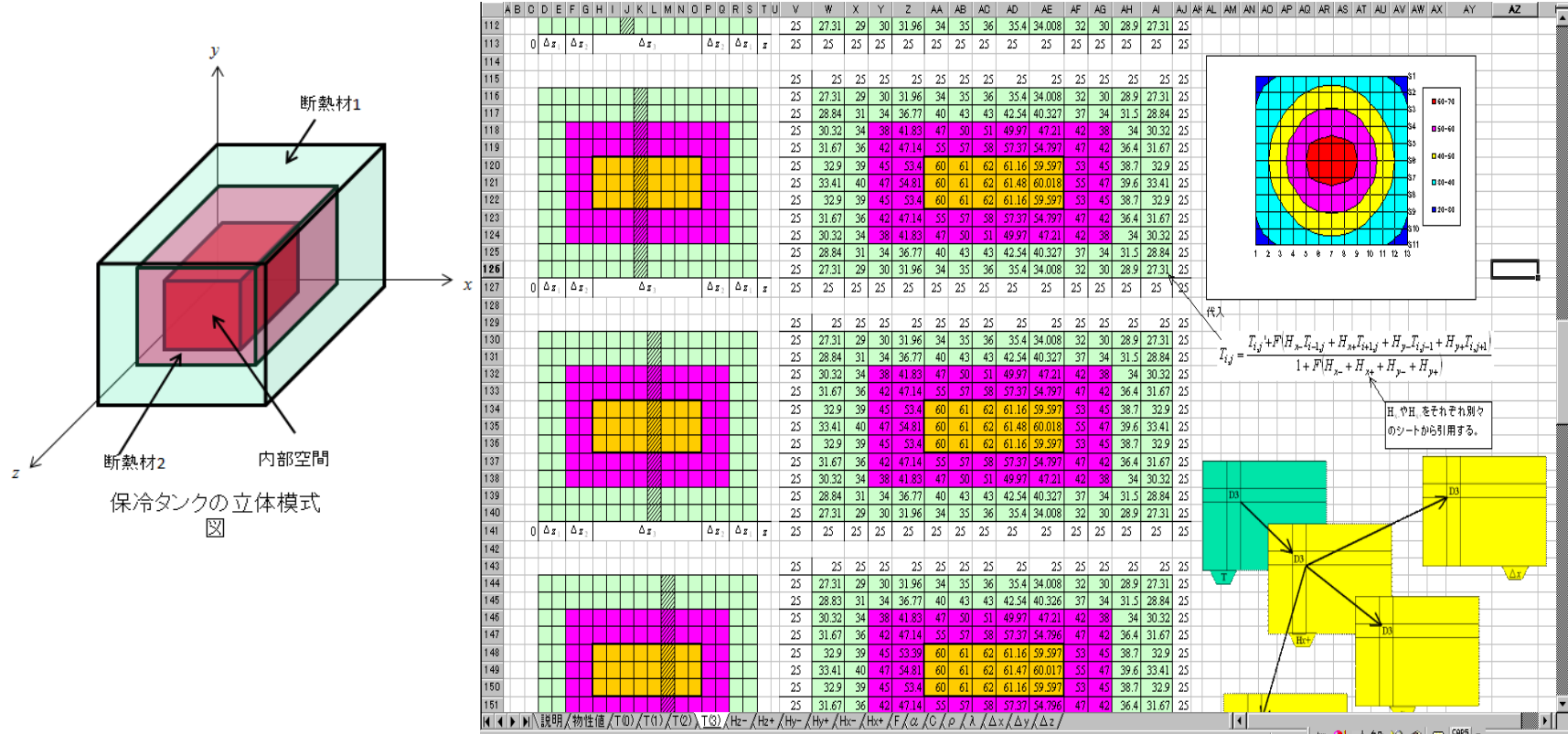


図2 計算結果 (30分後のタンク内温度分布)
タンク内をx,y,z軸方向でセルに分割し、z軸の断面を表す左図中の斜線で示すx,y面の温度分布を右図に示している。

$$\rho_{i,j}c_{i,j}\Delta x_i \cdot \Delta y_j \frac{T_{i,j} - T_{i,j}'}{\Delta t} = \frac{T_{i-1,j} - T_{i,j}}{\frac{\Delta x_{i-1}}{2\lambda_{i-1,j}} + \frac{\Delta x_i}{2\lambda_{i,j}}} \Delta y_j + \frac{T_{i+1,j} - T_{i,j}}{\frac{\Delta x_{i+1}}{2\lambda_{i+1,j}} + \frac{\Delta x_i}{2\lambda_{i,j}}} \Delta y_j + \frac{T_{i,j-1} - T_{i,j}}{\frac{\Delta y_{j-1}}{2\lambda_{i,j-1}} + \frac{\Delta y_j}{2\lambda_{i,j}}} \Delta x_i + \frac{T_{i,j+1} - T_{i,j}}{\frac{\Delta y_{j+1}}{2\lambda_{i,j+1}} + \frac{\Delta y_j}{2\lambda_{i,j}}} \Delta x_i$$

[課題]

密閉された空間内において、最初に右半分と左半分にある気体の分子が、時間の経過と共に拡散し混合していく分子の位置の変化を分子動力学法により計算する。

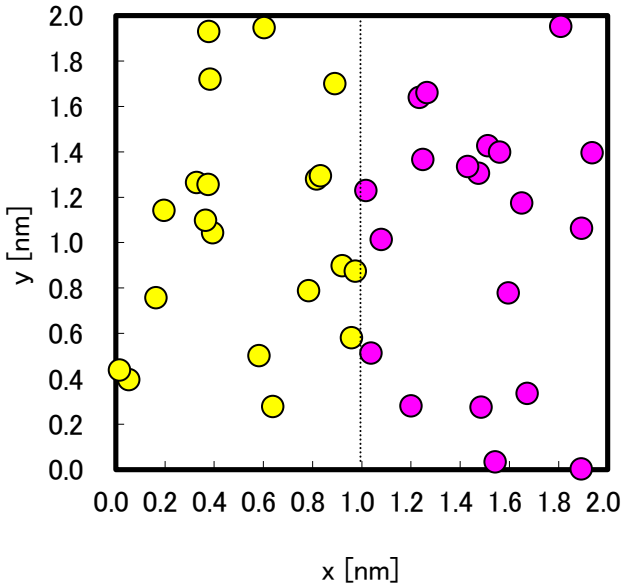


図1 初期状態の分子位置

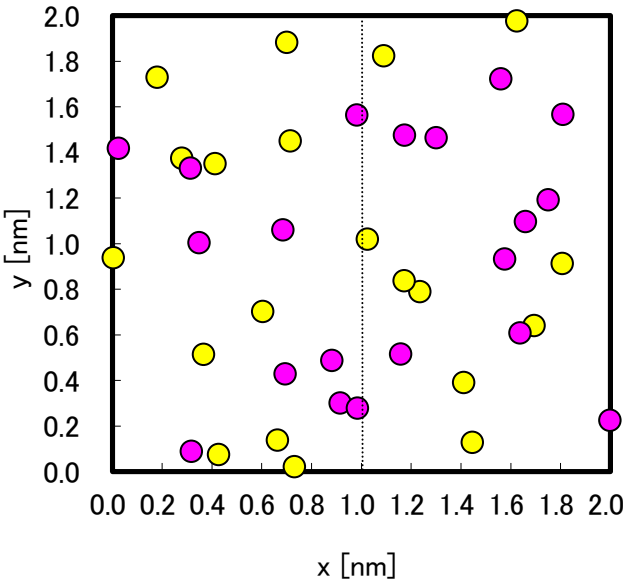


図2 反復計算後の分子位置

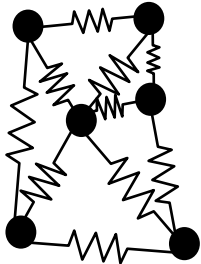


図3 分子間ポテンシャル

アニメーションの作成法

- ①PowerPointの「自動プレゼンテーション」を利用する
- ②画像ファイル(JPEG)をアニメーションにする
- ③画像ファイル(GIF)をアニメーションにする

