

第27回海岸シンポジウム

**陸閘開閉感知システムの
開発について**

2023年11月30日

**(一般財団法人) 沿岸技術研究センター
遠藤敏雄**

1. 全国の水門・陸閘の分布

港湾数一覧、国際戦略港湾、国際拠点港湾及び重要港湾位置図

(2022年4月1日現在)

区分	総数	港湾管理者					都道府県知事
		都道府県	市町村	港務局	一部事務組合	計	
国際戦略港湾	5	1	4	0	0	5	—
国際拠点港湾	18	11	4	0	3	18	—
重要港湾	102	82	16	1	3	102	—
地方港湾	807	504	303	0	0	807	—
計	932	598	327	1	6	932	—
(うち避難港)	(35)	(29)	(6)	(0)	(0)	(35)	—
56条港湾	61	—	—	—	—	—	61
合計	993	598	327	1	6	932	61

出典：国土交通省港湾局総務課調べ

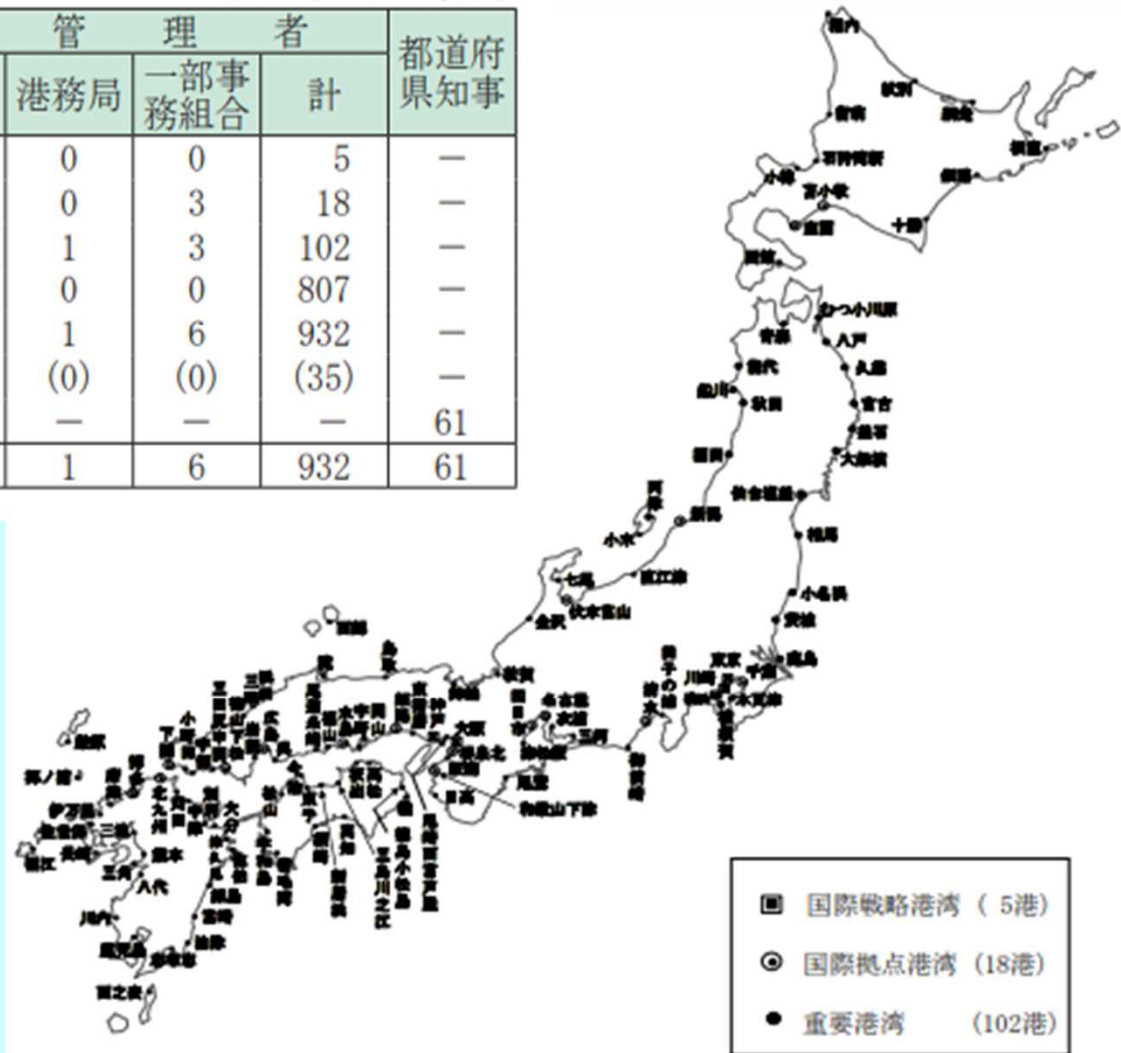


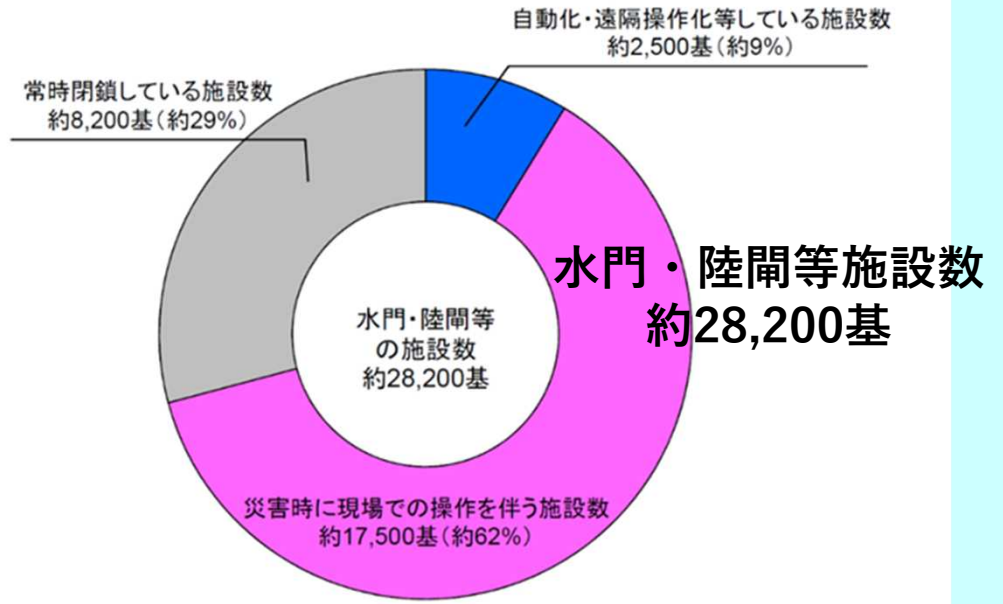
図-1 全国の水門・陸閘の分布

出典<https://www.mlit.go.jp/statistics/details/content/001517684.pdf>

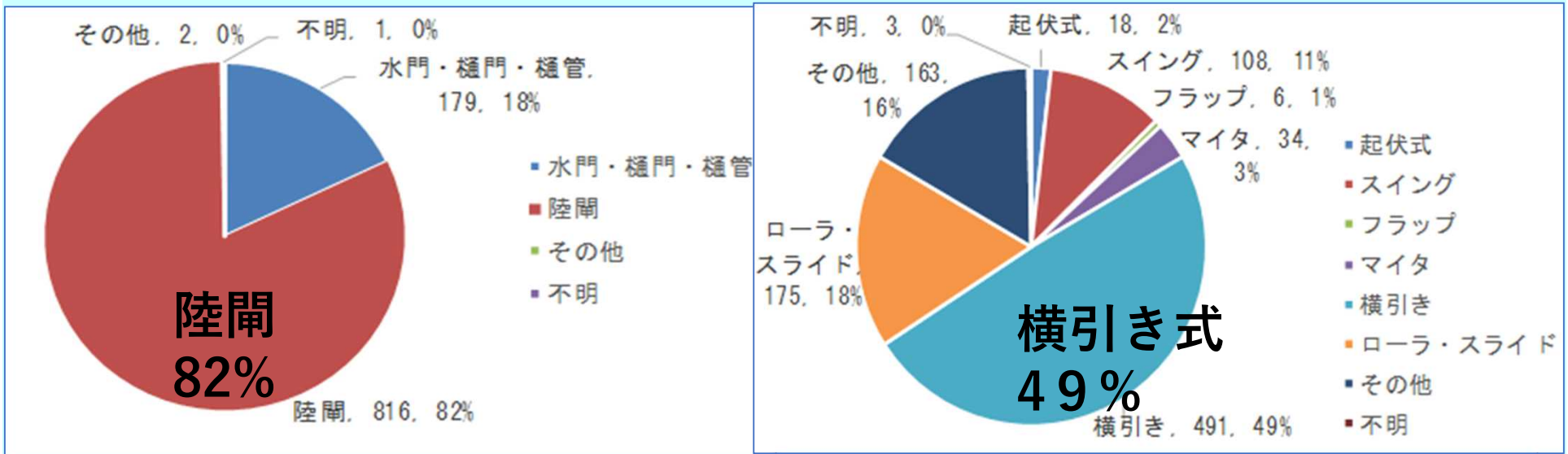
2. 研究対象

横引き式
陸閘

水門・陸閘等の現状



参照：国土交通省 海岸防災課統計資料（2018年）



用途別施設数 施設総数 998基

ゲート形式別 施設総数 998基

図-2 研究対象定（陸閘）

3. 既設陸閘の現状と課題

- 開閉作業は地元消防団等に開閉作業を委託し施設管理者への報告により運用
- 近年人的資源が減少し手動式小型陸閘の開閉状態の確認は従来方式の運用が困難
- このため開閉状態を確認できるIoT、ICTの活用が望まれている
- 本研究は、IoT、ICTの活用による人的負担軽減を目的に小規模陸閘を対象にLPWA通信を用いた遠隔監視システムの開発を実証実験に基づいて実施
- LPWA(Low Power Wide Area)通信は通信速度は遅いがバッテリー消費量が少なく、1つの基地局で広範囲なエリアをカバーできる特徴を有する

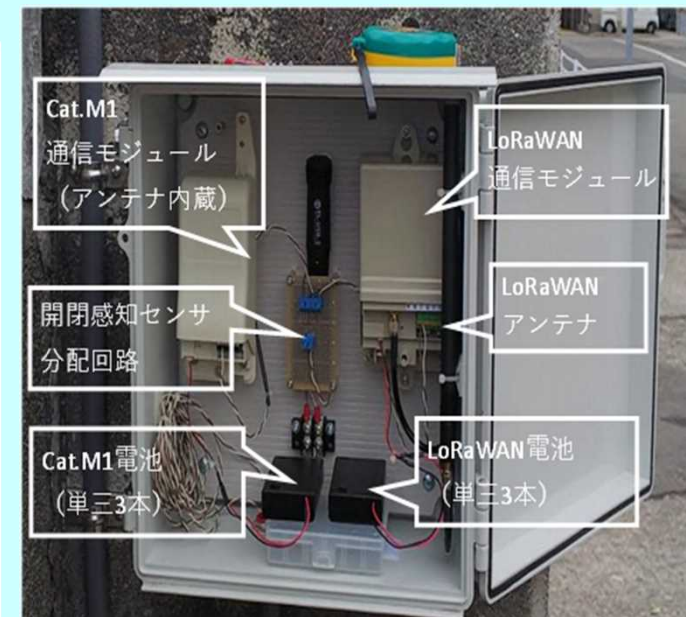
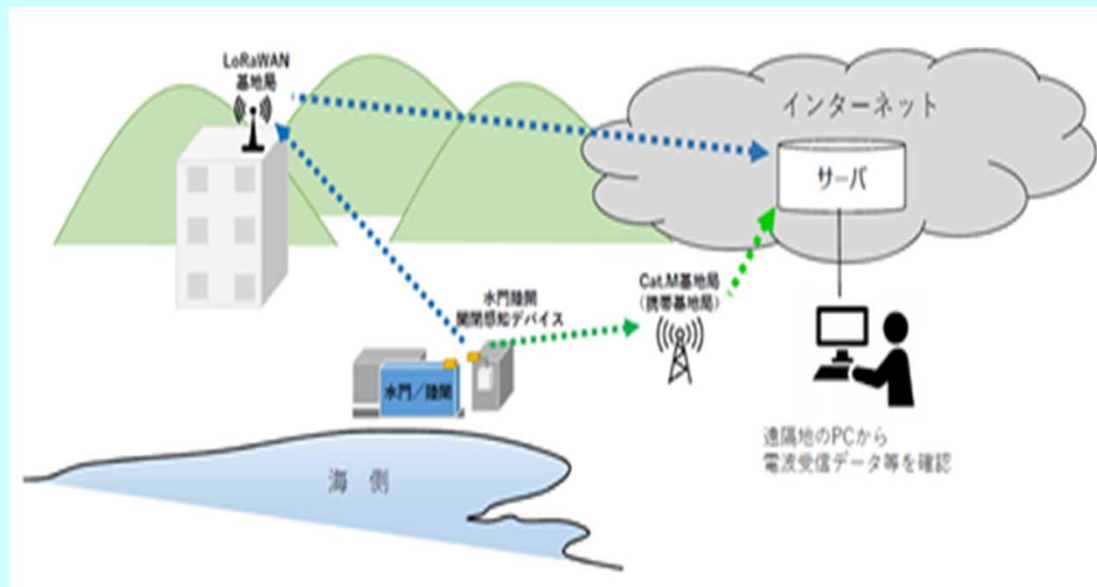


図-3 手動横引式小型陸閘

4. 都市部におけるLPWA通信の実証実験

4. 1. 実験方法

- 都市部の実験(図4)では、横引き式陸閘を対象に磁気式センサと図5に示すネットワーク用通信モジュール、バッテリー、センサ分配回路、アンテナ内蔵開閉検知デバイスおよび開閉状態をブラウザで確認するWebシステムを開発
- 実験では消費電力の計測による電池寿命の推計も実施



4. 2. 実験結果

- 2019年度に実施した都市部における実証実験では、LoRaWAN、Cat.M1とも電波受信強度であるRSSI基準値（-114dBm以上で安定的通信可能）をほぼクリア
- 通信成功率は、LoRaWAN、Cat.M1ともほぼ100%
- これは通信モジュールに実装した再送信機能が有効的に機能
- LoRaWAN・Cat.M1ともに降水量や風速等の気象条件が電波伝搬へ与える影響はみられない（図-6）



図-6 LoRaWANの電波強度と降水量の相関

- 都市部ではビル等建築物による通信障害があることから、受信デバイスを搭載した自動車を移動させた通信距離の検証実験を実施
- 通信距離はビル等の障害物があってもLoRaWANは約1.5km程度の範囲で安定通信
- 初期開発段階デバイスの乾電池の電池寿命は日あたり消費電流に対する電池容量（=エネルギー 2500mA=単三電池 3 本直列で80%まで使用可能と仮定）から試算すると、LoRaWANが約140日、Cat.M1が約70日
- **運用・維持管理面：電池交換程度で済むデバイスの開発が可能と判断**

5. 離島におけるLPWA通信の実証実験

5. 1. 実験方法

- 離島においても都市部同様にLoRaWANとCat.M1の実験を実施
- 離島における実験では、施設管理者の要望により簡易に機器を設置し陸閘の締付金物を締め付けた状態を全閉として検知するセンサの開発が求められた
- そこで横引き式陸閘を対象にリミットスイッチ式および電導性ゴム式圧着センサを開発（図7）

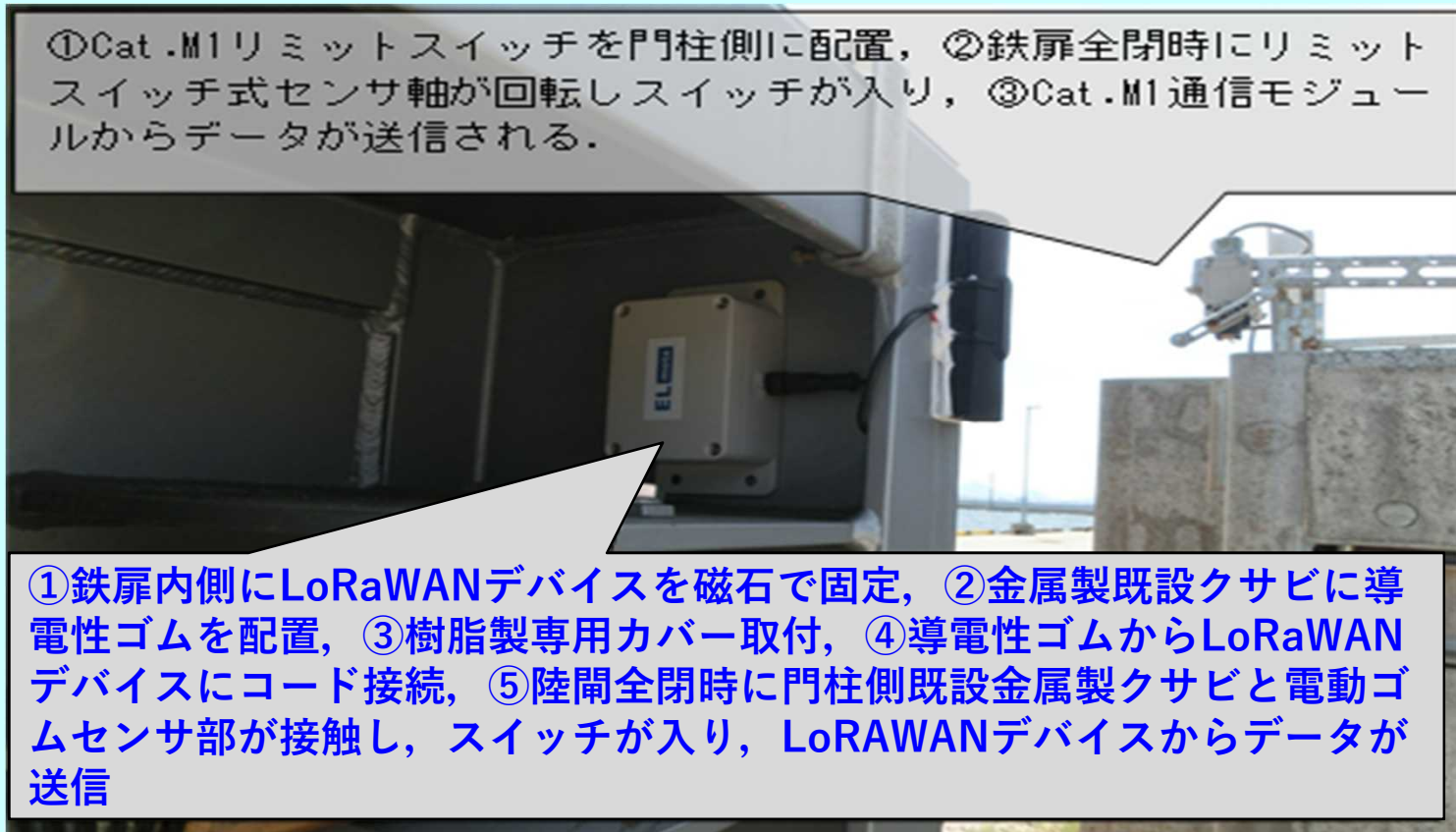


図7 横引き式全閉時LoRaWAN用電導性ゴム式圧着センサー

5.2 実験結果

- 2020~2022年度の離島での実験において、通信成功率は、LoRaWANおよびCat.M1ともほぼ100%であることを確認
- 通信モジュールに設けた再送信機能は、離島でも有効的
- 電池寿命については機器仕様を改善し、**電池電圧からLoRaWANが約51ヶ月、Cat.M1が約14ヶ月と試算**
- 離島の電池寿命が都市部より長くなった理由はバッテリーに単一塩化チオニルリチウム電池を使用し大きな電池容量に改良したため

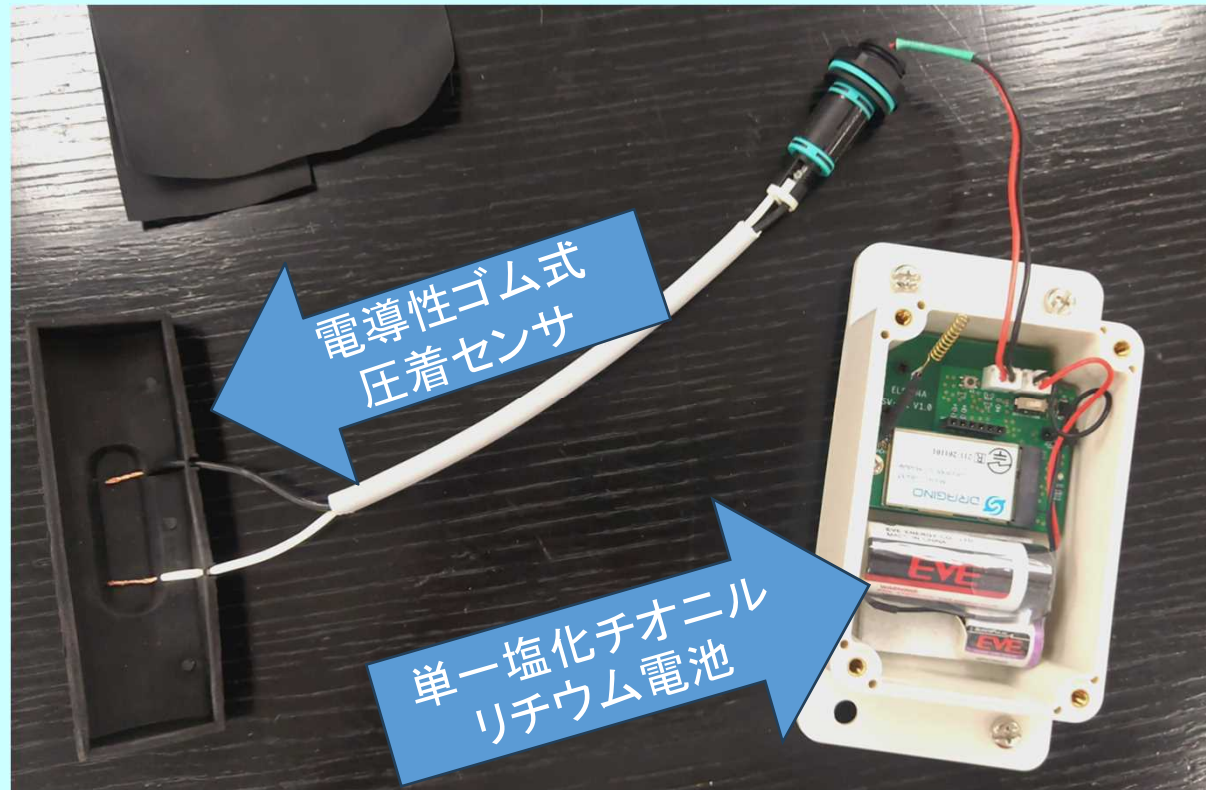


図-8 電導性ゴム式圧着センサと小型LoRaWAN デバイス内部

6. 社会実装の可能性

- 例えば瀬戸内海には727の離島が存在し、多数の手動式小型陸閘が立地
- 手動式小型陸閘は小型フェリーを利用した通勤・通学や生活必需品の供給に利用
- これらの陸閘は高潮来襲前に全閉され浸水防止機能が必要
- 防災担当者は、全閉を消防団等から報告も受けるが、閉め忘れや報告漏れもあることから、船舶を使用した渡島を行い確認する場合がある
- 遠隔監視システムのコンパクト化・長寿命化は、IoT, ICTの活用による人的負担軽減効果が期待できるとともに、シンプルで経済的デバイスの提供可能



図-9 瀬戸内海名物船通勤ラッシュ

7. まとめ

- 人的資源の減少は、災害対応の中心的役割を担う行政側にも及んでいる
- 防災体制の現状を踏まえると小規模な陸閘開閉状態を確認できるIoT・ICTの活用は有効的
- 横引き式小型陸閘を対象に締付金物を締め付けた状態を検知する2種類のセンサ（リミットスイッチ、電導性ゴム式圧着センサ）は、施設管理者の要望に応じた選択肢を拡大
- 陸閘遠隔監視システム整備の投資に対する人的負担軽減効果は明らかで、経済的
- したがって手動式小型陸閘へのIoT、ICTを用いた遠隔監視システムは、潜在的な展開の可能性を有している

ご清聴
ありがとうございました