

第3回 重要河川施設の機能喪失回避のための施設マネジメント検討会
2026年6月24日

土木研究所における 河川管理施設(機械設備)の研究紹介

実施している研究内容について

土木研究所では、将来も見据えつつ**社会的要請の高い課題**に重点的・集中的に対応するため**3つの研究開発テーマ**のもとに**15の具体的な研究開発プログラム**を構成し、研究開発を推進しています。

メンテナビリティの向上
省人化・熟練技能の形式知化

目標 1

自然災害からいのちと暮らしを守る国土づくりへの貢献*

災害予測技術の開発、大規模な外力に粘り強く耐える施設の開発など、新たな技術的課題へ即応するための技術の研究開発等に取り組む。

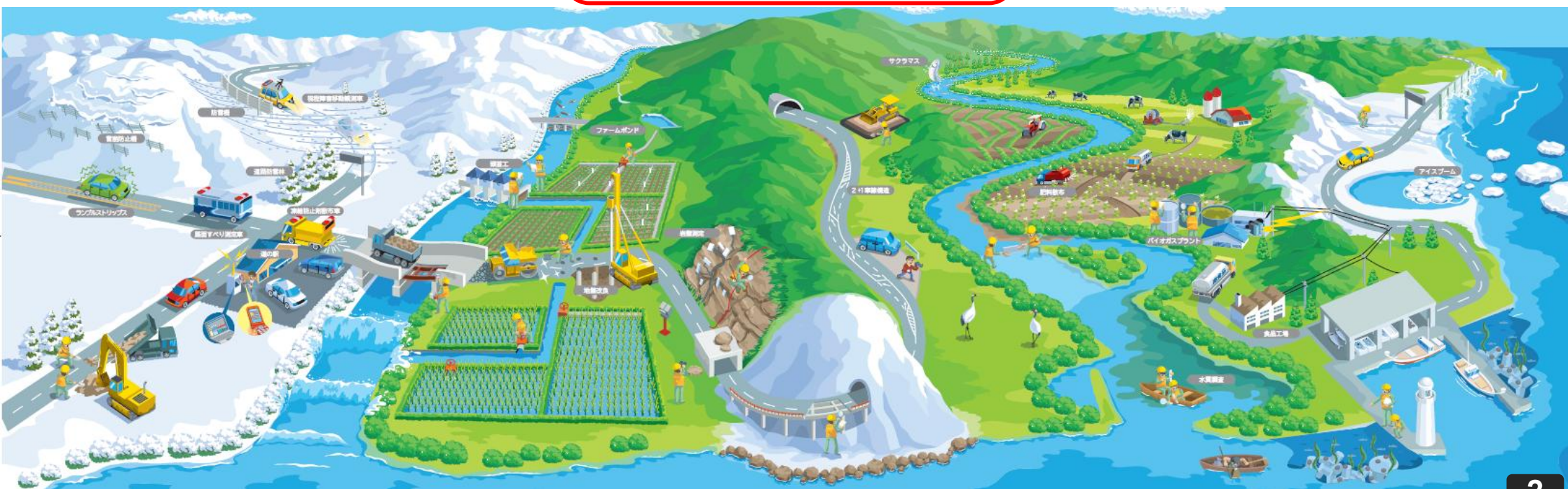
目標 2

スマート*で持続可能な社会資本の管理への貢献
建設現場の**生産性向上の推進**など、現場の働き方を飛躍的に変革するため、**より効率的な施設の管理に関する技術**の研究開発等に取り組む。

目標 3

活力ある魅力的な**地域・生活***への貢献

気候変動適応策の推進やカーボンニュートラル、美しい景観整備、農業水産基盤の整備・保全等に向けた技術の研究開発等に取り組む。



- 排水機場点検の省人化を目指し、R8年5月に内田川排水機場の実際の年点検において、人と4足歩行ロボットの協働点検の検証を実施。
- 実証により、人との協働に支障は無く、点検項目の3割をロボットで代替できることを確認。

検証概要

○ロボット点検項目の整理

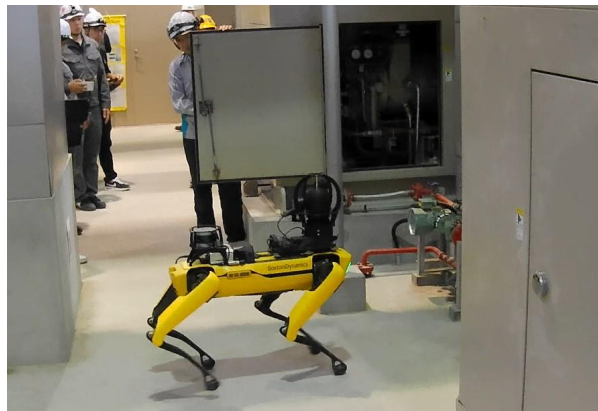
- 点検に先立ち、ロボットに実施させる点検項目を抽出。
 - 全項目の3割をロボットが実施。
 - 支障なく実行したことを確認。

○人とロボットの協働可否の確認

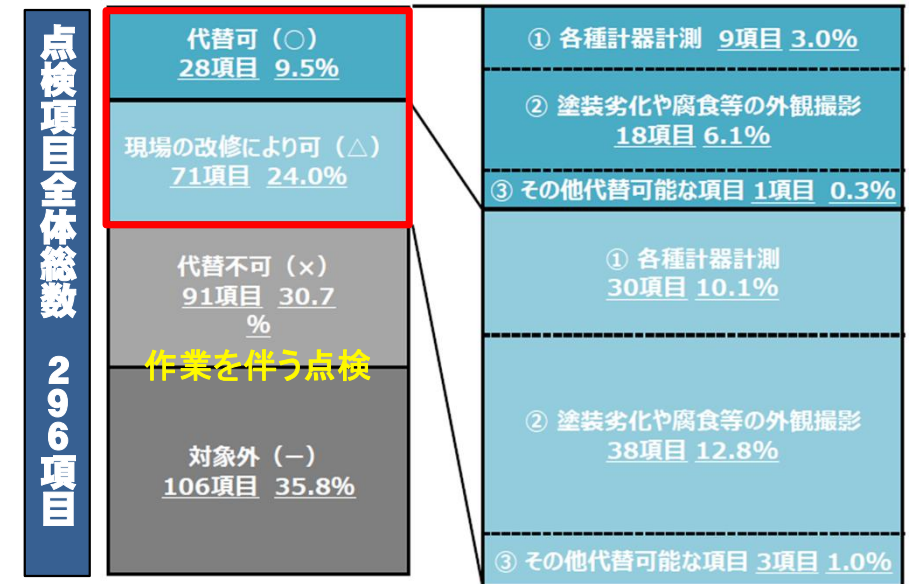
- 人が原動機パッケージの扉を開け、ロボットがその内部の点検を行うなどの協働を実施。【下写真参照】
 - 支障なく実施したことを確認
- 協働した点検員から、協働作業や効率化に向けた意見あり
 - ロボットの接近、いつ動き出すのかがわからない
 - 写真撮影を音声などで撮影指示できれば効率化につながる

○計器自動読み取りAIの試行

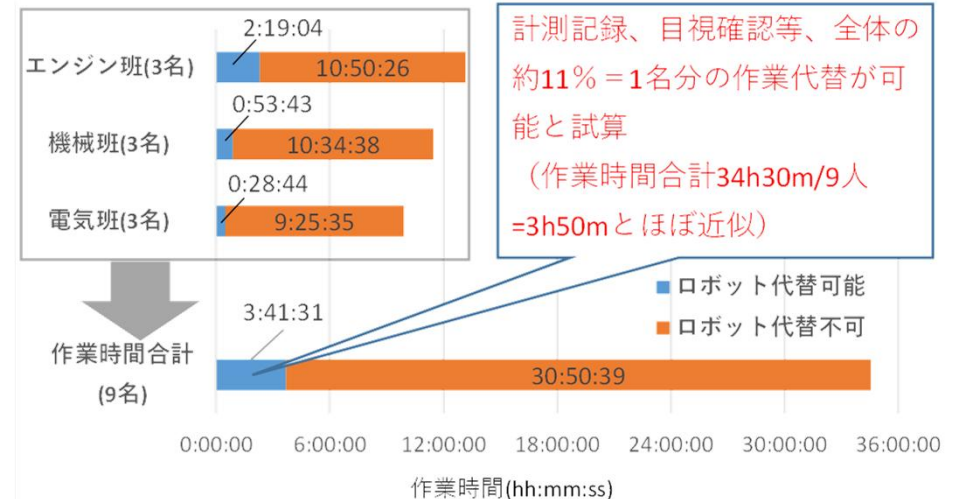
- 計器の撮影画像から指示値を正確に読みとり、csvファイルに記録したことを確認。



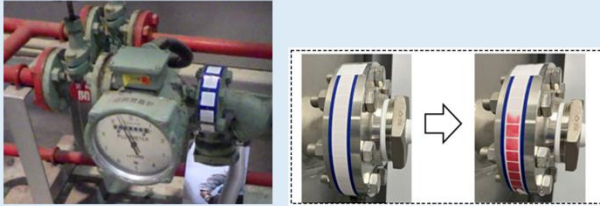
〔対応可能点検項目数〕



33.3%の点検項目を代替



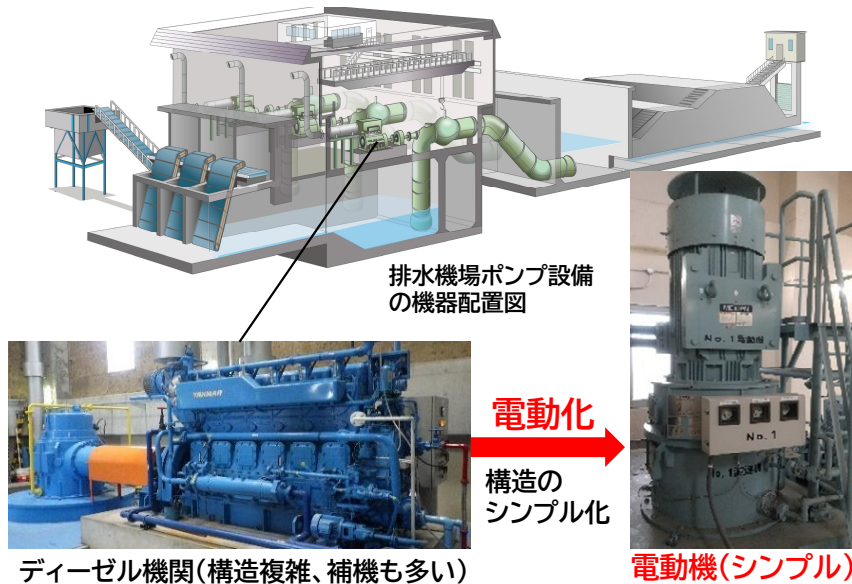
現時点で作業員1名の削減効果があると試算。

点検内容		点検項目	写真
①各種計器計測		- 減速機/潤滑油/圧力計指示/温度計指示 - 主原動機/回転速度指示計 - 主ポンプ/計装機器/圧力指示計 etc *一部、AIによる計器自動読み取りを試行	
②塗装劣化や腐食等の外観撮影		- 主原動機/ガスタービン本体/減速機部/ケース割れ、変形 - 主原動機/燃料系統/配管/腐食・漏れ - 減速機/全般/減速機全般/損傷・塗装 etc	
③その他代替可能点検 (試行)	音響マイクの試行による 聴覚点検	- 主ポンプ/全般/主ポンプ全般/異常音 - 主原動機/全般/ガスタービン全般/異常音 - 主原動機/給気・排気系/換気ファン/異常音	
	サーモグラフィによる 温度計測	吐出弁/電動式弁/電動機/温度	
	漏油状況の可視化	主原動機/燃料系統/配管継ぎ手/漏油 *配管に漏油で赤く変色する特殊シールを貼付し、漏油の有無を判断	
	ボルト緩みの可視化	- 主ポンプ/基礎ボルト・ナット/ボルト緩み - 減速機/基礎ボルト・ナット/ボルト緩み *ボルト緩みを合いマークの画像確認で判断	

点検整備／故障対応が少なくなる設備構造の研究(メンテナビリティの向上/省人化)

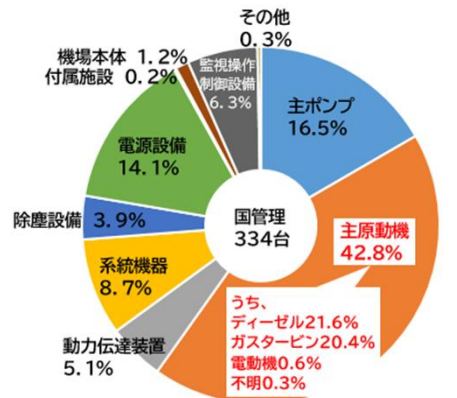
➤ 研究コンセプト

排水機場ポンプ設備の主原動機を現行のディーゼル機関を**電動機**に転換することで、系統機器を減らし維持管理の省人化、とメンテナビリティの向上を図る。



➤ 着眼点

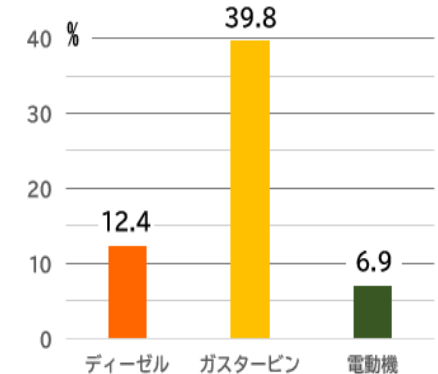
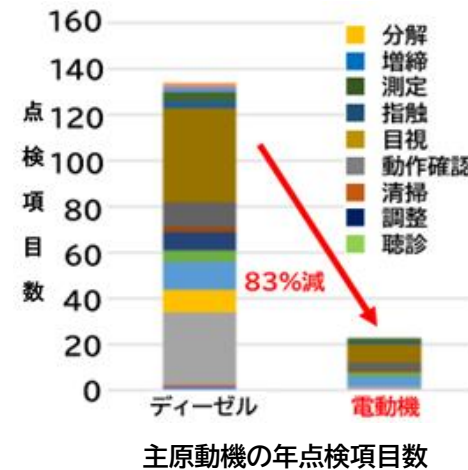
国交省の排水機場ポンプ設備のうち主原動機の故障率が**42.8%**と最も多く、構造を見直すことによる改善寄与率が高い。



排水機場ポンプ設備の装置別故障割合

➤ 電動機の維持管理性

ディーゼル機関の系統機器（燃料系、冷却系、始動系、潤滑油系、吸排気系）と比べ、電動機は始動系、冷却系のみと少なく、年点検項目が83%と**大幅な省人化、メンテナビリティ向上**の実現だけでなく、**故障リスクが減少**する。



主原動機の故障率(件数/総台数)

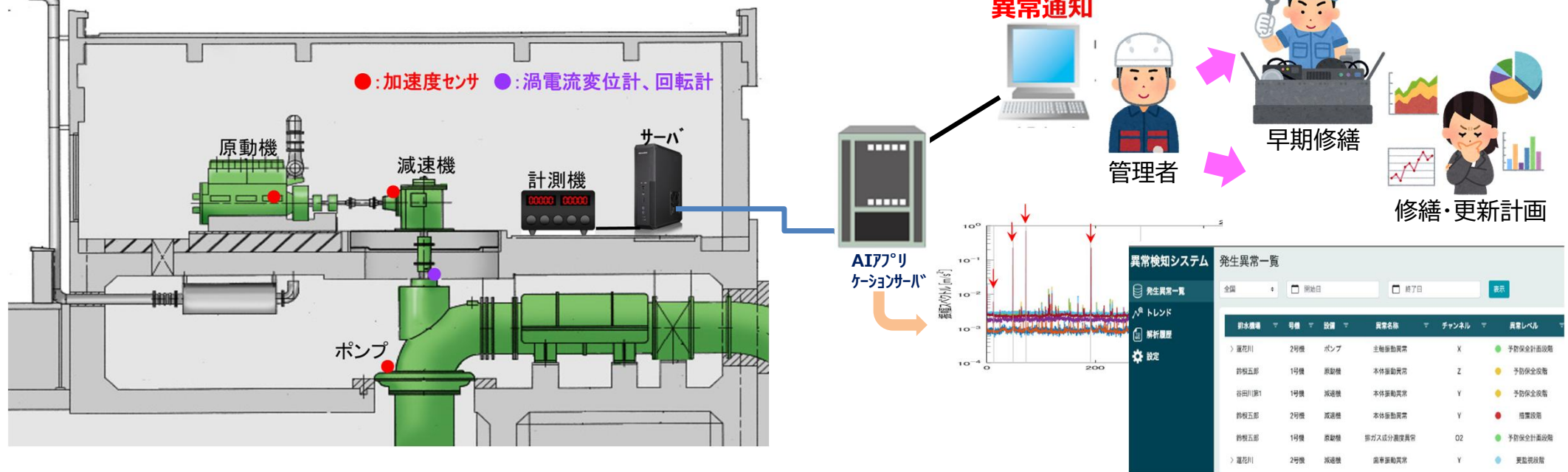
➤ 維持管理性評価

4種の主原動機の維持管理性を8つの観点で、総合評価した結果、電動機が最も高評価である。



- ・排水機場の稼働時データによるAI異常検知システムの開発
- ・小さな異常の時点で把握が可能となり、早期の修繕・補修や更新計画立案による長期設備不稼働を回避
- ・熟練技術者減少による非熟練技術者の支援、若手の参入に貢献
- ・稼働時データで自動診断する事により、点検項目、診断項目の削減が可能

➤ AI異常検知システム

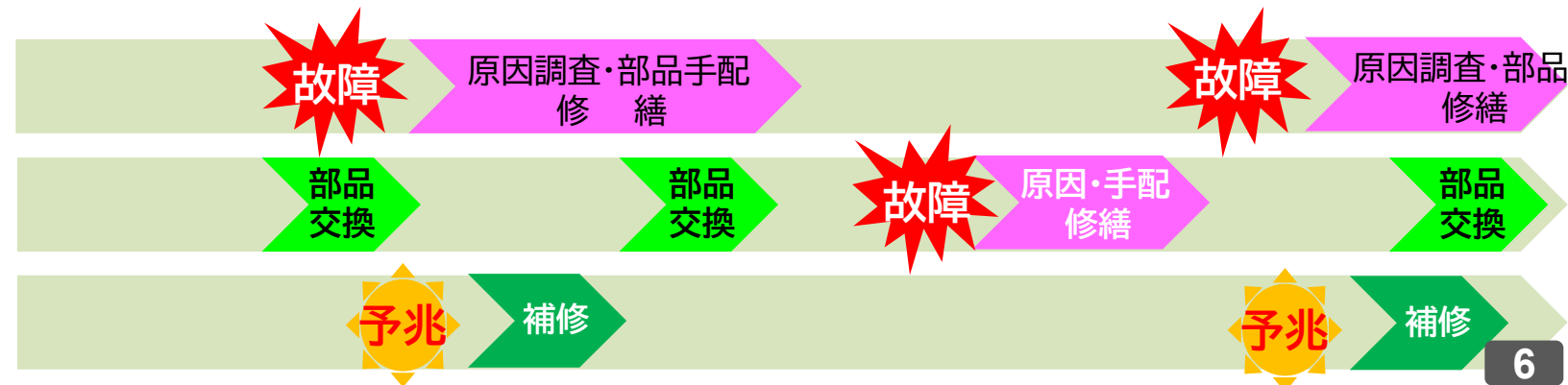


➤ 異常検知システムによる予知保全への移行

事後保全(壊れたら直す)
・長期機能喪失 ・修理コスト高

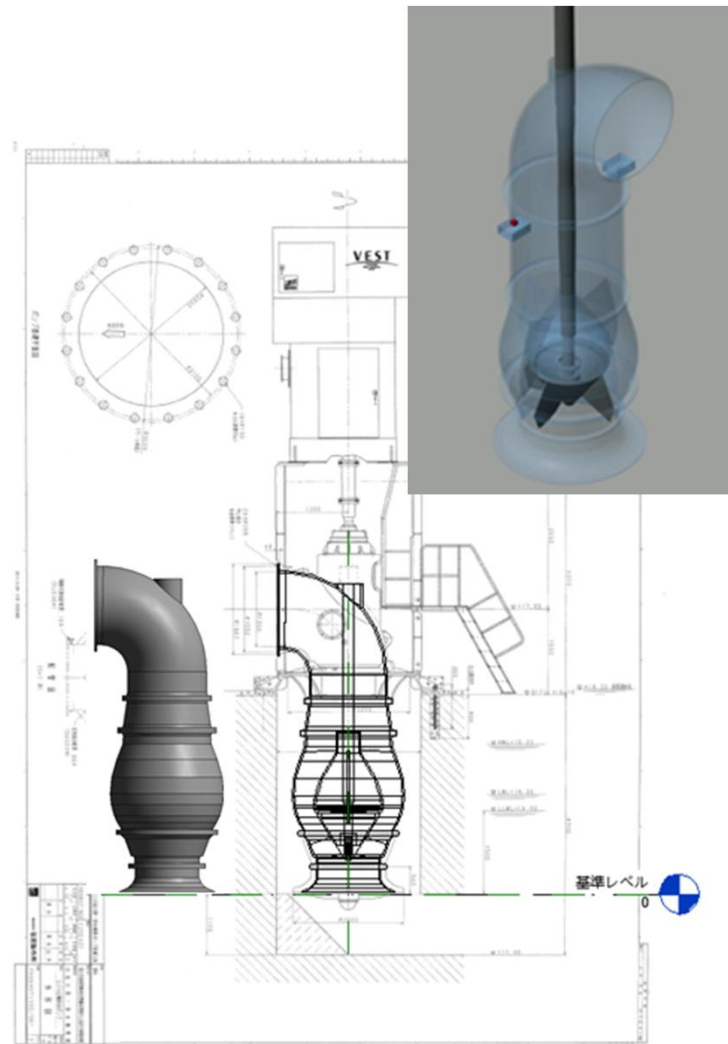
予防保全(定期的に保全)
・適切な周期設定? ・過剰保全

予知保全(予兆で保全)
・故障で停止しない設備



- ・排水機場のAI異常検知システムの精度向上に向け、異常時の教師データを生成AIにて作成
- ・各排水機場にあったデジタルツインモデルを構築し、模擬異常から異常時の振動データを生成
- ・生成AIによるデータの確からしさの検証

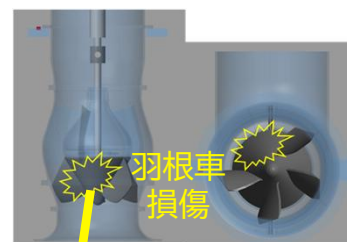
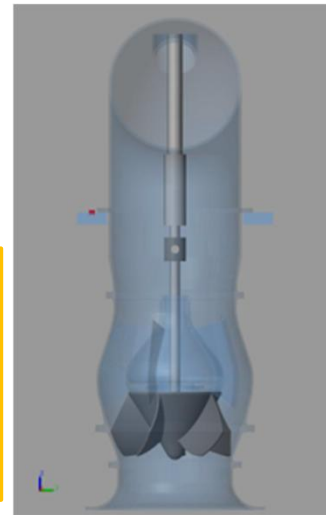
➤ デジタルツインを用いたシミュレーション



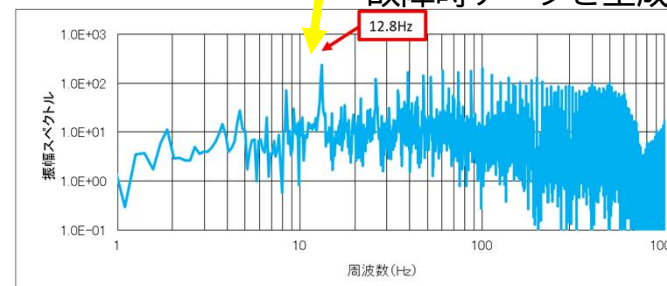
デジタルツインモデル作成
(縦軸斜流ポンプ部分モデル)

図面を3Dモデル化し、運転時の時系列データを与えることで、稼働状態を再現することが可能

実機では起こせない故障を発生させ、AI異常診断システムに必要な教師データを生成



故障時データを生成



デジタルツインモデルによる異常データ生成

デジタルツインモデルで生成したデータの信頼性・信憑性を検証するため、実際の小型ポンプで異常時の稼働データと、生成した異常データを比較検証し、有効性を確認。

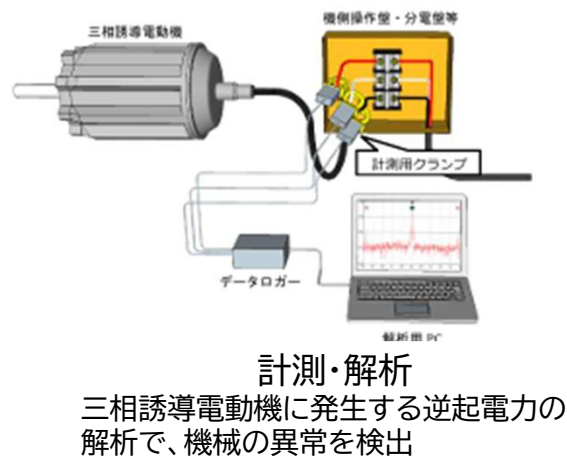


小型ポンプ
デジタルツインモデルによる検証

- ・河川ゲート設備の故障の約7割は開閉装置に起因
- ・小さな異常の段階で検知ができ、**早期の修繕対応により不稼働状態を回避**できる
- ・容易に確認できなかった電動機の状態が把握でき、**点検作業における省人化、省力化**を実現
- ・稼働時データで自動診断する事により、**点検項目、診断項目の削減**が可能

■ 研究概要

- ・ 過年度の研究において、コラム形水中モータポンプの電流情報診断による状態監視ガイドラインを策定。
- ・ 研究で得られた知見を生かし、河川用ゲート設備の開閉装置への電流情報診断の適用性を研究。
- ・ 電流情報診断による水門開閉装置の状態監視ガイドラインの策定を行う。



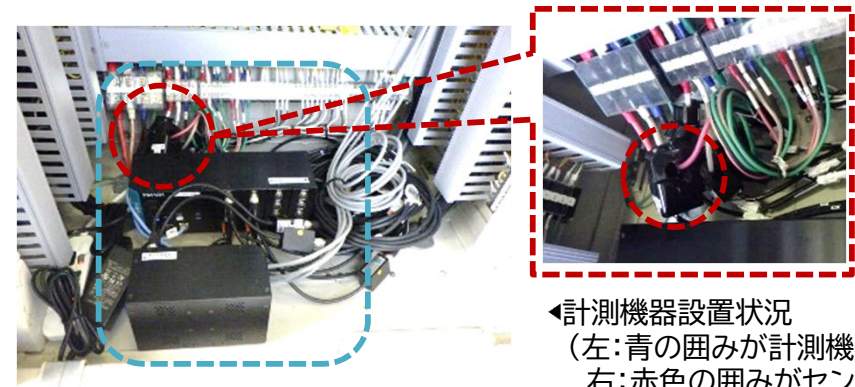
コラム形水中ポンプ
状態監視ガイドライン

■ 既存水門ならびに模型の電流信号計測および実験

- ・ 既存水門の開閉装置ならびに模型開閉装置における電流信号の
変化を調査するとともに、実験を通じて検証を行っている。



▲調査対象の既存水門



◀計測機器設置状況
(左: 青の囲みが計測機器、
右: 赤色の囲みがセンサ)

水門の操作における現状及び課題

操作は地域に委託

- 水門の設置されている**地域の方に操作を委託**

操作員の高齢化

- 水門操作員の**約6割が60歳以上**（平成27年度時点）と**高齢化が進行**

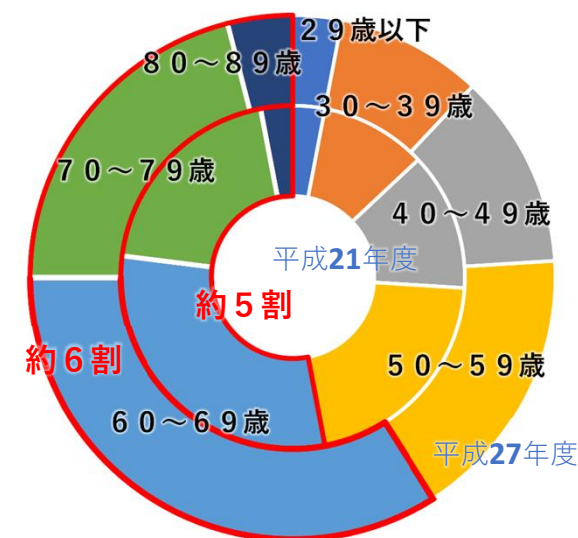
操作員の担い手不足

- 働き方の変容で操作員の**担い手不足**
仕事が生居住地外で**降雨時に不在**の住民が多い

継続的な体制確保が困難

- 操作委託を依頼した県に対し、**町が操作委託を断る**
- 期成同盟会が、国に対し**自動化などへ改良を要望**

水門操作員の年齢構成



国土交通省調べ

- 新富町が県から委託を受けている一ツ瀬水系の全15基の樋門操作について、新富町長は**操作委託を断る要望書を提出**
- 樋門の操作員が高齢になり、新たに**人材を確保しづらくなっている**として、**国に自動化や遠隔操作への改良を要望**

県から委託の樋門操作 新富町、改めて7基断る

新富町が県から委託を受けている一ツ瀬水系の樋門など全15基の操作に関し、2024年度の委託を断る要望書を県に提出したことについて、小嶋崇嗣町長は8日、7基分の受託を改めて断ったことを明らかにした。

（出典）2024年3月9日 宮崎日日新聞

樋門係員不足、対策を要望へ 島根・江の川下流4市町

地域 島根 出雲

2025/5/12（最終更新: 2025/5/12）

島根県江津市と川本、美郷、邑南町の首長と議長でつくる江の川下流域治水期成同盟会の総会が12日、江津市役所であった。支流との合流点にある樋門（ひもん）の操作員が高齢になり、新たな人材を確保しづらくなっているとして、**国に自動化や遠隔操作できるタイプへの改良などを求めると決めた。**



（出典）2025年5月12日 中国新聞

洪水時における水門操作

施設操作は操作規則に基づいて行う

- ・ 本川から支川へ**逆流**が始まったときは、水門を全閉
- ・ 水門を全閉している場合、水門の下流側水位より**上流側水位が高くなったときは全開**

水門操作に必要な**流向判断は困難** (2024年7月1日14:00頃)



水門操作の自動化

安全かつ確実な操作を実現する自動化技術

・ 操作規則を基にした**アルゴリズムの構築**

操作規則に基づき、平常時から水門操作、操作終了までの自動操作システムのフローチャートを構築

操作の判断には、ルールだけでなく**経験知**が必要

・ **アルゴリズムへ操作員の経験知を活用**

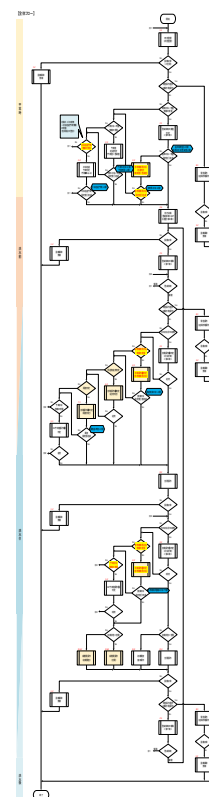
操作規則だけでは操作判断が困難なため、実操作を行っている操作員の形式知化した経験知を活用

国土交通省
協力のもと

遠賀川河川事務所
兵衛排水樋管



操作員へアンケートやヒアリングを行い
熟練操作技能を形式知化



- ・ **平常時**：洪水に備えるため、事前に自己点検を実施の判断
- ・ **洪水前**：警戒体制時に操作水位超過、逆流から閉操作を判断
- ・ **洪水中**：水門を全閉状態時、水位から開操作を判断
- ・ **洪水後**：水門全開後、基準点水位から警戒体制解除を判断

水門操作員の工夫、経験知の内容（一部抜粋）

ゲート下の**堆積土砂**で全閉できない状態を回避するため、事前点検時に水門を閉め内水により**土砂を押し流す**

ゲートを水中で停止し流速を増大させ、上下流のどちらに波が発生しているかで**流向判断**を行っている

ゲート閉操作時に戸当りに漂流物やゴミが噛み込み**不稼働**となる事を回避するため、操作時はゲート付近を目視確認し**漂流物を挟まないような操作**をしている（確実な操作、不具合発生を抑える）

支川設置の樋管では、合流河川の水位上昇により逆流が起こるため、**規定の支川水位観測所だけでなく本川の水位観測所も水位確認**を行い、支川の**水位上昇を予測し閉操作**している（周辺情報の活用）

操作判断に必要な情報

人がいなくなる現場の対応

- リアルタイムで水門の異常を検知する状態監視、診断技術
操作前に設備の状態を**自動的に点検診断**する**状態監視診断技術の開発**
操作中の異常や不具合の兆候を捉え**緊急時対応に備える検知技術の開発**
- リアルタイムで周辺安全を確保する技術
カメラ等画像を解析し**周辺の安全や漂流物の監視**を行う**操作支援技術の開発**

