

センサで守る漁業, 赤潮予兆の早期発見

ーFSI・クロロフィル連続観測によるリスク低減の試みー



山口県水産研究センター 内海研究部 ^わ ^{にし} 和 西 昭 仁

カレニア ミキモトイによる養殖被害と監視課題



トラフグ養殖筏(下松市笠戸島沖)

依然として
残る課題



赤潮の様子



赤潮でへい死した養殖トラフグ



photo by Yoshitaka UCHIDA

トラフグ *Takifugu rubripes*
山口県の魚:ふく(ふぐ)

課題
日周鉛直移動型赤潮
の早期検知法確立

夏季の有害プランクトン増殖により
養殖魚の大量へい死リスク

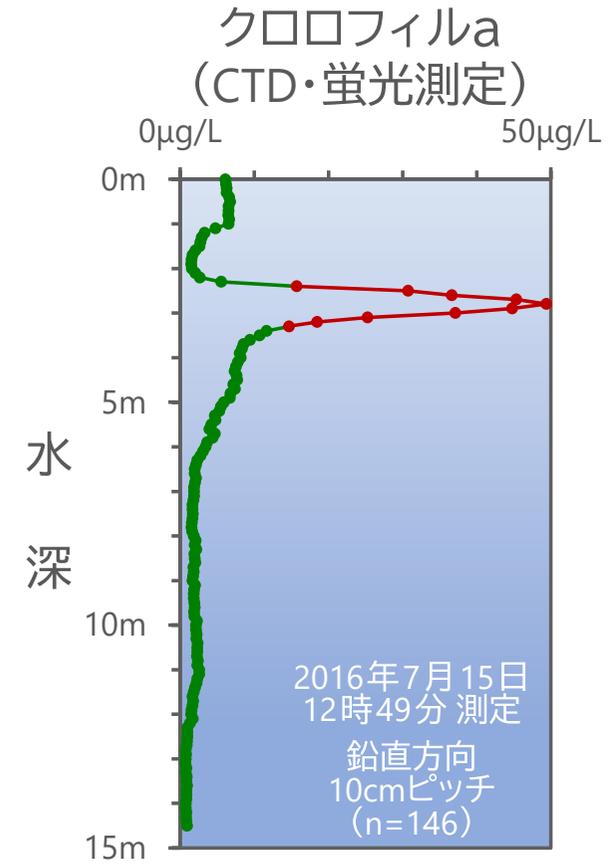
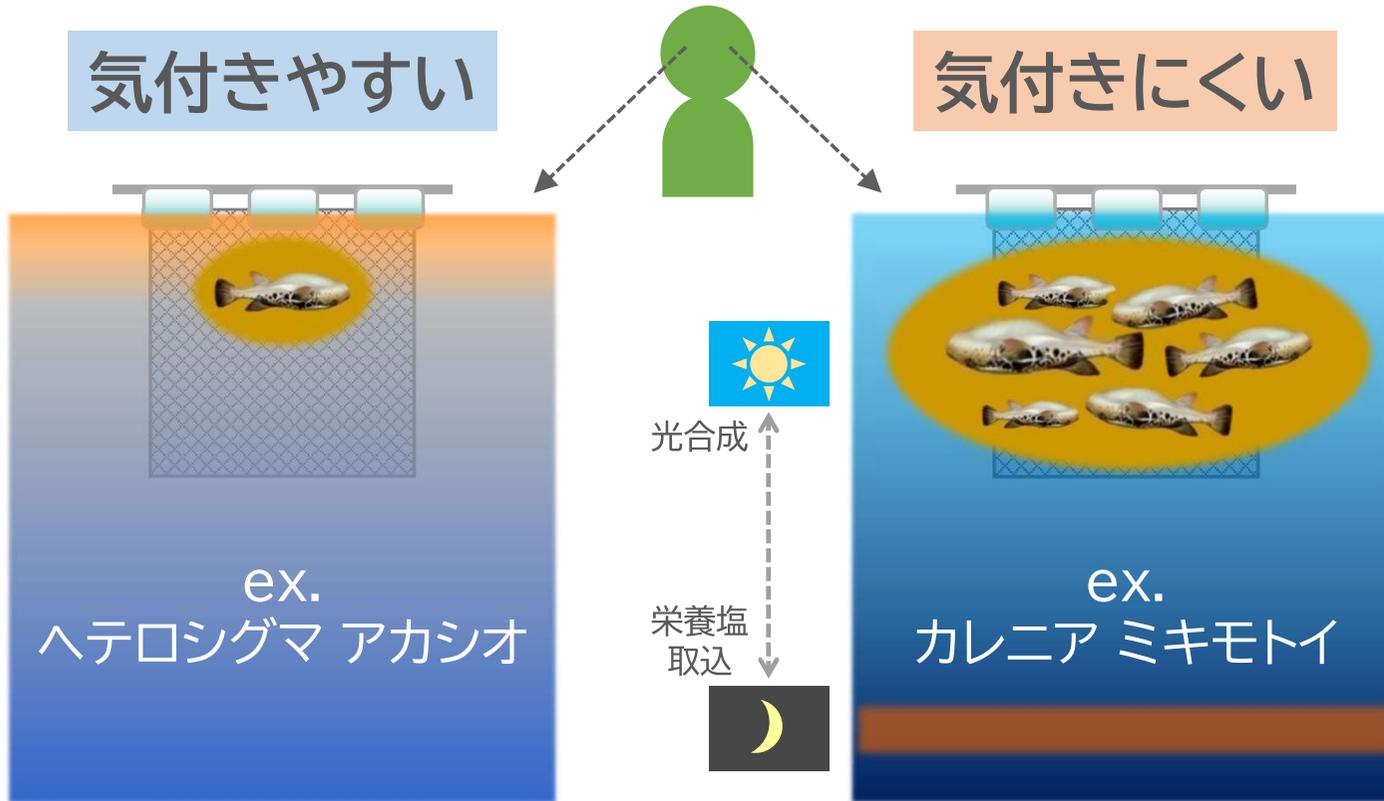


山口県における重要監視対象種
カレニア ミキモトイ
Karenia mikimotoi

早く気づく仕組みづくり – 赤潮兆候のリアルタイム把握 –

表層で発生する赤潮
→ 早い対応が可能

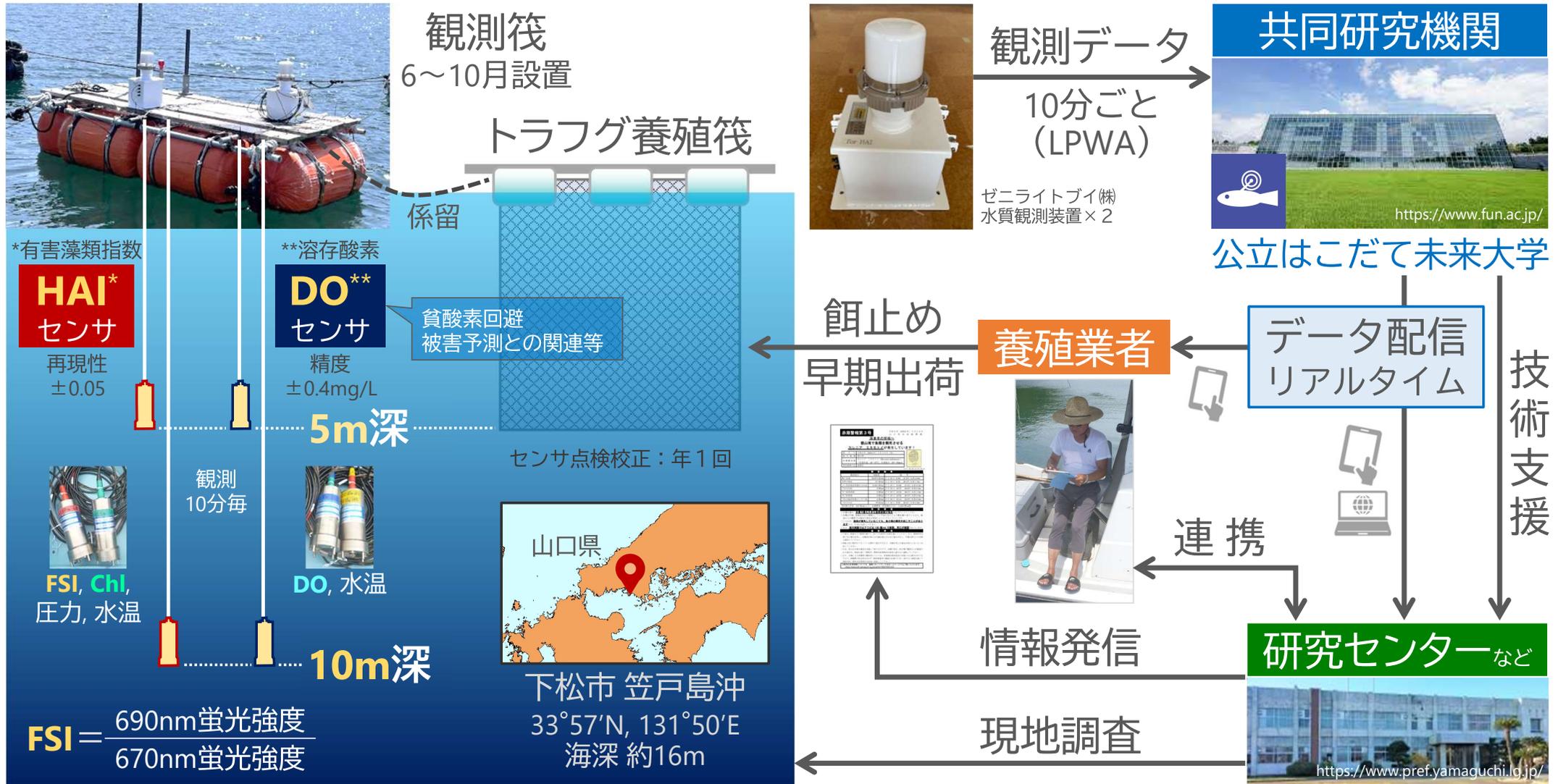
日周鉛直移動する赤潮
→ 対応が遅れがち



← プランクトン密度: 高
(クロロフィル濃度: 高)

仮説: 鉛直構造の連続観測で兆候検知可能

IoT赤潮監視システム – 観測から即時公開まで –



赤潮前の変化を捉える - センサデータの一例 -

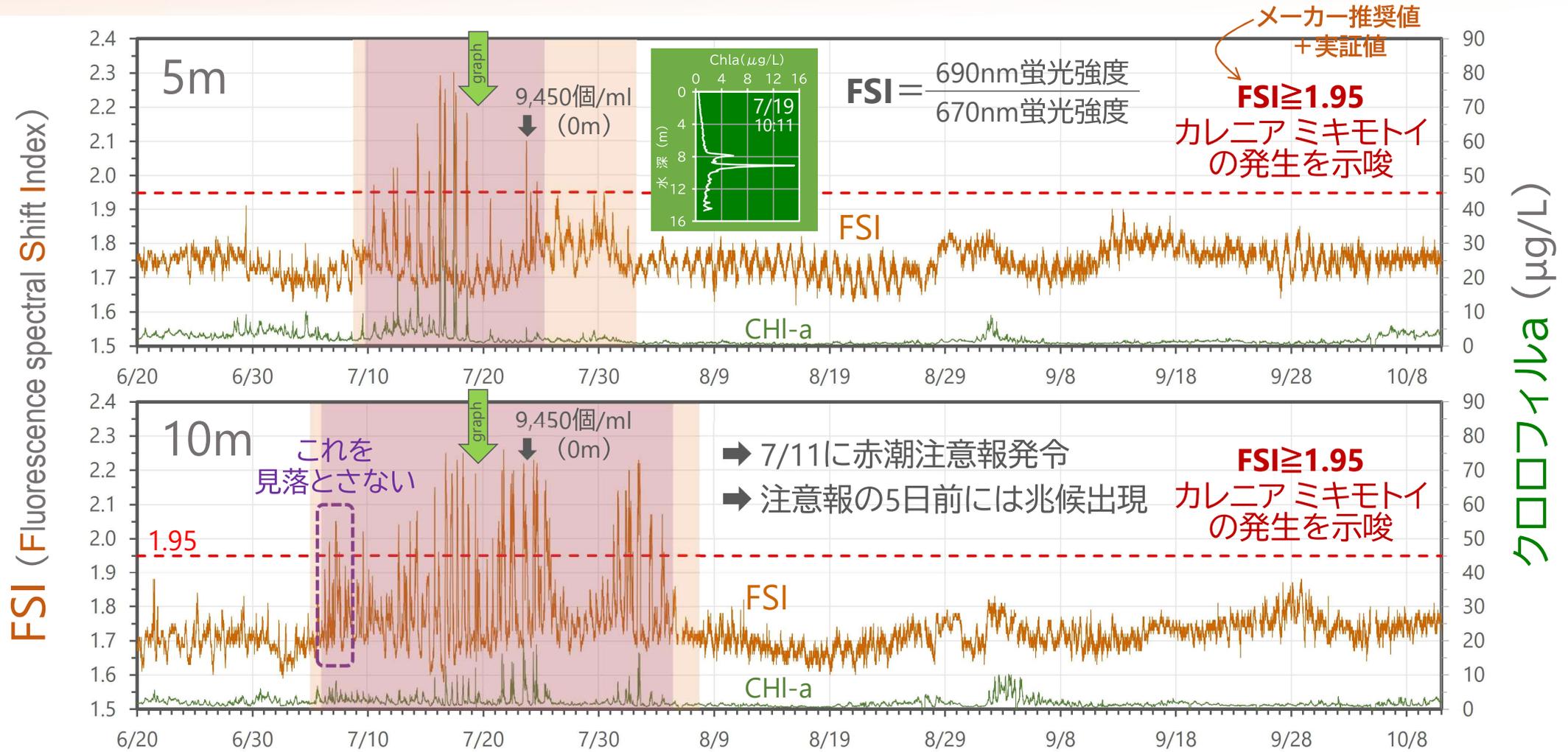


図. FSIおよびクロロフィルa濃度の推移 (2024年6-10月, 下松市笠戸島沖)

赤潮前の変化を捉える - センサデータの一例 -

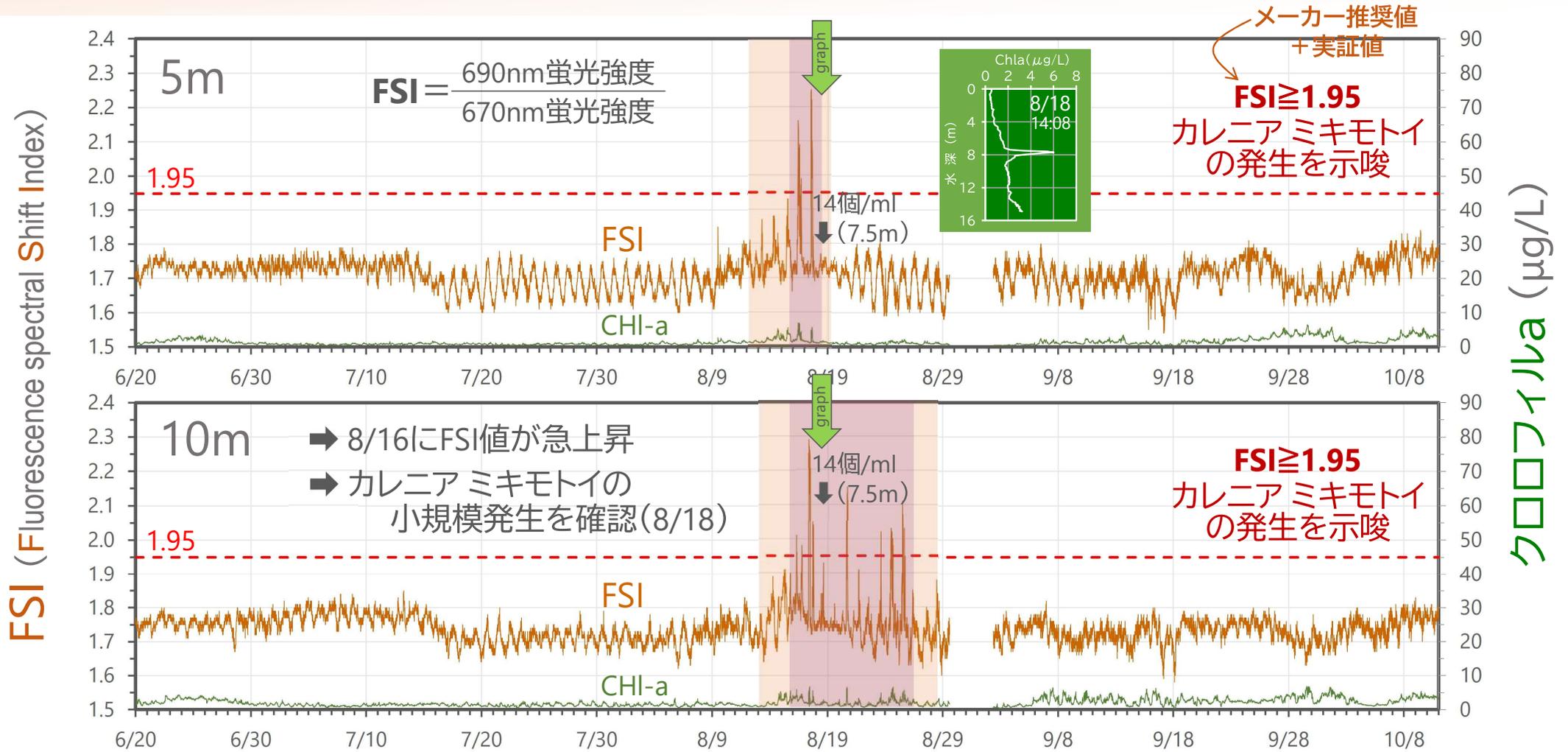


図. FSIおよびクロロフィルa濃度の推移 (2025年6-10月, 下松市笠戸島沖)

赤潮発生前におけるFSIの日周変動特性 – センサデータの一例 –

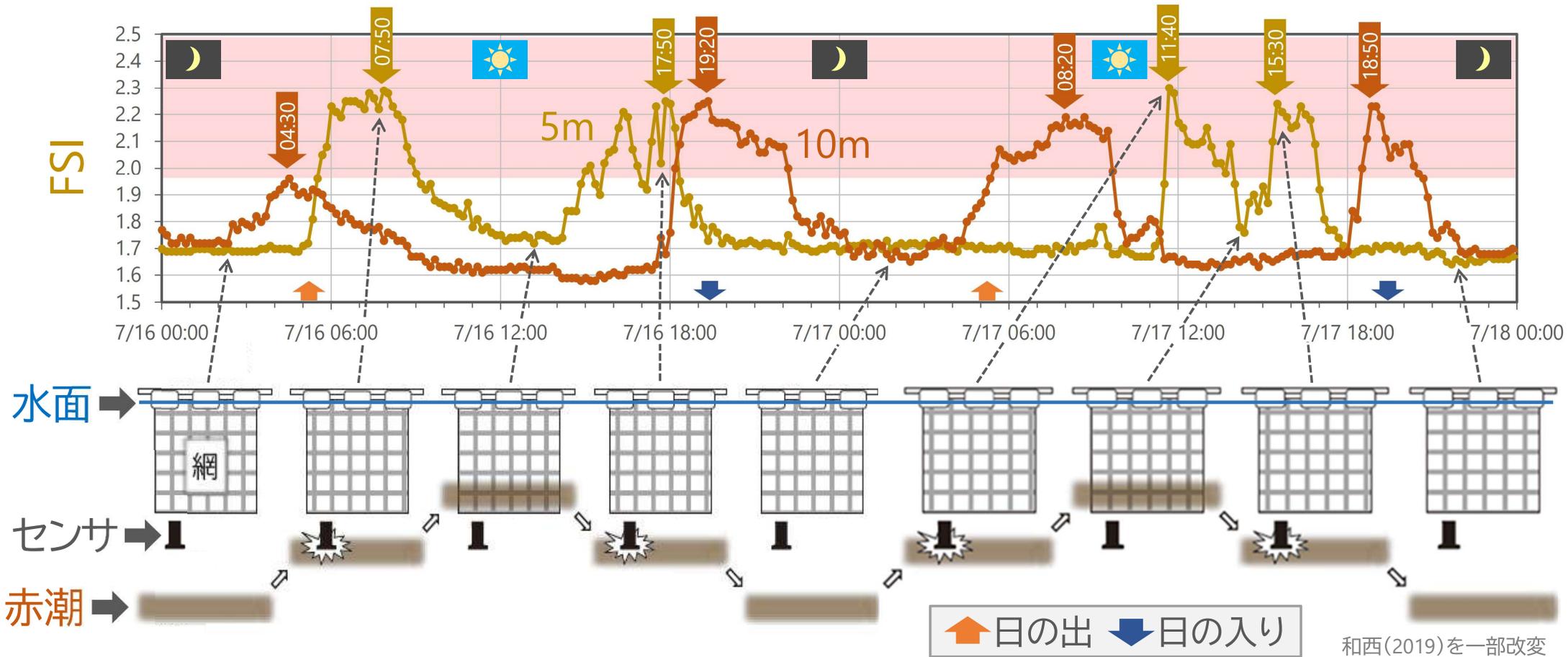
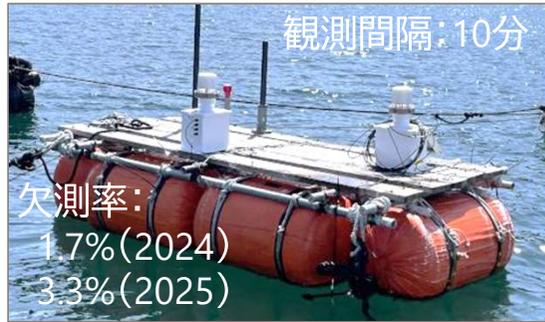


図. FSIの推移と赤潮-センサ間の関係 (2024年7月16~17日, 下松市笠戸島沖)
 赤潮の兆候: $FSI \geq 1.95$, 各層で1日2回のピーク(10m→5m→5m→10m:日周鉛直移動)

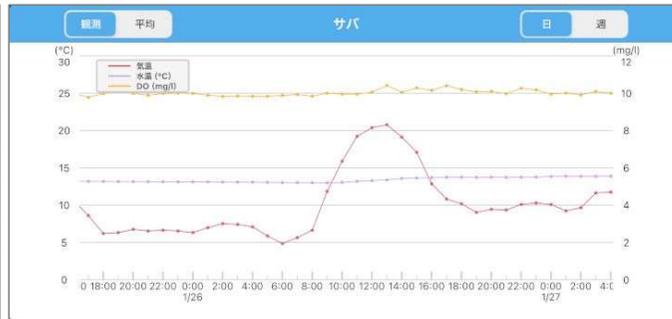
見える化で判断を早く -リアルタイム情報提供-



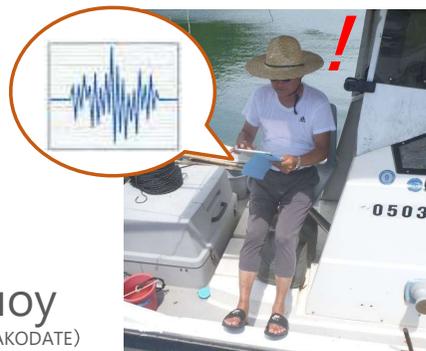
約5分で反映

2026年2月17日(火)			
時刻	水温 (°C)	DO (mg/l)	Chl-a (ppb)
09:00	13.86	11.56	0.55
08:00	13.85	11.32	0.61
07:00	13.86	11.25	0.84
06:00	13.88	11.36	0.79
05:00	13.91	11.53	0.89
04:00	13.93	11.43	0.80
03:00	13.95	11.25	1.06
02:00	13.97	11.37	0.84
01:00	13.98	11.34	0.80
00:00	14.00	11.47	0.86

2026年2月16日(月)			
時刻	水温 (°C)	DO (mg/l)	Chl-a (ppb)
00:00	14.00	11.47	0.86
01:00	13.98	11.34	0.80
02:00	13.97	11.37	0.84
03:00	13.95	11.25	1.06
04:00	13.93	11.43	0.80
05:00	13.91	11.53	0.89
06:00	13.88	11.36	0.79
07:00	13.86	11.25	0.84
08:00	13.85	11.32	0.61
09:00	13.86	11.56	0.55



Smart Buoy
(FUTURE UNIVERSITY HAKODATE)



研究センター

養殖業者

LINE・メール・電話

対応
餌止め・早期出荷



周知

連絡

調査

情報提供
状況聞き取り
対応助言

採水(→検鏡)
CTD観測
養殖魚調査



広域からも兆候を捉える —衛星データの活用—

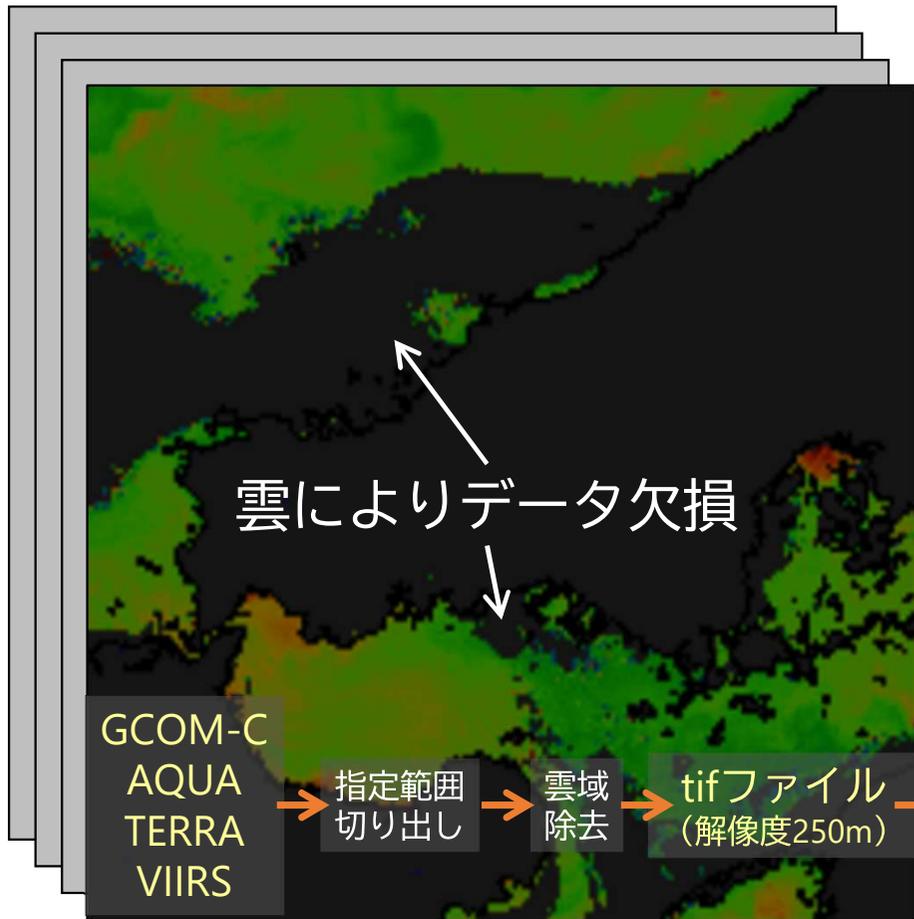


図. 観測時刻が異なる同じ日の複数のクロロフィル画像

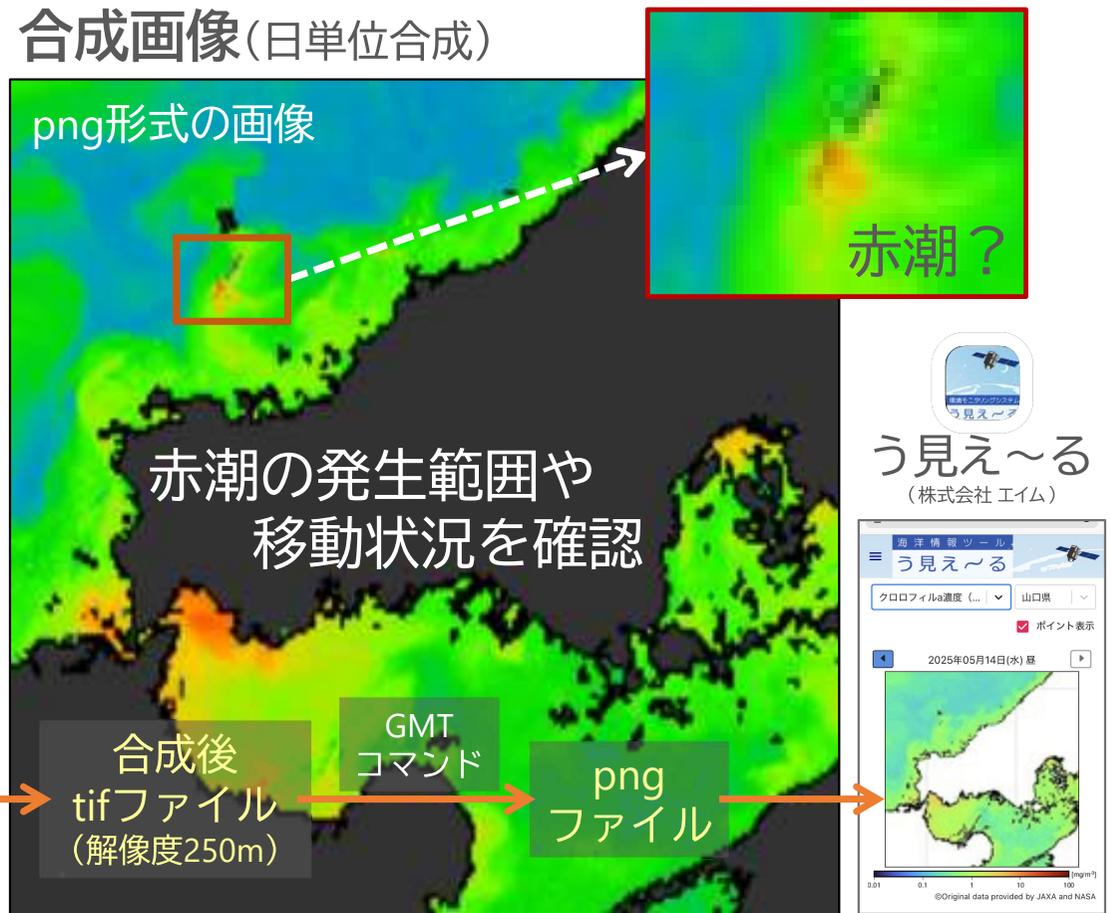


図. 自動合成により欠損域を低減したクロロフィル画像の例

動く赤潮を追う -ASV(自立型海上無人艇)による広域観測-



それぞれの強みをつなぐ
点から面へ → **面から時空間へ**

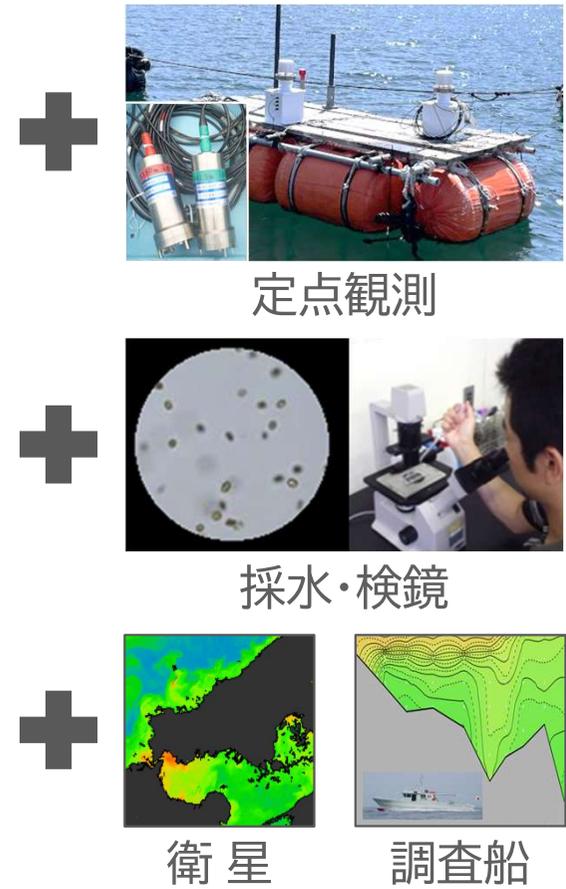
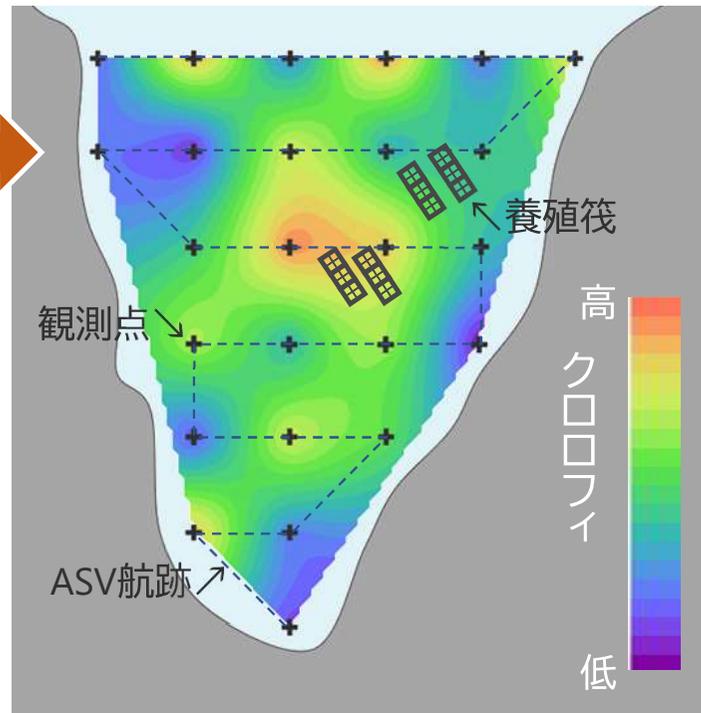


図. 現場でのASV運用検証
 (2024年12月 笠戸島深浦沖)

図. クロロフィルの分布
 (イメージ)

早期対応が被害を減らす — 餌止め・早期出荷判断 —

これまで BOFORE

- ✓ 検鏡結果が出るまで動けない。
- ✓ 水色が変わっても、確信が持てない。
- ✓ 餌を止めれば成長が落ちる。
- ✓ 出荷するか迷っているうちに、時間が過ぎる。

➔ **情報が足りず判断が遅れる。**

センサ導入後 AFTER

- ✓ 10分ごとの変化が見える。
- ✓ 上がり始めた段階で気付ける。
- ✓ スマホでその場で確認できる。
- ➔ **その日のうちに判断できる。**
- ✓ 半日早く餌を控える。
- ✓ 1日早く出荷を判断
- ➔ **半日早く動ける。**

- ◆ 赤潮の兆候が現れた段階で「今日は餌を控えよう」という判断ができる。 ➔ **餌止め**
- ◆ 兆候が強まった時点で「大きい魚から先に出そう」という判断ができる。 ➔ **早期出荷**
- ◆ センサは正解を教えるものではなく、判断材料を増やすもの。

➔ **赤潮は完全に止められないが、赤潮への「備え」はできる。**

精度向上と展開 －改良・他地域応用－

1. 定点観測の継続と精度向上

- ・毎年のデータを積み重ね、「いつもと違う」をはっきりさせる。
- ・急な変化や発生前の傾向を整理し、迷いを減らす判断材料を増やす。

2. 衛星との連携強化

- ・海域全体の様子を広く把握する。
- ・定点データと組み合わせて、現場と広域をあわせてみる。

3. ASVの活用検討(試行)

- ・人が行きにくい場所の観測可能性を検証する。
- ・実際に続けられる仕組みかどうかを整理する。

センサで支える養殖業 — 赤潮被害の未然防止 —

✓ **海は常に変わる。**

同じ海況は二度とない, 常に揺らいでいる。

✓ **だから変化から目を離さない。**

判断材料を積み重ねることこそ最大の備え

✓ **小さな気付きが被害を減らす。**

半日早い決断が未来を守る。

ご静聴ありがとうございました



目指すのは「兆候を早くつかみ, 未来を守ること」

終