

水域流動モデル高度化研究グループ

## 河川感潮域から内湾にいたる 水域流動シミュレーションモデルの開発研究

### 研究目的

河川下流部から内湾に至る水域は種々の要因が関係し、複雑な流動形態となっている。

複雑な流動メカニズムを正確に再現・予測できる数値計算モデルが環境影響評価を実施する上で必要である。

三次元流動モデルを産学協同で開発を行う。

東京工業大学大学院総合理工学研究科 石川研究室とコンサルタント5社による共同研究

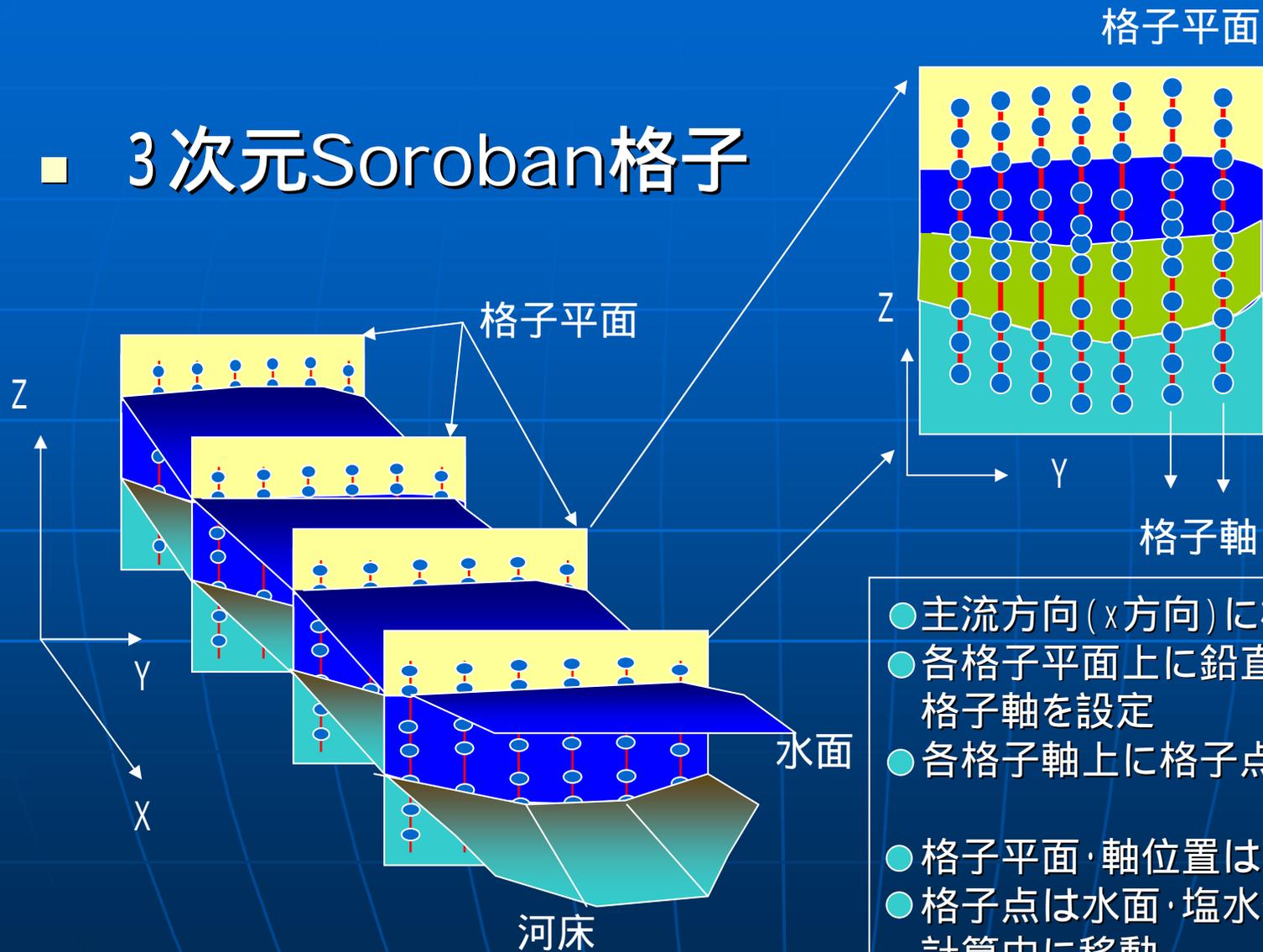
3次元CIP-Soroban法による汽水域流動モデルを構築し、観測結果と比較を行った。

流速値及び塩分楔の伸張速度等に定量的な差が見られたが、潮位ごとの流動特徴を定性的に再現可能であることを確認した。

格子解像度の向上、初期条件の再検討(助走計算期間の確保)等を行い、解析結果の依存性と観測結果との整合性の向上が確認された。

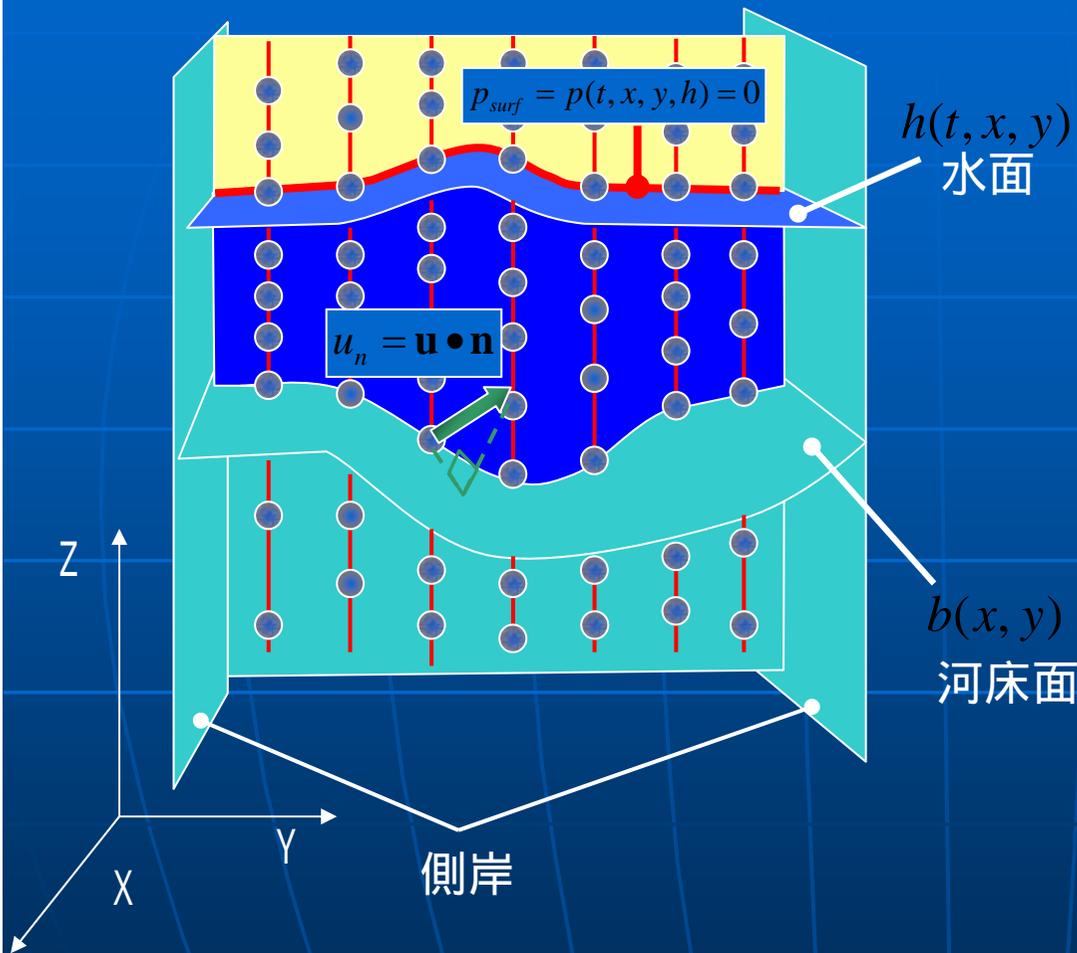
# 3次元Soroban格子

## ■ 3次元Soroban格子



- 主流方向 ( $x$  方向) に格子平面を設定
- 各格子平面上に鉛直 ( $z$ ) 方向の格子軸を設定
- 各格子軸上に格子点を配置
- 格子平面・軸位置は計算開始時に設定
- 格子点は水面・塩水位置に応じて計算中に移動

# 3次元Soroban格子



- 河床面・水面に格子点を配置
- 河床面以下・水面以上にも格子点を配置し、流速・圧力を内部境界条件を満足しつつ計算
- 内部境界条件：  
河床面上格子点：流速法線成分ゼロ

$$\mathbf{u}_n = u_b n_x + v_b n_y + w_b n_z = 0$$

$$\text{河床面法線ベクトル: } \mathbf{n} = \left( -\frac{\partial b}{\partial x}, -\frac{\partial b}{\partial y}, 1 \right)$$

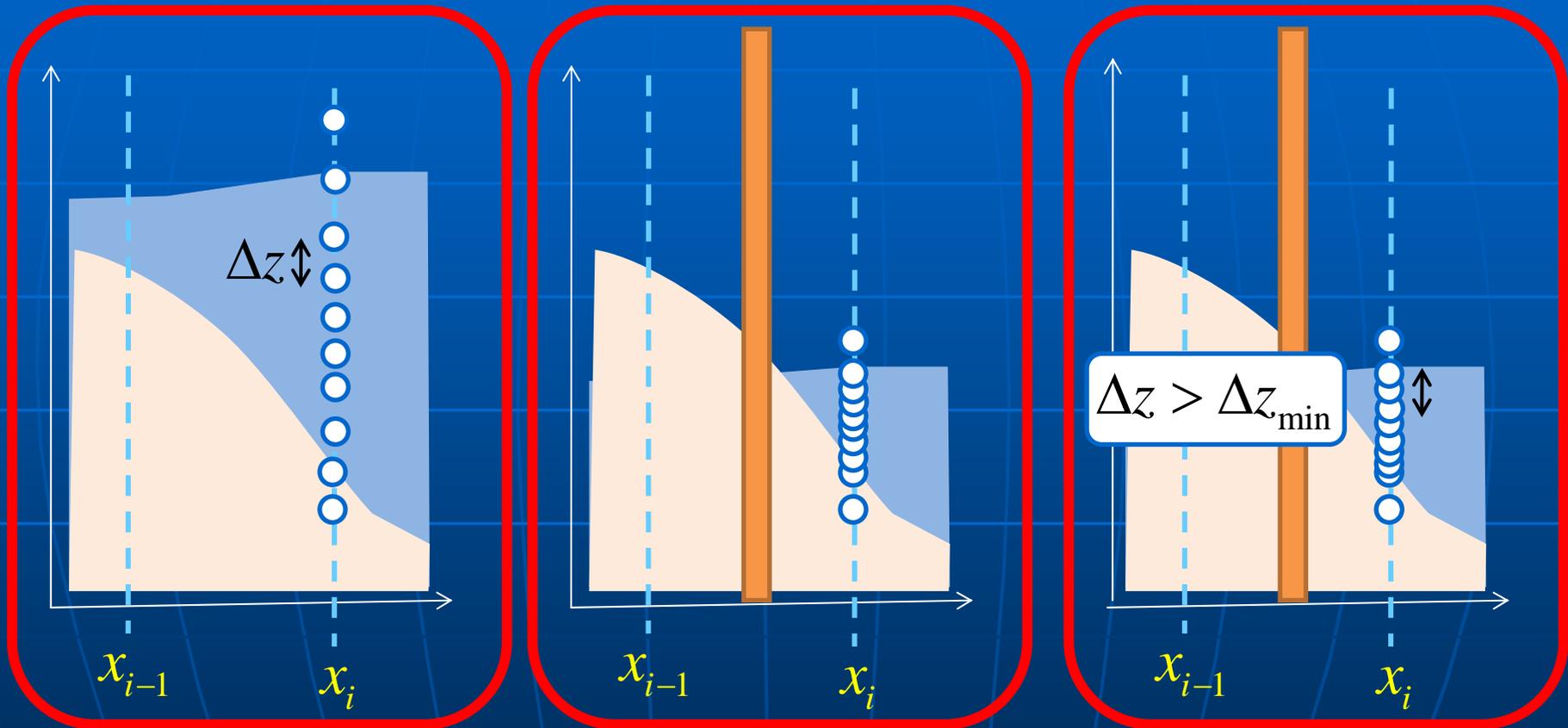
水面上格子点：圧力一定

$$p_{surf} = p(t, x, y, h) = 0$$

側岸：y方向境界には水際点の移動を考慮しない。(鉛直側岸が存在と仮定する)

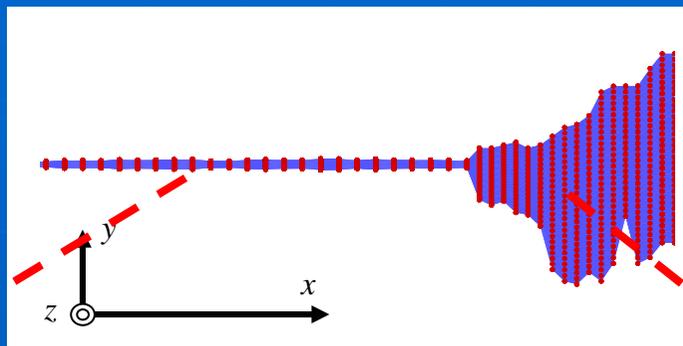
# 水際線の移動への対応

水深に関わらず一定の格子点数を配置した場合  
水深の浅い場合: 極端に小さい鉛直方向の格子幅  $\Delta z$



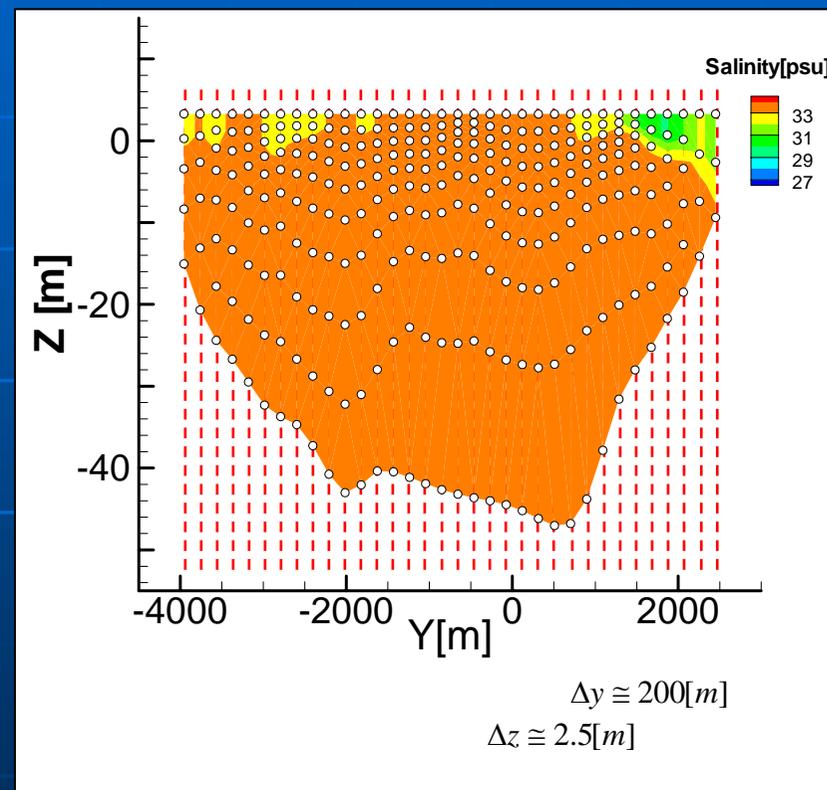
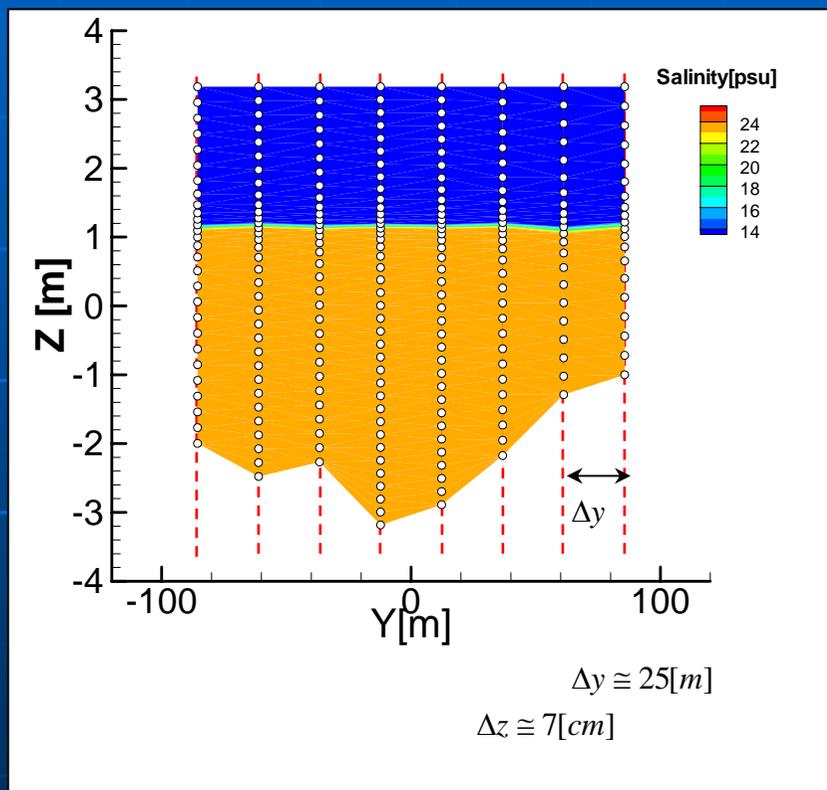
最小格子幅  $\Delta z_{\min}$  以上になる  
ように格子点数を間引く

# 計算格子



河道部

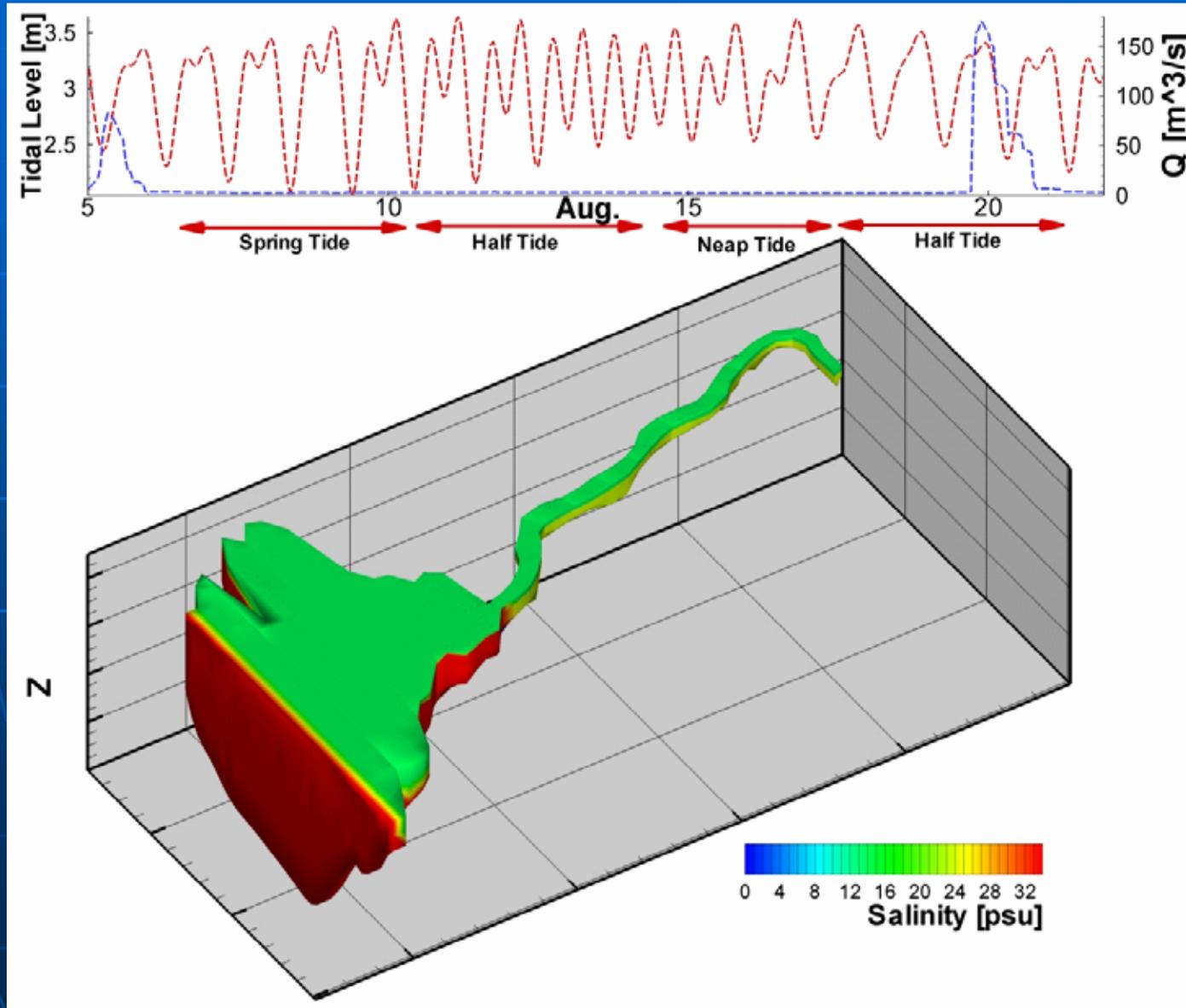
湾部



塩分の急変領域に格子点を集中配置

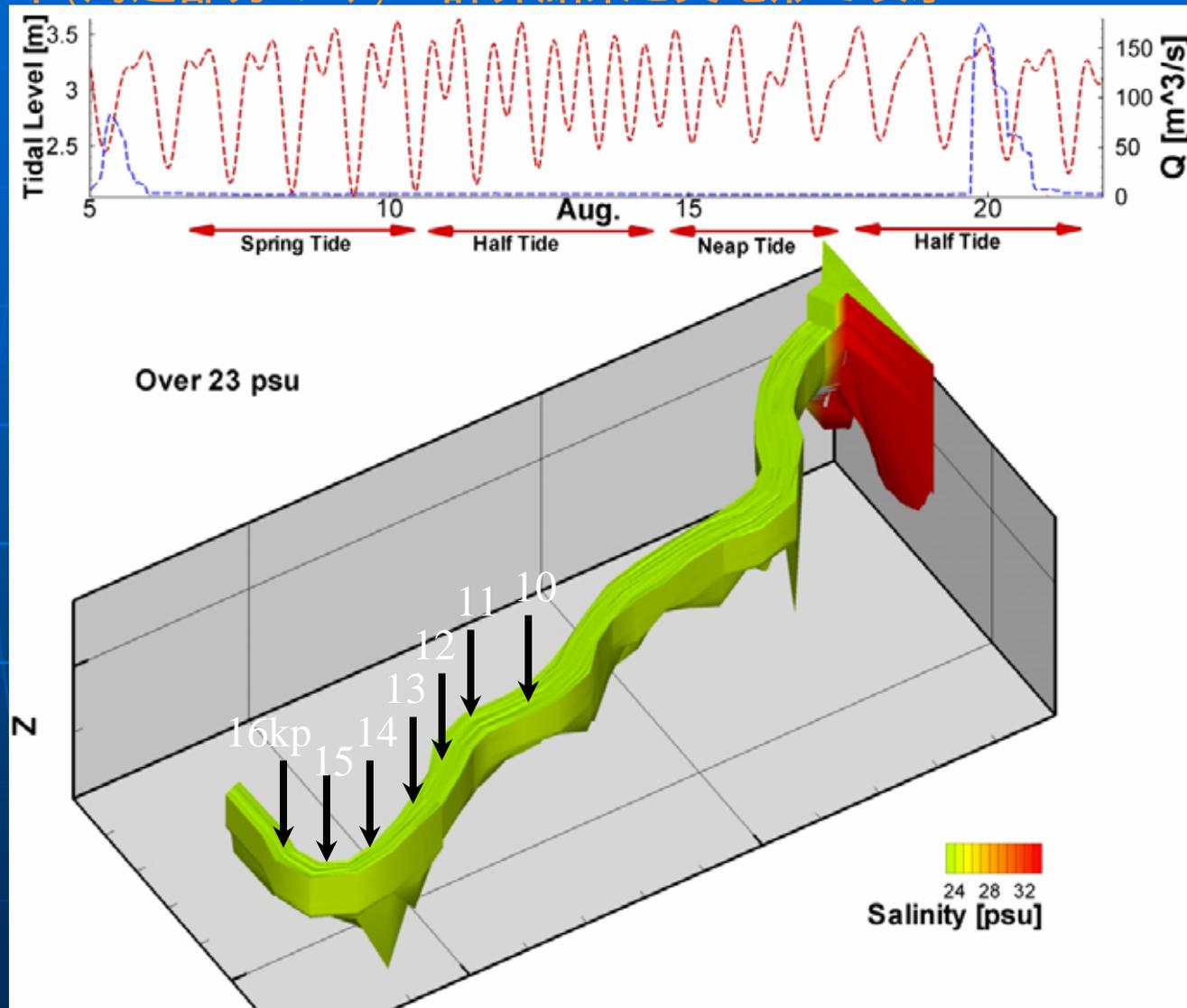
# 計算結果

塩分分布—計算結果を実地形で表示



# 計算結果

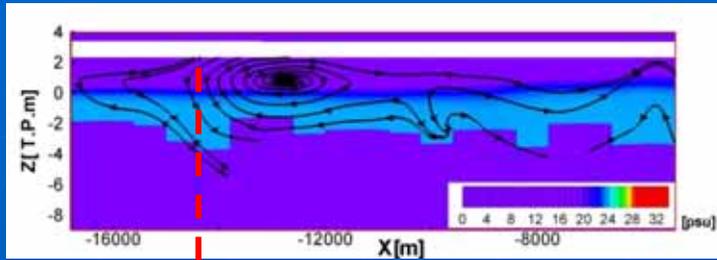
塩分分布 (河道部分のみ) - 計算結果を実地形で表示



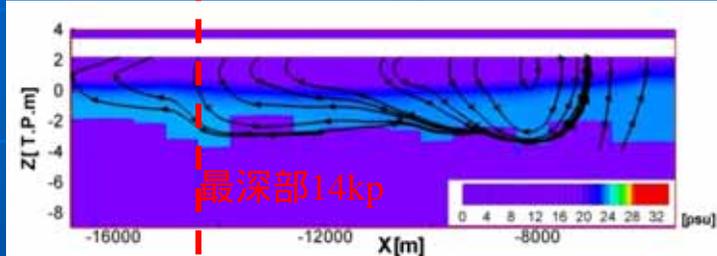
大潮: 塩水層厚減衰、13kpより上流と下流で塩水が分離  
小潮: 塩水楔が顕著に遡上

# 計算結果—大潮(8月6日~10日)

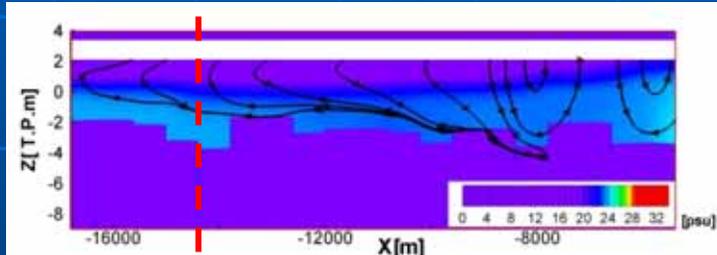
A: 8/6



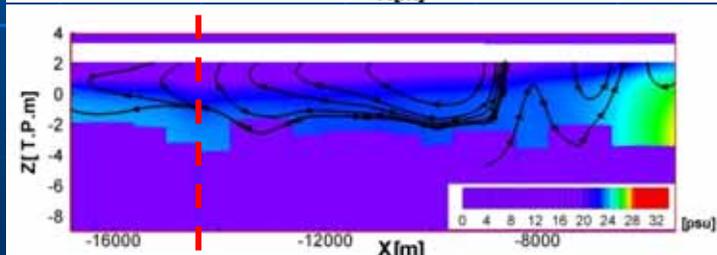
B: 8/7



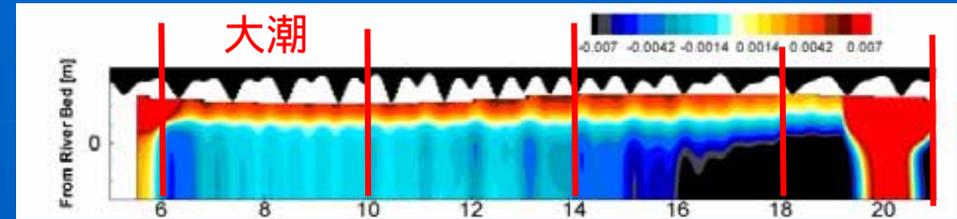
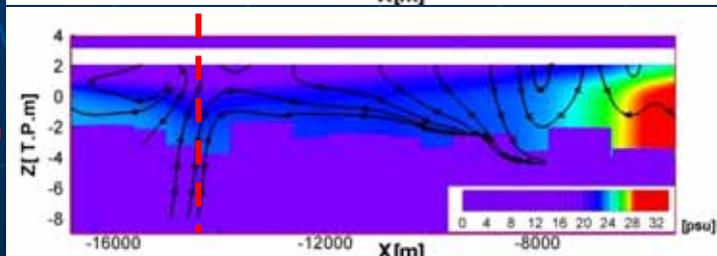
C: 8/8



D: 8/9



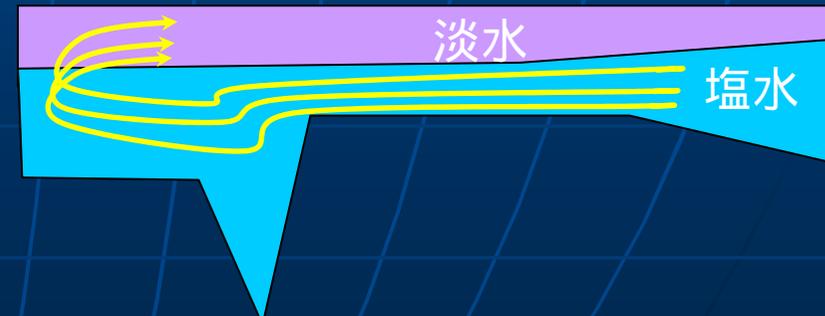
E: 8/10



A B C D E

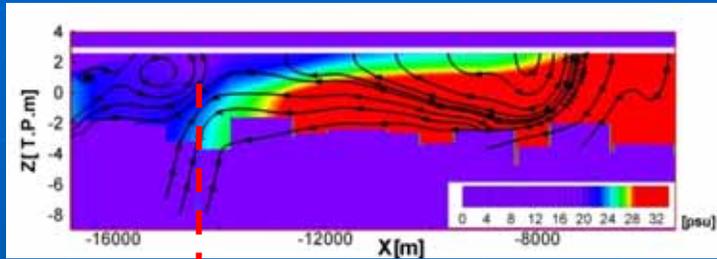
河道中心線における主流速 & 塩分分布の1潮汐平均 (河口から4.8km ~ 17km)

最深部14kpと上流で塩水層の密度はほぼ同じ  
塩水内部の流速は14kpより上流でもほぼ水平

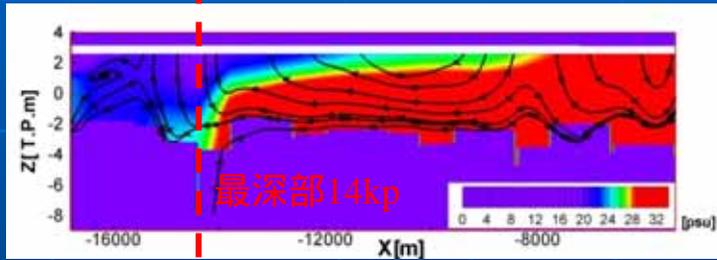


# 計算結果—小潮(8月15日~18日)

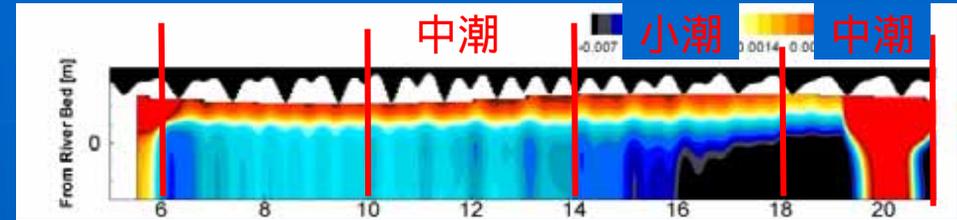
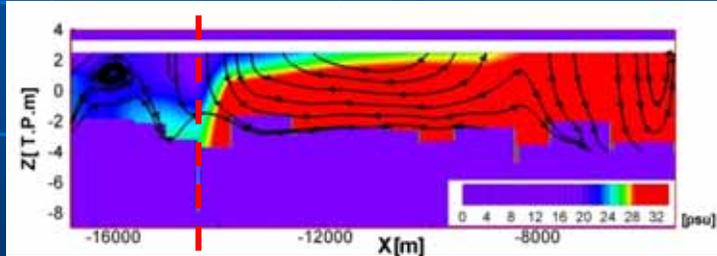
A: 8/12



B: 8/13



C: 8/14



↑ ↑ ↑  
A B C

最深部14kpに上流より高塩分の塩水楔が到達  
河床面に沿った「底層流」

