

# 魚類沖合養殖による 周辺海域への環境影響に関する研究

多部田研究室

096651 清水裕介

# 発表の流れ

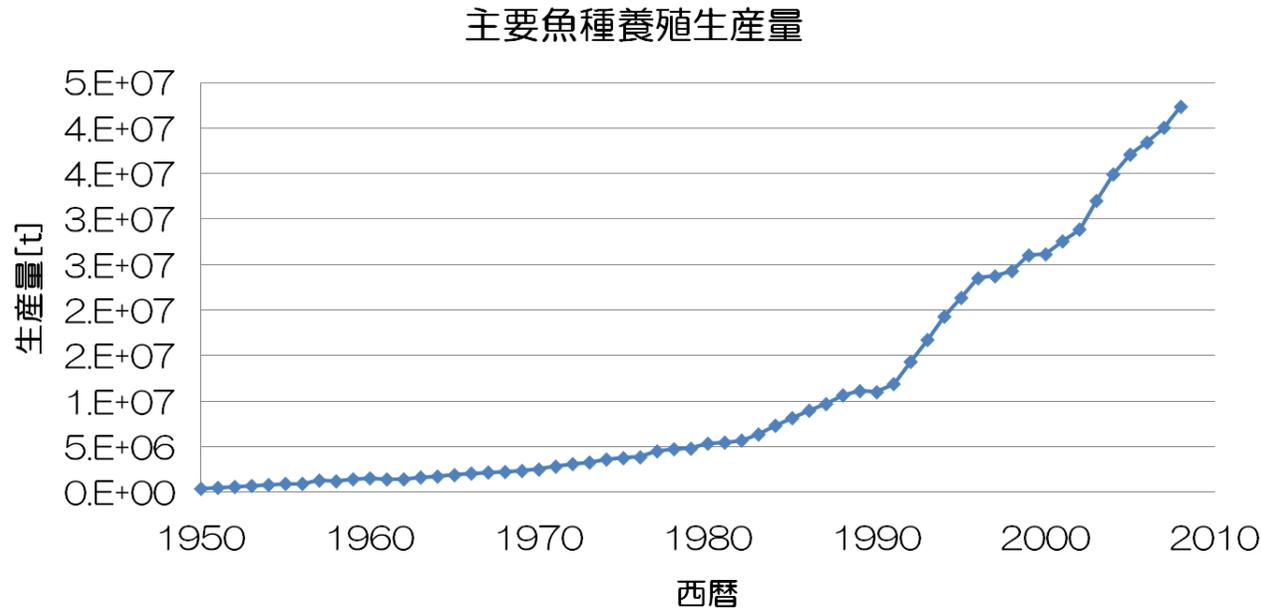
1. 背景・目的・研究手法
2. 海洋環境計測
3. 数値モデル
4. 周辺海域への環境影響
5. 結言

# 発表の流れ

1. 背景・目的・研究手法
2. 海洋環境計測
3. 数値モデル
4. 周辺海域への環境影響
5. 結言

# • 養殖を取り巻く環境

- 世界養殖生産量は増加している(世界人口増加・食糧問題)



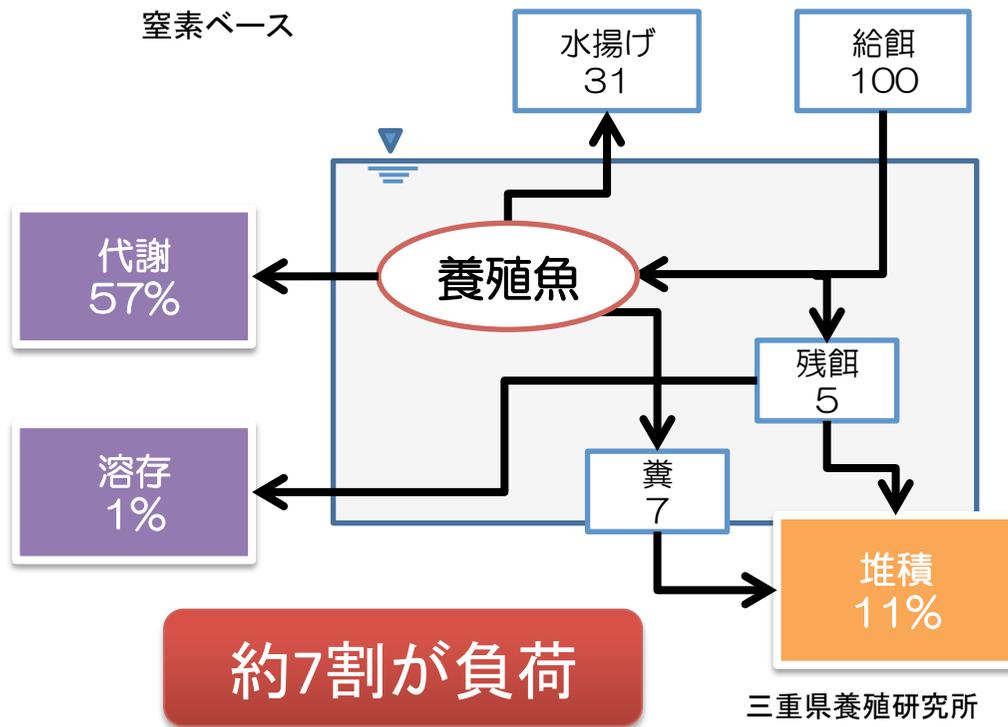
資料: FAO「Fishstat(Aquaculture production 1950-2008)」

- クロマグロの完全養殖が可能に(近畿大学)

拡大が期待される  
自家汚染の問題を抱えている

# 自家汚染問題

「過密養殖・過剰給餌による漁場の悪化」



養殖場の物質循環



三重県熊野灘の養殖例  
大量の養殖生簀

- 自家汚染問題への対策と沖合養殖

対策	
餌	食べ残しを少なく
放養量	過密養殖をしない
給餌の最適化	餌を与えすぎない(自動制御) 季節変動や魚年齢を理解
新しい養殖法	複合養殖 <b>沖合養殖</b>



ドライペレット  
魚の摂餌率が高い

沖合養殖の利点

- ・海水交換率が高いため環境負荷を低減できる？



環境影響を調査する必要がある



沖合養殖場  
鹿児島県志布志市

# 手法

## – 海洋環境計測

- ・タイプの異なる3つの養殖場での環境調査
- ・水質への影響にも着目し計測

## – 数値シミュレーション

- ・養殖負荷を利用した貧栄養海域の肥沃化効果の検討
- ・有機物負荷の水中での挙動にも着目

# 目的

「魚類沖合養殖」  
による周辺海域への環境影響に関する知見を得る

# 発表の流れ

1. 背景・目的・研究手法
- 2. 海洋環境計測**
3. 数値モデル
4. 周辺海域への環境影響
5. 結言

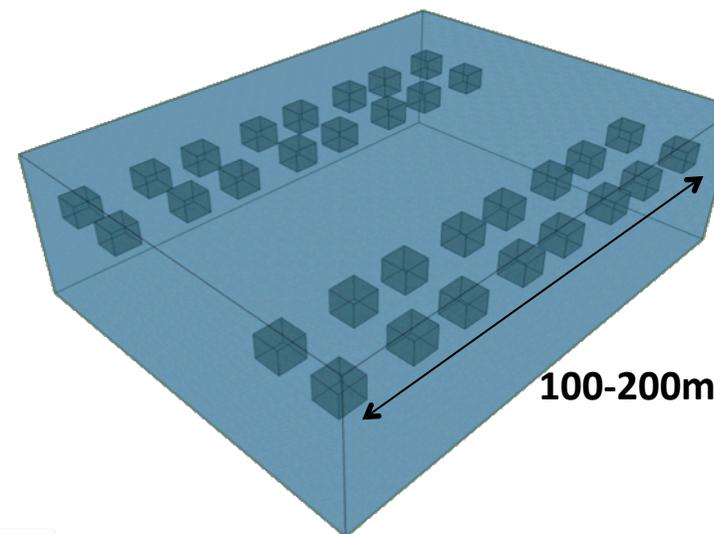
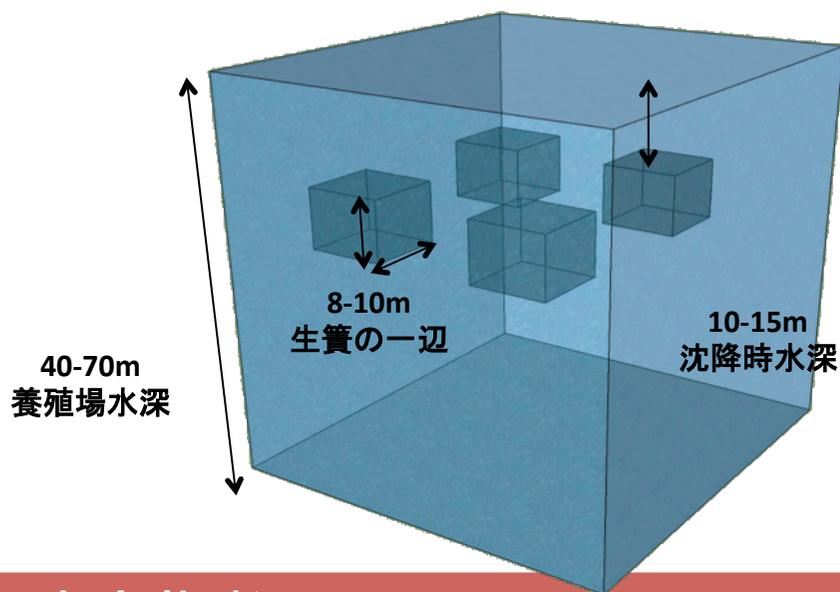
- 調査で明らかにしたいこと
  1. **養殖場間**での環境因子の特徴の確認  
→物理条件の特徴が異なる3漁場で調査
  2. **養殖場内**での環境因子の特徴の確認  
→生簀群からの水平方向の距離を軸に調査

漁場名	場所	流れ (M2平均潮流)	水深	規模 (生簀数)	内湾度指数
漁場C	X市	大 (-)	中 (45m)	中 (120個)	- 外海の為
漁場A	Y湾東部	大 (0.02m/s)	大 (60m)	大 (160個)	0.064
漁場B	Y湾西部	小 (-)	小 (40m)	小 (84個)	0.25

沖合



平穩域



### 内湾度指数：

- ・養殖漁場の海水流動を示す指標
- ・高いほど海水交換の割合が悪い

調査日程		
第一回調査	第二回調査	
2010/7/13 - 7/17 (全ての漁場)	2010/11/8 - 11/9 (漁場B、C)	2010/11/30 (漁場B※)

※時化のため別日程で行った

調査項目		
	水質	底質
センサー計測	サンプリング & 分析	サンプリング & 分析
水温	無機態窒素 (NO3-N, NO2-N, NH4-N)	COD (化学的酸素要求量)
塩分	リン酸態リン	硫化物量
蛍光量	ケイ酸態ケイ素	強熱減量
密度(算出)	全窒素・全リン	
	溶存酸素濃度(DO)	



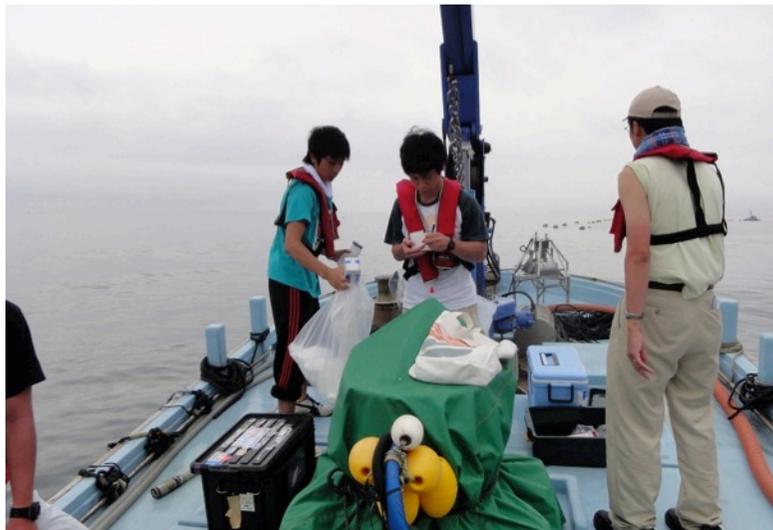
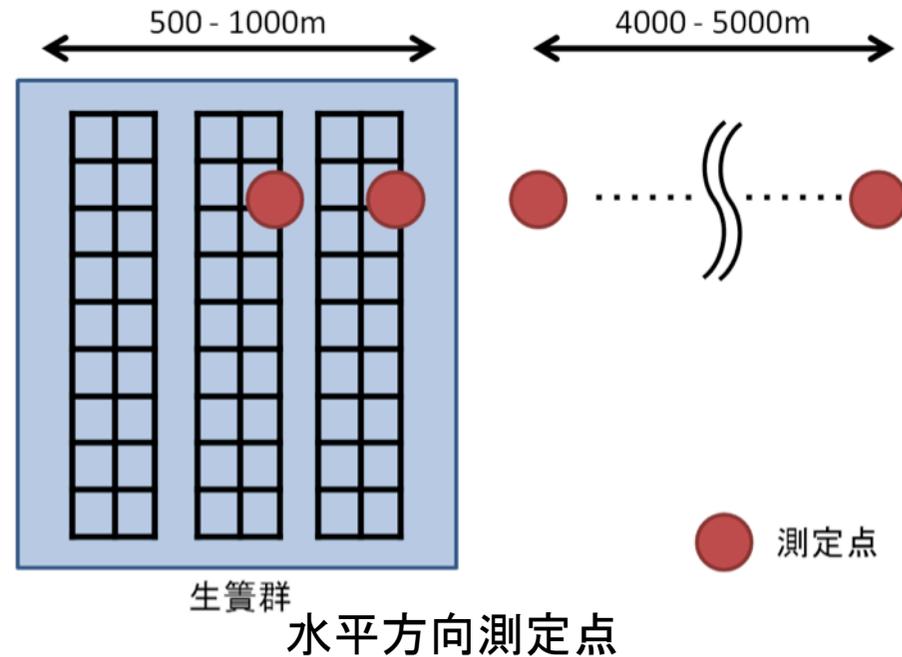
Compact-CTD  
(センサー計測)



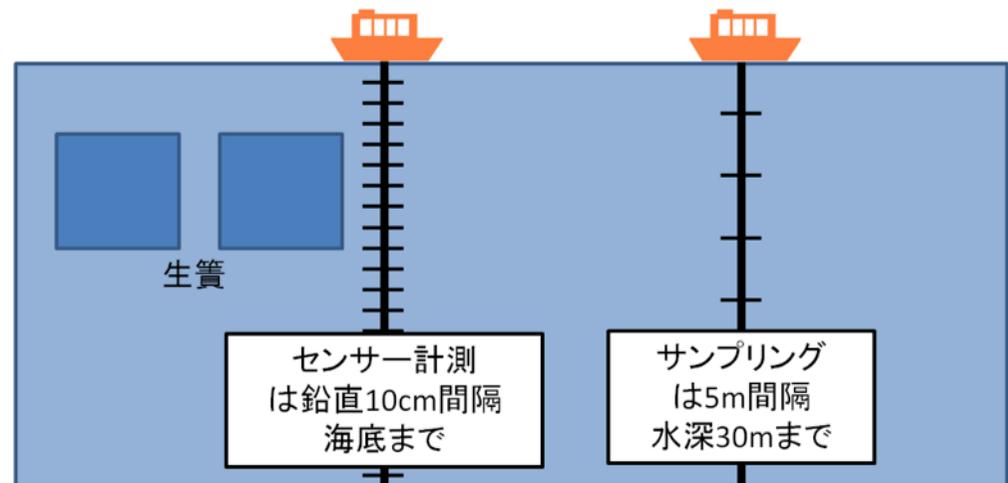
オートアナライザー  
(水質分析)

# 測定点

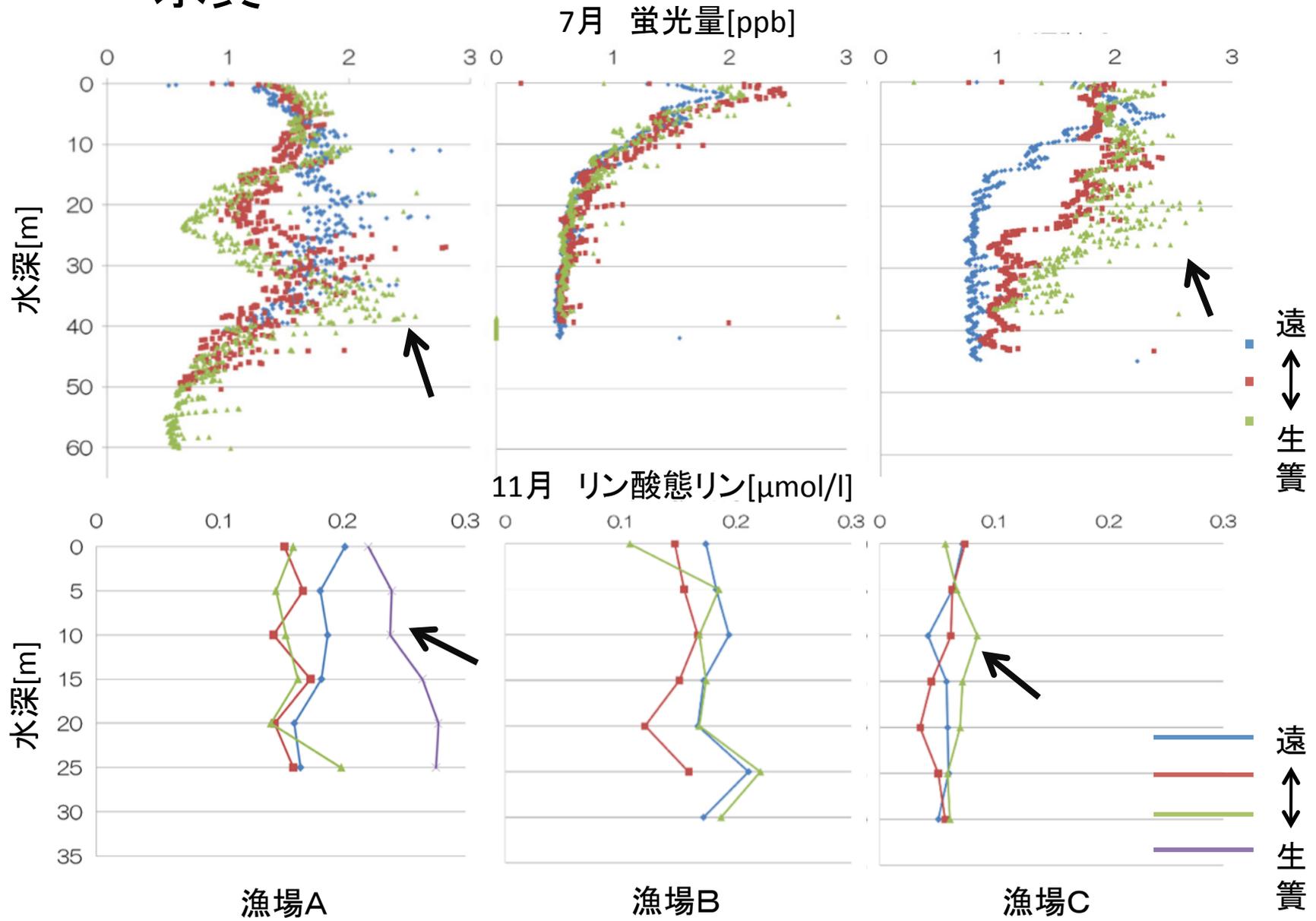
- ・養殖の水平方向への影響が確認できるように生簀群内部から約5km離れた点までを調査
- ・船上からの採水とセンサー計測
- ・センサー計測は鉛直方向に10cm間隔の鉛直分布
- ・サンプリングは5m間隔で水深30m



作業の様子



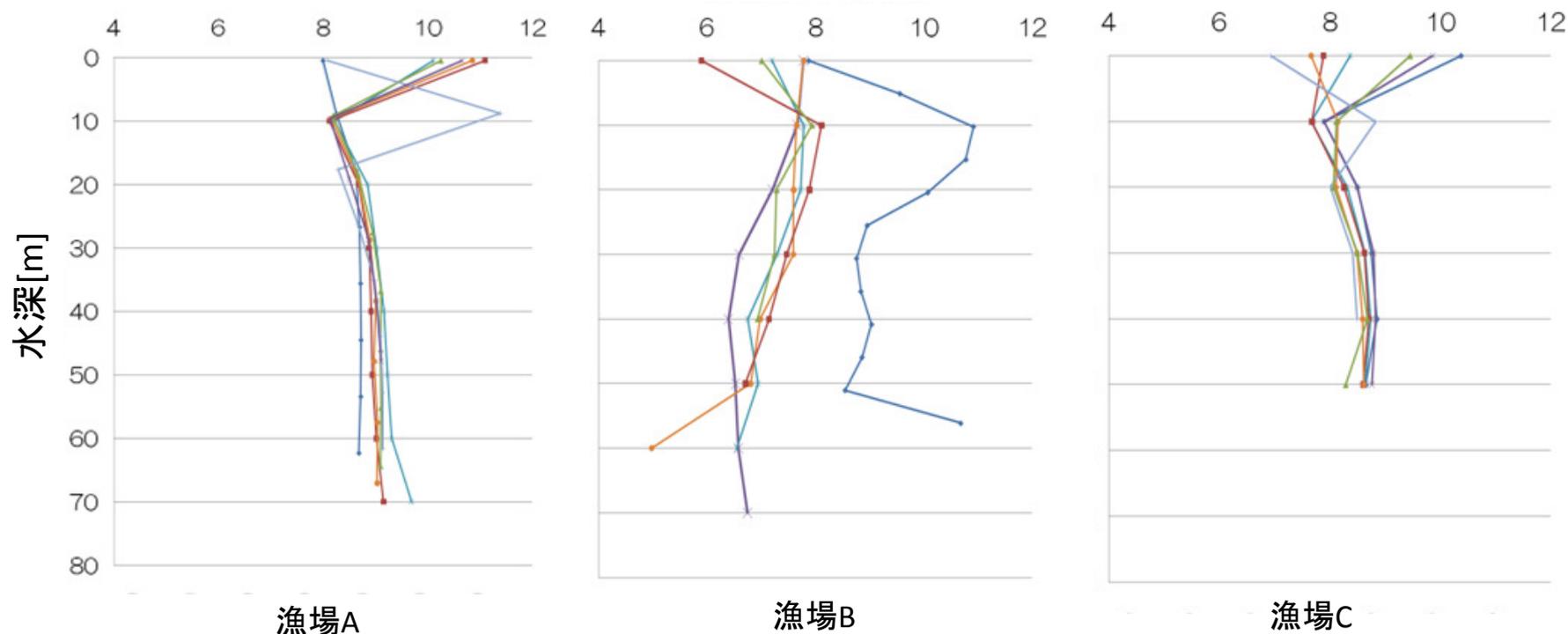
# 水質



養殖の影響と見られる変化

# 水質

11月 溶存酸素濃度[mg/l]

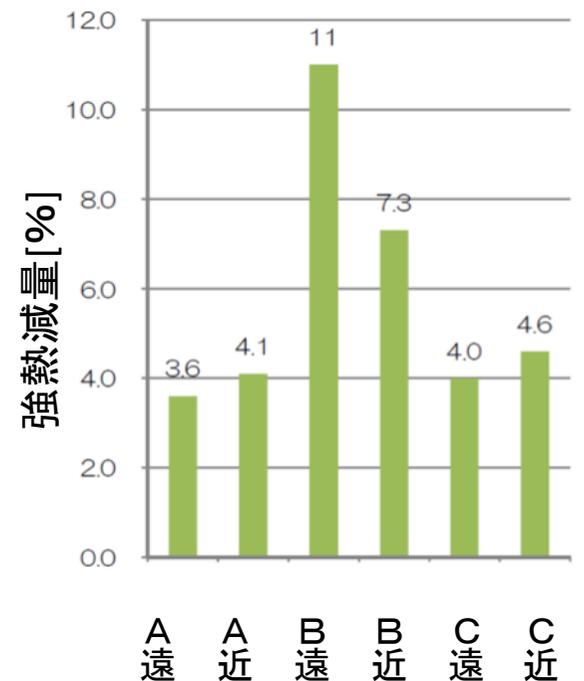
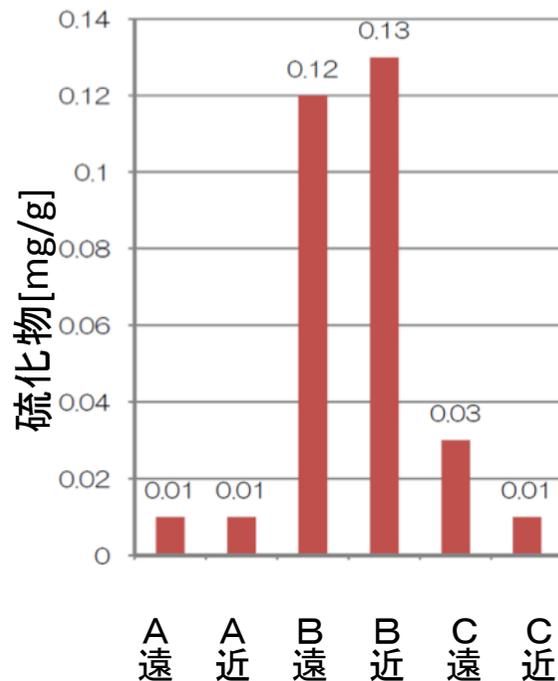
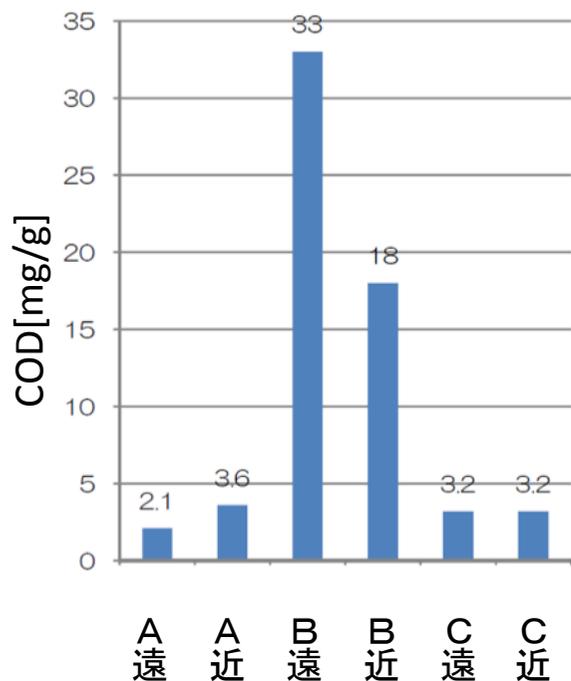


— 遠  
— ↑  
— ↓  
— 生簀  
— ↓  
—

漁場間の違い	Bが若干低い
特徴	A、Cでは水深10mで一回数値が下がる

内湾度の高い内之浦ではDOが低く、他の漁場よりも富栄養化している

# 底質



基準	クリア
漁場間の違い	Bが若干高い

DOと同様に  
富栄養化の傾向が見られる

※持続的養殖生産確保法

硫化物量 >0.2[mg/g] 人為的に汚濁されている

## • 結果・考察

### 物理条件が異なった養殖漁場で環境因子の調査を行った

#### ■ 漁場間の違い

- 内湾度指数が大きく、従来型の養殖場である漁場Bでは他の漁場と比較して、富栄養化の傾向が確認された(底質・DO)

#### ■ 漁場内

- 明らかな養殖範囲の特定はできなかった
- クロロフィルの鉛直分布、リン酸態リンなどの項目で養殖の影響と見られる変化が確認された

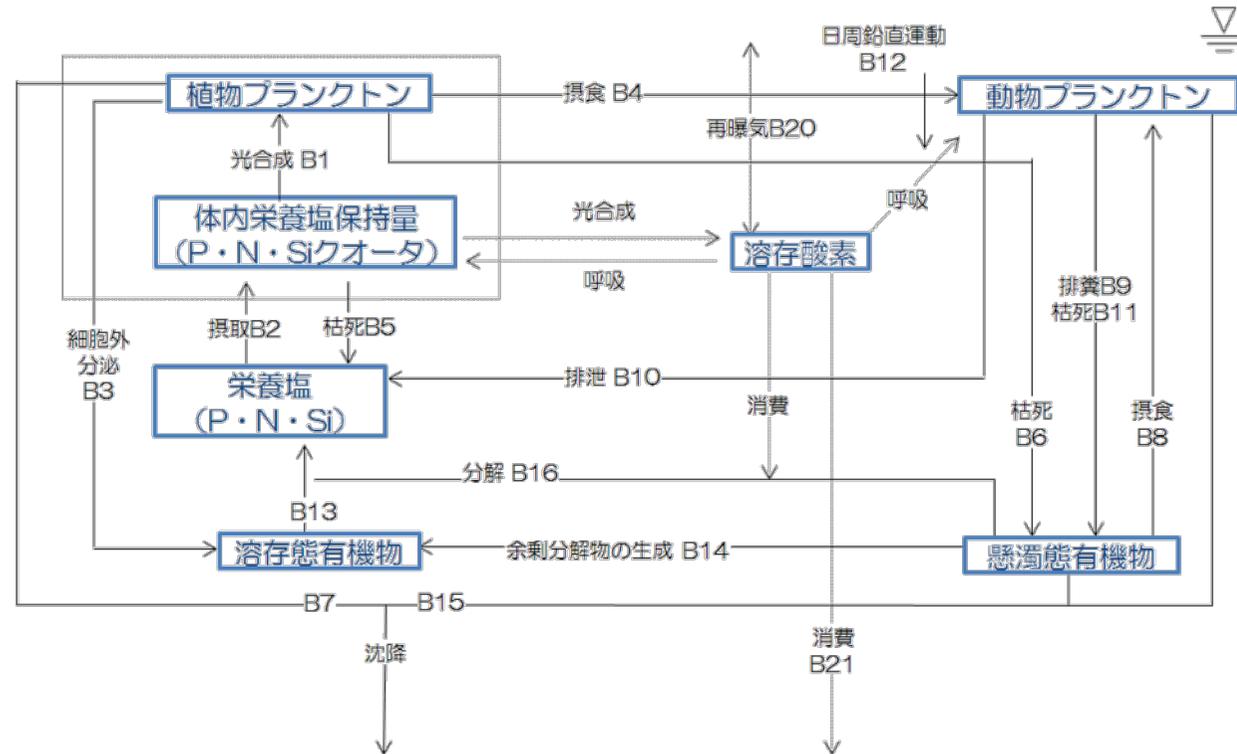
# 発表の流れ

1. 背景・目的・研究手法
2. 海洋環境計測
- 3. 数値モデル**
4. 周辺海域への環境影響
5. 結言

- 物理モデル(MEC-Nest)

運動方程式(静水圧近似)、連続の式、移流拡散方程式(水温・塩分)

- 生態系モデル(北澤,2001)

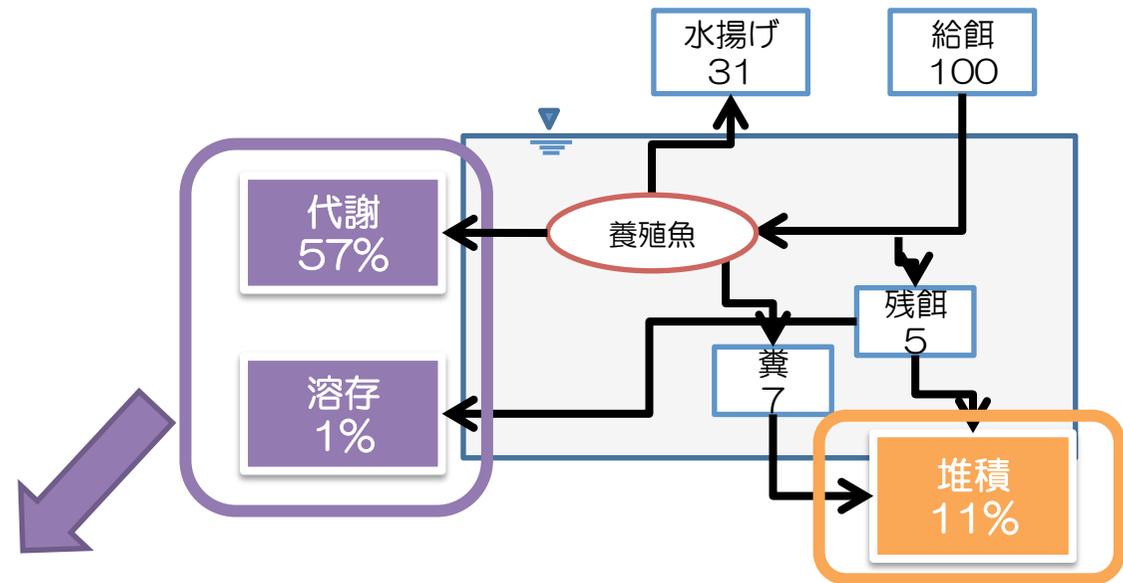


動植物プランクトン、非生物有機物、栄養塩類、DO

**養殖負荷**

- ・残餌・糞の沈降拡散
- ・代謝による無機栄養塩負荷

- 養殖による負荷

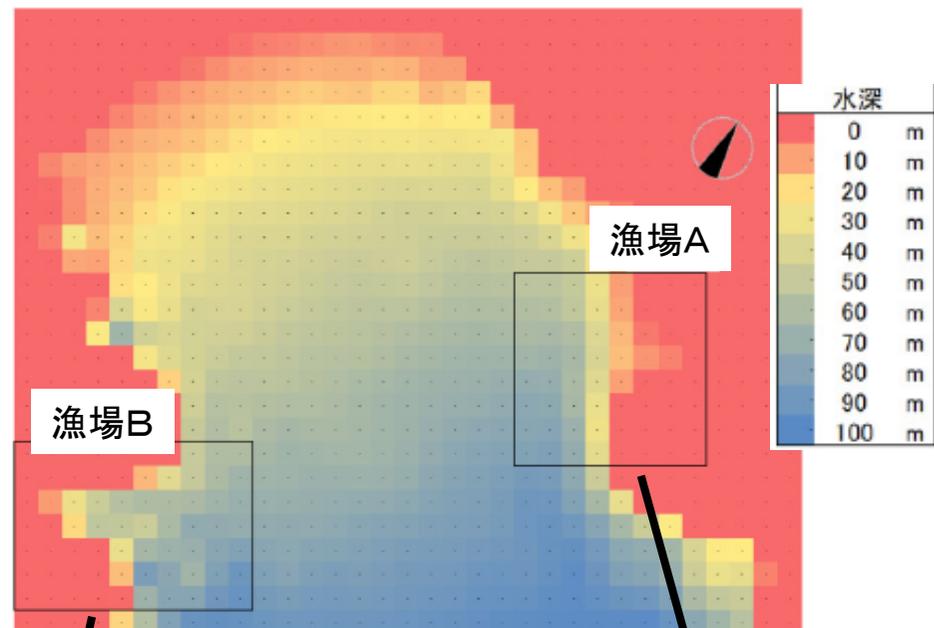


無機栄養塩 (代謝・尿・溶存残餌)	
組み込む形態	無機栄養塩類(NH <sub>4</sub> -N, PO <sub>4</sub> -P)

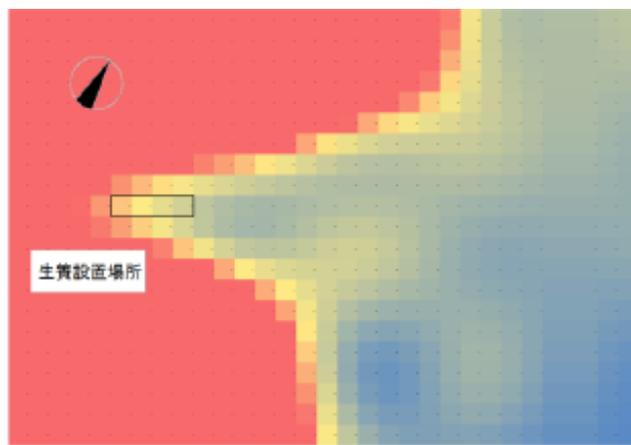
糞・残餌	
組み込む形態	懸濁態有機物
沈降速度	10cm/s (阿呆ら,2008)
	底層に有機物が到達したときに酸素を消費する

# • 計算条件

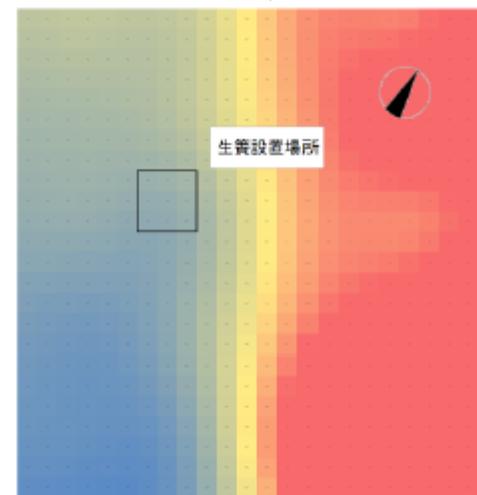
計算条件	
計算場所	漁場A 漁場B
計算格子	Rank1 33×26×26 Rank2 30×25×26 Rank2 30×24×26
格子間隔	Rank1 810m Rank2 270m
時間間隔	Rank1 18[s] Rank2 6[s]
初期条件	計測結果
潮汐	8分潮
風	10分間隔(気象庁より)



Y湾全体  
(Rank1 810m格子)

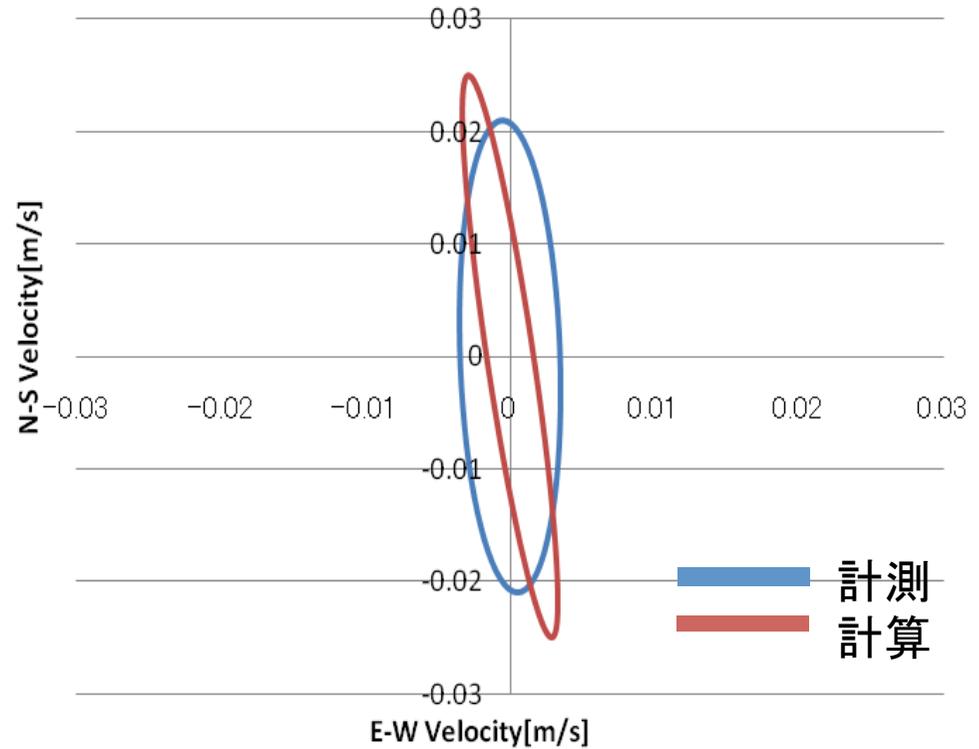
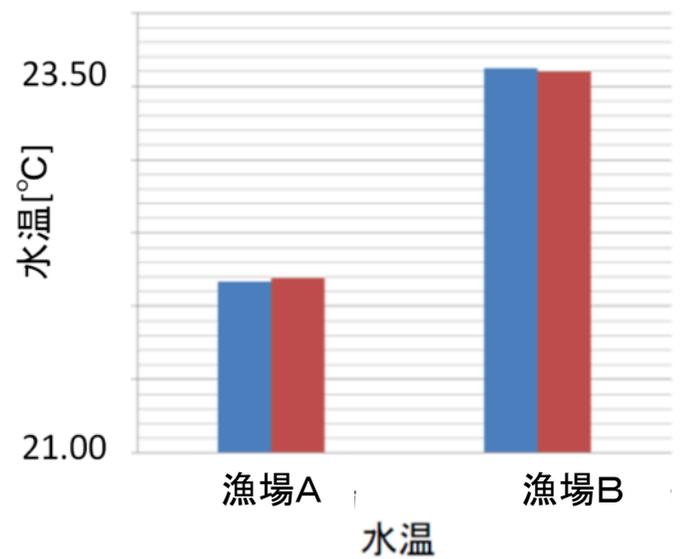
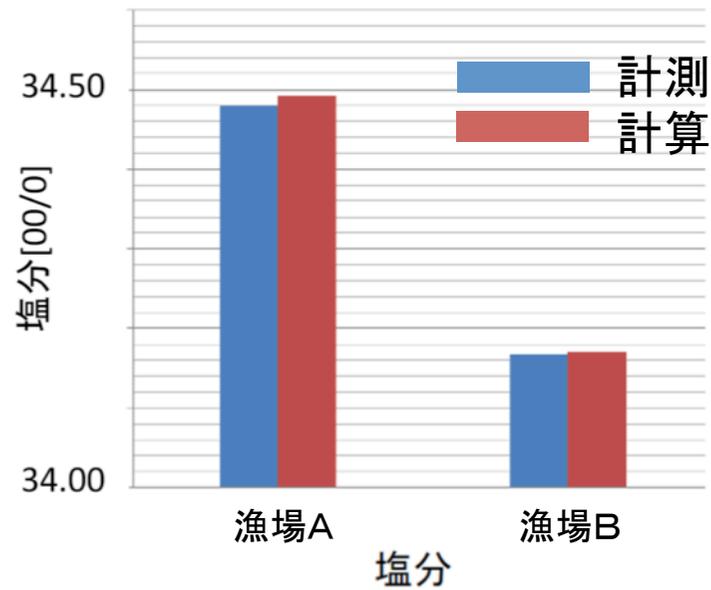


漁場B  
(Rank2 270m格子)



漁場A  
(Rank2 270m格子)

# モデル検証



M2分潮潮流橢円  
漁場A、水深15m

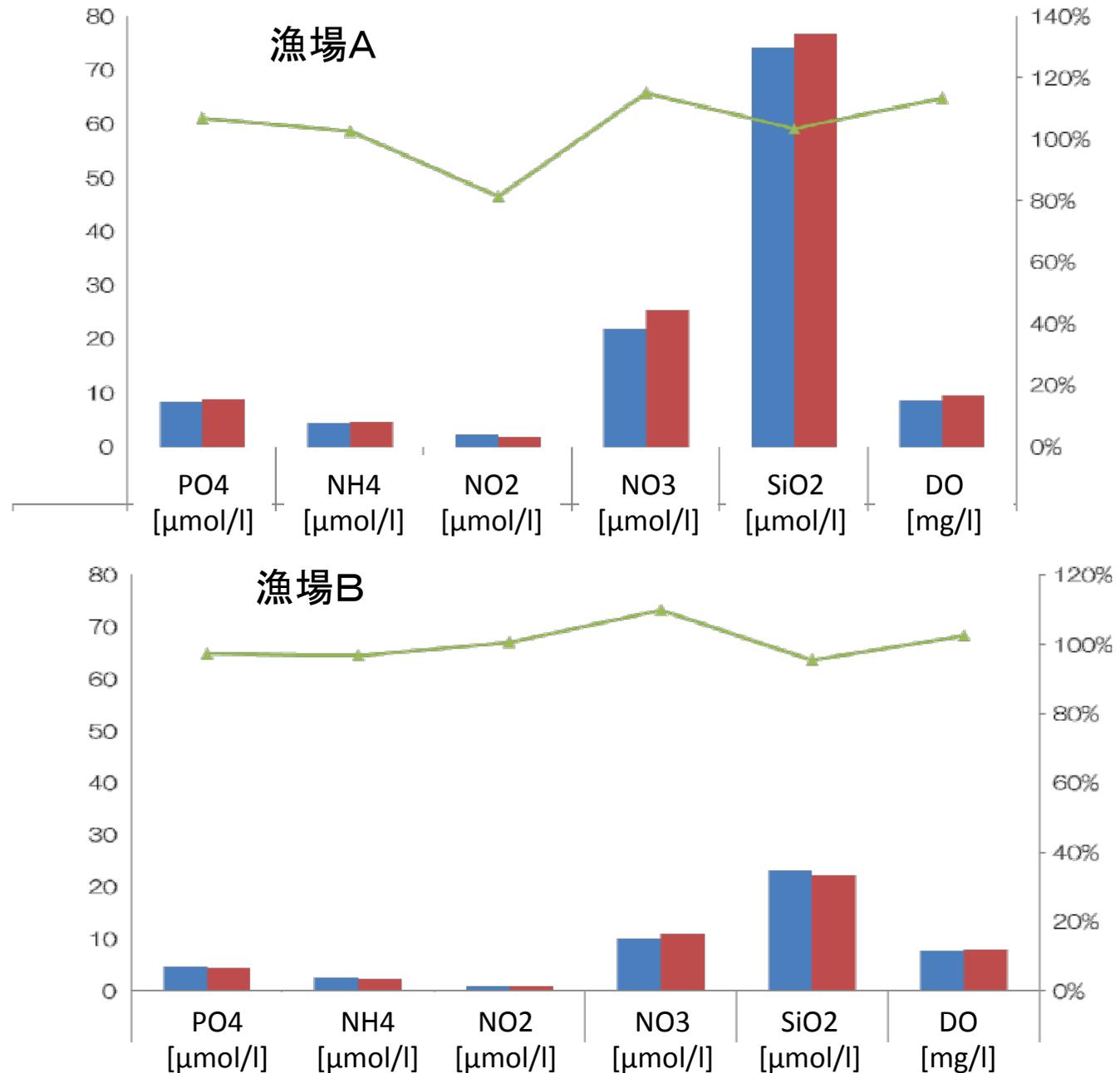
方向、オーダー共によく再現されている

# 生態系モデル検証

海域に合うように  
パラメータを調整した

調整パラメータ項目

- ・硝化速度
- ・曝気速度
- ・有機物分解速度



# 条件変更

場所の違いによる養殖負荷の影響範囲

## 内之浦漁場

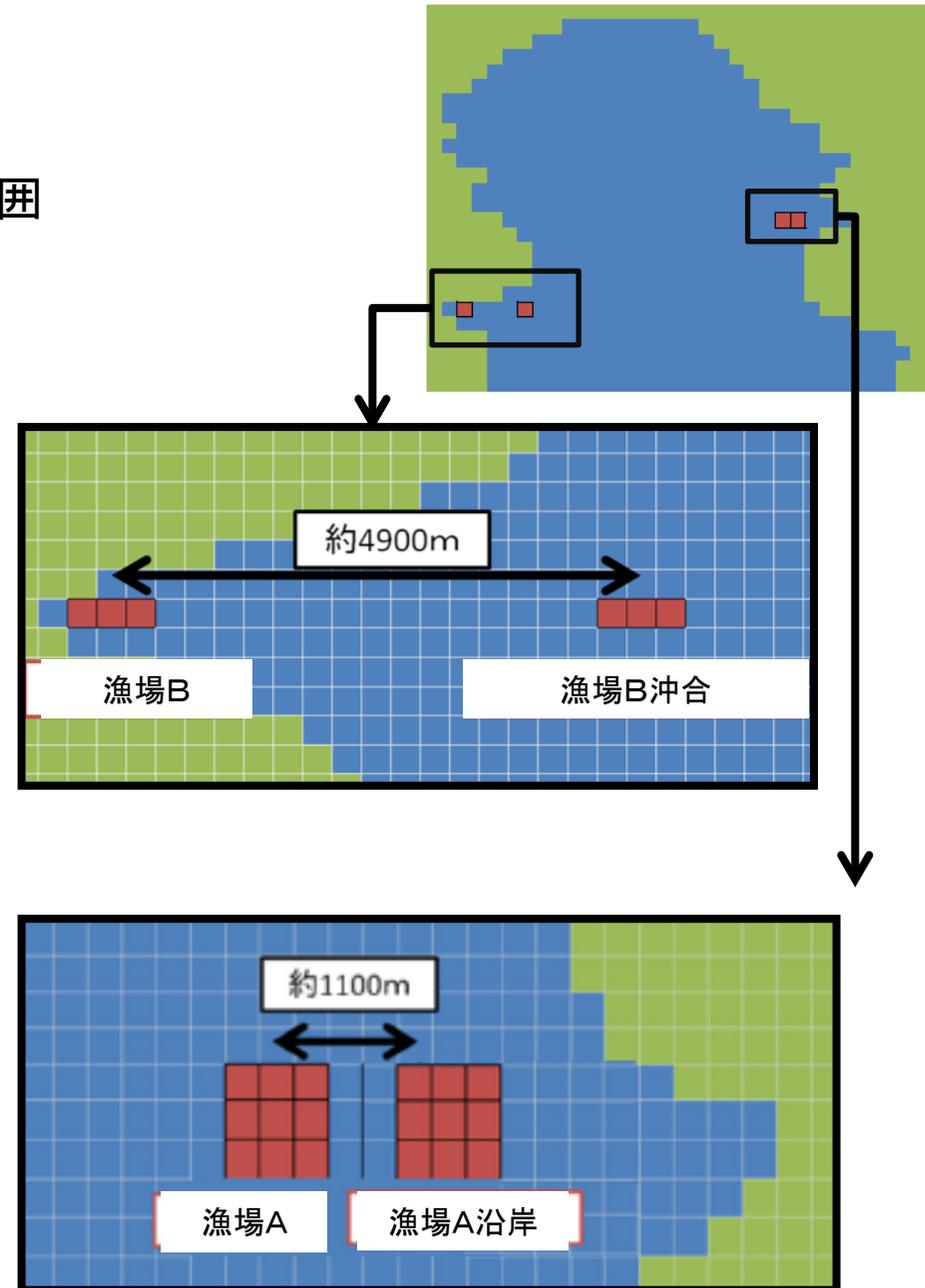
### 養殖負荷

生簀場所		現状	10倍
	現状	Case-P1	Case-P10
	沖合	Case-O1	Case-O10

## 黒瀬漁場

### 養殖負荷

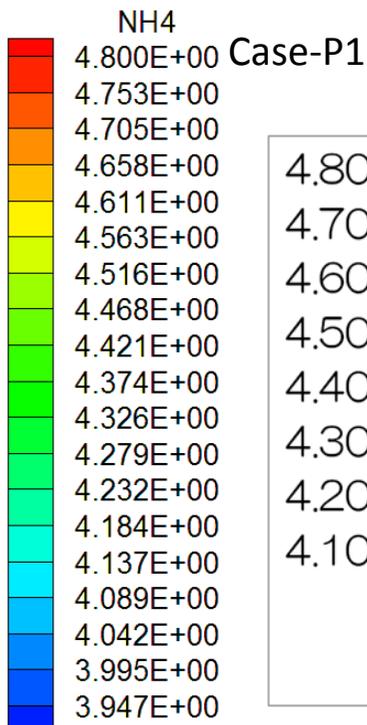
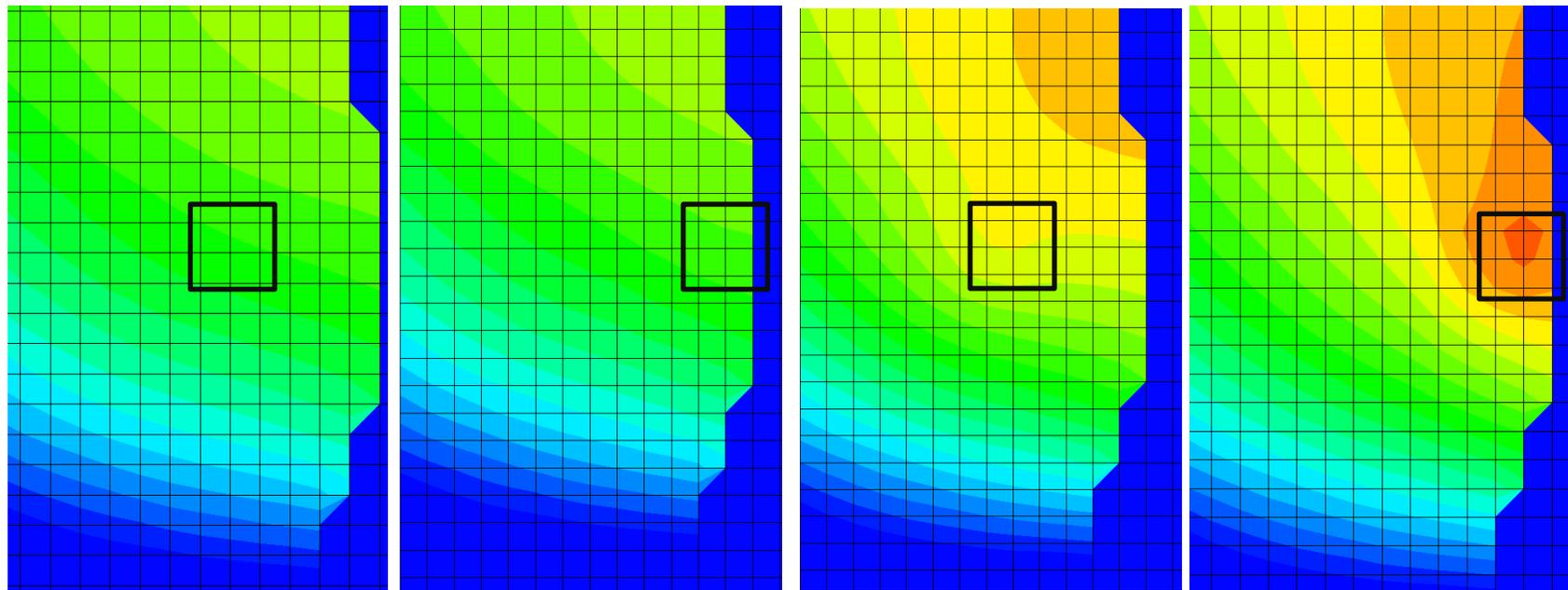
生簀場所		現状	10倍
	現状	Case-P1	Case-P10
	沿岸	Case-C1	Case-C10



# 発表の流れ

1. 背景・目的・研究手法
2. 海洋環境計測
3. 数値モデル
- 4. 周辺海域への環境影響**
5. 結言

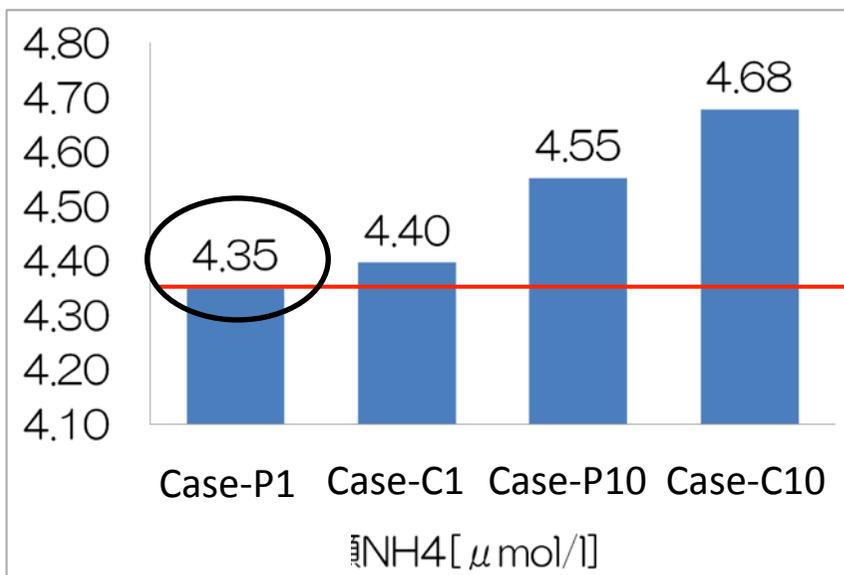
# 漁場AのNH4-Nの分布



Case-C1  
生簀群の濃度

Case-P10

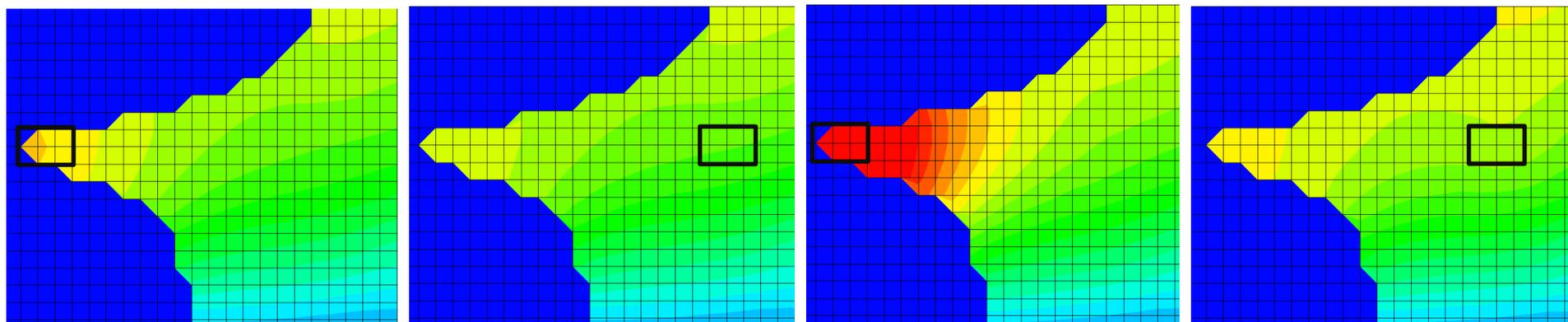
Case-C10



現状の養殖環境は良好である  
沿岸に移動すると濃度が高くなる

漁場A			
養殖負荷			
生簀場所	現状		10倍
	現状	Case-P1	Case-P10
	沿岸	Case-C1	Case-C10

# 漁場BのNH4-Nの分布

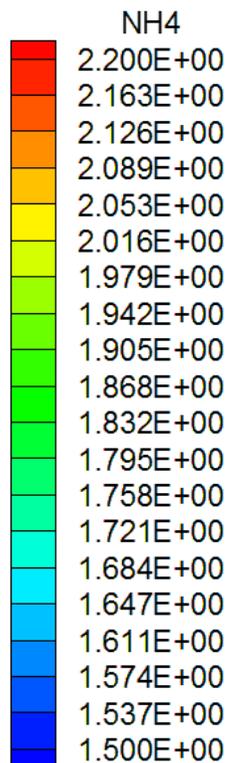


Case-P1

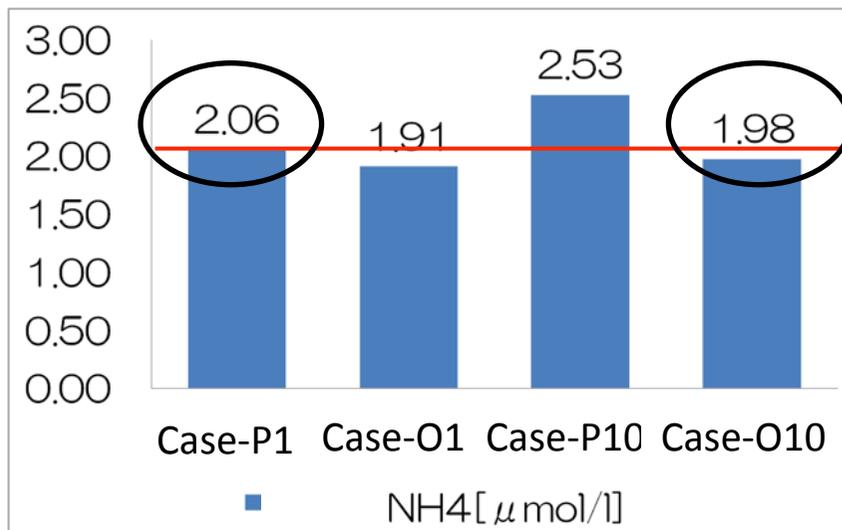
Case-O1

Case-P10

Case-O10



生簀群の濃度

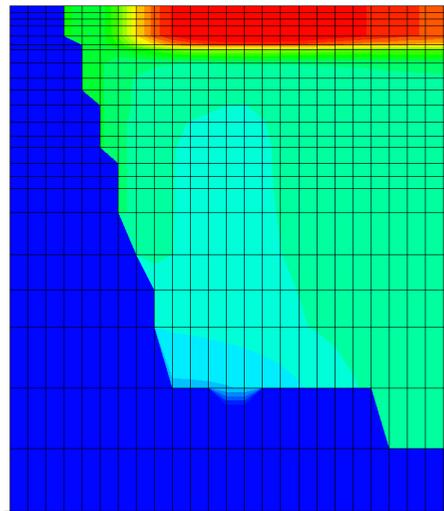


沖合域に養殖場を移動  
することで濃度が下がる

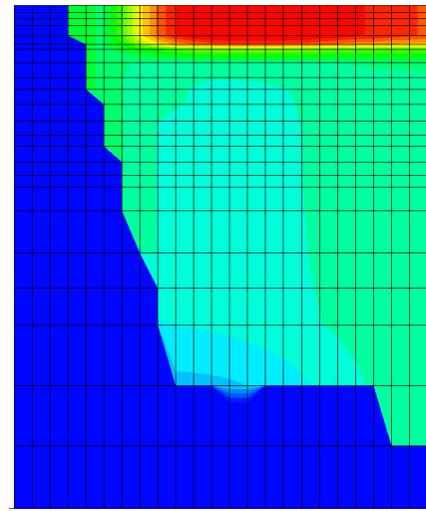
漁場B			
		養殖負荷	
生簀場所		現状	10倍
	現状	Case-P1	Case-P10
	沖合	Case-O1	Case-O10

# DOの鉛直分布

漁場B

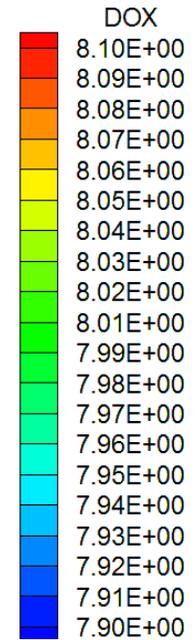


Case-P1

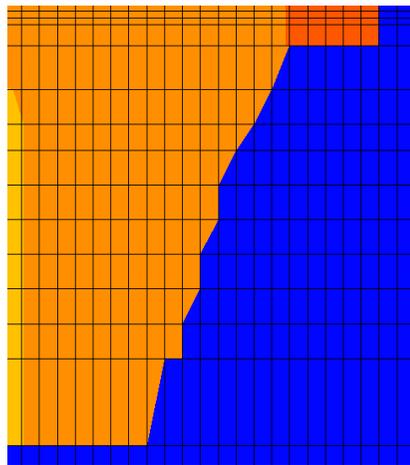


Case-P10

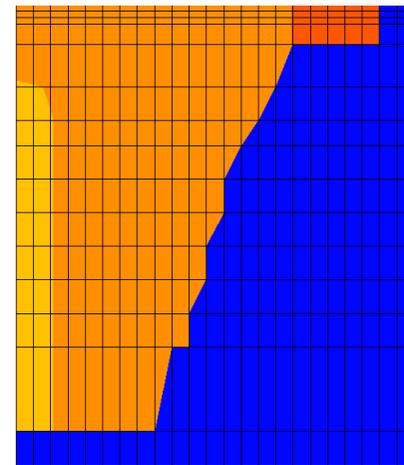
[mg/l]



漁場A

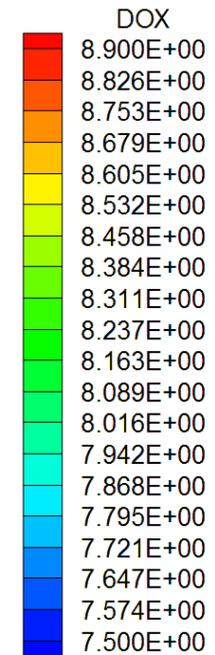


Case-P1



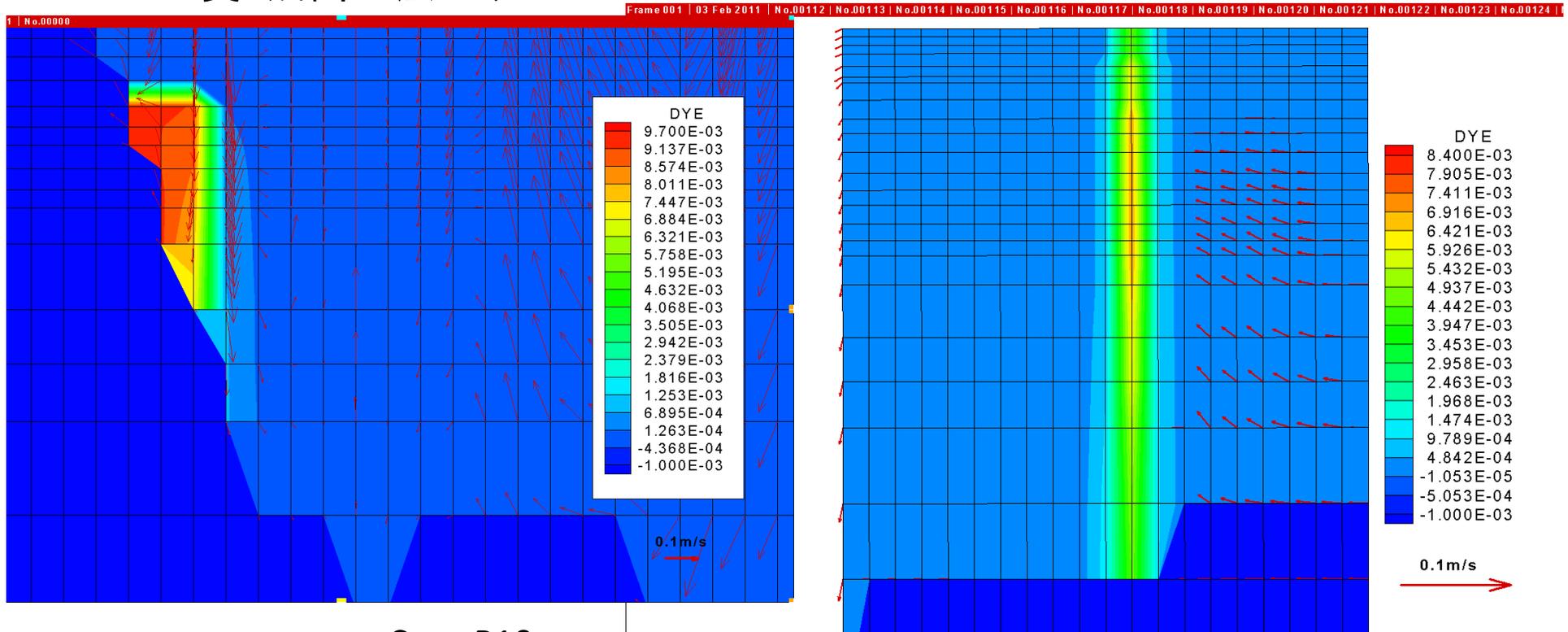
Case-P10

[mg/l]



DOの差は殆ど見られない

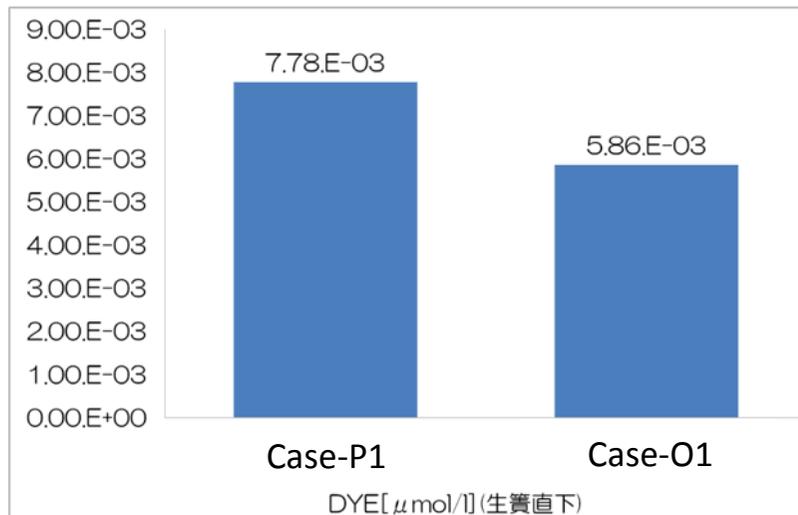
# 糞・残餌の広がり



Case-P10

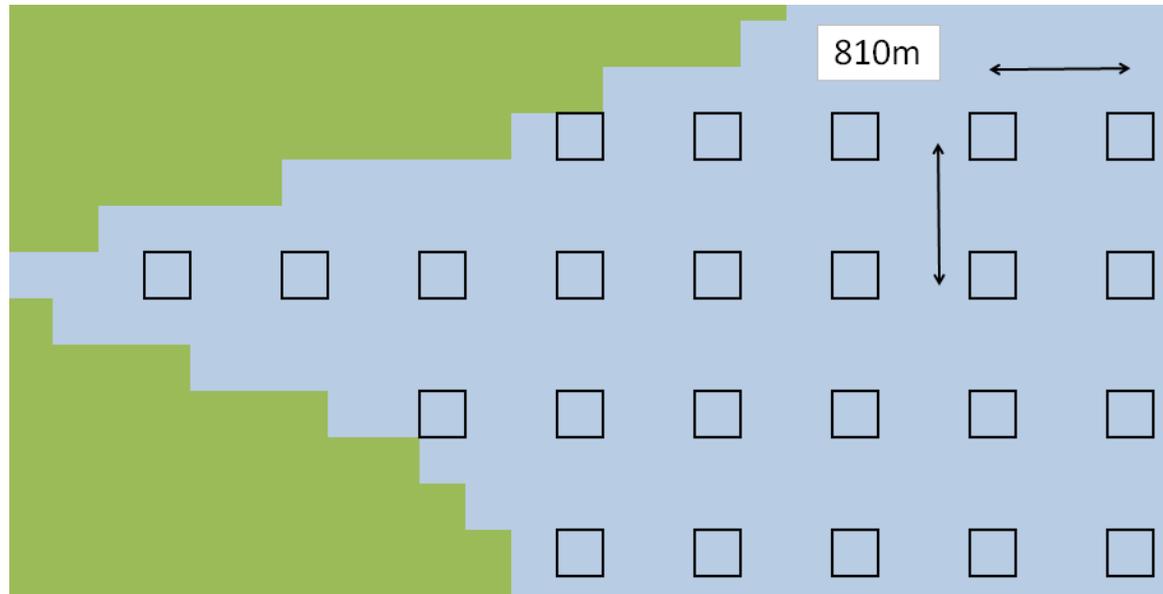
Case-O10

※ベクトルは流速



DOでは環境影響を把握できなかったため、生簀直下の堆積速度を確認し、長期的な負荷をみる

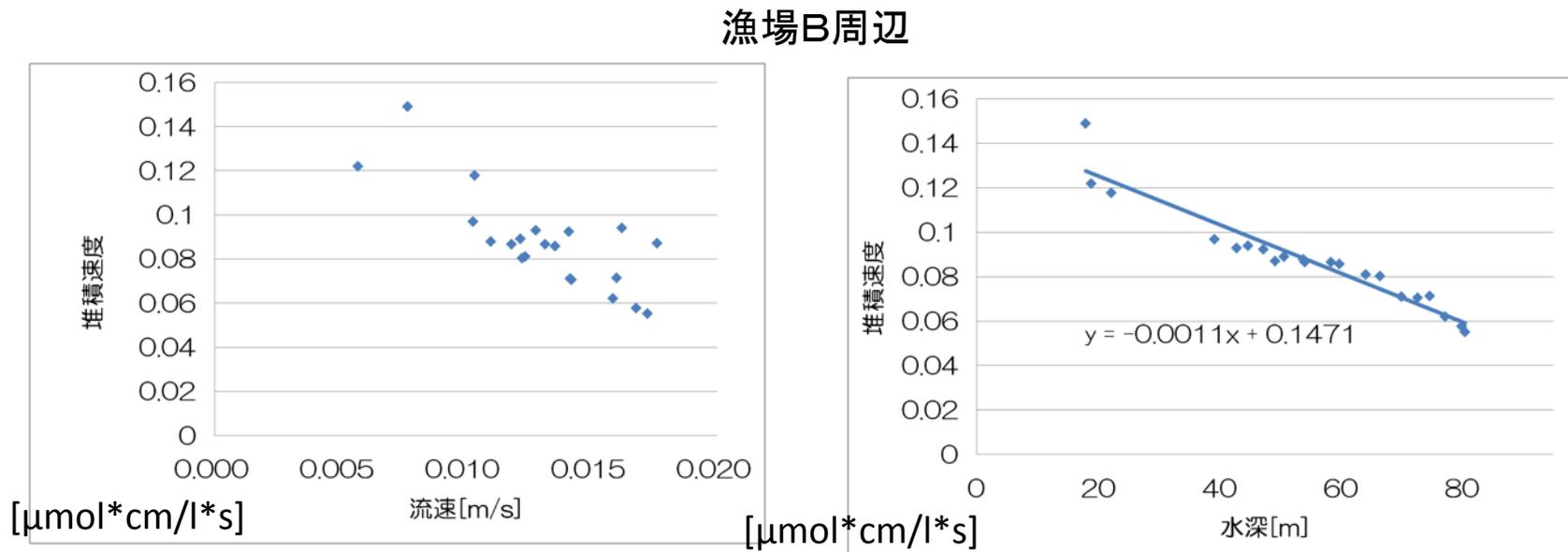
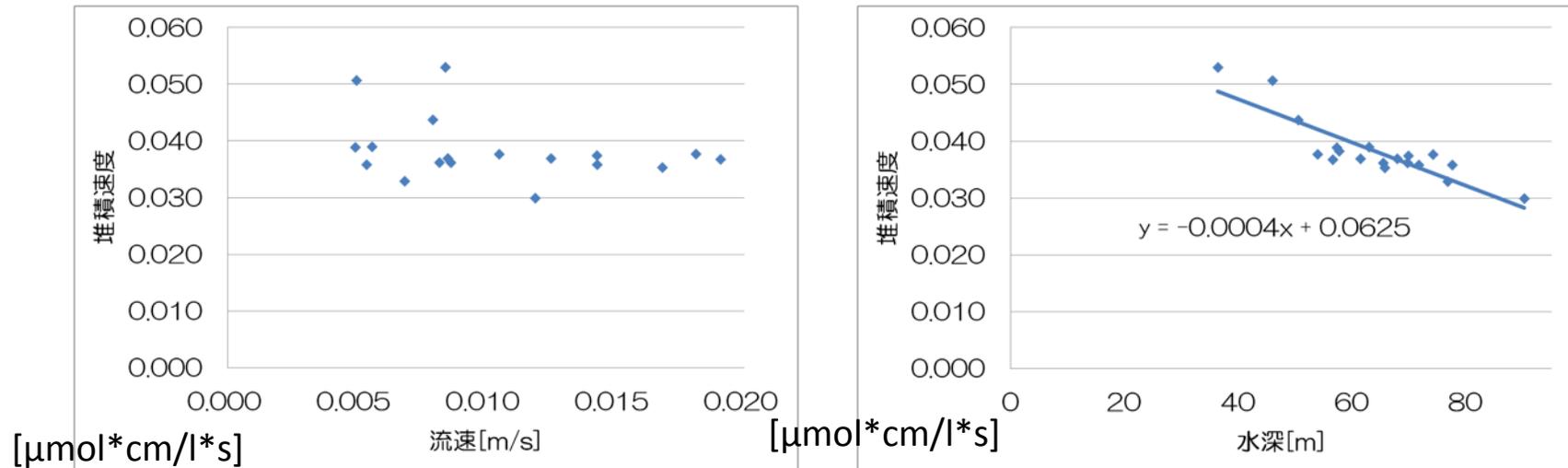
- 生簀直下の堆積速度と平均流速/水深の関係



漁場B

負荷	指定した格子に同負荷
平均流速	生簀設置水深
堆積物量	生簀直下

- 堆積速度と平均流速と水深



## 結言

- 海洋環境計測

- 結果からは明確な養殖の環境影響範囲を確認できなかった
- リン酸態リン、クロロフィル濃度は養殖生簀周辺で若干濃度が高く、養殖の影響が確認された
- 底質環境は、漁場ごとに差が見られた

- 数値シミュレーション

- 養殖場を沖合に移動した場合、負荷量を10倍に増加させても生簀周辺の栄養塩濃度は低くなる
- 生簀直下の堆積速度と水深の間には線形関係ある