

# 分科会1 市街地風環境 ベンチマークテスト

---

Contents:

- 1, 分科会の主旨
- 2, ベンチマークテストの概要
- 3, CaseAの概要
- 4, OpenFOAMでの計算方法

# 1, 分科会の主旨

---

- ① 実際にOpenFOAMを使ってみることで、OpenFOAMの仕組みや操作を理解する。
- ② 条件をいろいろ変えた数値実験をすることで、乱流モデルの基礎や性質を理解する。
- ③ 風洞実験結果や他のソフトとの結果との比較をすることで、OpenFOAMの特徴を把握する。


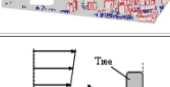
# 2, ベンチマークテストの概要

日本建築学会 流体数値計算による風環境評価ガイドライン作成WGが作成したCFDを適切に利用するために整備した風洞実験・実測結果の検証用データベース

## - 参考文献等

日本建築学会市街地風環境予測のための流体数値解析ガイドブック  
 - ガイドラインと検証用データベース -

<http://www.aij.or.jp/jpn/publish/cfdguide/index.htm>

|   | test case   | dataset   | ガイドブックの参照ページ                   | 参考文献   |
|---|---|---|--------------------------------|--------|
| A | 2:1:1角柱周辺流れ<br>(2:1:1 shape building model)<br>  | Data file : <a href="#">CaseA(1 1 2).xls</a>  | 結果 : P60-92<br>要領 : P174-177   | [1][2] |
| B | 4:4:1角柱周辺流れ<br>(4:4:1 shape building model)<br>  | Data file : <a href="#">CaseB(4 4 1).xls</a>  | 結果 : P93-106<br>要領 : P178-184  | [3]    |
| C | 単純建物群モデル<br>(Simple Building blocks)<br>   | Data file : <a href="#">CaseC(City blocks).xls</a>  | 結果 : P107-115<br>要領 : P184-187 | [4]    |
| D | 街区内に建つ高層建物モデル<br>(A high-rise building in city blocks)<br>   | Data file : <a href="#">CaseD(Highrise+Blocks).xls</a><br>CAD File(DXF) : <a href="#">CaseD_dxf.zip</a><br>CAD File(MCD) : <a href="#">CaseD_mcd.zip</a>  | 結果 : P116-128<br>要領 : P187-191 | [5][6] |
| E | 新潟市内低層建物密集地<br>(Building complexes with simple building shape in actual urban area (Niigata))<br>   | Data file : <a href="#">CaseE(Niigata).xls</a><br>CAD File(DXF) : <a href="#">CaseE_dxf.zip</a><br>CAD File(MCD) : <a href="#">CaseE_mcd.zip</a>  | 結果 : P129-140<br>要領 : P191-196 | [7]    |
| F | 新宿副都心高層ビル群<br>(Building complexes with complicated building shape in actual urban area (Shinjuku))<br>                                   | Data file : <a href="#">CaseF(Shinjuku).xls</a><br>CAD File(DXF) : <a href="#">CaseF_dxf.zip</a><br>CAD File(MCD) : <a href="#">CaseF_mcd.zip</a><br>CAD File(STL)* : <a href="#">CaseF_stl.zip</a><br><small>*STLファイルは円筒状の簡略形状になっており、一部の市街地形状が簡略化されています。</small> | 結果 : P141-145<br>要領 : P197-201 | [8]    |
| G | 樹木周辺の流れ(Two-dimensional pine tree)<br>   | Data file : <a href="#">CaseG(Tree).xls</a>   | 結果 : P146-153<br>要領 : P201-204 | [9]    |
| H | 等温及び非等温境界層流中の単体建物モデル周辺の流れ場・拡散場(Flow and concentration fields around a building within non-isothermal and isothermal boundary layers)<br> | このデータベースは東京工業大学GOOEプログラムのHPIにおいて公開されています。   |                                | [10]   |

# 3, CaseAの概要

## 風洞実験

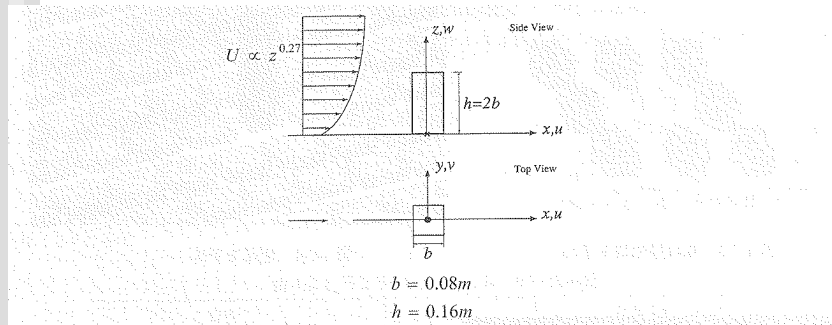


図 2-1-1 実験概要及び座標系の定義[1]

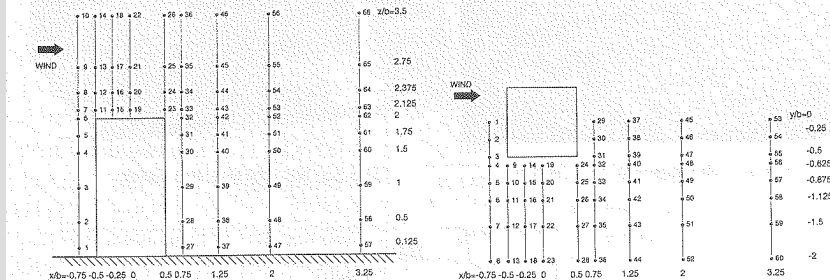


図 2-1-2 鉛直断面内の測定点の配置

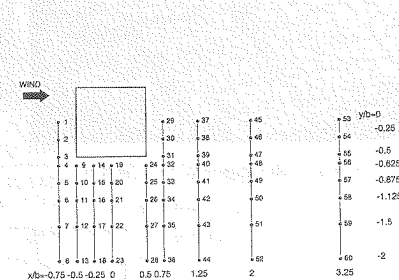


図 2-1-3 水平断面内の測定点の配置

(日本建築学会市街地風環境予測のための流体数値解析ガイドブックより)

## 実験結果(鉛直断面)

| x/b | y/b    | z     | U(m/s) | V(m/s) | W(m/s) | $\sigma_u$ (m/s) | $\sigma_v$ (m/s) | $\sigma_w$ (m/s) | k(m2/s2) |       |
|-----|--------|-------|--------|--------|--------|------------------|------------------|------------------|----------|-------|
| 1   | -0.750 | 0.000 | 0.125  | 0.208  | -0.088 | -0.667           | 0.878            | 0.478            | 0.907    | 0.911 |
| 2   | -0.750 | 0.000 | 0.500  | 1.267  | -0.046 | -0.621           | 0.623            | 0.532            | 0.582    | 0.505 |
| 3   | -0.750 | 0.000 | 1.000  | 1.409  | -0.042 | -0.291           | 0.603            | 0.579            | 0.620    | 0.542 |
| 4   | -0.750 | 0.000 | 1.500  | 1.701  | 0.022  | 0.328            | 0.603            | 0.621            | 0.569    | 0.537 |
| 5   | -0.750 | 0.000 | 1.750  | 2.067  | 0.078  | 0.837            | 0.604            | 0.673            | 0.533    | 0.551 |
| 6   | -0.750 | 0.000 | 2.000  | 3.044  | 0.081  | 1.341            | 0.706            | 0.664            | 0.532    | 0.611 |
| 7   | -0.750 | 0.000 | 2.125  | 3.654  | 0.068  | 1.312            | 0.781            | 0.673            | 0.522    | 0.668 |
| 8   | -0.750 | 0.000 | 2.375  | 4.539  | 0.034  | 0.906            | 0.843            | 0.658            | 0.513    | 0.703 |
| 9   | -0.750 | 0.000 | 2.750  | 4.962  | -0.009 | 0.442            | 0.849            | 0.617            | 0.509    | 0.680 |
| 10  | -0.750 | 0.000 | 3.500  | 5.351  | -0.021 | 0.104            | 0.809            | 0.607            | 0.513    | 0.643 |
| 11  | -0.500 | 0.000 | 2.125  | 4.281  | 0.113  | 2.580            | 0.862            | 0.704            | 0.699    | 0.864 |
| 12  | -0.500 | 0.000 | 2.375  | 4.937  | 0.019  | 1.091            | 0.834            | 0.633            | 0.554    | 0.702 |
| 13  | -0.500 | 0.000 | 2.750  | 5.138  | -0.006 | 0.418            | 0.827            | 0.623            | 0.522    | 0.672 |
| 14  | -0.500 | 0.000 | 3.500  | 5.402  | -0.045 | 0.012            | 0.783            | 0.580            | 0.525    | 0.613 |
| 15  | -0.250 | 0.000 | 2.125  | 1.681  | -0.109 | 0.271            | 2.309            | 0.955            | 0.814    | 3.453 |
| 16  | -0.250 | 0.000 | 2.375  | 5.568  | 0.014  | 0.834            | 0.897            | 0.621            | 0.573    | 0.759 |
| 17  | -0.250 | 0.000 | 2.750  | 5.268  | -0.009 | 0.298            | 0.813            | 0.629            | 0.525    | 0.666 |
| 18  | -0.250 | 0.000 | 3.500  | 5.416  | -0.048 | -0.015           | 0.785            | 0.594            | 0.527    | 0.623 |
| 19  | 0.000  | 0.000 | 2.125  | 1.250  | -0.122 | -0.186           | 1.972            | 1.087            | 1.061    | 3.098 |

## 実験結果(水平断面)

| x/b | y/b    | z      | U(m/s) | V(m/s) | W(m/s) | $\sigma_u$ (m/s) | $\sigma_v$ (m/s) | $\sigma_w$ (m/s) | k(m2/s2) |       |
|-----|--------|--------|--------|--------|--------|------------------|------------------|------------------|----------|-------|
| 1   | -0.750 | 0.000  | 0.125  | 0.210  | -0.079 | -0.764           | 0.882            | 0.496            | 0.933    | 0.947 |
| 2   | -0.750 | -0.250 | 0.125  | 0.418  | -0.784 | -0.603           | 0.900            | 0.590            | 0.950    | 1.030 |
| 3   | -0.750 | -0.500 | 0.125  | 0.994  | -1.583 | -0.238           | 0.994            | 0.732            | 1.086    | 1.352 |
| 4   | -0.750 | -0.625 | 0.125  | 1.487  | -1.669 | 0.057            | 1.017            | 0.779            | 1.068    | 1.391 |
| 5   | -0.750 | -0.875 | 0.125  | 2.135  | -1.526 | 0.213            | 1.069            | 0.778            | 0.723    | 1.135 |
| 6   | -0.750 | -1.125 | 0.125  | 2.720  | -1.267 | 0.124            | 0.954            | 0.773            | 0.436    | 0.849 |
| 7   | -0.750 | -1.500 | 0.125  | 3.131  | -0.804 | 0.048            | 0.727            | 0.669            | 0.280    | 0.527 |
| 8   | -0.750 | -2.000 | 0.125  | 3.298  | -0.522 | -0.006           | 0.683            | 0.575            | 0.253    | 0.431 |
| 9   | -0.500 | -0.625 | 0.125  | 2.786  | -2.893 | 1.571            | 0.987            | 0.917            | 0.812    | 1.237 |
| 10  | -0.500 | -0.875 | 0.125  | 2.986  | -1.628 | 0.253            | 0.918            | 0.855            | 1.015    | 1.302 |
| 11  | -0.500 | -1.125 | 0.125  | 2.987  | -1.299 | -0.080           | 0.947            | 0.789            | 0.662    | 0.979 |
| 12  | -0.500 | -1.500 | 0.125  | 3.228  | -0.909 | 0.071            | 0.777            | 0.721            | 0.385    | 0.636 |
| 13  | -0.500 | -2.000 | 0.125  | 3.358  | -0.515 | 0.003            | 0.657            | 0.619            | 0.252    | 0.439 |
| 14  | -0.250 | -0.625 | 0.125  | 0.653  | -0.055 | 0.404            | 1.461            | 0.624            | 0.822    | 1.600 |
| 15  | -0.250 | -0.875 | 0.125  | 3.738  | -1.146 | 0.567            | 0.971            | 0.822            | 0.900    | 1.214 |
| 16  | -0.250 | -1.125 | 0.125  | 3.386  | -1.186 | 0.070            | 0.882            | 0.786            | 0.749    | 0.978 |
| 17  | -0.250 | -1.500 | 0.125  | 3.398  | -0.873 | 0.072            | 0.778            | 0.799            | 0.394    | 0.699 |
| 18  | -0.250 | -2.000 | 0.125  | 3.481  | -0.531 | 0.011            | 0.669            | 0.646            | 0.273    | 0.470 |
| 19  | 0.000  | -0.625 | 0.125  | 0.829  | 0.268  | -0.024           | 1.561            | 0.781            | 0.716    | 1.780 |

# 数値実験

## 計算条件

CaseAについては  
OpenFOAMで実行  
すると発散してしまう  
ため、中心差分と風  
上差分をブレンドし  
たlimitedLinearに  
変更

表 2-1-2 ベンチマーク用の計算条件 (標準計算条件)

|           |   |
|-----------|---|
| 計算領域      | 21b(x)×13.75b(y)×11.25b(z)  |
| メッシュ分割    | 60(x)×45(y)×39(z) = 105300 メッシュ (図 2-1-6)   |
| 移流項差分スキーム | <u>, <v>, <w>, k, εすべて QUICK  |
| 建物壁面境界条件  | 滑面の対数則または一般化対数則   |
| 風洞側壁境界条件  | 滑面の対数則または一般化対数則   |
| 風洞天井境界条件  | 滑面の対数則または一般化対数則   |
| 風洞床面境界    | 粗度長 $z_0 = 1.8 \times 10^{-4}$ [m] とする対数則   |
| 流入境界条件    | U と k は実験結果を補間して与える。<br>$\epsilon = C_{\mu}^{1/2} k \cdot \partial \langle u \rangle / \partial z$ ( $\epsilon = Pk$ の条件) (図 2-1-7) |
| 流出境界条件    | 自由流入出条件 (勾配ゼロの条件)   |

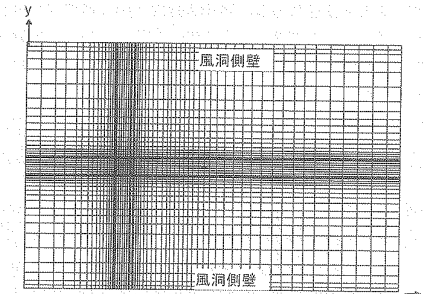
## 流入境界条件

付表 1-1 流入境界条件

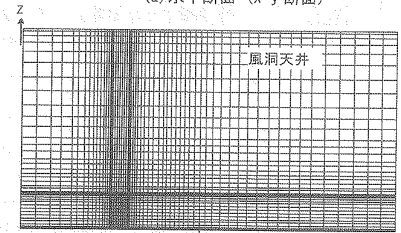
| No. | z/b   | U[m/s] | k[m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ] | ε [m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> ] |
|-----|-------|--------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 1   | 0.035 | 2.560  | 0.372                              | 4.010                               |
| 2   | 0.090 | 2.935  | 0.400                              | 2.618                               |
| 3   | 0.210 | 3.156  | 0.434                              | 2.202                               |
| 4   | 0.350 | 3.300  | 0.463                              | 1.985                               |
| 5   | 0.500 | 3.447  | 0.495                              | 1.863                               |
| 6   | 0.660 | 3.566  | 0.523                              | 1.777                               |
| 7   | 0.860 | 3.706  | 0.552                              | 1.709                               |
| 8   | 1.060 | 3.863  | 0.576                              | 1.640                               |
| 9   | 1.260 | 4.021  | 0.585                              | 1.557                               |
| 10  | 1.440 | 4.165  | 0.617                              | 1.552                               |
| 11  | 1.590 | 4.274  | 0.630                              | 1.520                               |
| 12  | 1.720 | 4.359  | 0.634                              | 1.461                               |
| 13  | 1.800 | 4.414  | 0.642                              | 1.465                               |
| 14  | 1.860 | 4.450  | 0.647                              | 1.455                               |
| 15  | 1.910 | 4.478  | 0.651                              | 1.448                               |
| 16  | 1.960 | 4.495  | 0.649                              | 1.429                               |
| 17  | 2.040 | 4.539  | 0.649                              | 1.413                               |
| 18  | 2.170 | 4.597  | 0.653                              | 1.394                               |
| 19  | 2.350 | 4.691  | 0.657                              | 1.366                               |
| 20  | 2.550 | 4.806  | 0.660                              | 1.331                               |

| No. | z/b    | U[m/s] | k[m <sup>2</sup> /s <sup>2</sup> ] | ε [m <sup>2</sup> /s <sup>3</sup> ] |
|-----|--------|--------|------------------------------------|-------------------------------------|
| 21  | 2.800  | 4.932  | 0.656                              | 1.278                               |
| 22  | 3.050  | 5.071  | 0.637                              | 1.201                               |
| 23  | 3.300  | 5.203  | 0.619                              | 1.130                               |
| 24  | 3.580  | 5.337  | 0.605                              | 1.072                               |
| 25  | 3.860  | 5.481  | 0.586                              | 1.008                               |
| 26  | 4.260  | 5.662  | 0.547                              | 0.910                               |
| 27  | 4.660  | 5.865  | 0.497                              | 0.798                               |
| 28  | 5.060  | 6.053  | 0.441                              | 0.685                               |
| 29  | 5.660  | 6.265  | 0.375                              | 0.561                               |
| 30  | 6.260  | 6.508  | 0.286                              | 0.410                               |
| 31  | 6.860  | 6.655  | 0.204                              | 0.190                               |
| 32  | 7.660  | 6.737  | 0.123                              | 0.052                               |
| 33  | 8.460  | 6.748  | 0.051                              | 0.008                               |
| 34  | 9.260  | 6.748  | 0.001                              | 0.000                               |
| 35  | 9.860  | 6.723  | 0.001                              | 0.000                               |
| 36  | 10.410 | 6.661  | 0.011                              | 0.013                               |
| 37  | 10.760 | 6.043  | 0.122                              | 0.557                               |
| 38  | 11.010 | 5.170  | 0.192                              | 2.138                               |
| 39  | 11.160 | 4.244  | 0.225                              | 4.468                               |

## メッシュ分割



(a) 水平断面 (x-y 断面)



(b) 鉛直断面 (x-z 断面)

- ・ 建物は 9 (x) × 9 (y) × 15 (z) 分割
- ・ 建物壁面第 1 セルのメッシュ幅は b/14
- ・ 建物屋根面第 1 セルのメッシュ幅は b/20

図 2-1-6 計算領域およびメッシュ分割

付表 1-2 メッシュサイズ (建物幅 b で無次元化した値) 網掛け部分が建物セル

|    | DX   | DY    | DZ   |    | DX   | DY   | DZ   |    | DX   | DY    | DZ |
|----|------|-------|------|----|------|------|------|----|------|-------|----|
| 1  | 0.8  | 0.195 | 0.07 | 21 | 0.12 | 0.14 | 0.25 | 41 | 0.3  | 0.8   |    |
| 2  | 0.8  | 0.25  | 0.11 | 22 | 0.14 | 0.12 | 0.25 | 42 | 0.3  | 0.6   |    |
| 3  | 0.6  | 0.45  | 0.12 | 23 | 0.11 | 0.12 | 0.25 | 43 | 0.3  | 0.45  |    |
| 4  | 0.6  | 0.6   | 0.14 | 24 | 0.07 | 0.12 | 0.28 | 44 | 0.4  | 0.25  |    |
| 5  | 0.35 | 0.8   | 0.15 | 25 | 0.07 | 0.14 | 0.28 | 45 | 0.42 | 0.195 |    |
| 6  | 0.35 | 0.8   | 0.16 | 26 | 0.12 | 0.11 | 0.4  | 46 | 0.5  |       |    |
| 7  | 0.25 | 0.6   | 0.2  | 27 | 0.12 | 0.07 | 0.4  | 47 | 0.5  |       |    |
| 8  | 0.25 | 0.4   | 0.2  | 28 | 0.16 | 0.07 | 0.4  | 48 | 0.5  |       |    |
| 9  | 0.22 | 0.4   | 0.2  | 24 | 0.18 | 0.11 | 0.6  | 49 | 0.6  |       |    |
| 10 | 0.18 | 0.4   | 0.18 | 30 | 0.2  | 0.12 | 0.6  | 50 | 0.6  |       |    |
| 11 | 0.16 | 0.35  | 0.15 | 31 | 0.26 | 0.15 | 0.6  | 51 | 0.6  |       |    |
| 12 | 0.13 | 0.25  | 0.13 | 32 | 0.26 | 0.18 | 0.8  | 52 | 0.6  |       |    |
| 13 | 0.12 | 0.25  | 0.08 | 33 | 0.26 | 0.25 | 0.8  | 53 | 0.6  |       |    |
| 14 | 0.12 | 0.18  | 0.06 | 34 | 0.25 | 0.25 | 0.8  | 54 | 0.6  |       |    |
| 15 | 0.07 | 0.15  | 0.05 | 35 | 0.24 | 0.35 | 0.6  | 55 | 0.8  |       |    |
| 16 | 0.07 | 0.12  | 0.05 | 36 | 0.24 | 0.4  | 0.55 | 56 | 0.8  |       |    |
| 17 | 0.11 | 0.11  | 0.08 | 37 | 0.26 | 0.4  | 0.35 | 57 | 0.8  |       |    |
| 18 | 0.14 | 0.07  | 0.13 | 38 | 0.26 | 0.4  | 0.25 | 58 | 0.8  |       |    |
| 19 | 0.12 | 0.07  | 0.18 | 39 | 0.25 | 0.6  | 0.15 | 59 | 0.8  |       |    |
| 20 | 0.12 | 0.11  | 0.2  | 40 | 0.25 | 0.8  |      | 60 | 0.8  |       |    |

# 4, OpenFOAMでの計算方法

「OpenFOAM勉強会 for beginner」  
の掲示板にCaseAのケースファイルを  
アップ

[http://www.ofwikija.org/index.php/OpenFOAM%E5%8B%89%E5%BC%B7%E4%BC%9A\\_for\\_beginner](http://www.ofwikija.org/index.php/OpenFOAM%E5%8B%89%E5%BC%B7%E4%BC%9A_for_beginner)

OpenFOAM勉強会 for beginner

目次 (非表示)

フォーラムリスト

発表資料

- 第1回OpenFOAM勉強会 for beginner
- 第2回OpenFOAM勉強会 for beginner
- 第3回OpenFOAM勉強会 for beginner
- 第4回OpenFOAM勉強会 for beginner

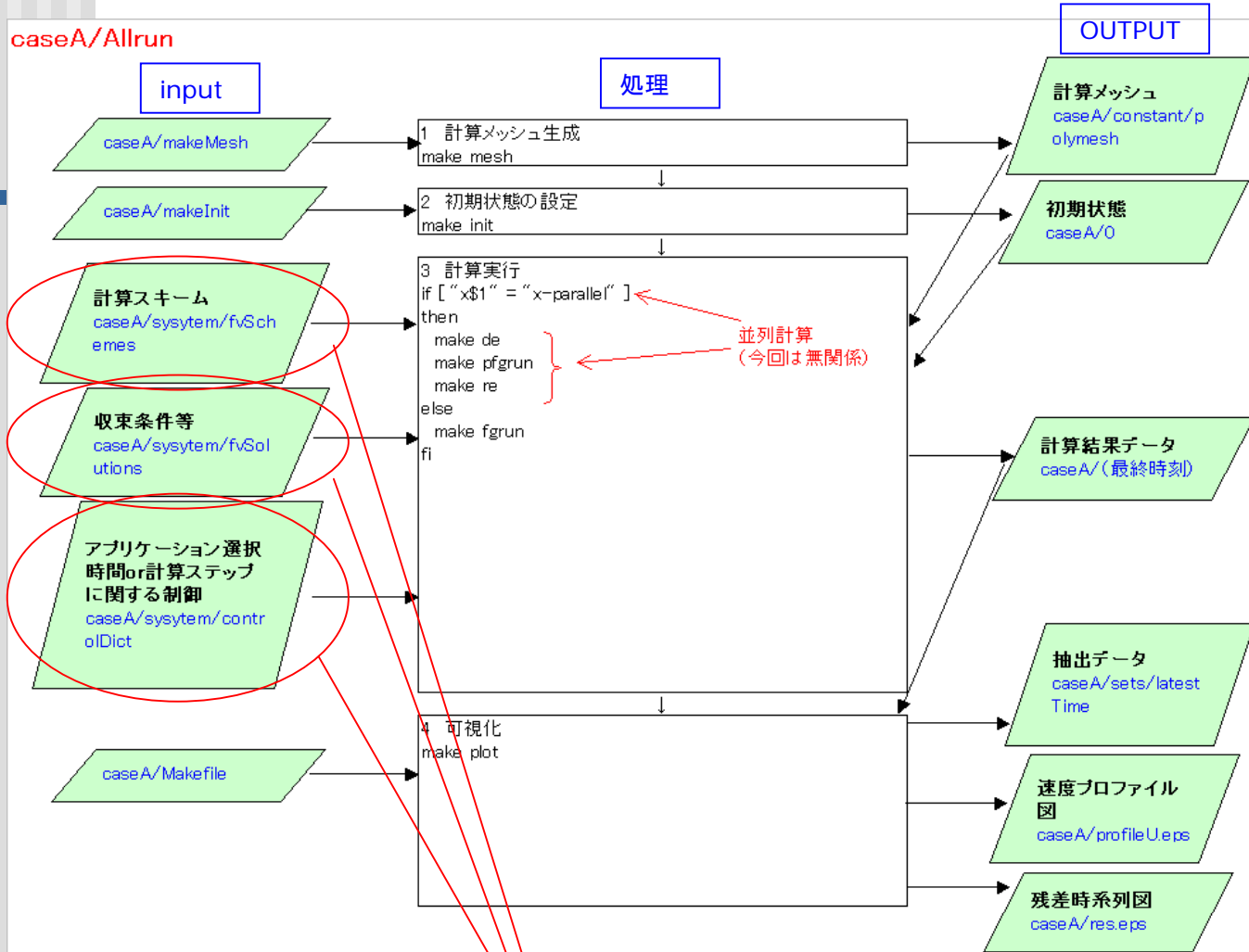
市街地環境分科会

次回勉強会申込み

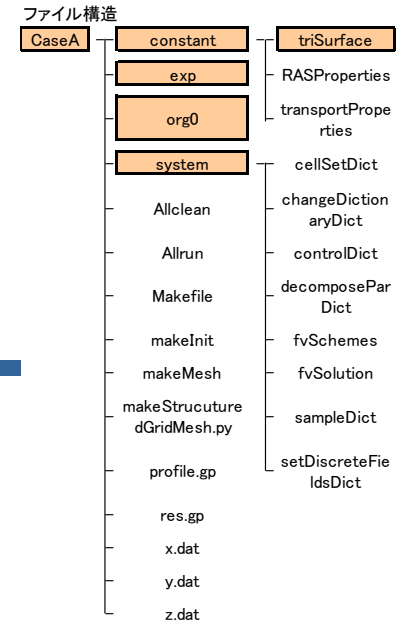
過去の勉強会申込み

!!!

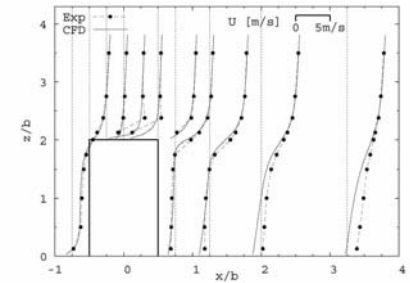
# 計算フロー



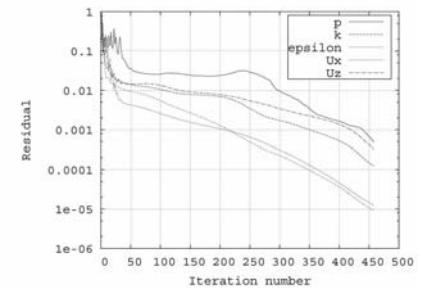
条件を変えたい場合はこれらのファイルに変更を加える



profileU.eps

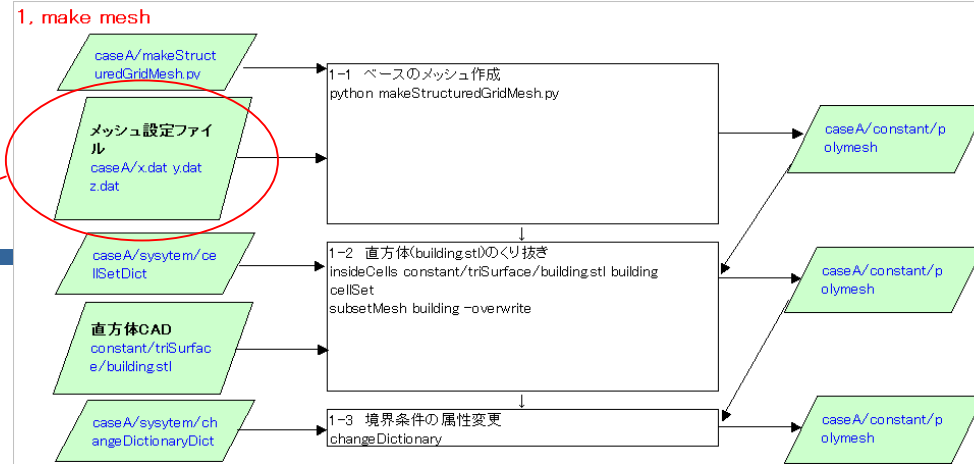


res.eps



ターミナル上で ./Allrun と打ってリターンキーを押すと、一連の操作を実行してくれる

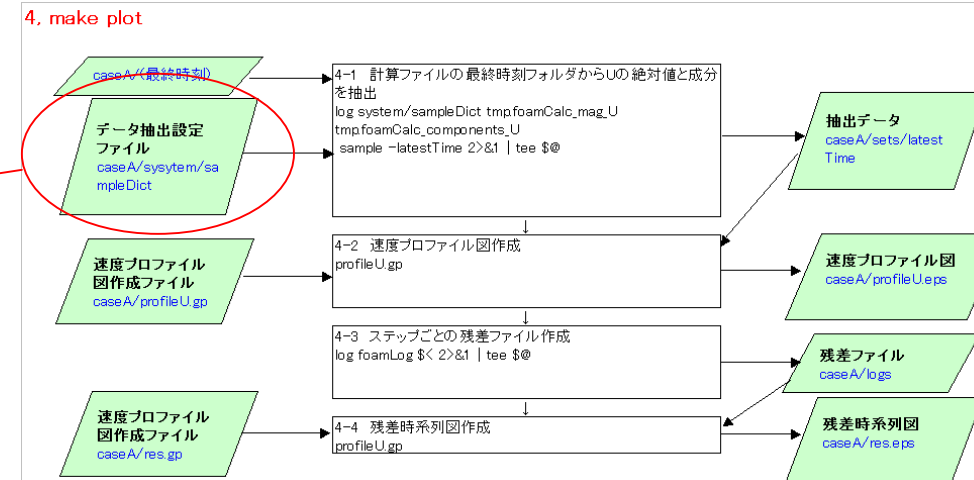
メッシュの位置を変えたい場合はこれらのファイルに変更を加える



流入境界条件を変えたい場合はこれらのファイルに変更を加える



データ抽出点を変えたい場合はこれらのファイルに変更を加える



#### ファイル構造

