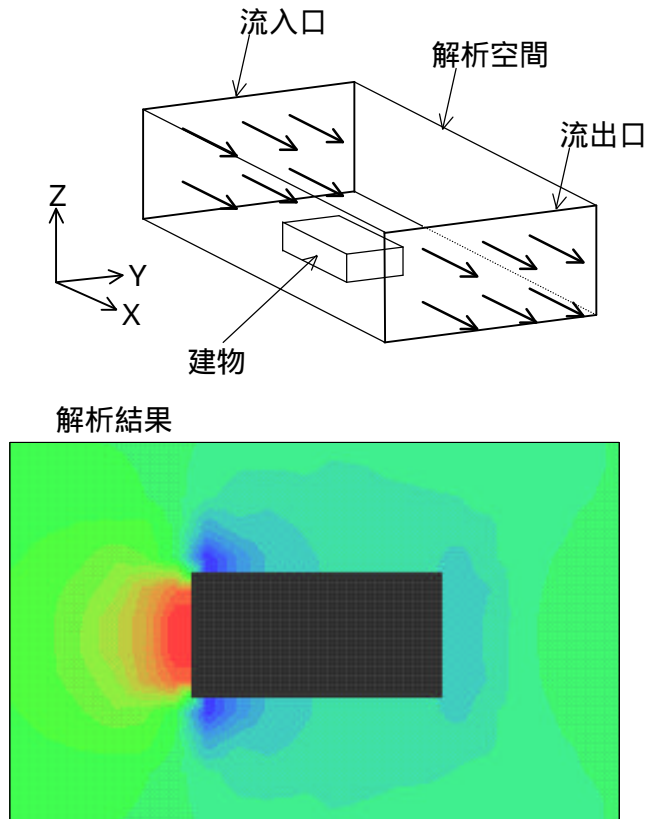


## 5. 解析例題

### ケース1 建物の受ける圧力

風速 50 m/s の場合の建物の周りの圧力分布を知る。



圧力分布コンタ図

#### 設定条件

風速 50 m/s

層流 乱流

物性値

動粘性係数 =  $1.39 \times 10^{-5}$

計算回数 4000回

モデル諸元

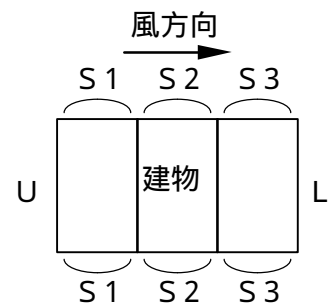
寸法	空間	障害物
X	200	40
Y	100	20
Z	50	10

メッシュ数  $50 \times 50 \times 12$   
= 30,000

計算時間 Pentium 300 MHz  
で、約30分

#### 結果比較表

	風上 U	風下 L	側壁 S1	側壁 S2	側壁 S3	圧力 kg/m <sup>2</sup>
告示	1.00	-0.50	-0.63	-0.63	-0.63	156
指針	1.00	-0.67	-1.17	-0.67	-0.33	156
FEM解析	1.00	-0.26	-0.66	-0.13	-0.16	154
気流解析君	1.00	-0.25	-0.67	-0.25	-0.17	146



平面図記号

#### 考察

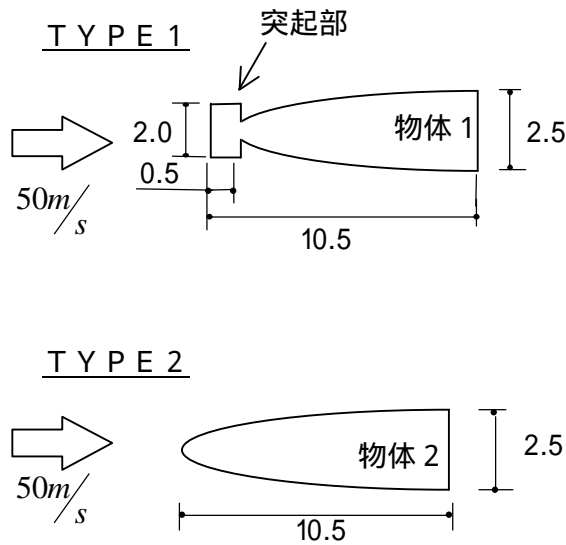
建物の受圧側の圧力は、 $P = 1/2 \rho v^2 = 1/2 \times 0.125 \times 50^2 = 156 \text{ kg/m}^2$  になります。気流解析君では、 $146 \text{ kg/m}^2$  で、約7%の誤差が生じます。

風速は、風洞実験的に使用し建物に着目するので、流入口・流出口の風速を同じにします。又、着目部(建物の周り)のメッシュを細かくすることにより、誤差を少なくすることが出来ます。

## ケース 2 形状比較

砲弾型物体において、先端に突起部がある場合とない場合の流体力学的考察をする。

モデル図



### 設定条件

風速 50 m/s

層流 乱流

解析空間 20 × 11 × 1 (m)

物性値

動粘性係数 = 1.56 E - 5

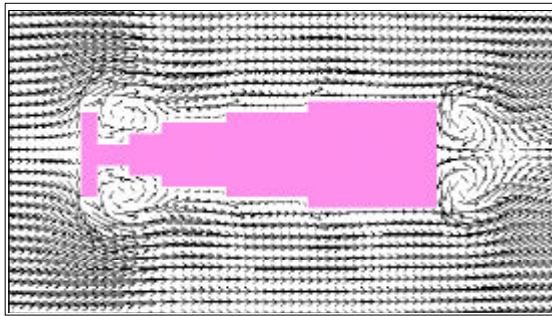
乱流エネルギー 0.08

粘性消散率 0.02

メッシュ数 73 × 47 × 1  
= 3066

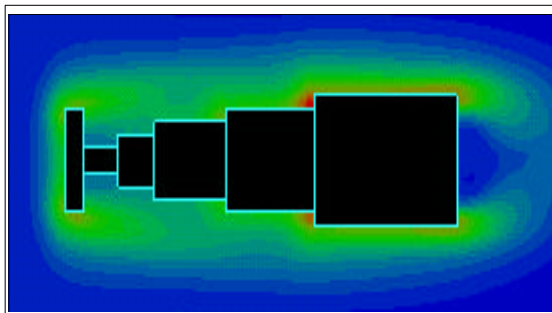
計算時間 Pentium 300 MHz  
で、約 20 分

解析結果

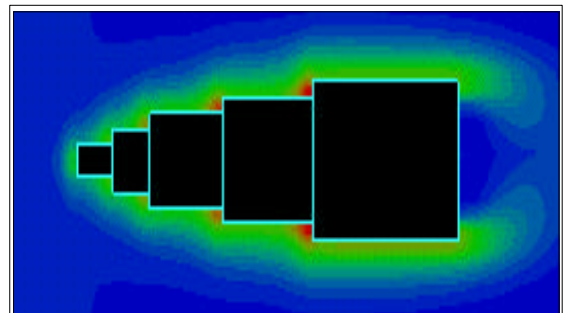


ベクトル図

TYPE 1 の物体近傍のベクトル図について突起部後側では激しい渦が発生するのが見受けられる。この渦は全体後側とほぼ同等の大きさである。



TYPE 1 乱流エネルギー分布図 (kmax = 0.37)



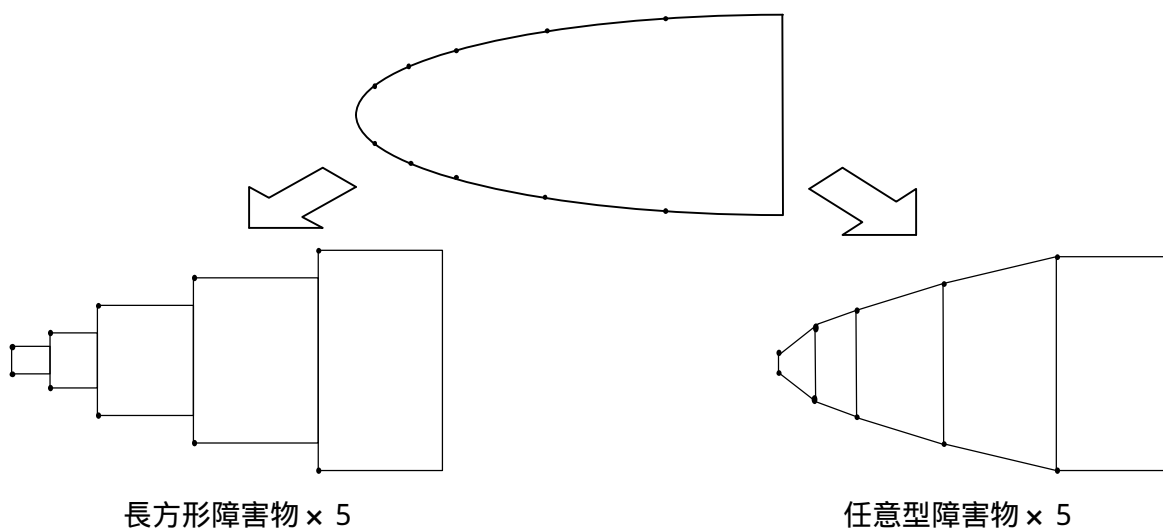
TYPE 2 乱流エネルギー分布図 (kmax = 0.44)

考察

TYPE 1 の場合は突起物に乱流エネルギーが多く分布し、物体事態にはあまり発生しない。しかし、突起部後側では激しく渦が発生する。TYPE 2 では物体自体に均一に乱流エネルギーが分布し値も多い。しかし穏やかな流れである。

注意

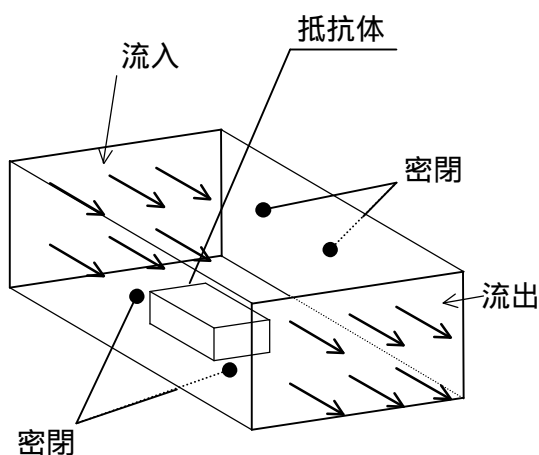
(1) 物体の形状作成について



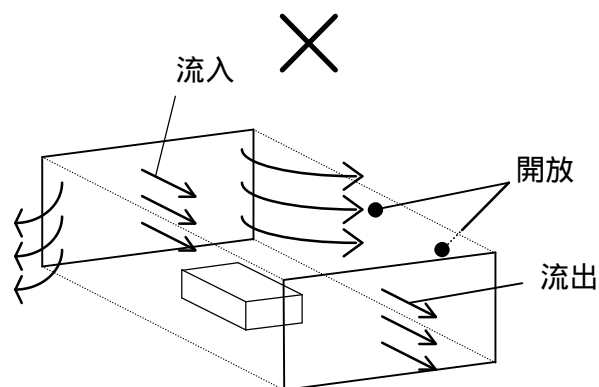
砲弾型形状を長方形や任意型障害物を複数個用いて形状を補間するように作成します。

(2) 風洞実験的に流体解析を行う場合

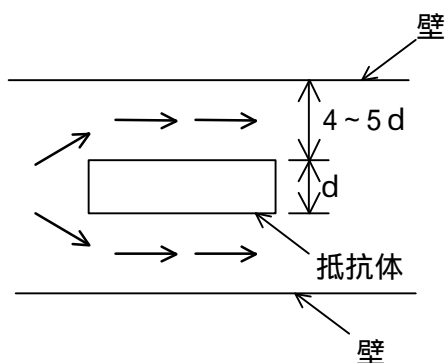
解析空間について



- 流入・流出共同じ流速
  - 抵抗物体の周りの壁は密閉
- 抵抗体との関係について



- 通常、周りの壁は開放状態としますと四方八方に流速が散らばりますので左図のようにします。

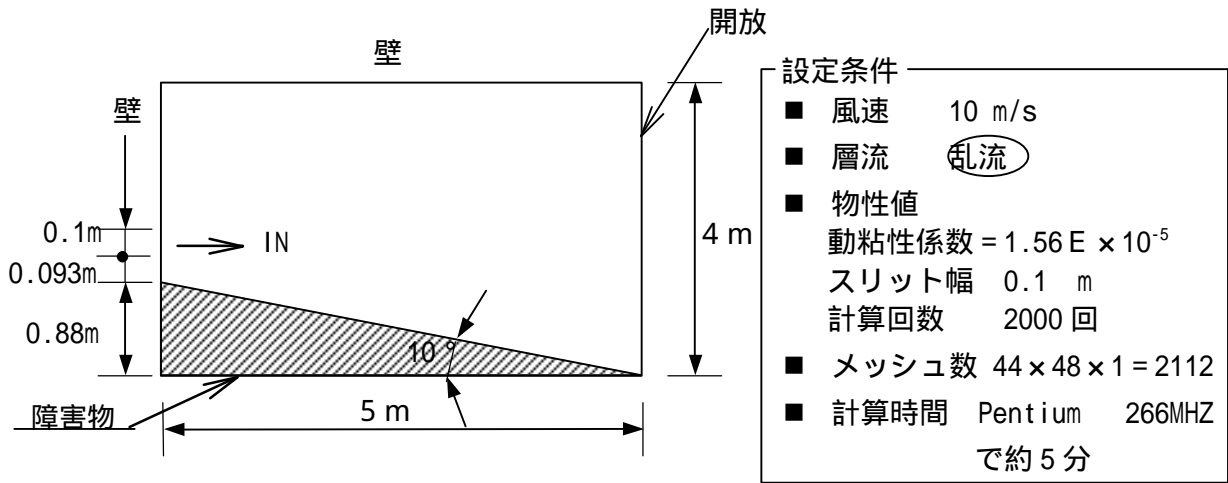


抵抗体と壁との関係はある程度距離を置く必要があります、一般的には抵抗体の幅  $d$  の  $4 \sim 5d$  の距離を置けば流体の圧密の影響が無視できます。

### ケ - ス 3 スリットから吹き出す気流

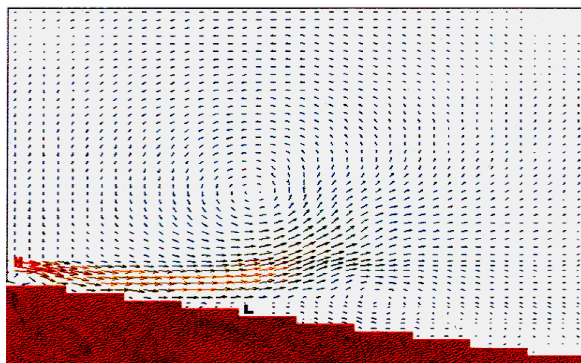
傾斜部に上昇気流の発生有無の確認及び、挙動を見る。

#### ■ モデル図



#### ■ 解析結果比較

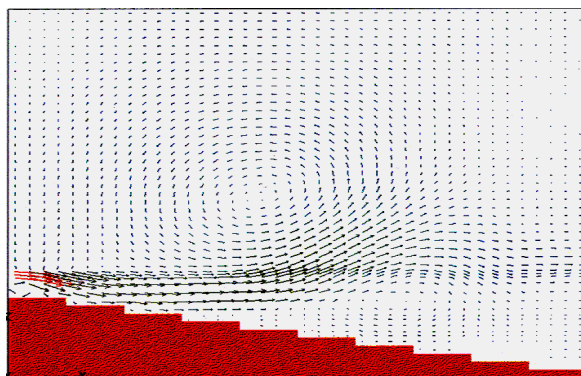
汎用流体解析ソフトウェア



最大流速 : 9.04 m/s  
 最小流出 :  $1.11 \times 10^{-2}$  m/s  
 圧力分布 : ノズル吹出し部が  
 最低で、次に渦の中心  
 が低い

傾斜部上昇気流 : 確認  
 傾斜部上昇速度 : 0.6 ~ 1.8 m/s

気流解析君



最大流速 : 9.76 m/s  
 最小流出 :  $9.59 \times 10^{-4}$  m/s  
 圧力分布 : ノズル吹出し部が  
 最低で、次に渦の中心  
 が低い

傾斜部上昇気流 : 有り  
 傾斜部上昇速度 : 0.49 ~ 1.5 m/s

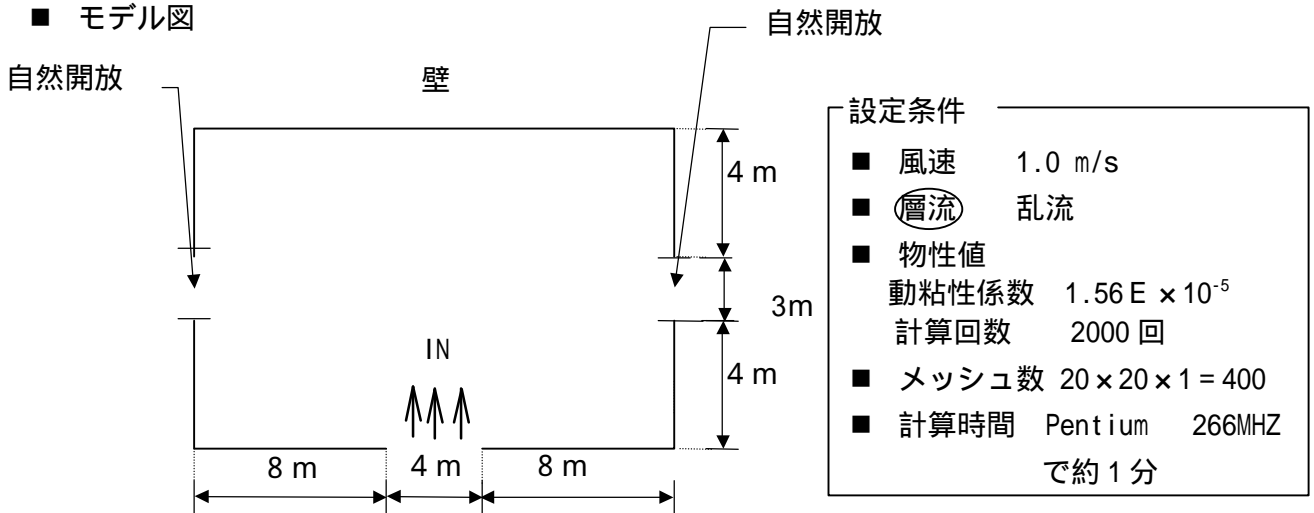
#### ■ 考察

半径約 2 m 程度の渦の発生、傾斜部と渦右下部の境界の上昇気流の発生等流速分布はよく一致している。圧力分布についても傾向は一致している。

## ケ - ス 4 複数の自然換気口からの吹き出し

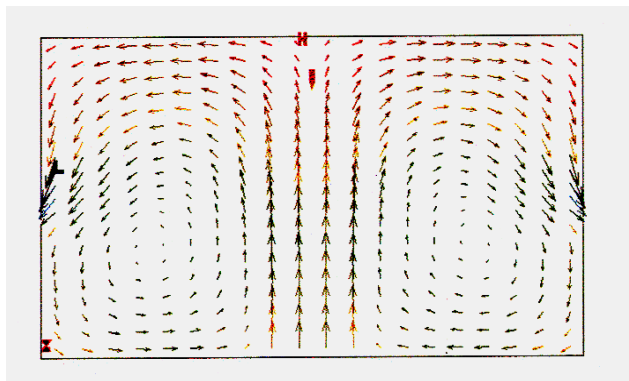
鉛直流入に対して、自然換気口の吹き出し方向及び流速分布の確認する。

### ■ モデル図



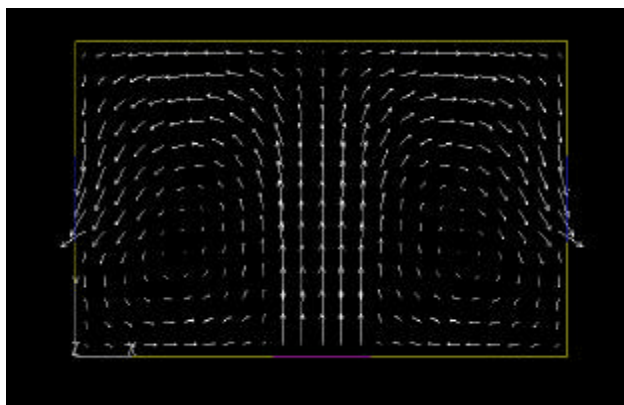
### ■ 解析結果比較

汎用流体解析ソフトウェア



最大圧力：2.15 Pa  
 最小圧力：0.99 Pa  
 最大圧力発生場所：上部中央壁付近及び  
 上部左右角  
 自然換気口吹き出し角：45 ~ 60

気流解析君



最大圧力：1.63 Pa  
 最小圧力：0.79 Pa  
 最大圧力発生場所：上部中央壁付近及び  
 上部左右角  
 自然換気口吹き出し角：30 ~ 70

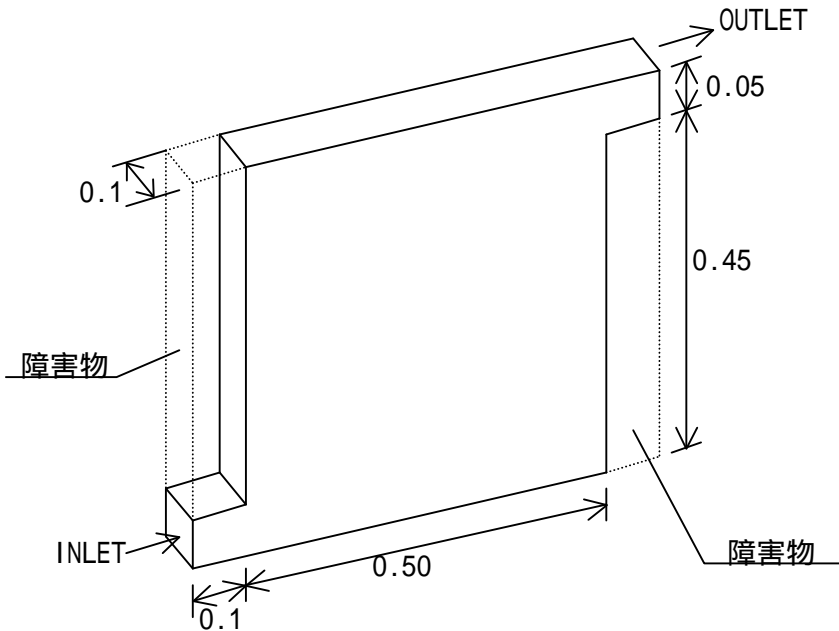
### ■ 考察

流速分布は汎用コード, 気流解析君ともほぼ左右対称で良く一致している。吹き出し口についてはやや角度の違いがあるものの平均的吹き出し方向は一致している。最大圧力発生場所も同じ場所に発生している。

## ケ - ス 5 k 乱流モデルとRe 応力モデルの比較 \* 1

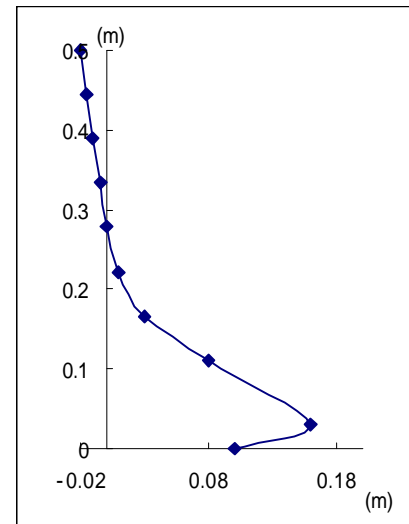
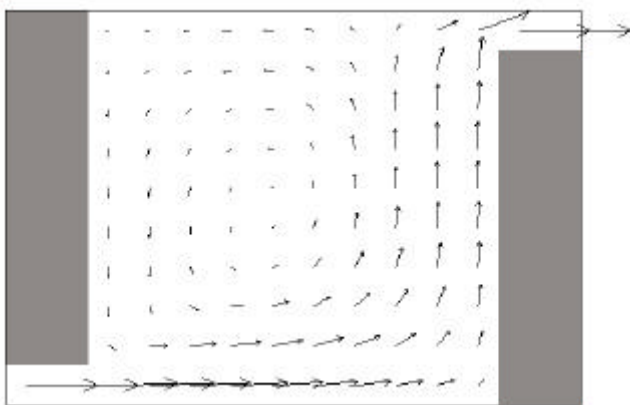
牛島ら (1985) \*2 は k モデルとレイノルズ応力モデルによる矩形プレナム流れを解析し、結果を比較検討しているのので気流解析君と実験モデルとも比較する。

### ■ モデル図



設定条件	
■ 流速	0.2 m/s
■ 層流	乱流
■ 解析空間	0.7 × 0.5 × 0.1 (m)
■ 物性値	
動粘性係数	1.01 E × 10 <sup>-6</sup> (水)
計算回数	10000 回
■ メッシュ数	18 × 1 × 14 = 252
■ 計算時間	約 2 分

### ■ 気流解析君の流速ベクトル

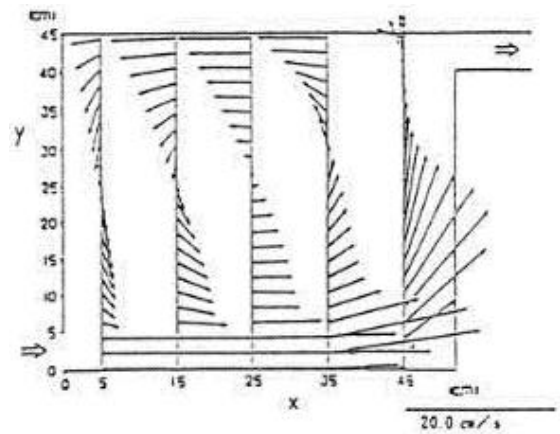
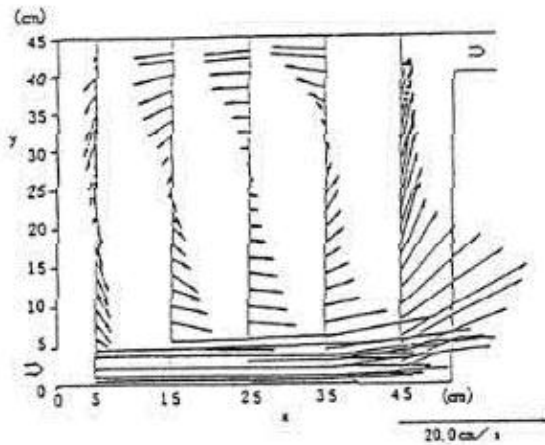


中央部の気流解析君流速

### ■ 乱流モデルに使われている定数

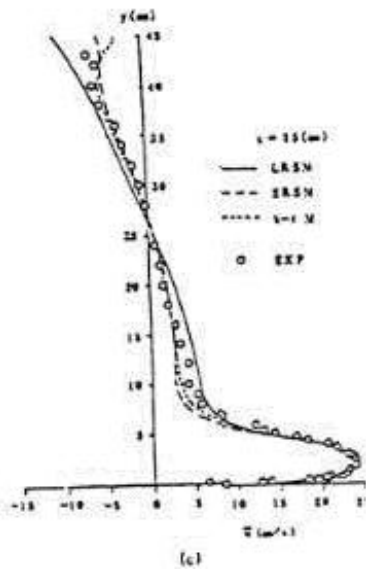
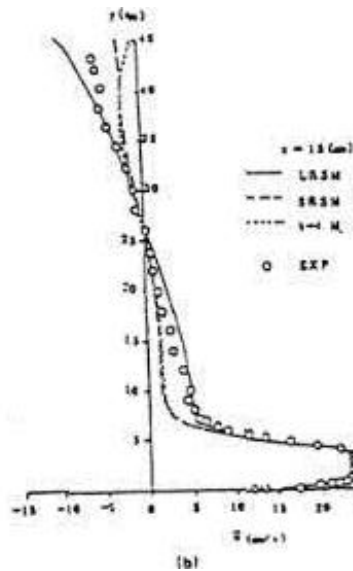
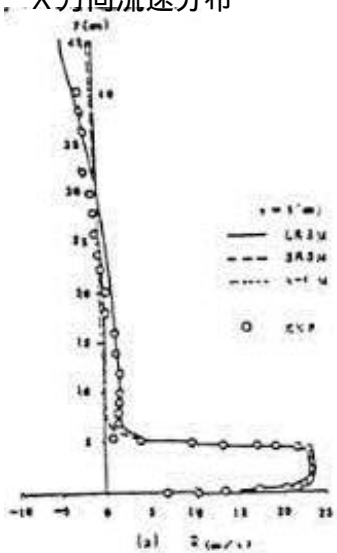
$C_r$	$C_k$	$C_{e1}$	$C_{e2}$	$C_e$
0.09	0.09	1.44	1.92	0.07

■ 流速ベクトル

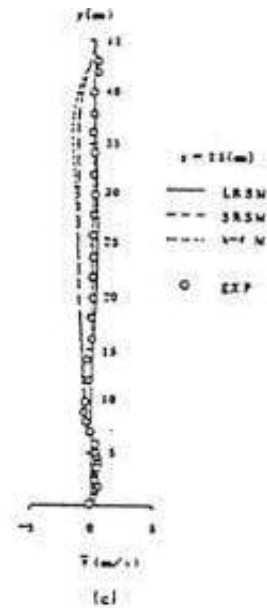
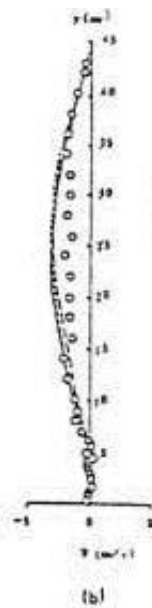
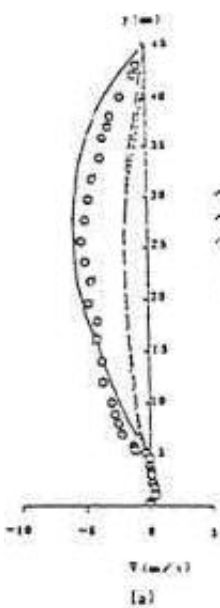


(a) 実験で得られた流速ベクトルの分布 (b) LRSMで得られた流速ベクトルの分布  
流速ベクトルの分布

■ X方向流速分布



■ Y方向流速分布



\*1 CHEN & TANAKA による乱流モデルの基礎と応力

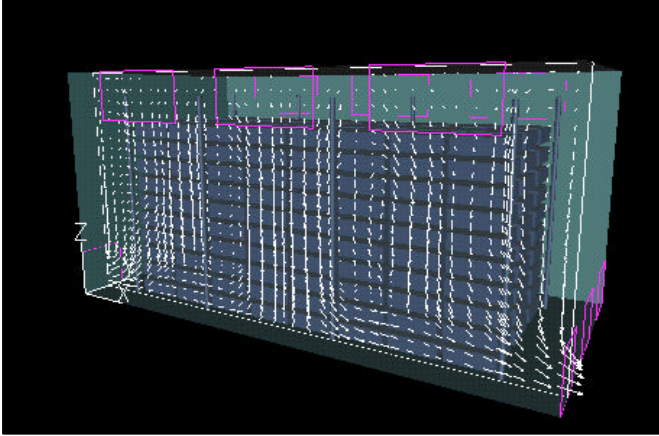
\*2 Ushijima, S. et al (1985), "Application of some turbulence models-numerical analysis of two-dimensional circulation flows-", Civil Eng. Lab. Rep. No. 385019, CRIEPI

## 6. 応用例題

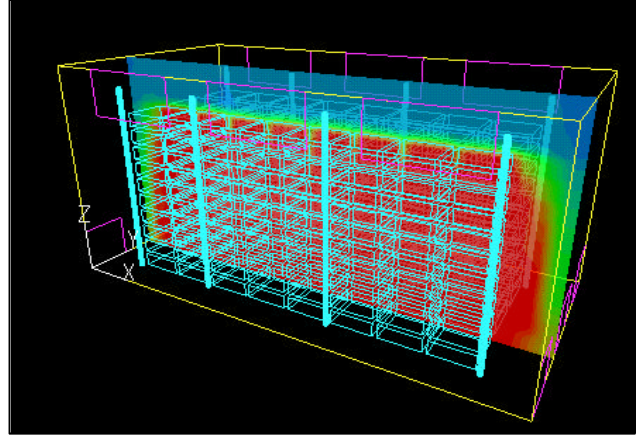
### ケース 1 自動倉庫内自然換気の確認

#### ■ 説明

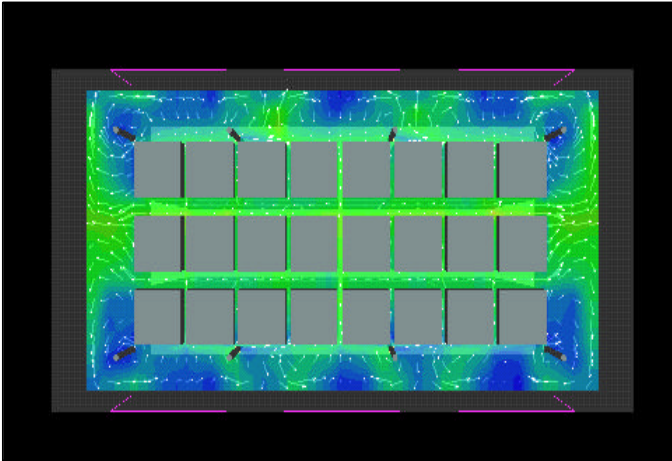
100×50×50mの自動倉庫内の温度分布を確認。倉庫内上部側壁に吸い込み口があり、外気30℃がはいてくる。下部側壁には、自然換気口があり30分後の温度分布を確認する。



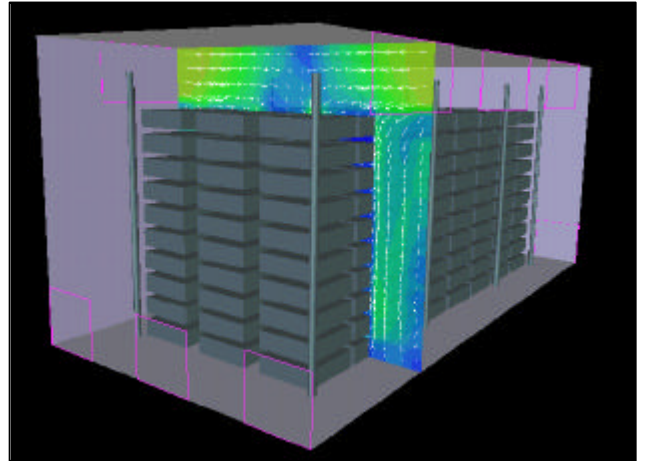
速度ベクトル図



温度コンタ図



速度ベクトル+コンタ図

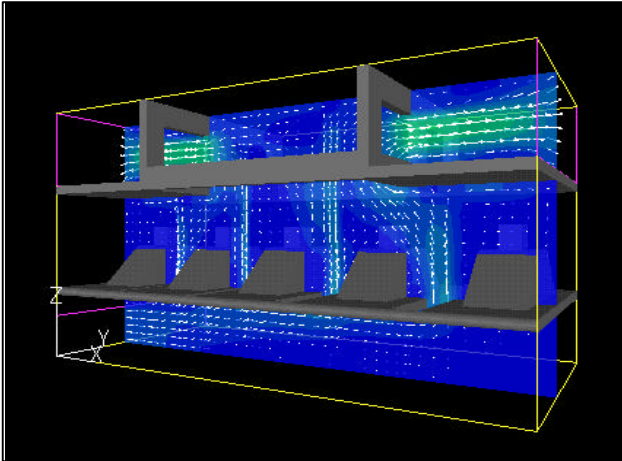


速度ベクトル+コンタ図

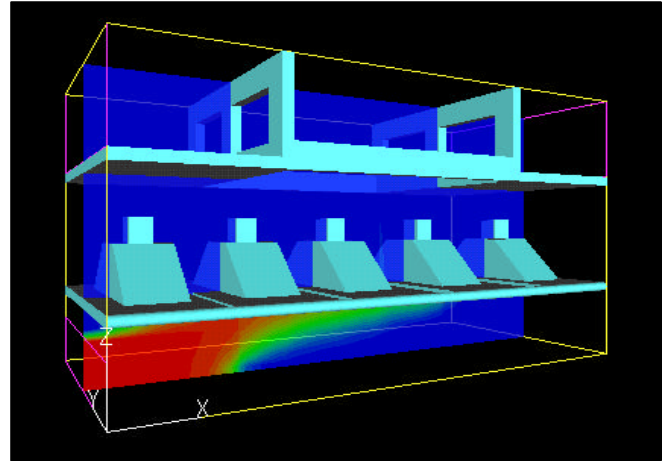
## ケース 2 製造工場の 2 階開口部速度

### ■ 説明

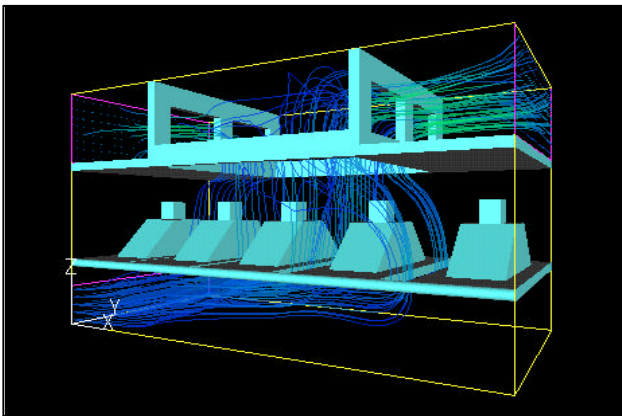
120m × 30m × 30m工場内の 2 階部の窓を開けた場合の最大風速を知るために流体解析を実施する。(最大風速 5m/ s になる。)



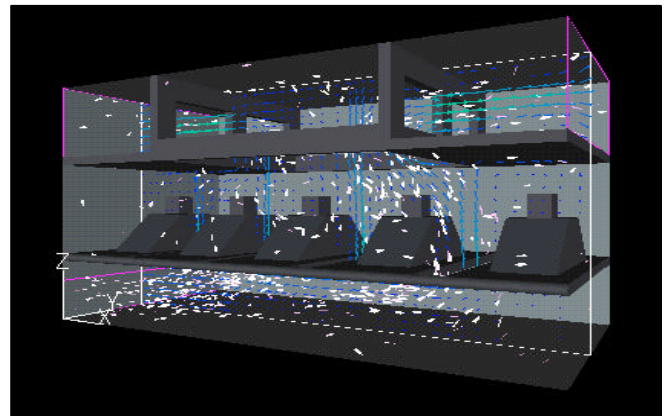
速度ベクトル+コンタ



温度コンタ



速度 (染料)



速度ベクトル+花びら