

長崎大学

五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

提案者	長崎大学、佐世保工業高等専門学校、五島市、菱計装(株)、システムファイブ(株)、(公財)ながさき地域政策研究所、KDDI(株)
対象分野	農林水産業
実施地域	長崎県五島市玉之浦地区
事業概要	➤ 五島市では「マグロ養殖基地化」を目指しているが、赤潮対策が喫緊の課題となっている。クロマグロは通常の魚種に比べて赤潮に対し脆弱性が高く、既存のクロロフィル計測では精度、時間的観点から対応が困難である。 ➤ ドローンによる多地点採水およびディープラーニングを用いた画像解析による有害プランクトンの判別、ドローンによる空中からの赤潮分布状況の把握、クラウド経由での漁業者への赤潮状況の早期通知を実施する。

地域課題(問題点)

検知タイムラグ

従来の方法では、採水～赤潮発生検知まで**半日程度**の時間を要するため、リアルタイムの対策ができず、赤潮被害は甚大なものとなっている。

赤潮対策の労力

赤潮を発見するための自主パトロールは**年間360時間**を費やしている。

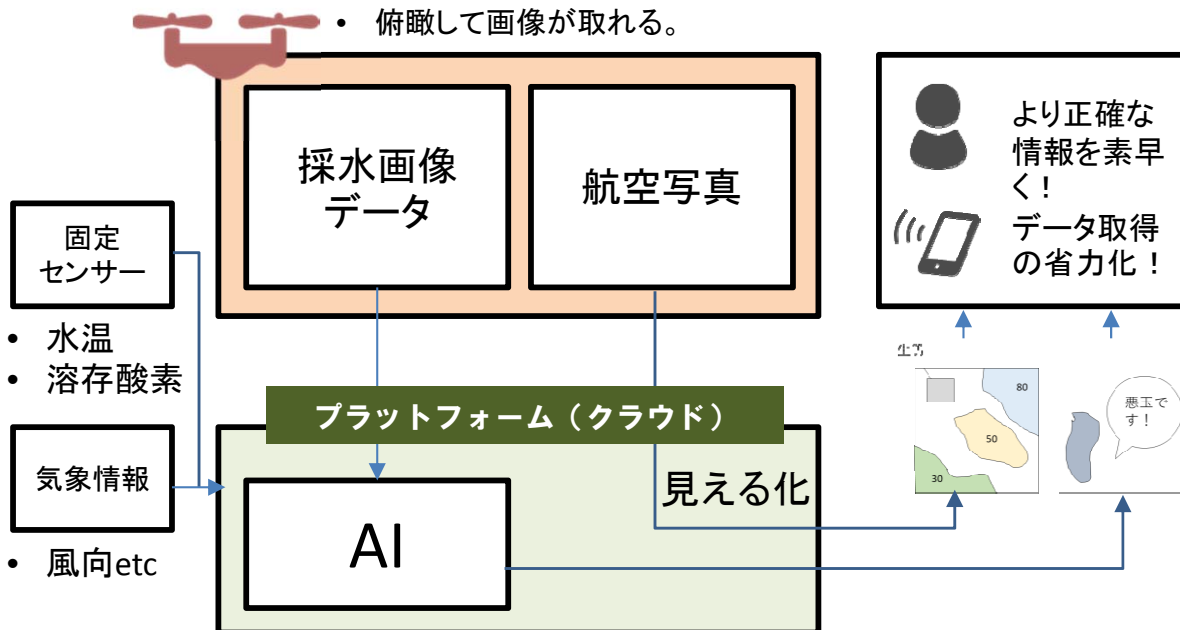
検鏡の労働時間

検鏡は現状人力で行っており、**年間100時間程度**を費やしている。

地域課題解決に資するIoTサービス

<ドローンの強み>

- ・ 多地点で、取れる。(センサーコスト低減)
- ・ 俯瞰して画像が取れる。



(※) 赤潮の検鏡：顕微鏡を利用して、プランクトン量など赤潮状態を検査・測定すること。

実証成果(KPI)

検知タイムラグ

採水～赤潮発生検知までの所用時間**10分20秒**を達成。時間短縮による、赤潮被害の削減に有効であることを確認。

赤潮対策の労力

パトロール時間を年間**360時間**から3分の1の**120時間**へ短縮可能であることを確認。

検鏡の労働時間

当該作業を原則画像解析で実施することにより、検査者がそのチェックを行うことで、**年間17時間程度**に低減可能であることを確認。

長崎大学

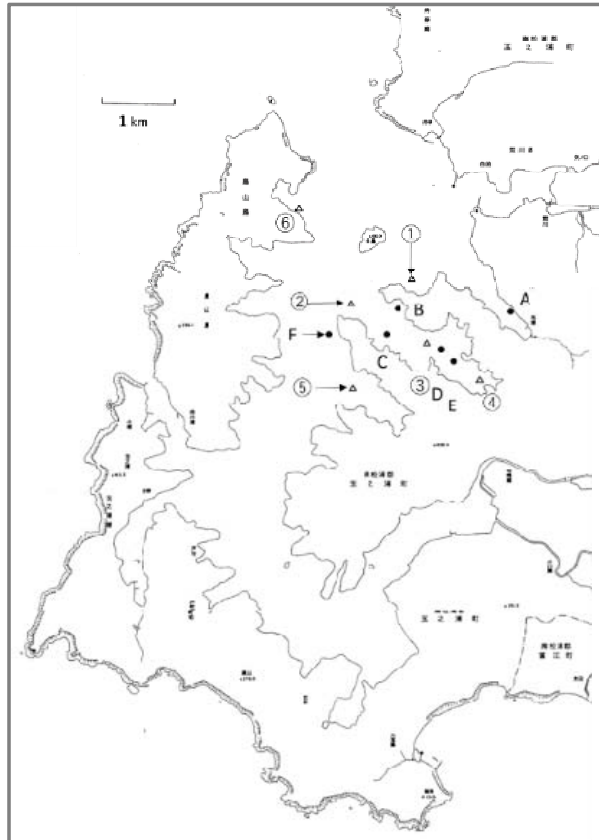
五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 実証地域の基本情報

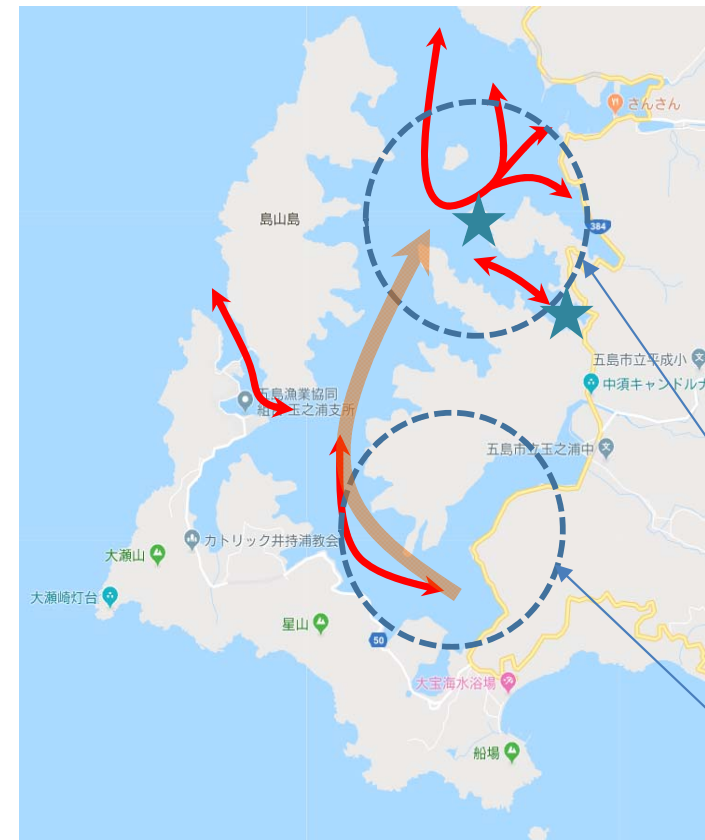
地域名：長崎県五島市（玉之浦地区）

主要養殖事業者：4社

当該地域ではマグロ、タイ、ブリ等の養殖がおこなわれている。中でもマグロは推計生産額20億円前後/年の主力魚種である一方、赤潮に対する脆弱性が通常の魚種の10倍程度高く、地元事業者で赤潮対策が求められている。過去には2013年に2,400万円、2015年に2,000万円の赤潮被害が発生している。



マグロ生け簀の養殖場所（●印）付近の
赤潮観測定点予定地（△印の①から⑥）



ドローンによる飛行想定空域
ドローン飛行基地候補地

潮の流れ
（漁業者へのヒアリング結果）

過去に発生した
赤潮伝播
（矢印上を一週間程で伝播）

主要な養殖地域

赤潮発生源として
注視すべき海域
（発生した赤潮が
湾北部へ伝播）

長崎大学

五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 活用するデータと状況

センシング対象	データの種類	データの収集手法	データの量	データの活用方法と効果
海面着色状況	画像	ドローンによる空撮	(実証終了時) 五島玉之浦湾河原浦: 空撮動画20分、空撮画像6枚 (9月21日) 五島玉之浦湾銭亀崎: 空撮動画30分、空撮画像25枚 ※1回あたり10分、8~10枚 (9月21日、10月9日、1月22日)	活用方法: 海面の着色状況を色見標本と比較することにより赤潮発生の危険度を察知し、より精度の高い採水によるプランクトン量検出を行うべき海上スポットを特定するための基礎情報とする。 効果: 赤潮発生の可能性が高い採水地点の選択が可能となり、効果的な採水が可能となる。
海水中の赤潮プランクトン量	画像	ドローンによる採水 顕微鏡による拡大画像の取得	(実証終了時) 学習データ: 有害プランクトン5種、 合計:92000枚 (Ca:18400枚、Ck:18400枚、 Cm:18400枚、Ha:18400枚、 Km:18400枚) 判別データ: ドローン採水、 1m、3m、5m水深データ	活用方法: 学習データ:赤潮プランクトンを顕微鏡撮影画像で判別するためのディープラーニング学習用画像データとする。 判別データ:ディープラーニング学習結果を用いて、海水中の赤潮プランクトン量をリアルタイムで判別するための画像データとする。 効果: 採水～通知の時間が短縮される。 (6時間→12.3分)

長崎大学

五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 実証地域の様子

空撮用ドローン



採水用ドローン



採水



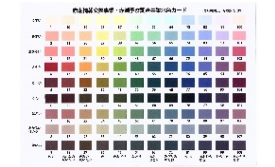
飛行データ

空撮画像



五島市玉之浦湾銭亀崎

海面色比較



座標

発着基地

検鏡



Deep Learningによるプランクトン判別

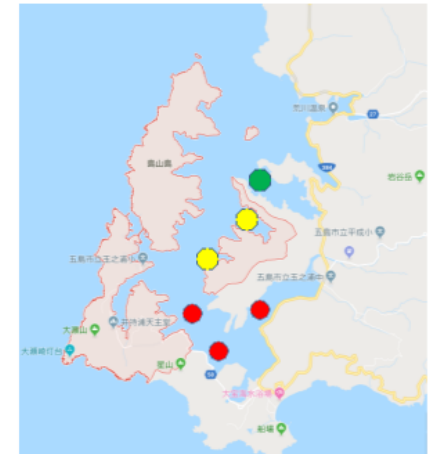


リアルタイム通知

赤潮リアルタイム表示

航空写真 赤潮判別 県水質情報

地域選択 銭亀崎 ▼ 2018/09/21



通知画面のイメージ



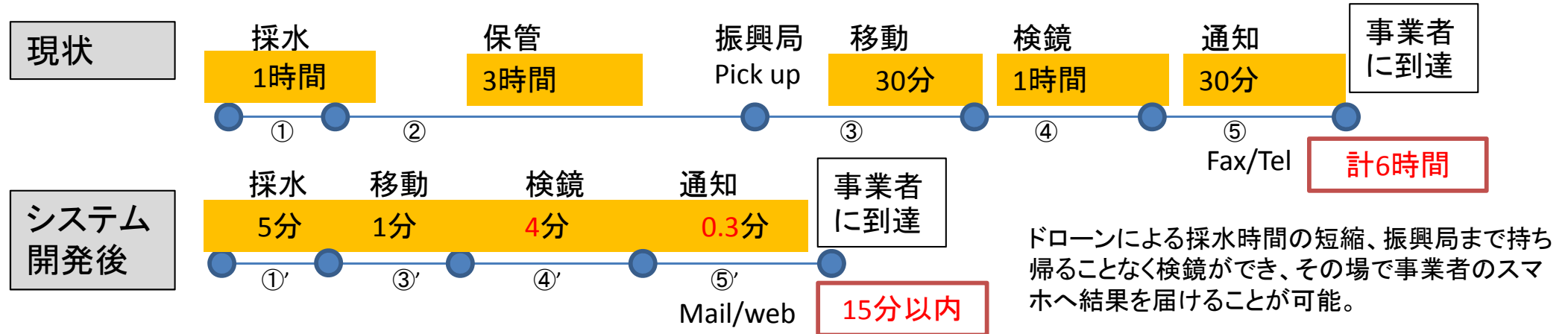
メールによる通知

長崎大学

五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 実証事業の成果

KPI (1) 採水～赤潮検知・通知 [現行設定時間] 半日→15分



KPI (2) 海域パトロール

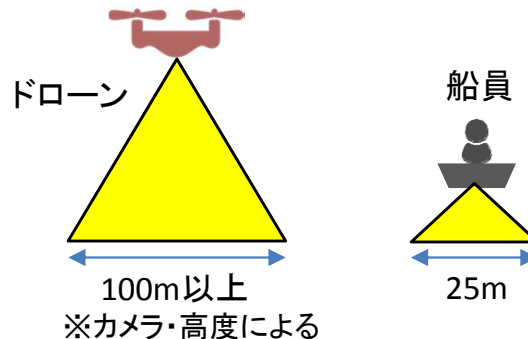
[現行設定時間] 年間360時間 → 120時間

船と同じ範囲を同じ速度で巡回する場合、1/4以下へ時間を減らすことが可能。

船
1回あたり 2時間 × 2名

ドローン
1回あたり 0.5時間 × 1名

高高度から一度に
広範囲の撮影が可能



KPI (3) 自主検鏡(人手労力)

[現行設定時間] 年間100時間 → 17時間

システム開発後は、偵察用ドローンによって広域の海面監視が実施される。海面状態を判断して必要な地点だけで採水するため、サンプル数は、現状の555サンプルの1/3程度への減少が見込まれる。

① 移動時間: 現状50時間 → 5時間

内訳: 5時間 = 5分/地点 × 555サンプル/3 ÷ 3サンプル/地点

② 検鏡時間: 50時間 → 12時間

内訳: 12時間 = 4分/サンプル × 555/3サンプル

長崎大学

五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 今後の取組

■ 収益モデル

＜収益モデル＞

- ・ 持続的な組織（法人格）が、漁業協同組合と養殖事業者から構成される協議体に対して、海水サンプリング画像収集サービス、有害赤潮リアルタイム判別サービス、リアルタイム通知サービスを提供する。
- ・ 協議体は、持続的な組織に対して、サービス利用料を支払うことにより、導入コストとランニングコストを負担する。

＜ヒアリング結果＞

- ・ 五島漁業協同組合玉之浦支所と本支所管轄の養殖事業者にヒアリングした結果、主に、サービス利用料として一養殖事業者あたり月額数万円程度が適当との意見であった。
- ・ なお、同支所や養殖事業者等の現地関係者、本システムの開発者、有識者にヒアリングした結果、以下の効果と課題を確認した。

[効果]これまでよりも早期に赤潮を検知することにより、いち早く赤潮対策（餌止め・生簀移動等）を講じることが可能。

[課題]協議体が本システムを導入するにあたっては、検鏡の精度を十分に検証することが必要。

＜被害額シミュレーションと月額利用料＞

- ・ 五島市玉之浦地区では、2013年に2,400万円、2015年に2,000万円の赤潮被害が発生している。本事業のシステム未導入の場合の、将来の赤潮被害シミュレーションとしては、2年に1回2,000万円程度の赤潮被害額が想定される。
- ・ 1年目、3年目、5年目に各1団体を新規利用者として拡大すると仮定した場合、月額利用料と初期費用を以下の通り試算した。ドローンは、各利用者が占有する機体導入のための初期費用が発生し、赤潮判別・通知は、各利用者が同一システムを共有するため、初期費用が発生しないことを前提とした。

（月額利用料）

- ・ ドローン：55,000円/月・団体
- ・ 赤潮判別：44,000円/月・団体
- ・ 通知システム：22,000円/月・団体

（初期費用）

- ・ ドローン：機体費用
- ・ 赤潮判別：なし
- ・ 通知システム：なし

- ・ 上記の利用料を2年間負担した場合の合計額は下記となり、被害額シミュレーションの2,000万円よりは安価な金額となる。

- ・ ドローン：55,000（円）× 24（ヵ月）=1,320,000（円） + 機体費用
- ・ 赤潮判別：44,000（円）× 24（ヵ月）=1,056,000（円）
- ・ 通知システム：22,000（円）× 24（ヵ月）=528,00（円）
- ・ 総額（2年間）：2,904,000（円） + 機体費用

長崎大学

五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 今後の取組

■ 展開シナリオ

全国各地の漁業協同組合や養殖事業者等に対して、「海水サンプリング画像収集サービス」、「有害赤潮リアルタイム判別サービス」、「リアルタイム通知サービス」を提供することで、養殖業における赤潮被害を削減と事業採算性の向上に貢献する。

・ 展開主体及び体制

展開の主体・技術的な問い合わせ：長崎大学 / システム全体の販売窓口：システムファイブ
 システムごとの販売・お問い合わせ 海水サンプリング画像収集ロボットシステム：安達
 有害赤潮リアルタイム判別システム：システムファイブ
 リアルタイム通知システム：KDDI

・ 展開方法

積極的な对外発表（学会発表、長崎大学東京セミナー）、イベント出展、論文発表、県を通じた関係機関へのアプローチ。

・ 展開先

協議体（漁業協同組合・養殖事業者）と研究機関（水産試験場・栽培漁業センター）を対象とする。

・ スケジュール

2年後の商用化を目指す。また本事業終了後も以下については継続して取り組みを行う予定である。

- 検鏡精度の検証と向上、検鏡作業の自動化検討
- 衛星画像を活用した赤潮予報の実現検討

<ヒアリング結果>

- ・ 国立研究開発法人水産研究・教育機構と愛媛大学にヒアリングした結果、主に、以下の意見を得た。
 - ドローンや解析ソフトを活用した採水や検鏡の技術は、海洋環境のモニタリングの業務効率化に期待できる。
 - 初心者が検鏡によりプランクトンを特定することは難易度が高い。自動検鏡によりプランクトンを特定できる技術は、有望と考えられる。
- ・ 長崎県の新松浦漁業協同組合（松浦市鷹島町）、針尾漁業協同組合（佐世保市針尾）、かん水魚類養殖業議会（長崎市）、養殖事業者（松浦市鷹島町）にヒアリングした結果、主に、以下の意見を得て、本実証事業の成果物の横展開の可能性を確認した。
 - 採水から検鏡の時間が短縮されると、業務効率化につながり有効である。
 - タイやトラフグといった養殖魚はマグロよりも赤潮耐性が強く、餌止めをすればへい死を防ぐことが可能であるため、解析ソフトでは、餌止めタイミングを検知できるプランクトン種類とプランクトン数（正值でなくとも桁数が正しければ良い）がわかれば、実用可能と考える。

長崎大学

五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

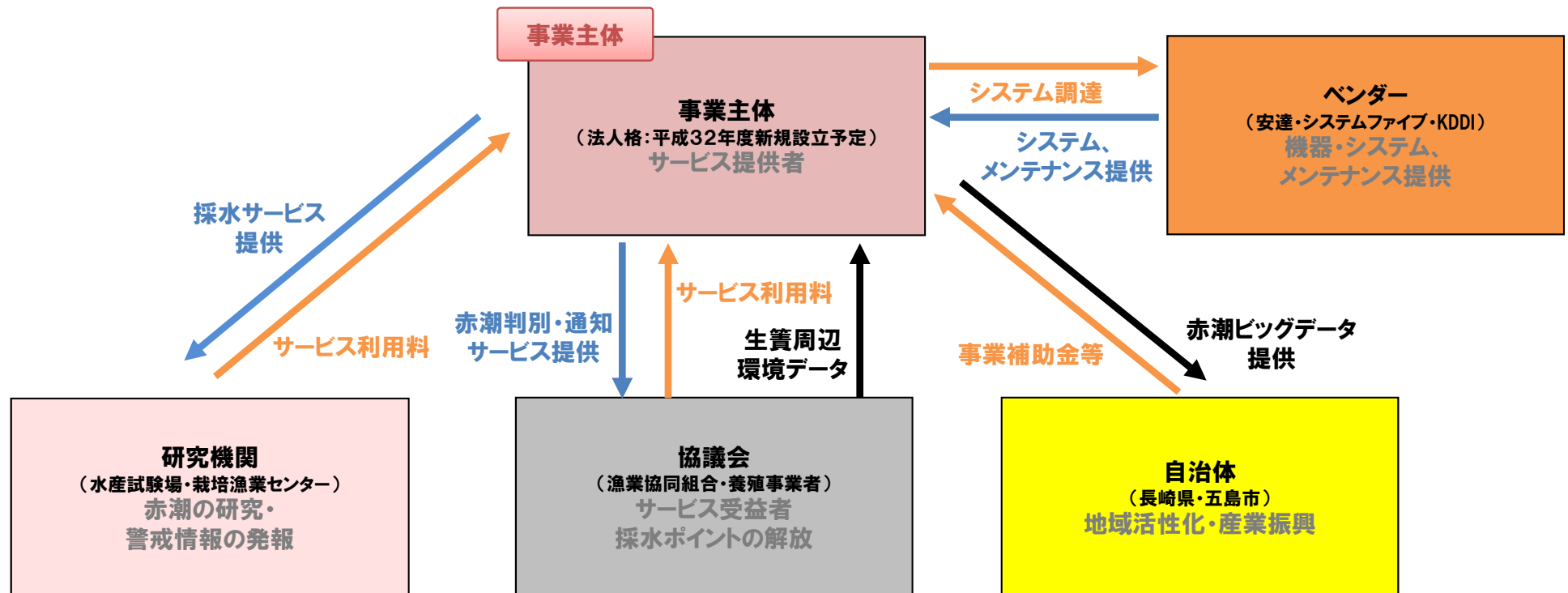
■ 実証事業の全体構造(ロジックツリー)

事業の目指す姿	「目指す姿」を実現するための課題	課題ごとの解決策	解決策の評価				
			評価方法	モニタリングする指標 (KPI)	実証前の値 (測定年(月日))	現状の値 (測定年(月日))	実証終了時の値 (測定年(月日))
赤潮被害の低減	赤潮状況の早期通知	ドローンによる海況把握、AIによる検鏡、漁業者向けアプリ導入	現状の赤潮状況の通知にかかる時間との比較	採水から赤潮通知にかかる時間	6時間 (2018年7月)	6時間 (2018年11月)	10分20秒 (2019年2月)
			赤潮被害額について、過去の事例との比較	特定のケースにおける赤潮被害額	4,800万円/5年 (2012-2016年)	検証中 (2018年11月シミュレーション)	検証中 (2019年2月シミュレーション)
	【データ取得】 ドローンによる海況データの取得	空撮・多地点採水可能なドローンの開発	既存のデータ取得にかかるプロセスとの比較	データ取得にかかる時間×人員数	2時間×2名/回 (2018年7月)	検証中 (2018年11月)	0.5時間×1名/回 (2019年2月)
			事前把握する海域の広さ	画像により識別対象となる海域広さ	自生生物周りの定点のみ (2018年7月)	1km2/回 (2018年11月)	1km2/回 (2019年2月)
			既存の採水用ドローンとのスペック比較	一回の飛行で採水可能なサンプル数	1サンプル/回(※) (2018年7月・既存のドローン)	3サンプル/回 (2018年11月・開発したドローン)	(2019年2月) 3サンプル/回月・開発したドローン
			開発する判定システムの正解率と、手動判定との正解率の比較	判定システムの正解率	システム存在せず (2018年7月・既存の判定システムの正解率)	正解率比較できない (2018年11月・開発した判定システムの正解率)	正解率:91.5% (2019年2月・開発した判定システムの正解率)
	【データ解析】 AIを使用した検鏡システムの導入	AIを用いた判定システムの開発	既存のデータ解析にかかるプロセスとの比較	データ解析にかかる時間	3~6分/枚 (2018年7月)	検証中 (2018年11月)	4分/枚 (2019年2月)
			既存の解析結果通知にかかるプロセスとの比較	解析結果通知にかかる時間	30分(解析結果をFAX、TEL) (2018年7月)	検証中 (2018年11月)	20秒 (2019年2月)
	【解析結果通知】 漁業者に通知するアプリケーションの構築	漁業者へのアプリケーションの普及展開	漁業者へのアンケート	アプリケーションの満足度(5段階)	未測定 (2018年7月)	未測定 (2018年11月)	直感的に分かる4.3、事業の役に立つ4.5の評価 (2019年2月)

※青色ボックスは当該コンソが実証事業を通して検討するべき項目

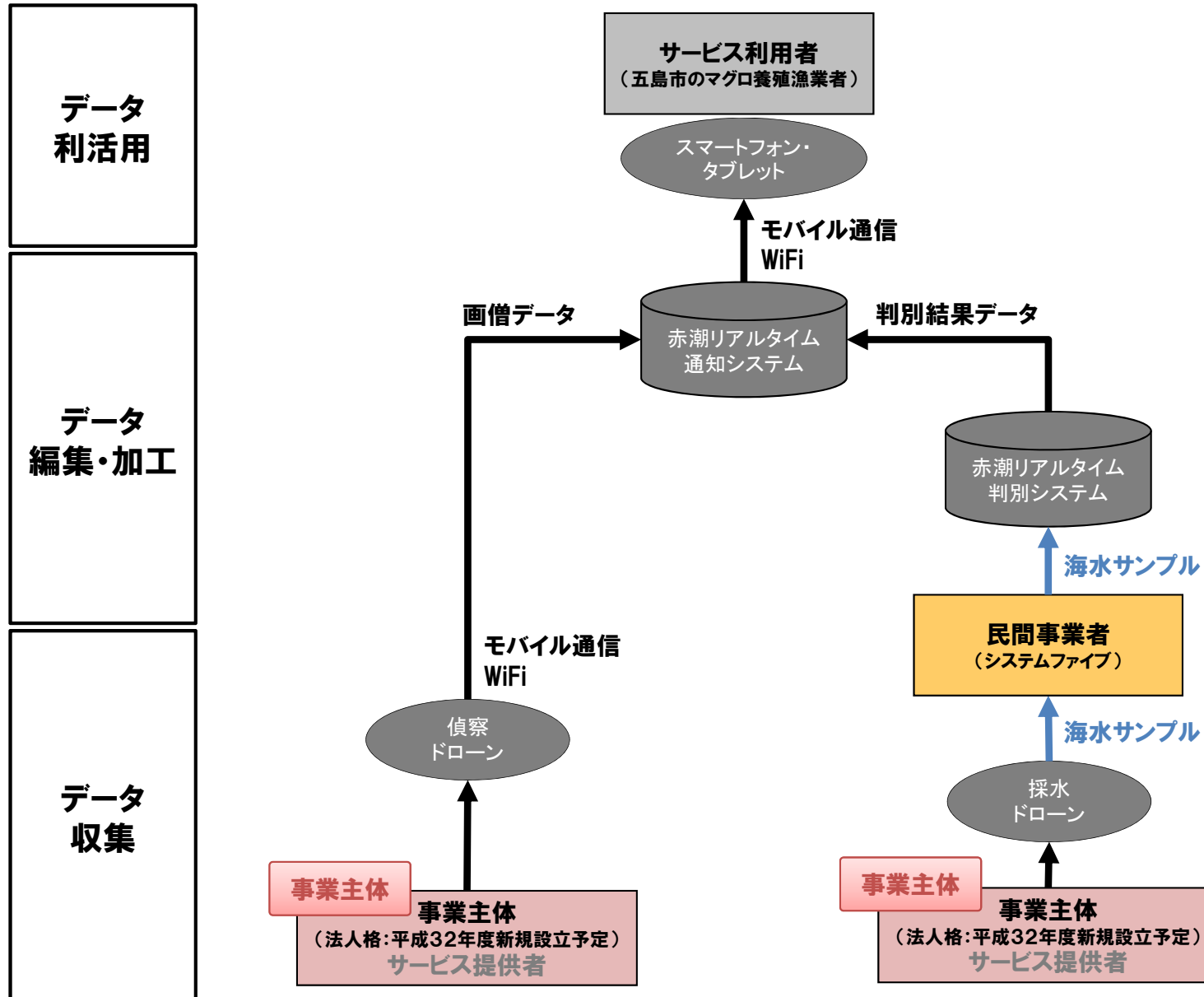
五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

ビジネスモデル



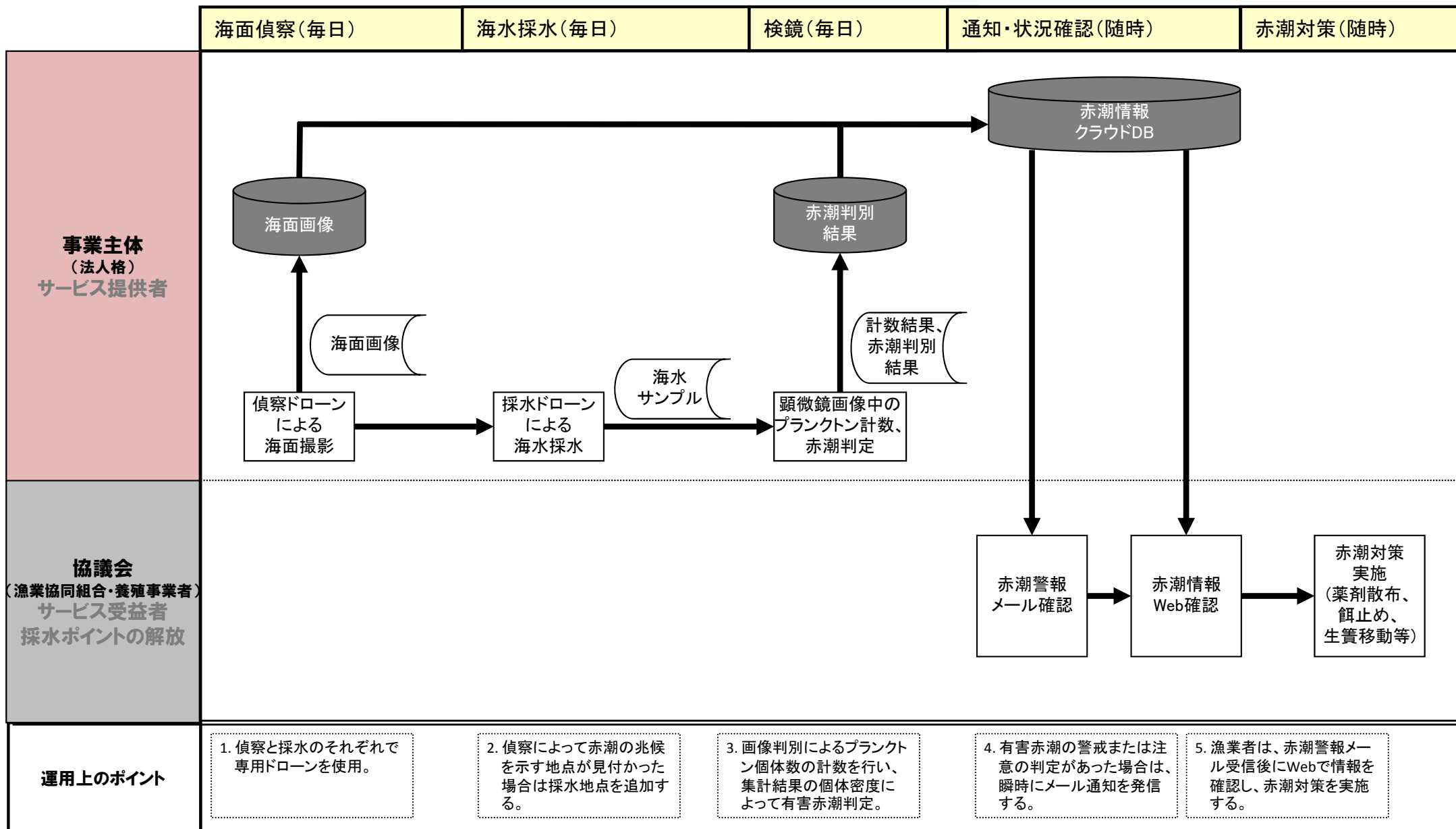
五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

システム構成モデル



五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

業務フローモデル



五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 実証事業に基づき検討されたルール(案)等

■ ルール等① 取得されるデータの保有権利者及び公開先の取り決め

- ルール概要1:採水にかかるドローンからの空撮画像は、撮影対象の海域に設備を保有する養殖事業者が保有する権利者となり、画像データの公開先は湾内の養殖事業者や対象漁協、県、五島市、西海区水産研究所に限るものとする。
- ルール概要2:湾内で採水した水質データ(悪玉プランクトン量)は基本的にはドローン運用者、画像解析AI運用者が保有する権利者となるが、必要に応じて湾内の養殖事業者等の確認を要することとする。公開先はドローンからの空撮画像データと同様とする。

■ ルール等② スマートドローンの漁場での活用に関するガイドライン

- ルール概要1:飛行予定エリアは予め電波環境調査を行うことが望ましい。また、携帯電話の基地局からの電波によって航行中に、機体が携帯電話のエリア外に出た場合、自動航行により引き返す、または発着点に戻る機能を具備することが望ましい。
- ルール概要2:機体自体は防水仕様、塩害対策仕様、着水時に沈まない工夫が必要と考えられる。
- ルール概要3:漁業権が設定された海域の上空を飛行する場合、それぞれの海面利用権を持つ事業者から予め許可を得て飛行するのが望ましい。その場合であっても、他人の施設(例えば、船舶、養殖施設等)の上空を飛行することは避けるべきであり、海面から10m以上の高度を保って飛行することが望ましい。また、海上の漁業者、ダイバー、遊泳者等に注意が必要となる。

■ ルール等③ 空撮・採水ドローン活用上の取り決め

- ルール概要:採水ドローンであるAkabot II は、独特な採水のための操作を必要とするため、操縦者は事前に講習を受けるものとする。講習はAkabot II の販売代理店である株式会社安達が行う。また、ドローン活用のガイドライン(事故発生時の対策など)は、国土交通省の『無人航空機(ドローン・ラジコン機等)の飛行ルール』に則り、五島市、漁協および養殖事業者と協議の上で作成する。
- 課題:目視外でのドローンの飛行は制限されているため、現状では赤潮発生の注意が必要な海域を目視内での飛行によりカバーできるよう、複数のドローン発着場が必要となる。解決策として、ドローン自動操縦システムの装備やフェールセーフ機能の向上、操縦訓練、飛行申請マニュアル等を整備し、効率的な運用のために目視外での飛行が可能な体制を整えることが考えられる。

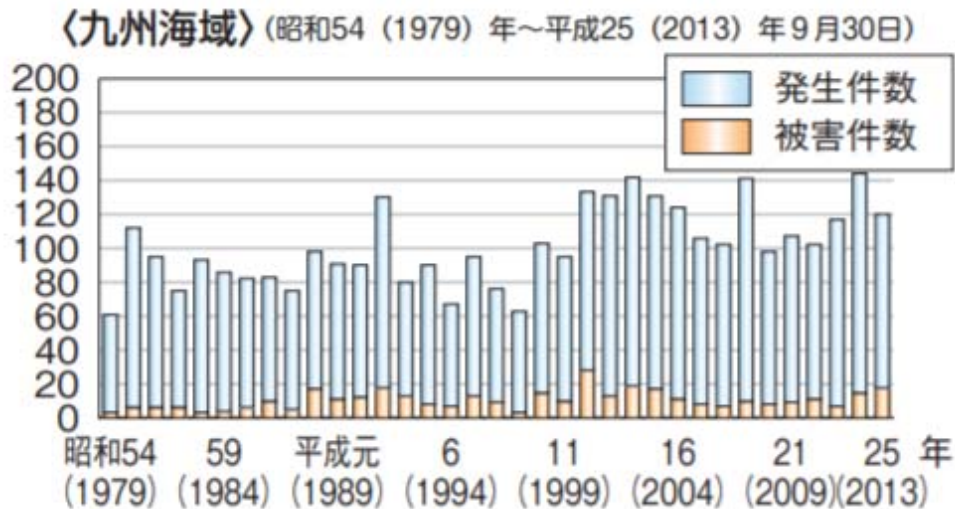
五島・マグロ養殖基地化を実現するIoTシステムの実証事業

■ 基本情報

国内の赤潮被害に関する問題

- ✓ 主に植物プランクトンの大量発生が原因である赤潮によって、特に魚類・貝類養殖において被害が発生。九州海域では平成12(2000)年以降高い水準で横ばい傾向にあるが、依然として漁業被害が発生。有害赤潮は五月から九月頃に多く発生する。
- ✓ 養殖業では、ブリ等出荷時期が秋以降になる魚種において、出荷直前の時期が赤潮の発生しやすい夏となるため、赤潮による大きな被害がたびたび発生。

赤潮発生件数・被害件数の推移



出所)「平成25年度水産の動向」「平成26年度水産施策」(水産庁)

赤潮対策の取組状況(現状)

- ✓ 現場で漁業被害を起こさない為の赤潮対策として、原因プランクトンの早期識別、発生漁場での養殖魚への餌止め、赤潮からの回避(筏の移動等)などが重要と言われている。

赤潮対策の流れ

赤潮の発見	➢ 海域の色がおかしいと感じた漁業者が、海水サンプルを採取し、水産業普及始動センター及び総合水産試験場に調査依頼。 ➢ 県が赤潮発生水域に関係する市町および漁協と協力して、赤潮調査を実施し、その結果を赤潮速報として取りまとめて関係機関にファックスで送付。水産試験場のホームページでも結果を公表。
赤潮の対策	➢ 餌止め: 養殖魚の酸素の消費を防ぐ ➢ 粘土吸着物の散布: 赤潮プランクトンの駆除 ➢ 生け簀の移動

出所)「有害赤潮対策について」(長崎県総合水産試験場 環境養殖技術開発センター 漁場環境科)等を参考に作成

現状の課題

- ✓ 植物プランクトンの大量発生を原因とする赤潮による大きな被害がたびたび発生している。
- ✓ 赤潮発生時には、餌止め・粘土吸着物の散布・生け簀の移動、といった適切な対策を行う必要がある。そのために、赤潮の早期発見が課題となっている。