

順圧不安定

竹広 真一

2016/01/16

非圧縮流体の 2 次元平行シア一流の安定性問題である順圧不安定の例を数値計算にて示す。以下では、その定式化と設定を記す。

1 支配方程式

非圧縮 2 次元流体の支配方程式は渦度方程式である。

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + J(\psi, \zeta) = 0, \quad \nabla^2 \psi = \zeta. \quad (1)$$

ψ は流れ関数, ζ は渦度, $J(f, g) = (\partial_x f)(\partial_y g) - (\partial_y f)(\partial_x g)$ はヤコビアンである。

基本場として平行シア一流 $U(y)$ を考える。それからの擾乱方程式は

$$\frac{\partial \zeta}{\partial t} + U \frac{\partial \zeta}{\partial x} - \frac{d^2 U}{dy^2} \frac{\partial \psi}{\partial x} + J(\psi, \zeta) = \nu \nabla^2 \zeta, \quad \nabla^2 \psi = \zeta. \quad (2)$$

2 実験設定

境界条件は x 方向には周期的, y 方向は無有限遠で発散しないとする。計算領域は水平方向に 8π , 鉛直方向に ∞ とする。基本場平行流として $U(y) = \tanh y$ の形を与える。

初期擾乱は

$$\psi = \psi_0 x \exp[-(x^2 + y^2)/\sigma^2] \quad (3)$$

を与える. ここで $\psi_0 = 10^{-2}$ とする. 粘性率は $\nu = 10^{-5}$ とした.

3 結果

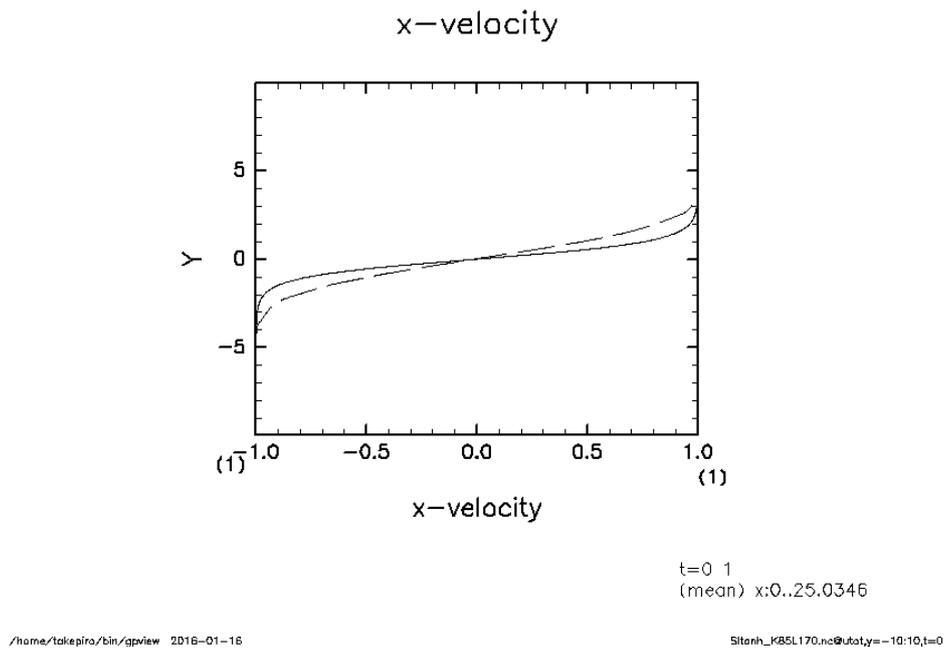


図 1: x 方向の平均速度. 実線が初期値, 波線が $t = 50$ での分布

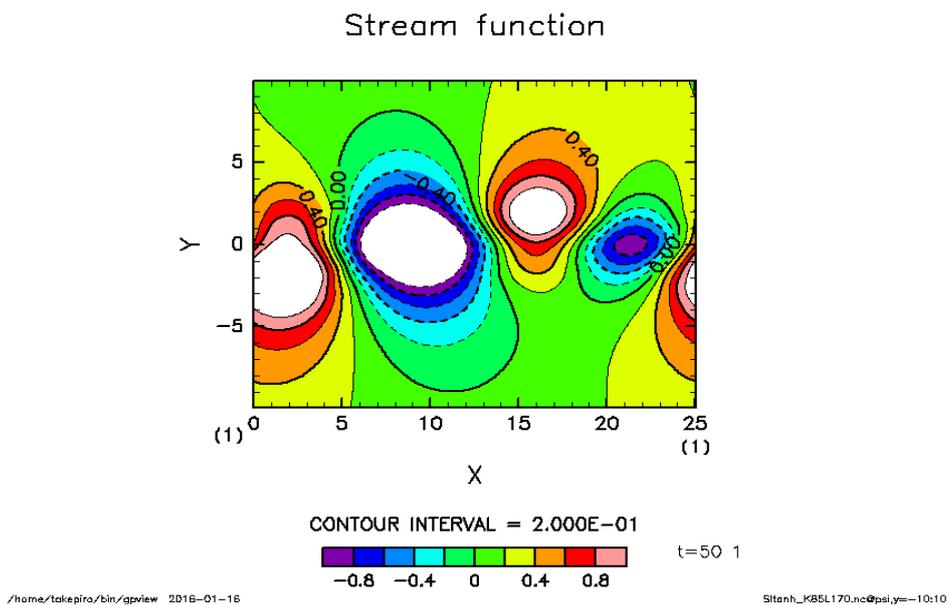


図 2: 流れ関数の時間発展アニメーション

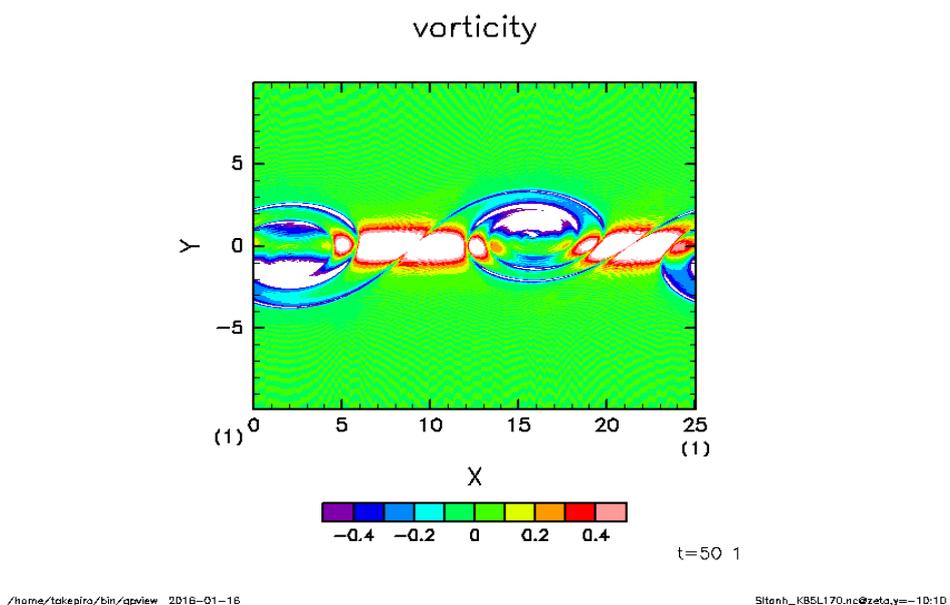


図 3: 渦度の時間発展アニメーション