

Flowsquareで 室内流れの計算

第50回オープンCAE勉強会@関西

@mmer547

発表流れ

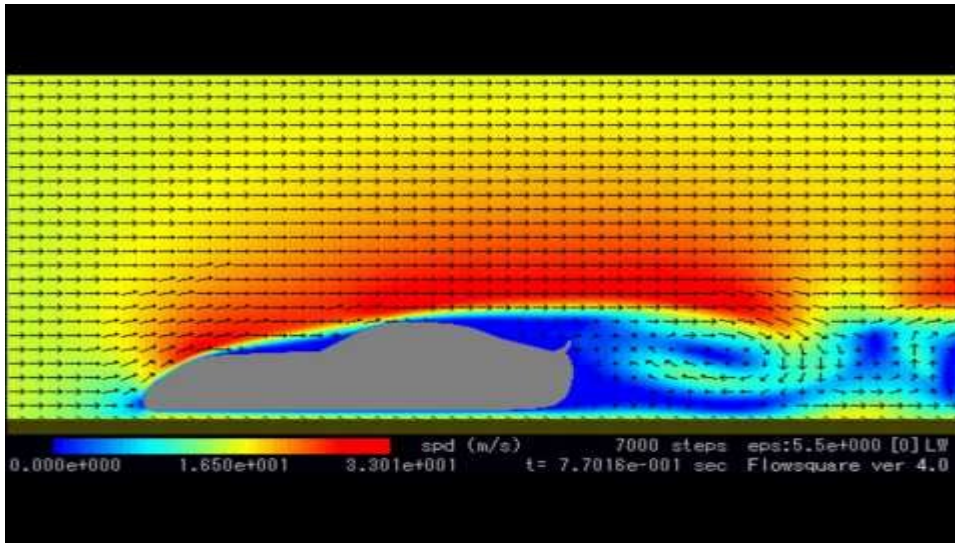
1. Flowsquareについて
2. 解析対象について
3. 計算条件
4. 計算結果
5. まとめ

1. Flowsquareについて

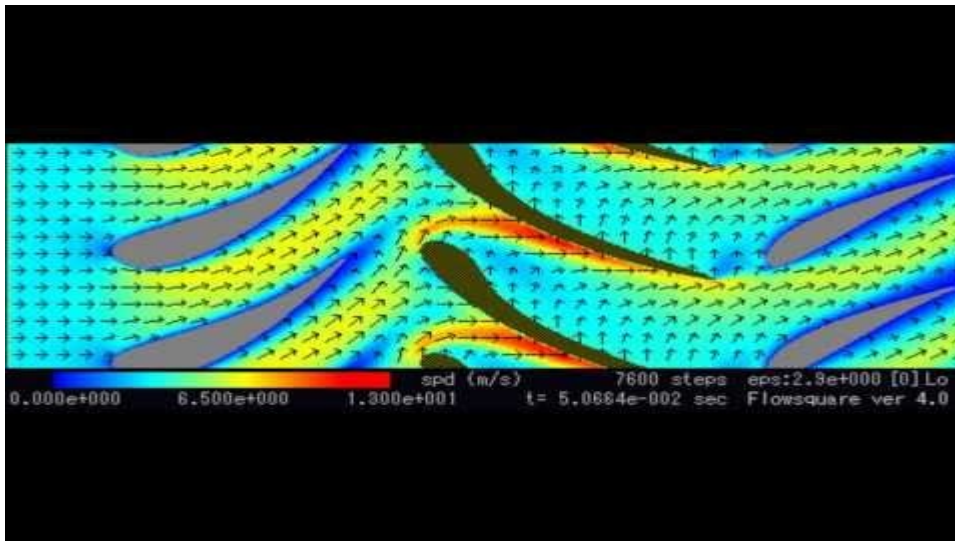
1. Flowsquareについて

- <http://flowsquare.com/jp/>
- 2次元非定常、非反応/反応性、完全圧縮性/非圧縮性流体シミュレーションソフトウェア
- 寄付することで計算速度のリミッタが解放される
- 計算領域はビットマップ(bc.bmp)ファイルで準備し、計算条件はテキスト(grid.txt)に記述する
- 境界条件のタイプは画像ファイルの色で定義する
 - : 滑りなし壁境界、■ : 流入境界1、■ : 流入境界2、■ : 移動境界
 - : 純粋空気境界、■ : 追加のスカラー境界(トレーサ等にも使える)
- 計算結果はリアルタイムにポスト処理することができる

チュートリアルケースの動画

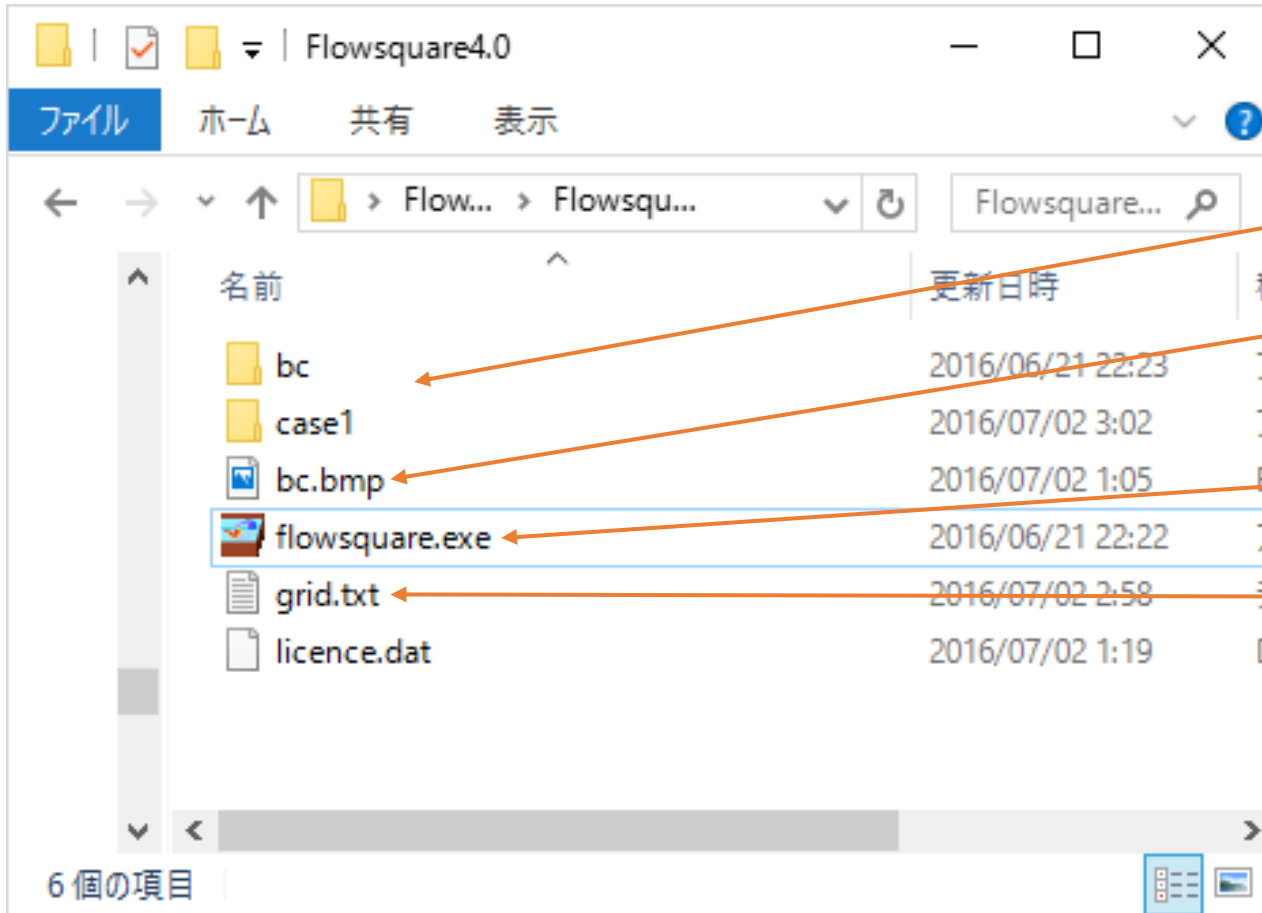


“Cae:Flowsquare 4.0”
<https://youtu.be/rJPtNk4ccPM>



“Cae:Flowsquare 4.0”
Jet Engine Compressor: Flowsquare 4.0

フォルダ構成



計算フォルダ

領域定義ファイル

実行モジュール

計算条件ファイル

実行の仕方

計算対象の条件等を整理する

ペイントソフトでbc.bmpを作成する

grid.txtの記述を条件に合わせて変更する。

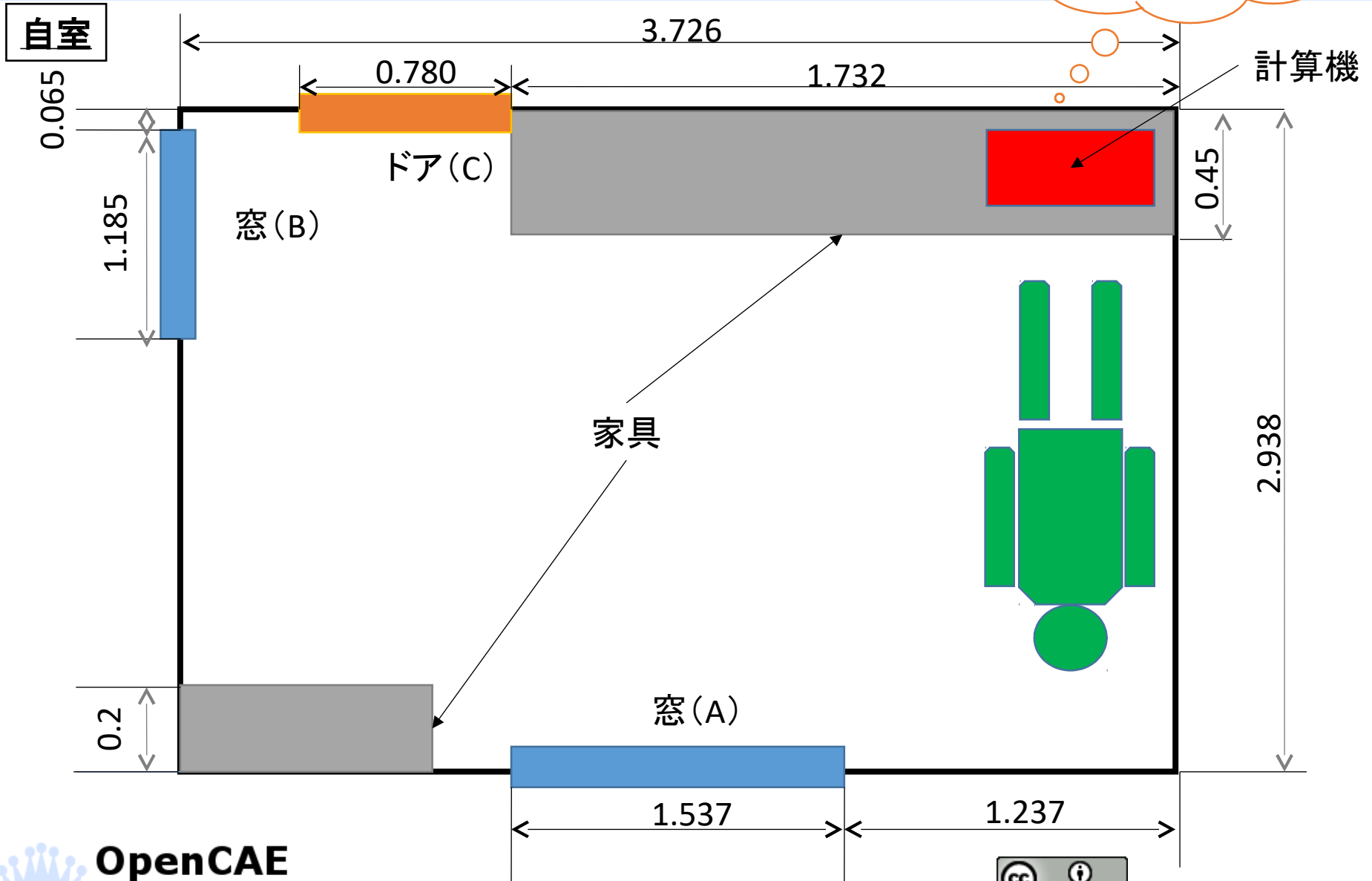
exeファイルがあるフォルダにbc.bmpとgrid.txtを保存する

Flowsquare.exeを実行し、ケースフォルダの名称の入力等をして実行！

2. 解析対象について

2. 解析対象について

暑い!



3. 計算条件

- 窓(A)、窓(B)、ドア(C)それぞれから風が入ってくると仮定して、室内の流速の分布を確認する。
- 流入速度は窓毎に一定とする(2.0m/sec)
- パターンは以下の通り

条件番号	流入
CASE1	A
CASE2	B
CASE3	C
CASE4	AとB
CASE5	BとC
CASE6	AとC

3. 計算条件

3. 計算条件

- 流体密度は 1.2kg/m^3 (チュートリアル の値を流用)
- ソルバは`iorder=1` (高精度計算法; 4次精度中心差分 + 3次精度ルンゲクッタ法)
- `nfil=1`、`wfil=1` (フィルタリング)
- 領域分割数はX、Y方向の領域長さ/分割数が0.0194として設定
- 計算時間は1500steps

grid.txtの中身

```
grid.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
----- Control File for Flowsquare ver 4.0 (Use SI Unit) -----
----- General Control Data -----
01:cmode      0 // Simulation mode, 0:non-reac, 1:premixed, 2:non-premixed, 3:Euler
02:nx        192 // No. grid points
03:ny        152 // No. grid points
04:lx        3.726 // Domain x-size
05:ly        2.938 // Domain y-size
06:sts        0 // Start time step (new simulation starts from sts=0)
07:latts     2000 // End time step
08:cflfac     8 // Delta t factor (more is better, but typically 10-1000)
----- Numerical Scheme, Smoothing & Accuracy -----
09:iorder     3 // 0: low order, 1: high order, 2:2nd+LW, 3:4th+LW
10:nfil       1 // Interval time steps for filtering
11:wfil       1 // Relaxation parameter for filtering
12:omega      1.8 // Relaxation parameter for Poisson Eq (for cmode=0-2)
13:peps       1.0E-3 // Convergence limit for Poisson Eq (for cmode=0-2)
14:loopmax    200 // Maximum no. of iteration for Poisson Eq (for cmode=0-2)
15:wdrho      1.0 // Factor for d(rho)/dt (0<=wdrho<=1.0, 1 is ideal for cmode=1&2)
----- General BC and Global IC (White) -----
16:perikey    0 // 0: no peri, 1: x-peri, 2: y-peri, 3: all peri
17:pres0     1.0E+05 // Pressure in Pa (atmospheric: 1.0E+05 Pa)
18:uin0       0 // Initial u
19:vin0       0 // Initial v
20:rho0       1.2 // Initial density (for cmode=0,3)
21:temp0      0 // Initial temperature (for cmode=1,2)
22:scalar0    0 // Initial Mixture fraction (for cmode=2)
```

grid.txtの中身

```
grid.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
----- BLUE Local BC and/or IC (optional) -----
23:uin1      0 // U
24:vin1      2.0 // V
25:rho1      1.2 // Density (for cmode0,3)
26:temp1     0 // Temperature (for cmode1,2)
27:scalar1   0 // Mixture fraction (for cmode2)
----- RED Local BC and/or IC (optional) -----
28:uin2      0 // U
29:vin2      0 // V
30:rho2      0 // Density (for cmode0,3)
31:temp2     0 // Temperature (for cmode1,2)
32:scalar2   0 // Mixture fraction (for cmode2)
----- PINK Local BC and/or IC (pure air flow, optional) -----
33:uin3      0 // U
34:vin3      0 // V
35:temp3     0 // Temperature
----- BLACK Wall Boundary Condition (optional) -----
36:tempw     0 // Temperature (0: free, for cmode1,2)
----- GREEN Moving Boundary Condition (optional) -----
37:imb       0 // 0:one-time, 1:periodic
38:umb       0 // U of moving boundary
39:vmb       0 // V of moving boundary
40:tempmb    0 // Temperature (0: free, for cmode1,2)
----- YELLOW Scalar Boundary Condition (optional) -----
41:scalarsT  1 // Local scalar value which might be used as tracer
----- Transport Properties & Thermochemical Conditions -----
```

grid.txtの中身

```
grid.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
----- Transport Properties & Thermochemical Conditions -----
42:mu      2E-5 // Dynamic viscosity of mixture
43:R       0 // Specific gas constant J/kg K (for cmode=1,2)
44:diff    0 // Diffusivity of mixture (for cmode=1,2,yellow BC)
45:Tu      0 // Unburnt temperature (for cmode=1)
46:Tb      0 // Burnt (flame) temperature (for cmode=1,2)
----- Chemical Reaction (for cmode=1) -----
47:krate   0 // Rate onstant
48:Trate   0 // Activation temperature
49:nrate   0 // Rate ~ rho*k*exp(-Ta/T)*T^n
50:cF      0 // Progress variable at which flame locates (optional for vis)
----- Non-Premixed Reacting Flow (for cmode=2) -----
51:Xst     0 // Stoichiometric mixture fraction at which flame locates
52:sigma   0 // Relaxation parameter for density change (0<=sigma<=1, 1 is ideal)
----- Display & Output -----
53:box     4 // Pixel size of one grid point
54:nfig    20 // Interval time steps for figure output (0:off)
55:nfile   500 // Interval time steps for dump file output (0:off)
56:bcdisp  1 // Display wall boundary (0:off, 1:on)
57:idisp   4 // 0:off,1:rho,2:u,3:v,4:spd,5:vrt,6:T,7:rate,8:c/xi,9:P
58:cmax    0 // Scale (max). 0:auto scale
59:cmin    0 // Scale (min). 0:auto scale
60:icolor  1 // 0:Jet,1:Rainbow,2:Nishiki,3:Gray,4:Gray(inv),5:Hot,6:Sea,7:Leaf
61:icont   0 // (Reaction front) contour line (0:off,1:blck,2:red,3:grn,4:bl,5:w
62:linewidth 0 // Line width of contour line (1, 3, 5 or 7)
63:ivec    0 // Velocity vector (0:off,1:blck,2:red,3:grn,4:bl,5:wht)
64:ndiv    0 // Interval grid points between displayed vectors (0:auto)
65:vecsize 0 // Pixel size of vector arrow (0:auto)
```

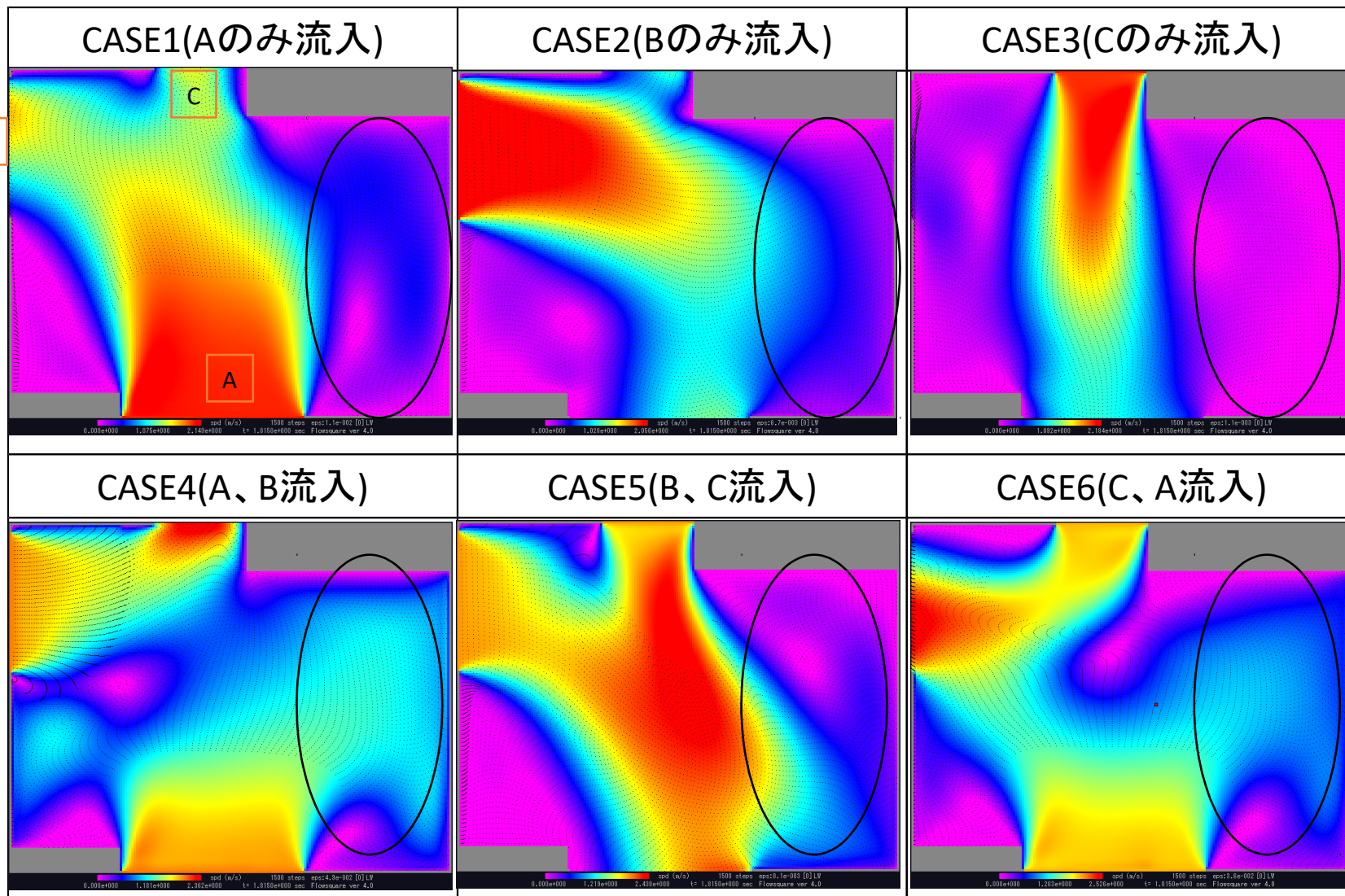

grid.txtの中身

```
grid.txt - メモ帳
ファイル(F) 編集(E) 書式(O) 表示(V) ヘルプ(H)
----- Lagrangian Trajectory (optional) -----
66:lagkey      1 // 0:off,1:x, 2:y,3:x-x,4:y-y
67:lagcolor    0 // 0:black, 1:white
68:lagsize     1 // Pixel size of particles
69:nlagra     1000 // Interval time steps of restart (>=100)
70:npart      10000 // No. particle (>=1000)
----- Body Force (optional) -----
71:gfx        0 // X-body force
72:gfy        0 // Y-body force
73:dref       0 // Reference density. 1:max, 2:middle, 3:min density as reference
----- Initial Perturbation (optional) -----
74:pmode      0 // Mode of perturbation 0:off, 1:single mode, 2:multi, 3:multi (ran
75:umag       0 // Velocity amplitude (m/s)
76:nwave      0 // Number of waves in x-direction
----- Others -----
77:nwait      0 // Wait time
-----
#End of file
```

4. 計算結果

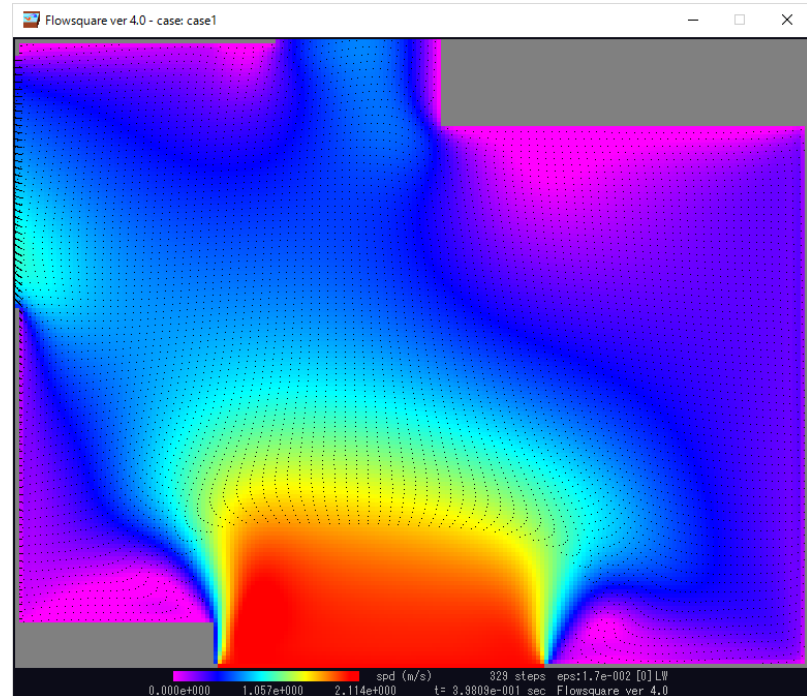
4. 計算結果(spд:流速の絶対値)

B

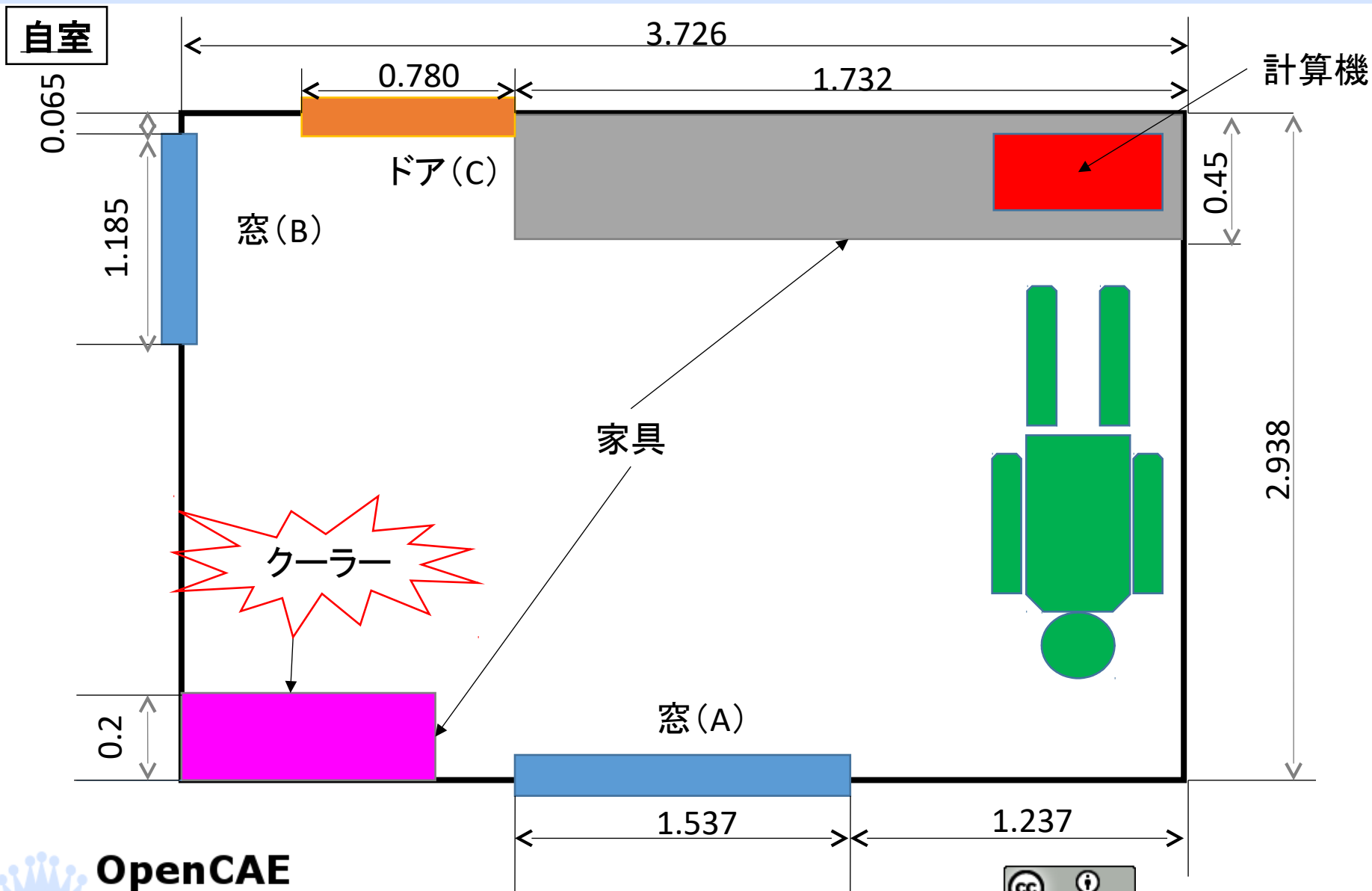


画面上での表示結果の選択

- rho (kg/m³): 1
- u (m/s): 2
- v (m/s): 3
- spd (m/s): 4
- vort (1/s): 5
- temp (K): 6
- rate (kg/m³s): 7
- c/xi: 8
- p-p0 (Pa): 9
- xi_air: [Shift]+8
- prs2(kg/m³s²): [Shift]+P

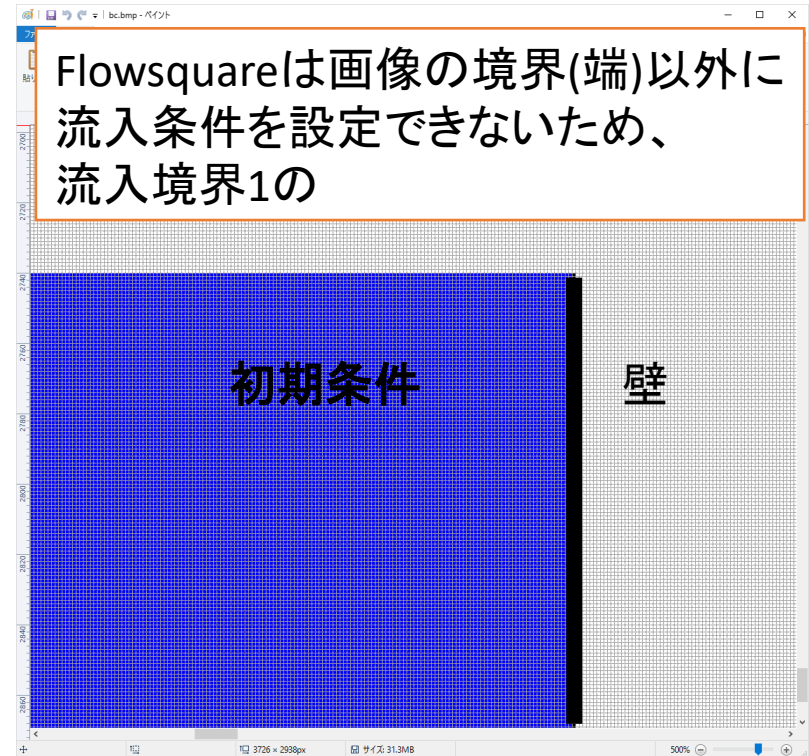
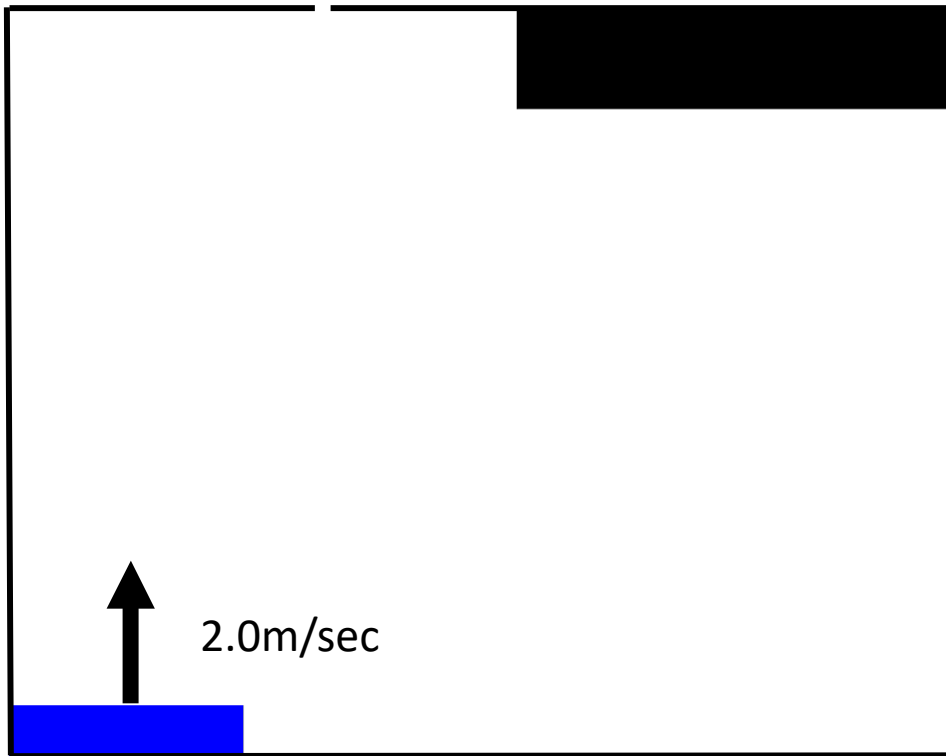


CASE7 (室内設置くらの影響)

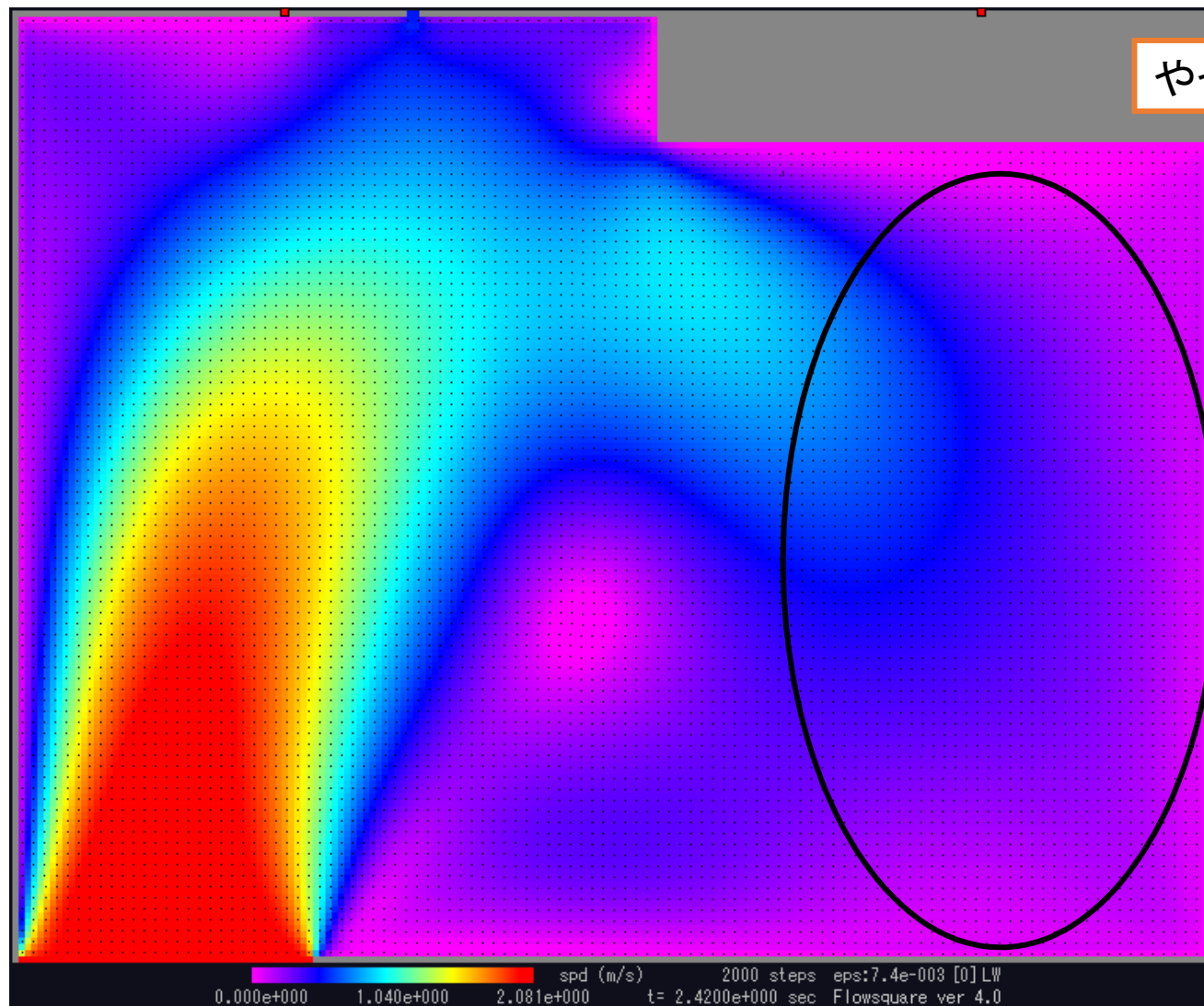


CASE7(室内設置クーラーの影響)

- CASE1-6までと同条件
- 窓A、Bは閉じた(壁条件)
- ドアCのみ0.04m空いている状態として開放条件とした



CASE7計算結果



やっぱり風が来なそう……

5. まとめ

5. まとめ

- Flowsquareで自室の計算を実施した。
- 画像ファイルで領域を定義でき、計算条件を記入するgrid.txtは入力項目及びその意味がチュートリアルサンプルファイルに書かれているので、非常に扱いやすい。
- 窓2つ+ドア1つのそれぞれで風が入ってきた想定で計算をしたが、メインの生活スペースに流れが来ていないことを確認した。
- クーラーを部屋に設置しているが、あまり効果がない
- 窓、ドア、クーラーは位置を変えられないので、今後は風の循環を助ける扇風機の設置位置について検討していく。

License

Flowsquareで室内流れの計算 by Shinichi Kawabata(@mmer547) is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

