

Fluid diodeを利用した自然換気の促進と制御に関する研究

その2 CFDによる二つのfluid diode plate形状の性能比較検討

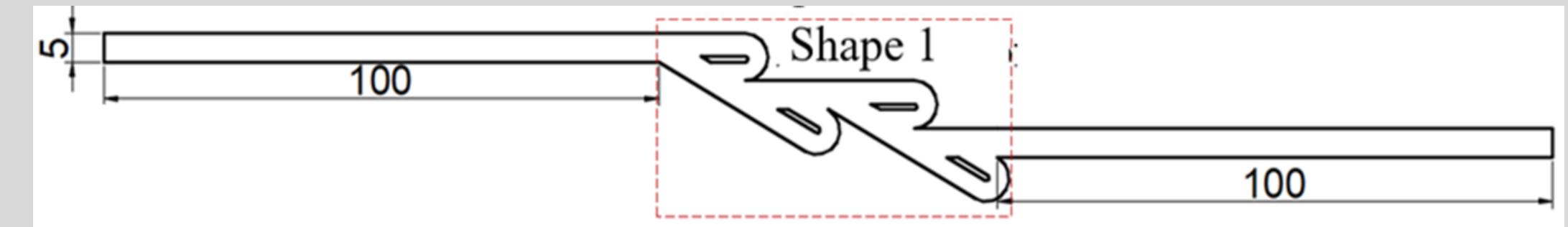
研究目的

- 本研究で最適化されたFDP (shape 1) と既往研究のFDP (shape 2) ¹⁾ との性能比較
- Shape 1とshape 2を建物模型の開口に設置したときの気流への制御性能解析

解析手法

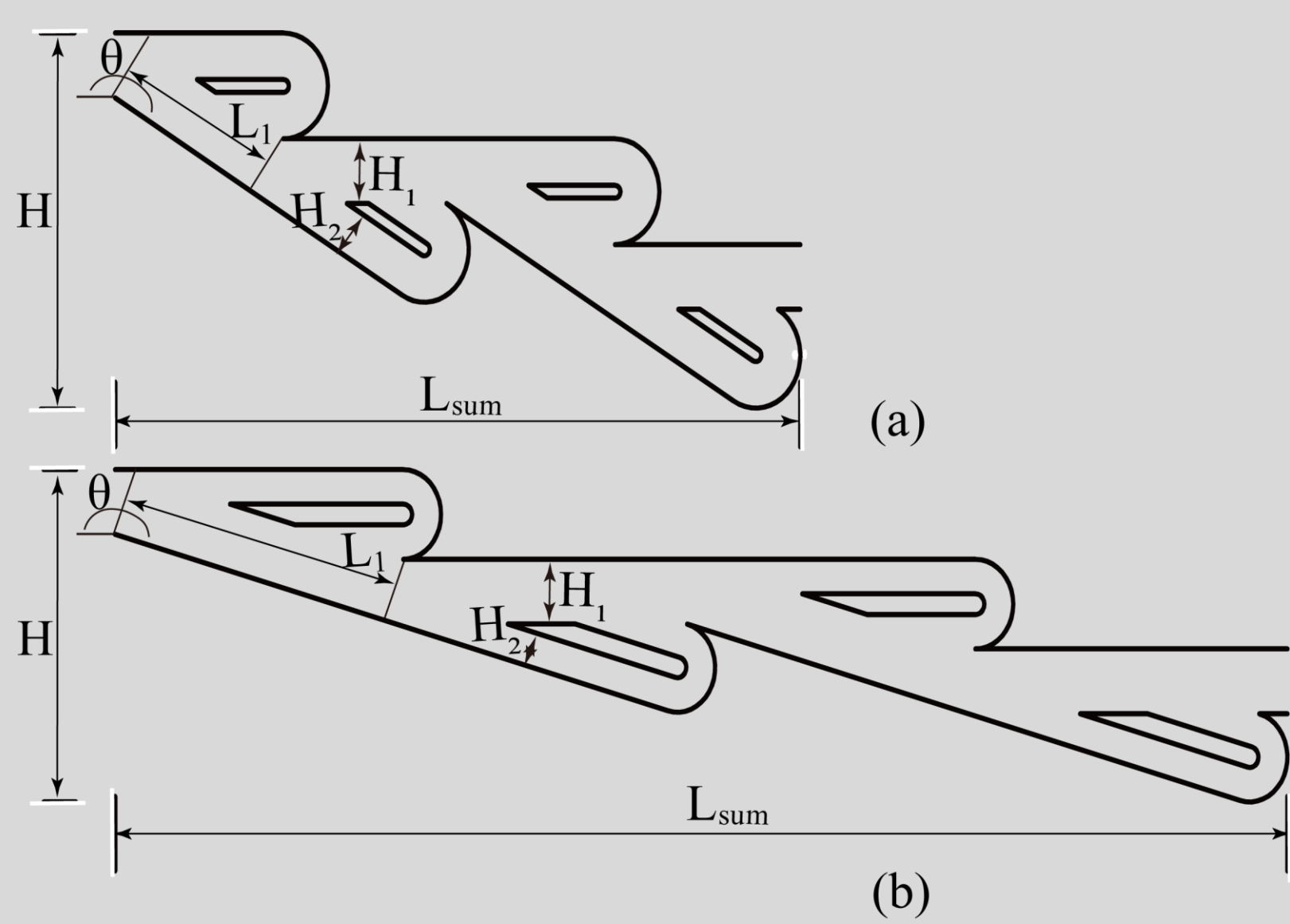
- z方向の物理量がすべて均質であると仮定する2D CFDでshape 1の ζ_R と ζ_F の値を評価する。
- RANSのk- ω SST乱流モデル
- 左から:逆方向の流れ
- 右から:順方向の流れ

Re数	205, 450, 901, 1351, 1802, 2048, 3071, 4095, 6143, 8190, 10237, 12285, 15356, 18428
流入風速	$v = \frac{Re \times \nu \times \alpha}{H_1}$ ここで、 $\alpha = 1$



FDPの形状および解析結果

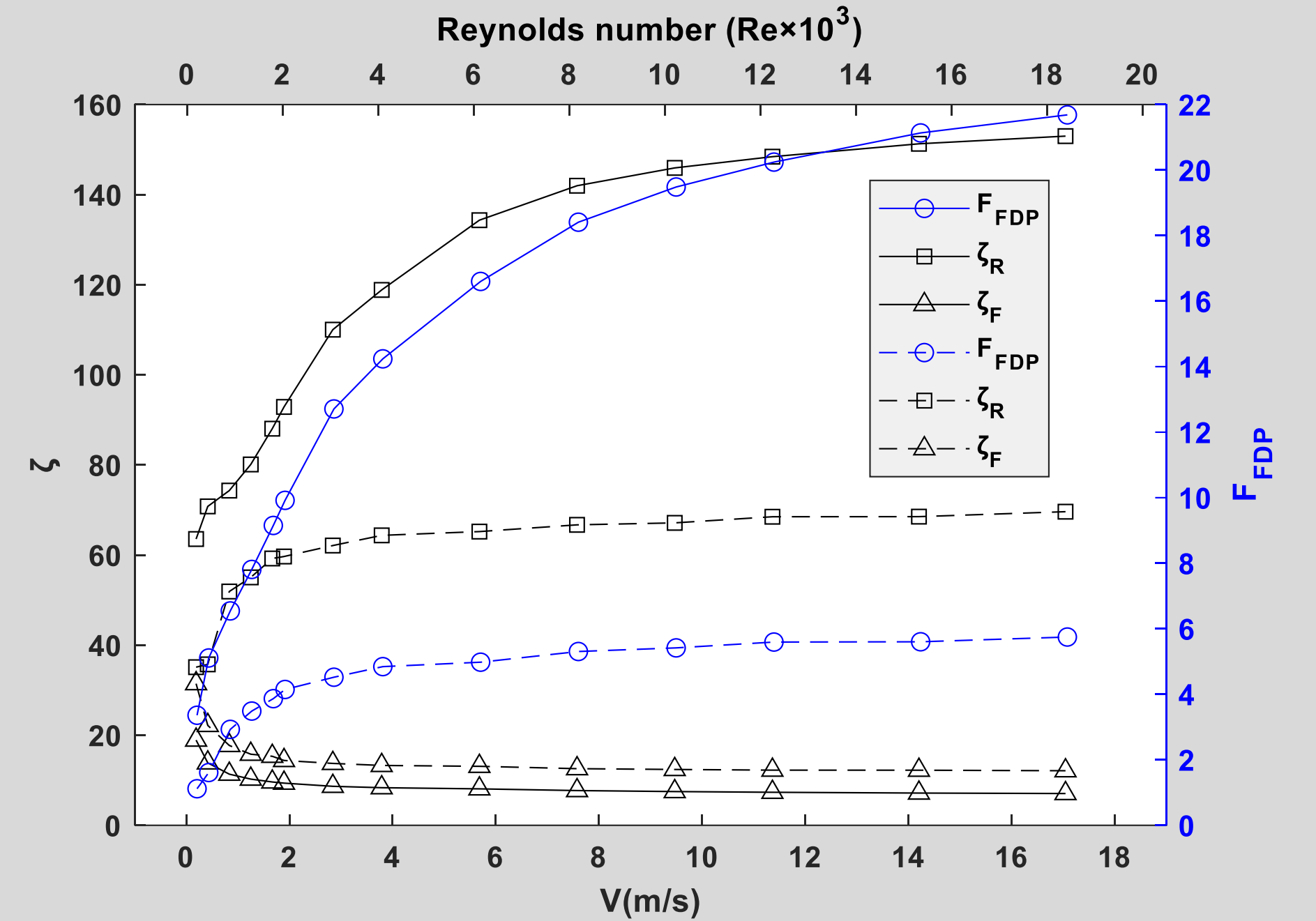
shape 1 (a) と shape 2 (b)



パラメータの詳細

Parameter	shape 1	shape 2
H_1 (mm)	5.00	5.00
H_2 (mm)	3.58	2.66
H (mm)	29.04	25.67
L (mm)	15.00	26.77
L_{sum} (mm)	63.02	107.82
Θ (rad)	$\frac{7}{6}\pi$	$\frac{13}{12}\pi$

shape 1 (実線) と shape 2 (点線) の風速と圧力損失量 (順流・逆流) ・比の関係

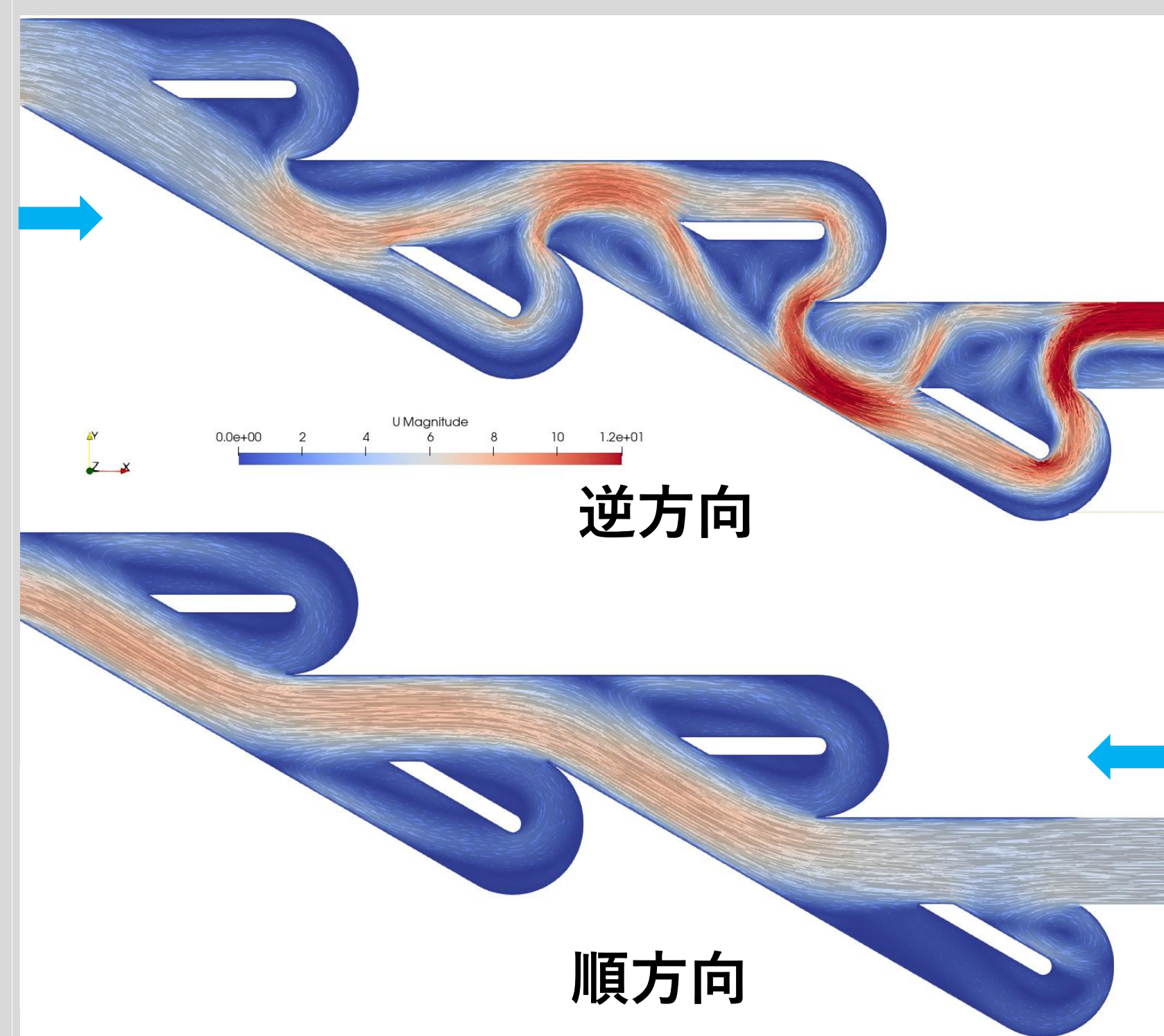


解析結果

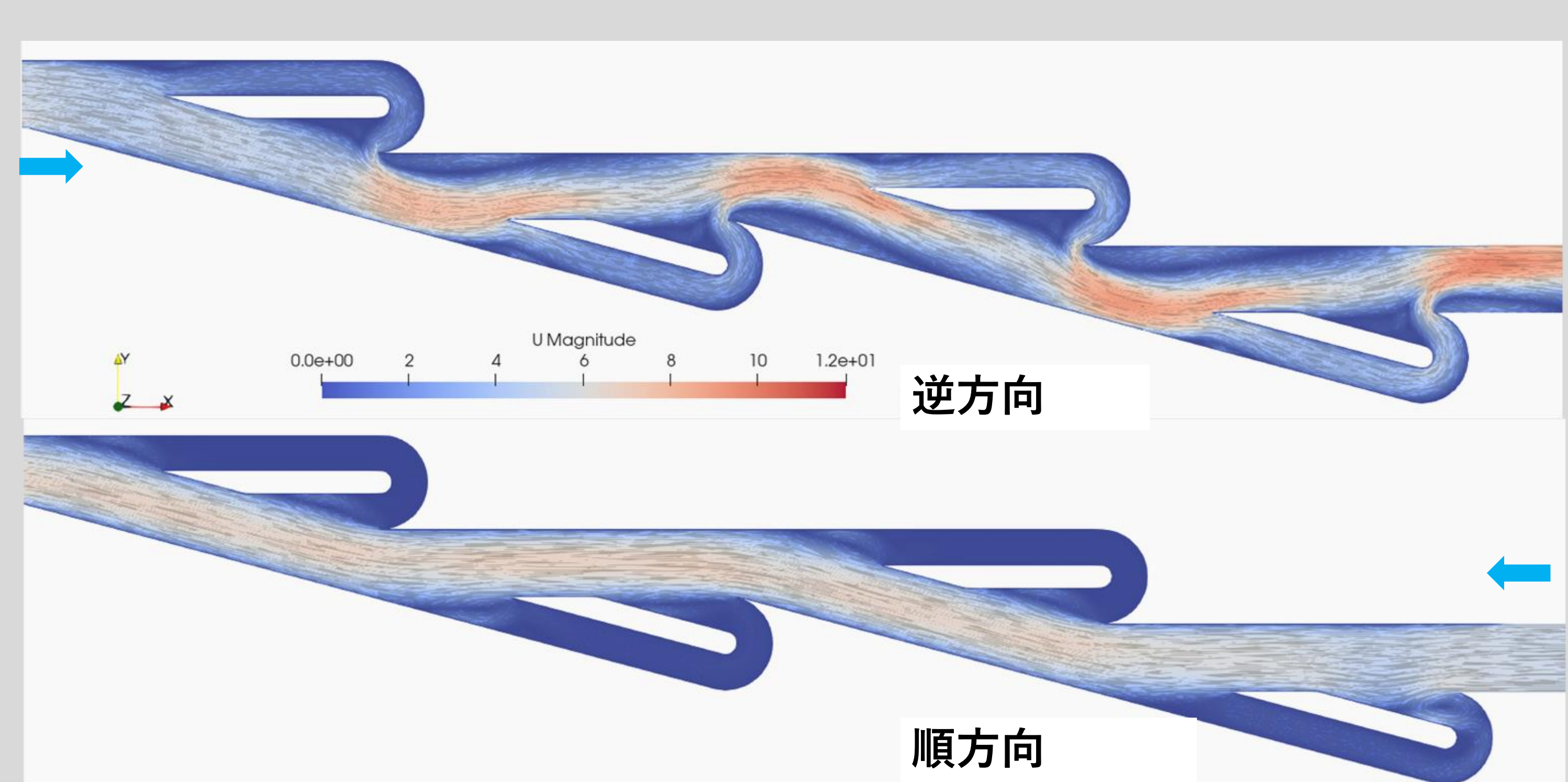
(Re数=1802の一例)

- Shape 1の逆流では、パイパス流路と主流路を通過する2つの気流が交差点で強く衝突し、流れの閉塞と圧力損失の増大が発生することがわかる。
- Shape 2の逆流では、渦状の流れがほとんど見られない。
- 順流では、両方とも小さい抵抗しか受けない。

shape 1 の内部平均風速分布



shape 2 の内部平均風速分布



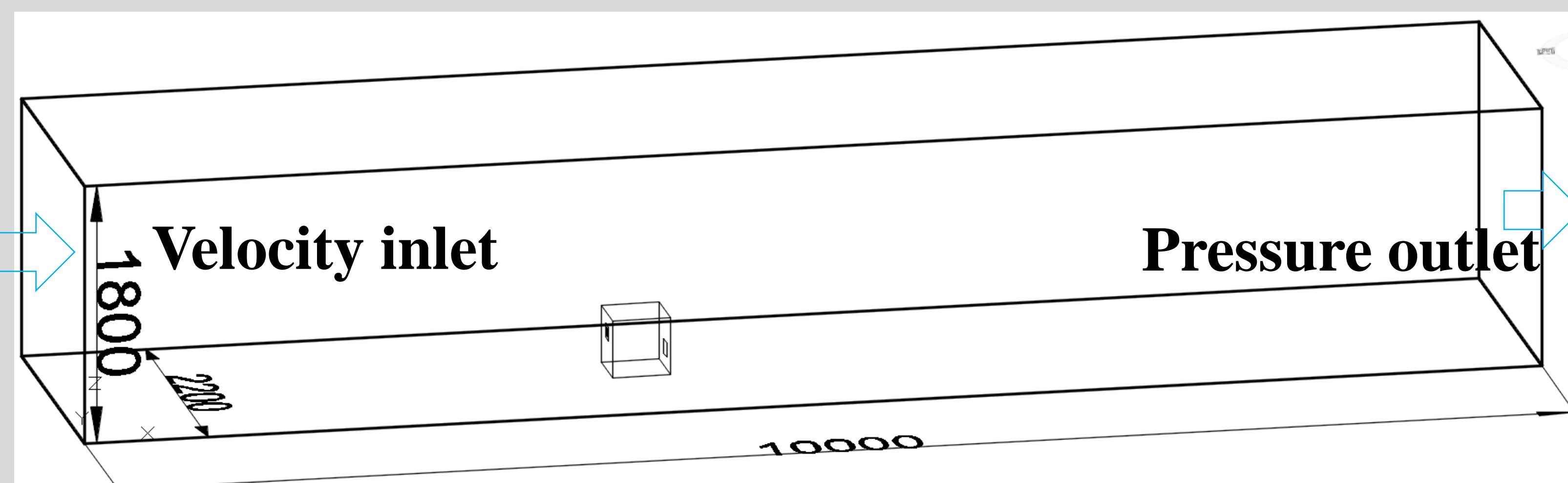
建物における気流制御解析

- CFDで解析を行う。
- RANSのrealizable k- ϵ 2layers 乱流モデルで平均速度と濃度を取得する。
- 建物模型: 400*400*400 mm³ (開口部: 100*100 mm²)
- 検討ケース:

正面開口	一般開口 (FDPの開口面積合わせると: 0.51*0.51 mm ²), shape 1, shape 2
屋根高風速	3.0, 4.6, 6.2, 7.8 m/s

- shape 1とshape 2の順流・逆流の圧力損失差 ζ_F と ζ_R を利用したRe数の関数にフィッティングされ、3次元建物解析における正面開口の境界条件として入力

CFDの解析領域



解析結果

- 無次元濃度を利用した気流制御性能の比較

$$C_n = \frac{C}{C_o}, \quad (C_o = \frac{1 \times V}{v L_o^2})$$

ここで、 C_n は無次元濃度 (-);

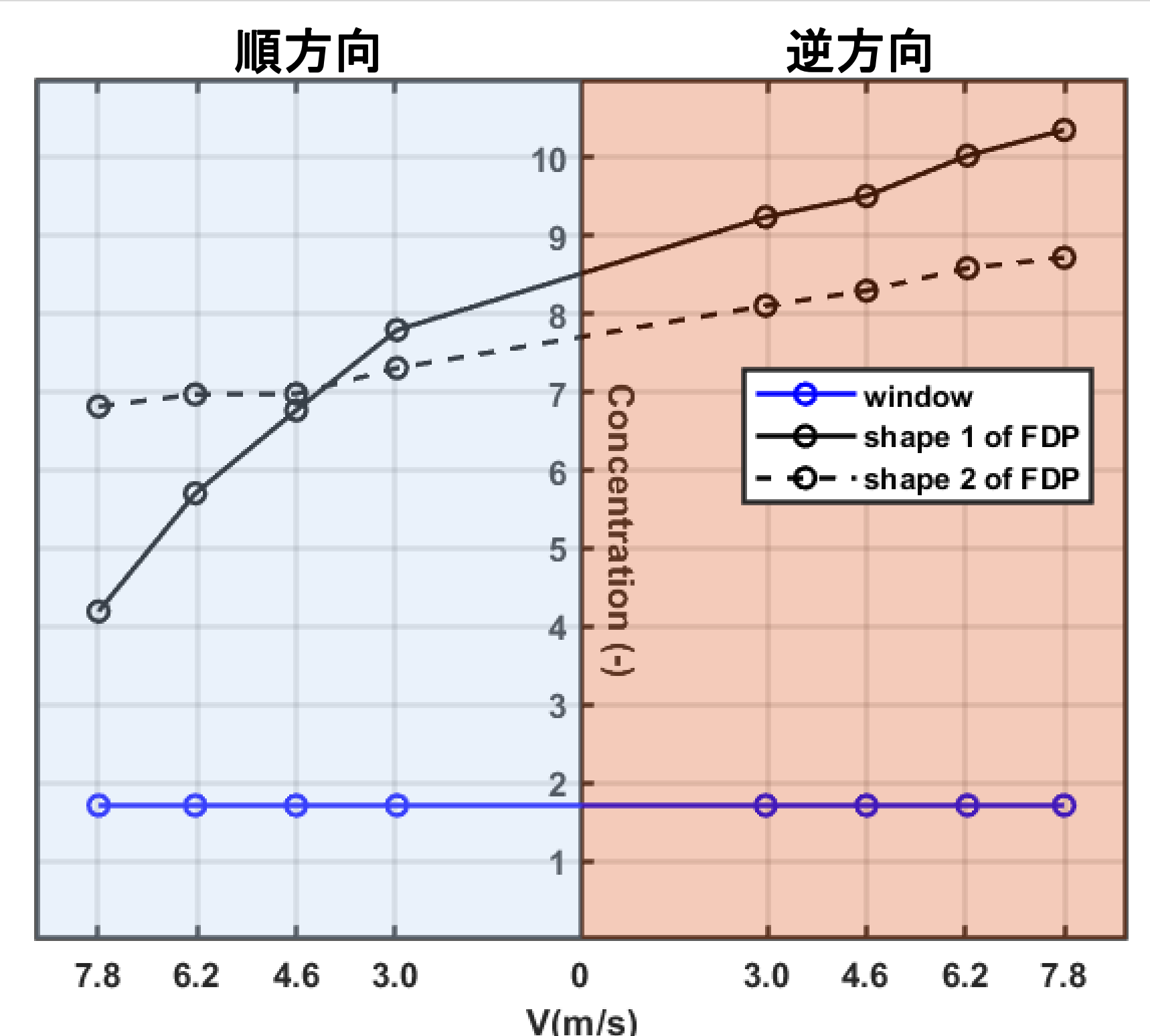
C は建物内の濃度 (m³/s · ppm);

V は建物の体積 (m³, ガスは1 ppm/sの放出率で室内に均一に放出する);

v は屋根高風速 (m/s);

L_o は開口部の一辺の長さ (m);

- 無次元濃度結果



1) Z. Cao et al., Novel fluid diode plate for use within ventilation system based on tesla structure, Build. Environ. 185 (2020)