

画像認識技術（画像AI）を用いた海岸陸間 監視（モニタリング）システムの開発

（国研）水産研究・教育機構 水産技術研究所 ○三上 信雄
大井 邦昭
明田 定満
佐伯 公康

[資料の構成]

I 背景と目的

II システム構成

III 現地実証試験

IV 海岸陸間監視システムの社会実装

V まとめ

1. 背景と目的_陸閘とは

陸閘とは、「堤防、護岸又は胸壁の前面の漁港、港湾、海浜等を利用するために、車両及び人の通行のために設けた海岸保全施設」「閉鎖時に堤防、護岸又は胸壁の機能を有する」（海岸保全施設の技術上の基準・同解説）

→ **高潮・津波等の来襲時には確実な陸閘の閉鎖が必要である**

漁港の陸閘の特徴とは：

漁業活動の空間（係船岸・倉庫・魚市場など）と集落が隣接し、その境界に堤防・胸壁がある。そのため、陸閘は日常的な歩行者や車両の通路として機能することが多い（= **小型陸閘が中心で、数が膨大**）



土々呂漁港海岸（宮崎）

1. 背景と目的_開発方針

高潮・津波等の来襲時には確実な陸閘の閉鎖が必要

漁港の陸閘の開閉操作の実態：

- ・操作は管理者（地方公共団体）から地元住民（消防団等）に委託
- ・管理者は主に委託者からの電話連絡によって閉鎖状況を確認する

開閉状況の情報伝達を自動化し、
即座に情報共有できるシステムの開発が重要

開発にあたってのコンセプト

□ 開閉状況の判別はどのようにするか

スイッチセンサーによる判別が簡便だが、漁港には多様な形状を持つ陸閘が数多く存在するため、安心性・汎用性・拡張性のあるシステム

カメラ画像による
確実な判断

□ いかに災害に強い構造とするか

災害により地域全体の停電や通信回線の混雑が発生しても、開閉状況の判別結果の送信機能は最低限維持できる通信方法

LPWA通信による
送信機能確保

画像AIとLPWA通信を用いた陸閘監視システムを構築する

1. 背景と目的__画像A I、LPWA通信

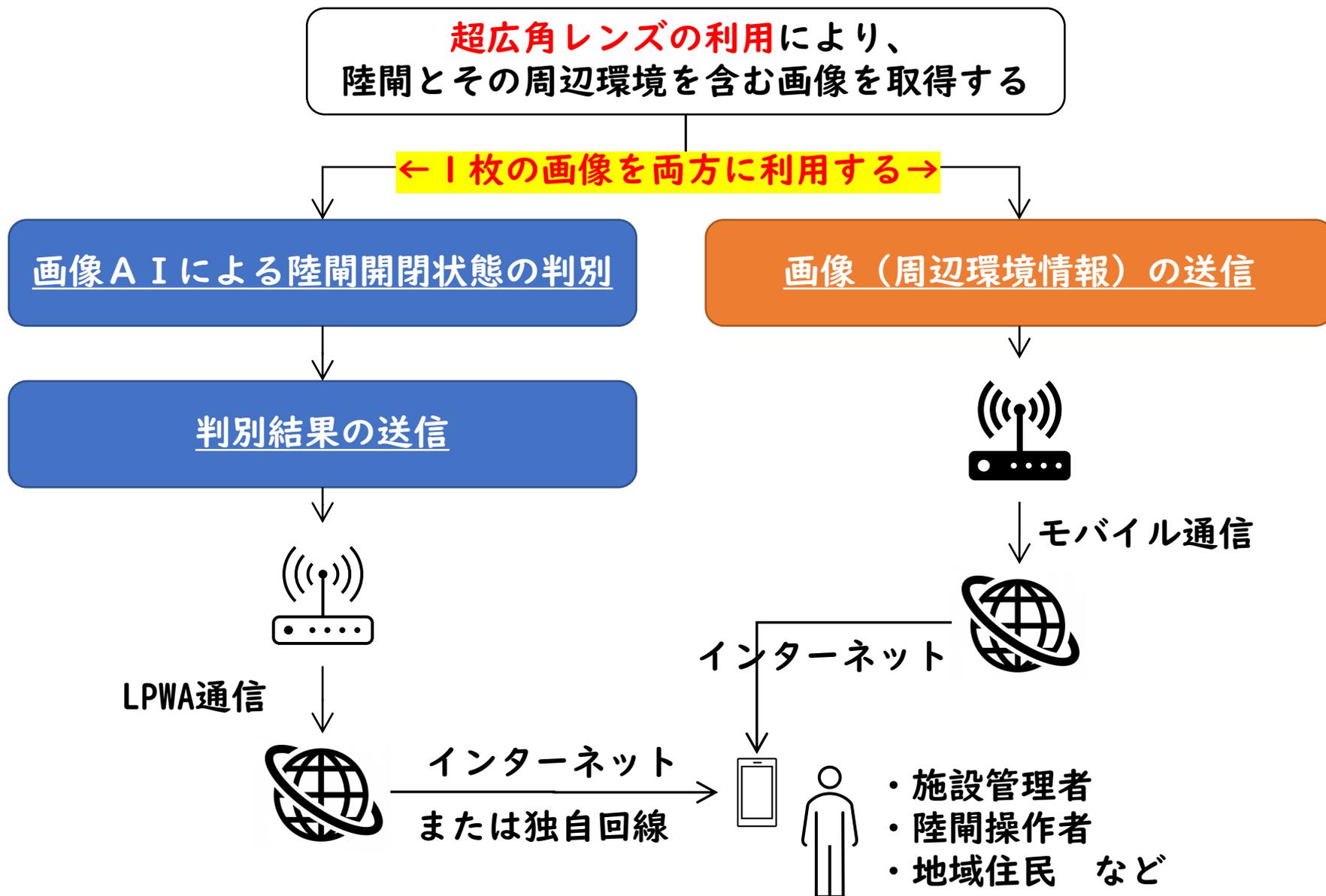
➤ 画像A Iを導入するメリット

- センサーの情報 (on/off) のみでは『正確な情報なのか?? (本当に閉まっているのか?)』という不安が付きまとうが、画像情報を共有することで安心感や信頼性が向上する。
- 多様な形状・状況の陸閘が数多く存在する漁港の陸閘への汎用性が期待できる (同一デバイスで運用可能)。

➤ LPWAによる通信を導入するメリット

- 消費電力が小さく、ソーラーパネルやバッテリーによる独自電源での稼働が可能であり、大規模災害による停電や通信障害があっても、最低限は陸閘の判別結果の送信機能を維持することができる

2. システム構成__全体概要



2. システム構成__カメラの仕様



カメラ素子
(実際に使用したものと
は異なります)

超広角レンズ

カメラ仕様 (カメラ素子+超広角レンズ)

通信方式	USB
画素数	200万
F値	F2.1
焦点距離	0.79mm
ズーム	なし
画角	220度
その他	IRカット (赤外線ライトで撮影が可能)



カメラ→○

→
赤外線ライト(LED)

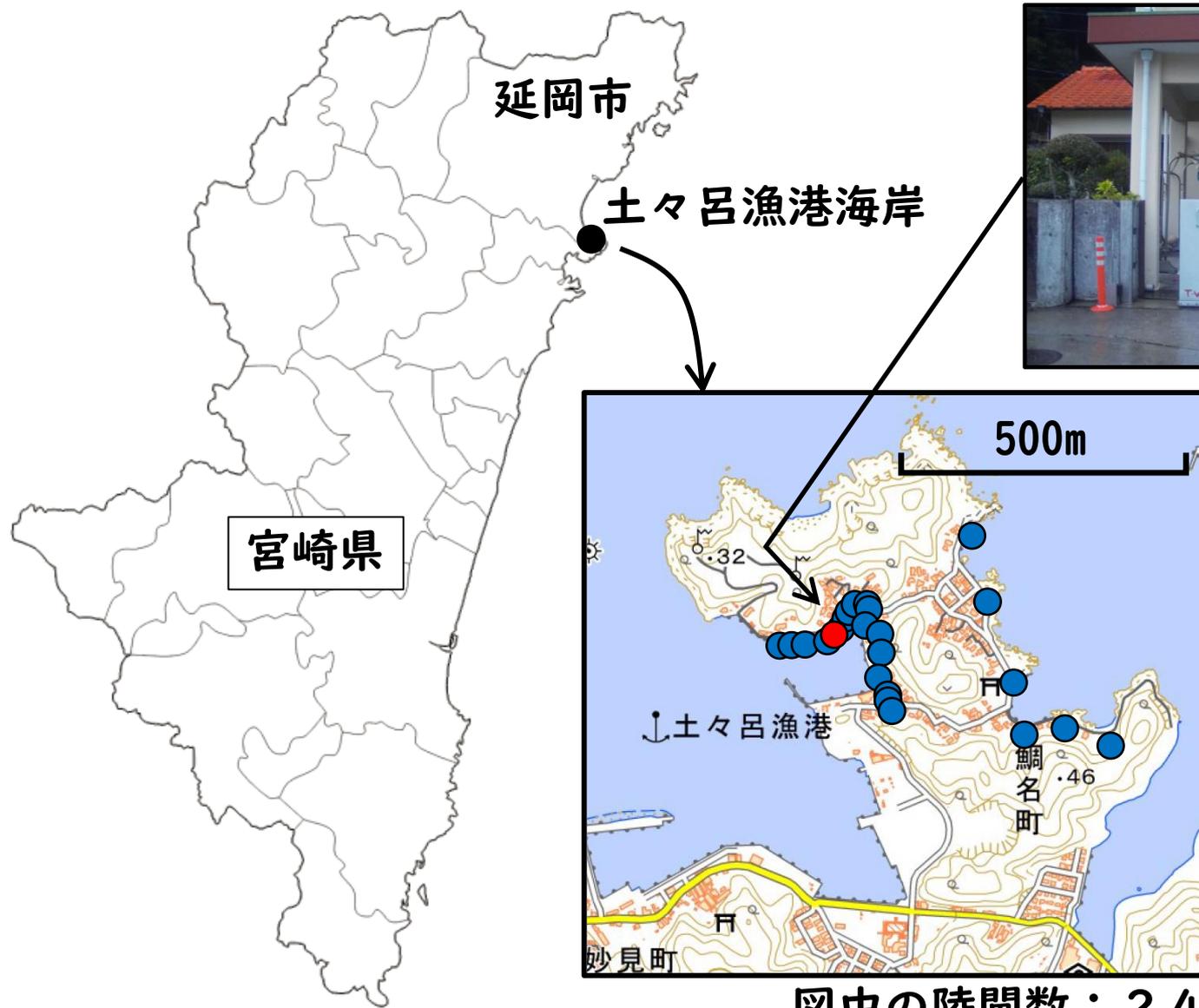
システム全体
(電源は除く)

撮影画像例



陸側だけでなく周辺状況 (漁港施設、漁船、海象等) もわかるような情報取得のため、超広角レンズを導入した

3. 現地実証試験__試験概要 I (対象施設)



【対象陸間の特徴】

- 典型的な小規模陸間
- 横引きタイプ
- 住居入口を兼ねているため、人の出入り（開け閉め）が頻繁
- 他の陸間も同様のタイプが多い
- 緊急時にも「開」状態の可能性が大きい

図中の陸間数：24

開閉状態の確認が必須

3. 現地実証試験__試験概要 2 (開閉判別装置)

- シングルボードコンピュータを防水防塵の樹脂ボックス筐体に格納。
- カメラデバイス、赤外線ライトは筐体外部に固定。筐体は防潮堤天端に固定。

陸閘開閉監視装置の外観 (カメラデバイス)



カメラ (超広角レンズ) 画像の特徴

- 超広角レンズ (魚眼) のため、周囲は湾曲するが周辺状況の情報まで取得
- 前面道路、漁船、海象状況の確認が可能



- 赤外線ライトにより陸閘は確認できる (開閉状況の判別可能)
- 周辺状況の確認は困難 (赤外線ライトの出力やカメラ性能の限界)

3. 現地実証試験__画像A I (変遷)

平成30年度 (1年目)

- 画像A Iの基本モデルを製作

平成31年/令和元年度 (2年目)

- 通常カメラ (スクエア画角) を使用
- 画像A Iを改良するため教師データを増強、機械学習の各種パラメータをチューニング
 - 正解率9割以上を獲得

令和2年度 (3年目)

- 陸閘監視システムの試作品を製作。
- 周辺環境画像の情報取得を目的として**超広角カメラに変更**
- 画像から陸閘部のみを切り取って判別するなどアルゴリズムを改良
 - 正解率9割以上を確保
 - 日昇・日没時等の太陽光変化が大きい場合に判別率低下

令和3年度 (4年目)

- 陸閘開閉判別精度向上のため**露光調整等のプログラム改良**
 - 判別精度の検証と陸閘開閉監視システムの実用性について実証中

画像AIの判別結果例 (令和2年度)

		予測 (画像AIによる判別結果)	
		開 open	閉 close
正解 (実際の開閉状況)	開 open	586	164
	閉 close	115	2707

昼夜 (全ての時間帯)

正解率: 92.2%

		予測 (画像AIによる判別結果)	
		開 open	閉 close
正解 (実際の開閉状況)	開 open	564	160
	閉 close	113	673

日中 (赤外線照射なし)

正解率: 81.9%

		予測 (画像AIによる判別結果)	
		開 open	閉 close
正解 (実際の開閉状況)	開 open	22	4
	閉 close	2	2034

夜間 (赤外線照射あり)

正解率: 99.7%

画像判別用教師データ例



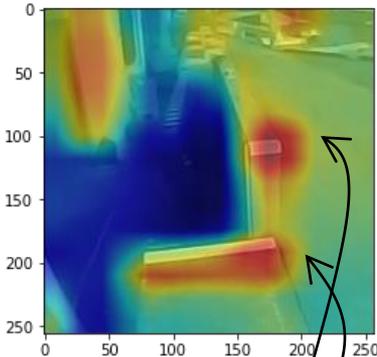
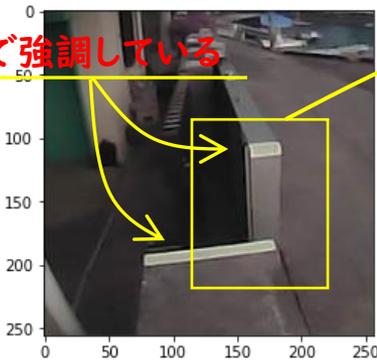
3. 現地実証試験_画像AI (特徴)

ヒートマップ:画像AIが判別に際して着目している点を明示したものの

正しく判別されて
いるケース
(日中)

端部をテープで強調している

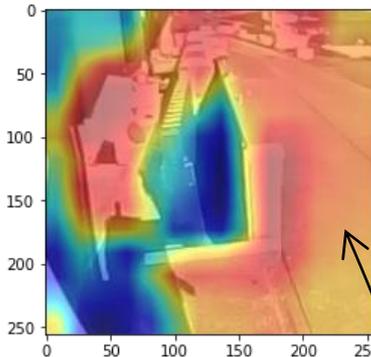
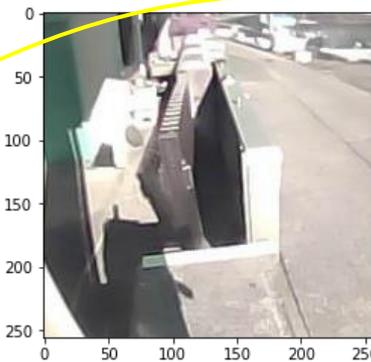
撮影画像



ヒートマップ
(Grand-
camによる解
析)

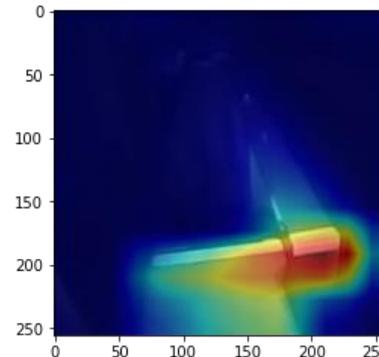
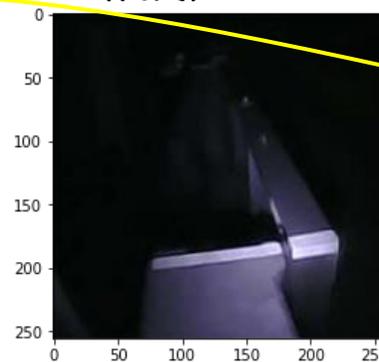
扉体端部と受け部が離れていることを判別できている

誤った判別をされ
ているケース
(日中)



明るすぎてアスファルトと扉体端部、扉体側面の区別がつかなくなっている

正しく判別されて
いるケース
(夜間)



赤外線ライトが陸閘端部にしか当たっていないため、かえって判別しやすくなっている



日中、余計な情報が多いと誤判別がある可能性

- 陸閘部分のみ切り出して判別
- 正解率11%向上

4. 海岸陸閘監視システムの社会実装__デモ画面

各陸閘の詳細情報の閲覧画面

独立電源型 環境モニタリングシステム

Open / Closed state history



超広角画像→円筒図画法で展開したもの

モニタリング中 更新：2021/03/25 13:20

装置No：UK-02

過去の画像も閲覧可能

→ 浸水状況の変化などを把握できる




- 2021/03/25 13:00:40
- 2021/3/25 12:00:40
- 2021/3/25 11:00:40

海岸陸閘監視システム

陸閘リスト

陸閘リスト	開閉状況	周辺環境状況
陸閘A	🔒	🟢
陸閘B	🔒	🟢
陸閘C	🔒	🟢
陸閘D	🔒	🟢
陸閘F	🔒	🟢
陸閘L	🔒	🟢
陸閘P	🔒	🟢
陸閘Q	🔒	🟢

「開」状態 🔒
「閉」状態 🟢



陸閘L

土々呂漁港

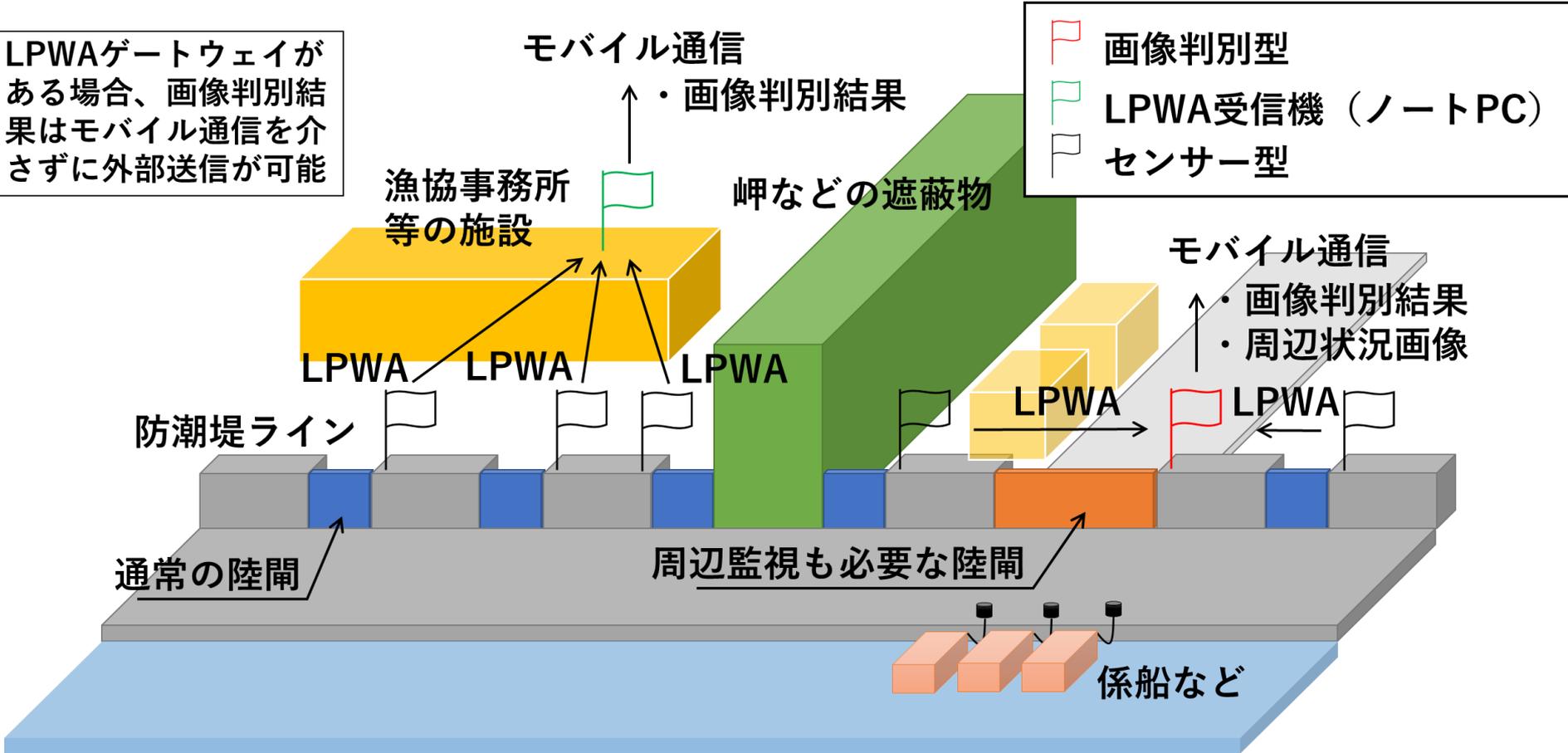
鯛名 46

エリア一括表示画面

4. 海岸陸閘監視システムの社会実装__今後の予定

LPWAゲートウェイがある場合、画像判別結果はモバイル通信を介さずに外部送信が可能

- 画像判別型
- LPWA受信機 (ノートPC)
- センサー型



5. まとめ

- 漁港陸閘の開閉状況について、効率的に情報共有するための「海岸陸閘監視システム」を開発。
- システムの核である「陸閘判別装置（デバイス）」を試作し実漁港の陸閘に設置して、「陸閘監視システム」の“有用性”と“実用性”について実証試験を実施。
- デバイスの特徴である「画像AI」の判別精度は昼夜全体では92.2%で実用レベルであるが、日中に限っては81.9%と、夜間（99.7%）と比較してやや精度が若干低いいため、プログラム改良等により精度向上を図り確実性（安心度）を担保。
- 本格的な現場実装のために、対象陸閘（判別装置設置）を増やしてシステムの運用方法を検討予定。