

第一次産業×ICTに関する技術セミナー  
《ドローン・IoT利活用による有害生物対策とエコシステム》

# 養殖現場と連携した双方向『水産情報コミュニケーションシステム』による赤潮・魚病対策技術の開発

清水園子  
(愛媛大南予水産研究センター)

研究分担: 太田耕平・武岡英隆・松原孝博(愛媛大学南予水産研究センター)  
小林真也・黒田久泰・樋上喜信・遠藤慶一(愛媛大学理工学研究科)  
入野和朗・吉田則彦(愛媛大学社会連携推進機構)  
川上秀昌・武智昭彦・久米洋(愛媛県農林水産研究所水産研究センター)  
研究連携: 浦崎慎太郎(愛南町)

(平成27年度SCOPE事業地域ICT振興型成果報告)

平成28年 6月30日

# 研究の背景

## 水産養殖は重要な食料供給源

愛媛県は養殖生産日本一（地域の基幹産業）

### 魚類養殖

マダイ



生産量全国1位

ブリ類



<http://suisan059-ehime.jp/aiiku-fish.php> (愛育フィッシュ)

生産量全国2位

ヒラメ



生産量全国3位

その他マハタ、カワハギ、シマアジ、クロマグロなど・・・

### 貝類養殖

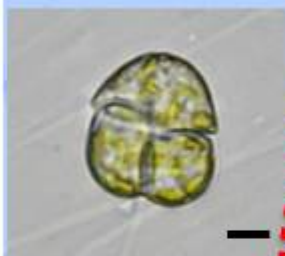


真珠母貝 生産量全国1位

真珠 生産量全国1位

# 宇和海海域の最近の赤潮被害

カレニア・ミキモトイ



推定被害額

2012: 約12億円

2014: 約1億円

2015: 3億7千万円

コクロディニウム・  
ポリクリコイデス  
(2013)



推定被害額

約4,700万円

貝毒プランクトン

出荷自主規制による経済的被害

# 赤潮早期検知システム ～愛南町と愛媛大南水研の取り組み～

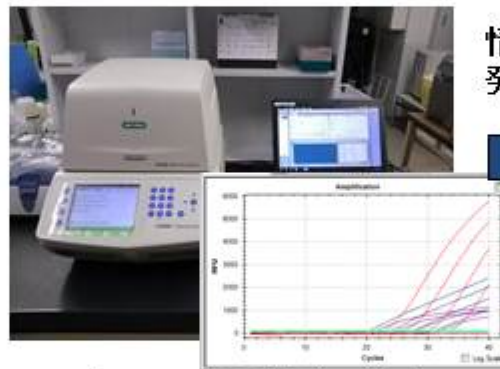
## 町内定期モニタリング



(夏季 1回/週、冬季 1回/2週)

## 遺伝子情報を用いた測定

海水採取



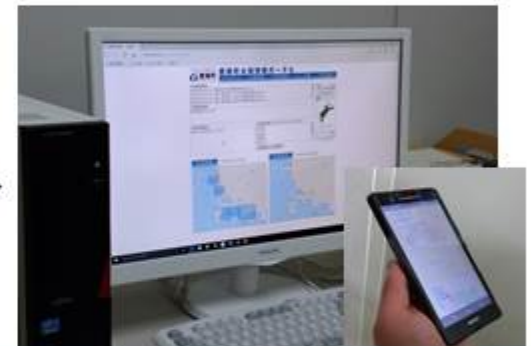
リアルタイムPCRで検出・定量

マルチプレックスPCRで効率化

情報発信



## インターネットで情報発信



愛南町水域情報ポータル

<http://www.ainan-gyoshoku.jp/ainanict/portal/index.aspx?AspxAutoDetectCookieSupport=1>

**早期対策・被害低減へ**

H22年度総務省ICT絆事業にて整備

# 従来法との比較(赤潮)

## 従来法

### 赤潮発生



試験機関へ  
海水運搬



餌止め・  
生け簀移動

有害性判定

## 新システム

### 定期赤潮診断



赤潮注意  
・警報

餌止め・  
生け簀移動

### 赤潮発生



発生前から  
対応可能



早期対応  
防除剤散布など

## 被害の大幅低減

# DNA検査による高感度測定法のメリット

従来法  
(顕微鏡による定量)



高感度測定法  
(PCR法)



感度 1 細胞以上必要

0.02 細胞 / ml

精度 経験必要

経験不要(高い再現性)

迅速性 少数で有利

多数サンプルでも数時間

病原体 不可能

測定可能

遺伝子解析法により、  
多量のサンプルを高精度・高感度・迅速に解析

# 有害赤潮プランクトンのモニタリング

## 測定系が確立したプランクトン

コクロディニウム



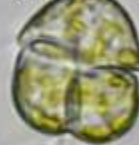
*C. polykrikoides*

ヘテロシグマ



*H. akashiwo*

カレニア



*K. mikimotoi*

シヤトネラ



*Chattonella* spp.  
(*marina*, *ovata*,  
*antiqua*)

ヘテロカプサ



*H. circularisquama*

Alarm

危険密度

300

50,000

1,000

100

1000細胞で  
アコヤガイ  
斃死

注意密度

30

5,000

100

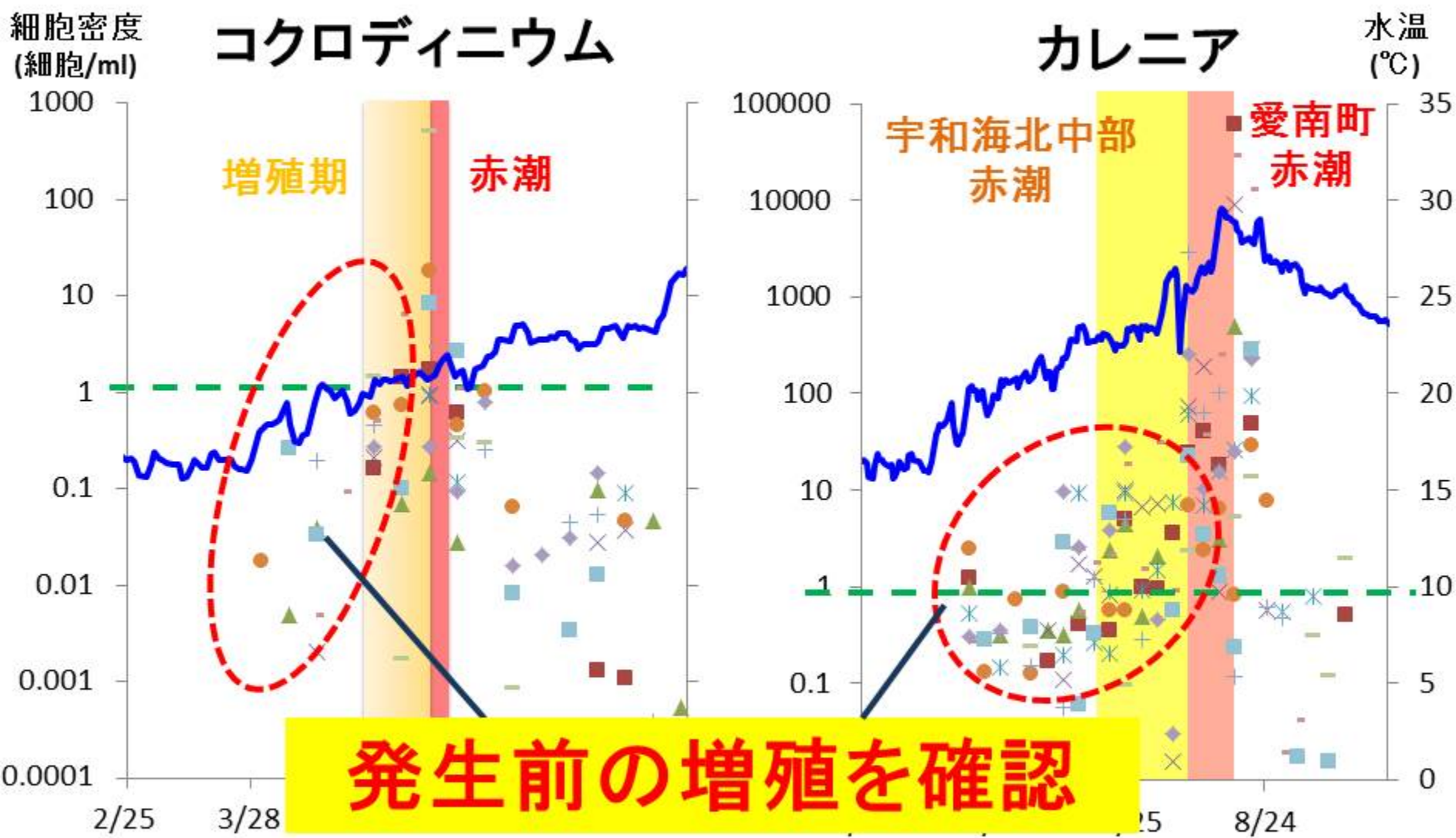
10

warning  
(cells/mL)



モニタリング  
発生パターンの解析

# 愛南町海域における有害赤潮プランクトン遺伝子の推移





# 情報発信

ともにあゆみ、育て創造するまち **愛南町 愛南町水域情報ポータル**

トップページ 水域情報 赤潮情報 リンク集 水質情報

■水域新着情報■

◆平成27年02月04日 深浦・東海(深浦一中玉)の水域情報が更新されました。  
▲平成27年02月04日 深浦・東海(深浦一中玉)の水域情報が更新されました。  
域情報が更新されました。

tenki.jp 愛南町の天気  
天気 気温 降水確率  
2月4日(水) (気象)

今年のお祭りプランのトク知について (2/2)

平成27年02月04日

愛南町産業観光課 伊藤 博之 担当  
担当 伊藤 博之 担当  
TEL 099-1-0222  
FAX 099-1-0228

なごみに

◆概要は、広域連合や愛南町東部排水センターからの、豊後水道から中津川に流入したカシミア・ミキモトイ類の増殖が心配されています。カシミアの増殖が予想される可能性がありますが、また、ミキモトイ類についても、愛南町海域での増殖が多くなってきているとの、増殖の可能性があるとの見込みです。注意してください。

◆なお、今後の気象状況や潮流状況では、増殖の恐れがあるとの見込みです。ご了承ください。

◆その他、本海域ではこのほか、このような増殖プランクトン類の増殖が確認されているとの見込みです。このほか、二酸化炭素の増加による酸性化の懸念も指摘されています。

カシミア・ミキモトイについて

1) 広域連合 (坂戸町) からの情報  
カシミア・ミキモトイ類の増殖  
(水質センター) 広域連合からの情報を受信するシステムより  
<http://kazakura.jp/stock/stock.html>

2) 山崎町 からの情報  
カシミア・ミキモトイ類の増殖  
(水質センター) 山崎町からの情報を受信するシステムより  
<http://kazakura.jp/stock/stock.html>

2月0

統計情報

測定地区選択  
名称  
最新更新日: 平成27年02月04日  
調査日: 平成27年02月05日

水深(単位はcells/ml)

種別/地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
水深 (m)	5	6	5	5	4	4	5	4	6	9	
カシミア											
ミキモトイ	270	8200	300	2400	7300	5900	6500	5400	4	72	

コメント 船越湾の調査の結果、有毒種カシミア・ミキモトイが最高8,200細胞/ml確認されました。多くの地点で危険濃度を越えています。引き続き、現場監視を強化し、防止の必要な対策を行ってください。

愛南町 愛南町水域情報ポータル

トップページ 水域情報 赤潮情報 リンク集 水質情報

愛南町東部排水センター 赤潮情報

水深(単位はcells/ml)

種別/地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
水深 (m)	5	6	5	5	4	4	5	4	6	9	
カシミア											
ミキモトイ	270	8200	300	2400	7300	5900	6500	5400	4	72	

コメント 船越湾の調査の結果、有毒種カシミア・ミキモトイが最高8,200細胞/ml確認されました。多くの地点で危険濃度を越えています。引き続き、現場監視を強化し、防止の必要な対策を行ってください。

統計情報

測定地区選択  
名称  
最新更新日: 平成27年02月04日  
調査日: 平成27年02月05日

愛南町 愛南町水域情報ポータル

トップページ 水域情報 赤潮情報 リンク集 水質情報

愛南町東部排水センター 赤潮情報

水深(単位はcells/ml)

種別/地点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
水深 (m)	5	6	5	5	4	4	5	4	6	9	
カシミア											
ミキモトイ	270	8200	300	2400	7300	5900	6500	5400	4	72	

コメント 船越湾の調査の結果、有毒種カシミア・ミキモトイが最高8,200細胞/ml確認されました。多くの地点で危険濃度を越えています。引き続き、現場監視を強化し、防止の必要な対策を行ってください。

統計情報

測定地区選択  
名称  
最新更新日: 平成27年02月04日  
調査日: 平成27年02月05日

- ・赤潮発生予測情報
- ・早期モニタリング情報
- ・赤潮発生情報(メール)

愛南方式

# 平成27年カレニア赤潮被害



# 現状での問題点

- ・地点を限定した定期的調査  
(各湾につき1点、週1回)



短期的・局所的な予測が困難

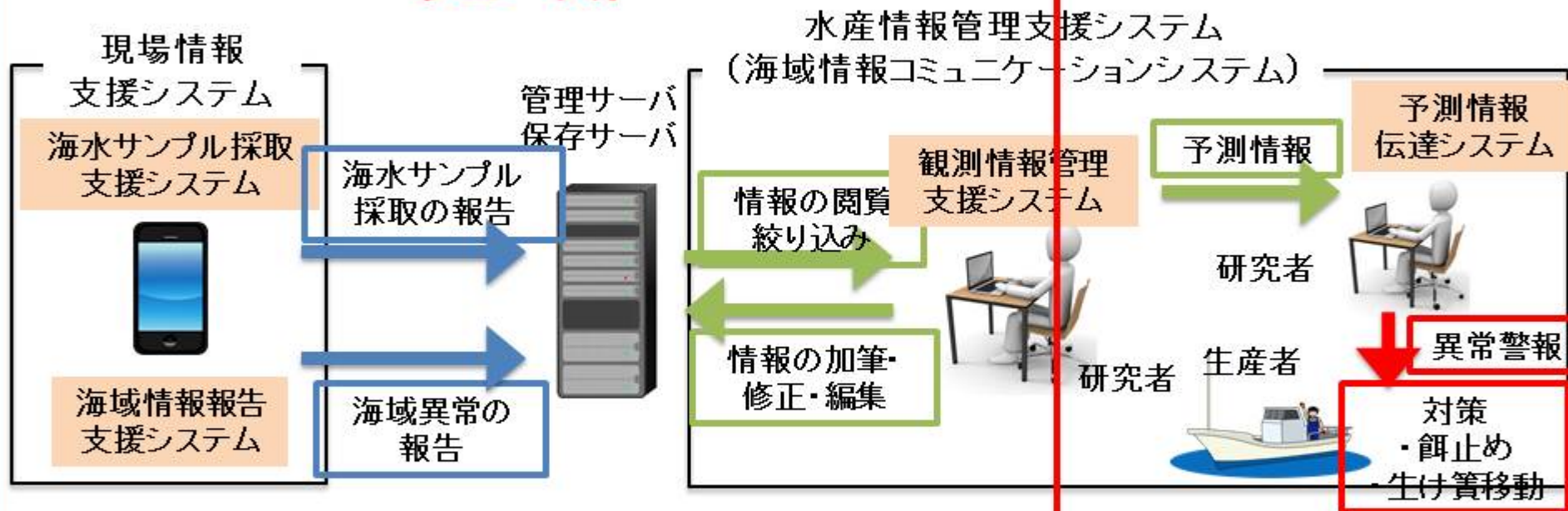


予測精度向上・被害低減のために・・・

- ・双方向通信による生産者からの情報取得
- ・リアルタイムの状況を画像解析で判断
- ・迅速な赤潮情報(危険度、移動、拡大、縮小)の発信

# 水産情報コミュニケーションシステム

## フェーズI



# 現場情報収集支援システム

## 1. 海域情報収集支援システム

赤潮発生



海域の着色情報を収集するシステム

スマートフォン  
タブレットなどで撮影

撮影直す



今すぐ報告をする

後で報告をする

色の種類

色の变化なし  黒色

黒茶(醤油)色  茶色

緑茶色  緑色

赤黒(ワイン)色  赤色

青色  その他

その他を選んだ場合、  
こちらに入力してください

色の濃さ

うすい  こい

戻る 次へ



色の種類 黒茶(醤油)色

入力色情報

色の濃さ うすい

変色の範囲 生質1~4基

その他の情報 夜光虫かもしれない。

修正 確定、報告

送信完了しました

メニューに戻ります ... 2

画像にGPS位置情報、時間情報自動付加 → 船上でもかんたん入力

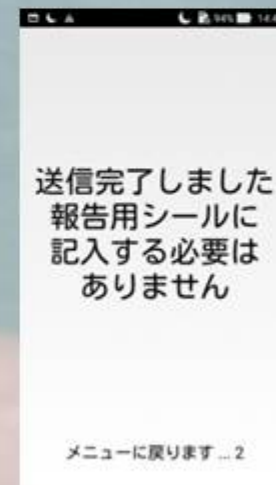
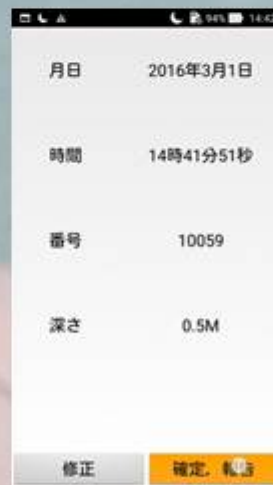
# 現場情報収集支援システム

## 2. 海水サンプル採取支援システム

赤潮発生

採水情報を収集するシステム

採水容器の  
バーコード管理



汚れ・破損などによる読み取り不可やスマホ不所持などにも対応

# ドローンを用いた海域情報の取得



コントラストを強調→範囲が明確



ドローンの使用も有効



高い視点から観察することで、範囲をより正確に把握

# 水産情報管理配信支援システム

海域情報(全データ)

トップページ
海域情報管理



15件中 14件の報告がありました。処理時間

絞り込み [即時反映モード](#) [検索](#)

海水サンプル管理(全データ)

トップページ
海域情報管理
海水サンプル管理



8件中 6件の報告がありました。処理時間: 5ミリ秒

緑色のマーカー: アプリケーションからの報告(GPSに)  
赤色のマーカー: 管理システムで追加した報告(GPSに)

絞り込み [検索開始](#) [新規作成](#)

[即時反映モード](#)

採水日	開始日 2016/05/17 最終日 2016/06/17
QRコード番号(5桁)	0 ~ 99999
採水深度	0 m ~ 120 m
プランクトン	<ul style="list-style-type: none"> <li>☑ Chattonella spp. (シャ)</li> <li>☑ Heterosigma akashi</li> <li>☑ Cochlodinium polykr</li> <li>☑ Karenia mikimotoi (ミ)</li> <li>☑ Myrionecta rubra (ミ)</li> <li>☑ Noctiluca scintillans</li> </ul>
エリア	地図上に表示されてい

ID	日時	報告者	色	濃淡	範囲(生費)	その他
160002	2016/05/30 09時03分28秒	清水美子	変色なし			

採水日時	採水者	調査者	QRコード番号	採水深度(m)	Chattonella spp.	H. akashiwo	C. polykrikoides	K. mikimotoi	M. rubra	N. sci

現場情報の迅速な可視化

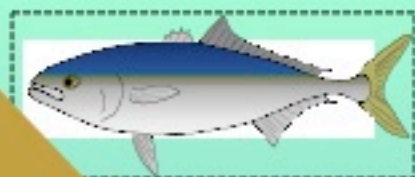
今後の予定: 配信情報の選択、愛南町での試験運用など



## 今後の計画（フェーズII）

- 宇和海全域の環境情報を加えた予測情報
- 魚病システムへの展開

# 宇和海海域での赤潮情報発信方法の検討

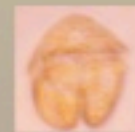


カレニア

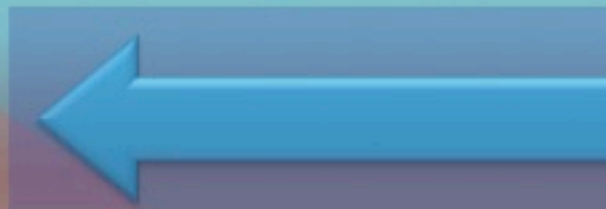
急潮(暖水)



赤潮を押し出す



底入り潮(冷水)



通常は  
増加と逸散  
を繰り返す

# 宇和海海域での赤潮情報発信方法の検討

## 定常的な“流れ”の情報

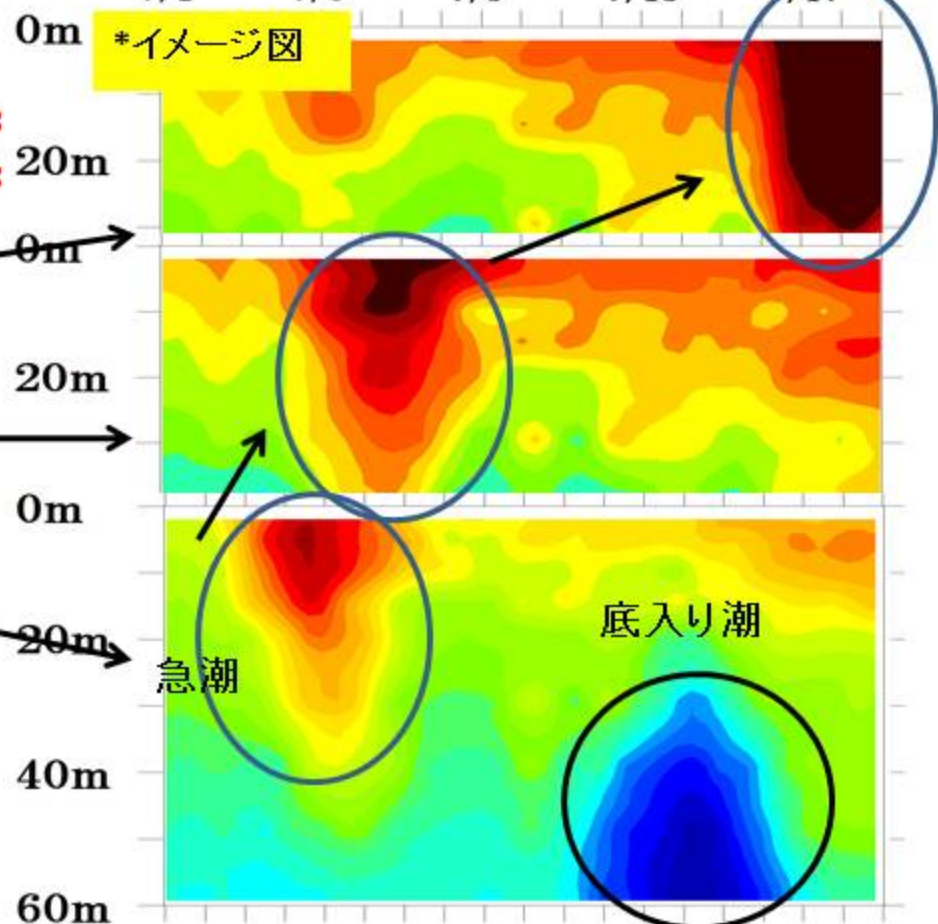
\*イメージ図



## 突発的な“流れ”の情報

7/1 7/5 7/9 7/13 7/17

\*イメージ図



(愛媛県水研センター)

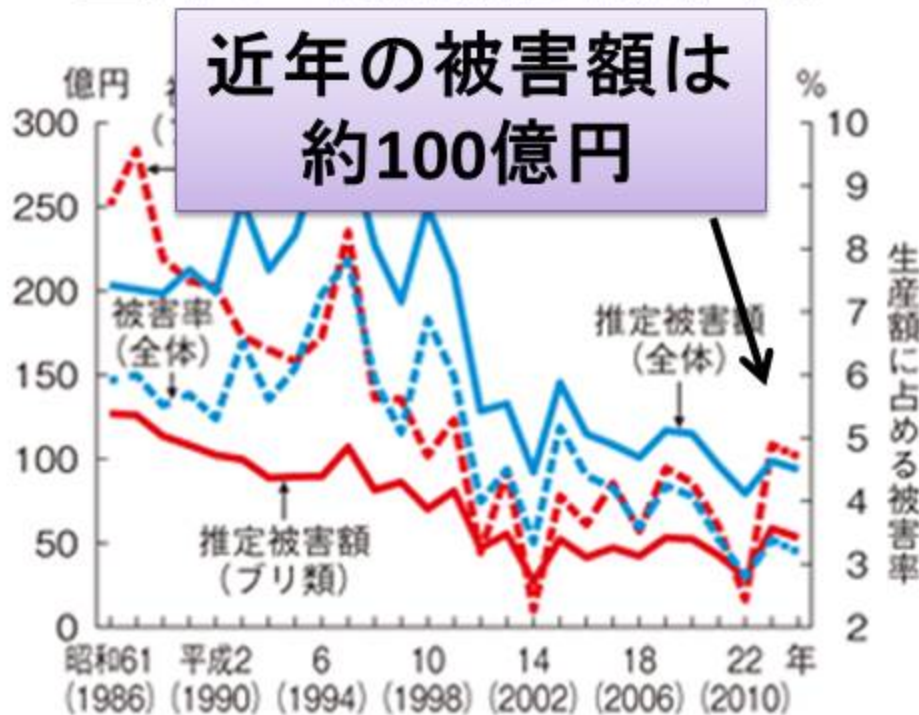
## 宇和海海域における赤潮挙動の予測



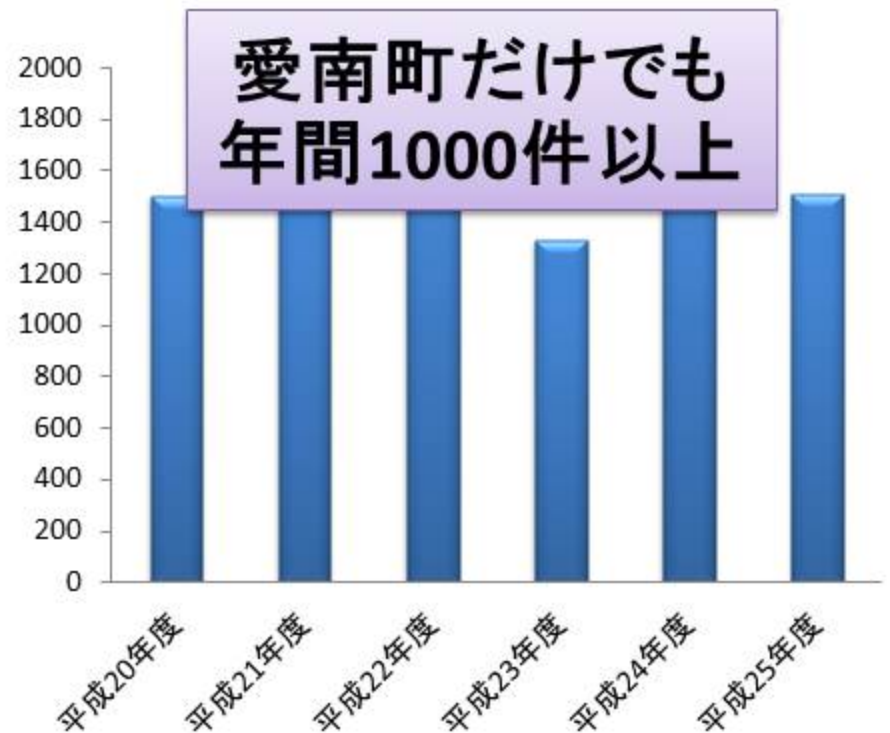
**魚病に関する  
コミュニケーションシステムの構築**

# 養殖業における魚病被害

## 全国での魚病被害額(推定)



## 愛南町における魚病診断件数



平成25年「平成25年度水産の動向」及び「平成26年度水産施策」(水産白書). P46. 水産庁

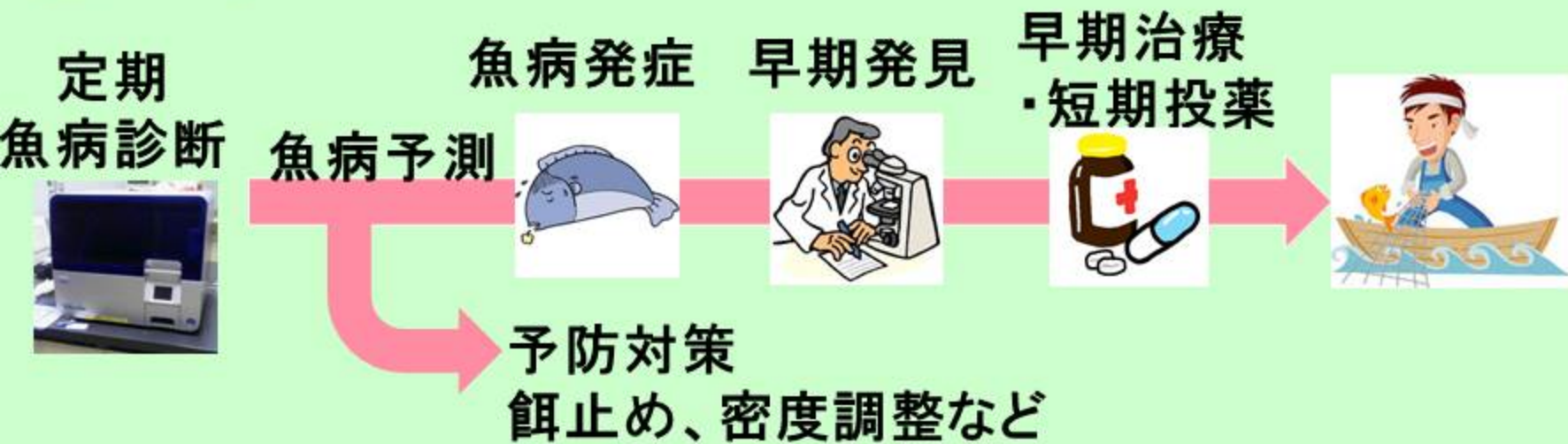
愛媛県愛南町魚病診断室より提供

# 従来法との比較（魚病）

## 従来法

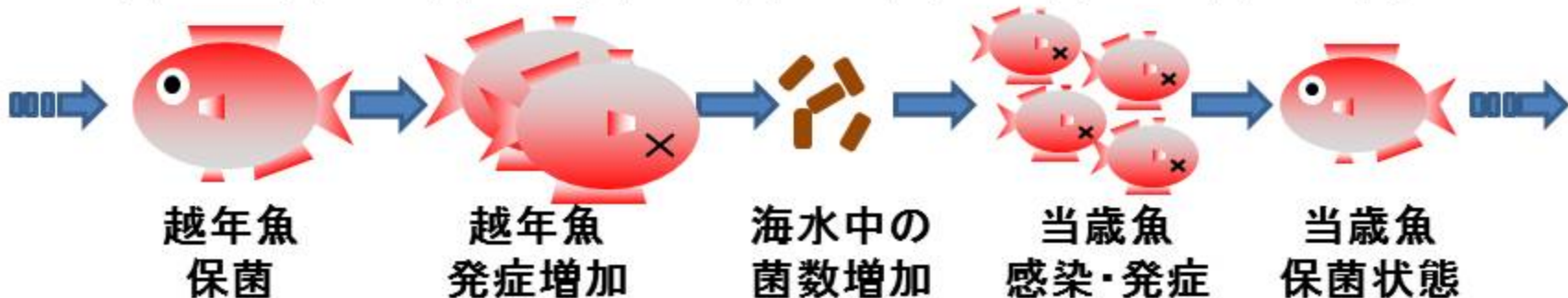
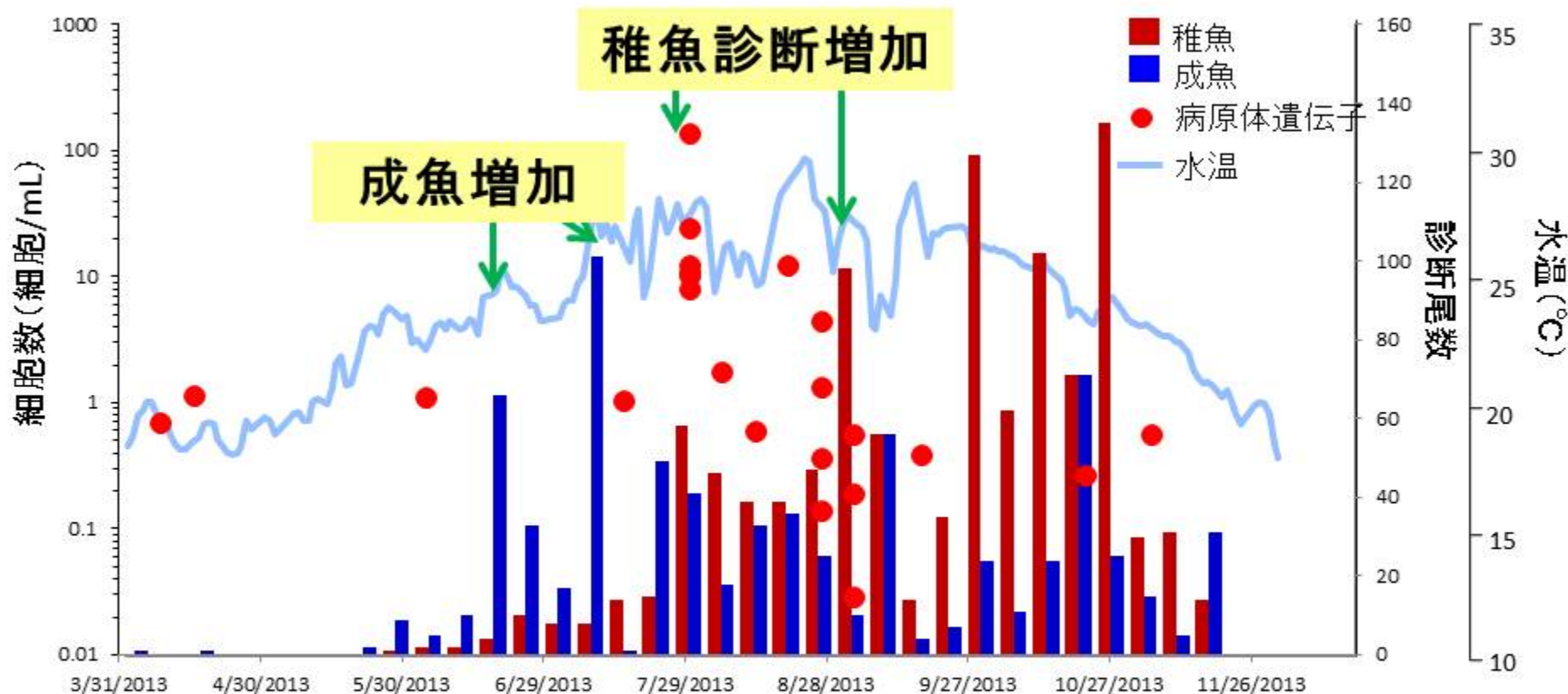


## 新システム



“発症後”から“発症前”の対策へ

# 愛南町におけるマダイエドワジエラ症の診断尾数および 海水中病原体遺伝子濃度の推移



# 魚病早期検出・対策の課題

病原体の遺伝子は検出可能



感染初期～発症までの養殖魚の情報が不足

魚病早期発見のために・・・

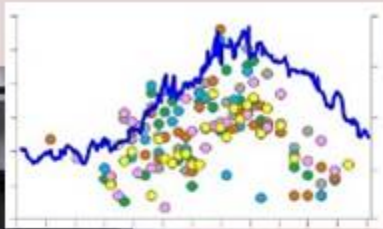
- ・養殖生け簀(海中)の可視化
- ・リアルタイムの行動解析
- ・魚病情報の発信



# 魚病早期発見システムの開発

行動解析

(餌食い、外観の異常、行動など)



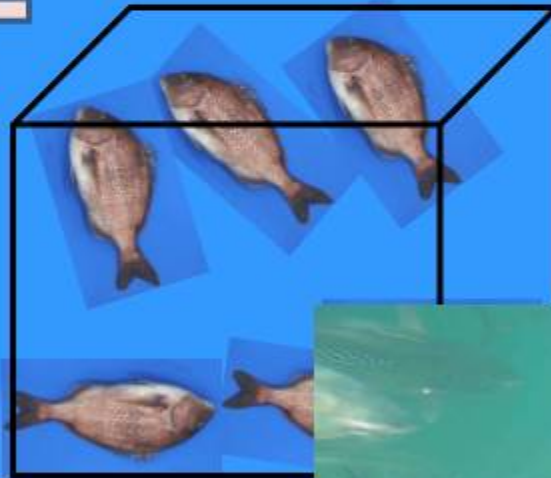
病原体の科学的  
データの取得



デジカメ  
ムービーカメラ



水中ドローン



遺伝子情報、行動、疾病との関連性を解析

# 双方向水産情報コミュニケーションシステム

養殖現場

早期発見・早期対策へ！



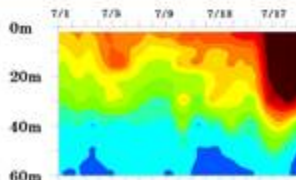
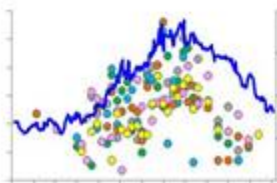
漁協・自治体・NPOなど  
(宇和海水産構想)

現場情報取得支援  
システム

水産情報管理配信  
システム

研究機関

発生予測・情報提供



データ管理・分析

遺伝子解析・海洋物理解析  
画像情報解析など

