

# 東京湾の青潮の数値シミュレーションに関する研究

指導教官 多部田 茂 助教授

東京大学工学部

船舶海洋工学科

00378 清野豊

# 研究の背景

沿岸域における青潮の発生

青潮の貧酸素水塊によって養殖などに被害

発生を事前に予測することで被害を小さくできる

# 青潮とは



1. 豊富な栄養塩によって植物プランクトンが増加
2. 死骸が降り積もることにより、海底付近で貧酸素水塊が発生
3. 風などにより海底付近の貧酸素水塊が水面付近まで上昇

# 研究の目的

- 東京湾の夏季の海況の再現性の検討
- 青潮を精度よく再現する為のモデルの改良

# 研究の流れ

- 温度、塩分、溶存酸素の鉛直分布が精度よく再現できているかを既存の観測データと計算結果の比較を行うことで検討する。
- 青潮の発生に伴って起こる貧酸素水塊の挙動の再現を試みる。

# 数値モデル

## 物理過程

- 三次元プリミティブ方程式
- 静水圧近似
- ブジネスク近似
- f-plane近似
- 鉛直混合は勾配型リチャードソン数に依存

## 化学・生物過程

浮遊系

➡ 中田モデル  
16変数

底生系

➡ Barrettaモデル  
16変数

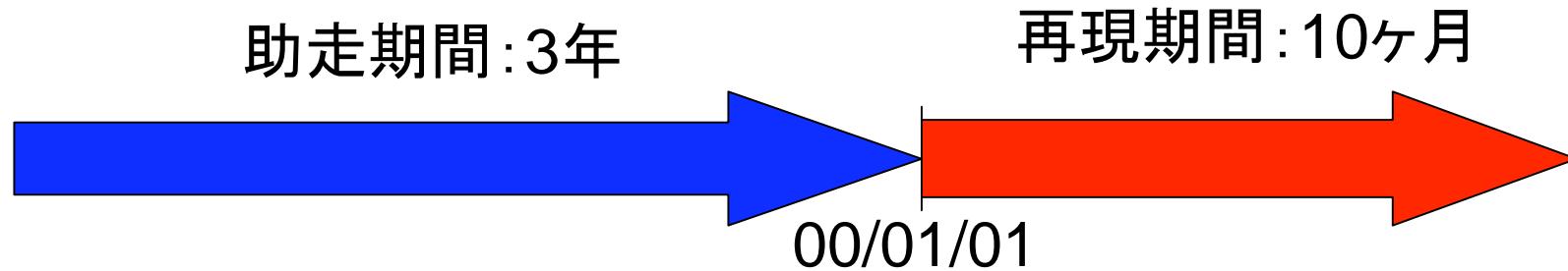
パラメータ

➡ 北澤が東京湾用に  
チューニングしたもの

# 計算条件

- 開境界条件
  - 公共用水域水質データ
  - 月1回の観測頻度
- 河川条件
  - 主要6河川(多摩川、鶴見川、荒川、墨田川、中川、江戸川)
  - 国土交通省水文水質データ
  - 月1回の観測頻度
- 気象条件
  - 気象業務支援センター
  - 1時間おきの観測頻度  
(気温、気圧、全天日射量、雲量、相対湿度、降水量)

# 計算期間の設定

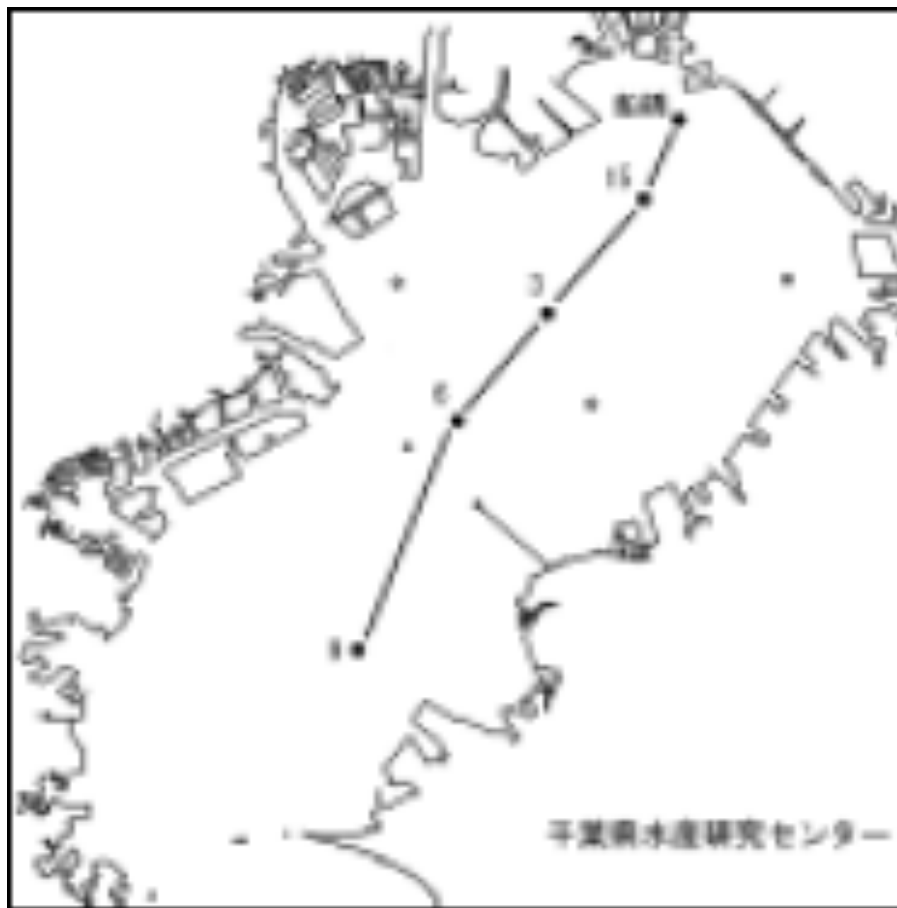


入力データ  
過去5年間の平均値  
年間変動を考慮

入力データ  
リアルタイムシミュ  
レーション

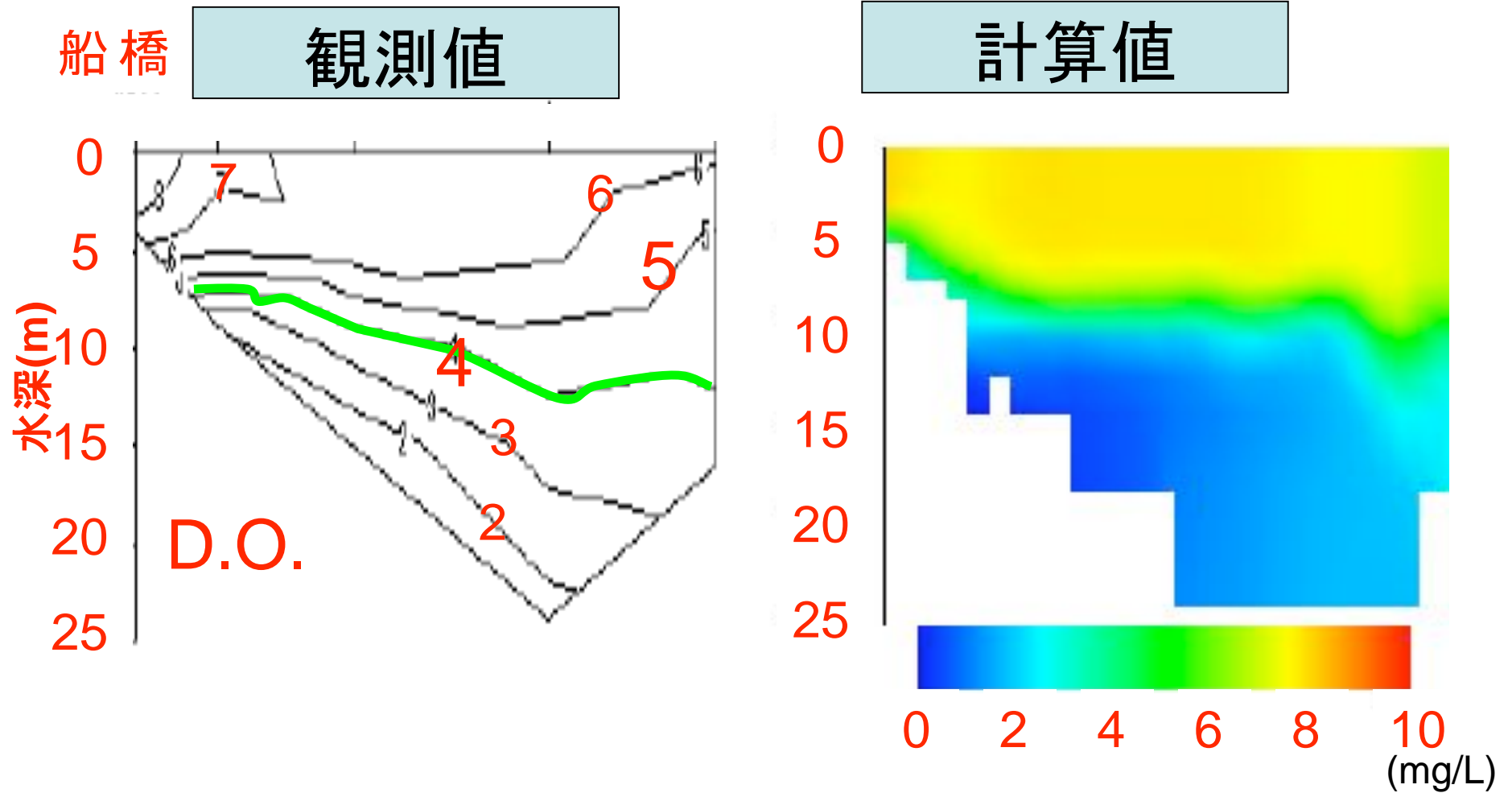


# 観測断面

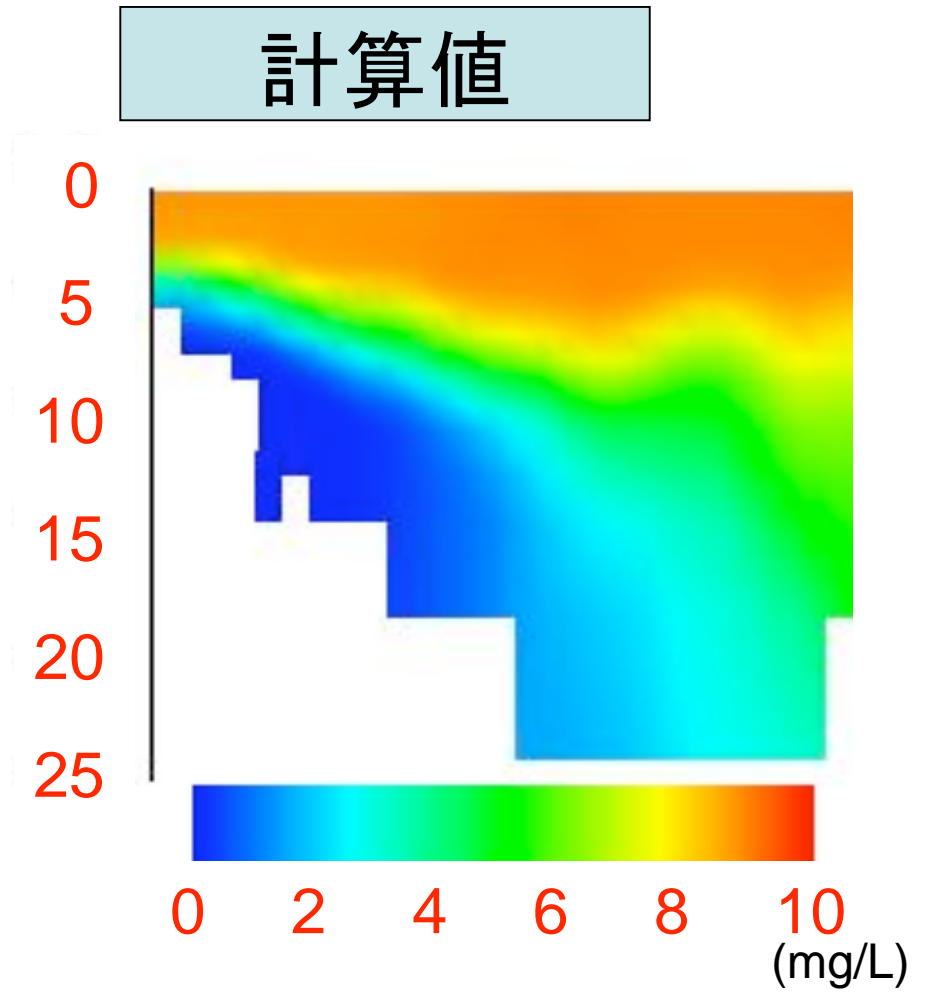
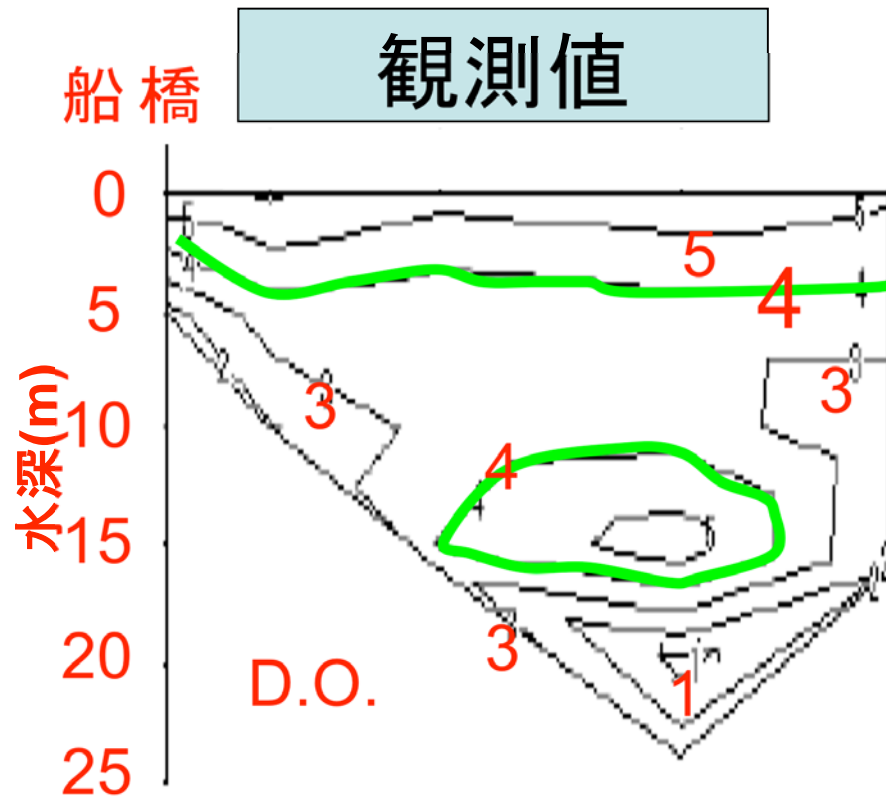


- 観測点(内湾)
  - 水平方向 5点
  - 鉛直方向 1m間隔
- 観測日
  - 2000年6月8日
  - 2000年7月27日
  - 2000年8月10日
  - 2000年9月4日

# 鉛直断面の計算と観測の比較—6月8日、溶存酸素



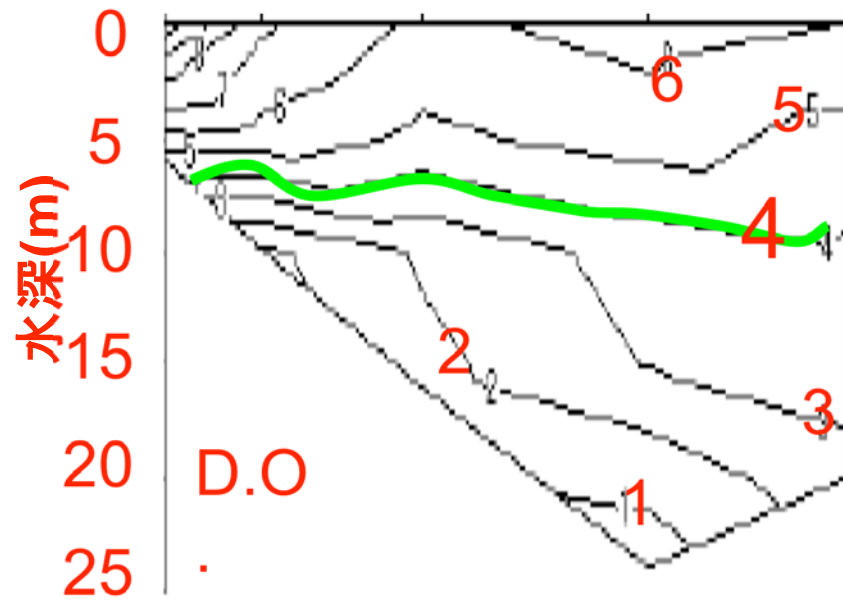
# 鉛直断面の計算と観測の比較—7月27日、溶存酸素



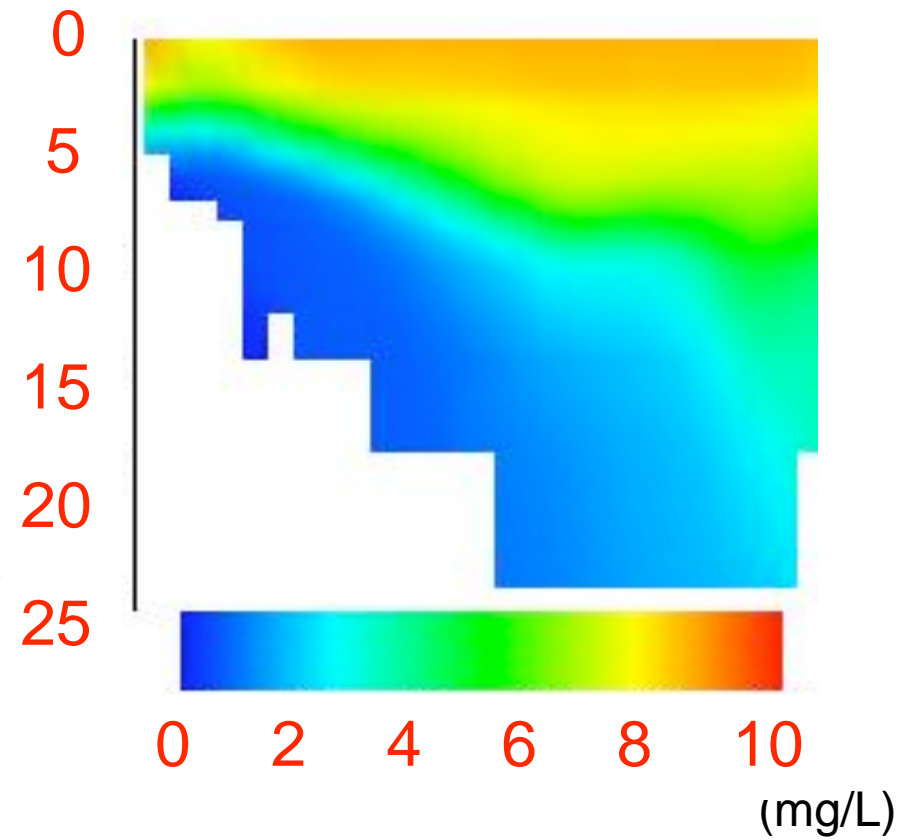
# 鉛直断面の計算と観測の比較—8月10日、溶存酸素

船橋

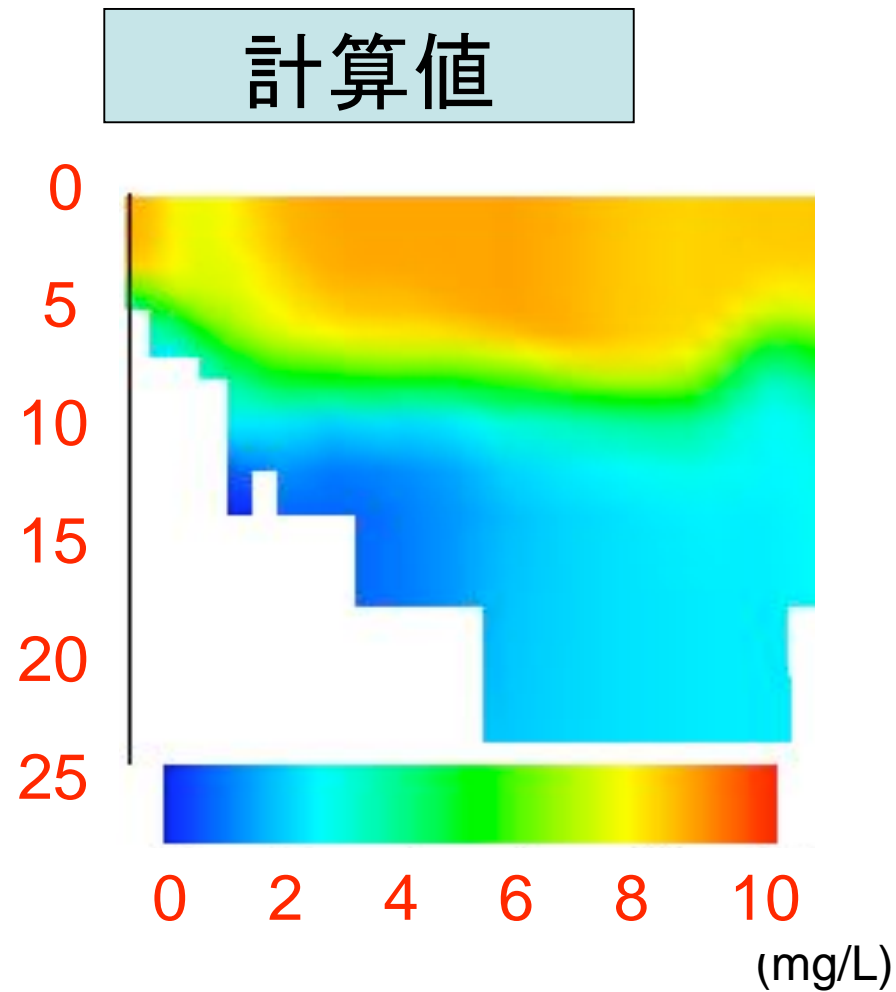
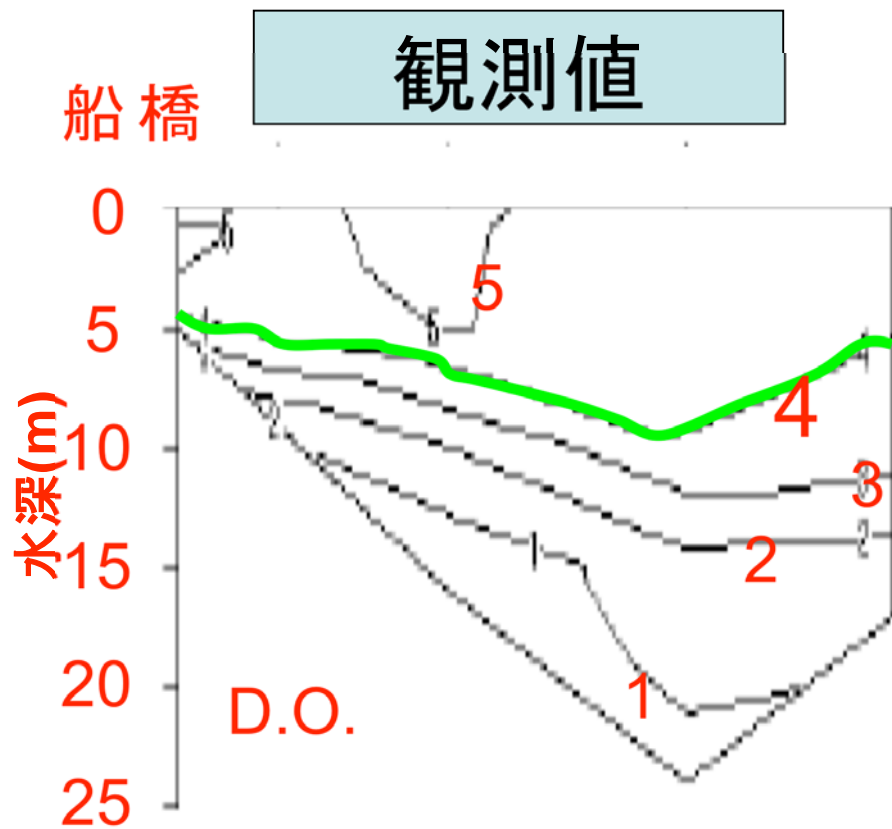
観測値



計算値

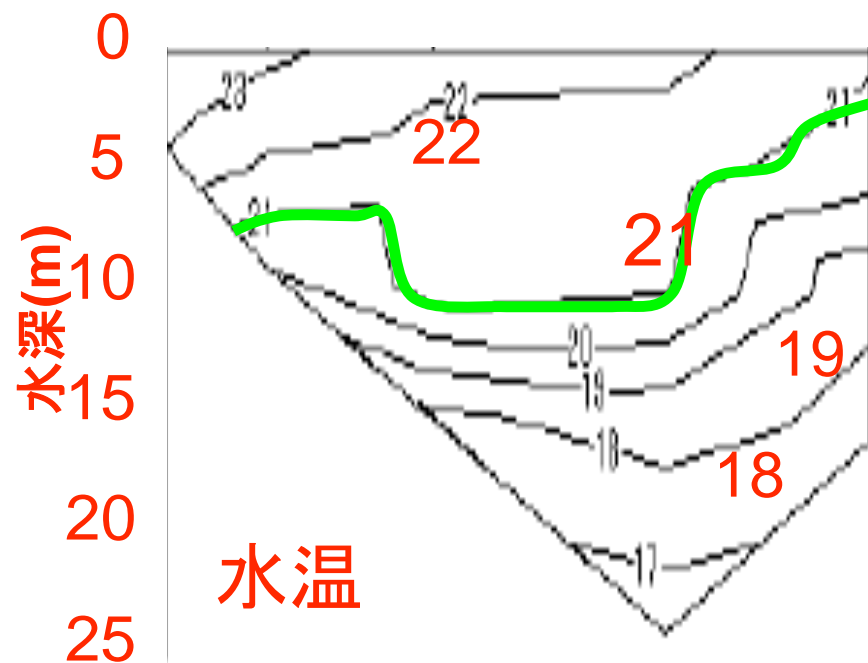


# 鉛直断面の計算と観測の比較—9月4日、溶存酸素

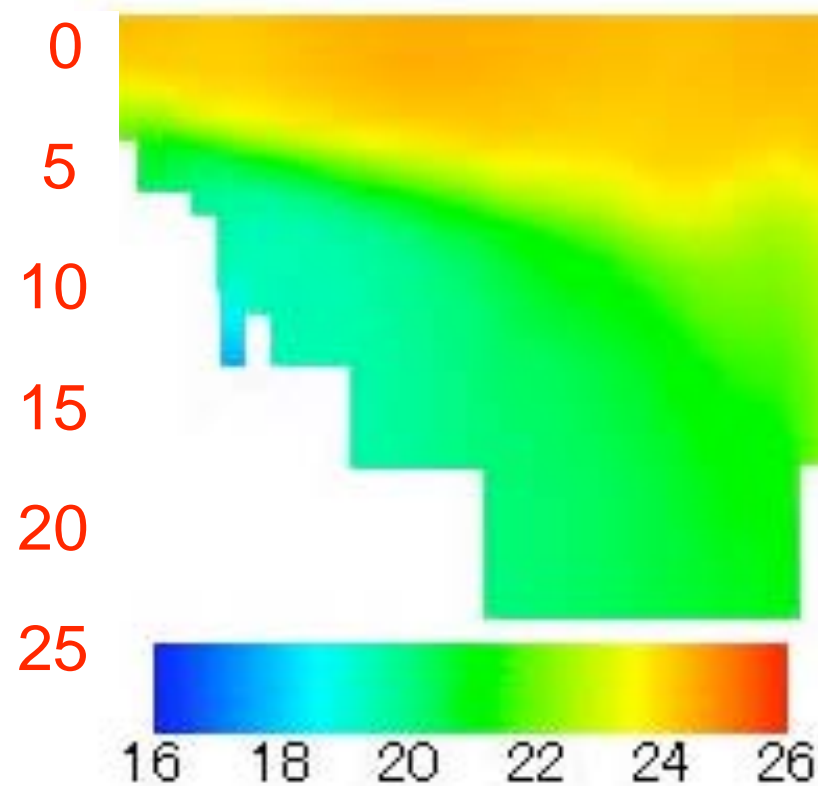


# 鉛直断面の計算と観測の比較—6月8日、水温

観測値



計算値

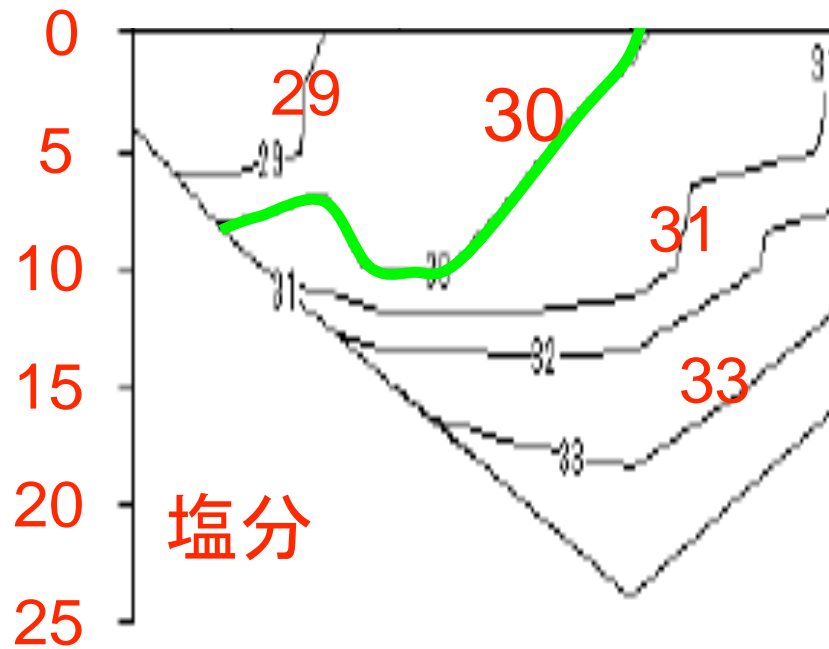


(°C)

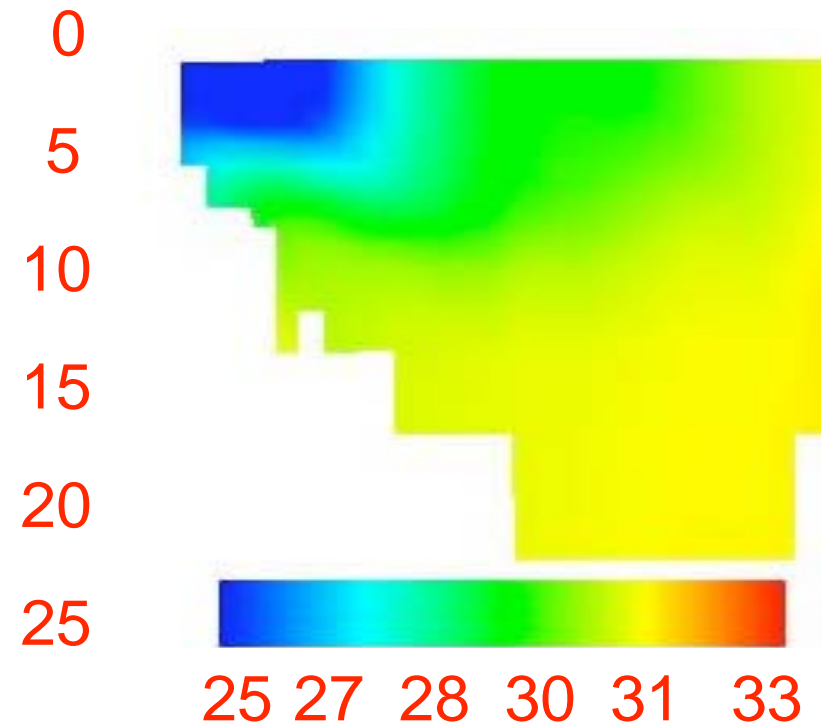
# 鉛直断面の計算と観測の比較—6月8日、塩分

船橋

観測値

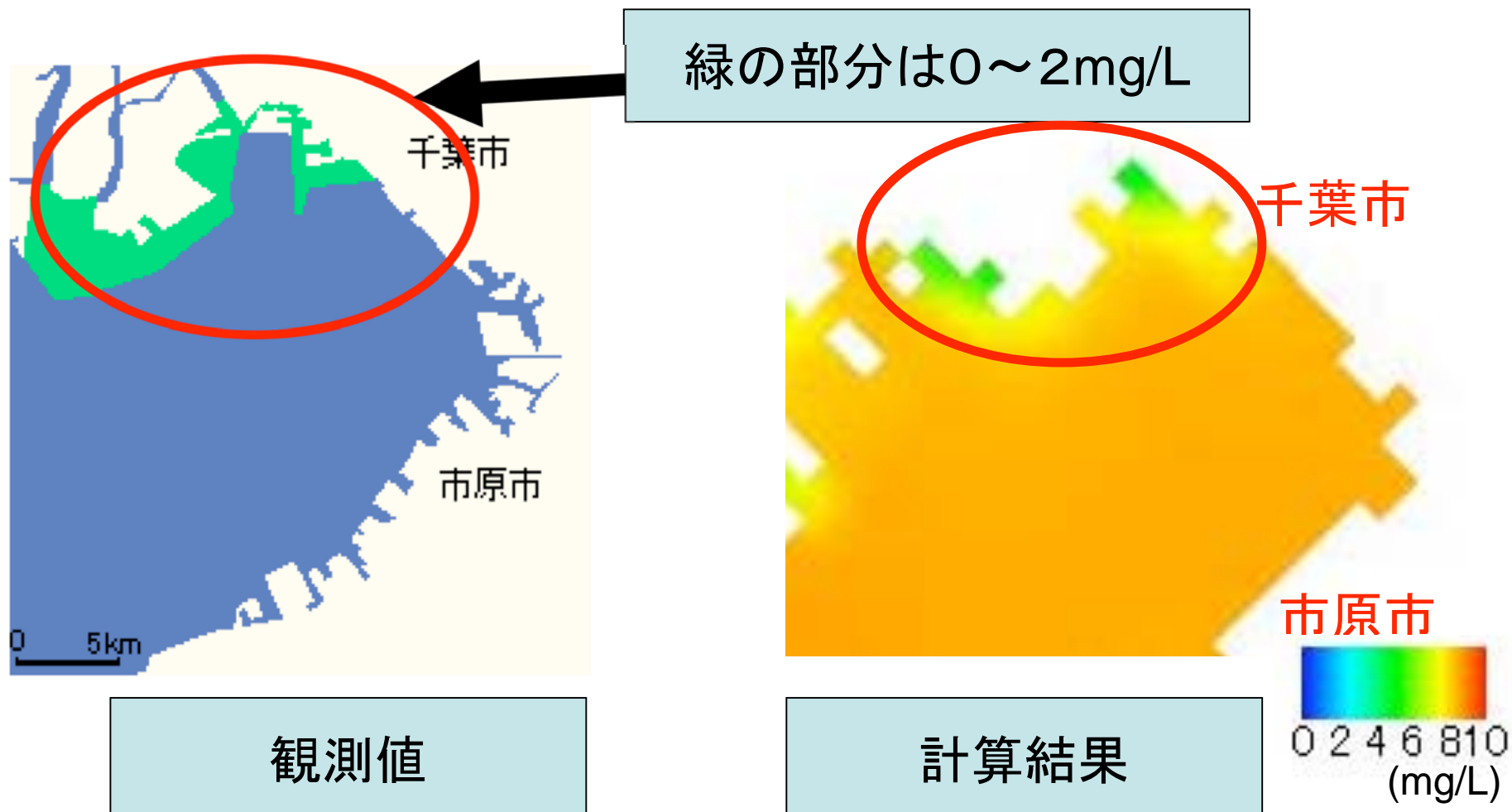


計算値



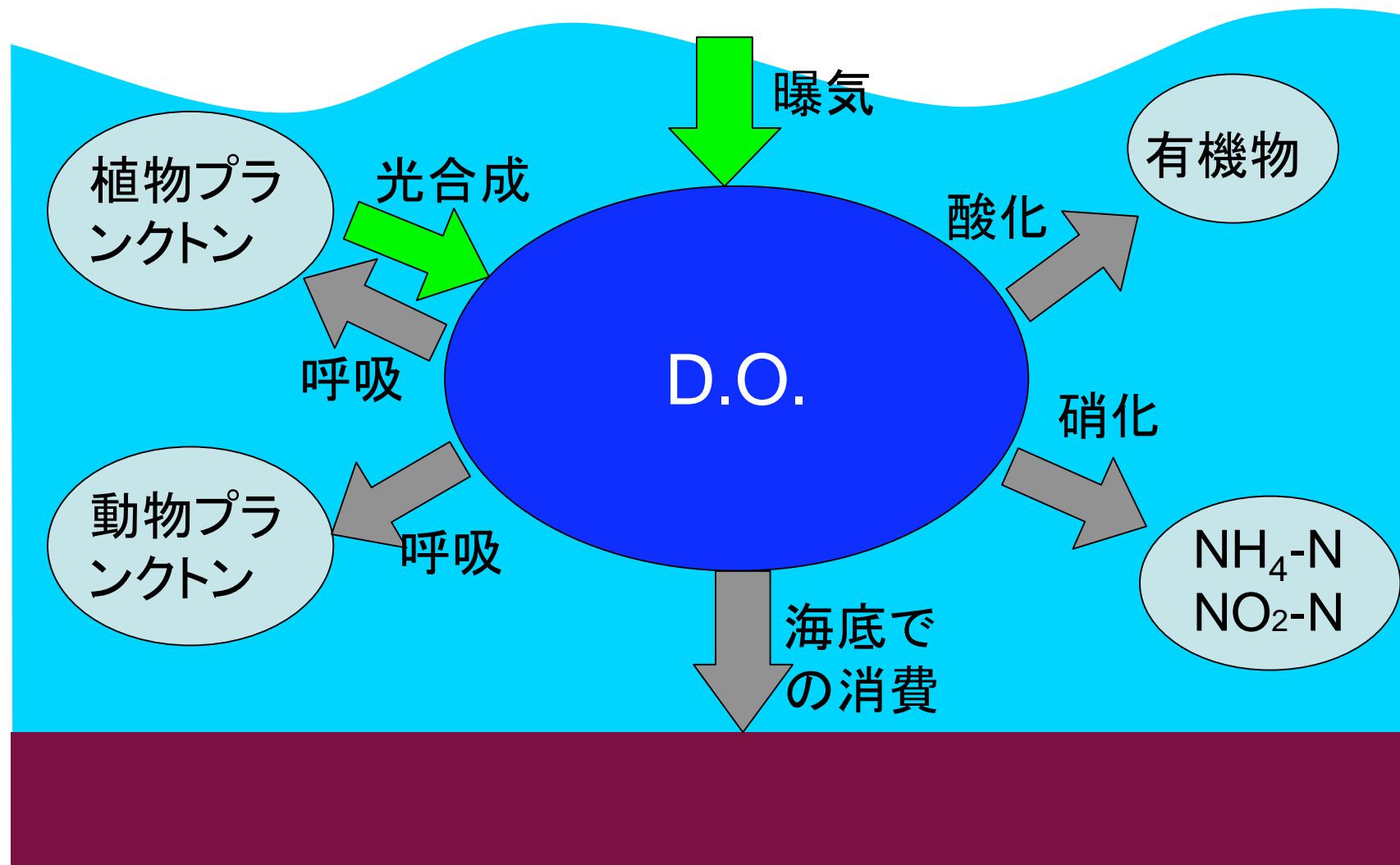
(PSU)

# 計算モデルの改良(2000年9月28日、溶存酸素の比較)





# 溶存酸素の生産・消費



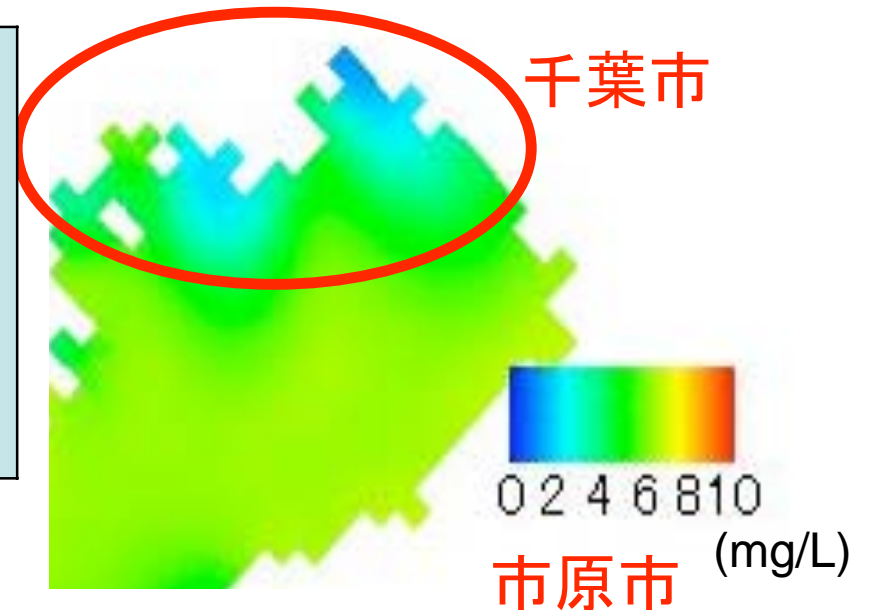
# 計算モデルの改良(曝気)

- 曝気の関数を変更

$$B_{20} = \frac{K_a (DO_s - DO)}{h_s}$$

$$B_{20} = \frac{K_a (DO_s - DO)}{h_s} \frac{K_c}{K_{c0}}$$

$K_a$  : 曝気係数  
 $DO_s$  : 飽和酸素濃度  
 $h_s$  : 表層の格子の厚さ  
 $K_c$  : 鉛直渦拡散係数  
 $K_{c0}$  : 均質流体の鉛直渦拡散係数



# 計算モデル改良(減衰係数)

- ・光の減衰係数も変更

$$k_{ext} = k_0 + \gamma_k \cdot \sum_{i=1}^{NP} PHY_i$$



$$k_{ext} = k_0 + \gamma_k \cdot \sum_{i=1}^{NP} PHY + \gamma_{k2} \cdot POC$$

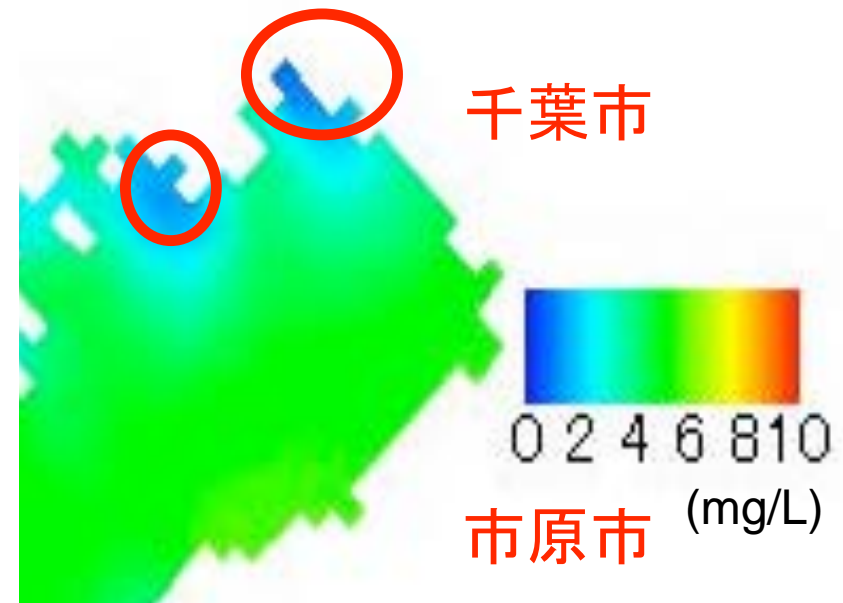
$k_0$  : 植物プランクトンによらない減衰

$\gamma_k$  : 植物プランクトンによる減衰係数

$\gamma_{k2}$  : 懸濁態有機物による減衰係数

$PHY$  : 植物プランクトン

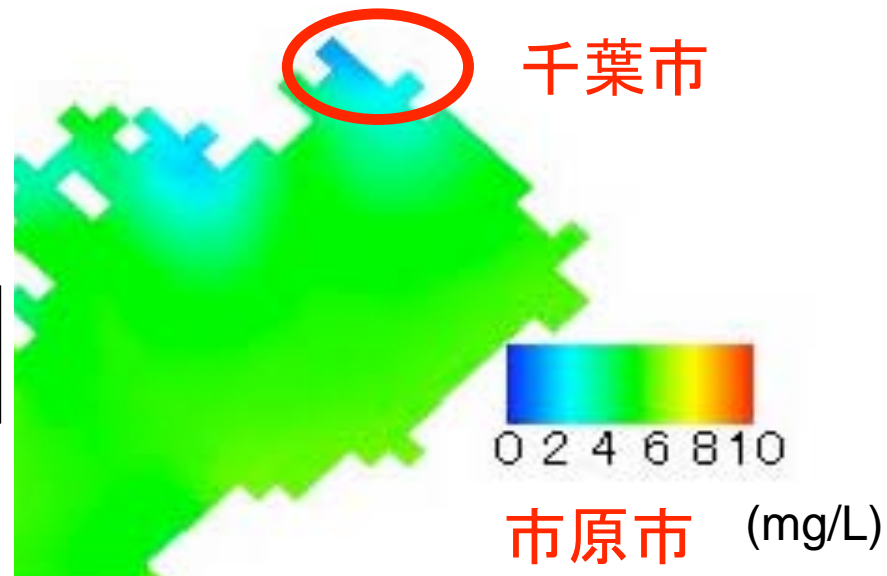
$POC$  : 懸濁態有機物



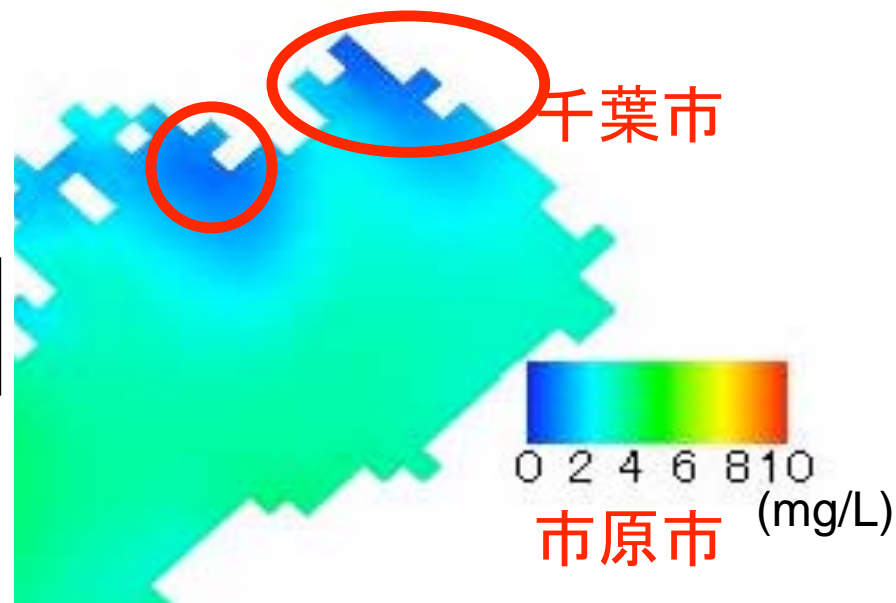
# モデルの妥当性の検証(2000年10月4~5日、溶存酸素)



10/4



10/5

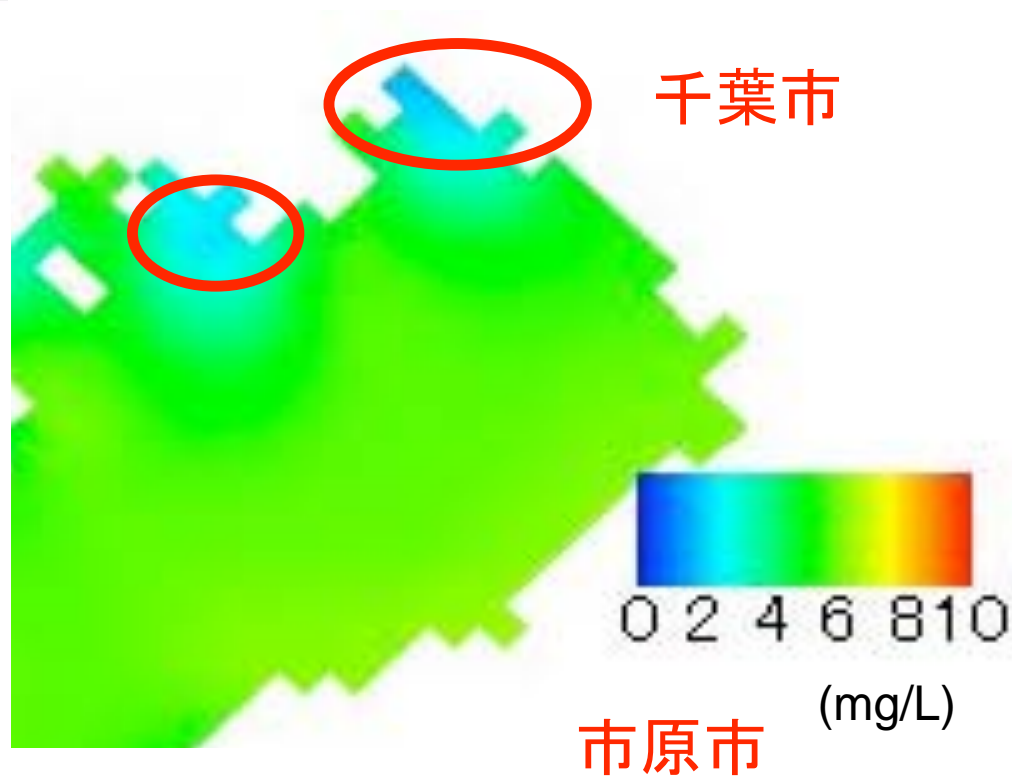


# モデルの妥当性の検証(2000年10月12日、溶存酸素)

10/12

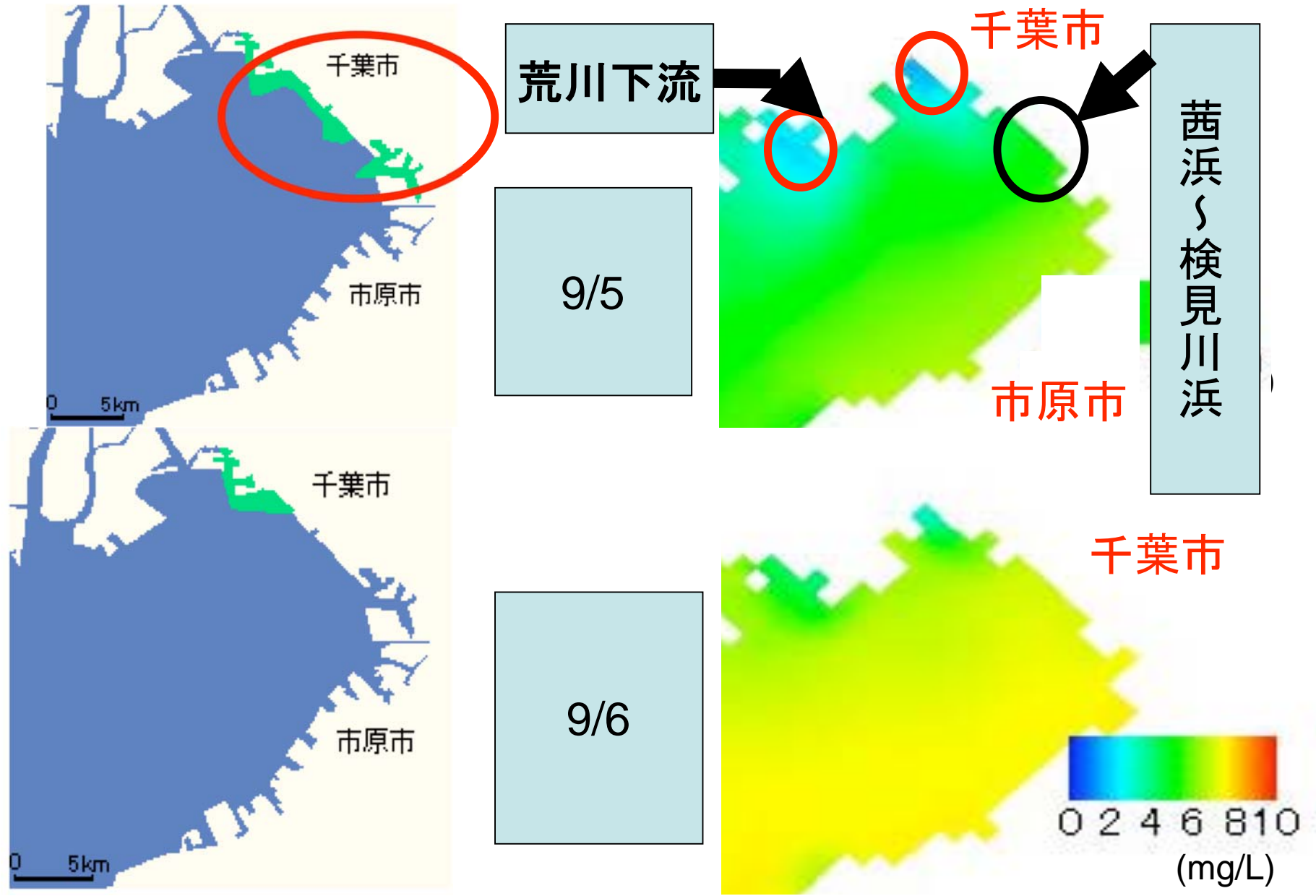


観測値

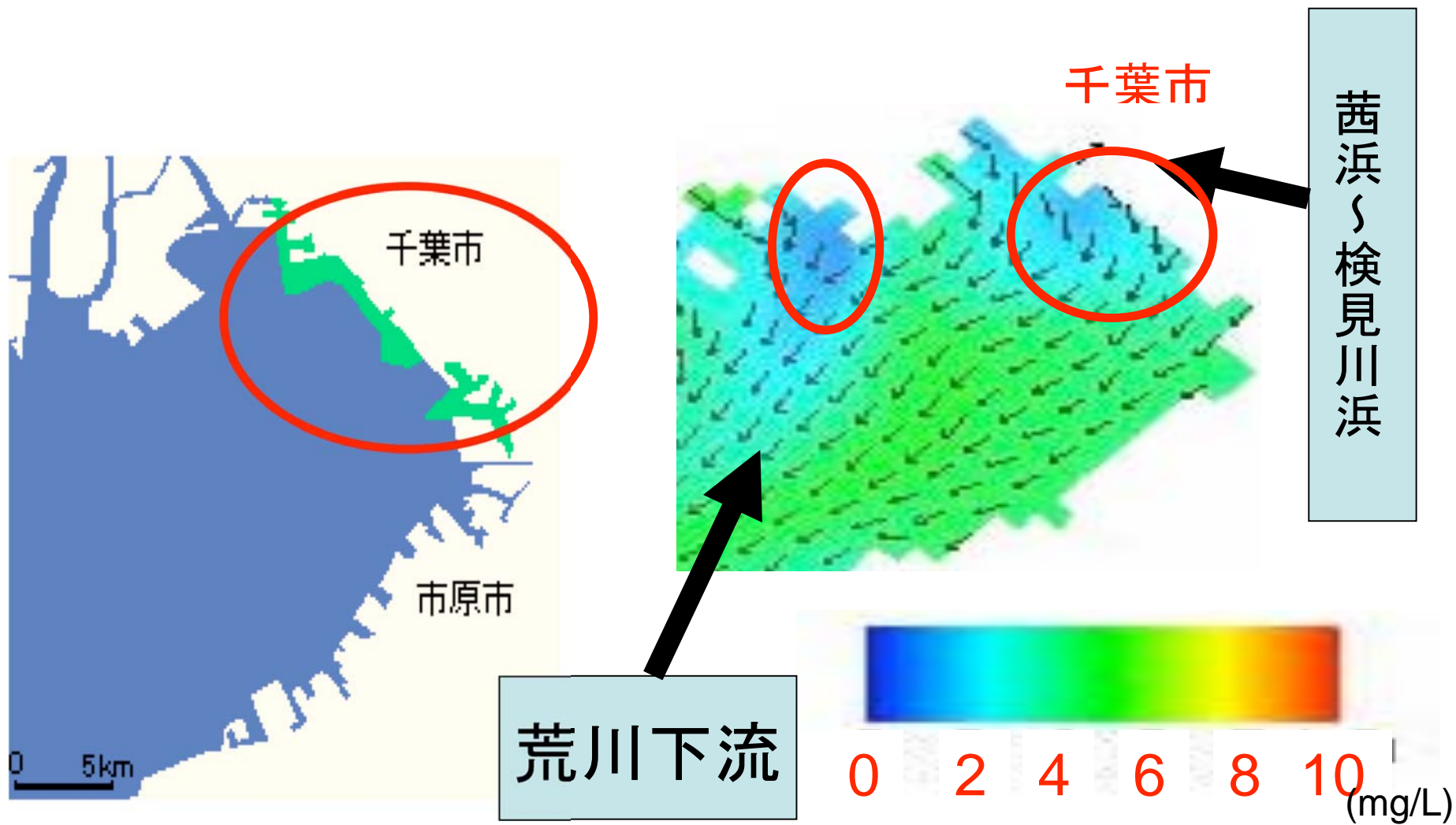


計算結果

# モデルの妥当性の検証(2000年9月5~6日、溶存酸素)

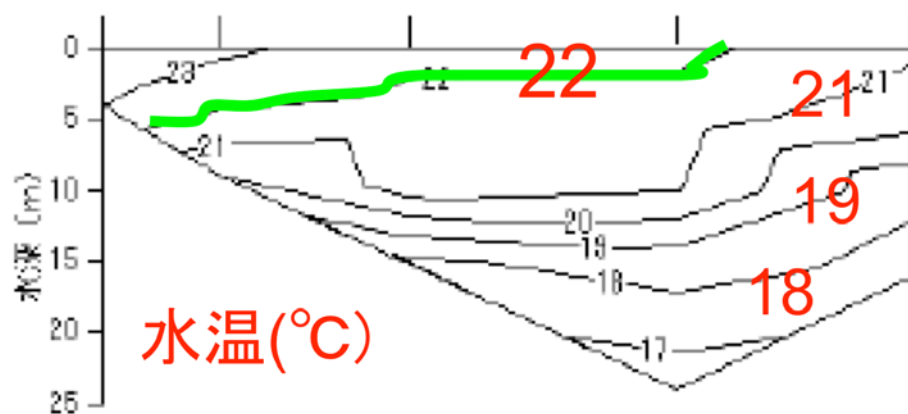


モデルの妥当性の検証(9月5日、溶存酸素、**水平格子間隔1/2**)

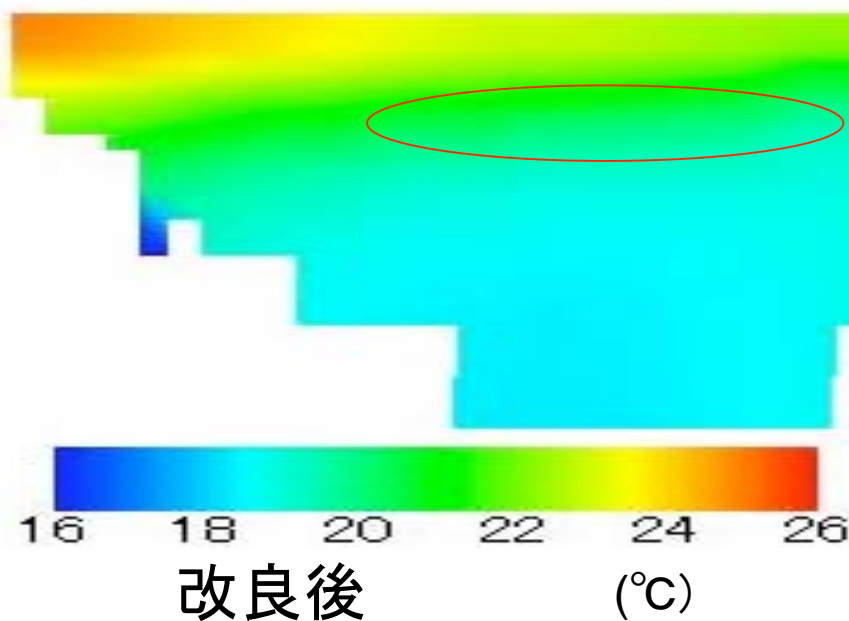
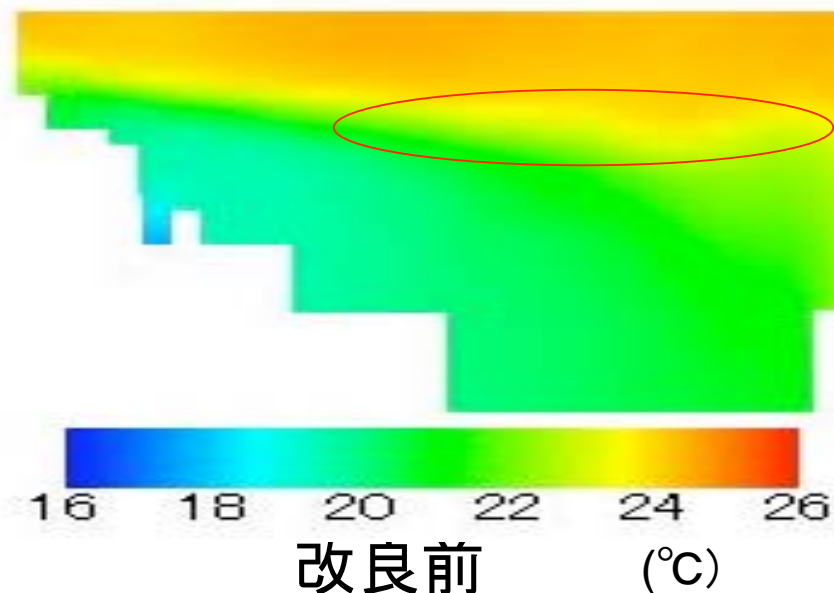


# 改良前後の比較(6月8日、水温)

船橋



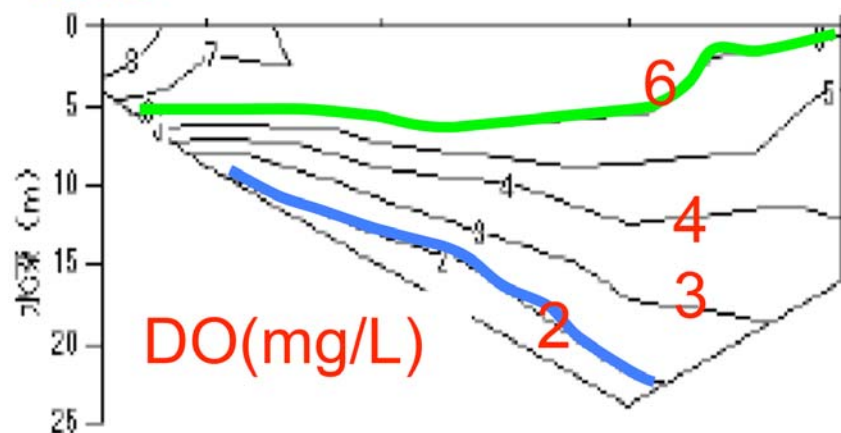
観測値



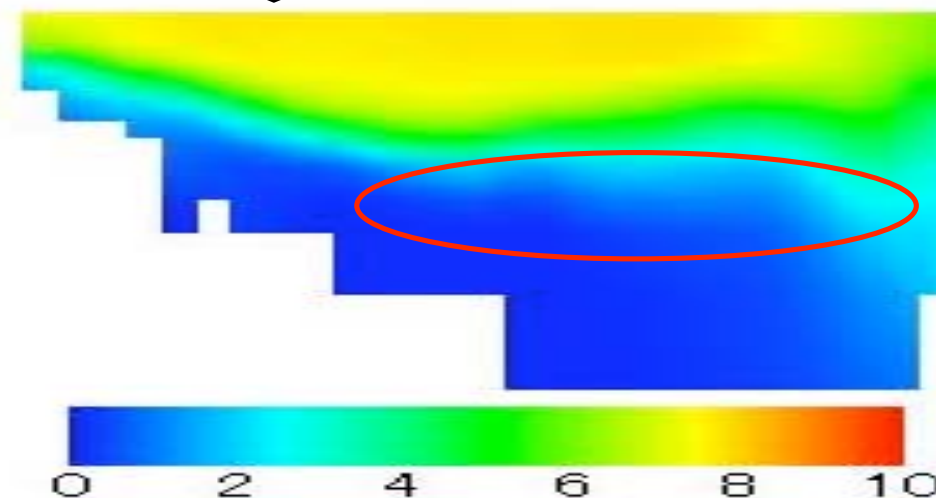
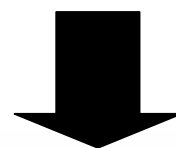
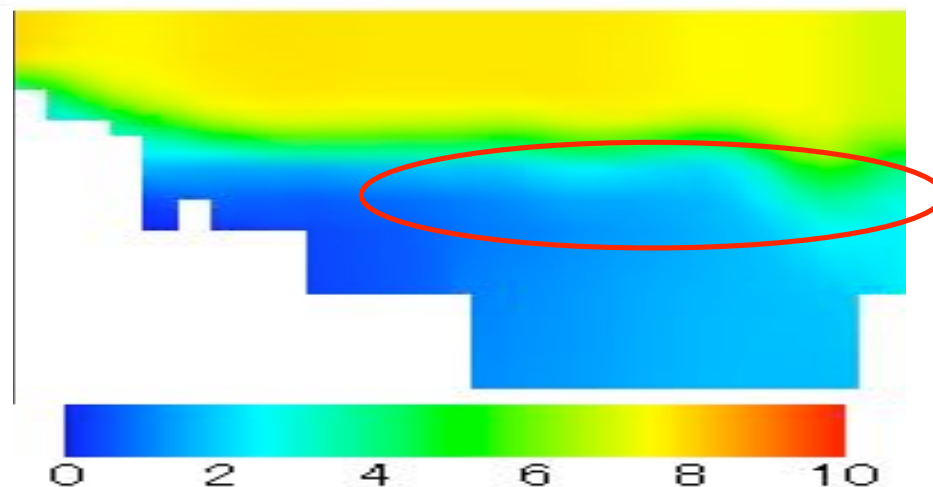


# 改良前後の比較(6月8日、溶存酸素)

船橋



観測値



改良後

(mg/L)

# 結論

- 従来の計算モデルで、鉛直方向で東京湾の夏季の海況を概ね再現できることが確認できた。
- 曝気の関数と日射の減衰係数を変更することで、従来は確認できなかった貧酸素水塊の湧昇を精度よく再現することができた。
- 上のモデルの改良で東京湾の夏季の海況の再現をより精密に再現することができた。

# 今後の課題

- 荒川下流での貧酸素水湧昇の再現の精度を上げる。
- 本モデルを用いて青潮の発生予測を行う