

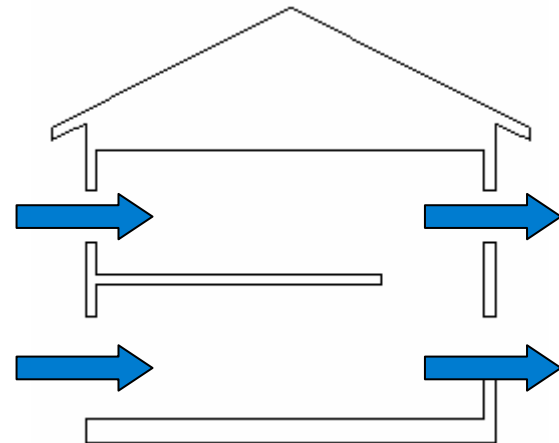
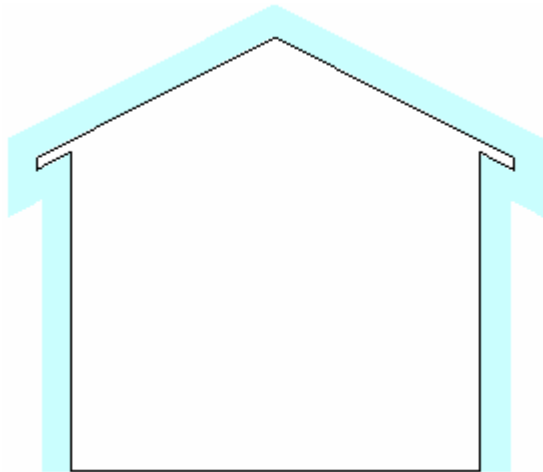
OpenFOAMを用いた戸建住宅の 風環境・通風解析

東京大学
星野 秀明

背景

建築の通風でもCFDが利用される機会が多くなったが、
住宅の通風を解析するために…

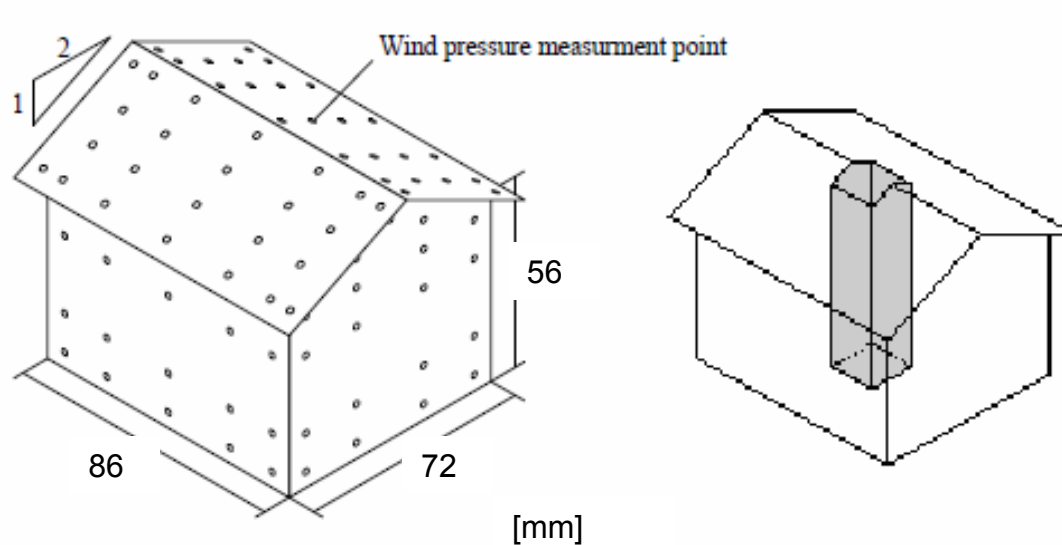
風の流れは外皮に作用する風圧のバランスに依存
風圧の適切な予測が必要



計算の目的

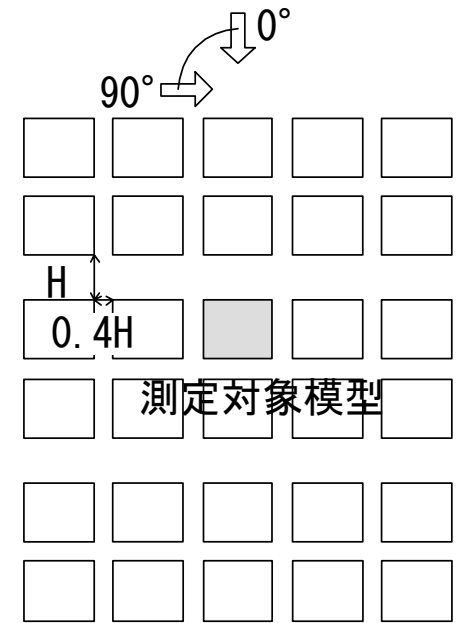
- ・ 戸建住宅に作用する風圧力を計算
計算格子密度や乱流モデルによる計算結果
の精度検証←風洞実験と比較
- ・ 戸建住宅内の風の流れを解析
気流の可視化実験と比較

計算の概要



計算対象住戸

縮尺 1/100(圧力測定) 1/60(通風実験)



街区配置

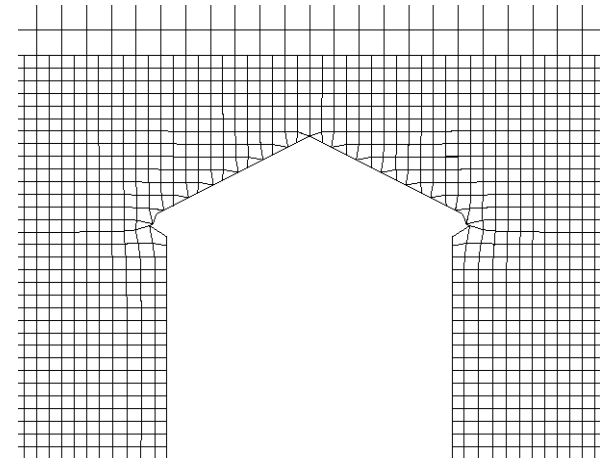
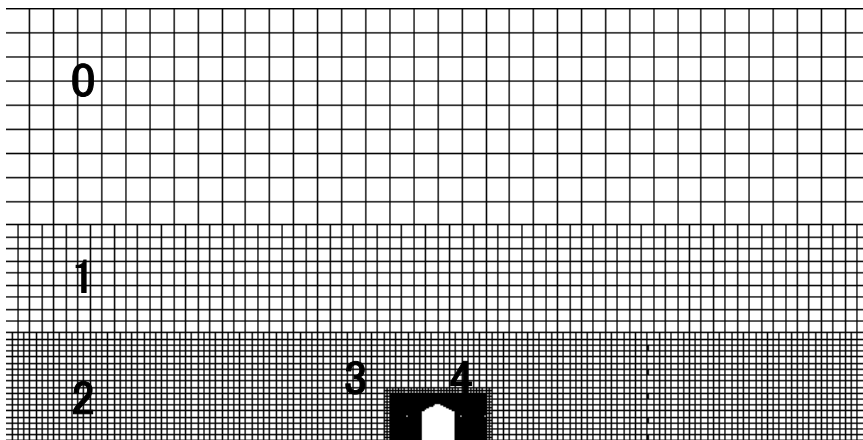
計算条件

解析領域	1.8m × 1.8m × 0.9m(1.2m)
乱流モデル	Realizable k-ε 標準k-ε RNG k-ε
計算アルゴリズム	SIMPLE法
移流項差分スキーム	TVD with van Leer Limiter
流入境界	風洞実験値
流出境界	ゼロ勾配
上空面、側壁面	滑面
建物表面、床面	平滑面に対する対数則

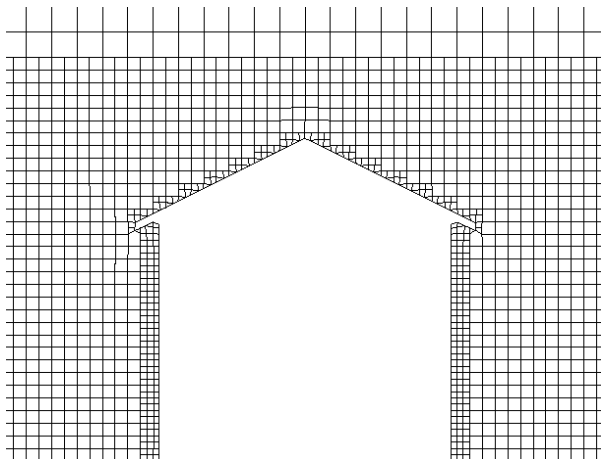
計算格子～単独住戸

付属ユーティリティsnappyHexMeshで六面体メッシュを生成

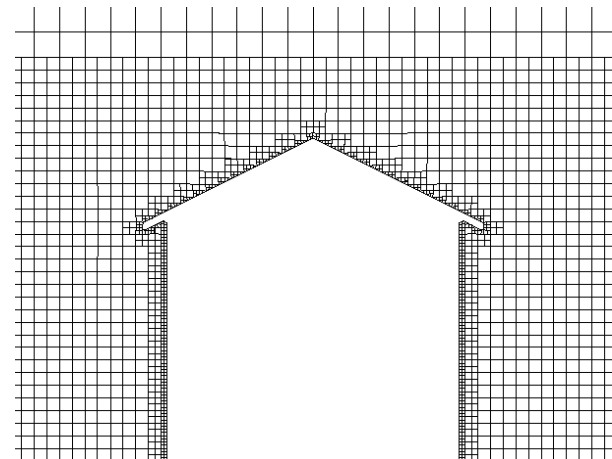
一辺5cmの六面体メッシュをLv.0としてレベルが1上がると各辺が1/2になる



Lv.4



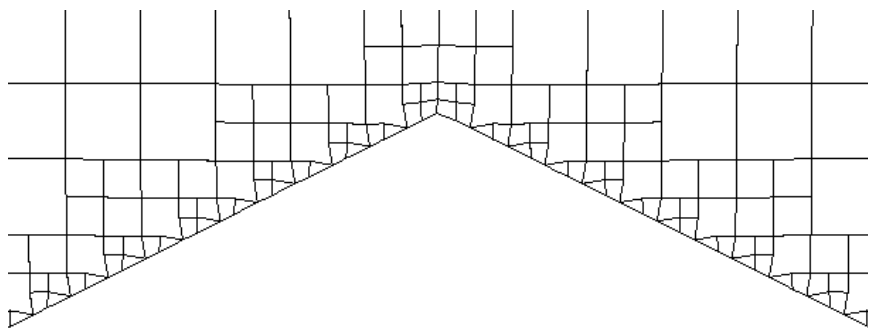
Lv.5



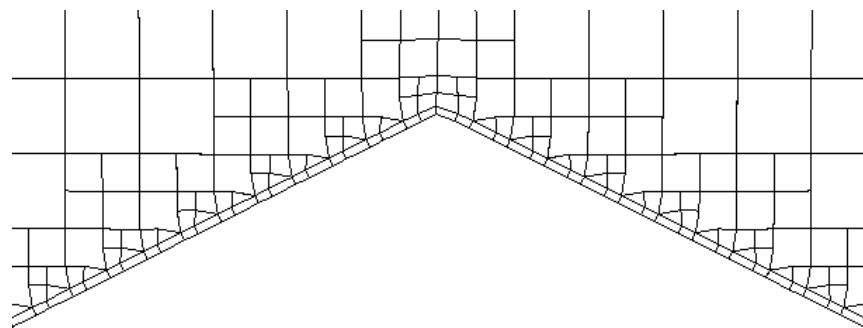
Lv.6

計算格子～単独住戸

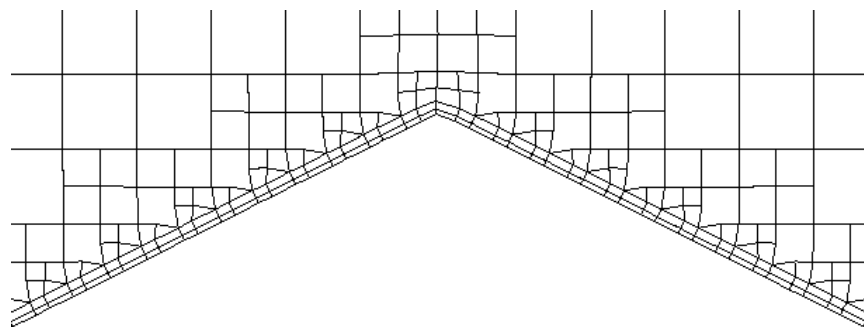
レイヤーを対象住戸周辺に挿入



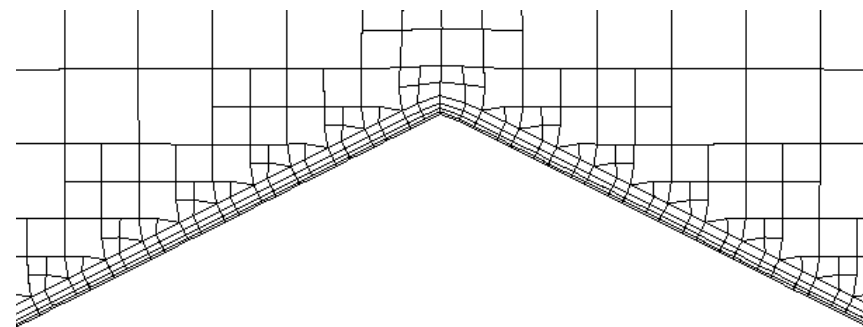
Lv.6-no layer



Lv.6-1 layer

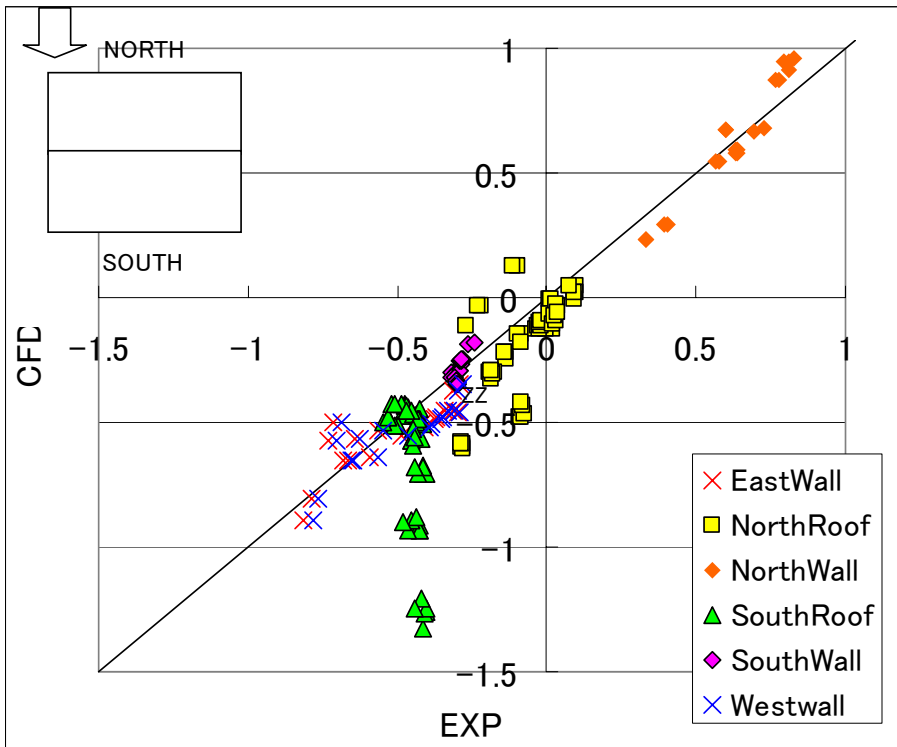


Lv.6-2 layers

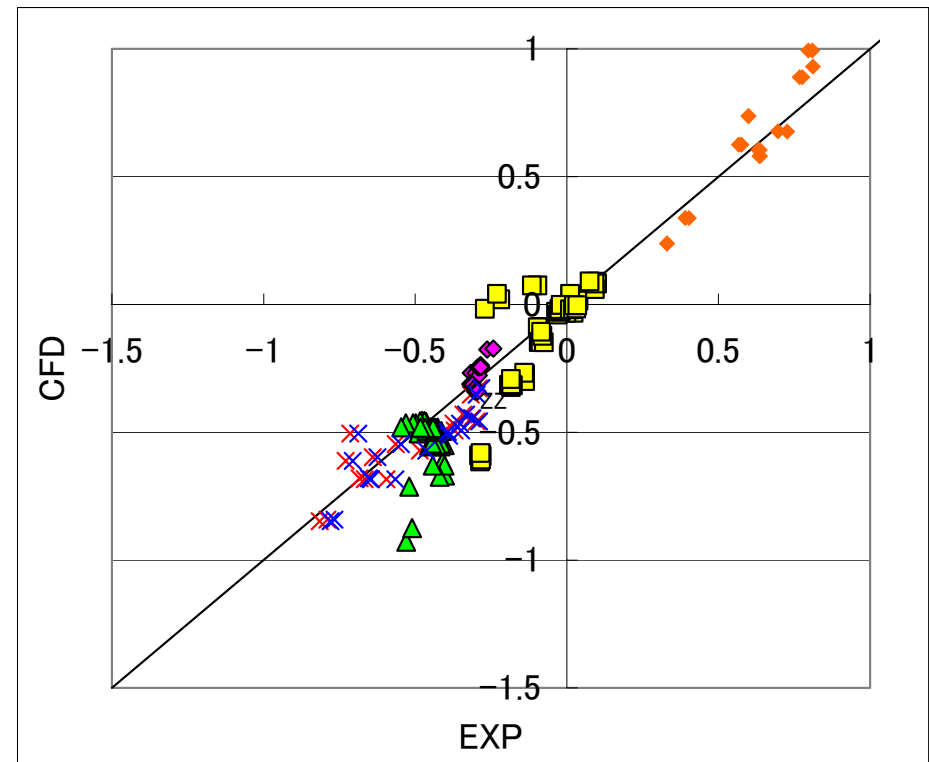


Lv.6-4 layers

計算結果～単独住戸

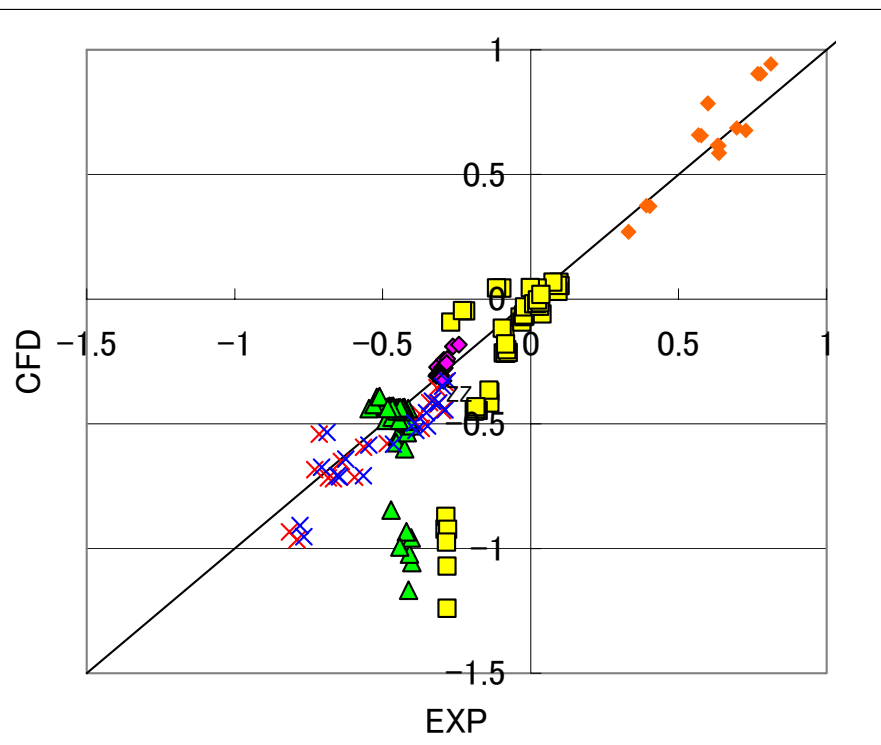


Lv.4

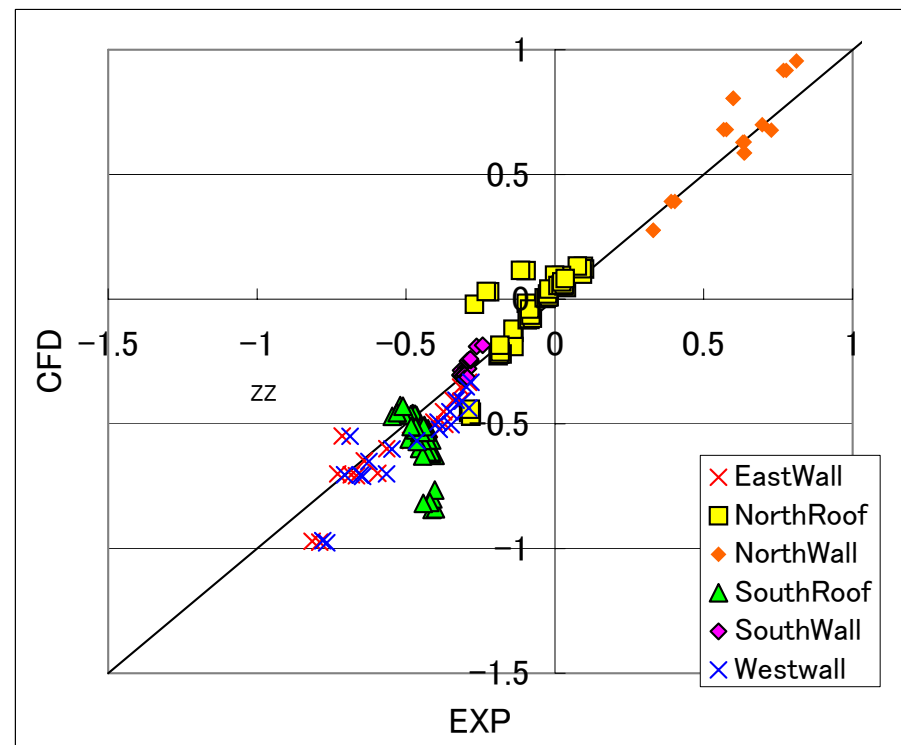


Lv.5

計算結果～単独住戸

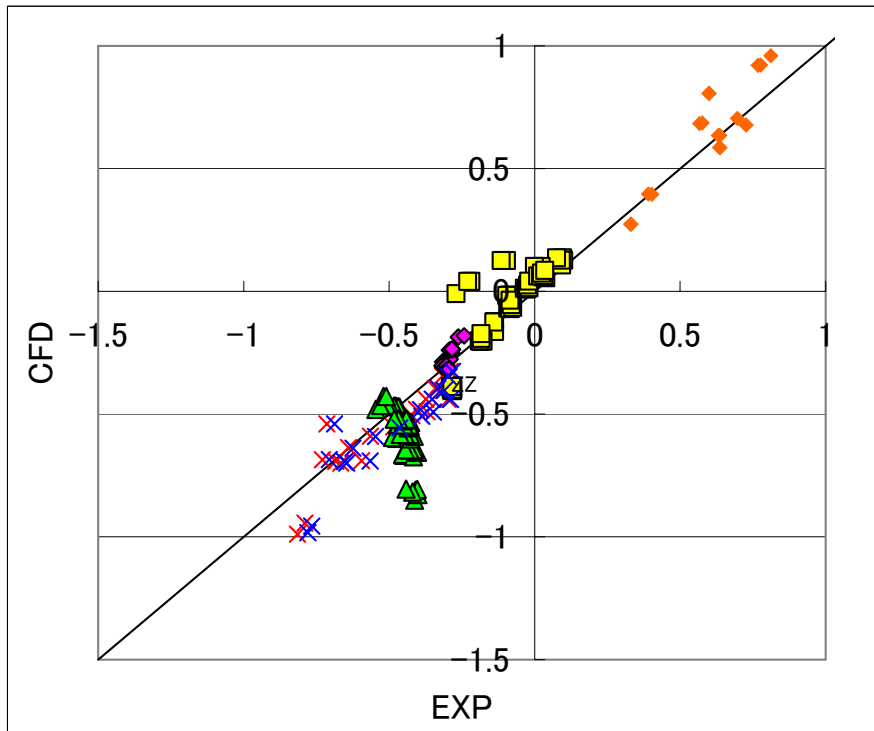


Lv.6

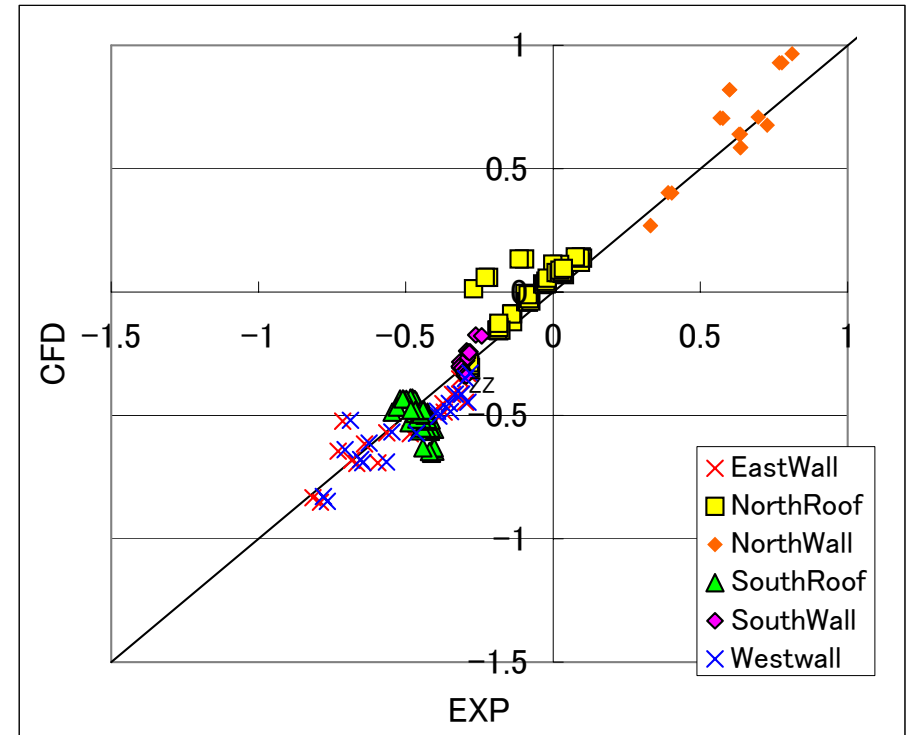


Lv.6-1layer

計算結果～単独住戸



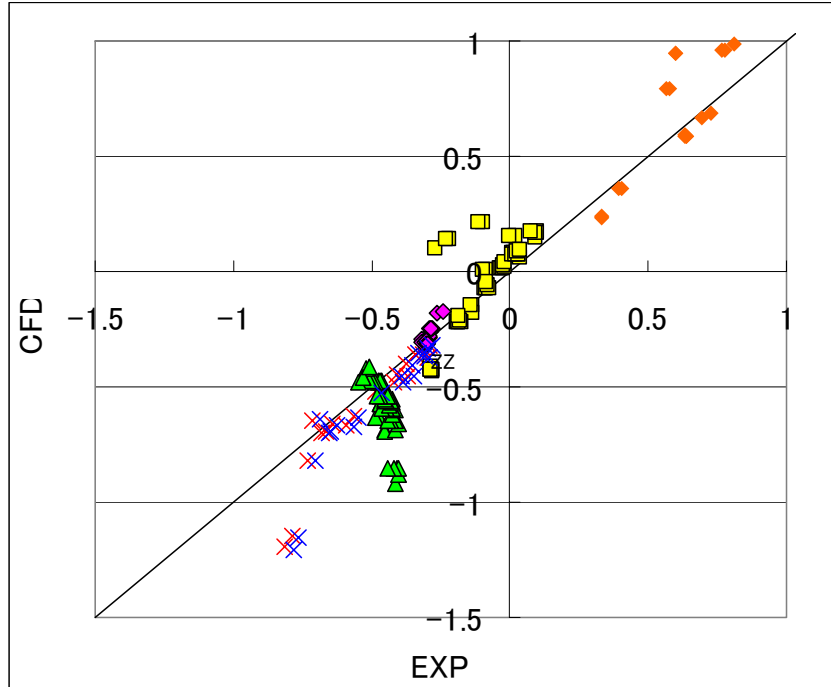
Lv.6-2layers



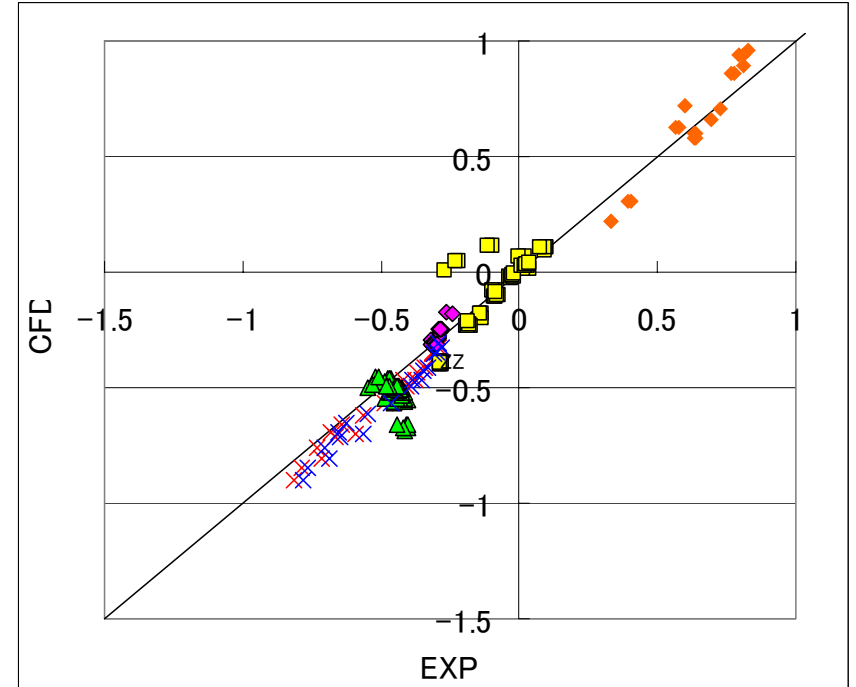
Lv.6-4layers

Lv.6はLv.5より精度が劣るがレイヤーを付加することで改善
以後、対象住戸はLv6.2layersとする

計算結果～単独住戸



標準 $k-\epsilon$

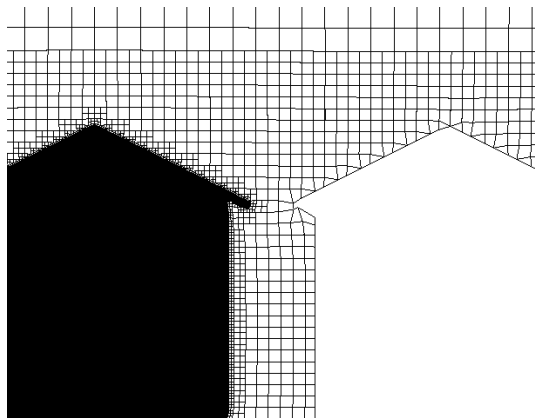


RNG $k-\epsilon$

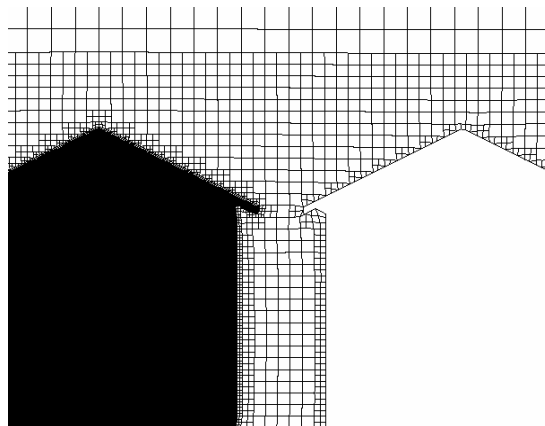
計算格子: Lv.6-2 layers

標準 $k-\epsilon$ は解析精度がやや劣る

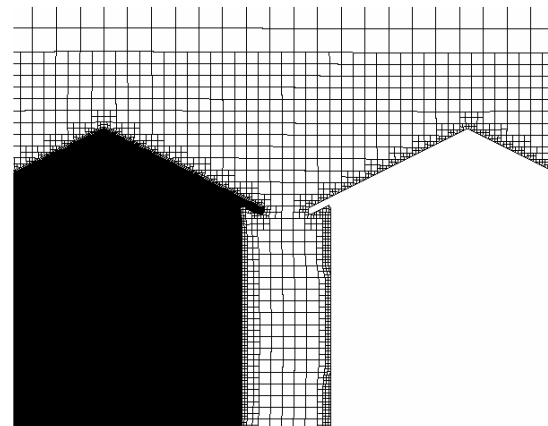
計算格子～複数住戸



Lv.4

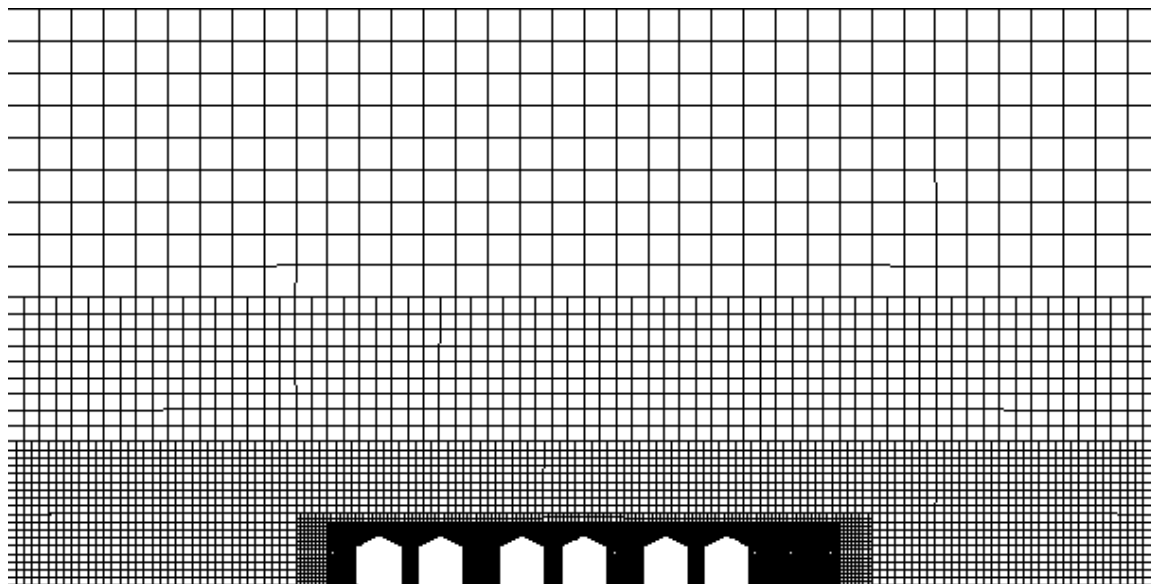


Lv.5

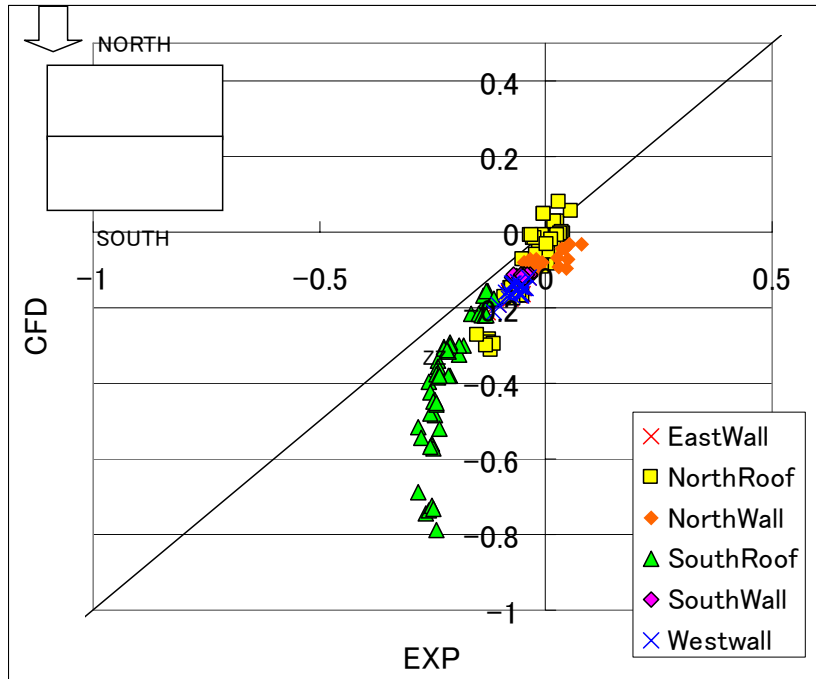


Lv.6

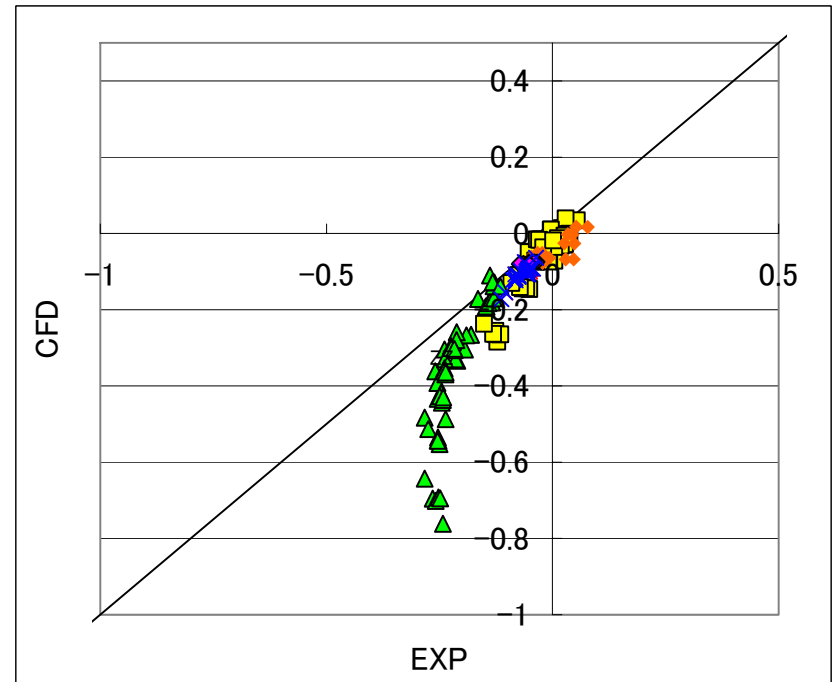
対象住戸の格子をLv.6-2layersに固定し、周辺住戸の表面格子密度を変化



計算結果～複数住戸

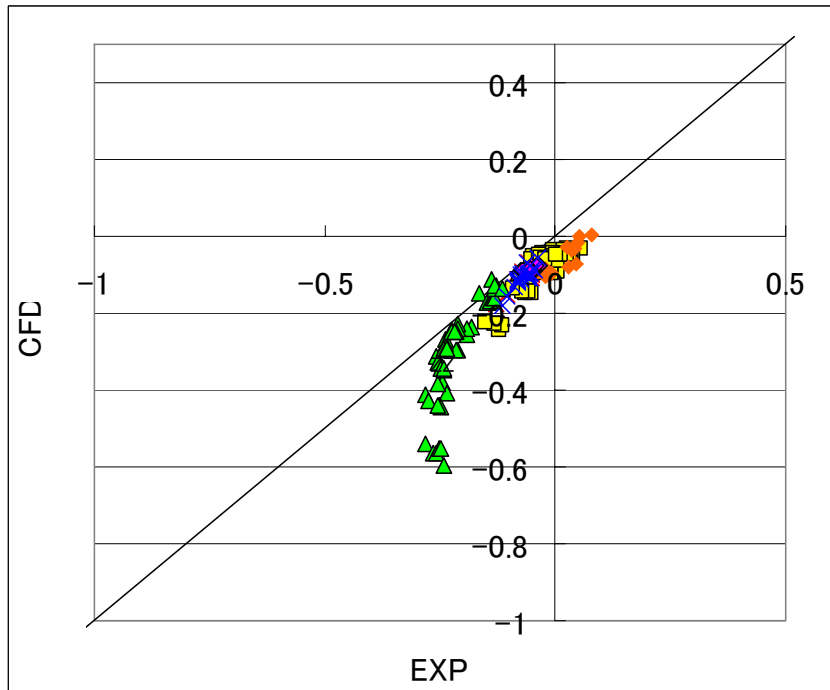


Lv.4

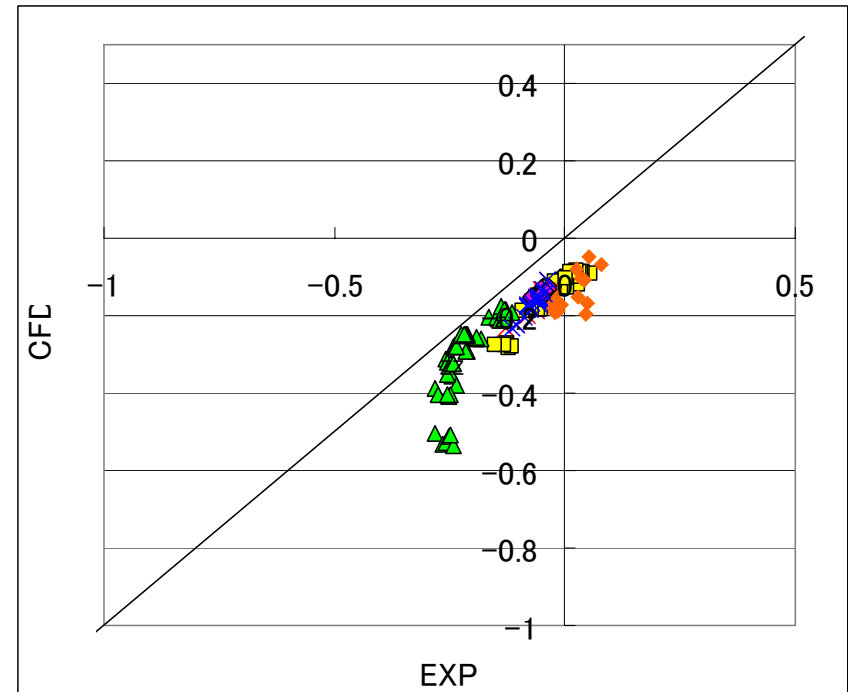


Lv.5

計算結果～複数住戸



Realizable k- ϵ



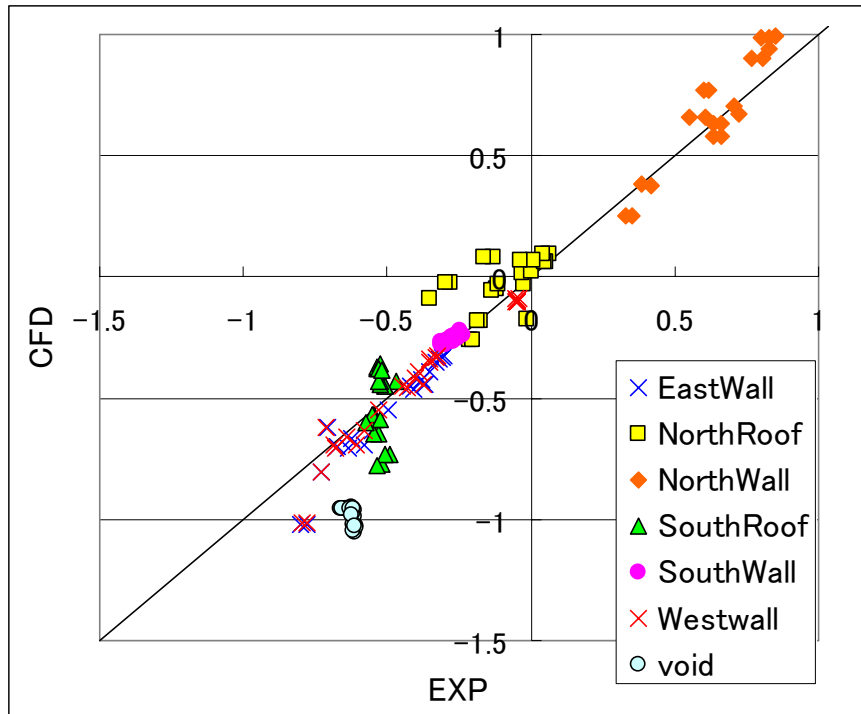
RNG k- ϵ

Lv.6

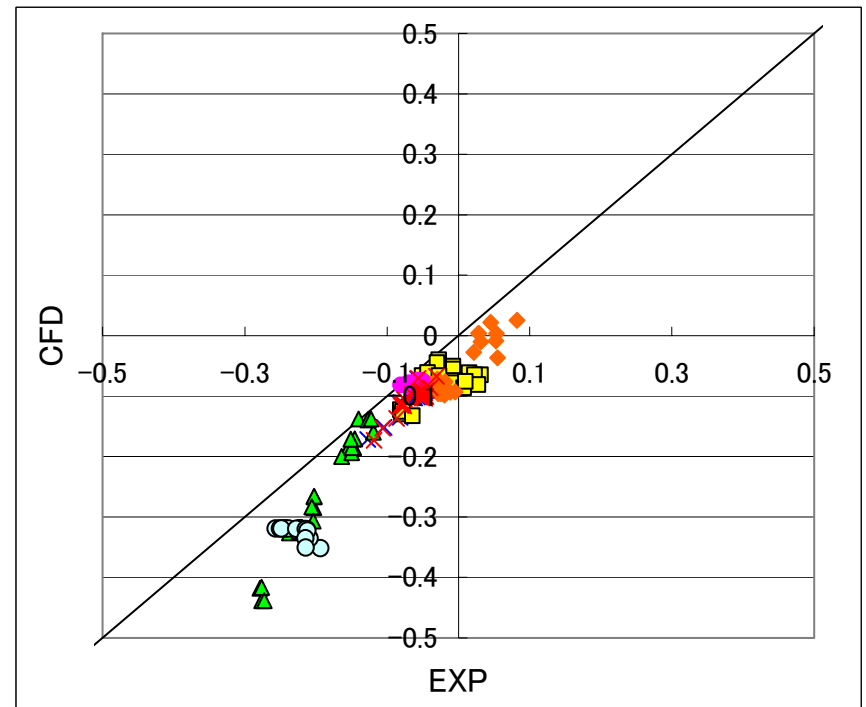
Lv.4、Lv.5より改善

Realizable k- ϵ の方が多少精度がよい

計算結果～ボイド住戸



单独

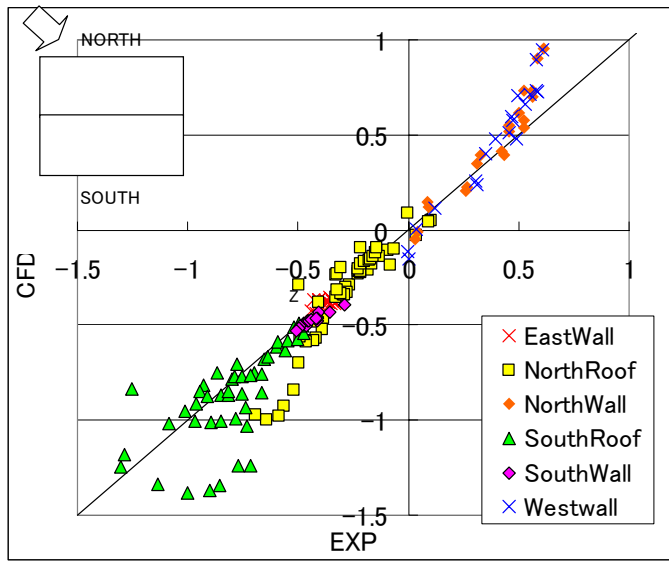


周辺あり

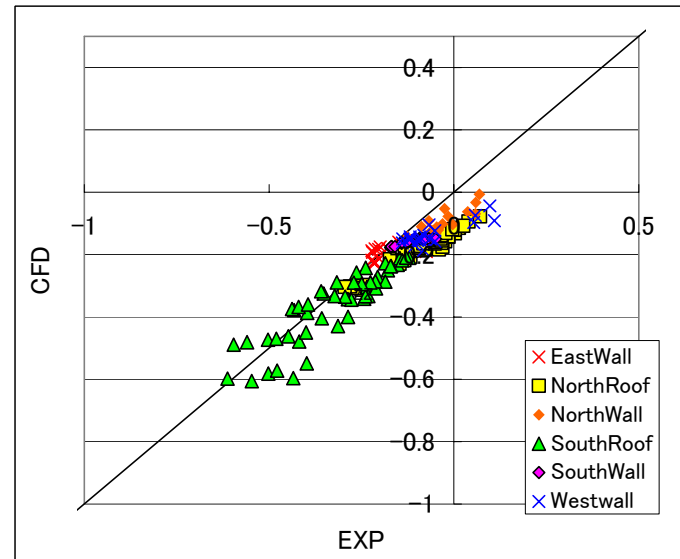
Realizable k- ϵ

ボイドなしの住戸と計算精度はほぼ同じとなった

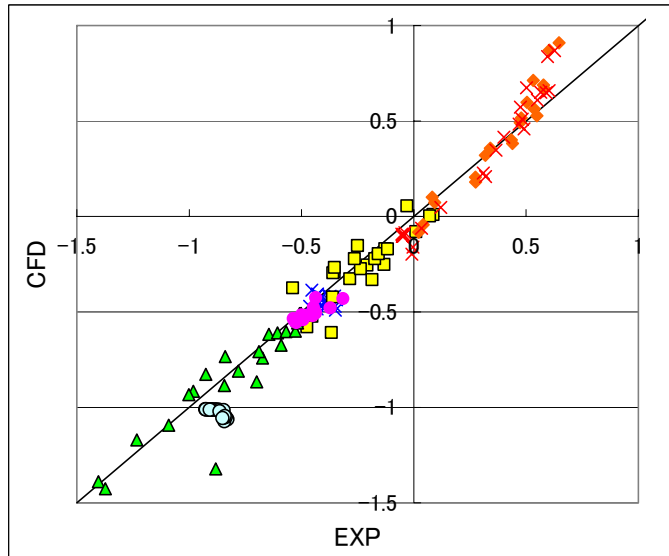
計算結果～風向角45°



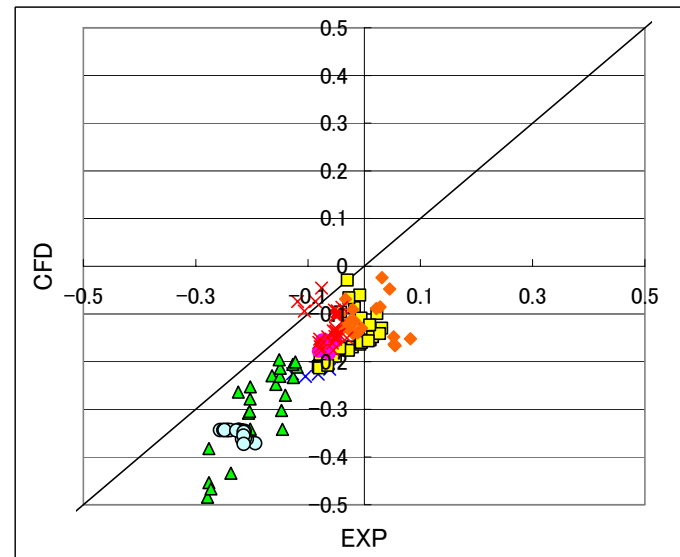
標準型～単独



標準型～街区

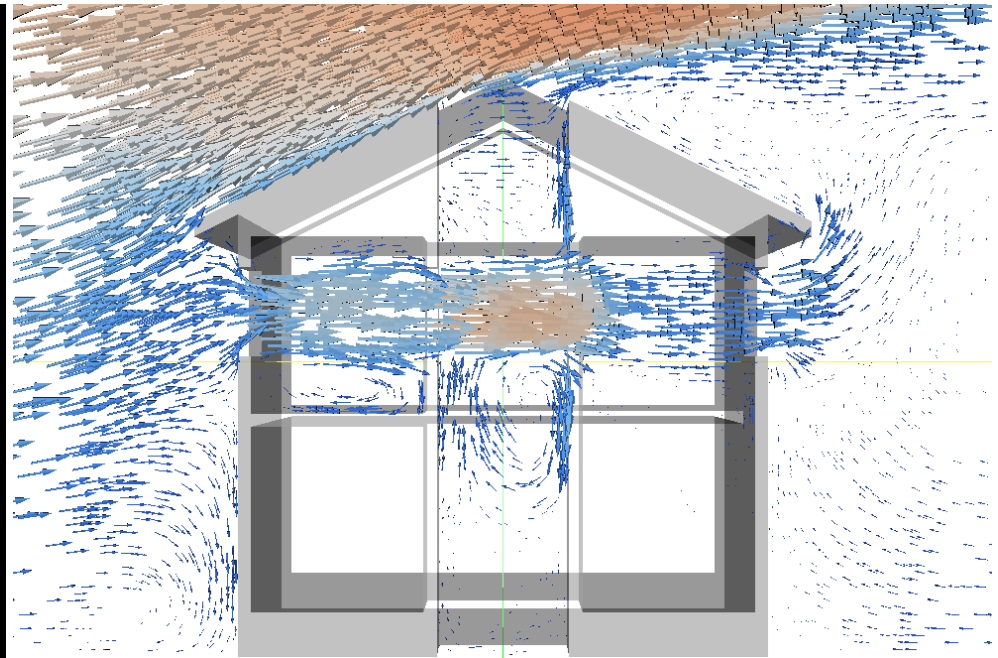
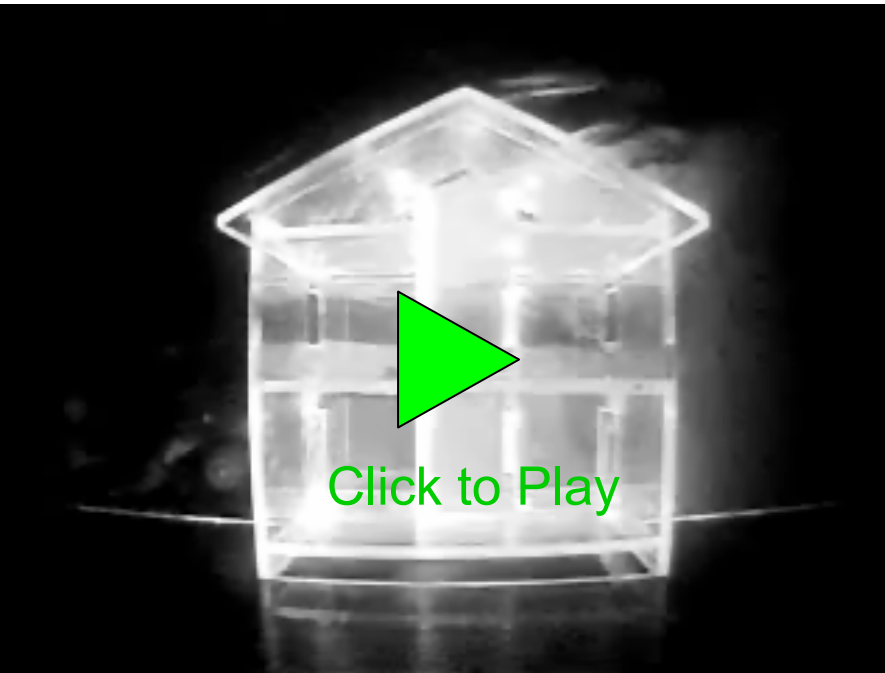


ボイドあり～単独



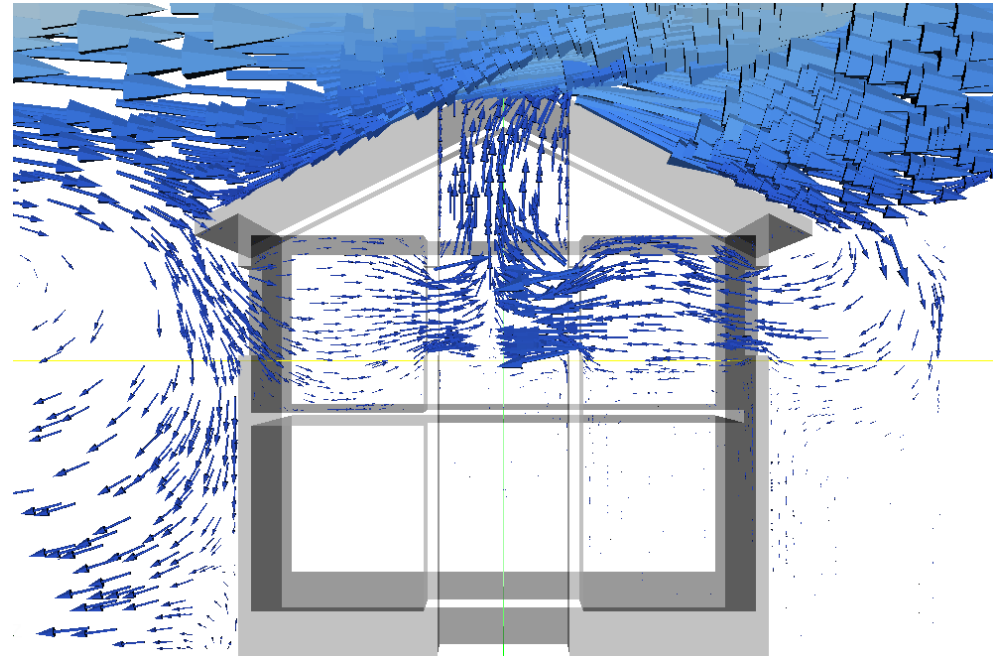
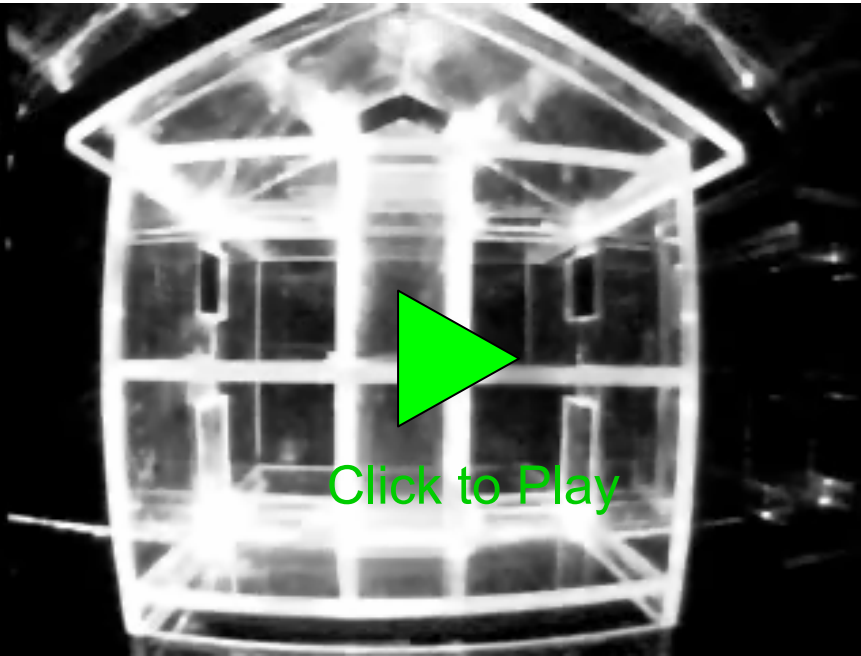
ボイドあり～街区

室内の気流の流れ



周辺建物なし

室内の気流の流れ



周辺建物あり

可視化実験結果と概ね流れの特徴が一致

まとめ

- ・ 計算格子密度を対象形状表面の各辺を80～100程度に分割する細かさにし、レイヤーを付加することで計算精度がよくなる
- ・ Realizable $k-\varepsilon$ や RNG $k-\varepsilon$ といった改良 $k-\varepsilon$ 乱流モデルにより棟の近傍などを除き、実験結果とほぼ同様な結果を得ることができる
- ・ 室内の気流の流れは可視化実験と概ね一致