

ISSN 1346-7328

国総研資料 第1303号

令和 7 年 1 月

# 国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of  
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1303

January 2025

B-DASH プロジェクト No.40

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  
の導入ガイドライン(案)

上下水道研究部下水道研究室

B-DASH Project No.40

Guidelines for introducing an efficient preventive maintenance technology for manhole pump  
using IoT and AI

Wastewater System Division

Water Supply and Sewerage Department

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management  
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

B-DASH プロジェクト No.40

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の技術導入  
ガイドライン

上下水道研究部下水道研究室

B-DASH Project No.40

Guideline for Introducing an Efficient preventive maintenance technology for manhole pump using IoT and AI

Wastewater system Division

Water Supply and Sewerage Department

概要

本ガイドラインは、マンホールポンプ施設の維持管理におけるコスト削減を目指し、下水道革新的技術の一つである「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」について、下水道管理者が導入検討する際に参考にできる資料として策定したものである。

キーワード : IoT、AI、マンホールポンプ、予防保全、維持管理、クラウド、監視、ガイドライン、B-DASH プロジェクト

Synopsis

The guidelines are intended to be a reference document for sewage service providers considering to introduce an efficient preventive maintenance technology for manhole pump using IoT and AI, which is one of the innovative sewerage technologies, to achieve cost reduction in operation and maintenance of manhole pumps.

Key Words: IoT, AI, manhole pump, preventive maintenance, maintenance, cloud, monitor, guidelines, B-DASH Project

執筆担当者 元下水道研究部下水道研究室長 岡安祐司  
元下水道研究部下水道研究室長 吉田敏章  
上下水道研究部下水道研究室長 安田将広  
上下水道研究部下水道研究室 主任研究官 濱田知幸

## はじめに

令和3年度末における全国の下水道管路管理延長は約49万kmであり、膨大なストックを抱えている。一方で、少子高齢化の進行等により下水道施設の維持管理の担い手不足等が懸念されている。限られた人員と予算で、老朽化していく既存施設を適正に管理し、持続的に機能を確保していくためには、維持管理に係る負担を軽減するとともに、効率的なストックマネジメントを実施する必要がある。

下水道管路施設には約5万基のマンホールポンプ施設が設置されており老朽化の進行が予想される。現状では、マンホールポンプ施設の維持管理についての実態は不明な点が多く、地方公共団体における点検の頻度・項目、警報による緊急対応状況、修繕・更新の実施状況、これら管理に係る人員や費用についての報告は少ない。マンホールポンプの異常運転により運転停止に至ると、汚水を排除できなくなるため、溢水の危険がある場合は直ちに対処する必要があり、維持管理に係る負担は大きい状況にある。

国土交通省は、マンホールポンプ施設に係る負担軽減を目指し、クラウドやAI技術を活用した効率的なマンホールポンプ管理を推進するため、下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）により「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」を採択し、国土技術政策総合研究所下水道研究部が実証研究を実施した。

本ガイドラインは、国土技術政策総合研究所の委託研究「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の実証研究」（受託者：クリアウォーター OSAKA・クボタ・河内長野市・今治市・赤磐市共同研究体、研究期間：令和2年度～令和3年度）の成果を踏まえ、下水道管理者が革新的技術の導入を検討する際に参考となる資料として作成したものであり、この優れた技術が全国に普及されることを強く願うものである。

下水道革新的技術実証事業としての技術選定から実証研究施設の設置及び運転による実証の成果を踏まえた本ガイドラインの作成まで尽力いただいた下水道革新的技術実証事業評価委員会及び検討会の委員各位並びに実証事業に精力的に取り組まれた研究体各位等、全ての関係者に深く感謝申し上げます。

国土交通省 国土技術政策総合研究所 上下水道研究部長 三宮武

# 目次

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| 第1章 総則 .....                        | 1  |
| §1     ガイドラインの目的 .....              | 1  |
| §2     ガイドラインの適用範囲 .....            | 3  |
| §3     ガイドラインの構成 .....              | 4  |
| §4     用語の定義 .....                  | 5  |
| 第2章 技術の概要 .....                     | 11 |
| §5     本技術の目的 .....                 | 11 |
| §6     本技術の概要 .....                 | 13 |
| §7     本技術の特徴及び導入効果 .....           | 18 |
| §8     異常運転検知機能の内容 .....            | 24 |
| §9     更新優先順位自動作成機能の内容 .....        | 30 |
| §10    Web 会議システムの内容 .....          | 37 |
| §11    異常運転検知機能 (AI 技術) の適用条件 ..... | 38 |
| §12    更新優先順位自動作成機能の適用条件 .....      | 39 |
| §13    Web 会議システムの適用条件 .....        | 40 |
| §14    実証研究に基づく本技術の評価 .....         | 41 |
| 第3章 導入検討 .....                      | 55 |
| §15    導入検討の手順 .....                | 55 |
| §16    基礎情報の収集・整理 .....             | 56 |
| §17    導入効果の検討 .....                | 59 |
| §18    導入判断 .....                   | 70 |
| 第4章 導入計画・設計 .....                   | 71 |
| §19    本技術の導入計画・設計の手順 .....         | 71 |
| §20    マンホールポンプ施設の維持管理手法の検討 .....   | 72 |
| §21    システム全体構成及び機器等の仕様・数量の決定 ..... | 74 |
| §22    導入効果の検証 .....                | 75 |
| §23    導入計画書の作成 .....               | 77 |
| §24    本技術の設計 .....                 | 78 |
| 第5章 運用・維持管理 .....                   | 83 |
| §25    本技術の運用 .....                 | 83 |

|      |                 |    |
|------|-----------------|----|
| § 26 | システムの保守・管理..... | 94 |
| § 27 | 異常発生時の対応.....   | 95 |
| 参考文献 | .....           | 97 |

## 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。

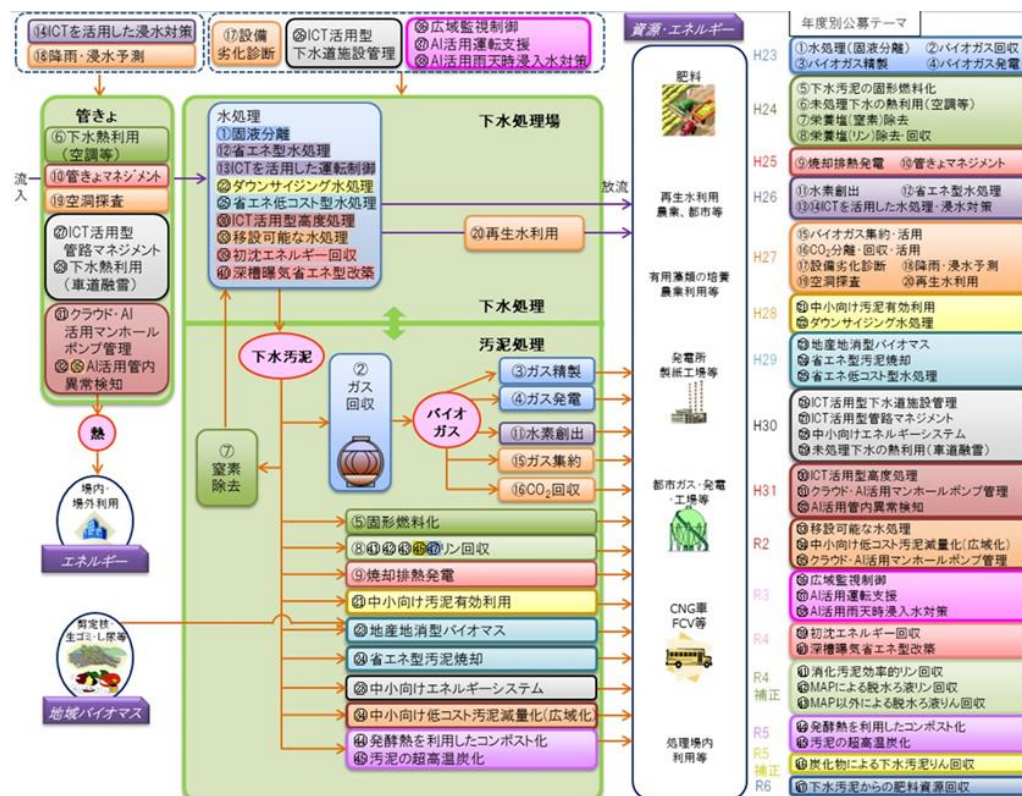


図 1-1 B-DASH プロジェクトの一覧

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<sup>-1)</sup>」、「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<sup>-2)</sup>」、「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<sup>-3)</sup>」、「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<sup>-4)</sup>」、「下水道用語集 2000 年版<sup>5)</sup>」、「下水道マンホールポンプ施設技術マニュアル<sup>6)</sup>」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-」<sup>6)</sup>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-」<sup>6)</sup>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**

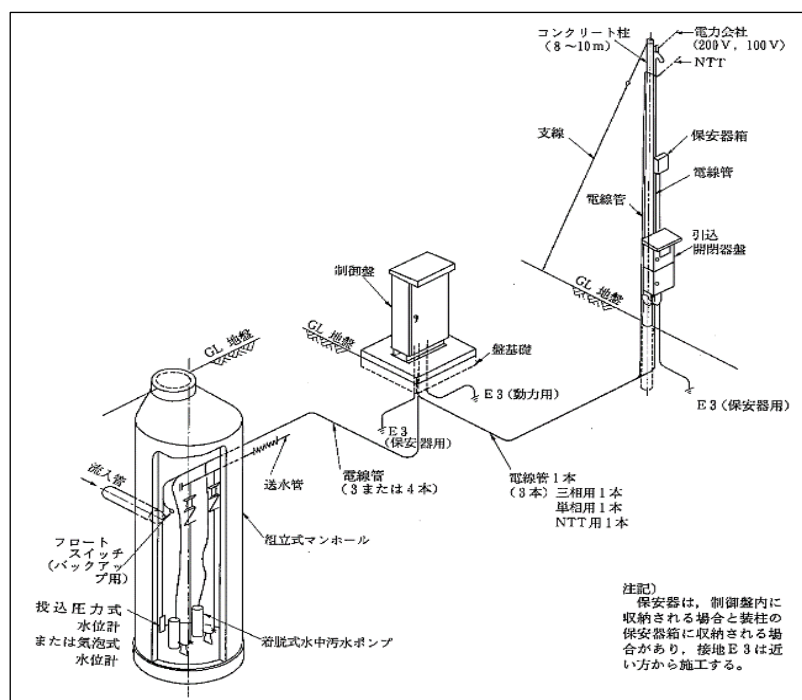
主観的な知識（暗黙知）を、文章や図を活用して言語化された知識。個人がもつ経験に基づく知識や手法などがマニュアル化され、客観的な知識として共有されている状態。

- 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、1997.6<sup>6)</sup>）

- 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<br>(True Positive) | 【FN】見逃し<br>(False Negative) |
|             | 正常 | 【FP】空振り<br>(False Positive) | 【TN】正常的中<br>(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され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。

## 第2章 技術の概要

### §5 本技術の目的

本技術は、AI による異常運転検知機能を活用した予防保全型マンホールポンプ維持管理技術を導入し、低コストで効果的なマンホールポンプの維持管理を実現するとともに、IoT を活用した更新優先順位自動作成機能及び Web 会議システムの技術を導入し、維持管理の効率性を向上させることを目的としている。

### 【解 説】

少子高齢化や財源不足による厳しい下水道事業を取り巻く社会経済環境の中で、情報革命に代表される産業構造の大きな変化にどのように対応していくか考えていく必要がある。国民の安心で安全な生活に欠かせない下水道インフラは、効率的かつ安定した下水道サービスの提供が必要とされる一方で、近年、技術者の恒常的な不足、下水道使用料の減収、下水道施設の老朽化による施設の更新需要が増加していることから、より一層の効率的な事業運営に取り組んでいくことが求められている。

本技術が対象とするマンホールポンプ施設は、下水道の普及と共に全国に設置され、2018 年度時点で公共下水道・特定環境保全公共下水道向けに 5 万を超える施設が稼働している。マンホールポンプは運転停止に至ると汚水の溢水につながるため直ちに対処する必要があるにもかかわらず、施設数が多く広範囲に点在していることから、その維持管理には大きな労力を要している。特に 2000 年前後に大量に設置された施設が更新時期を迎える中、効率的な更新計画の作成が急務である。

このため、本技術は、AI 解析による異常運転検知機能を活用した予防保全型マンホールポンプ維持管理技術を導入し、低コストで効果的な「効率的予防保全型マンホールポンプ維持管理技術」を実現するとともに、IoT を活用した更新優先順位自動作成機能、及び Web 会議システムの技術を導入し、維持管理の効率性を向上させることを目的としている（図 2-1）。

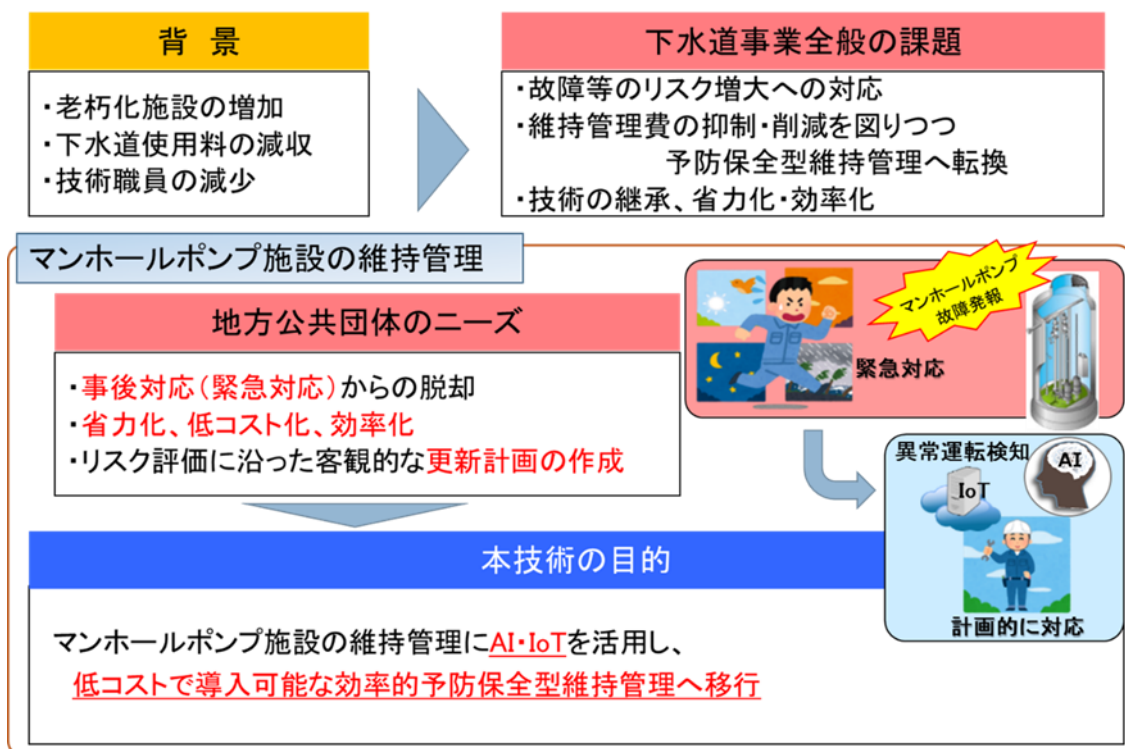


図 2-1 本技術の目的

## § 6 本技術の概要

本技術は、マンホールポンプ施設の自動通報監視装置におけるクラウド型監視システム方式を基に、IoT 及び AI を用いて蓄積された運転データ・点検データ・台帳データ等を分析・活用し、維持管理の効率化を図る技術である。

また、緊急時対応等の現場作業においても IoT を取り入れることで、維持管理に係る情報の一元管理及びリアルタイムでの情報共有が容易になる。

本技術は、次の機能（要素技術）で構成されている。

- (1) 異常運転検知機能
- (2) 更新優先順位自動作成機能
- (3) Web 会議システム

## 【解 説】

現在、マンホールポンプ施設の自動通報監視装置については、電話・FAX・メール方式等からクラウド型監視システム方式への移行が進んでいる。

従来のクラウド型監視システム方式（AI なし）では、施設の監視、データ蓄積・表示、故障通報機能が標準的に備わっていることから、運転データ・点検データ・台帳データ等を集約して、管理することができる。しかしながら、次の理由等によりデータの分析及び有効活用は難しく、点検報告書作成、データ分析等を行う場合は、システムの利用者による一定の労力を要する。

- ・点検データ及び台帳データを紙媒体で管理している。
- ・クラウド上の各データを用いた分析ツールがない。

本技術では、自動通報監視装置をクラウド型監視システム方式（AI 付）にすることにより、情報の一元管理、リアルタイムでの情報共有、各種データの分析及び有効活用が容易になる（表 2-1、図 2-2）。

表 2-1 本技術の構成

|                              |                                                                                         |
|------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|
| 異常運転検知機能<br>(AI 技術)          | クラウド上に実装された AI が蓄積された運転データを学習することで、異常な運転状態を検出する。                                        |
| 更新優先順位<br>自動作成機能<br>(IoT 技術) | 点検データ及び台帳データをクラウド上で一元管理し、蓄積された各種データを元に、故障の発生確率及び影響度によるリスク評価マトリックスで各施設・主要機器の更新優先順位を表示する。 |
| Web 会議システム<br>(IoT 技術)       | 故障発生時等の現場状況を維持管理業者・専門技術者・地方公共団体職員間で共有し、リアルタイムでのサポートが容易になる。                              |

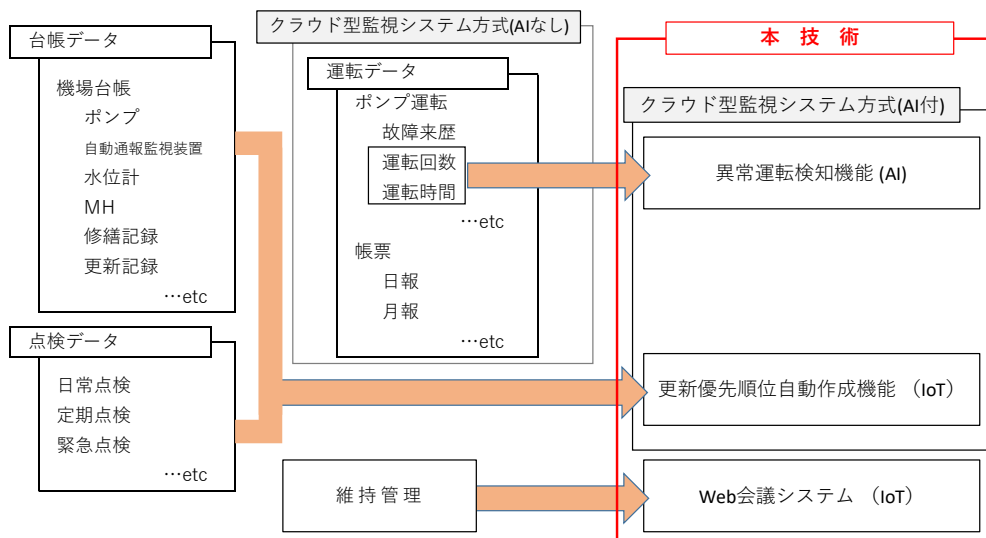
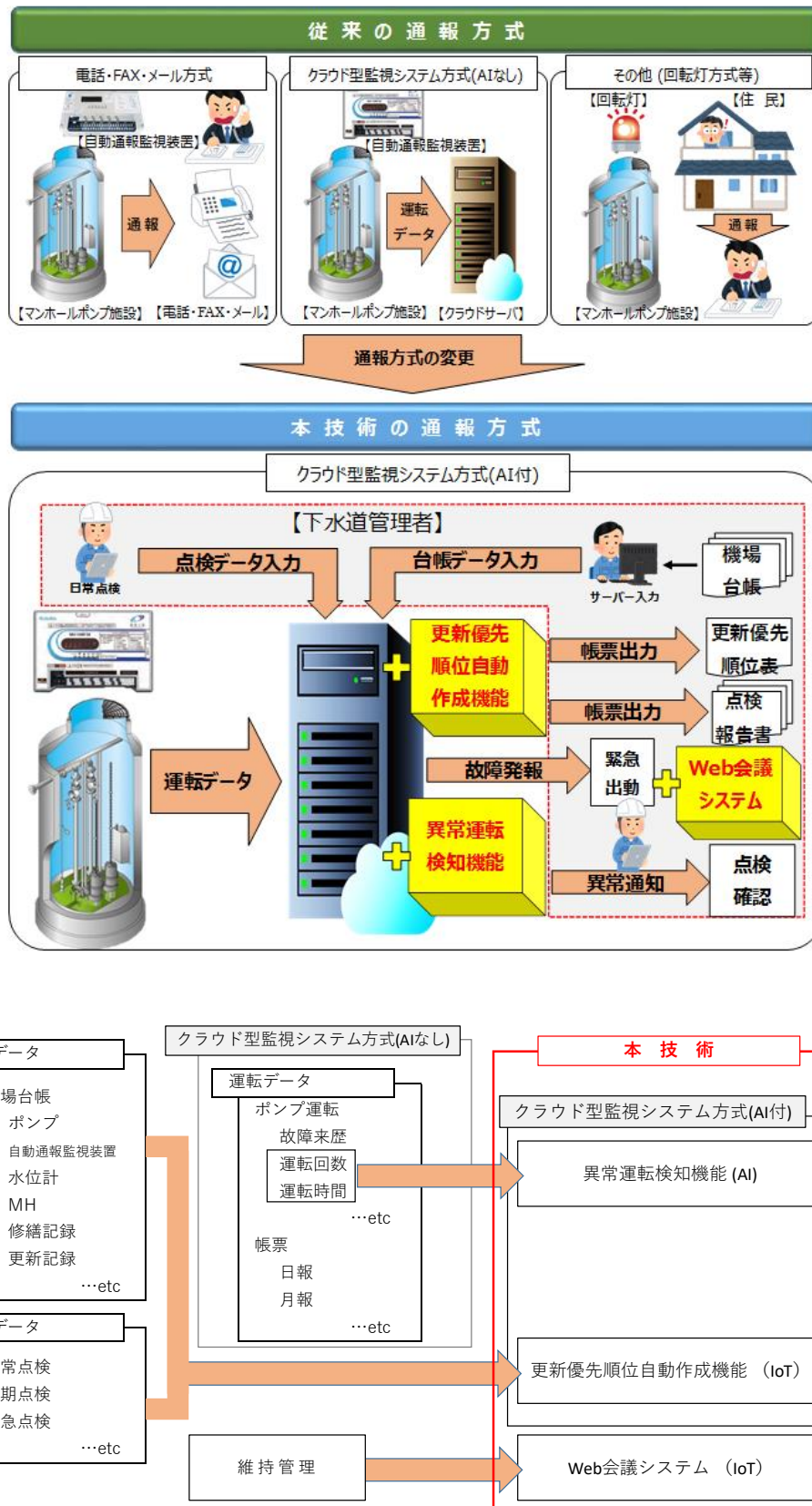


図 2-2 従来技術及び本技術の概要

## (1) 異常運転検知機能 (AI 技術)

本機能は、自動通報監視装置をクラウド型監視システム方式 (AI 付) にすることで、クラウド上に記録されるポンプの運転データを AI が学習し、正常状態の運転データ範囲を決定したのち、その範囲から外れた運転データを検知した場合に異常運転と判定するものである。異常運転と判定された場合は、Web 画面表示やメールにより維持管理業者及び地方公共団体の職員等に通知される。異常運転の有無は前日の 24 時間分のデータを用い、1 日 1 回判定する。異常判定時に、通常点検を前倒して実施することで、通常点検回数を増やさず、緊急出動回数を減らす効果が期待される。

AI が学習する運転データは、ポンプの運転停止信号に基づくポンプの運転時間及び運転回数である。一般的なマンホールポンプ施設に備わる運転信号のため、特別な設備やセンサの追加設置を必要としない。クラウド上に蓄積される運転データを有効活用する点が本機能の特徴である。また、マンホールポンプ施設とクラウドとの通信は、1 日分の運転データをまとめて送信するため、費用を抑制できる。

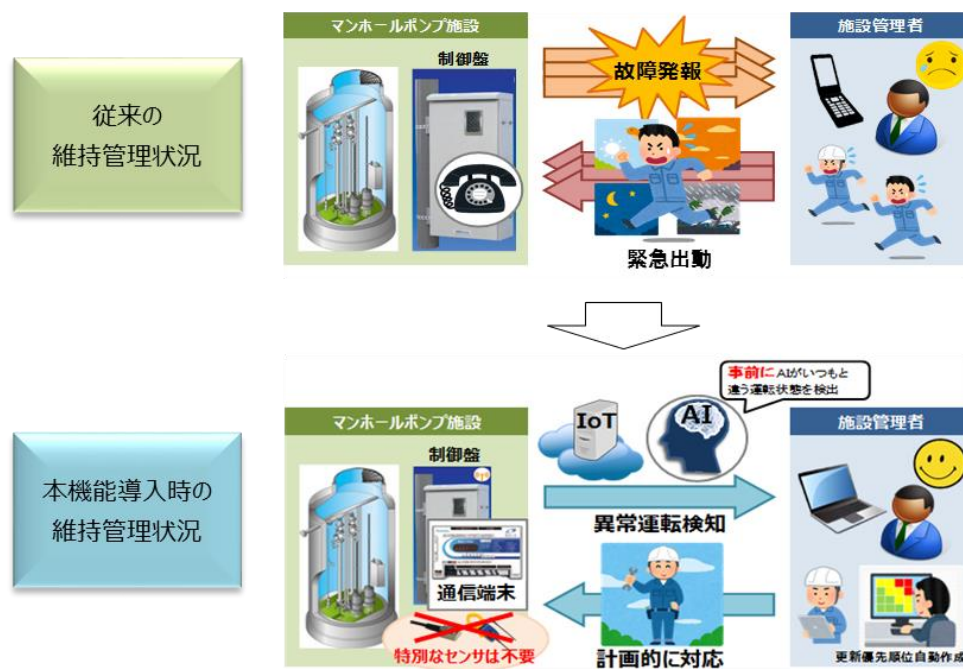


図 2-3 異常運転検知機能の導入時の維持管理状況比較イメージ

## (2) 更新優先順位自動作成機能 (IoT 技術)

本機能は、クラウド上で一元管理・蓄積された機場台帳及び点検記録のデータを用いて、下水道ストックマネジメント計画の考え方に基づくマンホールポンプ施設のリスク評価マトリックスを自動作成するものである。

従来、更新優先順位の作成には、資料収集、データ整理及びリスク評価に労力を要していた。そのため、簡易的な更新優先順位作成の手法として、機器設置後の経過年数による評価を用いることが多く、日常の維持管理データを更新優先順位に反映することは難しかった。

本機能を用いることで、台帳データ及び点検データから維持管理情報を反映したリスク評価マトリックスが自動作成できる。ストックマネジメント計画作成に際し、自動作成されたリスク評価に基づいて更新優先順位の高いマンホールポンプ施設調査の重点化が可能である。

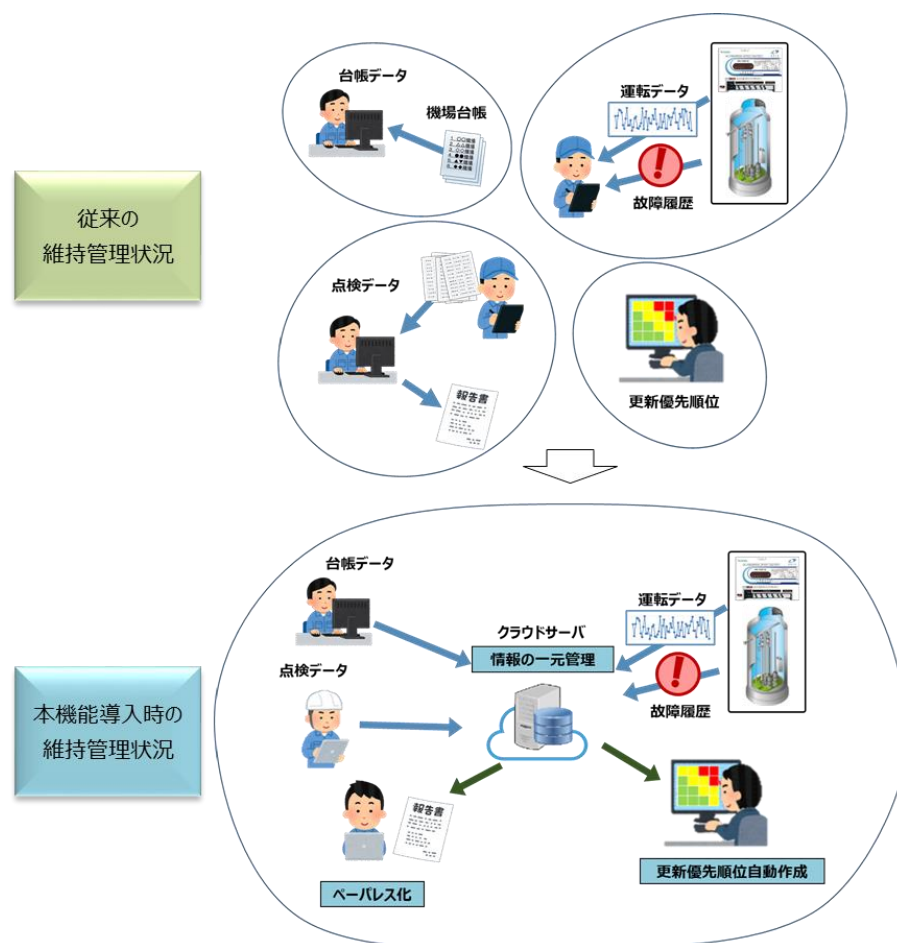


図 2-4 更新優先順位自動作成機能の導入時の維持管理状況比較イメージ

### (3) Web 会議システム (IoT 技術)

マンホールポンプ施設の故障時には、地方公共団体職員や維持管理業者が緊急時対応を行うが、既設メーカー等の個別設備の知識を有する専門技術者の判断が必要となる場合には後日に現地確認や修繕対応を依頼するなど不具合が長期化することもある。

本機能は、維持管理業者で対応が難しい事象が発生した際に、クラウドで一元管理された各データ並びに現場の映像及び音声を共有することで、地方公共団体職員及び専門技術者の迅速な故障判断を支援するものである。不具合の早期解決に加え、地方公共団体職員及び専門技術者が現場に臨場することなく対応できるため、人件費・旅費等の費用低減効果が見込まれる。

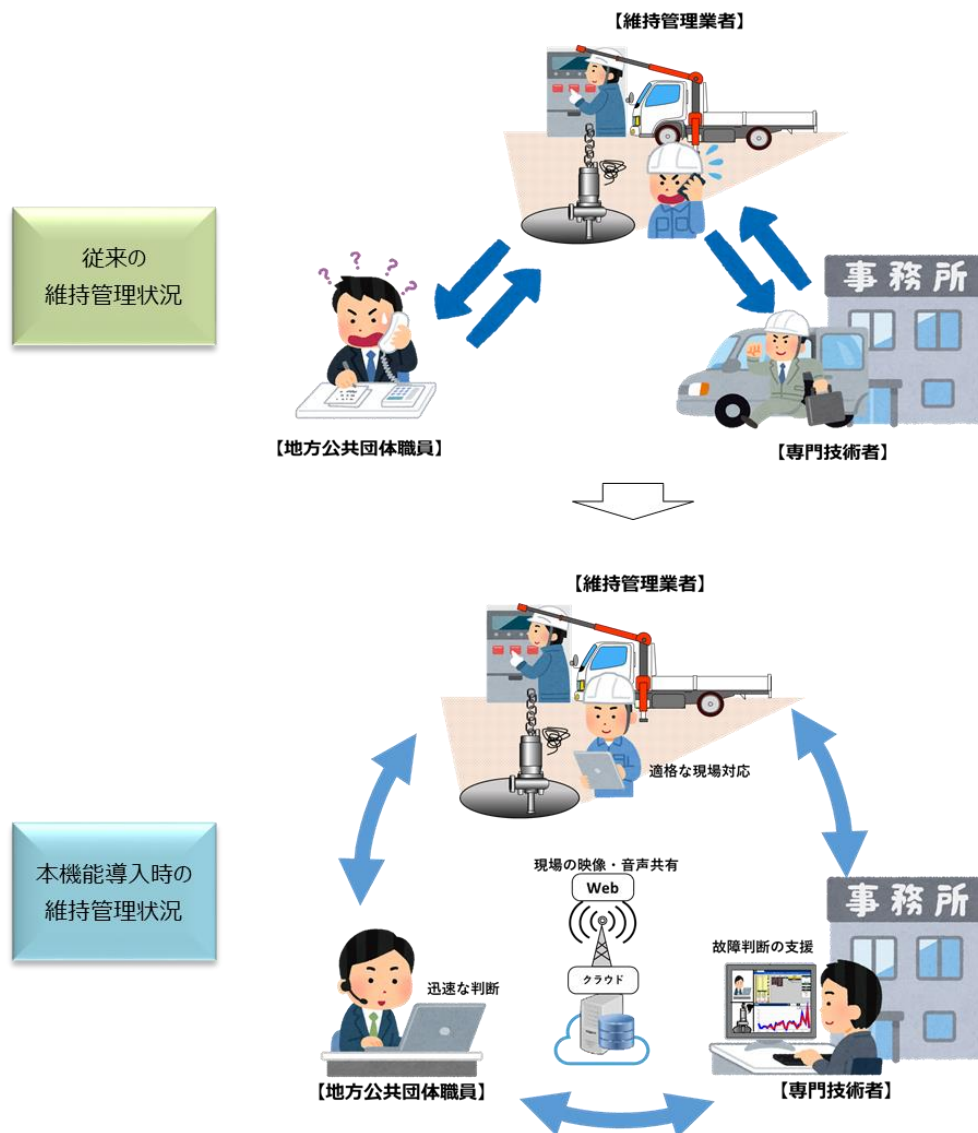


図 2-5 Web 会議システムの導入時の維持管理状況比較イメージ

## § 7 本技術の特徴及び導入効果

本技術は、クラウド型監視システムのデータを有効活用し、維持管理の効率化を図るものであり、次の特徴及び導入効果を有する。

### (1) 本技術の特徴

- 1) IoT 及び AI を用いたデータの有効活用
- 2) 自動通報監視装置に係る保守労力低減
- 3) 導入の容易さ

### (2) 本技術の導入効果

- 1) ポンプ異常運転対応の低コスト化
- 2) 維持管理の省力化・効率化
- 3) 更新計画作成の省力化・効率化
- 4) 情報共有化及び技術継承（形式知化）

## 【解 説】

### (1) 本技術の特徴

#### 1) IoT 及び AI を用いたデータの有効活用

本技術は、クラウド上に IoT により集約した対象となるすべてのマンホールポンプの運転データ・点検データ・台帳データ等を一元管理し、AI を用いて分析や加工することで、それらのデータを有効活用し維持管理の効率化を図る技術である。

AI 技術である異常運転検知機能では、運転データを活用し、マンホールポンプ施設の異常な運転状態を検出する。IoT 技術である更新優先順位自動作成機能では、マンホールポンプ施設の点検データ及び台帳データを活用し、更新優先順位を表示することができる。

#### 2) 自動通報監視装置に係る保守労力低減

技術にはクラウド型監視システム方式(AI 付)の自動通報監視装置が必要になるが、監視装置やサーバはクラウドサービス提供業者が用意するため、別途監視装置やサービスに係る OS 等の保守・メンテナンス・アップデートの必要はなく、電話・FAX・メール方式等の自動通報監視装置と比較して保守労力を低減できる。

### 3) 導入の容易さ

本技術は、自動通報監視装置をクラウド型監視システム方式（AI 付）にすることで導入できる。特別な機器やソフトウェア等はなく、インターネット接続可能環境下でパソコンやスマートフォン等の通信機器があれば利用できる。

異常運転検知機能は、標準的な監視項目であるポンプ運転停止信号を活用し、ポンプの運転時間及び運転回数の比で AI が運転状態を判定するものであることから、センサの追加設置等を必要とせず、既存機器の形式等によらず利用可能であり、汎用性が高く導入しやすい。

## (2) 本技術の導入効果

本技術の導入で可能となる効果的な予防保全型維持管理により、次の効果が期待できる（図 2-6）。

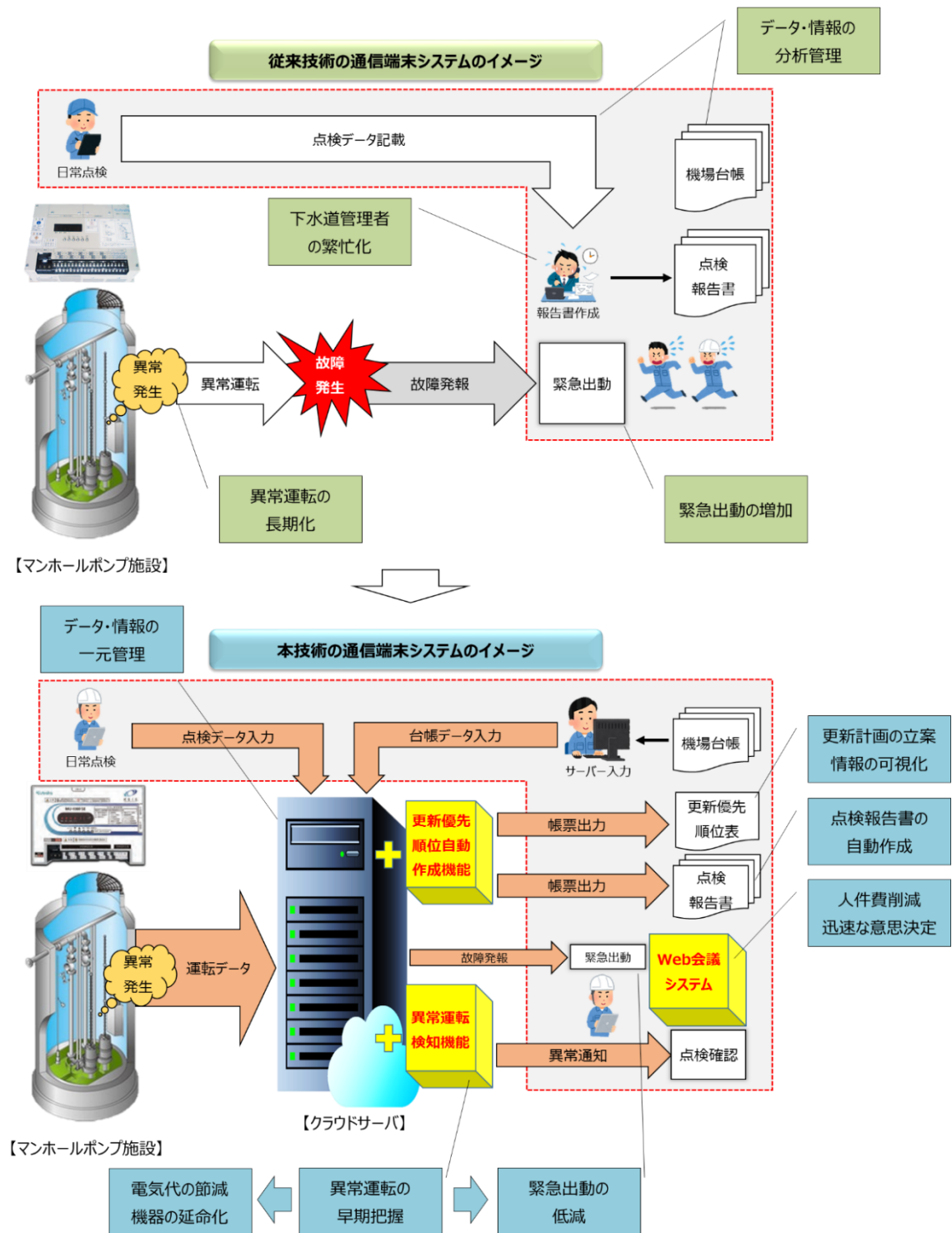


図 2-6 本技術導入による維持管理のイメージ

## 1) ポンプ異常運転対応の低コスト化

### ① 異常運転時間削減による低コスト化

通常点検を行わなくともポンプの異常運転を検知できることから、従来の通常点検方式と比較して、異常運転の是正対応の迅速化により異常運転の時間が削減されるため、電気代の節減や機器の延命化が期待できる。

### ② 緊急出動低減による低コスト化

従来は、異常運転により故障発報に至ると、緊急出動による点検が必要であった。本技術では、故障による運転停止に至る前に、異常運転検知機能で正常と異なる傾向や挙動等の異常を把握することで通常点検の時期の前倒し等により不具合を解消することが可能となるため、通常点検回数を増やさず緊急出動回数を低減、それに要する人件費等の削減が期待できる。

### ③ Web 会議システムによる緊急時対応の人件費・交通費の低コスト化

地方公共団体職員や専門技術者が現場に行かずに、現場に到着した作業員を介してリモートでの状況判断を支援することが可能となるため、対応の迅速化とともに人件費・交通費等の削減が期待できる。

## 2) 維持管理の省力化・効率化

### ① 異常運転の早期把握による点検の効率化

異常運転発生状況に応じた通常点検時期の前倒し等により、効率的な予防保全が期待できる。

### ② 緊急出動低減による省力化

緊急出動回数の低減に伴い労力面での省力化が図られ、加えて休日や夜間の待機者の精神的負担の軽減への寄与が期待できる。

### ③ 情報の一元管理による効率化

台帳データ、運転データ及び点検データをクラウド上で一元管理することにより、マンホールポンプ施設の現況や今後必要な維持管理作業について容易に把握できるため、維持管理計画の作成を効率的に行える。

点検結果の登録は点検時にタブレット等の携帯端末から入力可能であり、入力データは点検報告書の様式とすることで、点検報告書作成業務の効率化も期待できる。

### ④ Web 会議システム導入による緊急時対応の意思決定の効率化

マンホールポンプ施設の故障発生に係る緊急時対応において、遠隔地でも映像・音声及びクラウド上の運転データをリアルタイムで共有できるため、協議、調整及び対応方針の決定及び指示を迅速に行うことが期待できる。

## 3) 更新計画作成の省力化・効率化

従来は情報整理に膨大な労力を要していた機場台帳や点検記録の維持管理情報がクラウド上で整理され、登録されたデータによる故障の発生確率及び影響度の評価に基づき各施設・主要機器毎に更新優先順位が自動作成されるため、更新計画作成の省力化・効率化が図られる。

## 4) 情報共有化及び技術継承（形式知化）

少ない人員で多くの業務を抱える地方公共団体では、マンホールポンプ施設の維持管理に係る個別情報（機場及びポンプの特性並びにポンプ設備の故障修繕履歴等）の共有や技術ノウハウの継承は実質的に困難な状況となっている。

本技術では、異常運転検知時に現場確認実施の意思決定の経緯や基準を残すことで、主観的な暗黙知を客観的な形式知とすることができる（図 2-7）。また、維持管理の情報をクラウド上で一元管理することにより、業務関係者間で共有化でき、自動作成されるリスク評価マトリックスにより故障リスクを可視化できる。維持管理担当者の変更時には、維持管理業務における数値データや対応結果のみではなく、業務経過並びに対応の経緯及び根拠に関する情報の継承が容易になる。

【暗黙知（主観的）による情報共有・技術継承イメージ】



【形式知（客観的）による情報共有・技術継承イメージ】

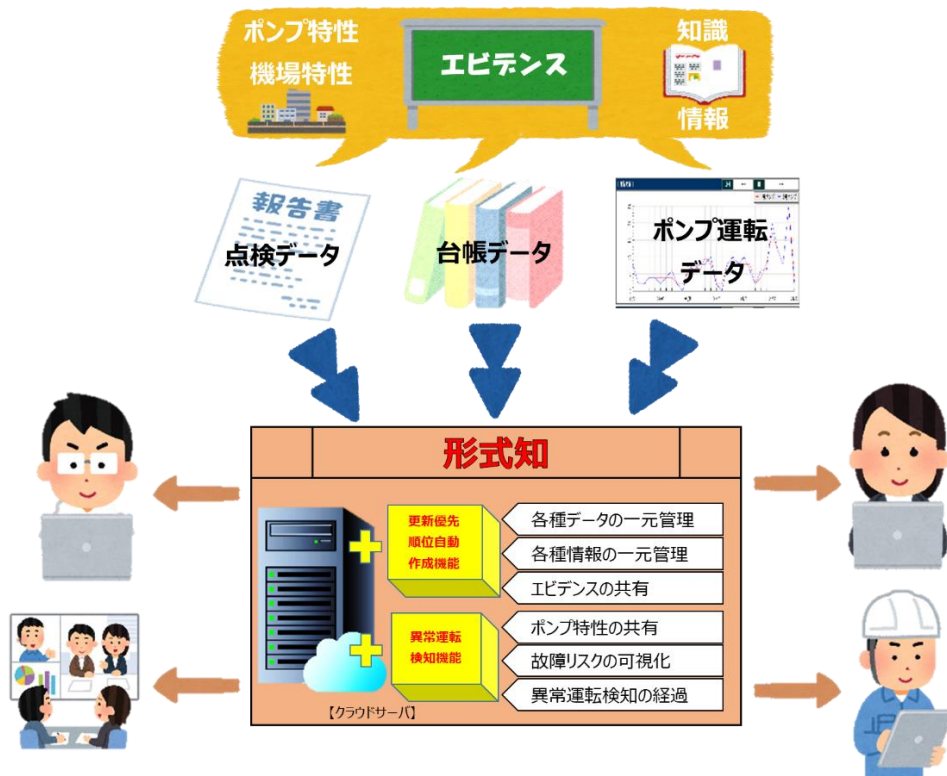


図 2-7 情報共有及び技術継承(形式知化)のイメージ

## § 8 異常運転検知機能の内容

異常運転検知機能は、クラウドサーバに実装された AI がポンプの運転データを分析し、ポンプの詰まり等の異常な運転状態を検知する機能である。

本機能により、故障発報に至る前に計画的に処置できるため、労力面でもコスト面でも負荷の高い緊急出動を減らすことができる。また、異常な状態での運転時間が短くなるため、機器の延命化も期待できる。

### 【解 説】

#### (1) 異常運転検知機能の概要

マンホールポンプ施設は一般的にポンプが 2 台 1 組で設置されており、マンホール内の水位により 2 台が交互に起動・停止を繰り返すよう制御されている。ポンプが正常運転であれば 2 台の運転時間や運転回数はほぼ等しくなり、その比は通常、1 前後である。しかし、片方のポンプに異物詰まりが発生すると、吐出量が低下するため、一定量を送水するために必要な運転時間が通常に比べて長くなる。このとき、2 台の運転時間の比は 1 から離れた値になるので、異常運転と判断できる。

通常、このような正常運転か異常運転かの判断は、維持管理業者又は地方公共団体職員が運転データを定期的に確認することで判断可能である。しかし、マンホールポンプ施設が多い地方公共団体においてはデータ量が膨大であり、日常的にデータ確認を行うことが難しい。本機能の AI は、このような膨大なデータ量の確認を人に代わって自動的に行うものである(図 2-8、図 2-9)。

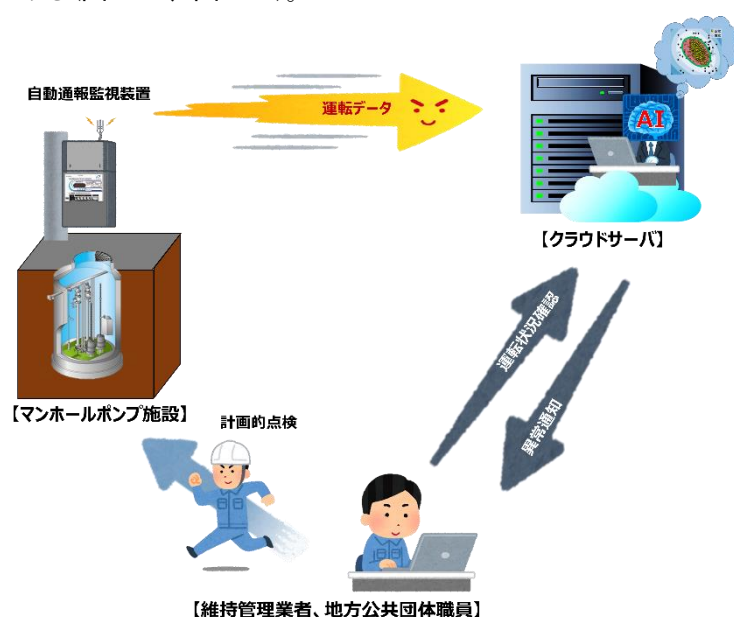


図 2-8 異常運転検知機能のイメージ

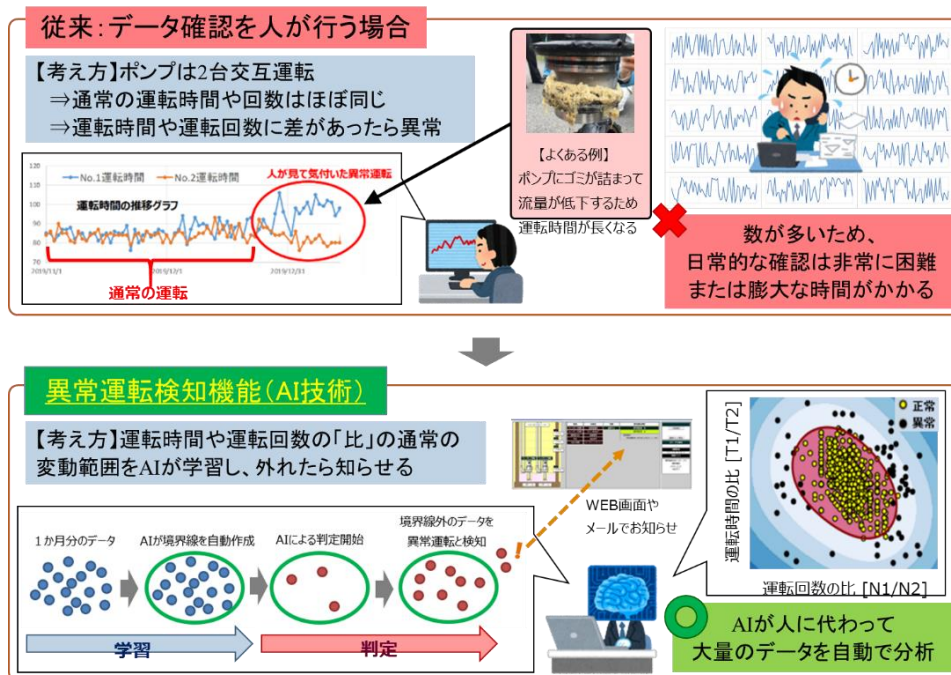


図 2-9 異常運転検知機能による従来からの変化及び AI 判定のイメージ

運転時間及び運転回数の比は、必ずしも常にちょうど1になるとは限らず、毎日の運転状況や、個々のマンホールポンプ施設の特性（運転頻度等）によって値が変動する。例えば、1日の運転回数が2台とも4回で等しかった日の比は1.0であるが、運転タイミングと日付の切り替わるタイミングとの関係で4回、5回であった日の比は1.25であり、5回、4回であった日の比は0.8である。また、運転頻度の高い別のマンホールポンプ施設において20回、21回となる場合は、比は1.05である。このように、比の値は日々の変動幅を持ち、個々のマンホールポンプ施設毎に異なるものである。

そこで、本機能では、運用段階において個々のマンホールポンプ施設毎に日々の値の変動を一定期間蓄積して、比の値の通常範囲を定める学習期間を設けている。また、比が通常範囲からどの程度離れた場合に異常運転と判断すべきかについては、本機能の開発段階（実証研究の前）で、本機能の知見を有するベテラン技術者の設定した判断基準をAIが機械学習して決定している。

## (2) 異常運転検知機能の対象

マンホールポンプ施設の故障発報の分類を大別すると、①過電流、②停電、③異常高水位（雨天時浸入水の流入等）である。本機能の対象となる故障発報は、徐々にし渣等がポンプ内部に絡まることにより異常の予兆が現れる①過電流である（図 2-10）。①過電流による故障発報でも、大きな異物の流入については、瞬時に故障発報に至るため本機能で検知できない（図 2-11）。

 本機能で検知できる故障発報要因

 本機能で検知できない故障発報要因

| 故障発報内容の分類 | 故障発報要因       | AIで検知 | 緊急出動の内訳(イメージ) |
|-----------|--------------|-------|---------------|
| ①過電流      | 異物詰まり(徐々に蓄積) | 可     | 約8～9割         |
|           | 〃 (大きな異物の流入) | 不可    |               |
| ②停電       | 落雷 等         |       | 約1～2割         |
| ③異常高水位    | 降雨時不明水の流入 等  |       |               |

図 2-10 故障発報の分類

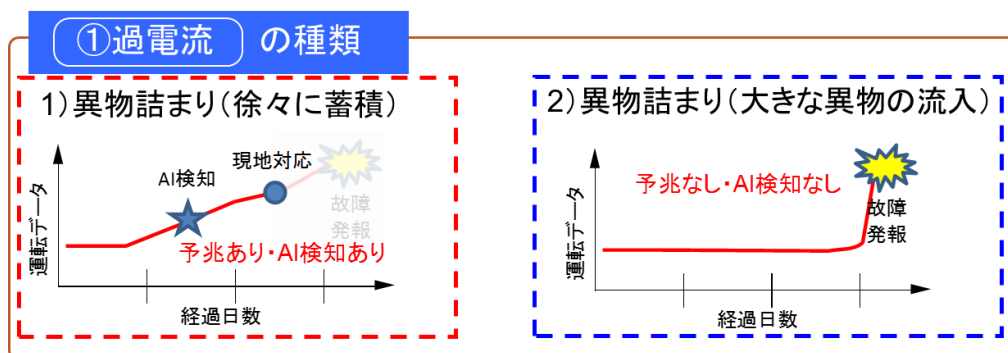


図 2-11 過電流の種類

### (3) 異常運転検知機能の仕組み及び特徴

本機能における AI の特徴は次のとおりである。

#### 1) 開発段階における AI 判定技術面の仕組み及び特徴

- 国内の様々な地域及び仕様のマンホールポンプ施設の運転時間や運転回数のデータに対して、ベテラン技術者が異常運転／正常運転の判定を行い、その結果を教師データとして機械学習により AI が異常の境界線を作成した。この異常の境界線を用いることにより、AI にベテラン技術者と同等の判断能力を持たせている。
- AI 判定技術面の仕組みは、本機能の知見を有する技術者が AI の判定結果のパターンを分類して、パターン別に異常運転の原因を推定し、パターンと原因との対応関係を定義しておいたうえで、AI が異常運転を検知した場合には、その定義に基づき自動的に原因を推定するものである。例えば、「1 号機と 2 号機との運転回数の比は通常範囲内だが、運転時間は 2 号機の方が長い」というパターンの場合、「2 号機運転時に排水能力が低下している」という原因だと判断できる。本機能は、このようにパターンと原因との紐づけを一つ一つルール化しているため、地方公共団体職員や維持管理業者がクラウド監視画面から異常の判定理由及び異常号機推定を容易に確認できる（図 2-12）。

| 日付         | 状態    | 通知 | 判定理由                                  | 異常判明 |
|------------|-------|----|---------------------------------------|------|
| 2021-10-13 | 異常(高) | 通知 | (D5)運転回数は問題なし。<br>P2の一回当たり運転時間が長い。【●】 | 点検   |

| 番号と異常号機推定対応表 |                     |
|--------------|---------------------|
| 番号           | 異常号機推定              |
| ①            | 1号機運転時に排水能力が低下しています |
| ②            | 2号機運転時に排水能力が低下しています |
| ③            | 制御盤の部品に異常の可能性があります  |

図 2-12 異常の判定理由及び異常運転号機の推定を示す画面(例)

## 2) 運用段階における AI 判定技術面の特徴

- マンホールポンプ施設によって、流入量や運転頻度が異なっているとしても、AI が自動で学習するため、運用開始時に使用者による個別のチューニングは不要である。そのため、全てのマンホールポンプ施設で同じ AI を利用できる。
- 本機能の導入直後の初期学習期間として、30 日間かつポンプ各号機 50 回以上の運転が必要であり、その後判定が開始される。
- 異常運転と判定された場合、正常運転範囲からの乖離の度合に応じて、異常レベルが「高」「低」の 2 段階で表示される（図 2-13）。
- 定期的に正常運転の範囲を自動で学習する再学習の機能を備えている。初期学習と同様、30 日間かつポンプ各号機 50 回以上の運転を経過すると再学習を自動で行うため、季節変動等で運転時間や運転回数におけるポンプ運転状態が変化しても的確な異常判定が可能である。
- 再学習は、ポンプの修繕・更新等で正常の運転範囲が変わった場合等、使用者による任意のタイミングで実行することも可能である。

## 3) システム機能面の特徴

- AI による判定は、毎朝、前日分の運転データに対して実行され、クラウド画面上にその結果が表示される。異常運転の判定時には、その理由（データ上の根拠）や推定原因（1 号機・2 号機・制御盤のいずれか）も表示される（図 2-13）。
- メール通知のタイミングを AI 判定の連続回数等により調整する機能を備えており、マンホールポンプ施設毎に調整することが可能である。
- 本機能は、運転回数が少ないマンホールポンプ施設でも、AI による判定が可能である。運転回数が 1 日 1 回程度のマンホールポンプ施設に適用する場合は、過去の運転来歴を一定期間遡り、ポンプ 2 台の運転時間比を算定し、AI が判定する。

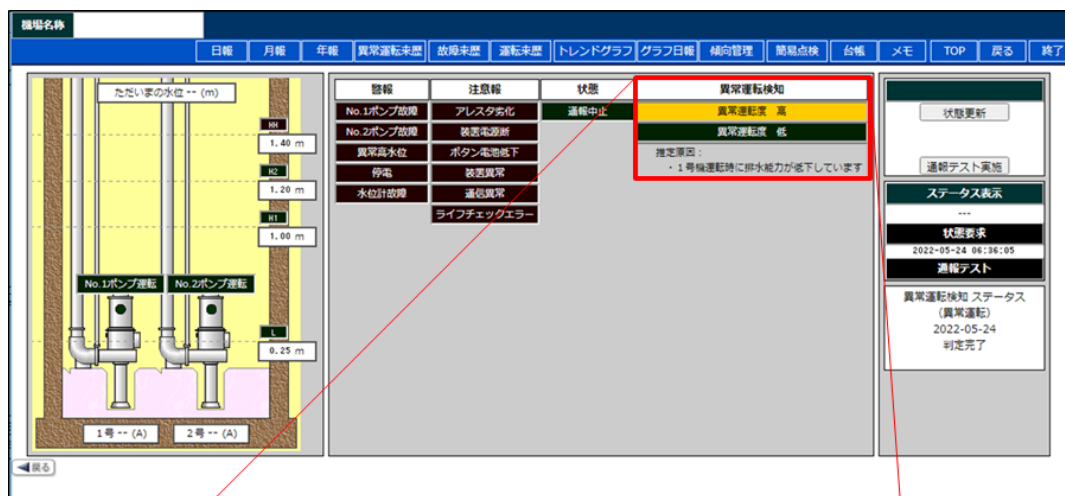


図 2-13 システム画面(例)

## § 9 更新優先順位自動作成機能の内容

更新優先順位自動作成機能は、台帳データ及び点検データをクラウド上で一元管理し、蓄積された各種データを元に、故障の発生確率及び影響度によるリスク評価マトリックスで各施設・主要機器の更新優先順位を自動作成する機能である。

更新優先順位自動作成機能は次の機能で構成されている。

- (1) クラウド機場台帳機能
- (2) 点検報告書作成機能
- (3) 更新優先順位自動作成機能

### 【解 説】

効率的な予防保全を実現するためには、マンホールポンプ施設の劣化状況等を踏まえた故障発生の可能性や故障発生時の周辺に与える影響を総合的に判断し、更新計画を作成する必要がある。更新計画を効率的に作成するためには、台帳データ及び点検データを踏まえた検討が必要となる。本機能は、クラウド上で台帳データ及び点検データを一元管理する「クラウド機場台帳機能」、点検データをクラウドに取り込んで点検業務を効率化する「点検報告書作成機能」、台帳データ及び点検データを用いて更新計画の作成を補助する「更新優先順位自動作成機能」より構成される。

#### (1) クラウド機場台帳機能

従来、機場台帳は表計算ソフト等で担当者が作成することが多いが、本機能では、クラウド上に機場台帳を登録し、機器の修繕・更新を行うたびに追記することで、現在の施設仕様や重要度等の情報だけでなく、機器の修繕・更新履歴を記録・表示できる（図 2-14）。

| 機器名   | 種別 | 型式①         | 設置年月    | 修繕年 | 撤去年     | メモ |
|-------|----|-------------|---------|-----|---------|----|
| マンホール | 設置 |             |         |     |         |    |
| 1号ポンプ | 設置 | K S-N651A2A | 2018年2月 |     |         |    |
| 2号ポンプ | 設置 | K S-N651A2A | 2018年2月 |     |         |    |
| 主水位計  | 設置 | 投込圧力式       | 1996年2月 |     |         |    |
| 制御盤   | 設置 |             | 1996年2月 |     |         |    |
| 通報装置  | 設置 |             | 1996年2月 |     |         |    |
| 通報装置  | 撤去 |             |         |     | 2021年7月 |    |
| 通報装置  | 設置 | MU1000SE    | 2021年7月 |     |         |    |

図 2-14 機場台帳の Web 画面(例)

## (2) 点検報告書作成機能

従来では、点検結果を手書きで記録し、事務所で表計算ソフト等により点検報告書を作成することが多い。本機能では、点検時にタブレット等によりクラウド上に点検結果を入力することで、点検報告書を作成でき、事務所での作業時間の削減が期待できる（図 2-15）。

| 項目名                 |        | 内容                                                                                                                  | 前回点検内容<br>(2021/03/05 17:19:00) |
|---------------------|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|
| 積算運転時間 (No1ポンプ) [h] | 数値     | <input type="text"/>                                                                                                | 24465                           |
| 積算運転時間 (No2ポンプ) [h] | 数値     | <input type="text"/>                                                                                                | 23538                           |
| 積算運転時間 (判定)         | ラジオボタン | <input checked="" type="radio"/> ○<br><input type="radio"/> △<br><input type="radio"/> ×<br><input type="radio"/> - | ○                               |
| 運転電流値 (No1ポンプ) [A]  | 数値     | <input type="text"/>                                                                                                | 3.2                             |
| 運転電流値 (No2ポンプ) [A]  | 数値     | <input type="text"/>                                                                                                | 3.4                             |
| 運転電流値 (No1ポンプ判定)    | ラジオボタン | <input checked="" type="radio"/> ○<br><input type="radio"/> △<br><input type="radio"/> ×<br><input type="radio"/> - | ○                               |
| 運転電流値 (No2ポンプ判定)    | ラジオボタン | <input checked="" type="radio"/> ○<br><input type="radio"/> △<br><input type="radio"/> ×<br><input type="radio"/> - | ○                               |
| 絶縁抵抗値 (No1ポンプ) [MΩ] | 数値     | <input type="text"/>                                                                                                | 100                             |
| 絶縁抵抗値 (No2ポンプ) [MΩ] | 数値     | <input type="text"/>                                                                                                | 100                             |
| 絶縁抵抗値 (No1ポンプ判定)    | ラジオボタン | <input checked="" type="radio"/> ○<br><input type="radio"/> △<br><input type="radio"/> ×<br><input type="radio"/> - | ○                               |
| 絶縁抵抗値 (No2ポンプ判定)    | ラジオボタン | <input checked="" type="radio"/> ○<br><input type="radio"/> △<br><input type="radio"/> ×<br><input type="radio"/> - | ○                               |

図 2-15 点検記録の Web 画面(例)

点検記録表に記載された項目のうち、点検報告書のフォーマットを決定して必要な項目をシステム登録することで、点検報告書の書式で閲覧・出力できる（図 2-16）。点検記録の入力にあたっては、前回入力値も参照でき、個別機器の指標や不具合発生状況の変化を把握することが容易になる。

マンホールポンプ日常点検記録

|     |
|-----|
| 点検者 |
|     |

ポンプ場名：

第一ポンプ場

点検日：

2021年7月2日

| 測定項目     | 測定結果     |        |          |        | 測定基準            | 判 定 |   |
|----------|----------|--------|----------|--------|-----------------|-----|---|
| 電源電圧     | 211 V    |        | V        |        | 202±20V、101V±6V | ○   |   |
| 運転時間     | 24485 時間 |        | 24560 時間 |        | 大幅な偏りのないこと      | ○   |   |
| 運転電流値    | 1号       | 3.2 A  | 2号       | 3.3 A  | 定格値以下           | ○   | ○ |
| ポンプ絶縁抵抗値 |          | 100 MΩ |          | 100 MΩ | 1MΩ 以上          | ○   | ○ |

| 区分                              | 点 検 内 容          |   |        | 点検方法 |      | 判 定 基 準          |     |   | 判 定  |   |
|---------------------------------|------------------|---|--------|------|------|------------------|-----|---|------|---|
| マ<br>ン<br>ホ<br>ー<br>ル           | マンホールふたの開閉状態、損傷  |   |        | 目 視  |      | 異常、損傷がないこと       |     |   | ○    |   |
|                                 | マンホール内の異物、浮遊物の堆積 |   |        | 目 視  |      | 清掃の必要性を判断すること    |     |   | ○    |   |
|                                 | 槽内配管、ガイドパイプの外観状態 |   |        | 目 視  |      | 異常、損傷、発錆がないこと    |     |   | ○    |   |
|                                 | 動力、制御、水位計ケーブルの状態 |   |        | 目 視  |      | ねじれ、損傷がないこと      |     |   | ○    |   |
|                                 | 流入バツフルの状態        |   |        | 目 視  |      | ごみの付着がないこと       |     |   | ○    |   |
|                                 | マンホール接続部の状態      |   |        | 目 視  |      | ごみの付着がないこと       |     |   | ○    |   |
| ポ<br>ン<br>プ<br>・<br>水<br>位<br>計 | 運転時のポンプ、逆止め弁状態   |   |        | 運 転  |      | 振動、異常音がないこと      |     |   | ○    |   |
|                                 | ポンプ吐出水量          |   |        | 運 転  |      | 正常であること          |     |   | ○    |   |
|                                 | ポンプ吊上チェーンの状態     |   |        | 目 視  |      | ねじれ、損傷、発錆がないこと   |     |   | ○    |   |
|                                 | 水位計の設置状態         |   |        | 目 視  |      | 異物の付着がないこと       |     |   | ○    |   |
|                                 | フロートスイッチの動作      |   |        | 強制作動 |      | 正常なバックアップ運転を行うこと |     |   | ○    |   |
| 制<br>御<br>盤                     | 制御盤の設置状態         |   |        | 目 視  |      | がたつき、損傷、発錆       |     |   | ○    |   |
|                                 | 制御盤の内部状態         |   |        | 目 視  |      | ほこり、ごみ、結露がないこと   |     |   | ○    |   |
|                                 | 各表示灯の点灯状態        |   |        | 目 視  |      | 正しく点灯すること        |     |   | ○    |   |
|                                 | 漏電遮断器の作動状態       |   |        | 動作確認 |      | 正常動作すること         |     |   | ○    |   |
|                                 | 保護リレーの作動状態       |   |        | 動作確認 |      | 正常動作すること         |     |   | ○    |   |
|                                 | 自動通報・監視装置の作動状態   |   |        | 動作確認 |      | 正常動作すること         |     |   | ○    |   |
|                                 | アレスタの状態確認        |   |        | 目 視  |      | 正常動作すること         |     |   | ○    |   |
| 不<br>具<br>合<br>の<br>有<br>無      | No1ポンプ           | ○ | No2ポンプ | ○    | 主水位計 | ○                | 制御盤 | ○ | 通報装置 | ○ |

|    |
|----|
| 記事 |
|    |

図 2-16 点検報告書(例)

### (3) 更新優先順位自動作成機能

クラウドで一元管理している台帳データ及び点検データから、各施設・主要機器の故障の発生確率及び影響度によるリスク評価マトリックスを自動作成することにより、ストックマネジメントの考え方に基づく更新優先順位を容易に把握できるため、更新計画作成業務の負担軽減が期待できる（図 2-17、図 2-18）。

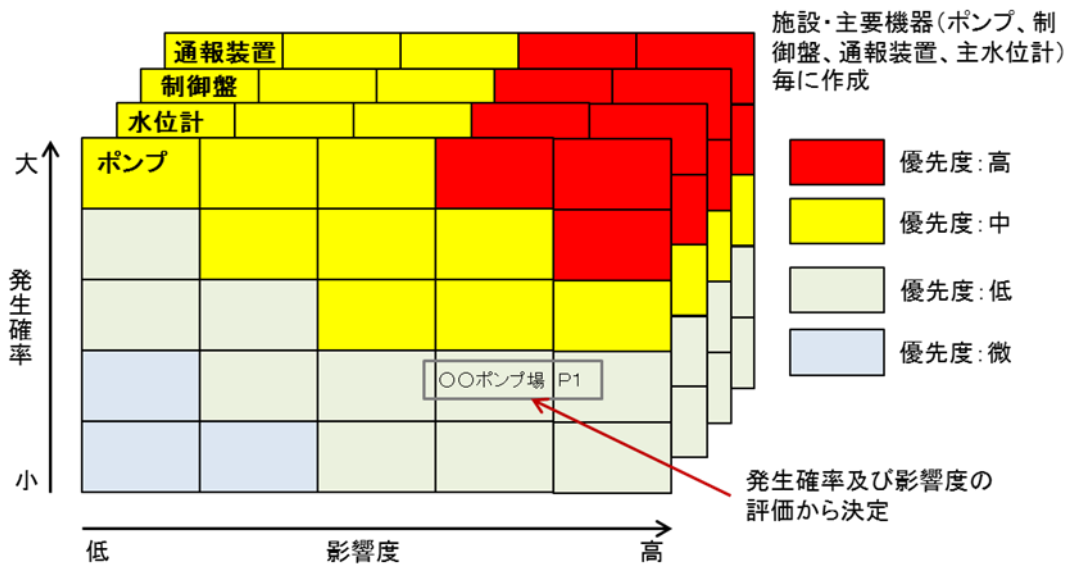


図 2-17 更新優先順位自動作成機能の概念図

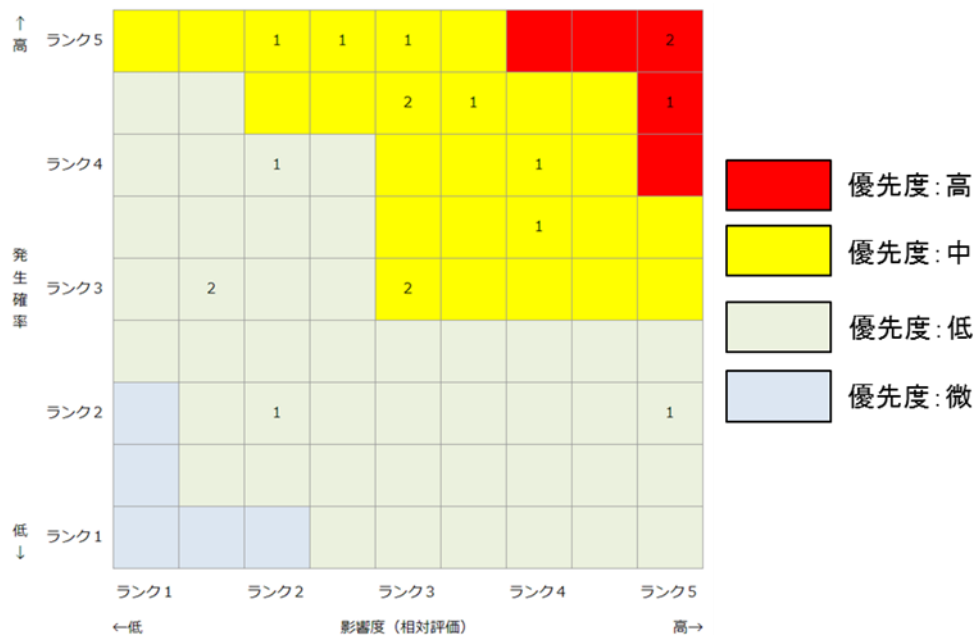


図 2-18 更新優先順位自動作成機能におけるリスク評価マトリックス(例)

本機能において故障の発生確率及び影響度を評価するための項目は表 2-2 のとおりであるが、更新優先順位の決定、詰まりリスク評価に用いる項目は選択可能である。ただし、その項目のデータが揃っている必要がある。

表 2-2 故障の発生確率及び影響度を評価するための項目の参照データ元

| 項目   |                                   | 参照データ元 |
|------|-----------------------------------|--------|
| 発生確率 | 不具合の有無                            | 点検記録   |
|      | 設置年数(経過時間)                        | 台帳     |
|      | 絶縁抵抗値                             | 点検記録   |
|      | 電流値                               | 点検記録   |
| 影響度  | ポンプ吐出量                            | 台帳     |
|      | 運転時間                              | 点検記録   |
|      | 施設重要度<br>(設置場所、接続マンホールポンプ施設数、納期等) | 台帳     |

#### ① 縦軸：発生確率

縦軸の発生確率は、不具合の有無、設置年数、絶縁抵抗値、電流値で判定する。

- **不具合の有無**：定期点検時等に不具合が見られる機器は、故障の発生確率がより高くなるものと考えられる。不具合がある場合には、設定した評価値を発生確率の評価値に加算する。
- **設置年数（経過時間）**：納入後の経過年数が長くなるほど、故障の発生は高くなるものと考えられる。標準耐用年数の超過年数により評価する。評価値の閾値は自由に設定可能である。
- **絶縁抵抗値**：絶縁抵抗値は、多くの事業体でポンプ故障の指標として採用している計測値である。設定した絶縁抵抗値の閾値によって評価値を決める。
- **電流値**：電流値に異常が生じているポンプは、故障発生確率が高くなる。電流値は定格電流値を基準にして3段階で評価する。

## ② 横軸：影響度

横軸の影響度は、ポンプ吐出量、運転時間、設置場所、接続マンホールポンプ施設数、納期（納期に影響するフライホイールの有無やポンプ・水位計のケーブル長）で判定する。

- **ポンプ吐出量：**一般的にポンプの吐出量が大きいマンホールポンプ施設ほど流入量も多く、故障した際の影響も大きいと考えられる。対象マンホールポンプ施設の吐出量を相対的に評価する。評価値の閾値は自由に設定可能である。
- **運転時間：**一般的にポンプの運転時間が長いマンホールポンプ施設ほど流入量も多く、故障した際の影響も大きいと考えられる。対象マンホールポンプ施設の運転時間を相対的に評価する。評価値の閾値は自由に設定可能である。
- **設置場所（施設重要度）：**「幹線に設置されている」、「事業所や病院等の施設が周辺にある」等、対象マンホールポンプ施設の設置場所によって故障した際の影響度が変わる。3段階で評価し、その評価値を加算する。
- **接続マンホールポンプ施設数（施設重要度）：**当該マンホールポンプ施設の上流に接続しているマンホールポンプ施設が多いほど、故障した際の影響度は大きい。評価値は自由に設定可能である。
- **納期（施設重要度）：**機器が故障した際、交換用機器の調達に要する時間が長いほど影響度は大きい。マンホールポンプ施設用機器の納期に影響する代表的な要素として、ケーブル長及びフライホイール有無が想定される。これら納期を踏まえ、評価値を設定する。

### ③ クラウド表示画面

発生確率及び影響度の評価（ランク分け）より、マンホールポンプ施設毎の更新優先順位を自動作成し、クラウド上に表示する。リスク評価マトリックスは、項目別の評価値を確認でき、データを出力できる（図 2-19）。

| 機器   |  |  | ポンプ        |
|------|--|--|------------|
| 判定日  |  |  | 2020-05-12 |
| 影響度  |  |  | 5          |
| 発生確率 |  |  | 5          |

|                  |                |     | 1号ポンプ場<br>1号ポンプ    | 1号ポンプ場<br>2号ポンプ |
|------------------|----------------|-----|--------------------|-----------------|
| 影<br>響<br>度      | 運転時間           | 入力値 | 229                | 218             |
|                  |                | 評価値 | 3                  | 3               |
|                  | 施設重要度          | 入力値 | 1                  | 1               |
|                  |                | 評価値 | 0.5                | 0.5             |
|                  | 接続機場数          | 入力値 | 0                  | 0               |
|                  |                | 評価値 | 0                  | 0               |
|                  | 納期【FW】         | 入力値 |                    |                 |
|                  |                | 評価値 | 0                  | 0               |
|                  | 納期【ケーブル長】      | 入力値 | 50                 | 50              |
|                  |                | 評価値 | 1                  | 1               |
| 発<br>生<br>確<br>率 | 不具合の有無（振動、異音等） | 入力値 | △                  | ×               |
|                  |                | 評価値 | 0.5                | 1               |
|                  | 経過時間（月数）       | 入力値 | 125                | 125             |
|                  |                | 評価値 | 2                  | 2               |
|                  | 絶縁抵抗値          | 入力値 | 100                | 1               |
|                  |                | 評価値 | 1                  | 4               |
|                  | 電流値            | 入力値 | ○                  | ○               |
|                  |                | 評価値 | 1                  | 1               |
| その他              | 異常運転検知件数       | 入力値 | 0                  | 0               |
|                  |                | 期間  | (2020-04-01 ～ 判定日) |                 |

図 2-19 更新優先順位自動作成機能画面(例)

## § 10 Web 会議システムの内容

ポンプの異常や故障発生時等に緊急時対応が必要となった場合に、Web 会議システムを活用し、現場の映像・音声及びクラウド上の運転データを維持管理業者・専門技術者・地方公共団体職員間で共有することで、迅速な対応の支援を可能とする機能である。

### 【解 説】

マンホールポンプ施設の故障時には、地方公共団体職員や維持管理業者が緊急時対応を行うが、設置メーカー等の個別設備の知識を有する専門技術者の判断が必要となる場合には、後日に現場確認や修繕対応を依頼するなど不具合が長期化することも多い。

本機能では、Web 会議システム及びクラウドに一元管理された運転データを活用して維持管理業者・専門技術者・地方公共団体職員間で情報の共有が可能となり、故障発生時等で現場確認が必要となった場合に、現場のタブレット・スマートフォン等を通じて撮影されたポンプ設備の状態や作動状況の映像・音声を確認することで、迅速な判断や的確な現場対応が可能となる（図 2-20）。

#### ○現場の映像・音声で確認できる情報

マンホールポンプ施設の外観／空気抜き孔や空気抜き弁の作動状況

ポンプ運転時の音／マンホール内の状況 等

#### ○クラウド上で確認できる情報

ポンプ運転トレンドグラフ／ポンプ運転時間・回数／異常運転検知情報

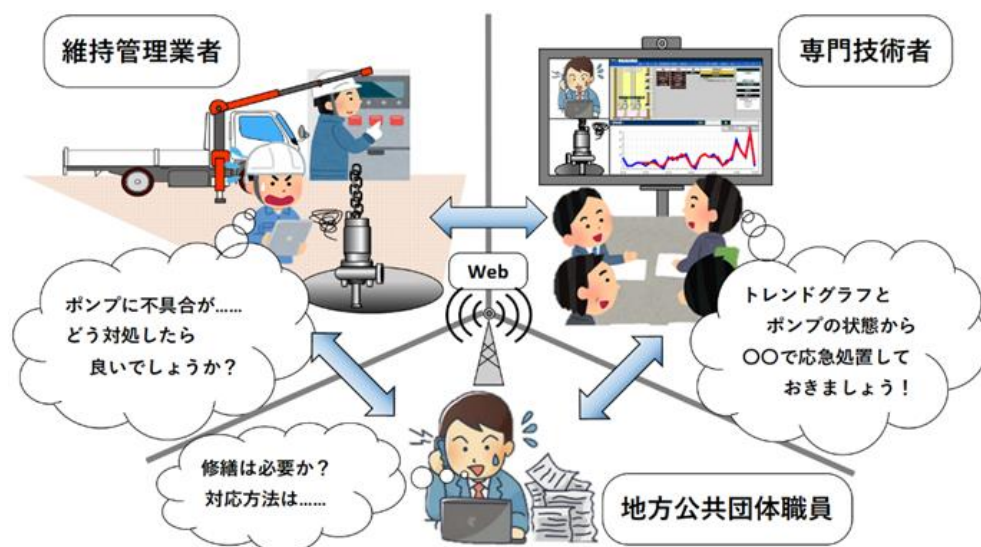


図 2-20 Web 会議システムのイメージ

#### § 11 異常運転検知機能（AI 技術）の適用条件

本機能の適用条件は、次のとおりである。

- (1) 携帯電話網（インターネット）への通信を確保できること
- (2) ポンプ設置台数が 2 台であること
- (3) ポンプが水位制御であること

#### 【解 説】

##### (1) 携帯電話網（インターネット）への通信を確保できること

本機能は、携帯電話網（インターネット）の通信を用いたクラウド型監視システムに搭載されるものであるため、通信を確保できない立地にあるマンホールポンプ施設では適用できない。

##### (2) ポンプ設置台数が 2 台であること

通常のマンホールポンプ施設はポンプ 2 台交互運転であり、運転時間及び運転回数はほぼ同じである。運転時間や運転回数の比に差があった場合に異常運転であると判断することが本機能の基本的な考え方である。

##### (3) ポンプが水位制御であること

本機能は、水位で制御されるポンプの運転時間や運転回数の比で AI が異常運転を検知するものである。一定時間経過するとポンプを運転させるような時間制御を併用しているマンホールポンプ施設では、不具合が発生していなくても運転時間の比のバランスが閾値を超えると AI が異常運転と判定してしまうことから、適用できない。

#### § 12 更新優先順位自動作成機能の適用条件

本機能の適用条件は次のとおりである。

- (1) 携帯電話網（インターネット）への通信を確保できること
- (2) 評価に用いる点検項目の取得見込があること

#### 【解 説】

##### (1) 携帯電話網（インターネット）への通信を確保できること

本機能は、クラウド上に保存、蓄積された点検記録と機場台帳のデータを使用するため、記録する現場や更新優先順位を確認する事務所等で携帯電話網（インターネット）への通信に接続できることが必要となる。

##### (2) 評価に用いる点検項目の取得見込があること

表 2-2 に示す項目の中から選択した本機能に用いる点検項目を取得し、継続的にクラウドに記録・更新していく見込があること。なお、リスク評価に使用する項目データは、管理する全てのマンホールポンプ施設で統一する必要がある。

### § 13 Web 会議システムの適用条件

本機能の適用条件は、次のとおりである。

- (1) 携帯電話網（インターネット）への通信を確保できること
- (2) カメラ機能及び音声機能を有し、現場に持ち運び可能な通信機器を確保できること
- (3) 撮影（映像確認）が可能な光源を確保できること

#### 【解 説】

##### (1) 携帯電話網（インターネット）への通信を確保できること

本機能は、携帯電話網（インターネット）の通信を用いたシステムを利用するため、通信を確保できない立地にあるマンホールポンプ施設では適用できない。

##### (2) カメラ機能及び音声機能を有し、現場に持ち運び可能な通信機器を確保できること

Web 会議システムを介して現場状況を配信・共有するためには、スマートフォンやタブレット等、カメラ機能及び音声機能を有し、現場に持ち運び可能な通信機器が必要である。

##### (3) 撮影（映像確認）が可能な光源を確保できること

現場状況の映像を確認するためには、現場状況及び通信機器の特性に応じて必要な光源を確保・準備・携行する必要がある。

## § 14 実証研究に基づく本技術の評価

実証研究に基づく本技術の評価として、「有効性」「経済性」の観点から従来技術との比較を行った。ただし、本技術の導入効果は、地方公共団体における現状の施設状況及び維持管理体制・管理方法の条件等に大きく影響を受けることに留意が必要である。

### 【解説】

従来技術との比較による本技術の実証研究の評価結果の一覧を表 2-3 に示す。詳細は「資料編 第1節 実証研究結果 1.2 実証結果」に示す。

表 2-3 本技術の評価結果の一覧

| 評価  | 評価項目            | 具体的評価指標          |                          | 評価方法                               | 目標値   | 評価結果                             |
|-----|-----------------|------------------|--------------------------|------------------------------------|-------|----------------------------------|
| 有効性 | AI異常運転検知機能の確認   | AI検知性能           | 検出率                      | 実証研究における現場確認データにより算定               | 70%以上 | 73.8%                            |
|     |                 |                  | 正解率                      | 実証研究における現場確認データにより算定               | 70%以上 | 96.0%                            |
|     |                 | AI導入効果           | 緊急出動回数低減率                | 従来と実証研究期間中の緊急出動回数を比較               | 70%以上 | 83%低減                            |
|     |                 |                  | 異常運転時間削減率                | 実証研究における異常的中事例より算定                 | 11%以上 | 最大22%                            |
|     | 更新優先順位自動作成機能の確認 | ペーパーレス化による書類枚数削減 |                          | 削減可能な書類枚数を計測                       | 効果確認  | 点検報告書の書類枚数が削減可能なことを確認            |
|     |                 | 有効性              |                          | 下水道管理者による有効性の評価を確認                 | 有効性確認 | 更新計画作成の資料として有効活用可能なことを確認         |
|     | Web会議システム機能の確認  | 効率、利便性、データ共有     |                          | 実証研究において活用し、有効性を確認                 | 有効性確認 | 専門技術者の知見と経験に基づいた、的確な対応が可能なることを確認 |
| 経済性 | コスト削減効果の確認      | コスト削減率           | 異常運転検知機能によるコスト削減率        | 緊急出動回数低減率を実証フィールドに適用した場合のコスト削減率を算定 | 効果確認  | 従来比約15%削減                        |
|     |                 |                  | 点検報告書作成機能によるコスト削減率       | 作業工数を従来と導入後とで比較                    | 効果確認  | 従来比約73%削減                        |
|     |                 |                  | Web会議システムによる緊急時対応コストの削減率 | 緊急出動時のコストを従来と導入後とで比較               | 効果確認  | 従来比約75%削減                        |
|     | 時間削減効果の確認       | 時間削減率            | 点検報告書作成の時間削減率            | 作業時間を従来と導入後とで比較                    | 効果確認  | 従来比約78%削減                        |
|     |                 |                  | Web会議システムによる緊急時対応時間削減率   | 緊急出動時の作業時間を従来と導入後とで比較              | 効果確認  | 従来比約62%削減                        |

## (1) 有効性

### 1) AI 検知性能の確認

実証研究では対象のマンホールポンプ施設において、AI が異常運転を検知し、出動判断基準に至った場合、ポンプの引上げ点検を実施した。マンホールポンプ施設の異物詰まりやエアロック等の異常運転原因の有無を確認することで、TP（異常的中）又はFP（空振り）を判定した。

また、AI が異常運転を検知していないマンホールポンプ施設においても、実証研究期間中、対象の全 201 機場で 1 回以上のポンプ引上げ点検を実施し、異常の有無を確認することで、FN（見逃し）又はTN（正常的中）を判定した。

これらの結果を基に、AI 検知性能における検出率及び正解率を算定した。検出率は、実際に異常を起こしているポンプ施設を AI が正しく異常運転と判定できた割合を示し、正解率は、実際のポンプ設備の運転状態（異常又は正常）を AI が正しく判定できた割合を示す。

検出率及び正解率の目標値は、強い相関性があると想定できる緊急出動回数低減率の目標値（70%以上）と同等と設定した。

$$\text{検出率} = \text{TP} \text{ / } (\text{TP} + \text{FN})$$

$$= \text{【異常的中】} \text{ / } (\text{【異常的中】} + \text{【見逃し】})$$

$$\text{正解率} = (\text{TP} + \text{TN}) \text{ / } (\text{TP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{TN})$$

$$= (\text{【異常的中】} + \text{【正常的中】}) \text{ / } (\text{【異常的中】} + \text{【空振り】} \\ + \text{【見逃し】} + \text{【正常的中】})$$

実証研究の結果は表 2-4 のとおりであり、検出率及び正解率の評価結果は次のとおりである。

$$\text{検出率} = 31 \text{ / } (31 + 11) = 73.8\%$$

$$\text{正解率} = (31 + 479) \text{ / } (31 + 10 + 11 + 479) = 96.0\%$$

表 2-4 実証研究における事象及び検証方法

| 事 象  |    | AI による判定                        |                                    |
|------|----|---------------------------------|------------------------------------|
|      |    | 異常運転                            | 正常運転                               |
| 現場状況 | 異常 | TP(異常的中) 31 件                   | FN(見逃し) 11 件                       |
|      | 正常 | FP(空振り) 10 件                    | TN(正常的中) 479 件                     |
| 検証方法 |    | AI が異常運転を検知した場合に<br>引上げ点検を実施し評価 | AI が異常運転を検知していない<br>状態で引上げ点検を実施し評価 |

※異常運転は異物詰まり（徐々に蓄積）が対象

#### AI 検知性能の確認事例の解説

##### ○ TP（異常的中）の解説

TP（異常的中）31 件の異常運転を AI により検知し、事前に処置することができた。TP（異常的中）の事例の異常原因は、異物詰まりやエアロック※によるものが大半であった。異物詰まりやエアロックの確認事例を図 2-21 に示す。



異物詰まり：プラスチック片



異物詰まり：ハンドタオル



エアロック※：空気孔のし渣詰まり

図 2-21 異物詰まりやエアロックの確認事例

※ 水中ポンプのケーシング及び吐出配管にある空気抜き穴にごみ等が詰まり、ケーシング内部に混入した空気が抜けないことで揚水できなくなる現象。

### ○ FN（見逃し）の解説

AI は正常判定だが、現場確認時に運転状態に影響を与えない程度の異物詰まりが見つかった FN（見逃し）は 11 件あった（図 2-22）。このまま運転を継続し、異物詰まりが大きくなり運転に影響を与えた段階で、AI が検知すると想定されるため問題ない事例と考えているが、AI 性能を厳しく評価するため、あえて「見逃し」として取り扱った。この 11 件の微細な詰まりによる「見逃し」については、運転時間等のポンプの運転データ上は正常運転と変わらないことを確認している。

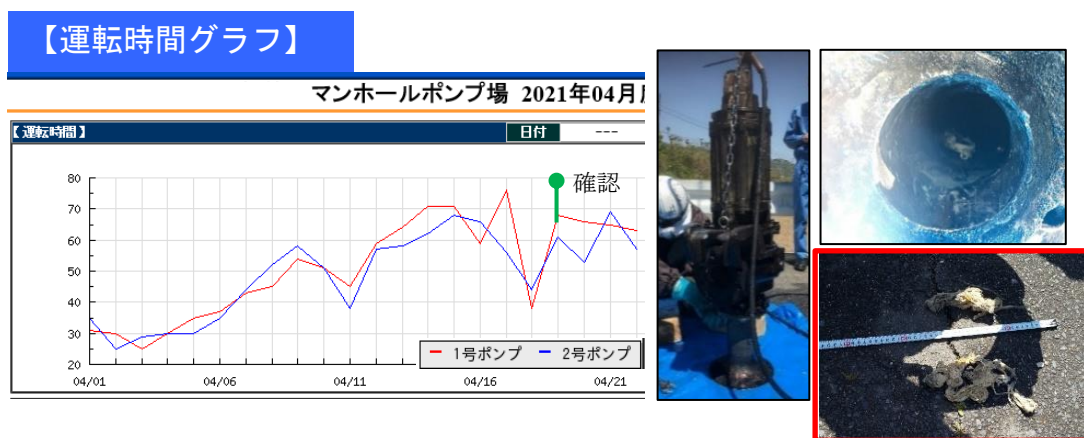


図 2-22 見逃し事例

### ○ FP（空振り）の解説

AI が異常判定で、現場確認時は正常であった FP（空振り）事例は 10 件あった。この事例は、異常判定の数日後に現場確認したため、現場確認時点では自然に異物詰まりが解消され正常復帰したものと推測される。このように異常運転が発生しても自然に正常運転に復帰することがあるため、2 年目の実証研究においては、メール通知設定のタイミングを変更したところ空振りの発生がなく、問題なく運用できることを確認した。

### ○ AI 検知性能のまとめ

AI 検知性能は目標値を満足し、緊急出動回数の低減が図れたことから、負担軽減に寄与する効果を確認した。AI の見逃しは、運転状態に影響を与えない程度の異物詰まりと考えられ、ポンプ運転に影響を与える段階になれば AI で検知可能である。仮に空振りであっても、通常点検の置き換わりと扱うことができる場合には、実質的な維持管理上の負担が発生しないことから、維持管理の効率化が期待できる。

○ AI で検知できない事例（実証研究の対象外）

「§8 異常運転検知機能の内容」に示すとおり、実証研究は異常の予兆が現れる過電流（異物詰まり（徐々に蓄積））を対象とした技術である。運転データに異常の予兆が現れない突発的な故障はAIで検知できないため対象外としている。大きな布や石の流入による突発的な異物詰まり等のAIで検知できない事例を図 2-23 に示す。

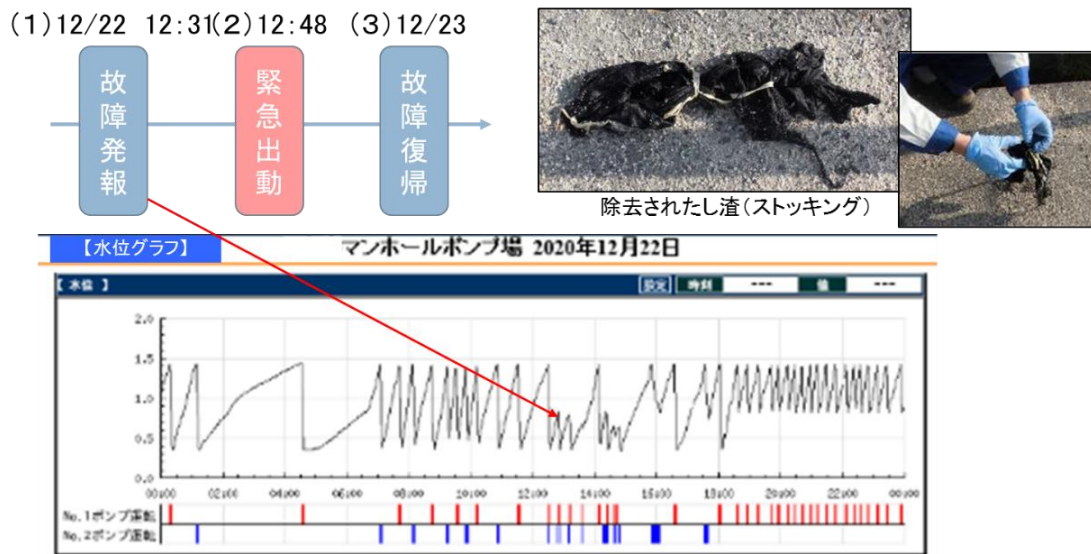


図 2-23 突発故障の確認事例

## 2) AI 導入効果の確認

故障に至る前に通常点検を前倒しして対応することが可能となり、緊急出動回数の低減が期待できる。また、異常運転の早期解消による異常運転時間の削減が期待できる（図 2-24）。

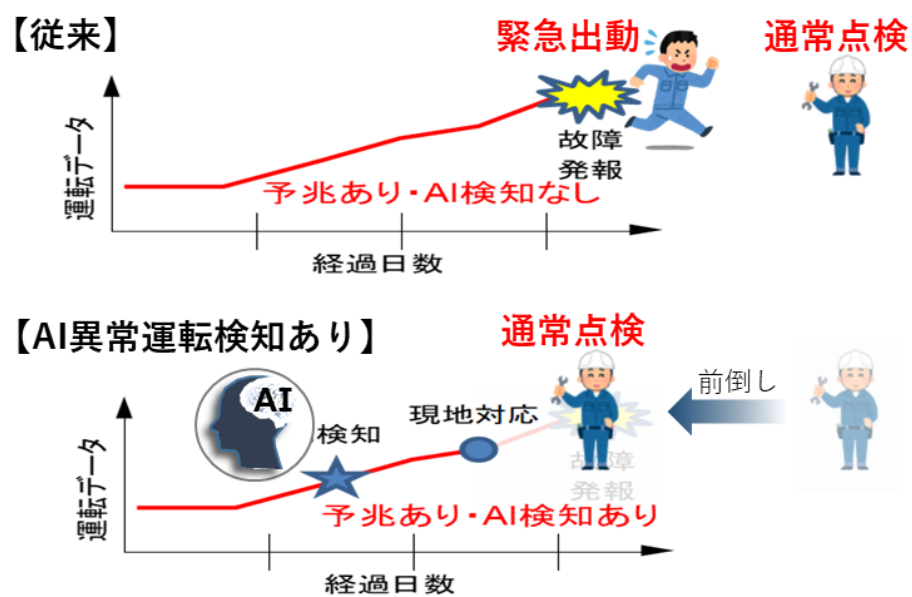


図 2-24 異常運転検知機能の活用イメージ

### ① 緊急出動回数低減率

緊急出動回数低減率は、実証フィールド（3 地方公共団体）における過去の緊急出動回数と、本機能を導入した実証研究期間の緊急出動回数とを比較し評価した。

目標値は日常点検のスケジュール調整により月 1 回程度の点検を行っているマンホールポンプで日常点検コストを上げることなく予防保全の実現が期待できる従来比 70%以上低減とした。

#### 緊急出動回数低減率

$$= 1 - \frac{\text{【実証実績の 1 年当たり緊急出動回数】}}{\text{【従来実績の 1 年当たり緊急出動回数】}}$$

実証の結果は表 2-5 のとおりであり、目標値である 70%以上の達成を確認した。

表 2-5 実証研究における緊急出動回数の低減効果

| 実証フィールド     |         | 河内長野市   | 今治市    | 赤磐市    | 計      |
|-------------|---------|---------|--------|--------|--------|
| 機場数         |         | 80機場    | 82機場   | 32機場   | 194機場  |
| 従来実績(令和元年度) | 1年当たり回数 | 72回/年   | 52回/年  | 30回/年  | 154回/年 |
| 実証実績        | 実証期間回数  | 9回      | 1回     | 1回     | 11回    |
|             | 実証期間    | 0.43年   | 0.43年  | 0.45年  | 0.43年  |
|             | 1年当たり回数 | 20.8回/年 | 2.3回/年 | 2.2回/年 | 25回/年  |
| 低減率         |         | 71%     | 95%    | 93%    | 83%    |

### ② 異常運転時間削減率

異常運転時間削減率は実証研究における TP（異常的中）事例より算出した。従来であれば異常運転は通常点検時に発見されるが、異常運転検知機能により通常点検以前に AI が異常運転を検知し原因を取り除くことで、異常な運転時間の削減ができる。

実証期間中の TP(異常的中)31 件について、異常運転時間の削減率を次のとおり確認した。

#### 異常運転時間削減率

$$\begin{aligned}
 &= \frac{(\text{異常運転時間} - \text{正常運転時間}) \times \text{期間}}{\text{異常運転継続期間の総運転時間}} \\
 &= \frac{(1\text{h}35\text{ min} / \text{日} - 1\text{h}13\text{ min} / \text{日}) \times 30.4\text{ 日}}{49\text{h}10\text{min}} \\
 &= 22\%
 \end{aligned}$$

### 3) 更新優先順位自動作成機能の確認

#### ① 有効性

自動作成された更新優先順位について実証フィールド（3 地方公共団体）の担当者にヒアリングを行った結果、以下の評価が得られた。ストックマネジメント計画の作成における各施設・主要機器のスクリーニングに活用でき、担当者の労力低減が期待できる。

- ・ 機器毎に客観的なリスク評価マトリックスが表示され分かりやすい。
- ・ 自動作成された更新優先順位は、地方公共団体担当者の感覚と概ね一致しており、修繕や更新の判断資料として活用できる。
- ・ 作成済みのストックマネジメント計画の参考資料となる。

#### ② ペーパーレス化による書類枚数削減

本機能において、マンホールポンプ施設の点検報告書はクラウド上で管理される。そのため、点検報告書作成における書類枚数削減効果（ペーパーレス化）は、地方公共団体や維持管理業者毎に従来書類として提出していた点検報告書の枚数が書類枚数削減効果となる。

実証フィールド（河内長野市、今治市、赤磐市）における本機能による点検報告書の削減可能枚数を担当者にヒアリングしたところ、それぞれ 292 枚/年、900 枚/年、100 枚/年であり、書類枚数を削減できることを確認した。

### 4) Web 会議システムの確認

実証フィールド(3 地方公共団体)において、故障発報時や異常運転検知時に、クラウド上に表示される運転データや配信された現場の映像等、意思決定に必要な情報を容易に共有でき、離れた場所にいる専門技術者等による支援が可能であることを確認した。

## (2) 経済性

### 1) コスト削減効果の確認

#### ① 異常運転検知機能によるコスト削減率

地方公共団体における維持管理方法や緊急出動回数実績により異なるが、本機能を導入することで効率的な予防保全が可能となり、次の効果が見込まれる。

- ・ 緊急出動回数低減による緊急出動費用の削減
- ・ 異常運転時間削減による機器の延命化・修繕費用の抑制

実証研究では、実証フィールド(3 地方公共団体)において、従来技術による維持管理費と本技術を導入した場合との維持管理費を比較し評価した（表 2-6）。

#### 異常運転検知機能によるコスト削減率

$$= 1 - \frac{\text{【実証実績の維持管理費】}}{\text{【従来技術の維持管理費】}}$$

表 2-6 従来技術による維持管理費と本技術を導入した場合との維持管理費の比較

#### 【従来維持管理費(実績)】

|                | 河内長野市            | 今治市              | 赤磐市              | 合計               | 備考    |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| マンホールポンプ施設数    | 145機場            | 127機場            | 76機場             | 348機場            |       |
| 緊急出動回数実績       | 74回              | 59回              | 37回              | 170回             | 令和元年度 |
| 管理業務委託費用       | 1,452万円/年        | 700万円/年          | 1,443万円/年        | 3,595万円/年        |       |
| 修繕頻度           | 37件/年            | 16件/年            | 10件/年            | 63件/年            |       |
| 修繕費用           | 39万円/件           | 154万円/件          | 50万円/件           | 243万円/件          |       |
| 修繕費用計          | 1,450万円/年        | 2,464万円/年        | 500万円/年          | 4,414万円/年        |       |
| 通信費            | 519万円/年          | 381万円/年          | 228万円/年          | 1,128万円/年        |       |
| <b>維持管理費合計</b> | <b>3,421万円/年</b> | <b>3,545万円/年</b> | <b>2,171万円/年</b> | <b>9,137万円/年</b> |       |



#### 【本技術を導入した場合の維持管理費】

|                | 河内長野市            | 今治市              | 赤磐市              | 合計               | 備考 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| 管理業務委託費用       | 1,411万円/年        | 682万円/年          | 1,031万円/年        | 3,124万円/年        |    |
| 修繕費用           | 1,431万円/年        | 2,432万円/年        | 493万円/年          | 4,356万円/年        |    |
| 通信費            | 161万円/年          | 142万円/年          | 87万円/年           | 390万円/年          |    |
| <b>維持管理費合計</b> | <b>3,004万円/年</b> | <b>3,255万円/年</b> | <b>1,611万円/年</b> | <b>7,870万円/年</b> |    |
| <b>【削減率】</b>   | <b>【12%】</b>     | <b>【8%】</b>      | <b>【26%】</b>     | —                |    |
| <b>【平均削減率】</b> | <b>【15%】</b>     |                  |                  |                  |    |

## ② 点検報告書作成機能によるコスト削減率

「§8 異常運転検知機能の内容」に示すデータの一元管理や点検記録のクラウド入力によって作業工数等を削減でき、次の効果が見込まれる。

- ・ クラウド管理による情報共有の迅速化・効率化
- ・ 点検記録の報告書作業の省力化・転記ミスの防止

実証研究では、実証フィールド（3 地方公共団体）において、現場点検作業から点検報告書作成までの過程について、従来技術と本技術を取り入れた方法とで作業時間等を計測した結果より、コストを比較し評価した（表 2-7）。

### 点検報告書作成機能によるコスト削減率

$$= 1 - \frac{\text{【実証実績の点検報告書作成コスト】}}{\text{【従来技術の点検報告書作成コスト】}}$$

表 2-7 従来技術と本技術を取り入れた方法とのコスト比較

|        | 従来技術              |                 | 本技術               |                 |
|--------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|        | 1か所当たり<br>作業単価(円) | 100か所当たり<br>(円) | 1か所当たり<br>作業単価(円) | 100か所当たり<br>(円) |
| 現地作業   | 1,125             | 112,500         | 750               | 75,000          |
| 事務所作業  | 2,250             | 225,000         | 0                 | 0               |
| 機器費    |                   | 0               |                   | 20,000          |
| 計      |                   | 337,500         |                   | 95,000          |
| 削減率(%) |                   |                 |                   | 71.9%           |

作業単価は、1日当たり30,000円として算出

### ③ Web 会議システムによる緊急時対応コスト削減率

維持管理の現場に Web 会議システムを導入することで、次の効果が見込まれる。

- ・ 現地臨場にかかる人件費・交通費等のコスト削減

実証研究では、実証フィールド（3 地方公共団体）において、緊急時対応について地方公共団体職員・維持管理業者・専門技術者で会議を行う想定で、従来技術と本技術を取り入れた方法とでコストを比較し、評価した（表 2-8）。

#### Web 会議システムによる緊急時対応コスト削減率

= 1 - 【本機能による緊急出動時のコスト】

／ 【従来技術による緊急出動時のコスト】

表 2-8 従来技術と本技術を取り入れた方法とのコスト比較

コスト削減

単位：円

|       |         | 従来技術    | Web会議システム |
|-------|---------|---------|-----------|
| 河内長野市 | 人件費+交通費 | 48,923  | 14,753    |
|       | コスト削減率  |         | 69.8%     |
| 今治市   | 人件費+交通費 | 90,808  | 16,601    |
|       | コスト削減率  |         | 81.7%     |
| 赤磐市   | 人件費+交通費 | 47,594  | 14,517    |
|       | コスト削減率  |         | 69.5%     |
|       | 合計      | 187,325 | 45,871    |
|       | コスト削減率  |         | 75.5%     |

## 2) 時間削減効果の確認

### ① 点検報告書作成の時間削減率

点検報告書作成機能により、台帳データ及び点検データの一元管理が可能となる。本機能により、現場でもスマートフォンやタブレット等の通信機器を活用し、直接入力・確認ができることから、次の効果が見込まれる。

- ・ 現場で IoT 機器を活用し、点検記録を直接入力するため事務所作業が不要
- ・ 一元管理による維持管理情報等検索による点検履歴の閲覧

実証研究では、実証フィールド（3 地方公共団体）において、現地点検作業から点検報告書作成までの過程について、従来技術と本技術を取り入れた方法とで作業時間を比較し評価した（表 2-9）。

### 点検報告書作成の時間削減率

$$= 1 - \frac{\text{【本機能による点検報告書作成時間】}}{\text{【従来技術による点検報告書作成時間】}}$$

表 2-9 従来技術と本技術を取り入れた方法との作業時間比較

|         | 従来技術               |                  | 本技術                |                  |
|---------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
|         | 1か所当たり<br>(時間) * 1 | 100か所当たり<br>(時間) | 1か所当たり<br>(時間) * 2 | 100か所当たり<br>(時間) |
| 現場作業    | 0.15               | 15               | 0.1                | 10               |
| 事務所作業   | 0.31               | 31               |                    | 0                |
| 計       |                    | 46               |                    | 10               |
| 削減率 (%) |                    |                  |                    | 78.3%            |

\* 1.2: 実証研究での実測結果

## ② Web 会議システムによる緊急時対応時間削減率

Web 会議システムを導入することで、次の効果が見込まれる。

- ・ 現場からの映像配信により現地臨場が不要
- ・ リアルタイム情報共有による迅速・適切な意思決定による作業効率化
- ・ コミュニケーションの活性化

実証研究では、実証フィールド（3 地方公共団体）において、AI 異常判定やポンプ故障発生への対応時に緊急時対応を想定し、地方公共団体職員・維持管理業者・専門技術者で Web 会議を行い、従来技術と本技術とで作業時間を比較した。（表 2-10）

### Web 会議システムによる緊急時対応時間削減率(%)

$$= 1 - \frac{\text{【本技術による会議開催時間】}}{\text{【従来技術による会議開催時間】}}$$

表 2-10 従来技術と本技術との作業時間比較

| 時間削減  |                 | 単位:分  |           |
|-------|-----------------|-------|-----------|
|       |                 | 従来技術  | Web会議システム |
| 河内長野市 | 作業時間            | 296.5 | 117.5     |
|       | 時間削減率           |       | 60.4%     |
| 今治市   | 作業時間(異常通報～会議招集) | 437.5 | 132.5     |
|       | 時間削減率           |       | 69.7%     |
| 赤磐市   | 作業時間(異常通報～会議招集) | 228.5 | 115.5     |
|       | 時間削減率           |       | 49.5%     |
|       | 合計              | 962.5 | 365.5     |
|       | 時間削減率           |       | 62.0%     |

## 第3章 導入検討

### § 15 導入検討の手順

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場合、次の手順で導入検討を行う。

- (1) 基礎情報の収集・整理
- (2) 導入効果の検討
- (3) 導入判定

### 【解 説】

本技術を導入しようとする場合は、§ 11 から § 13 までの適用条件を満たすか確認した上で、上記 (1) から (3) までの手順で検討を行う。

## § 16 基礎情報の収集・整理

導入効果を検討するために必要となる次の情報を収集・整理する。

- (1) マンホールポンプ施設の維持管理状況
- (2) 管理業務委託費及び委託内容
- (3) マンホールポンプ施設数
- (4) 通常点検回数
- (5) 通常点検費用
- (6) 総緊急出動回数（実績）
- (7) 対象緊急出動回数（実績）
- (8) 緊急出動対応費
- (9) 総緊急出動回数（契約時）
- (10) 通信費

### 【解 説】

本ガイドラインでは、導入効果の検討を行う際に使用する緊急出動回数を表 3-1 のとおり定義したうえで、上記(1)から(10)までの項目の情報を収集・整理する。

表 3-1 導入効果の検討における緊急出動回数の定義

| 故障発報内容の分類 | 故障発報要因          | 総緊急<br>出動回数       | 対象緊急<br>出動回数         | 緊急<br>出動回数          |
|-----------|-----------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| ①過電流      | 異物詰まり(徐々に蓄積)    | ○                 | ○                    | ○                   |
|           | 異物詰まり(大きな異物の流入) | ○                 | ○                    |                     |
| ②停電       | 落雷 等            | ○                 |                      |                     |
| ③異常高水位    | 雨天時浸入水 等        | ○                 |                      |                     |
| 適 用       |                 | コスト削減率の<br>計算に用いる | 緊急出動回数低減率<br>の計算に用いる | 異常運転検知機能<br>による検知対象 |

### (1) マンホールポンプ施設の維持管理状況

マンホールポンプ施設の維持管理状況によって基礎情報の収集方法等が異なるため、維持管理状況が3ケースの分類（表 3-2）のうちいずれに該当するかを確認する。

表 3-2 維持管理状況の分類

|       | 維持管理   | 緊急出動対応費          |
|-------|--------|------------------|
| CASE1 | 業務委託対応 | 業務委託に含む（変更精算あり）  |
| CASE2 | 業務委託対応 | 業務委託に含む（変更精算なし）  |
| CASE3 | 直営対応   | 直営対応 又は 別途業務委託発注 |

### (2) 管理業務委託費及び委託内容

CASE1 及び CASE2 では、検討対象とするマンホールポンプ施設の維持管理業務が含まれる業務委託費及び委託内容を確認する。(3)～(9)について、この業務委託内容から確認する。なお、業務委託費はマンホールポンプ施設の維持管理業務のみを対象とし、複数の業務から構成される業務委託費の場合は、その中から検討対象とする業務委託費を抽出する必要がある。

### (3) マンホールポンプ施設数

当該業務委託（又は直営対応）における検討対象とするマンホールポンプ施設数を確認する。本技術の維持管理費削減効果はマンホールポンプ施設数が多いほど大きくなるため、どの範囲まで対象に含めるかが重要である。

### (4) 通常点検回数

当該業務委託（又は直営対応）における日常点検と定期点検とを合わせた全マンホールポンプ施設分の点検回数の実績を確認する。

### (5) 通常点検費用

当該業務委託（又は直営対応）における通常点検にかかった点検費の1回当たり平均額を確認する。

**(6) 総緊急出動回数（実績）**

当該業務委託（又は直営対応）におけるすべての緊急出動の実施回数及びその原因（過電流・停電、異常高水位）の実績（表 3-1）を確認する。

**(7) 対象緊急出動回数（実績）**

当該業務委託（又は直営対応）における対象緊急出動の実施回数及びその原因の実績を確認する。対象緊急出動回数とは、「(6) 総緊急出動回数（実績）」のうち過電流（発生要因は問わない）が原因によるものとする（表 3-1）。

**(8) 緊急出動対応費**

CASE1 及び CASE2 では、当該業務委託における緊急出動対応費の 1 回当たりの実績額を確認する。CASE3 では、直営作業にかかった人件費等の実績額とする。

**(9) 総緊急出動回数（契約時）**

CASE2 では、当該業務委託の契約時におけるすべての緊急出動回数（表 3-1）を確認する。

**(10) 通信費**

マンホールポンプ施設毎に、自動通報監視装置の通信費を確認する。

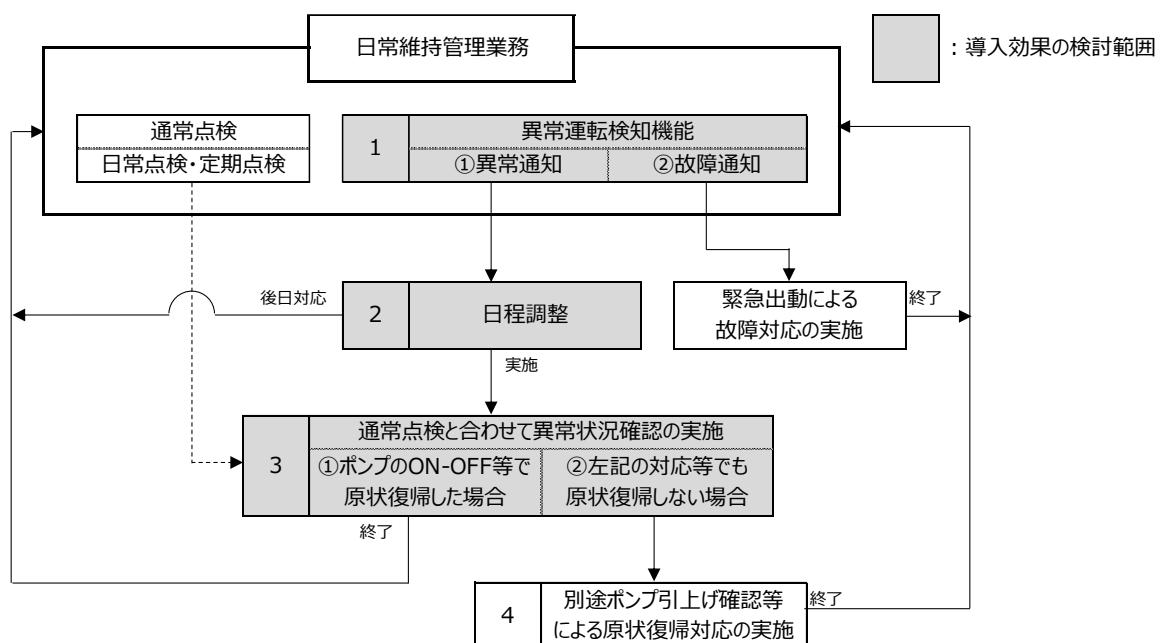
## § 17 導入効果の検討

本技術の適用条件を満たすことが確認された場合、本技術の導入による概算効果を予め把握する。実証研究で得られた結果から次の3項目の効果を確認し、下水道管理者が判断するための基礎資料を作成する。

- (1) コスト削減率
- (2) 時間削減率
- (3) 技術継承（形式知化）

### 【解 説】

導入効果は現状の維持管理状況（点検頻度等）により異なるが、ここでは実証研究で得られた結果を踏まえ、効果の算定方法について記載している。導入効果の検討における維持管理業務モデルフローを図 3-1 に示す。



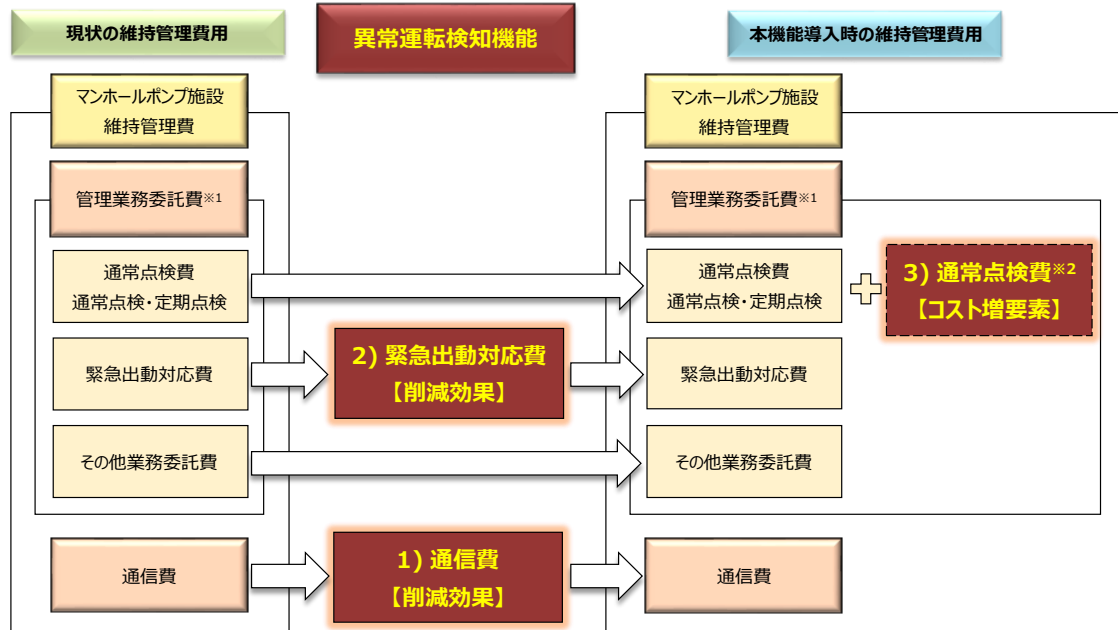
|   |                |                                                                                |
|---|----------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 異常運転検知機能       | 異常運転検知機能から「①異常通知」もしくは「②故障通知」を受ける<br>「②故障通知」を受けた場合には緊急出動を行い対応する                 |
| 2 | 日程調整           | 「①異常通知」を受けた場合には異常状況確認の日程調整を行う<br>その場合、通常点検の日程を考慮し調整する                          |
| 3 | 異常状況確認の実施      | 通常点検と合わせて異常状況確認を行う<br>ポンプのON-OFF等で原状復帰した場合は終了とする                               |
| 4 | 別途対応による原状復帰の実施 | 原状復帰しない場合には別途ポンプ引上げ確認等による原状復帰対応を実施する<br>ただし、異常状況確認の結果に応じて実施することから導入効果検討の対象外とする |

図 3-1 導入効果の検討における維持管理業務モデルフロー

## (1) コスト削減率

### 1) 異常運転検知機能によるコスト削減効果

現状と本機能を導入した場合との費用比較を行う。



※1: CASE 3 の場合は「管理業務委託費」を「緊急出動対応費」に読み替える  
 ※2: 現状の通常点検回数が緊急出動回数の削減回数より少なくなる場合のみ発生する

図 3-2 現状と本機能を導入した場合との費用比較

### ① 通信費削減効果

次の式により計算する。

$$\begin{aligned} \text{通信費削減効果（円/年）} = & \text{【現状の通信費（円/年）】} - \left( \text{【機場数】} \times \text{【通信費 900 円※1/（月・機場）※2】} \right. \\ & \left. + \text{【AI サービス利用料 4,000 円/（月・地方公共団体）※3】} \right) \times 12 \text{ か月} \end{aligned}$$

※1: 実証研究で用いたシステムの利用料金（2023 年 12 月時点）に基づく

※2: 2023 年 12 月時点の利用料金に基づく。水位・電流値の監視を付加するマンホールポンプ施設は+600 円/（月・機場）を考慮して計算すること。なお、通信費にクラウドサービス利用料を含む。

※3: マンホールポンプ施設数に関わらず AI サービス利用料は、1 地方公共団体で 4,000 円/月

## ② 緊急出動対応費削減効果

緊急出動対応費削減効果の算定には、実証研究で得られた評価結果(表 2-5)の 83%を用いず、地方公共団体間でばらつきもあることを考慮し、目標値である 70%を用いることとする。

緊急出動対応費削減効果は、本機能の検知対象である「過電流（異物詰まり(徐々に蓄積)）」が原因の緊急出動回数の低減による効果について、マンホールポンプ施設の維持管理状況に応じて次の式により計算する。

CASE 1：維持管理は業務委託緊急対応であり、出動対応費は業務委託に含む（変更精算あり）

$$\begin{aligned} & \text{緊急出動対応費削減効果（円/年）} \\ & = \left( \left[ \text{現状の対象緊急出動回数（回/年）} \right] \times \left[ \text{緊急出動回数低減率} \right] \right) \\ & \quad \times \left[ \text{1 回当たりの緊急出動費（円/回）}^{\ast 1} \right] \end{aligned}$$

CASE 2：維持管理は業務委託対応であり、緊急出動対応費は業務委託に含む（変更精算なし）<sup>※2</sup>

$$\begin{aligned} & \text{緊急出動対応費削減効果（円/年）} \\ & = \left( \left[ \text{現状の対象緊急出動回数（回/年）} \right] \times \left[ \text{緊急出動回数低減率} \right] \right) \\ & \quad \times \left[ \text{1 回当たりの緊急出動費（円/回）}^{\ast 1} \right] \end{aligned}$$

CASE 3：維持管理は直営対応であり、緊急出動対応費は直営対応又は別途業務委託発注

$$\begin{aligned} & \text{緊急出動対応費削減効果（円/年）} \\ & = \left( \left[ \text{現状の対象緊急出動回数（回/年）} \right] \times \left[ \text{緊急出動回数低減率} \right] \right) \\ & \quad \times \left[ \text{1 回当たりの職員対応費用（円/回）}^{\ast 3} \right] \end{aligned}$$

※1：緊急出動費は地方公共団体の実態にあわせた費用とする（明確でない場合は 10 万円/回を目安とする）。

※2：契約終了時、総緊急出動回数にあわせた精算を行わない場合は、当該契約における委託費の削減効果は見込めないが、次契約以降の積算において削減効果を考慮する場合は、本計算式により計算することができる。

※3：標準的な班体制や所要時間を想定又は実績を踏まえ人件費単価等から算定する。緊急出動のみ別途業務委託で対応している場合、「1 回当たりの職員対応費」を「1 回当たりの緊急業務委託費」に読み替えて計算する。

### ③ 通常点検回数増によるコスト増要素

緊急出動に至る前に AI で異常運転を検知し、通常点検を前倒して対応することで緊急出動を削減することを前提条件として計算するため、1 年当たりの「現状の通常点検回数」より「現状の対象緊急出動回数に緊急出動回数低減率を乗じた回数」が多い場合は点検コストが増加する。

#### 【通常点検回数のコスト増要素】

通常点検の増回数（回/年）

$$\begin{aligned} &= \text{【現状の対象緊急出動回数（回/年）】} \times \text{【緊急出動回数低減率（70\%）】} \\ &\quad - \text{【現状の通常点検回数（回/（機場・年））】} \times \text{【機場数（機場）】} \\ &> 0 \cdots \text{増加を考慮する} \end{aligned}$$

通常点検回数増による費用増（円/年）

$$\begin{aligned} &= \text{【1 回当たりの通常点検費用（円/回）】}^{\ast 1} \\ &\quad \times \text{【通常点検の増回数（回/年）】} \end{aligned}$$

※1：通常点検費用は地方公共団体の実態にあわせた費用とする。

#### ④ 本機能によるコスト削減率

①～③の結果を用いて、次の式により計算する。

##### コスト削減率

$$= \text{【削減効果（円/年）】} \div \text{【現状の維持管理費（円/年）】}$$

##### ・削減効果（円/年）

$$= \text{【①通信費削減効果（円/年）】} + \text{【②緊急出動対応費削減効果（円/年）】} \\ - \text{【③通常点検回数増による費用増（円/年）】}$$

##### ・現状の維持管理費（円/年）

$$= \text{【通信費（円/年）】} + \text{【維持管理業務委託費（円/年）※1】}$$

※1：CASE 3 の場合は「維持管理業務委託費」を「緊急出動対応費」に読み替える。

なお、簡易的に、別途「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」(図 3-3)に次の必要入力項目を入力することで、コスト削減率を計算できる。また、実証フィールドのコスト削減率試算結果を資料編に示す。

##### 【必要入力項目】

- ・共通：維持管理委託状況及び緊急出動対応費の精算方法、マンホールポンプ施設数、通常点検回数、総緊急出動回数（実績）、対象緊急出動回数、緊急出動対応費（1 回当たり）、通信費
- ・CASE 1：維持管理業務委託費
- ・CASE 2：維持管理業務委託費、総緊急出動回数（契約時）
- ・必要に応じて：通常点検費用

|                            |                                 |
|----------------------------|---------------------------------|
| 維持管理委託状況及び<br>緊急出動対応費の精算方法 | CASE1:業務委託(緊急出動対応費:委託費に含む・都度精算) |
|----------------------------|---------------------------------|

### 1. 現状データ入力

|                    | 現状データ     | 備考                                           |
|--------------------|-----------|----------------------------------------------|
| マンホールポンプ施設数        | 150機場     |                                              |
| 管理業務委託費            | 2,000万円/年 | マンホールポンプ施設の維持管理業務のみ<br>緊急出動対応費を含む            |
| 通常点検回数【実績】         | 10回/年     | 日常点検と定期点検とを合わせた全機場分の回数                       |
| 総緊急出動回数【実績】        | 30回/年     |                                              |
| 対象緊急出動回数※1【実績】     | 20回/年     | 総緊急出動回数【実績】のうち過電流(発生要因は問<br>わない)が原因による緊急出動回数 |
| 緊急出動対応費(一回当たり)【実績】 | 10万円/回    |                                              |
| 通信費                | 432万円/年   |                                              |
| 維持管理費合計            | 2,432万円/年 |                                              |

### 2. 削減効果設定値

|           | 設置値   | 備考                                               |
|-----------|-------|--------------------------------------------------|
| 緊急出動回数低減率 | 70%   |                                                  |
| 通常点検の増回数  | 4回/年  | 年間の通常点検回数より導入後の緊急出動削減回<br>数が多い場合は通常点検回数の増加を考慮する。 |
| 通常点検費用    | 2万円/回 | 地方公共団体の実態にあわせた費用とする。                             |

### 3. コスト削減率計算

|           | 導入後       | 備考                        |
|-----------|-----------|---------------------------|
| 総緊急出動回数   | 16回       | 14回削減                     |
| 対象緊急出動回数  | 6回        | 14回削減                     |
| 通信費       | 167万円/年   | 265万円削減_(①通信費削減効果)        |
| 維持管理業務委託費 | 1,860万円/年 | 140万円削減_(②緊急出動対応費削減効果)    |
| 通常点検費の増加  | 8万円/年     | 8万円増加_(③通常点検回数増によるコスト増要素) |
| 維持管理費合計   | 2,035万円/年 | 導入後                       |
| 【コスト削減率】  | 【16%】     | コスト削減費397万円/年             |

#### 維持管理費削減効果

■ 通信費 ■ 維持管理業務委託費



図 3-3 異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート

## 2) 点検報告書作成機能によるコスト削減率

本機能の活用により、ペーパーレス化を実現し、データシートへの記載や点検報告書作成作業を軽減できる。実証研究で 72%程度のコスト削減が確認され、1 機場当たりの削減費用は 2.43 千円/機場・回となった（表 2-7）。

点検報告書作成コスト削減効果を算定する場合、現状の点検報告書作業が地方公共団体により異なることに留意する。

### コスト削減率（実証研究結果より）

$$= 1 - \frac{\text{【本機能による点検報告書作成コスト】}}{\text{【従来手法による点検報告書作成コスト】}} = 72\%$$

1 機場当たりの削減費用＝

$$337.5 \text{ 千円}/100 \text{ 機場} - 95 \text{ 千円}/100 \text{ 機場} = 2.43 \text{ 千円}/\text{機場}$$

### 点検報告書作成コスト削減効果（千円/回）

$$= \text{【1 機場当たりの削減費用（千円/機場・回）】} \\ \times \text{【マンホールポンプ施設数（機場）】}$$

### 3) Web 会議システムによる緊急対応コスト削減効果

本機能の活用により、クラウドに記録・蓄積された運転データや現場の映像等を Web 会議システムで共有できることから、現場を確認する人員も最低限となり、その派遣費用や人件費を削減でき、故障等のトラブル発生から方針協議及び修繕発注までの対応時間を削減できる。従来との比較項目を表 3-3、Web 会議システムの活用のイメージを図 3-4 に示す。

実証研究では人件費及び交通費から平均約 75%のコスト削減が確認され、コスト削減効果は 47 千円/回となった（表 2-8）。緊急時対応コスト削減効果を算定する場合、地方公共団体の人件費・交通費等の現状により異なることに留意する。

**緊急時対応コスト削減率（実証研究結果より）**

**= 1 - 【本機能による緊急出動コスト】**

**／【従来手法による緊急出動コスト】 = 75%**

**緊急時対応コスト削減効果（千円/回）**

**= 187.3 千円/3 回 - 45.9 千円/3 回 = 47 千円/回**

表 3-3 本技術(Web 会議システム)と従来技術との比較項目

|          |     | 従来技術                  | 本技術(Web 会議システム)               |
|----------|-----|-----------------------|-------------------------------|
| 維持管理業者   |     | 現場                    | 現場                            |
| 地方公共団体職員 |     | 現場(事後)                | 遠隔(Web 会議)                    |
| 専門者      |     | 現場(事後)                | 遠隔(Web 会議)                    |
| 比較項目     | 時間面 | ×<br>(移動や日程調整に時間がかかる) | ◎<br>(現場への移動時間が不要・迅速な対応可)     |
|          | 技術面 | ◎<br>(現場状況の把握)        | ○<br>(専門技術者の知見と経験に基づいた的確な対応可) |
|          | 経済面 | △<br>(トラブルの長期化)       | ○<br>(派遣費用や人件費の節減)            |

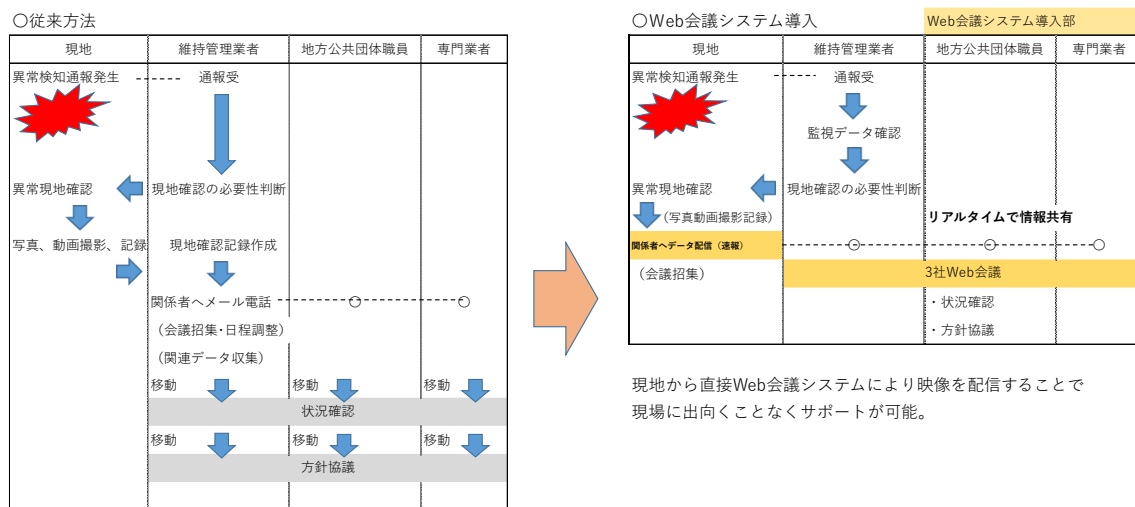


図 3-4 Web 会議システム活用のイメージ

## (2) 時間削減率

### 1) 点検報告書作成機能による時間削減効果

本機能の活用により、データシート入力や報告書作成にかかる業務負担や要する時間を削減できる。実証研究では 78%程度の時間削減が確認され、1 機場当たりの削減時間＝0.35h/機場となった（表 2-9）。

点検報告書作成の時間削減効果を算定する場合、現状の点検報告書作成作業が地方公共団体や維持管理業者により異なることに留意する。

**時間削減率（実証研究結果より）**

$$= 1 - \frac{\text{【本技術による点検報告書作成時間】}}{\text{【従来手法による点検報告書作成時間】}} = 78\%$$

**1 機場当たりの削減時間**

$$\begin{aligned} &= 45\text{h}/100 \text{ 機場} - 10\text{h}/100 \text{ 機場} = 0.35\text{h}/\text{機場} \cdot \text{回} \\ &= 0.35\text{h}/\text{機場} \cdot \text{回} \end{aligned}$$

**点検報告書作成時間削減効果（h/回）**

$$= \text{【1 機場当たりの削減時間（h/機場・回）】} \times \text{【マンホールポンプ施設数（機場）】}$$

**2) Web 会議システムによる緊急対応時間削減効果**

「(1)コスト削減率 3)Web 会議システムによる緊急時対応コスト削減効果」のとおり、本機能の活用により緊急時対応時間を削減できる。実証研究では 62%程度の時間削減が確認され、時間削減効果は 3.3h/回となった（表 2-10）。緊急時対応時間を算定する場合、地方公共団体の作業時間等の現状により異なることに留意する。

**緊急時対応時間削減率（実証研究結果より）**

$$= 1 - \frac{\text{【本機能による緊急出動時の作業時間】}}{\text{【従来手法による緊急出動時の作業時間】}} = 62\%$$

**緊急時対応時間削減効果（h/回）**

$$= 962.5 \text{ 分}/3 \text{ 回} - 365.5 \text{ 分}/3 \text{ 回} = 3.3\text{h}/\text{回}$$

### (3) 技術継承（形式知化）

本技術は、更新優先順位自動作成機能をストックマネジメント計画作成における各施設・主要機器のスクリーニングに活用できるほか、以下のような定性的な効果が期待できる。

- ・維持管理に関するデータの一元管理と共有化が図れ、維持管理の意思決定の履歴を残すことで、暗黙知が形式知となる。
- ・維持管理担当者の変更時に維持管理業務における数値データや対応結果に加え業務経過や対応の経緯等の情報の継承も容易になるため、維持管理業務の品質を維持することができる。

**§ 18 導入判断**

コスト及び時間削減等の導入効果の検討結果を踏まえ、導入の可否等を総合的に判断する。

**【解 説】**

「§17 導入効果の検討」の結果を踏まえて、導入の可否・対象範囲及び導入スケジュール等を総合的に判断する。

## 第4章 導入計画・設計

### § 19 本技術の導入計画・設計の手順

本技術の導入計画・設計は、次の手順で行う。

- (1) マンホールポンプ施設の維持管理手法の検討
- (2) システム全体構成・仕様・数量の決定
- (3) 導入効果の検証
- (4) 導入計画書の作成
- (5) 本技術の設計

### 【解 説】

「第3章 導入検討」の結果、本技術を導入する判断に至った場合は、上記(1)から(5)までの手順で導入計画・設計を行う。

## § 20 マンホールポンプ施設の維持管理手法の検討

維持管理に係る体制及び運用方法等を明確にするため、次の項目について検討する。

- (1) 本技術を使用する人員・場面（場所及び時間帯等）
- (2) 取得データ及び運用サイクル

### 【解 説】

#### (1) 本技術を使用する人員・場面（場所及び時間帯等）

本技術の使用人員・場面を設定し、必要機器及び使用環境を明確にする。

##### 1) 異常運転検知機能

本技術導入後は、スマートフォン等の情報端末を通じてマンホールポンプ施設の状態監視が可能となることから、異常運転通知を確認する担当者に加え、迅速対応のために必要な関係者等をどこまで含めるかを検討し、本機能の使用人員を決定する。あわせて、使用場所（現場、監視室、役所）及び使用時間（勤務時間内、外）を踏まえ、現場使用に適するモバイル端末及び監視室に設置する多人数閲覧可能な端末等、具体的な端末の種類・数量を決定する。

##### 2) 更新優先順位自動作成機能

本機能の利用者は、ストックマネジメント計画に携わる地方公共団体職員である。本機能を構成する機場台帳及び点検記録を更新する作業を含め、使用人員・場面を想定する必要がある。機場台帳に記載されているメモ及び過去の点検記録を引き継ぎ事項として利用する場合も想定される。

##### 3) Web 会議システム

地方公共団体及び専門技術者が所属する企業の事務所並びに現場等でも使用できる汎用性のある機器構成及びシステムを検討する。既存の機器・システムを活用する場合には、その仕様での動作確認が必要となる。

## **(2) 取得データ及び運用サイクル**

本技術導入による効果を継続的に享受するためには、取得可能となるデータからマンホールポンプ施設の維持管理への反映事項を検討し、運用サイクルを定める必要がある。データ更新の時期及び実施者を明確にした上で、「(1) 本技術を使用する人員・場面（場所及び時間帯等）」を再確認することも重要である。以下に、本技術導入後の運用サイクルを定める必要のある主な項目を示す。

### **1) 異常運転検知機能**

#### **① 異常運転検知メールの送信タイミングの変更**

異常運転検知メールを受けて現場を確認しても、自然に解消されていることがあるため、マンホールポンプ施設毎の特性にあわせてメール通知設定をカスタマイズすることが有効である。例えば、月に3回以上空振り又は見逃しがあった場合は、維持管理業者から地方公共団体職員に連絡し、地方公共団体職員がメール通知設定を変更するなどの運用が考えられる。

#### **② AI 再学習**

機器更新等により、正常時の運転状態が大きく変化した場合は、AI 再学習が必要になる。どのタイミングで誰が再学習の判断を行うのかを具体的に定める。地方公共団体の維持管理担当者と機器更新担当者とは異なる場合は、情報共有の仕方も定める。

#### **③ 点検内容の検討**

異常運転検知機能に加え、ポンプの運転状態及び運転時間等の記録がクラウドで監視・収集できることから、日常点検の点検項目・頻度にメリハリを付けた効率的な点検について検討することが望ましい。

### **2) 更新優先順位自動作成機能**

#### **① クラウド機場合帳機能**

機器の更新を行った際には、機場合帳の機器仕様及び設置年月等のデータを更新することとし、更新情報を把握してデータの更新（又はその指示）を行う担当者を定める。地方公共団体職員のみならず、維持管理業者や設備業者等がデータの更新を行うことで、修繕記録等も円滑に更新される。

#### **② 点検報告書作成機能**

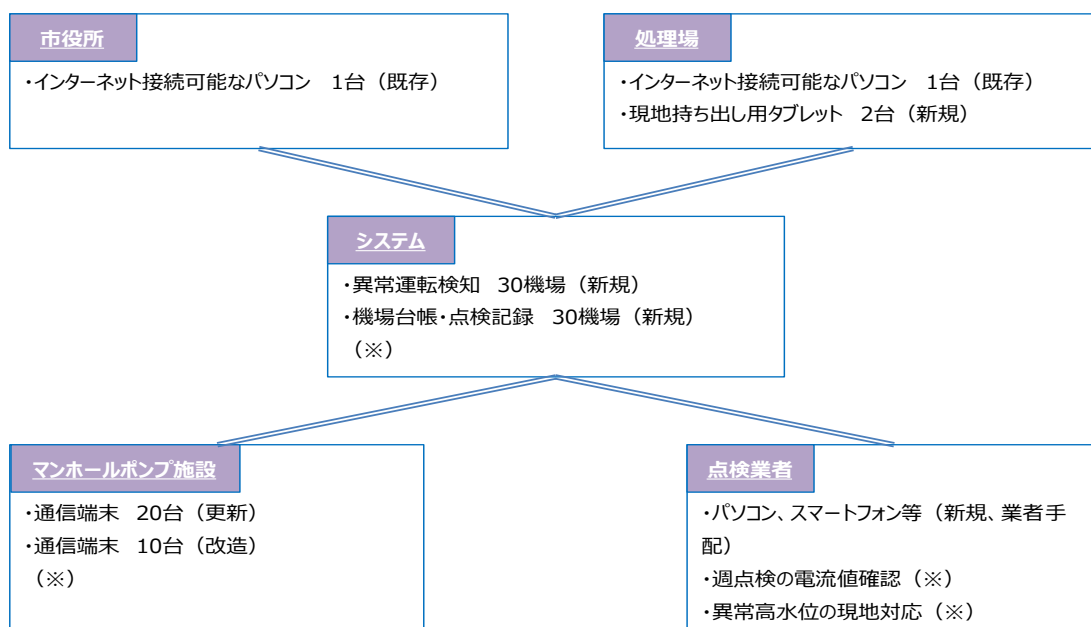
機器の点検を行った際には、点検結果のデータを登録することとし、点検結果を把握してデータの登録（又はその指示）を行う担当者を定める。

## § 21 システム全体構成及び機器等の仕様・数量の決定

現状と本技術導入後とで維持管理手法を比較し、新しい維持管理手法への移行後のシステム全体構成並びに新規導入機器及びシステムの仕様・数量を決定する。

### 【解 説】

「§20 マンホールポンプ施設の維持管理手法の検討」で検討した本技術導入後の維持管理手法に関係する人員・場所を踏まえ、システム全体構成を決定した上で、新たに導入する、又は見直しが必要となる機器及びシステムの仕様・数量を決定する。図 4-1 に例を示す。



※ 異常運転検知機能利用のためには必要ないが、別途、水位や電流値のデータを監視したい場合は、投入圧力式水位計や電流変換器を取り付けることによって監視可能となる。

図 4-1 システム全体構成(例)

## § 22 導入効果の検証

決定したシステム全体構成・仕様・数量に基づき本技術の導入費用を計算し、導入効果を次の手順により検証する。

- (1) 本技術の導入費の計算
- (2) 従来技術の導入（更新）費の計算
- (3) 導入費差額の算出
- (4) コスト削減額の計算
- (5) 経費回収年の算出

### 【解 説】

「§21 システム全体構成及び機器等の仕様・数量の決定」の結果に基づき、本技術導入に必要な費用を計算する。導入費については、メーカーへのヒアリング等を通じて従来技術のまま更新する場合の費用及び本技術を導入する場合の費用を確認する。算出した導入費及び「§17 導入効果の検討」の結果を参考に経費回収年を算出し、導入効果を検証する。

#### (1) 本技術の導入費の計算

次の項目について、メーカーへのヒアリング等から導入費を計算する。

- 1) 自動通報監視装置費
- 2) 撤去据付費
- 3) 画面設定費等の初期登録費

#### (2) 従来技術の導入（更新）費の計算

次の項目について、メーカーへのヒアリング等から導入費（又は更新費）を計算する。

- 1) 自動通報監視装置費
- 2) 撤去据付費
- 3) 電話回線の申込み等の必要費用

### (3) 導入費差額の算出

「(1) 本技術の導入費の計算」及び「(2) 従来技術の導入（更新）費の計算」の結果を用いて、導入費差額を算出する。なお、導入費差額がマイナスの場合は、経費回収年もマイナスとなることから、導入効果があると判断できる。

$$\text{導入費差額} = \text{【(1) 本技術の導入費】} - \text{【(2) 従来技術の導入費】}$$

### (4) コスト削減額の計算

「§17 導入効果の検討」で計算したコスト削減率を参考に、より詳細にコスト削減額を計算する。

### (5) 経費回収年の算出

「(3) 導入費差額の算出」を「(4) コスト削減額の計算」の結果を用いて、経費回収年を算出する。算出された経費回収年が自動通報監視装置の目標耐用年数（例：標準耐用年数 7 年 × 1.5 ≒ 10 年）を下回っていれば、導入効果が得られると判断できる。

$$\text{経費回収年(年)} = \frac{\text{導入費差額(千円)}}{\text{コストの削減額(千円/年)}}$$

## § 23 導入計画書の作成

導入効果が得られると判断できた場合、これまでの検討内容を取りまとめ、導入計画書を作成する。

### 【解 説】

「§22 導入効果の検証」の結果、導入効果が認められれば、必要に応じて、複数年度に亘って段階的に導入することも検討し、本ガイドラインでの検討内容を導入計画書としてまとめる。

実証研究で得られた知見により効果が大きいマンホールポンプ施設から段階的に導入するために、実証研究ではポンプ本体に関する特性（ポンプ特性）及びマンホールポンプ施設全体の特性（機場特性）に分けて情報を整理した（表 4-1、表 4-2）。簡便的に算出する場合や情報が不明な場合等は、ポンプ特性、機場特性の情報により更新の優先度を検討できる（資料編 第 1 節 実証研究効果 1.4 段階的導入検討参照）。

表 4-1 ポンプ本体に関する特性(ポンプ特性)

| 項目例    | 整理内容                                |
|--------|-------------------------------------|
| ポンプ口径  | 吐出口径(mm)を整理する。                      |
| ポンプ形式  | 「ノンクログ」「スクリュー」「ボルテックス」等、ポンプ形式を整理する。 |
| 年間運転時間 | 運転時間を把握する、又は「短時間」「長時間」「普通」と整理する。    |
| ポンプ出力  | ポンプの定格出力(kW)を整理する。                  |
| 吐出量    | 吐出量(m <sup>3</sup> /min)を整理する。      |
| 使用機能   | 「揚水ポンプ」か「圧送ポンプ」かを整理する。              |
| 特殊ポンプ  | 特殊仕様(フライホイール付き等)の有無を整理する。           |

表 4-2 マンホールポンプ施設全体の特性(機場特性)

| 項目例        | 整理内容                                                           |
|------------|----------------------------------------------------------------|
| 緊急出動       | 異物詰まりに起因する緊急出動の有無について整理する。                                     |
| 排水区分(地域特性) | マンホールポンプ施設の上流側管渠に接続されている事業所の有無について整理する。                        |
| 交通規制       | ポンプの引き上げ点検に必要な交通規制の有無について整理する。                                 |
| 地方公共団体情報   | 維持管理で得られる情報等からマンホールポンプ施設の重要度について整理する。                          |
| 流入機場       | 当該マンホールポンプ施設の上流に接続しているマンホールポンプ施設数を整理する。                        |
| 浸入水        | 浸入水の大小を整理する。                                                   |
| 移動時間       | 維持管理担当者がマンホールポンプ施設まで移動するのにかかる時間を把握する<br>又は「短時間」「長時間」「普通」と整理する。 |
| 作業性        | 交通量が多い道幅が狭い等の現地作業性を把握する、又は「良」「悪」「普通」と整理する。                     |

## § 24 本技術の設計

本技術を導入するにあたり、次の項目について決定する。

- (1) 自動通報監視装置の設置スペース
- (2) 管理項目
- (3) 自動通報監視装置の仕様
- (4) クラウドサーバの仕様

### 【解 説】

#### (1) 自動通報監視装置の設置スペース

対象マンホールポンプ施設の制御盤内に、本技術で使用する自動通報監視装置の設置スペースがあるかを確認する。制御盤内に設置スペースがない場合は、収納盤を設置する必要がある。収納盤の参考仕様を表 4-3 に示す。

表 4-3 収納盤の参考仕様

|        |                                                           |
|--------|-----------------------------------------------------------|
| 型式     | 屋外装柱型                                                     |
| 概略寸法   | W500×H500×D250 程度                                         |
| 材質     | 鉄製 板厚 1.6mm 以上                                            |
| 盤内収納器具 | 配線用遮断器<br>自動通報監視装置<br>スペースヒータ、ファン<br>端子台及び内部配線<br>その他必要部品 |

## (2) 管理項目

本技術に必要な各ポンプの運転時間・運転回数をクラウドサーバに送信するために、No.1 ポンプ運転信号及び No.2 ポンプ運転信号の入力の他、各故障信号（No.1 ポンプ故障、No.2 ポンプ故障、異常高水位、停電）を自動通報監視装置に入力する必要がある。そのため、既設の故障信号を調査し、追加・変更の必要がないかを検討し、管理項目を決定する。

自動通報監視装置一体型の制御盤の場合には、必要な接点を取り出せるかを確認する。故障信号の追加・変更の例を次に示す。

例 1) 自動通報監視装置の更新にあわせて、避雷器（アレスタ）を設置するため、避雷器の劣化信号を追加で取り込む。

例 2) 既設に動力停電の故障信号がないため、追加する。

例 3) 既設の各ポンプ保護用の漏電遮断器に漏電アラーム接点出力機能がないため、自動通報監視装置の更新にあわせて、漏電遮断器も更新し、漏電アラームの信号もポンプ故障として取り込む。

表 4-4 本技術導入後の自動通報監視装置の管理項目及びその役割

| 名称          | 信号種別     | 役割                                                                                                           |
|-------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| No.1 ポンプ故障※ | 接点入力（故障） | 機器の故障や異常状態を即座に自動通報監視装置がクラウドサーバに送信し、クラウドサーバからメールで関係者に通知する。                                                    |
| No.2 ポンプ故障※ |          |                                                                                                              |
| 異常高水位       |          |                                                                                                              |
| 停電          |          |                                                                                                              |
| No.1 ポンプ運転  | 接点入力（状態） | 自動通報監視装置内にポンプの運転時間・運転回数を運転データとして蓄積する。クラウドサーバは自動通報監視装置から運転データを取得し、蓄積・表示する。<br>本技術において、異常運転検知を行うためのデータとして使用する。 |
| No.2 ポンプ運転  |          |                                                                                                              |

※：過負荷、漏電、浸水、過熱等の故障信号をまとめて故障信号としたもの

### (3) 自動通報監視装置の仕様

本技術で使用する自動通報監視装置の参考仕様を表 4-5 に示す。

表 4-5 自動通報監視装置の参考仕様

|       |                                                                                     |
|-------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 設置条件  | マンホールポンプ施設制御盤内                                                                      |
| 周囲温度  | 0～50℃※                                                                              |
| 電 源   | AC100V / AC200V / AC220V 50 / 60Hz                                                  |
| 入力信号  | デジタル入力 20 点<br>(無電圧 a 接点、b 接点切替可能)<br>アナログ入力 4 点<br>(DC4～20mA / DC1～5V、DC0～5V 切替可能) |
| 概略寸法  | W260 × H180 × D90 (突起物を含む。)                                                         |
| 適用回線  | LTE (NTT DoCoMo)                                                                    |
| 停電補償  | 3 時間以上                                                                              |
| データ蓄積 | 日報・月報をメモリカード内に CSV ファイルとして記録                                                        |
| 内蔵電池  | ニッケル水素電池 (停電補償用 : 3200mAh)<br>ボタン電池 (時計バックアップ用 : CR2032)                            |

※：周辺温度が 0℃以下になる場合は、制御盤内のスペースヒータにて対応する。

#### (4) クラウドサーバの仕様

既存の監視システム（クラウドを含む。）に蓄積された本技術導入前の運転データを導入後のクラウドサーバに移行することはできないため、導入後も必要となるデータは、紙ベース等で保管、確認できるようにしておく。本技術で使用するクラウドサーバの参考仕様を表 4-6 に示す。

表 4-6 クラウドサーバの参考仕様

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| メール通知         | 設定されたアドレスへ送信（20 宛先以上）可能なこと。<br>送信先・通知項目は設定画面により容易に設定変更可能なこと。                                                                                                                                                                                                                                          |
| 故障来歴          | 故障来歴を表示し、メール受信確認者を表示する。                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| 位置図           | マンホールポンプ施設の位置を表示可能なこと。                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| マンホールポンプ施設詳細図 | マンホールポンプ施設の詳細状態を表示可能なこと。                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| 帳票            | 日報、月報及び年報等を示し、データのダウンロードが可能なこと。<br>蓄積データの保存期間は下記以上とすること。<br><ul style="list-style-type: none"> <li>・ 日報、月報、年報                      20 年</li> <li>・ 故障来歴                                  8000 件</li> <li>・ 詳細トレンドグラフ                  300 件</li> <li>・ 1 日トレンドグラフ                  20 年</li> </ul>    |
| トレンドグラフ       | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 1 日トレンドグラフは自動取得し、任意に最新の状況を取得可能なこと。</li> <li>・ 詳細トレンドグラフは故障時における水位等の計測値を自動取得可能なこと。</li> </ul>                                                                                                                                                                 |
| 異常運転検知        | <ul style="list-style-type: none"> <li>・ ポンプの構造とマンホールポンプ施設を熟知したベテラン技術者による教師データを元にした機械学習（AI）機能であること。</li> <li>・ 2 台のポンプの運転時間及び運転回数の比を一对の特徴量（AI に与えるデータ）とし、2 次元座標系にプロットされた特徴量点が、予め AI で設定された境界閾値の内外どちらにあるかによって正常又は異常を判定すること。</li> <li>・ 全てのマンホールポンプ施設で同じ AI を使えるようにするデータ前処理機能（正規化処理等）を備えること。</li> </ul> |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 台帳機能   | 主要機器毎に仕様とともに更新履歴が記録可能なこと。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| 点検記録   | 点検結果が入力・蓄積可能なこと。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 更新優先順位 | 台帳データ及び点検データを元に「縦軸：影響度」、「横軸：発生確率」のリスク評価マトリックスで各施設・主要機器毎の更新優先順位を自動作成・表示可能なこと。                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| その他    | <p>安定したサービス提供を実現するため、データセンター、クラウドサーバのセキュリティ対策、サービス提供事業者は下記相当の性能を有すること。</p> <p>【データセンター】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・耐震設計 震度 7 相当</li> <li>・非常用電源 20 時間相当以上</li> <li>・入退室管理</li> <li>・サーバのバックアップ サーバ故障時に動作する予備サーバ等</li> <li>・データのバックアップ 定期的なシステムのバックアップ</li> <li>・ハードウェア機器の 機器の二重化（自動切替、予備機導入等）<br/>障害対策 による障害時の早期復旧対策</li> </ul> <p>【クラウドサーバのセキュリティ対策】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・不正ログイン対策（多要素認証）</li> <li>・OS、ソフトウェア、アプリケーション等における脆弱性診断・対策の実施</li> <li>・通信の暗号化（SSL 暗号化通信）</li> <li>・ネットワークの防御・侵入者検知</li> <li>・マルウェア対策</li> <li>・ログの管理</li> </ul> <p>【サービス提供事業者】</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・クラウドサービス（マンホールポンプ施設の監視サービス）の提供実績が 10 年以上であること。</li> <li>・自動通報監視装置とデータセンターのソフトウェアの互換性が確保でき、一元的なサービス提供が可能なこと。</li> </ul> |

# 第5章 運用・維持管理

## § 25 本技術の運用

本技術の効果を発揮するための次の運用を行う。

- (1) 運用開始時の AI の学習
- (2) AI の再学習
- (3) メール通知設定の運用
- (4) 現場確認要否の判断フローの運用
- (5) マンホールポンプ施設の点検時の留意事項
- (6) 異常運転検知機能の適用のための工夫
- (7) スtockマネジメント計画への活用
- (8) Web 会議システムの活用
- (9) 技術継承への活用

### 【解 説】

#### (1) 運用開始時の AI の学習

運用開始に当たっては、AI がポンプの正常運転データを学習（初期学習）する。初期学習期間中はポンプが正常運転の状態であることが望ましい（図 5-1）。初期学習に要する期間は、データ蓄積開始から 30 日間以上かつ累積運転回数は 1 号機、2 号機のポンプ 各々 50 回以上の期間が必要である。

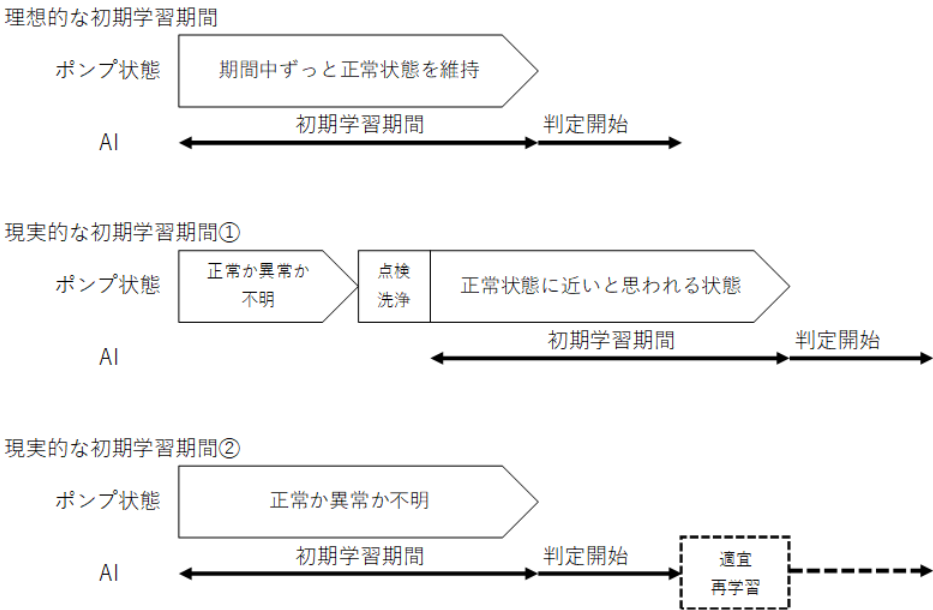


図 5-1 AI の初期学習期間の取り方

## (2) AI の再学習

再学習とは、AI 判定の基準となるポンプの正常運転データを更新する処理のことであり、直近のデータを元に、およそ 1 か月毎に直近のデータを元に自動的に学習を行う仕組みである。これにより、季節変動等による運転状態の変化に自動的に追従し、誤判定を減らすことが可能となる。

再学習処理は任意のタイミングで手動により行うことも可能である(図 5-2)。AI がポンプの異常運転データを学習したと思われる場合、誤判定と思われる状態が続く場合及び洗浄やポンプ整備等で人為的に状態を変更した場合には、手動による再学習操作を行うことが望ましい。

自動的に行われる再学習処理はバックグラウンドで処理されるため AI 判定が途切れることはない。一方で、手動により再学習処理を行った場合、初期学習と同様に学習期間（データ蓄積開始から 30 日間以上、ポンプ 1 号機、2 号機ともに累積運転回数が 50 回以上となる期間）は、AI 判定できないことに留意する。

| 機場名          | ポンプ<br>休止例               |                          | 異常運転検知<br>再学習 例 | 異常検知機能の状態 |     |
|--------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-----------|-----|
|              | P1                       | P2                       |                 | P1        | P2  |
| XXXXXXX ポンプ場 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 実行              | 実行中       | 実行中 |

図 5-2 手動による再学習処理のボタンの画面(例)

## (3) メール通知設定の運用

### 1) メール通知タイミングの設定について

デフォルトの設定は、クラウドサービス提供者により、実証研究結果に基づく平均的な値でなされており、各マンホールポンプ施設の流入状況や運転状況等の機場特性に応じて、異常運転検知のメール通知タイミングの設定を変更できる(図 5-3)。

| 機場名         | ポンプ<br>休止例               |                          | 異常運転検知<br>再学習 例 | 異常検知機能の状態 |     | メール通知タイミング設定 更新                |             |          |                |
|-------------|--------------------------|--------------------------|-----------------|-----------|-----|--------------------------------|-------------|----------|----------------|
|             | P1                       | P2                       |                 | P1        | P2  |                                |             |          |                |
| 1号マンホールポンプ場 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 実行              | 実行中       | 実行中 | <input type="checkbox"/> 3 日以内 | 異常運転が 3 日以内 | 発生 1 日以内 | 異常運転(高)が 1 日以内 |
| 2号マンホールポンプ場 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | 実行              | 実行中       | 実行中 | <input type="checkbox"/> 3 日以内 | 異常運転が 3 日以内 | 発生 1 日以内 | 異常運転(高)が 1 日以内 |

図 5-3 メール通知タイミングの設定画面(例)

## 2) メール通知設定のカスタマイズについて

本システムでは、AI 判定結果の連続回数等によってメール通知の有無を判定するロジックが組み込まれており、そのパラメータを調整できる。マンホールポンプ施設の維持管理状況を踏まえて使用者が「見逃し回避」、「空振り回避」のどちらをより重視するのかを設定することが可能である（図 5-4）（「資料編 第 2 編 参考資料 2.2 メール通知設定のカスタマイズ方法」参照）。

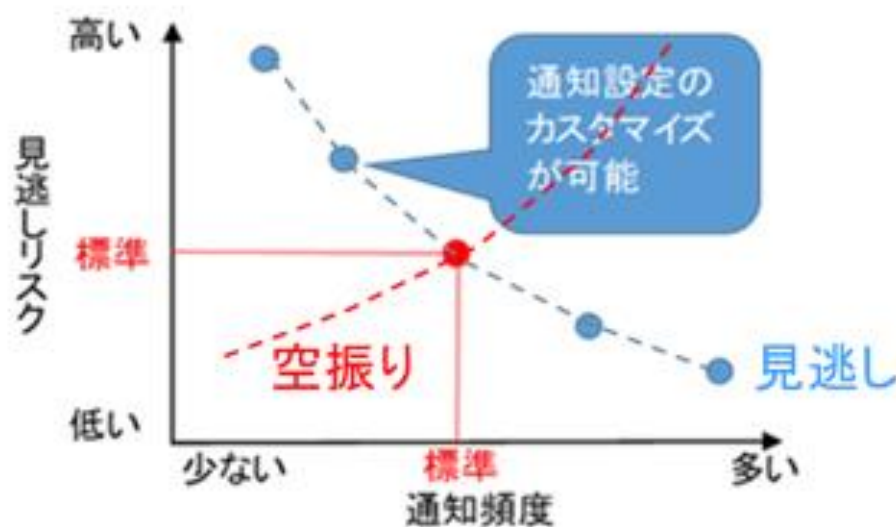


図 5-4 パラメータ調整による見逃し・空振りの増減のイメージ

## (4) 現場確認要否の判断フローの運用

実証研究結果を踏まえて作成した、異常運転検知時に現地確認の要否を判断するための判断フローを図 5-5 に示す。実証研究では、異物がポンプ内部に絡んで異常判定が出ても運転を継続することで自然に異物の詰まり等が解消し、正常運転に復帰するケースがあった。同じ異常原因での異常判定が 1 週間に複数回出ている場合には、異常判定が的中していることが多かった。これらのことから、判断フローでは「過去一週間に同じ判定理由の有無」を現地確認要否の判断指標としている。

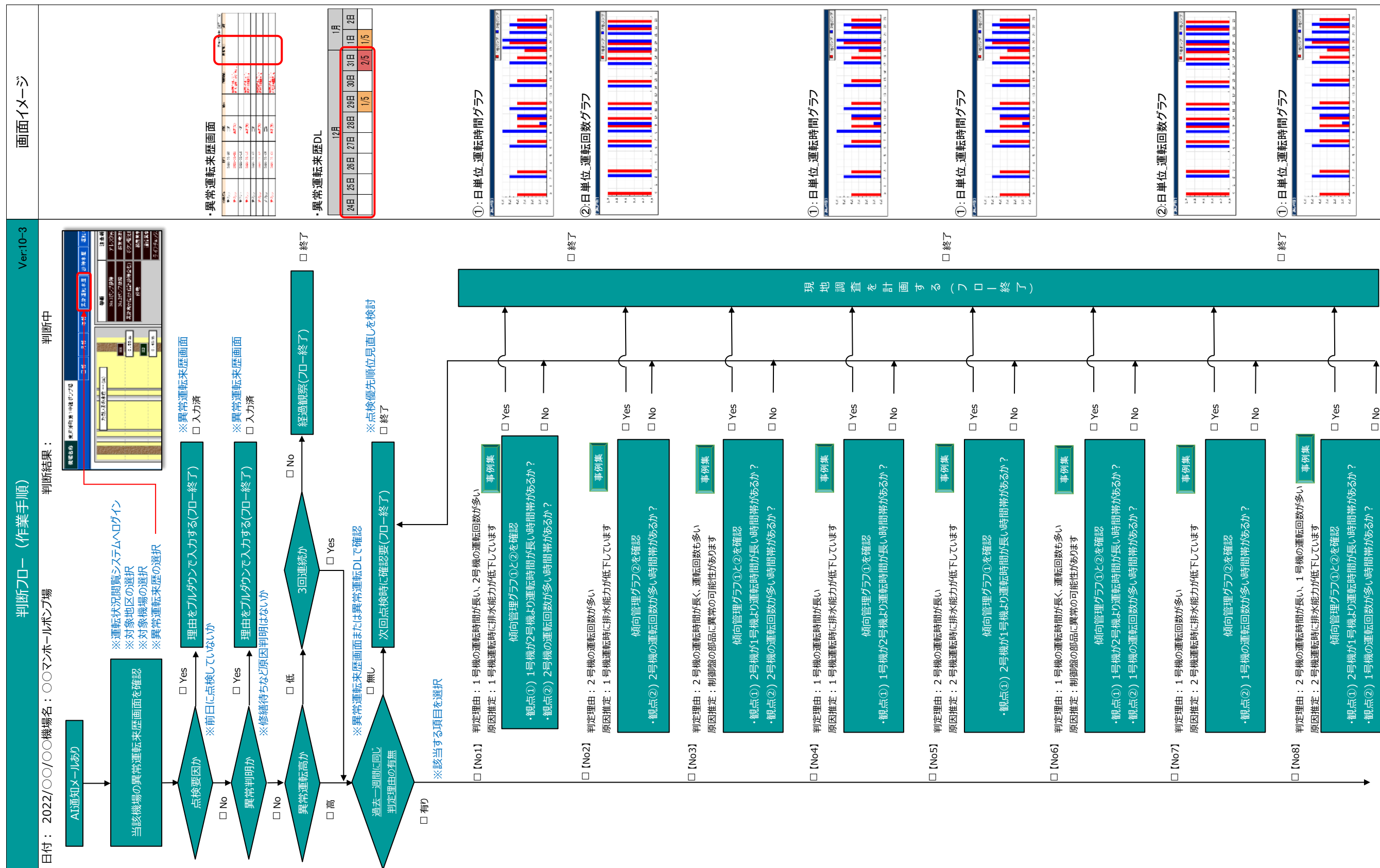


図 5-5 を用いて運用開始する。2 か月～4 か月の運用結果を受けて、是正すべきと判断されるマンホールポンプ施設は、表 5-1 の変更対応を検討する。現場確認要否の判断フローの変更対応は、「(3) メール通知設定の運用」によりメール通知タイミング設定の変更を行っても改善しない場合に、マンホールポンプ施設毎に行う。

表 5-1 現場確認要否の判断フローの変更対応方法

| 【是正すべきと判断する事象】                                                                  | 【変更対応方法】                                                                                                                         |
|---------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 出勤回数を減少させたい。<br/>(空振り件数が多い)</li> </ul> | <p>“過去 1 週間に同じ判定理由の<b>有無</b>”<br/>を“<b>3 回発生</b>”にするなど、出勤判断する異常発生<br/>回数を増加する。</p>                                               |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 出勤回数を増加させたい。<br/>(見逃し件数が多い)</li> </ul> | <p>“過去 1 週間に同じ判定理由の<b>有無</b>”<br/>を“過去 1 週間に<b>発生</b>の有無”にする、又は“<b>過去<br/>2 週間に同じ判定理由の有無</b>”にするなど、出勤<br/>判断する異常発生回数の期間を延ばす。</p> |

現場確認要否の判断フローについて、実証研究で得られた事例集を「資料編 第 2 節 参考資料 2.2 現場確認要否の判断に係るフロー事例集」に、その抜粋を図 5-6 に示す。この事例集は判定理由毎に整理している。運用時には、発生した事例をその都度追加する。特に、同様のマンホールポンプ施設で過去に発生した同様の異常運転の事例があると、現場確認要否の判断がより正確かつ容易になる。

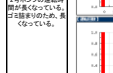
| 事故発生日      | MP<br>通しNo. | 自治体 | 施設名  | 種別名         | 事故の経緯    | 指定原因<br>調査番号 | 判定理由            | 原因推定                        | 事故の原因                                                                                                                                                                      | 月度グラフ                                                                                                                                                                      | 異常運転状況発生状況                                                                           | 日報化グラフ<br>より分かる事実                                                                     | 日報化グラフ                                                                                |
|------------|-------------|-----|------|-------------|----------|--------------|-----------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 2020/12/31 | 117         | 千葉県 | ササキ  | 養子マンホールポンプ場 | A異常利定【監】 | ⑤            | 2号機の運転時間<br>が長い | 2号機運転時に移<br>水能力が低下して<br>います | <br> | <br> |  |  |  |
| 2021/2/6   | 10          | 河内県 | 豊前山1 | 市町営7号ポンプ場   | A異常利定【監】 | ⑤            | 2号機の運転時間<br>が長い | 2号機運転時に移<br>水能力が低下して<br>います |                                                                                         | <br> |  |  |  |

図 5-6 現場確認要否の判断フローに係る事例集の抜粋

## (5) マンホールポンプ施設の点検時の留意事項

本技術は運転時間・運転回数のデータを基に AI が判定を行うため、マンホールポンプ施設の点検時の管理運転（手動運転）の状況により、運転時間・運転回数のバランスが乱れ、AI が異常運転と判定する場合がある（図 5-7）。マンホールポンプ施設の点検時には、次のいずれかを行う。



図 5-7 点検による運転回数のバランスの乱れ(例)

### 1) 点検時に自動通報監視装置の電源を落とす

点検時に自動通報監視装置の電源を落とすことで、点検時の運転時間・運転回数を自動通報監視装置に記録しないようにし、AI が点検時の管理運転を異常運転と判定することを防止する。

### 2) 点検時に自動通報監視装置を通信断とする

運転来歴に記録される信号名称の“通報中止”は、点検や修繕時に維持管理作業員が通報を手動で切断した際に自動で記録される。異常運転が検知された場合、“通報中止”の記録があれば、異常運転来歴に“点検”と記録する（図 5-8）。

### 3) 事前に点検開始・終了について情報共有する

事前に点検開始・終了について、地方公共団体職員と維持管理業者とが連絡（メール等）を行い情報共有することで、異常運転検知機能により異常運転と判断された場合に、現場確認は不要と判断できるようにする。

マンホールポンプ 2021年11月 運転来歴

表示する信号: 通報中止 ▼

| 信号名称 | 発生日時                | 事象 |  |  |
|------|---------------------|----|--|--|
| 通報中止 | 2021-11-23 14:54:03 | 停止 |  |  |
| 通報中止 | 2021-11-23 14:50:49 | 運転 |  |  |

異常運転来歴

通知休止設定 全件表示 カレンダー 前の月 次の月 印刷 TOP 戻る 終了

マンホールポンプ 2021年11月 異常運転来歴

表示する信号: 全て ▼

| 信号名称 | 日付         | 状態    | 通知 | 判定理由                  | 異常判明 | メモ |
|------|------------|-------|----|-----------------------|------|----|
| 異常運転 | 2021-11-29 | 正常    |    |                       |      |    |
| 異常運転 | 2021-11-28 | 異常(低) |    | 運転回数は同じ。<br>P2がけ時間長い。 |      |    |
| 異常運転 | 2021-11-25 | 正常    |    |                       |      |    |
| 異常運転 | 2021-11-24 | 異常(高) | 通知 | 運転回数は同じ。<br>P2がけ時間長い。 | 点検   |    |
| 異常運転 | 2021-11-23 | 異常(低) |    | 運転回数は同じ。<br>P2がけ時間長い。 |      |    |

図 5-8 点検時に自動運転通報装置を通信断とした場合の記録(例)

## (6) 事前に異常運転検知機能の適用のための工夫

### 1) 雨天時浸入水が多い場合

雨天時浸入水が多い場合、異常高水位時にポンプ 2 台並列運転を行う設定のマンホールポンプ施設では、2 台の運転時間比が大きく崩れないので、AI は異常運転として判定しない。一方、異常高水位時にポンプ 2 台並列運転を行わない設定のマンホールポンプ施設では、片方のポンプが長時間運転となり運転時間比が大きく崩れるため、AI は異常運転と判定する。後者の場合でも、(3)のメール通知設定や(4)の判断フローを活用することで、本機能を適用できる。

### 2) 上流側にあるマンホールポンプ施設の能力が大きい場合

上流側にあるマンホールポンプ施設の能力が大きい場合は、AI が異常運転を検知してしまう場合がある。自然流下の流量や自機場より能力の大きいマンホールポンプ施設からの流入がある機場の場合、自然流下のみの流入時はポンプ 1 台運転であるが、自機場より能力の大きいマンホールポンプ施設からの流入があると、排水能力を満たすため 2 台並列運転が行われる。既存の運転制御では 2 台並列運転後のポンプ号機間の運転バランスが崩れ、AI は異常運転と判定する。

ポンプ 2 台並列運転後の先発号機を交互に入れ替える従来制御を、先発号機を入れ替えない制御を変更する(図 5-9)ことによって、ポンプ号機間の運転バランスが取れ、AI は正常運転と判断できる。

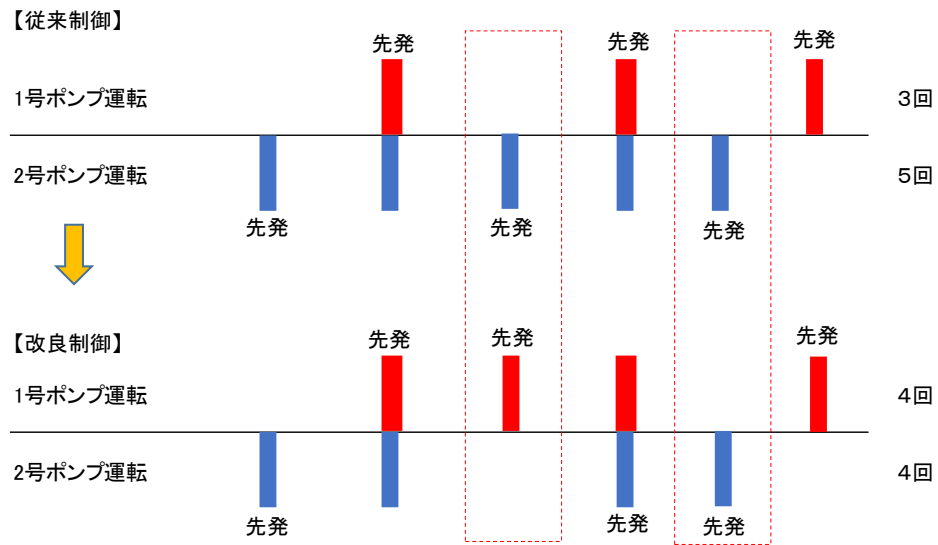


図 5-9 ポンプ 2 台並列運転後の制御方法の変更

#### (7) スtockマネジメント計画への活用

クラウド機器台帳機能における機器データ及び点検報告書作成機能における点検結果データを最新のものに更新し続け、更新優先順位自動作成機能を活用して、ストックマネジメント計画の作成・見直し時の基礎資料を作成する。

## (8) Web 会議システムの活用

Web 会議システムを活用する場合、現地では不具合状況等の情報が正確に伝わるよう撮影方法を工夫し、適切な状況説明を行い、受信側では状況を把握するために適切な指示を行う。映像で確認できる情報の活用例を以下に示す。

### 1) マンホールポンプ施設の外観

吸込口やケーシング内部における異物詰まりの有無、ケーシングの腐食状況を確認できる。



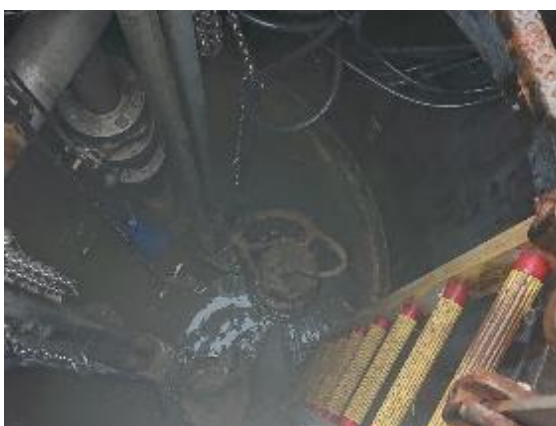
### 2) 空気抜き孔や空気抜き弁の作動状況

運転時間が正常時より長い場合は、一時的な流入量の増加や空気抜きの詰まり・動作不良が原因として推定される。空気抜き孔の閉塞の有無や空気抜き弁の弁体の固着等を確認できる。



### 3) ポンプ運転時の音

マンホールの深さや設置状況により困難な場合があるが、ポンプ運転時は空気抜き弁の動作状況を水面の波紋や動作音等から確認できる。また、停止時には逆流防止弁の動作音も確認できる。



### 4) マンホール内の状況

マンホール内における浮遊物の有無や現在の流入水量等を確認できる。マンホールの深さによっては投光器を使用するなどの工夫が必要である。



## **(8) 技術継承への活用**

本技術を導入することで、マンホールポンプ施設の維持管理に関するデータの一元管理及び共有化を図り、暗黙知を形式知として、技術継承に活用する。その活用例を以下に示す。

### **1) 異常運転検知機能における活用**

ポンプの異常運転の発生頻度や発生原因はマンホールポンプ施設毎に異なり、この機特性の把握が維持管理の効率化に有効である。従来の維持管理では地方公共団体職員や維持管理業者のノウハウとして蓄積されていたが、経験による暗黙知であることが多く他者に伝達・継承することが難しかった。本機能を活用することで AI 判定結果に基づく AI 通知設定や判断フローの設定経緯がシステム上に残ることから、形式知となり継承が可能となる。

### **2) 更新優先順位自動作成機能における活用**

更新優先順位は年度ごとに見直す必要があるが、その根拠となる発生確率及び影響度を評価するための項目（表 2-2）については、更新優先順位自動作成機能により履歴が記録されており、評価するための項目を変更する際の根拠や参考となる。

#### § 26 システムの保守・管理

本技術において、クラウド方式を活用しているため、サーバ及びソフトウェア等の保守・管理は不要であり、自動通報監視装置及び利用端末（パソコン、タブレット等）の保守・管理が必要となる。

#### 【解 説】

サーバ及びソフトウェア等の保守・管理は、クラウドサービス提供業者が実施する。下水道管理者は、自動通報監視装置及び利用端末（パソコン、タブレット等）の保守・管理を実施する。自動通報監視装置の保守・管理に、本システム特有の保守・管理は伴わない。

## § 27 異常発生時の対応

本技術の運用において、発生しうる異常に対して、その影響及び対処方法を事前に想定し、異常が発生した場合には適切に対応する。

### 【解 説】

異常運転検知機能及び更新優先順位自動作成機能は、従来のマンホールポンプ施設の維持管理を補助する機能であり、システムに異常が発生しても、マンホールポンプ施設の運転に影響を与えることはない。システムが正常に動作していない場合は、クラウドサービス提供者による対応が必要となる。

自動通報監視装置の異常（破損、フリーズ）発生時には、自動通報監視装置の電源リセットや自動通報監視装置の不具合項目の確認を行う。原因を踏まえ、自動通報監視装置の修繕・交換を行い、復旧を試みる（表 5-2）。通信障害発生時には、電気通信事業者のウェブサイト等で通信障害及び基地局工事の有無等を確認し、必要に応じて自動通報監視装置の修繕・交換を行い、復旧を試みる。運転時間や運転回数等、クラウドサーバの記録データに異常がある場合には、自動通報監視装置に直接模擬信号を入力して、クラウドサーバに正常な信号が反映されるかを確認することで、問題点が自動通報監視装置の異常か制御盤内のリレー等の異常かを確認して対処し、復旧を試みる。

表 5-2 自動通報監視装置の不具合対応表

|                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 不具合項目                                                                                                                                                                                 |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動通報監視装置の異常（破損、フリーズ）</li> <li>・ 通信障害</li> <li>・ 運転時間・運転回数等が異常に大きい又は小さい</li> </ul>                                                            |
| 原因                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 経年劣化又は誘導雷等による自動通報監視装置の異常</li> <li>・ 自動通報監視装置の電源部の故障</li> <li>・ 自動通報監視装置の通信部の故障</li> <li>・ 自動通報監視装置の入力部の故障</li> <li>・ 制御盤内のリレー等の破損</li> </ul> |
| 対応                                                                                                                                                                                    |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 自動通報監視装置の電源リセット</li> <li>・ 自動通報監視装置の故障部の修繕</li> <li>・ 制御盤内の異常部品・配線の交換</li> </ul>                                                             |

## 参考文献

- 1) 「下水道維持管理指針-2014 年版-」(公益社団法人日本下水道協会、2014.9)
- 2) 「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-」(国土交通省水管理・国土保全局下水道部、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部、2015.11)
- 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 (管路施設編) -2020 年版-」(国土交通省水管理・国土保全局下水道部、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部、2020.3)
- 4) 「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・ポンプ場施設編) -2021 年版-」(国土交通省水管理・国土保全局下水道部、国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部、2021.3)
- 5) 「下水道用語集 2000 年版」(公益社団法人日本下水道協会、2000.1)
- 6) 「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、1997.6)

## 資料編 目次

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第1節 実証研究結果 .....              | 2  |
| 1.1 実証研究概要 .....              | 2  |
| 1.2 実証結果 .....                | 3  |
| 1.3 異常運転検知機能に係る技術適合性 .....    | 20 |
| 1.4 段階的導入検討 .....             | 23 |
| 1.5 費用対効果 .....               | 27 |
| 1.6 地方公共団体状況調査 .....          | 41 |
| 第2節 参考資料 .....                | 45 |
| 2.1 導入効果の検討(例) .....          | 45 |
| 2.2 メール通知設定のカスタマイズ方法 .....    | 57 |
| 2.3 現場確認用要否の判断フローに係る事例集 ..... | 58 |
| 2.4 仕様書(例) .....              | 66 |
| 第3節 問い合わせ先 .....              | 71 |

## 第1節 実証研究結果

### 1.1 実証研究概要

#### (1) 実証研究名称

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の実証研究

#### (2) 実施者

クリアウォーターOSAKA・クボタ・河内長野市・今治市・赤磐市共同研究体

#### (3) 実証期間

実証期間①：令和2年9月11日～令和3年6月8日

実証期間②：令和3年9月10日～令和4年3月31日

#### (4) 実証フィールド

- ・ 大阪府河内長野市（狭山処理区、滝畑処理区）
- ・ 愛媛県今治市（今治処理区、北部処理区、小部処理区、樋口処理区、大西処理区、井口処理区、宮浦処理区、吉海処理区）
- ・ 岡山県赤磐市（山陽処理区、熊山処理区）

#### (5) 実証研究の目的

下水道事業は建設の時代から改築・更新や維持管理の時代へと大きく構造変化している。また、技術者の恒常的な不足や、下水道使用料の減少、下水道施設の老朽化による故障リスクの増大や施設の改築更新需要が増加する中で、下水道事業全般に効率的な実施が求められている。多くの地方公共団体において、保有する膨大なストック（施設・管路・設備）について、故障等のリスク増大への対応、維持管理費の抑制・削減を図るための予防保全型維持管理への転換、技術の継承などの共通の課題が顕在化してきた。とりわけ、マンホールポンプ施設の維持管理に関しては、機場数が多く、広範囲に点在しているため、維持管理における課題が山積している。一方で、近年の情報革命に代表される技術革新は目覚ましく、下水道維持管理分野においても AI や IoT 活用によって上記の課題解消が期待される。

本実証研究は、低コストで導入可能な AI を用いた異常運転検出機能や IoT を活用し、効率的予防保全維持管理への移行を促進し、維持管理の効率性向上を目的とする。

## 1.2 実証結果

実証研究における評価結果を表 1-1 に示す。

表 1-1 評価結果(実証期間①)

| 革新的技術        | 項目                |                   | 目標         | 検証結果                           |
|--------------|-------------------|-------------------|------------|--------------------------------|
| 異常運転検知機能     | AI 検知性能           | 検出率               | 70%以上      | 73.8%                          |
|              |                   | 正解率               | 70%以上      | 96.0%                          |
|              | 緊急出動回数低減効果        |                   | 70%以上      | 83.0%                          |
|              | 異常運転時間削減効果        |                   | 11%以上      | 最大 22%                         |
|              | 異常運転検知機能によるコスト削減率 |                   | コスト削減効果確認  | 約 15%コスト削減効果を確認                |
| 更新優先順位自動作成機能 | ペーパーレス化           | 書類枚数削減            | 書類枚数削減効果確認 | 100~900 枚/年削減効果を確認             |
|              | 情報一元化             | 点検報告書作成機能による時間削減  | 時間削減効果確認   | 約 78%時間削減効果を確認                 |
|              |                   | 点検報告書作成機能によるコスト削減 | コスト削減効果確認  | 約 73%コスト削減効果を確認                |
|              | 更新優先順位自動作成        |                   | 有効性確認      | 更新計画作成の資料として有効活用可能なことを確認       |
| Web 会議システム   | 有効性(緊急時対応)        | 効率,利便性,データ共有等     | 有効性効果確認    | 専門技術者の知見や経験に基づいた的確な対応が可能なことを確認 |
|              | 経済性(緊急時対応)        | コスト削減             | コスト削減効果確認  | 約 75%コスト削減効果を確認                |
|              |                   | 時間削減              | 時間削減効果確認   | 約 62%時間短削効果を確認                 |

### (1) 異常運転検知機能

#### 1) 緊急出動回数低減効果

実証期間中の緊急出動回数は実証フィールド（3 地方公共団体）合計で 11 回であり、実証期間（0.43 年）を 1 年当たりの回数に換算すると 25 回／年となった。

令和元年度の実証フィールド（3 地方公共団体）合計の緊急出動回数実績である 154 回／年と比較して、緊急出動回数は 83%低減可能という結果となった。

実証研究における緊急出動回数低減効果の検証結果を表 1-2 に示す。

表 1-2 緊急出動回数の実績及び低減効果(実証期間①)

| 実証フィールド                    |                 |                 | 河内長野市   | 今治市     | 赤磐市     | 計       |
|----------------------------|-----------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| 機場数                        |                 |                 | 80機場    | 82機場    | 32機場    | 194機場   |
| 過電流<br><br>〔異物堆積<br>噛み込み等〕 | 従来実績<br>(令和元年度) | 1年当たり回数 (a)     | 72回/年   | 52回/年   | 30回/年   | 154回/年  |
|                            |                 | 1機場当たり平均回数      | 0.90回/年 | 0.63回/年 | 0.94回/年 | 0.79回/年 |
|                            | 実証実績            | 実証期間回数          | 9回      | 1回      | 1回      | 11回     |
|                            |                 | 実証期間            | 0.43年   | 0.43年   | 0.45年   | 0.43年   |
|                            |                 | 1年当たり回数(換算) (b) | 20.8回/年 | 2.3回/年  | 2.2回/年  | 25回/年   |
|                            |                 | 1機場当たり平均回数      | 0.26回/年 | 0.03回/年 | 0.07回/年 | 0.13回/年 |
| 低減率 (1-b/a)                |                 |                 | 71%     | 95%     | 93%     | 83%     |

## 2) AI 検知性能

実証期間中の AI による異常運転検知時に、ポンプの引き上げ点検を実施し、異物詰まりやエアロック等の異常運転原因の有無とを確認することで、AI の判定結果と実際のポンプ設備の状態とを比較した結果を TP（異常的中）又は FP（空振り）として集計している。

また、正常状態確認のため AI が異常運転を検知していないマンホールポンプ施設においても、一度引き上げ点検を実施し確認することで、同様に FN（見逃し）又は TN（正常的中）として集計している。

これらの実証結果を基に AI 判定の検出率及び正解率を求め、AI 検知性能の評価としている。

実証期間中の AI 判定と実際のポンプ設備の状態との比較結果を表 1-3 に示す。

表 1-3 AI 判定と実際のポンプ設備の状態との比較結果(実証期間①)

| (件数)                |    | AI による判定                           |                                     |
|---------------------|----|------------------------------------|-------------------------------------|
|                     |    | 異常運転                               | 正常運転                                |
| 実際の<br>ポンプ設備<br>の状態 | 異常 | 【TP】 異常的中<br>(True Positive)<br>31 | 【FN】 見逃し<br>(False Negative)<br>11  |
|                     | 正常 | 【FP】 空振り<br>(False Positive)<br>10 | 【TN】 正常的中<br>(True Negative)<br>479 |

- ・ 検出率 =  $TP / (TP + FN) = 31 / (31 + 11) = 73.8 \%$
- ・ 正解率 =  $(TP + TN) / (TP + FP + FN + TN)$   
 $= (31 + 479) / (31 + 10 + 11 + 479) = 96.0 \%$

なお、AI が異常を検知せず見逃した事例のうち、現場確認時に異物詰まり等の異常が確認された事例では、実際には緊急出動に至っていないが緊急出動につながるものとして実績回数に含み計上した。これらの事象の大半は、現場確認の時点ではポンプの運転に影響を与えない異物詰まりであり、AI が判断する前段階で異常とみなした事例もカウントしている。このまま放置し、異物が大きくなりポンプ運転に影響を与えた段階で、AI が検知し未然に緊急出動を防止できると想定される。

2年目の実証においてはメール通知設定を変更可能とすると共に、現場確認要否の判断フローの運用により、空振り事例の発生がなく運用できることを確認した。

表 1-4 AI 判定と実際のポンプ設備の状態との比較結果(実証期間②)

| (件数)                |    | AI による判定                          |                                    |
|---------------------|----|-----------------------------------|------------------------------------|
|                     |    | 異常運転                              | 正常運転                               |
| 実際の<br>ポンプ設備<br>の状態 | 異常 | 【TP】 異常的中<br>(True Positive)<br>8 | 【FN】 見逃し<br>(False Negative)<br>0  |
|                     | 正常 | 【FP】 空振り<br>(False Positive)<br>0 | 【TN】 正常的中<br>(True Negative)<br>14 |

### 3) 異常運転時間削減効果

異常運転時間削減率は実証研究における TP（異常的中）事例より算出した。算出方法（イメージ）を図 1-1 に示す。従来であれば異常運転は通常点検時に発見されるため「異常運転継続期間 D」継続される。それに対し、異常運転検知機能を導入すると通常点検以前に AI が異常運転を検知し対処できるため「削減可能期間 d」の期間における異常運転時間 T2 と正常運転時間 T1 の差分が削減可能であり、削減運転時間（ $d \times (T2 - T1)$ ）が算定できる。この削減運転時間（赤点線）を異常運転継続期間 D の総運転時間（緑点線）で除し異常運転時間削減率を評価した。

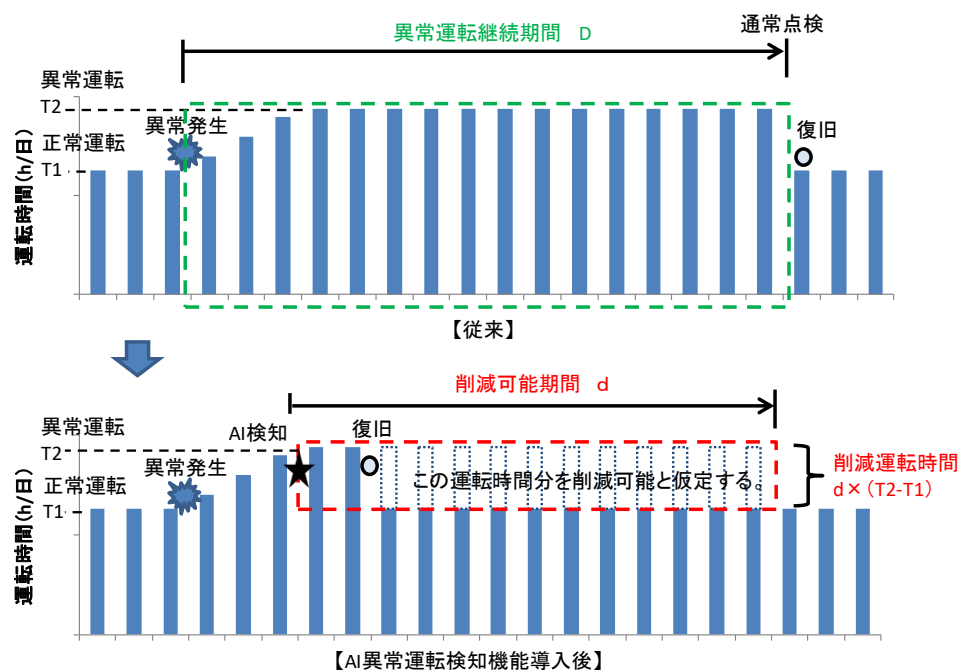


図 1-1 異常運転時間削減の算出方法イメージ

実証研究における異常運転継続期間  $D$  及び削減可能期間  $d$  は、日常点検で確認する項目（目視点検や動作確認等）により異常を発見し、異常状態の解消までに要した期間の実績に加え、定期点検や故障発報により、実際にポンプを引上げて点検を実施し、異常状態の確認及び正常状態への復旧までに要した期間としている。そのため、マンホールポンプ施設の通常点検頻度によって異常運転の削減可能期間に変動があることに留意する。実証フィールドのマンホールポンプ施設では、計画的に実施される通常点検の頻度は、1 回／週～1 回／4 か月であった。

実証期間中の TP（異常的中）31 件において、異常運転時間の削減率を次のとおり求める。また、事象毎の異常運転時間の削減率を表 1-5 に示す。

$$\begin{aligned}
 \text{削減率} &= \frac{\text{期間 } d \times (\text{異常運転時間 } T2 - \text{正常運転時間 } T1)}{\text{異常運転継続期間 } D \text{ の総運転時間}} \\
 &= \frac{30.4 \text{ 日} \times (1\text{h}35\text{min/日} - 1\text{h}13\text{min/日})}{49\text{h}10\text{min}} \\
 &= \frac{11\text{h}01\text{min}}{49\text{h}10\text{min}} = 22 \% > 11\%
 \end{aligned}$$

異常運転時間削減効果は、地方公共団体毎の点検内容及び頻度等の維持管理体制並びに設備の使用周辺環境及び使用年数等によって異なるため、実証にて検証した削減率はあくまでも想定される削減効果の最大値であり、目安である。

事象原因別に見ると、異常運転時間の削減可能比率は「異物詰まり：16%」より「エアロック：28%」による削減率が高い傾向にあった(表 1-5)。これは、エアロックによる異常運転時間は、異物詰まりによる異常運転時間より長くなることを示している。本技術は「異物詰まり」だけではなく、異常運転時間の長い「エアロック」にも有効であり、異常運転時間の削減に効果的な技術であるといえる。

異常運転時間は、全ポンプ運転時間に占める割合は非常に少ないものの、ポンプに与える負荷が大きくなる。このため、極力異常運転時間を削減することでポンプに与える負荷を下げ、機器の延命化を実現することは、維持管理費の削減及び下水道サービスの安定提供に大きく貢献すると考えられる。

表 1-5 事象毎の異常運転時間の削減率(実証期間①)

| No        | 事象発生日 | 事象原因           | 従来管理<br>の確認見<br>込み日 | 異常運転<br>発生日 | AI検知日 | 異常運転<br>発生～AI検<br>知日までの<br>総運転時間 | 日当たり運転<br>時間<br>(異常運転<br>時間T2) | 日当たり運転<br>時間<br>(正常運転<br>時間T1) | 日当たり異常<br>運転削減時<br>間<br>(T2-T1) | 異常運転<br>継続期間D | 削減可能<br>期間d | 異常運転<br>継続期間Dの<br>総運転時間 | 異常運転<br>削減可能<br>時間<br>期間d×<br>(T2-T1) | 削減可能<br>比率 |
|-----------|-------|----------------|---------------------|-------------|-------|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------|-------------|-------------------------|---------------------------------------|------------|
| 1         | 12/3  | 異物詰まり          | 3/31                | 11/17       | 11/26 | 15:47                            | 1:43                           | 1:31                           | 0:12                            | 134           | 125         | 231:28                  | 25:21                                 | 11%        |
| 2         | 12/3  | エアロック          | 3/31                | 11/29       | 11/29 | 0:00                             | 1:28                           | 1:20                           | 0:08                            | 122           | 122         | 180:20                  | 17:32                                 | 10%        |
| 3         | 12/9  | エアロック          | 1/8                 | 12/8        | 12/8  | 0:00                             | 1:28                           | 1:01                           | 0:27                            | 31            | 31          | 45:54                   | 14:18                                 | 31%        |
| 4         | 12/20 | エアロック          | 12/20               | 12/19       | 12/19 | 0:00                             | 1:36                           | 1:25                           | 0:10                            | 1             | 1           | 1:36                    | 0:10                                  | 11%        |
| 5         | 12/22 | エアロック          | 1/19                | 12/19       | 12/19 | 0:00                             | 6:51                           | 3:52                           | 2:59                            | 31            | 31          | 212:39                  | 92:29                                 | 43%        |
| 6         | 12/22 | 電気系統故障         |                     | 12/18       | 12/18 |                                  |                                |                                |                                 |               |             |                         |                                       |            |
| 7         | 12/28 | 異物詰まり          | 1/4                 | 12/24       | 12/25 | 3:25                             | 3:38                           | 3:31                           | 0:07                            | 11            | 10          | 39:54                   | 1:11                                  | 3%         |
| 8         | 12/29 | 異物詰まり          | 12/29               | 12/22       | 12/26 | 2:11                             | 0:33                           | 0:31                           | 0:02                            | 7             | 3           | 3:52                    | 0:08                                  | 4%         |
| 9         | 1/4   | 異物詰まり          | 1/4                 | 12/25       | 12/30 | 17:16                            | 3:34                           | 3:16                           | 0:18                            | 10            | 5           | 35:10                   | 1:33                                  | 4%         |
| 10        | 1/13  | 異物詰まり          | 3/27                | 12/27       | 12/28 | 0:49                             | 0:50                           | 0:39                           | 0:10                            | 90            | 89          | 75:48                   | 15:44                                 | 21%        |
| 11        | 1/15  | エアロック          | 2/13                | 1/13        | 1/13  | 0:00                             | 2:45                           | 0:38                           | 2:07                            | 31            | 31          | 85:18                   | 65:40                                 | 77%        |
| 12        | 1/26  | エアロック          | 2/15                | 1/15        | 1/15  | 0:00                             | 1:52                           | 1:16                           | 0:35                            | 31            | 31          | 58:05                   | 18:27                                 | 32%        |
| 13        | 1/28  | 異物詰まり          | 1/28                | 1/5         | 1/9   | 2:27                             | 0:55                           | 0:45                           | 0:10                            | 23            | 19          | 20:01                   | 3:19                                  | 17%        |
| 14        | 2/12  | 異物詰まり          | 3/4                 | 2/4         | 2/5   | 0:21                             | 0:18                           | 0:15                           | 0:03                            | 28            | 27          | 8:42                    | 1:21                                  | 16%        |
| 15        | 2/12  | 異物詰まり          | 3/7                 | 2/7         | 2/7   | 0:00                             | 1:27                           | 1:12                           | 0:15                            | 28            | 28          | 41:01                   | 7:01                                  | 17%        |
| 16        | 2/14  | 異物詰まり          | 2/14                | 2/11        | 2/11  | 0:00                             | 0:52                           | 0:34                           | 0:18                            | 3             | 3           | 2:38                    | 0:55                                  | 35%        |
| 17        | 3/3   | 異物詰まり          | 3/26                | 2/26        | 2/26  | 0:00                             | 0:11                           | 0:10                           | 0:00                            | 28            | 28          | 5:26                    | 0:23                                  | 7%         |
| 18        | 3/11  | 異物詰まり          | 4/4                 | 3/4         | 3/4   | 0:00                             | 2:18                           | 1:37                           | 0:40                            | 31            | 31          | 71:29                   | 21:01                                 | 29%        |
| 19        | 3/25  | 異物詰まり          | 3/25                | 3/23        | 3/23  | 0:00                             | 1:40                           | 1:10                           | 0:29                            | 2             | 2           | 3:20                    | 0:59                                  | 30%        |
| 20        | 4/14  | 異物詰まり          | 5/3                 | 4/3         | 4/3   | 0:00                             | 0:30                           | 0:19                           | 0:10                            | 30            | 30          | 15:20                   | 5:25                                  | 35%        |
| 21        | 4/14  | 異物詰まり          | 5/7                 | 4/7         | 4/7   | 0:00                             | 0:09                           | 0:06                           | 0:03                            | 30            | 30          | 4:53                    | 1:42                                  | 35%        |
| 22        | 4/15  | エアロック          | 5/2                 | 4/2         | 4/2   | 0:00                             | 2:23                           | 2:22                           | 0:00                            | 30            | 30          | 71:37                   | 0:13                                  | 0%         |
| 23        | 4/16  | 異物詰まり          | 5/3                 | 4/3         | 4/9   | 0:21                             | 0:04                           | 0:01                           | 0:02                            | 24            | 24          | 1:57                    | 0:49                                  | 42%        |
| 24        | 4/18  | 異物詰まり          | 4/18                | 4/16        | 4/16  | 0:00                             | 1:49                           | 1:48                           | 0:00                            | 2             | 2           | 3:38                    | 0:01                                  | 1%         |
| 25        | 4/20  | エアロック          | 5/17                | 3/17        | 3/17  | 0:00                             | 0:41                           | 0:40                           | 0:00                            | 61            | 61          | 41:45                   | 0:08                                  | 0%         |
| 26        | 4/20  | 異物詰まり          | 5/4                 | 4/4         | 4/4   | 0:00                             | 3:59                           | 3:16                           | 0:43                            | 30            | 30          | 119:39                  | 21:36                                 | 18%        |
| 27        | 4/20  | エアロック          | 5/3                 | 4/3         | 4/7   | 0:42                             | 0:15                           | 0:10                           | 0:05                            | 26            | 26          | 7:34                    | 2:25                                  | 32%        |
| 28        | 4/27  | エアロック          | 5/3                 | 4/3         | 4/7   | 0:00                             | 2:06                           | 1:47                           | 0:18                            | 26            | 26          | 54:41                   | 8:08                                  | 15%        |
| 29        | 4/30  | エアロック          | 4/30                | 4/3         | 4/16  | 0:00                             | 1:15                           | 1:07                           | 0:08                            | 14            | 14          | 17:41                   | 2:02                                  | 11%        |
| 30        | 5/11  | 異物詰まり          | 5/28                | 4/28        | 4/28  | 0:00                             | 0:09                           | 0:09                           | 0:00                            | 30            | 30          | 4:37                    | 0:07                                  | 3%         |
| 31        | 5/11  | 異物詰まり<br>エアロック | 5/27                | 4/27        | 4/29  | 0:19                             | 0:18                           | 0:16                           | 0:01                            | 28            | 28          | 8:43                    | 0:32                                  | 6%         |
| 合計        |       |                |                     |             |       |                                  | 47:52                          | 36:58                          | 10:54                           | 973           | 948         | 1475:01                 | 330:54                                |            |
| 平均(全体)    |       |                |                     |             |       |                                  | 1:35                           | 1:13                           | 0:21                            | 32.4          | 30.4        | 49:10                   | 11:01                                 | 22%        |
| 平均(異物詰まり) |       |                |                     |             |       |                                  | 1:19                           | 1:07                           | 0:12                            | 29.9          | 28.6        | 36:43                   | 5:45                                  | 16%        |
| 平均(エアロック) |       |                |                     |             |       |                                  | 1:55                           | 1:19                           | 0:35                            | 36.0          | 36          | 65:29                   | 18:30                                 | 28%        |

## (2) 更新優先順位自動作成機能

機場台帳、点検報告書及び故障記録等の情報収集時間の削減により、維持管理が効率化される。また、維持管理に必要な情報がクラウド上で一元管理されるためペーパーレス化が期待できる。さらには、情報共有や担当者間の引き継ぎが容易になることも期待される。

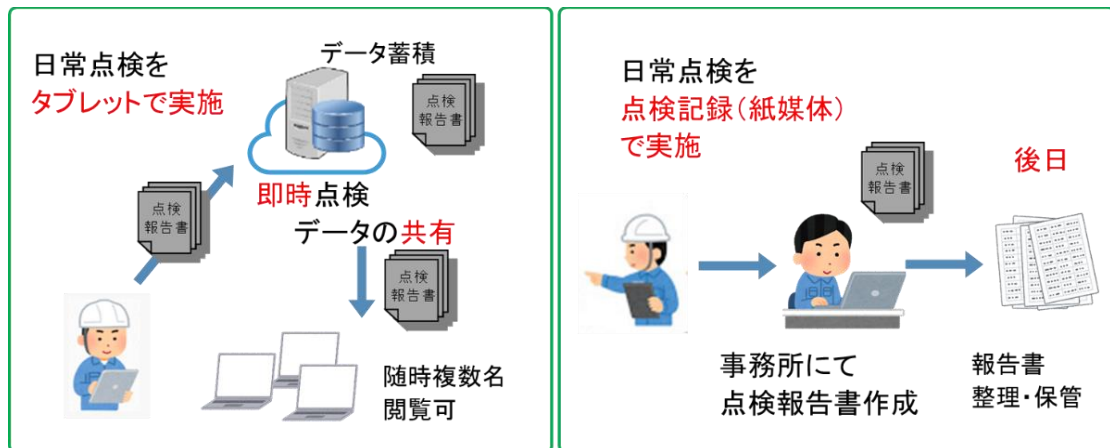


図 1-2 ペーパーレス化及び情報一元化

### 1) ペーパーレス化

従来の日常点検報告書、定期点検報告書、日報、月報、年報、機場台帳について、クラウド上で一元管理が可能となることからペーパーレス化（書類枚数削減効果）を見込むことができる。令和 2 年度の各地方公共団体の点検報告書枚数を従来点検報告書枚数（削減可能書類枚数）とし、実証研究で実施した方法によって削減可能な書類枚数を、担当者へのヒアリングにより確認した(表 1-6)。点検報告書枚数は、発注形態や維持管理業者によって、点検回数や報告書の様式が違うため効果にバラつきがあった。

表 1-6 令和 2 年度点検報告書枚数(削減可能枚数)

|         | 河内長野市 | 今治市 | 赤磐市 |
|---------|-------|-----|-----|
| 削減(枚/年) | 292   | 900 | 100 |

## 2) 情報一元化

クラウド上での台帳データ及び点検データ等の情報一元化による維持管理効率化の効果（点検報告書作成時間、異常時の情報探索時間）を以下のとおり確認した。

### ①点検報告書作成時間

点検報告書作成時間（現場点検作業から点検報告までの時間）について、各維持管理業者による従来の方法で維持管理する全てのマンホールポンプ施設の月間の点検報告書作成時間を計測した（表 1-7）。本技術は、クラウドでの一元管理により点検結果をタブレット等を活用して現場入力することで、点検報告書が自動で作成される。そのため、従来の事務所における点検報告書作成にかかる時間が省略可能となる。

実証結果より、事務所での月間の点検報告書作成時間は、全体合計で 84.88h（表 1-7）、1 機場当たりの 0.31h（表 1-7 の平均値）の削減効果が期待できる。なお、従来の報告書作成にかかる時間は、維持管理業者ごとに点検の周期（頻度）、内容、項目等に影響されることを考慮する。

表 1-7 月間の点検報告書作成時間(従来)

| 維持管理業者 | 全機場数(実証対象機場数) | 作成時間(h)※ | 1 機場当たり(h) |
|--------|---------------|----------|------------|
| A 社    | 143 (80)      | 17.92    | 0.13       |
| B 社    | 31 (23)       | 28.83    | 0.93       |
| C 社    | 11 (7)        | 4.08     | 0.37       |
| D 社    | 165 (79)      | 27.75    | 0.17       |
| E 社    | 22 (20)       | 4.92     | 0.22       |
| F 社    | 26 (20)       | 1.38     | 0.05       |

※作業時間(h)は、全機場数の事務所での報告書作成にかかる計測 2 回の平均

従来技術の点検報告書作成時間（現場作業時間の実測値 0.15h と事務所での 1 機場当たりの報告書作成時間の実測値平均 0.31h から算出）と、本技術による点検報告書作成時間（現場作業時間の実測値 0.1h）を用いて時間削減（表 1-8）及びコスト削減（表 1-9）を算出した。

表 1-8 更新優先順位自動作成機能による点検報告書作成の時間削減

|         | 従来技術               |                  | 本技術                |                  |
|---------|--------------------|------------------|--------------------|------------------|
|         | 1か所当たり<br>(時間) * 1 | 100か所当たり<br>(時間) | 1か所当たり<br>(時間) * 2 | 100か所当たり<br>(時間) |
| 現場作業    | 0.15               | 15               | 0.1                | 10               |
| 事務所作業   | 0.31               | 31               |                    | 0                |
| 計       |                    | 46               |                    | 10               |
| 削減率 (%) |                    |                  |                    | 78.3%            |

\* 1.2: 実証研究での実測結果

表 1-9 更新優先順位自動作成機能による点検報告書作成のコスト削減

|        | 従来技術              |                 | 本技術               |                 |
|--------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
|        | 1か所当たり<br>作業単価(円) | 100か所当たり<br>(円) | 1か所当たり<br>作業単価(円) | 100か所当たり<br>(円) |
| 現場作業   | 1,125             | 112,500         | 750               | 75,000          |
| 事務所作業  | 2,325             | 232,500         | 0                 | 0               |
| 機器費    |                   | 0               |                   | 20,000          |
| 計      |                   | 345,000         |                   | 95,000          |
| 削減率(%) |                   |                 |                   | 72.5%           |

作業単価は、1日当たり30,000円として算出

## ② 異常時の情報探索時間

点検で異常が見つかった場合を想定し、①前年度同月点検時の絶縁抵抗値（又は電流値）、②納入後経過年数、③1日当たりの運転時間、④ポンプの口径・出力・吐出量・全揚程の4つの情報を確認するまでの時間について、従来手法（紙ベース報告書・台帳）、情報一元化によるデータベースを活用した方法の2パターンで、地方公共団体職員による情報検索時間を計測し比較した。

従来の紙ベースと比較して情報検索の対応時間は、河内長野市で73%、今治市で79%、赤磐市で98%、単純平均で83%の短縮効果が確認された。赤磐市では担当職員の勤務地以外の下水処理施設に報告書類を保管していたため情報検索に時間を要す結果となった。

表 1-10 情報検索時間の比較

### 【従来手法】

|       | ①     | ②     | ③   | ④      | 合計(a)  |
|-------|-------|-------|-----|--------|--------|
| 河内長野市 | 3分    | 2分    | 3分  | 4分     | 12分    |
| 今治市   | 3分55秒 | 1分47秒 | 55秒 | 1分47秒  | 8分24秒  |
| 赤磐市   | 15分   | 15分   | 15分 | 13分30秒 | 58分30秒 |

### 【情報一元化によるデータベースを活用した方法】

|       | ①    | ②   | ③   | ④   | 合計(b) | 削減率<br>(1-b/a) |
|-------|------|-----|-----|-----|-------|----------------|
| 河内長野市 | 2分2秒 | 27秒 | 30秒 | 18秒 | 3分17秒 | 73%            |
| 今治市   | 46秒  | 17秒 | 34秒 | 10秒 | 1分47秒 | 79%            |
| 赤磐市   | 23秒  | 19秒 | 30秒 | 10秒 | 1分22秒 | 98%            |

### ③ 地方公共団体及び維持管理業者への聞き取り調査

情報一元化による効果について、地方公共団体や維持管理業者へ聞き取り調査を実施した(表 1-11)。

表 1-11 情報一元化による効果の聞き取り調査結果

|       | 河内長野市 | 今治市 | 赤磐市 |
|-------|-------|-----|-----|
| 効率化   | ○     | -   | ○   |
| 迅速化   | ○     | ○   | ○   |
| 利便性向上 | ○     | ○   | ○   |
| 省スペース | -     | ○   | -   |
| 操作性   | ○     | -   | △   |

(○：効果確認、△：課題点、－：コメントなし)

点検報告書作成にかかる業務時間は、維持管理業務の効率化が河内長野市、赤磐市で確認された。今治市では維持管理業者の中に、独自のデータベースを構築している業者もあるため、効率化が実感できたという効果確認には至らなかった。

また、運転情報・修繕履歴等の確認作業では、スマートフォン等端末による維持管理の現場での情報閲覧が可能となり作業の迅速化が確認された(表 1-10)。

複数担当者での情報共有ができるため技術継承等に役立つといった副次的な効果も期待される。

マンホールポンプ施設が島しょ部にまで多く点在する今治市では、その地域特性から点検報告書枚数が多量であったが、ペーパーレス化により省スペース化が期待できるとの評価が得られた。

一方、赤磐市では、現場で直接点検結果をクラウド入力できるといった評価の反面、タブレット端末を用いた点検結果入力における操作性が課題として挙げられた。

### 3) 更新優先順位自動作成機能

各地方公共団体の担当者を対象に、更新優先順位自動作成機能を実際に活用し、業務効率化に資するかについての効果を評価した結果等を以下に示す。

# ① 河内長野市

## ・ 更新優先順位自動作成結果

登録した台帳データ及び実証期間中に入力した点検データ（入力回数：2回）を元にクラウドシステムで自動作成された更新優先順位、発生確率及び影響度の評価項目を、図1-3、表1-12に示す。

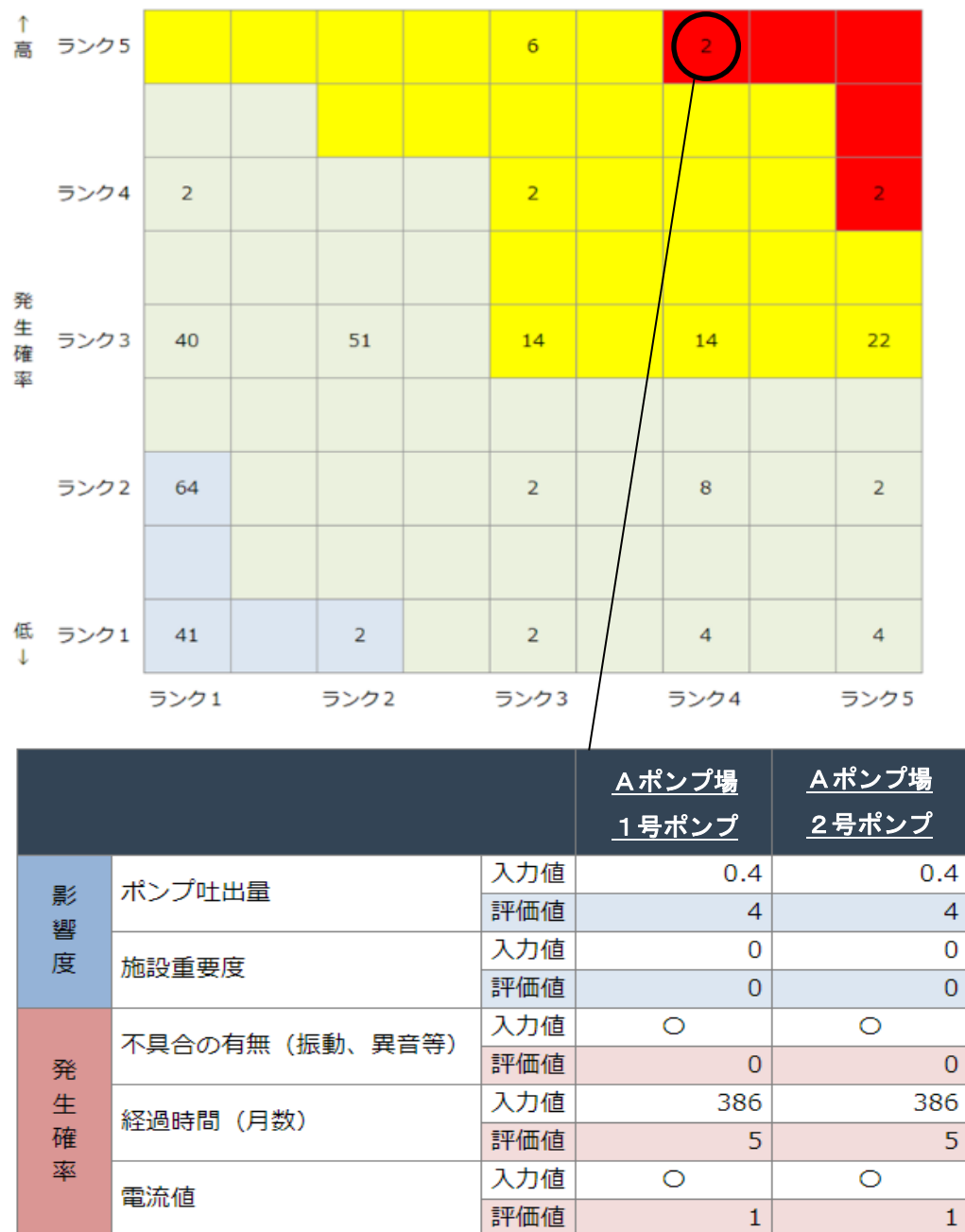


図 1-3 河内長野市における更新優先順位自動作成結果及び  
評価値「影響度:4 発生確率:5」の例

表 1-12 河内長野市における発生確率及び影響度の評価項目

|      | 項目         | データ元 |
|------|------------|------|
| 影響度  | 吐出量        | 台帳   |
|      | 施設重要度      | 台帳   |
| 発生確率 | 不具合の有無     | 点検記録 |
|      | 経過年数（設置年度） | 台帳   |
|      | 電流値        | 点検記録 |

- 従来の更新計画手法

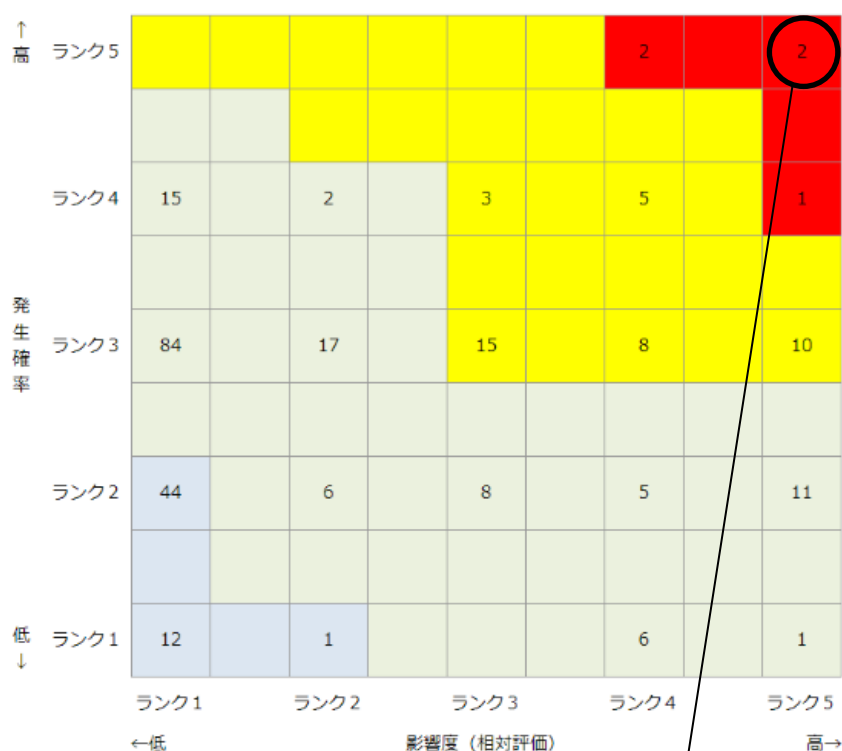
令和 2 年度より、作成したストックマネジメント計画をベースに、維持管理業者からの報告を加味して、更新計画を作成するように切り替えている。
- 比較結果

概ね担当者の感覚とは合致していた。クラウドシステムからダウンロードした各マンホールポンプ施設の詳細の評価値等のデータは、「客観的に評価されており分かりやすい」「作成済みのストックマネジメント計画の比較・参考資料として活用していきたい」との評価であった。

## ② 今治市

### ・ 更新優先順位自動作成結果

登録した台帳データ及び実証期間中に入力した点検データを元にクラウドシステムで自動作成された更新優先順位、発生確率及び影響度の評価項目を、図 1-4、表 1-13 に示す。



|      |                |     | Bポンプ場<br>1号ポンプ | Bポンプ場<br>2号ポンプ |
|------|----------------|-----|----------------|----------------|
| 影響度  | ポンプ吐出量×運転時間    | 入力値 | 209.808        | 202.476        |
|      |                | 評価値 | 5              | 5              |
|      | 施設重要度          | 入力値 | 0              | 0              |
|      |                | 評価値 | 0              | 0              |
| 発生確率 | 不具合の有無（振動、異音等） | 入力値 | ○              | ○              |
|      |                | 評価値 | 0              | 0              |
|      | 経過時間（月数）       | 入力値 | 316            | 316            |
|      |                | 評価値 | 5              | 5              |
|      | 電流値            | 入力値 | ○              | ○              |
|      |                | 評価値 | 1              | 1              |

図 1-4 今治市における更新優先順位自動作成結果及び  
評価値「影響度:5 発生確率:5」の例

表 1-13 今治市における発生確率及び影響度の評価項目

|      | 項目         | データ元 |
|------|------------|------|
| 影響度  | 運転時間       | 点検記録 |
|      | 吐出量        | 台帳   |
|      | 施設重要度      | 台帳   |
| 発生確率 | 不具合の有無     | 点検記録 |
|      | 経過年数（設置年度） | 台帳   |
|      | 電流値        | 点検記録 |

・ 従来の更新計画手法

事後対応中心だが、一部施設（重要な施設）については、維持管理業者からの報告（点検情報）により、計画的な更新を実施している。

・ 比較結果

施設の影響度について、市の意見を踏まえてパラメータの調整を行い、市の考え方と一致した。「運用方法を確立する必要があるが、機器毎の計画的な修繕等の検討にも活用したい」との評価であった。パラメータ調整後の更新優先順位自動作成結果を図 1-5 に示す。

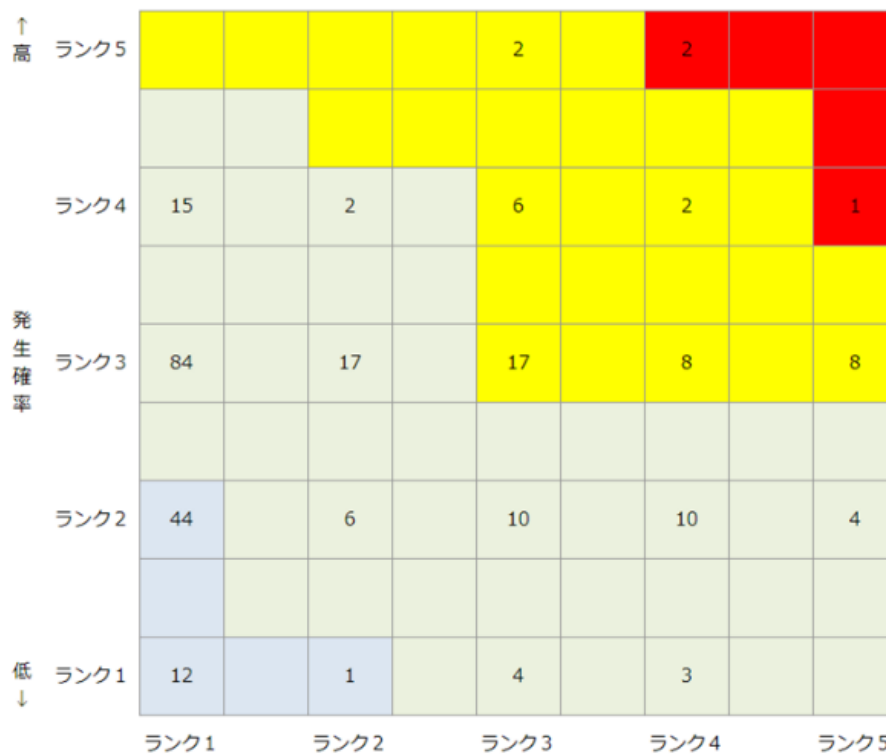
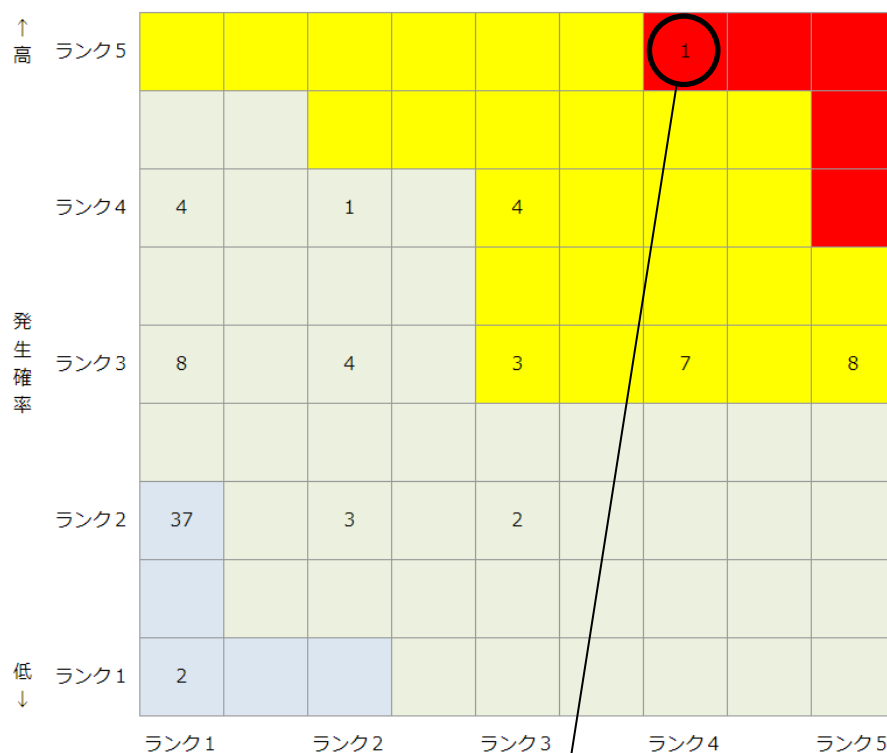


図 1-5 今治市におけるパラメータ調整後の更新優先順位自動作成結果  
（機器:ポンプ）

### ③ 赤磐市

#### ・ 更新優先順位自動作成結果

登録した台帳データ及び実証期間中に入力した点検データを元にクラウドシステムで自動作成された更新優先順位、発生確率及び影響度の評価項目を、図 1-6、表 1-14 に示す。



|      |                |     | Cポンプ場<br>1号ポンプ |
|------|----------------|-----|----------------|
| 影響度  | ポンプ吐出量×運転時間    | 入力値 | 3601.125       |
|      |                | 評価値 | 4              |
|      | 施設重要度          | 入力値 | 0              |
|      |                | 評価値 | 0              |
| 発生確率 | 不具合の有無（振動、異音等） | 入力値 | ○              |
|      |                | 評価値 | 0              |
|      | 経過時間（月数）       | 入力値 | 234            |
|      |                | 評価値 | 3              |
|      | 絶縁抵抗値          | 入力値 | 0.5            |
|      |                | 評価値 | 5              |
|      | 電流値            | 入力値 | ○              |
|      |                | 評価値 | 1              |

図 1-6 赤磐市における更新優先順位自動作成結果  
及び評価値「影響度:4 発生確率:5」の例

表 1-14 赤磐市における発生確率及び影響度の評価項目

|      | 項目         | データ元 |
|------|------------|------|
| 影響度  | 運転時間       | 点検記録 |
|      | 吐出量        | 台帳   |
|      | ケーブル長      | 台帳   |
|      | 施設重要度      | 台帳   |
| 発生確率 | 不具合の有無     | 点検記録 |
|      | 経過年数（設置年度） | 台帳   |
|      | 絶縁抵抗値      | 点検記録 |
|      | 電流値        | 点検記録 |

- ・ 更新計画手法

従来の経過年数及び絶縁抵抗（点検結果）又は維持管理業者からの不具合報告内容等で判断しているが、更新と判断する明確な基準値の設定はなく、保有するマンホールポンプ施設全体の状況を客観的に把握することが困難である。これにより、事業計画の作成が困難であり、結果的に事後対応になっているケースが多い。

- ・ 比較結果

「影響度 4、発生確率 5」と評価される C ポンプ場 1 号ポンプは、赤磐市が更新が必要と判断している箇所と一致している。また、経験の少ない担当者でも、機器の状況を可視化できることを確認した。

### (3) Web 会議システム

導入効果を算定するため、AI が異常判定したマンホールポンプ施設の現場を目視で確認する場合と、現場から離れて Web 会議システムの映像を介しての現状把握する場合の比較項目を図 1-7 に示す。

|        |     | 従来の対応                 | Web 会議システム                    |
|--------|-----|-----------------------|-------------------------------|
| 維持管理業者 |     | 現場                    | 現場                            |
| 地方公共団体 |     | 現場(事後)                | 遠隔(Web 会議)                    |
| 専門技術者  |     | 現場(事後)                | 遠隔(Web 会議)                    |
| 比較項目   | 時間面 | ×<br>(移動や日程調整に時間がかかる) | ◎<br>(現場への移動時間が不要・迅速な対応可)     |
|        | 技術面 | ◎<br>(現場状況の把握)        | ○<br>(専門技術者の知見と経験に基づいた的確な対応可) |
|        | 経済面 | △<br>(トラブルの長期化)       | ○<br>(派遣費用や人件費の節減)            |

図 1-7 Web 会議システムと従来の対応との比較項目

#### 1) 有用性

緊急時の対応として、維持管理業者を通じて状況を把握し、迅速な意思決定が必要である。通常、故障報告を受けてから、日程調整や移動時間を含めると現場での状況確認に時間を要する。Web 会議システムで代替できれば、時間面では時間削減が可能となり有用であり、技術面では専門技術者の知見に基づく迅速かつ適切な意思決定が可能となり有用である。また、クラウド上の機場台帳、点検報告書及び故障記録等の情報を閲覧しながらの意思決定が可能となる。

#### 2) 経済性

時間計測データ等から時間削減効果を算定した。その結果に基づいて計算した各実証フィールドでの Web 会議 1 回当たりのコスト削減効果を、表 1-15 に示す。

表 1-15 Web 会議システムの経済性(コスト削減・時間削減)

コスト削減

単位：円

|       |         | 従来技術    | Web会議システム |
|-------|---------|---------|-----------|
| 河内長野市 | 人件費+交通費 | 48,923  | 14,753    |
|       | コスト削減率  |         | 69.8%     |
| 今治市   | 人件費+交通費 | 90,808  | 16,601    |
|       | コスト削減率  |         | 81.7%     |
| 赤磐市   | 人件費+交通費 | 47,594  | 14,517    |
|       | コスト削減率  |         | 69.5%     |
|       | 合計      | 187,325 | 45,871    |
|       | コスト削減率  |         | 75.5%     |

時間削減

単位：分

|       |                 | 従来技術  | Web会議システム |
|-------|-----------------|-------|-----------|
| 河内長野市 | 作業時間            | 296.5 | 117.5     |
|       | 時間削減率           |       | 60.4%     |
| 今治市   | 作業時間（異常通報～会議招集） | 437.5 | 132.5     |
|       | 時間削減率           |       | 69.7%     |
| 赤磐市   | 作業時間（異常通報～会議招集） | 228.5 | 115.5     |
|       | 時間削減率           |       | 49.5%     |
|       | 合計              | 962.5 | 365.5     |
|       | 時間削減率           |       | 62.0%     |

Web 会議システムは、クラウド上の情報一元化の効果等と併せて効果が確認された。複数の担当者による情報共有化や現場状況の確認等によって、表 1-10 に示す結果のとおり情報検索の利便性が向上し、現場保守点検・緊急対応に係る現場確認が Web 会議システムに代替されたことによって、時間が削減された。

### 1.3 異常運転検知機能に係る技術適合性

実証フィールドの各マンホールポンプ施設の特性（ポンプ形式、口径、出力）、異常運転検知回数及び【TP】異常的中回数のデータを用いて重み付けすることにより、異常運転検知機能で検知されやすいポンプの特徴を相対的に比較した。「異常運転の検知」、更に「異常的中」が可能であるマンホールポンプ施設は、異常運転検知機能により未然に異常運転に対処できる可能性が高く、技術適合性が高いものと考えられる。そこで、1 機場当たりの異常運転検知回数を実証データから算出し、各マンホールポンプ施設の特性（ポンプ形式、口径、出力）に対し平準化及び重み付けを行って、技術適合性（ウエイト）として算出する。重み付けは、異常運転検知（高）：2Pt、異常運転検知（低）：1Pt とし、更に異常的中した場合は、異常的中：3Pt を重複して計上する。

#### (1) ポンプ形式の技術適合性

ポンプ形式の技術適合性を評価した結果を表 1-16 及び図 1-8 に示す。表 1-16 の具体的な計算式を以下に記載する。

「ポンプ形式毎の技術適合性（ウエイト）（g）」

$$= \{ (a) / (A) \times 2Pt + (b) / (B) \times 1Pt + (c) / (C) \times 3Pt \} / (H)$$

最も技術適合性が高いポンプ形式はボルテックス：0.53 であり、次いでスクリー：0.33、ノンクログ：0.14 である。ポンプ形式により異物詰まりやエアロックの発生確率が異なり、その発生確率が高いボルテックス型が技術適合性が高い結果となった。ボルテックスは他のポンプ形式に比べ異物詰まりやエアロックの発生しやすい形式であり、相対的に技術適合性の重み付けが高くなる。

ポンプ形式により技術適合性に变化があり、ポンプ形式が技術適合性に影響を与えると考えられる。

表 1-16 ポンプ形式の技術適合性評価

| ポンプ形式  | 機場数 | 1機場当たりの回数（回/機場） |              |             | 平準化 <sup>※</sup> |             |             | 重み付け（Pt）    |             |             | 合計          | 技術適合性<br>ウエイト<br>(g) |
|--------|-----|-----------------|--------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|----------------------|
|        |     | 異常運転検知          |              | 異常的中        | 異常運転検知           |             | 異常的中        | 異常運転検知      |             | 異常的中        |             |                      |
|        |     | 高<br>(a)        | 低<br>(b)     | TP<br>(c)   | 高<br>(d)         | 低<br>(e)    | TP<br>(f)   | 高(2Pt)      | 低(1Pt)      | TP(3Pt)     |             |                      |
| ボルテックス | 150 | 3.54            | 11.88        | 0.45        | 0.62             | 0.38        | 0.52        | 1.25        | 0.38        | 1.57        | 3.20        | 0.53                 |
| スクリー   | 29  | 1.14            | 4.31         | 0.41        | 0.20             | 0.14        | 0.48        | 0.40        | 0.14        | 1.43        | 1.97        | 0.33                 |
| ノンクログ  | 22  | 1.00            | 15.20        | 0.00        | 0.18             | 0.48        | 0.00        | 0.35        | 0.48        | 0.00        | 0.84        | 0.14                 |
| 合計     | 201 | 5.68<br>(A)     | 31.39<br>(B) | 0.87<br>(C) | 1.00<br>a/A      | 1.00<br>b/B | 1.00<br>c/C | 2.00<br>d×2 | 1.00<br>e×1 | 3.00<br>f×3 | 6.00<br>(H) | 1.00                 |

※平準化：ポンプ形式毎の1機場当たりの異常運転発生割合

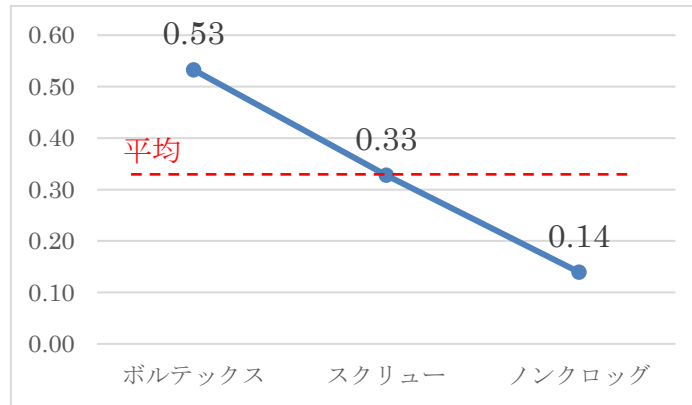


図 1-8 ポンプ形式の技術適合性評価

## (2) ポンプ口径の技術適合性

ポンプ口径の技術適合性を評価した結果を表 1-17 及び図 1-9 に示す。表 1-17 の具体的な計算式を以下に記載する。

「ポンプ口径毎の技術適合性（ウエイト）（g）」

$$= \{ (a) / (A) \times 2Pt + (b) / (B) \times 1Pt + (c) / (C) \times 3Pt \} / (H)$$

各ポンプ口径の技術適合性は平均値 0.33 に近く、ポンプ口径により技術適合性が大きく変化しない。よって、ポンプ口径は技術適合性に与える影響は少ないと考えられる。

表 1-17 ポンプ口径の技術適合性評価

| ポンプ口径  | 機場数 | 1機場当たりの回数（回/機場） |        |       | 平準化子 <sup>※</sup> |       |       | 重み付け（Pt） |        |         |      | 技術適合性<br>ウエイト |
|--------|-----|-----------------|--------|-------|-------------------|-------|-------|----------|--------|---------|------|---------------|
|        |     | 異常運転検知          |        | 異常的中  | 異常運転検知            |       | 異常的中  | 異常運転検知   |        | 異常的中    | 合計   |               |
|        |     | 高               | 低      | TP    | 高                 | 低     | TP    | 高(2Pt)   | 低(1Pt) | TP(3Pt) |      |               |
|        |     | (a)             | (b)    | (c)   | (d)               | (e)   | (f)   |          |        |         |      |               |
| 50mm   | 49  | 2.429           | 7.408  | 0.367 | 0.342             | 0.291 | 0.478 | 0.683    | 0.291  | 1.435   | 2.41 | 0.40          |
| 65mm   | 46  | 0.978           | 5.413  | 0.261 | 0.138             | 0.213 | 0.340 | 0.275    | 0.213  | 1.019   | 1.51 | 0.25          |
| 80mm以上 | 106 | 3.703           | 12.628 | 0.140 | 0.521             | 0.496 | 0.182 | 1.042    | 0.496  | 0.545   | 2.08 | 0.35          |
| 合計     | 201 | 7.11            | 25.45  | 0.77  | 1.00              | 1.00  | 1.00  | 2.00     | 1.00   | 3.00    | 6.00 | 1.00          |
|        |     | (A)             | (B)    | (C)   | a/A               | b/B   | c/C   | d×2      | e×1    | f×3     | (H)  |               |

※平準化：ポンプ口径毎の1機場当たりの異常運転発生割合

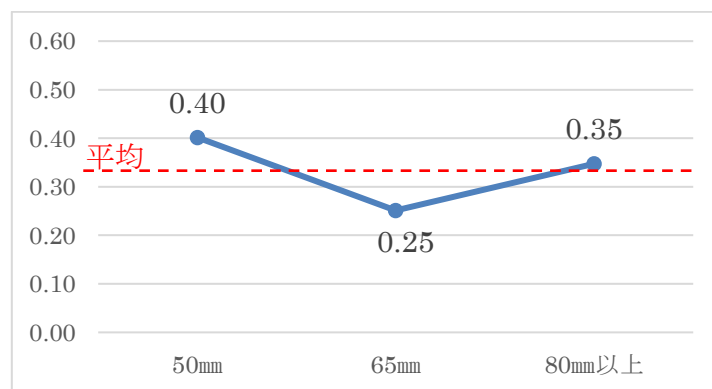


図 1-9 ポンプ口径の技術適合性評価

### (3) ポンプ出力の技術適合性

ポンプ出力の技術適合性を評価した結果を表 1-18 及び図 1-10 に示す。表 1-18 の具体的な計算式を以下に記載する。

「ポンプ出力毎の技術適合性（ウエイト）（g）」

$$= \{ (a) / (A) \times 2Pt + (b) / (B) \times 1Pt + (c) / (C) \times 3Pt \} / (H)$$

各ポンプ出力の技術適合性は平均値 0.25 に近く、ポンプ出力により技術適合性が大きく変化しない。よって、ポンプ出力は技術適合性に与える影響は少ないと考えられる。

表 1-18 ポンプ出力の技術適合性評価

| ポンプ出力    | 機場数 | 1機場当たりの回数（回/機場） |        |       | 平準化    |       |       | 重み付け（Pt） |        |         |       | 技術適合性<br>ウエイト |
|----------|-----|-----------------|--------|-------|--------|-------|-------|----------|--------|---------|-------|---------------|
|          |     | 異常運転検知          |        | 異常的中  | 異常運転検知 |       | 異常的中  | 異常運転検知   |        | 異常的中    | 合計    |               |
|          |     | 高               | 低      | TP    | 高      | 低     | TP    | 高(2Pt)   | 低(1Pt) | TP(3Pt) |       |               |
|          |     | (a)             | (b)    | (c)   | (d)    | (e)   | (f)   |          |        |         |       |               |
| 0.4kW以下  | 18  | 4.000           | 10.529 | 0.118 | 0.325  | 0.192 | 0.096 | 0.650    | 0.192  | 0.288   | 1.130 | 0.19          |
| 0.75kW以下 | 37  | 2.135           | 6.297  | 0.432 | 0.174  | 0.115 | 0.353 | 0.347    | 0.115  | 1.060   | 1.522 | 0.25          |
| 3.7kW以下  | 112 | 4.475           | 16.738 | 0.340 | 0.364  | 0.305 | 0.278 | 0.727    | 0.305  | 0.834   | 1.866 | 0.31          |
| 5.5kW以上  | 34  | 1.694           | 21.389 | 0.333 | 0.138  | 0.389 | 0.272 | 0.275    | 0.389  | 0.817   | 1.482 | 0.25          |
| 合計       | 201 | 12.30           | 54.95  | 1.22  | 1.00   | 1.00  | 1.00  | 2.00     | 1.00   | 3.00    | 6.00  | 1.00          |
|          |     | (A)             | (B)    | (C)   | a/A    | b/B   | c/C   | d×2      | e×1    | f×3     | (H)   |               |

※平準化：ポンプ口径毎の1機場当たりの異常運転発生割合

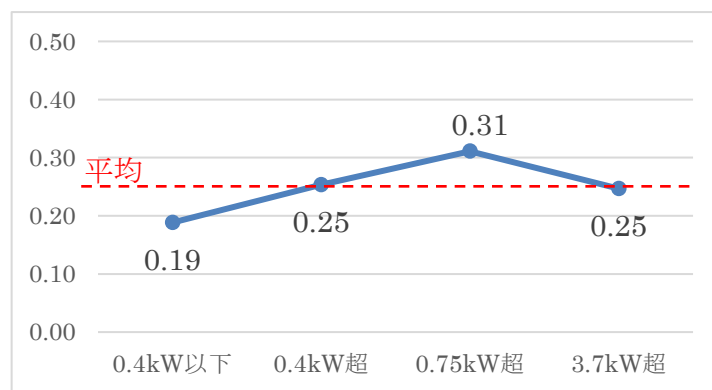


図 1-10 ポンプ出力の技術適合性評価

## 1.4 段階的導入検討

システムを導入する際には、地方公共団体の予算制約から、複数年度に亘って段階的に導入することが想定される。そこで、異常運転検知機能に係る技術適合性を加味した導入優先順位付けを行える手法について検討した。

マンホールポンプ施設のリスク評価は、「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-」や「下水道マンホールポンプ施設の改築計画に関する技術資料-2016 年 3 月-」に準拠しており、異常運転検知機能に係る技術適合性を加味した優先順位付けが行える。実施手順は、①リスクの特定、②被害規模（影響度）の検討、③発生確率（不具合発生）の検討、④リスク評価の順である（図 1-11）。

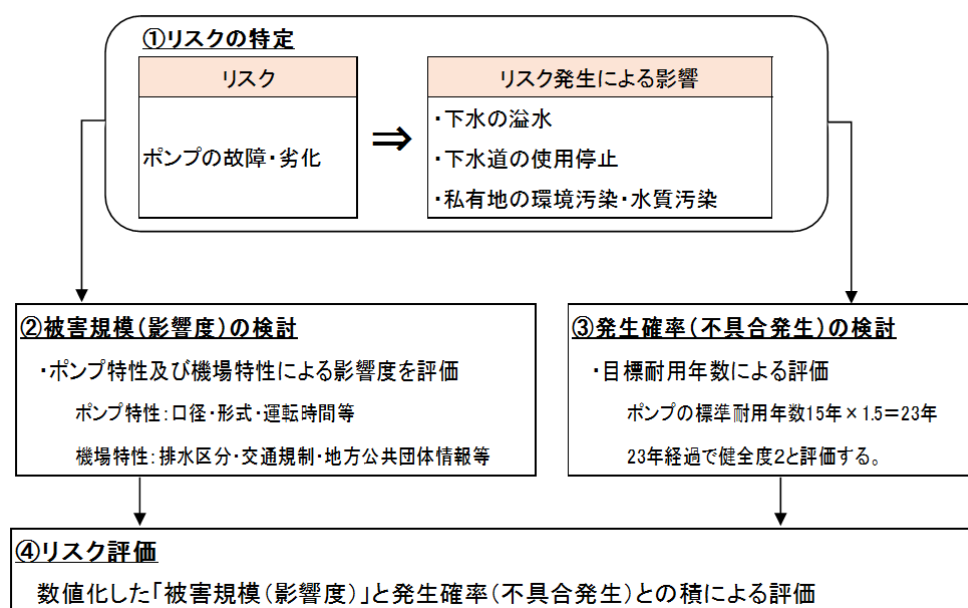


図 1-11 マンホールポンプ施設のリスク評価の実施手順

### (1) リスクの特定

ポンプ（補器類等）の故障・劣化により、「下水の溢水」や「下水道の使用停止」等のリスク発生による影響があることが想定される。

### (2) 被害規模（影響度）の検討

被害規模（影響度）は、ポンプ特性及び機場特性から総合的に評価した。

定量的な評価を行うため、重み付けを行う階層化意思決定法（AHP 法）で検討を行った。ここでは、ポンプ特性として、ポンプ口径、ポンプ形式、年間運転時間及びポンプ出力を、機場特性として、緊急出動、排水区分（地域特性）、交通規制及び地方公共団体情報を評価項目とする。各項目に関する重み付けは、表 1-19 に示すとおりである。

表 1-19 被害規模(影響度)各項目に関する重み付け(AHP 法)

階層1

| 項目    | 左項目 |      |     |      |     |     |    |     | 同等 | 右項目 |     |     |     |      |     |      |     | 項目   |
|-------|-----|------|-----|------|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|-----|------|
|       | 極めて | 非常に+ | 非常に | かなり+ | かなり | 少し+ | 少し | 同等+ |    | 同等+ | 少し  | 少し+ | かなり | かなり+ | 非常に | 非常に+ | 極めて |      |
| ポンプ特性 |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |     |     |     |      |     |      |     | 機場特性 |
| 配点    | 9   | 8    | 7   | 6    | 5   | 4   | 3  | 2   | 1  | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 1/5 | 1/6  | 1/7 | 1/8  | 1/9 | 配点   |

|       |       |      |      |       |
|-------|-------|------|------|-------|
| 評価基準  | ポンプ特性 | 機場特性 | 調和平均 | ウエイト  |
| ポンプ特性 | 1     | 2    | 1.33 | 0.667 |
| 機場特性  | 1/2   | 1    | 0.67 | 0.333 |
|       |       |      | 2.00 | 1.000 |

階層2

| 項目     | 左項目 |      |     |      |     |     |    |     | 同等 | 右項目 |     |     |     |      |     |      |        | 項目 |
|--------|-----|------|-----|------|-----|-----|----|-----|----|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|--------|----|
|        | 極めて | 非常に+ | 非常に | かなり+ | かなり | 少し+ | 少し | 同等+ |    | 同等+ | 少し  | 少し+ | かなり | かなり+ | 非常に | 非常に+ | 極めて    |    |
| ポンプ口径  |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |     |     |     | ○    |     |      | ポンプ形式  |    |
| ポンプ口径  |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |     |     |     | ○    |     |      | 年間運転時間 |    |
| ポンプ口径  |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |     |     |     | ○    |     |      | ポンプ出力  |    |
| ポンプ形式  |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |     |     |     | ○    |     |      | 年間運転時間 |    |
| ポンプ形式  |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |     |     |     |      |     |      | ポンプ出力  |    |
| 年間運転時間 |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |     |     |     |      |     |      | ポンプ出力  |    |
| 配点     | 9   | 8    | 7   | 6    | 5   | 4   | 3  | 2   | 1  | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 1/5 | 1/6  | 1/7 | 1/8  | 1/9    | 配点 |

|        |       |       |        |       |        |       |
|--------|-------|-------|--------|-------|--------|-------|
| 評価基準   | ポンプ口径 | ポンプ形式 | 年間運転時間 | ポンプ出力 | 調和平均   | ウエイト  |
| ポンプ口径  | 1     | 1/7   | 1/5    | 1/5   | 0.2222 | 0.060 |
| ポンプ形式  | 7     | 1     | 1/5    | 5     | 0.6306 | 0.170 |
| 年間運転時間 | 5     | 5     | 1      | 5     | 2.5000 | 0.674 |
| ポンプ出力  | 5     | 1/5   | 1/5    | 1     | 0.3571 | 0.096 |
|        |       |       |        |       | 3.71   | 1.000 |

階層2

| 項目   | 左項目 |      |     |      |     |     |    |     | 同等 | 右項目 |    |     |     |      |     |      |            | 項目 |
|------|-----|------|-----|------|-----|-----|----|-----|----|-----|----|-----|-----|------|-----|------|------------|----|
|      | 極めて | 非常に+ | 非常に | かなり+ | かなり | 少し+ | 少し | 同等+ |    | 同等+ | 少し | 少し+ | かなり | かなり+ | 非常に | 非常に+ | 極めて        |    |
| 緊急出動 |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |    |     |     | ○    |     |      | 排水区分(地域特性) |    |
| 緊急出動 |     |      |     |      |     | ○   |    |     |    |     |    |     |     |      |     |      | 交通規制       |    |
| 緊急出動 |     |      |     |      |     |     |    |     |    |     |    |     | ○   |      |     |      | 地方公共団体情報   |    |

|            |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     |          |    |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----------|----|
| 排水区分(地域特性) |   |   |   |   | ○ |   |   |   |   |     |     |     |     |     |     |     | 交通規制     |    |
| 排水区分(地域特性) |   |   |   |   |   |   |   |   | ○ |     |     |     |     |     |     |     | 地方公共団体情報 |    |
| 交通規制       |   |   |   |   |   |   |   |   |   |     |     |     |     |     | ○   |     | 地方公共団体情報 |    |
| 配点         | 9 | 8 | 7 | 6 | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | 1/2 | 1/3 | 1/4 | 1/5 | 1/6 | 1/7 | 1/8 | 1/9      | 配点 |

|            |      |      |      |          |        |       |
|------------|------|------|------|----------|--------|-------|
| 評価基準       | 緊急出動 | 交通規制 | 排水区分 | 地方公共団体情報 | 調和平均   | ウエイト  |
| 緊急出動       | 1    | 1/5  | 5    | 1/5      | 0.3571 | 0.090 |
| 排水区分(地域特性) | 5    | 1    | 5    | 1        | 1.6667 | 0.422 |
| 交通規制       | 1/5  | 1/5  | 1    | 1/7      | 0.2222 | 0.056 |
| 地方公共団体情報   | 5    | 1    | 7    | 1        | 1.7073 | 0.432 |
|            |      |      |      |          | 3.95   | 1.000 |

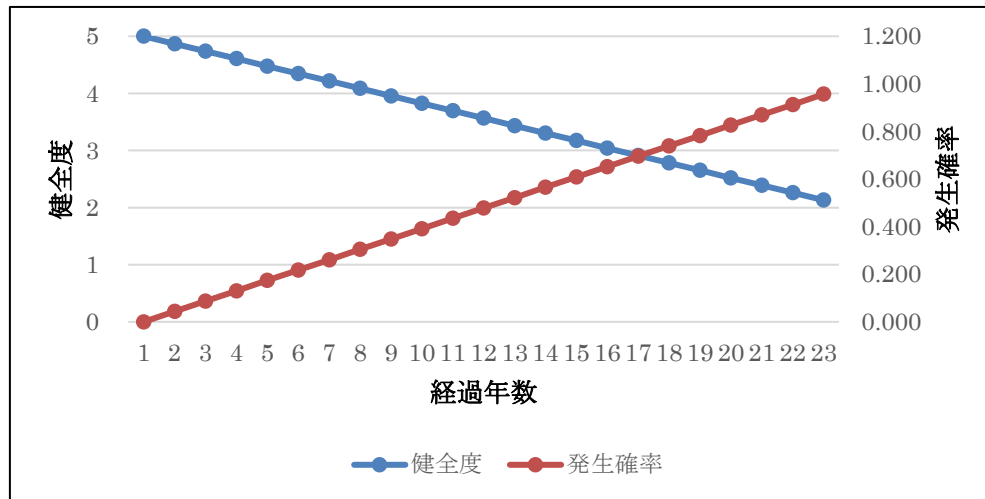
重み付けによる設定値の決定をもとに各機場の被害規模（影響度評価）を評価した。

表 1-20 機場別の被害規模(影響度)の算出(例)(AHP 法)

| 番号         | 機場名           | リスク<br>評価 | 発生<br>確率 | 影響度   | ポンプ特性 0.667 |       |       |        |       |       |        |       |          |       |       |       |
|------------|---------------|-----------|----------|-------|-------------|-------|-------|--------|-------|-------|--------|-------|----------|-------|-------|-------|
|            |               |           |          |       | ポンプ口径       |       |       | ポンプ形式  |       |       | 年間運転時間 |       |          | ポンプ出力 |       |       |
|            |               |           |          |       | 0.060       | 設定値   | リスク値  | 0.170  | 設定値   | リスク値  | 0.674  | 設定値   | リスク値     | 0.096 | 設定値   | リスク値  |
| 〇〇         | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 37.45%    | 95.7%    | 0.392 | 80          | 0.333 | 0.013 | スクリュー  | 0.328 | 0.037 | 長時間    | 0.500 | 0.225    | 5.5   | 0.300 | 0.019 |
| 〇〇         | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 30.91%    | 78.3%    | 0.395 | 80          | 0.333 | 0.013 | ボルテックス | 0.533 | 0.060 | 長時間    | 0.500 | 0.225    | 3.7   | 0.100 | 0.006 |
| 〇〇         | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 30.15%    | 78.3%    | 0.385 | 80          | 0.167 | 0.007 | ボルテックス | 0.533 | 0.060 | 長時間    | 0.500 | 0.225    | 1.5   | 0.100 | 0.006 |
| 〇〇         | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 29.34%    | 78.3%    | 0.375 | 80          | 0.333 | 0.013 | ボルテックス | 0.533 | 0.060 | 長時間    | 0.500 | 0.225    | 1.5   | 0.200 | 0.013 |
| 〇〇         | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 29.16%    | 73.9%    | 0.395 | 65          | 0.500 | 0.020 | ボルテックス | 0.328 | 0.037 | 長時間    | 0.500 | 0.225    | 0.75  | 0.400 | 0.026 |
| 〇〇         | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 29.08%    | 78.3%    | 0.372 | 150         | 0.333 | 0.013 | スクリュー  | 0.533 | 0.060 | 長時間    | 0.500 | 0.225    | 11    | 0.100 | 0.006 |
| 〇〇         | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 27.25%    | 73.9%    | 0.369 | 80          | 0.333 | 0.013 | スクリュー  | 0.328 | 0.037 | 長時間    | 0.500 | 0.225    | 3.7   | 0.100 | 0.006 |
| 機場特性 0.333 |               |           |          |       |             |       |       |        |       |       |        |       |          |       |       |       |
| 緊急出動       |               |           |          |       | 排水区分(地域特性)  |       |       |        | 交通規制  |       |        |       | 地方公共団体情報 |       |       |       |
| 0.090      | 設定値           | リスク値      | 0.422    | 設定値   | リスク値        | 0.056 | 設定値   | リスク値   | 0.432 | 設定値   | リスク値   |       |          |       |       |       |
| あり         | 0.667         | 0.020     | 一般+事業所   | 0.333 | 0.047       | 片側通行  | 0.333 | 0.006  | 情報(小) | 0.167 | 0.024  |       |          |       |       |       |
| なし         | 0.333         | 0.010     | 一般+事業所   | 0.333 | 0.047       | 通行止め  | 0.500 | 0.009  | 情報(小) | 0.167 | 0.024  |       |          |       |       |       |
| なし         | 0.333         | 0.010     | 一般+事業所   | 0.333 | 0.047       | 片側通行  | 0.333 | 0.006  | 情報(小) | 0.167 | 0.024  |       |          |       |       |       |
| なし         | 0.333         | 0.010     | 一般       | 0.167 | 0.023       | 片側通行  | 0.333 | 0.006  | 情報(小) | 0.167 | 0.024  |       |          |       |       |       |
| なし         | 0.333         | 0.010     | 一般+事業所   | 0.333 | 0.047       | 片側通行  | 0.333 | 0.006  | 情報(小) | 0.167 | 0.024  |       |          |       |       |       |
| なし         | 0.333         | 0.010     | 一般       | 0.167 | 0.023       | 通行止め  | 0.500 | 0.009  | 情報(小) | 0.167 | 0.024  |       |          |       |       |       |
| なし         | 0.333         | 0.010     | 一般+事業所   | 0.333 | 0.047       | 片側通行  | 0.333 | 0.006  | 情報(小) | 0.167 | 0.024  |       |          |       |       |       |

### (3) 発生確率（不具合発生）の検討

設備の標準耐用年数（ポンプの場合は15年）に1.5を乗じた年数（ポンプの場合は23年）を目標耐用年数とし、目標耐用年数の経過時に発生確率（不具合発生）が100%、健全度2となるように、ポンプ設備の不具合発生確率、健全度予測を設定した（図 1-12）。図 1-12 をもとに各機場の発生確率（不具合発生）の評価を行う（図 1-13）。



| 経過年数 | 健全度  | 発生確率  | 経過年数 | 健全度  | 発生確率  | 経過年数 | 健全度  | 発生確率  | 経過年数 | 健全度  | 発生確率   |
|------|------|-------|------|------|-------|------|------|-------|------|------|--------|
| 0    | 5.00 | 0.0%  | 6    | 4.22 | 26.1% | 12   | 3.43 | 52.2% | 18   | 2.65 | 78.3%  |
| 1    | 4.87 | 4.3%  | 7    | 4.09 | 30.4% | 13   | 3.30 | 56.5% | 19   | 2.52 | 82.6%  |
| 2    | 4.74 | 8.7%  | 8    | 3.96 | 34.8% | 14   | 3.17 | 60.9% | 20   | 2.39 | 87.0%  |
| 3    | 4.61 | 13.0% | 9    | 3.83 | 39.1% | 15   | 3.04 | 65.2% | 21   | 2.26 | 91.3%  |
| 4    | 4.48 | 17.4% | 10   | 3.70 | 43.5% | 16   | 2.91 | 69.6% | 22   | 2.13 | 95.7%  |
| 5    | 4.35 | 21.7% | 11   | 3.57 | 47.8% | 17   | 2.78 | 73.9% | 23   | 2.00 | 100.0% |

図 1-12 ポンプ設備の不具合発生確率及び健全度予測の設定

| No | 番号 | 機場名           | マンホールポンプ基礎情報 |      | 発生確率  |
|----|----|---------------|--------------|------|-------|
|    |    |               | ポンプ          |      |       |
|    |    |               | 設置年度         | 経過年数 |       |
| 1  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 2014/3/1     | 6    | 26.1% |
| 2  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 2014/3/1     | 6    | 26.1% |
| 3  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 2014/3/1     | 6    | 26.1% |
| 4  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 1999/3/1     | 21   | 91.3% |
| 5  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 1999/3/1     | 21   | 91.3% |
| 6  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 1999/3/1     | 21   | 91.3% |
| 7  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 1999/3/1     | 21   | 91.3% |

図 1-13 機場別の不具合発生確率の算出(例)

#### (4) リスク評価

数値化を行った被害規模（影響度）と 発生確率（不具合発生）との積によりリスク評価値を算定し、数値の高い機場から優先度の高い機場となる。

| 順位 | 番号 | 機場名           | リスク<br>評価 | 発生<br>確率 | 影響度   |
|----|----|---------------|-----------|----------|-------|
| 1  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 38.70%    | 95.7%    | 0.405 |
| 2  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 32.44%    | 78.3%    | 0.414 |
| 3  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 31.17%    | 78.3%    | 0.398 |
| 4  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 30.60%    | 78.3%    | 0.391 |
| 5  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 30.36%    | 78.3%    | 0.388 |
| 6  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 29.16%    | 73.9%    | 0.395 |
| 7  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 28.69%    | 73.9%    | 0.388 |
| 8  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 27.00%    | 69.6%    | 0.388 |
| 9  | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 26.96%    | 73.9%    | 0.365 |
| 10 | 〇〇 | 〇〇〇〇マンホールポンプ場 | 26.33%    | 78.3%    | 0.336 |

図 1-14 機場別のリスク評価値の算出(例)

## 1.5 費用対効果

実証フィールドの各地方公共団体の令和元年度における維持管理費に対し、実証研究で得られた結果を用い、本技術導入による削減効果を算定する。

現状の維持管理の方法及び管理業務委託に含まれる業務や費用支払方法は各地方公共団体によって異なるので、算定条件を次のとおり整理して削減効果を算定する。

管理業務委託費用に緊急出動対応費を含んで契約するものとし、その緊急出動対応費は過去の緊急出動実績回数から算出された費用とする。その上で、緊急出動対応回数を低減した分、次年度の委託契約では委託費が削減できる。また、緊急出動に至る前にAIで異常運転を検知し、通常の点検を前倒して対応することで緊急出動が低減できることを前提条件として算定する(図1-15)。

また、修繕費においては、異常運転時間が削減された分、機器の延命化が図られ、年当たりのオーバーホール費が削減されることを前提とする。

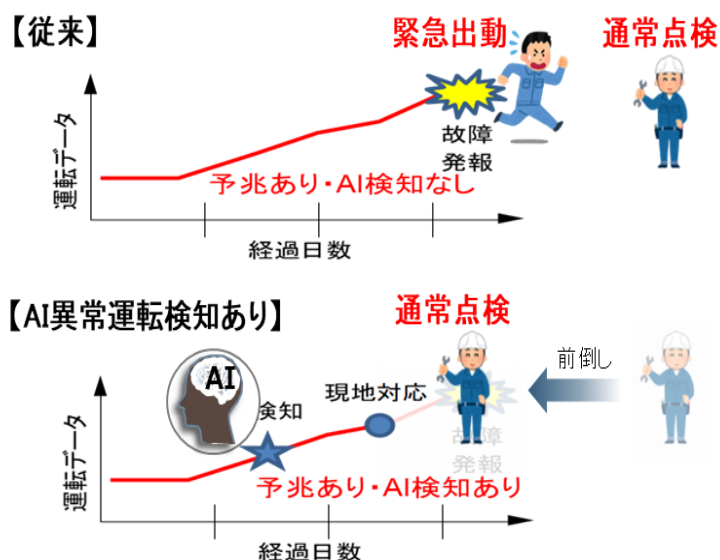


図 1-15 本技術導入によるコスト削減のイメージ

本技術導入による維持管理費削減効果について、表 1-1 に示す実証研究における評価結果を用いて、実証フィールドの地方公共団体毎に算定して整理した結果を表 1-21 に、各地方公共団体における算定条件及び算出結果を表 1-22～表 1-30 に示す。

表 1-21 実証フィールドにおける維持管理費削減効果の算定結果

【従来の維持管理費（実績）】

|                | 河内長野市            | 今治市              | 赤磐市              | 合計               | 備考    |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|-------|
| マンホールポンプ施設数    | 145機場            | 127機場            | 76機場             | 348機場            |       |
| 緊急出動回数実績       | 74回              | 59回              | 37回              | 170回             | 令和元年度 |
| 管理業務委託費用       | 1,452万円/年        | 700万円/年          | 1,443万円/年        | 3,595万円/年        |       |
| 修繕頻度           | 37件/年            | 16件/年            | 10件/年            | 63件/年            |       |
| 修繕費用           | 39万円/件           | 154万円/件          | 50万円/件           | 243万円/件          |       |
| 修繕費用計          | 1,450万円/年        | 2,464万円/年        | 500万円/年          | 4,414万円/年        |       |
| 通信費            | 519万円/年          | 381万円/年          | 228万円/年          | 1,128万円/年        |       |
| <b>維持管理費合計</b> | <b>3,421万円/年</b> | <b>3,545万円/年</b> | <b>2,171万円/年</b> | <b>9,137万円/年</b> |       |



【本技術を導入した場合の維持管理費】

|                | 河内長野市            | 今治市              | 赤磐市              | 合計               | 備考 |
|----------------|------------------|------------------|------------------|------------------|----|
| 管理業務委託費用       | 1,411万円/年        | 682万円/年          | 1,031万円/年        | 3,124万円/年        |    |
| 修繕費用           | 1,431万円/年        | 2,432万円/年        | 493万円/年          | 4,356万円/年        |    |
| 通信費            | 161万円/年          | 142万円/年          | 87万円/年           | 390万円/年          |    |
| <b>維持管理費合計</b> | <b>3,004万円/年</b> | <b>3,255万円/年</b> | <b>1,611万円/年</b> | <b>7,870万円/年</b> |    |
| 【削減率】          | 【12%】            | 【8%】             | 【26%】            | —                |    |
| 【平均削減率】        | 【15%】            |                  |                  |                  |    |

表 1-22 河内長野市における維持管理費削減効果の算定条件

| 記号 | 項目                                |       | 従来技術 |           | 本技術 |       |
|----|-----------------------------------|-------|------|-----------|-----|-------|
|    |                                   |       | 根拠   | 値         | 根拠  | 値     |
| ①  | マンホールポンプ場総数                       | 箇所    | 設定値  | 145       |     |       |
| ②  | 巡回距離計                             | km    | 設定値  | 220       |     |       |
| ③  | 巡回速度                              | km/h  | 設定値  | 30        |     |       |
| ④  | 巡回体制                              | 人     | 設定値  | 2         |     |       |
| ⑤  | 巡回頻度                              | 回/日   | 設定値  | 1/7       |     |       |
| ⑥  | 保守点検所要時間                          | h/箇所  | 設定値  | 0.5       |     |       |
| ⑦  | その他の業務作業時間                        | h/箇所  | ※1   | 1.2       |     |       |
| ⑧  | 職種構成比率                            | %     | ※1   | 表1-23の別表1 |     |       |
| ⑨  | 職種別業務比率                           | %     | ※1   | 表1-23の別表1 |     |       |
| ⑩  | 電工労務単価                            | 円/人・日 | ※2   | 19,600    |     |       |
| ⑪  | 職種別労務単価補正率                        | %     | ※1   | 表1-23の別表1 |     |       |
| ⑫  | クレーン付トラック<br>(積載質量2t、吊り能力2t) 損料単価 | 円/日   | ※1   | 5,490     |     |       |
| ⑬  | 直接経費率                             | %     | ※1   | 4         |     |       |
| ⑭  | 技術経費率                             | %     | ※1   | 1         |     |       |
| ⑮  | 間接業務比率                            | %     | ※1   | 23.5      |     |       |
| ⑯  | 諸経費率                              | %     | ※1   | 15.08     | ※1  | 15.11 |
| ⑰  | 交通誘導員基準人員                         | 人     | ※1   | 2         |     |       |
| ⑱  | 交通誘導員労務単価                         | 円/人・日 | ※3   | 11,900    |     |       |
| ⑲  | 緊急対応業務作業時間                        | h/回   | 設定値  | 4         |     |       |
| ⑳  | 緊急対応発生回数                          | 回/年   | 設定値  | 74        |     |       |
| ㉑  | 時間外労務単価補正率                        | %     | 設定値  | 50        |     |       |

## 【注記】

※1 「下水道施設維持管理積算要領 -終末処理場・ポンプ場施設編- 2011年度版」社団法人 日本下水道協会

※2 「平成30年度 公共工事設計労務単価」(国土交通省)の電工労務単価の全国平均値

※3 「平成30年度 公共工事設計労務単価」(国土交通省)の交通誘導警備員AおよびBの労務単価の全国平均値

※4 諸経費率 $=(-2.57568 \times \log X + 28.137)$  ここで X:業務原価(千円)、 $X \leq 10,000$ (千円)は諸経費率=17.83%

表 1-23 河内長野市における業務委託費の算出結果

| 記号 | 項目                     |       | 従来技術          |         | 本技術            |         |
|----|------------------------|-------|---------------|---------|----------------|---------|
|    |                        |       | 根拠            | 計算値     | 根拠             | 計算値     |
| A  | 年間巡回回数                 | 回     | 365×⑤         | 52      |                | 52      |
| B  | 保守点検所要時間計              | h     | ①×⑥           | 72.5    |                | 72.5    |
| C  | 保守点検所要日数               | 日     | B÷8h          | 9.0625  |                | 9.06    |
| D  | 保守点検年間所要日数             | 日     | A×C           | 471.25  |                | 471.25  |
| E  | 1巡回あたり所要日数             | 日     | ②÷③÷8h        | 0.92    |                | 0.92    |
| F  | 巡回年間所要日数               | 日     | A×E           | 47.84   |                | 47.84   |
| G  | 保守点検業務基準日数計            | 日     | D+F           | 519.09  |                | 519.09  |
| H  | 保守点検業務年間延べ業務人数         | 人     | ④×G           | 1038.18 |                | 1038.18 |
| I  | 保守点検業務職種別業務人数計上値       | 人     | H×⑧           | 別表1     |                | 別表2     |
| い  | 緊急対応の業務所要時間計           | h     | ⑯×⑳           | 296     | 緊急出動回数低減効果 70% | 89      |
| ろ  | 緊急対応の業務基準日数            | 日     | い÷8h          | 37      |                | 11.1    |
| は  | 緊急対応の業務年間延べ業務人数        | 人     | ④×ろ           | 74      |                | 22.2    |
| に  | 緊急対応の業務職種別人数計上値        | 人     | ろ×⑨           | 別表1     |                | 別表2     |
| ほ  | 職種別労務単価計上値             | 円/人・日 | ⑩×⑪×21        | 別表1     |                | 別表2     |
| J  | その他の業務所要時間計            | h     | ①×⑦           | 174     |                | 174     |
| K  | その他の業務所要日数             | 日     | J÷8h          | 21.75   |                | 21.8    |
| L  | その他の業務基準日数             | 日     | A×K           | 1131    |                | 1131    |
| M  | その他の業務年間延べ業務人数         | 人     | ④×L           | 2262    |                | 2262    |
| N  | その他の業務職種別人数計上値         | 人     | M×⑨           | 別表1     |                | 別表2     |
| O  | 職種別労務単価計上値             | 円/人・日 | ⑩×⑪           | 別表1     |                | 別表2     |
| P  | 交通誘導員年間延べ人員数           | 人     | ⑰×(G+L+㉔)     | 3448    | 緊急出動回数低減効果 70% | 3345    |
| Q  | 交通誘導員等人件費              | 千円    | P×⑬           | 41,031  |                | 39,806  |
| R  | クレーン付トラック(2t、吊り能力2t)損料 | 千円    | ⑫×(G+L+㉔)     | 9,465   | 緊急出動回数低減効果 70% | 9,180   |
| S  | 保守点検業務費                | 千円    | O×Iの合計        | 19,309  |                | 19,309  |
| へ  | 緊急対応の業務費               | 千円    | に×ほの合計        | 2,065   |                | 622     |
| T  | その他の業務費                | 千円    | O×Nの合計        | 31,193  |                | 31,193  |
| U  | 直接業務費計                 | 千円    | S+T+へ         | 52,567  |                | 51,124  |
| V  | 直接経費                   | 千円    | Q+R+(U×⑬/100) | 52,599  |                | 51,030  |
| W  | 技術経費                   | 千円    | S×⑭/100       | 193     |                | 193     |
| X  | 間接業務費                  | 千円    | U×⑮/100       | 12,353  |                | 12,014  |
| Y  | 業務原価                   | 千円    | U+V+W+X       | 117,712 |                | 114,361 |
| Z  | 諸経費                    | 千円    | Y×⑯/100       | 17,746  |                | 17,278  |
| a  | 業務価格                   | 千円    | Y+Z           | 135,458 |                | 131,639 |
| b  | 業務価格(改め)               | 千円    | aを万円未満切捨て     | 135,450 |                | 131,630 |

(従来技術)

| 【別表1】   | ⑧      | I                | S          | ⑨       | N               | T          | に                | ほ         | ⑪          | 21         | O          |
|---------|--------|------------------|------------|---------|-----------------|------------|------------------|-----------|------------|------------|------------|
|         | 職種構成比率 | 点検保守業務職種別業務人数計上値 | 保守点検業務費    | 職種別業務比率 | その他の業務職種別人員数計上値 | その他の業務費    | 緊急対応業務職種別業務人数計上値 | 緊急対応業務費   | 職種別労務単価補正率 | 時間外労務単価補正率 | 職種別労務単価計上値 |
|         | %      | 人                | 円          | 127     | 人               | 円          | 人                | 円         | -          | -          | 円/人・日      |
| 業務総括責任者 | 5      | 51.9             | 1,318,260  | -       | -               | -          | 3.7              | 140,970   | 1.3        | 1.5        | 25,400     |
| 副総括     | 15     | 155.7            | 3,503,250  | -       | -               | -          | 11.1             | 374,625   | 1.15       | 1.5        | 22,500     |
| 主任      | 30     | 311.5            | 6,105,400  | 10      | 226.2           | 4,433,520  | 22.2             | 652,680   | 1          | 1.5        | 19,600     |
| 技術員     | 25     | 259.5            | 4,567,200  | -       | -               | -          | 18.5             | 488,400   | 0.9        | 1.5        | 17,600     |
| 技能員     | 25     | 259.5            | 3,814,650  | 20      | 452.4           | 6,650,280  | 18.5             | 407,925   | 0.75       | 1.5        | 14,700     |
| その他     | 0      | 0.0              | 0          | 70      | 1583.4          | 20,109,180 | 0.0              | 0         | 0.65       | 1.5        | 12,700     |
| 計       | 100    | 1038.1           | 19,309,000 |         | 2262.0          | 31,193,000 | 74.0             | 2,065,000 |            |            |            |

(本技術)

| 【別表2】   | ⑧      | I                | S          | ⑨       | N               | T          | に                | ほ       | ⑪          | 21         | O          |
|---------|--------|------------------|------------|---------|-----------------|------------|------------------|---------|------------|------------|------------|
|         | 職種構成比率 | 点検保守業務職種別業務人数計上値 | 保守点検業務費    | 職種別業務比率 | その他の業務職種別人員数計上値 | その他の業務費    | 緊急対応業務職種別業務人数計上値 | 緊急対応業務費 | 職種別労務単価補正率 | 職種別労務単価補正率 | 職種別労務単価計上値 |
|         | %      | 人                | 円          | %       | 人               | 円          | 人                | 円       | -          | -          | 円/人・日      |
| 業務総括責任者 | 5      | 51.9             | 1,318,260  | -       | -               | -          | 1.1              | 41,910  | 1.3        | 1.5        | 25,400     |
| 副総括     | 15     | 155.7            | 3,503,250  | -       | -               | -          | 3.3              | 111,375 | 1.15       | 1.5        | 22,500     |
| 主任      | 30     | 311.5            | 6,105,400  | 10      | 226.2           | 4,433,520  | 6.7              | 196,980 | 1          | 1.5        | 19,600     |
| 技術員     | 25     | 259.5            | 4,567,200  | -       | -               | -          | 5.6              | 147,840 | 0.9        | 1.5        | 17,600     |
| 技能員     | 25     | 259.5            | 3,814,650  | 20      | 452.4           | 6,650,280  | 5.6              | 123,480 | 0.75       | 1.5        | 14,700     |
| その他     | 0      | 0.0              | 0          | 70      | 1583.4          | 20,109,180 | 0.0              | 0       | 0.65       | 1.5        | 12,700     |
| 計       | 100    | 1038.1           | 19,309,000 |         | 2262.0          | 31,193,000 | 22.3             | 622,000 |            |            |            |

表 1-24 河内長野市における維持管理費の算出結果

| 工種                   | 種別           | 細別           | 従来技術    | 本技術     | 根拠     |
|----------------------|--------------|--------------|---------|---------|--------|
|                      |              |              | 金額(千円)  | 金額(千円)  |        |
| マンホールポンプ場            |              |              |         |         |        |
|                      | 直接業務費        | 保守点検業務費      | 19,309  | 19,309  | S      |
|                      |              | その他の業務費      | 31,193  | 31,193  | T      |
|                      | 直接業務費計       |              | 52,567  | 51,124  | U      |
|                      | 直接経費         |              | 52,599  | 51,030  | V      |
|                      | 技術経費         |              | 193     | 193     | W      |
|                      | 間接業務費        |              | 12,353  | 12,014  | X      |
| 業務原価                 |              |              | 117,712 | 114,361 | Y      |
|                      | 諸経費          |              | 17,746  | 17,278  | Z      |
| 業務価格                 |              |              | 135,458 | 131,639 | a      |
|                      |              |              | 135,450 | 131,630 | b      |
| ①業務委託費               |              |              |         |         |        |
|                      |              |              | 135,450 | 131,630 | 削減率3%  |
|                      |              |              | 14520   | 14111   | 削減率3%  |
|                      |              |              |         |         |        |
| ②オーバーホール費            | 従来 耐用年数15.0年 | 今回 耐用年数15.2年 | 14,504  | 14,313  | 削減率1%  |
|                      |              |              |         |         |        |
| ③通信費・クラウド利用料         | 従来 2.5千円/月   | 今回 0.9千円/月   | 5,190   | 1,566   | 削減率70% |
|                      |              |              |         |         |        |
| ④オプション費用<br>(異常運転検知) |              | 今回 4.0千円/月   |         | 48      |        |
|                      |              |              |         |         |        |
| ①+②<br>維持管理費合計       |              |              | 29,024  | 28,424  | 削減率2%  |
|                      |              |              |         |         |        |
| ①+②+③+④<br>維持管理費合計   |              |              | 34,214  | 30,038  | 削減率12% |

| 緊急出動回数 | 削減率 | 解消回数 | 異常運転継続期間 T | 異常運転時間削減率 | 削減運転時間 | 機場数   | 削減率 |
|--------|-----|------|------------|-----------|--------|-------|-----|
| 74回    | 70% | 52回  | 32.4日      | 22%       | 1H h/年 | 145機場 | 1%  |

### 年間運転時間の削減比率及び長寿命化比率

導入効果として、異常運転時間削減率 22%が見込まれる場合の年間運転時間削減率を下記のとおりに算定する。

故障発報を事前に検知できる回数

$$= \text{故障発報回数} \times \text{AI 検知検出率} = 74 \text{ 回/年} \times 70\% = 52 \text{ 回}$$

52 回の異常運転を解消できるものとし、異常運転継続期間 T は実証データの平均値より 32.4 日間と想定する。

#### 削減運転時間

$$\begin{aligned}
 &= 52 \text{ 回} \times 1 \text{ 機場当たりの平均運転時間 (H)} \times \text{異常運転継続期間 T} / 365 \text{ 日} \times \text{異常運転時間削減率} \\
 &= 52 \text{ 回} \times \text{H h/年} \cdot \text{機場} \times 32.4 \text{ 日} / 365 \text{ 日} \times 22\% \\
 &= 1\text{H h/年}
 \end{aligned}$$

よって、

#### 年間運転時間の削減比率

$$\begin{aligned}
 &= \text{削減運転時間} / \text{導入前運転時間} \\
 &= 1\text{H h/年} / (145 \text{ 機場} \times \text{H h/年}) \\
 &= 1\%
 \end{aligned}$$

#### 長寿命化比率

$$\begin{aligned}
 &= \{ 1 / (1 - \text{年間運転時間の削減比率}) \} \\
 &= 1/0.99 \\
 &= 101\%
 \end{aligned}$$

従来の耐用年数 15 年に対し、導入後は  $15 \text{ 年} \times 101\% = 15.2 \text{ 年}$  となる。

表 1-25 今治市における維持管理費削減効果の算定条件

| 記号 | 項目                                |       | 従来技術 |           | 本技術 |       |
|----|-----------------------------------|-------|------|-----------|-----|-------|
|    |                                   |       | 根拠   | 値         | 根拠  | 値     |
| ①  | マンホールポンプ場総数                       | 箇所    | 設定値  | 127       |     |       |
| ②  | 巡回距離計                             | km    | 設定値  | 190       |     |       |
| ③  | 巡回速度                              | km/h  | 設定値  | 30        |     |       |
| ④  | 巡回体制                              | 人     | 設定値  | 2         |     |       |
| ⑤  | 巡回頻度                              | 回/日   | 設定値  | 1/7       |     |       |
| ⑥  | 保守点検所要時間                          | h/箇所  | 設定値  | 0.5       |     |       |
| ⑦  | その他の業務作業時間                        | h/箇所  | ※1   | 1.2       |     |       |
| ⑧  | 職種構成比率                            | %     | ※1   | 表1-26の別表1 |     |       |
| ⑨  | 職種別業務比率                           | %     | ※1   | 表1-26の別表1 |     |       |
| ⑩  | 電工労務単価                            | 円/人・日 | ※2   | 19,600    |     |       |
| ⑪  | 職種別労務単価補正率                        | %     | ※1   | 表1-26の別表1 |     |       |
| ⑫  | クレーン付トラック<br>(積載質量2t、吊り能力2t) 損料単価 | 円/日   | ※1   | 5,490     |     |       |
| ⑬  | 直接経費率                             | %     | ※1   | 4         |     |       |
| ⑭  | 技術経費率                             | %     | ※1   | 1         |     |       |
| ⑮  | 間接業務比率                            | %     | ※1   | 23.5      |     |       |
| ⑯  | 諸経費率                              | %     | ※1   | 15.23     | ※1  | 15.26 |
| ⑰  | 交通誘導員基準人員                         | 人     | ※1   | 2         |     |       |
| ⑱  | 交通誘導員労務単価                         | 円/人・日 | ※3   | 11,900    |     |       |
| ⑲  | 緊急対応業務作業時間                        | h/回   | 設定値  | 4         |     |       |
| ⑳  | 緊急対応発生回数                          | 回/年   | 設定値  | 59        |     |       |
| ㉑  | 時間外労務単価補正率                        | %     | 設定値  | 50        |     |       |

## 【注記】

※1 「下水道施設維持管理積算要領 -終末処理場・ポンプ場施設編- 2011年度版」社団法人 日本下水道協会

※2 「平成30年度 公共工事設計労務単価」(国土交通省)の電工労務単価の全国平均値

※3 「平成30年度 公共工事設計労務単価」(国土交通省)の交通誘導警備員AおよびBの労務単価の全国平均値

※4 諸経費率 $=(-2.57568 \times \log X + 28.137)$  ここで X:業務原価(千円)、 $X \leq 10,000$ (千円)は諸経費率=17.83%

表 1-26 今治市における業務委託費の算出結果(別紙2)

| 記号 | 項目                     |       | 従来技術          |         | 本技術            |         |
|----|------------------------|-------|---------------|---------|----------------|---------|
|    |                        |       | 根拠            | 計算値     | 根拠             | 計算値     |
| A  | 年間巡回回数                 | 回     | 365×⑤         | 52      |                | 52      |
| B  | 保守点検所要時間計              | h     | ①×⑥           | 63.5    |                | 63.5    |
| C  | 保守点検所要日数               | 日     | B÷8h          | 7.9375  |                | 7.94    |
| D  | 保守点検年間所要日数             | 日     | A×C           | 412.75  |                | 412.75  |
| E  | 1巡回あたり所要日数             | 日     | ②÷③÷8h        | 0.79    |                | 0.79    |
| F  | 巡回年間所要日数               | 日     | A×E           | 41.08   |                | 41.08   |
| G  | 保守点検業務基準日数計            | 日     | D+F           | 453.83  |                | 453.83  |
| H  | 保守点検業務年間延べ業務人数         | 人     | ④×G           | 907.66  |                | 907.66  |
| I  | 保守点検業務職種別業務人数計上値       | 人     | H×⑧           | 別表1     |                | 別表2     |
| い  | 緊急対応の業務所要時間計           | h     | ⑬×⑳           | 236     | 緊急出動回数低減効果 70% | 71      |
| ろ  | 緊急対応の業務基準日数            | 日     | い÷8h          | 29.5    |                | 8.9     |
| は  | 緊急対応の業務年間延べ業務人数        | 人     | ④×ろ           | 59      |                | 17.7    |
| に  | 緊急対応の業務職種別人数計上値        | 人     | ろ×⑨           | 別表1     |                | 別表2     |
| ほ  | 職種別労務単価計上値             | 円/人・日 | ⑩×⑪×21        | 別表1     |                | 別表2     |
| J  | その他の業務所要時間計            | h     | ①×⑦           | 152.4   |                | 152     |
| K  | その他の業務所要日数             | 日     | J÷8h          | 19.05   |                | 19.1    |
| L  | その他の業務基準日数             | 日     | A×K           | 990.6   |                | 990.6   |
| M  | その他の業務年間延べ業務人数         | 人     | ④×L           | 1981.2  |                | 1981.2  |
| N  | その他の業務職種別人数計上値         | 人     | M×⑨           | 別表1     |                | 別表2     |
| O  | 職種別労務単価計上値             | 円/人・日 | ⑩×⑪           | 別表1     |                | 別表2     |
| P  | 交通誘導員年間延べ人員数           | 人     | ⑪×(G+L+㉑)     | 3007    | 緊急出動回数低減効果 70% | 2924    |
| Q  | 交通誘導員等件費               | 千円    | P×⑬           | 35,783  |                | 34,796  |
| R  | クレーン付トラック(2t、吊り能力2t)損料 | 千円    | ⑫×(G+L+㉑)     | 8,253   | 緊急出動回数低減効果 70% | 8,027   |
| S  | 保守点検業務費                | 千円    | O×Iの合計        | 16,881  |                | 16,881  |
| へ  | 緊急対応の業務費               | 千円    | に×ほの合計        | 1,652   |                | 494     |
| T  | その他の業務費                | 千円    | O×Nの合計        | 27,321  |                | 27,321  |
| U  | 直接業務費計                 | 千円    | S+T+へ         | 45,854  |                | 44,696  |
| V  | 直接経費                   | 千円    | Q+R+(U×⑬/100) | 45,870  |                | 44,610  |
| W  | 技術経費                   | 千円    | S×⑭/100       | 169     |                | 169     |
| X  | 間接業務費                  | 千円    | U×⑮/100       | 10,776  |                | 10,504  |
| Y  | 業務原価                   | 千円    | U+V+W+X       | 102,669 |                | 99,979  |
| Z  | 諸経費                    | 千円    | Y×⑯/100       | 15,636  |                | 15,256  |
| a  | 業務価格                   | 千円    | Y+Z           | 118,305 |                | 115,235 |
| b  | 業務価格(改め)               | 千円    | aを万円未満切捨て     | 118,300 |                | 115,230 |

(従来技術)

| 【別表1】   | ⑧      | I                | S          | ⑨       | N               | T          | に                | ほ         | ⑪          | 21         | O          |
|---------|--------|------------------|------------|---------|-----------------|------------|------------------|-----------|------------|------------|------------|
|         | 職種構成比率 | 点検保守業務職種別業務人数計上値 | 保守点検業務費    | 職種別業務比率 | その他の業務職種別人員数計上値 | その他の業務費    | 緊急対応業務職種別業務人数計上値 | 緊急対応業務費   | 職種別労務単価補正率 | 時間外労務単価補正率 | 職種別労務単価計上値 |
|         | %      | 人                | 円          | 127     | 人               | 円          | 人                | 円         | -          | -          | 円/人・日      |
| 業務総括責任者 | 5      | 45.4             | 1,153,160  | -       | -               | -          | 3.0              | 114,300   | 1.3        | 1.5        | 25,400     |
| 副総括     | 15     | 136.1            | 3,062,250  | -       | -               | -          | 8.9              | 300,375   | 1.15       | 1.5        | 22,500     |
| 主任      | 30     | 272.3            | 5,337,080  | 10      | 198.12          | 3,883,152  | 17.7             | 520,380   | 1          | 1.5        | 19,600     |
| 技術員     | 25     | 226.9            | 3,993,440  | -       | -               | -          | 14.8             | 390,720   | 0.9        | 1.5        | 17,600     |
| 技能員     | 25     | 226.9            | 3,335,430  | 20      | 396.2           | 5,824,728  | 14.8             | 326,340   | 0.75       | 1.5        | 14,700     |
| その他     | 0      | 0.0              | 0          | 70      | 1386.8          | 17,612,868 | 0.0              | 0         | 0.65       | 1.5        | 12,700     |
| 計       | 100    | 907.6            | 16,881,000 |         | 1981.2          | 27,321,000 | 59.2             | 1,652,000 |            |            |            |

(本技術)

| 【別表2】   | ⑧      | I                | S          | ⑨       | N               | T          | に                | ほ       | ⑪          | 21         | O          |
|---------|--------|------------------|------------|---------|-----------------|------------|------------------|---------|------------|------------|------------|
|         | 職種構成比率 | 点検保守業務職種別業務人数計上値 | 保守点検業務費    | 職種別業務比率 | その他の業務職種別人員数計上値 | その他の業務費    | 緊急対応業務職種別業務人数計上値 | 緊急対応業務費 | 職種別労務単価補正率 | 職種別労務単価補正率 | 職種別労務単価計上値 |
|         | %      | 人                | 円          | %       | 人               | 円          | 人                | 円       | -          | -          | 円/人・日      |
| 業務総括責任者 | 5      | 45.4             | 1,153,160  | -       | -               | -          | 0.9              | 34,290  | 1.3        | 1.5        | 25,400     |
| 副総括     | 15     | 136.1            | 3,062,250  | -       | -               | -          | 2.7              | 91,125  | 1.15       | 1.5        | 22,500     |
| 主任      | 30     | 272.3            | 5,337,080  | 10      | 198.12          | 3,883,152  | 5.3              | 155,820 | 1          | 1.5        | 19,600     |
| 技術員     | 25     | 226.9            | 3,993,440  | -       | -               | -          | 4.4              | 116,160 | 0.9        | 1.5        | 17,600     |
| 技能員     | 25     | 226.9            | 3,335,430  | 20      | 396.2           | 5,824,728  | 4.4              | 97,020  | 0.75       | 1.5        | 14,700     |
| その他     | 0      | 0.0              | 0          | 70      | 1386.8          | 17,612,868 | 0.0              | 0       | 0.65       | 1.5        | 12,700     |
| 計       | 100    | 907.6            | 16,881,000 |         | 1981.2          | 27,321,000 | 17.7             | 494,000 |            |            |            |

表 1-27 今治市における維持管理費の算出結果

| 工種                   | 種別           | 細別           | 従来技術    | 本技術     | 根拠     |
|----------------------|--------------|--------------|---------|---------|--------|
|                      |              |              | 金額(千円)  | 金額(千円)  |        |
| マンホールポンプ場            |              |              |         |         |        |
|                      | 直接業務費        | 保守点検業務費      | 16,881  | 16,881  | S      |
|                      |              | その他の業務費      | 27,321  | 27,321  | T      |
|                      | 直接業務費計       |              | 45,854  | 44,696  | U      |
|                      | 直接経費         |              | 45,870  | 44,610  | V      |
|                      | 技術経費         |              | 169     | 169     | W      |
|                      | 間接業務費        |              | 10,776  | 10,504  | X      |
| 業務原価                 |              |              | 102,669 | 99,979  | Y      |
|                      | 諸経費          |              | 15,636  | 15,256  | Z      |
| 業務価格                 |              |              | 118,305 | 115,235 | a      |
|                      |              |              | 118,300 | 115,230 | b      |
| ①業務委託費               |              |              |         |         |        |
|                      |              |              | 118,300 | 115,230 | 削減率3%  |
|                      |              |              | 7000    | 6818    | 削減率3%  |
|                      |              |              |         |         |        |
| ②オーバーホール費            | 従来 耐用年数15.0年 | 今回 耐用年数15.2年 | 24,640  | 24,316  | 削減率1%  |
|                      |              |              |         |         |        |
| ③通信費・クラウド利用料         | 従来 2.5千円/月   | 今回 0.9千円/月   | 3,810   | 1,372   | 削減率64% |
|                      |              |              |         |         |        |
| ④オプション費用<br>(異常運転検知) |              | 今回 4.0千円/月   |         | 48      |        |
|                      |              |              |         |         |        |
| ①+②<br>維持管理費合計       |              |              | 31,640  | 31,134  | 削減率2%  |
|                      |              |              |         |         |        |
| ①+②+③+④<br>維持管理費合計   |              |              | 35,450  | 32,554  | 削減率8%  |

| 緊急出動回数 | 削減率 | 解消回数 | 異常運転継続期間 T | 異常運転時間削減率 | 削減運転時間   | 機場数   | 削減率 |
|--------|-----|------|------------|-----------|----------|-------|-----|
| 59回    | 70% | 41回  | 32.4日      | 22%       | 0.8H h/年 | 127機場 | 1%  |

### 年間運転時間の削減比率及び長寿命化比率

導入効果として、異常運転時間削減率 22%が見込まれる場合の年間運転時間削減率を下記のとおりに算定する。

故障発報を事前に検知できる回数

$$= \text{故障発報回数} \times \text{AI 検知検出率} = 59 \text{ 回/年} \times 70\% = 41 \text{ 回}$$

41 回の異常運転を解消できるものとし、異常運転継続期間 T は実証データの平均値より 32.4 日間と想定する。

#### 削減運転時間

$$\begin{aligned}
 &= 41 \text{ 回} \times 1 \text{ 機場当たりの平均運転時間 (H)} \times \text{異常運転継続期間 T} / 365 \text{ 日} \times \text{異常運転時間削減率} \\
 &= 41 \text{ 回} \times \text{H h/年} \cdot \text{機場} \times 32.4 \text{ 日} / 365 \text{ 日} \times 22\% \\
 &= 0.8\text{H h/年}
 \end{aligned}$$

よって、

#### 年間運転時間の削減比率

$$\begin{aligned}
 &= \text{削減運転時間} / \text{導入前運転時間} \\
 &= 0.8\text{H h/年} / (127 \text{ 機場} \times \text{H h/年}) \\
 &= 1\%
 \end{aligned}$$

$$\text{長寿命化比率} = 1 / (1 - \text{年間運転時間の削減比率})$$

$$= 1 / 0.99$$

$$= 101\%$$

従来の耐用年数 15 年に対し、導入後は  $15 \text{ 年} \times 101\% = 15.2 \text{ 年}$  となる。

表 1-28 赤磐市における維持管理費削減効果の算定条件

| 記号 | 項目                                |       | 従来技術 |           | 本技術 |       |
|----|-----------------------------------|-------|------|-----------|-----|-------|
|    |                                   |       | 根拠   | 値         | 根拠  | 値     |
| ①  | マンホールポンプ場総数                       | 箇所    | 設定値  | 76        |     |       |
| ②  | 巡回距離計                             | km    | 設定値  | 150       |     |       |
| ③  | 巡回速度                              | km/h  | 設定値  | 30        |     |       |
| ④  | 巡回体制                              | 人     | 設定値  | 2         |     |       |
| ⑤  | 巡回頻度                              | 回/日   | 設定値  | 1/120     |     |       |
| ⑥  | 保守点検所要時間                          | h/箇所  | 設定値  | 0.5       |     |       |
| ⑦  | その他の業務作業時間                        | h/箇所  | ※1   | 1.2       |     |       |
| ⑧  | 職種構成比率                            | %     | ※1   | 表1-29の別表1 |     |       |
| ⑨  | 職種別業務比率                           | %     | ※1   | 表1-29の別表1 |     |       |
| ⑩  | 電工労務単価                            | 円/人・日 | ※2   | 19,600    |     |       |
| ⑪  | 職種別労務単価補正率                        | %     | ※1   | 表1-29の別表1 |     |       |
| ⑫  | クレーン付トラック<br>(積載質量2t、吊り能力2t) 損料単価 | 円/日   | ※1   | 5,490     |     |       |
| ⑬  | 直接経費率                             | %     | ※1   | 4         |     |       |
| ⑭  | 技術経費率                             | %     | ※1   | 1         |     |       |
| ⑮  | 間接業務比率                            | %     | ※1   | 23.5      |     |       |
| ⑯  | 諸経費率                              | %     | ※1   | 18.43     | ※1  | 18.81 |
| ⑰  | 交通誘導員基準人員                         | 人     | ※1   | 2         |     |       |
| ⑱  | 交通誘導員労務単価                         | 円/人・日 | ※3   | 11,900    |     |       |
| ⑲  | 緊急対応業務作業時間                        | h/回   | 設定値  | 4         |     |       |
| ⑳  | 緊急対応発生回数                          | 回/年   | 設定値  | 37        |     |       |
| ㉑  | 時間外労務単価補正率                        | %     | 設定値  | 50        |     |       |

## 【注記】

※1 「下水道施設維持管理積算要領 -終末処理場・ポンプ場施設編- 2011年度版」社団法人 日本下水道協会

※2 「平成30年度 公共工事設計労務単価」(国土交通省)の電工労務単価の全国平均値

※3 「平成30年度 公共工事設計労務単価」(国土交通省)の交通誘導警備員AおよびBの労務単価の全国平均値

※4 諸経費率 $=(-2.57568 \times \log X + 28.137)$  ここで X:業務原価(千円)、 $X \leq 10,000$ (千円)は諸経費率=17.83%

表 1-29 赤磐市における業務委託費の算出結果(別紙 3)

| 記号 | 項目                     |       | 従来技術          |       | 本技術            |       |
|----|------------------------|-------|---------------|-------|----------------|-------|
|    |                        |       | 根拠            | 計算値   | 根拠             | 計算値   |
| A  | 年間巡回回数                 | 回     | 365×⑤         | 3     |                | 3     |
| B  | 保守点検所要時間計              | h     | ①×⑥           | 38    |                | 38    |
| C  | 保守点検所要日数               | 日     | B÷8h          | 4.75  |                | 4.75  |
| D  | 保守点検年間所要日数             | 日     | A×C           | 14.25 |                | 14.25 |
| E  | 1巡回あたり所要日数             | 日     | ②÷③÷8h        | 0.63  |                | 0.63  |
| F  | 巡回年間所要日数               | 日     | A×E           | 1.89  |                | 1.89  |
| G  | 保守点検業務基準日数計            | 日     | D+F           | 16.14 |                | 16.14 |
| H  | 保守点検業務年間延べ業務人数         | 人     | ④×G           | 32.28 |                | 32.28 |
| I  | 保守点検業務職種別業務人数計上値       | 人     | H×⑧           | 別表1   |                | 別表2   |
| い  | 緊急対応の業務所要時間計           | h     | ⑬×⑳           | 148   | 緊急出動回数低減効果 70% | 44    |
| ろ  | 緊急対応の業務基準日数            | 日     | い÷8h          | 18.5  |                | 5.6   |
| は  | 緊急対応の業務年間延べ業務人数        | 人     | ④×ろ           | 37    |                | 11.1  |
| に  | 緊急対応の業務職種別業務人数計上値      | 人     | ろ×⑨           | 別表1   |                | 別表2   |
| ほ  | 職種別労務単価計上値             | 円/人・日 | ⑩×⑪×21        | 別表1   |                | 別表2   |
| J  | その他の業務所要時間計            | h     | ①×⑦           | 91.2  |                | 91    |
| K  | その他の業務所要日数             | 日     | J÷8h          | 11.4  |                | 11.4  |
| L  | その他の業務基準日数             | 日     | A×K           | 34.2  |                | 34.2  |
| M  | その他の業務年間延べ業務人数         | 人     | ④×L           | 68.4  |                | 68.4  |
| N  | その他の業務職種別業務人数計上値       | 人     | M×⑨           | 別表1   |                | 別表2   |
| O  | 職種別労務単価計上値             | 円/人・日 | ⑩×⑪           | 別表1   |                | 別表2   |
| P  | 交通誘導員年間延べ人員数           | 人     | ⑪×(G+L+㉔)     | 175   | 緊急出動回数低減効果 70% | 123   |
| Q  | 交通誘導員等人件費              | 千円    | P×⑬           | 2,083 |                | 1,464 |
| R  | クレーン付トラック(2t、吊り能力2t)損料 | 千円    | ⑫×(G+L+㉔)     | 479   | 緊急出動回数低減効果 70% | 337   |
| S  | 保守点検業務費                | 千円    | O×Iの合計        | 600   |                | 600   |
| へ  | 緊急対応の業務費               | 千円    | に×ほの合計        | 1,038 |                | 313   |
| T  | その他の業務費                | 千円    | O×Nの合計        | 943   |                | 943   |
| U  | 直接業務費計                 | 千円    | S+T+へ         | 2,581 |                | 1,856 |
| V  | 直接経費                   | 千円    | Q+R+(U×⑬/100) | 2,665 |                | 1,875 |
| W  | 技術経費                   | 千円    | S×⑭/100       | 6     |                | 6     |
| X  | 間接業務費                  | 千円    | U×⑮/100       | 607   |                | 436   |
| Y  | 業務原価                   | 千円    | U+V+W+X       | 5,859 |                | 4,173 |
| Z  | 諸経費                    | 千円    | Y×⑯/100       | 1,080 |                | 785   |
| a  | 業務価格                   | 千円    | Y+Z           | 6,939 |                | 4,958 |
| b  | 業務価格(改め)               | 千円    | aを万円未満切捨て     | 6,930 |                | 4,950 |

(従来技術)

| 【別表1】   | ⑧      | I                | S       | ⑨       | N               | T       | に                | ほ         | ⑪          | 21         | O          |
|---------|--------|------------------|---------|---------|-----------------|---------|------------------|-----------|------------|------------|------------|
|         | 職種構成比率 | 点検保守業務職種別業務人数計上値 | 保守点検業務費 | 職種別業務比率 | その他の業務職種別人員数計上値 | その他の業務費 | 緊急対応業務職種別業務人数計上値 | 緊急対応業務費   | 職種別労務単価補正率 | 時間外労務単価補正率 | 職種別労務単価計上値 |
|         | %      | 人                | 円       | 127     | 人               | 円       | 人                | 円         | -          | -          | 円/人・日      |
| 業務総括責任者 | 5      | 1.6              | 40,640  | -       | -               | -       | 1.9              | 72,390    | 1.3        | 1.5        | 25,400     |
| 副総括     | 15     | 4.8              | 108,000 | -       | -               | -       | 5.6              | 189,000   | 1.15       | 1.5        | 22,500     |
| 主任      | 30     | 9.7              | 190,120 | 10      | 6.84            | 134,064 | 11.1             | 326,340   | 1          | 1.5        | 19,600     |
| 技術員     | 25     | 8.1              | 142,560 | -       | -               | -       | 9.3              | 245,520   | 0.9        | 1.5        | 17,600     |
| 技能員     | 25     | 8.1              | 119,070 | 20      | 13.7            | 201,096 | 9.3              | 205,065   | 0.75       | 1.5        | 14,700     |
| その他     | 0      | 0.0              | 0       | 70      | 47.9            | 608,076 | 0.0              | 0         | 0.65       | 1.5        | 12,700     |
| 計       | 100    | 32.3             | 600,000 |         | 68.4            | 943,000 | 37.2             | 1,038,000 |            |            |            |

(本技術)

| 【別表2】   | ⑧      | I                | S       | ⑨       | N               | T       | に                | ほ       | ⑪          | 21         | O          |
|---------|--------|------------------|---------|---------|-----------------|---------|------------------|---------|------------|------------|------------|
|         | 職種構成比率 | 点検保守業務職種別業務人数計上値 | 保守点検業務費 | 職種別業務比率 | その他の業務職種別人員数計上値 | その他の業務費 | 緊急対応業務職種別業務人数計上値 | 緊急対応業務費 | 職種別労務単価補正率 | 職種別労務単価補正率 | 職種別労務単価計上値 |
|         | %      | 人                | 円       | %       | 人               | 円       | 人                | 円       | -          | -          | 円/人・日      |
| 業務総括責任者 | 5      | 1.6              | 40,640  | -       | -               | -       | 0.6              | 22,860  | 1.3        | 1.5        | 25,400     |
| 副総括     | 15     | 4.8              | 108,000 | -       | -               | -       | 1.7              | 57,375  | 1.15       | 1.5        | 22,500     |
| 主任      | 30     | 9.7              | 190,120 | 10      | 6.84            | 134,064 | 3.3              | 97,020  | 1          | 1.5        | 19,600     |
| 技術員     | 25     | 8.1              | 142,560 | -       | -               | -       | 2.8              | 73,920  | 0.9        | 1.5        | 17,600     |
| 技能員     | 25     | 8.1              | 119,070 | 20      | 13.7            | 201,096 | 2.8              | 61,740  | 0.75       | 1.5        | 14,700     |
| その他     | 0      | 0.0              | 0       | 70      | 47.9            | 608,076 | 0.0              | 0       | 0.65       | 1.5        | 12,700     |
| 計       | 100    | 32.3             | 600,000 |         | 68.4            | 943,000 | 11.2             | 313,000 |            |            |            |

表 1-30 赤磐市における維持管理費の算出結果

| 工種                   | 種別           | 細別           | 従来技術   | 本技術    | 根拠     |
|----------------------|--------------|--------------|--------|--------|--------|
|                      |              |              | 金額(千円) | 金額(千円) |        |
| マンホールポンプ場            |              |              |        |        |        |
|                      | 直接業務費        | 保守点検業務費      | 600    | 600    | S      |
|                      |              | その他の業務費      | 943    | 943    | T      |
|                      | 直接業務費計       |              | 2,581  | 1,856  | U      |
|                      | 直接経費         |              | 2,665  | 1,875  | V      |
|                      | 技術経費         |              | 6      | 6      | W      |
|                      | 間接業務費        |              | 607    | 436    | X      |
| 業務原価                 |              |              | 5,859  | 4,173  | Y      |
|                      | 諸経費          |              | 1,080  | 785    | Z      |
| 業務価格                 |              |              | 6,939  | 4,958  | a      |
|                      |              |              | 6,930  | 4,950  | b      |
| ①業務委託費               |              |              |        |        |        |
|                      |              |              | 6,930  | 4,950  | 削減率29% |
|                      |              |              | 14430  | 10307  | 削減率29% |
|                      |              |              |        |        |        |
| ②オーバーホール費            | 従来 耐用年数15.0年 | 今回 耐用年数15.2年 | 5,000  | 4,934  | 削減率1%  |
|                      |              |              |        |        |        |
| ③通信費・クラウド利用料         | 従来 2.5千円/月   | 今回 0.9千円/月   | 2,280  | 821    | 削減率64% |
|                      |              |              |        |        |        |
| ④オプション費用<br>(異常運転検知) |              | 今回 4.0千円/月   |        | 48     |        |
|                      |              |              |        |        |        |
| ①+②<br>維持管理費合計       |              |              | 19,430 | 15,241 | 削減率22% |
|                      |              |              |        |        |        |
| ①+②+③+④<br>維持管理費合計   |              |              | 21,710 | 16,110 | 削減率26% |

| 緊急出動回数 | 削減率 | 解消回数 | 異常運転継続期間 T | 異常運転時間削減率 | 削減運転時間   | 機場数  | 削減率 |
|--------|-----|------|------------|-----------|----------|------|-----|
| 37回    | 70% | 26回  | 32.4日      | 22%       | 0.5H h/年 | 76機場 | 1%  |

### 年間運転時間の削減比率及び長寿命化比率

導入効果として、異常運転時間削減率 22%が見込まれる場合の年間運転時間削減率を下記のとおりに算定する。

故障発報を事前に検知できる回数

$$= \text{故障発報回数} \times \text{AI 検知検出率} = 37 \text{ 回/年} \times 70\% = 26 \text{ 回}$$

26 回の異常運転を解消できるものとし、異常運転継続期間 T は実証データの平均値より 32.4 日間と想定する。

削減運転時間

$$\begin{aligned}
 &= 26 \text{ 回} \times 1 \text{ 機場当たりの平均運転時間 (H)} \times \text{異常運転継続期間 T} / 365 \text{ 日} \times \text{異常運転時間削減率} \\
 &= 26 \text{ 回} \times \text{H h/年} \cdot \text{機場} \times 32.4 \text{ 日} / 365 \text{ 日} \times 22\% \\
 &= 0.5\text{H h/年}
 \end{aligned}$$

よって、

年間運転時間の削減比率

$$\begin{aligned}
 &= \text{削減運転時間} / \text{導入前運転時間} \\
 &= 0.5\text{H h/年} / (76 \text{ 機場} \times \text{H h/年}) \\
 &= 1\%
 \end{aligned}$$

長寿命化比率 =  $1 / (1 - \text{年間運転時間の削減比率})$

$$\begin{aligned}
 &= 1 / 0.99 \\
 &= 101\%
 \end{aligned}$$

従来の耐用年数 15 年に対し、導入後は  $15 \text{ 年} \times 101\% = 15.2 \text{ 年}$  となる。

## 1.6 地方公共団体状況調査

本技術の適用性・普及可能性を検討するため、国内の地方公共団体に対してマンホールポンプ施設の維持管理に関する調査を実施し、維持管理・機器更新等の課題についてのヒアリングを行った。

調査した地方公共団体の基本情報一覧を表 1-31 に示す。

表 1-31 調査した地方公共団体の基本情報一覧

| 地方公共団体 | 全体計画面積<br>(ha) | 処理区域面積<br>(ha) | 下水道人口普及率<br>(%) | 管きょ延長(km) |      |       | 処理場数<br>(箇所) | マンホールポンプ施設数<br>(箇所) |
|--------|----------------|----------------|-----------------|-----------|------|-------|--------------|---------------------|
|        |                |                |                 | 分流汚水      | 分流雨水 | 合流    |              |                     |
| A市     | 4,371          | 3,606          | 97.3            | 678       | 36   | 29    | 1            | 202                 |
| B市     | 618            | 577            | 80.9            | 137       | 0    | 0     | 1            | 84                  |
| C市     | 2,788          | 2,536          | 98.3            | 631       | 0    | 0     | 4            | 180                 |
| D市     | 7,395          | 5,220          | 51.0            | 1,085     | 13   | 62    | 5            | 238                 |
| E市     | 327            | 327            | 53.7            | 98        | 0    | 0     | 3            | 31                  |
| F市     | 425            | 425            | 92.7            | 14        | 10   | 0     | 3            | 52                  |
| G市     | 4,465          | 4,465          | 91.4            | 786       | 110  | 274   | 0            | 34                  |
| H市     | 1,067          | 678            | 87.5            | 156       | 55   | 35    | 0            | 27                  |
| I市     | 1,617          | 1,007          | 98.0            | 283       | 27   | 27    | 0            | 8                   |
| J市     | 3,582          | 3,500          | 99.9            | 324       | 169  | 343   | 2            | 35                  |
| K市     | 1,205          | 880            | 99.9            | 194       | 66   | 0     | 0            | 24                  |
| L市     | 2,818          | 1,930          | 92.7            | 353       | 85   | 0     | 0            | 37                  |
| M市     | 1,690          | 1,036          | 46.8            | 234       | 14   | 8     | 6            | 109                 |
| N市     | 4,453          | 2,538          | 63.7            | 445       | 102  | 0     | 1            | 11                  |
| O市     | 3,216          | 2,191          | 59.5            | 473       | 38   | 0     | 2            | 67                  |
| P市     | 6,943          | 5,172          | 63.8            | 1,090     | 340  | 128   | 4            | 33                  |
| Q市     | 248            | 248            | 100.0           | 61        | 2    | 0     | 2            | 31                  |
| R市     | 12,082         | 7,789          | 67.4            | 2,145     | 66   | 289   | 10           | 294                 |
| S市     | 13,724         | 11,894         | 89.9            | 2,385     | 55   | 245   | 5            | 310                 |
| T市     | 16,031         | 15,603         | 99.5            | 2,219     | 170  | 1,836 | 5            | 186                 |
| U市     | 900            | 334            | 43.2            | 129       | 0    | 0     | 3            | 61                  |
| V市     | 0              | 0              | 92.0            | 0         | 0    | 0     | 8            | 114                 |
| W市     | 1309           | 1266           | 86.0            | 493       | 493  | 0     | 10           | 557                 |
| X市     | 257.3          | 257.3          | 100.0           | 11.45     | 0    | 0     | 3            | 149                 |
| Y市     | 100            | 100            | 62.0            | 67        | 0    | 0     | 1            | 105                 |
| Z市     | 1062           | 796            | 97.5            | 216       | 8.1  | 0     | 3            | 106                 |

調査した内容のうち、故障発報の件数及びその内訳を表 1-32 及び表 1-33 に示す。年間故障発報件数の約 5 割が過負荷・過電流であり、故障対応の負担が窺える結果であった。なお、年間 1 機場当たりの故障数が多い D 市及び J 市は、設備の劣化等による通信系の異常が複数回発生していることが原因であった。

表 1-32 マンホールポンプ施設の年間故障発報件数

| 地方公共<br>団体 | 年間故障発報件数<br>(回程度) | マンホール<br>ポンプ施設数 | 年間 1 機場当たり<br>の故障数 |
|------------|-------------------|-----------------|--------------------|
| A 市        | 129               | 202             | 0.6                |
| B 市        | 150               | 84              | 1.8                |
| C 市        | 360               | 180             | 2.0                |
| D 市        | 10,000            | 238             | 42.0               |
| E 市        | 10                | 31              | 0.3                |
| F 市        | 60                | 52              | 1.2                |
| G 市        | 169               | 34              | 5.0                |
| H 市        | 76                | 27              | 2.8                |
| I 市        | 3                 | 8               | 0.4                |
| J 市        | 1,611             | 35              | 46.0               |
| K 市        | 120               | 24              | 5.0                |
| L 市        | 180               | 37              | 4.9                |
| M 市        | 6                 | 109             | 0.1                |
| N 市        | 50                | 11              | 4.5                |
| O 市        | 50                | 67              | 0.7                |
| P 市        | 80                | 33              | 2.4                |
| Q 市        | 50                | 31              | 1.6                |
| R 市        | 110               | 294             | 0.4                |
| S 市        | 640               | 310             | 2.1                |
| T 市        | 85                | 186             | 0.5                |
| U 市        | 158               | 61              | 2.6                |
| V 市        | 40                | 114             | 0.4                |
| W 市        | 100               | 557             | 0.2                |
| X 市        | 120               | 149             | 0.8                |
| Y 市        | 20                | 105             | 0.2                |
| Z 市        | 50                | 106             | 0.5                |

表 1-33 マンホールポンプ施設の年間故障発報の内訳

| 地方<br>公共団体 | 過負荷・過電流 | 異常高水位 | 停電  | その他   |
|------------|---------|-------|-----|-------|
| A 市        | 28%     | 19%   | 2%  | 51%   |
| B 市        | 12%     | 84%   | 4%  | 0%    |
| C 市        | 12%     | 45%   | 36% | 7%    |
| D 市        | 30%     | 40%   | 5%  | 25%   |
| E 市        | 70%     | 30%   | 0%  | 0%    |
| F 市        | 5%      | 12%   | 65% | 18%   |
| G 市        | 86%     | 4%    | 10% | 0%    |
| H 市        | 32%     | 49%   | 3%  | 16%   |
| I 市        | 90%     | 0%    | 10% | 0%    |
| J 市        | 5.2%    | 6.7%  | 0%  | 88.1% |
| K 市        | 85%     | 9%    | 1%  | 5%    |
| L 市        | 50%     | 50%   | 0%  | 0%    |
| M 市        | 100%    | 0%    | 0%  | 0%    |
| N 市        | 8%      | 0%    | 2%  | 90%   |
| O 市        | 70%     | 25%   | 5%  | 0%    |
| P 市        | 30%     | 60%   | 10% | 0%    |
| Q 市        | 60%     | 30%   | 10% | 0%    |
| R 市        | 59%     | 8%    | 10% | 23%   |
| S 市        | 10%     | 28%   | 10% | 52%   |
| T 市        | 24%     | 8%    | 13% | 39%   |
| U 市        | 34%     | 36%   | 25% | 5%    |
| V 市        | 30%     | 10%   | 10% | 50%   |
| W 市        | 85%     | 10%   | 5%  | 0%    |
| X 市        | 50%     | 40%   | 10% | 0%    |
| Y 市        | 50%     | 35%   | 15% | 0%    |
| Z 市        | 94%     | 4%    | 2%  | 0%    |

地方公共団体におけるマンホールポンプ施設の維持管理・機器更新等の課題についてのヒアリング結果を表 1-34 に示す。

表 1-34 マンホール施設の維持管理・機器更新等の課題

|           |                                                                           |
|-----------|---------------------------------------------------------------------------|
| 費用        | マンホールポンプ更新（稼働時間が少ないポンプが劣化傾向大）の予算要求が大きいため、電気設備の予算に充てる額が少ない。                |
|           | 費用がかかる。                                                                   |
|           | 更新したいが財源がない。                                                              |
|           | 状態監視保全は予算負担が大きい。                                                          |
|           | 機器の更新費用が高額。                                                               |
|           | 更新費用が高く計画的にできない状況。                                                        |
|           | 最近のポンプの故障が多くなってきており、予算的に負担が大きい。                                           |
| 異物<br>詰まり | 繊維物等の異物の流入により過負荷、ポンプの停止等の異常が頻発している。                                       |
|           | 異物の噛み込み・スカム等による詰まり。                                                       |
|           | 周辺住民への対策済みであるが、異物（布切れ等）の噛み込みなどがあり、ポンプが故障する。                               |
|           | 一部機場で異物が流入し、停止が頻発することがある                                                  |
| 流入水       | 能力を超過した流入による高水位警報の頻発（雨天時浸入水等の影響）。                                         |
|           | 異物流入によるポンプの閉塞及びマンホールからの悪臭。                                                |
|           | 不明水の流入。                                                                   |
|           | 当初計画より多い水量又は不明水の流入。                                                       |
| 電気        | 機械や電気機器であるため、急な故障や不具合が発生することがある。                                          |
|           | 管理するマンホールポンプの数が多いため、広範囲にわたる停電等への対応が困難である。                                 |
|           | 停電に弱い。                                                                    |
| 更新        | 事後保全の場合は故障してから更新となるため、更新時期まで故障した機器を使用し続ける必要あり。                            |
|           | 事後保全で2台の単独交互運転であるため（日常点検でマンホールポンプの状況を把握）、1台がほぼ完全停止となるぐらいのレベルまで延命して使用している。 |
| 経験        | 技術者不足により維持管理経験者の不足。                                                       |
|           | 今まで機器の全面更新を行った経験がなく、使いながらの更新方法の検討に苦慮している。                                 |
| その他       | ポンプの吸い込み能力が低下しているマンホールポンプがあるが、原因がポンプの不具合なのか圧送管の詰まり等なのか分からない。              |
|           | マンホールポンプの状況把握をリアルタイムでできない。                                                |
|           | 夏期になると高温で制御盤及び通信装置等が熱せられ、誤送信等の通信異常がよく起こる。                                 |
|           | 現状、改築の優先順位が経過年数のみによって決まっており、計画的であるとは言えない。                                 |
|           | 機場数が多い。                                                                   |

## 第2節 参考資料

### 2.1 導入効果の検討(例)

#### (1) 異常運転検知機能によるコスト削減効果の検討(例)

##### 1) 「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」によるコスト削減率の計算方法

「§17 導入効果の検討」に示す「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」を用いて、簡易的に示すコスト削減率を計算する方法を示す。

なお、計算にあたり、地方公共団体毎のマンホールポンプ施設の維持管理状況の違いによって、CASE1～CASE3を想定している。

|       | 維持管理状況 | 緊急出動対応          |
|-------|--------|-----------------|
| CASE1 | 業務委託対応 | 業務委託に含む（変更精算あり） |
| CASE2 | 業務委託対応 | 業務委託に含む（変更精算なし） |
| CASE3 | 直営対応   | 直営対応又は別途業務委託発注  |

CASE1：緊急出動対応等の業務実施回数に応じて変更精算を行う（契約金額に変更が生じる）場合を想定している。

CASE2：業務実施回数に関わらず変更精算を行わない（契約金額に変更は生じない）場合を想定している。このため、緊急出動対応費削減効果が算定されても、反映させる必要がない（緊急出動回数の変更が生じても契約金額は変わらないため）とも考えられるが、ここでは次期発注時に削減効果を考慮する（業務委託費を見直す）ことを想定し、次のとおり算定している。

#### 緊急出動対応費削減効果

「導入後の総緊急出動削減回数」 > 「契約時の総緊急出動回数」 ⇒削減効果なし

「導入後の総緊急出動削減回数」 ≤ 「契約時の総緊急出動回数」

⇒削減効果あり（業務委託費の減額が可能）

CASE3 : 基本的には直営対応で維持管理を行っているが、緊急出動対応については、直営対応する場合のほか、別途業務委託発注で対応する場合も想定している。緊急出動対応費は、直営対応の場合には、緊急出動による勤務時間外（休日・夜勤出動含む）対応等の勤務手当から一回当たりの職員対応費を採用し、別途業務委託発注で対応する場合には、その都度の委託費を採用することで算定できる。その際に、1回当たりの費用が定額ではない場合には、平均額を採用することもできる。

この計算方法はあくまで簡易的なものであるため、業務委託費にかかる諸経費率等の考えは直接的に考慮していない。入力する単価や費用について予め諸経費率分を見込んだ額を用いることで、より正確な計算ができる。

「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」計算方法《CASE1》

|        | 現状     | 備考                |
|--------|--------|-------------------|
| 維持管理状況 | 業務委託対応 | 緊急出動対応含む          |
| 緊急出動対応 | 変更精算あり | 実施した回数に応じて変更精算を行う |

|                                                   |           |                                               |
|---------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|
| 維持管理委託状況及び緊急出動対応費の精査方法                            |           | CASE1：業務委託（緊急出動対応費・委託費を含む・標準精算）               |
| 1. 現状データ入力                                        |           |                                               |
| 【現状】                                              | 導入検討      | 備考                                            |
| ① マンホールポンプ施設数                                     | 150現場     |                                               |
| ② 管理業務委託費                                         | 2,000万円/年 | マンホールポンプに関わる管理業務のみ<br>緊急出動対応費を含む              |
| ③ 通常点検回数【実績】                                      | 10回/年     | 日常点検と定期点検を合わせた全現場分の回数                         |
| ④ 総緊急出動回数【実績】                                     | 30回/年     |                                               |
| ⑤ 対象緊急出動回数※1【実績】                                  | 20回/年     | 総緊急出動回数【実績】の内数                                |
| ⑥ 緊急出動対応費（一回当たり）【実績】                              | 10万円/年    |                                               |
| ⑦ 通信費                                             | 432万円/年   |                                               |
| 維持管理費合計                                           | 2,432万円/年 |                                               |
| ※1：対象緊急出動回数【実績】の内、過電流・過負荷等による緊急出動回数               |           |                                               |
| 2. 削減効果設定値                                        |           |                                               |
| 【導入後】                                             | 導入検討      | 備考                                            |
| 緊急出動削減率                                           | 70%削減     | 実証研究において確認された値＝70%以上                          |
| ※2 通常点検の増回数                                       | 4回/年      | 年間の通常点検回数が導入後の緊急出動削減目標より少ない場合は通常点検回数の増加を考慮する。 |
| ※3 通常点検費用                                         | 2万円/回     | 通常点検費用は地方公共団体の実態に合わせて費用とする。                   |
| ※2,3詳細はガイドライン「5.18 導入効果検証計画」参照。4通常点検回数によるコスト削減率計算 |           |                                               |
| 3. コスト削減率試算                                       |           |                                               |
| 【導入後】                                             | 導入検討      | 備考                                            |
| ⑧ 総緊急出動回数                                         | 16回       | 14回削減                                         |
| ⑨ 対象緊急出動回数※1                                      | 6回        | 14回削減                                         |
| 通信費                                               | 167万円/年   | 265万円削減（※1通信費削減効果）                            |
| 管理業務委託費                                           | 1,860万円/年 | 140万円削減（※2緊急出動対応費削減効果）                        |
| 通常点検費用の増加                                         | 8万円/年     | 8万円増加（※3通常点検回数によるコスト増要素）                      |
| 維持管理費合計                                           | 2,035万円/年 | 導入後                                           |
| 【コスト削減率】                                          | 【16%】     | コスト削減率397万円/年                                 |

- データ入力
- ① マンホールポンプ施設数：検討対象となるマンホールポンプ施設数（現場）

② 管理業務委託費：マンホールポンプ施設の管理業務に関わる業務委託費（万円/年）  
「⑥緊急出動対応費（一回当たり）【実績】」を含む委託費総額

③ 通常点検回数【実績】：日常点検と定期点検を合わせた全現場分の点検実績回数（回/年）

④ 総緊急出動回数【実績】：緊急出動の総実績回数（回/年）

⑤ 対象緊急出動回数【実績】：「④総緊急出動回数【実績】」のうち、過電流（発生要因は問わない）が原因による緊急出動回数（回/年）

⑥ 緊急出動対応費（一回当たり）【実績】：緊急出動対応費の一回当たり実績額（万円/回）  
※一回当たりが定額でない場合は平均額でも可

⑦ 通信費：現状の自動通報監視装置に掛かっている通信費（万円/年）

⑧ 通常点検費用：日常点検と定期点検に掛かった点検費の1回当たり平均額（万円/回）  
※通常点検回数の増加が必要ない場合には自動的に白反転され入力の必要なし

算出根拠

⑨ 対象緊急出動回数 = ⑤対象緊急出動回数【実績】 × (100% - 70%)  
削減回数 = ⑤対象緊急出動回数【実績】 - ⑨対象緊急出動回数

⑩ 総緊急出動回数 = ④総緊急出動回数【実績】 - ⑨対象緊急出動回数（削減回数）  
削減回数 = ④総緊急出動回数【実績】 - ⑩総緊急出動回数

⑪ 通常点検の増回数 = ⑧対象緊急出動回数（削減回数） - ③通常点検回数【実績】

「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」計算方法《CASE2》

|        | 現状     | 備考                    |
|--------|--------|-----------------------|
| 維持管理状況 | 業務委託対応 | 緊急出動対応含む              |
| 緊急出動対応 | 変更精算なし | 契約回数の増減が発生しても変更精算はしない |

|                                                 |           |                                               |
|-------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------------------|
| 現状管理委託及び緊急出動対応費の精算方法                            |           | CASE2：業務委託(緊急出動対応費：委託費に含む・精算対応なし)             |
| 1. 現状データ入力                                      |           |                                               |
| 【現状】                                            | 導入検討      | 備考                                            |
| ① マンホールポンプ施設数                                   | 150機      |                                               |
| ② 管理業務委託費                                       | 2,000万円/年 | マンホールポンプに関わる管理業務のみ<br>緊急出動対応費を含む              |
| ③ 通常点検回数【実績】                                    | 10回/年     | 日常点検と定期点検を合わせた全機場分の回数                         |
| ④ 総緊急出動回数【契約時】                                  | 125回/年    | 契約時の管理業務委託費に含まれている緊急出動回数                      |
| ⑤ 総緊急出動回数【実績】                                   | 30回/年     |                                               |
| ⑥ 対象緊急出動回数※1【実績】                                | 20回/年     | 総緊急出動回数【実績】の内数                                |
| ⑦ 緊急出動対応費(一回当たり)【実績】                            | 10万円/回    | 緊急出動対応料金は10万円/回が目安。(実績に合わせ調整する。)              |
| ⑧ 通信費                                           | 432万円/年   |                                               |
| 維持管理費合計                                         | 2,432万円/年 |                                               |
| ※1：総緊急出動回数【実績】の内、通電直後(主要原因は問わず)が原因による緊急出動回数     |           |                                               |
| 2. 削減効果設定値                                      |           |                                               |
| 【導入後】                                           | 導入後       | 備考                                            |
| ⑨ 緊急出動削減率                                       | 70%削減     | 実証研究において確認された値＝70%以上                          |
| ⑩ 通常点検の増回数                                      | 4回/年      | 年間の通常点検回数が導入後の緊急出動削減回数より少ない場合は通常点検回数の増加を考慮する。 |
| ⑪ 通常点検費用                                        | 2万円/回     | 通常点検費用は地方公共団体の実態に合わせた費用とする。                   |
| ※2：詳細はガイドライン(第10章)導入効果集計(表第4-通常品削減率によるコスト削減率)参照 |           |                                               |
| 3. コスト削減率計算                                     |           |                                               |
| 管理業務委託費について次期契約以降の精算に削減効果を考慮する場合                |           |                                               |
| 【導入後】                                           | 導入後       | 備考                                            |
| ⑫ 総緊急出動回数                                       | 111回      | 14回削減                                         |
| ⑬ 対象緊急出動回数※1                                    | 6回        | 14回削減                                         |
| ⑭ 通信費                                           | 167万円/年   | 265万円削減(⑬通信費削減効果)                             |
| ⑮ 管理業務委託費                                       | 1,860万円/年 | 140万円削減(⑫緊急出動削減効果)                            |
| ⑯ 通常点検の増加                                       | 8万円/年     | 6万円増加(⑩通常点検回数によるコスト増効果)                       |
| 維持管理費合計                                         | 2,035万円/年 | 導入後                                           |
| 【コスト削減率】                                        | 【16%】     | コスト削減率39.7万円/年                                |

データ入力

- ① マンホールポンプ施設数：検討対象となるマンホールポンプ施設数（機場）
- ② 管理業務委託費：マンホールポンプ施設の管理業務に関わる業務委託費（万円/年）
- 「⑦緊急出動対応費（一回当たり）【実績】」を含む委託費総額
- ③ 通常点検回数【実績】：日常点検と定期点検を合わせた全機場分の点検実績回数（回/年）
- ④ 総緊急出動回数【契約時】：業務委託契約時の緊急出動の総回数（回/年）
- ⑤ 総緊急出動回数【実績】：緊急出動の総実績回数（回/年）
- ⑥ 対象緊急出動回数【実績】：「④総緊急出動回数【実績】」のうち、過電流（発生要因は問わない）が原因による緊急出動回数（回/年）
- ⑦ 緊急出動対応費（一回当たり）【実績】：緊急出動対応費の一回当たり実績額（万円/回）
- ※一回当たりが定額でない場合は平均額でも可
- ⑧ 通信費：現状の自動通報監視装置に掛かっている通信費（万円/年）
- ⑨ 通常点検費用：日常点検と定期点検に掛かった点検費の1回当たり平均額（万円/回）

※通常点検回数の増加が必要ない場合には自動的に白転され入力が必要なし

算出根拠

- ① 対象緊急出動回数 = ⑥対象緊急出動回数【実績】 × (100% - 70%)
- 削減回数 = ⑥対象緊急出動回数【実績】 - ①対象緊急出動回数
- ② 総緊急出動回数 = ④総緊急出動回数【契約時】 - ①対象緊急出動回数（削減回数）
- 削減回数 = ④総緊急出動回数【契約時】 - ②総緊急出動回数
- ③ 通常点検の増回数 = ④対象緊急出動回数（削減回数） - ③通常点検回数【実績】

「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」計算方法《CASE3》

|        | 現状             | 備考             |
|--------|----------------|----------------|
| 維持管理状況 | 直営対応           |                |
| 緊急出動対応 | 直営対応又は別途業務委託発注 | 直営対応又は別途業務委託発注 |

|                                                 |         |                                                    |
|-------------------------------------------------|---------|----------------------------------------------------|
| 維持管理委託状況及び緊急出動対応費の精査方法                          |         | CASE3：直営（緊急出動対応費：直営人件費若しくは別途業務委託費）                 |
| 1. 現状データ入力                                      |         |                                                    |
| 【現状】                                            | 導入検討    | 備考                                                 |
| ①マンホールポンプ施設数                                    | 150埋場   |                                                    |
| ②管理業務委託費                                        | 0万円/年   | 直営対応のため0円                                          |
| ③通常点検回数【実績】                                     | 10回/年   | 日常点検と定期点検を合わせた全機場分の回数                              |
| ④総緊急出動回数【実績】                                    | 30回/年   | 緊急出動対応費 300万円/年                                    |
| ⑤対象緊急出動回数 <sup>※1</sup> 【実績】                    | 20回/年   | 総緊急出動回数【実績】の内数                                     |
| ⑥緊急出動対応費（一回当たり）【実績】                             | 10万円/回  | 緊急出動による勤務時間外（休日・夜間出動を含む）が化の直営人件費（若しくは別途業務委託費）を算定する |
| ⑦通信費                                            | 432万円/年 |                                                    |
| 維持管理費合計                                         | 732万円/年 |                                                    |
| ※1：総緊急出動回数【実績】の内、通電費（発生要因は問わない）が原因による緊急出動回数     |         |                                                    |
| 2. 削減効果設定値                                      |         |                                                    |
| 【導入後】                                           | 導入検討    | 備考                                                 |
| 緊急出動回数削減率                                       | 70%削減   | 本誌研究において確認された値＝70%以上                               |
| ※2通常点検後の増回数                                     | 4回/年    | 年間の通常点検回数が導入後の緊急出動削減回数より少ない場合は通常点検回数の増加分を算定する。     |
| ※2通常点検費用は地方公共団体の実態に合わせた費用とする。                   |         |                                                    |
| ※3算定はガイドライン（第18号）導入効果検証「解説」通常品削減回数によるコスト削減率（参照） |         |                                                    |
| 3. コスト削減率試算                                     |         |                                                    |
| 【導入後】                                           | 導入検討    | 備考                                                 |
| ⑧総緊急出動回数                                        | 16回     | 14回削減                                              |
| ⑨対象緊急出動回数 <sup>※1</sup>                         | 6回      | 14回削減                                              |
| 通信費                                             | 167万円/年 | 265万円削減（①通信費削減効果）                                  |
| 緊急出動対応費                                         | 160万円/年 | 140万円削減（②緊急出動対応費削減効果）                              |
| 維持管理費合計                                         | 327万円/年 | 導入後                                                |
| 【コスト削減率】                                        | 【55%】   | コスト削減率405万円/年                                      |

| データ入力                 |                                                   |
|-----------------------|---------------------------------------------------|
| ①マンホールポンプ施設数          | 検討対象となるマンホールポンプ施設数（機場）                            |
| ②管理業務委託費              | マンホールポンプ施設の管理業務に関わる業務委託費（万円/年）                    |
| ※直営対応のため通常 0 円とする     |                                                   |
| ③通常点検回数【実績】           | 日常点検と定期点検を合わせた全機場分の点検実績回数（回/年）                    |
| ④総緊急出動回数【実績】          | 緊急出動の総実績回数（回/年）                                   |
| ⑤対象緊急出動回数【実績】         | 「④総緊急出動回数【実績】」のうち、通電流（発生要因は問わない）が原因による緊急出動回数（回/年） |
| ⑥緊急出動対応費（一回当たり）【実績】   | 緊急出動対応費の一回当たり実績額（万円/回）                            |
| ・直営対応の場合：直営人件費        |                                                   |
| ・別途業務委託対応の場合：業務委託費    |                                                   |
| ※一回当たりが定額でない場合は平均額でも可 |                                                   |
| ⑦通信費                  | 現状の自動通報監視装置に掛かっている通信費（万円/年）                       |

| 算出根拠                           |                              |
|--------------------------------|------------------------------|
| ①対象緊急出動回数                      | ⑤対象緊急出動回数【実績】×（100%－70%）     |
| 削減回数＝⑤対象緊急出動回数【実績】－①対象緊急出動回数   |                              |
| ※通常点検は直営対応としていることから通常点検費の増加はない |                              |
| ②総緊急出動回数                       | ④総緊急出動回数【実績】－①対象緊急出動回数（削減回数） |
| 削減回数＝④総緊急出動回数【実績】－②総緊急出動回数     |                              |
| ③通常点検の増回数                      | ①対象緊急出動回数（削減回数）－③通常点検回数【実績】  |

## 2) 「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」によるコスト削減費計算(例)

マンホールポンプ施設維持管理モデル条件を設定し、「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」により機場数、対象緊急出動回数【実績】に応じたコスト削減量を計算し、プロットしてグラフを作成した。コスト削減費については、対象緊急出動回数【実績】のみが計算結果に影響することから、CASE1～CASE3とも同様の傾向になった。

このグラフを用い、機場数及び対象緊急出動回数【実績】から、概ねのコスト削減を読み取ることが出来る。例えば、機場数が 100 機場あり、対象緊急出動回数【実績】が 30 回（つまり機場数の 30%）である杯、コスト削減費は 385 万円/年程度となる。

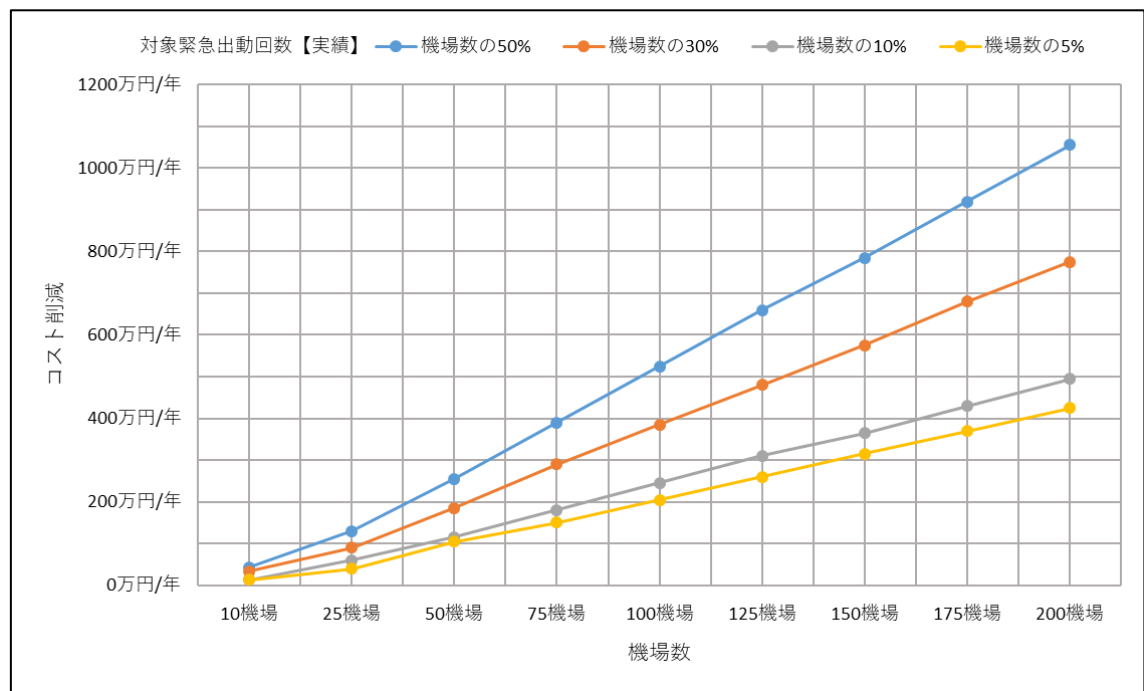
ただし、CASE2 については総緊急出動回数の削減効果がない計算結果となる場合があることから、詳細については「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」を用いて計算する必要がある。

異常運転検知機能によるコスト削減費の計算（例） 《各 CASE 共通》

| マンホールポンプ施設維持管理モデル条件 |                  | 備 考                       |
|---------------------|------------------|---------------------------|
| ①現状のマンホールポンプ施設監視方法  | 電話・FAX           | 2,400 円/月・機場<br>(実証研究体調べ) |
| ②マンホールポンプ施設維持管理状況   | 業務委託対応<br>又は直営対応 |                           |
| ③緊急出動対応費            |                  | 100,000 円/回<br>(実証研究体調べ)  |
| ④通常点検回数によるコスト増要素    | なし               | 「§17 導入効果の検討」参照           |

●対象緊急出動回数【実績】：機場数の 5%～50%

|              | MH機場数  |         |         |         |         |         |         |         |          |
|--------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| 対象緊急出動回数【実績】 | 10機場   | 25機場    | 50機場    | 75機場    | 100機場   | 125機場   | 150機場   | 175機場   | 200機場    |
| 機場数の50%      | 43万円/年 | 130万円/年 | 255万円/年 | 390万円/年 | 525万円/年 | 660万円/年 | 785万円/年 | 920万円/年 | 1055万円/年 |
| 機場数の30%      | 33万円/年 | 90万円/年  | 185万円/年 | 290万円/年 | 385万円/年 | 480万円/年 | 575万円/年 | 680万円/年 | 775万円/年  |
| 機場数の10%      | 13万円/年 | 60万円/年  | 115万円/年 | 180万円/年 | 245万円/年 | 310万円/年 | 365万円/年 | 430万円/年 | 495万円/年  |
| 機場数の5%       | 13万円/年 | 40万円/年  | 105万円/年 | 150万円/年 | 205万円/年 | 260万円/年 | 315万円/年 | 370万円/年 | 425万円/年  |



## (2) 更新優先順位自動作成機能によるコスト削減費の計算（例）

本機能のうち、クラウド機場合帳機能の活用について、実証研究結果から計算したペーパーレス化及びデータシートへの記載の簡略化による点検報告書作成のコスト削減率を用い、コスト削減費を計算した例を示す。なお、コストの算出は、表 1-7 及び表 1-8（赤磐市を除く）の結果より各地方公共団体の平均を用いて 1 機場合当りの点検報告書作成の時間を算出し、作業単価は 3 万円/日、2 人体制を想定した。

| 機場合数    | 従来手法による点検報告書作成コスト  | コスト削減率 | コスト削減費     |
|---------|--------------------|--------|------------|
| 10 機場合  | 33.75 万円/100 機場合・回 | 72%    | 2.43 万円/回  |
| 25 機場合  |                    |        | 6.08 万円/回  |
| 50 機場合  |                    |        | 12.15 万円/回 |
| 75 機場合  |                    |        | 18.23 万円/回 |
| 100 機場合 |                    |        | 24.30 万円/回 |
| 125 機場合 |                    |        | 30.38 万円/回 |
| 150 機場合 |                    |        | 36.45 万円/回 |
| 175 機場合 |                    |        | 45.53 万円/回 |
| 200 機場合 |                    |        | 48.60 万円/回 |

※数値は実証研究結果より

## (3) モデルケースによるライフサイクルコストの計算（例）

「§17 導入効果の検討」に準拠したモデルケースによるライフサイクルコストの計算（例）を示す。

### 1) モデルケース条件

- ・ 維持管理状況

|       | 維持管理   | 緊急出動対応          |
|-------|--------|-----------------|
| CASE1 | 業務委託対応 | 業務委託に含む（変更精算あり） |
| CASE2 | 業務委託対応 | 業務委託に含む（変更精算なし） |
| CASE3 | 直営対応   | 直営対応又は別途業務委託発注  |

・ 通信方式

|        | 通信方法                                                                 |
|--------|----------------------------------------------------------------------|
| 電話・FAX | 従来から使用されている通信方法で、マンホールポンプ施設からの情報を主に電話回線を利用し、電話・FAX・メール等で受信する         |
| クラウド   | 一般的なクラウド型の通信方法で、マンホールポンプ施設からの情報をクラウドに集約し、インターネットを介してパソコン・タブレット等で受信する |
| 本技術    | AIを装備したクラウド型システム                                                     |

2) イニシャルコスト計算条件の一例（実証研究体調べ）

|        | 通信端末費   | 撤去・設置費  | 初期登録費  | 計       |
|--------|---------|---------|--------|---------|
| 電話・FAX | 66.0 万円 | 25.0 万円 | —      | 91.0 万円 |
| クラウド   | 54.0 万円 | 25.0 万円 | —      | 79.0 万円 |
| 本技術    | 54.0 万円 | 25.0 万円 | 0.1 万円 | 79.1 万円 |

3) ランニングコスト計算条件の一例（実証研究体調べ）

- ・ 施設の耐用年数：10 年間
- ・ 本技術導入によるコスト削減費：「異常運転検知機能によるコスト削減率計算シート」による算出額

（「通常点検回数によるコスト増要素」は”なし”として計算）

|        | 業務委託費      |         | 通信費                             |
|--------|------------|---------|---------------------------------|
|        | 一般業務委託費※1  | 緊急出動費   |                                 |
| 電話・FAX | 10 万円/年・機場 | 10 万円/回 | 0.24 万円/月・機場                    |
| クラウド   |            |         | 0.09 万円/月・機場                    |
| 本技術    |            |         | 0.09 万円/月・機場<br>+0.4 万円/月・地公体※2 |

※1：一般業務委託費は、緊急出動費を除く業務費

※2：地方公共団体当たりの AI サービス利用料（月額）

4) ライフサイクルコストの計算（例）

$$\boxed{\text{ライフサイクルコスト}} = \boxed{\text{イニシャルコスト}} + \boxed{\text{ランニングコスト}}$$

イニシャルコスト：通信端末費＋撤去設置費＋その他費用

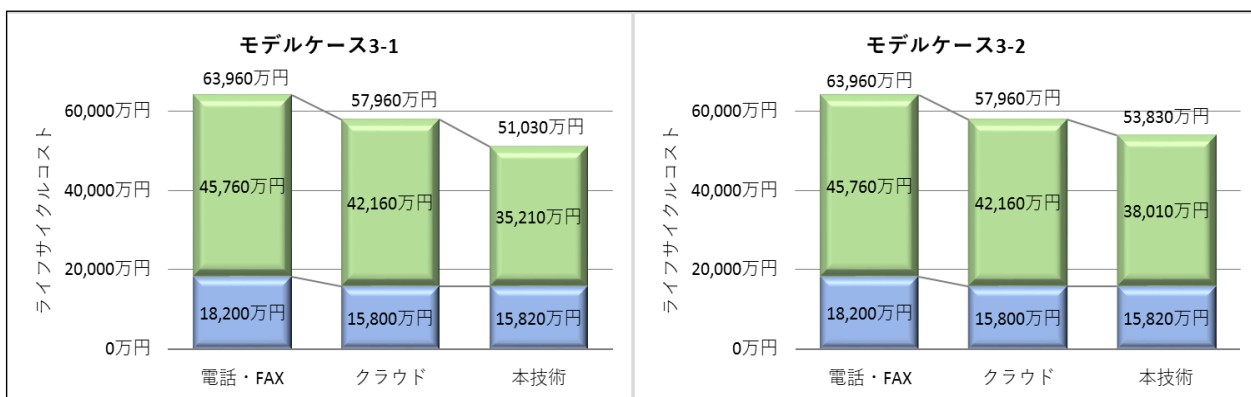
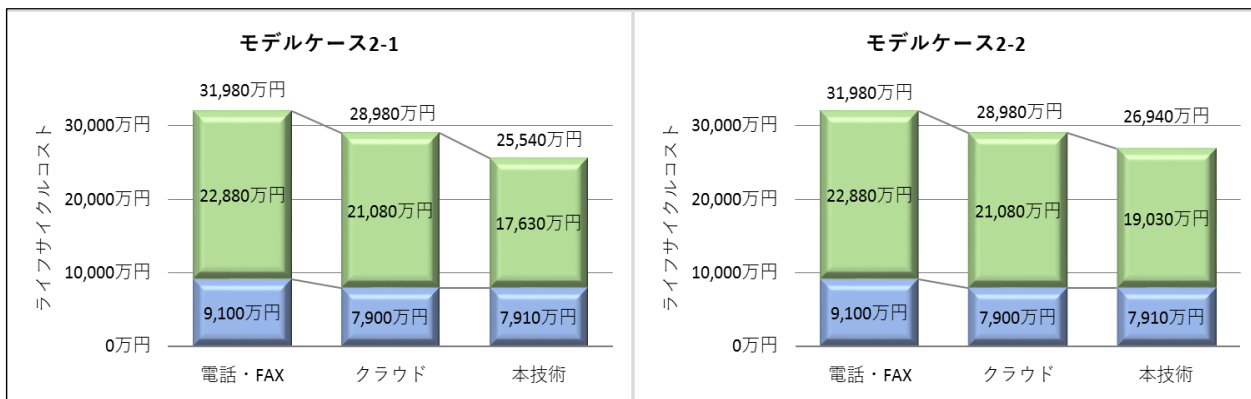
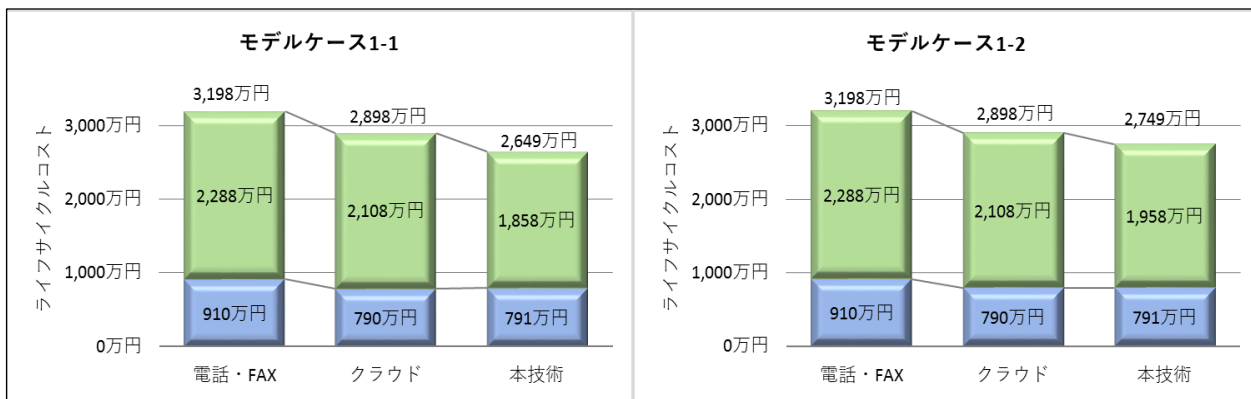
ランニングコスト：業務委託費（緊急出動対応費）＋通信費

－ 本技術導入によるコスト削減費※

※「本技術」の検討のみ

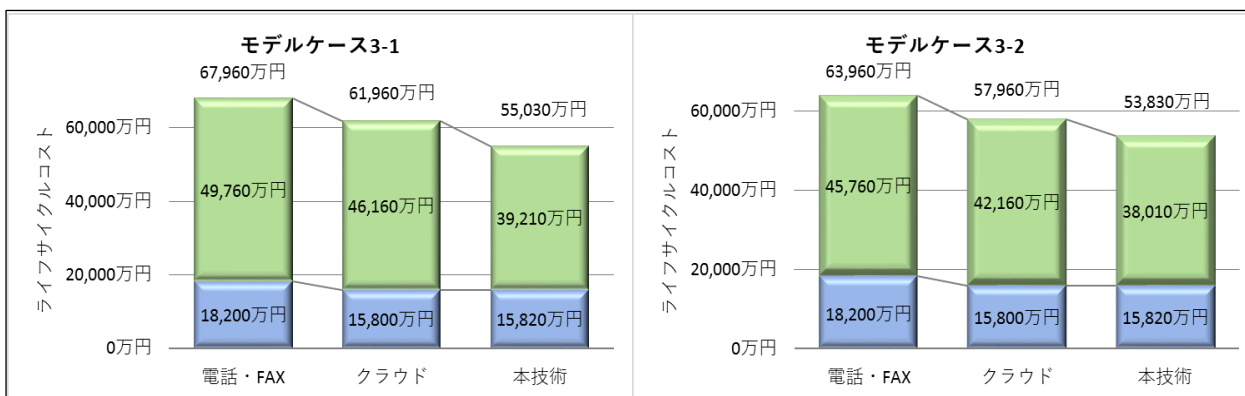
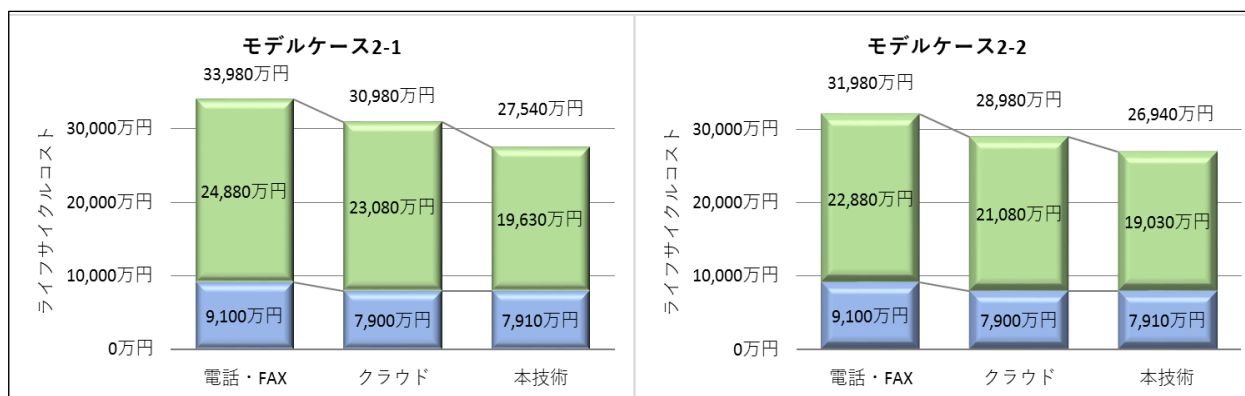
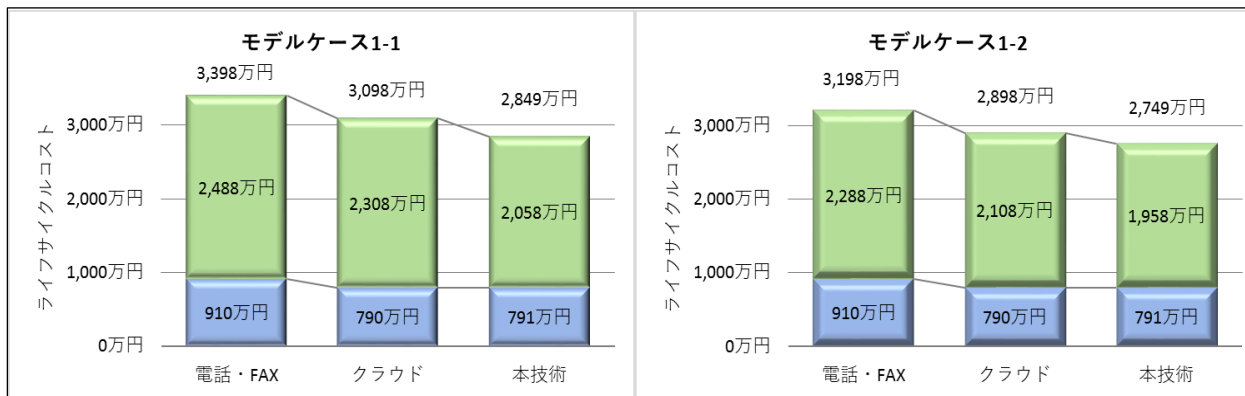
モデルケースによるライフサイクルコスト比較 《CASE1》

|                  | モデルケース                |       |         |        |         |        |
|------------------|-----------------------|-------|---------|--------|---------|--------|
|                  | 1-1                   | 1-2   | 2-1     | 2-2    | 3-1     | 3-2    |
| 維持管理             | 業務委託対応                |       |         |        |         |        |
| 緊急出動対応           | 業務委託に含む（変更精算あり）       |       |         |        |         |        |
| 機場数              | 10 機場                 |       | 100 機場  |        | 200 機場  |        |
| 総緊急出動回数<br>【実績】  | 10 回/年                |       | 100 回/年 |        | 200 回/年 |        |
| 対象緊急出動回数<br>【実績】 | 5 回/年                 | 3 回/年 | 50 回/年  | 30 回/年 | 100 回/年 | 60 回/年 |
| 耐用年数             | 10 年                  |       |         |        |         |        |
| ランニングコスト         | 業務委託費 ・ 通信費の累計        |       |         |        |         |        |
| イニシャルコスト         | 通信端末費 ・ 撤去設置費 ・ その他費用 |       |         |        |         |        |



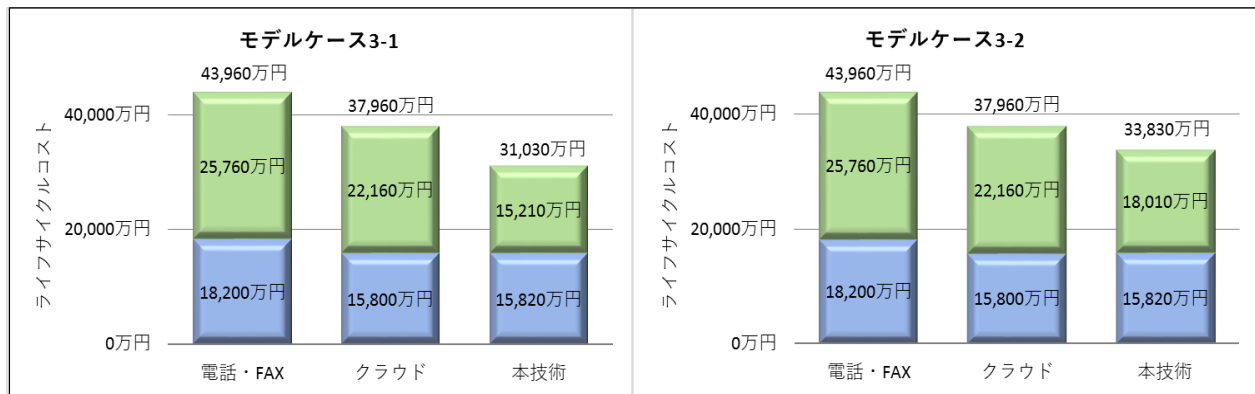
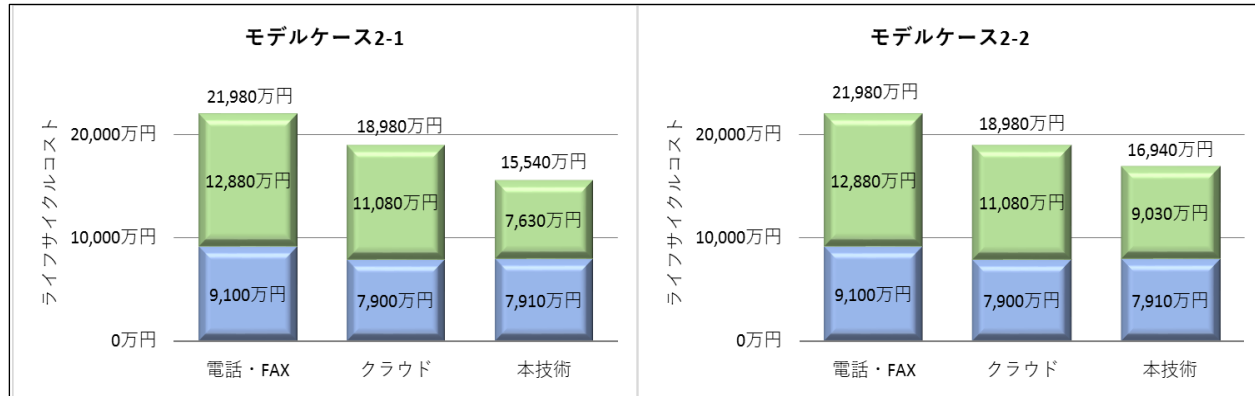
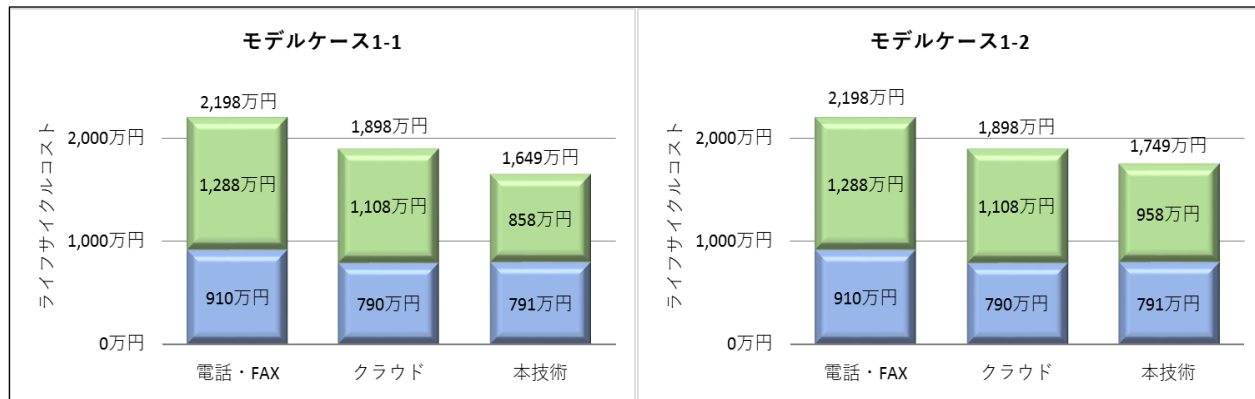
モデルケースによるライフサイクルコスト比較 《CASE2》

|                  | モデルケース                |        |         |         |         |         |
|------------------|-----------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
|                  | 1-1                   | 1-2    | 2-1     | 2-2     | 3-1     | 3-2     |
| 維持管理             | 業務委託対応                |        |         |         |         |         |
| 緊急出動対応           | 業務委託に含む（変更精算なし）       |        |         |         |         |         |
| 機場数              | 10 機場                 |        | 100 機場  |         | 200 機場  |         |
| 総緊急出動回数<br>【契約時】 | 12 回/年                | 10 回/年 | 120 回/年 | 100 回/年 | 240 回/年 | 200 回/年 |
| 総緊急出動回数<br>【実績】  | 11 回/年                | 10 回/年 | 110 回/年 | 100 回/年 | 220 回/年 | 200 回/年 |
| 対象緊急出動回数<br>【実績】 | 5 回/年                 | 3 回/年  | 50 回/年  | 30 回/年  | 100 回/年 | 60 回/年  |
| 耐用年数             | 10 年                  |        |         |         |         |         |
| ランニングコスト         | 業務委託費 ・ 通信費の累計        |        |         |         |         |         |
| イニシャルコスト         | 通信端末費 ・ 撤去設置費 ・ その他費用 |        |         |         |         |         |



モデルケースによるライフサイクルコスト比較 《CASE3》

|                  | モデルケース                |       |         |        |         |        |
|------------------|-----------------------|-------|---------|--------|---------|--------|
|                  | 1-1                   | 1-2   | 2-1     | 2-2    | 3-1     | 3-2    |
| 維持管理             | 直営対応                  |       |         |        |         |        |
| 緊急出動対応           | 直営対応 or 別途業務委託発注      |       |         |        |         |        |
| 機場数              | 10 機場                 |       | 100 機場  |        | 200 機場  |        |
| 総緊急出動回数<br>【実績】  | 10 回/年                |       | 100 回/年 |        | 200 回/年 |        |
| 対象緊急出動回数<br>【実績】 | 5 回/年                 | 3 回/年 | 50 回/年  | 30 回/年 | 100 回/年 | 60 回/年 |
| 耐用年数             | 10 年                  |       |         |        |         |        |
| ランニングコスト         | 緊急出動対応費 ・ 通信費の累計      |       |         |        |         |        |
| イニシャルコスト         | 通信端末費 ・ 撤去設置費 ・ その他費用 |       |         |        |         |        |



## 2.2 メール通知設定のカスタマイズ方法

〈メール通知ロジック〉

- ・ ロジック①      当日が異常判定、かつ、当日を含む過去【X1】日間で異常「低」又は「高」が【X2】回以上発生
- ・ ロジック②      当日が異常判定、かつ、当日を含む過去【X3】日間で異常「高」が【X4】回以上発生
- ・ ロジック①、ロジック②のいずれかに該当する場合に、通知を行う。

X1、X2、X3、X4 は調整可能なパラメータである。X1=X2 や X3=X4 とすることで、異常判定が連続している状態を表現できる。ここでは、パラメータの組合せを「X1-X2-X3-X4」と表す。

実証データに基づくシミュレーションを行い、パラメータを変更した際に通知頻度や見逃し件数・空振り件数がどの程度増減するかを確認した（表）。パラメータ設定「0-0-1-1」の0とは、ロジック①を実質無効としロジック②のみで判断することを意味し、便宜上0と記載した。実証研究時は「0-0-1-1」を標準設定とし、これに対する各数値の増減比率を示した。

表 2-1 標準設定に対する増減比率のシミュレーション結果

|         |         | 標準設定に対する増減比率(%) |       |       |
|---------|---------|-----------------|-------|-------|
| パラメータ   |         | 通知頻度            | 見逃し件数 | 空振り件数 |
| 下記の例1)→ | 5-5-3-3 | -80             | 22    | -100  |
|         | 5-5-2-2 | -69             | 19    | -93   |
|         | 3-3-2-2 | -54             | 15    | -73   |
|         | 5-3-3-3 | -23             | 6     | -31   |
|         | 2-2-2-2 | -22             | 6     | -29   |
| 標準設定→   | 5-3-2-2 | -17             | 5     | -23   |
|         | 0-0-1-1 | 0               | 0     | 0     |
|         | 5-5-1-1 | 5               | -1    | 7     |
|         | 3-2-2-2 | 17              | -5    | 23    |
|         | 3-3-1-1 | 17              | -5    | 23    |
| 下記の例2)→ | 5-3-1-1 | 42              | -11   | 58    |
|         | 2-2-1-1 | 44              | -12   | 60    |
|         | 3-2-1-1 | 69              | -19   | 93    |
|         | 1-1-1-1 | 209             | -56   | 283   |

表 2-1 を用いることで、以下の例のように重視する項目に応じてパラメータを選定することが可能である。

例 1) 通知頻度を 50%程度に抑える代わりに、見逃し 15%増加は許容する。

⇒ 「3-3-2-2」を採用

例 2) 空振りが増加してもよいので、見逃しを 20%程度低減したい。

⇒ 「3-2-1-1」を採用

### 2.3 現場確認用要否の判断フローに係る事例集

事例① 判定理由：1号機の運転時間が長い、2号機の運転回数が多い  
原因推定：1号機運転時に排水能力が低下しています

| 事象発生日     | MP<br>通しNo | 地方公共団体 | 機場名      | 事象の種類     | 推定原因<br>番号 | 判定理由                               | 原因推定                        | 事象の要因                                                                                       |
|-----------|------------|--------|----------|-----------|------------|------------------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021/4/26 | 75         | 河内長野市  | 流煙第8ポンプ場 | AL異常判定【高】 | ①          | 1号機の運転時間が<br>長い<br>2号機の運転回数が<br>多い | 1号機運転時に排水<br>能力が低下していま<br>す | エアロック<br> |

[illegible]

原因推定：1号機運転時に排水能力が低下しています

② 2号機の運転回数が多  
1号機運転時に排水能力が低下しています

大浜マンホールポンプ場 2021年01月27日



原因推定：1号機運転時に排水能力が低下しています

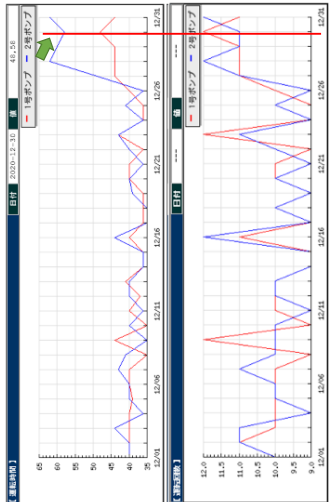
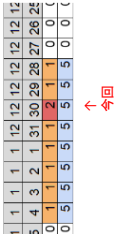
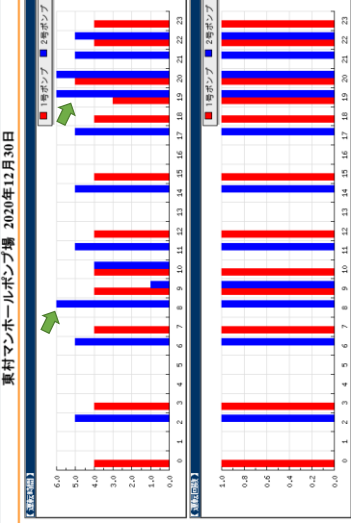
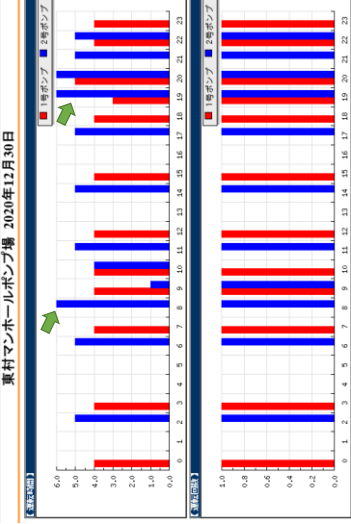
1号機の運転時間が長い

木戸第1ポンプ場 2021年03月05日

事例⑤ 判定理由：2号機の運転時間が長い

原因推定：2号機運転時に排水能力が低下しています

| 事象発生日      | MP<br>通しNo | 機場名 | 事象の種類       | 推定原因<br>番号 | 判定理由        | 原因推定                | 事象の原因                                                                                       |
|------------|------------|-----|-------------|------------|-------------|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2020/12/31 | 117        | 今治市 | 東村マンホールポンプ場 | ⑤          | 2号機の運転時間が長い | 2号機運転時に排水能力が低下しています | 異物詰まり<br> |

| 月度グラフ                                                                                 | 異常運転発生状況                                                                                          | 日単位グラフ<br>より分ける要素                                                                   | 日単位グラフ                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  <p>↑ 今回</p> |  |  |



原因推定：2号機運転時に排水能力が低下しています

[illegible]

事例⑧ 判定理由：2号機の運転時間が長い、1号機の運転回数が多い  
原因推定：2号機運転時に排水能力が低下しています

| 事象発生日     | MP<br>通しNo. | 地方公共団体 | 機操名         | 事象の種類    | 推定原因<br>番号 | 判定理由                               | 原因推定                         | 事象の原因                                                                                       |
|-----------|-------------|--------|-------------|----------|------------|------------------------------------|------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2021/1/15 | 55          | 河内長野市  | 三日市第1中継ポンプ場 | A異常判定【高】 | ⑧          | 2号機の運転時間が<br>長い<br>1号機の運転回数が<br>多い | 2号機運転転調に排水<br>能力が低下していま<br>す | エアロック<br> |

**月度グラフ**

**異常発生状況**

|    | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1 | 1 | 1 |
|----|----|----|----|----|----|----|---|---|---|
| 16 | 15 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 |   |
| 0  | 2  | 2  | 0  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |   |
| 0  | 6  | 8  | 8  | 0  | 0  | 0  | 0 | 0 |   |

↑  
**今回**

**日単位グラフより分かる要素**

### 三田市第1中継ポンプ場 2021年01月13日

【全年度実績】

【本年度実績】

2号ポンプの運転時間が増えている。  
かつ、1号ポンプの運転回数が多くなっている。重度のエアロック気味。

## 2.4 仕様書（例）

自動通報監視装置（クラウド型監視システム方式（AI 付き））等の仕様書（例）を以下に示す。

### (1) 概要

施設の監視をデータセンターのクラウドサーバを利用して行う。施設に故障が発生した場合には、クラウドサーバより管理者の携帯電話やパソコンにメール通報を行う。また、インターネットに接続されたパソコンやタブレット端末より、各種帳票及び管理上必要な情報を閲覧及びダウンロードできるようにする。

### (2) 自動通報監視装置仕様（LTE 回線タイプ）

- |                                         |                                                                                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| 1) 数量                                   | ●台                                                                                |
| 2) 設置条件                                 | マンホールポンプ施設制御盤内                                                                    |
| 3) 周囲温度                                 | 0～50℃※1                                                                           |
| ※1 周囲温度が 0℃以下になる場合は、制御盤内のスペースヒータにて対応する。 |                                                                                   |
| 4) 電源                                   | AC100V／AC200V／AC220V 50／60Hz                                                      |
| 5) 入力信号                                 | デジタル入力 20 点<br>(無電圧 a 接点、b 接点切替可能)<br>アナログ入力 4 点<br>(DC4～20mA／DC1～5V、DC0～5V 切替可能) |
| 6) 概略寸法                                 | W260XH180XD90mm 程度（突起物を含む。）                                                       |
| 7) 回線接続                                 | 上り：最大 37.5Mbps ベストエフォート型<br>下り：最大 112.5Mbps ベストエフォート型                             |
| 8) 内蔵電池                                 | ニッケル水素電池（停電補償用：3200mAh）<br>ボタン電池（時計バックアップ用：CR2032）                                |
| 9) 付属品                                  | LTE アンテナ：1 個／台、予備ヒューズ：1 個／台                                                       |
| 10) 監視機能                                |                                                                                   |
| ① 適用回線                                  | LTE                                                                               |
| ② 監視項目                                  | ポンプの故障・異常高水位・停電等 8 項目以上                                                           |
| ③ 監視方式                                  | インターネットによる Web 監視（メール通報を含む。）                                                      |
| ④ 停電補償                                  | 3 時間（通報 3 回を含む。）                                                                  |
| ⑤ データ蓄積                                 | 日報・月報をメモリカード内に CSV ファイルとして記録                                                      |

### (3) データセンター仕様

利用するデータセンターについては、安定した稼働を実現するため、下記相当の性能の設備を利用すること。

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1) 耐震設計              | 震度 7 相当              |
| 2) 非常用電源             | 20 時間相当以上            |
| 3) 火災検知システム          | 有                    |
| 4) 直撃雷対策             | 有                    |
| 5) データ保存期間           |                      |
| ①日報・月報・年報            | 20 年                 |
| ②故障来歴                | 8000 件               |
| ③トレンドグラフ             | 300 件                |
| 6) 入退室管理             | 有                    |
| 7) バックアップ (サーバ)      | サーバ故障時に動作する予備サーバを有する |
| 8) バックアップ (データ)      | 定期的なシステムのバックアップ      |
| 9) ハードウェア障害対策        | 機器の二重化 (自動切替、予備機導入等) |
| 10) クラウドサーバのセキュリティ対策 |                      |
| ①不正ログイン対策            | 有 (多要素認証)            |
| ②脆弱性診断・対策            | 有 (OS、ソフトウェア等)       |
| ③SSL 暗号化通信           | 有                    |
| ④ネットワーク防御・侵入者検知      | 有                    |
| ⑤マルウェア対策             | 有                    |
| ⑥ログの管理               | 有                    |

### (4) ソフトウェア仕様

主な操作はマウスでできるものとし、熟練を要せず操作習得できるシステムとする。

#### 1) 被監視対象施設数 ● 機場<sup>※2</sup>

※2 将来の施設追加に対して柔軟に対応できるよう考慮すること。

#### 2) 機能

##### ① 現在状況表示機能

データセンターより任意の時刻に施設側に接続し、送信されるデータを受信表示するものとする。設備フロー図形式での表示とし、設備機器の運転・停止・故障の状態を表示し、水位等の計測値の瞬時値を表示する。

##### ② 地図表示機能

広域地図の表示が行え、必要に応じて地区地図の表示が行えること。

##### ・ 広域地図表示

全施設の位置関係が把握できる、広域の地図を表示できるものとする。

地区地図を設ける場合には、広域地図上に地区名のアイコンを配置し、地区

名のアイコンを選択することで地区地図が表示できるものとし、警報発生時は発生地区のアイコンを赤く点滅させるものとする。

地区地図を設けない場合には、各施設のアイコンを選択することにより各施設の詳細画面が表示できるものとする。

- ・ 地区地図表示

地区内の全施設の位置関係が把握できるように各施設のアイコンを配置できるものとし、アイコンを選択することにより各施設の詳細画面が表示できるものとする。

- ③ 警報データ受信機能

施設側より送信される警報を受信した場合には、トップページに警報件数の表示を行うこと。警報件数をクリックすると、現在警報表示の画面を表示すること。また、設定された通報先にメール通報するものとする。

- ④ 現在警報表示機能

警報データをもとに現在発生中の警報の詳細内容（地区名称・機場名称・警報信号名称・発生日時等）を表示するものとする。画面の表示内容は、警報の発生／復旧にあわせて自動更新するものとする。

- ⑤ 警報履歴表示機能

施設より受信した警報（復旧）データの履歴を表示・印刷できるものとする。表示内容は、警報信号名称・発生日時・発生／復旧区別とする。警報信号名称による検索のほか、指定日検索機能を有するものとする。また、データをダウンロードできるものとする。

- ⑥ 自動日報収集機能

データセンタより、定期的（1日1回以上）に施設側データを受信し、蓄積するものとする。一連の動作は自動で行えるものとするほか、現時点までの任意によるデータを収集できるものとする。

- ⑦ 日報表示機能

排出量等の時間毎の積算値及び機器の累積運転時間・運転回数を時間毎に集計したものを表示・印刷できるものとする。データは、過去20年分以上を保存し、指定日検索機能により、随時呼び出し表示できるものとする。また、データをダウンロードできるものとする。

- ⑧ 月報表示機能

排出量等の月毎の積算値及び機器の累積運転時間・運転回数を日毎に集計したものを表示・印刷できるものとする。データは過去20年分以上を保存し、指定月検索機能により、随時呼び出し表示できるものとする。また、データをダウンロードできるものとする。

⑨ 年報表示機能

排出量等の年毎の積算値及び機器の累積運転時間・運転回数を月毎に集計したものを表示・印刷できるものとする。データは、過去 20 年分以上を保存し、指定年検索機能により、随時呼び出し表示できるものとする。また、データをダウンロードできるものとする。

⑩ グラフ表示機能

取得した計測値をグラフにて表示できる以下の機能を備えること。また、データをダウンロードできること。

- ・ グラフ日報機能

1 日の施設内の計測値（例えば水位）の変化グラフとポンプ等機器の運転状況のバーグラフとを同一時間軸で表示できること。グラフは自動取得し、任意に最新の状況を取得できること。

- ・ 故障発生時トレンドグラフの自動取得

故障発生前 40 分間のトレンドグラフを自動で取得し、表示できること。

- ・ 通常時トレンドグラフの手動取得

現時点から 40 分間以前のトレンドグラフを手動で取得し、表示できること。

⑪ 運転履歴表示機能

ポンプ等機器の運転や停止の稼働状況履歴を表示・印刷できること。地区名・施設名・機器名称による検索のほか、月指定での検索機能を有すること。また、データをダウンロードできること。

⑫ メール通報機能

警報受信機能により警報を受信した後、データセンターより指定メールアドレスにメール通報を行えるものとする。復旧についても同様とする。通報先は地区毎に 20 件以上を登録でき、利用者にてメールアドレスの追加・修正等の変更を容易にできるものとする。また、警報を受信／復旧した際にメール通報を行うか、行わないかを警報信号毎に切替できるものとする。

⑬ 傾向管理機能

施設の運転時間・運転回数・平均電流値の年間及び月間の推移をグラフ表示できること。

⑭ メモ機能

施設のメンテナンス実施記録等を記録できるメモ機能を備えること。

⑮ ログイン権限機能

専用のソフトウェアを必要とせず、汎用ブラウザで表示でき、ログイン ID 及びパスワードで利用者を制限できること。

⑯ 異常運転検知機能

対象施設がマンホールポンプの場合に、通常時と異なる運転状態をAIが人に代わり検出し、表示し、メール通報できること。水中ポンプの構造及びマンホールポンプ設備を熟知したベテラン技術者による教師データを元にした機械学習（AI）機能とし、予めAIで設定された境界閾値の内外どちらにあるかによって正常又は異常を判定すること。なお、特徴量（AIに与えるデータ）は、「水中ポンプの運転時間及び運転回数」又は「水位及び水中ポンプ電流値」を選択できること。また、本機能のマンホールポンプでの運用実績を1年以上有すること。

⑰ クラウド機台帳機能

保有マンホールポンプ施設の機器仕様や修繕・更新履歴をクラウドサーバに登録でき、監視情報を含めて様々な情報を一元管理できること。

⑱ 点検記録機能

保有マンホールポンプ施設の点検結果を入力・蓄積できること。また、入力した点検結果は、点検報告書の様式でダウンロードができること。

⑲ 主要機器の更新優先順位付けのデータ提供

ポンプ・主水位計・制御盤・水位計について、台帳データ及び点検データを元に縦軸を発生確率とし、横軸を影響度としたリスク評価マトリックスで各施設の主要機器毎の更新優先順位を自動作成・表示できること。

⑳ その他

クラウドサーバの運用実績が10年以上あること。また、通報装置のメーカーと本データセンタのソフトウェアの提供メーカーとは同一とし、ハードウェア及びソフトウェアの一元的なサービスを提供できること。

(5) 利用料金

本クラウドの利用料金は、情報提供サービスのほか、施設とクラウドサーバとの間の通信費及びデータセンタの維持管理費を含むものとし、監視端末数に関わらず次の価格を上限とする。また、異常運転検知機能については、対象となるマンホールポンプ施設数に関わらず定額とする。

監視機能：●●●●円／月・監視施設（税抜き）

異常運転検知機能：●●●●円／月（税抜き）

### 第3節 問い合わせ先

|                      |                                                                                                                                    |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 国土交通省<br>国土技術政策総合研究所 | 上下水道研究部 下水道研究室<br>〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地<br>TEL 029-864-3933<br>URL <a href="https://www.nilim.go.jp/">https://www.nilim.go.jp/</a> |
|----------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

なお、本ガイドラインは、下水道革新技术実証事業（B-DASH プロジェクト）により国土交通省国土技術政策総合研究所が、以下の企業・団体に研究委託を行い、その成果を取りまとめたものである。

|                       |                                                                                                                                                                           |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| クリアウォーターOSAKA<br>株式会社 | 事業戦略部 事業開発課<br>〒541-0053 大阪府大阪市中央区本町1丁目7番7号<br>WAKITA 堺筋本町ビル6階<br>TEL 06-6121-2329<br>URL <a href="https://www.clearwater-osaka.jp/">https://www.clearwater-osaka.jp/</a> |
| 株式会社クボタ               | 東京本社 水循環プラント営業部 販売促進課<br>〒104-8307 東京都中央区京橋2丁目1番3号<br>TEL 03-3245-3337<br>URL <a href="https://www.kubota.co.jp/">https://www.kubota.co.jp/</a>                           |
| 河内長野市                 | 上下水道部 下水道課<br>〒586-8501 大阪府河内長野市原町1丁目1番1号<br>TEL 0721-53-1111<br>URL <a href="https://www.city.kawachinagano.lg.jp/">https://www.city.kawachinagano.lg.jp/</a>            |
| 今治市                   | 上下水道部 下水道工務課 下水道管理事務所<br>〒794-0032 愛媛県今治市天保山町4丁目6番地2<br>TEL 0898-23-5616<br>URL <a href="https://www.city.imabari.ehime.jp/">https://www.city.imabari.ehime.jp/</a>       |
| 赤磐市                   | 建設事業部 上下水道課<br>〒709-0898 岡山県赤磐市下市344番地<br>TEL 086-955-2942<br>URL <a href="https://www.city.akaiwa.lg.jp/">https://www.city.akaiwa.lg.jp/</a>                             |

.....

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of NILIM

No.1303

January 2025

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所

.....

本資料の転載・複写の問い合わせは

〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地

企画部研究評価・推進課 TEL 029-864-2675