

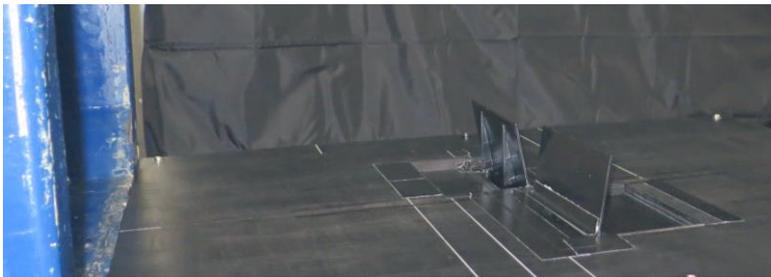
キャビティ近傍に設置された 可動平板翼周りの流れ構造

○井上洋平（電通大）， 藤田翔（電通大）
鈴木雅大（電通大院）， 前川博（電通大）

日本機械学会第81期 流体工学部門講演会（九州大学）

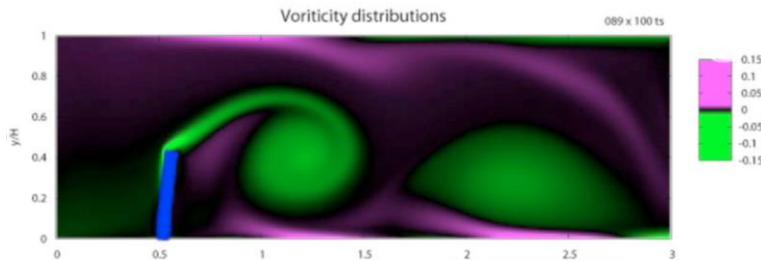
キャビティ近傍に設置された可動平板翼

エアブレーキ設計における 数値流体力学の応用



自動的に起動するエアブレーキ
(ブレーキ板・キャビティなどで構成)

起動時に**振動** (空気力学由来)
配置における最適化
開き角の違いによる
流体抵抗への影響



数値流体力学を設計へ応用
(今回は、現象解析まで)

基礎式・数理モデル

流体

非圧縮性流体のNavier-Stokes 方程式を基礎として

- ・ 二次精度中心差分
 - ・ フラクショナルステップ法
- を適用

$$u_{\alpha}^{(*)} = u_{\alpha}^{(n)} + \Delta t \left\{ \frac{3}{2} (\text{CT}_{\alpha} + \text{VT}_{\alpha})^{(n)} - \frac{1}{2} (\text{CT}_{\alpha} + \text{VT}_{\alpha})^{(n-1)} \quad (-\nabla P^{(n)}) \right\}$$

$$\Delta P^{(n+1)} = -\frac{\partial_{\alpha} u_{\alpha}^{(*)}}{\Delta t} \quad (\text{Fractional step}) \quad \Delta \phi = -\frac{\partial_{\alpha} u_{\alpha}^{(*)}}{\Delta t} \quad (\text{SMAC})$$

$$u_{\alpha}^{(n+1)} = u_{\alpha}^{(*)} - \Delta t \nabla P^{(n+1)} \quad (\text{Fractional step})$$

$$u_{\alpha}^{(n+1)} = u_{\alpha}^{(*)} - \Delta t \nabla \phi, \quad P^{(n+1)} = P^{(n)} + \phi \quad (\text{SMAC})$$

埋め込み境界法

- ❖ 物体界面の挙動を再現するような体積力（または速度）をNS式に付加

- ❖ 移動境界問題へも適用可能

- ❖ 定式化の方法が種々提案されている
(→統一的な方法は確立されていない)

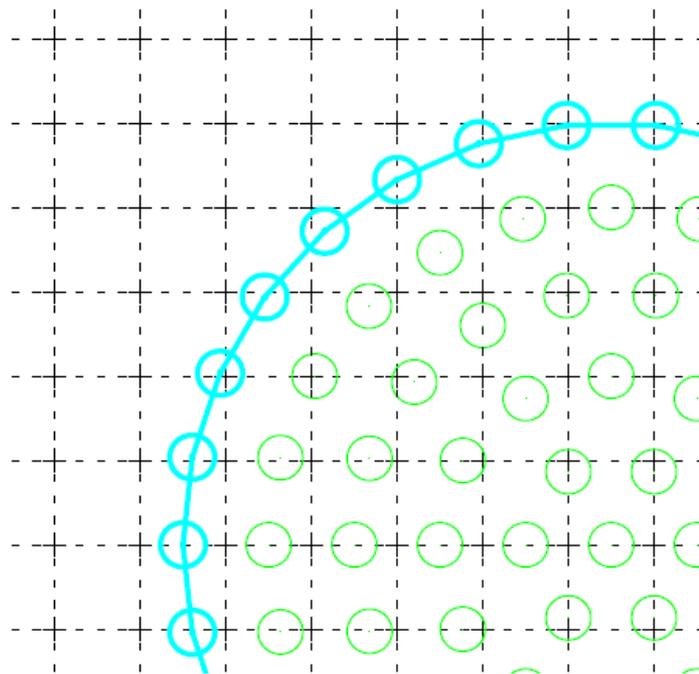
- ❖ 実験や物体適合座標系での数値解との比較

- ❖ 定性的傾向： 一致

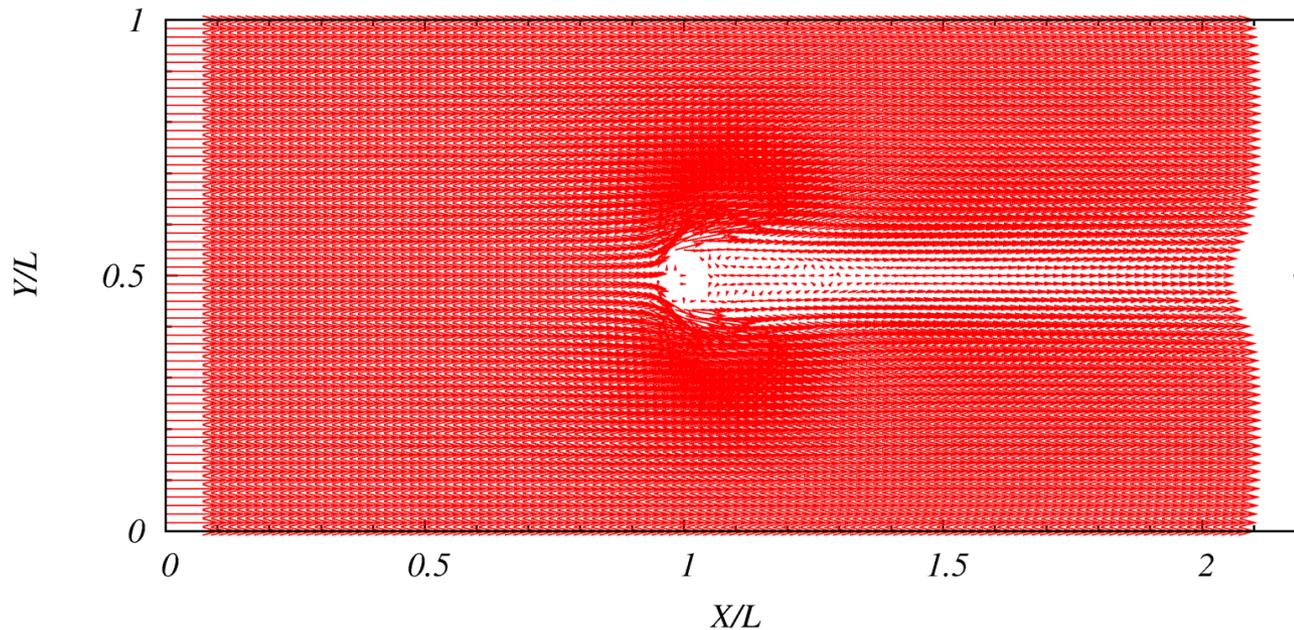
- ❖ 定量的傾向：

CD, CL: 物体の解像度に応じた誤差が生じる

($D=20dx$ とした場合, およそ10% 程度)



Trial:: Flow around a circular cylinder



[MX,MY, MZ]=[600,300,30]

D=30

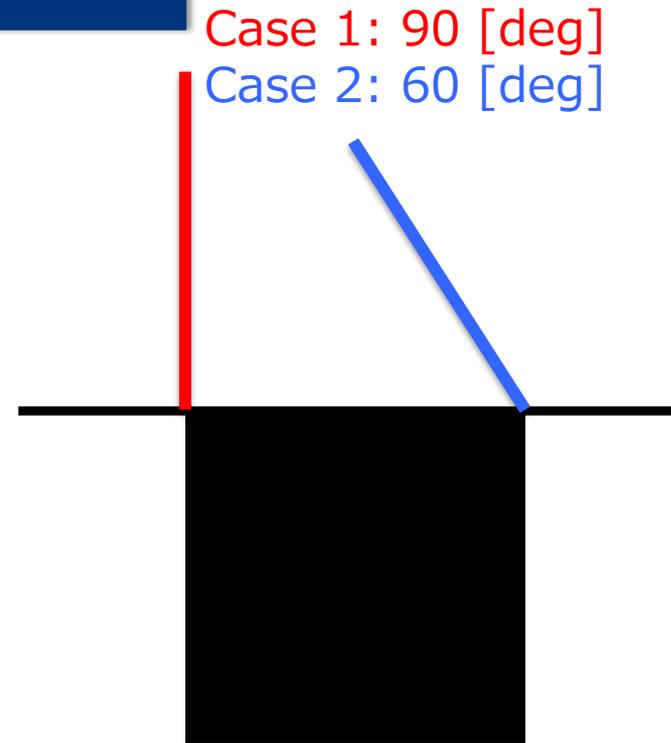
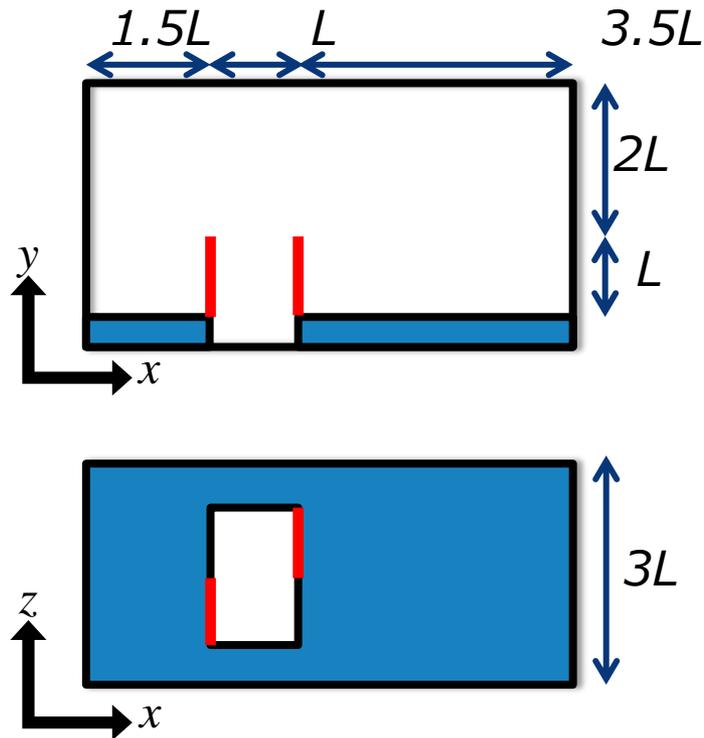
Re=50

- 定性的な流動様式
 - 後流域
 - 出口境界の速度欠損

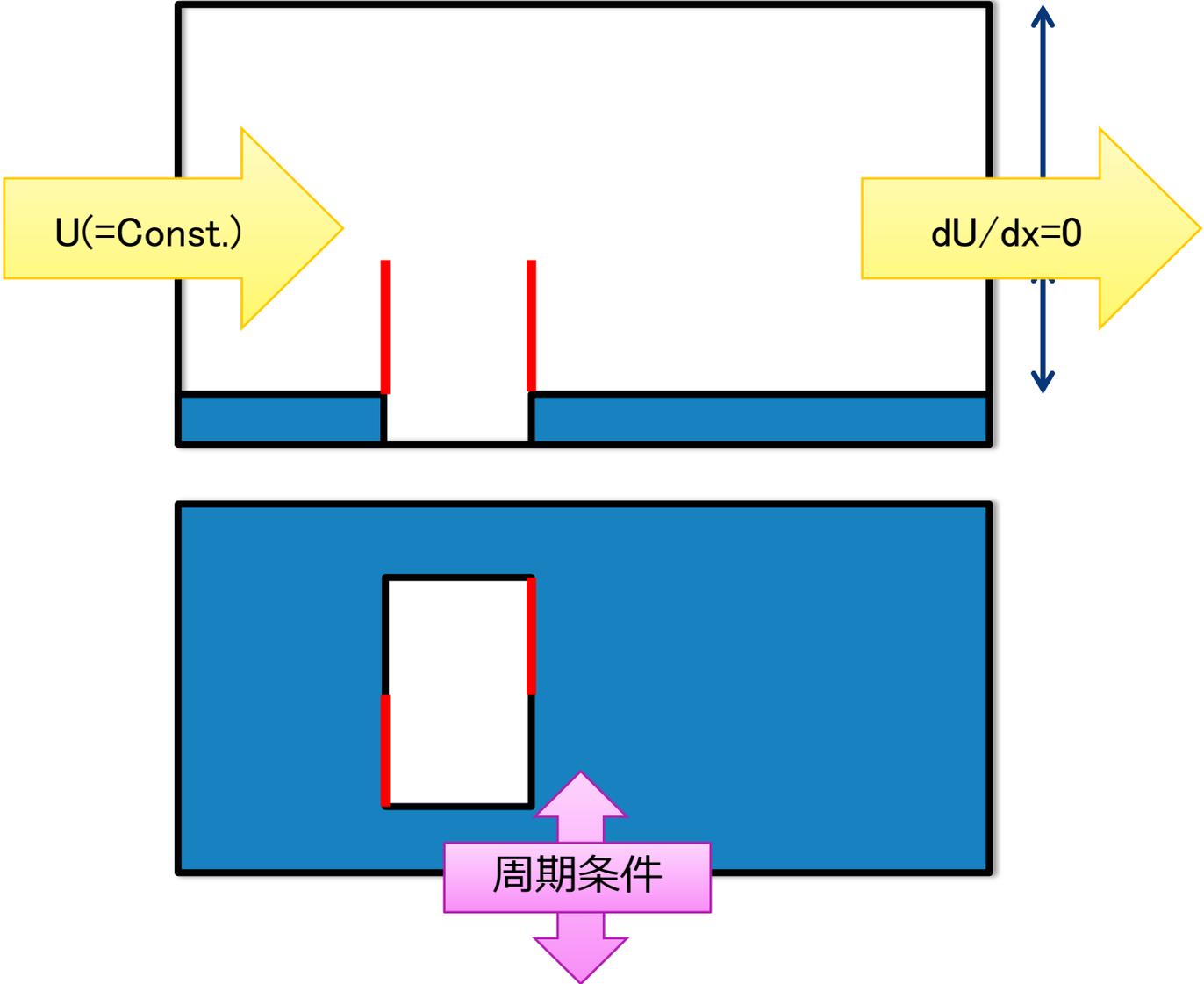
•抵抗係数 $C_D=1.85$

計算条件

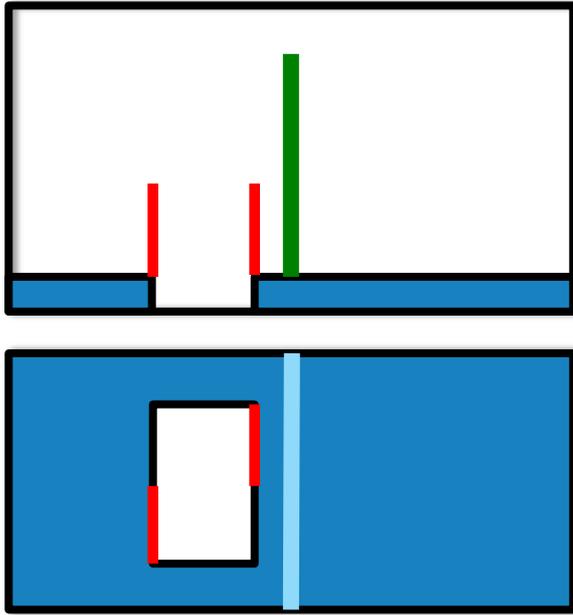
計算格子: $240 \times (120+20) \times 120$
レイノルズ数 $Re=LU/v = 1000$
時間刻み幅 $dt=10^{-4}$



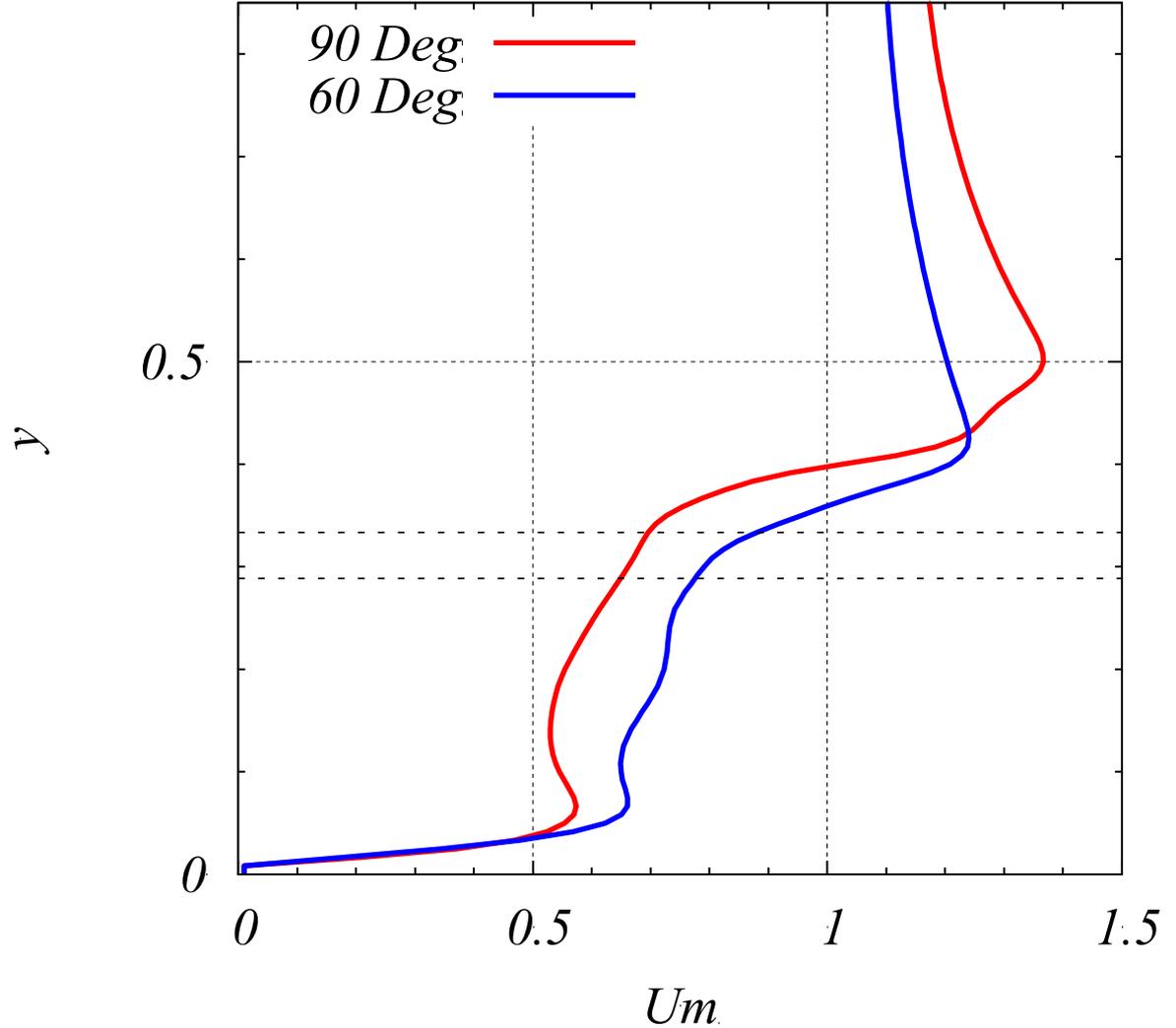
境界条件



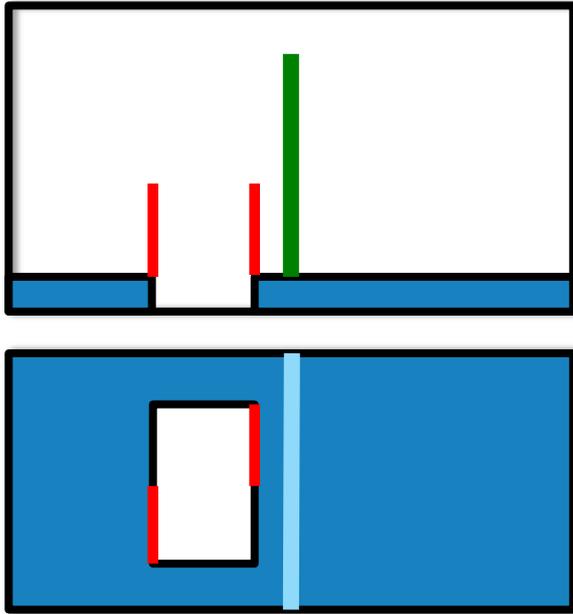
計算結果：平均流速



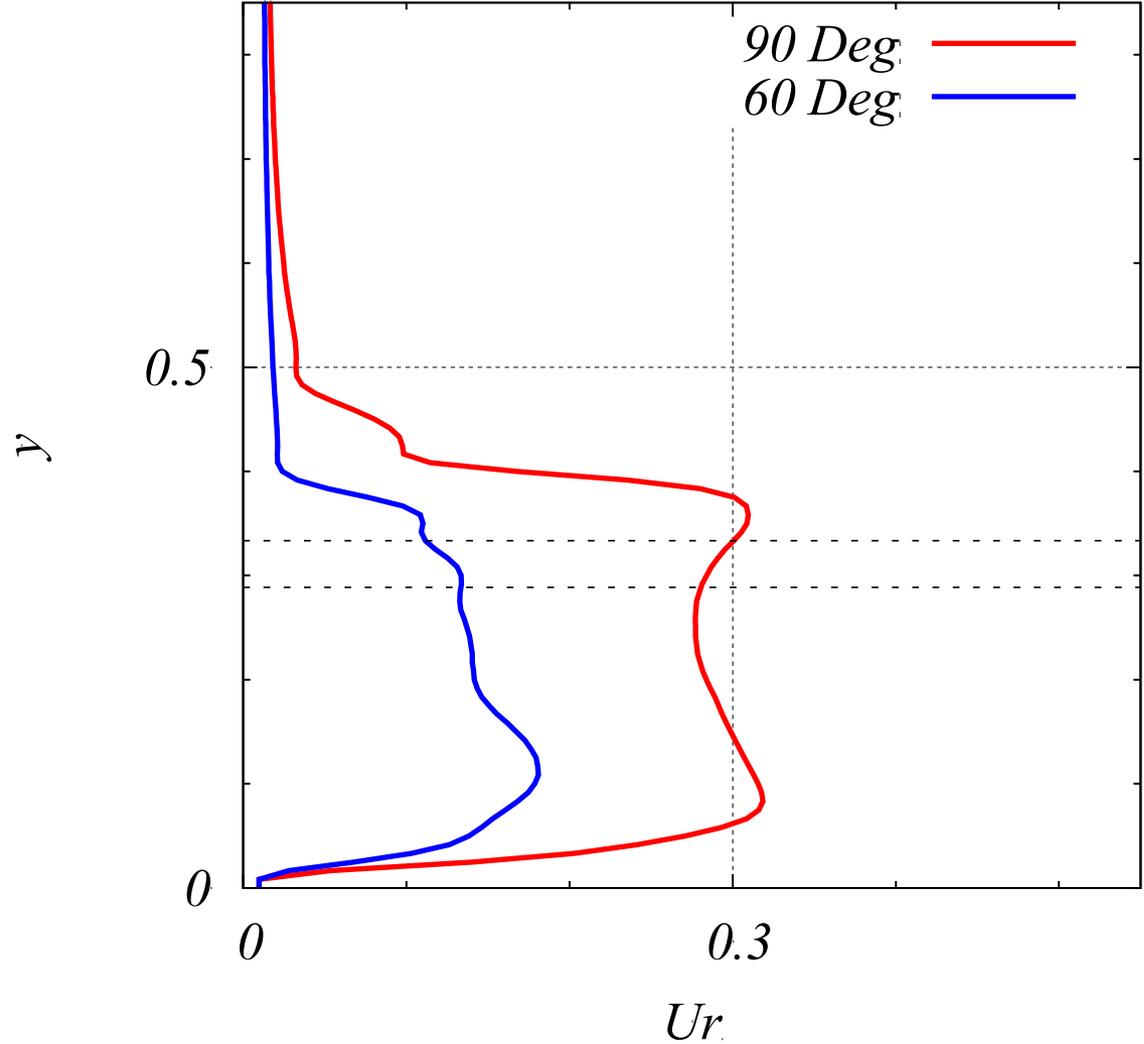
図の水色の部分で
時空間平均を計算



計算結果：平均速度変動

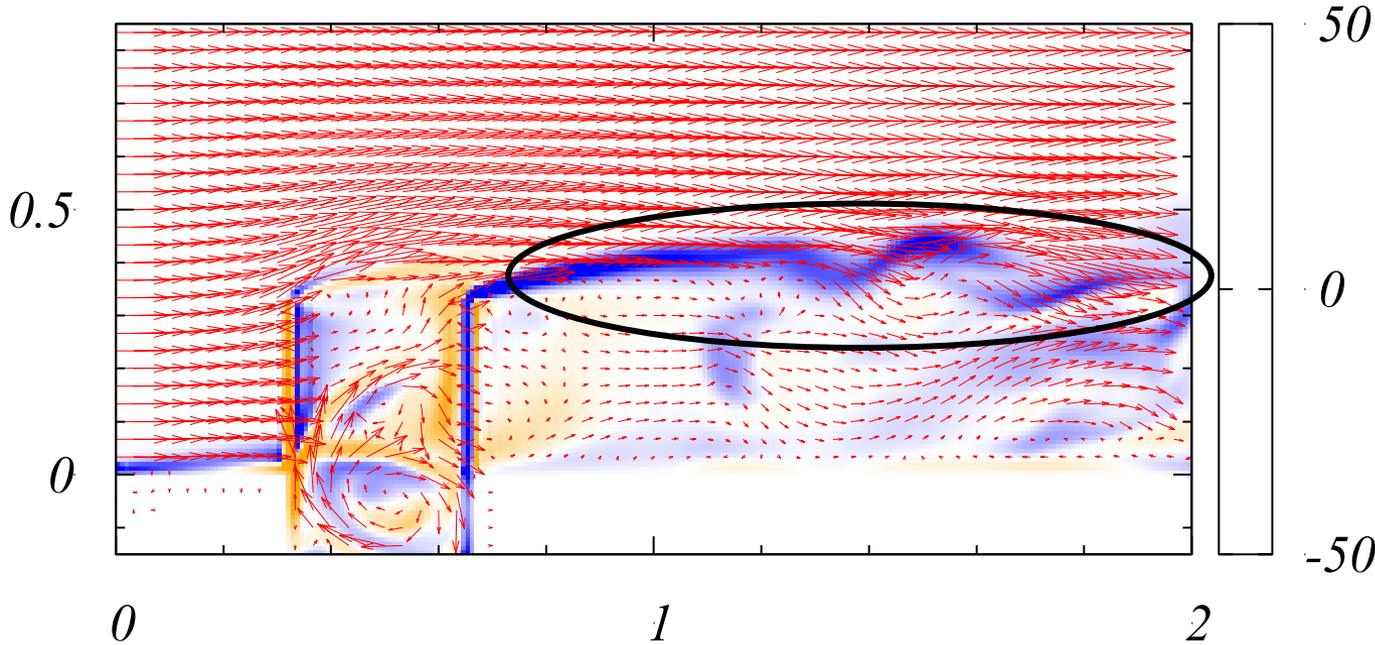


図の水色の部分で
時空間平均を計算

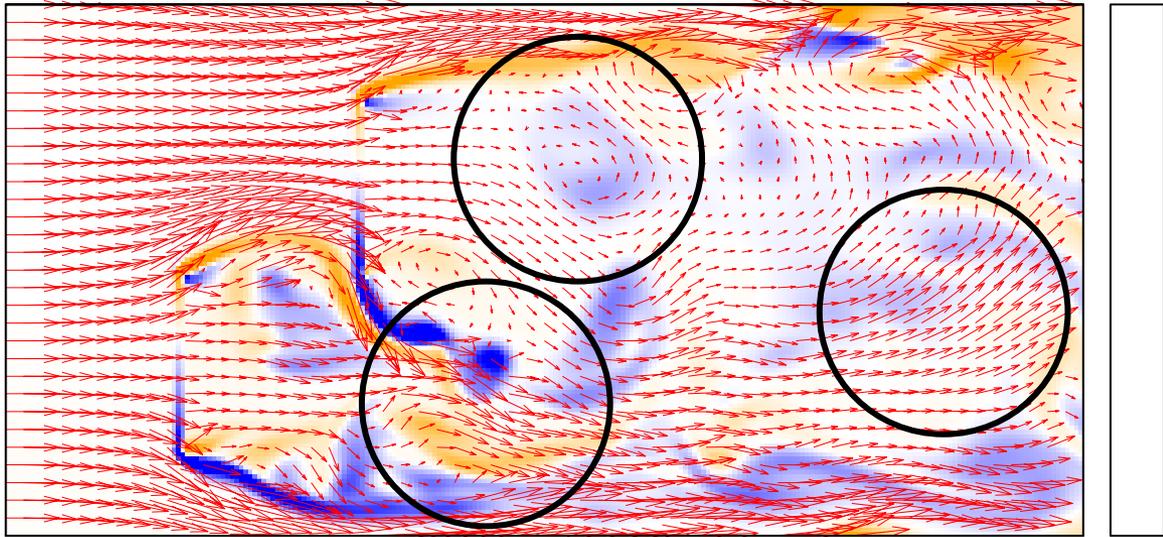


計算結果(t=5)

z 断面
(z=1.5L)

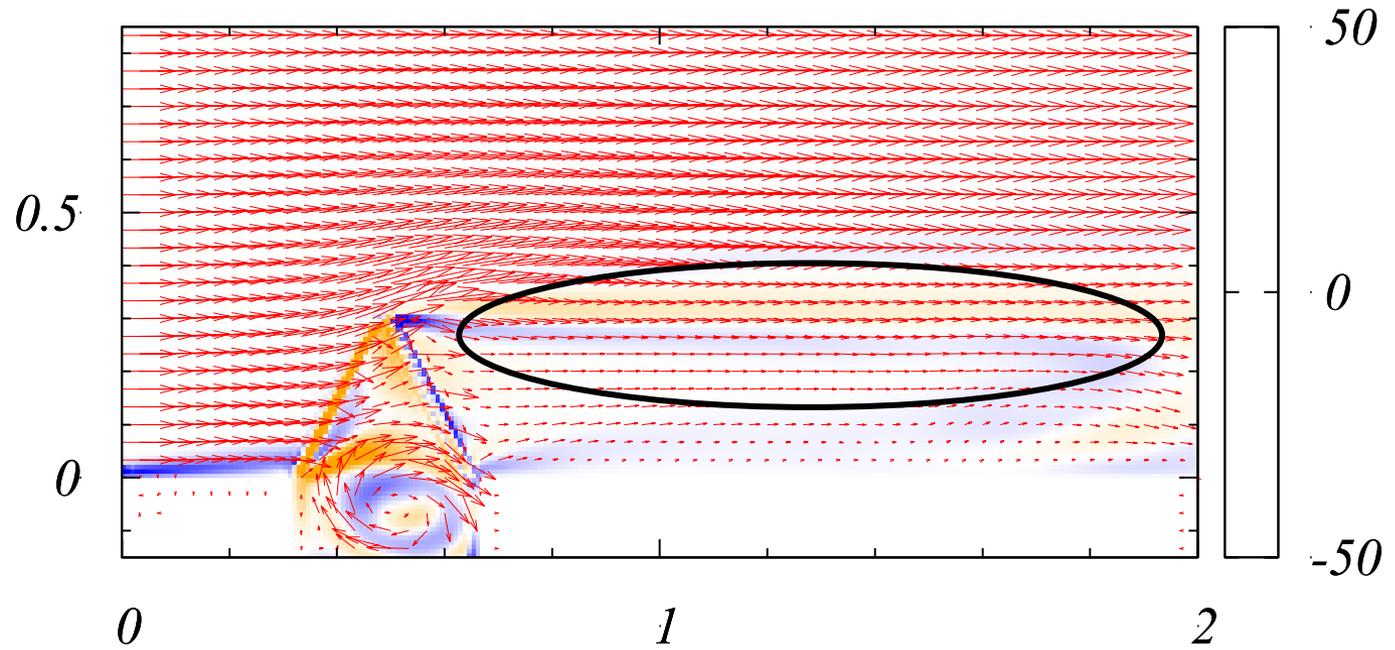


y 断面
(y=0.5L)

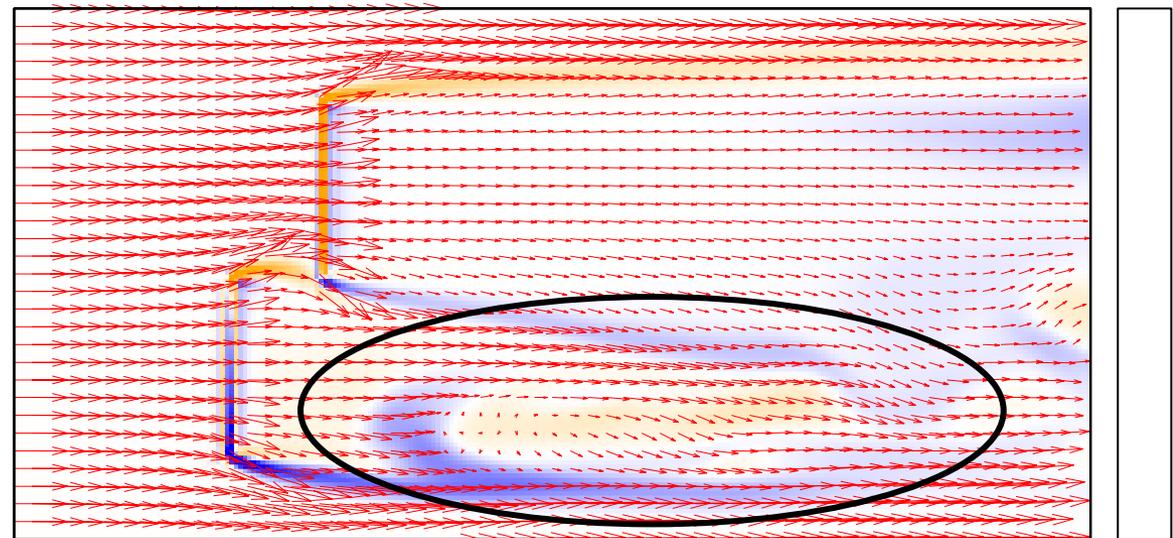


計算結果(t=5)

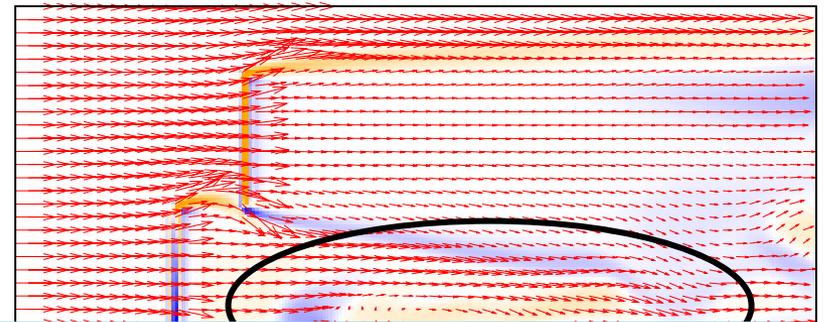
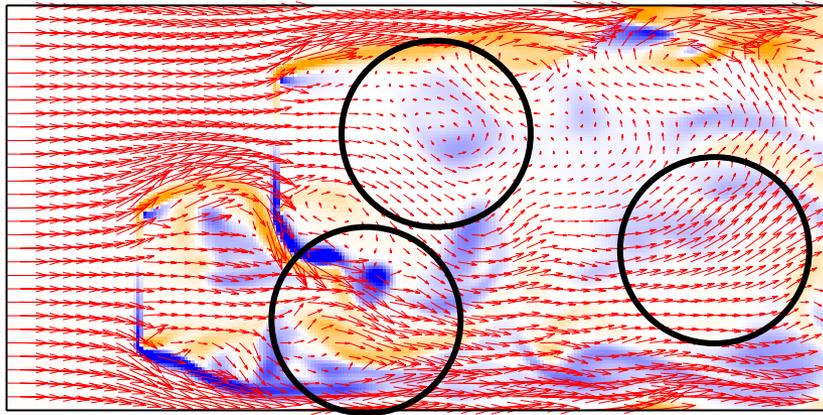
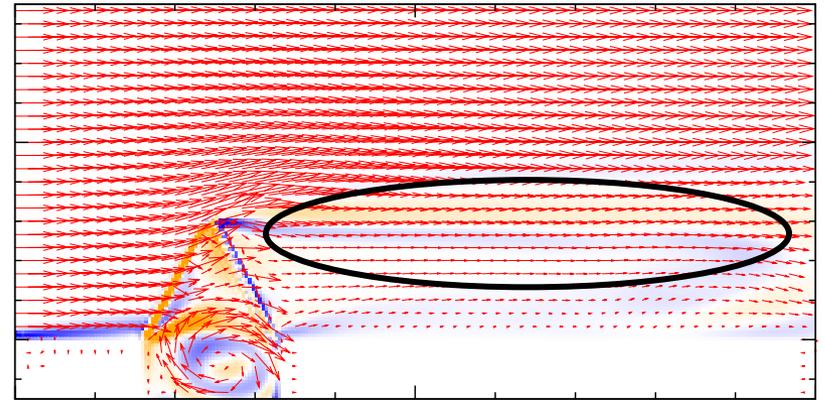
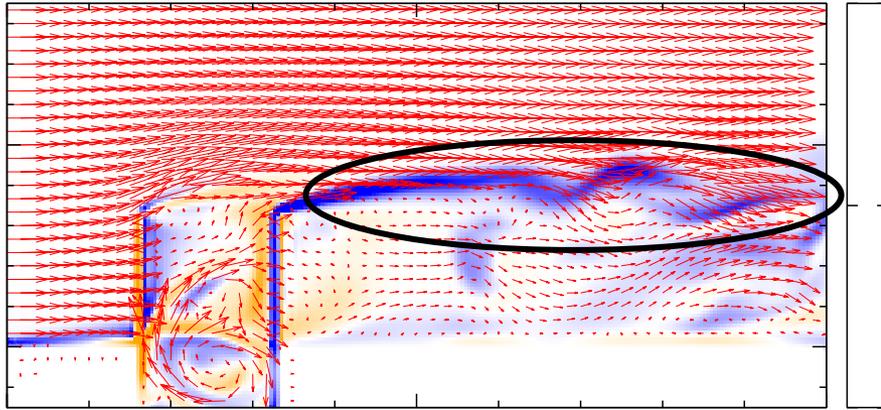
z 断面
($z=1.5L$)



y 断面
($y=0.433L$)



計算結果のまとめ(t=5)



キャビティ部の渦構造
後流領域の流れ構造

結言

- ❖ キャビティを挟んで配置された2枚の平板翼まわりの流れをIB法により計算した
- ❖ 翼が垂直の場合
 - ❖ キャビティ部で負の渦が大きく形成
 - ❖ 後流領域で規則的渦放出が一部見られた
 - ❖ 下流方向に向かうせん断層様の渦群が見られた
- ❖ 翼が斜めの場合
 - ❖ キャビティ部の負の渦はキャビティ内部にほぼとどまる
 - ❖ 後流領域には弱い渦構造が形成された
 - ❖ せん断層様の渦は生じない