



2/3

修士論文発表会

伊勢湾における小型底びき網漁船を用いた 環境計測及び資源分布予測

学籍番号 47166619

指導教員 多部田 茂 教授

岩場 公利

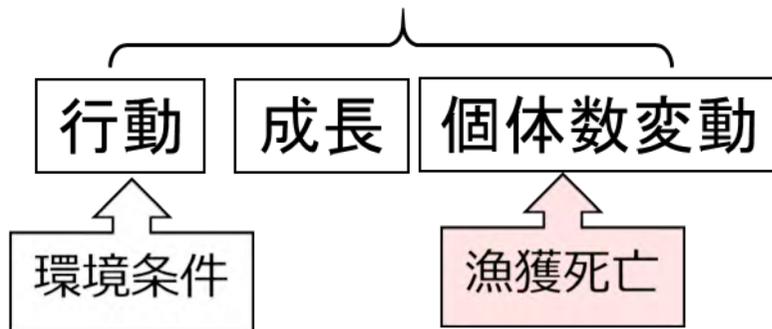


背景

伊勢湾における小型底引き網漁業の漁獲対象種の動態モデル



資源動態モデル



| | | |
|------|------|------|
| | 1.00 | |
| 0.50 | 0.00 | 0.00 |
| | 0.25 | |

※格子内の数字は複合選好強度 P^*

格子の生息適正の評価

各環境因子 j の選好強度
 $P_j=0.00$ (不適)~ 1.00 (最適)

各環境因子の選好強度の積を複
合選好強度 P_j として算出

出典:本宮ら, 伊勢湾におけるマアナゴの動態モデルの開発, 2015水産工学

出典:鈴木ら, 魚類動態モデルを利用したマアナゴ漁業シミュレータの開発, 2013土木学会論文集B2(海岸工学)

本研究室では、これまで伊勢湾におけるマアナゴ・シャコなどの小型底びき網漁業の漁獲対象種について魚類動態モデルをつくってきた

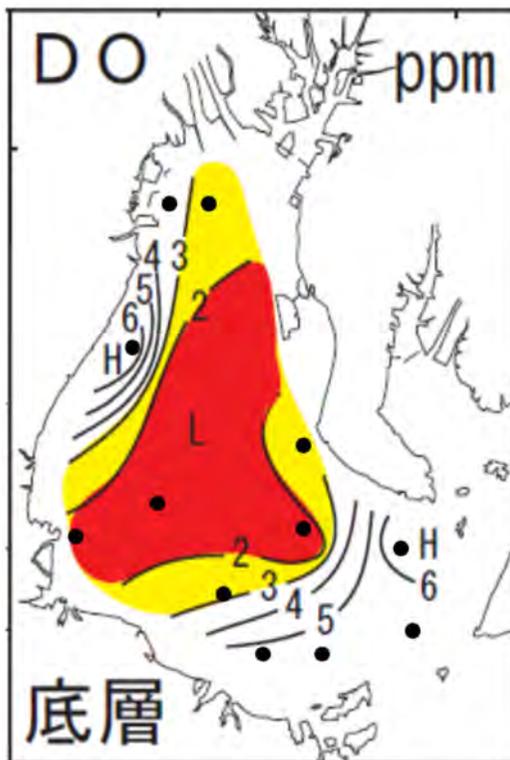
これらのモデルは水温・溶存酸素(DO)などの環境因子に基づいて動態をモデル化したものである

背景

モデルの参考データ

環境因子

観測点：数十カ所程度
観測頻度：月に一度



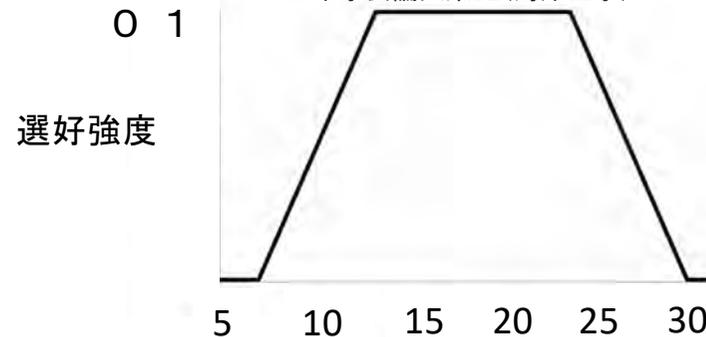
出典：三重県水産研究所，貧酸素情報H2806

動態モデル

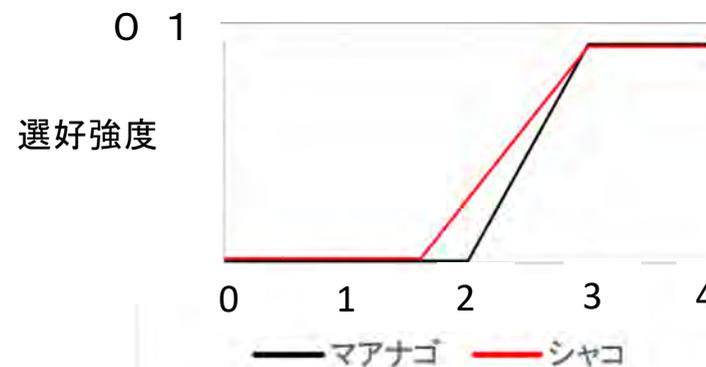
水温やDOの選好性を決定する際、
室内実験データなどを基にしている

☑水温

出典：鈴木ら，魚類動態モデルを利用したマアナゴ漁業シミュレータの開発，2013
土木学会論文集B2(海岸工学)



☑溶存酸素



しかし、小型底びき網漁船の漁場は日毎に変化しており、短期的な環境因子の変動が関わっていることが伺われる。

環境因子をより詳しく把握する為にも、実海域における頻繁かつ詳細な調査が必要である

小型底びき網漁船に観測器をつけて直接測定すれば、より詳細な環境因子、さらに漁獲から実海域における動態のデータが得られるのでは？



研究概要

データ収集

漁船



環境データ
(水温・溶存酸素)

操業日誌



- ・魚種別の漁獲量
- ・曳網時間
- ・曳網した方角

漁船を用いて測定することで、
これまでのデータよりも観測頻度や観測点を
増やすことができ、貧酸素水塊の境目など
環境因子の詳細を把握することが可能となる

1 曳網毎に漁獲量を記録してもらうことで漁獲デー
タを得ることができ、
同時に測定した環境データと合わせて、
魚種別に実海域における環境因子に対する
選好性を推定できる

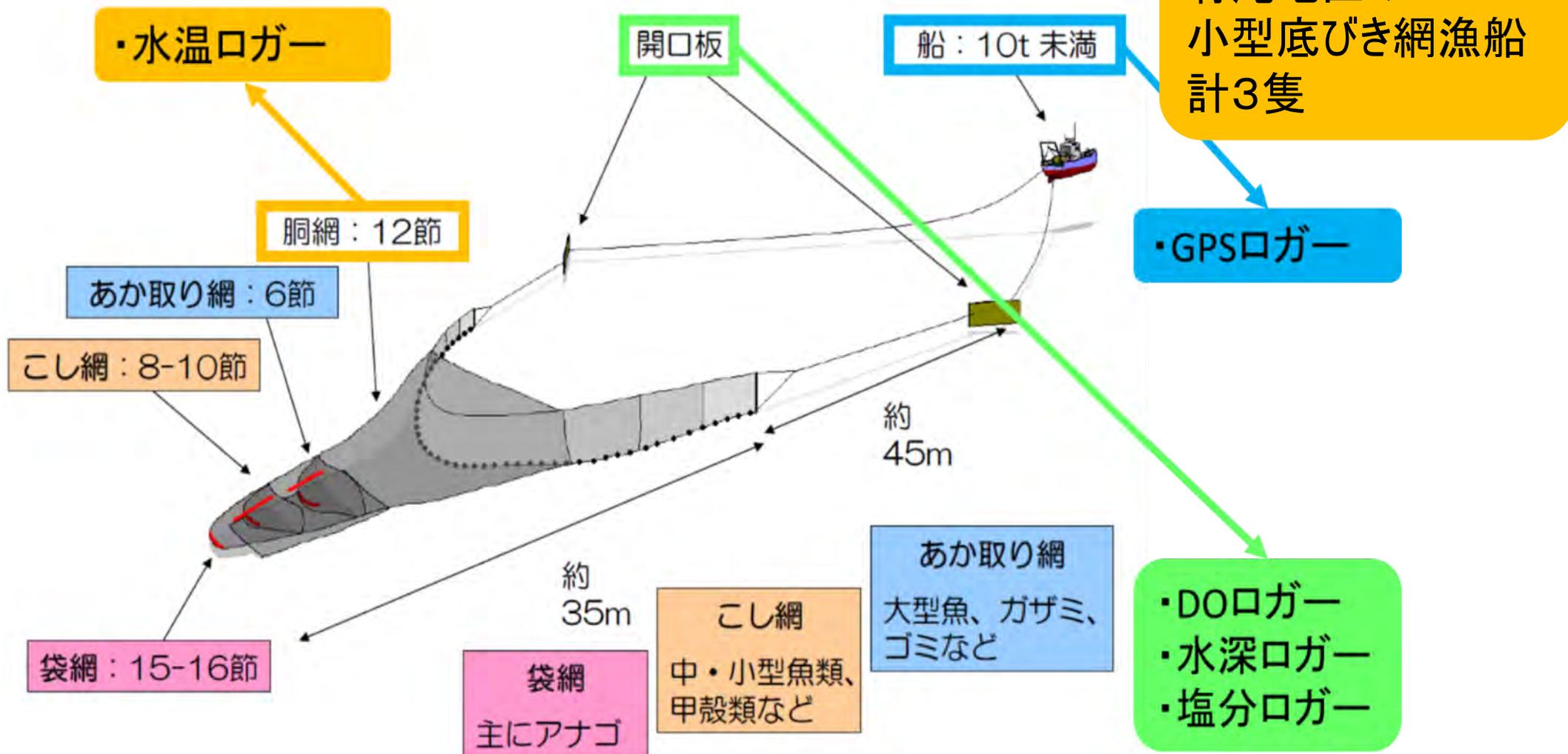


目的

- 貧酸素水塊を含めた詳細な環境因子を把握する
- マアナゴ・シャコなど小型底びき網漁業の漁獲対象種について、実海域の環境因子に対する動態を把握する
- 漁獲対象種について資源分布予測を行う

手法

小型底びき網漁船の概要とデータ収集方法





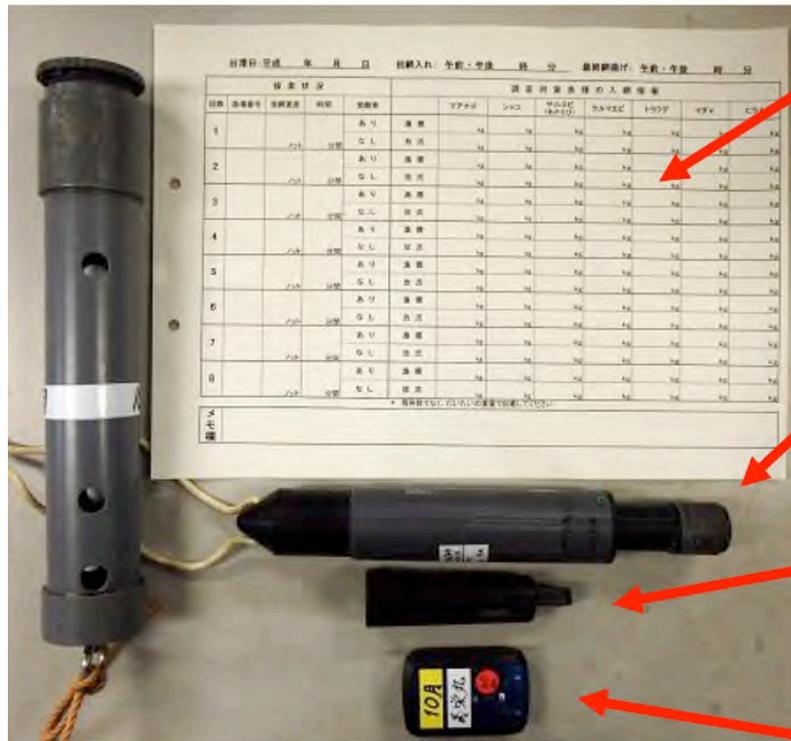
手法

測定機器

2015年度試験的に数回行い, 2016年6月以降現在も継続して測定

測定頻度: 月に8回程度 (3~7日に一度)

測定点: 曳網中3分毎に測定 (曳網は1時間程度を約8回, 3隻で測定)



標本船操業野帳 (手作業記録)
対象種: マアナゴ・シャコなど
記録内容: 1 曳網毎の魚種別漁獲量
船の曳網方向・曳網速度

DOロガー (蛍光式)
Onset社製: Hobo U-26
計測頻度: 3分

水温ロガー
Onset社製: Hobo U-22
計測頻度: 2分

GPSロガー
Transystem社製: 747 Pro
計測頻度: 1分



2016年度から導入

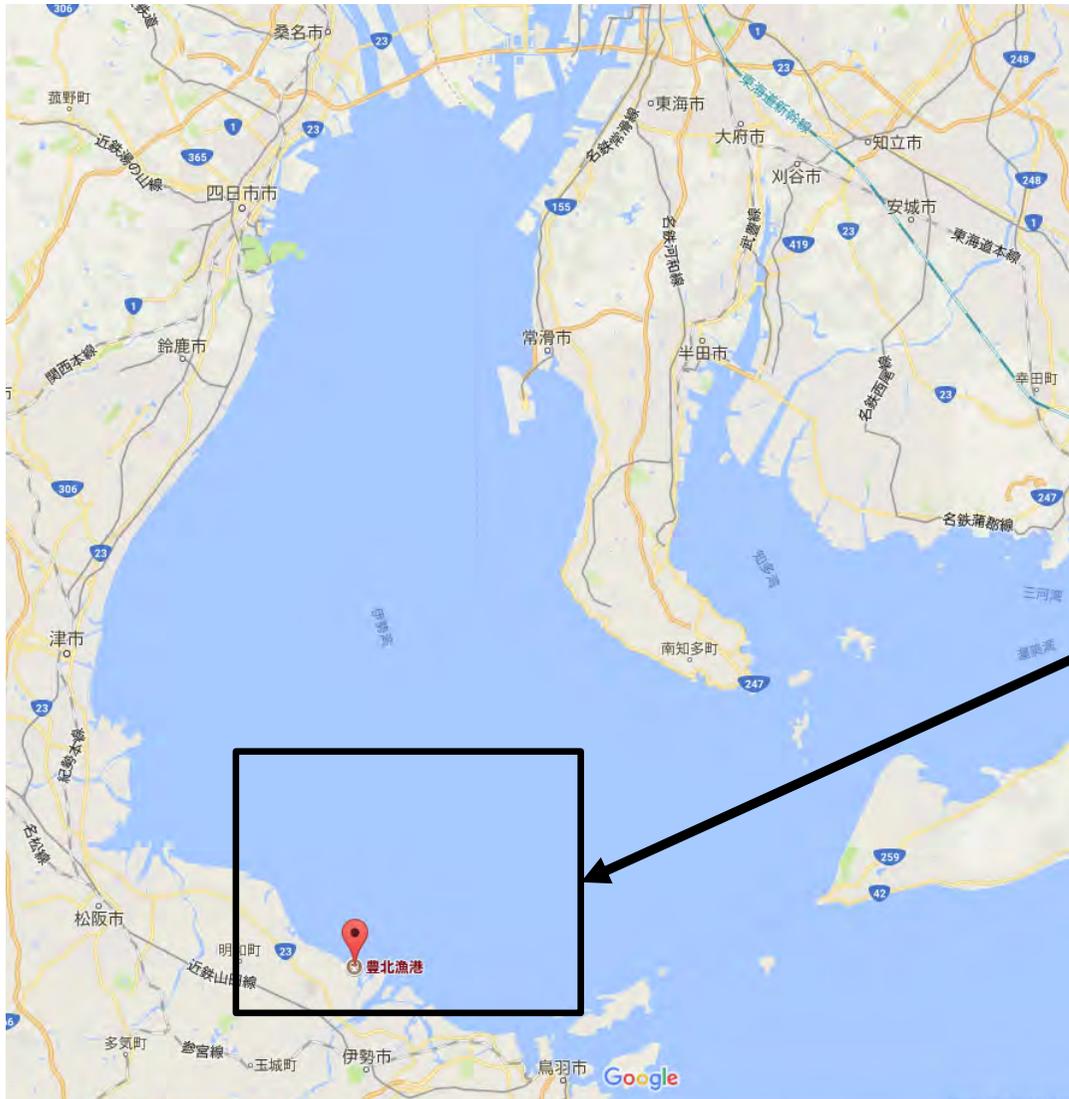
塩分ロガー
(伝導度計)
Onset社製: Hobo U-24
計測頻度: 3分

水深ロガー
(圧力計)
Onset社製: Hobo U-20
計測頻度: 3分

計5種類のロガー



測定場所



有滝地区
伊勢湾における
小型底びき網漁業の
主な漁港のひとつ

引用:
<https://www.google.co.jp/maps/@34.7802929,136.8538846,10.25z?hl=ja&authuser=0>



研究の流れ

8

漁船で計測して環境因子および漁獲の基データを得る



データ補正(センサの応答時間補正)



GPS・DO・水温・水深のデータをまとめて水質データセットを作成



漁獲データセットを作成し、水質データと1曳網毎に対応させる



各魚種毎にCPUE(Catch Per Unit Effort)を計算



描画, グラフ化



考察



データ整理

水質データと漁獲データの対応作業

作成した水質データセットと漁獲データセットは別々に存在しており、CPUEの計算や、環境因子に対する動態把握の為に、これらのデータを対応させる必要がある

漁獲データは1曳網につき1データしか存在していない

一方、水質データは曳網中の3分毎にデータがある為、1曳網毎に区切り、平均値で比較した

漁獲データに記載された

- ・曳網方向
- ・船速
- ・曳網時間

と比較して対応させた

水質データ ← → 漁獲データ

| 水質データの速度平均 [kt] | 水質データの平均方向 | 水質データLabel | 水質データの曳網時間 | コメント | 曳網方向 | kt | Time |
|-----------------|------------|----------------|------------|------|------|-----|------|
| 2.85 | 117 | 2016/9/1 18:18 | 39 | | 130 | 2.8 | 45 |
| 2.71 | 324 | 2016/9/1 19:30 | 54 | | 310 | 2.8 | 50 |
| 2.72 | 140 | 2016/9/1 20:54 | 45 | | 130 | 2.8 | 50 |
| 2.84 | 307 | 2016/9/1 22:09 | 54 | | 300 | 2.8 | 45 |
| 2.79 | 136 | 2016/9/1 23:39 | 51 | | 130 | 2.8 | 45 |
| 2.84 | 314 | 2016/9/2 1:00 | 45 | | 290 | 2.8 | 50 |
| 2.92 | 99 | 2016/9/2 2:15 | 39 | | 130 | 2.8 | 50 |
| 2.88 | 302 | 2016/9/2 3:27 | 51 | | 250 | 2.8 | 55 |



結果①(三重水研の貧酸素情報と比較)

10

三重県の水産研究所が公表している 貧酸素情報と比較

- 月に一度公開されている貧酸素情報データ(2016年6月6日)と近い日に、漁船で測定を行っていた2016年6月5日のデータを水平分布化して可視化し、比較を行う
- 漁船測定データは3隻全てのデータを統合したものである
(これ以降の結果も同様)
- 比較を行うことで、
 - ・測定データの妥当性(貧酸素情報と大きなずれが生じていないか)
 - ・測定データがより詳細にデータを得ているかどうかを確認する

結果①(三重水研の貧酸素情報と比較)

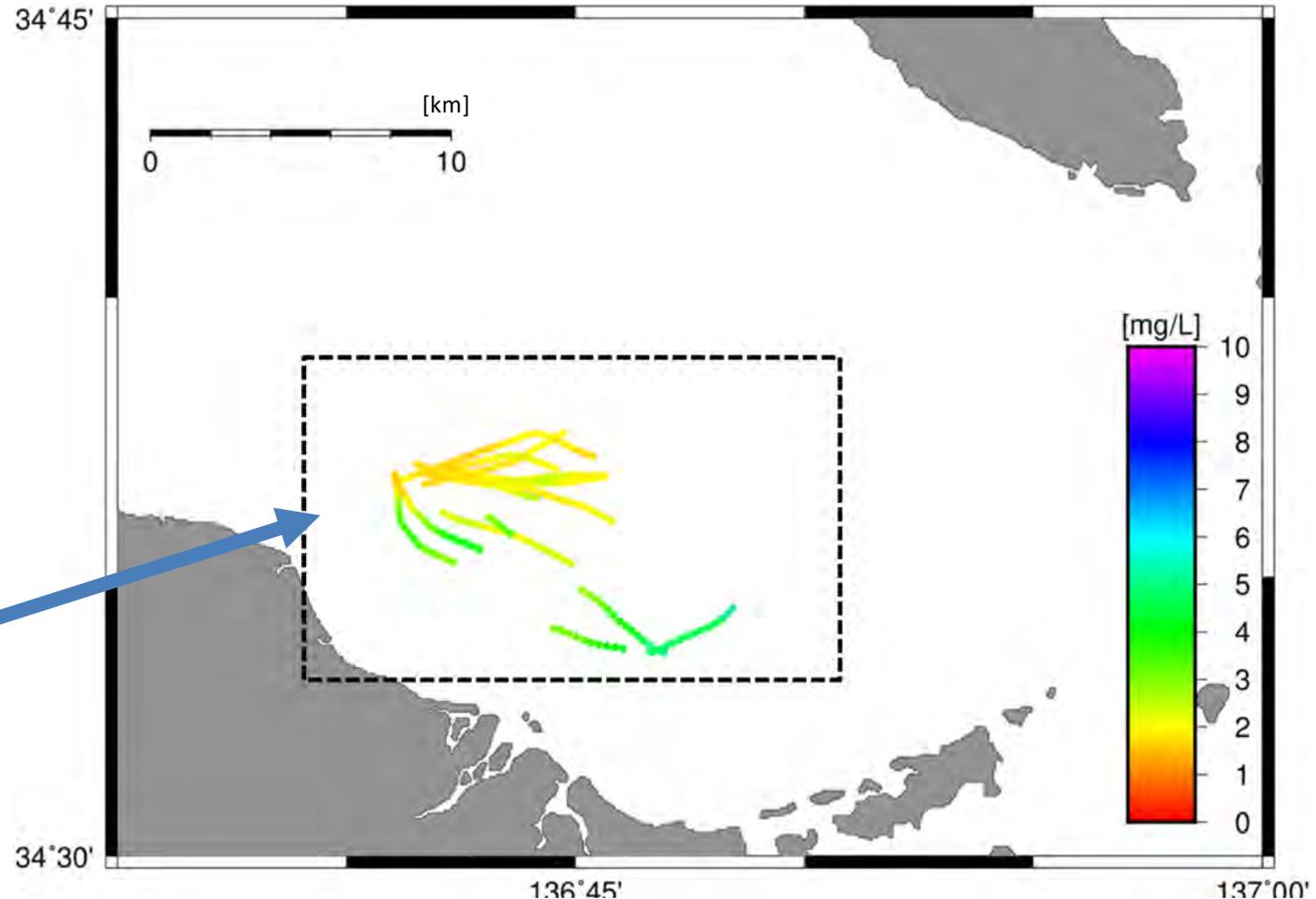
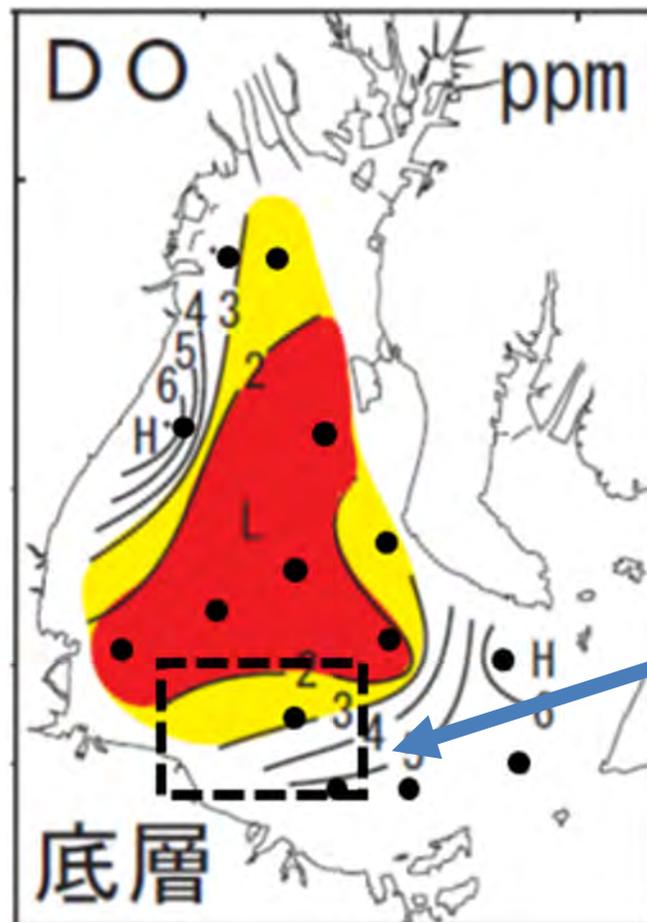
11

6/6

三重水研の貧酸素情報
(黒点の場所が観測点)

6/5

漁船を用いた実測データ
(色の付いた点1つ1つが観測点)





結果②(環境・漁獲データの水平分布)

12

マアナゴ・シャコCPUEおよび DO・水温の水平分布図

- マアナゴ・シャコのCPUEおよび，環境因子であるDO(溶存酸素量)・水温について，観測した日付毎に水平分布化を行い，地図上のどの場所で曳網したかを判別できるようにした
- データは2016年7月30日～8月11日までのものを示す
- これまでの月に一度の測定では捉えにくかった，短期的な物理場変動の詳細を確認する
- 環境因子と漁獲対象種のデータを同時に可視化することで，環境因子に対する動態やエサ生物との関係性や漁業者の漁場選択について考察する

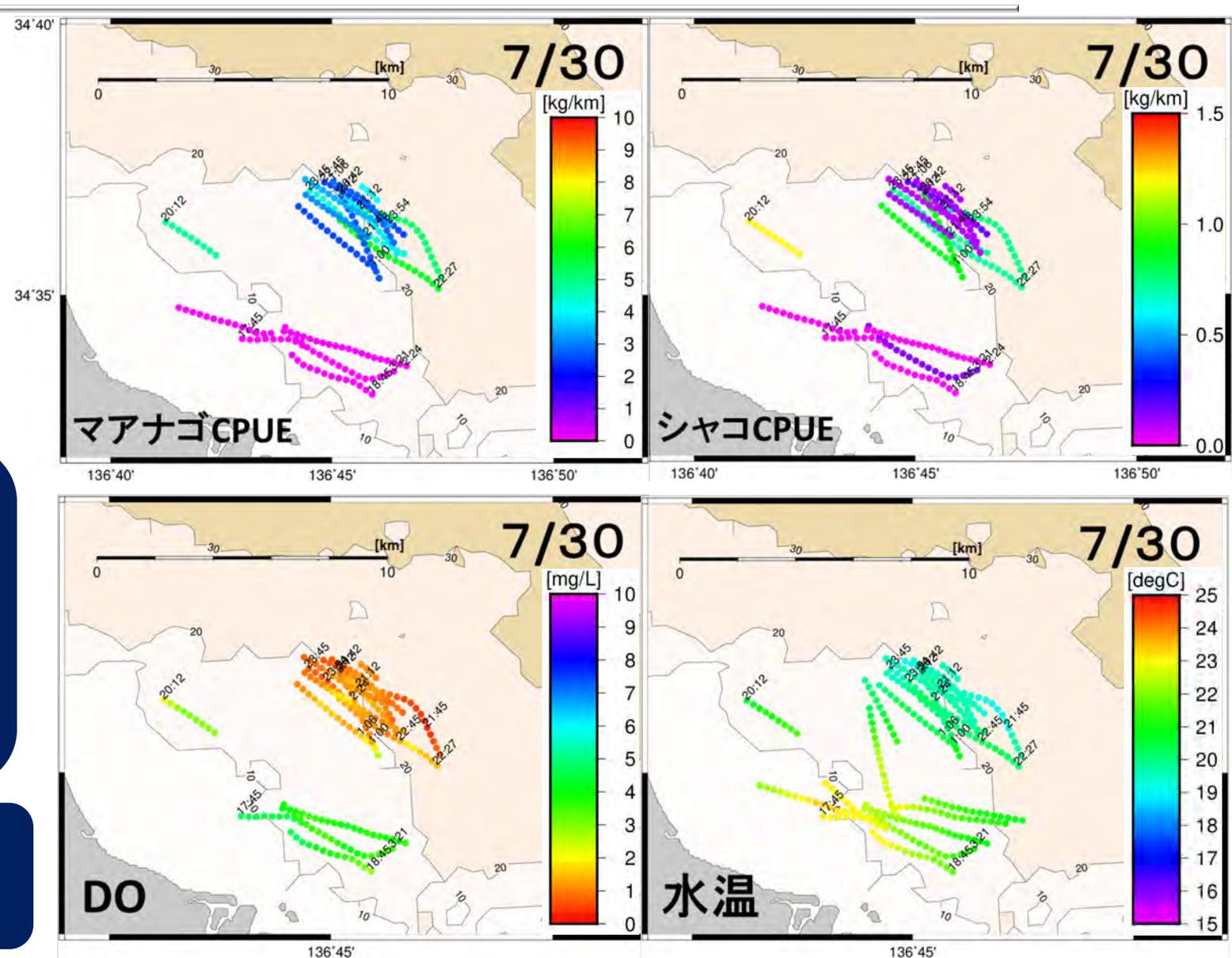


結果②(環境・漁獲データの水平分布)

7月30日の
マアナゴ・シャコ
CPUEと
DO・水温の
水平分布図

貧酸素の縁辺部
であると考えられる
低DOの場所でマア
ナゴ・シャコ共に漁
獲が多い

低DOの場所は
低水温となっている

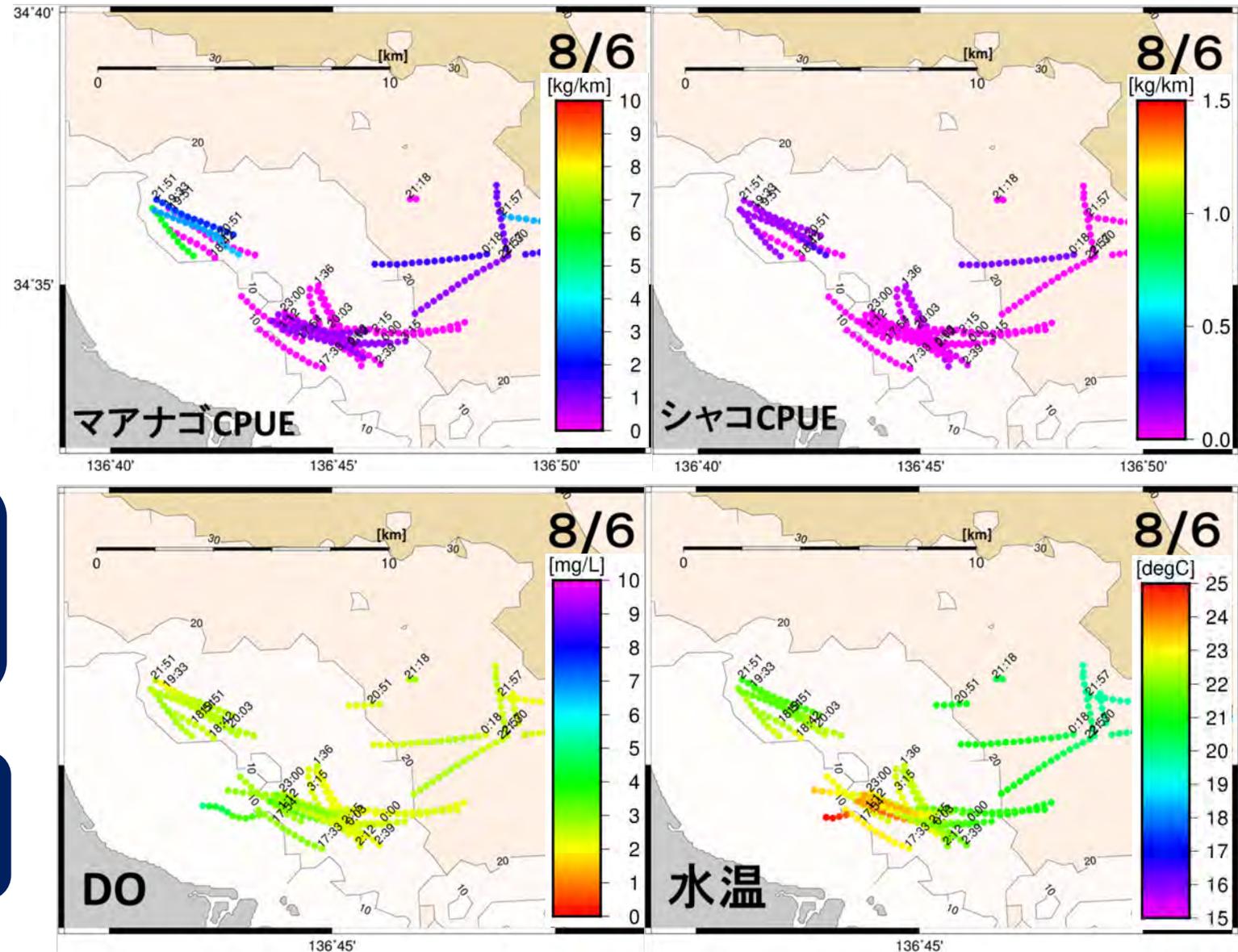




結果②(環境・漁獲データの水平分布)

14

8月6日の
マアナゴ・シャコ
CPUEと
DO・水温の
水平分布図



漁業者は日毎に曳
網場所を変えてい
る

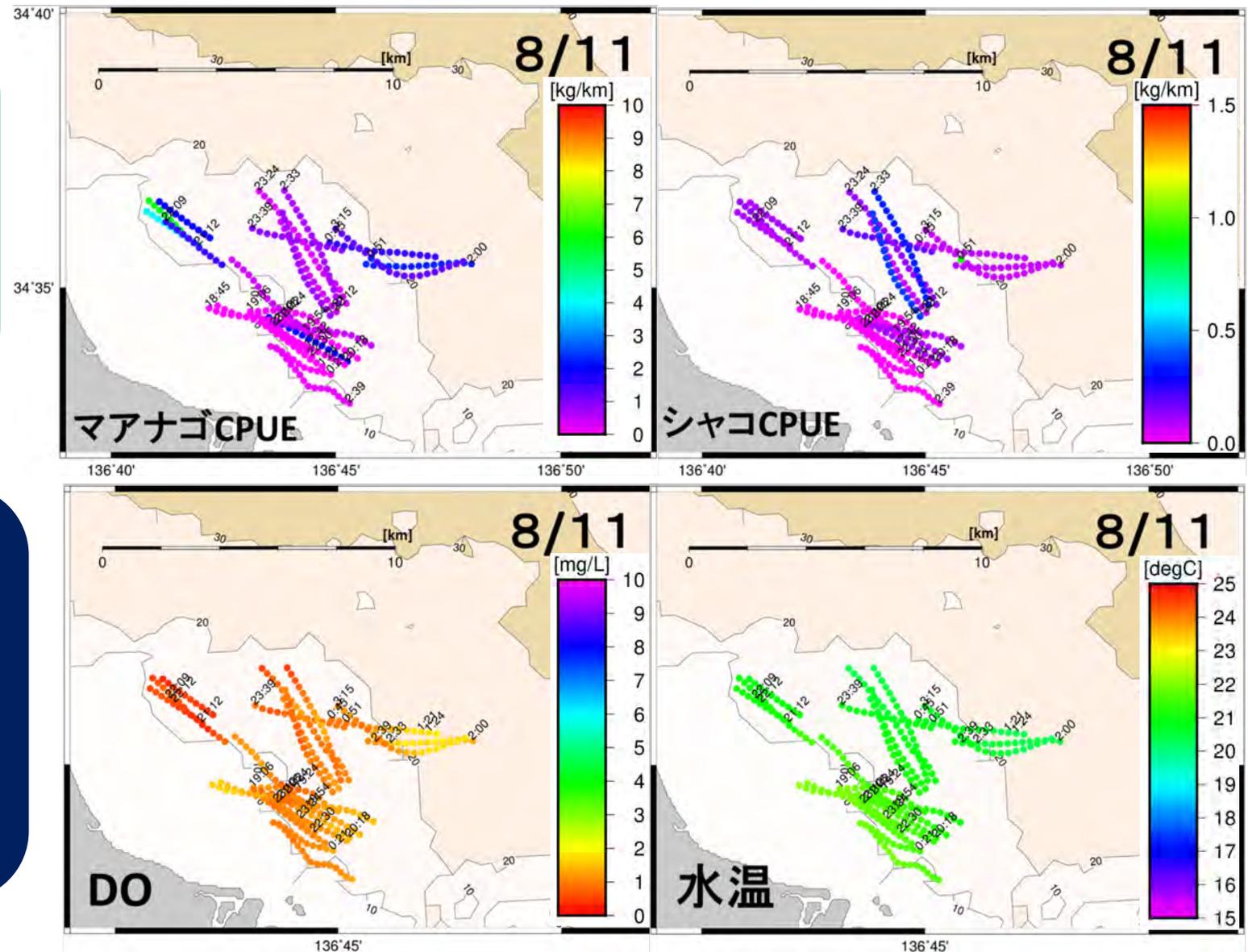
貧酸素が少し解消
されている。



結果②(環境・漁獲データの水平分布)

15

8月11日の
マアナゴ・シャコ
CPUEと
DO・水温の
水平分布図



貧酸素が再び
生じている。
このことから、
水塊構造は数日
スケールで大きく変
動している



結果③(水質とCPUEの散布図)

16

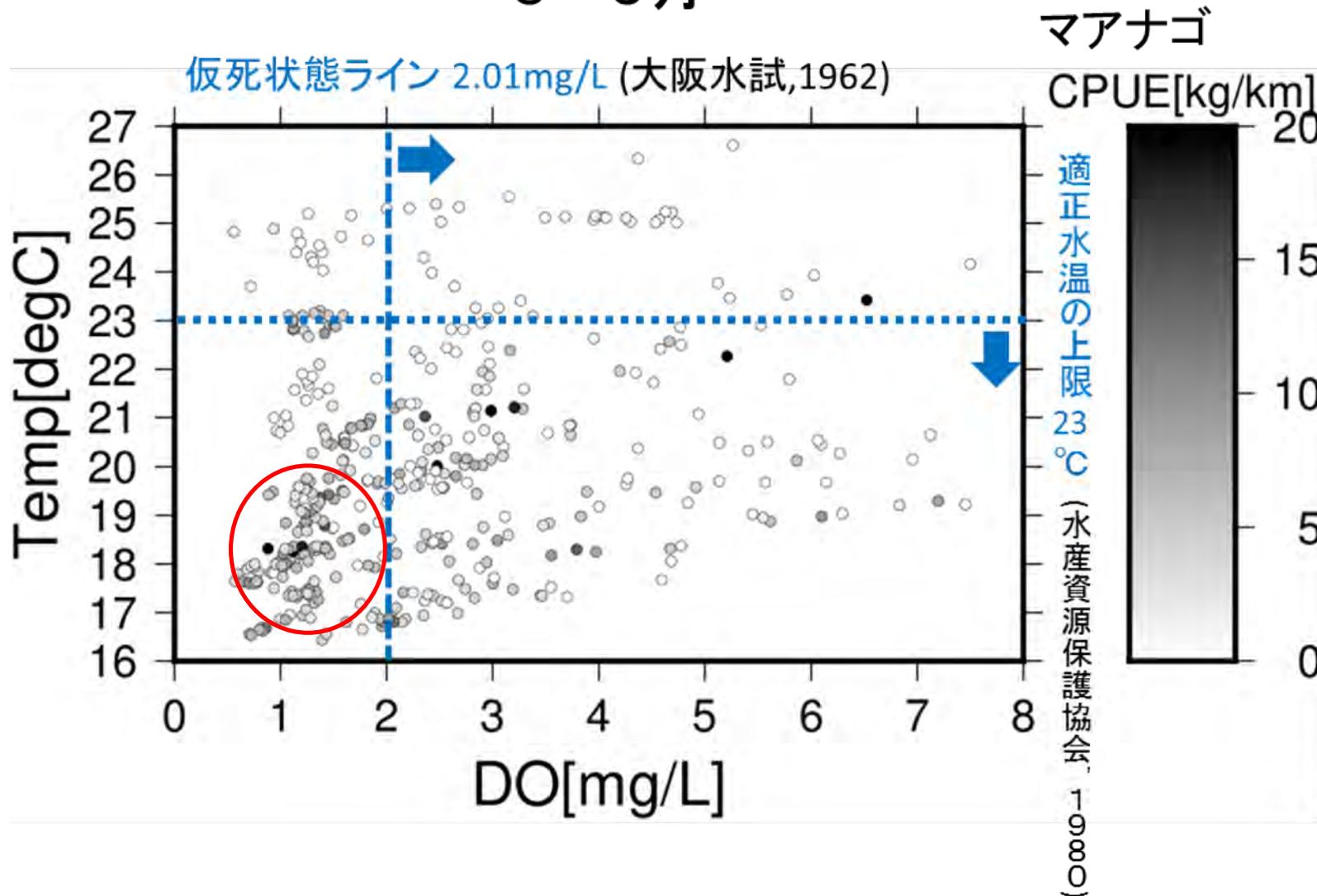
DO・水温と漁獲対象種CPUEの関係

- DO(溶存酸素量)を横軸, 水温を縦軸にとり, 魚種別にCPUEを色の濃淡で示した散布図を作成した. 例としてマアナゴ・シャコ・マダイを示す
- 水温・DOの値は1曳網の間の平均値をとったものである
- 各漁獲対象種がどのような水質条件の時に多く漁獲されているかをグラフから確認し, 既往研究で得られている知見と比較を行った
- 漁獲記録が全曳網の1割以上で確認された月のデータをまとめたグラフを, 漁獲対象種別に作成した

結果③(水質とCPUEの散布図)

17

6-9月



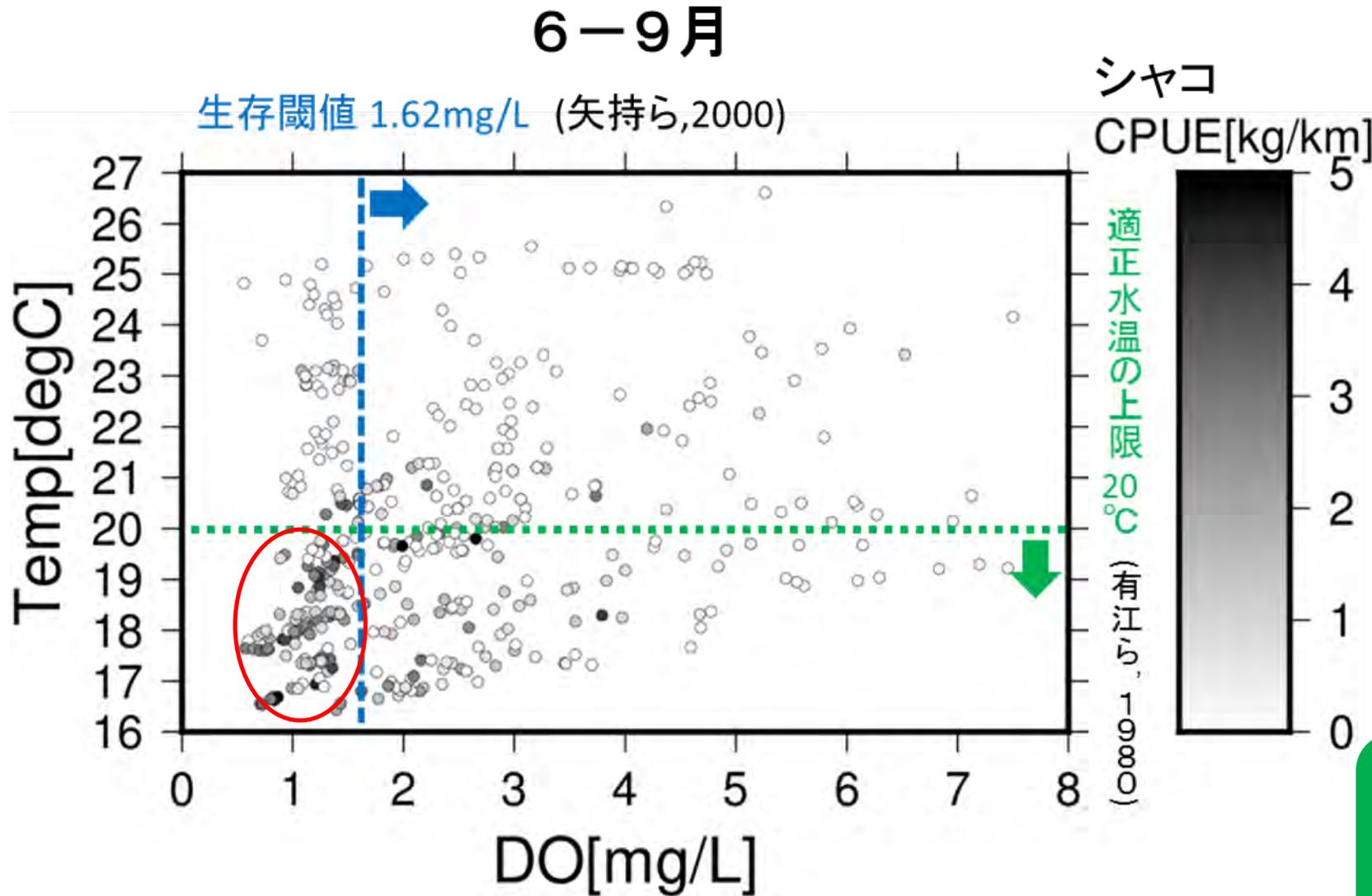
室内実験で
仮死状態とされて
いる2.01mg/L
を下回る場所でも
多く漁獲がみられ
る

既往研究で適正
水温とされている
23°C以下で主に漁
獲されている

丸で囲んだ
低DO・低水温で
漁獲が多い

結果③(水質とCPUEの散布図)

18



室内実験で
生存閾値とされ
ている1.62mg/L
を下回る場所でも
多く漁獲がみら
れる

既往研究で
適正水温とされ
ている
20°C以下で主に
漁獲されている

丸で囲んだ
低DO・低水温で
漁獲が多い

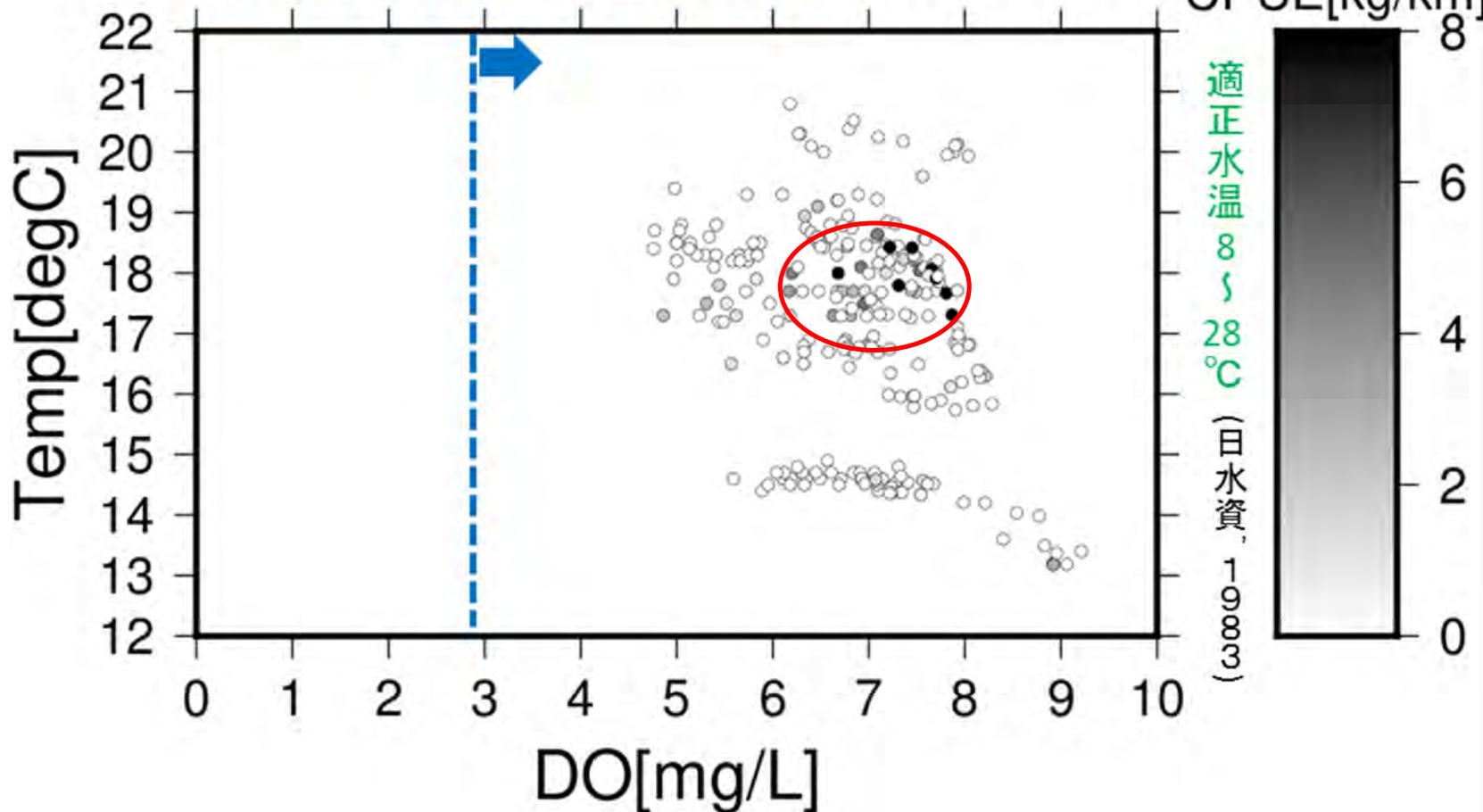


結果③(水質とCPUEの散布図)

19

11-12月

行動異常変化値 2.89mg/L(未成魚) (山元ら,1987)



室内実験で行動異常値とされている2.89mg/Lを下回る場所での曳網は確認されなかった

既往研究で適正水温とされている8~28°Cの間で漁獲されていた

丸で囲んだ水温が17~19°C DOが6~8mg/Lで漁獲が多い



結果④(機械学習を用いた分布予測)

20

マアナゴの資源分布予測

- ニューラルネットワーク(NN)を用いて、主な漁獲対象種であるマアナゴのCPUEの予測を行った
- NNはRの単一中間層ニューラルネットワークパッケージ「nnet」を使用した
- NNの学習には実測データを使用し、マアナゴの漁獲がみられた2016年6月～9月のデータを利用した
- 各値は0～1となるよう正規化して用いた



結果④(機械学習を用いた分布予測)

23

NNによる月別の マナゴCPUE予測結果

横軸
実測値から求めた
マナゴCPUE

縦軸
NNによって予測した
マナゴCPUE

RMSEの月別結果

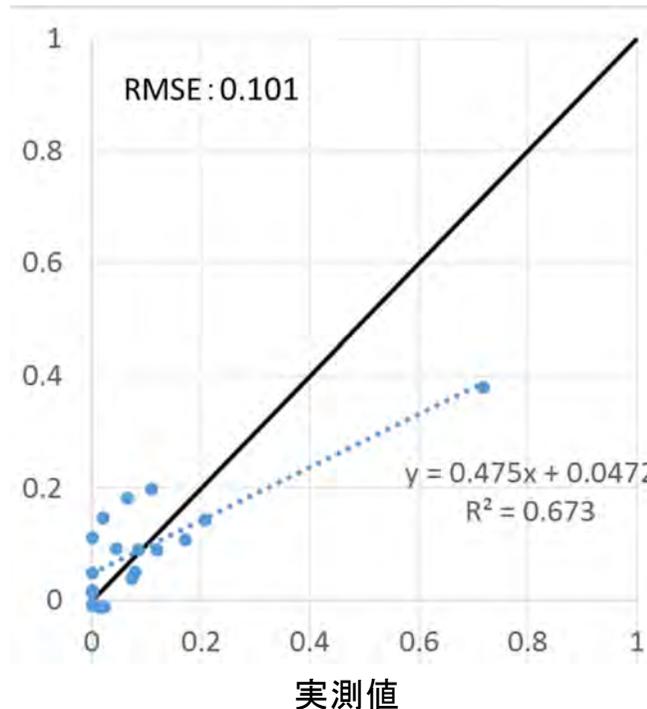
6月:0.0939

7月:0.0866

8月:0.101

9月:0.0337

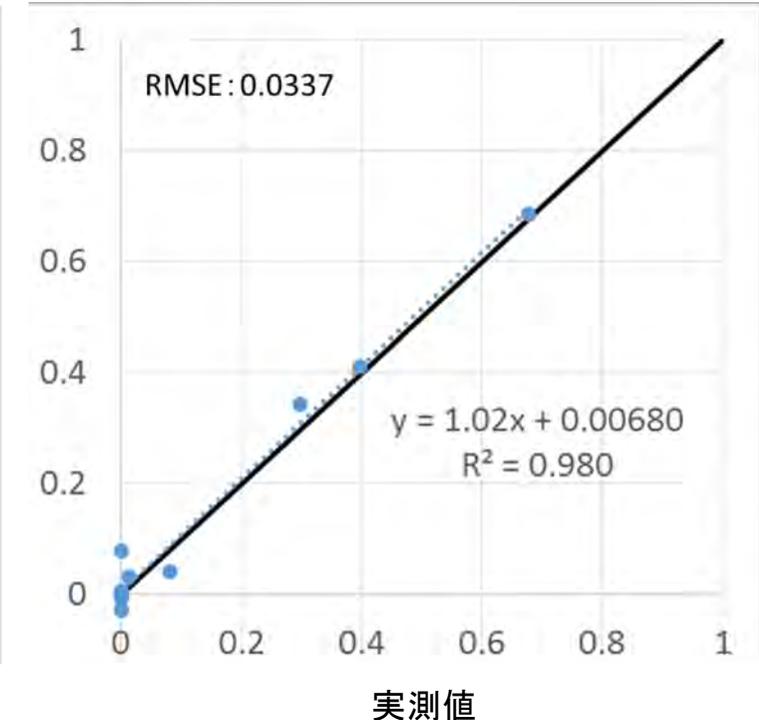
予測値 予測精度が低い例:8月



8月のNNによる予測は、CPUE
が高い時に精度が悪い

理由として、学習データに高
CPUEのデータが多く存在してい
ないことが考えられる

予測値 予測精度が高い例:9月



9月は高CPUEのデータも揃っ
ていた為、予測精度が高かつ
たと考えられる



結果④(機械学習を用いた分布予測)

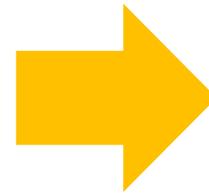
24

各月のマアナゴCPUEの予測に 最も寄与している因子の検討

入力

- DO
- 水温
- 水深
- シャコCPUE(エサ環境)

4つの内,
1つのデータを一定値として
NNの学習に反映させないよう
にする



出力

- マアナゴCPUE

月毎に学習データを与えて、予測精度の変化をみることで各入力の出力に対する寄与を確認する
→ 予測精度が悪くなった項目が最も予測に寄与している



結果④(機械学習を用いた分布予測)

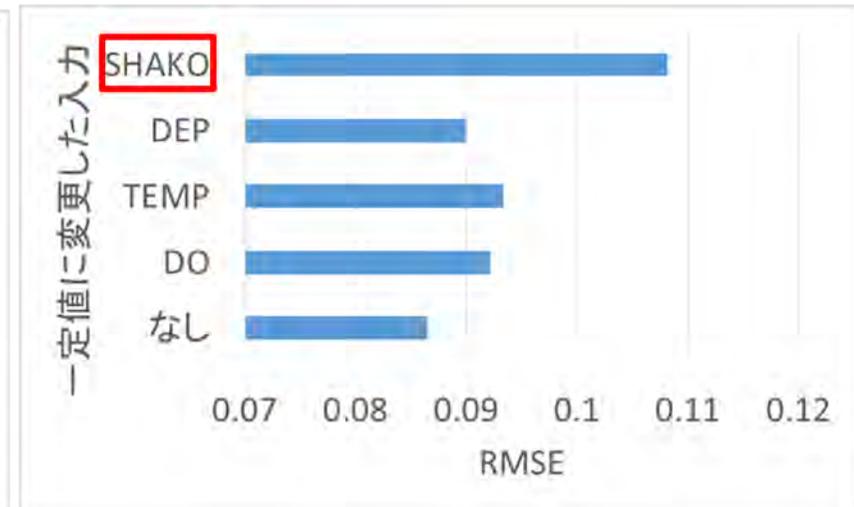
25

月別の
マアナゴの動態に
寄与している因子
の特定結果

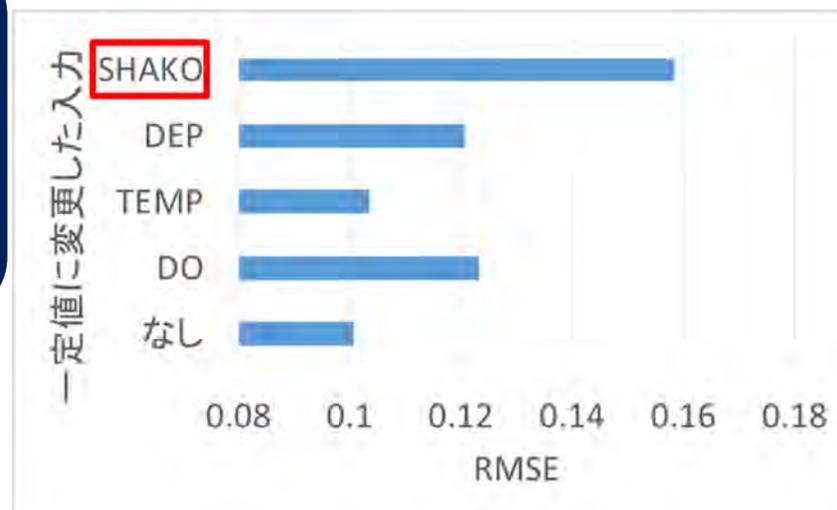
6月



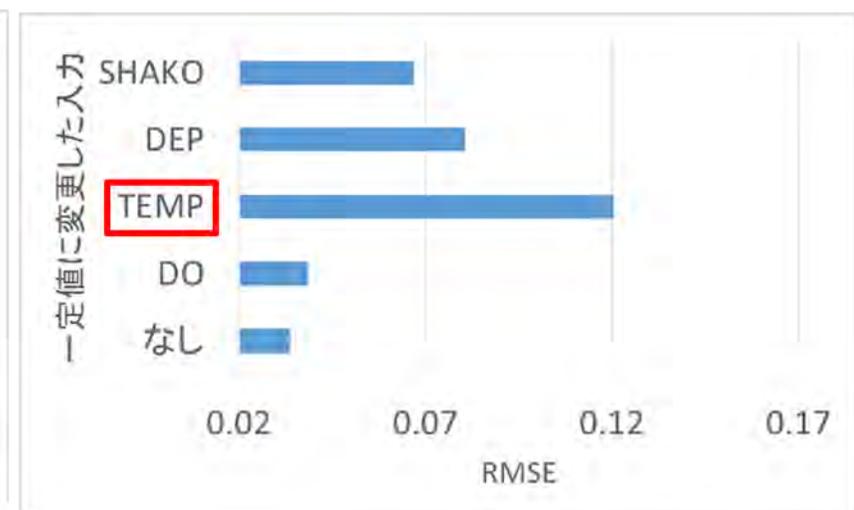
7月



8月



9月



マアナゴの動態に
最も寄与している
因子は
月によって異なる
結果となった



結果④(機械学習を用いた分布予測)

26

各月のマアナゴCPUEの予測に 最も寄与している因子の整理

結果

6月: DO

7月: シャコ(エサ環境)

8月: シャコ(エサ環境)

9月: 水温

既往研究

田島ら(2016):

マアナゴは7月・8月のエサ環境が悪い

黒木(2016):

マアナゴは水温が低いほど漁獲が多かった

(本研究でも低水温・低DOで漁獲が多い)

7月・8月は少ないエサを優先し、6月は低水温の場所が低DOである傾向が見られていたことから、低水温を好みながらも貧酸素に移動を阻まれ貧酸素水塊の縁辺部に蜻集していたと考えられる



結果④(機械学習を用いた分布予測)

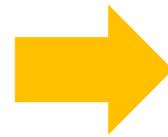
27

マアナゴCPUEの水平分布予測

入力

- DO
- 水温
- 水深

学習データは6月～9月のデータを全て使用した
水平分布予測を行う日付のデータは学習データから取り除いた



出力

- マアナゴCPUE

NNによって、環境因子から予測した結果が水平分布的にどの程度整合しているかを確認する

現実的には、事前にシャコの分布を把握できない為、入力からシャコCPUEを取り除いた



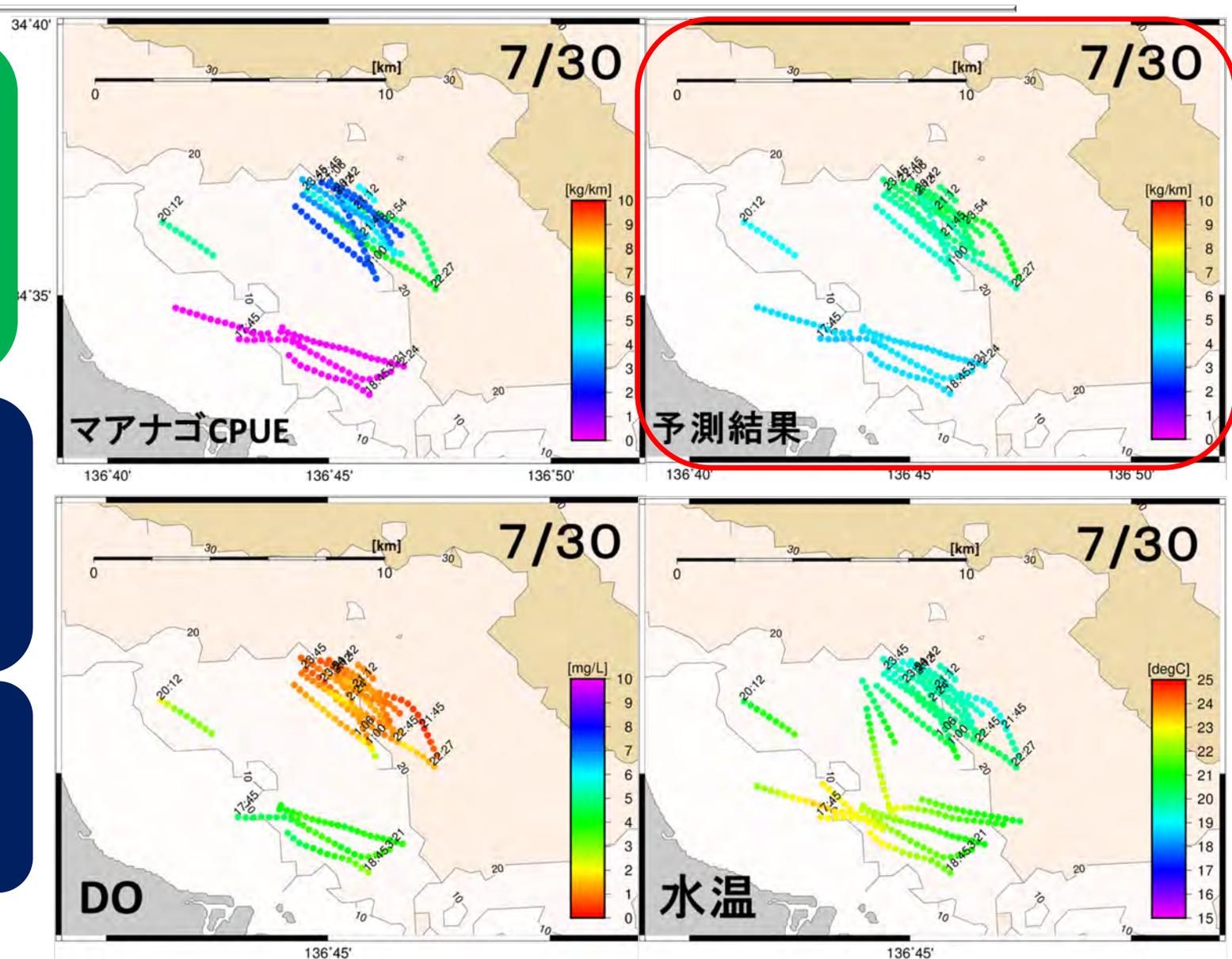
結果④(機械学習を用いた分布予測)

28

NNによる
7月30日の
マアナゴCPUEの
予測結果と
実測データの比較

実測データでは
貧酸素の縁辺部と考
えられる場所で
漁獲が多かった

予測結果でも
CPUEの高い場所を予
測できている





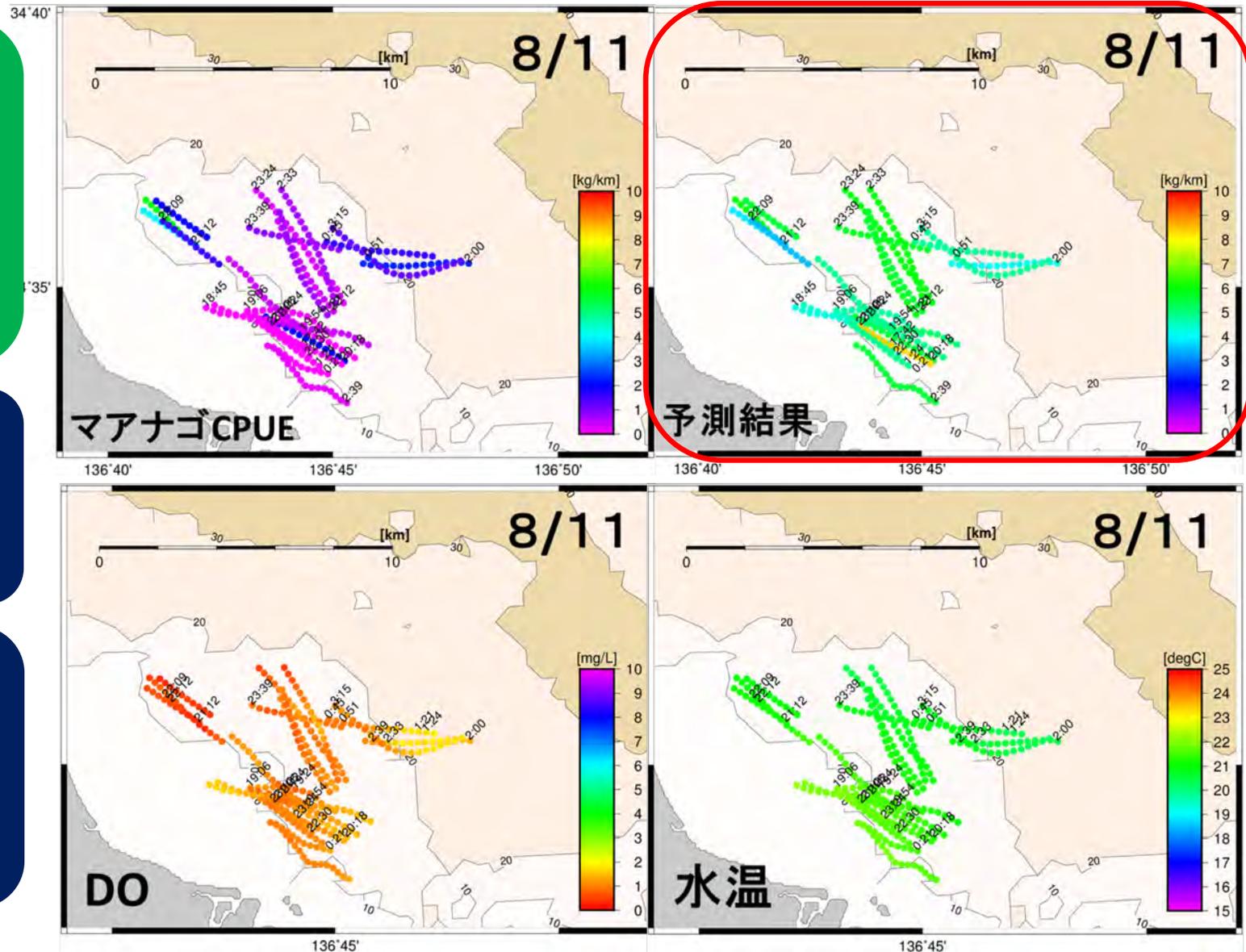
結果④(機械学習を用いた分布予測)

29

NNによる
8月11日の
マアナゴCPUEの
予測結果と
実測データの比較

実測データでは
全体的に漁獲量が
少ない

予測結果では全体的にCPUEが高いと予測しており、あまり整合していない





結論

30

三重県の貧酸素情報との比較

- 実測データの妥当性を示すと共に、計測点が大幅に増えたことを示した

DO・水温とCPUEの水平分布図

- これまで捉えるのが難しかった短期的な水塊構造の変化を捉えており、環境因子は数日スケールで大きく変化していることがわかった

DO・水温とCPUEの散布図

- マアナゴ・シャコにおいて、実海域における行動特性は、既往研究の室内実験で得られている知見と異なる可能性が示唆された

NNを用いた因子特定

- マアナゴの動態に最も寄与している因子は月によって異なっていることを示した

NNを用いた水平分布予測

- 一部の条件以外ではマアナゴCPUEが高い場所を予測できており、NNを用いた資源分布予測の有用性を示した



今後の課題

31

実測範囲の拡大

- 有滝地区の漁船3隻に計測を依頼した，今後計測する船を増やすことができれば，より広範囲のデータを収集することができる

データ精度の向上

- 漁獲データの記録は手作業で記録している．記録の自動化等を行うことで，データの記録漏れ防止や精度向上が期待できる
- 漁獲量は水質データの1曳網間の平均値と対応させている．水中カメラ等により曳網中の網に入ったタイミングを判断できれば，実海域の動態についてより詳細なデータを得ることができる

分布予測精度の向上

- 1曳網毎のデータを与えて予測したが，局所的なデータだけでなく，曳網場所全体が貧酸素など，全面的な環境因子の情報も予測に反映することで，より高精度な予測ができると考えられる