

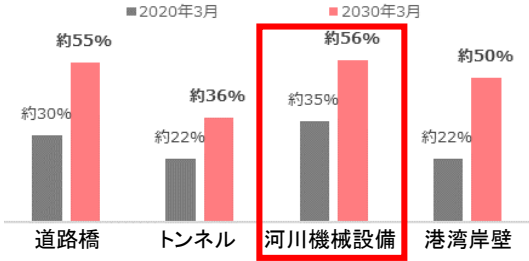
国－2
データを活用した効率的かつ効果的な
インフラ維持管理・更新の実現
(施策④～⑥)

官民研究開発投資拡大プログラム (PRISM)
「革新的建設・インフラ維持管理技術／革新的防災・減災技術領
域」
令和4年度成果

令和5年3月
国土交通省

【必要性】

○10年間で**1.6~2.3倍**



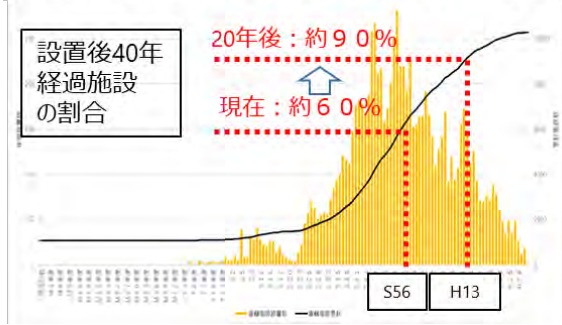
【建設後50年以上経過する施設】

河川機械設備の老朽化加速

- ・設置後40年を経過する施設は**20年後に9割**
- ・機械設備は一部の不具合・故障により**機能が突然停止**
- ・設備の陳腐化により、**部品の再調達が困難**

効果的な保全・更新が必要

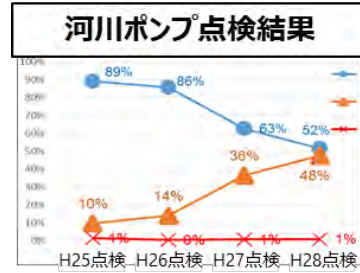
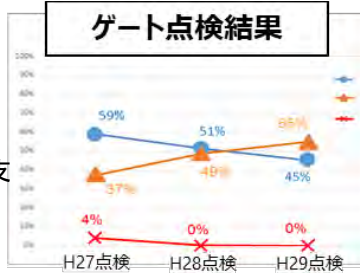
河川機械設備数の推移（総数約10,200施設）



【取組状況】 河川機械設備の定期点検結果

点検結果について

- ：正常
- ▲：要整備
(機能に支障は生じていないが、対策を講じないと支障が生じる恐れがある)
- ×：機能に支障あり



- ・河川機械設備は**毎年点検**を実施
- ・ゲート、河川ポンプ設備ともに時間の経過とともに「○(正常)」評価は減少し、「△(要整備)」評価は増加傾向。
- ・直轄施設では、H30より振動計測などを行う「**状態監視**」を導入。



【課題】

3次元データによる点検・措置記録の有効活用が必要⇒PRISM④ (R3年度で終了)

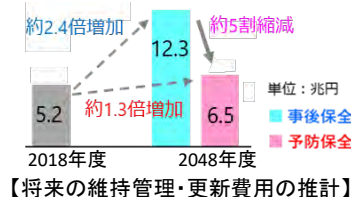
機械設備の突然の機能不全を未然に防ぐ**予兆検知**手法が必要⇒PRISM⑤

耐用年数を経過した機械設備の**効率的な更新**が必要⇒PRISM⑥

【元施策への効果】

予防保全型インフラメンテナンスへの転換の加速化

○「事後保全」から「**予防保全**」に早期に転換し、更新費用を約**5割削減**



○機能不全を未然に防ぎ、経済活動等の**社会的損失を回避** (例：犀川統合排水機場費用対効果12.5)

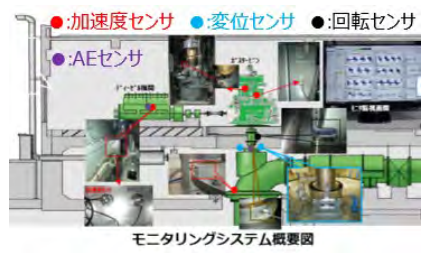
○IT・IoT型更新の横展開により**産学官民の連携強化**を進め**機械設備更新を効率化**



アドオン（土木研究所）：31,242千円
元施策（先端技術を活用した土木機械設備の予防保全に関する研究）：18,919千円

【背景・現状、課題・目標】
社会資本の高齢化が急速に進展している。笹子トンネルの事故など、一部では劣化等に伴う重大な損傷が発生し、大きな社会問題となっている。そのため機器活用による調査・監視の効率化・信頼性向上技術の開発・評価が必要とされている。

【元施策】
非常用設備である排水機場ポンプ設備について、状態監視常時モニタリングシステムを構築し、その蓄積データを活用した異常検知AI手法を開発することで、信頼性の高い状態監視技術の向上に資する。



【PRISM】
モニタリングシステムに設置するセンサー及びモニタリング対象機械設備を充実させ、様々な設備構造による多様なデータを蓄積することにより、異常検知AIの信頼性向上に寄与し、開発を加速することができる。



様々な設備構造例（左より、横軸ポンプ、立軸ポンプ、ディーゼル機関、ガスタービン機関）

【開発のイメージ】

1. 排水機場ポンプ設備状態監視モニタリングシステムの開発・機場への設置

排水機場のAI診断に資する各種計測（振動、吐出圧力、AE等）を自動で行うモニタリングシステムを開発し、5機場10台の設備に実装

- STEP 1 基本データ（振動）計測システムの実装（H30）
- STEP 2 応用データ（吐出圧力、AE、排気ガス組成等）計測センサの増設（R1～2）
- STEP 3 計測項目の取捨選択等による、モニタリングシステムのコストダウンを検討（R3～4）

2. 異常検知AIモデルの検証・改良

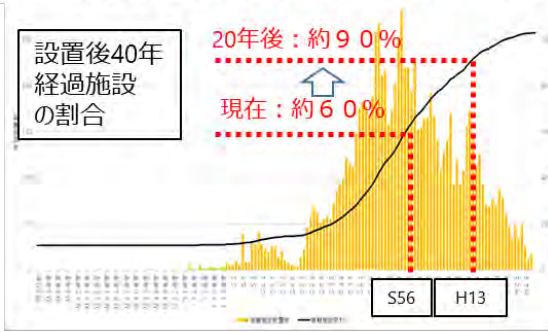
モニタリングシステムで収集したデータ、また、臨時で収集した被更新設備（今後使用しないので故障を任意に設定できる設備）のデータにより、排水機場ポンプ設備に適したAIアルゴリズムの選定と、異常の有無のみならず、異常種別（異常箇所と程度の特定）と予兆検知について検討

- STEP 1 異常の有無検知（R1～2年度達成）
- STEP 2 異常種別判定（R2年度一部達成）
- STEP 3 異常種別・予兆検知（R4年度概ね達成）

アドオン（国交省）：57,398千円
元施策名：（排水ポンプのマスプロダクツ化等による防災対応能力の強化）24,000千円

【背景・現状】

河川機械設備数の推移（総数10,290施設）



機械設備の老朽化加速

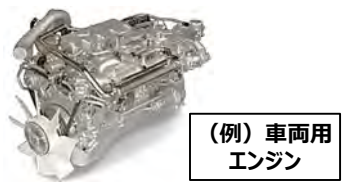
- ・設置後40年を経過する施設は20年後には9割に急増。
- ・設備の陳腐化により、部品の再調達が困難

効果的な更新が必要

【元施策】

- ・コスト削減、メンテナンス性、リダンダンシー向上等の両立を目指したパラダイムシフト
- ・ニーズ主導型異業種連携（自動車、繊維、素材メーカー等）による新技術の導入

- ・低コスト化
- ・故障時の復旧迅速化
- ・メンテナンス性の向上



【PRISM】

・マスプロダクツ型排水ポンプの成果をもとに他施設（例えば、水門、樋門、樋管等）へパラダイムシフト型更新技術の横展開を図る。

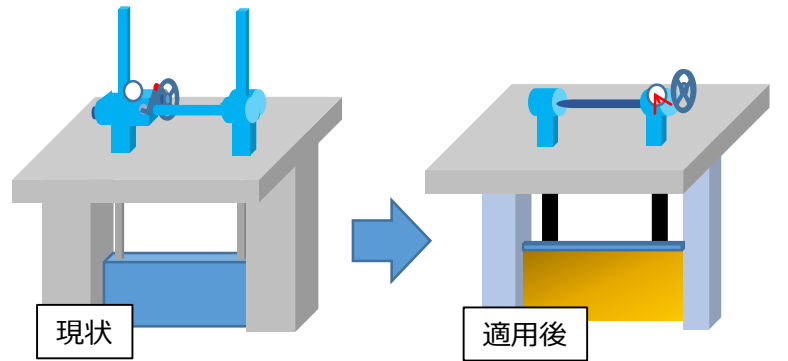


(PRISM) 対象拡大



【開発のイメージ】

- 異分野技術のフィージビリティスタディ（R3年度検討済）
水門、樋門等の扉体に新素材(膜素材)活用の適用性を検討



新素材活用に期待される効果

- 新素材による扉体の軽量化
- 簡易な開閉装置の導入
- 土木構造物（門柱）の小型化

○新技術の適用箇所検討

- ・無動力フラップゲート
- ・引き上げ式小型ゲート
- ・角落し



試作品を製作し実証試験
⇒新素材によるゲートの適用範囲を検証

○更新ガイドライン（案）の作成

実証実験結果を基に更新ガイドライン（案）を策定

鋼材以外の素材を用いたゲートの技術指針を策定することで、ゲート更新の柔軟な設計が可能になる

コスト削減やメンテナンス性の向上

資料3 「データを活用した効率的かつ効果的な維持管理・更新の実現」の目標達成状況

- 高度経済成長期以降に多く建設されたインフラ施設について、今後、建設後50年を経過する施設が急増する見込みであり、老朽化が進行することが予想されている。重症化するインフラ施設量を減少させ、持続可能なインフラメンテナンスを行うため、インフラ施設の効率的な維持管理・更新の技術や体制が必要。
- こうした予防保全型インフラメンテナンスへの転換を目指す元施策に対し、維持管理データの整備・活用や橋梁の維持管理の技術開発等、持続可能なインフラメンテナンスに向けた取組を加速化させる。

事業名等（※個別に目標を設定している場合）	当年度目標	目標の達成状況
⑤機械設備の早期予兆検知、措置	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異常検知性能の精度向上 ・ 自己完結型AI異常検知システムの構築 ・ 実用化標準スペックへの転換 ・ 実用化・社会実装に向けて導入ガイドラインの策定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異常箇所と異常程度（×, Δ1, Δ2, Δ3, ○）特定のためのしきい値の検討と設定を実施。 ・ 予兆レベル（Δ2, Δ3）と正常値の判別手法については、しきい値だけでなく微細な波形等の変化から検出する手法を適用。 <p>以上について、判定AIに実装してモニタリングシステムの実用化標準スペック整理し、状態監視AIシステム導入ガイドライン策定のための素案を取りまとめた。</p>
⑥パラダイムシフト型更新技術の開発	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水門、樋門等の評価基準検討 ・ 新素材の適用箇所検討 ・ 新素材の適用性実験 ・ 更新ガイドライン（指針）案の策定 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 膜材料とアルミニウム型枠を用いた扉体の試作品を製作し、実証実験を実施 <p>→新素材の適用箇所として、無重力フラップゲート、引き上げ式小型ゲート、角落し等に適用できると考えられる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 新素材（膜材料）を適用したゲート設備に関する技術資料（案）の作成 <p>→膜ゲートの施工方法、適用箇所、維持管理の参考となる技術資料（案）を作成</p>

資料4 「データを活用した効率的かつ効果的な維持管理・更新の実現」の成果

OPRISM⑤：機械設備の早期予兆検知、措置

- ・ 成果の説明
- ・ 図表の活用も可

○異常予兆検知手法の普及

AI異常検知システム・モニタリングシステムの実用化に向けた現場検証

- ・ 令和3年度のAI異常検知試作モデルは、一部の異常種別判定で70%程度の正答率となっていたため、令和4年度新たに取得した実稼働データで試作モデルを再学習することで、**90%以上の正答率となるように改良し**、AI異常検知システムに反映した。
- ・ AI異常検知システムは、「河川ポンプ設備点検整備更新マニュアル(案)」に示されている△1、△2などの「**異常レベル**」を**自動で判定**できるようになり、さらに、構成部品である軸受や歯車等の異常の具体的な種別(転動体異常やかみ合い異常等)を同時に判定する、「**異常種別判定**」も可能なシステムとなっている。
- ・ モニタリングシステム設置機場の他、老朽化進行の疑いがある機場で計測し、**効果の検証試験を実施**。

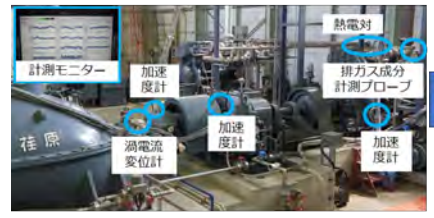
○異常予兆検知手法の普及

AI異常検知システム・モニタリングシステムの構築仕様のとりまとめ

- ・ 試作モデルはリナックスOS上でのコマンド操作となっているため、**実用化向けシステムをwebブラウザ上で操作できるシステムに改良**。
- ・ モニタリングシステムの実用化標準スペック構築のため、**配線が不要(低価格化)となる無線式センサ等を用いた検証試験を実施し、仕様を取りまとめた**。

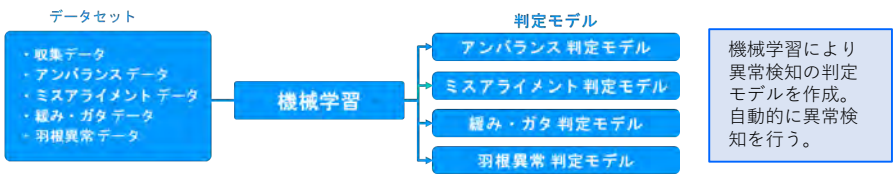
AI異常検知システム・モニタリングシステムの構築仕様のとりまとめ・導入ガイドラインの策定

- ・ 実用化・社会実装に向けての関係各所(メーカー、業界団体、有識者等)との協議等の実施および**導入ガイドライン(案)の素案を取りまとめた**。



モニタリングシステム

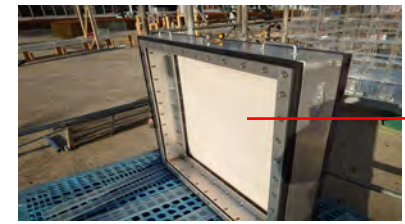
モニタリングシステムで様々な設備構造のデータを収集し、それを基に複数のAIアルゴリズムで診断し適用性を評価することで、排水機場ポンプ設備に最も適したAIアルゴリズムを選定し、異常検知AIシステムを構築できた。



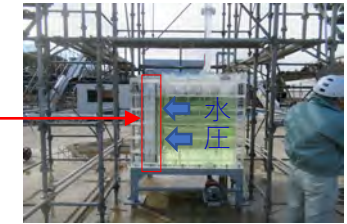
AI異常検知システムの構築

OPRISM⑥：パラダイムシフト型更新技術の開発

- ガラス繊維膜材及びアルミニウム型枠で扉体を製作し実証実験



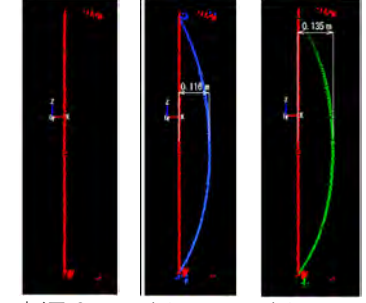
扉体プロトタイプ



実証実験装置

- ・ 水圧と膜材理論たわみ量の関係を検討
⇒ 実測値と理論式(カテナリー曲線)との乖離があり、**理論式補正**を検討する必要あり

膜中心部断面3Dスキャン測定結果



水圧(水深)	計算値(m)	計測値(m)	計測値との誤差(m)
3m	0.054	0.116	0.062
5m	0.102	0.135	0.033
7m	0.162	-	-



膜固定材から漏水

- ・ 膜材の耐久性及び止水性を確認
- ・ 膜固定材に漏水を確認
⇒ 膜材の固定方法を検討する必要あり

膜材と型枠の固定方法を工夫することで実用的なゲートになる可能性が高い

- 膜材ゲートに関する技術資料(案)を作成

- ・ 適用対象箇所
- ・ 施工上の留意事項
- ・ 維持管理方法 など

資料5 「データを活用した効率的かつ効果的なインフラ維持管理・更新の実現」の民間からの貢献及び出口の実績(見込み)

○民間からの貢献額：5年で9億円相当

- 1) 共同研究に関する民間の貢献 900百万円相当
(H30：160百万円相当 R1：220百万円相当 R2：210百万円相当 R3：210百万円相当 R4：100百万円相当)
→インフラ維持管理におけるAI等の新技術を開発する環境を整備することで、民間による技術の研究開発を促す
- 2) 現場検証に関する民間の貢献 40百万円相当
(H30：10百万円相当 R1：10百万円相当 R2：10百万円相当 R3：10百万円相当 R4：10百万円相当)
→開発された技術の現場検証を行うことで、民間による検証への協力を受ける

○出口戦略

- 高度経済成長期以降に多く建設されたインフラ施設について、今後、建設後50年を経過する施設が急増する見込みであり、老朽化が進行することが予想されている。重症化するインフラ施設量を減少させ、持続可能なインフラメンテナンスを行うため、インフラ施設の効率的な維持管理・更新の技術や体制が必要。
- こうした予防保全型インフラメンテナンスへの転換を目指す元施策に対し、維持管理データの整備・活用や橋梁の維持管理の技術開発等、持続可能なインフラメンテナンスに向けた取組を加速化させる。

当年度当初見込み	当年度実績(見込み)
⑤機械設備の早期予兆検知、措置 ・大型排水機場(約40箇所)の点検・補修の手法として基準に反映、各施設管理者が活用	⑤機械設備の早期予兆検知、措置 テストベッドに試作システムを導入し実稼働での試行を実施した。また、状態監視モニタリングシステム及びAI異常検知システムの実用化標準スペック整理し「状態監視AIシステム導入ガイドライン」策定のための素案を取りまとめた。
⑥パラダイムシフト型更新技術の開発 ・各施設管理者が、小型排水機場、水門、堰の更新・新設工事において採用	・新素材を活用した水門、樋門等の更新技術の検討 ・実証試験の成果等を踏まえた技術資料の作成