

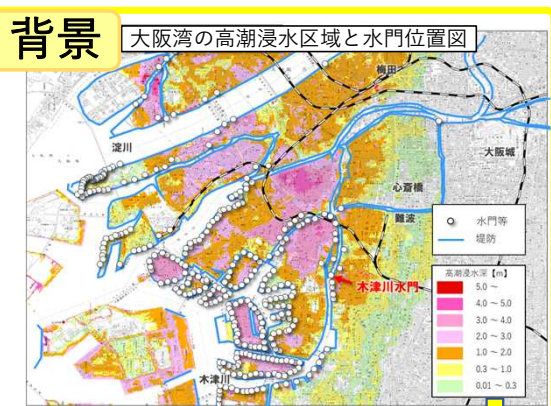
テーマVI スーパー台風被害予測システムの開発

③危機管理型水門管理システムの開発

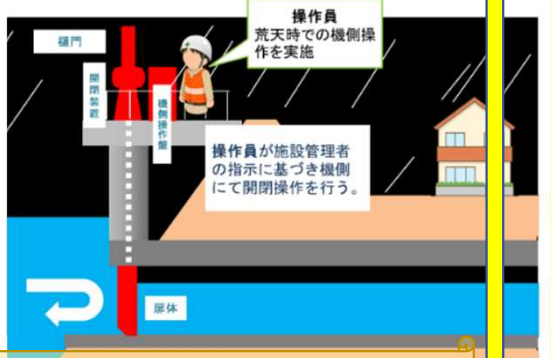
令和4年10月29日（土）
（国研）土木研究所
杉谷 康弘

危機管理型水門管理システムの開発の目的

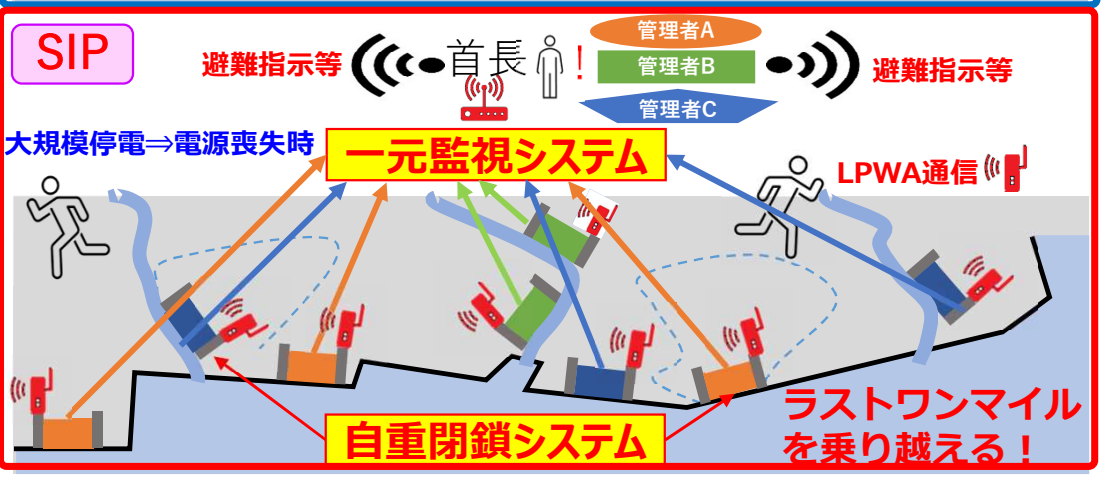
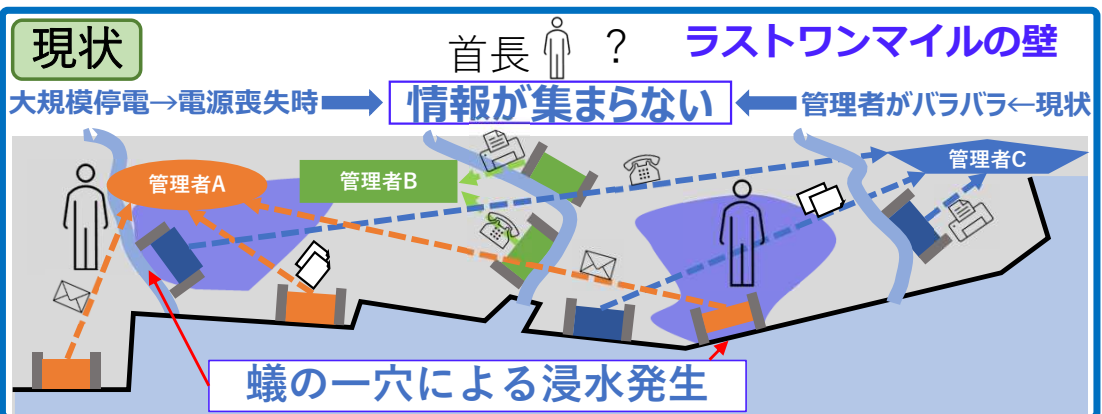
- スーパー台風襲来時に求められる危機管理
- 目的その1 水門等の確実な閉鎖(蟻の一穴をつくらない)による氾濫の防止
- 目的その2 水門等の開閉情報の首長への集約による避難情報の的確な発令



- ◆50機関の約800の水門が存在
- ◆4省庁所管の目的異なる水門が多数存在



「蟻の一穴」とならないよう非常時には確実に水門を閉じなければならない。



課題 ①低コスト・堅牢性の確保、②省庁連携の取組が必須

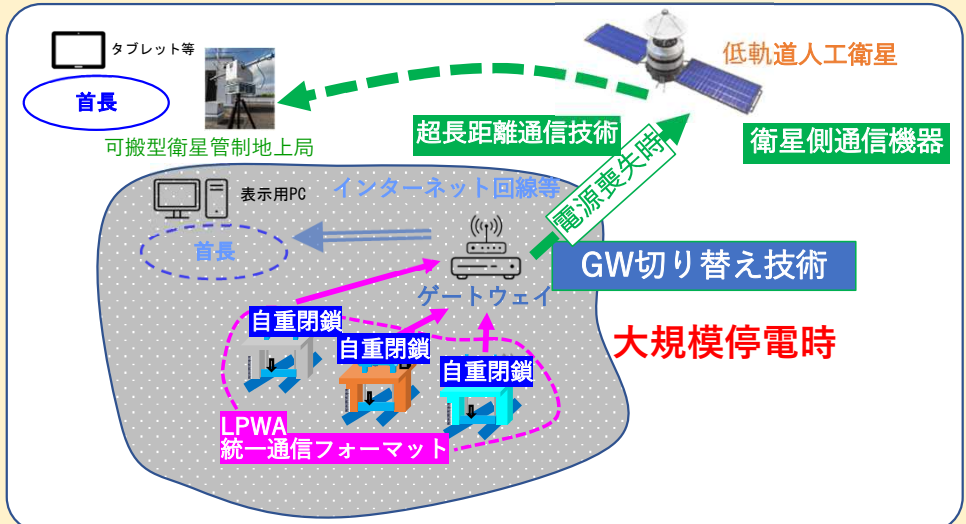
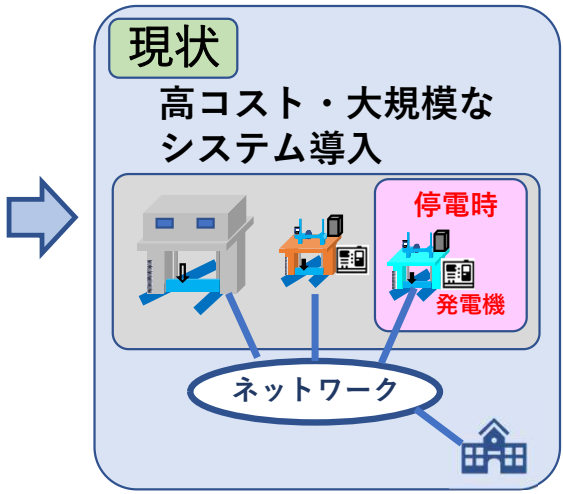
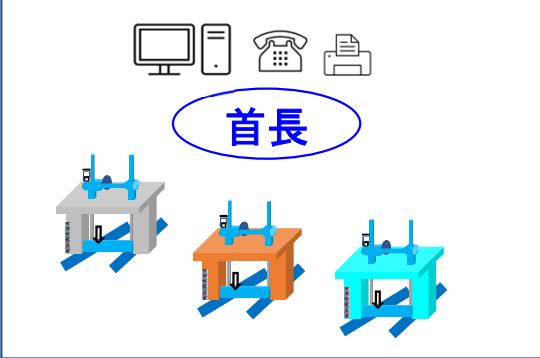


多様な管理者間の情報集約(開閉情報)ができていない！！

浸水を防ぐためには閉じる必要がある水門・陸閘でも、大きさ・構造、設置目的(所管省庁)は様々。

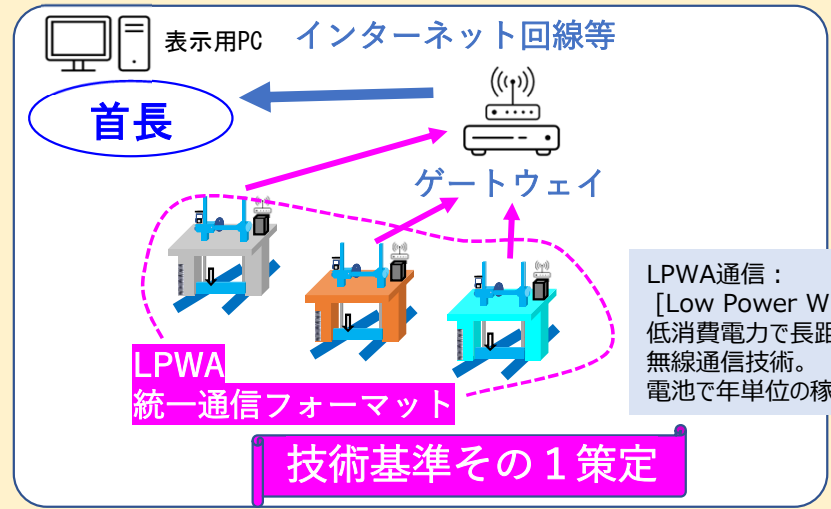
危機管理型水門管理システムの開発の目的

一元監視ができていない自治体

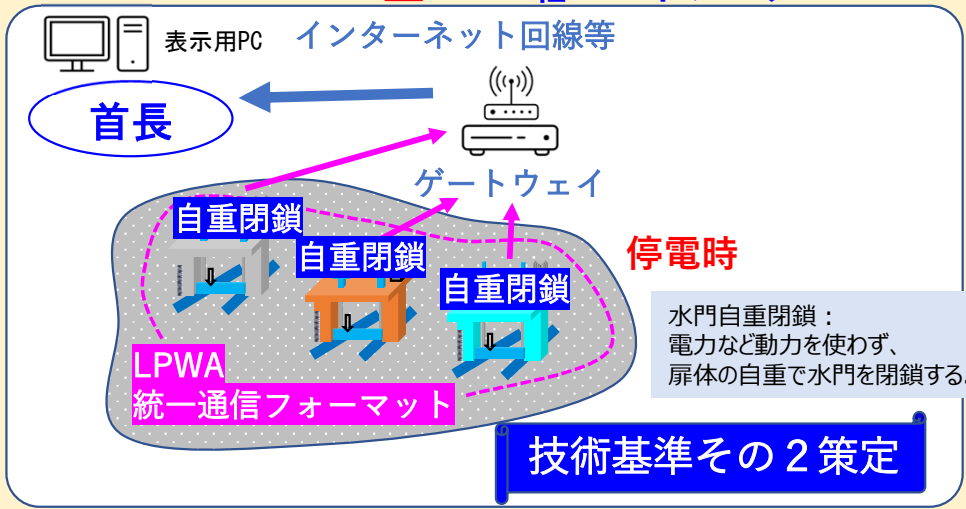


SIPにおける
開発の方向性

LPWA通信による
低コストシステム



LPWA通信：
[Low Power Wide Area]
低消費電力で長距離の通信ができる
無線通信技術。
電池で年単位の稼働が可能。



危機管理型水門管理システム 開発目標

サブテーマ3：危機管理型水門管理システムの開発

評価項目
A②B①

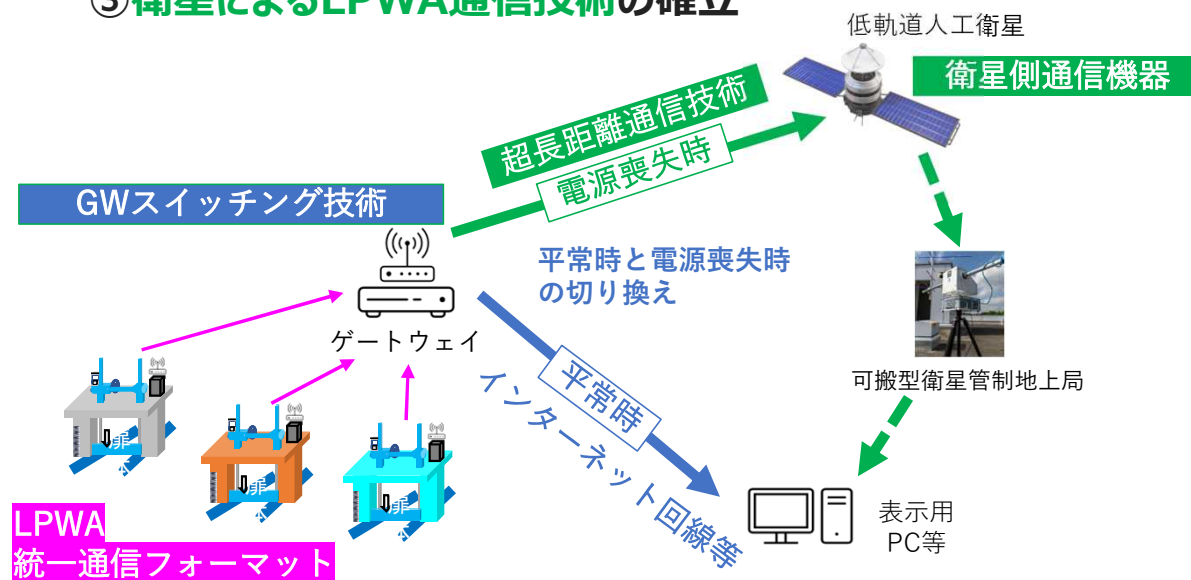
3

技術の2本柱を前提に、技術基準類(予算措置の根拠)を策定することで社会実装が加速

技術目標 1 電源喪失時の水門・陸閘等の
開閉状況一元監視

コア技術

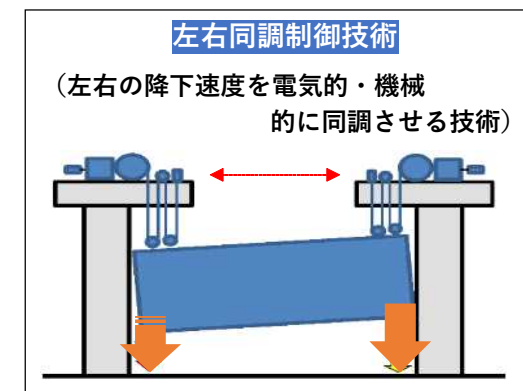
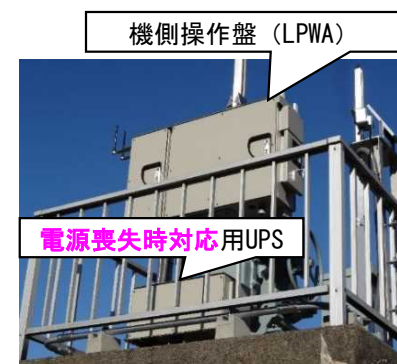
- ①低コストで実現するLPWA統一通信フォーマットの規格化
- ②平常時・電源喪失時のゲートウェイ（GW）スイッチング技術の確立
- ③衛星によるLPWA通信技術の確立



技術目標 2 電源喪失時における水門自重閉鎖

コア技術

- ①電源喪失時の遠隔操作による自重閉鎖切替え技術の確立
- ②大型水門の左右同調制御技術の開発



技術基準・ガイドライン等の策定による社会実装

評価項目
A②③④B①

一元化監視実証実験の表示システムの構築

・通信フォーマットをJSA規
戦略的イノベーション創造プログラム
Cross-ministerial Strategic Innovation Promotion Program

技術目標 1 電源喪失時の水門・陸閘等の開閉状況一元監視

サブテーマ2 多機管理型水門管理システムの開発

5

評価項目
A①②③

**大規模停電時の
通信確保を実現**

- ② 平常時・電源喪失時のゲートウェイ（GW）スイッチング技術の確立
- ③ 衛星によるLPWA通信技術の確立

超長距離通信技術

課題：400km上空の衛星との通信の信頼性の向上

実証方法：LPWA信号可変強度発生器により電界強度と通信確立性の定量的評価により確認



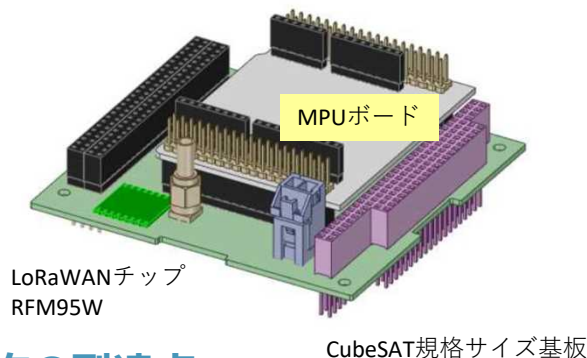
成果：衛星で安定して受信するためのアンテナ性能や信号強度の定量的把握

5年次の到達点

衛星側通信機器の開発

- 4年次までの課題への対応が完了し、衛星搭載用通信機器のフライトモデルを開発

- ◆放射線試験からデバイスの利用可能性が確認されたため衛星搭載用基板の製造を開始
- ◆CubeSATに搭載可能なサイズ
- ◆MPU部分是对振動・耐放射線の実績のある量産基板を活用



5年次の到達点

地上側通信機器の開発

- 多数の水門管理の現場に導入可能な衛星通信用機器GWの仕様
- 大規模停電時において衛星を介したLPWA通信へのGWの切替手法

成果：衛星用中継地上局のプロトタイプを用いた実証試験

【5年次の取組】

- 地上GWからの衛星向け出力方式の確立
- 衛星数と非常時信号を衛星で受信する頻度の確定

【5年次の取組】

- フライトモデルの製造
- フライトモデルのソフトウェア開発
- フライトモデルの宇宙環境耐性試験
- 量産可能なフライトモデル仕様の策定



筑波大学
宇宙機用振動試験装置を使用



筑波大学
タンデム加速器宇宙利用素子
照射試験ラインを使用

技術目標 2 電源喪失時における水門自重閉鎖

サブテーマ3：危機管理型水門管理システムの開発

評価項目
A②③④B④⑤

6

研究開発の概要

【現状】

- 水門・樋門は全国で2万基以上。大部分が小型(10m²以下)。
- 動力は一般に商用電源（ごく小規模は人力）。予備電源装置の設置は限定的。
- 操作は基本的に現地（機側）で操作員が実施。遠隔操作設備の設置は限定的。
- 自重閉鎖装置を備える水門はあるが、機側で切替え操作。

危機的状況（電源喪失、通信途絶、交通途絶）が発生したら.....

自重閉鎖装置があったとしても閉操作不可能

【解決のための開発目標】

- ① 電源喪失時でも遠隔操作で自重閉鎖装置を稼働できるシステムの構築。
- ② 大型水門において安全に扉体を降下できる技術（左右同調制御技術）の開発。
（大型水門の緊急降下時の速度制御は既存技術を活用）

これらの技術で水門自重閉鎖システムを構築して、
危機的状況下で最後の砦となる水門閉鎖を実現!!

研究開発の到達点

コア技術	小型水門 (ラック棒で開閉)	中型水門 (ワイロープで開閉)	大型水門 (2M2D)
遠隔からの 自重閉鎖切替 (機側→遠隔)	3年次 プロトタイプにて確立済(R2)		
降下速度制御 (衝撃緩和)	遠心ブレーキ (機械的抵抗)	油圧ブレーキ(油圧抵抗) ファンブレーキ(風力抵抗)	
左右同調制御 (片吊防止)	(不要)	(不要)	3年次 左右同調制御技術 【マッチングファンで 開発(～R2)】

凡例：

実施

既存技術活用

開発技術

4年次

改造試設計を実施(R2～3)

5年次

システム導入ガイドラインの作成
(SIP期間中に実施)

技術目標 2 電源喪失時における水門自重閉鎖

サブテーマ3：危機管理型水門管理システムの開発

評価項目
A②③④B④⑤

7

①電源喪失時の遠隔操作による自重閉鎖切替え技術の確立

【小型水門（電動ラック式）での自重閉鎖技術の実証実験】

〔改造施設〕白王第1樋門(2019年度)

（自重閉鎖機能付開閉装置、停電時用の電源(UPS)）

※電源喪失・交通途絶時における遠隔自重閉鎖を検証

【実証実験の状況】

- 実験期間：令和2年4月～令和4年10月（30ヶ月実施）
- 実験方法
 - ① 年間を通じた環境下での操作の確実性、システム堅牢性、気象による影響の有無、通信状況の変化、バッテリー(UPS)の劣化状況等を確認
 - ② 初年度は毎月臨場で上記の検証を実施、2年目以降は2ヶ月に1回臨場、定期的な通信記録を収集

【実証実験結果】

- ① 実験開始から現在まで(30ヶ月)、商用電源喪失状態での遠隔自重閉鎖の操作について所定の機能を確認。気温の変化、降雨・降雪の影響、通信障害などは生じていない。
- ② 小型電源装置(UPS)に機能を損なう劣化は発生していない。
- ③ 自重閉鎖には影響しないが遠隔操作端末とゲートウェイ間はLTE回線を利用しているため、数秒のタイムラグの発生を確認。



改造施設：電動ラック式水門（扉体2m×3m）



5年次の到達点

- 小型水門の遠隔自重閉鎖技術は実証実験済み(中大型水門でも仕組みは同じ)
- 「危機管理型水門遠隔監視・操作システム導入ガイドライン(案)」の作成

技術目標 2 電源喪失時における水門自重閉鎖

サブテーマ3：危機管理型水門管理システムの開発

評価項目
A②③④B④⑤

8

②大型水門の左右同調制御技術の開発

【大型水門（2M2D方式）重量級扉体の左右同調制御の開発】

- 扉体面積50m²以上の大型水門で開閉装置がワイヤロープウィンチ式水門は、扉体降下時に左右がズレて片吊り状態となれば自力開閉不能
- 電源喪失時に遠隔操作で自重閉鎖を可能にするには、**左右同調制御技術が必須**

この課題解決のため **マッチングファンド**により**左右同調制御技術**を開発

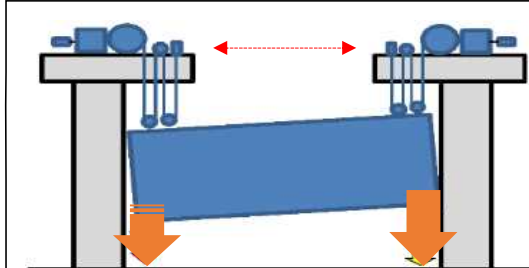
加えて、小型水門で実証した、電源喪失時でも遠隔による自重閉鎖装置のトリガーを引く技術を活用し、**大型水門の自重閉鎖システムを構築**

今後迎える**設備の大更新時代**には、**既存水門の改築**に併せて、**電源喪失時の遠隔による自重閉鎖機能を付加**することが必要。
さらに、既存水門の改築には**設備配置などの制約を乗り越える**ことが必要。
そのため、実在の大型水門3型式(2M2D, 1M1D, 1M2D)を対象に、**模型実験の検証**を踏まえ、配置も考慮した**改造試設計を実施**

5年次の到達点 ●「**危機管理型水門遠隔監視・操作システム導入ガイドライン(案)**」に反映（改造試設計を参考資料に掲載）



2M2D方式の大型水門例



左右同調制御機構
(左右の降下速度を電氣的・機械的に同調させる技術)

マッチングファンドでの技術開発
(模型実験で実証済み)

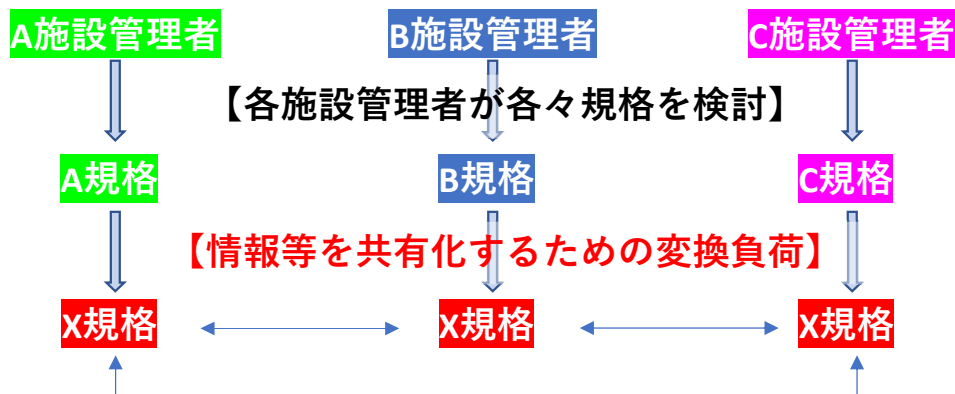
技術基準・ガイドライン等の策定による社会実装

技術の2本柱を前提に、技術基準類(予算措置の根拠)を策定することで社会実装が加速

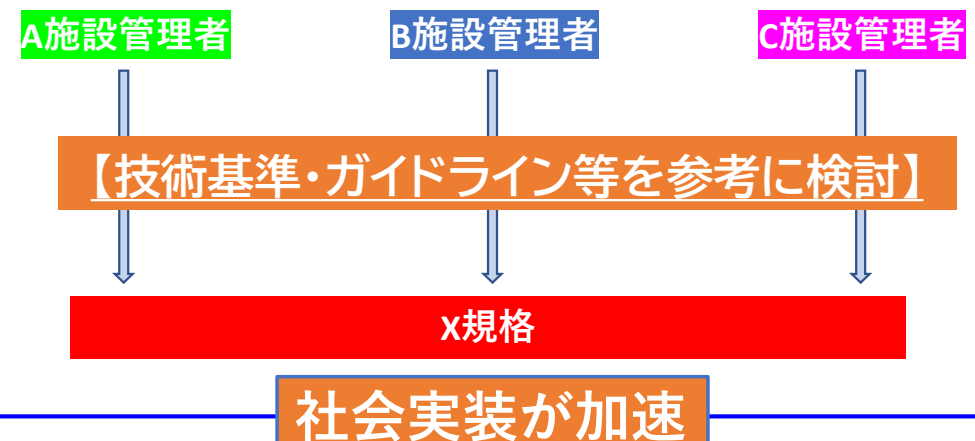
- 技術基準・ガイドライン等は、施設等が所要の機能を発揮するために必要な事項等を示したものであり、施設管理者等が施設等の整備にあたって指針とするもの。
- 施設管理者等は、技術基準・ガイドライン等を参考にして適正な機能が確保された施設等を整備。
- 最新の知見・技術を技術基準・ガイドライン等に記載することにより、施設管理者が各々、その信頼性等の確認を行うことなく採用することが可能となり、最新技術等の実装のハードルが下がり全国展開が促進。
- 標準的な規格等が統一化されることによりLPWA通信による一元監視や水門の自重降下が円滑かつ効率的に実現可能。

例：通信規格

標準的な規格が示されていない場合



標準的な規格が示されている場合



技術基準・ガイドライン等の策定による社会実装

サブテーマ3：危機管理型水門管理システムの開発

評価項目
A③④B②⑥

10

SIP「危機管理型水門管理システム」の導入のよりどころとなる技術基準類を改定・策定

- 普及を促進するための国のガイドラインの改定 に向けた関係省庁への働きかけ
- 国のガイドラインを補完するガイドライン類の策定・改定と公表

①LPWA一元監視システムに係る技術基準類の策定

5年次（R4年度）

令和5年度以降（ポストSIP）

「津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン」の改定 ※海岸関係省庁が連携して作成

樋門等の遠隔操作・監視に関するガイドラインの改定 ※国交省が作成

伝送フォーマットは、JSA規格として12月に公表予定

LPWAを活用した水門・樋門・陸閘の開閉状況一元監視システムに関する共同研究
ー【マッチングファンド】公募により13の企業等が参加 令和5年度末までにJSA規格に対応した製品・サービスの市場投入を目指すー

フライトモデル（通信機器）の製作
「衛星LPWAシステム技術仕様書（仮称）」の策定

打ち上げ
機会への
応募

採択

実証用衛星製造

実証運用
1機

社会実装
複数機

大規模氾濫減災協議会や流域治水協議会、水際・防災対策連絡会等の場を活用し、流域の防災体制の強化に向け、水門・陸閘等の開閉一元監視システム導入を推進

規格制定のPR活動により、対応製品・サービスのラインナップ充実、他分野でのフォーマット利用を促進

技術カタログ作成、NETIS登録、展示会への出展等

SIP「危機管理型水門管理システム」の導入のよりどころとなる技術基準類を策定・改定

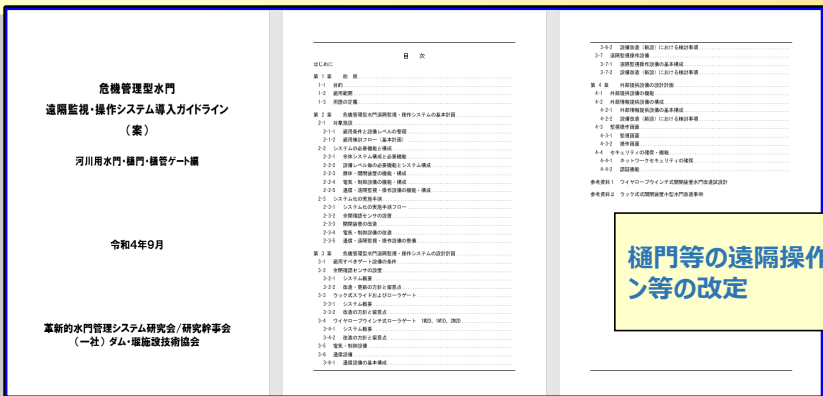
- 普及を促進するための国の技術基準類（ガイドライン）の改定に向けた関係省庁への働きかけ
- 国の技術基準類（ガイドライン）を補完するガイドライン類の策定・改定と公表

②水門自重閉鎖に係る関連技術基準類の策定・改定

5年次（R4年度）

令和5年度以降（ポストSIP）

「危機管理型水門遠隔監視・操作システム導入ガイドライン」（自重閉鎖システムの改造設計ガイドライン）の策定



樋門等の遠隔操作・監視に関するガイドライン等の改定

水門・樋門改築での実装〔対象数4,751門〕

2M2Dワイヤープウチ式大型水門は少数〔18門〕のため、改築案件に対しパイロット事業で試行(左右同調技術の実証)

実績、試行結果から
将来反映

関連技術基準類の改定

「河川砂防技術基準(案)[設計編]」（国土交通省）

「ダム・堰施設技術基準(案)」（国土交通省）

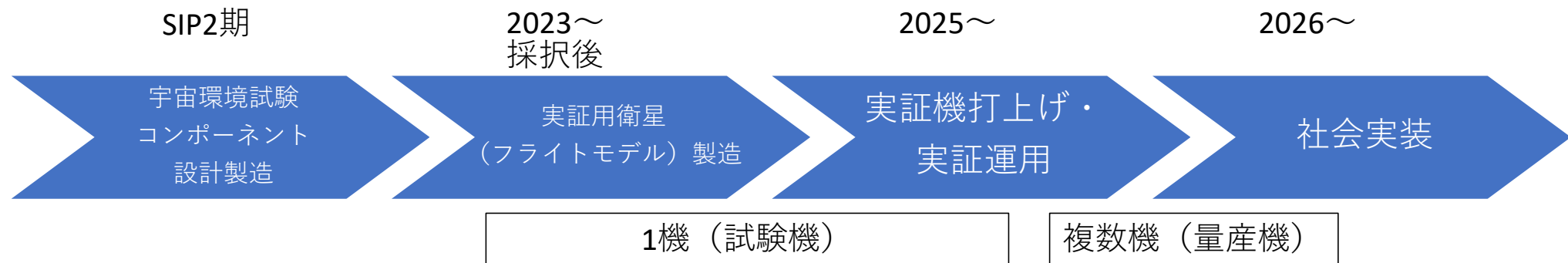
「水門・樋門ゲート設計要領(案)」（ダム・堰施設技術協会）

水門自重閉鎖システム導入のための技術基準類の
改定箇所の検討・抽出

技術基準・ガイドライン等の策定による社会実装

衛星LPWAシステムの実現に向けたロードマップ

革新的衛星技術実証プログラム(JAXA)に応募中



革新的衛星技術実証プログラムによる実証を計画(2年に1回、公募実施)

3号機 2020.5選定結果発表：不採択
4号機 2022.9選定結果発表：不採択
(補欠選定の可能性あり)

宇宙実証から社会実装に向けた課題

- ①衛星の宇宙実証(確実性の担保)の実現：**
→革新的衛星技術実証プログラムでの採択等の打上機会取得
- ②衛星向け通信の信頼性の確保：**
→衛星通信時の電波出力UPに対する規制緩和
- ③LPWA衛星通信のビジネスモデル、事業成立の確保：**
→サービス内容、料金、事業主体、資金調達、他の衛星通信手段との競合等の調整
- ④水門等一元監視システムへの展開(ガイドラインへの反映)：**
→量産体制、品質確保や普及への体制づくり

宇宙
実証社会
実装

社会実装ロードマップ

サブテーマ3：危機管理型水門管理システムの開発

評価項目
A①③④B②⑥

13

取り組み			2022年度	2023	2024	2025	2026	2027
社会実装	体制構築	国	水門所管省庁「SIP危機管理型水門管理システム推進連絡調整会議（仮称）」	大規模氾濫減災協議会や流域治水協議会、水際・防災対策連絡会等の場を活用し、流域の防災体制の強化に向け、水門・陸閘等の開閉一元監視システム導入を推進				
		自治体等	三大湾〔東京湾（川崎市）、三河湾（愛知県）、大阪湾（大阪府）〕、水資源機構等で実証試験を実施					
		民間	マッチングファンド：13企業が参加する一元監視システムに関する共同研究	技術カタログ作成、NETIS登録、展示会への出展等				
	予算化・事業化・実用化	開閉情報一元監視システム	「津波・高潮対策における水門・陸閘等管理システムガイドライン」の改定	全国約3万門への展開を目指す 〔初期整備〕管理者毎の所管施設の一元監視を実装 〔基本整備〕異なる管理者の公共施設で一元監視を実装 〔拡大整備〕民間施設も含めて一元監視を実装 ※いずれの実装方法から実施するかは地域の理解等の状況に応じて選択				
			樋門等の遠隔操作・監視に関するガイドラインの改定					
		衛星LPWAシステム	革新的衛星技術実証プログラム（JAXA）へ応募中	採択	フライトモデル製作	実証機打上げ・実証運用	社会実装	
社会実装	水門自重閉鎖技術	「危機管理型水門遠隔監視・操作システム導入ガイドライン」（自重閉鎖システムの改造設計ガイドライン）の策定	水門・樋門改築での実装、大型水門でのパイロット事業 「河川砂防技術基準（案）〔設計編〕 ダム・堰施設技術基準（案） 水門・樋門ゲート設計要領（案）」 順次改定					
		伝送フォーマットの規格化	JSA規格「水門などの開閉状況の一元監視システム用伝送フォーマット」の作成	マッチングファンドでの利用、規格制定のPR活動により、対応製品・サービスのラインナップ充実、他分野でのフォーマット利用を促進				

災害時のSociety 5.0の実現によるレジリエンスの強化

災害時のSociety 5.0の強化