

# PHOENICS2014ユザーズカンファレンス

## パラレルPHOENICSを用いる 水素の流れ解析

2014年10月10日(金)

東京国際フォーラム ガラス棟G510

九州大学 機械工学部門

月川久義

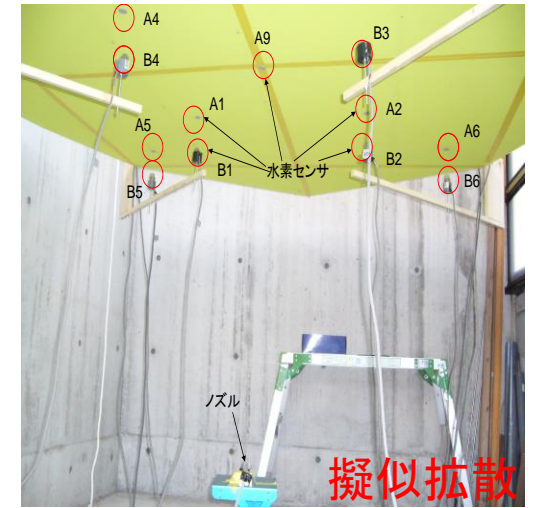
(JSME計算力学 上級アナリスト)

# 本日の発表内容

- CFD解析対象の説明
- CFD解析手法の説明
- CFDと実験との比較
- まとめ



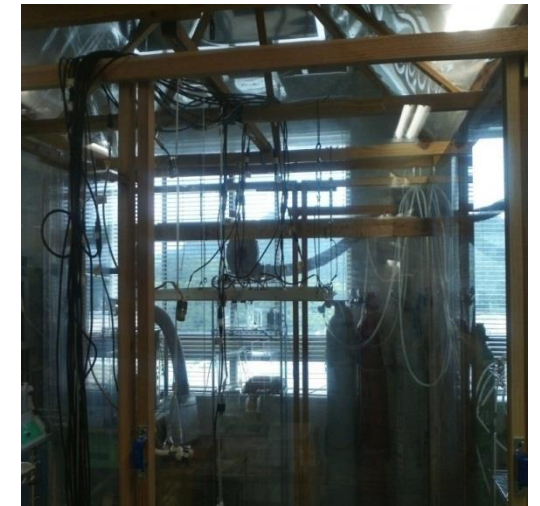
Hallway モデル



天井モデル

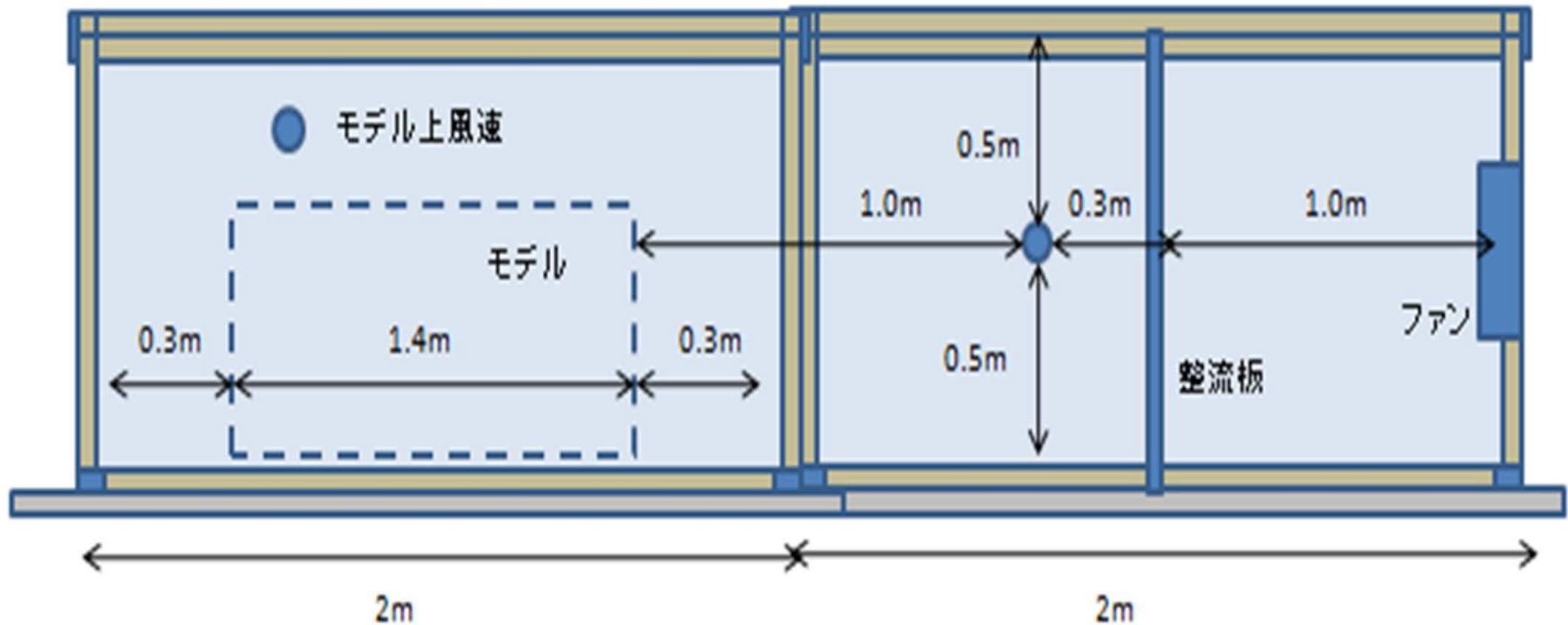


1/2サイズHallway モデル



小規模天井モデル<sub>2</sub>

# 解析対象の説明 (Half Size Hallway Model)



水素は10L/minで7分間漏洩

# 解析手法の説明 水素の取り扱い

空気中の水素の流れを解析するのは

マニュアル第15章化学反応 4.CHEMKINEモデル

これが一番使い勝手が良さそう

リンクファイルはVR-Editorからが作れるようになっている

CKMファイル

```
ELEMENTS O H N END
```

```
SPECIES O2 H2 N2 END
```

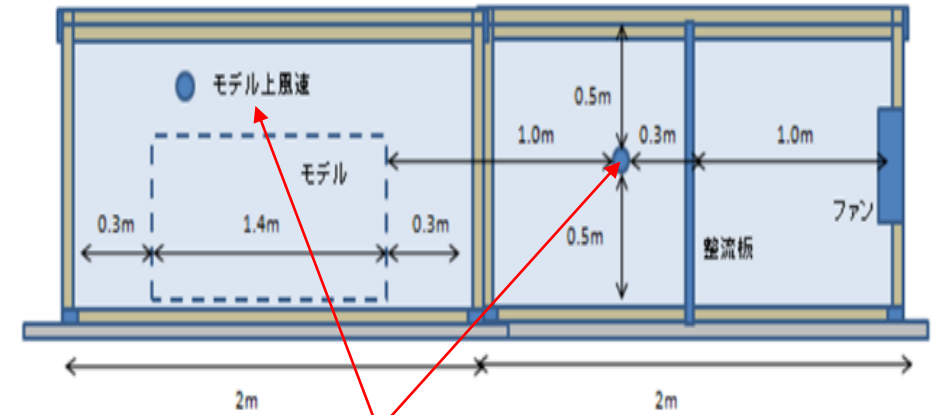
```
END
```

空気は酸素21% (質量分率0.2329)

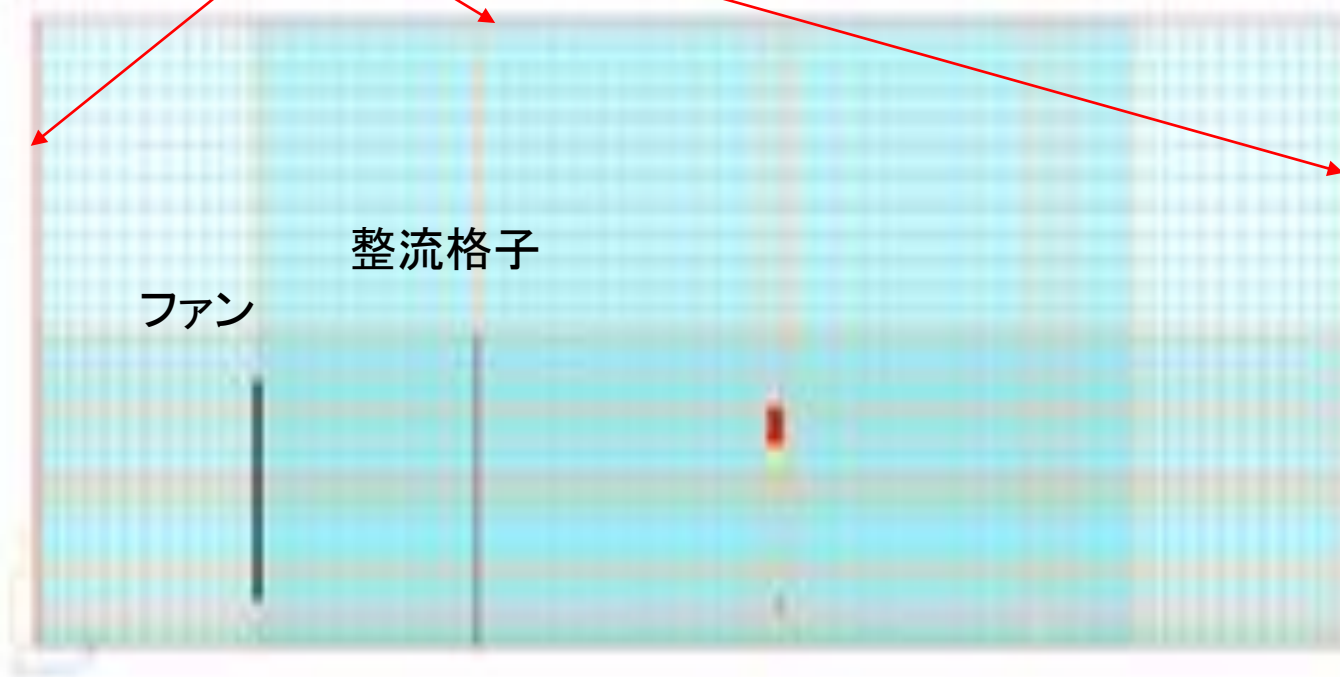
窒素79% (質量分率0.7671)

化学種の分子量はLISファイルにある

# 格子分割 計算領域は大きく



Outlet( $O_2=0.2329$ ,  $H_2=0.0$ )



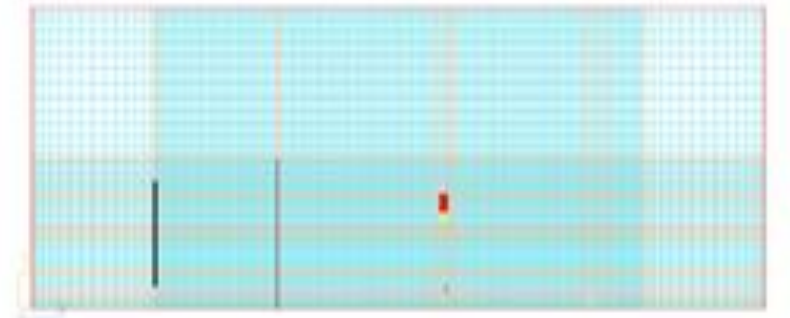
この速度を同程度に設定  
外側1mに出口境界

228 × 80 × 68 = 1,240,320 セル 基準サイズ 0.02m

ファン 内径 0.1m, 外径0.7m,  
中心部は穴空き 流速0.9m/s, スワール数0.1

ファン

整流格子 2cm角  
ネットは設定なし



Door Vent

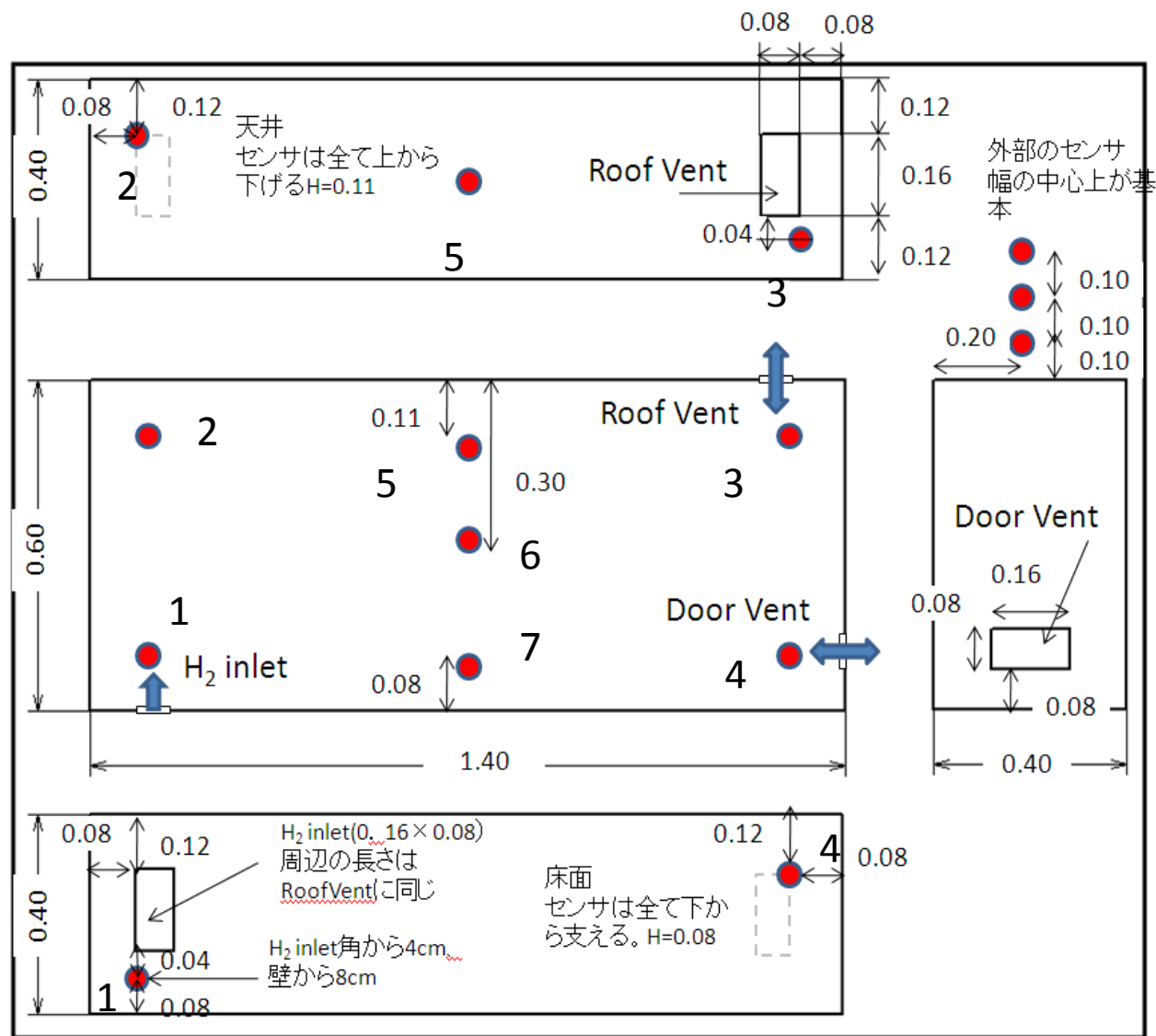
Roof Vent

Sensor

H2 Inlet

INLET(水素漏洩口)は床面より低い位置に設定する(拡散,混合, 速度プロファイル)

# 水素センサー配置図

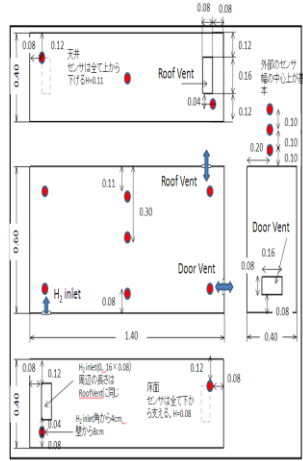


# 解析手法の説明

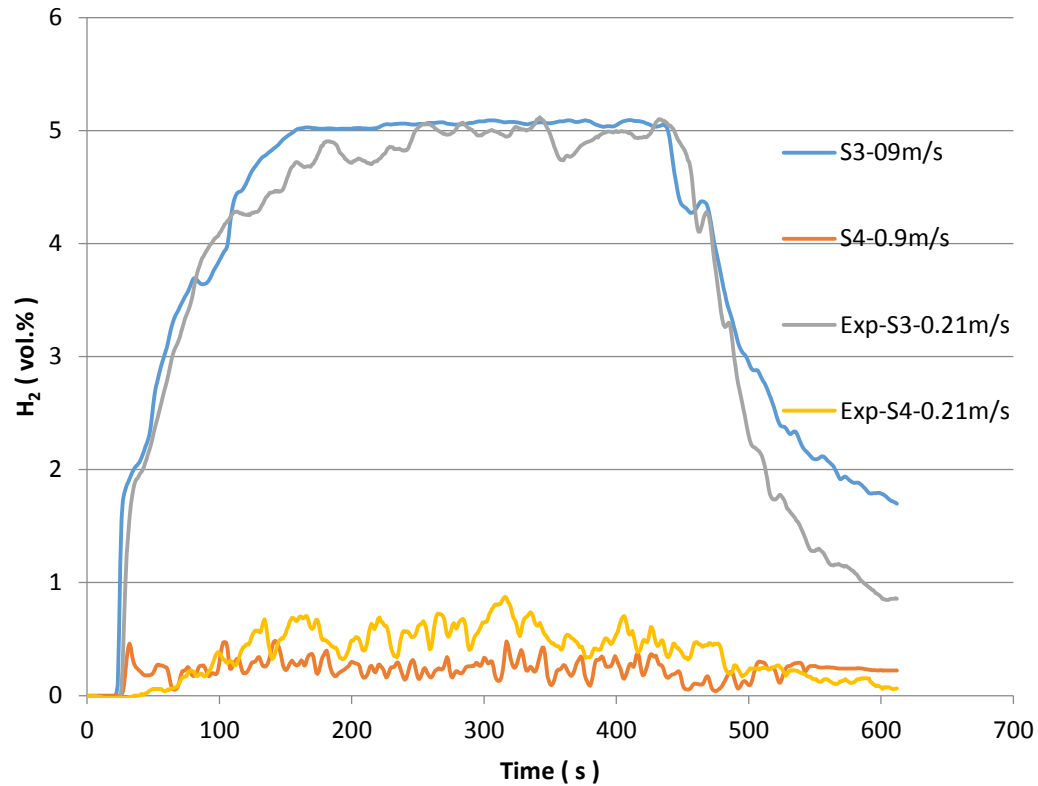
- 乱流モデルLEVELを採用した。LESは使えそう。
- 壁はthin plate. 厚みがあると, 1%程度水素濃度が低くなる。
- 水素は流れ場が安定する, 120秒から540秒まで流出させる。
- 時間刻み0.5秒で750秒まで計算する。
- XEON5690の6コアで72時間



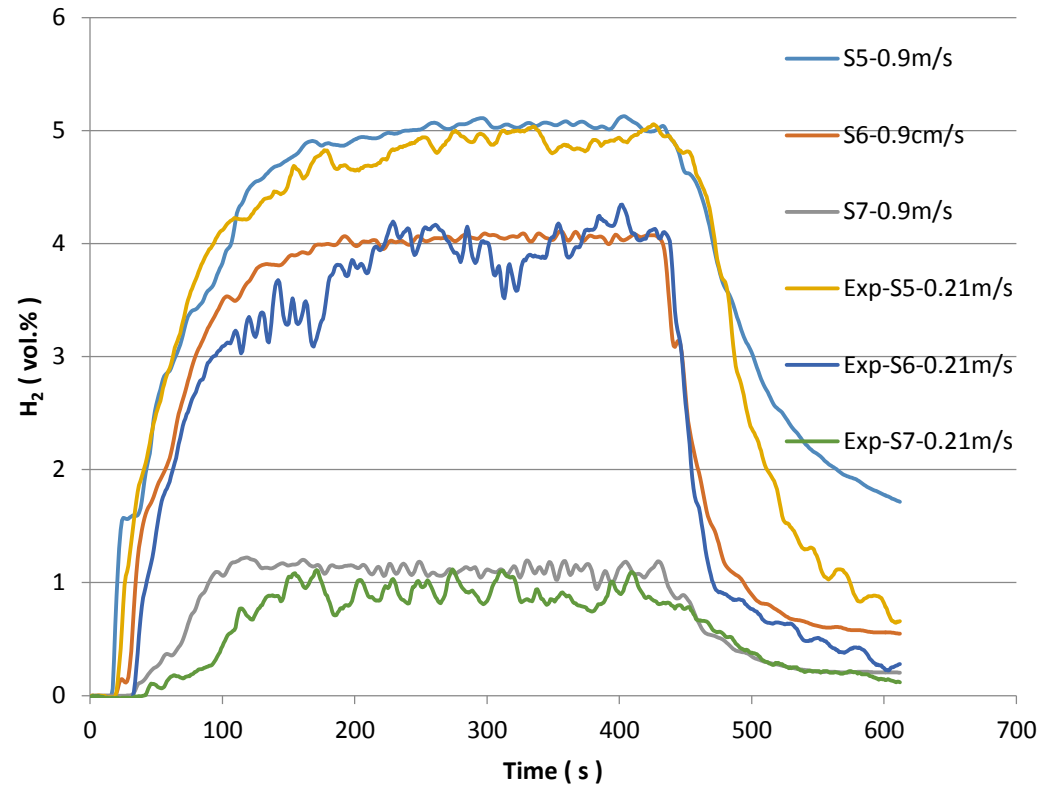
# 解析結果 Door Vent が風下の場合 実験の流速0.21m/s(上部0.43m/s )と整合



0.21m/s

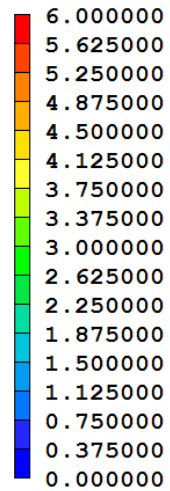


0.21m/s

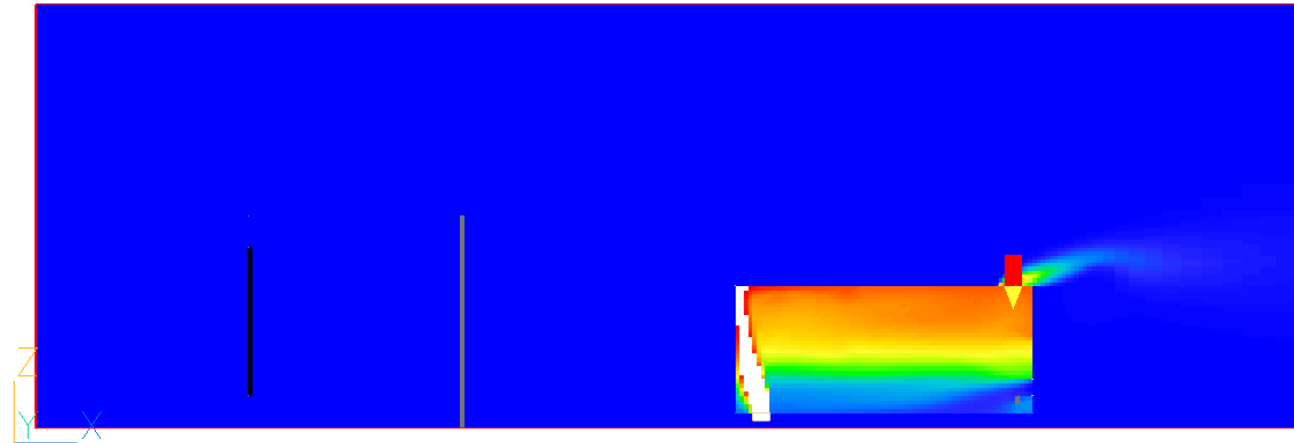


# 水素濃度分布(最大表示濃度6%)

PERH



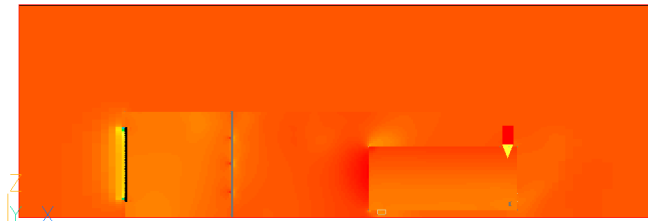
Time 540.0000 s  
Probe value  
5.110469  
Average value  
0.291414



# 压力(单位: dyne/cm<sup>2</sup>), 速度(单位: cm/s)

Pressure, Pa

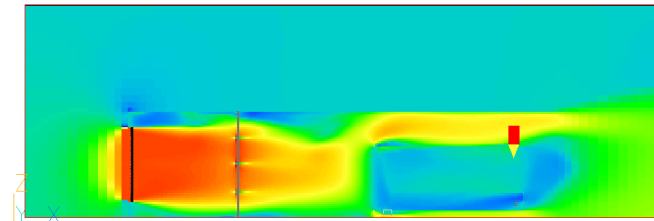
3.000000
0.937500
-1.125000
-3.187500
-5.250000
-7.312500
-9.375000
-11.437500
-13.500000
-15.562500
-17.625000
-19.687500
-21.750000
-23.812500
-25.875000
-27.937500
-30.000000



6 P

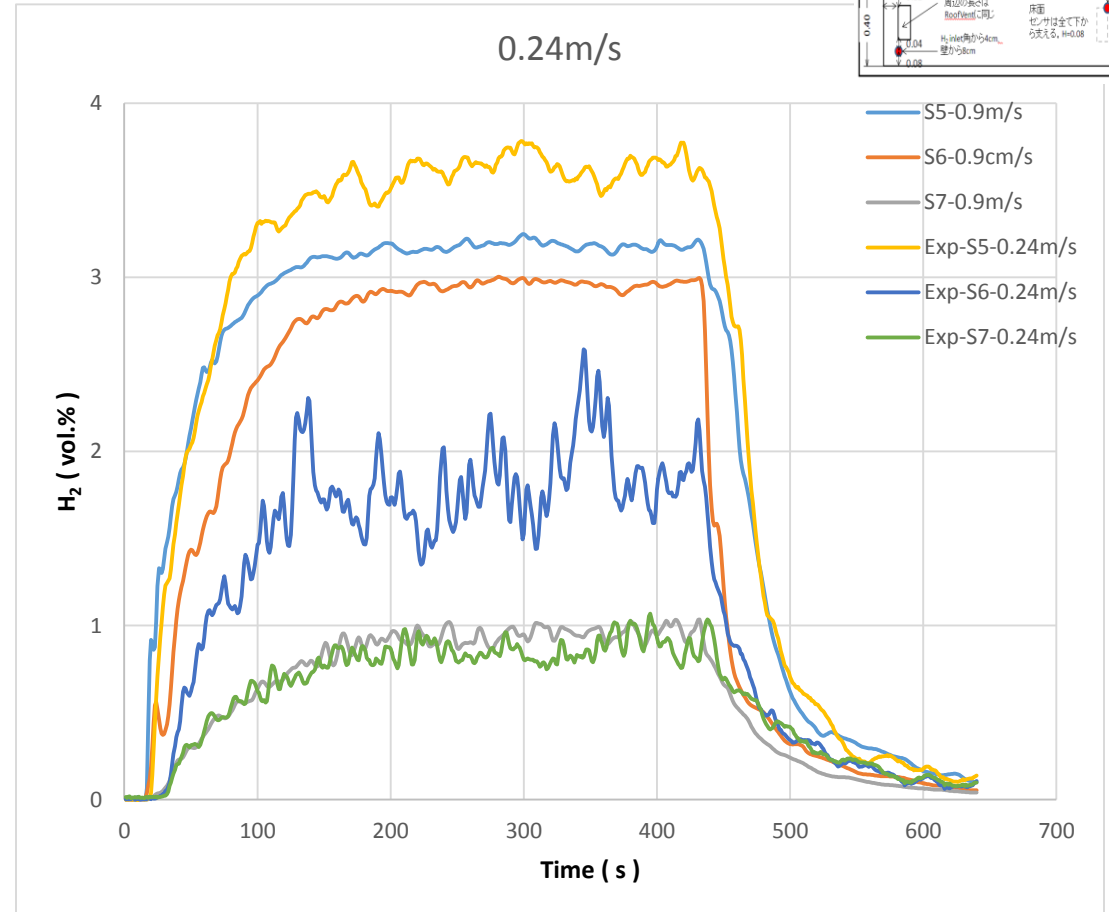
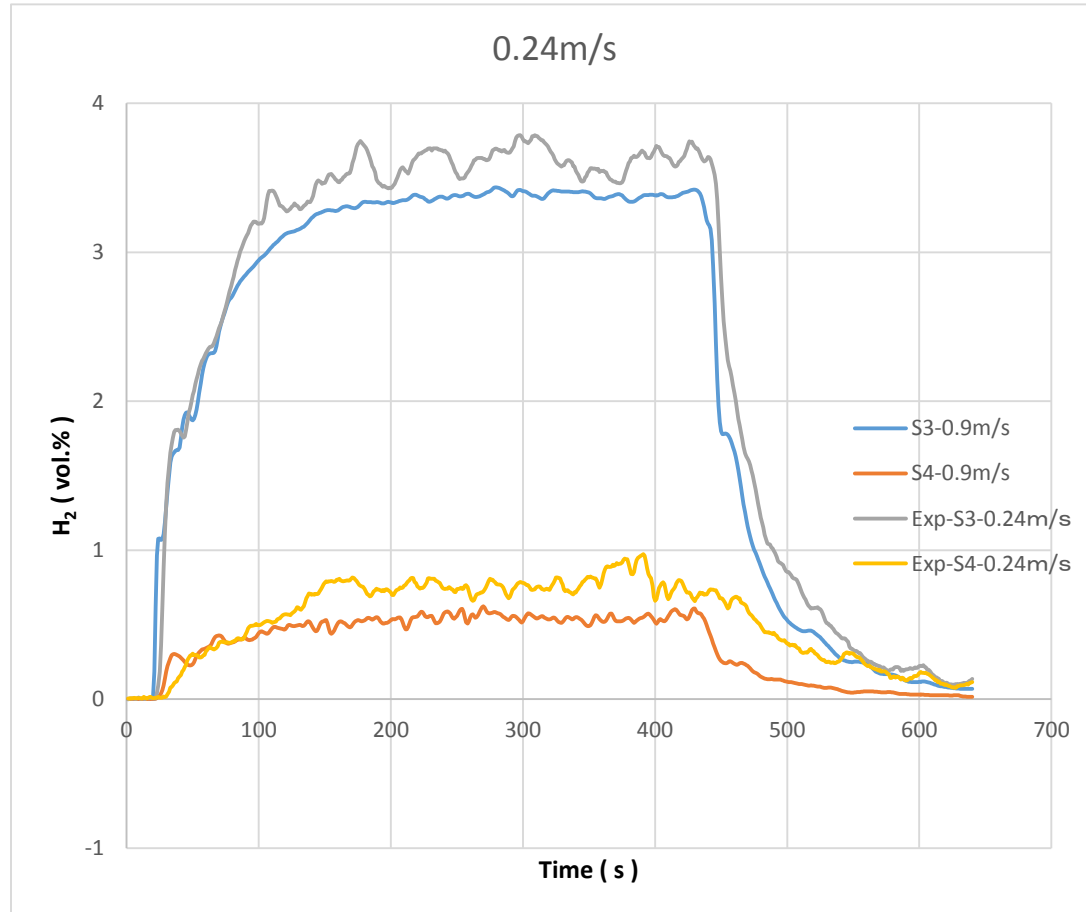
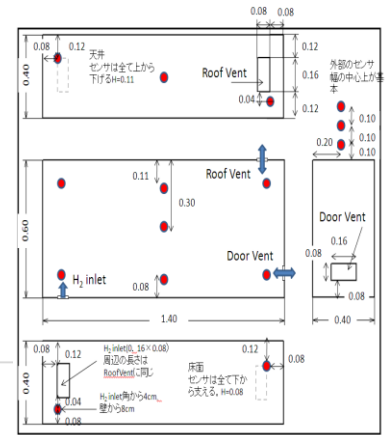
X-Velocity, m/s

100.0000
91.250000
82.500000
73.750000
65.000000
56.250000
47.500000
38.750000
30.000000
21.250000
12.500000
3.750000
-5.000000
-13.750000
-22.500000
-31.250000
-40.000000



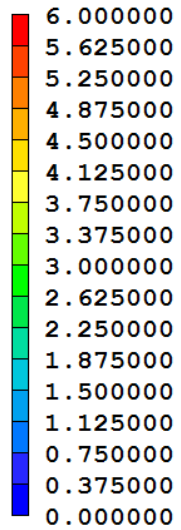
6 P

# Door Vent が風上の場合 センサー5の水素濃度に差異が出る。



# 水素濃度分布(最大表示濃度6%)

PERH



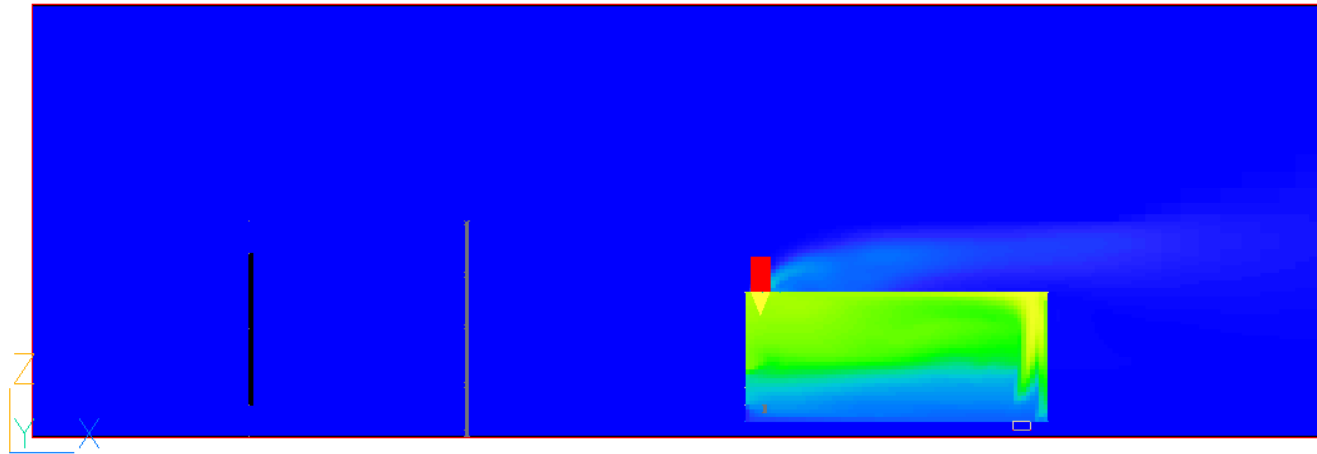
Time 540.0000 s

Probe value

3.419934

Average value

0.197924



# 压力(单位: dyne/cm<sup>2</sup>), 速度(单位: cm/s)

Pressure, Pa

2.777742
0.413998
-1.949746
-4.313490
-6.677234
-9.040977
-11.40472
-13.76847
-16.13221
-18.49595
-20.85970
-23.22344
-25.58718
-27.95093
-30.31467
-32.67842
-35.04216

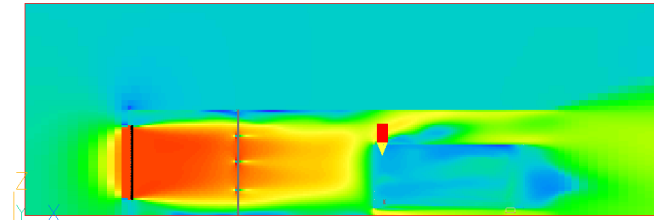


6 P

Time 540.0000 s  
Probe value  
0.689310  
Average value  
-0.159163

X-Velocity, m/s

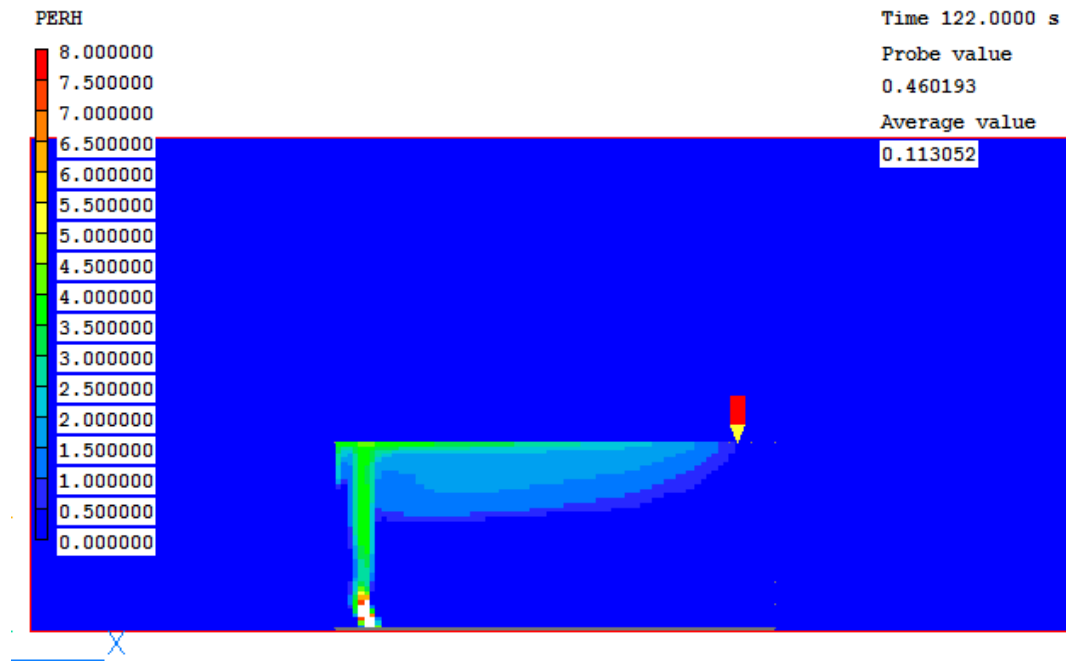
100.0000
91.25000
82.50000
73.75000
65.00000
56.25000
47.50000
38.75000
30.00000
21.25000
12.50000
3.750000
-5.000000
-13.75000
-22.50000
-31.25000
-40.00000



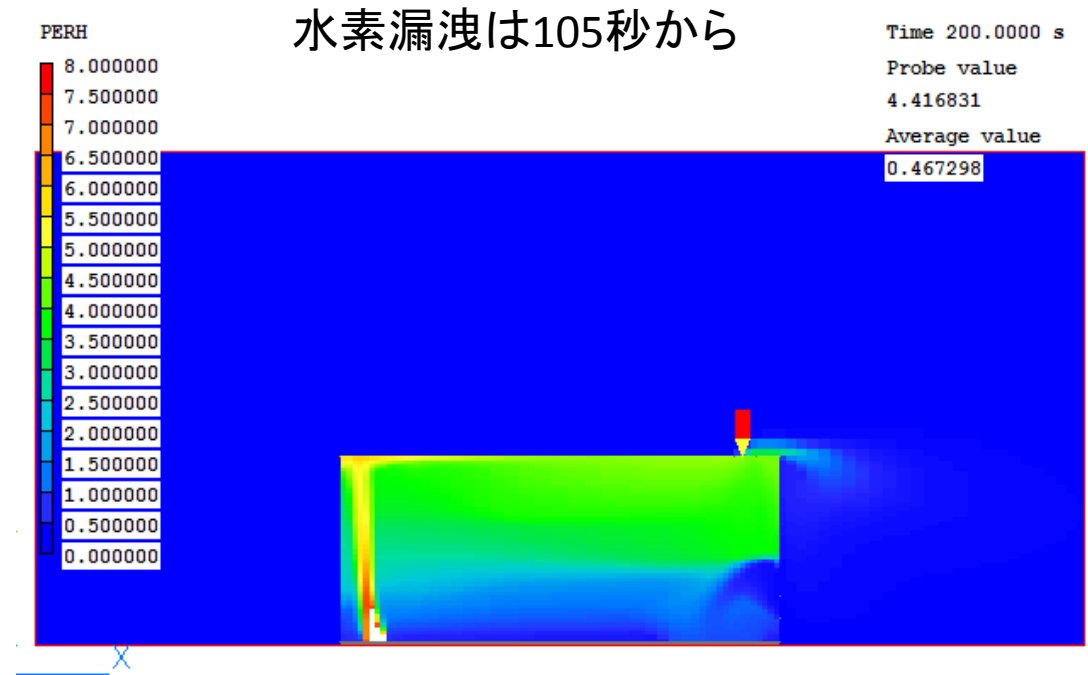
6 P

Time 540.0000 s  
Probe value  
-7.747791  
Average value  
16.98180

# オリジナルHallway モデルでDoor Ventが風下 2m/s風を吹かせた場合の水素濃度



6 P

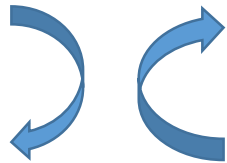


6 P

Roof vent から排出された水素が  
Door Vent へ再循環する

# まとめ

- 今回の解析で苦労したのは、Fanの設定を1台に設定した。  
写真ではFanは2台であるが、流速をあげるために、4台に増設。  
Circular fan を複数台設定すると、後流のfanとfanとの間で円周方向の速度が打ち消しあう。



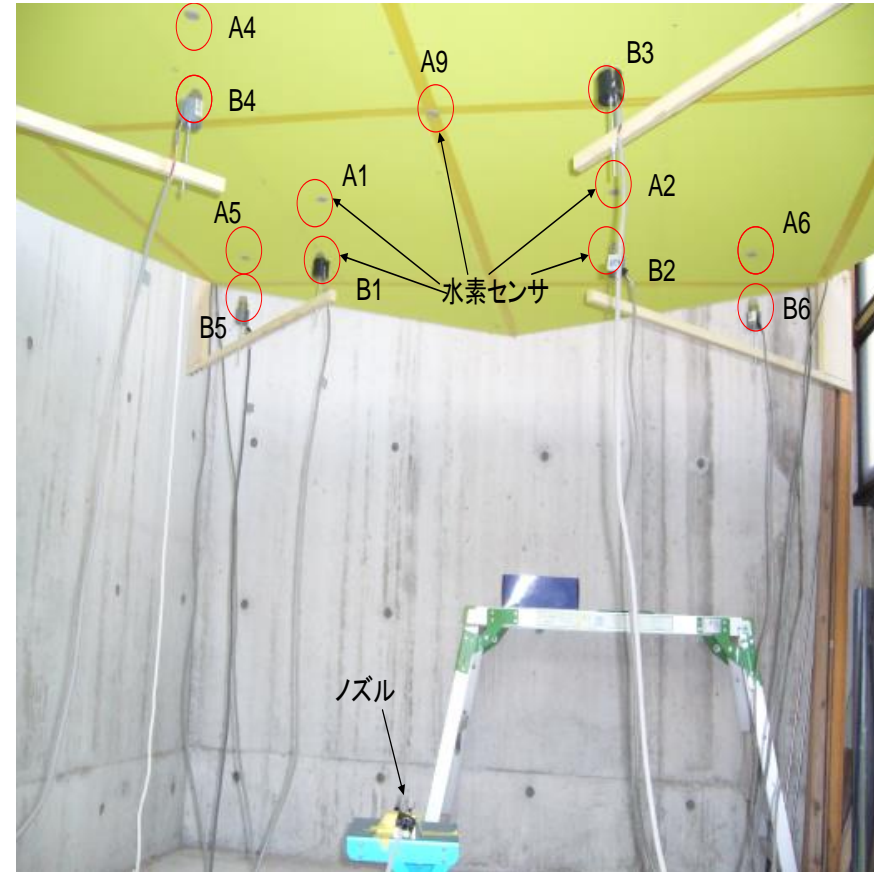
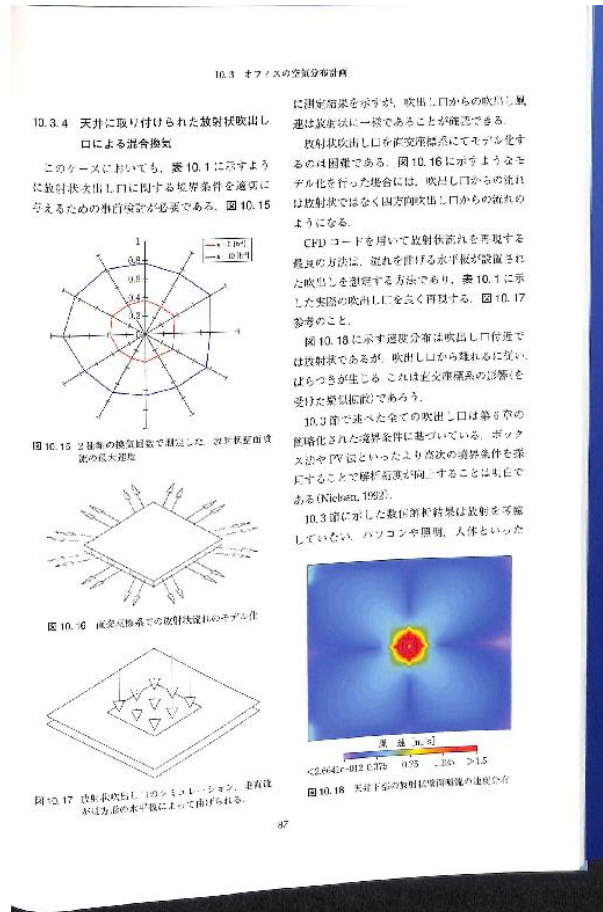
- 矩形のfan4台で解析すると、精度が向上する可能性がある。
- 参考になるテキスト: 空気調和・衛生工学会 (丸善販売)

換気設計のための数値流体力学CFD

欧州の空調・換気設備の学協会 ガイドブック・シリーズ10番目



# 天井モデルでの天井面水素濃度 擬似拡散 (CLDAで防げるか?)



# 謝辞

- 実験データは九州大学地球資源システムの井上雅弘准教授に提供して頂きました.
- 本研究は一般社団法人日本ガス協会様の寄附講座の下で実施しました.

ここに篤くお礼申し上げます.