



5/27/2021 web



第181回海洋フォーラム
「赤潮はどこまで解明されたか？
—最新科学が明らかにする海の素顔—」

第2部：見えてきた海の素顔

「養殖場底質環境のリアルタイムモニタリング」 海底環境を可視化

水産研究・教育機構 水産技術研究所 伊藤克敏・伊藤真奈
理化学研究所 環境資源科学研究センター 中村龍平



発表の概要



背景

養殖場の海底環境について

本題

① 養殖場底質環境のリアルタイムモニタリング(診断)

海底環境の『見える化』

② 養殖場底質改善技術(処方)

ゴカイ・竹炭を利用した自然に優しい底質改善

国立研究開発法人 水産研究・教育機構 水産技術研究所 環境・応用部門
環境保全部 化学物質グループ



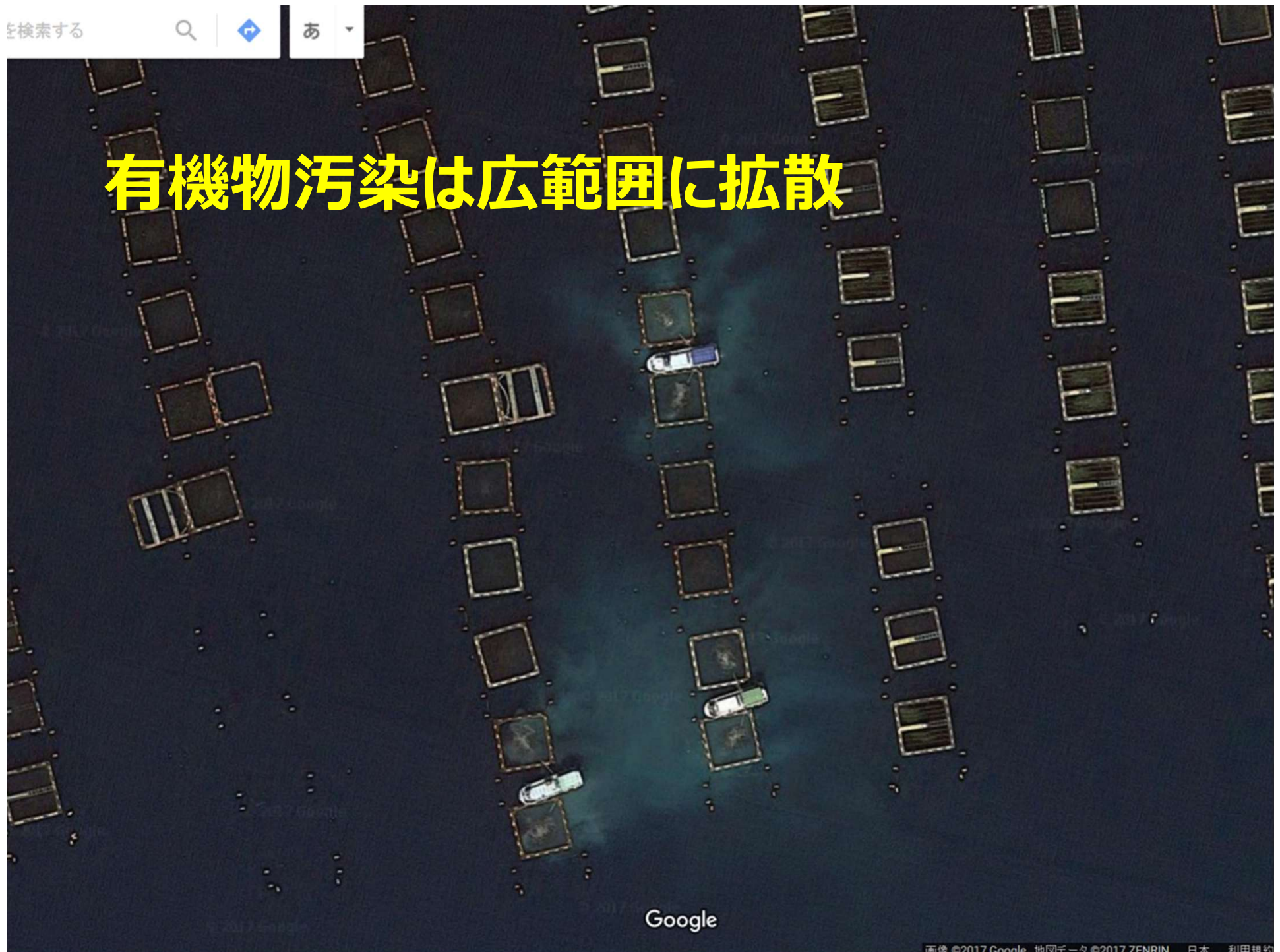
汚染物質は海底に溜まりやすい・・・

を検索する



あ

有機物汚染は広範囲に拡散



Google

画像 ©2017 Google. 地図データ ©2017 ZENRIN 日本 利用規約

有機汚濁は海底に沈降



海底汚染はモザイク状!?

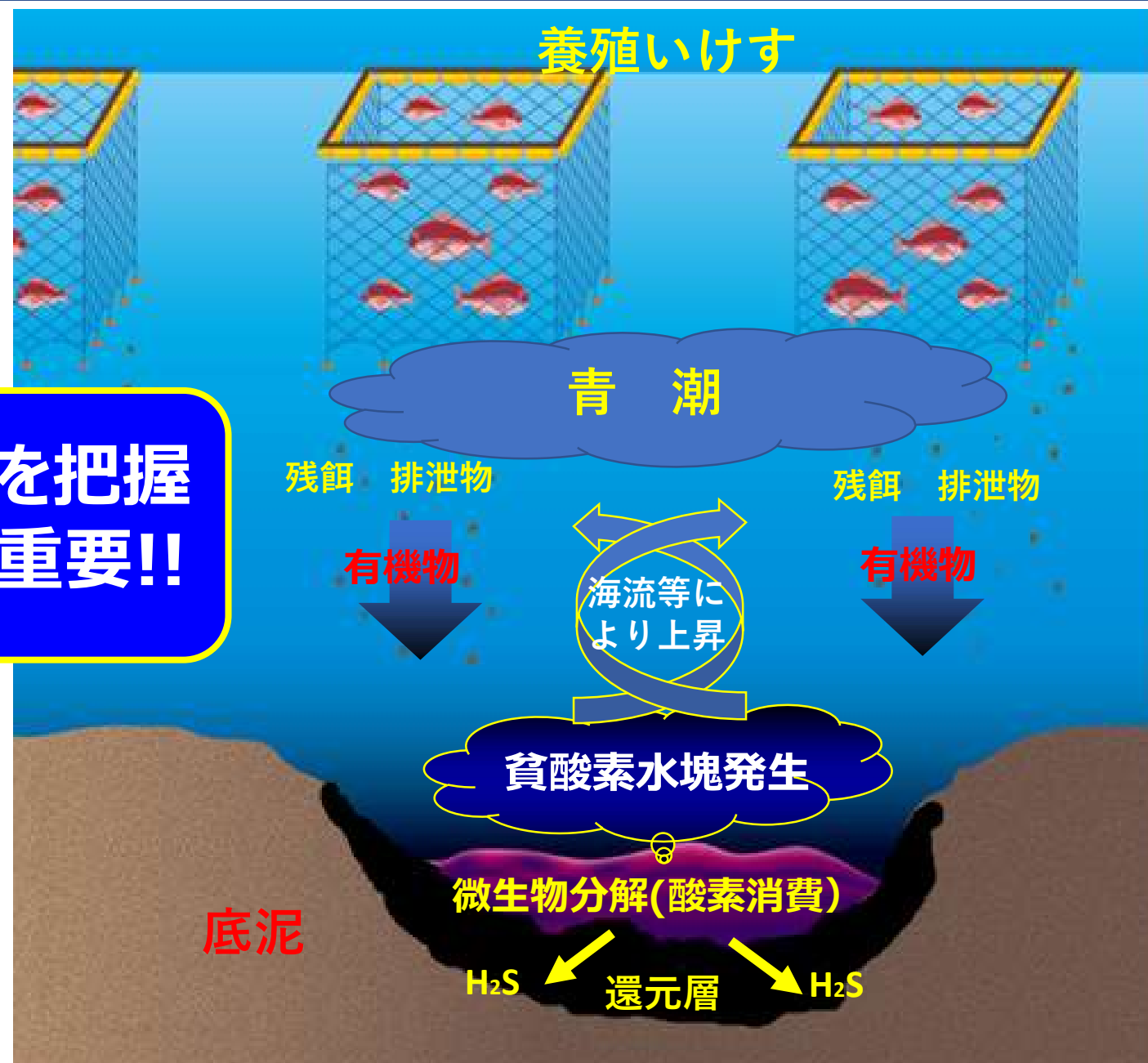
・空（衛星）から見てもわからない

海底地形  底質汚染

リンク!?

残餌や排泄物による養殖漁場の環境悪化

海底汚染を把握
することは重要!!

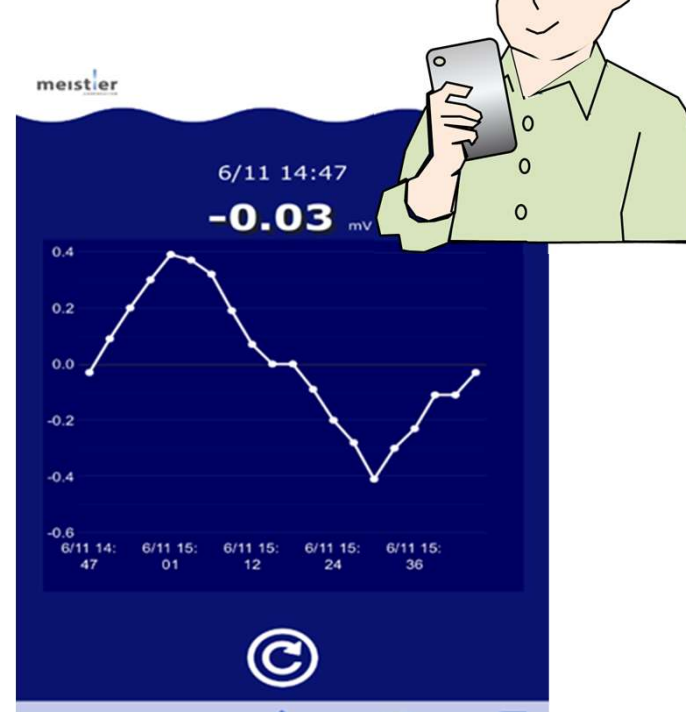
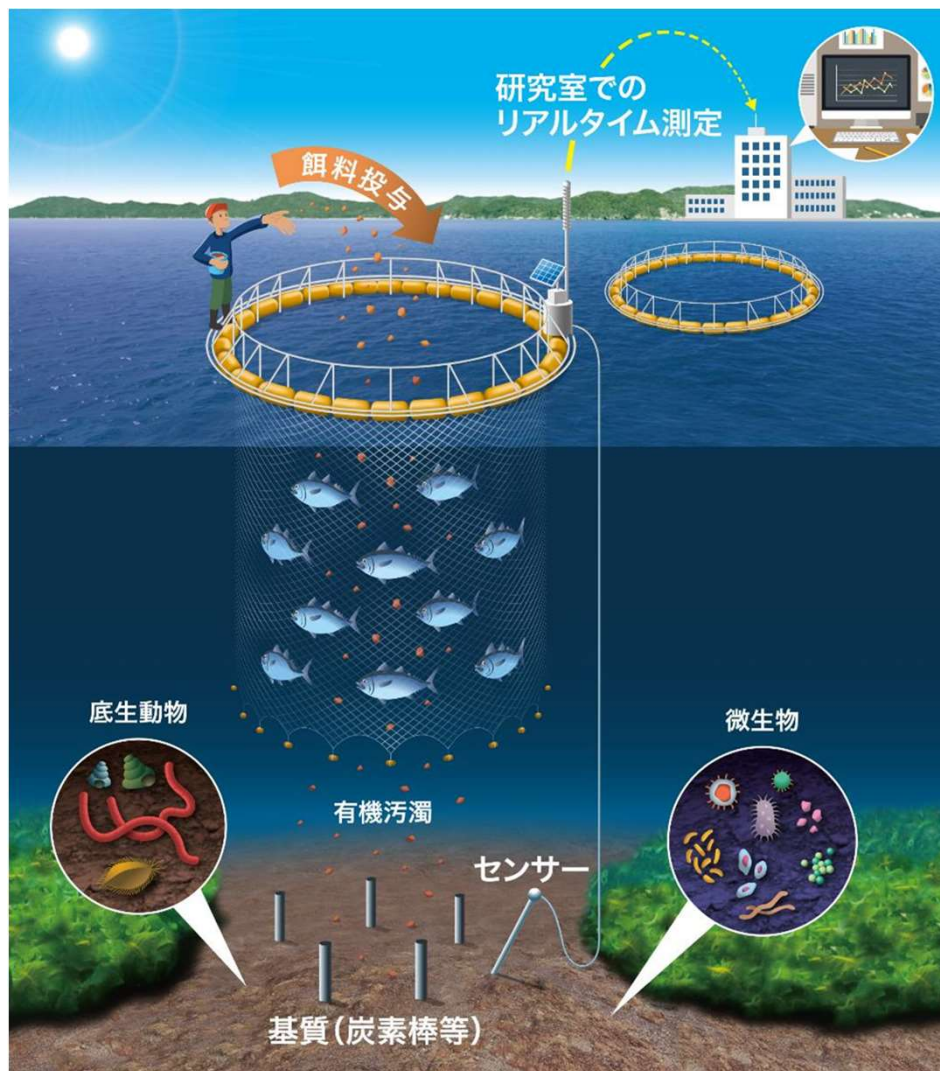


底質調査は骨が折れる・・・

リアルタイムで海底環境をモニタリング
できる手法があれば・・・

環境電位を指標にした リアルタイム底質環境モニタリングシステムの開発

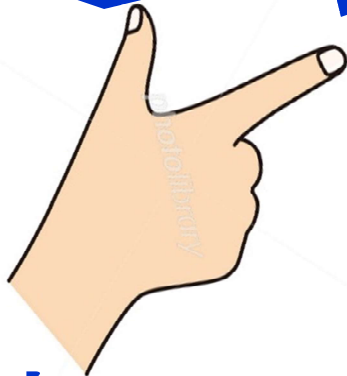
理化学研究所・民間企業（マイスティア）・養殖業者・水産機構



モニター



環境・生物因子



温度

pH

酸素

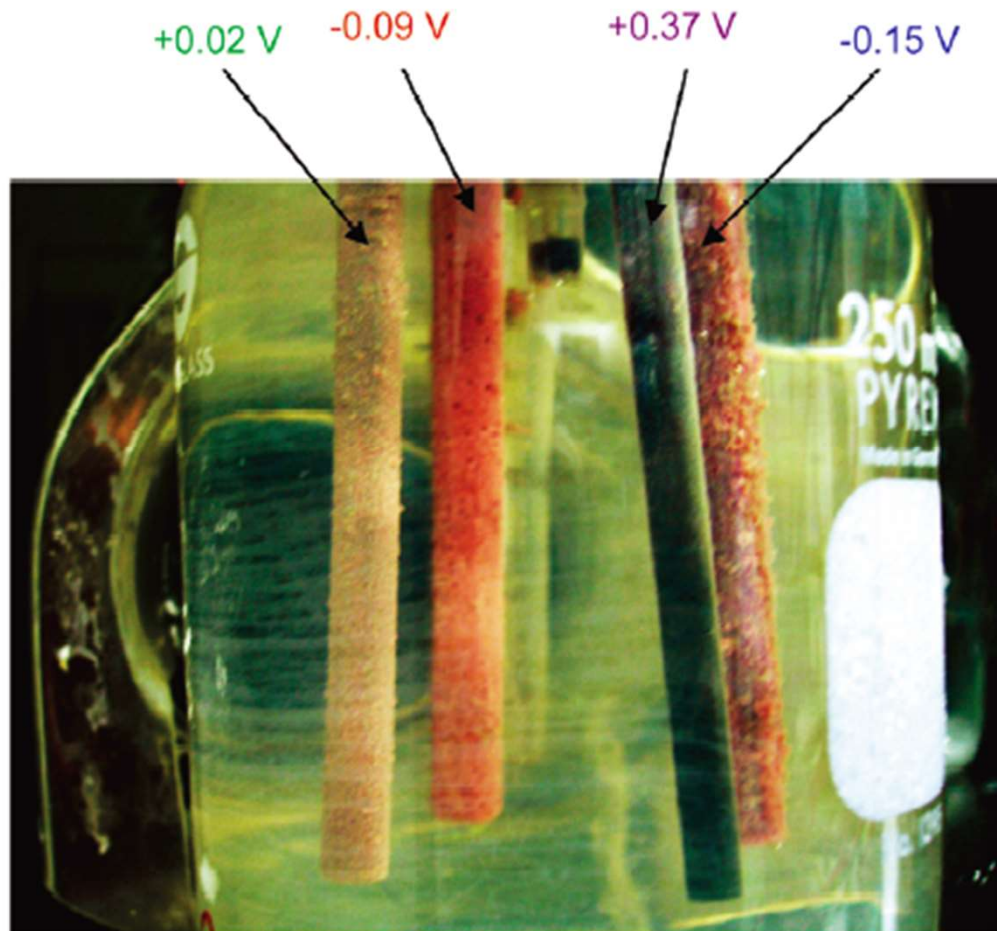
代謝/
遺伝子

栄養
塩

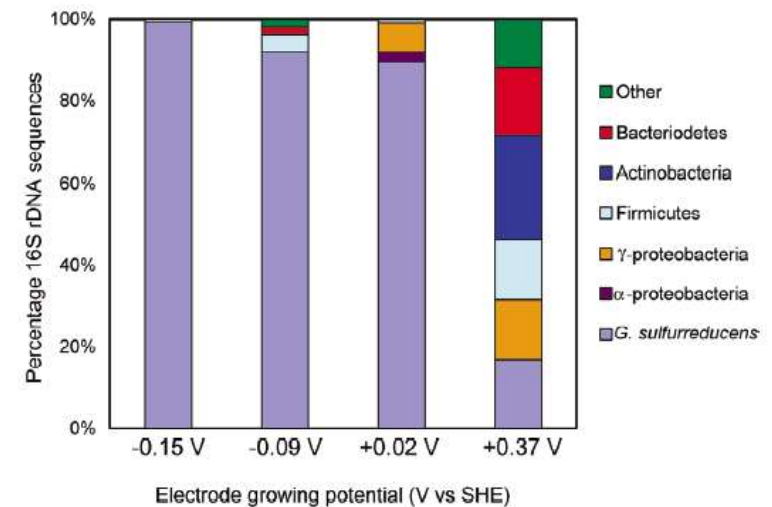
コントロール

Nakamura et al. **Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.**, 2013

電位と微生物



微生物菌叢



C.I. Torres et al. *Environ. Sci. Technol.* 2009 43, 9519

培地の化学組成が同じにも関わらず、
微生物の菌叢が変わる。

底質測定項目

- ・硫化物量 (AVS)
 - ・底質含水率
 - ・有機物含量
- 現場での測定は困難

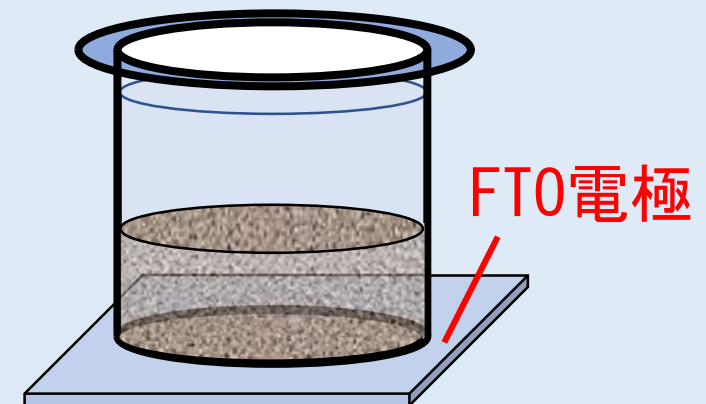
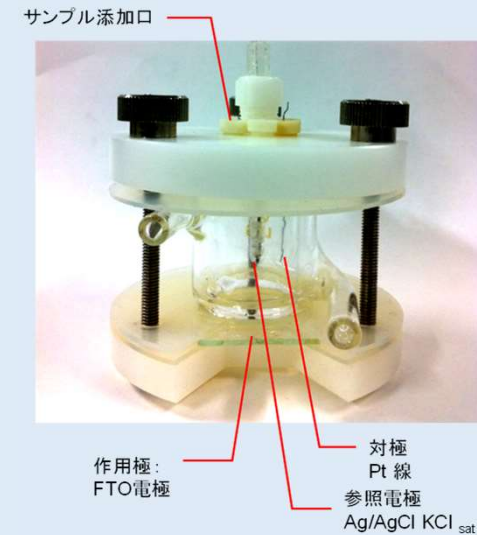
・酸化還元電位

ORP (Oxidation-Reduction Potential)

- ・数値が安定しない
 - ・長期間の測定は不可
- AVSなどの結果と併用

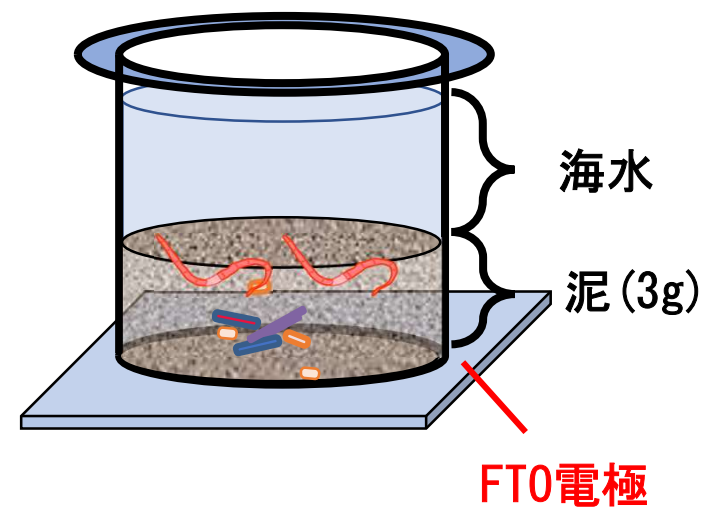
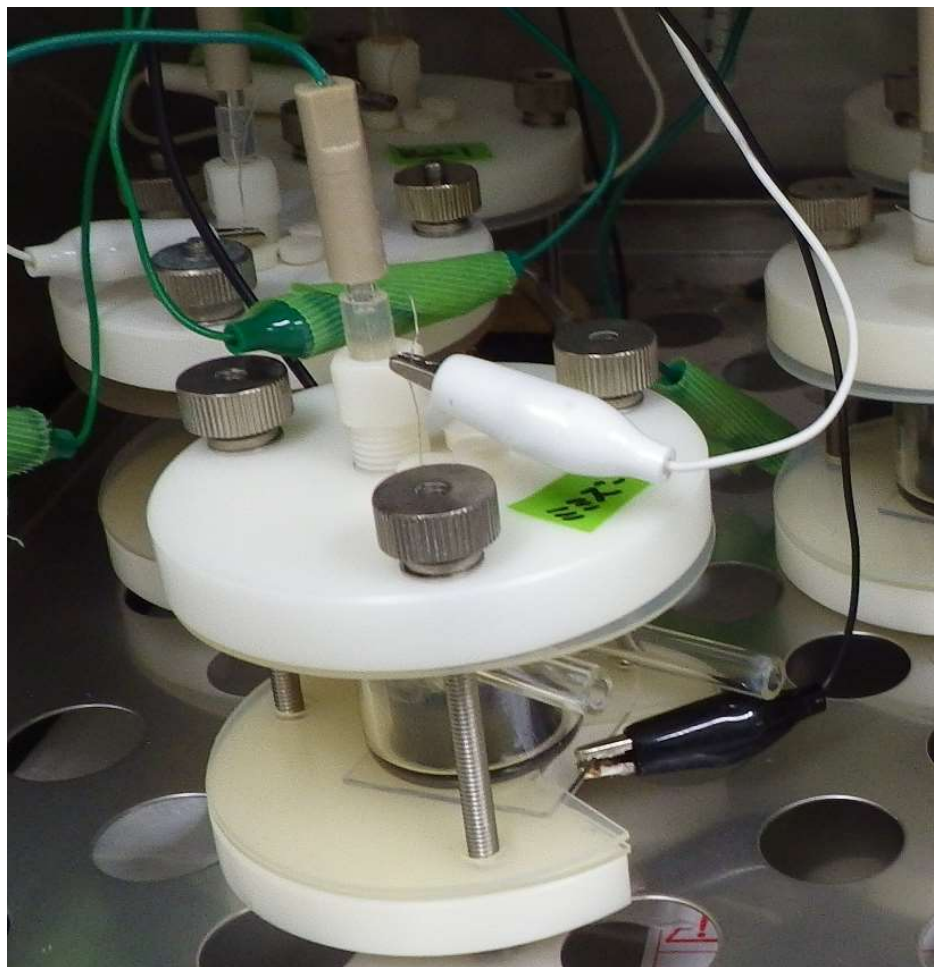


理研 中村 TLの測定技術

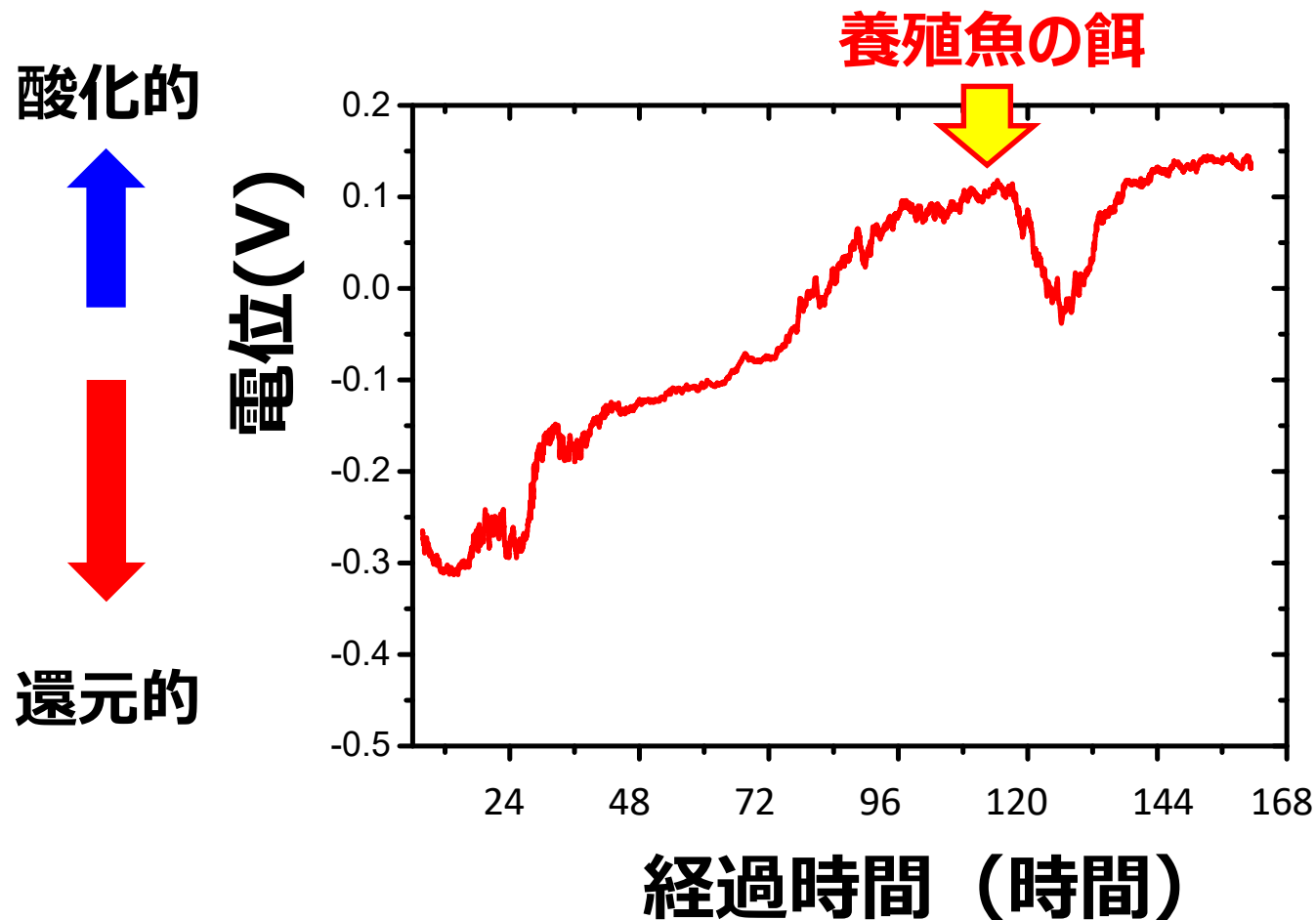


- ・高感度かつ長期間安定的に底質電位測定が可能
- ・電位を人為的に制御可能

養殖場の底質環境を再現

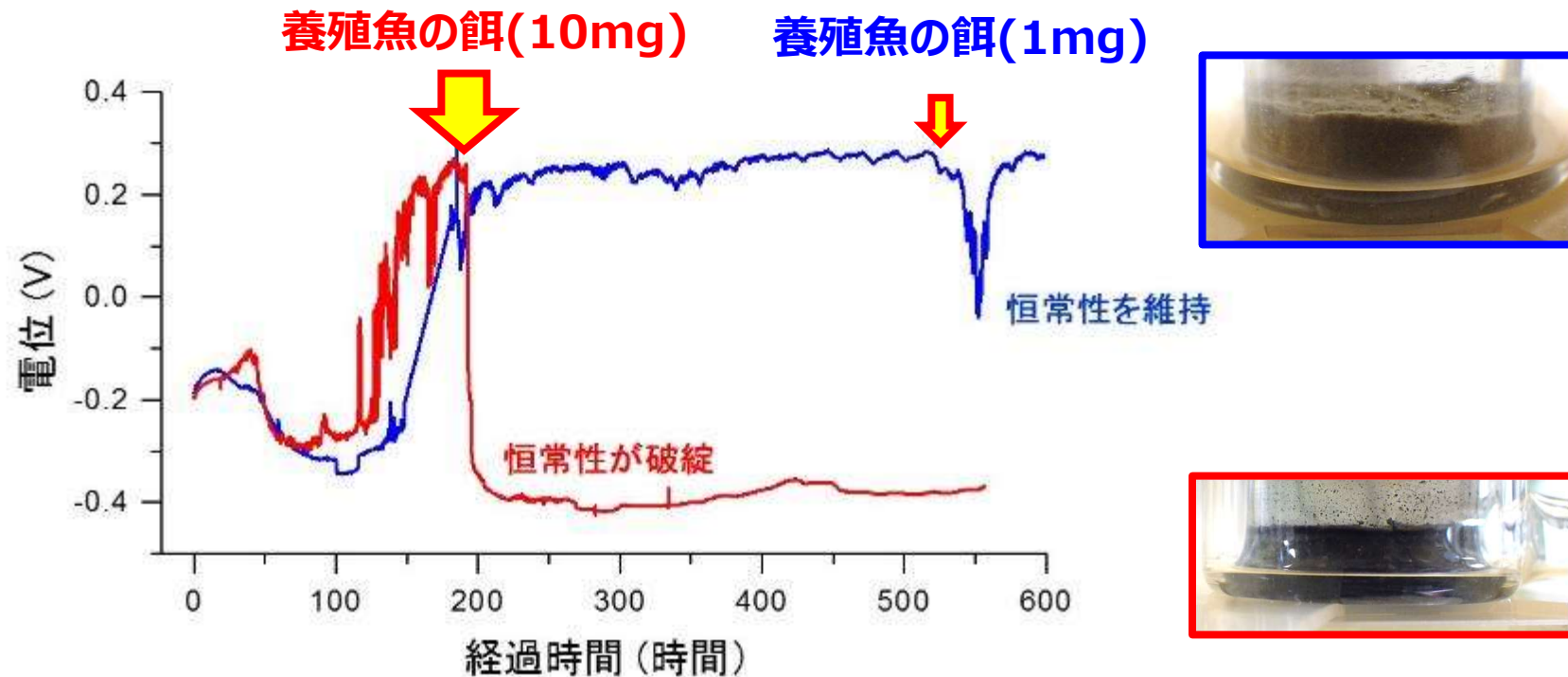


電位測定結果



有機物付加（養殖魚の餌）に電位が鋭敏に反応することが明らかに

異なる量の有機物負荷に対する電位変化



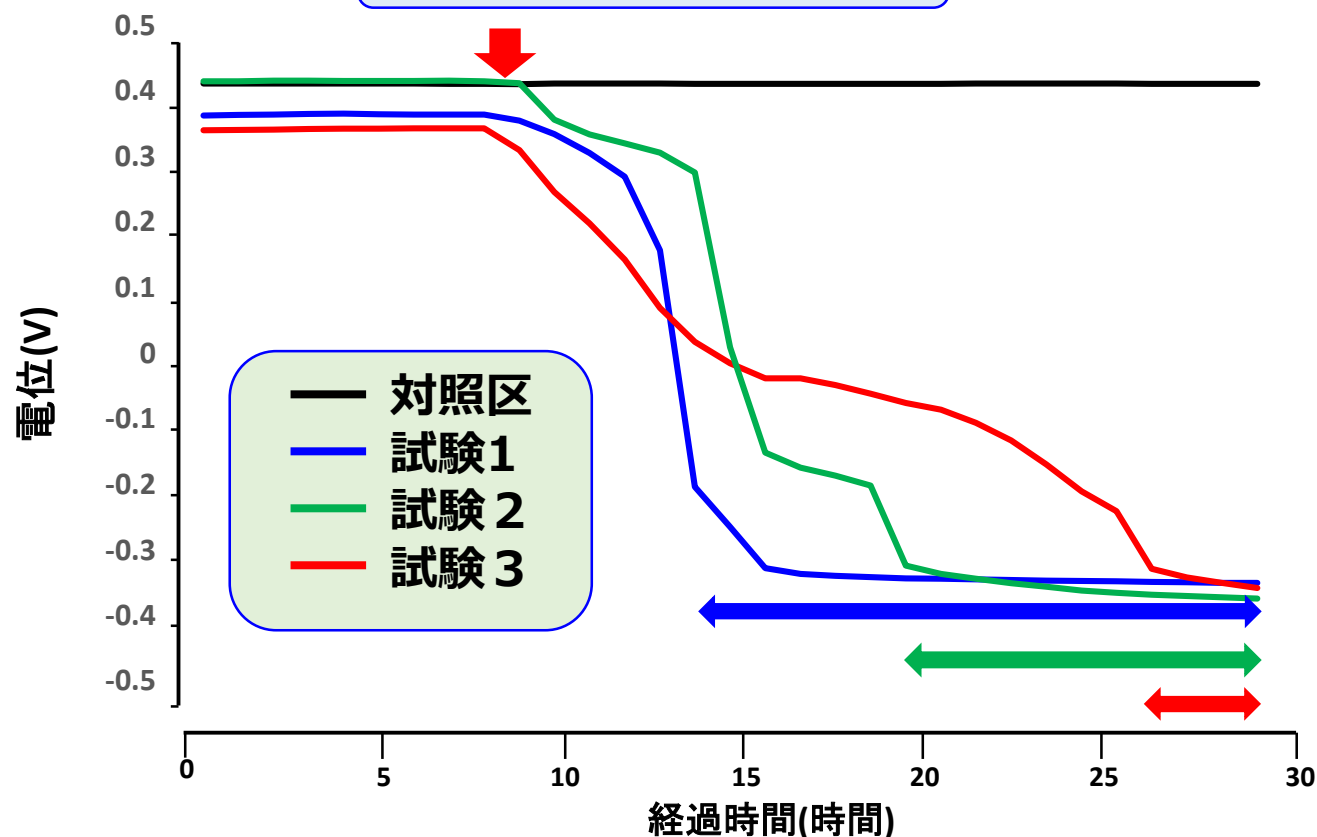
最適な飼料投与量を見積もることができる

特願2017-000727：環境電位を指標にした環境の恒常性測定装置および環境電位を利用した自動給餌システム

底質電位と硫化物量との関係

硫化物とは底質汚染の代表的な指標（水産用水基準：0.2mg/g）

↓: 餌料投与 試験1, 試験2, 試験3



試験終了後
硫化物量測結果

	硫化物量 (mg/g-dry)
対照区	<0.002
試験1	0.83
試験2	0.66
試験3	0.48

・有機物添加に伴い電位が低下、還元状態が長期化すると硫化物が増加

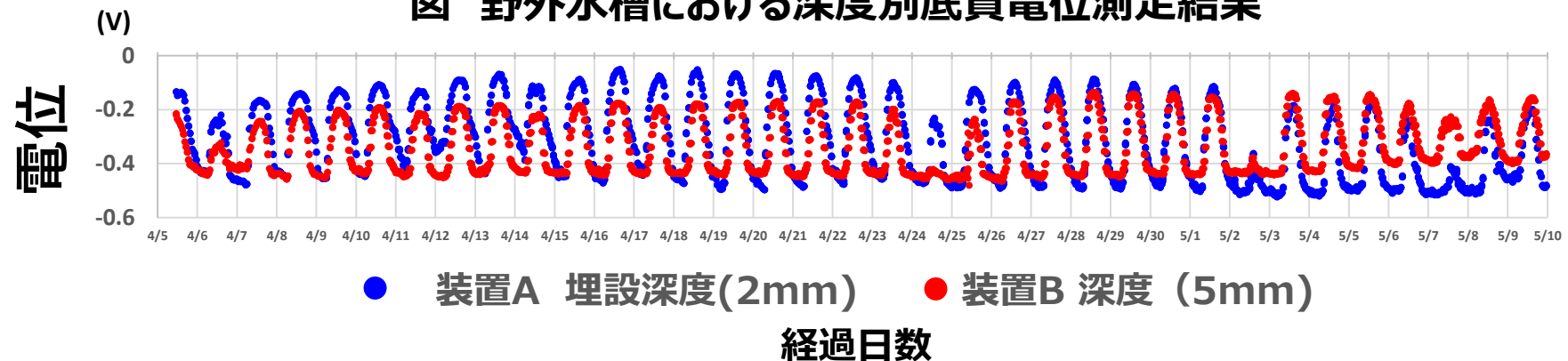
➡ 底質汚染の指標として環境電位の有効性を確認

野外自立式電位測定装置の開発 <<室内→野外へ>>

耐圧器具内に検出器、バッテリーを内蔵した自立型野外用電位測定装置を新たに開発し、野外水槽(6 トン)にて底質電位を測定

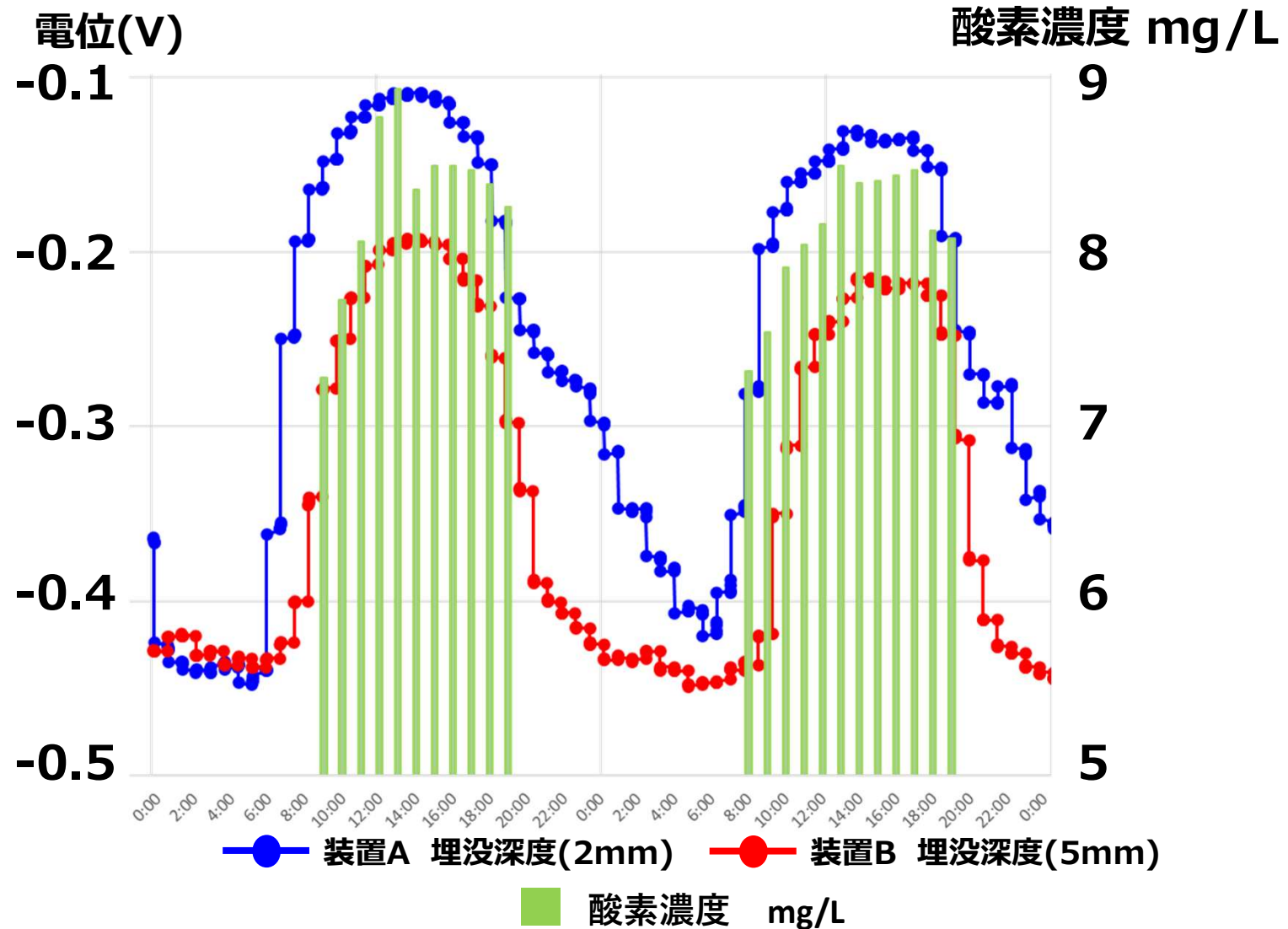


図 野外水槽における深度別底質電位測定結果



野外水槽に沈めメンテナンスフリーで1カ月の連続電位計測に成功

野外水槽における底質電位、溶存酸素



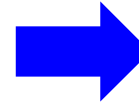
溶存酸素濃度と底質電位とに高い相関性あり

海水中5カ月後の各測定器

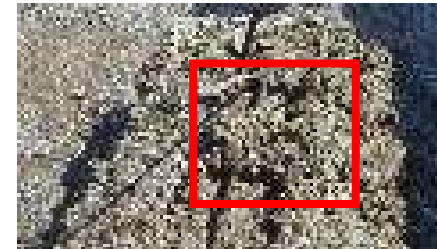
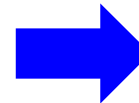
Before

After

酸素・温度

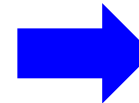
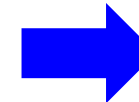


照度・温度



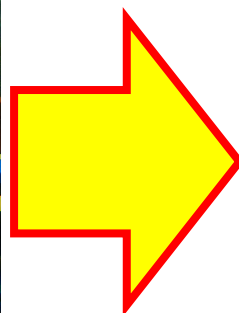
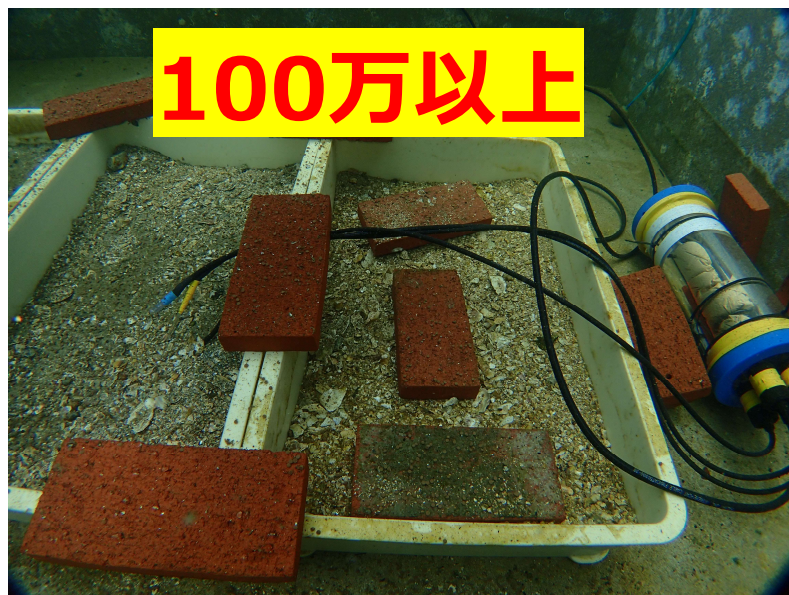
電位計測器

- ・参照極
- ・ガラス電極



電位計測器はメンテナンスフリーで計測可能

電位計測器の改良



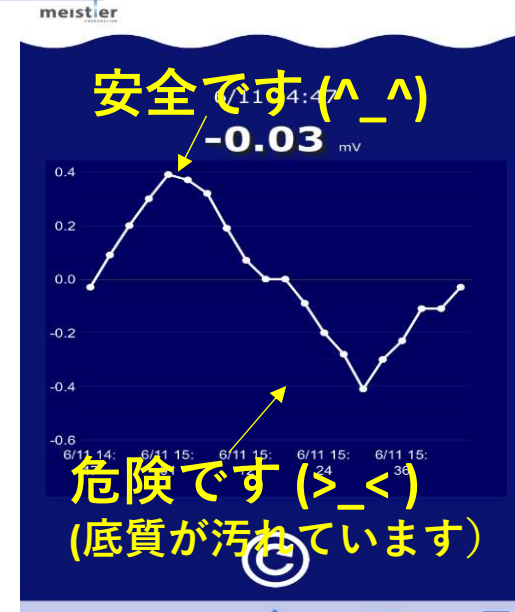
センサーの大幅な低コスト化に成功

民間企業と連携を取り、IoT化に着手

IoT化『モノのインターネット化』



IoT化



(株)マイスティア

中津 常務執行役員 兼 事業部長



携帯でリアルタイムに底質
環境の確認が可能に!!



最新情報 クルマエビ養殖場にて社会実装開始!!

(株)クリエーション
WEB PLANNING
深川 代表取締役

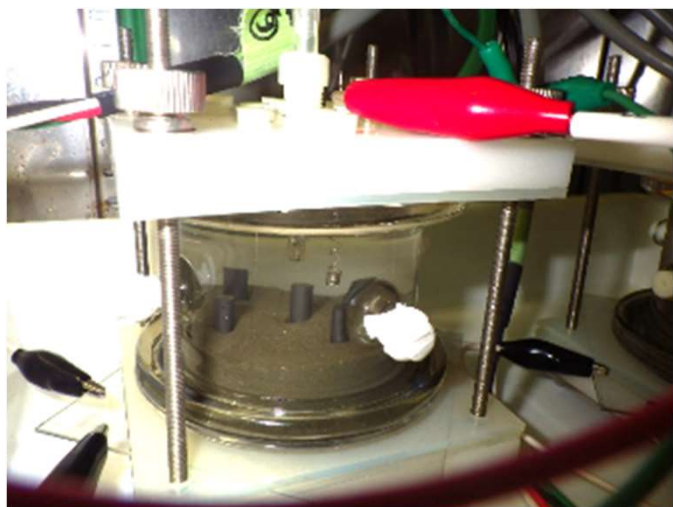


②養殖場底質改善技術(処方)

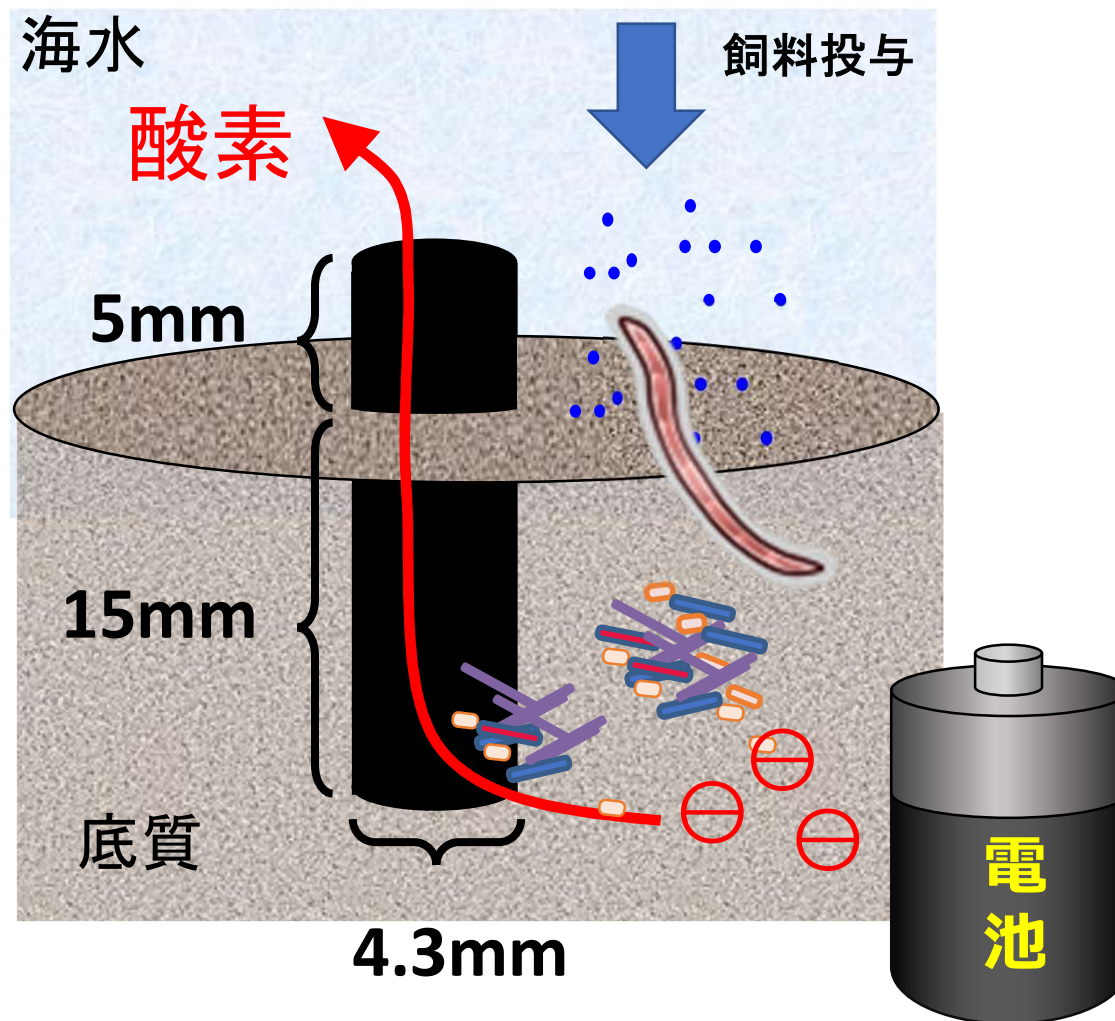
ゴカイ・竹炭を利用した自然に
優しい底質改善



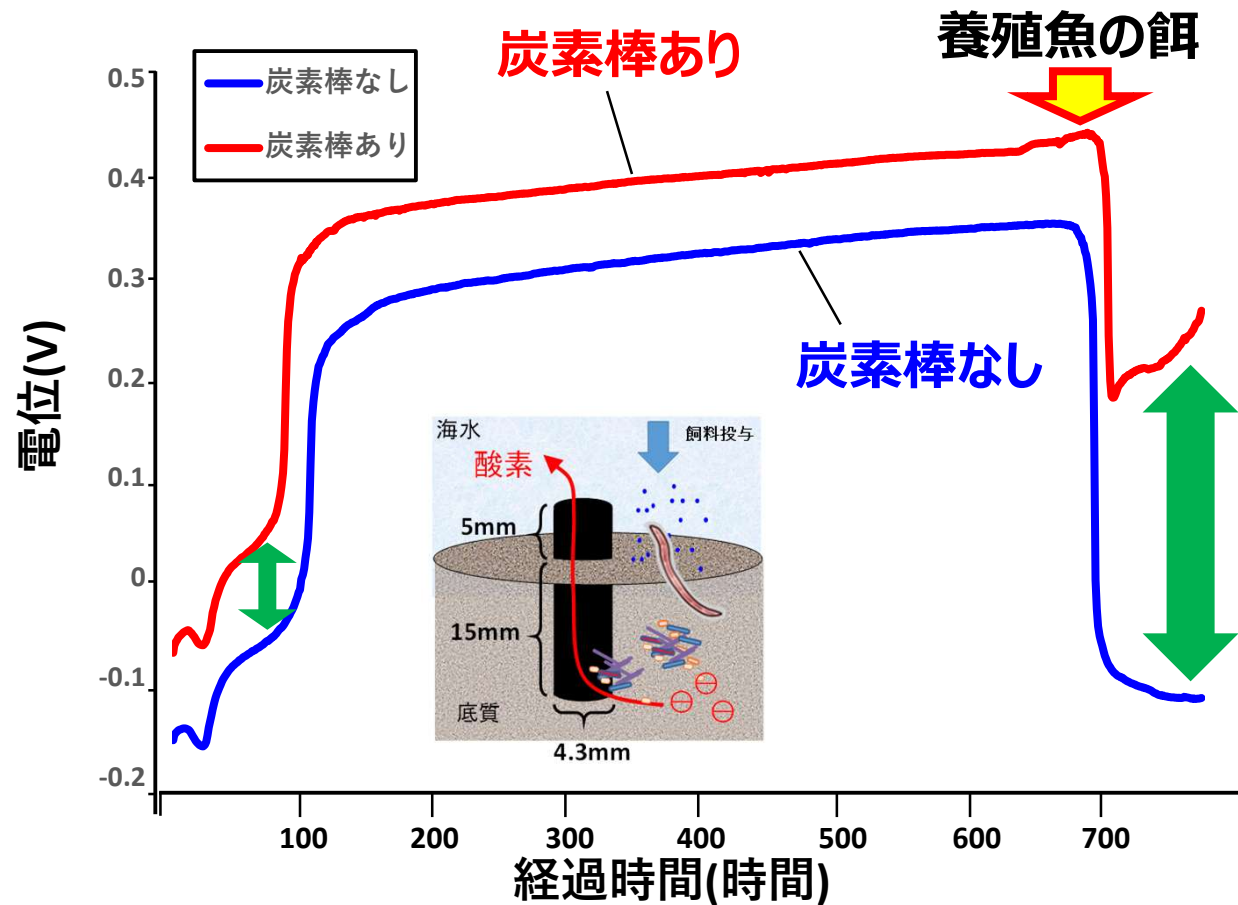
“炭素棒”を用いた環境浄化



炭素棒



長崎マグロ養殖場の底質を用いた炭素棒試験

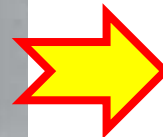


炭素棒を埋設することで、

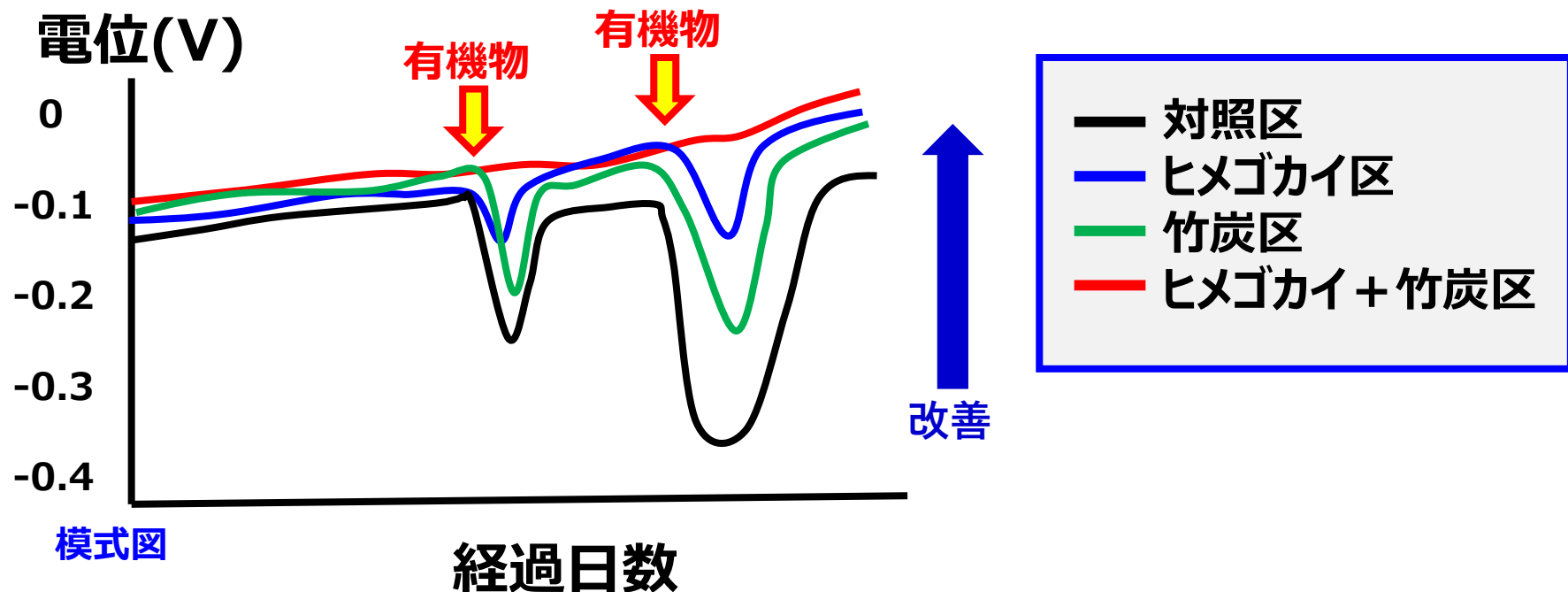
環境電位の正方向への移動（環境改善）が促進される。

飼料添加後の電位回復が促進される。

炭素棒とゴカイによる環境浄化



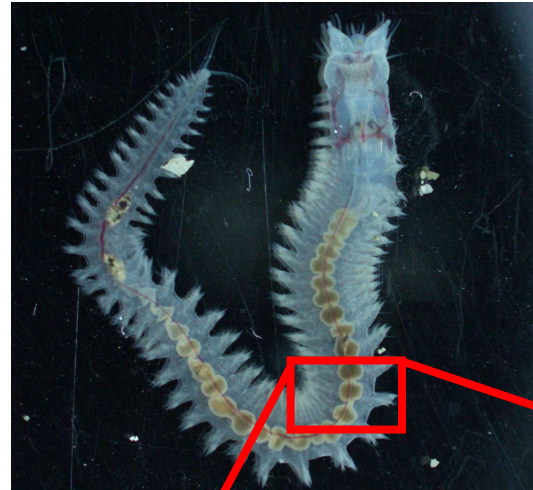
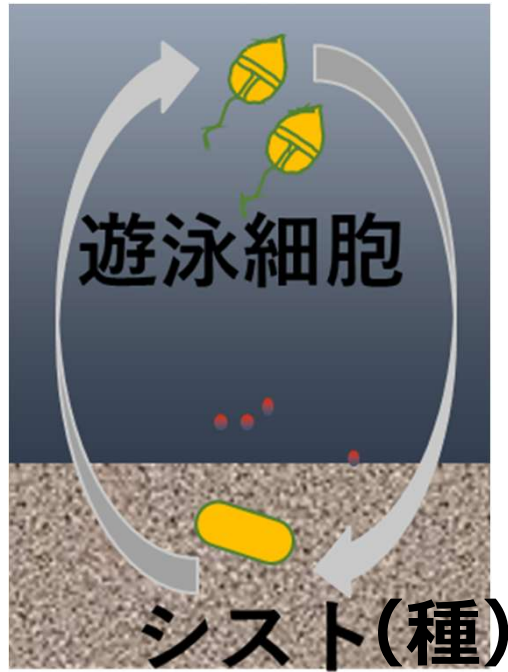
有機物に対する耐性が向上！



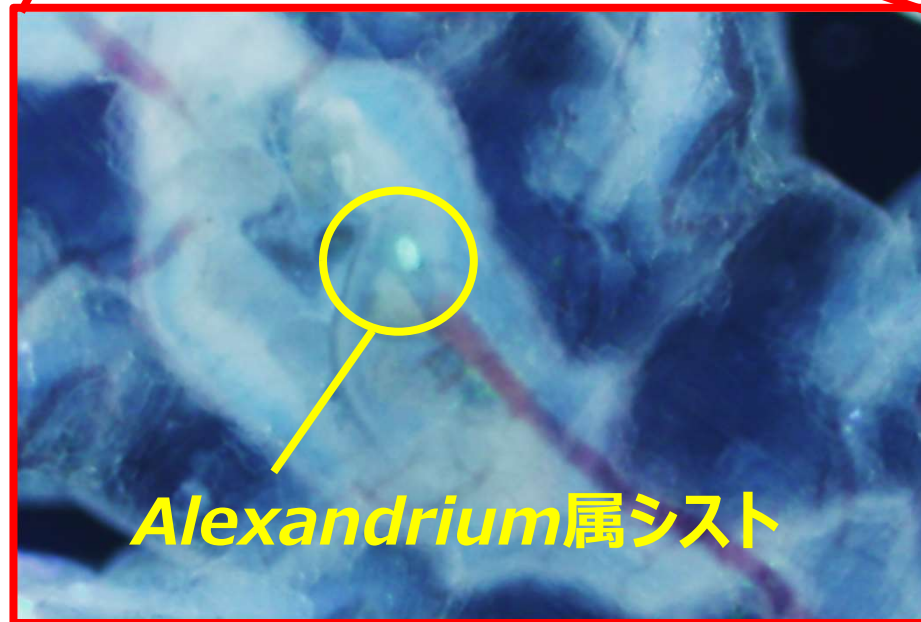
安価で自然に優しい竹炭を用いても、底質を浄化できる。
さらに、ベントスとの共同作用により、底質の恒常性が向上

ヒメゴカイは赤潮の種(シスト)を食べて発芽を抑制

ヒメゴカイ(*Neanthes caudate*)



赤潮の原因となる一部の
プランクトンには泥の中に
シスト(種)を作る



まとめ

環境を汚染しない
適切な給餌量

研究室での
リアルタイム測定

海底環境の“見える化”

環境に配慮した
養殖業の発展

底質改善技術
の高度化

底生動物



有機汚濁

センサー

基質(炭素棒等)

微生物



謝辞

**本課題は農林水産技術会議事務局委託プロジェクト「有害プランクトンに対応した迅速診断技術の開発」
「16808839」の助成を受けて共同実施しました。**