

A satellite map of Ise Bay, Japan, with a blue overlay representing a simulation area. The blue area covers the bay and extends into the surrounding land, following the coastline and major waterways. The text "伊勢湾シミュレーターの開発" is overlaid in white on the blue area.

# 伊勢湾シミュレーターの開発

# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 開発目的とコンセプト

**目的** 伊勢湾の水質環境をシミュレーションできる統一モデル

↓  
伊勢湾シミュレーターの開発

水質問題の解析

事業の効果把握

将来予測

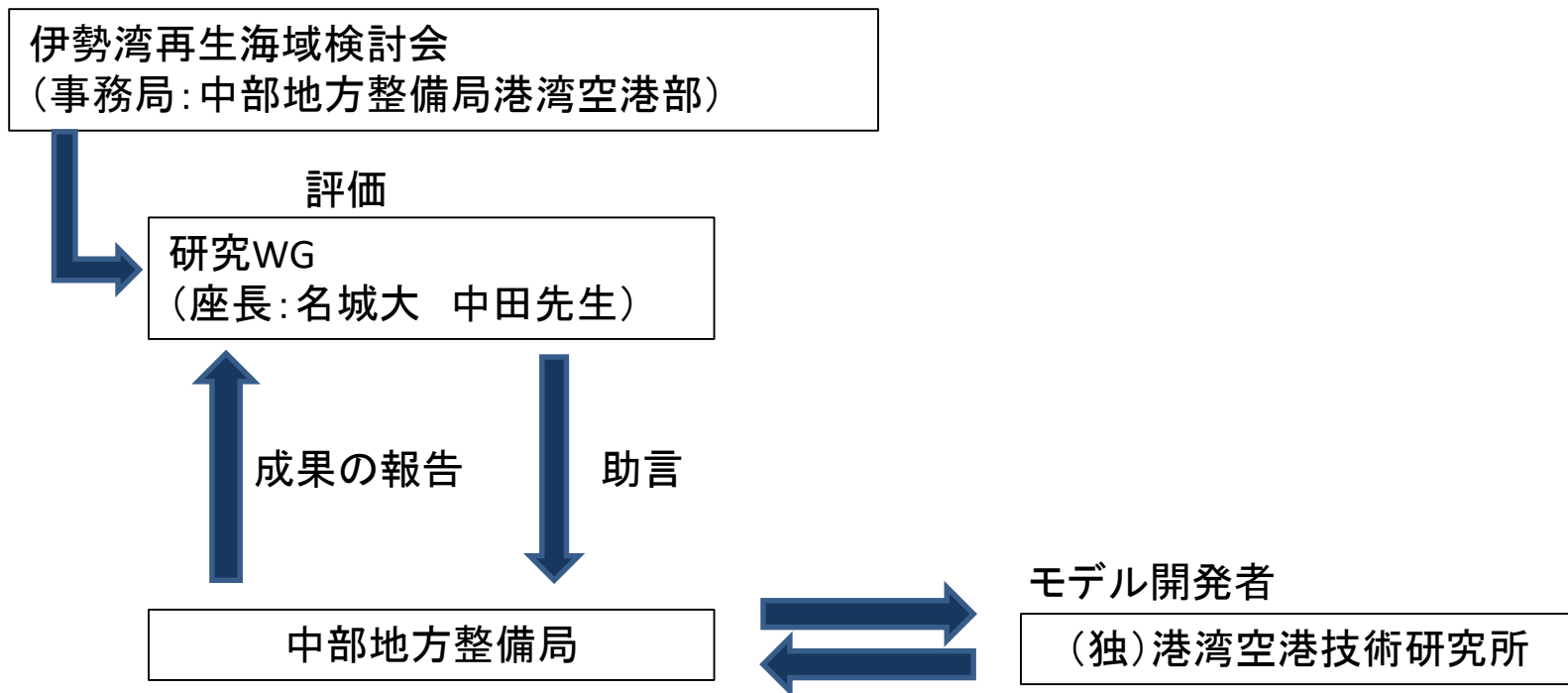


**コンセプト**

1. 数値計算モデルと計算方法を公表する  
→ 客観的に再現性のある環境アセス
1. できる限り、最新の知見を盛り込んだモデルとする

# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 開発体制



# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 伊勢湾シミュレーターの特徴

### ○流動モデル: Full-3Dモデルの導入

→ 港湾施設のような複雑な地形での流れを考慮

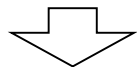
→ 貧酸素水塊の“湧昇現象”(=苦潮)の再現

### ○生態系モデル: マルチGモデルの導入(易分解、準易分解、難分解)

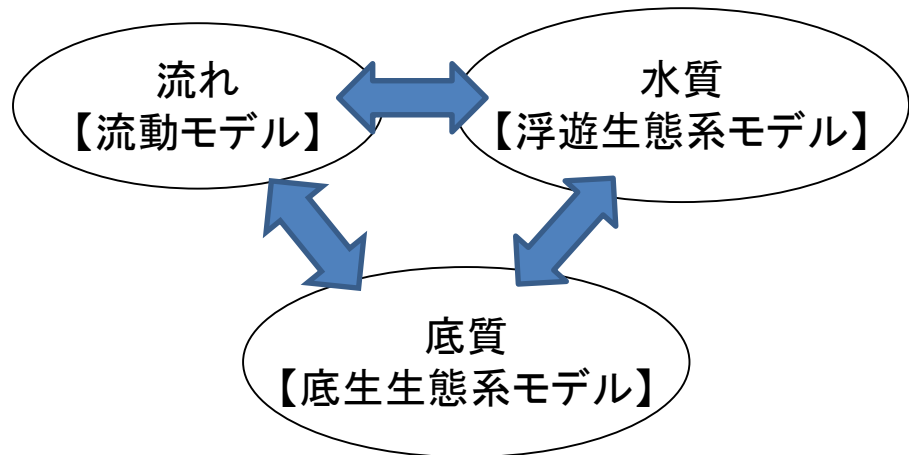
→ 赤潮発生後の貧酸素化

→ 数年～数10年の底質変化

微生物ループの導入 → 貧酸素化の再現



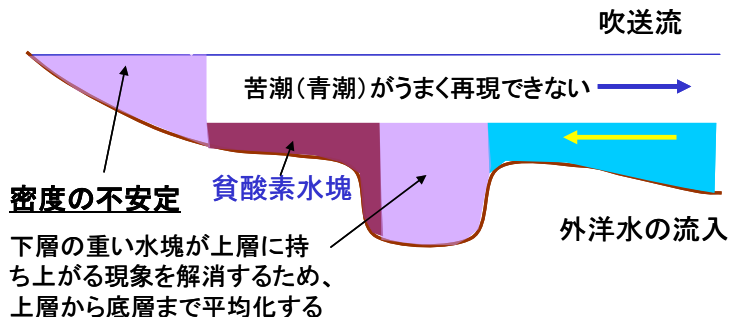
**非静水圧モデルと微生物  
ループを組み合わせた、  
世界初のモデル**



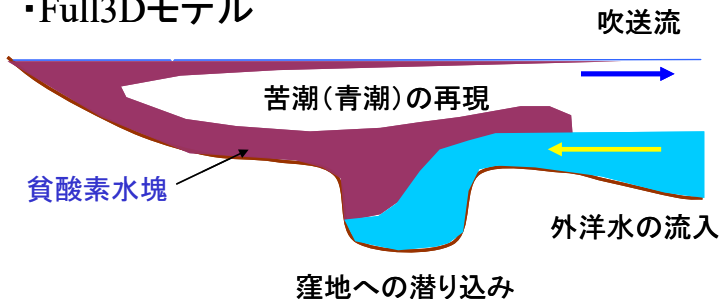
# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## モデルの特徴 — Full3Dモデル —

### ・従来モデル



### ・Full3Dモデル



## 苦潮(底層水の湧昇)を再現

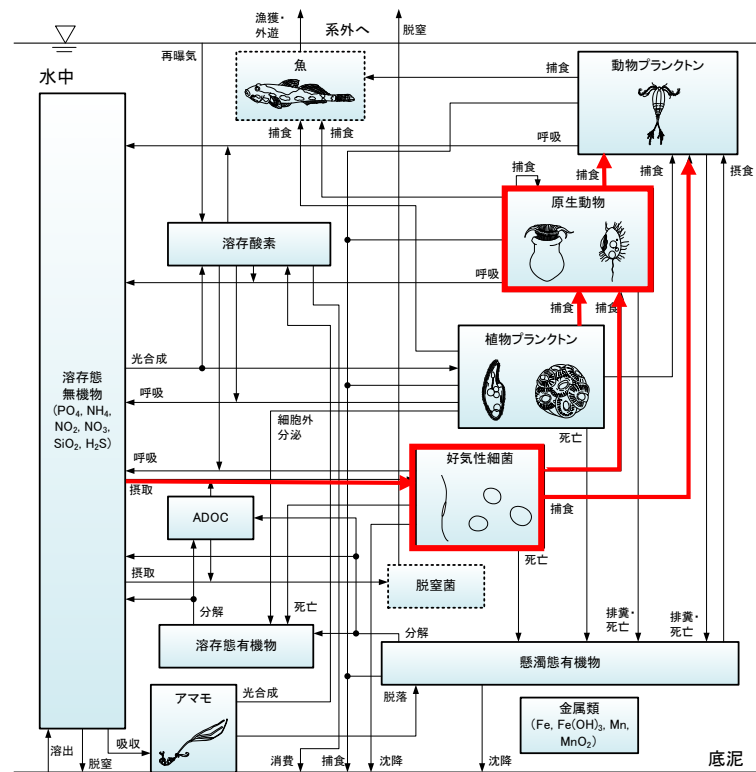
数年～数十年の長期計算を実施するため、高速な計算手法を用いた

### モードスプリット法

- ・外部モード  
潮汐や波による水面形状の計算
- ・内部モード  
海の中の比較的ゆっくりとした流れ

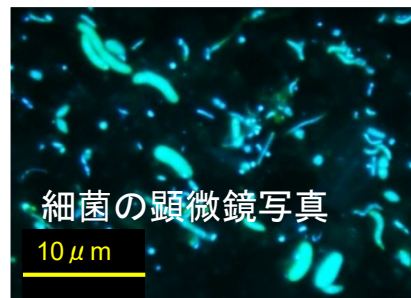
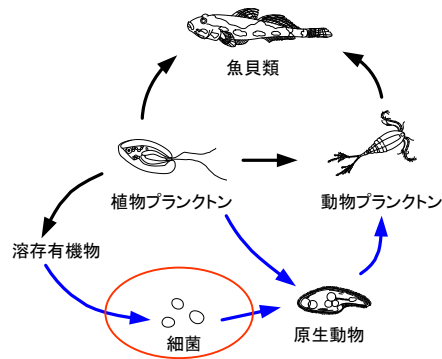
# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 浮遊生態系モデルの概念図



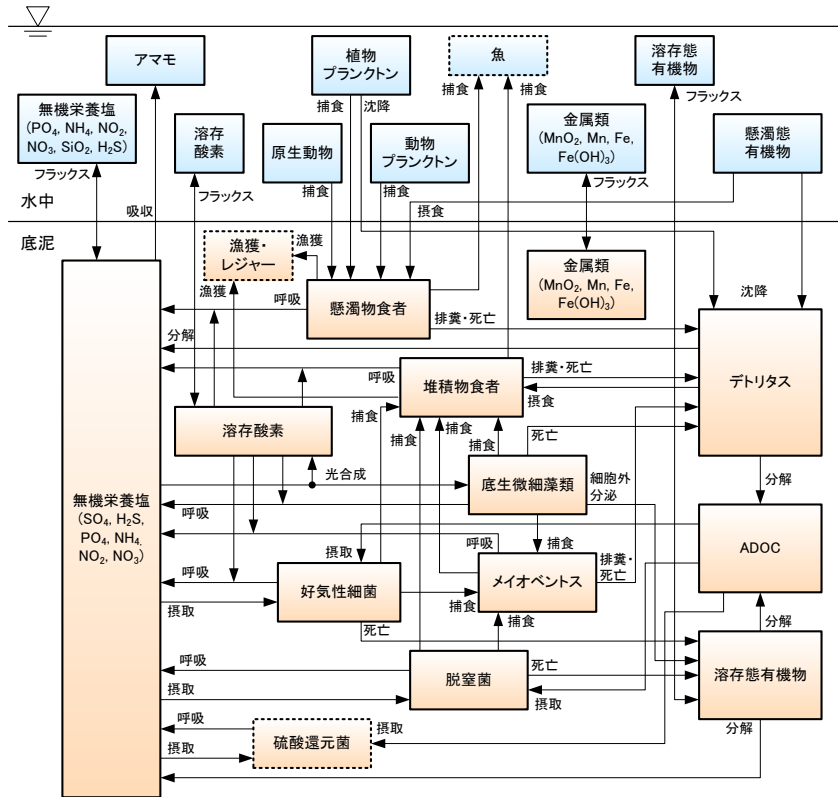
• 水中の微生物群集の挙動をモデル化  
→ 海の生態系・食物連鎖を再現

- 図のパス(矢印)について、それぞれモデル化を行った。
- 赤い矢印の部分が微生物ループ。この部分が特に新しい。



# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

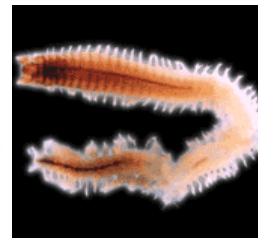
## 底生生態系モデルの特徴



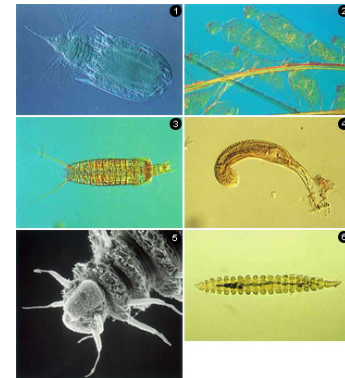
- 底泥内の物質循環をモデル化  
→ 蓄積された底泥の影響を再現
- アサリ・アマモなどの生物をモデル化  
→ 海の豊かさを再現



懸濁物食者



堆積物食者



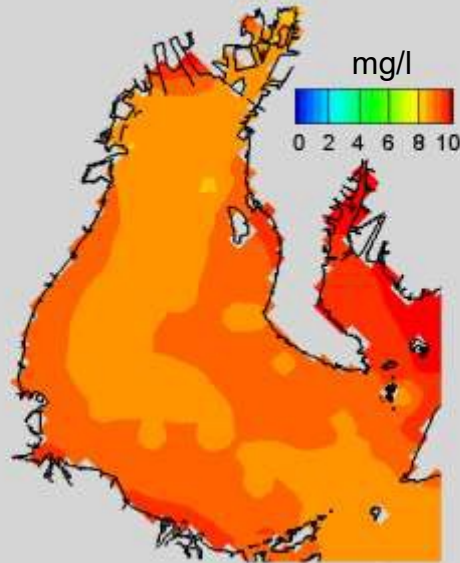
メイオVENTS

# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 海の豊かさを再現した事例

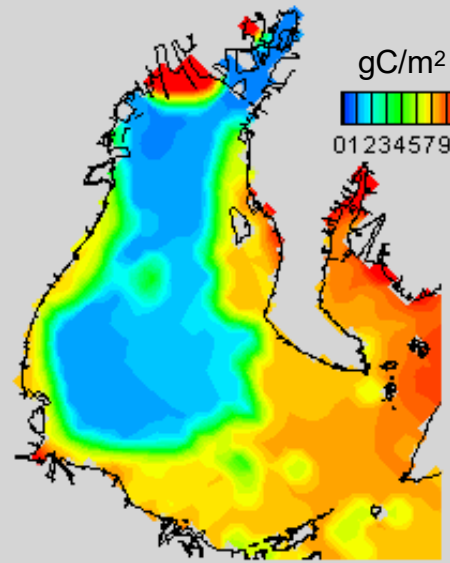
- 底層DOに応答する底生生物の現存量

底層DO



影響

堆積物食者12-03-01 00



出典：wikipedia

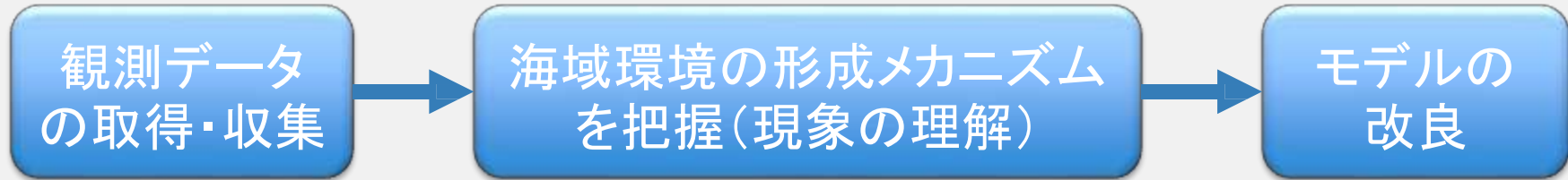


# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

海の豊かさ・豊饒性(生物生産性)の再現に、  
力点を置いて観測・モデルの改良を実施

### 伊勢湾シミュレーターの改良手順



伊勢湾再生海域検討会  
研究ワーキンググループ等で実施

# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

### 伊勢湾シミュレーターの開発に多大に貢献した現地観測

- ① 研究ワーキンググループが主導し、不足していた生物群（植物プランクトン、動物プランクトン、底生生物）の現存量を観測した。  
→ 不明な点が多かった内湾の生物生産性の実態が把握された。
- ② ブイ等の観測網が充実（関係機関含め）  
→ 環境変化のメカニズムの理解とモデルの検証材料が整備された。



- ▲ モニタリングブイの配置場所
- 底質・底生生物等の継続調査点

# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

### ノリ生産に影響する冬季発生 of 植物プランクトンの再現

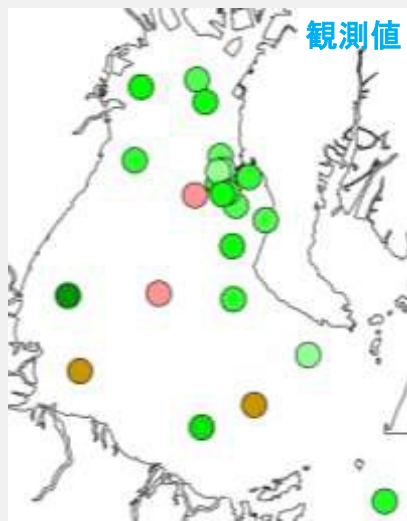
#### 観測で得られた現象

水温10℃を下回ると  
動物プランクトンの活性低下

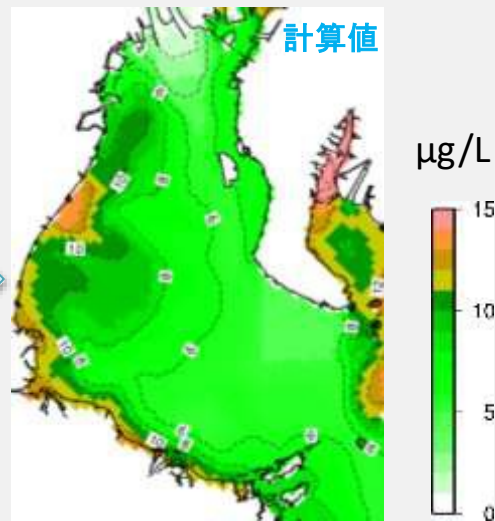
植物プランクトンへの捕食圧  
が急速に低下

水温が低下したエリアから  
植物プランクトンが増殖  
(スケルトネマ)

#### 2015年2月(冬季)のクロロフィルaの発生状況



整合



# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

### ノリ生産に影響する冬季発生 of 植物プランクトンの再現

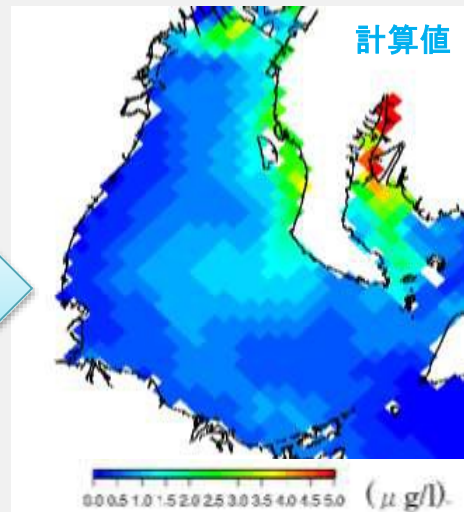
#### 観測で得られた現象

- 水温 $10^{\circ}\text{C}$ 以下の海域ではユーカンピアは発生していない。
- 冬季の高水温域が発生源となり広範囲に拡散している。



西川ら(2011)の知見とともに  
モデルを改良

#### 2012月冬季のユーカンピアの発生状況



# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

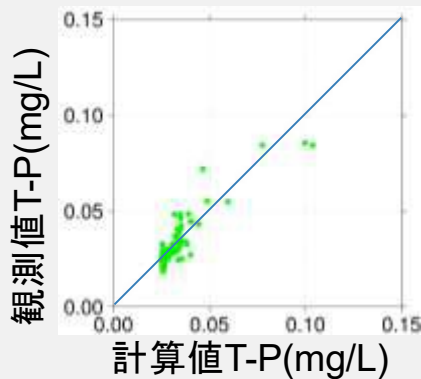
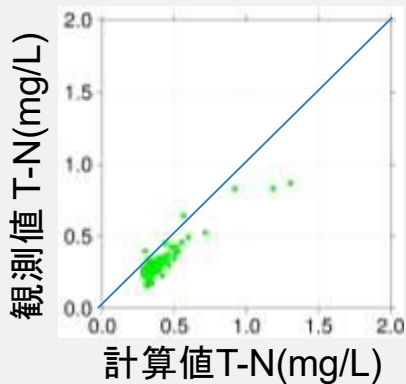
### ノリ生産に重要な無機態窒素・リン濃度を再現

陸域から窒素・リン負荷量の推定

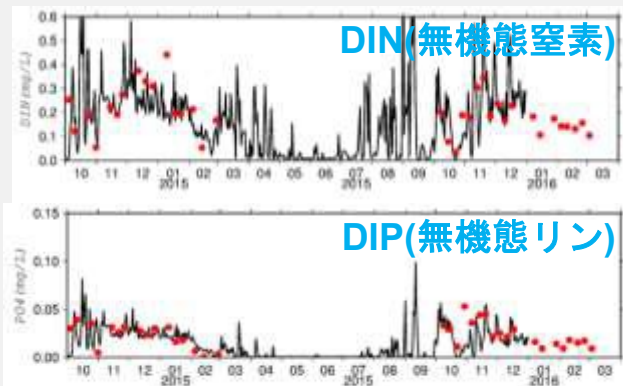
植物プランクトンの挙動を再現

無機態窒素・リンの変動が再現可能

#### T-N・T-Pの観測値と計算値の相関



#### ノリ漁場でのDIN・DIP



● : 観測値      — : 計算値

# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

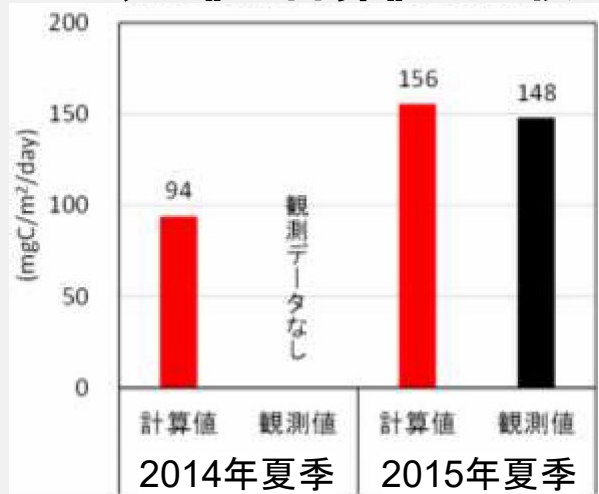
### 海の生産構造(生態系ピラミッド)の再現

プランクトン食の浮魚類の  
資源量を観測

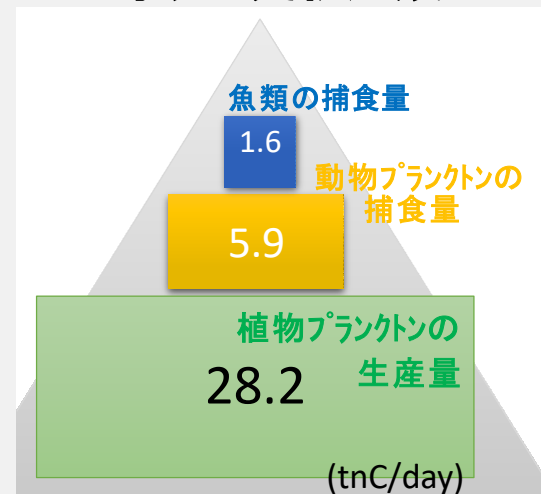
魚類によるプランクトンの  
摂餌量を試算

食物連鎖を量的に再現で  
きるようモデル式を改良

#### 浮魚の摂餌量の 観測値と計算値の比較



#### 再現された 海域の食物連鎖



# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

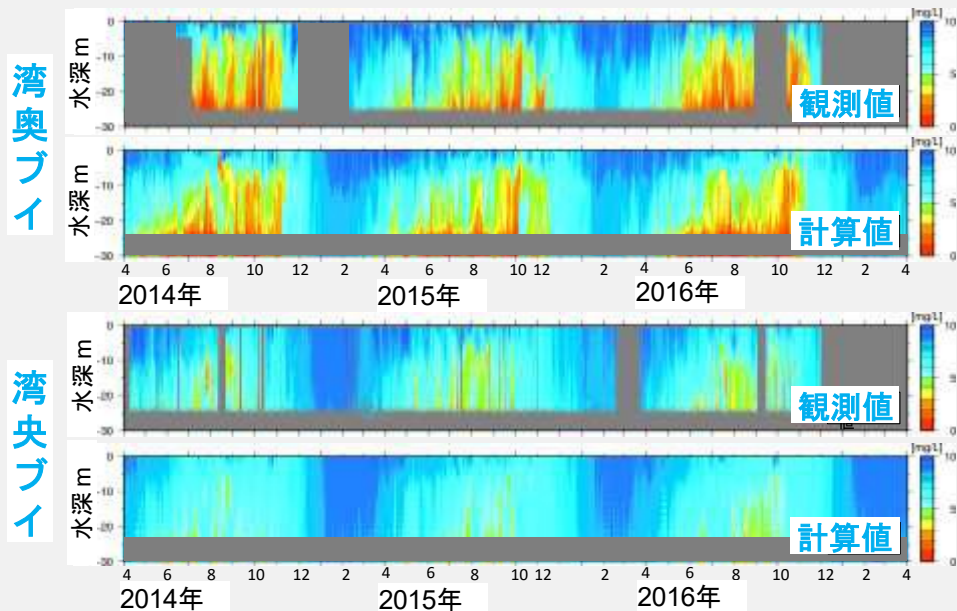
### 貧酸素水塊の挙動を的確に再現

モニタリングでの  
連続観測

流れ・水温・塩分  
(成層)の再現

酸素消費量(水  
中・底泥)の再現

#### ブイで観測されたD0の観測値と計算値の比較

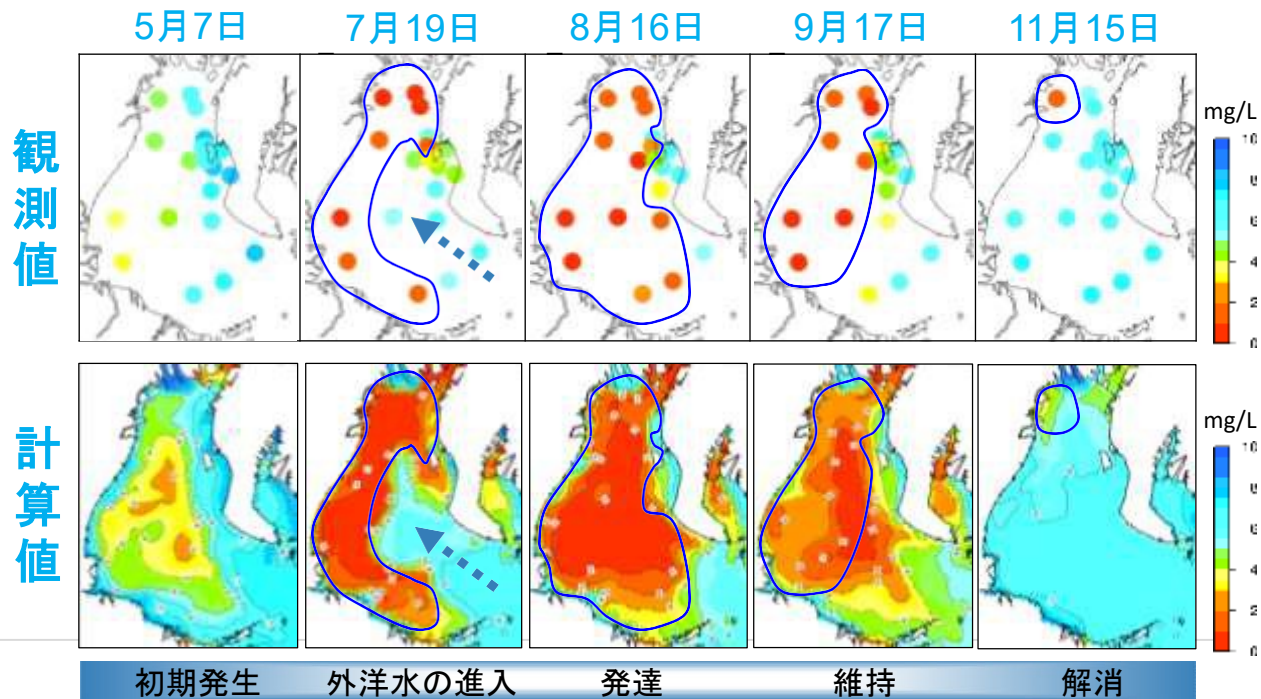


# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績① 「再現性のさらなる向上」

### 貧酸素水塊の挙動を的確に再現

- 右図は2016年の底層溶存酸素濃度である。
- 伊勢湾シミュレーターは伊勢湾内の貧酸素水塊の発生・発達・移動・解消をよく再現できる。



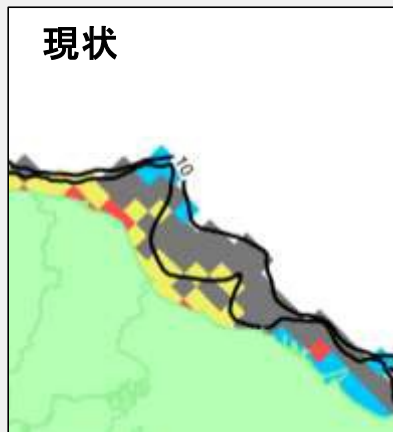


# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績② 「再生方策の有効性評価」

- 伊勢湾シミュレーターの予測結果を利用し、干潟・浅場造成の**適地選定**や**造成効果の試算**、施策実施の判断材料に活用

### 浅場造成効果を二枚貝類の生息の観点から評価した例



酸素環境	餌環境	色
○	○	■
×	○	■
○	×	■
×	×	■

餌環境○ :  
貧酸素による死亡を除いて稚貝の  
生残率が**5%以上**の海域

酸素環境○ :  
貧酸素で斃死する個体数**20%以下**

# 伊勢湾シミュレーター、開発から運用へ

## 運用実績③ 「大学・研究機関・民間で利用が拡大」

- 伊勢湾のほか、**東京湾**、**中海・宍道湖**などにおいても「伊勢湾シミュレーター」による適用例が増加

例えば・・・

- ① 山本修司・中村由行・田中陽二・鈴木崇之：硫黄の酸化反応を考慮した3Dモデルによる青潮の数値解析, 土木学会論文集B2(海岸工学), 71 巻, 2 号, 2015
- ② 池田香澄・田中 陽二：数値計算を用いたメッシュサイズの違いによる宍道湖への塩分溯上再現性に関する検討, 海洋開発論文集 Vol.32, 2015

- 港湾空港技術研究所では「伊勢湾シミュレーター」への**新たな機能**の追加が継続的に取り組まれている。
-