

令和5年度 地域デジタル基盤活用推進事業（実証事業）

IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性 向上及び高収益魚種シフトによる安定収益化の実現 成果報告書

2024年3月8日

No8：株式会社ビットコミュニケーションズ

目次

I. 地域の現状と課題認識

- 1. 地域の現状02
- 2. 地域の抱えている課題04
- 3. これまでの取組状況05

II. 目指す姿

- 1. 将来的な目指す姿
- 2. 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ06
- 3. 成果（アウトカム）指標07
 - 1. ロジックツリー
 - 2. 成果(アウトカム)指標の設定08

III. ソリューション

- 1. ソリューションの概要
- 2. ネットワーク・システム構成09
 - 1. ネットワーク・システム構成図13
 - 2. 設置場所・基地局等14
 - 3. 設備・機器等の概要15
 - 4. 許認可等の状況16
- 3. ソリューション等の採用理由17
 - a. 地域課題への有効性18
 - b. ソリューションの先進性・新規性、
実装横展開のしやすさ19
 - c. 無線通信技術の優位性22

5.費用対効果

- a. ソリューションの費用対効果25
 - b. 導入・運用コスト引き下げの工夫26
-29

IV. 実証

- 1. 実証計画30
- 2. 検証する項目・方法31
 - a. 効果検証32
 - b. 技術検証34
 - c. 運用検証
- 3. 実証計画（サマライズ）36
- 4. 確認：成果（アウトカム）指数37
 - a.成果（アウトカム）指標の設定：本実証40
 - b.効果検証45
- 5. ネットワーク・システム構成47
 - a.ネットワーク・システム構成図
- 6. ネットワーク系稼働確認52
- 7. いけす（小割）の監視管理67
- 8. 赤潮予測2（学習モデル化）73
- 9. カメラによる魚体監視82
- 10. WebUI画面設計（画面説明書）91
- 11. ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策92
- 12. 実証に要する経費93
- 13. 実証における費用対効果の実績と普及に向けた見立て94
- 14. 実証スケジュール95
- 15. リスクと対応策96
- 16. PDCAの実施方法97
- 17. 実証の実施体制98

V. 実装・横展開の計画

- 1. 実装計画・スケジュール100
 - a. 実装に向けた具体的計画101
 - b. 実装の体制102
 - c. ビジネスモデル103
- 2. 資金計画103
- 3. 実証全体中での視察会の位置付け（意識統一）103
- 4. 視察会対応（報告一式）104
- 5. 他地域への横展開の方策105
- 6. 普及啓発活動119

VI. 参考資料成果報告会資料

- 1. 成果報告会資料121

1 地域の現状

香川県
香川郡
直島町



特徴

直島町は、瀬戸内海に浮かぶ27の島々からなる町で、白砂青松の美しい自然に恵まれた素晴らしい町です。また、直島女文楽をはじめ多くの貴重な文化財が残り、世界へ向けて現代美術の情報を発信するなど、文化の薫り高い町であるとともに、製錬所のある町として発展してきました。近年は、豊島廃棄物等中間処理施設の建設を契機として、循環型社会のモデル地域を目指すエコアイランドなおしまプランが国の承認を受け、全町民と全事業者の参加と協働でこのプランを推進していくことにより、まちの魅力を高め、大きく飛躍・発展しようとしています。20世紀は経済優先の大量生産・大量消費・大量廃棄の世紀でしたが、21世紀は自然と共生しながら限りある資源・エネルギーを有効に利用する「環境の世紀」です。私たち直島町民は、あらゆる領域において常に環境に配慮して行動するとともに、町民・事業者・行政が一体となって、緑あふれる豊かで美しいふるさとづくり、自然・文化・環境の調和したまちづくりを進めることを決意し、ここに「環境のまち・直島」を宣言します。



総数

3,016人 (2022年4月)

構成

0～14歳: 302人
15～64歳: 1,691人
65歳～: 1,023人

主要産業

精錬業（地金・三菱マテリアル）
漁業（漁業・養殖業）
観光（民間資本・ベネッセ）

地域の現状の詳細

内容

A

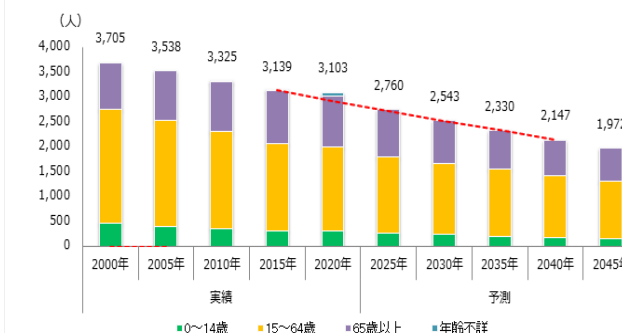
人口の推移と動向

本町における人口の推移は、昭和40年から平成2年の減少率は1桁であったが、平成7年以降は減少率が拡大の方向を示すようになり、平成7年は10.9%、平成12年は11.0%、平成17年は4.5%、平成22年は6.0%となった。平成27年は5.6%と平成17年以降の減少率は横ばい傾向にある。65歳以上の高齢者が占める割合は、昭和40年の6.1%から平成2年には16.4%に、平成27年には34.3%となり、年を追う毎に増加の傾向を示しており高齢化が急速に進んでいる。また、人口の年齢別構成からは、平成27年国勢調査によると0歳から14歳が313人（10.0%）、15歳から64歳が1,750人（55.7%）、そのうち15歳から29歳が455人（14.5%）、65歳以上が1,076人（34.3%）となっている。本町の人口構成は、高齢者層が多く、出産適齢期の若年層が少ないので、今後も自然減を中心とした人口減少傾向が続くものと考えられる。

地域状況をイメージできるグラフ・図・表



直島町の人口推移



【2020年】

総面積 (km ²)	14	平均年齢 (歳)	49.9	昼夜間人口比率 (%)	114.9
人口密度 (人/km ²)	218.2	※昼夜間人口比率のみ2015年時点			

※図中の点線は前回2013年公表の「将来人口推計」の値

© jp.gdfreak.com

1 地域の現状

地域の現状の詳細

内容

地域状況をイメージできるグラフ・図・表

B 産業の推移と動向

産業別人口は、昭和50年と比較すると、平成27年国勢調査では、第1次産業が6.8%から5.6%、第2次産業が55.2%から35.4%、第3次産業が37.9%から56.2%へと推移しているように、水産業、工業などの第1次及び第2次産業の減少と第3次産業の増加の傾向にある。第1次及び第2次産業は、技術革新による設備の改善と合理化の他、生活の利便性を求め、町外に転出する人の増加などが減少傾向の主な理由であると考えられる。このような経過の中で現在の産業構成は、就業人口、生産額においても第3次産業の占めるウエイトがさらに増すといった傾向にある。



C 地域における情報化

直島本島に光回線が平成25年度に整備されて以来、地域社会の情報通信技術（ICT）の進展が著しく、島しょ部で生活する住民にとっても不可欠な存在となっている。これまでの取り組みとしては、町内全世帯対象に配布したタブレット端末や個人登録されたスマートフォンに行政情報の定期配信や災害時の防災情報の配信など、住民にとって必要な行政情報を即時配信できるシステムを構築している。また、庁内基幹業務については、自治体クラウドを活用し、オンライン処理を実施している。一方、小・中学校では、パソコンなどの情報機器の整備を早くから推進し、情報化社会に対応できる児童・生徒を育成するための教育を実施している。このような状況の中、保健・医療、福祉、防災など住民の暮らしに密着した行政サービスにおいても、デジタル技術を積極的に活用していくことが求められている。また、国において「デジタル社会の実現に向けた改革の基本方針」が決定され、今後“行政のデジタル化”が進められていく中、当町においても、情報システムの標準化、マイナンバーカードの普及促進並びに自治体の行政手続のオンライン化などの整備を進めていくことが求められているが、住民に身近な行政サービスを担う自治体として、住民や事業者の利便性の向上及び高齢者にやさしいデジタル化を最優先課題に掲げ、整備を進めていくとともに、合わせて地域社会におけるデジタル化も推進していく必要がある。



2 地域の抱えている課題

課題

対象者

内容

- | | |
|----------------------------------|---|
| a 生産者
(漁業関係者) | <ul style="list-style-type: none">担い手問題
(島民の高齢化に伴い、2代目、3代目と漁師になっていくが、少子化および廃業が続き担い手が激減している) (22年の5階級別人口15歳～64歳までの人口1,691人、内漁業就労78人) |
| b 生産者
(漁業関係者) | <ul style="list-style-type: none">収益化問題
(どのような魚種であれ、養殖に係るコストおよび手間は同じである故、高収益魚であるハマチに注力し、その他は簡素化したい) (鮭・鯛の単価1,500円程度、ハマチの単価3,000円程度) |
| c 広域漁業
関係者
(漁連・漁協・
生産者) | <ul style="list-style-type: none">赤潮問題
(溶存酸素から派生する赤潮の発生は、収益を0にする可能性があり、かつ、赤潮発生時は魚の餌止めを行わなければならないタイミングを逃すと小割(いけす)を全滅させ近隣にも甚大な被害が出る) (極端な例で1小割3,000匹が死滅、死滅魚は産廃扱いで処理費用も加算) |

イメージ



漁業就業者数推移 (1961～2019)



漁業就業者は、一時的な増加はあるものの、調査を開始した1961年から2018年まで減少の一途を辿っています。実際の数値を見ると、1961年に699,200人を記録していた漁業就業者は、2019年には144,740人と、約5分の1です。

(出典：令和元年漁業構造動態調査報告書 | 政府統計の総合窓口)

3 これまでの取組状況

	2023～2024年度	2025～年度	2026～年度
取組概要	漁業生産についてのIT化やDX化は特に実施なし		
成果	漁業生産についてのIT化やDX化は特に実施なし		
見えてきた課題	漁業生産についてのIT化やDX化は特に実施なし		
事業名			

1 将来的に目指す姿

漁場環境および収益のデジタルによる安定化

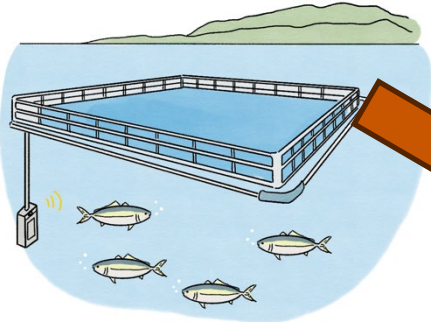
- “実証構想の実現” が目指す姿の場合、漁場環境 の最適化(小割を守り収益と労働力削減の実現)

監視・管理

養殖場・個体のIT・AI管理

(センサー・ドローン・IT)

- ・ 養殖場の様子 (天候・潮の流れ)
- ・ 作業記録 (個体の成長度)
- ・ 作業日誌 (DX化して情報一元化)



餌の効率化

餌のIT・AI管理

(センサー・ドローン・AI)

- ・ 個体の食いつき様子 (好み)
- ・ 作業記録 (餌の回数や量)
- ・ 食いつき記録
(食べた量・食べなかった量)

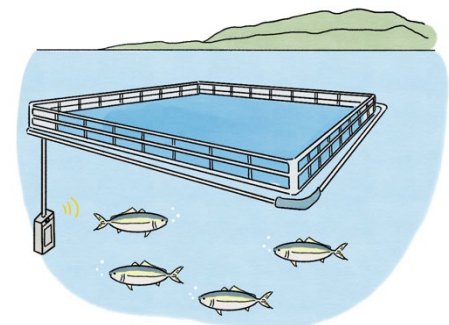


溶存酸素と赤潮の予測連動

溶存酸素・赤潮のIT・AI管理

(センサー・AI)

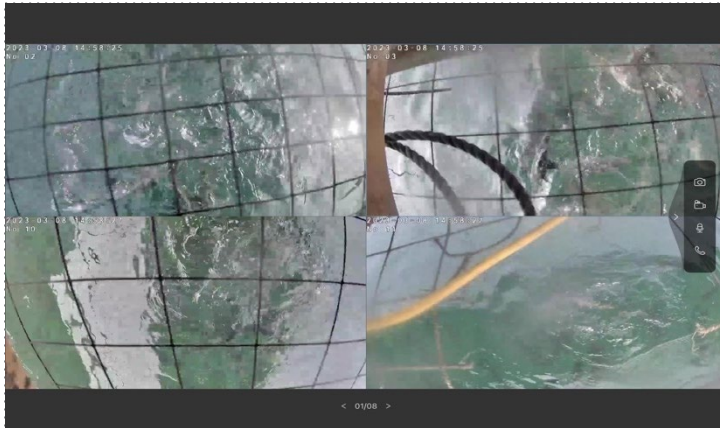
- ・ 潮流予測 (画像で判断)
- ・ 潮流記録 (画像・センサーで記録)
- ・ 水質センサー値 (より詳細の水質記録)
- ・ 溶存酸素警告 (出荷前の個体保護)
- ・ 赤潮警告



② 目指す姿に向けたステップと実証の位置づけ

2023~2025

実証



実装・横展開



2025~2028

養殖DX (構想の実現)



小割管理、溶存酸素（赤潮）発生予測モニタリング(メイン小割、直島町での実証)

- 直島町を筆頭に、庵治、引田地域とのデータ比較状況の仮説検証
- 運用実態の確認
- 他地域への横展開の立案

漁業DXの実装(実証機の導入)

- 実証での修正版を横展開
- 香川県近隣、愛媛県・岡山県へ同一実証機を漁連および県水産課より展開

他養殖地への展開(正規版導入)

- 他県での赤潮対策、小割対策への展開 * 宮崎県、福井県、青森県を想定
- 利用者、ユースケースの確認
- 小割データ、赤潮データによるビッグデータ解析後の指導・予測AI構築

③ 成果（アウトカム）指標

 : 実装・横展開の成果指標

 : 実証の成果指標



II 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b. 成果 (アウトカム) 指標の設定: 実装・横展開

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
漁場における収益	現状収益を 100%とする	120% 2024年	高収益魚へ作業シフトしたことによる収益の増加見込みを設定 ・高収益魚（主にオリーブはまち）の割合を60%から80%に増やすことで実現	出荷表による、高収益魚種、その他高収益魚種と通常魚の割合を試算
一派魚に要する管理工数	100%	60% 2024年	現状必要とする工数から、水質チェックや育成度合いのチェックを自動化できる工数を設定	作業日誌：定量測定 （作業日誌の行動記録調査） 実証機を導入した漁場における作業工程・時間の実測
1回あたりの赤潮の被害額	900万円	0万円	赤潮の発生前に養殖魚を出荷又は退避させることにより、被害の発生を未然に防ぐことを目標とするため0円とした	漁場における赤潮発生予測を行い、事前に対策を講じられたか実績を調査
赤潮による魚体死滅数	3,000魚体	0魚体	赤潮の発生前に養殖魚を出荷又は退避させることにより、被害の発生を未然に防ぐことを目標とするため0円とした	漁場における赤潮発生予測を行い、事前に対策を講じられたか実績を調査

II 目指す姿

③ 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
センサーによる 水質測定精度	クロロフィル量精 度300を確保	クロロフィル量精 度400を確保 2024年	現状の作業員が現地で行っている測定精度と 同等以上を求める必要があるため設定	現状の測定方法と実証 ツールによる測定方法を 比較
測定データの 伝送頻度	現状なし	5分間1回、デー タを送信すること	現状の作業員が現地で行っている以上の頻 度であり、また、水質や溶存酸素量の変化を 常時確認する必要があることから設定	データ伝送のログから目 標とする頻度で伝送され ているか計測
水質チェック工数	人力プロセス (100%)	人力プロセス 20% 2024年	現状の作業員が現地で行っている水質チェッ クに係る工数のうち、遠隔で水質を確認でき ることによる削減可能工数を基に設定	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査) 実証期間内での実測調 査

II 目指す姿

3 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
カメラによる 魚体監視精度	実測値 (100%)	実測値とのズレ 20%以内 2024年	現状の作業員が現地で行っている魚体監視の精度と同等程度を求める必要があるため設定 (漁業従事者からの聞き取りにより目視による確認20%以内を許容範囲と設定)	現状の測定方法と実証ツールによる測定方法を比較
AI画像認識による 魚体品質計測の精度	作業員による予測値 (100%)	作業員による予測値とのズレ20%以内 2024年	現状の作業員が現地で行っている魚体の成長の予測精度と同等程度を求める必要があるため設定 (漁業従事者からの聞き取りにより目視による確認20%以内を許容範囲と設定)	実測と実証ツールによる測定方法を比較
育成度合い チェック工数	人カプロセス (100%)	人カプロセス 20%以内 2024年	現状の作業員が現地で行っている育成度合いのチェックに係る工数	作業日誌 (作業日誌の行動記録調査) 実証期間内での実測調査

Ⅱ 目指す姿

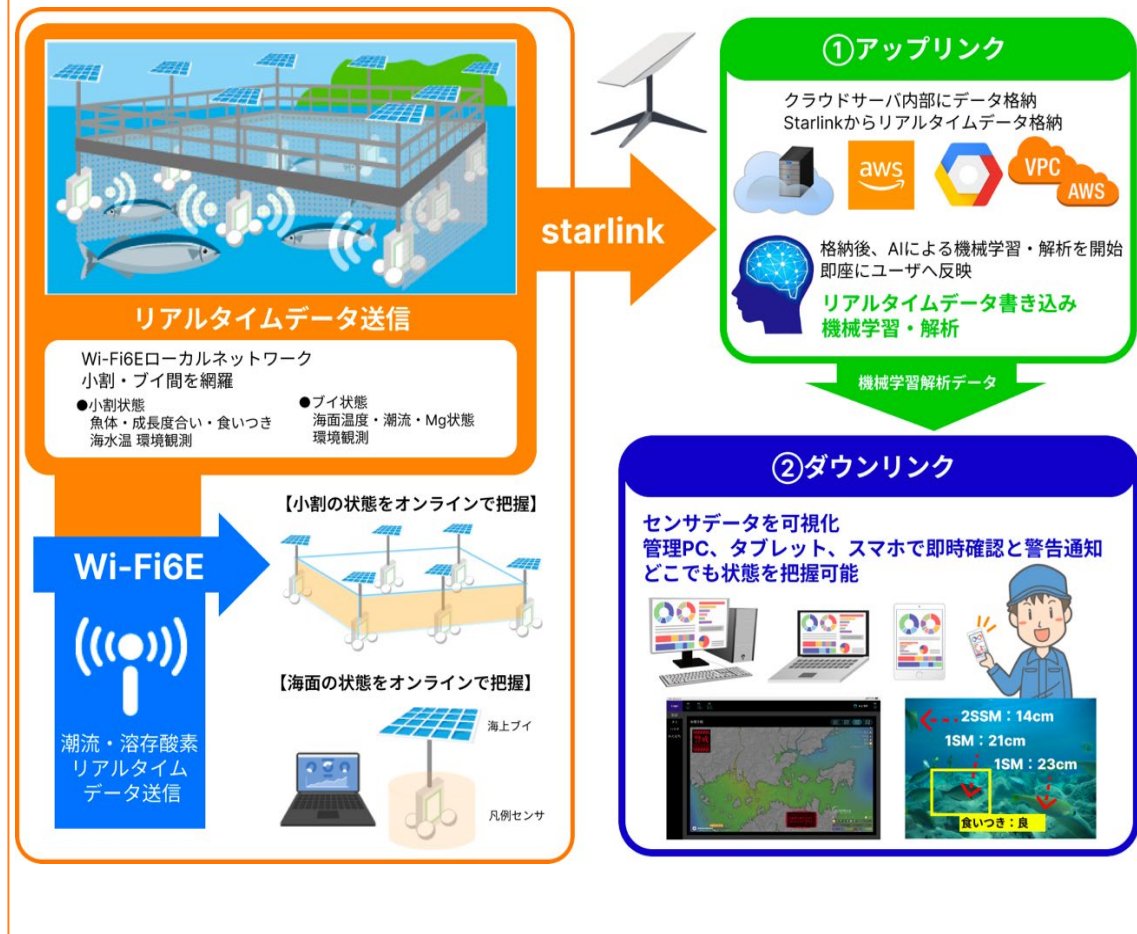
3 成果 (アウトカム) 指標

b.成果 (アウトカム) 指標の設定: 本実証

成果 (アウトカム) 指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
溶存酸素測定精度	クロロフィル量精度300を確保	クロロフィル量精度400を確保 2024年	現状の作業員が現地で行っている溶存酸素の測定精度と同等以上を求める必要があるため設定	現状の測定方法と実証ツールによる測定方法を比較
赤潮の発生検知精度	-	プランクトン数が赤潮基準（閾値1以上）に達したときに兆候として100%検知可能なこと	赤潮の発生を予測するためにはプランクトン数が香川県赤潮研究の赤潮基準（閾値1以上）以上の精度が必要であるため設定	実証ツールにより、プランクトン数の状況を作とし、測定
監視(見回り)工数	人カプロセス（100%）	人カプロセス20%以内 2024年	現状の作業員が現地で行っている監視（見回り）に係る工数のうち、遠隔で確認できることによる削減可能工数を基に設定	作業日誌（作業日誌の行動記録調査） 実証期間内での実測調査

1 ソリューションの概要

ソリューションの概要



中間アウトカム (実証)

定量アウトカム

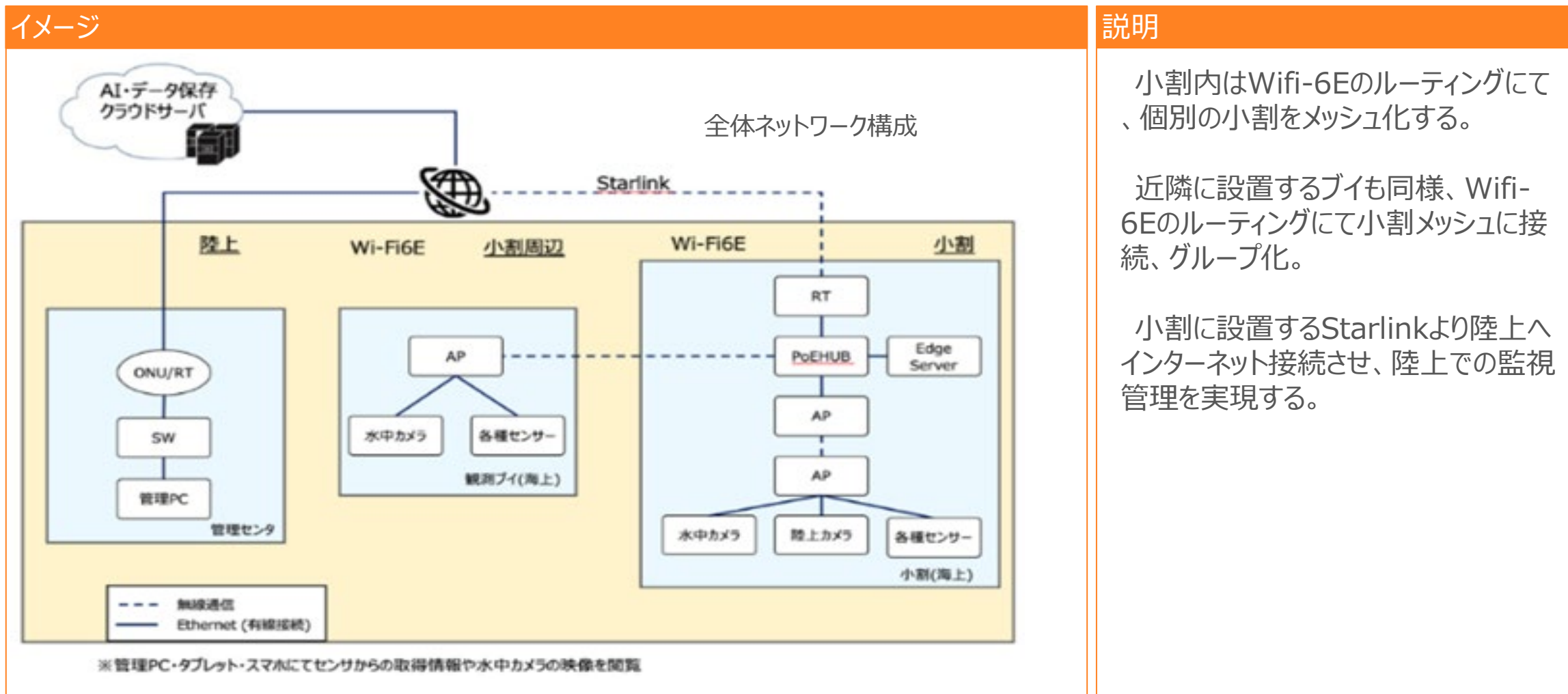
- 測定データの伝送頻度
- センサーによる水質測定精度
- AI画像認識による魚体品質計測の精度
- 赤潮の発生検知精度
- 溶存酸素測定精度
- 水質チェック工数
- 育成度合いチェック工数
- カメラによる魚体監視精度
- 監視(見回り)工数

中間アウトカムを改善するソリューションの価値

- 高収益魚に注力、赤潮の回避をすることで、生産者自体の収益が15%程度向上する、これに市や県の補助および民間企業からの投資を受けることにより、地域の貢献および持続可能な養殖業（漁業）の発展が見込まれる
- 事業体としては2024年まで持ち出しプロジェクトとなるが、25年度から別地域波及や実証地域での生産量向上が見込まれると、費用対効果、労働コストの削減、収益の効率化が十分に見込まれる

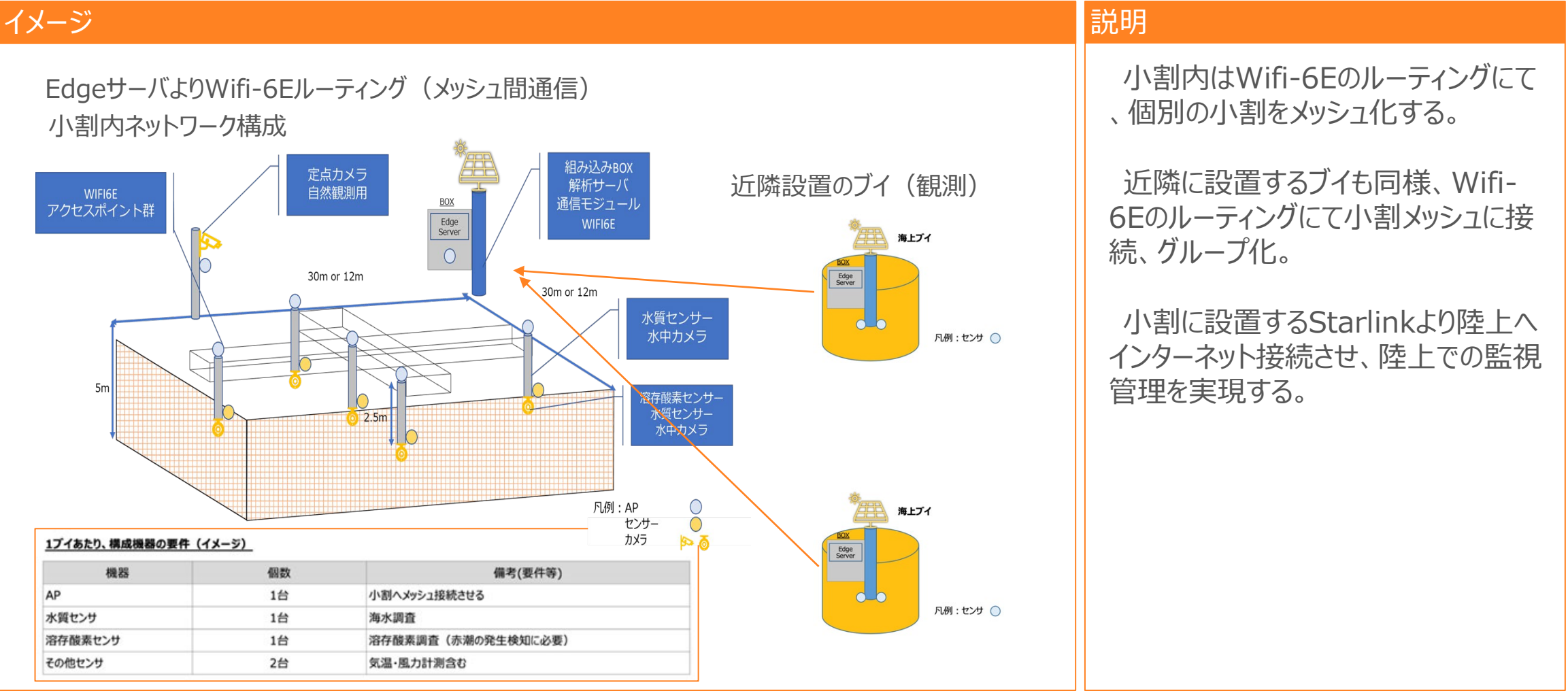
② ネットワーク・システム構成

a.ネットワーク・システム構成図



② ネットワーク・システム構成

a.ネットワーク・システム構成図



小割内はWifi-6Eのルーティングにて、個別の小割をメッシュ化する。

近隣に設置するブイも同様、Wifi-6Eのルーティングにて小割メッシュに接続、グループ化。

小割に設置するStarlinkより陸上へインターネット接続させ、陸上での監視管理を実現する。

② ネットワーク・システム構成

b.設置場所・基地局等

イメージ



説明

直島町のメイン小割にネットワークを敷設する

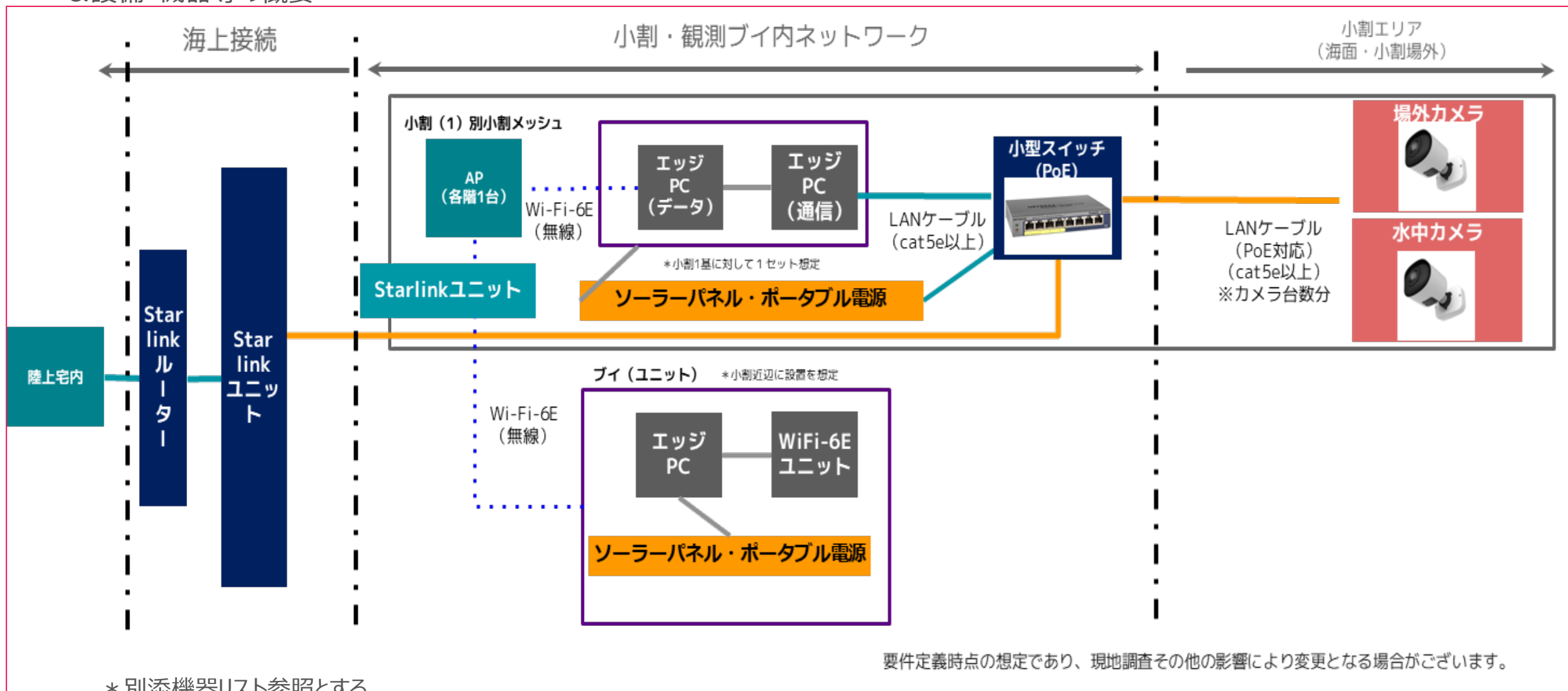
約200M毎にアクセスポイントおよび監視ユニットを設置

小割間通信を行えるように設置する

エリアカバレッジは200-300Mを想定する

② ネットワーク・システム構成

c.設備・機器等の概要



要件定義時点の想定であり、現地調査その他の影響により変更となる場合がございます。

* 別添機器リスト参照とする

② ネットワーク・システム構成

d. 許認可等の状況

許認可の種類	現在の状況	今後の計画/スケジュール
Wi-Fi 6Eで実証を行うため、 許認可不要	-	Wi-Fi 6Eで実証を行うため、許認可不要

3 ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
生産者 （漁業関係者） (課題a/b:担い手問題、収益化問題)	■ 現状課題 海面から魚体を観測することが通例だが、魚影のみを観察するだけの作業になり、正確な魚体や水中の餌食い状態が把握できていない。そこで漁業者からの「魚体・水中下の餌食いを正確に把握したい」というニーズへのソリューションを提供する。 ■ 解決方法 ・養殖における手間やコストは、ハマチ、鯛、鮭など魚種が違っててもほぼ同一である。そこで安定的な養殖が容易な鯛・鮭の作業効率を上げ、より単価の高いハマチへ注力できるようにする。魚体学習と食いつき監視をAIによる画像解析を実施し時間削減と育成効率化を目指す。 ・定点および水中カメラを設置しリアルタイムで状態把握画像解析AIにより魚体体長・体重を予測表示させる。品質の統一や出荷の安定化に貢献する。

ソリューション 水中魚体・餌食い監視ツール

他ソリューションに対する優位性	
名称	比較
いけす監視システム 応用分野 養殖魚盗難監視	■ システム構成 「いけす」付近にソーラーパワーアイランドを設置し、レーダーにより不審船を監視します。船舶が侵入検知ラインを超えた場合に、管理者にメール等でお知らせするとともに、フラッシュライトを照射して防犯対策を行います。管理者はインターネットでJ-Marine Cloudにアクセスし、離れた場所から「いけす」の状況を確認できます。 ■ 本実証との差分 いけす監視は不正に接近する船舶を対象とし魚体を保護する仕組みとしているが、本実証はそもそも魚体の育成を主軸にしている事を差分とする。 また、魚体の育成管理も行うため決定的な差分が出る

3 ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
広域漁業関係者 (漁連・漁協・生産者) (課題b/c:収益化問題、赤潮問題)	■現状課題 香川県漁連では、魚の出荷直前に小割を湾内に移動し、出荷前の最終準備を行う。しかしながら、過去には、湾内で貧酸素水塊が発生し、酸欠による魚体の死滅を招き、大きな経済的損失が発生している。発生は朝方もしくは大雨時の山水流入により発生する可能性がある。水中の溶存酸素量の測定は自動で行われることが望ましい。 ■課題解決 溶存酸素は海の酸欠を引き起こし、プランクトンを発生させる、プランクトンが発生すれば赤潮が発生する。このループがあり、ループの予測が出来れば魚体の死滅を防ぎ、利益を保護できる。 後述する構成を用いて、24時間のセンサ監視および発報システムを構築する。また発生時のデータを保存し、次の貧酸素水塊を予測し魚体死滅の可能性を排除する。赤潮予測にも応用する基礎部となる。

ソリューション 貧酸素水塊発生警告ツール

他ソリューションに対する優位性	
名称	比較
溶存酸素検出器	■ システム構成 初期電解時間が短かく、メンテナンス後（膜・内部液交換）の安定性に優れた溶存酸素センサ
応用分野 河川モニタリング、摂餌保護、養殖など 水質が重要な分野	特殊内部液の使用により、初期電解時間が短かく、長期間安定な測定を実現 ■ 本実証との差分 本実証は測定器より排出されたデータをUIで可視化しAIへ機械学習させ溶存酸素発生や拡散パターンを導き出すシステムであるため比較とならない点に優位性がある。

3 ソリューション等の採用理由

a.地域課題への有効性

対象の課題	課題解決への有効性
生産者 (漁業関係者) 広域漁業関係者 (漁連・漁協・生産者) (課題b/c:収益化問題、赤潮問題)	■ 貧酸素水塊発生警告ツールを応用 貧酸素水塊発生警告ツールを拡張し、赤潮発生予測可能にするAIを構築する。水中溶存酸素量の変化と赤潮プランクトンの発生の因果関係および、飛び地の赤潮発生の原因を追及するモニタリングシステムを設置、24時間センサ稼働で潮流・水温・水質・クロロフィル等を記録。 過去の赤潮発生データと照合し発生率を表示する。有事の際、発報システムにより危険予測回避を行い漁場・小割の保護と生産安定に貢献する。

ソリューション 赤潮発生警告ツール

他ソリューションに対する優位性

名称	比較
赤潮発生海域予測モデル（農林水産省システム） 応用分野 漁場環境改善推進	■ システム構成 過去の赤潮発生に関係した多様な情報を用い AI を利用したアルゴリズムを活用し、赤潮検知の高度化に資する予測モデルを開発することを目的とする。 より具体的には、赤潮の原因となるプランクトンのうち <i>Skeletonema</i> spp., <i>Eucampia</i> spp., <i>Chattonella</i> spp. の 3 種のプランクトンの 7 日後の細胞数を予測することを目的とした。対象海域は有明海と八代海を対象とした。 ■ 本実証との差分 農林水産省のシステムとの差分は、本実証ではGISを使用せず観測地点から潮流を予測し、潮流の予測を行う手法である。GISのみでは単純な位置情報を示すだけであり刻々と変化する潮流の変化に対応出来ない。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
生産者（漁業関係者） （課題a/b:担い手問題、収益化問題）	■ 先進性 本実証で行われる、水中魚体・餌食い監視ツールは、養殖発祥の地香川県でも導入している生産者は無く、海面の定点カメラで観測をするのみである。 運用面での不便さが懸念となり見送られてきたが、水中監視の重要性、魚体管理のデジタル化需要が年々増しており、地域でも運用の必要性があるため、地域での初採用となる。 ■ 新規性 魚体管理のデジタル化（AIによる魚体測定および生育状態の予測）の機能と水中カメラによる水中の透明度を把握し、溶存酸素との関連性を画像解析する2つの機能を有した新規性を持つ。	ソリューション 水中魚体・餌食い監視ツール ■ 横展開 本実証のツールは、他地域の養殖でも必ず必要な性能を有する。魚体測定および生育状態の予測は必要不可欠、さらに赤潮は発生せずとも、溶存酸素発生の警告は全国的に必要なものであるし、水中の透明度から次のアクション（何らかの発生の可能性）を見いだすことがセールスポイントとなるため、たとえば熊本県八代市（香川に次ぐ赤潮発生地帯）や玄界灘、日本海側での養殖業者にも容易に理解を得られ導入が早く進む利点を有する。 それぞれの地域のパラメータ値を設定することにより、どの地域でも適応する開発を行う。 これらのセールスポイントを持たせ、香川県漁連を筆頭に全国の漁連・漁協へ展開予定である。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
生産者（漁業関係者） （課題a/b:担い手問題、収益化問題）	■ 先進性 本実証で行われる、貧酸素水塊発生警告ツールは、測定器としての単体機が存在はあるが、システムとしての存在がない。かつ、本システムを香川県で実運用し実績を持てば日本初のシステムとなり、養殖における監視ツールのスタンダードになる可能性を有する。 ■ 新規性 先進性と被るが、測定器では無くシステムとして存在させること自体に新規性を有するものである。かつ、AIへ機械学習させることにより赤潮発生予測への予測ロジックの補助として動作することも新規性の一つである。	ソリューション 貧酸素水塊発生警告ツール ■ 横展開 本実証のツールは、他地域の養殖でも必ず必要な性能を有する。魚体測定および生育状態の予測は必要不可欠、さらに赤潮は発生せずとも、溶存酸素発生警告は全国的に必要なものであるし、水中の透明度から次のアクション（何らかの発生の可能性）を見いだすことがセールスポイントとなるため、たとえば熊本県八代市（香川に次ぐ赤潮発生地帯）や玄界灘、日本海側での養殖業者にも容易に理解を得られ導入が早く進む利点を有する。 それぞれの地域のパラメータ値を設定することにより、どの地域でも適応する開発を行う。 これらのセールスポイントを持たせ、香川県漁連を筆頭に全国の漁連・漁協へ展開予定である。

③ ソリューション等の採用理由

b.ソリューションの先進性・新規性、実装横展開のしやすさ

対象の課題	先進性・新規性	実装・横展開のしやすさ
生産者（漁業関係者） （課題a/b:担い手問題、収益化問題）	■ 先進性 本実証で行われる、赤潮発生警告ツールは、測定器としての単体機が存在はあるが、システムとしての存在がない。かつ、本システムを香川県で実運用し実績を持てば日本初のシステムとなり、養殖における監視ツールのスタンダードになる可能性を有する。 ■ 新規性 貧酸素水塊発生警告ツールを基礎とし、プランクトン数カウント・潮流センサの潮流解析を機械学習し、AIでの赤潮予測モデリングを考案し、実用化レベルへの昇格する。数々のAIモデリング実証は困難を極めるが、農業AIでのセンサデータ群から機械学習し、作物成長予測のロジックを有しているため、本実証に適応し、より確固たる地位を確立する。	■ 横展開 本実証のツールは、他地域の養殖でも必ず必要な性能を有する。魚体測定および生育状態の予測は必要不可欠、さらに赤潮は発生せずとも、溶存酸素発生の警告は全国的に必要なものであるし、水中の透明度から次のアクション（何らかの発生の可能性）を見いだすことがセールスポイントとなるため、たとえば熊本県八代市（香川に次ぐ赤潮発生地帯）や玄界灘、日本海側での養殖業者にも容易に理解を得られ導入が早く進む利点を有する。 それぞれの地域のパラメータ値を設定することにより、どの地域でも適応する開発を行う。 これらのセールスポイントを持たせ、香川県漁連を筆頭に全国の漁連・漁協へ展開予定である。

ソリューション 赤潮発生警告ツール

3 ソリューション等の採用理由

c.無線通信技術の優位性

通信技術	ソリューション実現の要件を満たす通信技術の特徴	他無線通信技術との比較	
WIFI-6E	Wi-Fi6Eを採用する最大の特徴は新たに加わった「6GHz帯」、「2.4GHz帯/5GHz帯」3つの周波数帯で通信が可能である。 Wi-Fi端末が増えるに沿って「他の機器と電波が干渉する」「混雑してつながりにくい」通信トラブルが発生すると共に、他の通信影響を最小限にする必要があり電波干渉を避けた通信を行えるWi-Fi6Eの必要性を重視した。 今後Wi-Fi6Eや7の普及により対応機器が増える想定で、小割（いけす）拡張した際、複数台を設置した場合の「混信」や「遅延」、「スループット劣化」を心配することなく通信担保を確保したままの拡張が可能。	名称 LPWA WIFI-5 *Bluetooth	比較結果 - ソリューションでは小割間通信が必要であり、リレー方式も必要である。そのため、機材設置制限のないこと、混信の可能性が低いこと、スループット劣化がないこと、次期規格（Wi-Fi7）に即時対応出来ること（ax帯の拡張）を前提としてWIFI-6Eが適している。 - Wi-Fi5との大きな差は、最大接続数にあり、Wi-Fi5では最大100台、Wi-Fi6Eでは最大200台である。生け簀内センサーは単一で11センサ存在し、生け簀9台で限界を迎えるため運用には機材コストがかかることを接続数で削減できるメリットを含む。
		* 参考 家電やスマートフォン、スピーカー、イヤホンが混信・瞬断を引き起こす可能性として、Bluetoothの使用用途がある。 この場合、2.4G帯の無線LAN領域とBluetoothの無線領域での混信（例えば、音飛びや通信途切れ）が発生。 この問題は現在クアルコム、インテル等の大手チップメーカーでも解決できていない事象であり、6G帯のWi-Fi6Eは2.4G帯、5G帯、6G帯の3つの無線領域を割り当てることが可能。 2.4G帯の無線帯域をBluetoothのみ通信させる等の分けをすれば問題の解決が出来るため、混信・瞬断の可能性を避け積極的にWi-Fi6Eを採用する優位性がある。	

実証計画

目的

本ソリューションでは、IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性向上を図る。
併せて水中魚体・餌食監視ツールも併用する。管理の容易な鯛・鮭の育成の自動化を行い、高収益魚種であるハマチ育成に注力することで、安定収益化を実現する。

アウトカム

- 水質チェック工数
- 育成度合いチェック工数
- センサーによる水質測定精度・
- 測定データの伝送頻度
- カメラによる魚体監視精度
- AI画像認識による魚体品質計測の精度
- 溶存酸素測定精度
- 赤潮の発生検知精度
- 監視(見回り)工数



検証の概要

効果検証

工数が削減できるか
赤潮予測ができるか

- 各種センサとカメラをWifi-6Eで接続し、海面環境、小割の監視を目視することなく陸上から監視できるか
- 必要時にのみ作業を行え、人的作業コストの削減の検証
- 香川県赤潮研究の閾値と等しく予想できるか

技術検証

期待するデータが排出できているか検証

- データの計測、伝送、解析精度（AI含む）

運用検証

生産者側UIが生産者に適した設計であり、運用に支障が無いかの運用検証

開発・運用人員が最適か（現在想定3名）
および自然災害想定シミュレーション運用

排出データ・画像の整合性

- 生産者にとって日常管理が可能なデータ群が揃っているかの運用検証

② 検証ポイント・検証方法

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
小割管理・監視 (センサとカメラによる小割環境および魚体成長のAI解析)	I 小割魚体監視 (カメラ巡回と魚体パターン解析による管理工数の削減)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	オンラインによる監視 (カメラによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)
	II 魚体の成長監視 (魚体が生産者にとって正しく成長しているか)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)	オンラインによる監視 (カメラによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)
	III 水質チェック (現行の水質チェックの品質と相違はないか)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	センサデータによる確認 (センサによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	見回りコストの削減 (80%の工数削減)
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	オンラインによる監視、アラート通知 (センサによるリアルタイム監視が香川県赤潮研究の赤潮発生予測閾値(1以上)と同等の予測を実現可能かを検証)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できること

2 検証ポイント・検証方法

b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
小割内のインフラ (センサ郡、Wi-Fi6E)	I Wi-Fi6Eルーティング (小割内のメッシュ接続による通信品質の評価)	パケットロス率0.1%以内 〔野外における通信担保〕	パケットログの取得 (Wi-Fi6Eのメッシュ化および単体通信でのロス（劣化や障害）がないか技術的検証を行う)	野外における通信担保 パケットログ取得（Loss値のログ化） 生産者にとって知りたい情報、データか
	II 他機器への影響調査 (混信・断線・その他不慮の通信ロスの接続評価)	パケットロス率を5%に設定	パケットログの取得 (Wi-Fi6Eのメッシュ化および単体通信でのロス（劣化や障害）がないか技術的検証を行う)	安定的な稼働が可能か
センサデータ (センサ郡、AIデータ処理部)	I センサデータの取得 (データロスが発生するか、正常にデータ送信が来ているか評価)	100%データ取得	タイムスタンプログ取得 (ネットワークログとAIストアデータのタイムスタンプ確認を行い、正しい日時に正しくデータが送られているかの技術的検証)	センサーデータ取得 原則100%データ取得が来ているか
	II AIデータストア解析評価 (格納DB内での機械学習が生産者にとって評価できるものか検証)	データ整合性100%を担保 〔機械学習解析が、生産者の理想とする作業タイミングのデータが取得できているか〕	タイムスタンプ、センサデータによるデータ整合性 ・排出されるデータが指定テーブルに格納、解析が可能な状態であること （機械学習されたデータ内で、時間軸に何が行われたか、どのセンサデータが記録されているか、そのデータ群が機械学習解析との整合性がとれているかを画面表示し、生産者へ確認検証	機械学習の取得 生産者が期待する機械学習による学習結果が得られているか

② 検証ポイント・検証方法

b.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	オンラインによる監視、アラート通知 (センサによるリアルタイム監視が香川県赤潮研究の赤潮発生予測閾値(1以上)と同等の予測を実現可能かを検証)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できること
	II 潮流センサと溶存酸素センサの整合性確認 (溶存酸素発生から潮流にプランクトンが乗った状態を把握)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	オンラインによる監視、アラート通知 (センサによるリアルタイム監視が香川県赤潮研究の赤潮発生予測閾値(1以上)と同等の予測を実現可能かを検証)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できること

② 検証ポイント・検証方法

c.運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ユーザビリティ運用 (使い勝手)	Ⅰ アプリ操作感	実装時に小割状態・赤潮発生が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる。	所定のアプリを起動し、小割状態や赤潮状況を確認する作業の実際の操作について、事前に作成するマニュアルをもとに迷わず操作可能か検証。	生産者・香川県漁連に向けたアンケートで「操作が難しい」「わかりづらい」の回答がないこと
	Ⅱ データ連携基盤、スマホ等	サポートなしに閲覧できること	事前に作成・配布する閲覧マニュアルの一読のみで、生産者・香川県漁連の職員が、庁舎もしくは外出先から赤潮の状況確認を第三者のサポートなく閲覧できるか検証	閲覧時に毎回マニュアルが必要とならないような操作性であること。

② 検証ポイント・検証方法

c.運用検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
ネットワーク運用 (小割内Wi-Fi6E、センサ、カメラ、エッジPC)	I データロギング (設置したセンサ郡、カメラのデータが正常にクラウドサーバへ記録できているか検証)	通信不良時でも100%データ保存担保	ネットワーク故意断線 (小割内ネットワークを通信不能にし、緊急時を創造、エッジPCにロギング出来ているか、担当者がデータリカバリーを実行できるか、ネットワーク復旧の手順についても同時検証)	実証目標と同様に、正常に動作すること
	II センサ・カメラ破損のロギング (設置したセンサ郡、カメラが破損した場合のアラートを検証)	破損時アラート発報	機材故意破損 (ケーブル抜き、電源未投入、破損センサ使用での実施、正常にアラート発報および担当者による代替機の設置を手順化検証)	実証目標と同様に、正常に動作すること
クラウドサーバ内データ運用 (小割データ群)	I データ整合性 (小割データ群受信時、あらかじめ定めたデータ群が格納できているか検証)	データ未格納時のアラート	空データ送信による診断 (空データをクラウドサーバへアップロード、アラート発報し担当者へ通知する 小割機器の破損の場合、データロギング発報しているかも検証確認)	実証目標と同様に、正常に動作すること
	II DB格納整合性 (小割データ群から機械学習させる場合のデータ整合性を検証)	データ格納マッチングアラート	DB格納診断 (Googleの用意するマージツールを使用し、データの整合性を確認、Diffデータによる比較矛盾がないかも検証確認)	実証目標と同様に、正常に動作すること

1 実証計画（サマライズ）

目的

本ソリューションでは、IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性向上を図る。併せて水中魚体・餌食監視ツールも併用する。管理の容易な鯛・鮭の育成の自動化を行い、高収益魚種であるハマチ育成に注力することで、安定収益化を実現する。

アウトカム

- ①水質チェック工数
- ②育成度合いチェック工数
- ③センサーによる水質測定精度・
- ④測定データの伝送頻度
- ⑤カメラによる魚体監視精度
- ⑥AI画像認識による魚体品質計測の精度
- ⑦溶存酸素測定精度
- ⑧赤潮の発生検知精度
- ⑨監視(見回り)工数

検証の概要

効果検証

アウトカム

①、③、④、⑦、⑧

に関し、データログおよび画面表示にて「数字領域表示」におけるデータ整合性を団体・生産者が確認済み

アウトカム

②、⑤、⑥

に関し、画像データ・データログ受け渡し表示にて「物理画像・物理データの取得」におけるデータ受領を団体・生産者が確認済み

技術検証

アウトカム満足度を機能させるための

「数字領域」「物理画像・物理データ」の目視、表示、受領をクラウド上およびローカルPCデバイスにて正常表示可能かで、総合テスト合格の判断検証とした

視察会における「デモ閲覧」を視察会メンバー全員に閲覧可能にした

運用検証

生産者・香川県漁連の担当が「目視」「確認」「使用」することに難がなく、スムーズに閲覧可能かを実施

結果：

画面領域に関する表示は問題なく、普段の現場活用を行う旨通知

機能満足、使用者満足を得られる結果になった

② 確認：成果（アウトカム）指標

a.成果（アウトカム）指標の設定：本実証

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
センサーによる水質測定精度	人カプロセス (95%) 自動化プロセス (5%)	養殖プロセスの 簡素化 30% 2024年1月	現状の手間を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (生産者が求める手間の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)
カメラによる 魚体監視精度	人カプロセス (100%) 自動化プロセス (0%)	作業プロセスの 簡素化 50% 2024年1月	現状の活動を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (生産者が求める活動の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)
溶存酸素測定精度	人カプロセス (80%) 自動化プロセス (20%)	潮流、溶存酸素 検査の監視簡 素化 50% 2024年1月	現状の手間を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (調査員が求める手間の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)
測定データ 伝送頻度	人カプロセス (80%) 自動化プロセス (20%)	基礎的赤潮調 査の簡素化 30% 2024年1月	現状の手間を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (調査員が求める手間の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)

② 確認：成果（アウトカム）指標

a.成果（アウトカム）指標の設定：本実証

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
AI画像認識 による魚体 品質計測の精度	人カプロセス (95%) 自動化プロセス (5%)	養殖プロセスの 簡素化 50%2024年	現状の手間を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (生産者が求める手間の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)
赤潮の 発生検知精度	人カプロセス (100%) 自動化プロセス (0%)	作業プロセスの 簡素化 50%2024年	現状の活動を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (生産者が求める活動の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)
溶存酸素測定精度	人カプロセス (80%) 自動化プロセス (20%)	潮流、溶存酸素 検査の監視簡 素化 50%2024年	現状の手間を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (調査員が求める手間の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)
育成度合い チェック工数	人カプロセス (80%) 自動化プロセス (20%)	基礎的赤潮調 査の簡素化 50%2024年	現状の手間を数値化し、どれだけ簡素化が行 えているか (調査員が求める手間の簡素化を100%とし 、満足度目標値が50%以上)	作業日誌 (作業日誌の行動記録 調査)

② 確認：成果（アウトカム）指標

a.成果（アウトカム）指標の設定：本実証

成果（アウトカム）指標	現状値	目標値	目標値設定の考え方	測定方法
センサーによる 水質測定精度	人カプロセス （100%）	自動化プロセス へ変更 100% 2024年1月	現状の作業員が現地で行っている測定精度と同等以上を求める必要があるため設定	現状の測定方法と実証ツールによる測定方法を比較
測定データの 伝送頻度	現状なし	5分間1回、データを送信すること 100% 2024年1月	現状の作業員が現地で行っている以上の頻度であり、また、水質や溶存酸素量の変化を常時確認する必要があることから設定	データ伝送のログから目標とする頻度で伝送されているか計測
水質チェック工数	人カプロセス （100%）	自動化プロセス へ変更 100% 2024年1月	現状の作業員が現地で行っている水質チェックに係る工数のうち、遠隔で水質を確認できることによる削減可能工数を基に設定	作業日誌 （作業日誌の行動記録調査） 実証期間内での実測調査

② 本実証における検証ポイントと結果（アウトカムの達成度）

b.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
小割管理・監視 (センサとカメラによる小割環境および魚体成長のAI解析)	I 小割魚体監視 (カメラ巡回と魚体パターン解析による管理工数の削減)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	都度都度の魚体監視となったがテストカメラ機は4K画質にて撮影が可能であった。 水中WIFIを設定することに労力をかけたが、水中WIFIを実現することを可能にした。 上記2点が大きな効果となり、手元で生産者の魚体目視がより簡素化された。(見回りコスト80%超達成)	問題点、水中カメラの電源確保、USB化が必要であり開発継続させる。
	II 魚体の成長監視 (魚体が生産者にとって正しく成長しているか)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)	テストカメラ機は4K画質にて撮影が可能であったため、魚体成長監視は順調であった。 AIによるアノテーション機能(自動測定)が高画質による恩恵にて簡素化されたため、より効果を発揮した。	成果が十分に機能満足を果たし、手元で生産者の魚体目視がより簡素化された。(見回りコスト80%超達成) 考察1同様。
	III 水質チェック (現行の水質チェックの品質と相違はないか)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	水温センサの精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀水質状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。(見回りコスト100%達成)	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究所の閾値と等しく予測できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー(DO)の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。(見回りコスト100%達成)	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。

② 本実証における検証ポイントと結果（アウトカムの達成度）

b.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
小割内のインフラ (センサ郡、Wi-Fi6E)	I Wi-Fi6Eルーティング (小割内のメッシュ接 続による通信品質の 評価)	パケットロス率0.1% 以内 (野外における通信担 保)	IPV6にて接続確認済み Ipv 4 に関し、既存接続でありログ割愛 すべてESTABLISHEDとなり正常稼働を確認 ロス率 0 %を達成	生け簀上のWIFI6Eメッシュ化に成功した 。 (WIFI5の最大接続数100台) 通常ルータによるルーティングだが WIFI6E最大接続数200台の恩恵は、 今後拡張するセンサー群の集約に最大の 効果を発揮する（現在1生け簀10-20 台程度） Slackによる運用効果が絶大であり、今 後の運用に最大活用する
	II 他機器への影響調査 (混信・断線・その他 不慮の通信ロストの 接続評価)	パケットロス率を5%に 設定	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、 Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの 助けとなった。	
センサデータ (センサ郡、AIデータ 処理部)	I センサデータの取得 (データロストが発生 するか、正常にデータ 送信が来ているか 評価)	100%データ取得	本実証中のデータ欠損はネットワーク機器停止によるアラ ート発生・データ欠損に関し、機材側へSDカードを装着、ロス ト時データはSDカードへ保存する物理バックアップにて正常 ロギングを確認評価した	データ欠損も、Slackによる運用効果が 絶大であり、今後の運用に最大活用する
	II AIデータストア解析評 価 (格納DB内での機 械学習が生産者にと って評価できるものか 検証)	データ整合性100% を担保 (機械学習解析が、生 産者の理想とする作 業タイミングのデータが 取得できているか)	AI機械学習・アノテーションを可能にするデータ保存に関し、 GCPの有用性を確認した（欠損率0%） ただし、ネットワーク機器停止の際はSDカードより物理的に データをGCPへ読み込ませるアナログ対応を行った。	

② 本実証における検証ポイントと結果（アウトカムの達成度）

b.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング （センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施）	I 溶存酸素発生の有無 （稼働するセンサの閾値が正しいか）	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー（DO）の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。（95%達成）	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す
	II 潮流センサと溶存酸素センサの整合性確認 （溶存酸素発生から潮流にプランクトンが乗った状態を把握）	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	擬似的なDOと潮流によりAIモデリングを成功させている（赤潮研究所過去データよりデータ抽出し、軌道予測） 水温センサ同様、潮流計・溶存酸素センサー（DO）の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。（95%達成）	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す

② 本実証における検証ポイントと結果（アウトカムの達成度）

b.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ユーザビリティ運用 （使い勝手）	Ⅰ アプリ操作感	実装時に小割状態・赤潮発生が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる。	生産者・香川県漁連の意見を100%反映させたWebUIを開発、各ステータス画面・生け簀状態画像・水中カメラによる魚体画像を取得表示を可能とした。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 （高齢者対策）
	Ⅱ データ連携基盤、スマホ等	サポートなしに閲覧できること	生産者・香川県漁連ともに説明なく画面操作を自己端末にて操作を行った。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 （高齢者対策）

② 本実証における検証ポイントと結果（アウトカムの達成度）

b.効果検証

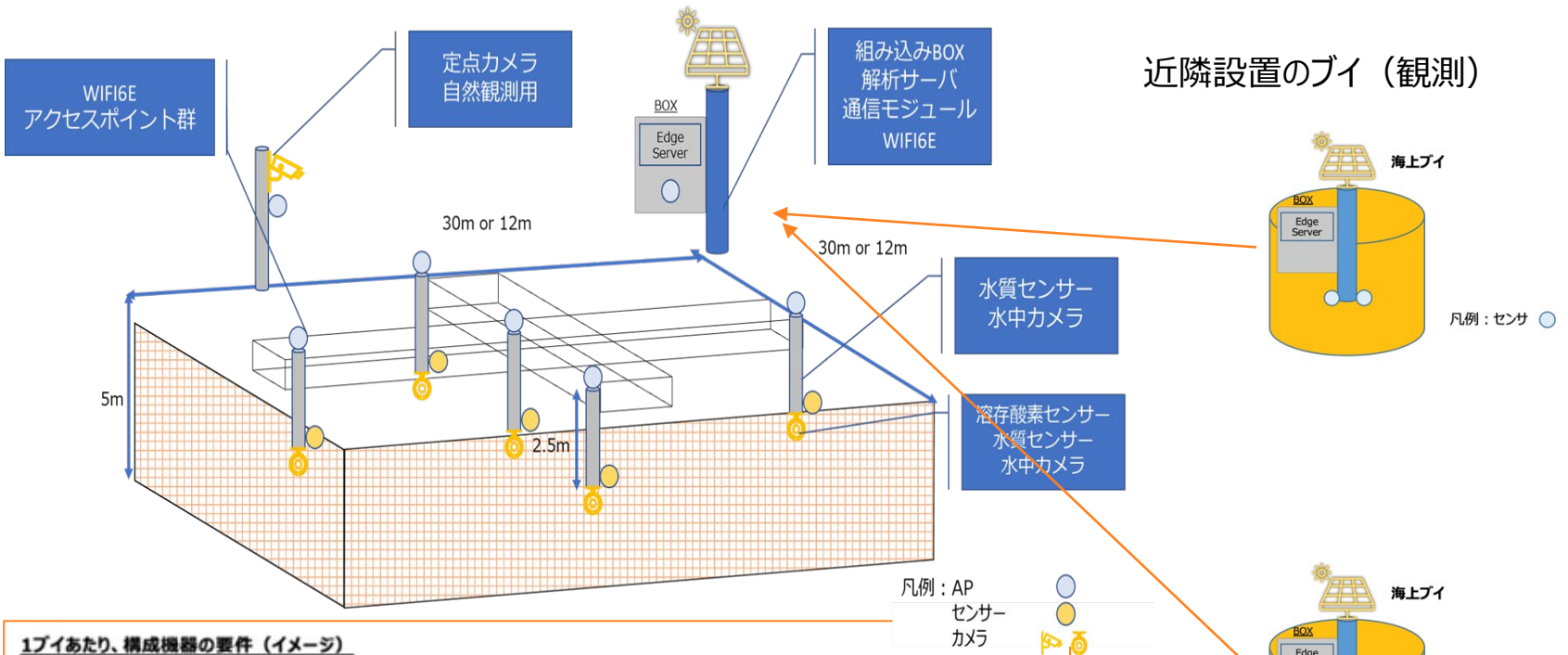
ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ネットワーク運用 (小割内Wi-Fi6E、センサ、カメラ、エッジPC)	I データロギング (設置したセンサ郡、カメラのデータが正常にクラウドサーバへ記録できているか検証)	通信不良時でも100%データ保存担保	IPV6にて接続確認済み Ipv 4 に関し、既存接続でありログ割愛 すべてESTABLISHEDとなり正常稼働を確認 ロス率0%達成	生け簀上のWIFI6Eメッシュ化に成功した。 （WIFI5の最大接続数100台） 通常ルータによるルーティングだが WIFI6E最大接続数200台の恩恵は、 今後拡張するセンサー群の集約に最大の効果を発揮する（現在1生け簀10-20台程度）
	II センサ・カメラ破損のロギング (設置したセンサ郡、カメラが破損した場合のアラートを検証)	破損時アラート発報	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する
クラウドサーバ内データ運用 (小割データ群)	I データ整合性 (小割データ群受信時、あらかじめ定めたデータ群が格納できているか検証)	データ未格納時のアラート	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する
	II DB格納整合性 (小割データ群から機械学習させる場合のデータ整合性を検証)	データ格納マッチングアラート	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する 来期、データ格納をGCPからAWSに変更し、より一般的な運用を行えるように拡張する

③ ネットワーク・システム構成

a.ネットワーク・システム構成図

イメージ

EdgeサーバよりWifi-6Eルーティング（メッシュ間通信）
小割内ネットワーク構成



1ブイあたり、構成機器の要件（イメージ）

機器	個数	備考(要件等)
AP	1台	小割へメッシュ接続させる
水質センサ	1台	海水調査
溶存酸素センサ	1台	溶存酸素調査（赤潮の発生検知に必要）
その他センサ	2台	気温・風力計測含む

説明

小割内はWifi-6Eのルーティングにて、個別の小割をメッシュ化する。

近隣に設置するブイも同様、Wifi-6Eのルーティングにて小割メッシュに接続、グループ化。

小割に設置するStarlinkより陸上へインターネット接続させ、陸上での監視管理を実現する。

実施体制 (下線：代表機関)	(株) ビットコミュニケーションズ メルヘングループ (同) 香川県 JF香川県漁業組合 香川高等専門学校	実証地域	香川県香川郡直島町、香川県高松市庵治町 香川県東かがわ市引田
通信技術	➢ Wi-Fi6E、Starlink、VPN (暗号化通信)	目標	「後継者育成の人的コスト、いけす監視コスト、餌コスト、溶存酸素見回りコスト、赤潮被害コスト」など目視できない箇所の監視コスト15%削減、収益15%向上が目標
実証概要	漁業分野においては、後継者問題や教育・作業時間・物理的手間・人的コスト増の問題が発生、主業務である養殖に関する非効率化という課題が存在課題をAI・IoTセンサーとWi-Fi6E及びStarlink、VPNの通信技術で漁業分野の効率化およびDX化を目指す ➢ 香川県における漁業・養殖業者の悩みである後継者問題から派生する、養殖の教育・時間・手間・コスト削減と収益増をIoTセンサー・行動学習AIで効率化を目指す実証 ➢ Wi-Fi6E (通信技術) を活用し、海面生け簀の監視管理、溶存酸素・赤潮発生モニタリングを実施 ➢ 漁業・養殖業のDX実現を図る		

養殖場における魚体監視・潮流・赤潮検知データモデリングシステム (メイン実証地：香川県香川郡直島町)

ソリューションの概要図



アウトカム (実証)

- 測定データの伝送頻度
- センサーによる水質測定度
- AI画像認識による魚体
- 質計測の精度
- 赤潮の発生検知精度
- 溶存酸素測定精度
- 水質チェック工数
- 育成度合い
- チェック工数
- カメラによる魚体監視精度
- 監視(見回り)工数

アウトカム (実証) を改善するソリューションの価値

高収益魚に注力、赤潮の回避をすることで、生産者自体の収益が15%程度向上する、これに市や県の補助および民間企業からの投資を受けることにより、地域の貢献および持続可能な養殖業（漁業）の発展が見込む

ネットワーク系稼働確認

説明セクション

- ・ ネットワーク動作仕様（ネットワーク・データベース格納
- ・ 将来拡張

検証ポイント・検証方法

a.技術検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
小割内のインフラ (センサ郡、Wi-Fi6E)	I Wi-Fi6Eルーティング (小割内のメッシュ接続による通信品質の評価)	パケットロス率0.1%以内 〔野外における通信担保〕	パケットログの取得 (Wi-Fi6Eのメッシュ化および単体通信でのロス（劣化や障害）がないか技術的検証を行う)	野外における通信担保 パケットログ取得（Loss値のログ化） 生産者にとって知りたい情報、データか
	II 他機器への影響調査 (混信・断線・その他不慮の通信ロスの接続評価)	パケットロス率を5%に設定	パケットログの取得 (Wi-Fi6Eのメッシュ化および単体通信でのロス（劣化や障害）がないか技術的検証を行う)	安定的な稼働が可能か
センサデータ (センサ郡、AIデータ処理部)	I センサデータの取得 (データロスが発生するか、正常にデータ送信が来ているか評価)	100%データ取得	タイムスタンプログ取得 (ネットワークログとAIストアデータのタイムスタンプ確認を行い、正しい日時に正しくデータが送られているかの技術的検証)	センサーデータ取得 原則100%データ取得が来ているか
	II AIデータストア解析評価 (格納DB内での機械学習が生産者にとって評価できるものか検証)	データ整合性100%を担保 〔機械学習解析が、生産者の理想とする作業タイミングのデータが取得できているか〕	タイムスタンプ、センサデータによるデータ整合性 ・排出されるデータが指定テーブルに格納、解析が可能な状態であること （機械学習されたデータ内で、時間軸に何が行われたか、どのセンサデータが記録されているか、そのデータ群が機械学習解析との整合性がとれているかを画面表示し、生産者へ確認検証	機械学習の取得 生産者が期待する機械学習による学習結果が得られているか

1 ネットワーク・システム（小割内のインフラ(センサ郡、Wi-Fi6E)）

I Wi-Fi6Eルーティング
(小割内のメッシュ接続による通信品質の評価)

実施例



構成

Starlinkルーター→

TPLINK Wifi6Eルータ（ブリッジモード・WPA2/WPA3）

→メッシュWIFI化

←別TPLINK WIFI6Eルータ（ブリッジモード・WPA2/WPA3）

→各センサー・カメラ（WPA2・Ether）

上記で擬似的Wifi-6Eメッシュ化完成

```
utun0: flags=8051<UP,POINTOPOINT,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
```

```
inet6 fe80::521a:89fc:878d:d553%utun0 prefixlen 64 scopeid 0x10
```

```
nd6 options=201<PERFORMNUD,DAD>
```

```
utun1: flags=8051<UP,POINTOPOINT,RUNNING,MULTICAST> mtu 1380
```

```
inet6 fe80::37b9:5958:ed63:c535%utun1 prefixlen 64 scopeid 0x11
```

```
nd6 options=201<PERFORMNUD,DAD>
```

```
utun2: flags=8051<UP,POINTOPOINT,RUNNING,MULTICAST> mtu 2000
```

```
inet6 fe80::9c84:fe86:9613:bf8b%utun2 prefixlen 64 scopeid 0x12
```

```
nd6 options=201<PERFORMNUD,DAD>
```

```
utun3: flags=8051<UP,POINTOPOINT,RUNNING,MULTICAST> mtu 1000
```

```
inet6 fe80::ce81:b1c:bd2c:69e%utun3 prefixlen 64 scopeid 0x13
```

```
nd6 options=201<PERFORMNUD,DAD>
```

説明

小割内Wifi-6Eのルーティング設定および接続確認

Wifi-6Eによる接続ログ

マルチキャストによるメッシュ間接続をWifi-6Eに対応する

PC(MacbookPROより確認) より確認する

MTU（一度でデータ送信できるデータサイズ）を標準1500（Wifi-5までの標準）に設定

上限2000～1000の間で遅延無く送信できるように試験運用

現在正常データ送信確認済み（フラグロスなし）

2 ネットワーク・システム（小割内のインフラ(センサ郡、Wi-Fi6E)）

I Wi-Fi6Eルーティング
(小割内のメッシュ接続による通信品質の評価)

実施例



```

~ % netstat
Active Internet connections
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign
Address      (state)
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51060 kix07s06-in-x0a..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51059 kix06s10-in-x01..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51058 kix06s10-in-x01..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51057 kix06s10-in-x01..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51056 kix06s10-in-x01..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51055 kix06s10-in-x01..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51054 kix06s10-in-x01..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51053 kix07s06-in-x0a..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51041 nrt20s09-in-x03..https
ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51039 g2600-140b-a800-
https ESTABLISHED
tcp6      0      0 2400:2410:2301:9.51035 kix07s03-in-x05..https
ESTABLISHED

```

説明

小割内Wifi-6Eのルーティング設定および接続確認
Wifi-6Eによる接続ログ

参考：
IPV6にて接続確認済み
Ipv 4 に関し、既存接続でありログ割愛

すべてESTABLISHEDとなり正常稼働を確認

ロス率 0 %

3 ネットワーク・システム（データ格納方法）

I データベースファイル評価
(小割内のメッシュ接続による通信品質の評価)

実施例	説明																																																																																																																																																																										
データ格納・センサデータ/画像解析の参考ロギングデータ <table><tr><td> fish_cage_id </td><td>datetime</td><td> water_temperature_0m </td><td>water_temperature_5m </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>water_temperature_10m </td><td>dissolved_oxygen_0m </td><td>dissolved_oxygen_5m </td><td>dissolved_oxygen_10m </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>solar_radiation </td><td>salinity </td><td>chlorophyll </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----- </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>00:00:00 </td><td>20 </td><td>22 </td><td>22 </td><td>9 </td><td></td><td></td><td></td><td>-1 </td><td>2024-01-01</td></tr><tr><td>9 </td><td>0 </td><td>0 </td><td>0 </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>8 </td><td></td></tr><tr><td> </td><td>-1 </td><td>2024-01-01 00:10:00 </td><td>20 </td><td>22 </td><td>22 </td><td>9 </td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8 </td><td>9 </td><td>0 </td><td>0 </td><td>0 </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td> </td><td>-1 </td><td>2024-01-01 00:20:00 </td><td>20 </td><td>22 </td><td>22 </td><td>9 </td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8 </td><td>9 </td><td>0 </td><td>0 </td><td>0 </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td> </td><td>-1 </td><td>2024-01-01 00:30:00 </td><td>20 </td><td>22 </td><td>22 </td><td>9 </td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8 </td><td>9 </td><td>0 </td><td>0 </td><td>0 </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td> </td><td>-1 </td><td>2024-01-01 00:40:00 </td><td>20 </td><td>22 </td><td>22 </td><td>9 </td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8 </td><td>9 </td><td>0 </td><td>0 </td><td>0 </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td> </td><td>-1 </td><td>2024-01-01 00:50:00 </td><td>20 </td><td>22 </td><td>22 </td><td>9 </td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>8 </td><td>9 </td><td>0 </td><td>0 </td><td>0 </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+----- </td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>	fish_cage_id	datetime	water_temperature_0m	water_temperature_5m							water_temperature_10m	dissolved_oxygen_0m	dissolved_oxygen_5m	dissolved_oxygen_10m							solar_radiation	salinity	chlorophyll								-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----										00:00:00	20	22	22	9				-1	2024-01-01	9	0	0	0					8			-1	2024-01-01 00:10:00	20	22	22	9				8	9	0	0	0							-1	2024-01-01 00:20:00	20	22	22	9				8	9	0	0	0							-1	2024-01-01 00:30:00	20	22	22	9				8	9	0	0	0							-1	2024-01-01 00:40:00	20	22	22	9				8	9	0	0	0							-1	2024-01-01 00:50:00	20	22	22	9				8	9	0	0	0						-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----										ストレージクラウドは2種利用 仮検証（香川高専サーバ） Azure （IOTHUB、StreamAnalytics） 本番・検証（メルヘングループサーバ） GoogleCloudPlatform （Firebase、AI） 格納方法は、センサストリーミングを直接データベース入れ子へ送信・格納し解析に役立てる仕様 矛盾なし：送信タイミング10分
fish_cage_id	datetime	water_temperature_0m	water_temperature_5m																																																																																																																																																																								
water_temperature_10m	dissolved_oxygen_0m	dissolved_oxygen_5m	dissolved_oxygen_10m																																																																																																																																																																								
solar_radiation	salinity	chlorophyll																																																																																																																																																																									
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----																																																																																																																																																																											
00:00:00	20	22	22	9				-1	2024-01-01																																																																																																																																																																		
9	0	0	0					8																																																																																																																																																																			
	-1	2024-01-01 00:10:00	20	22	22	9																																																																																																																																																																					
8	9	0	0	0																																																																																																																																																																							
	-1	2024-01-01 00:20:00	20	22	22	9																																																																																																																																																																					
8	9	0	0	0																																																																																																																																																																							
	-1	2024-01-01 00:30:00	20	22	22	9																																																																																																																																																																					
8	9	0	0	0																																																																																																																																																																							
	-1	2024-01-01 00:40:00	20	22	22	9																																																																																																																																																																					
8	9	0	0	0																																																																																																																																																																							
	-1	2024-01-01 00:50:00	20	22	22	9																																																																																																																																																																					
8	9	0	0	0																																																																																																																																																																							
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----																																																																																																																																																																											

いけす（小割）の監視管理

説明セクション

- ・ 小割監視システム概論
- ・ 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング概論
- ・ 海流モデル概論（瀬戸内海の数値流動モデル
- ・ 機械学習による赤潮予測

② 本実証における検証ポイントと結果（アウトカムの達成度）

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
小割管理・監視 (センサとカメラによる小割環境および魚体成長のAI解析)	I 小割魚体監視 (カメラ巡回と魚体パターン解析による管理工数の削減)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	都度都度の魚体監視となったがテストカメラ機は4K画質にて撮影が可能であった。 水中WIFIを設定することに労力をかけたが、水中WIFIを実現することを可能にした。 上記2点が大きな効果となり、手元で生産者の魚体目視がより簡素化された。(見回りコスト80%超達成)	問題点、水中カメラの電源確保、USB化が必要であり開発継続させる。
	II 魚体の成長監視 (魚体が生産者にとって正しく成長しているか)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)	テストカメラ機は4K画質にて撮影が可能であったため、魚体成長監視は順調であった。 AIによるアノテーション機能(自動測定)が高画質による恩恵にて簡素化されたため、より効果を発揮した。	成果が十分に機能満足を果たし、手元で生産者の魚体目視がより簡素化された。(見回りコスト80%超達成) 考察1同様。
	III 水質チェック (現行の水質チェックの品質と相違はないか)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	水温センサの精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀水質状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。(見回りコスト100%達成)	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究所の閾値と等しく予測できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー(DO)の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。(見回りコスト100%達成)	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。

② 本実証における検証ポイントと結果（アウトカムの達成度）

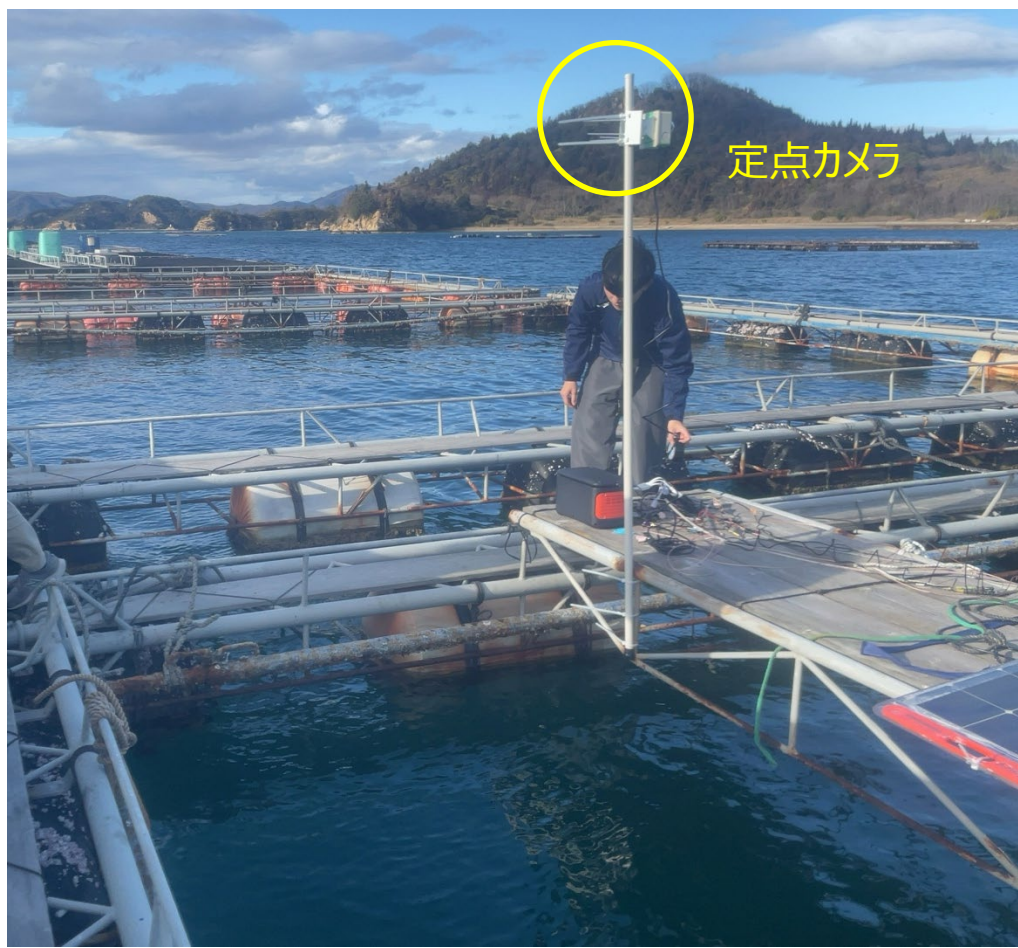
a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング （センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施）	I 溶存酸素発生の有無 （稼働するセンサの閾値が正しいか）	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー（DO）の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。（95%達成）	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す
	II 潮流センサと溶存酸素センサの整合性確認 （溶存酸素発生から潮流にプランクトンが乗った状態を把握）	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	擬似的なDOと潮流によりAIモデリングを成功させている（赤潮研究所過去データよりデータ抽出し、軌道予測） 水温センサ同様、潮流計・溶存酸素センサー（DO）の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。（95%達成）	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す

1 小割管理・監視

IV. 小割陸上用定点監視カメラ

直島の生け簀における設置風景



コンセプト

小割上に監視カメラを設置しておくことで、
・波によるセンサシステムの被害状況の把握
・防犯上の監視（後述）
が可能になり、生産者の安心感に繋がる。

小割における防犯上の実例として

- ・夜間の不正侵入
- ・作業外時間における小割上での釣り（盗難）
- ・小型船やジェットスキーなどが衝突して破損（当て逃げ）

などが挙げられる。海上での事故は海上保安庁へ報告義務があるものの、通常は証拠がないため生産者は泣き寝入りせざるを得ないのが現状である。しかし自動車におけるドライブレコーダーのように、生け簀にも監視カメラを搭載することにより、この問題に対する抜本的解決を図ることができる。

設備

センサのデータ取得に用いているRaspberry Piと、そのカメラモジュールを使用する。センサ用のRaspberry Piが故障したり喪失した際の予備機にすることが可能なため、不足の事態に対する信頼性が向上する。

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

I. 溶存酸素量モニタリングシステム（2月設置版）

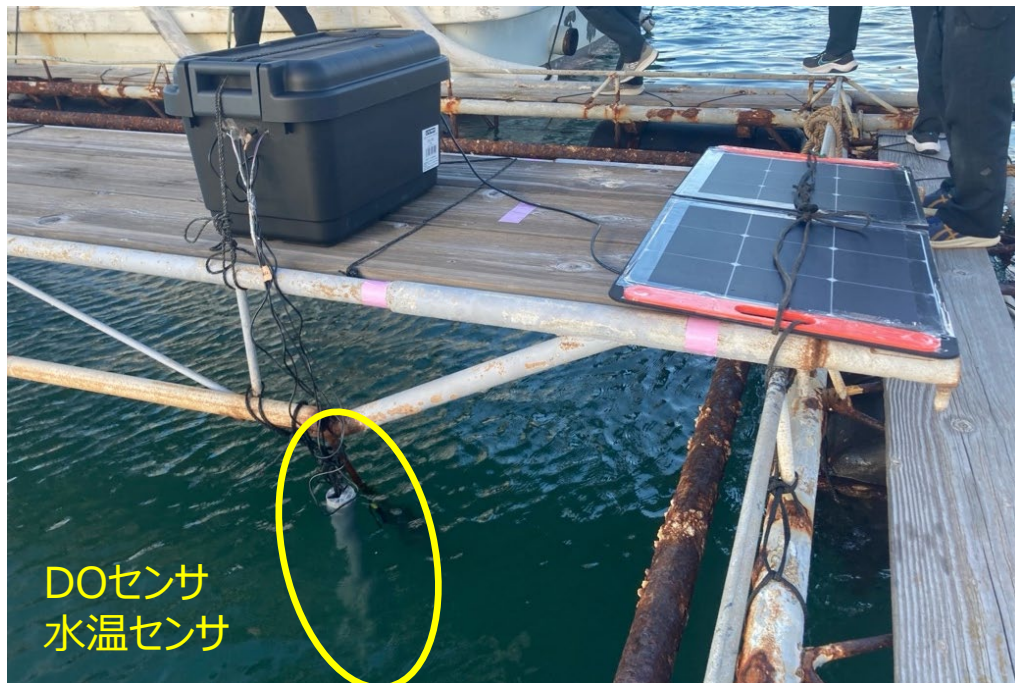
設置センサ

システム収納BOX

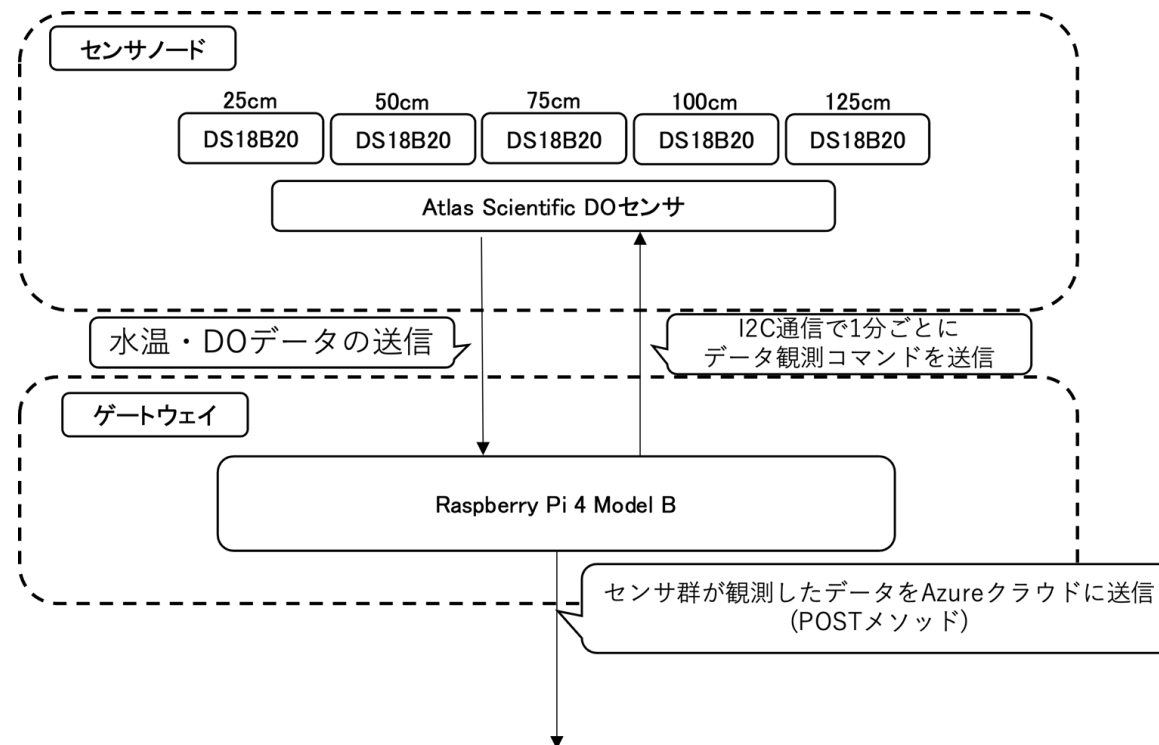
Anker社製ポータブル電源,
Raspberry Pi 4B

ソーラーパネル

Anker製
200W



センサノードとゲートウェイにおけるデータの流れ



センサの制御はRaspberry Piで行い、データを1分ごとにクラウドに送信する。

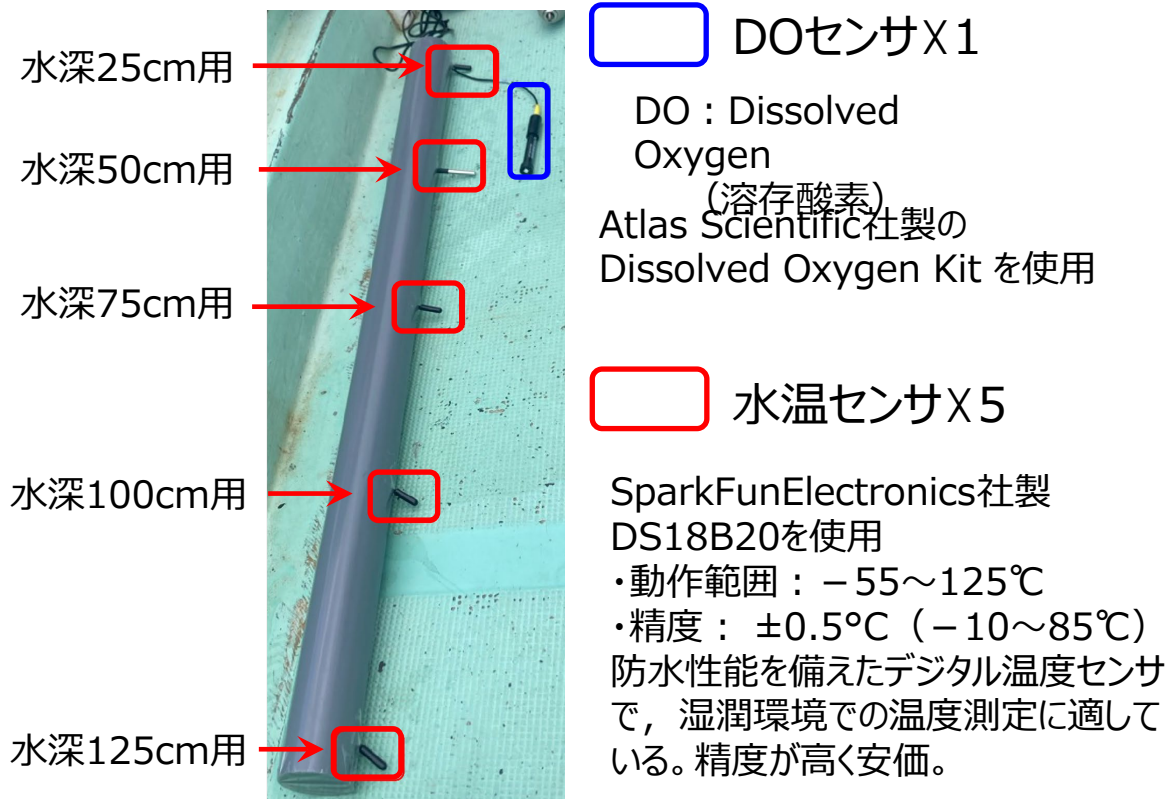
インターネット通信を行うため、10GBの買い切りのSIMをモバイルWi-Fiに接続している。

クラウドでは基本的にデータの保存と管理を行っている。

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

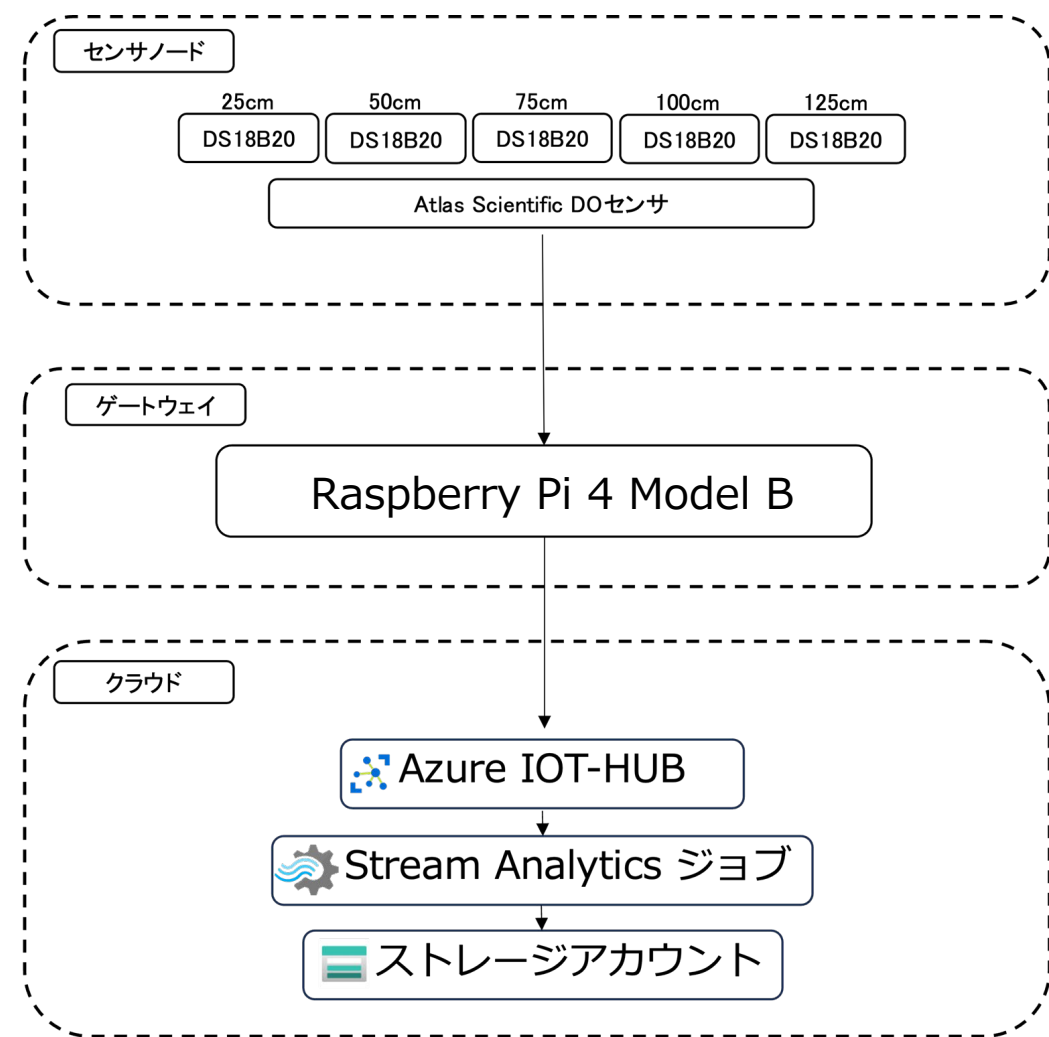
I. 溶存酸素量モニタリングシステム（2月設置版）

設置センサ



※12月からはECセンサ（塩分濃度センサ）を増設。

システム構成とデータの流れ



観測したセンサーデータの処理と保存

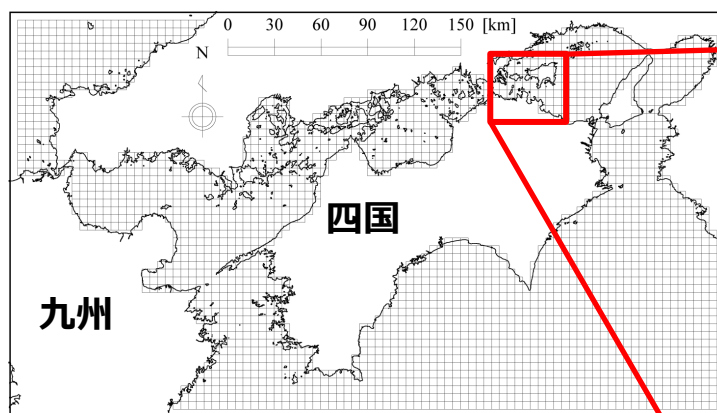


- ①エッジデバイスから観測データを送信
- ②ポケットWi-Fi経由でAzureIoT-HUBへ送信
- ③Stream Analyticsジョブでデータの保存処理
- ④ストレージアカウントに保存

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

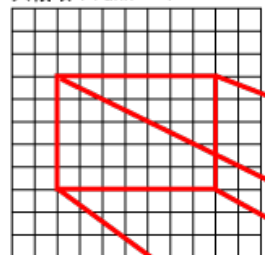
Ⅲ. 瀬戸内海全域と播磨灘西部を対象とした数値流動モデル

ネスティング計算による数値流動解析のイメージ

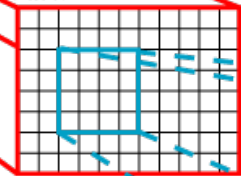


瀬戸内海全域（大領域, 解像度5000m）

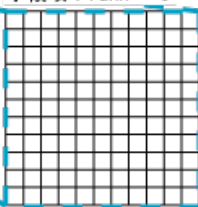
大領域: rank = 1



中領域: rank = 2

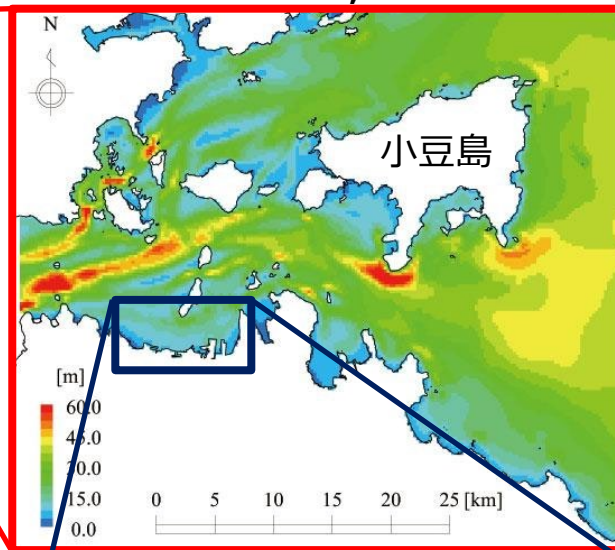


小領域: rank = 3



ネスティング計算の
概念図

播磨灘西部（中領域, 解像度250m）



（例）高松港（小領域, 解像度100m）



ねらい

数値モデルの活用により、広域かつ状況の視認が困難な海域で様々な課題解決につながる。

- ・瀬戸内海における水塊の移動傾向の把握
- ・流速などの予測データの機械学習への応用

……など

手法

- ・ 1wayネスティング方式を採用し、空間解像度 5km の瀬戸内海全域と空間解像度 250m の播磨灘西部を同時に解く。
- ・ 太平洋での潮位変動：海洋潮汐モデルnaotidej（Matsumoto他, 2000）と土佐清水・白浜での実測潮位との整合性を加味して作成。
- ・ 境界水温・塩分：海況予測システムFRA-JCOPE（水産総合研究センター）を使用。
- ・ 気象要素：気象庁MSM-Sデータを1時間分解能に分割したGPVを使用。

潮位の精度検証は高松や宇野の実測潮位と比較して決定係数0.9以上。計算結果と海上保安庁の潮流図で同じ流動パターン。

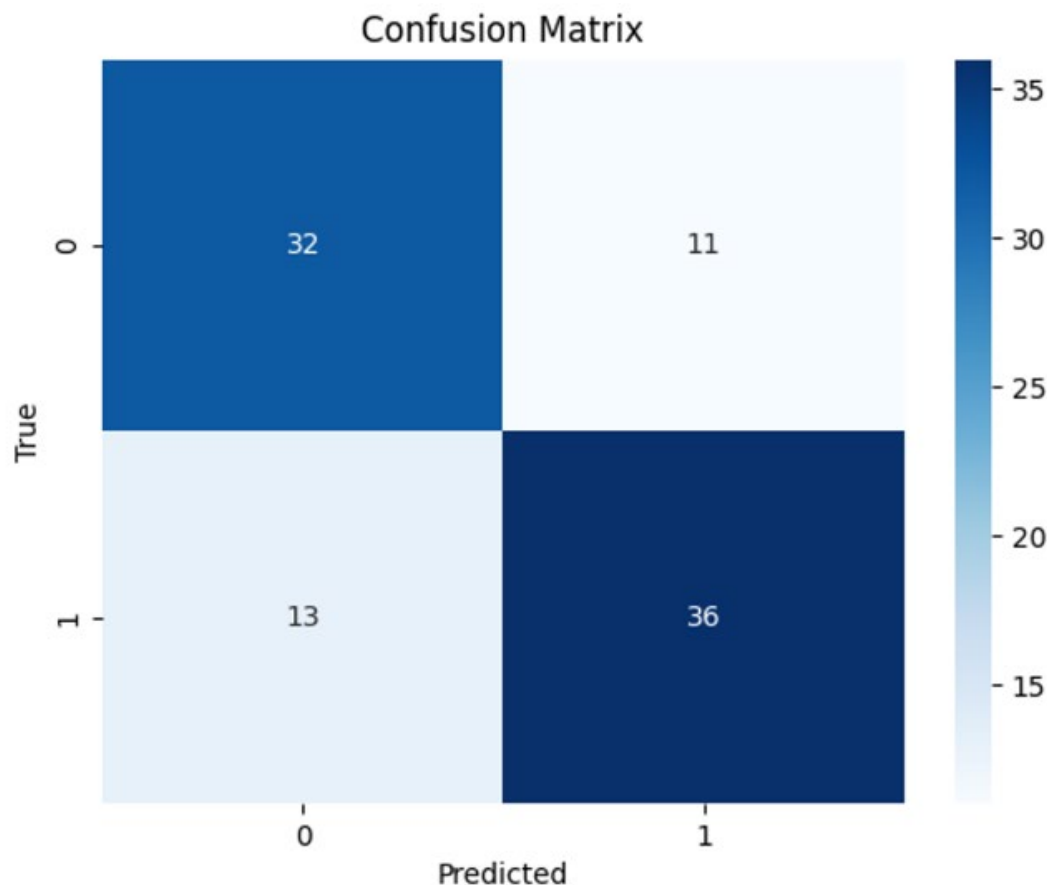
成果発表

柳川竜一「播磨灘西部海域における数値流動モデルの構築」第29回高専シンポジウム in Nagaoka（長岡工業高等専門学校, 2024. 1. 27）

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

IV. 機械学習と潮流シミュレーションによる瀬戸内海の赤潮発生予測

混合マトリックスによるクラス分類の結果表示



手法

◎ 学習の入力データ

過去の気象情報（水温，塩分濃度，日射量）

◎ 学習の出力データ

Chl.a値（クロロフィルa値）

※Chl.a値は水中に含まれる藻類の存在量を表す指標で，赤潮発生量の指標に採用する。
上記データをクラス分類のモデルに適用し，さらに赤潮発生条件をランダムフォレストを用いて2つのクラスに分類する。

※ランダムフォレスト：複数の決定木を組み合わせて分類や回帰に使える機械学習の手法。

本プロジェクト終了後の成果発表予定

金地琳太郎，村上幸一，柳川竜一，齋藤壮志，土井大地「機械学習と潮流シミュレーションによる瀬戸内海での赤潮発生予測手法の提案」情報処理学会第86回全国大会（神奈川大学，2024. 3. 15-17，オンラインで発表予定）

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

I. 溶存酸素量モニタリングシステム（2月設置版）

直島の生け簀に設置したシステム

DOセンサX1

水温センサX5

水深25cm用

水深50cm用

水深75cm用

水深100cm用

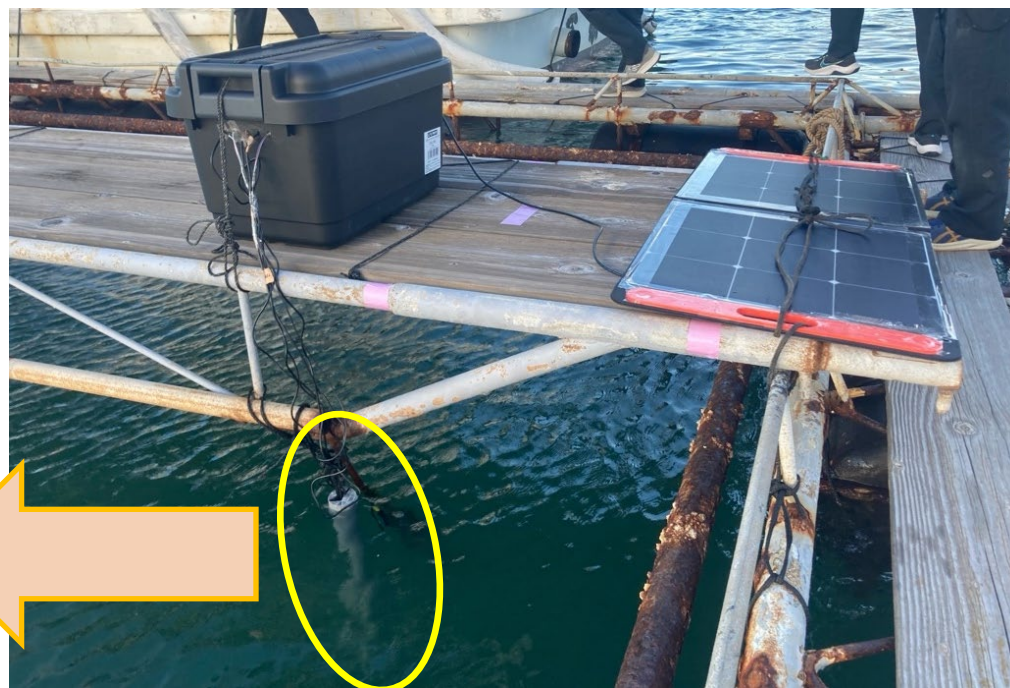
水深125cm用

システム収納BOX

Anker社製ポータブル電源,
Raspberry Pi 4B,Wifi6e直接接続

ソーラーパネル

Anker製
200Wパネル



状況

岡田水産有限会社（〒761-3110 香川県香川郡直島町直島4782-7）に協力いただき、海上の生け簀に常設させていただいた。
10/28に設置し、12/24より現在システムへ変更（3月現在稼働中）

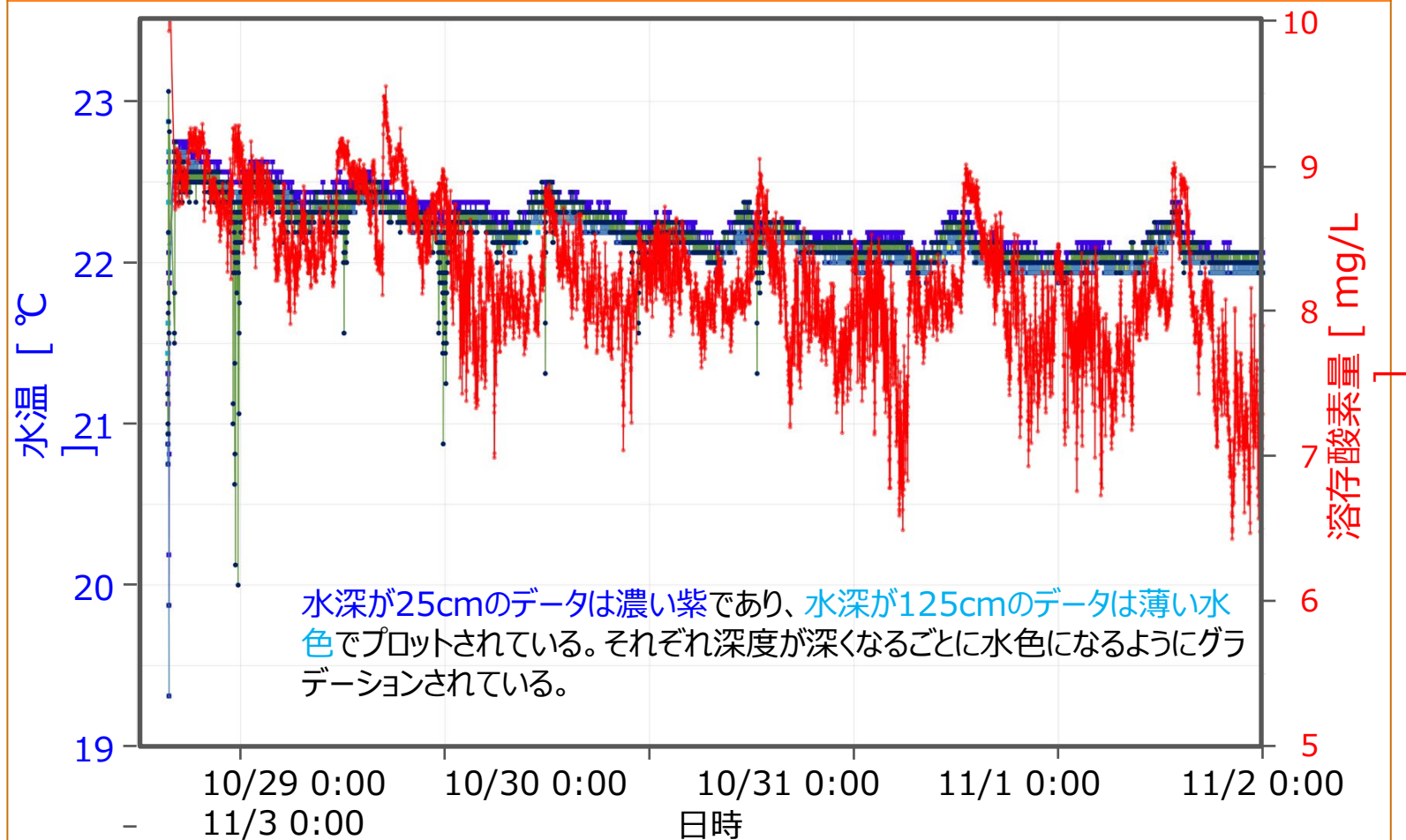
検証結果の成果発表

齊藤壮志・土井大地・門田継海・大内宥輝・井上暖和士・三宅立晃・村上幸一「溶存酸素量モニタリングシステムの開発」第29回高専シンポジウム in Nagaoka（長岡工業高等専門学校，2024. 1. 27）

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

I. 溶存酸素量モニタリングシステム（2月設置）

溶存酸素量と水温の計測データ（テストデータ10/28～11/2）



傾向

水温は深さ25cmで最も変動が大きく、深さ125cmでは比較的安定していた。水面近くは気温や日射の影響を受けやすく、深い水域は外部の気温変化に対して緩やかに反応するためと考えられる。

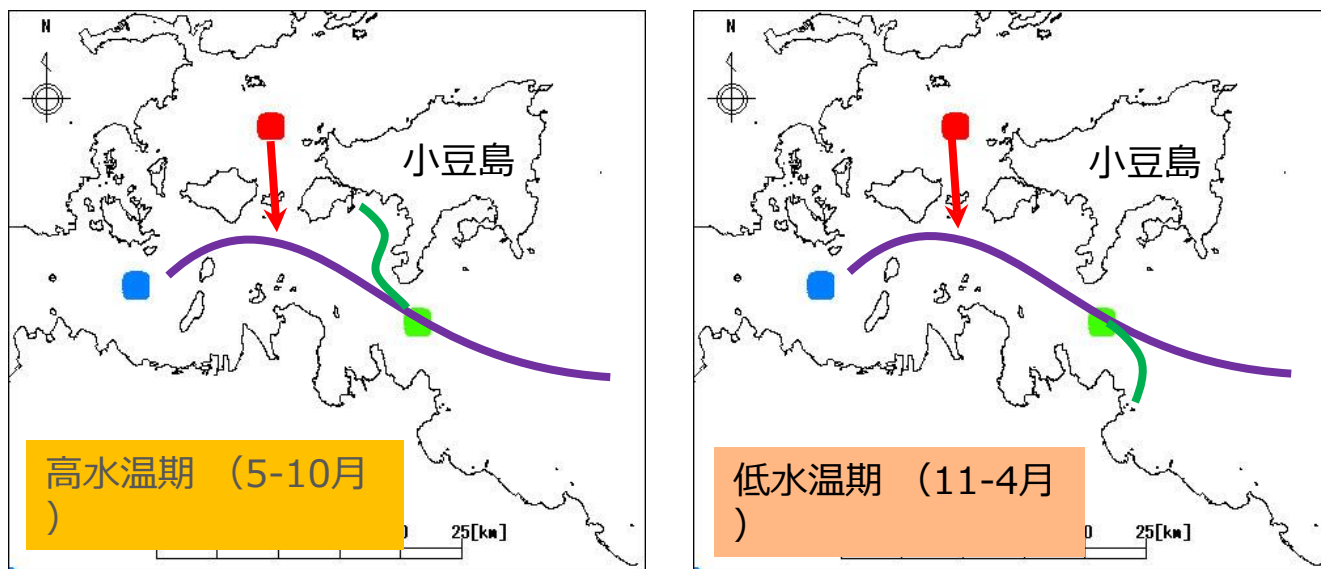
溶存酸素（DO）のレベルは左図の範囲内で一貫したパターンを示して変動していた。一定の範囲内の変動は自然な生物学的プロセスの結果と考えられる（夜間には呼吸作用によってDOは減少し、日中は光合成によりDOが増加する。また、プランクトンの増減によってもDOの変化が起こる。）。

DO濃度は水温に依存することが知られており、通常だと水温が低いほど高くなる。しかし高い水温のデータ点でもDO濃度が高く保たれている期間があり、他の環境因子や生物学的活動の影響を受けている可能性がある。そのためクロロフィルセンサの増設も検討している。

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

Ⅲ. 瀬戸内海全域と播磨灘西部を対象とした数値流動モデル

水塊の移動傾向の把握

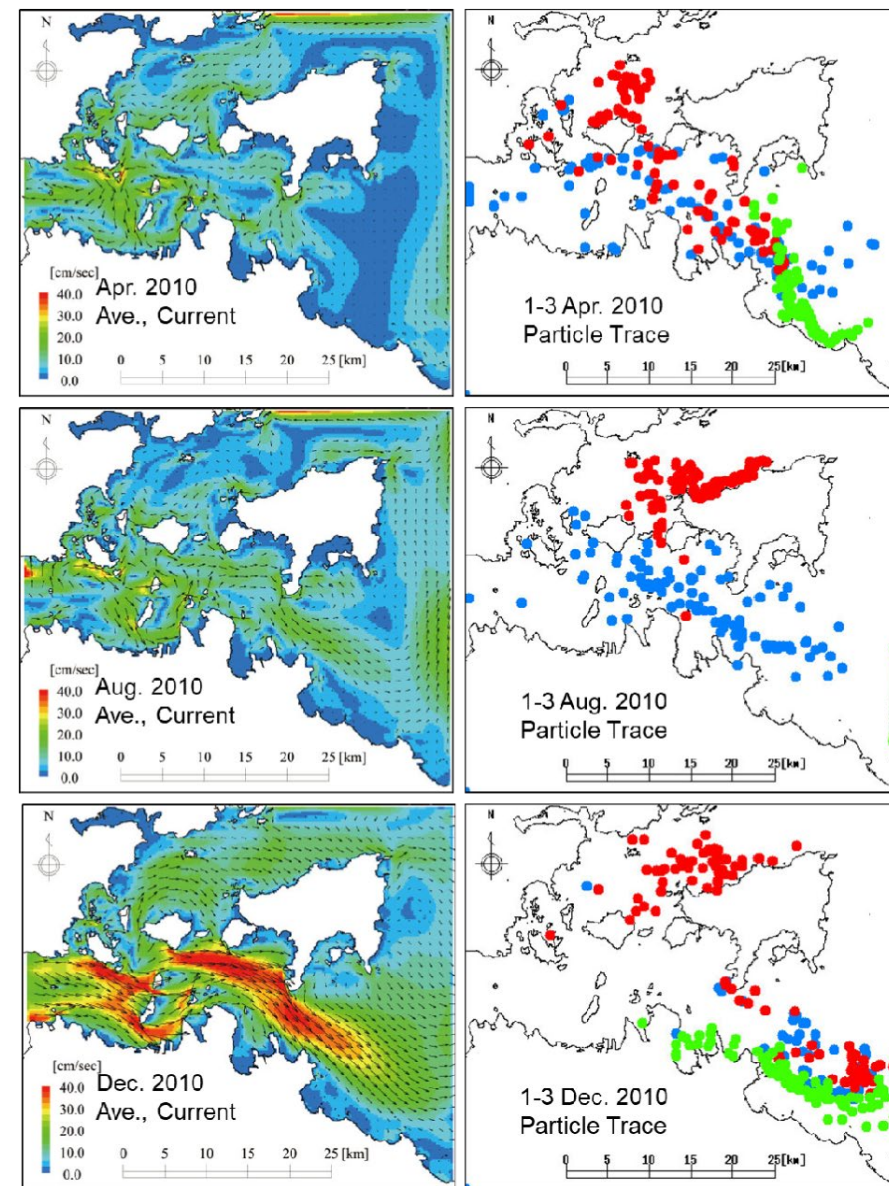


- 高松市沿岸域発の水塊（青）：主に小豆島の南側へ回り込む。
 小豆島北部の水塊（赤）：反時計回りで南側へと回り込む。
 小豆島南部の水塊（緑）：高水温期には海域北側且つ西向きに進むが、
 低水温期には海域南側を海岸線に沿って流れる傾向

検証結果の成果発表

柳川竜一「播磨灘西部海域における数値流動モデルの構築」第29回高専シンポジウム in Nagaoka（長岡工業高等専門学校，2024. 1. 27）

2010年のデータ検証結果



月平均流速分布

各月3日間粒子追跡計算

② 溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング

Ⅲ. 瀬戸内海全域と播磨灘西部を対象とした数値流動モデル

検証に用いた計算モデルと諸条件（高専シンポジウム発表時）

設定項目	設定値
再現計算期間	2010年1月1日～12月31日（1年間）
対象領域	瀬戸内海：460 km x 260 km 播磨灘西部：52 km x 46 km 92セル×52セル 208セル×184セル
水深	日本水路協会M7017瀬戸内海東部v2.0デジタル水深値 から、スプライン補間法により算出
空間解像度	5 km x 5 km（瀬戸内海） 250 m x 250 m（播磨灘西部）
鉛直層区分	第1層（4m）-第2層（2m）-第3～15層（3m）- 第16層（15m）-第17層（20m）-第18層（海底迄）
境界潮汐	Naotide99jbから推定された潮位変動（推定潮位）と 実測潮位（気象庁）との差を推定潮位に追加
境界水温塩分	海況予測システムFRA-JCOPE（水産総合研究センター）
気象要素	気象再解析値に基づくMSM-Sデータ（1時間解像度）
計算 パラメータ	コリオリ値：メッシュ毎緯度で換算 水平渦動粘性・拡散係数：Richardsonの4/3乗則 海面摩擦係数：0.0013 海底摩擦係数：0.0026
時間解像度	12秒（大領域），6秒（中領域）

課題

MSM-Sデータなどは教育研究用に提供されているものなので、直接的には本モニタリングシステムや機械学習データへ応用することは難しい。また、潮位などは実測値との比較が必要であり、また流速の推定結果を検証するにはデータベースにない情報も必要になる。

課題と取り組みの経過報告（2/16現在）

上記の課題から、香川県赤潮研究所（香川県高松市屋島東町75-5）に2/8から水位計と流速計を設置した。水位計はシミュレーションのために最新のデータを取得するため、流速計はシミュレーション結果の検証のためである。



1 機械学習による赤潮予測

IV. 機械学習と潮流シミュレーションによる赤潮発生予測

燧灘における検証

- ・学習の入力データ：過去の気象情報（水温，塩分濃度，日射量）^{1) 2)}
- ・学習の出力データ：Chl.a値（クロロフィルa値）
- ・Pythonのライブラリscikit-learn中のRandomForestClassifierを使用
- ・約20年分の燧灘の赤潮データ914個を用いて検証する。
- ・学習のテストデータ：10%の92個，2値分類するChl.a値の閾値：1

- 1)「瀬戸内海総合水質調査」国土交通省瀬戸内海総合水質調査ホームページ
<https://www.pa.cgr.mlit.go.jp/suishitu/index.html>
- 2)「過去の気象データ・ダウンロード」気象庁
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>

検証結果

- ・クラス0と予測して本当にクラス0だった割合：45分の32 → 精度 約71%
 - ・クラス1と予測して本当にクラス1だった割合：47分の36 → 精度 約77%
- ※もしランダムにクラス分類を行ったとすると期待値は50%になることから、データの特徴量を的確にとらえた学習が行われていることが分かる。

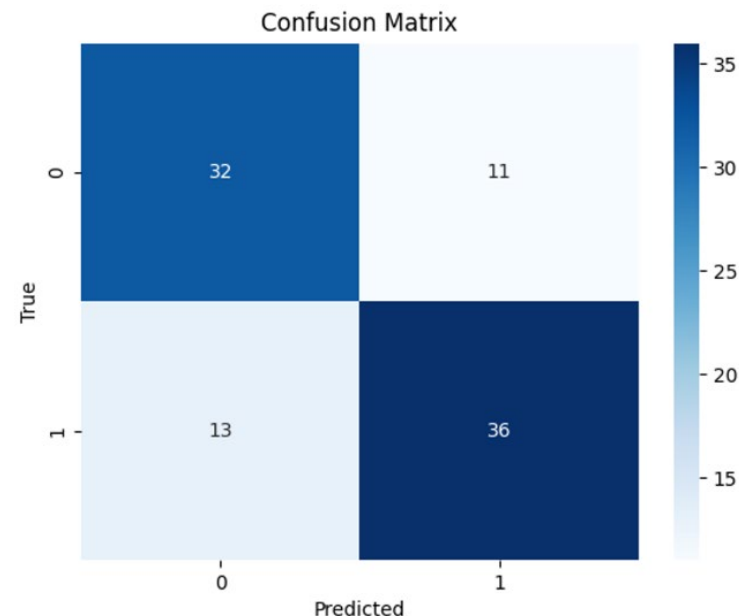
本プロジェクト終了後の成果発表予定

金地琳太郎，村上幸一，柳川竜一，齋藤壮志，土井大地「機械学習と潮流シミュレーションによる瀬戸内海での赤潮発生予測手法の提案」情報処理学会第86回全国大会（神奈川大学，2024. 3. 15-17，オンラインで発表予定）

2000-2022年の燧灘で検証



検証対象：燧灘

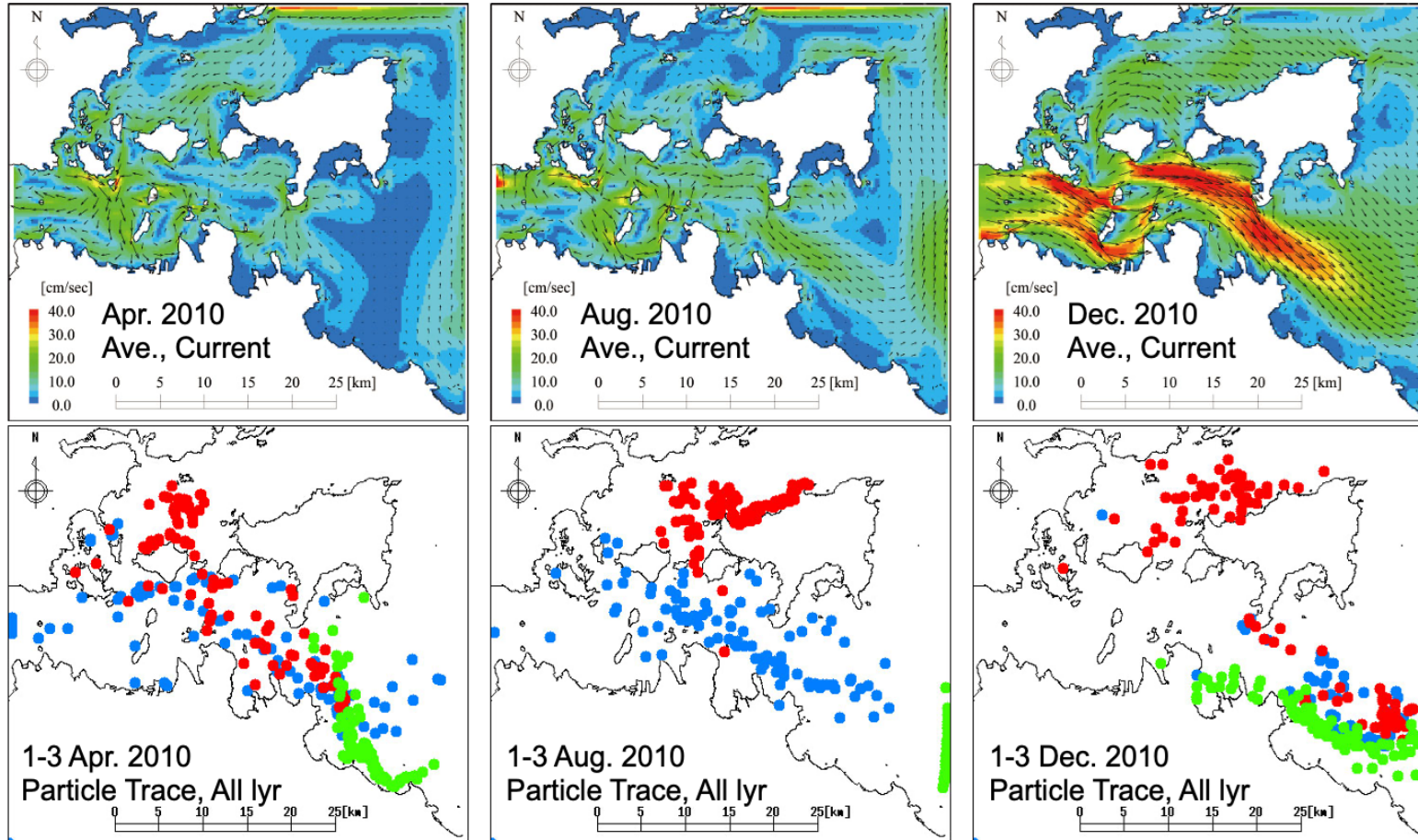


クラス分類の結果を示す混合マトリックス

② 特記：本実証による副次的生産物（高専シンポジウム）

a. 播磨灘西部海域における数値流動モデルの構築
柳川竜一 香川高等専門学校 建設環境工学科

イメージ



説明

赤潮潮流モデリングの応用により、海洋ゴミの効率的な改修手段に資する情報整理を行った

- 高松市沿岸域の水塊（青）
主に**小豆島の南側へ**と流れた
- 小豆島北部の水塊（赤）
反時計回りで南側へと回り込む傾向
- 小豆島南部の水塊（緑）
高水温期（5-10月）に海域北側且つ西向きに進むが、低水温期（11-4月）は海域南側を海岸線に沿って流れる傾向

赤潮予測 2（学習モデル化）

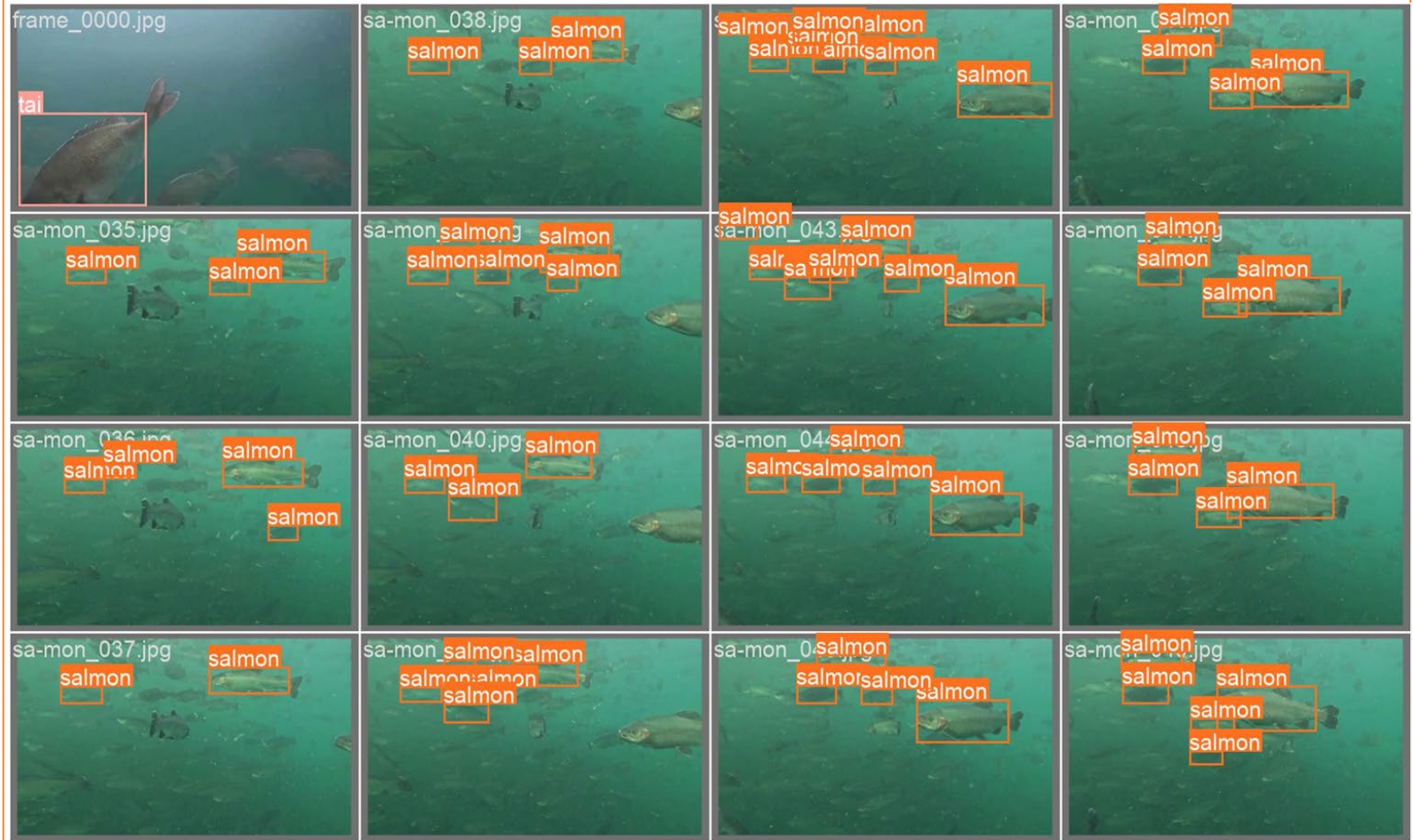
説明セクション

- ・ モデリングに対する説明
- ・ 動体検知に関するロジック（YoLov8の仕様）
- ・ 将来拡張

1 物体検出手法 (YOLO v8)

システム構成図

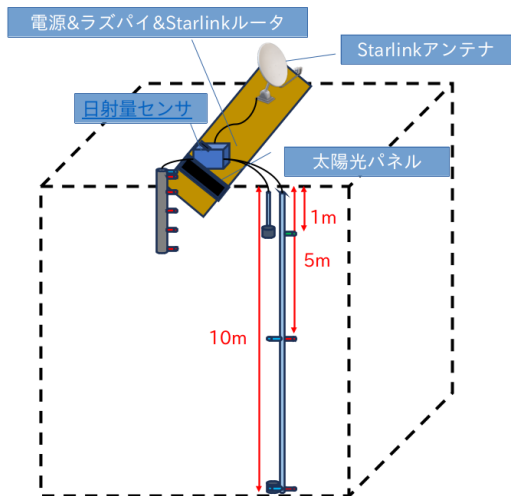
You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection

イメージ	説明
	世界で最も使用される物体検出手法 YOLOは、CVPR2016でJoseph Redmon 氏らが発表した<u>You Only Look Once: Unified, Real-Time Object Detection</u> という論文で提案された物体検出手法 YOLOという名称はYou Only Look Once (見るのは一度だけ) の略称です。 YOLOは当時の物体検出手法で課題となっていた処理速度の遅さを、物体の検出と識別を同時に行うことで改善しました。このため、推論速度が非常に高速でリアルタイム物体検出の先駆けにもなる 本実証での物体検出手法はすべてYOLOにより検出するが、魚体の動作が素早いいため、独自のロジック (APIのカスタマイズ) により更に高速化を目指している

1 赤潮予測 システム構成図

イメージ

センサーデバイス



GC

AI

赤潮予測モデル

UI



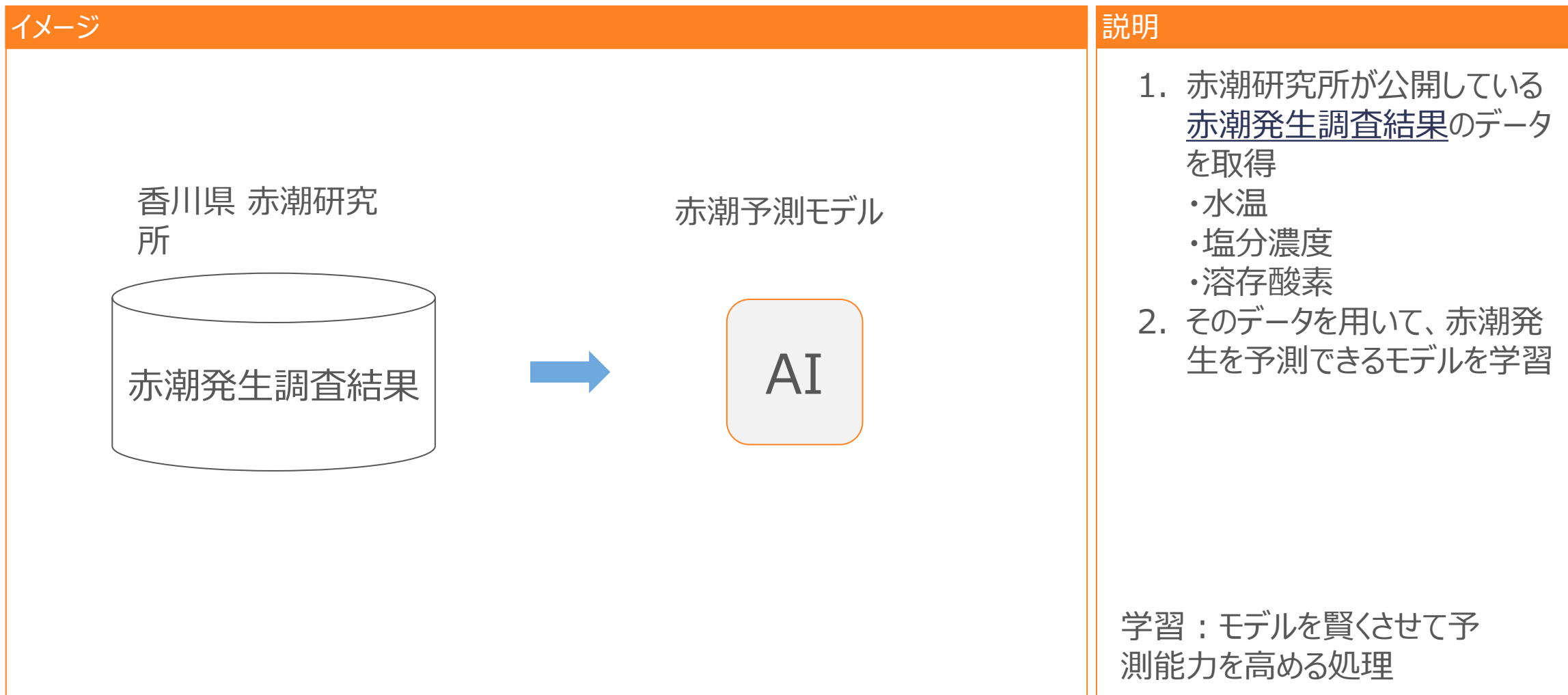
説明

1. センサーデバイスでデータを取得しGCへ送信
2. センサーデータの値を入力に、GC上のAIモデルで赤潮の発生確率を予測
3. UI上に赤潮の発生確率を表示・アラート

GC : グーグルクラウド

1 赤潮予測（学習モデル化）

赤潮予測モデル(学習)

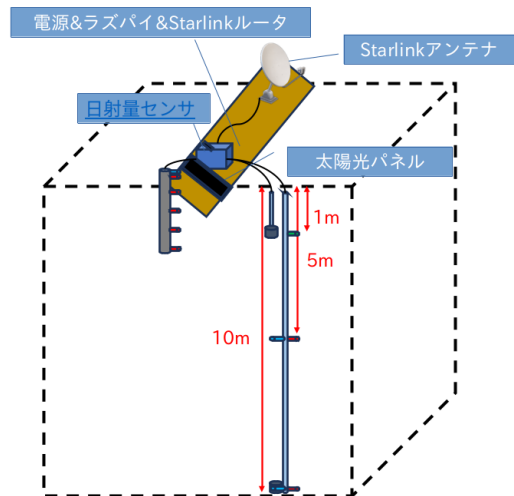


② 赤潮予測（学習モデル化）

赤潮予測モデル(予測)

イメージ

センサーデバイス



赤潮予測モデル

AI

赤潮発生
確率

説明

1. センサーデバイスで、
 - ・水温
 - ・溶存酸素濃度
 - ・日射量
 - ・塩分濃度
 - ・クロロフィル濃度のデータを取得
2. センサーデータの一部を入力に、先一週間以内の赤潮発生確率を予測

例) 予測値：70%
先一週間のいずれかの日に赤潮が発生する確率が70%

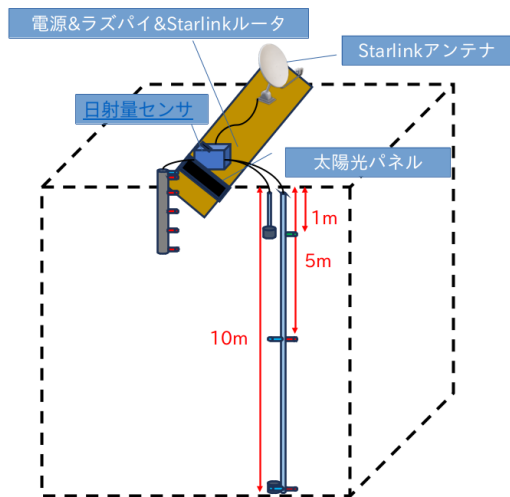
③ 赤潮予測（学習モデル化）

今後の拡張

イメージ

AIモデルの再学習

センサーデバイス



GCデータベース



赤潮予測モデル

AI

説明

1. センサーデバイスで取得したデータをGCのデータベースに蓄積
2. 蓄積したデータで赤潮予測モデルを再学習
実際に現地で取得したデータで学習させることで、より現地の環境に合わせた予測を行うことができるようになる

カメラによる魚体監視

説明セクション

- ・ カメラによる魚体監視概論
- ・ AI画像認識による魚体品質計測概論
- ・ 動作結果・ロジック

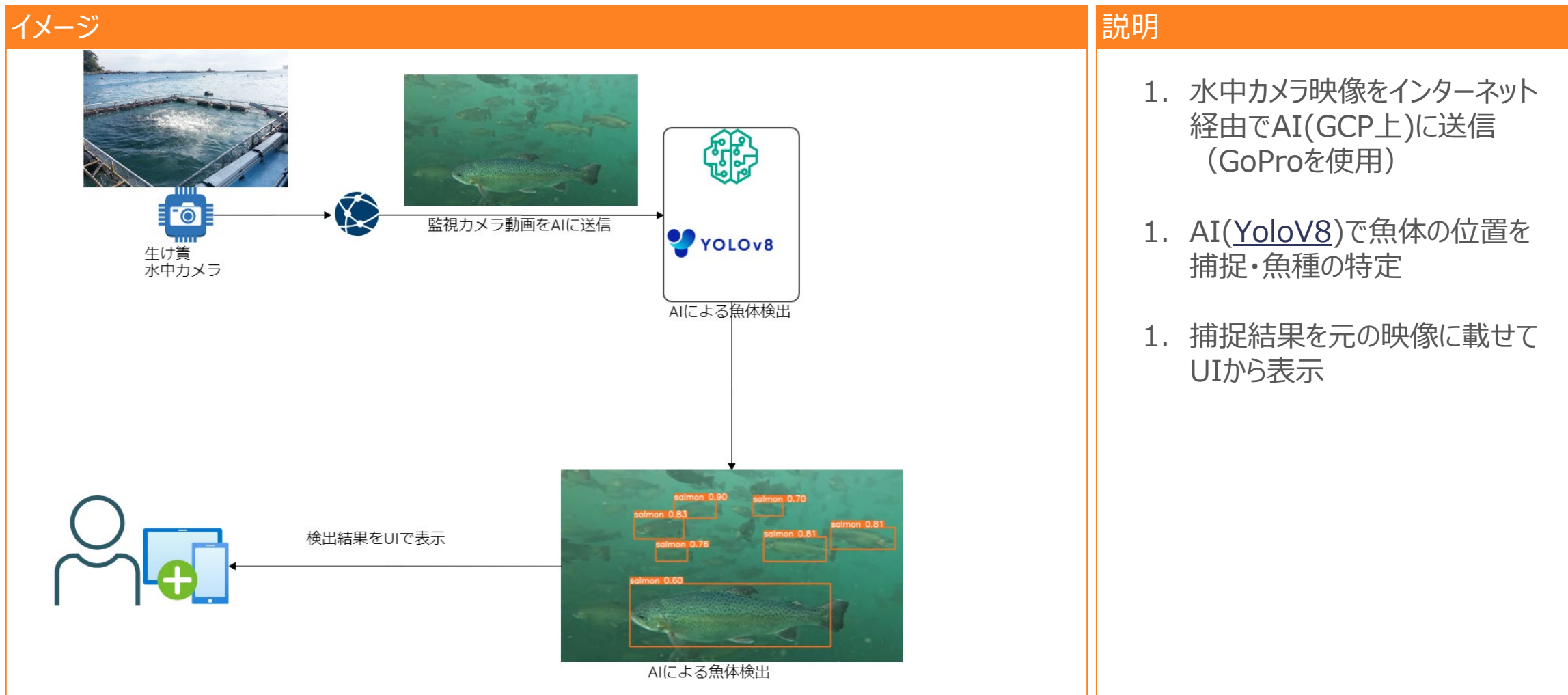
1 検証ポイント・検証方法

a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
小割管理・監視 (センサとカメラによる小割環境および魚体成長のAI解析)	I 小割魚体監視 (カメラ巡回と魚体パターン解析による管理工数の削減)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	オンラインによる監視 (カメラによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)
	II 魚体の成長監視 (魚体が生産者にとって正しく成長しているか)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)	オンラインによる監視 (カメラによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)
	III 水質チェック (現行の水質チェックの品質と相違はないか)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	センサデータによる確認 (センサによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	見回りコストの削減 (80%の工数削減)
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	オンラインによる監視、アラート通知 (センサによるリアルタイム監視が香川県赤潮研究の赤潮発生予測閾値(1以上)と同等の予測を実現可能かを検証)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できること

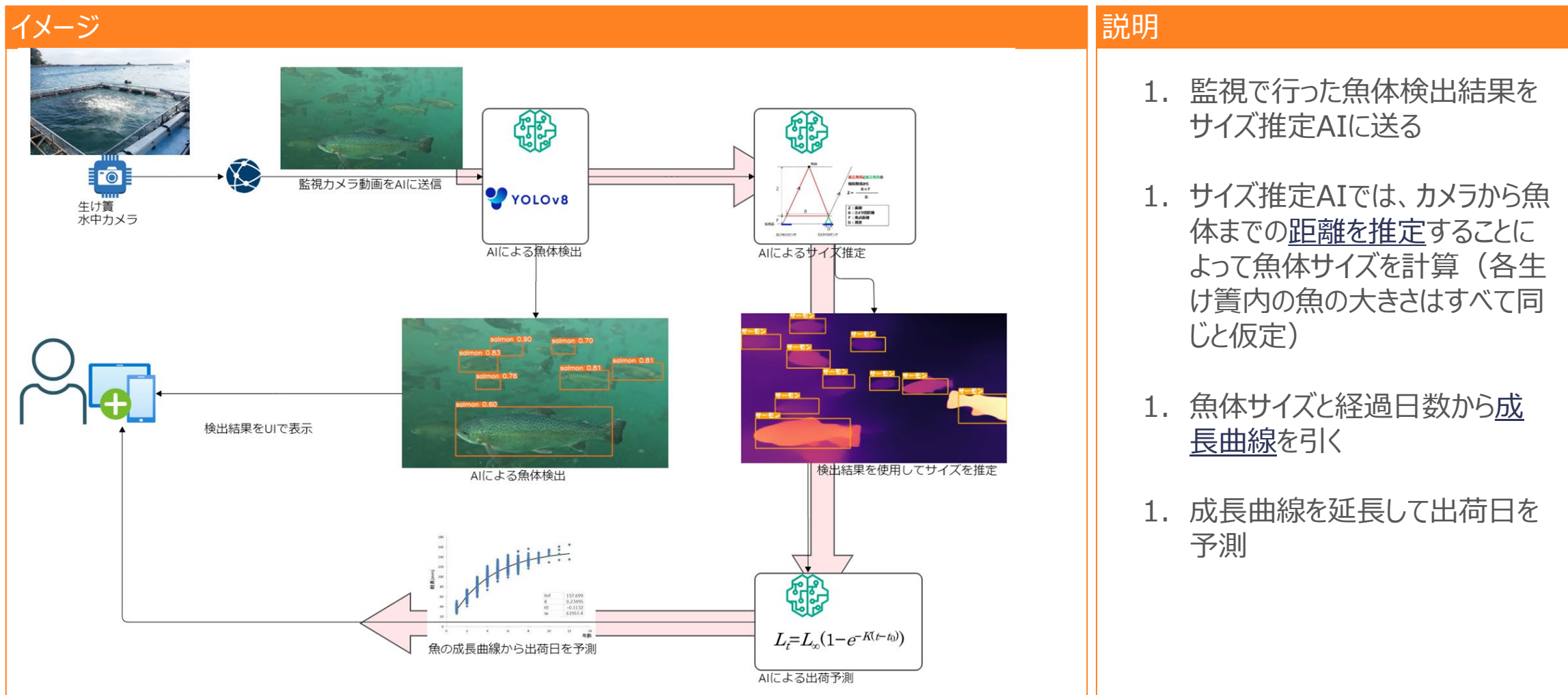
2 カメラによる魚体監視

a.効果検証



AI画像認識による魚体品質測定

a.効果検証



実証計画

目的

本ソリューションでは、水中カメラとAI解析により水中の魚体を捕捉することによって、魚の監視・育成状況を可視化することで作業者の現地作業での負荷を軽減する。

アウトカム

- 水カメラによる魚体監視精度
- AI画像認識による魚体品質計測の精度

検証の概要

効果検証

魚体の検出ができるか
魚体サイズの計測ができるか
魚体から出荷予測ができるか

技術検証

期待するデータが排出できているか検証

- AIが検出した魚体の位置の推定精度
吻の先から胴と尾びれの付け根までが写った魚体のみを検出する
- 魚体のサイズの推定精度
- 魚体サイズによる出荷予測精度

運用検証

排出データ・画像の整合性

- 生産者が確認する魚体と水中カメラでAIが検出した魚体に相違がないか？
- 生産者が現地で測定する魚体サイズとAIが推定する魚体サイズに相違がないか？
- 生産者が想定する出荷日とAIが予測する出荷予測日に相違がないか？

検証ポイント・検証方法

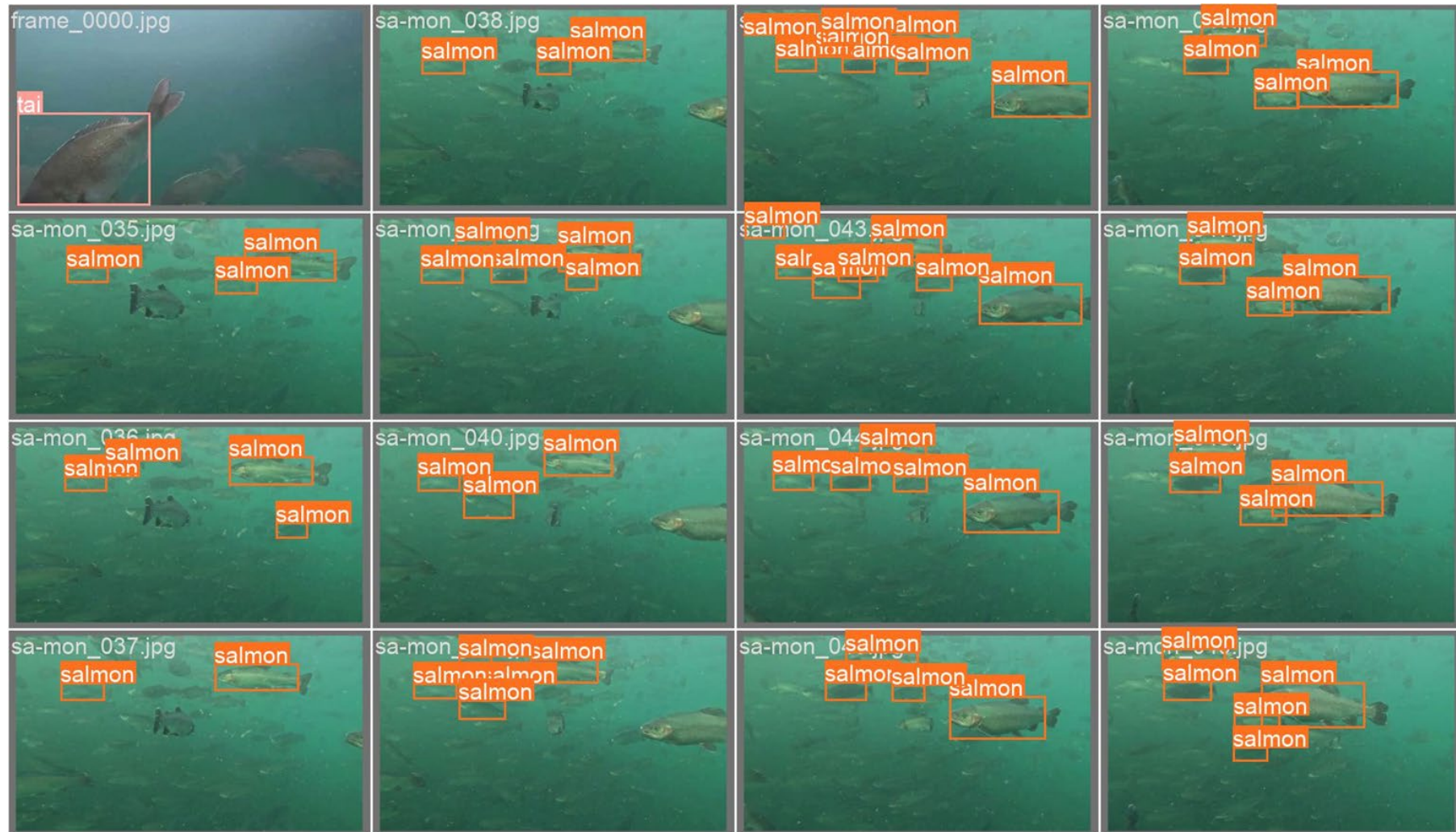
a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証方法	実装化の要件
	項目	目標		
小割管理・監視 (カメラによる小割環境 および魚体成長のAI 解析)	I 小割魚体監視 (カメラ巡回と魚体パタ ーン解析による管理 工数の削減)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	オンラインによる監視 (カメラによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労 働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確 認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)
	II 魚体の成長監視 (魚体が生産者にと って正しく成長している か)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)	オンラインによる監視 (カメラによるリアルタイム監視と見回りのための出航コスト・労 働コストの削減を本システムよりタブレット、スマホ、PCから確 認して貰い、どの程度労働コストが軽減されたかを検証)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)

② カメラによる魚体監視（アノテーション検出例）

a.効果検証

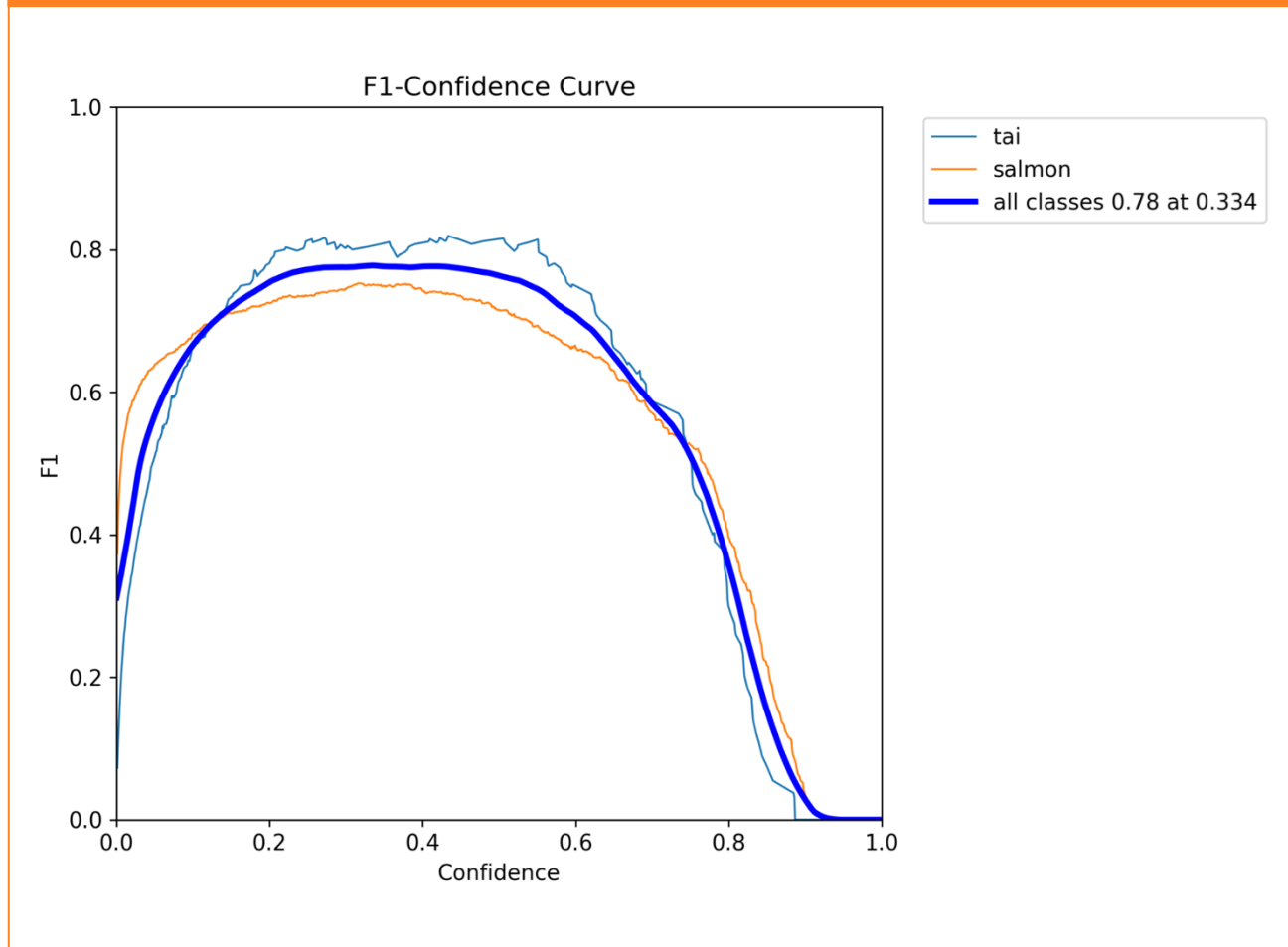
検証方法（対象：鮭 手法：水中Wi-Fiケーブル+4Kカメラ+YOLO8アノテーションライブラリ使用）



2 検証結果：カメラによる魚体監視（検出精度）

a.効果検証

ロジック図



説明

- 左図はF1スコアと呼ばれる値で検出精度を確認した時のグラフ。
- 横軸に検出閾値（確信度）
AIがどの程度確信を持って魚と言っているか？
- 縦軸に検出精度（F1値）
- 検出閾値が0.4のとき、約80%魚を検出できている。

Remark :

すべての魚体を検出しているのではなく、
「吻の先から胴と尾びれの付け根までが写った魚体のみ」を検出するため精度が低めである

これは、各魚の体長を正しく測るためにそのような検出方法にしている。

2 検証結果：カメラによる魚体監視（検出精度）

a.効果検証



説明

- 左図は各魚種毎の検出率を表す。
- タイは91%検出できている。
- サーモンは82%検出できている。
- ハマチは検出できていない。

Remark :

ハマチが検出できなかったのは動きが速く、よい学習データを多く作ることができなかった。特に、左図は1つのモデルで3種の魚体を検出しようとしたため、各魚種で学習データ数の偏りできてしまった。これによりハマチは検出できない状態になっている。

ハマチ単体を検出するモデルを構築することでいくらか改善できることを確認。

WebUI画面設計（画面説明書）

説明セクション

- ・ 生産者に活用してもらうWebUI画面設計書

検証ポイント・検証方法

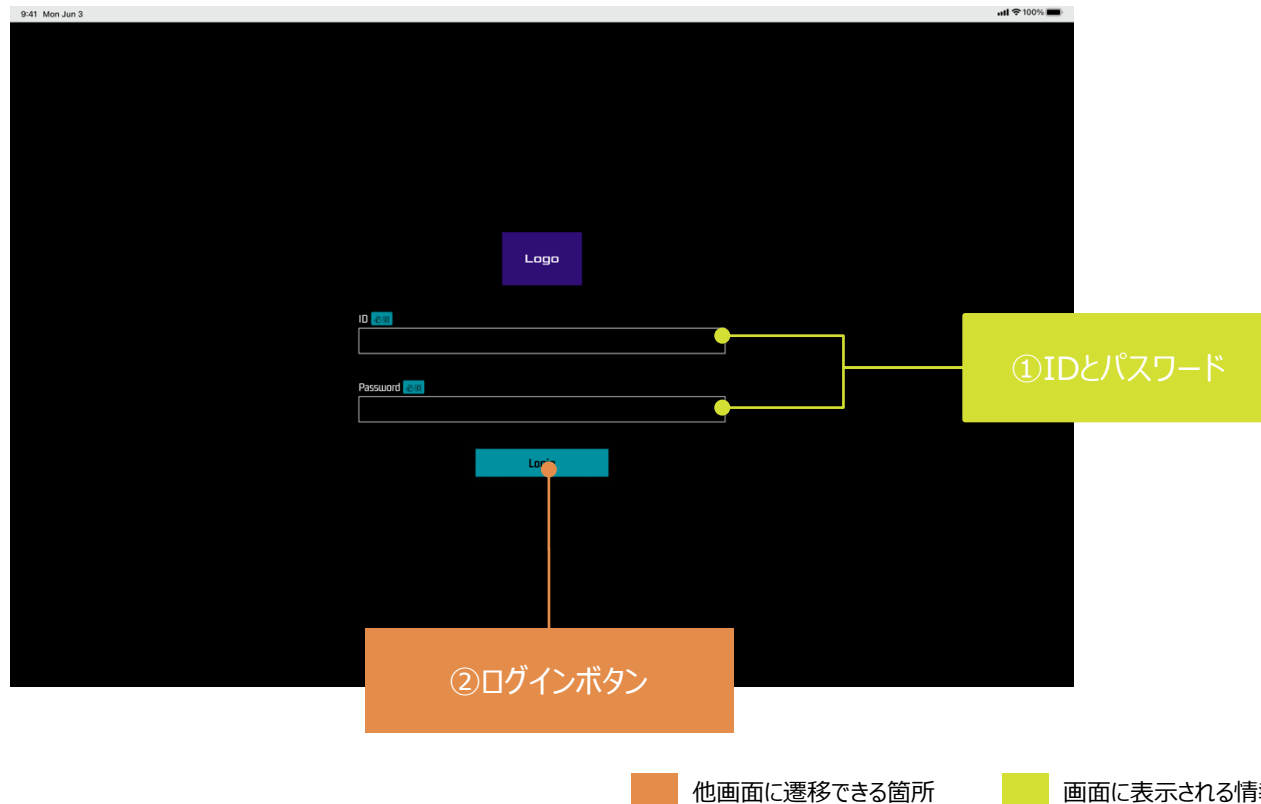
a.効果検証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ユーザビリティ運用 (使い勝手)	I アプリ操作感	実装時に小割状態・赤潮発生が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる。	生産者・香川県漁連の意見を100%反映させたWebUIを開発、各ステータス画面・生け簀状態画像・水中カメラによる魚体画像を取得表示を可能とした。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 (高齢者対策)
	II データ連携基盤、スマホ等	サポートなしに閲覧できること	生産者・香川県漁連ともに説明なく画面操作を自己端末にて操作を行った。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 (高齢者対策)

WebUI画面設計（画面説明書）

a.効果検証

ログイン画面



説明

登録済みユーザは、以下の手順でログインを行う。

- ①IDとパスワードを入力する。
- ②ログインボタンを押す。

ログイン後、トップ画面（赤潮予報）に遷移する。

WebUI画面設計（画面説明書）

a.効果検証

メニュー（共通仕様）



説明

① 小割一覧

登録されている小割を表示し、各小割りの詳細情報画面（センサー・育成状況）へ遷移する。

② 小割周辺監視カメラ映像

小割周辺を監視できるカメラ映像を確認する画面に遷移する。

③ 環境情報

小割周辺の天気・気温・湿度を表示する。

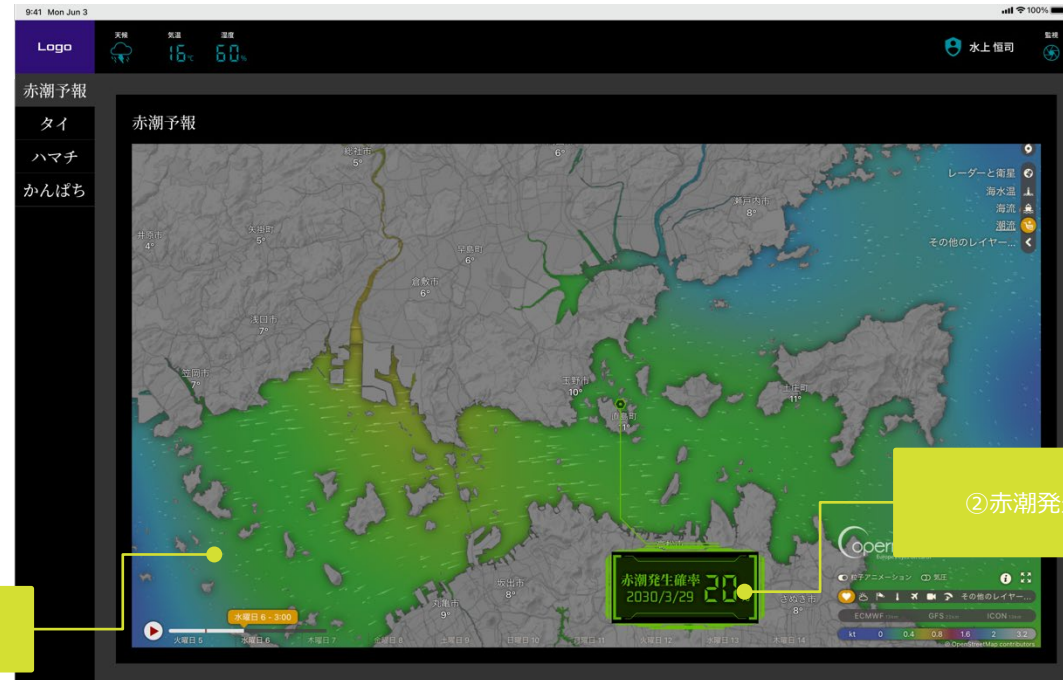
④ ログインユーザー

ログインしているユーザの名前を表示する。

WebUI画面設計（画面説明書）

a.効果検証

赤潮予報画面（赤潮発生無し）



操作する箇所

表示される情報

説明

①Windyから提供される潮流予報を表示する。
現在から1時間ごとの潮流が確認できる。

②生簀周辺の赤潮発生確率を表示する。

WebUI画面設計（画面説明書）

a.効果検証

赤潮予報画面（赤潮発生時）



説明

①警報

発生確率に応じて色を表示して注意を促す。

②赤潮発生箇所

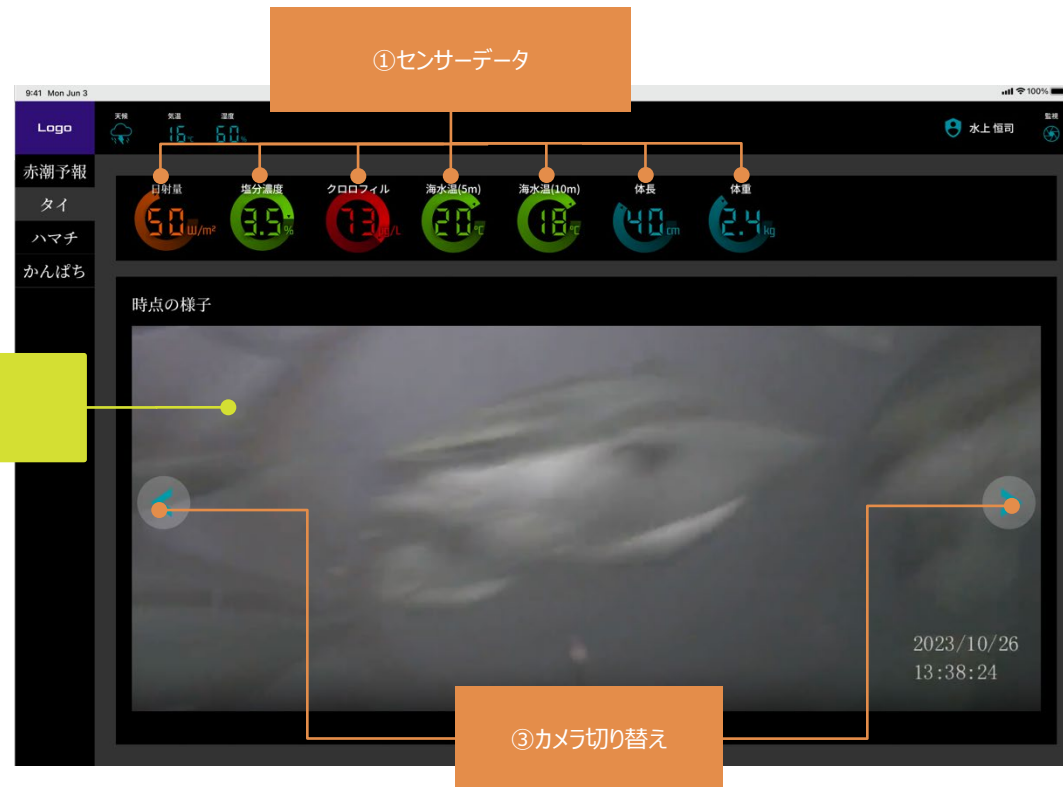
岡山付近で観測された赤潮の地点と、赤潮が流れていく方角を表示する。

③発生確率に応じて色を変更させ注意を促す。

WebUI画面設計（画面説明書）

a.効果検証

小割詳細画面



説明

①センサーデータ
各センサーの最新値を表示する。
センサー毎の閾値に応じて色が変わる。
各センサー履歴グラフが確認できる画面に遷移する。

②小割水中映像
小割に沈めたカメラ映像をストリーミング再生する。

③別カメラの映像に切り替える

WebUI画面設計（画面説明書）

a.効果検証

センサー履歴画面



説明

①センサー履歴グラフ
履歴データをグラフで表示する。

②センサー履歴期間
グラフの表示期間を変更する。

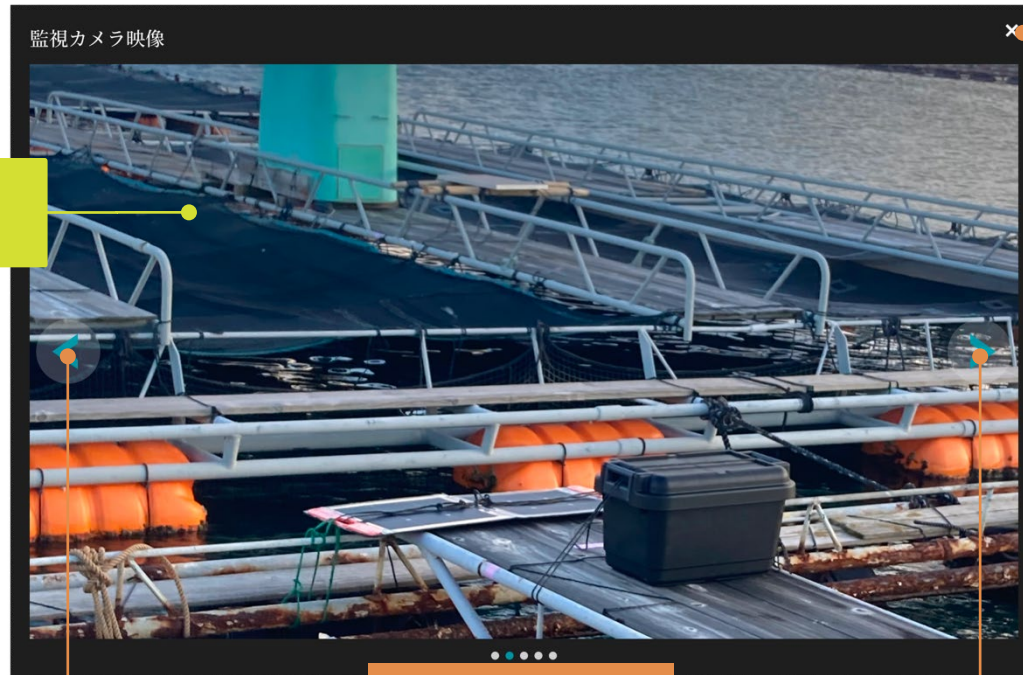
③出荷目安
出荷に適した大きさになる日を予測し表示する。（体長・体重のみ表示）

④小割詳細画面へ

WebUI画面設計（画面説明書）

a.効果検証

監視カメラ画面（オーバーレイ表示）



①カメラ映像

②閉じるボタン

③カメラ映像切り替え
ボタン

操作する箇所

表示される情報

説明

①カメラ映像
小割周辺のカメラ映像を表示する。

②閉じるボタン
監視カメラ画面を閉じる。

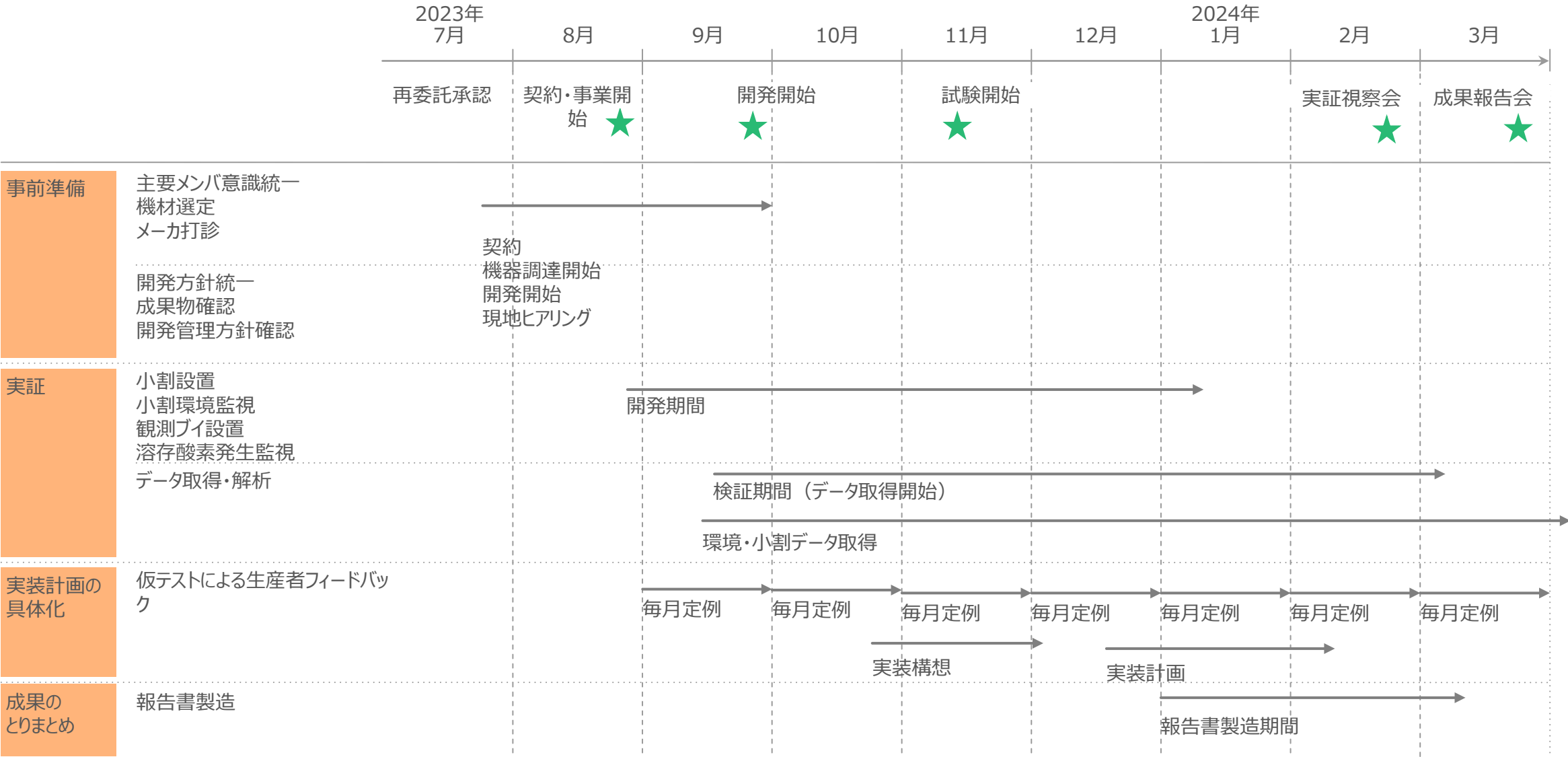
③カメラ映像切り替えボタン
小割周辺の別カメラ映像に切り替える。

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

水中カメラ・電源は特に課題があり、今後の重点的取り組みとする

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	- いけす上の電源確保の再編 - ポータブルバッテリー容量およびパネル発電量の見直しが必要 - 水中カメラを簡素化 - 水中化ではWIFIが届かないため、エクステンションケーブルを這わせWIFI環境を水中に実現したが、効率が悪く設置の都度エンジニアが必要となる、水中ドローンで代用できるか思案 - 現在Googleクラウドを利用しているが、国内エンジニア数が足りず不慮の事態に対応が難しい、AWSへ移行準備を行う	- 電源メーカーおよび商社と連携する必要がある - 水中カメラに関し、水中ドローンメーカーと競技する必要がある - カメラ機器自体の電源・バッテリー問題を解決する必要がある 例：産業用バッテリー・パネルに変更 USBカメラの完全防水化を設計する - GoogleクラウドからアマゾンWebサービス（AWS）へ技術変更する	メルヘングループ合同会社	24年3月以降全対応 - 来期実証のテーマにもなる
横展開に向けて	- 大容量ポータブルバッテリーの単価を下げるか、普及価格帯ポータブルバッテリーの使用で耐えられるシステム設計の見直し - 水中ドローン、AWSへの移行費用を下げられるかの交渉（バルク交渉必要）	- メーカー商社との連携および調整を続ける - 価格・サポート・供給の確保 - 各メーカーより仕様および事例から最適な稼働環境を提供いただく - 場合によっては共同製品開発へ進む	メルヘングループ主体となり、地域ITベンダーや自治体とのチーム編成を行い普及活動を広める	24年4月移行営業活動開始 - 実需に対し製品改良の必要性がある

4 実証スケジュール



リスクと対応策

	リスク		対応策
	項目	概要	
事前準備	センサ郡納品遅延 （半導体付属による懸念） 開発人員確保 （需要過多による開発陣のリソース問題）	溶存酸素センサ、潮流センサ、水質センサは流通数が少ない （各社メーカーおよび海外からの購入によるものを想定しているため納入が遅れる可能性がある） 開発人員を可能な限り確保	香川漁連、県水産課に代替機の調査を依頼 ある場合、データ観測を仮実証する ない場合、自作も兼ねてゼロスクラッチする 開発人員の質を落とす（最終手段）
実証	センサ機材破損および流出 （海上設置のため自然災害や自然流出による機材紛失）	台風や高潮、急潮流による機材紛失の可能性	機材ハウジング（BOX）にGPS搭載パッチ（AppleTag等）を設置し現在地を把握、回収する
実装計画の具体化	人材流出 （病気およびプロジェクト辞退の可能性）	開発人員は条件次第で別プロジェクトへ引き抜かれるため、魅力的なプロジェクトであると共に報酬も満足する確保をする	十分な話し合いと定例による意思確認を毎回実施 アラートが上がる場合、別人員を手配できるよう、関係会社より予備人員を確保するよう通知
成果のとりまとめ	実証不良によるデータ欠損 （センサ故障、機材故障によるデータ損失）	センサ破損、機材故障によるデータ損失の可能性がある	生産者へ予備機を準備、不慮の場合直ぐに現場に設置できるよう要請 オンライン視察が出来るよう、生産者へIT教育を行う

PDCAの実施方法

課題把握を実施する体制

通常時

週次進捗報告

- (開催時期: 週次)
- (方法: Slack)
- (体制: ビットコミュニケーションズ社、メルヘングループ社、中村牧場社、香川高等専門学校、香川県漁連、生産者)
- (アジェンダ)
 - (準備・実証の状況確認)
 - (課題の共有)
 - (実装・横展開に向けた課題の炙り出し)

月次進捗報告

- (方法: Zoom)
- (体制: ビットコミュニケーションズ社、メルヘングループ社、中村牧場社、香川高等専門学校、香川県漁連、香川県水産課（赤潮研究所）、生産者)
- (アジェンダ)
 - (月内実証の状況確認)
 - (意見出し)

緊急時

課題発生時の情報共有

- (実施条件: 全体進捗に影響を及ぼす問題が発生した場合)
- (頻度: 問題発生当日中)
- (方法: Zoom、議事Slack)
 - (体制: ビットコミュニケーションズ社、メルヘングループ社、中村牧場社、香川高等専門学校)

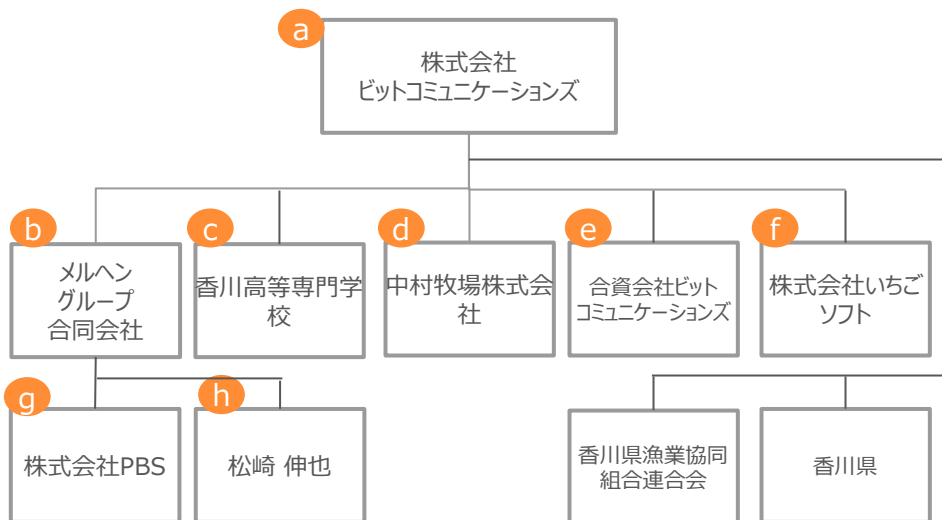
対策を立案・実行する体制

対策方針の議論・決定

- (実施条件: 進捗が予定よりも遅れた場合)
- (頻度: 1月に1回 (緊急性が高い場合、発生から1週間以内))
- (方法: Zoom会議)
- (メンバー: ビットコミュニケーションズ社、メルヘングループ社、中村牧場社、香川高等専門学校、香川県漁連)
- GitHub、Jiraでのソース管理実施

7 実証の実施体制

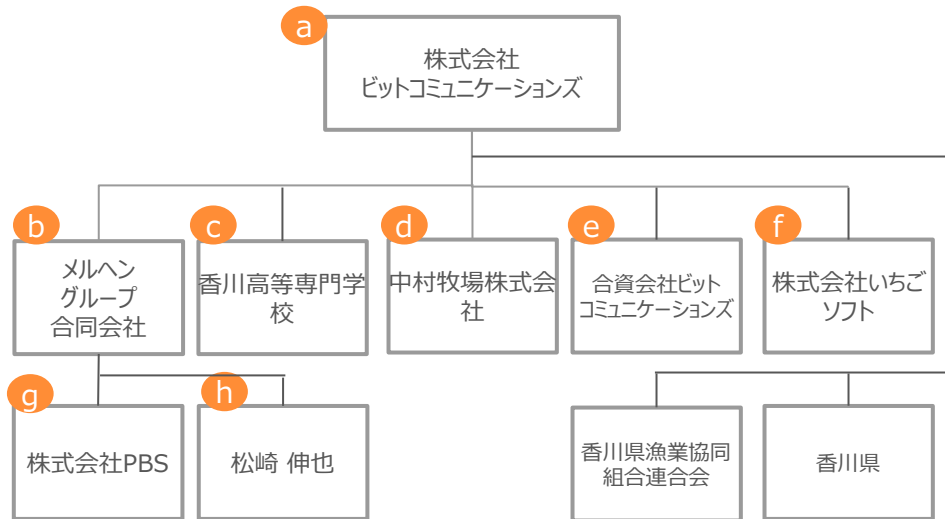
実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
a (株) ビットコミュニケーションズ	プロジェクトの全体管理、サービス全体のUI/UXの設計・製造 等	0.8人月 (3名×42時間)	川西 健雄 (代表取締役) 内海 信一 (営業本部) 松岡 亜紀子 (WEB事業部)
b メルヘングループ合同会社	AI、データベース、IT、センサ部における開発及びベンダーマネジメント	4.25人月 (4名×170時間)	住澤大介 (代表社員) 稲葉晃男 (事業統括) 平井義治 (UIデザイン)
c 香川高等専門学校	貧酸素水塊発生警告ツール、赤潮警告システムの開発を行う。また、水中魚体・餌食い監視ツールの作成の補助を行う。	4.5人月 (6名×120時間)	村上研究室 (電気情報工学科) 柳川研究室 (建設環境工学科)
d 中村牧場株式会社	AI格納部 (データベース) の設計機械学習部の開発、画像解析部の開発を行う。	2.5人月 (3名×135時間)	中村俊輔 (メルヘングループデータサイエンス) 廣部杏輔 (メルヘングループデータサイエンス)
e 合資会社ビットコミュニケーションズ	サービス全体のUI/UXの設計・製造やセンサシステムのソフトウェアの開発を行う。	5.7人月 (3名×42時間)	井戸 典子 (総務部) 桑島 美夢 (WEB事業部) 川西 雄大 (システム開発部)

実証の実施体制

実施体制図



団体名	役割	リソース	担当部局/担当者
f 株式会社いちごソフト	サービス全体のUI／UXの設計・製造やセンサシステムのソフトウェアの開発を行う。	0.4人月 (1名×63時間)	山尾 優（代表取締役）
g 株式会社 P B S	業務運用に関する情報とりまとめ、実施内容の発信、香川県漁連・生産者との現場コンタクトを実施。	2.9人月 (3名×150時間)	虫鹿浩（代表取締役）
	AIおよびデータベース回りのフロントエンジニアリングを担当	2.9人月 (3名×150時間)	虫鹿浩（代表取締役）
h 松崎 伸也	本実証における、PM業務および運用管理業務を行う	0.5人月 (1名×80時間)	松崎伸也（代表）

1 実装計画・スケジュール

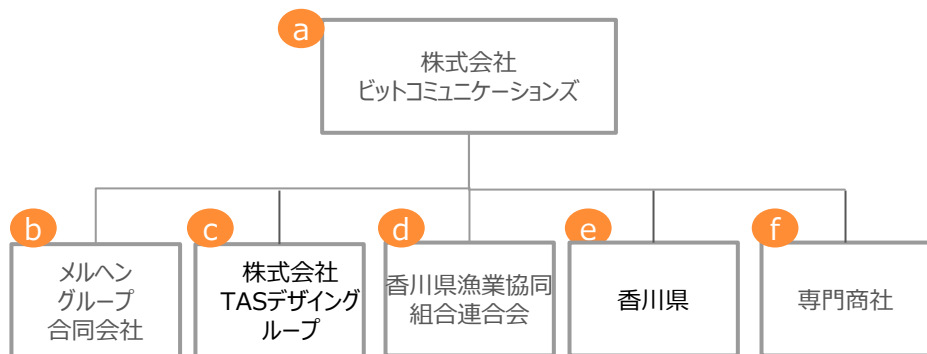
a.実装に向けた具体的計画

2023	2024~2025	2025~
本実証	時期実証・実装	横展開開始
小割監視、溶存酸素発生監視 小割管理、溶存酸素（赤潮）発生予測モニタリング(メイン小割、直島町での実証) （直島町を筆頭に、庵治、引田地域とのデータ比較状況の仮説検証） （運用実態の確認） （他地域への横展開の立案）	本実証から得られた結果を改良 電源・水中カメラの再設計 AIによる予測モデリングの高度化 （来期実証テーマともなりえる） 漁業DXの実装(実証機の導入) （実証での修正版を横展開） （香川県近隣、愛媛県・岡山県へ同一実証機を漁連および県水産課より展開）	他養殖地への展開 （正規版導入） （他県での赤潮対策、小割対策への展開＊宮崎県、福井県、青森県を想定） （利用者、ユースケースの確認） （小割データ、赤潮データによるビッグデータ解析後の指導・予測AI構築）

1 実装計画・スケジュール

b.実装の体制

実施体制図



団体名	役割	リソース
a 株式会社 ビットコミュニケーションズ	プロジェクト営業の全体管理	内海信一 1名
b メルヘングループ 合同会社	技術営業の統括	住澤大介 稲葉晃男 虫鹿浩 鍋木理子 4名
c 株式会社 TASデザイングループ	応用開発担当	甲田将史 庄司知志 大滝寿哉 岩浅真秀人 4名
d 香川県漁業協同組合 連合会（県漁連）	他地域漁連の連携	棚野弘幹 1名
e 香川県	他県への連携	柏山浩史 1名
f 専門商社	大手海鮮商社、問屋との連携	清田誠 1名

1 実装計画・スケジュール

c.ビジネスモデル



概要

本実証から養殖DX化を標準パッケージにし、香川県漁連・香川県から全国に広めていく。ビットコミュニケーションズ、メルヘングループも独自のPRを行いSNS、インフルエンサー等を主導し、専門商社との連携し漁業の敷居を下げ、システムの有用性を広く広めていく。

収益化モデル

ターゲット

全国漁連・漁協（全国）
大手海鮮専門商社（地域別）
大手海鮮問屋（地域別）

利用数

10,000ユニット

単価

30万円（予価）
2025年より実働・実売

実証全体中での視察会の位置付け（意識統一）

- 1 地域課題の状況確認**
＊生産者の課題、要望をくみ取れているか
- 2 アウトカム指標の達成状況の確認、システム稼働状況の確認**
＊センサー群、ネットワーク、クラウド内部での稼働状況は正常であるか
- 3 実稼働によるベータテスト**
＊実証で発生する不具合・トラブル等の洗い出し（単体・結合テスト含む）

1 視察会対応（報告一式）

目的

本ソリューションでは、IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性向上を図る。併せて水中魚体・餌食い監視ツールも併用する。管理の容易な鯛・鮭の育成の自動化を行い、高収益魚種であるハマチ育成に注力することで、安定収益化を実現する。

大目標から見て、どの割合まで完成しているかの全体把握のための視察会（RCテスト位置付け）

アウトカム

- 水質チェック工数
- 育成度合いチェック工数
- センサーによる水質測定精度・
- 測定データの伝送頻度
- カメラによる魚体監視精度
- AI画像認識による魚体品質計測の精度
- 溶存酸素測定精度
- 赤潮の発生検知精度
- 監視(見回り)工数

検証の概要

効果検証

工数が削減できるか
赤潮予測ができるか

- 各種センサとカメラをWifi-6Eで接続し、海面環境、小割の監視を目視することなく陸上から監視できるか
- 必要時にのみ作業を行え、人的作業コストの削減の検証
- 香川県赤潮研究の閾値と等しく予想できるか

技術検証

期待するデータが排出できているか検証

- データの計測、伝送、解析精度（AI含む）

運用検証

生産者側UIが生産者に適した設計であり、運用に支障が無いかの運用検証

開発・運用人員が最適か（現在想定3名）
および自然災害想定でのシミュレーション運用

排出データ・画像の整合性

- 生産者にとって日常管理が可能なデータ群が揃っているかの運用検証

① 視察会対応（2/25日開催済み）

① 開催方法 オフライン（香川県香川郡直島町現地）

② 定員数 最大20名（ペレット船移動のため）

③ 開催日時 2024年2月25日 日曜日

④ 開催場所 香川県香川郡直島町 海上現地

* 不測の事態オンライン変更の可能性あり
海上のため、出航判断は生産者に委ねる
シケ・大風の場合、機材に影響大



1 視察会対応

- 12:15 高松港集合
- 12:30 高松港出発 直島行きフェリー
- 13:30 直島到着
車&ペレット船移動
- 14:30 生け簀到着(実証場所)
↳ 視察会
- 15:30 視察会終了
車&ペレット船移動
- 16:30 直島港到着
- 17:00 直島港出発 高松港行フェリー
- 18:00 高松港到着 解散



② 実証全体の概要および目的

本視察による、実証場所での仮成果をご覧頂く

＊本視察内容が100%の達成率ではありません

横展開・未来拡張のイメージを持って頂く

＊本実証で可能なことを現地にて説明する

技術内容（2月現在着手内容）

- ・ 応用AI動作ロジック開発中（メルヘングループ・香川高専）
- ・ 香川県赤潮研究所データによる赤潮・潮流データモデリング製造中（メルヘングループ・香川高専）
- ・ クラウドデータ格納プログラム・アルファテスト進行中（メルヘングループ）
- ・ DO・水温・塩分濃度テストモニタリング、モデリング開始（香川高専）
- ・ テスト用UI設計、エンド側プログラム製造中（メルヘングループ・香川高専）
- ・ カメラ・エッジPC遠隔接続テスト完了（ビットコミュニケーションズ）
- ・ 代用カメラ機材選定およびテスト（メルヘングループ）
- ・ UI/UX設計仮完了（メルヘングループ・香川高専）

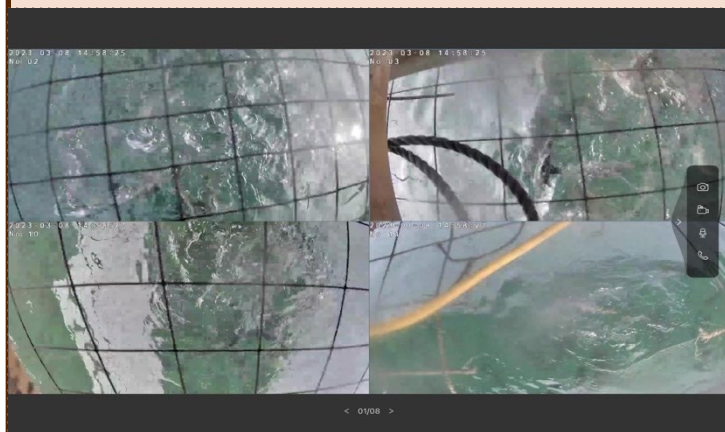
② 視察会のデモ内容説明（30分程度を予定）

デモ項目	内容	備考
センサーによる水質測定結果の モニタリング状況の確認	水温・塩分濃度をどのように確認するかを、UIの説明を含めて実演する（仮UIにて説明予定）	
カメラによる 魚体監視状況の実演	カメラによる魚体の撮影画像から、育成状況の確認をどのように行うかをUIの説明を含めて実演する（仮UIにて説明予定）	
センサーによる 溶存酸素測定状況の実演	センサーによる溶存酸素の測定状況から、赤潮発生検知をどのように行うかをUIの説明を含めて実演する（仮UIにて説明予定）	赤潮発生検知
潮流予測モデルのデモンストレーション （仮データでのデモを想定）	潮流予測モデル開発結果からの潮流の動きをデモンストレーションする（仮UI、仮データにて説明予定）	赤潮発生検知

② 視察全体の概要と目的（視察色枠内）

2023~2024

実証視察（24/1/25-26）



本視察による、実証場所での
仮成果をご覧ください。

現時点60%程度の完成度だが、デモと
して視察頂き成果を披露する

実装・横展開準備



小割管理、溶存酸素（赤潮）発生予
測モニタリング(メイン小割、直島町での実
証)

通信環境、データ観測環境、カメラか同
環境をご覧ください、横展開を視野に出来る
限りシンプルな構成で展開できる可能性
を示唆する

2025~2028

養殖DX（構想の実現）



漁業DXの実装
(実証機の導入)

- (実証での修正版を横展開)
- (香川県近隣、愛媛県・岡山県へ同
一実証機を漁連および県水産課より
展開)

② 実証スケジュール（2月現在80%進行）

2/28更新版

総務省採択：IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖魚種シフトによる安定収益化の実現																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
2023/12/19 全体進捗率 60%				12/1/2023																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
				1																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
						2023/12/17		2023/12/24		2023/12/31		2024/01/07		2024/01/14		2024/01/21		2024/01/28		2024/02/04		2024/02/11		2024/02/18		2024/02/25		2024/03/03		2024/03/10		2024/03/17		2024/03/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
						11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	

② 技術ロードマップ（24年3月以降）

2023/6	9	12	2024/3	9	12	2025/ 3	9	12
Phase 1 「基礎設置」と「データ収集」			Phase 2 DX化稼働			Phase 3 収量増加		
- 漁場ネットワークインフラ構築 - 潮流・溶存酸素データ取得・学習 - 個体・環境データ取得、学習 - 画像データ取得・学習			- 実証を踏まえた製品改良（実証2期を希望） 4Kカメラやドローンによる漁場管理 - 学習データの蓄積によるAI指導開始 - 漁場解析DX開始			- 指導AIによる指導開始 - リモート漁場管理2期目 - AIデータ再構築 - 他魚体への転用開始		

2023年
第一期
実証事業

本年度は、基礎ネットワーク（インフラ） および環境データ取得のための基礎試験実施をゴールとする。各種稼働確認、データ取得、基礎機械学習、機材テストを兼ねた実証（使用に耐えられるか）

③ 視察会フィードバック

①

生産者の声と対応

②

現場からみた技術考察

③

実証フィードバック・横展開に関する営業的考察

① 生産者の生の声と対応

「30年前、この辺は55業者居たが今は5業者しかいない…なぜか解るか？ 儲からないからやめたんじゃ！」

現状の漁師は30年前と比べ花形職業とはかけ離れたと口々に語ります、価格競争・輸入・資源（燃料・餌）の高騰により生活がギリギリの状態に従事しています、つまり働けど稼げず、未来は担い手が居なくなるでしょう、食えないから

この言葉の意味を我々は重く受け止め、技術で解決出来る部分で彼らを励まし、食える業種に再度仕上げないなりません、養殖の発祥香川県がこのような状態、養殖を再発展せねばならない必要性があります

瀬戸内は海が穏やかな分、赤潮や溶存酸素発生の危機にもさらされています、この2つの危機は魚体の酸欠を招き収益と直結します、様々な研究機関が赤潮や溶存酸素発生を研究していますがこれと言った解決策がなされていない現状、ここにもIOTやAI・画像という新技術で解決の一步を踏み出せる可能性があります

古来からある漁業のイメージをIoT・AI・画像の技術で超最先端産業として再興させることが出来れば、後継者問題や収量問題、教育問題を解決する一步となります



① 生産者の生の声と対応

食える漁業にするためには

・作業効率化

この一点に絞られます、作業効率化とは日々の作業を簡素化すること、飼育効率の良い魚種を一元管理すること、溶存酸素発生や赤潮の自然被害を抑えること、これらが作業効率化に繋がります、これらの人的コストを考えると専業に専念出来ず周辺コストがかさみ、取れる収益が取れない現実を解決します。

漁業をDX化することにより、稼働省力化・時間削減・安全な活動を提供し、出来るだけ日々の無駄を省き「**効率良い魚種は手間をかけず、単価の高い魚種へ手をかける**」ことに貢献、漁師さんの収益を増やす手付けを行います。そして最先端技術を駆使し最先端の仕事でもあると広めていきます

「**今までの事を維持し、新しいことを取り入れる**」

どうぞ受け入れてください、そして現状を知ってください

美味しいお刺身、魚料理は、生産者さん・仲買さん・漁連さんらがいないと食べられません、彼らに支えられてる分、我々も支える必要が絶対的にあります、養殖発祥の地香川県だからこそ、香川でのサービスやプロダクト製造に拘ります



② 現場から見た技術的考察

海上でのIOT技術の難しさを実感した

- ・海上でのインフラ構築
- ・海上での機材選定
- ・海上での電源確保の難しさ

「当たり前があたりまえじゃない場所がある！」

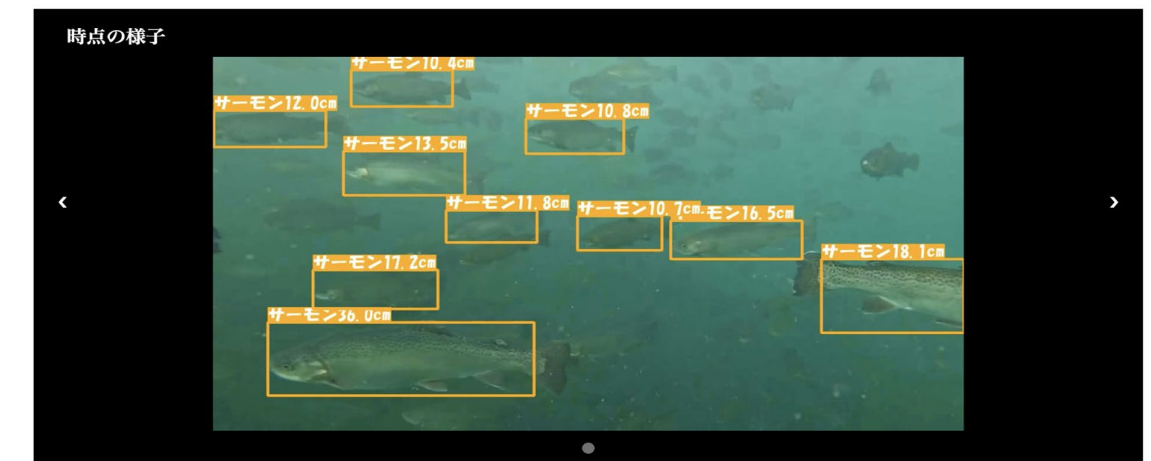
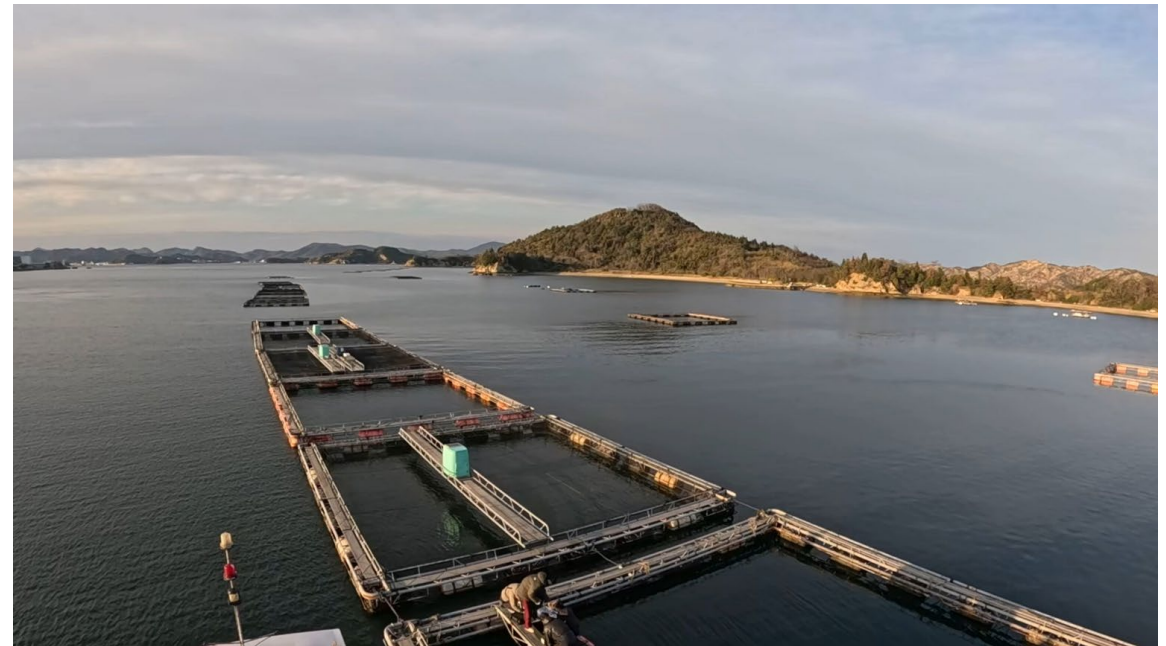
特に、機材選定および電源確保の難しさを感じた実証となった。
機材選定に至っては、海水・風雨との戦い（自然界との戦い）が非常に厳しく、機材の水没や陸上とは異なる機械動作（潮風による誤動作）に頭を痛めることとなった。

特に、カメラ部に関し、水中撮影には厳しい環境化で通常撮影ができるかどうかの課題を残すこととなった。

- ・Wi-Fiの水中化（電波が届かない）
- ・カメラ機材の予期せぬ誤動作（突然の浸水・ブラックアウト）
- ・接続ケーブルの予期せぬ誤動作（原因不明）
- ・鯛によるケーブル噛みつきでの断線（歯が固く好奇心旺盛魚種）

陸上では予期せぬ出来事が多数あったが、自然界との共存をどのようにせねばならないかを深く学べ、今後の知見を大きく広げる実証となった。

一番はじめに、一番厳しい環境（海上）での実績は本団体にとって大きな実績となったことに感謝申し上げます。



③ 視察会の様子 2月25日 香川県直島郡直島町地先 実証生け簀にて



4 視察会を終えて、関係者のフィードバック

生産者の声	どのような印象を得たか	どのような効果を得たか	総評
岡田水産 岡田氏 (実証生産者)	自己いけすを実証現場として提供し、漁業DXを直島でもやれているという先進性を感じている。 今後、活用できるように漁師仲間へ広めようと思う	現地での目視作業が簡素化できた 出荷予測・赤潮予測はこれからだが潮流が読み取れるため波の状態が陸でもわかるのは効率的	作業負荷を30%以上軽減できている（いけす目視、潮流、波の状態を陸上で確認できている）
香川県漁連 栩野氏 (漁連担当)	直島近辺の漁場状態を把握できるのは漁連としてもありがたい 今後、屋島・引田・その他漁協への啓蒙を行う	漁場状態を本部で確認できるのは有効的であり効率的である	作業負荷を30%以上軽減できている（いけす目視、潮流、波の状態を陸上で確認できている） 生産者へのコミュニケーション増大（数値では表せない成果）
河元水産 河元氏 (直島・岡山生産者)	岡田水産の取り組み、羨ましく見ていました、来期はこちらでも実施してほしい	岡田水産で実感されてることが、我々の手元でも出来れば作業効率が変わる	来期必ず手を挙げる 早くやりたい！
香川県水産試験場 向井氏 (場長・研究所所長)	来期、直島の取り組みを試験場で実施してほしい	赤潮研究所と連携し、より赤潮に対するエビデンスを確立させることができるのではないか	来期を期待する

5 他地域への横展開の方策

対象（地域・業界団体等）	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
愛媛県漁連 （愛媛県松山市）	瀬戸内養殖の一元化 （現在打診予定） 香川県漁連よりアプローチ開始	連携 実証結果を持って、2024年5月 移行打診開始 実証期間中の視察会開始	養殖作業負荷の軽減
宮崎県 （宮崎県串間市、門川市）	養殖のDXにおける効率化 （現在打診済み） 地元漁協、養殖業者へ県農水課 よりアプローチ開始	連携 実証結果を持って、2024年5月 移行打診開始 実証期間中の視察会開始	養殖作業負荷の軽減
熊本県 （熊本県八代市）	養殖のDXにおける効率化 （現在打診済み）	連携 実証結果を持って、2024年5月 移行打診開始 実証期間中の視察会開始	養殖作業負荷の軽減
青森県 （青森県下北郡大間町）	養殖のDXにおける効率化 （現在打診済み）	連携 実証結果を持って、2024年5月 移行打診開始 実証期間中の視察会開始	養殖作業負荷の軽減

6 普及啓発活動

取組概要	現在の検討状況	今後の取組予定	効果の見立て
養殖DXのPR	SNS活動による普及活動 (普及活動やあたらしい養殖業のPRを考案中)	SNSを通じ、Youtuberとのコラボイベント (コラボの実施時期を主催者と協議開始)	新規就労者、若手へのPRと興味付け (養殖業を担い手・若手に理解して興味を持たせ就労に繋げる)
香川高等専門学校による教育プログラム	AIやセンサ工学の応用として社会科見学に活用してもらう	香川高等専門学校の授業一環として検討	香川高等専門学校の成果を学生が確認および第一次産業へのAI活用を実感いただく
香川県による第一次産業（養殖業）のPR	PR内容含み、先端技術養殖の香川県を際立たせる	養殖発祥の地香川県が新たに第二発祥としての先端技術養殖を行う旨のPRで県内外にPRイベントを考案	第一次産業、養殖業への関心を高める
香川県下の小中社会科見学の実施	PR内容含み、先端技術養殖の香川県を際立たせる	香川県より教育委員会への社会科見学プログラムを考案	第一次産業、養殖業への関心を高める (新規就労者へ繋がる可能性)

全体まとめ

各種ソリューションをまとめた結果を記載（複数ページ）

1 実証結果

目的

本ソリューションでは、IoT・AIを用いた貧酸素水塊検出・赤潮予測による養殖業の生産性向上を図る。併せて水中魚体・餌食監視ツールも併用する。管理の容易な鯛・鮭の育成の自動化を行い、高収益魚種であるハマチ育成に注力することで、安定収益化を実現する。

アウトカム

- ①水質チェック工数
- ②育成度合いチェック工数
- ③センサーによる水質測定精度・
- ④測定データの伝送頻度
- ⑤カメラによる魚体監視精度
- ⑥AI画像認識による魚体品質計測の精度
- ⑦溶存酸素測定精度
- ⑧赤潮の発生検知精度
- ⑨監視(見回り)工数

検証の概要

効果検証

アウトカム

①、③、④、⑦、⑧

に関し、データログおよび画面表示にて「数字領域表示」におけるデータ整合性を団体・生産者が確認済み

アウトカム

②、⑤、⑥

に関し、画像データ・データログ受け渡し表示にて「物理画像・物理データの取得」におけるデータ受領を団体・生産者が確認済み

技術検証

アウトカム満足度を機能させるための

「数字領域」「物理画像・物理データ」の目視、表示、受領をクラウド上およびローカルPCデバイスにて正常表示可能かで、総合テスト合格の判断検証とした

視察会における「デモ閲覧」を視察会メンバー全員に閲覧可能にした

運用検証

生産者・香川県漁連の担当が「目視」「確認」「使用」することに難がなく、スムーズに閲覧可能かを実施

結果：

画面領域に関する表示は問題なく、普段の現場活用を行う旨通知

機能満足、使用者満足を得られる結果になった

ツール群	機能	技術機能	
①水中魚体監視ツール	・水中魚体測定・通知 魚体の成長度合い、日々の観測を行う ・水中下の餌食い把握 魚体の食いつき観測を行う	・エッジプログラミング 画像判定結果のみ処理して送信 Wifi6Eにて送信予定 AI機械学習・ビッグデータ集約	
②湾内、溶存酸素警告ツール	・溶存酸素モニタリング・異常通知 湾内、出荷前の個体保護 出荷前の最適化を行う 溶存酸素低下の通知 有人見回りコストの削減（スマホ通知） 24時間モニタリング	・エッジプログラミング センサ情報、カメラ情報を処理して送信 Wifi6Eにて送信予定 AIによる機械学習・ビッグデータ集約	Wifi6E StarLink
③赤潮発生警告ツール	・潮流を考慮した予測モデル 溶存酸素モニタリングに用いる技術に応用 定点センサーに溶存酸素モニタリング機器を配備 各箇所のモニターデータから赤潮発生予測を導き出す ・広域モニタリング 定点センサーに溶存酸素モニタリング機器を配備し 各箇所のモニターデータから リアルタイム潮流把握・赤潮被害の軽減の判断	・エッジプログラミング センサ情報、カメラ情報を処理して送信 Wifi6Eにて送信予定 AIによる機械学習・ビッグデータ集約	

② Appendix : 成果報告会資料

成果報告会資料（参考資料）

実施体制 (下線：代表機関)	(株) ビットコミュニケーションズ メルヘングループ (同) 香川県 JF香川県漁業組合 香川高等専門学校	実証地域	香川県香川郡直島町、香川県高松市庵治町 香川県東かがわ市引田
通信技術	➢ Wi-Fi6E、Starlink、VPN (暗号化通信)	目標	「後継者育成の人的コスト、いけす監視コスト、餌コスト、溶存酸素見回りコスト、赤潮被害コスト」など目視できない箇所の監視コスト15%削減、収益15%向上が目標
実証概要	漁業分野においては、後継者問題や教育・作業時間・物理的手間・人的コスト増の問題が発生、主業務である養殖に関する非効率化という課題が存在課題をAI・IoTセンサーとWi-Fi6E及びStarlink、VPNの通信技術で漁業分野の効率化およびDX化を目指す ➢ 香川県における漁業・養殖業者の悩みである後継者問題から派生する、養殖の教育・時間・手間・コスト削減と収益増をIoTセンサー・行動学習AIで効率化を目指す実証 ➢ Wi-Fi6E (通信技術) を活用し、海面生け簀の監視管理、溶存酸素・赤潮発生モニタリングを実施 ➢ 漁業・養殖業のDX実現を図る		

養殖場における魚体監視・潮流・赤潮検知データモデリングシステム（メイン実証地：香川県香川郡直島町）

ソリューションの概要図



アウトカム（実証）

- 測定データの伝送頻度
- センサーによる水質測定度
- AI画像認識による魚体
- 質計測の精度
- 赤潮の発生検知精度
- 溶存酸素測定精度
- 水質チェック工数
- 育成度合い
- チェック工数
- カメラによる魚体監視精度
- 監視(見回り)工数

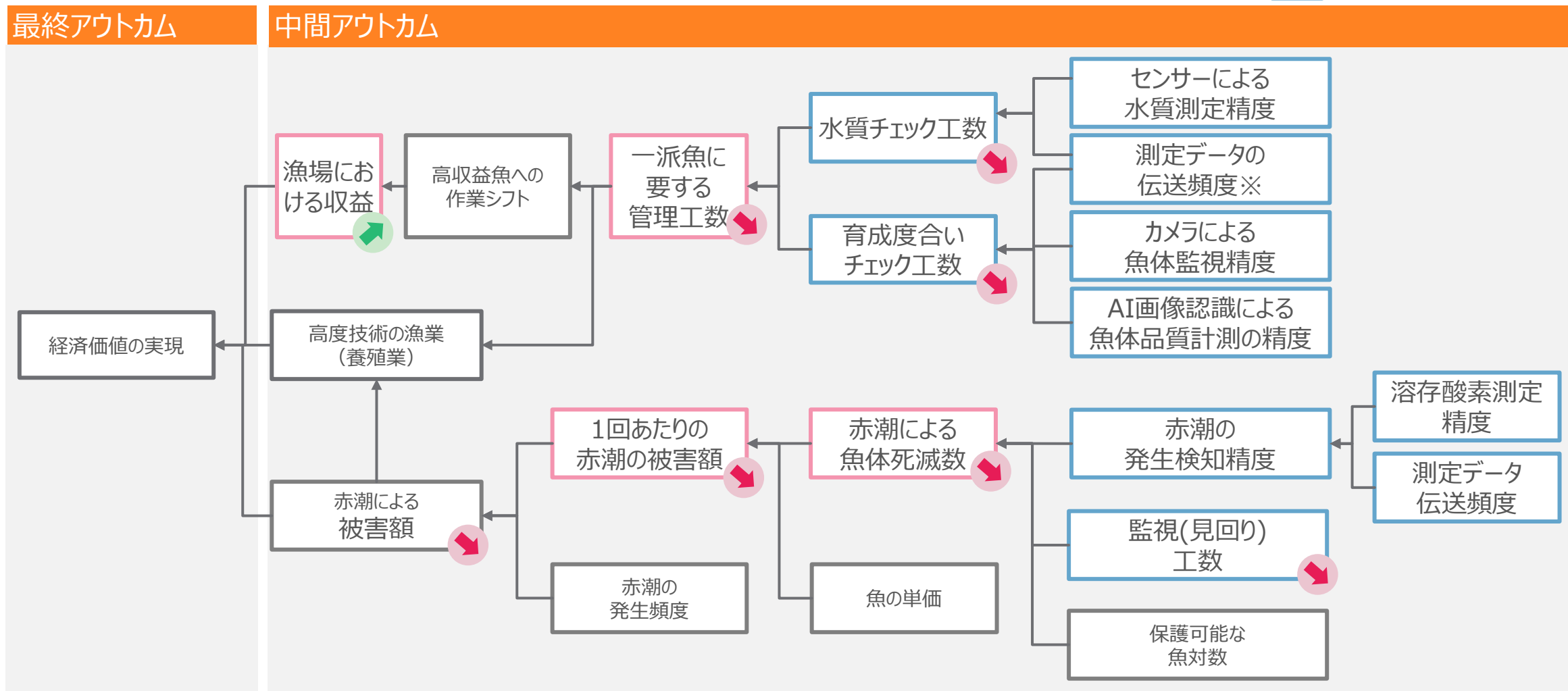
アウトカム（実証）を改善するソリューションの価値

高収益魚に注力、赤潮の回避をすることで、生産者自体の収益が15%程度向上する、これに市や県の補助および民間企業からの投資を受けることにより、地域の貢献および持続可能な養殖業（漁業）の発展が見込む

成果 (アウトカム) 指標

□ジックツリー

□ : 実装・横展開の成果指標
□ : 実証の成果指標



1 本実証における検証ポイントと結果

センサー・カメラ設置による、目視の労働コスト80%以上の削減成功

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
小割管理・監視 (センサとカメラによる小割環境および魚体成長のAI解析)	I 小割魚体監視 (カメラ巡回と魚体パターン解析による管理工数の削減)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	都度都度の魚体監視となったがテストカメラ機は4K画質にて撮影が可能であった。 水中WIFIを設定することに労力をかけたが、水中WIFIを実現することを可能にした。 上記2点が大きな効果となり、手元で生産者の魚体目視がより簡素化された。(見回りコスト80%超達成)	問題点、水中カメラの電源確保、USB化が必要であり開発継続させる。
	II 魚体の成長監視 (魚体が生産者にとって正しく成長しているか)	監視コストの削減 (見回りコストと同等)	テストカメラ機は4K画質にて撮影が可能であったため、魚体成長監視は順調であった。 AIによるアノテーション機能(自動測定)が高画質による恩恵にて簡素化されたため、より効果を発揮した。	
	III 水質チェック (現行の水質チェックの品質と相違はないか)	見回りコスト削減 (80%の工数削減)	水温センサの精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀水質状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。(見回りコスト100%達成)	
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究所の閾値と等しく予測できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー(DO)の精度による誤差は±0.5程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。(見回りコスト100%達成)	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。

1 本実証における検証ポイントと結果

ネットワーキングの100%性能保証

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
小割内のインフラ (センサ郡、Wi-Fi6E)	I Wi-Fi6Eルーティング (小割内のメッシュ接続による通信品質の評価)	パケットロス率0.1%以内 (野外における通信担保)	IPV6にて接続確認済み Ipv 4 に関し、既存接続でありログ割愛 すべてESTABLISHEDとなり正常稼働を確認 ロス率 0 %を達成	生け簀上のWIFI6Eメッシュ化に成功した。 ° (WIFI5の最大接続数100台) 通常ルータによるルーティングだが WIFI6E最大接続数200台の恩恵は、 今後拡張するセンサー群の集約に最大の効果を発揮する(現在1生け簀10-20台程度)
	II 他機器への影響調査 (混信・断線・その他不慮の通信ロスの接続評価)	パケットロス率を5%に設定	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。	
センサデータ (センサ郡、AIデータ処理部)	I センサデータの取得 (データロスが発生するか、正常にデータ送信が来ているか評価)	100%データ取得	本実証中のデータ欠損はネットワーク機器停止によるアラート発生・データ欠損に関し、機材側へSDカードを装着、ロス時データはSDカードへ保存する物理バックアップにて正常ロギングを確認評価した	データ欠損も、Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する
	II AIデータストア解析評価 (格納DB内での機械学習が生産者にとって評価できるものか検証)	データ整合性100%を担保 (機械学習解析が、生産者の理想とする作業タイミングのデータが取得できているか)	AI機械学習・アノテーションを可能にするデータ保存に関し、GCPの有用性を確認した(欠損率0%) ただし、ネットワーク機器停止の際はSDカードより物理的にデータをGCPへ読み込ませるアナログ対応を行った。	

1 本実証における検証ポイントと結果

赤潮研究所との差異が ± 0.5 の高精度測定を達成

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
溶存酸素・赤潮発生予測モニタリング (センサによる潮流、溶存酸素、プランクトン率をAIに保存、先読み予測を実施)	I 溶存酸素発生の有無 (稼働するセンサの閾値が正しいか)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	水温センサ同様、溶存酸素センサー（DO）の精度による誤差は ± 0.5 程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。（95%達成）	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す
	II 潮流センサと溶存酸素センサの整合性確認 (溶存酸素発生から潮流にプランクトンが乗った状態を把握)	香川県赤潮研究の閾値と等しく予測できるか	擬似的なDOと潮流によりAIモデリングを成功させている（赤潮研究所過去データよりデータ抽出し、軌道予測） 水温センサ同様、潮流計・溶存酸素センサー（DO）の精度による誤差は ± 0.5 程度の範囲があったが、香川県赤潮研究所、香川県漁連の数値とほぼ誤差がなく取得した。 最大効果は、自身の生け簀DO状態をほぼ正確に測れるため、公式データに頼ることなく独自で漁場判断を可能にした。（95%達成）	センサー設置場所による誤差が発生しているため、生産者の狙う箇所に正確に設置する必要がある。 来期、赤潮研究所にも同様のシステムを設置・共存し精度向上を目指す

1 本実証における検証ポイントと結果

生産者の意見を100%反映、使って貰えるUIの設計成功

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ユーザビリティ運用 (使い勝手)	I アプリ操作感	実装時に小割状態・赤潮発生が遠隔での画像確認の操作を迷うことなく実行できる。	生産者・香川県漁連の意見を100%反映させたWebUIを開発、各ステータス画面・生け簀状態画像・水中カメラによる魚体画像を取得表示を可能とした。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 (高齢者対策)
	II データ連携基盤、スマホ等	サポートなしに閲覧できること	生産者・香川県漁連ともに説明なく画面操作を自己端末にて操作を行った。 とても便利に使用してくれている感触を得ている	フォントの拡大が必要 (高齢者対策)

1 本実証における検証ポイントと結果

Zoom、Slackを100%活用し、遠隔地チームビルディングに成功

ソリューション	検証ポイント		検証結果	考察
	項目	目標		
ネットワーク運用 (小割内Wi-Fi6E、センサー、カメラ、エッジPC)	I データロギング (設置したセンサ郡、カメラのデータが正常にクラウドサーバへ記録できているか検証)	通信不良時でも100%データ保存担保	IPV6にて接続確認済み Ipv 4 に関し、既存接続でありログ割愛 すべてESTABLISHEDとなり正常稼働を確認 ロス率0%達成	生け簀上のWIFI6Eメッシュ化に成功した。 (WIFI5の最大接続数100台) 通常ルータによるルーティングだが WIFI6E最大接続数200台の恩恵は、 今後拡張するセンサー群の集約に最大の効果を発揮する(現在1生け簀10-20台程度)
	II センサ・カメラ破損のロギング (設置したセンサ郡、カメラが破損した場合のアラートを検証)	破損時アラート発報	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	
クラウドサーバ内データ運用 (小割データ群)	I データ整合性 (小割データ群受信時、あらかじめ定めたデータ群が格納できているか検証)	データ未格納時のアラート	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する Slackによる運用効果が絶大であり、今後の運用に最大活用する 来期、データ格納をGCPからAWSに変更し、より一般的な運用を行えるように拡張する
	II DB格納整合性 (小割データ群から機械学習させる場合のデータ整合性を検証)	データ格納マッチングアラート	ネットワークロギングより異常値・通信停止が発生した場合、Slack・メールへ通知する処置を施し、開発・運用メンバーの助けとなった。 100%達成	

ソリューションの実装・展開に向けた課題と対応策

水中カメラ・電源は特に課題があり、今後の重点的取り組みとする

	残課題	対応策	対応する団体名	対応時期
実装に向けて	- いけす上の電源確保の再編 - ポータブルバッテリー容量およびパネル発電量の見直しが必要 - 水中カメラを簡素化 - 水中化ではWIFIが届かないため、エクステンションケーブルを這わせWIFI環境を水中に実現したが、効率が悪く設置の都度エンジニアが必要となる、水中ドローンで代用できるか思案 - 現在Googleクラウドを利用しているが、国内エンジニア数が足りず不慮の事態に対応が難しい、AWSへ移行準備を行う	- 電源メーカーおよび商社と連携する必要がある - 水中カメラに関し、水中ドローンメーカーと競技する必要がある - カメラ機器自体の電源・バッテリー問題を解決する必要がある 例：産業用バッテリー・パネルに変更 USBカメラの完全防水化を設計する - GoogleクラウドからアマゾンWebサービス（AWS）へ技術変更する	メルヘングループ合同会社	24年3月以降全対応 - 来期実証のテーマにもなる
横展開に向けて	- 大容量ポータブルバッテリーの単価を下げるか、普及価格帯ポータブルバッテリーの使用で耐えられるシステム設計の見直し - 水中ドローン、AWSへの移行費用を下げられるかの交渉（バルク交渉必要）	- メーカー商社との連携および調整を続ける - 価格・サポート・供給の確保 - 各メーカーより仕様および事例から最適な稼働環境を提供いただく - 場合によっては共同製品開発へ進む	メルヘングループ主体となり、地域ITベンダーや自治体とのチーム編成を行い普及活動を広める	24年4月移行営業活動開始 - 実需に対し製品改良の必要性がある

2

実証や普及啓蒙活動を通じて、導入側から得られた声

作業確認の簡素化と漁業が先進的技術を使うブランド価値の向上

発言者（自治体・企業・団体等）	どのような印象を得たか	どのような効果を得たか	総評
岡田水産 岡田氏 （実証生産者）	自己いけすを実証現場として提供し、漁業DXを直島でもやっているという先進性を感じている。 今後、活用できるように漁師仲間へ広めようと思う	現地での目視作業が簡素化できた 出荷予測・赤潮予測はこれからだが潮流が読み取れるため波の状態が陸でもわかるのは効率的	作業負担を30%以上軽減できている（いけす目視、潮流、波の状態を陸上で確認できている）
香川県漁連 栩野氏 （漁連担当）	直島近辺の漁場状態を把握できるのは漁連としてもありがたい 今後、屋島・引田・その他漁協への啓蒙を行う	漁場状態を本部で確認できるのは有効的であり効率的である	作業負担を30%以上軽減できている（いけす目視、潮流、波の状態を陸上で確認できている） 生産者へのコミュニケーション増大（数値では表せない成果）
河元水産 河元氏 （直島・岡山生産者）	岡田水産の取り組み、羨ましく見ていました、来期はこちらでも実施してほしい	岡田水産で実感されてることが、我々の手元でも出来れば作業効率が変わる	来期必ず手を挙げる 早くやりたい！
香川県水産試験場 向井氏 （場長・研究所所長）	来期、直島の取り組みを試験場で実施してほしい	赤潮研究所と連携し、より赤潮に対するエビデンスを確立させることができるのではないか	来期を期待する

3

実装・横展開のスケジュール

生産者の使用感満足向上のため装化に向け、来期は電源・カメラの再設計、AI予測モデリングの精度を高める

2023	2024~2025	2025~
本実証	次期実証・実装	実装・横展開準備
小割監視、溶存酸素発生監視 小割管理、溶存酸素（赤潮）発生予測モニタリング(メイン小割、直島町での実証) （直島町を筆頭に、庵治、引田地域とのデータ比較状況の仮説検証） （運用実態の確認） （他地域への横展開の立案）	本実証から得られた結果を改良 電源・水中カメラの再設計 AIによる予測モデリングの高度化 （来期実証テーマともなりえる） 漁業DXの実装(実証機の導入) （実証での修正版を横展開） （香川県近隣、愛媛県・岡山県へ同一実証機を漁連および県水産課より展開）	他養殖地への展開 （正規版導入） （他県での赤潮対策、小割対策への展開＊宮崎県、福井県、青森県を想定） （利用者、ユースケースの確認） （小割データ、赤潮データによるビッグデータ解析後の指導・予測AI構築）

現場ネットワークサマリ

香川県香川郡直島町地先、実証現場のサマリ

ネットワーク実施現場：岡田水産小割（生け簀）

■ Wi-Fi6E等ならではの長所がどのように活用されているのか

- Wi-Fi6Eを採用する最大の特徴は新たに加わった「6GHz帯」、「2.4GHz帯/5GHz帯」3つの周波数帯で通信が可能、最大接続数が100台のWi-Fi5の2倍200台である。Wi-Fi端末が増えるに沿って「接続数の枯渇」「他の機器と電波が干渉する」「混雑してつながりにくい」通信トラブルが発生すると共に、センサー端末が増加したり、他の通信影響を最小限にする必要があり電波干渉を避けた通信を行えるWi-Fi6Eの必要性を重視した。

■ ネットワークを敷設する場所

- 生け簀 ひとつあたり大きさ（12m x 12m、30m x 30m）
- センサー利用想定 水深2.5-5m、

■ 無線通信技術等を活用するユーザー

- 生産者、システム管理者（香川高専・高松PJチーム）

■ 送受信するデータの内容・性質

- 監視ユニット（高画質画像、観測データ）
- 海面リアルタイム映像データ（HD）対象：潮流・魚影・天候・防犯
- 例）海中リアルタイム映像データ（HD）対象：魚体、餌のくいつき状況

以上、報告終了
No8団体：株式会社ビットコミュニケーションズ
2024/03/15