

第1章 総則

§1 ガイドラインの目的

本ガイドラインは、低コストで導入可能な AI を用いた異常運転検知機能や IoT 技術を活用することで、効率的予防保全型維持管理を実現するため、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）で採択された「IoT と AI を活用した効率的予防保全型マンホールポンプ維持管理技術」（以下「本技術」という。）について、実証研究の成果を踏まえて、技術の性能等を明示し、技術の普及展開を図るために策定したものである。

【解 説】

下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）は、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、下水道事業における資源回収、大幅な省エネルギー・創エネルギー効果やコスト削減を実現し、併せて、本邦企業における水ビジネスの海外展開を支援するため、国土交通省が実施しているものである。

B-DASH プロジェクトの一覧は、図 1-1 B-DASH プロジェクトの一覧のとおりである。

各実証事業においては、国土技術政策総合研究所からの委託研究として、実証研究を実施している。

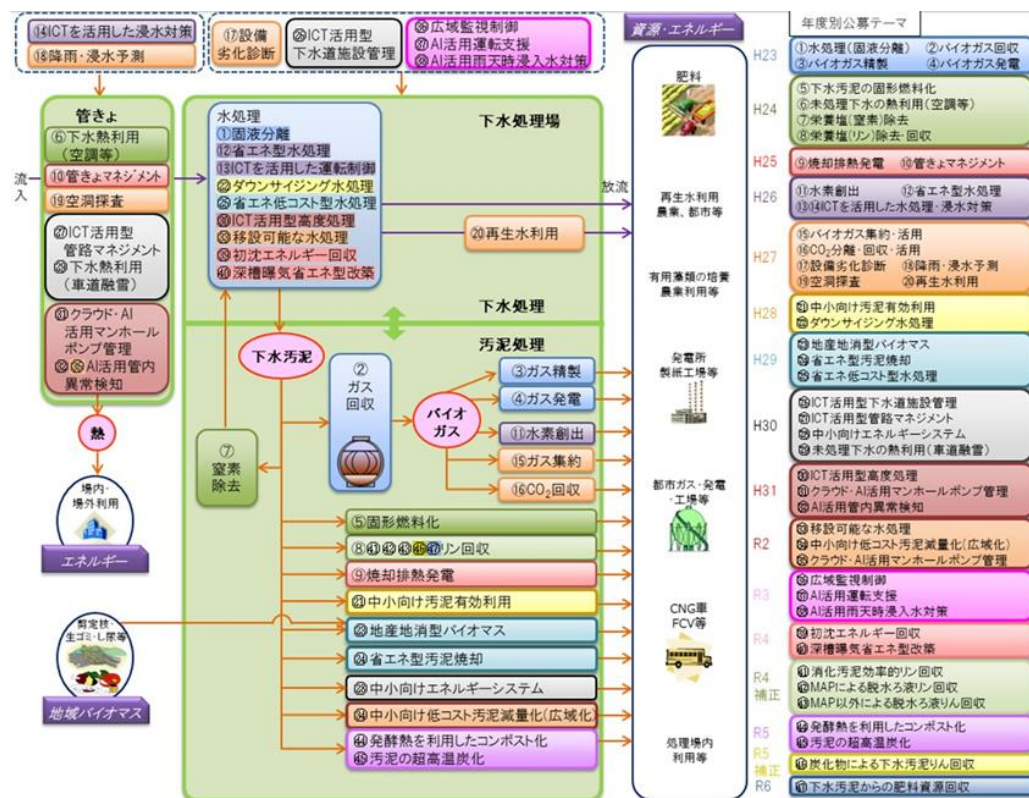


図 1-1 B-DASH プロジェクトの一覧

本ガイドラインの対象とする本技術は、令和 2 年度及び令和 3 年度に実証研究を実施した B-DASH プロジェクトである。

実証研究のとりまとめにあたっては、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体職員等より意見を聴取したうえで、学識経験者で構成される下水道革新的技術実証事業評価委員会（以下「評価委員会」という。）の評価を受け、十分な成果が得られたと評価された。

本ガイドラインは、地方公共団体が抱える老朽化が進む膨大なマンホールポンプ施設を適切に管理し、コストや時間の削減を図り、ストックマネジメントの効率的な実施に資するため、評価委員会で評価された本技術の実証研究の成果を踏まえ、本技術の導入を促進することを目的として、国土技術政策総合研究所が作成するものである。このため、本ガイドラインでは、地方公共団体等が本技術の導入を検討する際に参考にできるように、技術の概要、導入検討、計画・設計及び運用・維持管理に関する技術的事項についてとりまとめている。

なお、本ガイドラインについても、実証研究の成果と同様に、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の職員等より意見を聴取のうえ、評価委員会に了承されたものである。

§2 ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、マンホールポンプ施設を対象として、本技術のシステム全体又は一部についての導入検討、計画・設計及び運用・維持管理に適用する。

本ガイドラインは、地方公共団体等の下水道管理者及び関連する民間企業等に利用されることを想定して作成している。

【解 説】

本ガイドラインは、マンホールポンプ施設を対象として、本技術のシステム全体又は一部を導入する際に、導入検討、計画・設計及び運用・維持管理の参考となるようにとりまとめたものである。

本ガイドラインに記載する技術等は、多くの地方公共団体等が活用できるように、考え方の一例を記載したものであり、各地方公共団体の実績及びストックマネジメントの実践に基づく創意工夫を妨げるものではない。

§3 ガイドラインの構成

本ガイドラインは、総則、技術の概要、導入検討、導入計画・設計及び運用・維持管理から構成される。

【解 説】

本ガイドラインの構成は以下のとおりである。

(1) 第1章 総則

本ガイドラインの目的、適用範囲及び構成並びに用語の定義について記述している。

(2) 第2章 技術の概要

本技術の目的、概要、特徴・導入効果、内容及び適用条件並びに実証研究に基づく本技術の評価について記述している。

(3) 第3章 導入検討

本技術を、下水道管理者である地方公共団体が導入しようとする際の導入効果の検討及び導入判断に役立つ情報を整理している。

(4) 第4章 導入計画・設計

本技術を導入するための計画及び設計について記述している。

(5) 第5章 運用・維持管理

本技術の導入後における運用及びシステムの保守・管理等について記述している。

§4 用語の定義

本ガイドラインで扱う用語は、以下のとおり定義する。

なお、下水道施設の基本的な用語については、「下水道維持管理指針-2014 年版⁻¹⁾」、「下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015 年版⁻²⁾」、「維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン（管路施設編）-2020 年版⁻³⁾」、「維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン（処理場・ポンプ場編）-2021 年版⁻⁴⁾」、「下水道用語集 2000 年版⁵⁾」、「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル⁶⁾」に準拠する。

【解 説】

(1) IoT と AI を活用した効率的予防保全型マンホールポンプ維持管理技術全般

- 自動通報監視装置

通常は制御盤内に設置され、マンホールポンプ施設の運転データ、故障データ等を各種通信方式にて自動的に管理者へ送信する通信端末。

- 異常運転検知機能

日々クラウド上に蓄積される運転データを AI が学習し、正常状態での運転範囲を決定したのち、その範囲から外れたデータがあった場合に異常運転と判定する機能。異常度合に応じて、異常運転検知（高）或いは異常運転検知（低）と表示。

- 更新優先順位自動作成機能

クラウド上で一元管理し、蓄積している台帳データ、点検データを用いて、影響度と故障発生確率からリスク評価マトリックスを作成し、各施設・主要機器毎の更新優先順位を表示する機能。

- 運転データ

ポンプ運転時間及びポンプ運転回数のデータ。

- 台帳データ

マンホールポンプ施設の機台帳に登録したデータ。

- **点検データ**

マンホールポンプ施設の日常点検記録及び定期点検記録のデータ。

- **機台帳**

マンホールポンプ施設を構成するポンプ、主水位計、自動通報監視装置、制御盤の現在の仕様情報及び各機器の修繕・更新履歴を記録した台帳。

- **緊急出動**

マンホールポンプ施設において、過電流・停電・異常高水位等が発生して正常な排水ができない状態を復旧するために、現地に急行して対策を行うこと。一般的に、自動通報監視装置からの故障通報を受け、維持管理会社によって行われる。

- **日常点検**

目視で確認する項目を中心にマンホールポンプ施設の稼働状態を確認し、異常の早期発見を目的とする点検。「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル-1997年6月-」⁶⁾によると、1か月に1回の頻度で実施することとしている。

- **定期点検**

日常点検の内容に加え、ポンプの引上げ点検、制御盤の絶縁抵抗測定等の詳細点検を行い、設備の状態を正確に把握し機器の性能を維持することを目的とする点検。「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル-1997年6月-」⁶⁾によると、1か年に1回の頻度で実施することとしている。

- **通常点検**

日常点検及び定期点検等、計画的に実施される点検。

- **過電流**

ポンプの過負荷状態を指し、モータの許容（定格）電流以上の電流が流れること。

- **3E リレー**

過負荷・欠相・反相（逆相）を検出するモータの保護装置。

- **サーマルプロテクタ**

モータの温度が一定の温度を超えると自動的に電流を遮断し停止させるモータ内蔵の過熱保護装置。

- **停電**

マンホールポンプ施設への電力供給が停止すること。落雷や豪雨等の自然災害に起因して発生することが多い。

- **異常高水位**

マンホール内の水位がポンプ始動水位を超えて上昇した状態。ポンプ故障の他に、降雨時の不明水流入により発生する高水位警報水位。主水位計（投込み式等）での検知の他、バックアップ用として別水位計（フロート式等）で検知する。

- **通信断**

自動通報監視装置とクラウドサーバ間の通信が絶たれた状態。自動通報監視装置に何らかの異常が発生し、通信不能となった場合に検知される。

- **電源 LED**

自動通報監視装置の電源部分での点灯・消灯で電源の ON-OFF を表す発光ダイオード（Light Emitting Diode）。

- **動作 LED**

自動通報監視装置の動作部分の点灯・消灯で動作状況を表す発光ダイオード（Light Emitting Diode）。

- **形式知**

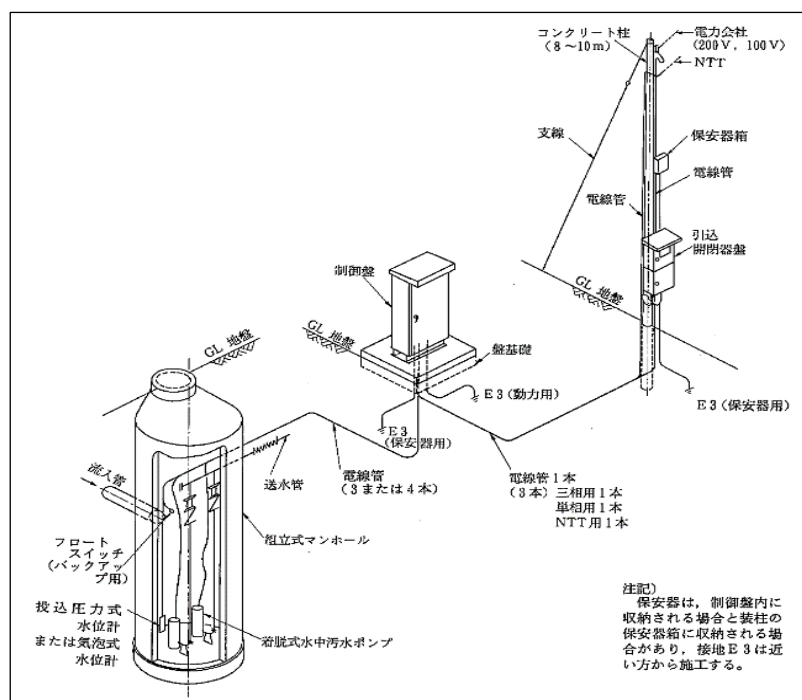
主観的な知識（暗黙知）を、文章や図を活用して言語化された知識。個人がもつ経験に基づく知識や手法などがマニュアル化され、客観的な知識として共有されている状態。

- 暗黙知

個人の過去の経験から成り立つ主観的な知識、あるいは言語化されていない知識。
事象の捉え方は人それぞれであるため、主観的な知識である暗黙知を第三者に伝えることは難しいとされている。

- マンホールポンプ施設

着脱式水中汚水ポンプなどのポンプ設備、電気設備から構成される施設であり、自然流下が困難な場所で組立式マンホール内に設置される。



出典：「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル」（財団法人下水道新技術推進機構、1997.6⁶⁾）

- 機場

マンホールポンプ施設数の単位。

(2) 異常運転検知機能

- ポンプ運転時間

マンホール内の水位がポンプ始動水位に達し、ポンプが運転を開始してから内水位低下又は一定時間経過後にポンプが停止するまでの時間。

- **ポンプ運転回数**

マンホール内に設置された 2 台のポンプそれぞれについて、運転開始から停止までを 1 回とカウントした時の運転回数。1 時間あたり、1 日あたりで集計され、日報や月報に記載される。

- **学習期間**

AI が正常時のポンプ運転データを学習するための期間。本技術の AI では、データ蓄積開始から 30 日間以上かつポンプ 2 台の累積運転回数が 50 回以上となる期間である。この期間を経たのち、AI の判定が出力され始める。

- **再学習**

AI 判定の基準となる状態を更新する処理。定期的に自動で行われる再学習及びポンプ修繕等により正常時の運転状態が変化したときに任意に行う再学習がある。

- **AI 検知性能**

AI の判定結果と実際のポンプ設備の状態との整合性の高さを表す指標。AI の判定結果及び実際のポンプ設備の状態は下表のように 4 とおりに分類でき、TP、FP、FN、TN の記号で表され、これらの組合せにより検出率や正解率を定義する。

		AI の判定結果	
		異常運転	正常運転
実際のポンプ設備の状態	異常	【TP】異常的中 (True Positive)	【FN】見逃し (False Negative)
	正常	【FP】空振り (False Positive)	【TN】正常的中 (True Negative)

- **見逃し**

AI の判定結果のうち、実際のポンプ設備が異常運転であるのに、AI が正常運転と判定した状態。

- **空振り**

AI の判定結果のうち、実際のポンプ設備が正常運転であるのに、AI が異常運転と判定した状態。

- **検出率**

$TP / (TP + FN)$ で表される AI 検知性能を評価する指標。実際のポンプ設備の異常の状態を、AI が正しく異常運転と判定した割合。

- **正解率**

$(TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$ で表される AI 検知性能を評価する指標。実際のポンプ設備の運転状態を、AI の判定が的中（正解）した割合。

(3) 更新優先順位自動作成機能

- **リスク評価マトリックス**

主にリスクの定性的分析で使用するリスクの発生確率及び影響度をマトリックス状に視覚化したもの。