

# 研究会の活動内容, チュートリアルに関して

三坂孝志, 加藤博司

2015年12月11日

# 研究会の活動内容

## DAE研究会

データ同化専門家

データ同化利用者

各分野専門家, データ同化未使用

講演, 情報交換により研究を推進

まずはデータ同化を使ってみて  
いただきたい



1. 研究講演を開催(研究会の報告書作成?)

2. 実際に問題を解く(難しい?)

3. チュートリアル

活動三本柱

# チュートリアル問題1: 2次元定常熱伝達

## <基礎方程式>

$$\rho c \frac{\partial T}{\partial t} = k \left( \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) = 0$$

$$\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} = 0$$

## <数値計算法>

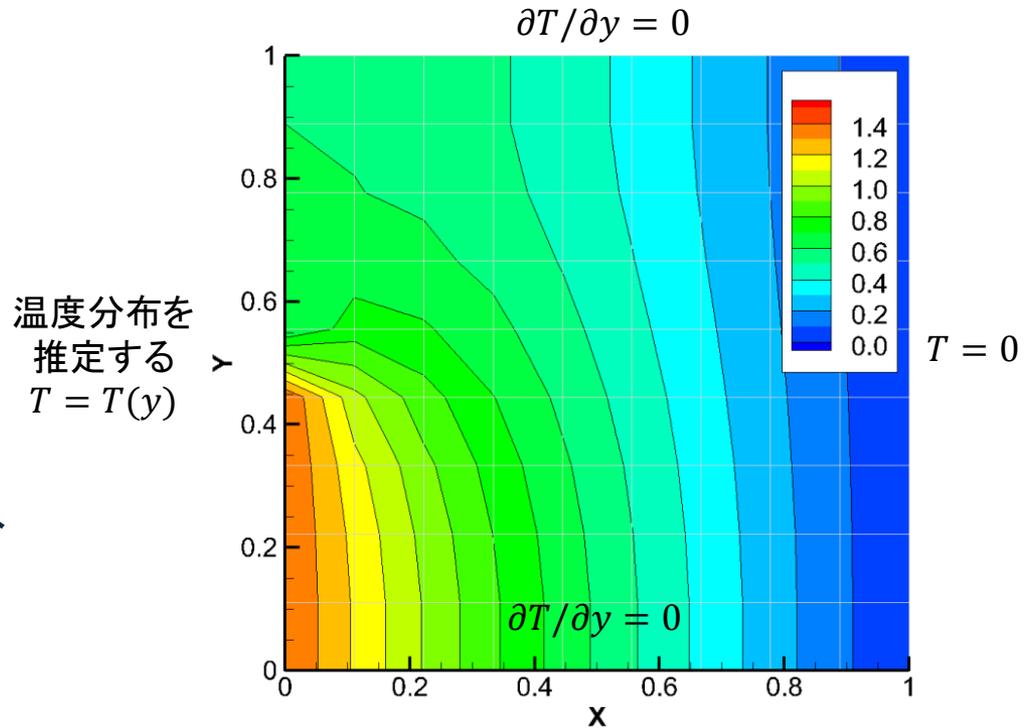
- 2階微分 → 2次精度中心差分
- SOR法による反復解法

## <データ同化で推定する量>

- 左側面の境界条件

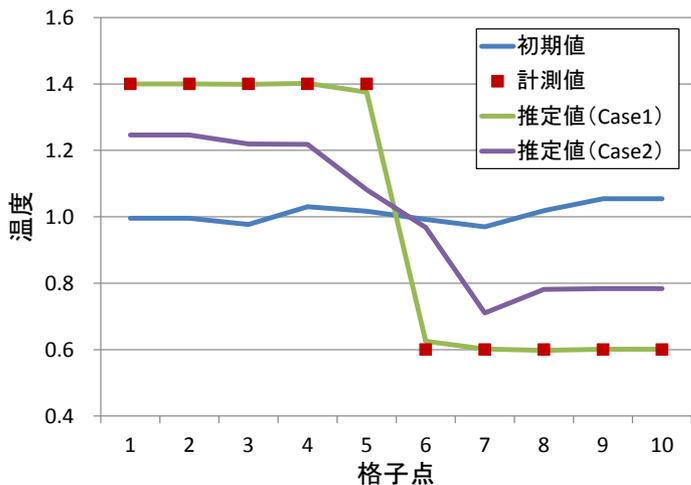
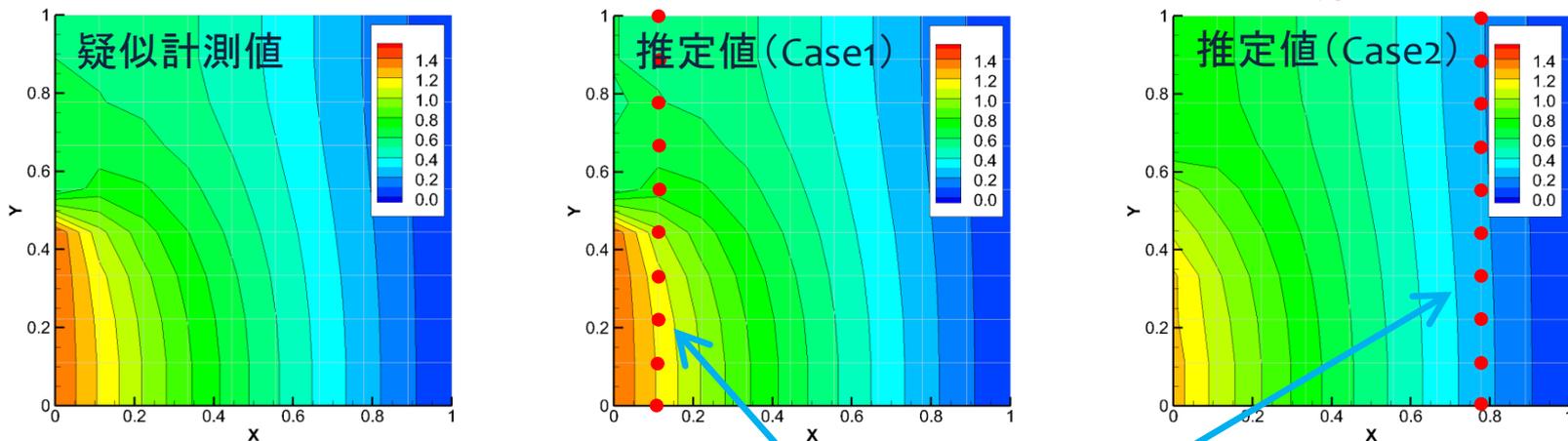
## <検討できること>

- 格子点数, 計測点数・位置 … ソルバー側
- アンサンブル数, 観測・システムノイズの大きさ … フィルター側



# 実行例: 2次元定常熱伝達

赤丸: 計測点



計測点が左側面に近い方が温度を正確に推定できる

## 実行時間(CPU1コア利用)

- 1ケース収束解(格子点10 x 10) → 0.01秒程度
- 200アンサンブル, 20回のフィルタリング → 2分程度

# チュートリアル問題2: 2次元粘性流れ(カルマン渦)

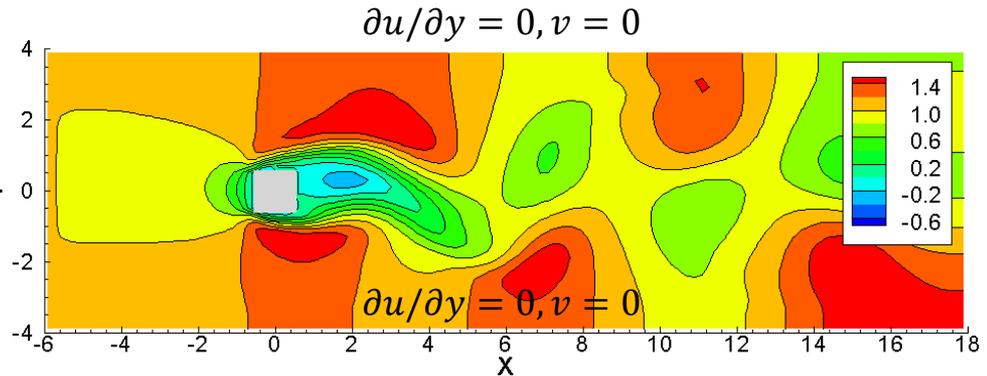
## <基礎方程式>

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} = -\frac{\partial \tilde{p}}{\partial x} + \frac{1}{Re} \left( \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right) = 0$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{\partial \tilde{p}}{\partial y} + \frac{1}{Re} \left( \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right) = 0$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} = 0$$

速度分布を  
推定する  
 $u = u_{in}(y)$   
 $v = 0$



## <数値計算法>

- 対流項 → 3次精度風上差分, 粘性項 → 2次精度中心差分
- 圧力HSMAC法, 時間1次精度陽解法

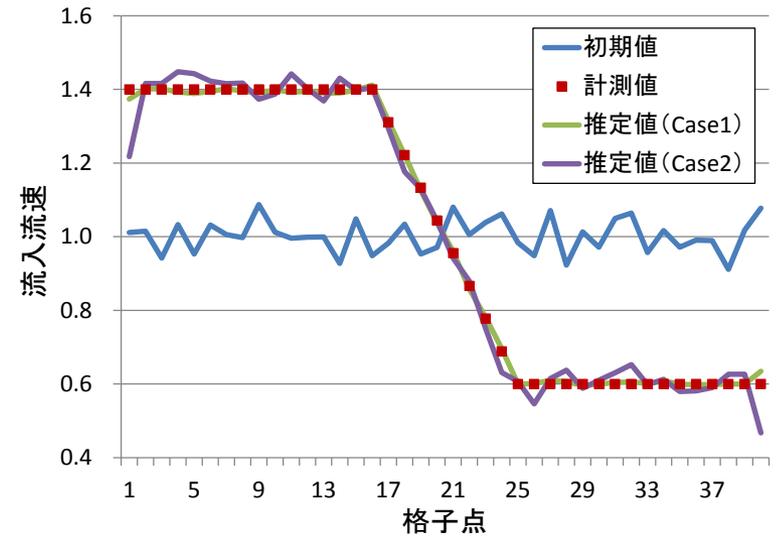
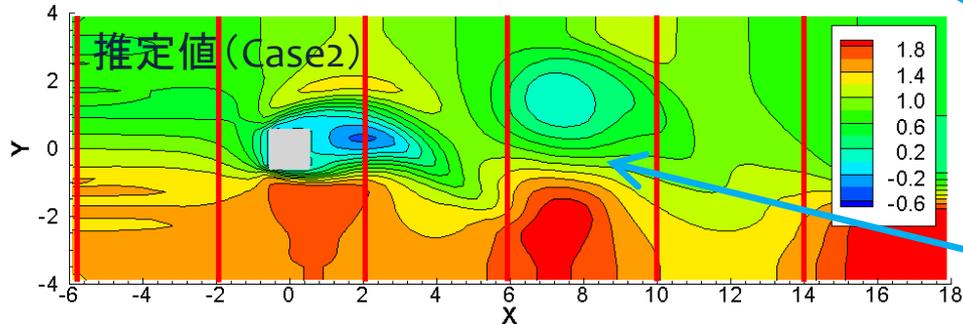
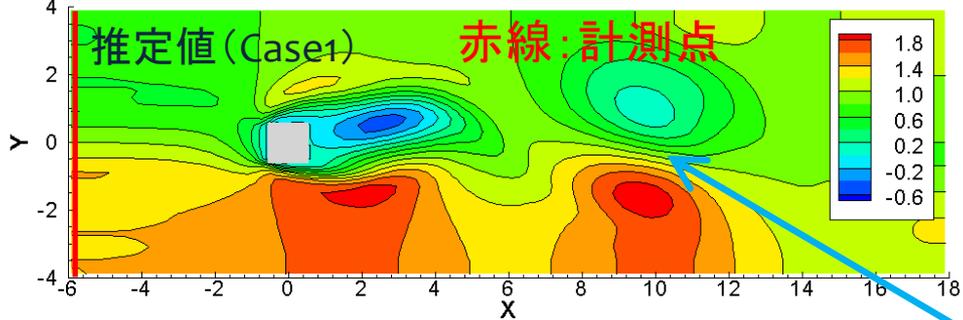
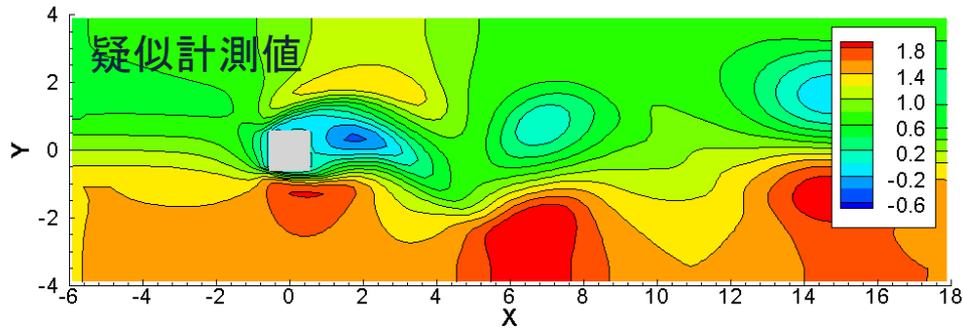
## <データ同化で推定する量>

- 流入境界条件と場全体(位相ずれの修正)

## <検討できること>

- レイノルズ数, 格子点数, 計測点数・位置・・・ソルバー側
- アンサンブル数, 観測・システムノイズの大きさ・・・フィルター側

# 実行例: 2次元粘性流れ(カルマン渦)



流入速度は正確に推定しているが、カルマン渦の位相はずれている

後流に計測点を置くことで、位相も修正されている

## 実行時間(CPU1コア利用)

- 渦1周期約400step (格子点120 x 40) → 1秒程度
- 100アンサンブル, 40回のフィルタリング → 10分程度

## その他, 連絡事項

- 今後の研究会の予定  
ハワイ研究会(2月22-25日)  
次回は4月に開催(希望者のみチュートリアルも)
- WCCM2016@Korea講演募集中(12/31締切)  
(MS710) Data Assimilation Aided Engineering  
<http://wccm2016.org/>
- 詳細なチュートリアル資料は作成中  
実行方法を書いた簡単なReadmeはプログラムに同封  
研究会Webにアップ予定. パスワードは研究会幹事  
にお問い合わせ下さい.