

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1140

December 2020

B-DASH プロジェクト No. 32

クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的な
ストックマネジメント実現システム技術導入ガイドライン (案)

下水道研究部下水処理研究室

B-DASH Project No.32

Guideline for introducing the system on cloud platform
which realizes maintenance-based continuous stock management

Wastewater and Sludge Management Division
Water Quality Control 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.32

クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的な
ストックマネジメント実現システム技術導入ガイドライン(案)

下水道研究部 下水処理研究室

B-DASH Project No.32

Guideline for introducing the system on cloud platform
which realizes maintenance-based continuous stock management

Wastewater and Sludge Management Division
Water Quality Control Department

概要

本ガイドラインは、下水道事業におけるコスト縮減を目指し、下水道革新的技術の一つである「クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的なストックマネジメント実現システム技術」について、下水道事業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 : 設備点検、劣化診断、クラウドシステム、改築更新、性能劣化シミュレーション

Synopsis

This Guideline is introducing the system on cloud platform which realizes maintenance-based continuous stock management, which is one of sewage high technologies, saving sewage service costs, is designed to support Japanese enterprises' overseas water business expansion.

Key Words : equipment inspection, deterioration diagnosis, cloud system, renovation, performance degradation simulation

〒305-0804 茨城県つくば市旭 1

電話 : 029-864-3933 Fax : 029-864-2817 E-mail : nil-gesuisyori@mlit.go.jp

執筆担当者一覧

- 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 室長 . . . 田 陽 淳
- 前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 室長 . . . 山 下 洋正
- 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 主任研究官 . . . 岩 渕 光生
- 前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 主任研究官 . . . 太 田 太一
- 前 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 研究官 . . . 山 本 明広
- 国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室 研究官 . . . 福 間 泰之

はじめに

我が国の下水道は、国民生活に不可欠な社会資本として、下水道処理人口普及率は79.7%（令和元年度末）まで普及が進んできており、水洗トイレが普及するとともに川や海の水質の改善につながっている。しかしその一方で、多くの下水道施設は老朽化が進んでおり、管路の破損等による道路陥没や汚水処理施設の停止による公共用水域の水質悪化等のリスクが増大している。またこれらを予防するにあたり、老朽化した施設の修繕・改築に膨大な費用を要することが懸念されている。

持続的な下水道機能の確保と下水道施設のライフサイクルコスト低減を図るための手法としてストックマネジメントが着目されており、「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-」（平成27年11月 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）の発行や、平成28年度の下水道ストックマネジメント支援制度の創設等、国を挙げてその重要性が示されているところである。これを受けてストックマネジメントを実施するための一技術として、最新のICT技術を駆使した効率的な維持管理手法を開発し、故障の未然防止や改築更新時期の最適化を目指した予防保全型管理の実現が求められている。

国土交通省下水道部では、優れた革新的技術の実証・普及により効率的な下水道事業を促進し、併せて本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、「下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト※）」を平成23年度から開始し、国土技術政策総合研究所下水道研究部が実証研究の実施機関となっている。

本ガイドライン「クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的なストックマネジメント実現システム技術導入ガイドライン（案）」で示す技術は、クラウドサーバを用いた一元的なデータ収集整理技術と機器の劣化状態評価技術及び性能劣化シミュレーション技術を組み合わせたシステムであり、実証研究により下水同施設における点検・調査に要する作業量・時間が低減されることや、集約された点検情報から対象機器の劣化予測及び全設備を対象とした長期的な改築シミュレーションが可能となること等が実証されている。

本ガイドラインは、国土技術政策総合研究所委託研究（クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的なストックマネジメント実現システムの 実用化に関する実証事業 受託者：メタウォーター・池田市・恵那市共同研究体 実施期間：平成30～令和元年度）において実施した成果を踏まえ、下水道事業者が革新的技術の導入を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り、これらの優れた技術が全国そして海外にも普及されることを強く願うものである。

技術選定から実証研究施設の設置、実運転による実証を踏まえたガイドラインの策定までを3年間でまとめるにあたり、大変なご尽力をいただいた下水道革新的技術実証事業評価委員会の委員各位、およびガイドラインに対する意見聴取にご協力いただいた下水道事業者の各位をはじめ、実証研究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。

※B-DASHプロジェクト：Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project

国土交通省国土技術政策総合研究所 下水道研究部長 岡本 誠一郎

目 次

第1章 総 則

第1節 目 的	
§1 目 的	1-1
第2節 ガイドラインの適用範囲	
§2 ガイドラインの適用範囲	1-3
第3節 ガイドラインの構成	
§3 ガイドラインの構成	1-4
第4節 用語の定義	
§4 用語の定義	1-6

第2章 技術の概要と評価

第1節 技術の概要・特徴と運用方法	
§5 本技術の目的	2-1
§6 本技術の概要と特徴（システム全体）	2-6
§7 データ一元収集整理システムの概要と特徴（要素技術A）	2-16
§8 データ一元収集整理システムの維持管理における運用（要素技術A）	2-21
§9 リアルタイム評価可視化システムの概要と特徴（要素技術B）	2-28
§10 健全度評価における運用（要素技術A・B）	2-32
§11 ストマネ計画策定における運用（要素技術B）	2-34
§12 性能劣化シミュレーションの概要と特徴（要素技術C）	2-38
§13 性能予測シミュレーションの運用（要素技術C）	2-42
§14 システムの統合的・継続的な運用（PDCA）	2-45
§15 PDCAサイクル実行におけるアウトプットとアウトカムの整理	2-50
第2節 技術の適用・推奨条件	
§16 技術の適用条件と推奨条件	2-53
§17 導入シナリオ	2-56
第3節 実証研究に基づく評価結果の概要	
§18 実証研究での評価項目	2-58
§19 実証研究での評価結果	2-60

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 20	導入検討手順	3-1
§ 21	本技術導入に向けた現状把握	3-2
§ 22	対象範囲の検討	3-4
§ 23	導入効果の検討	3-5
§ 24	導入判断	3-14

第2節 導入効果の検討例

§ 25	検討条件	3-15
§ 26	導入効果の検討例	3-17

第4章 システムの構築

第1節 システム構築手順

§ 27	システム構築フロー	4-1
------	-----------	-----

第2節 利用体制・ハードウェア構成の検討

§ 28	利用体制・ハードウェア構成の検討	4-2
------	------------------	-----

第3節 システム構築に必要な情報の収集・整理

§ 29	システム構築に必要な情報の収集・整理	4-7
------	--------------------	-----

第4節 システムの構築

§ 30	データ一元収集整理システム<要素技術A>の構築	4-10
§ 31	設備台帳・リアルタイム評価可視化システム<要素技術B>の構築	4-16
§ 32	性能劣化シミュレーション<要素技術C>の構築	4-18

第5章 システムの維持管理

第1節 システムの保守

§ 33	システムの保守・管理	5-1
------	------------	-----

第2節 データの保守

§ 34	対象施設・設備変更時の対応	5-2
§ 35	性能劣化予測モデルの評価と見直し	5-4

資料編

1. 実証研究結果	
1.1 実証研究概要	1
1.2 実証研究結果	7
1.3 その他検証事項	32
1.4 ストマネ計画策定時の省力化効果	34
1.5 機器数と水量補正率の近似式の元データ	35
2. ストックマネジメント以外への活用方法	
2.1 ナレッジの共有・継承	41
2.2 広域化・共同化における活用	42
3. 問い合わせ先	47

第1章 総 則

第1節 目 的

§1 目 的

本ガイドラインは、下水道施設（処理場・ポンプ場）の適切かつ持続可能な管理の実現に寄与するため、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の革新的技術の1つである「クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的なストックマネジメント実現システム」（以下、「本技術」とする）について、実証研究の成果を踏まえて、技術の概要、導入検討・判断、および運用ならびに保守等に関する技術的事項について明らかにし、もって導入の促進に資することを目的とする。

【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、およ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 プロジェクト全体の概要は、図 1-1 に示すとおりである。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。

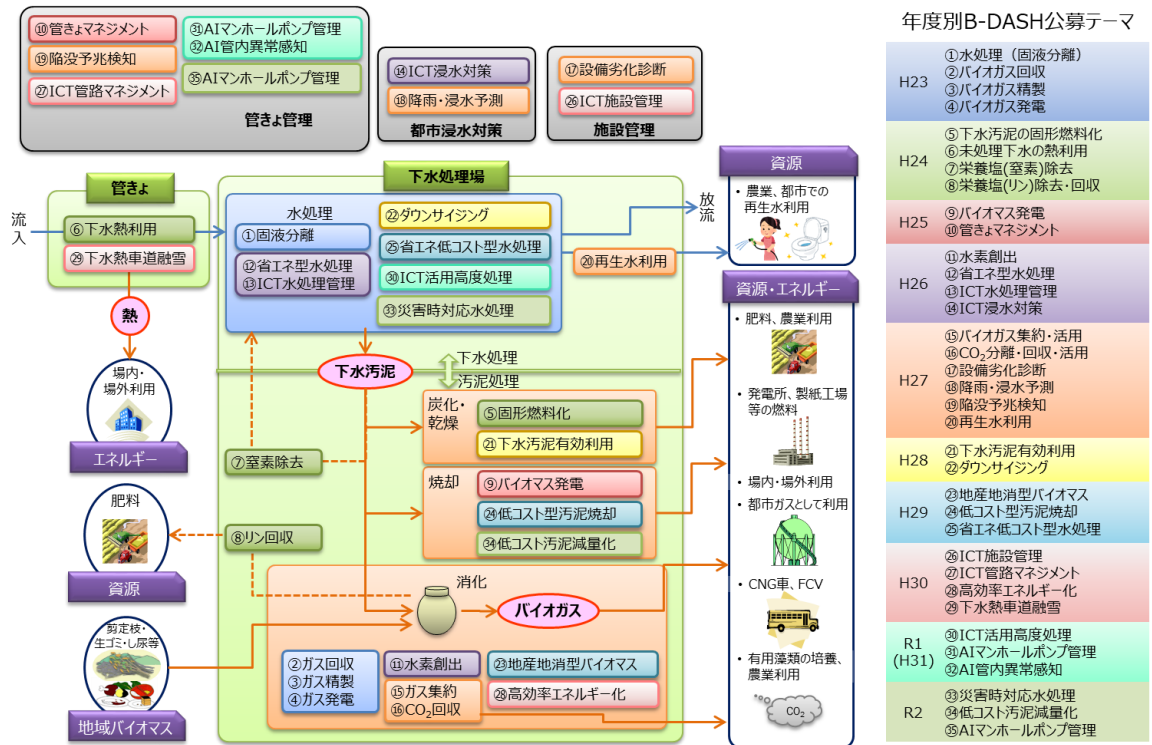


図 1-1 下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の概要（全体）

本技術は、クラウド技術を用いて下水道施設の適切かつ持続的な維持管理を支援する革新的技術であり、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の下水道事業者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」）とする。

(<http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/bdash.htm>) 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、老朽化が進む膨大な下水処理場設備を適切に管理し、ライフサイクルコストの低減や投資の最適化を図り、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、本技術の導入の促進に資することを目的として、国土技術政策総合研究所において策定するものである。このため、本ガイドラインでは、地方公共団体などの下水道事業者が本技術の導入を検討する際に参考にできるように、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計及び維持管理など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下水道事業者より意見を聴取のうえ、評価委員会の評価を受け、了承されたものである。

第2節 ガイドラインの適用範囲

§2 ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、本技術のシステム全体または一部についての、下水道施設を対象とした導入検討・判断、および運用ならびに保守等に適用する。

また、本ガイドラインは、地方公共団体等の下水道事業者、および関連する民間企業等に利用されることを想定して策定している。

【解説】

本ガイドラインは、下水道施設を対象として、本技術のシステム全体または一部の導入を検討する際に、導入検討・判断、および運用ならびに保守等の参考となるように取りまとめたものである。

また、本ガイドラインは、地方公共団体等の下水道事業者、および関連する民間企業等に利用されることを想定して策定している。

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、ここに記載されている内容以外に、各地方公共団体の実績や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。

第3節 ガイドラインの構成

§3 ガイドラインの構成

本ガイドラインは、総則、本技術の概要と評価、導入検討、システムの構築、システムの維持管理および資料編から構成される。

【解説】

本ガイドラインは、図 1-2 に示す構成から成る。
各章の内容は、以下のとおりとする。

(1) 第1章 総則

第1章では、目的、ガイドラインの適用範囲、ガイドラインの構成、用語の定義について記述する。

(2) 第2章 技術の概要と評価

第2章では、本技術の目的、概要・特徴と、導入効果を得るための実利用方法を解説する。また、適用条件、導入シナリオ例について整理する。さらに、実証研究で得られた成果に基づく本技術の評価結果を示す。

(3) 第3章 導入検討

第3章では、本技術の導入を検討する際に必要な手順、手法を示すとともに、導入効果の検討例を示す。

(4) 第4章 システムの構築

第4章では、導入検討の結果として、本技術の導入効果が期待できると判断された場合に、実際の利用開始に向けてシステム構築を進める手順、手法について示す。

(5) 第5章 システムの維持管理

第5章では、本技術を導入して運用開始した後に、システムを継続的に利用するために下水道管理者などが実施すべき維持管理の内容について示す。

その他、資料編として、実証研究結果、ケーススタディ、問い合わせ先に関する資料を示す。

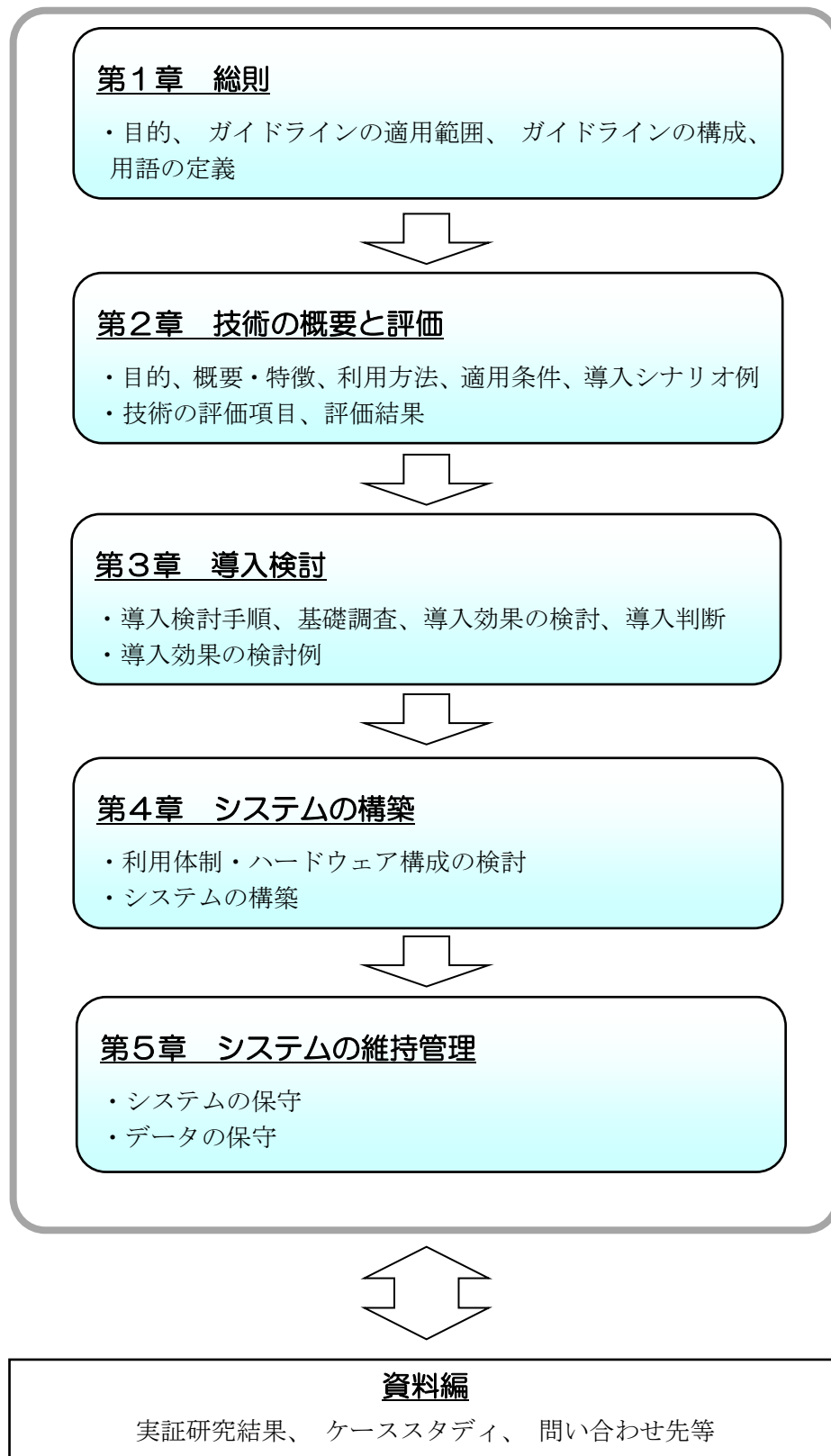


図 1-2 本ガイドラインの構成

第4節 用語の定義

§4 用語の定義

本ガイドラインで取り扱う用語は、以下に示すように定義する。なお、下水道施設の基本的な用語に関しては「下水道施設計画・設計指針と解説 2019年版（以下、「設計指針」とする。）」（公益社団法人日本下水道協会）、「下水道維持管理指針 2014年版（以下、「維持管理指針」とする。）」（公益社団法人日本下水道協会）、「下水道用語集 2000年版」（社団法人日本下水道協会）に準拠する。

（1）クラウド

「クラウドコンピューティング（Cloud Computing）」を略した呼び方で、データやアプリケーション等のコンピュータ資源をネットワーク経由で利用する仕組みを言う。初期投資が削減できる、拡張性が高い、広域的な情報一元管理が容易等の利点がある。

（2）オンプレミス

自組織の敷地内でサーバを設置してシステムを運用する形態を言う。ハードウェアの初期投資やシステムを運用・保守する手間がかかる一方、データ送受信にインターネットの利用が不要、機能のカスタマイズが行いやすい等の利点がある。

（3）設備台帳システム

下水道施設の諸元情報（名称、設置場所、能力、設置年等）、維持管理情報（故障・修繕履歴、点検結果等）、その他付帯情報（健全度、リスク、改築予定等）をデータベース化し一元管理するシステムを言う。施設情報管理を適切に行いストックマネジメント等に活用するためには、情報の継続的な収集・蓄積が必要である。

（4）日常・定期点検

異常兆候を発見するために行われる日常巡視や、劣化状況を把握し対策検討するために行われる定期点検等のうち、現場職員または運転管理会社担当者が自ら行うものを言う。

（5）メーカー点検整備

定期点検・法定点検や、保守点検計画に基づく定期整備、異常発生時の緊急点検・調査・修繕等のうち、メーカー等の専門業者により行われるものを言う。

（6）調査

施設・設備の健全度評価や予測のため、定量的に劣化の実態や動向を確認することを言う。本技術では、メーカー等の専門業者が、メーカー点検整備の際に確認した結果をもとに調査票を作成することとしている。

（7）フィールドサーバ

既存の運転情報をクラウドへ収集・蓄積するために現場監視装置に設置される機器を言う。既存システムから運転信号を取り出して保持しつつ、無線通信を介してクラウドサーバへ送信する機能を持つ。

(8) 修繕効果モデル

性能劣化予測モデルにおいて、機器の修繕による性能回復を表現するモデル。

(9) 性能劣化予測モデル

機器の性能の変化を表現するモデル。性能の変化を「経年による劣化」と「修繕による性能回復」に分けてモデル化している。

(10) 経年劣化モデル

性能劣化予測モデルにおいて、経年劣化による機器の性能の低下を表現するモデル。

(11) 性能回復効果

修繕により回復する機器の性能量。修繕前後の性能値の差をとったもの。

(12) 性能の正規化

性能値の変化から、経年劣化と修繕による回復効果以外の影響を取り除くこと。回転数や圧力、揚程、弁の開度等に対して、それらの変動の影響を取り除く演算を行う。

(13) 性能劣化シミュレータ

性能劣化予測モデルを用いて機器の将来の性能の変化をシミュレーションする技術。

(14) ワイブルモデル

主に信頼性工学において用いられる数理モデルであり、機器の稼働時間に対する故障発生率の変化を表すことができる。

(15) ランダムウォーク

時間経過とともに変化するデータにおいて、時間毎のデータの変化(どれだけ増加・減少するか)が確率的に無作為に(ランダムに)決定される状態。また、そのような変化をする時系列データ。

(16) モンテカルロシミュレーション

数理モデルに基づくシミュレーションにおいて、数理モデル内のパラメータや変数を確率分布に基づいて決定する手法。予測誤差や確率的に変化する事象といった、決定論的に予測することが難しい因子の影響を評価することが出来る。

第2章 技術の概要と評価

第1節 技術の概要・特徴と運用方法

§5 本技術の目的

本技術は、クラウドを用いて処理場・ポンプ場施設における維持管理実績データを効率的に収集・一元管理し、ストックマネジメントに活用できる仕組みの構築・継続運用を通じて、管理運営時代の下水道における「維持管理を起点としたマネジメントサイクル」の実現を目的とする。

- (1) スtockマネジメントの重要性
- (2) 継続的ストックマネジメント実施における課題
- (3) 本技術の目的

【解説】

(1) スtockマネジメントの重要性

① スtockマネジメントの意義

下水道事業におけるストックマネジメント（以下文中では「ストマネ」と略す）とは、下水道事業の役割を踏まえ、持続可能な下水道事業の実現を目的に、明確な目標を定め、膨大な施設の状況を客観的に把握、評価し、長期的な施設の状態を予測しながら、下水道施設を計画的かつ効率的に管理すること。と定義されている。

中長期的な視点で下水道事業全体の今後の老朽化の進展状況を捉えて、優先順位をつけながら施設の改築を進めることで、事業費（年価）の更なる削減を図ることが重要である。

そのためには、現行の長寿命化対策のように施設毎ではなく、下水道施設全体の中長期的な施設状態を予測しながら維持管理、改築を一体的に捉えて計画的・効率的に管理するストマネが必要である。

ストマネの実施により以下の効果が期待される。

○施設の安全性を確保し、良好な施設状態維持が可能となる

適正な点検・調査によって下水道施設の状態を把握し、下水道施設の不具合発生を未然に防止できる。これによって、施設の安全性の確保及び良好な状態の維持が可能となる。

○施設全体のライフサイクルコストの低減が図れる

良好な施設状態を維持しながら、施設全体のライフサイクルコストの低減が可能となる。

○適正かつ合理的な施設管理を実施することが可能となる

劣化した施設に対し、リスク評価による優先順位を考慮した対策を行うことにより、適正かつ合理的な施設管理が可能となる。

②ストックマネジメントと事業計画

平成28年度の「下水道ストックマネジメント支援制度」の創設に伴い、ストマネ計画の策定とそれに基づく点検・調査と改築事業が交付金による支援対象となっている。

また、平成27年の下水法改正では、施設の機能維持を主旨として事業計画に定めるべき事項が見直され、ストマネ実施方針に基づいて、処理場、ポンプ場の主要な施設に係る主な措置として、劣化・損傷を把握するための点検・調査の計画、診断結果を踏まえた改築・修繕の判断基準、改築事業の概要を記載の上、施設の長期的な改築の需要見通しを記載することが義務付けられた。このようにストマネは持続的な下水道事業経営に不可欠なものとなっている。

(2) 継続的ストックマネジメント実施における課題

わが国の下水道施設は、全国で約2,200箇所と膨大なストックを抱えているが、今後更新時期を迎える施設の急増が見込まれており、早急な対策実施が重要である。平成30年度末時点で約1,800箇所（全体の82%）の下水処理場が供用開始から15年を経えており、これは大半の機械・電気設備の標準耐用年数を超過するものであることから、老朽化の進行が懸念されている。さらに、降雨時の確実な稼働が必要な雨水ポンプ場においても、平成30年度末で全国に約1,600箇所ある雨水ポンプ場のうち、設備の標準耐用年数20年を経過した施設が約1,200箇所（全体の75%）と同様の傾向にある。そのため、持続的に下水道機能を確保するための計画的な維持管理・改築事業の実施が求められる。

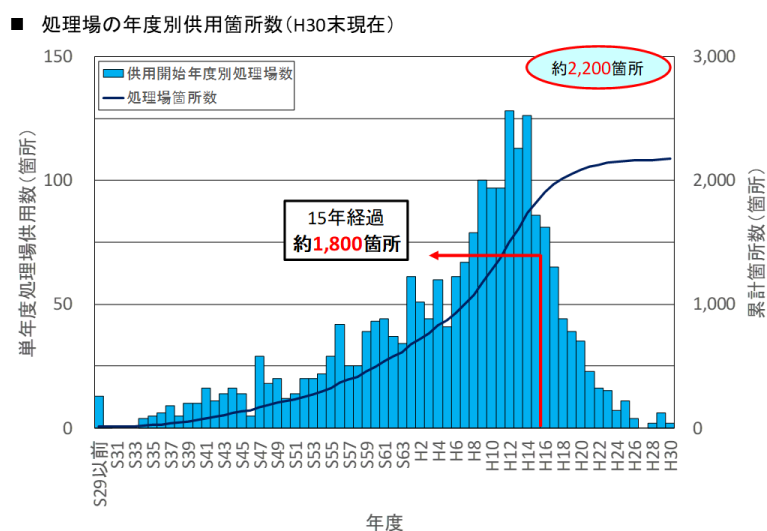


図 2-1 処理場の年度別供用箇所数 (出典：国土交通省下水道部 HP)

その一方で、施設を管理する地方公共団体では職員の減少や、人口減少に伴う経営環境の悪化等が進展しており、今後は人・モノ・カネの制約下において一層効率的な下水道事業の運営が求められる。その中で施設管理については、下水道施設全体の中長期的な老朽化の進展を予測しながら、適切に点検・調査や修繕・改築を行うことで、維持管理と計画・改築を一体的に捉えて計

画的かつ効率的に管理するストックマネジメントへの取り組みが不可欠であり、事業環境の変化に伴いその重要性は今後益々大きくなる。

ストマネの実施では、現場の維持管理実績を踏まえて計画・設計にフィードバックすることが重要であり、今後は現場の維持管理にも重要な役割が求められる。平成29年度に策定された「下水道ビジョン加速戦略」でも、「維持管理を起点としたストックマネジメント（以下文中では「ストマネ」と略す。）の実行」によって、点検や調査履歴等の維持管理情報の収集・分析やデータベース活用を推進し、「マネジメントサイクル」を実現させる必要性が示されている。

しかし、実際には情報のフィードバックは容易ではなく、取り組みはあまり進んでいない。その原因を、建設や維持管理の業務の中に散在する情報の中から必要なものを「情報の収集」する段階、体系的に「情報の整理・蓄積」する段階、さらにストマネにおける意思決定に「活用」する段階と各段階で大きな課題がある。その課題を整理すると表2-1のように示される。

表 2-1 スtockマネジメントの実施フェーズにおける課題

フェーズ	内 容	ストマネ実施の課題
① 情報の収集	建設・改築工事や維持管理業務の中から、ストマネに必要な情報を取得する。	媒体が紙やデータ等様々で、保管者も複数。情報が分散して保管・管理されている。システムを用いた電子的管理も登録の手間がかかり進まない。また、維持管理の場面では、健全度判定に必要な情報収集が十分ではない場合もある。
② 情報の整理・蓄積	収集した情報が一元的・体系的に整理され、活用に適した形で、継続的に蓄積される。	維持管理実績を、設備に関連づけて一元整理されておらず、利用しやすい形態で整理・蓄積されていない。
③ 情報の活用	蓄積した情報を用いて、健全度評価や各種計画の策定を実施する。	利用できる有効な情報がないため、計画策定の都度、手間をかけて調査を行う必要がある。また、作成された健全度等の情報も紙ベースで保管されて一時利用されるのみで、継続的な活用がされていない。

ストマネへの活用のために必要な情報の収集・整理（蓄積）における現状は、情報の媒体としては、電子データ、紙ベース、オンプレミスの設備台帳などが混在しており、保管場所も各施設の自治体担当部署または維持管理業者のPC、書庫、サーバなどに分散している。

また、下水道施設の維持管理が民間委託されている場合、それらの情報は主に維持管理業者によって管理されており、自治体は定期的に主要事項の報告を受けるのみで、維持管理の情報を細部まで把握できていないケースが多い。自治体が直営で維持管理を実施している場合でも、数年周期の人事異動により施設管理に関する情報が散逸してしまい、一元的に蓄積されていないことも多いのが実情である。

さらに、ストマネにおいて維持管理データを活用する場合、現状では必要な情報が十分に整理されていない。例えば、健全度評価で必要となる点検データが、個別設備へ関連付けて整理できている場合はごく稀である。そのため、実質的には5年に一度程度、長寿命化計画やストマネ計

画を策定するタイミングで、追加調査等の実施を余儀なくされ、多大な労力を要することが多い。

すなわち、現状では自治体が維持管理情報に基づき主体的にストマネを継続的に実践する余力が不足しており、計画策定時以外にも健全度評価を行って経時的な劣化状況の変化を把握することや、将来の修繕・更新計画を立案することは難しい。この状況を従来技術でのストックマネジメント実施体制として、図 2-2 上段に示す。

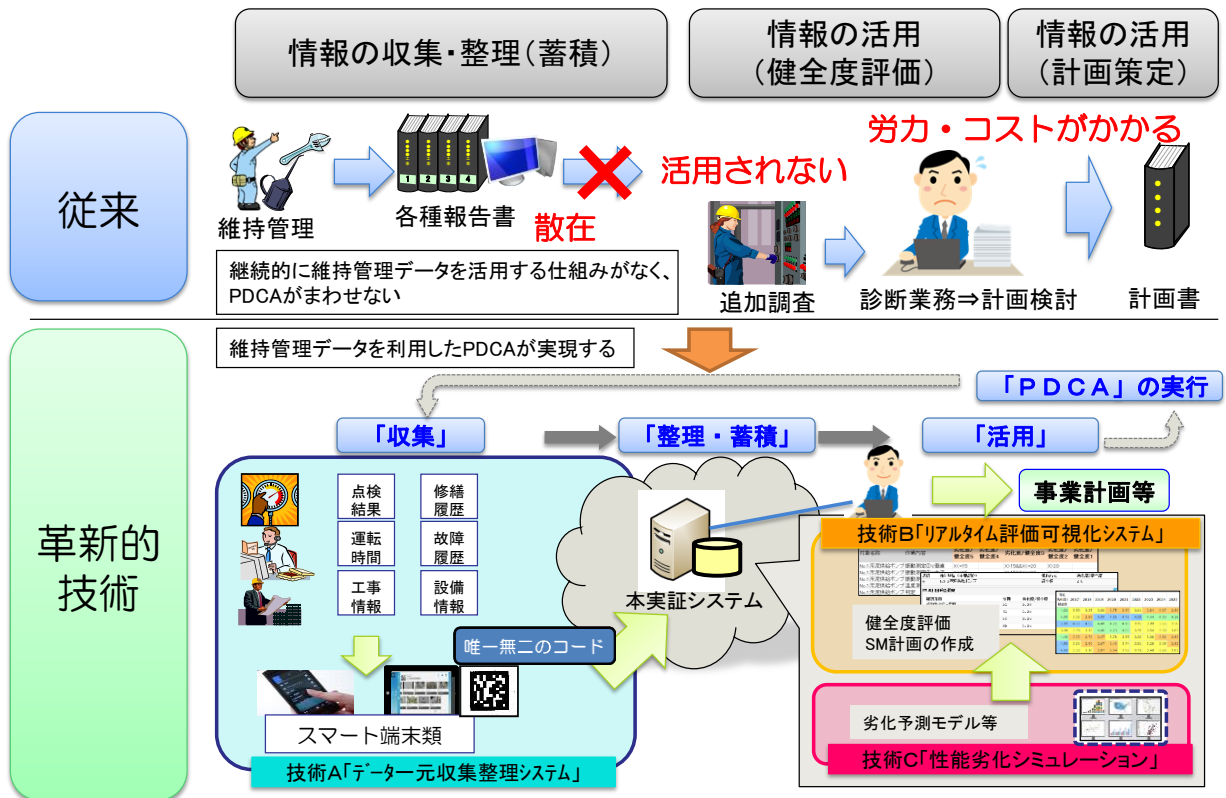


図 2-2 本技術を用いた継続的なストックマネジメントの実現

(3) 本技術の目的

本技術はクラウドコンピューティングにより、関連部署に分散している情報を一元的に収集、整理・蓄積できるもので、維持管理情報を健全度評価基準に活かし、設備の実態を反映した健全度評価とそれに基づくストマネ計画策定を継続的に実施することを目的としている。その概要を図 2-2 の下段に示す。

本技術は3つの要素技術の組み合わせで構成されているが、効率的に「収集・整理（蓄積）」するために、要素技術 A「データ一元収集整理システム」を用いる。携帯端末や管理コードなどの ICT の仕組みを用いることで、従来バラバラに分散していた維持管理情報が効率的に収集・一元管理され、利用しやすい形で整理される。現場の負担に頼らなくても実現するため、継続的な運用も可能である。

集まったデータを「活用」する仕組みとしては要素技術 B「リアルタイム評価可視化システム」と要素技術 C「性能劣化シミュレーション」を用いる。詳細は後述するが、これらはクラウド上で運用されるため、絶えずシステムに登録される最新の維持管理データに基づいて計画策定ことができ、その結果を継続的にシステムに残し、見直し等にも活用できる。

以上より、クラウドを活用した本技術を導入・継続運用することによって、PDCA を通じた継続的なストマネが容易に行え、維持管理を起点としたマネジメントサイクルを実現できる。

また、インフラ分野においてもデータとデジタル技術を活用して、社会資本や公共サービス、組織内の業務や働き方等を変革しよりよい社会を実現するとした、「インフラ分野のデジタル・トランスフォーメーション (DX)」の理念にも合致する技術であるといえる。

§6 本技術の概要と特徴（システム全体）

本技術（システム全体）は、クラウド上に構築された設備台帳システムに、日常業務において維持管理データを効率的に収集・一元管理するための「データ一元収集整理システム（要素技術 A）」、維持管理データを設備の状態監視（健全度判定）やストマネ計画に反映するための「リアルタイム評価可視化システム（要素技術 B）」と「性能劣化シミュレーション（要素技術 C）」の3つを連携させることで構成され、以下の技術的特徴を有している。

- (1) ストックマネジメント全般への有用性
- (2) クラウドの採用による共同利用の容易性
- (3) 広域化・共同化への適用可能性
- (4) 要素技術間のデータ連携にもとづく継続的なストマネ支援

【解説】

(1) ストックマネジメント全般への有用性

本技術は、クラウド上に構築された設備台帳システムに要素技術 A「データ一元収集整理システム」、要素技術 B「リアルタイム評価可視化システム」、要素技術 C「性能劣化予測支援システム」の3つの技術を組み合わせて構築されており、その全体概要と要素技術の概要をそれぞれ図 2-3 と表 2-2 に示す。

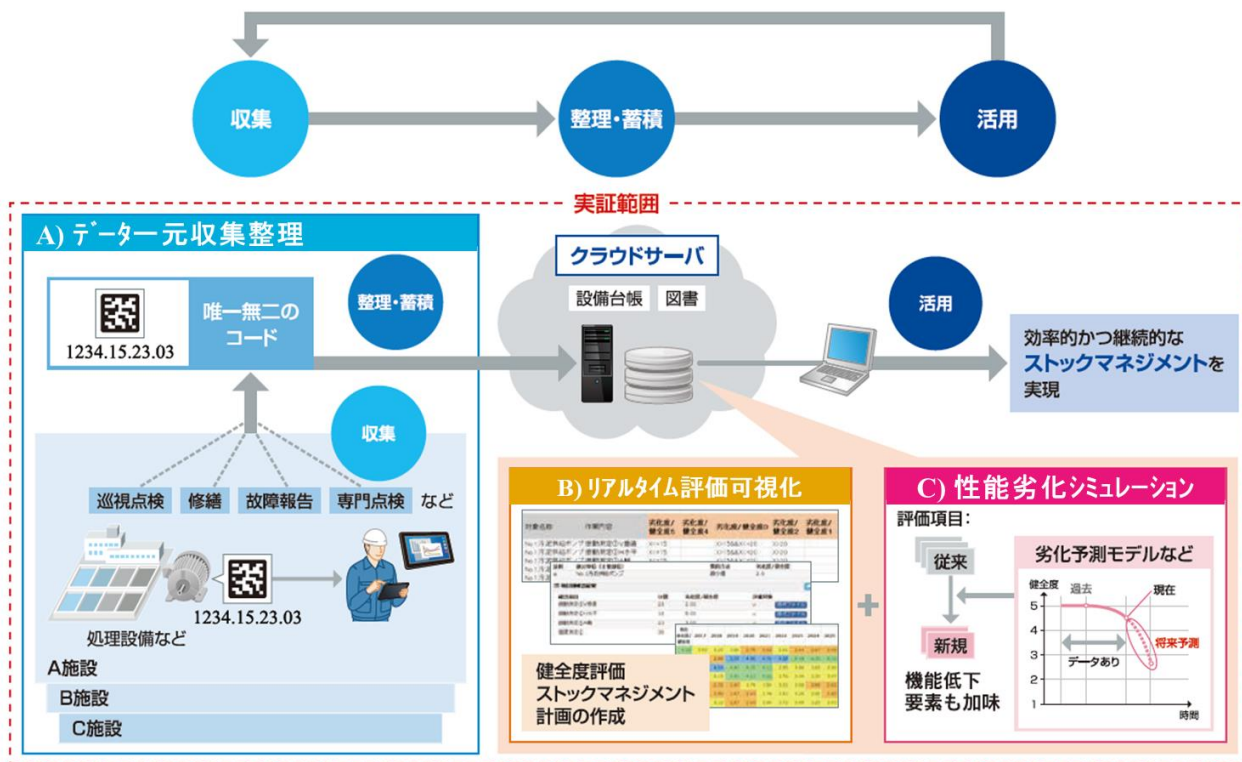


図 2-3 革新的技術の概要

表 2-2 要素技術の概要

要素技術		本技術	従来技術
A	データ一元収集整理システム	<ul style="list-style-type: none"> ・携帯端末などを用いて、維持管理データを日常業務の中で負荷なく継続的に収集できる ・運転データ（監視装置から自動収集）等と合わせて、データを一元的に整理・蓄積し、いつでも活用できる。 ・水質等を含めた通常の維持管理データも管理でき、運転管理・施設管理データの一体管理にも有効。 	<ul style="list-style-type: none"> ・維持管理情報が分散 ⇒データ収集に負荷 ⇒情報が活用されない
B	リアルタイム評価可視化システム	<ul style="list-style-type: none"> ・日々集積するデータを活用して、健全度をいつでも自動算出、評価できる ・ストマネに必要な情報を随時可視化でき、過去のデータも蓄積し、PDCAサイクルを回すことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ストマネのため調査、診断作業が別途必要 ・逐次的に実施し、直近計画にのみ活用
C	性能劣化シミュレーション	<ul style="list-style-type: none"> ・機器の運転データ等を蓄積し、性能の長期的な変化を予測することができる。 ・保守、修繕データを蓄積することで、修繕効果も含めた性能の長期シミュレーションができる。 	—

注) 従来技術：一元的なデータ管理を行っておらず、日常点検結果を紙や電子ファイル形式で所定の場所に保管するといった施設管理手法を想定

本技術の目的は「クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的なストックマネジメント実現システム」の実用化を目指すものである。個々の要素技術の概要と特徴は、§7以降で説明することとするが、システム全体としての本技術の革新性を以下に示す。

- ・維持管理データを継続的に収集・蓄積し有効活用することにより、ストマネ計画や事業計画の策定が効率的に行えるようになる。
- ・計画部門が施設管理業務に普段使用している設備台帳に、維持管理部門が維持管理を通じて得られる様々な情報を関連づけるなどにより、通常の業務の中で得られる情報を活かして継続的なストマネが実現できる。
- ・汎用的な要素システムで構成されており、従来の業務フローを変えずに利用できることから各部門において大きなメリットがある。
- ・下水道事業を継続していく上で、計画、建設、管理などに関わる多くの民間事業者の協力が必要であり、これら関係者と自治体を結びつけるものが情報である。本技術は、その情報を「収集」「整理・蓄積」「活用」できる仕組みであり、多くの関係者と情報共有できるシステムである。

図2-4に、ストックマネジメント実施フローの全体像を示すが、上記の革新性に基づいて、本技術はストックマネジメント実施フローの全般に対して効果をもたらす。その内容を、表2-3に示す。※図内の章/節は出典元に準拠しており、本ガイドラインの章/節とは関連していない。

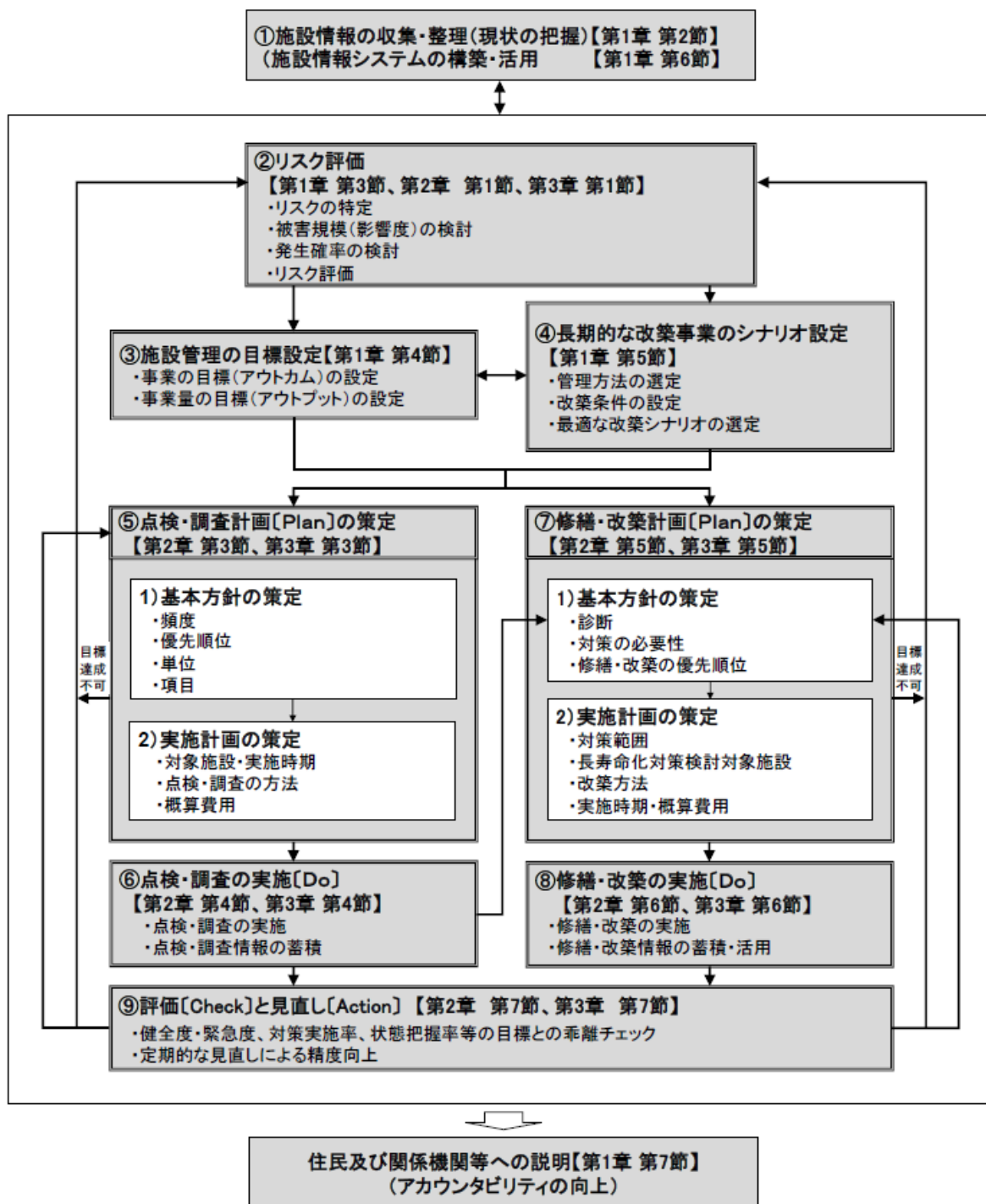


図2-4 スtockマネジメントの実施フロー例

(出典：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年度版-)

表 2-3 ストックマネジメント実施における本技術の導入効果

実施項目	要素技術	主な導入効果
①施設情報の収集・整理	設備台帳	・日常業務において最新化されたデータがクラウドで管理されるため、作業不要となる。計画策定前の現地調査も不要となる。
②リスクの評価	B	・ <u>リスクの特定と被害規模の検討</u> ： 本技術導入のタイミングで整理されるため計画策定時の個別検討は不要。 ・ <u>発生確率の検討とリスクの評価</u> ： 本技術により自動出力されるため省力化可能。
③施設管理の目標設定	B	・ <u>長期改築シミュレーション機能</u> により、目標設定が省力化できる可能性あり。
④長期的な改築事業シナリオ設定	B	・ <u>管理方法の選定と改築条件の設定</u> ： 本技術導入のタイミングで整理されるため計画策定時の個別検討は不要。 ・ <u>最適な改築シナリオの選定</u> ： 本技術のシミュレーションにより自動出力されるため省力化可能。
⑤点検・調査計画の策定	A、B	・ <u>頻度、項目、単位の設定、点検・調査の方法</u> ： 本技術導入のタイミングで整理されるため計画策定時の個別検討は不要。ただしこの際に、資産健全度算出のための点検項目として、現状の項目に追加して実施するべきものがあるかどうかを整理する。 ・ <u>優先順位、実施時期</u> ： 本技術では日常維持管理で行われる点検・調査により健全度判定が行われるため、不要となる。
⑥点検調査の実施	A	・日常維持管理において実施されるため、計画時の点検調査としては不要となる。
⑦修繕・改築計画の策定	B、C	・ <u>長寿命化計画対象設備の選定</u> ： 本技術導入のタイミングで、対象/対象外の整理を行うため、計画策定時の個別検討は不要。 ・ <u>診断、対策の必要性</u> ： 本技術の健全度評価・劣化予測機能により自動出力されるため省力化が可能。 ・ <u>改築方法の検討（更新/長寿命化の判断）</u> ： 本技術の LCC 評価機能により自動出力されるため省力化可能。 ・ <u>実施時期・概算費用</u> ： 性能劣化シミュレーションでモデル予測結果を用い、設備間の優先度評価の判断が行いやすくなる。
⑧修繕・改築の実施	設備台帳	・修繕・改築の結果を逐次、設備台帳に反映することで、実業務の中でデータが最新化される。
⑨評価と見直し	B	・年1回程度の頻度で実際の健全度を算出することで、劣化予測に基づく計画の見直しや、判定基準見直しが行えるようになる。

各自治体が本技術を導入した後にストマネ計画の策定業務を委託発注する場合、算定例は後述するが、標準歩掛項目のうち上表に含まれる項目の工数は削減できる。一方、上表に含まれない各項目のとりまとめ作業や、全体の報告書作成・照査、打合せにかかる工数はそのまま残るが、打合せ回数は減らせる可能性がある。

(2) クラウドの採用による共同利用の容易性

①共同利用に有効なクラウドの技術的特徴

本技術で採用するクラウド（またはクラウドコンピューティング）とは、インターネットなどのネットワークを経由してデータやソフトウェアをサービスとして利用するシステム利用形態であり、その特徴は従来からの一般的な方式であるオンプレミス方式と比較すると表2-4のように示される。

表2-4 オンプレミス方式とクラウド方式の比較



	オンプレミス方式	クラウド方式
長所	<p><機能カスタマイズの柔軟性></p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業体毎の多様な個別要求仕様に対応したシステムを構築しやすい。 ・動作がネットワーク環境に依存しない。 	<p><情報の収集・蓄積、共有の容易性></p> <p>インターネットブラウザを用いて、場所の制約を受けず利用できる。拠点や立場をまたいだ情報の受け渡し・共有が容易に行える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・初期のハードウェア投資が不要 ・保守、バージョンアップ、セキュリティ対策はクラウドサーバ側で自動対応
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・初期導入費が高額(サーバ費など) ・利用場所が制約されやすい ・定期的な保守、バージョンアップ、更新が必要 ・個別でセキュリティ・データ喪失対策が必要 	<ul style="list-style-type: none"> ・事業体毎の個別要望に応じた機能カスタマイズに制限がある ・システムを利用するには通信回線接続が必要 ・動作がネットワーク環境に依存 ・ID/パスワードの管理が必要
適している事業体	<ul style="list-style-type: none"> ・事業体独自のカスタマイズ要望を実現したい ・財政規模が大きく初期投資が容易 ・処理施設が1ヶ所のみ、または専用回線でネットワーク化されている ・維持管理をほぼ直営で行っている 	<ul style="list-style-type: none"> ・財源・人手が少なく、安価、迅速に導入したい ・処理施設が複数あり、地理的に離れており、かつ専用回線等でネットワーク化されていない ・維持管理で多くの民間会社が関わっている

クラウドでは共通的に提供されるソフトウェアを用いるため独自要望に応じた機能カスタマイズが難しいという短所がある反面、場所の制約を受けずに1つのシステムを共同利用することにより、一元化情報管理や共同利用が容易であることが強みである。平成25年に国交省下水道部より発刊された「ストックマネジメント手法を踏まえた下水道長寿命化計画策定に関する手引き(案)」(参考資料IV-85)においても、下記のようにクラウドの有効性に言及されている。

施設情報を効率的に蓄積かつ一元管理する方法としては、クラウドコンピューティングの活用や携帯端末機の活用が有効である。

クラウドの導入効果としては、複数拠点でデータを共有することが可能となるため、担当部毎に、維持管理情報（点検・調査情報等）、改築情報を入力、管理することで、情報の蓄積を継続的に行っていくことができる。また、維持管理情報のデータベース化は、下水道担当者がリアルタイムで運転管理、保全管理の実施状況を把握することが可能となるため、維持管理業者に対する履行監視の効率化へ発展していくことにもなる。

維持管理情報をシステムへ登録する場合、各設備の劣化状況を現場で確認し、システムへ登録していく作業が発生するが、携帯端末機を利用し、現場で劣化情報を入力し、システムに取り込めば作業の効率化へつながり、かつ情報の蓄積を効果的に行っていくことが可能となる。

なお、本技術の特徴をもつシステムをオンプレミス方式で構築することも可能であるものの、ネットワーク構築をはじめとする事前投資や入念な事前検討の必要性が伴う。一方、クラウドで構築するメリットを図 2-5 に示しており、初期投資における費用低減効果のほか、メーカー・維持管理会社等も交えた柔軟な共同利用やデータ収集の効率化など、運用面での効果も得られる。

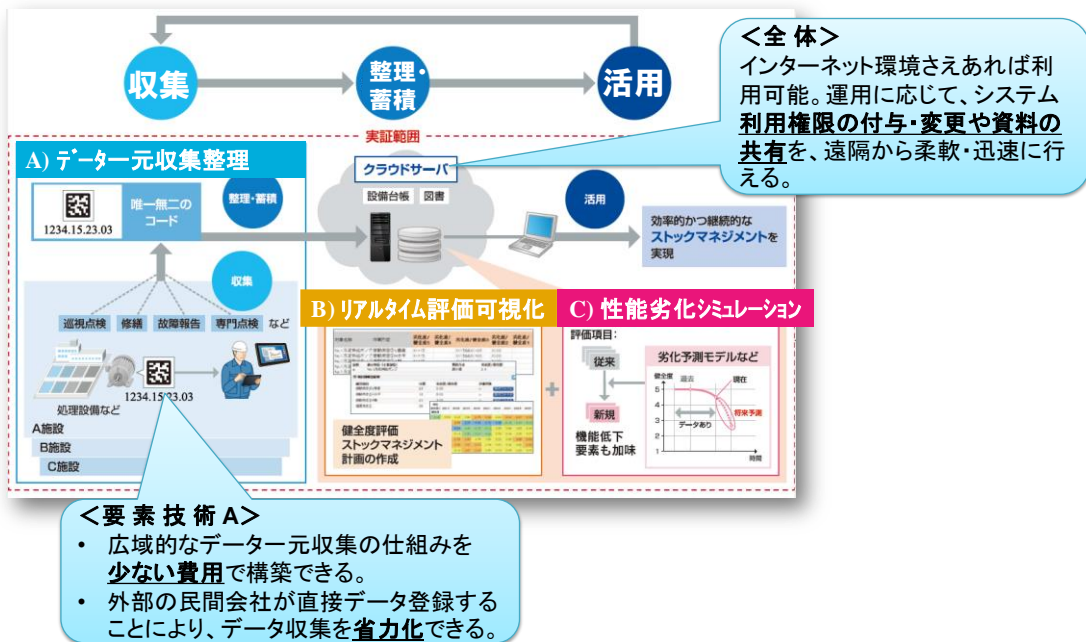


図 2-5 クラウドを用いて構築した場合の効果例

②資料共有におけるセキュリティ確保策

本技術では、クラウド上で共有される資料の閲覧権限をユーザー単位で区別して設定することができる。そのため、システムを共同利用する場合でも、職務内容等に応じた適切な ID 発行と権限設定を行うことで、共同利用における情報閲覧のセキュリティを保持することができる。さらに、金額情報や更新計画内容の閲覧可否を官民で区別することもできるため、民間会社との共同利用も問題なく行える。

(3) 広域化・共同化への適用可能性

今後の効率的な事業運営に向けて様々な取組のうち、スケールメリットを生かして効率的な管理を行う「広域化・共同化」はその有効な手法の1つと位置付けられ、推進されている。平成29年度には、国土交通省は関係3省（総務省、農水省、環境省）と連名で、各都道府県に対して令和4年度までに「汚水処理の広域化・共同化計画」を策定することを要請。平成30年度には「広域化・共同化計画策定マニュアル（案）」をとりまとめた。

広域化・共同化の具体策としては、複数市町村等による処理区の統合、下水汚泥の共同処理、維持管理業務の共同化、ICT活用による集中管理などが挙げられるが、従来の事業主体をまたいだ運用を行うこととなるため、運用を支える情報システムも管理対象や利用者の拡張・変更について柔軟に対応する必要がある。

本技術で採用しているクラウドは拡張性に優れ、(2)①で示したように管理対象や体制の変更も容易に行えるため、図2-6に示すように広域的な利用との親和性が高い。そして、システム導入後に市町村をまたぐ広域化・共同化がなされた場合でも、問題なく継続利用ができる。さらに広域化・共同化自体の効率化手段としても用いる場合について、その内容を資料編2.2節に提言として示す。

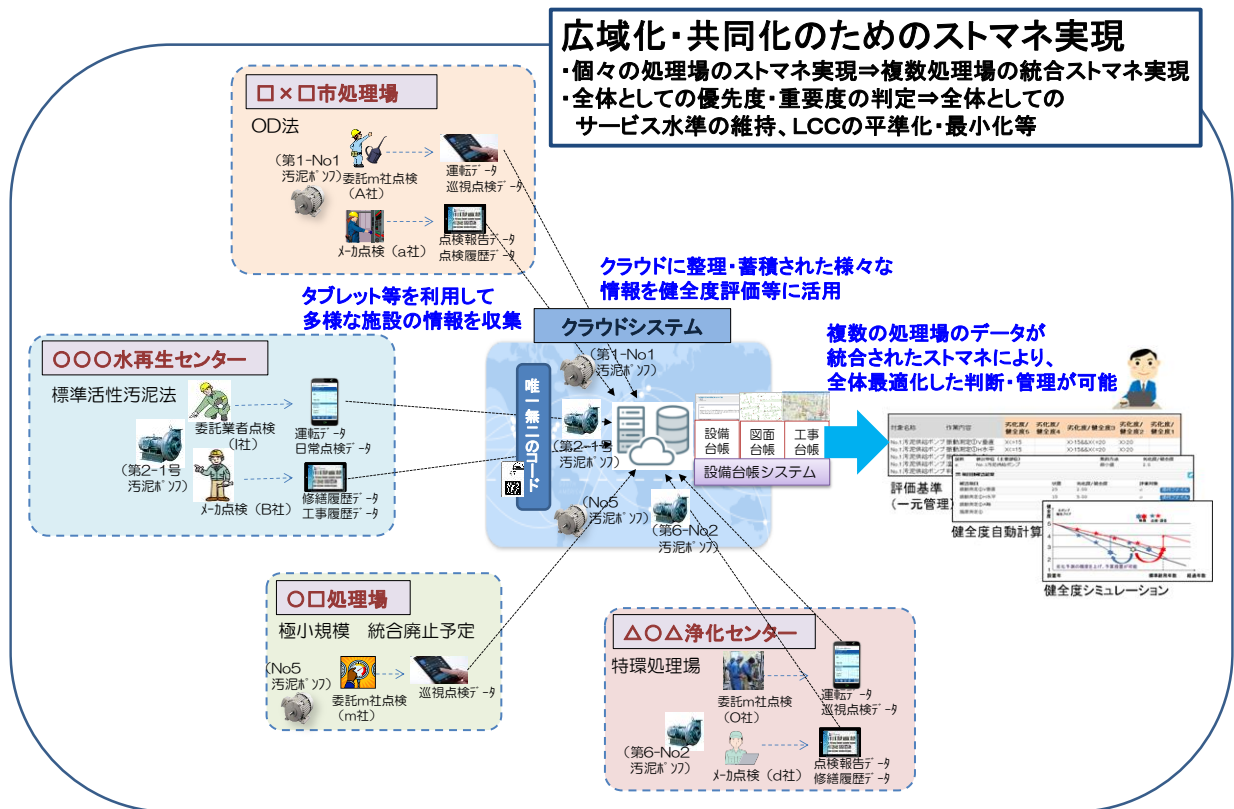


図 2-6 本技術による広域的な管理（自治体内）のイメージ

(4) 要素技術間のデータ連携にもとづく継続的なストマネ支援

本技術のもう1つの特徴は、図2-7に示すように3つの要素技術の間でデータが連携されて一元的に扱われるため、一連のフローに沿って各要素技術でデータが有効活用される点にある。つまり、本技術ではデータが一元管理されるだけでなく、設備の状態監視やストマネ計画にも反映されることで、さらなる有効活用が可能となる。

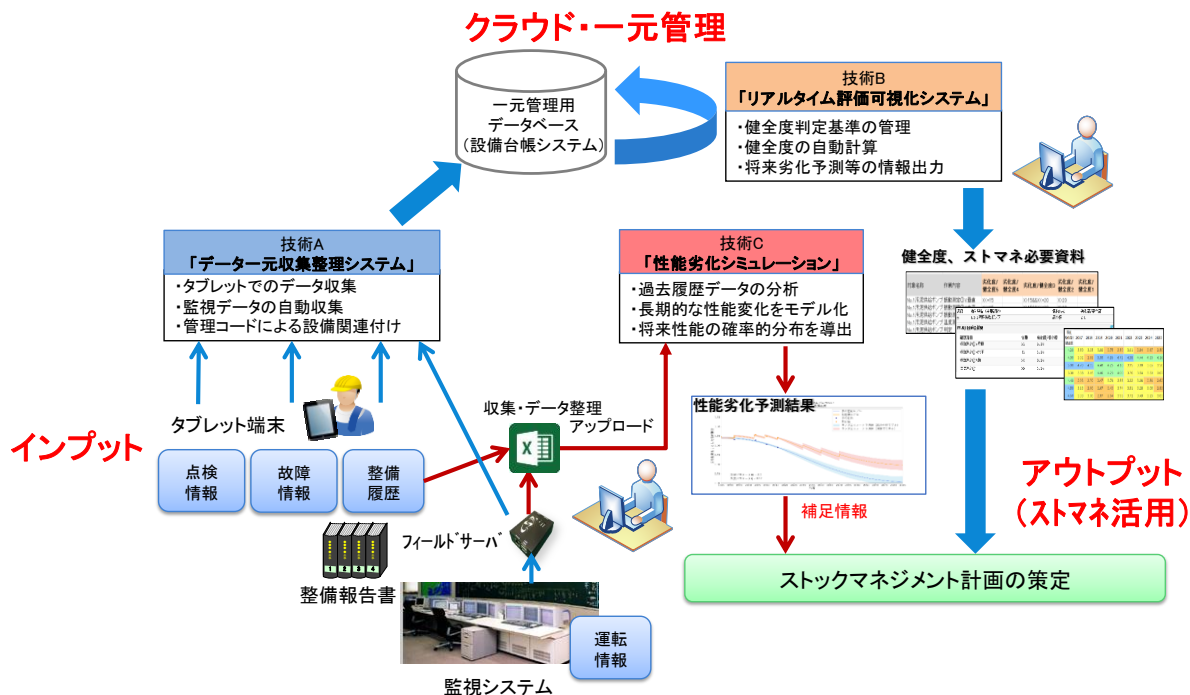


図2-7 3つの要素技術間のデータ連携

さらに、本技術の運用では、要素技術Aによるデータ収集は日常管理の一環で行われることとしている。要素技術Aの機能は、日常の維持管理における業務効率や状態監視の利便性を一層高めることや、ストマネに必要な情報が漏れなく収集されることに留意して設計されているため、日常管理の一部として継続的な運用が容易である。その結果、ストマネに必要な最新情報が随時クラウド上に集約されて必要時に利用できることとなり、本技術の運用による継続的なストマネが実現しやすくなる。ストマネのフローにおける効果の例を、図2-8に示す。

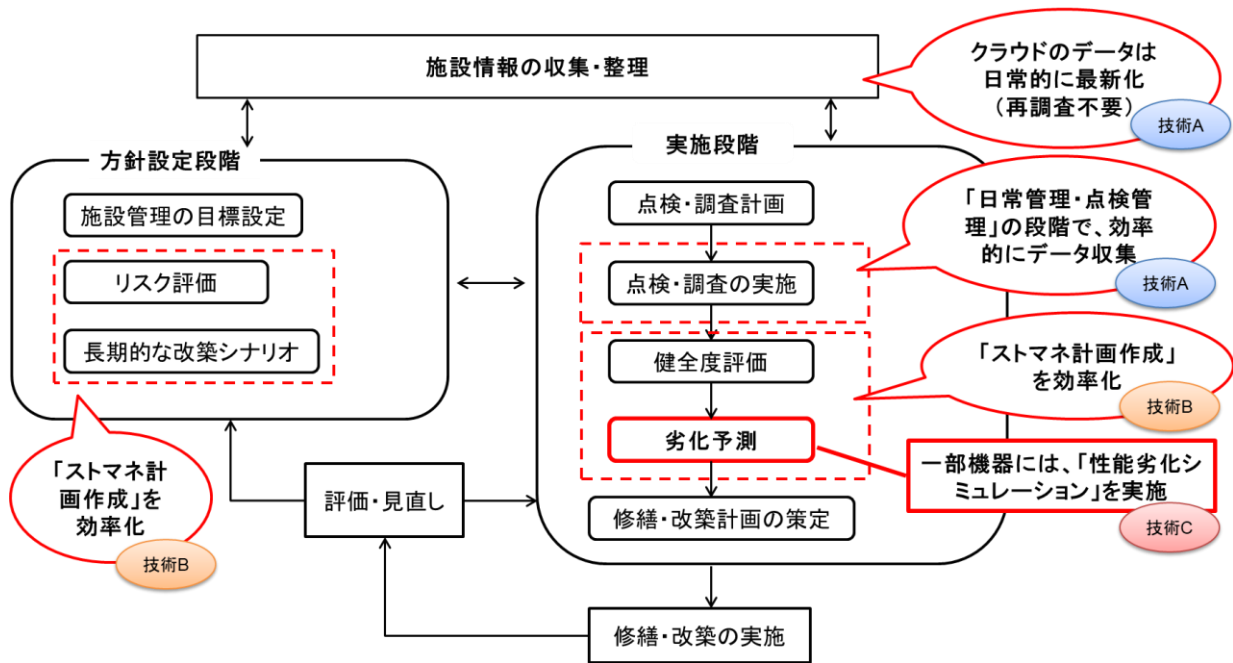


図 2-8 ストマネ作業における本技術の運用の効果

§7 データー一元収集整理システムの概要と特徴（要素技術 A）

データー一元収集整理システム（要素技術 A）は、下水道施設(処理場・ポンプ場)の維持管理データをタブレット端末等で「収集」した後、管理コードを用いてクラウド上の設備台帳へ関連付けて「整理（蓄積）」することで、維持管理データの一元的な管理を実現する技術であり、以下の特徴を有する。

- (1) 維持管理データの一元管理が容易に行える
- (2) 現場点検業務の品質確保に役立つ
- (3) スtockマネジメントへの維持管理データ活用が容易に行える

【解説】

(1) 維持管理データの一元管理が容易に行える

本技術は図 2-9 に示す通り、クラウドと通信可能な端末（タブレット端末）を用いて、維持管理データを入力することができる。入力する場所の制約を受けないため、例えば現場点検業務に入力用タブレット端末を導入することで、「業務の中で」「当事者自身により」維持管理データを登録できるようになる。

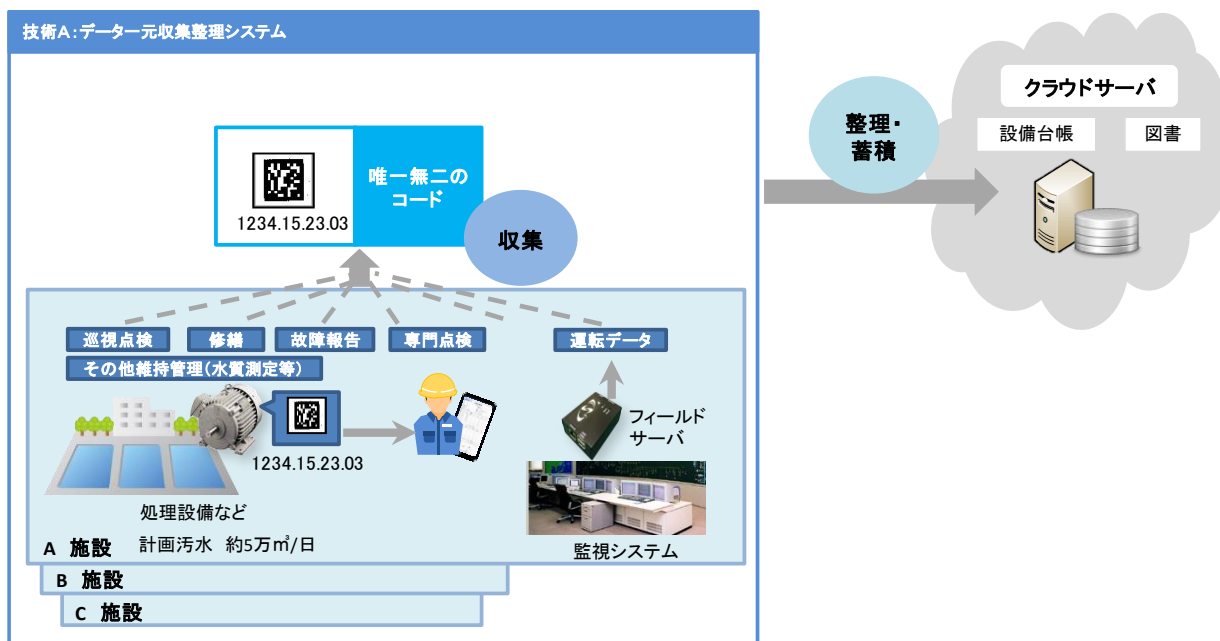


図 2-9 データー一元収集整理システムの構成

最初から電子データとして登録されるため、二次的なデータ登録の労力は不要となる。さらに、クラウドと組み合わせることで、登録されたデータは自動的に集約されるため、場所や立場を越えた一元管理が容易に実現する。維持管理手法が従来から大きく変わる部分であり、デジタル・トランスフォーメーションの観点から特に重要な変革点である。以上のフローを図 2-10 に示す。

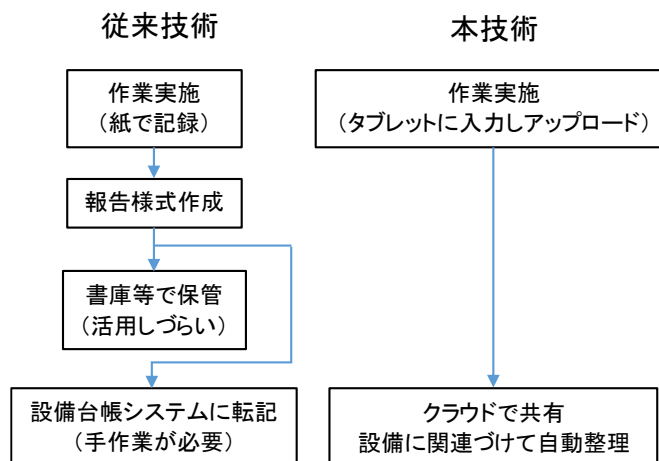


図 2-10 データ入力フローの比較

なお、本技術で収集できるデータには、点検をはじめとする施設管理に必要なデータのほか、水質等を含めた多様な維持管理データも含まれ、維持管理全般（運転管理、施設管理）のデータを一元管理することができる。さらに、既存の監視システムにフィールドサーバを接続することで、中央監視システムで収集されている運転データ（プロセスデータ・機器稼働データ等）を集約することもできる。それらのデータは、月報等の維持管理報告様式上で自動集計することもできるため、日常の維持管理業務の一部に組み込んで使用することも問題なく行える。

（２）現場点検業務の品質確保に役立つ

維持管理の現場では、ベテラン職員の退職等による人員不足や技術継承が課題となっているが、本技術はそれらの課題解決に役立つ機能を備えている。

タブレット端末に内蔵されているカメラ等により現場状況の写真や音声・動画などを記録し、点検結果と関連付けてクラウドに登録・保管することができる。その結果は、不具合等が発生した際の関係者への状況共有による迅速な対応や、技術教育などに活用できる。

また、以下の機能によって、現場作業自体への支援も可能であり、非熟練者による作業の品質確保やOJTによる技術継承にも役立つ。

- ・ 予め点検簿に関連付けて手順書等の文書を登録しておくことで、点検作業時にタブレットから参照できる。
- ・ 点検作業時に、タブレット上で過去の点検履歴データを確認できる。
- ・ 現場機器に図 2-11 に示すような AR タグを予め貼り付けておき、それをタブレットで読み込むと、点検簿の入力箇所が即時に表示される。

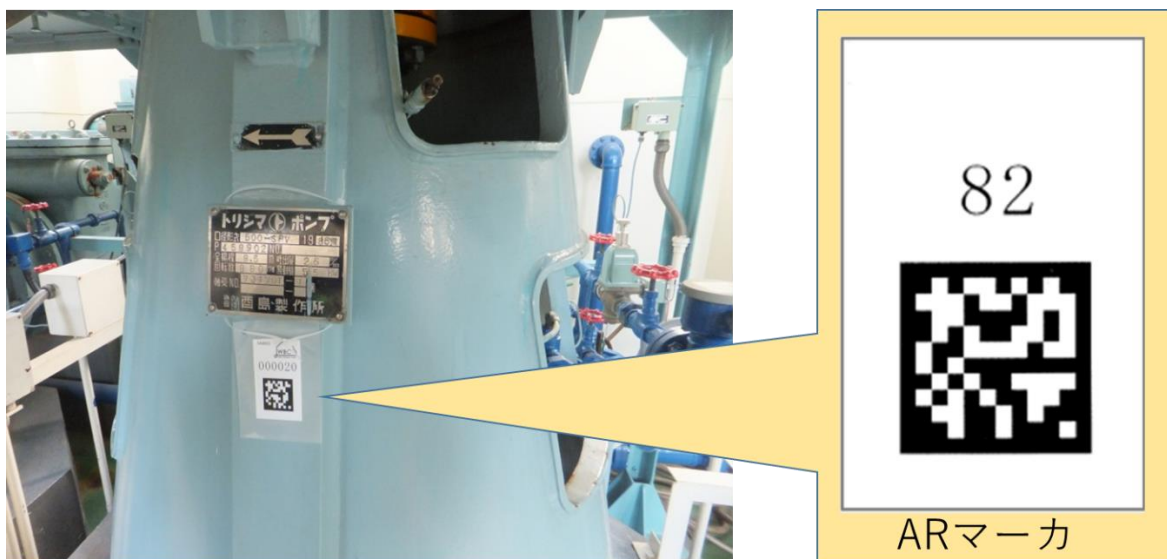


図 2-11 管理対象へ AR タグの取付状況の例

さらに、定型的な管理業務の軽減にも役立つ。通常は、現場で手書きによりデータを記録した後、Excel ファイル等への転記による清書作業に労力を要している現場が多いが、本技術では、タブレット端末で直接電子データとして点検データが入力されるため、登録後にクラウド上で自動的に点検報告帳票を作成することができ、従来は二度手間であった転記作業が不要となる。また、点検報告のやりとりを、書面ではなくクラウド上で直接行うこともできる。その結果、現場の定型作業を効率化でき、限られた業務時間を他業務に有効活用することができる。

以上の機能（表 2-5 に示す）を維持管理業務において活用することで、限られた人的リソースを有効活用しつつ、業務品質を確保することができる。

表 2-5 点検業務の品質確保に役立つ主な機能

分類	システム機能
記録方法	写真、音声、動画も点検結果に関連付けて登録・共有できる。
作業支援	点検簿に関連づけて登録されたドキュメントを、現場で参照できる。
	過去の点検結果を確認できる。
	AR タグを読み込むと、点検入力箇所が自動表示される。
管理の効率化	タブレットから入力するだけで、点検報告帳票が自動作成される。
	点検データをクラウドに保管し、データでの報告ができる。

(3) スtockマネジメントへの維持管理データ活用が容易に行える

蓄積した維持管理データをStockマネジメントに活用するためには、データを設備に関連付けた状態で整理する必要があり、最新かつ正確なデータを利用できるようにするための工夫も求められるが、本技術はそれらに容易に対応することができる。

従来もストマネ計画の策定時には、維持管理データも収集して設備単位で整理されているが、収集対象となる保守・点検の種類が多く、設備名称などの表記も不統一であることなどにより、データの適切な収集・整理や設備への関連付けに大きな追加労力がかかることが多かった。また、以下による作業上のミスも生じやすい。

- ・ 報告様式と設備台帳での表記の相違を、入力者が識別・判断する必要がある。
- ・ 膨大な維持管理データの中から、ストマネに必要なデータを、入力者が識別・判断する必要がある。

本技術では、システム導入時にストマネ用に収集すべき点検項目を予め決めておき、それらに対して設備単位でシステムから自動的に付与される「管理番号」を付けておくことで、運用場面ではその番号をキーにして、随時収集される維持管理データを自動的に設備に紐づけて整理できる。その内容は、運用中に容易に変更することもできる。さらに、当事者が実業務の一環でデータを登録できるため、ストマネに必要な維持管理情報の登録が日常業務の中で自然に進むとともに、常にデータの最新性を保つことができる。

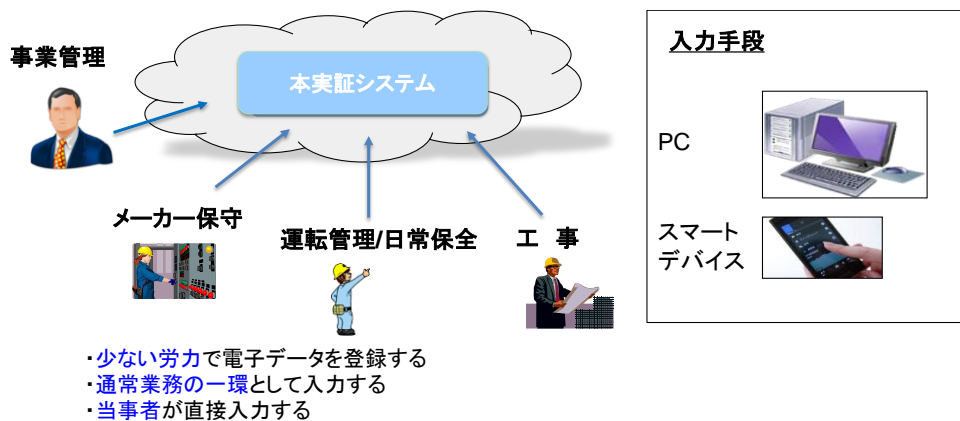


図 2-12 ICT 利用により情報最新性が保たれる

管理番号のコード体系の例を図 2-13 に示すが、設置場所を階層構造化することによる単純なものである。また設置場所の違いを管理番号に組み込むため、施設統合や広域化等の際に管理対象が増えた場合にも、設備ごとに重複を許さない唯一無二の番号を付与することができる。これにより、台帳上で設備を取り違える危険性を小さくすることができる。

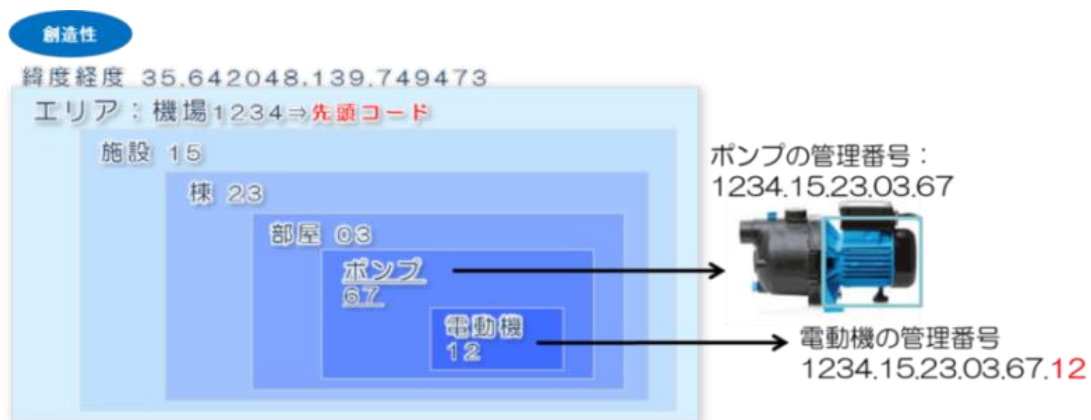


図 2-13 設置場所を用いた階層構造による体系的な管理番号のイメージ

§8 データー元収集整理システムの維持管理における運用（要素技術 A）

日常的な維持管理においてデーター元収集整理システムを導入・運用することにより、点検管理業務の効率化や適切な状態監視が実現するとともに、それらの結果を健全度判定にも利用することができる。主な運用方法を以下に示す。

- (1) 日常・定期点検における運用
- (2) 故障報告時における運用
- (3) メーカー点検整備における運用
- (4) フィールドサーバによる運転データの自動収集

【解説】

(1) 日常・定期点検における運用

日常保守点検の場面では、①日常・定期点検で行う外観確認、軸受の振動、温度の測定値等の点検結果をタブレット端末に入力するとともに、必要であれば設備写真の撮影を行い登録する。入力されたデータはクラウドにアップされ、点検帳票が自動的に作成される。現場での利用風景を図 2-14 に示す。

タブレットへの入力数値が正常範囲から逸脱している等異常である場合は、その場でタブレットの入力欄が変色して注意を促すことで、現場での迅速な保守対応に役立てられる他、単純な入力ミスの防止にも効果がある。また、アップロード後にも、閾値による異常の自動判定等が行われ異常履歴を出力できるとともに、パソコンの設備台帳画面上にも点検異常が起票されてアラートが表示される。



図 2-14 タブレット端末の現場利用風景

日常保守における運用フローを図 2-15 に、タブレット画面例を図 2-16 に示す。

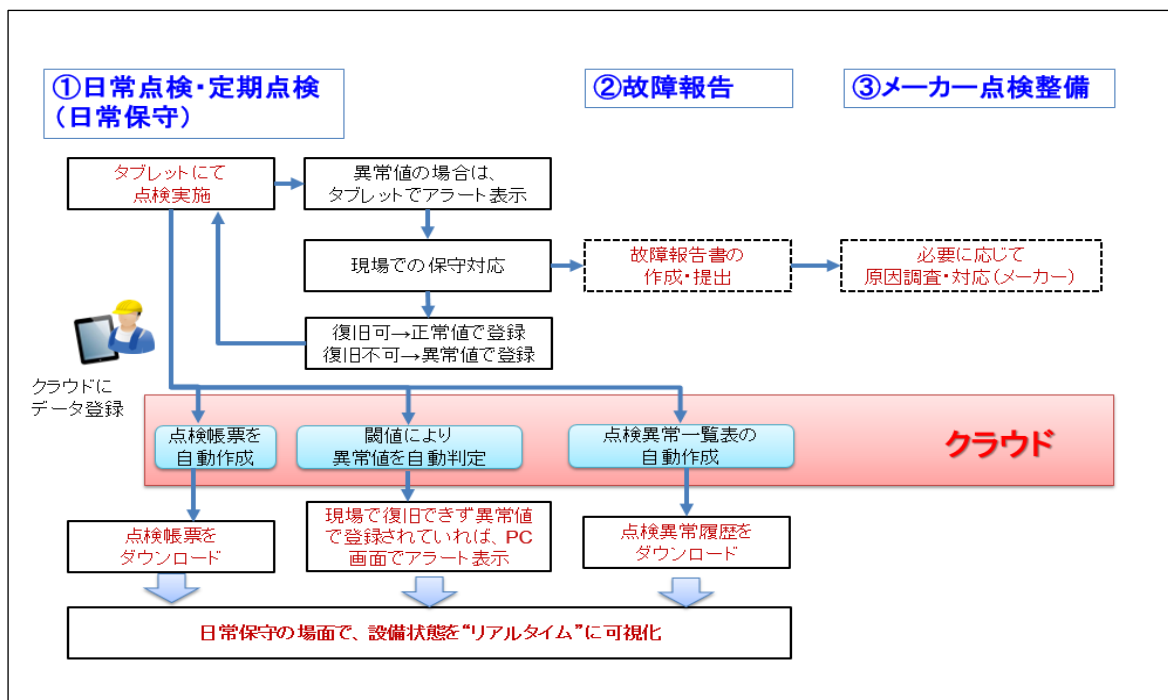


図 2-15 日常保守フロー



図 2-16 日常・定期点検のタブレット画面例

(2) 故障報告時における運用

日常・定期点検で発見された故障報告は、設備写真とともにタブレットより登録する。故障報告に使用されるタブレット画面例を図 2-17 に示す。



図 2-17 故障報告のタブレット画面例

(3) メーカー点検整備における運用

メーカー点検整備は、各メーカーのノウハウがあるため報告書様式の統一は困難である。このため、健全度評価調査票を作成し、従来報告書に添えて提出するようメーカーに依頼する。

- ①従来 of 書式は変更せず、従来通りのメーカー点検報告書を作成する。
- ②新たに健全度評価調査票を作成し、点検報告書の表紙に添付する。

調査票は、下記の 2 部構成とする。

- ・物理面診断、運転面診断をもとに総合健全度評価を行う
- ・主要部品毎の診断を行う。(この主要部品診断が要素技術 B 「主要部品の登録」とマッチングする)

メーカーはこの健全度評価調査票に従ってタブレットにてシステムへ点検結果の登録行うとともに、点検整備写真の登録も行う。健全度評価フローを図 2-18 に示す。また、健全度評価調査票の例を図 2-19 (総合健全度) 及び図 2-20 (主要部品診断) に示す。

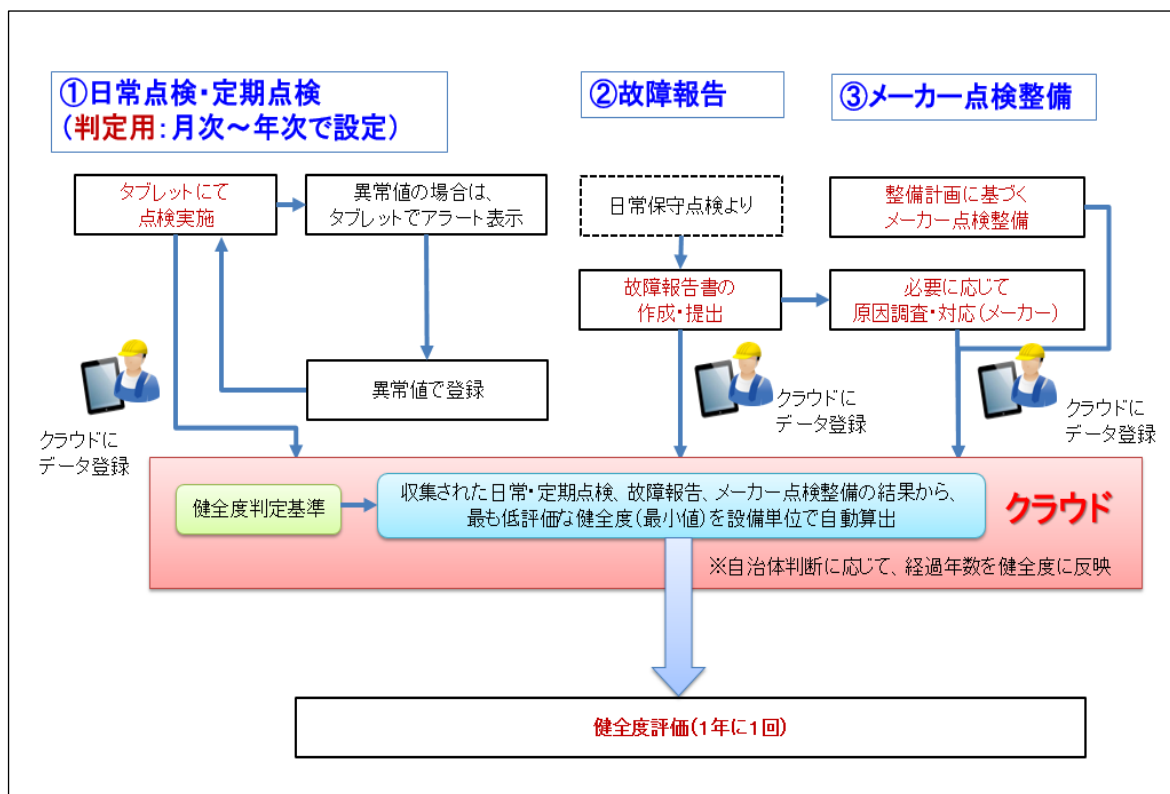


図 2-18 健全度評価フロー

診断表No.

施設名: ○○下水処理場

機器名: ○○ブロワNo.1

健全度評価 調査票 (健全度は1~5で5段階評価)

機器名称	○○ブロワNo.1	調査年月日	○年○月○日
メーカー整備報告書	○○年度 ○○ブロワNo.1号機修理	メーカー名	(株)○○

【物理面診断】 ※設備単位調査及び主要部品単位調査

No.	診断項目	診断方法	劣化なし	劣化の度合			劣化の範囲			健全度判定	健全度評価	所見
				大	中	小	多	中	小			
1	ダスト付着	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3	1段目インペラにダスト付着あり。アンバランス増加が予想されるため、点検のみとした。
2	腐食・摩耗	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3		吸込み側エンドラピンスに腐食、摩耗あり。清掃手仕上げ済。
3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
6			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

【運転面診断】 ※設備単位調査及び主要部品単位調査

No.	診断項目	診断方法	診断結果(1不良⇔5良)					健全度判定	健全度評価	所見
			1	2	3	4	5			
1	動作状況	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	4	試運転結果より特に問題なし
2			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
3			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
4			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
5			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
6			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			

評価	<p>①2段目以降のインペラにもダスト付着が予想される。次回、ブロワ本体の整備を推奨。 ②次回、吸込み側エンドラピンス、インペララピンス、ステーラピンスの部品交換を推奨。 ③電動機は現状問題ないが、2006年以降工場OHが行われておらず、1~2年後を目途に工場OHを推奨。</p>	総合健全度評価	3.0
----	--	---------	-----

調査票を作成した上で、赤枠の数字をタブレットから入力する。

図 2-19 健全度評価調査票例 (総合健全度)

第2章 技術の概要と評価

【主要部品診断】 ※主要部品単位調査													
No.	主要部品	診断項目	診断方法	劣化なし	劣化の度合			劣化の範囲			健全度判定	健全度評価	所見
					大	中	小	多	中	小			
1	インペラ	ダスト付着	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
特記事項		1段目インペラにダスト付着見られた。部分的な清掃によるアンバランス増加が予想されるため点検のみとした。											
2	シャフト	傷、摩耗	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	4	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
特記事項		ベアリング、カップリング組込部に軽微な傷が見られ、清掃および手仕上げ済。											
3	軸受	汚れ、劣化	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	4	4	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
特記事項		ラジアル、スラスト軸受とも、汚れ、劣化あり。計画交換済。											
4	インレットペーン	ダスト付着	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	4	
		軸受の劣化	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4		
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
特記事項		①インレットペーン、吸込コーンにダスト付着あり。清掃済。 ②インレットペーン用軸受に汚れ、発錆あり。計画交換済。											
5	ラビリンス	摩耗、腐食	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	3	3	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
特記事項		吸込み側エンドラビリンスに腐食、摩耗あり。清掃、手仕上げ済。											
6	電動機	軸受の劣化	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4	4	
		コイル、回転子の劣化	目視	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	4		
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
特記事項		現地分解整備。 ①軸受(負荷、反負荷側)計画交換済。 ②コイル、回転子等、特に異常なし。											
7				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		0	
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
特記事項													

図 2-20 健全度評価調査票例 (主要部品診断)

メーカー点検整備に使用されるタブレット画面例を図 2-21 に示す。



図 2-21 メーカー点検整備のタブレット画面例

(4) フィールドサーバによる運転データの自動収集

既存監視システムにフィールドサーバを取り付けることで、プロセスデータや機器稼働状況等の運転データをクラウド上に自動収集できる。それらのデータは、簡便な操作で日報等として出力することができ、性能劣化シミュレーションのモデル作成における基礎データとして活用できる。データ出力の例を図 2-22 に示す。

	A	B	C	D	E
1	日報	A浄化センター	浄化センター	浄化センター	浄化センター
2	2019/6/15	1系流量積算値	2系流量積算値	ポンプ運転時間	返送汚泥流量
3	単位	m3	m3	min	m3/h
4	0:00	10.6	7.9	20	31
5	1:00	30.8	15.9	60	31
6	2:00	20.5	15.3	40	0
7	3:00	0	26.4	0	0
8	4:00	0	24.7	0	0
9	5:00	10.6	27.2	20	31
10	6:00	30.9	30.5	60	30
11	7:00	20.5	25.1	40	0
12	8:00	0	8	0	0
13	9:00	10.6	15.8	20	31
14	10:00	20.5	15.3	40	0

図 2-22 収集された運転データの出力例

また、監視画面・トレンド監視・警報出力等の機能を備えた監視用アプリを別途構築して利用することによって、クラウドを用いた遠隔監視ツールとして活用することもできる。

§9 リアルタイム評価可視化システムの概要と特徴（要素技術 B）

リアルタイム評価可視化システム（要素技術 B）は、クラウド上に収集・整理された維持管理データを用いて、健全度をはじめとするストックマネジメント計画に必要な情報を自動作成・出力する技術であり、以下の特徴を有する。

- (1) 最新データが反映された健全度を随時算出できる
- (2) ストマネ計画における資料作成を省力化できる
- (3) 設備状態をふまえた計画の見直しが容易に行える

【解説】

技術	従来技術	本技術
<p>【技術 B】 リアルタイム 評価可視化 システム</p>	<p>健全度評価やストマネ計画策定を、 多大な労力を掛け、逐次的に実施</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 労務：追加調査や診断作業など ・ 成果は概ね直近計画のみに利用 	<p>日々集積するデータを活用し、 健全度やストマネ必要情報を随 時可視化・利用できる</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 必要労務が省力化 ・ 健全度も蓄積され将来利用可 能

(1) 最新データが反映された健全度を随時算出できる

ストマネ計画における健全度評価は主に計画担当者によって行われているが、現場の機器の状態を熟知している訳ではないため、結局はメーカー分解整備の記録や日常・定期点検の内容確認、維持管理者へのヒアリングを行って健全度算出を行っていることが多いのが実態である。そのため、健全度を算出するためには、維持管理データの調べ直しや、現地調査（主に外観）、場合によっては定期整備とは別に健全度算出を目的としたメーカー分解調査などの追加的な作業が発生している。

本技術では、日常業務の一環で蓄積される維持管理データをそのまま用いて健全度算出が行えるため、健全度算出のための追加的な調査等が不要となる。さらに、5年程度に1度のストマネ計画策定時だけでなく、1年に1回程度の頻度でも、その時点の最新データを用いた健全度が簡単に算出できる。図 2-23 にシステム構成の概要、表 2-6 に従来技術との対比を示す。

尚、健全度の設定については、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）第2編第3章第5節を参照した。資料編 1.2.2 健全度の妥当性にその考え方を示す。

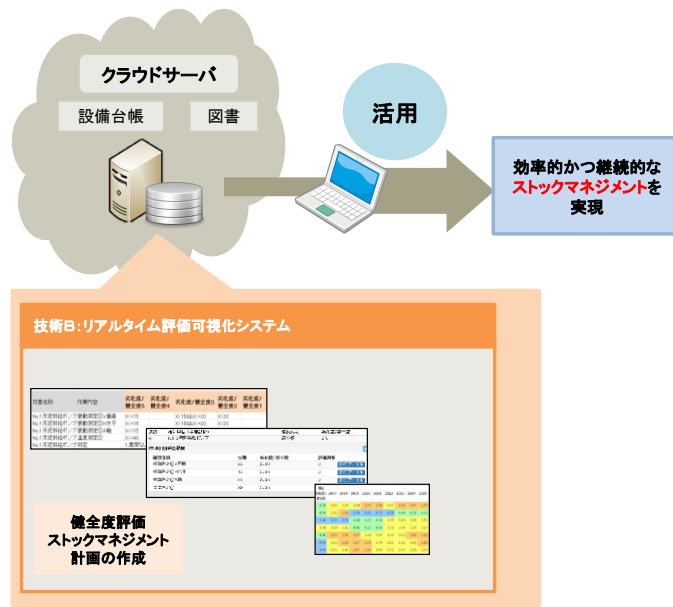


図 2-23 システム構成の概要

表 2-6 健全度評価における本技術の特長

	従来技術	本技術
健全度の元データ	通常業務外に追加実施される調査結果	通常業務における点検データ
健全度の判定項目	通常業務の点検項目とは別途。計画毎に作成	通常点検項目に沿って作成可能。追加見直しが容易
健全度の判定基準	計画毎に作成	維持管理者の判断により継続的な見直しが容易

また、本技術での点検簿や健全度評価基準などの設定は、Excel データ入出力によって行うため、判定に用いる点検項目や判定基準の見直しを、利用者自身でも運用中に容易に行える。利用イメージを図 2-24 に示す。

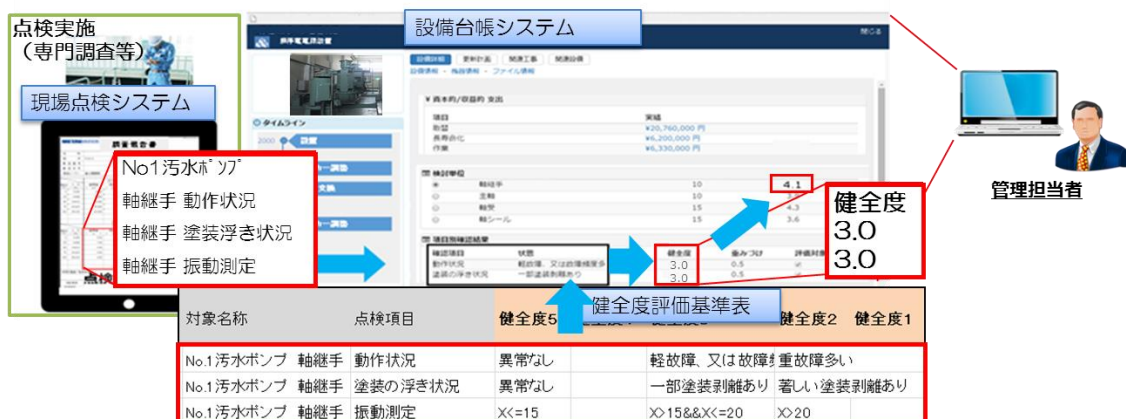


図 2-24 利用者自身による健全度評価の実施イメージ

なお、健全度評価用の元データとしては、日常点検・定期点検のほか、維持管理における故障報告やメーカー点検整備結果を用いることができる。詳細は § 10 で述べるが、これらの複数のデータを併用すると維持管理者やメーカー担当者等の複数者の判断を健全度に反映できるため、健全度の妥当性を確保しやすくなる。

(2) ストマネ計画における資料作成を省力化できる

ストマネ計画を策定する際には、都道府県との協議を行って地方整備局に申請するために協議資料を作成しているが、本技術によってその一部を省力化することができる。詳細は第4章、第5章に示すが、初期導入時に管理方法や目標耐用年数等の検討を行っておくことで、ストマネ計画策定時には、本技術のシステム機能を用いて、リスク評価、長期改築シミュレーション、健全度評価、劣化予測などの作業を代替することができる。その概要を表 2-7 に示す。

さらに、普段の維持管理業務の中でストマネに必要な情報（点検結果や写真など）が収集されるようにルール付けを行うことで、計画策定時の現場調査を省略することもできる。運用方法については本ガイドラインの第5章、健全度判定のため推奨される点検項目一覧を資料編に示している。

表 2-7 ストマネ計画策定時の協議資料と本技術での対応可否

協議資料	説明	本技術での対応	
①申請様式	所定の申請様式	-	
②計画説明資料	①の根拠資料	○	必要図表の一部を出力して利用
③健全度調査票	健全度判定の詳細結果が記載された帳票	◎	自動出力可能
④写真帳	健全度判定時の設備状況写真	○	タブレット等で撮影された写真をクラウドに集約し、出力

◎：そのまま利用できる、○：加工して利用できる

(3) 設備状態をふまえた計画の見直しが容易に行える

従来技術では、健全度は計画策定の度に算出・活用され、その後は報告書や成果品ファイルに保存されるのみで、時系列的に管理されていない場合が多い。一方本技術では、適宜健全度の評価結果がシステムに記録されて時系列的に管理されるため、健全度の推移傾向を確認しやすい。その対比を表 2-8 に示す。

表 2-8 計画資料の作成における本技術の特長

	従来技術	本技術
健全度の活用方法	計画策定時点の健全度が、成果品として保管される。	健全度がシステムに保存され、時系列で管理される。
設備の保全区分や判定基準等 (計画作成の基礎情報)	計画毎に毎回作成。	一度作成するとシステム上で継続的に利用可能。

また、従来技術では、健全度評価や計画資料が作成されるタイミングは、5年に1回程度の計画策定のタイミングに限定されており、健全度の将来予測は、策定時点における劣化予測に基づいて決められるため、必ずしも最新の劣化状況が事業に反映されているとは限らない。一方、本技術では、日常業務の中で得られる点検結果などの維持管理のデータを活かして、1年に1回程度の頻度で、実際の劣化状況に即した健全度を簡単に算出できるほか、劣化予測シミュレーションも行えるため、過去に作成した計画の見直しを継続的に行える。

従来の健全度予測と本技術による健全度推移確認を踏まえたストマネの違いのイメージを図 2-25 に示す。このように、継続的に健全度評価を行うことで、早期修繕や修繕延期など、より最新の実態に応じた計画の修正を容易に行える。

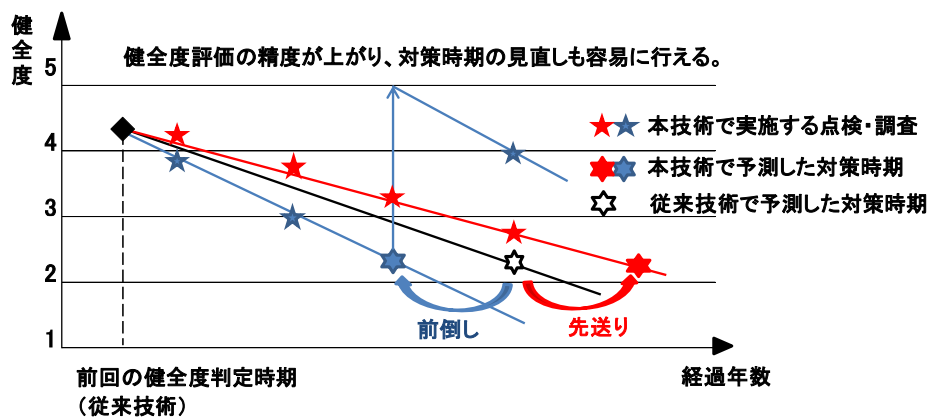


図 2-25 従来方法と本技術の健全度評価とストマネへの反映の違いのイメージ

§ 10 健全度評価における運用（要素技術 A・B）

クラウドに収集された日常点検・定期点検結果、維持管理における故障報告、メーカー点検整備結果をもとに、維持管理者やメーカー等の現場機器を熟知する複数者の判断が反映された妥当性のある健全度を自動算出することができる。運用方法を以下に示す。

- (1) 必要な点検データの収集・蓄積
- (2) 健全度の自動算出（運用では1年に1回程度）

(1) 必要な点検データの収集・蓄積

§8で述べた(1)日常・定期点検における運用、(2)故障報告時における運用、(3)メーカー点検整備における運用を実施することで、健全度評価に必要な点検データをクラウドに収集・蓄積して、健全度の自動算出に活用する。点検時にタブレット端末を持参することで、点検データをその場でクラウドに登録することができる。

健全度の算出では、上記3種類のデータを総合的に活用して行われるが、(1)日常・定期点検における運用で得られる点検データ自体にも、健全度評価で必要とされるデータが含まれていることが望ましい。そのため、もし既存の維持管理で行っている点検内容のみでの健全度評価が難しい場合は、月次・年次等の頻度で振動測定等の点検を追加実施することを検討する。資料編に、健全度算出のため実施することが望ましい推奨項目例を示した。

(資料編 1.2.3 運用(1) 健全度判定用の推奨項目・頻度一覧表)

(2) 健全度の自動算出

設備の点検作業により登録された点検結果から健全度が自動的に算出される。健全度の判定にあたっては、評価者の個人的バイアスや能力差などにより、ばらつくことが発生することが懸念される。健全度の納得感を高める方法として、一人の評価者だけでなく、複数の点検内容を用いて総合的に判断することが望ましい。複数の点検とは、日常点検・定期点検、維持管理業者からの故障報告及びメーカーによる点検整備があり、各点検内容からの健全度を用いて、集約値の中で最小値を自動算出して、総合的な健全度とする。また、自治体によっては経過年数を健全度に反映したいケースも想定される。この場合には、経過年数による健全度を算出して、点検で算出した3つの健全度に追加して、集約値の中で最小値を総合的な健全度とする。図 2-26 にその内容を示す。

§9で述べたように、要素技術 B において健全度は随時自動的に算出されるが、点検結果で算出した3つの健全度が揃う時期などを考慮し、総合的な健全度を算出するのは年1回程度として運用することが望ましい。

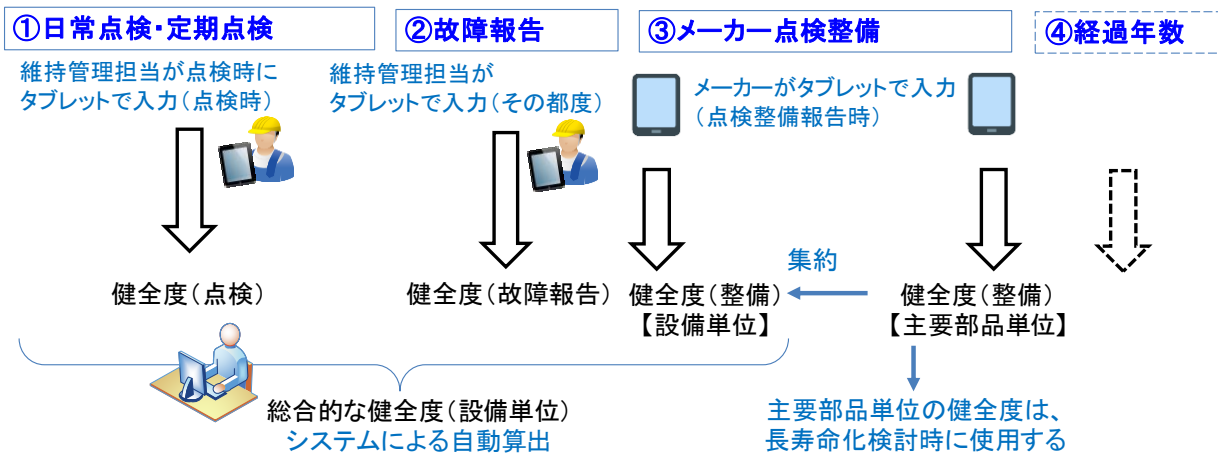


図 2-26 健全度判定のフロー

登録された点検データから健全度を算定するためには、予め健全度判定基準をシステムに登録しておく必要がある。健全度判定基準は設備単位あるいは主要部品単位で設定することができるようになっており、Excel で作成してシステムに登録することで、健全度算定式を構築することができる。算定式については、Excel ファイルを修正してシステムに登録することで変更を行うことができるため、自治体が自前で実施できる。これにより、運用が行いやすくなるのと合わせて、導入後のランニングコストを抑制することができる。表 2-9 に主要部品単位で健全度判定基準を設定した例を示す。この例では、入力値 X に応じて作業内容ごとに健全度が算出され、それらをもとに主要部品単位及び設備単位の健全度が算出される。

表 2-9 健全度判定基準の例

診断項目設定リスト

※項目名の背景色が灰色の項目は平入力禁止項目です

評価対象に使用する(1を設定)	機場	施設	棟屋	フロア名	部屋名	対象名称	対象CAN	作業内容	劣化度/健全度5	劣化度/健全度4	劣化度/健全度3	劣化度/健全度2	劣化度/健全度1
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	温度	①駆動機	温度	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 60$	$X = 60$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	温度	③軸受(負荷側)または減速機	温度	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 60$	$X = 60$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	①駆動機羽根側(垂直または東西)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	②駆動機羽根側(水平または南北)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	③駆動機負荷側(垂直または東西)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	④駆動機負荷側(水平または南北)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	⑤駆動機(軸方向)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	⑧負荷側軸受[または減速機](垂)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	⑨負荷側軸受[または減速機](水)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	⑩負荷側(軸方向)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.1/1	振動	⑬必要に応じて	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	温度	①駆動機	温度	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 60$	$X = 60$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	温度	③軸受(負荷側)または減速機	温度	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 60$	$X = 60$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	①駆動機羽根側(垂直または東西)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	②駆動機羽根側(水平または南北)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	③駆動機負荷側(垂直または東西)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	④駆動機負荷側(水平または南北)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	⑤駆動機(軸方向)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	⑧負荷側軸受[または減速機](垂)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	⑨負荷側軸受[または減速機](水)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	⑩負荷側(軸方向)	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		
1	池田市下水処理場	管理棟	1階	ブロワ室	二系ブロワNo.2/1	振動	⑬必要に応じて	振動	$X < 50$	$X = 50 \& \& X < 100$	$X = 100$		

§11 ストマネ計画策定における運用（要素技術 B）

5年おき程度のタイミングでストックマネジメント計画を策定される際にも、本技術で収集した維持管理データや、自動算出された健全度をもとに、計画策定を省力化することができる。運用方法を以下に示す。

- (1) 劣化予測・改築候補抽出
- (2) リスク評価・長期改築シミュレーション
- (3) 添付資料の出力

(1) 劣化予測・改築候補抽出

点検時点での劣化状況が反映された設備の健全度を算出した後には、劣化予測（将来の健全度変化の予測）を行うことで将来改築時期の推測を行う。劣化予測では、直近の健全度を起点として、劣化計算式によるシミュレーションを行う。劣化計算式は、直線式、ワイブル式などから設備の過去の劣化情報の有無（例えば;劣化の情報が多い設備はワイブル式を選択するなど）に合わせて設定することもでき、シミュレーション結果を編集画面から変更することも可能である。

予測結果は、システム上で表示される他、Excel ファイルに出力することもできるので、改築計画資料として活用できる。Excel ファイルに出力した劣化予測結果一覧を次に示す。

表 2-10 劣化予測結果の例

設備診断 推計一覧表

出力者:

設備ID	事業所	設備種別	設備名称	設置年度	標準 耐用年数	目標 耐用年数	検討単位	2018	2019	2020	2021	2022	2023
219	池田市下水処理	機械	二系ブロウ	1984	20	40	二系ブロウNo.1	5.00	4.92	4.84	4.76	4.68	4.60
220	池田市下水処理	機械	二系ブロウ	1984	20	40	二系ブロウNo.2	2.00	1.91	5.00	4.91	4.82	4.73
275	池田市下水処理	機械	No.2処理水揚	1982	15	30	No.2処理水揚水ポンプ	5.00	4.90	4.80	4.70	4.60	4.50
310	池田市下水処理	機械	一系曝気ブロ	1986	20	40	一系曝気ブロNo.1	3.00	2.94	2.88	2.82	2.76	2.70
311	池田市下水処理	機械	一系曝気ブロ	1986	20	40	一系曝気ブロNo.2	3.00	2.94	2.88	2.82	2.76	2.70
312	池田市下水処理	機械	一系曝気ブロ	1986	20	40	一系曝気ブロNo.3	3.00	2.94	2.88	2.82	2.76	2.70
322	池田市下水処理	機械	No.1自動除塵	2000	15	30	スクリーン	5.00	2.89	2.78	2.67	2.56	2.45
328	池田市下水処理	機械	No.2自動除塵	2000	15	30	スクリーン	5.00	2.89	2.78	2.67	2.56	2.45
334	池田市下水処理	機械	No.3自動除塵	2000	15	30	スクリーン	5.00	2.89	2.78	2.67	2.56	2.45
335	池田市下水処理	機械	No.4自動除塵	2000	15	30	スクリーン	5.00	3.94	3.88	3.82	3.76	3.70
354	池田市下水処理	機械	No.1し渣コンベ	2000	15	30	カバー	5.00	3.94	3.88	3.82	3.76	3.70
355	池田市下水処理	機械	No.1圧力水ボ	2004	15	30	本体	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
357	池田市下水処理	機械	No.1浮渣ポン	2004	15	30	本体	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
358	池田市下水処理	機械	No.1し渣分離	2004	15	30	ケーシング	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
359	池田市下水処理	機械	No.2し渣コンベ	2000	15	30	カバー	5.00	3.94	3.88	3.82	3.76	3.70
362	池田市下水処理	機械	No.2浮渣ポン	2004	15	30	本体	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
363	池田市下水処理	機械	No.2浮渣分離	2004	15	30	ケーシング	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
364	池田市下水処理	機械	No.3し渣コンベ	1998	15	30	カバー	5.00	3.95	3.90	3.85	3.80	3.75
366	池田市下水処理	機械	No.4し渣コンベ	2004	15	30	キャリア、リターンローラ	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
368	池田市下水処理	機械	No.5し渣コンベ	2004	15	30	ケーシング	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
370	池田市下水処理	機械	No.6し渣コンベ	2004	15	30	ケーシング	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
376	池田市下水処理	機械	し渣脱水機	2004	15	30	カバー	5.00	3.93	3.86	3.79	3.72	3.65
380	池田市下水処理	機械	粗目スクリーン	1998	15	30	走行駆動軸	5.00	2.90	2.80	2.70	2.60	2.50

改築候補は、劣化予測一覧表より健全度が2以下の機器を抽出して行う。

年度毎の改築機器の選定については、抽出された改築候補より維持管理現場の意見を参考に
行う。

要素技術C「性能劣化シミュレーション」の適用対象設備に関しては、その結果も考慮して
実際の改築時期を判断する。

(2) リスク評価・長期改築シミュレーション

長期に渡る設備改築検討を行うにあたり、複数の設定条件によるシミュレーションを行うことにより、比較検討して自治体の状況に適合した改築計画を策定することが望ましい。

本技術では自治体の状況に合わせて、システム側で投資額（年度単位）、健全度、影響度ランク、リスク値を設定し、様々なパターンの改築計画のシミュレーションを行うことができる。シミュレーション実施後は Excel ファイルに出力することで、報告書として活用できる。図 2-28 にシミュレーションの出力例を示す。

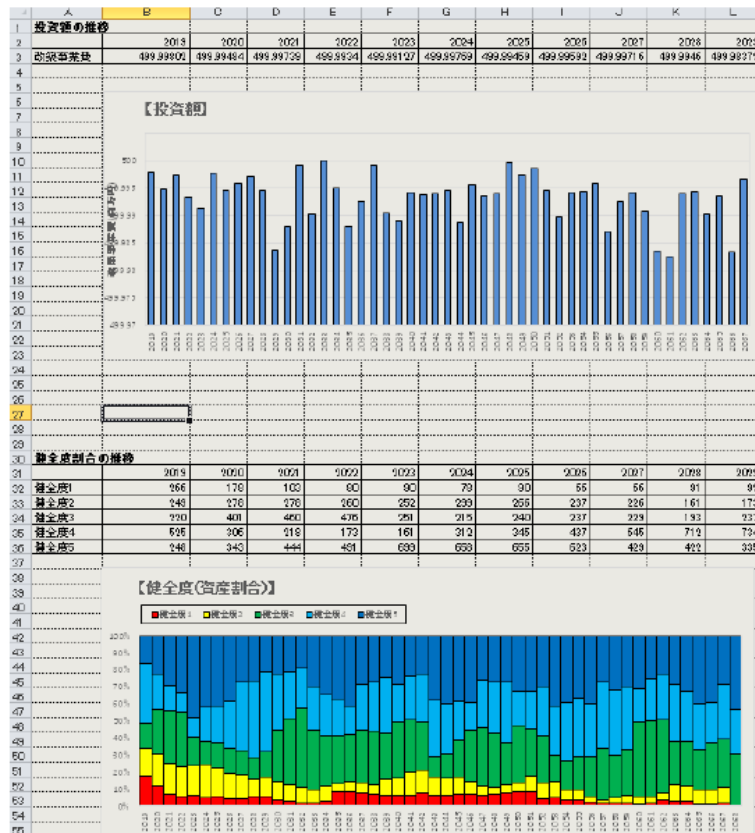


図 2-27 長期改築シミュレーションの出力例

(3) 添付資料の出力

健全度算出後、設備ごとに健全度判定表を出力することができる。図2-28に示した出力例の通り、設置からの経過年数や主要部品単位及び設備単位の健全度をまとめて確認できる。

健全度判定表(詳細点検)					
調査実施年月: 2019年12月 (1/2)					
設備ID	120	事業所	堺村浄化センター	設置年度	2013
設備名称	塩上流量調整槽排水ポンプ	施設		経過年数	6
大分類	汚水調整池	棟屋	構内	法定耐用年数	15
中分類	汚水調整池設備	保安区分	状態監視	標準耐用年数	15
小分類	ポンプ本体			目標耐用年数	23
判定結果				健全度(設備)	4.0
確認部位	確認項目	確認結果	判定結果	健全度	
流量調整槽排水	物理面診断(劣化の度合/部)	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0	4.0	
	物理面診断(劣化の度合/部)	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0		
	物理面診断(劣化の度合/部)	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0		
	物理面診断(劣化の度合/部)	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0		
	運転面診断の評価基準_動	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0		
	運転面診断の評価基準_操	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0		
	運転面診断の評価基準_電	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0		
ケーシング	劣化程度診断(劣化の度合/部)	4: 機絶上問題ないが、劣化	4.0	4.0	
	劣化程度診断(劣化の度合/部)	4: 機絶上問題ないが、劣化	4.0		
インペラ	劣化程度診断(劣化の度合/部)	4: 機絶上問題ないが、劣化	4.0	4.0	
	劣化程度診断(劣化の度合/部)	4: 機絶上問題ないが、劣化	4.0		
所見・備考					

図 2-28 健全度評価の出力例

§ 12 性能劣化シミュレーションの概要と特徴（要素技術 C）

性能劣化シミュレーション（要素技術 C）は、下水処理場の中で最も機器数が多く重要な役割を担うことの多い機種である回転機（ファン・ブロワ・ポンプ）の性能値を導出して劣化をモデル化し、将来における性能値の変化を予測する技術である。本要素技術には以下の特徴を有する。

- （1）修繕による性能回復も加味し精度の高い性能劣化予測モデルを作成できる
- （2）予測誤差を考慮したシミュレーションを行える

【解説】

（1）経年劣化に加えて修繕による性能回復を反映したモデルを作成できる

従来、機器単体の性能劣化を予測する手法としては、線形回帰分析等による直線的な予測手法が主流であり、実際の性能劣化の傾向とは乖離があった。しかし、要素技術 C を用いることで、診断対象となる設備の過去の運転・故障履歴情報、稼働情報、点検・維持管理情報等から、その時点における性能劣化状況や特性を把握できる。また、その結果を基にその後の長期的な性能劣化傾向を予測グラフとして導き出すこともできる。

性能劣化シミュレーションは、性能劣化予測モデルによって機器の性能の変化を表現している。性能劣化予測モデルは、以下の 2 種類のモデルを組み合わせて構成される。

①経年劣化モデル

一般的に機器設備の故障率の時間による変化はワイブルモデル（ワイブル分布から求まるモデル。bath-tub 曲線とも呼ぶ）に従うとされる。回転機の性能変化も故障率の変化と同様の因子（回転機を構成する部品の劣化）によって生じるため、回転機を主要部品に持つ機器の性能変化も同様にワイブルモデルにより表現することができると考えられる。

ワイブルモデルの形状は数式に含まれるパラメータにより決定されるため、機器ごとに実際の性能データを用いてパラメータの推定を行う。

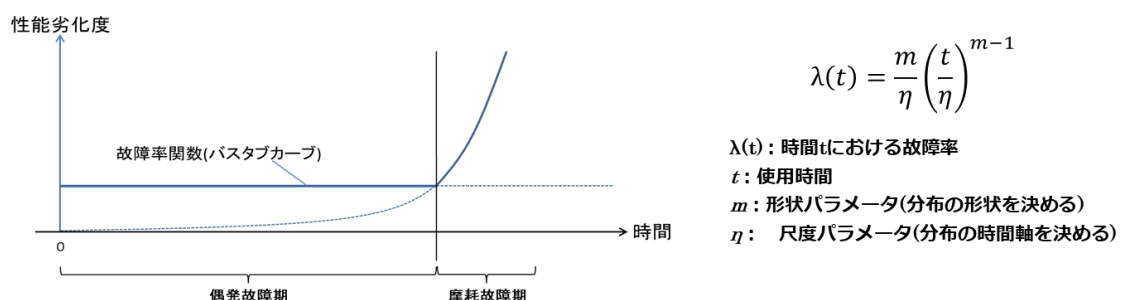


図 2-29 経年劣化モデル

② 修繕効果モデル

修繕に対する性能の「回復⇒効果低減」の推移を数理モデル化した事例は多くない。一方、本要素技術では、修繕を実施したタイミングの稼働データを抽出し、修繕前後の性能の変化を適切な数理モデルに当てはめることで、修繕の効果を評価するモデルを構築できる。モデルのイメージを図2-30に示す。

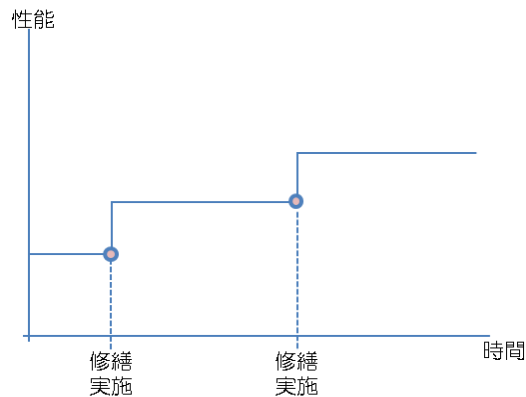


図 2-30 修繕効果モデル

① の経年劣化モデルと②の修繕効果モデルを足し合わせることで、性能劣化予測モデルを導出することが出来る。モデルのイメージを図2-31に示す。

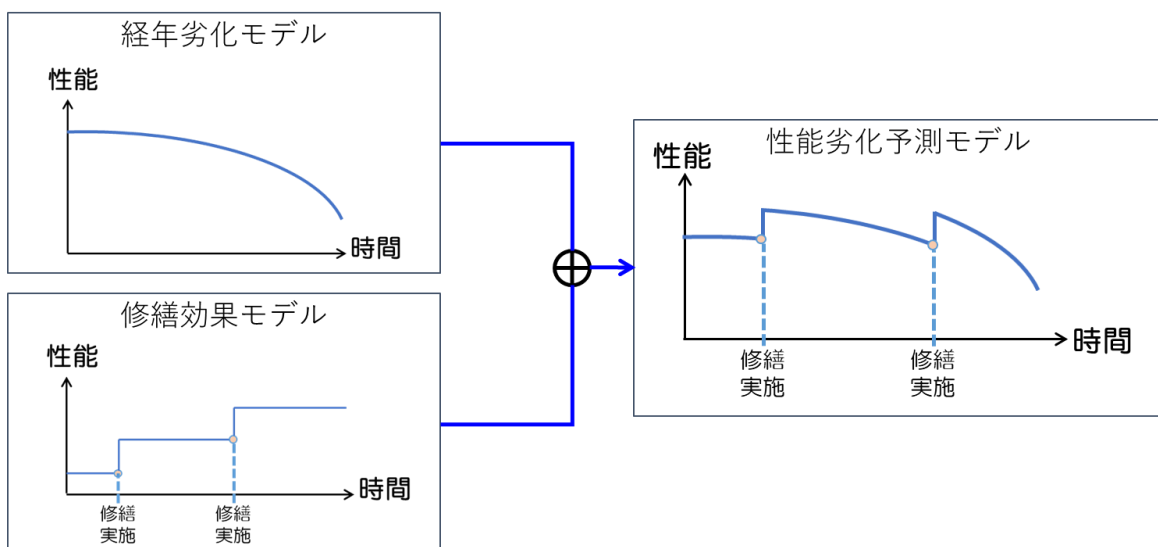


図 2-31 性能劣化予測モデルの導出

性能劣化予測モデルに対して、現実に即した形で機器性能の変動を再現していることを確認する。具体的には、機器性能の実績データと、性能劣化予測モデルから求めた性能曲線との誤差に注目することで、以下の2点を評価する。

- ・性能の経年劣化に bath-tub カーブを使用することの妥当性
- ・修繕の影響を加えることの妥当性

なお、比較対象を、同一の実績データから線形回帰により導出したモデルとする。

評価基準を上記線形回帰モデルと実績データとの誤差とし、性能劣化予測モデルにおける実績データとの誤差が、線形回帰モデルと実績データとの誤差よりも小さいことを確認することで、モデルの妥当性の評価とする。

実際のブロワの性能実績データと、性能劣化予測モデル、線形回帰モデルを重ねてプロットした結果を、図 2-32 に示す。

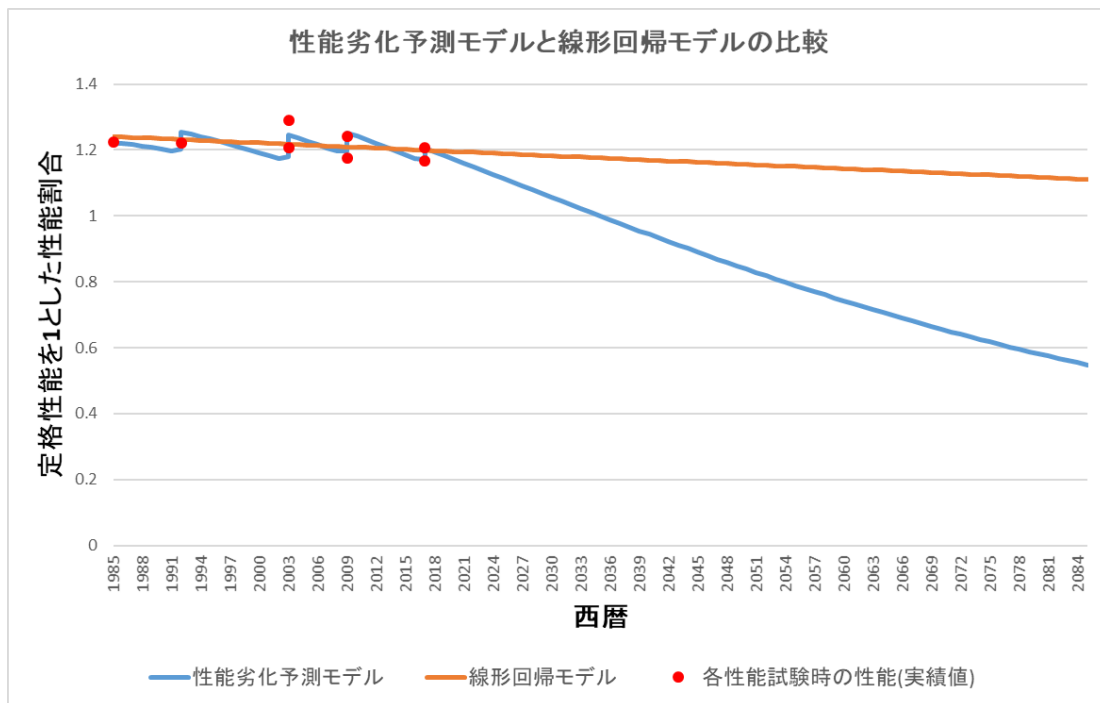


図 2-32 ブロワの性能データ(実績)/性能劣化予測モデル/線形回帰モデル

性能劣化予測モデルと線形回帰モデルの実測値との誤差二乗和を以下に示す。

表 2-11 性能劣化予測モデルと線形回帰モデルの、性能実績データとの誤差

データの説明	経過年数	性能実績値	性能劣化 予測モデル	線形回帰 モデル	実績値との誤差二乗 (性能劣化予測モデル)	実績値との誤差二乗 (線形回帰モデル)
初期性能	0	1.225234568	1.22	1.2409	2.74007E-05	0.000245406
修繕前性能	7	-	1.202061989	1.2318	-	-
修繕後性能	7	1.221028484	1.254167672	1.2318	0.001098206	0.000116026
修繕前性能	18	1.205884124	1.178610143	1.2175	0.00074387	0.000134929
修繕後性能	18	1.288813515	1.246294645	1.2175	0.001807854	0.005085617
修繕前性能	24	1.175019248	1.197298226	1.2097	0.000496353	0.001202755
修繕後性能	24	1.242430596	1.252317362	1.2097	9.77482E-05	0.001071292
修繕前性能	32	1.166720298	1.17150296	1.1993	2.28739E-05	0.001061437
修繕後性能	32	1.207904611	1.205116372	1.1993	7.77428E-06	7.40393E-05
誤差二乗和					0.00430208	0.0089915

線形回帰モデルよりも性能劣化予測モデルの方が誤差二乗和が小さいことから、実際の性能の変化をより精度よく表現していると結論できる。

また、線形回帰モデルでは、設置後4回修繕を実施しただけで、100年経過しても定格性能を下回ることがなくきわめて長期間にわたって使用し続けることが出来る、という予測結果になっており経験上の感覚と乖離している。

一方で性能劣化予測モデルは、設置後4回の修繕により性能が回復しているが、設置後約50年で定格性能を下回る結果となっており、実際の機器更新スパンとの乖離が小さい。これは、性能劣化予測モデルが性能の経年劣化に bath-tub カーブを使用していることと、修繕の影響を考慮していることによるものである。このことから、従来の線形回帰モデルよりも性能劣化予測モデルの方が、実際の機器の性能の変化をより良く表現していると結論できる。

(2) 予測誤差を考慮したシミュレーションを行える

シミュレーションの適用対象は、回転体を主要部品に持つ機器（ファン、ブロワ及びポンプ）から選定する。これらの機器は下水処理場の中で最も機器数が多く重要な役割を担うことの多い機種であり、設備の修繕や更新の時期を適切に決定することによるコスト低減や維持管理上のリスク低減の効果が高いためである。その他機器に対してもシミュレーションの適用対象とすること自体は可能ではあるが、本検討では対象外とした。

モデル作成および予測シミュレーションの実行には、専用のアプリケーション(性能劣化シミュレータ)を使用する。性能劣化シミュレータについては、第4章 §32 にて説明する。

性能劣化シミュレーションの演算フローを図 2-33 に示す。

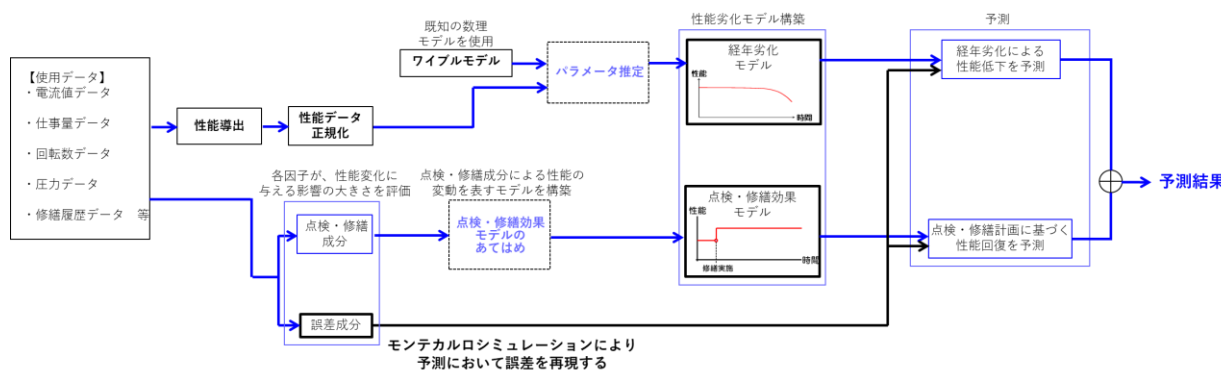


図 2-33 性能劣化シミュレーションの演算フロー

性能劣化シミュレーションによって将来の性能値を予測した時、その予測結果がぴったりと一致することはほとんどなく、ほぼ必ず誤差が発生する。

この、将来における誤差(予測誤差)の大きさを評価する手法がモンテカルロシミュレーションであり、性能劣化シミュレーションもこれを行う機能を搭載している。

具体的には、予測開始時期から先の予測においてランダムウォークを 1000 パターン程度発生させることで、将来の予測誤差を表現している。このモンテカルロシミュレーションを実施することにより、予測結果の信頼性や、予測結果に基づく意思決定のリスクを評価することが可能となる。

§13 性能劣化シミュレーションの運用(要素技術C)

性能劣化シミュレーションは、要素技術B(健全度に基づく修繕・改築計画の策定)の補助として使用する。具体的な運用手順を以下に示す。

- (1) 運用開始後のデータの蓄積(継続的なフォーマットへの入力・準備)
- (2) シミュレーションの実施(フォーマットアップロードとシミュレーション実施)
- (3) 要素技術Bの健全度導出結果との比較

【解説】

性能劣化シミュレーション(要素技術C)は、ファン、ブロワやポンプの更新における優先度を検討するために活用する。要素技術Bも同様の目的で使用するが、相違点は、性能劣化シミュレーションは健全度ではなく性能を評価し、かつ予測することが出来る点にある。本取り組みでは、性能劣化シミュレーションと要素技術Bを組み合わせることで、健全度と性能という2つの視点から更新の優先度を評価する方法を採用している。

(1) 運用開始後のデータの蓄積(継続的なフォーマットへの入力・準備)

現場に設置されたフィールドサーバから必要なデータをダウンロードし、データ入力フォーマットに入力する。また、性能試験報告書(修繕時、納入時)についても、必要なデータをデータ入力フォーマットに手作業にて入力する。

(2) シミュレーションの実施(フォーマットアップロードとシミュレーション実施)

作成したデータ入力フォーマットをクラウド上の性能劣化シミュレータにアップロードすることで、性能劣化シミュレーションが可能になる。このとき、将来における修繕計画もデータ入力フォーマットに取り込んでおくことで、将来において修繕を行った場合の性能の変化を予測することが出来る。

性能劣化シミュレーションは、機器の性能の変化を追跡するために1年に1回程度の頻度で実施することが望ましい。もしくは、性能劣化シミュレーションは機器の更新計画の検討に活用する技術であることから、機器の更新計画の策定のタイミングで(それまでに蓄積された性能データを用いて)性能劣化シミュレーションを実施しても良い。

(3) 要素技術Bの健全度導出結果との比較

要素技術Cの性能値と要素技術Bの健全度には直接的な関連は無く、性能値を健全度に置き換えて評価することはないことに留意する。要素技術Cは、(要素技術Bの健全度を用いた)機器更新優先度の決定内容がほぼ同じだった時に、優先度決定の参考として使用する。

要素技術 B では、機器の振動や温度の測定結果や点検報告内容から健全度を導出する。健全度の導出結果は、図 2-34 のように表示される。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	BS
1	設備診断結果 実績一覧表			出力日: 2020(令和2)年03月06日			出力者: デモユーザー				
2											
3	設備ID	事業所	設備種別	大分類	中分類	小分類	設備名称	設置年度	標準 耐用年数	目標 耐用年数	2019
4	969	A B 浄化センター	①機械	ポンプ設備	汚水ポンプ設備	ポンプ本体	No.1-1汚水ポンプ	1984 (昭和59)	15	30	2.0
5	970	A B 浄化センター	①機械	ポンプ設備	汚水ポンプ設備	ポンプ本体	No.1-2汚水ポンプ	1984 (昭和59)	15	30	2.0
6	971	A B 浄化センター	①機械	ポンプ設備	汚水ポンプ設備	ポンプ本体	No.2-1汚水ポンプ	1985 (昭和60)	15	30	3.0
7	972	A B 浄化センター	①機械	ポンプ設備	汚水ポンプ設備	ポンプ本体	No.2-2汚水ポンプ	1985 (昭和60)	15	30	4.0
8	1043	A B 浄化センター	①機械	水処理設備	最初沈殿池設備	汚泥かき寄せ機	No.1初沈汚泥かき寄せ機	2000 (平成12)	15	30	3.0
9	1044	A B 浄化センター	①機械	水処理設備	最初沈殿池設備	汚泥かき寄せ機	No.2初沈汚泥かき寄せ機	2000 (平成12)	15	30	4.0
10	1045	A B 浄化センター	①機械	水処理設備	最初沈殿池設備	汚泥かき寄せ機	No.3初沈汚泥かき寄せ機	2000 (平成12)	15	30	2.0

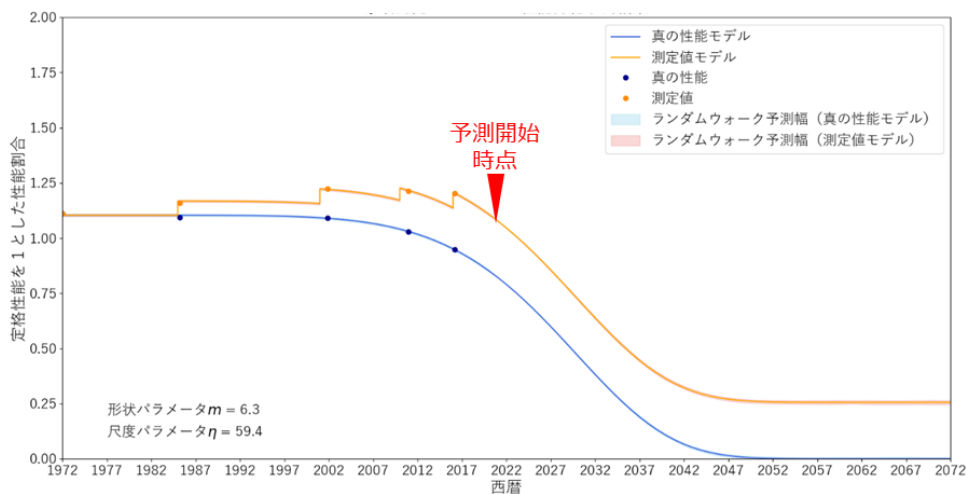
図 2-34 : 要素技術 B における健全度の導出結果 (Excel 出力)

要素技術 B により導出された健全度を比較・評価することで、各機器の更新の優先度を決定することができる。ただし、中には複数の機器で設置年度と健全度算出結果が全く同じ(例えば図 2-35 における No. 1-1 汚水ポンプと No. 1-2 汚水ポンプ)となり、それらの更新優先度を決めかねるケースが発生し得る。そのような場合にも性能劣化シミュレーションを活用することができる。

仮に機器 A と機器 B で同じ健全度となった場合を考える。それらに対して性能劣化シミュレーションを実施したところ、図 2-35 のような予測結果が得られたとする。機器 A の方がより急激に性能が劣化すると予測されることから、機器 A の更新の優先度を上げ、設備更新計画に反映させるという判断が可能となる。

なお、健全度算出結果が同じ複数機器を同時に更新するのに十分な費用を確保できる場合は、この限りではない。

機器Aの性能劣化予測結果



機器Bの性能劣化予測結果

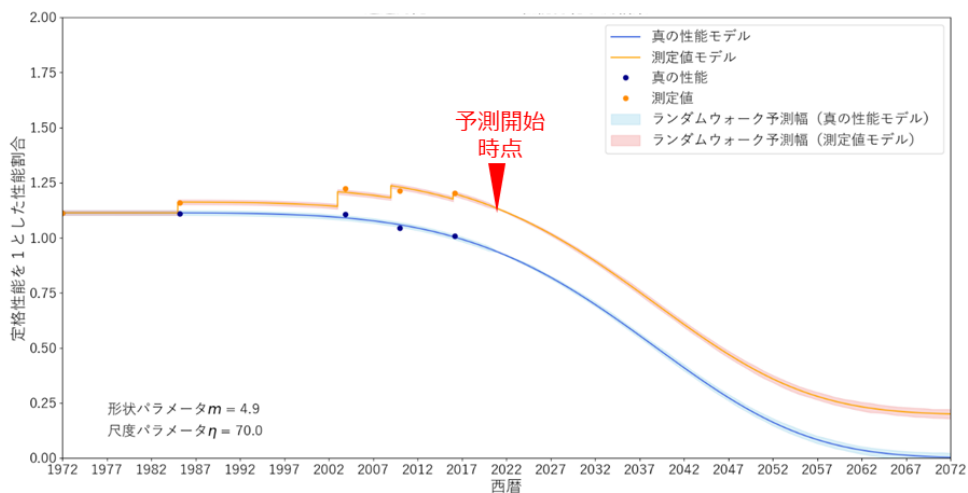


図 2-35 : 健全度が同じ機器に対する性能劣化シミュレーション結果

§ 14 システムの統合的・継続的な運用（P D C A）

技術Aを用いて維持管理業務で収集される点検データを起点として、ストックマネジメントのP D C Aサイクル内に位置付けて活用することができる。また技術Bで自動算出された健全度を基に、長期改築シミュレーション、リスク評価等のストックマネジメントにおける判断材料となる情報をアウトプットできる。さらに技術Cの性能劣化予測の結果も踏まえ、健全度評価基準等の見直しを通してストックマネジメント計画を更新していくことでP D C A運用を実現するものである。

- (1) P D C Aと関連させた維持管理データと運用方法
- (2) システム運用で期待するアウトカム
- (3) システム運用における留意点
- (4) 本システムによるサポート

【解 説】

(1) P D C Aと関連させた維持管理データと運用方法

ストックマネジメント計画策定時において日常業務で収集される①日常点検・定期点検、②故障報告、③メーカー点検整備の点検データ（インプット）を健全度に反映させることで、現場の実態に合わせて妥当性を確保した健全度が算出できる。図 2-36 に要素技術Aと要素技術Bを統合的に運用する概念図を示す。

この健全度を基に、システムに登録した設備の故障時の影響度と合わせてリスク評価を行い、改築・更新の優先順位（アウトプット）を決定できる。さらに健全度評価、劣化予測計算結果を基に、長期改築シミュレーションや改築更新に伴うL C C比較計算などをシステム内で行うことで実態に合わせストックマネジメント計画を策定することができる。

本システムでストックマネジメント計画策定時において（Plan）、日常の維持管理におけるデータの収集・蓄積を継続することで、常に最新の維持管理データに基づく健全度を任意のタイミングで算出し健全度評価ができる（Do）。計画策定時の健全度（推定値）と直近の健全度（実績値）とを照合することで、その差が大きいものについては健全度評価基準を見直すべきであることが分かる（Check）。

さらにシステムで改築・更新の時期、内容、金額などについて登録内容を修正したり、健全度判定項目、健全度評価基準の設定を見直したりすることで、修繕・改築更新計画を見直すことができる（Action）。

(2) システム運用で期待するアウトカム

本システムで期待するアウトカムは、下水道施設の点検・調査及び修繕・改築に関する事業の実施によって得られる効果を定量化し、継続的に運用することで、社会的影響、サービス

第2章 技術の概要と評価

レベルの維持、維持管理レベルの統一、事業費の低減を勘案して計画策定及び段階的に評価できるマネジメントを継続的に運用できることを目指している。

このアウトカムを実現するためのアウトプットとして本システムでは下記のストックマネジメント運用に必要な情報を管理ができる。

＜アウトプット＞

- ① 現場の実態に合わせて妥当性を確保した健全度一覧（図 2-37）
- ② ①に基づく健全度劣化予測結果（図 2-38）
- ③ リスク評価値（図 2-39）
- ④ 長期改築シミュレーション（図 2-40）
- ⑤ 健全度調査票、写真票などの計画策定資料の出力（図 2-41）
- ⑥ 健全度評価に加えて性能面を評価できる性能劣化シミュレーション（図 2-42）



図 2-36 技術 A・技術 B のシステム統合的運用

設備診断結果 実績一覧表											出力日: 2020(令和2)年05月27日			
設備No.	事業所	設備種別	大分類	中分類	小分類	設備名称	機屋	フロア	部屋	設置年度	標準耐用年	目標耐用年	2019	2020
359	AB浄化センター	機械	沈砂池設備	スクリーンかす設備	ベルトコンベア	No.1し選コンベア	沈砂池	上部	沈砂池	2000(平成12)	15	30	3.00	
362	AB浄化センター	機械	沈砂池設備	スクリーンかす設備	ベルトコンベア	No.1浮選ポンプ	沈砂池	上部	沈砂池	2004(平成16)	15	30	3.40	
363	AB浄化センター	機械	沈砂池設備	スクリーンかす設備	ベルトコンベア	No.1浮選分離機	沈砂池	上部	沈砂池	2004(平成16)	15	30	3.00	
364	AB浄化センター	機械	沈砂池設備	スクリーンかす設備	ベルトコンベア	No.2し選コンベア	沈砂池	上部	沈砂池	1998(平成10)	15	30	2.80	
368	AB浄化センター	機械	沈砂池設備	スクリーンかす設備	ベルトコンベア	No.2浮選分離機	沈砂池	上部	沈砂池	2004(平成16)	15	30	3.40	
446	AB浄化センター	機械	沈砂池設備	汚水沈砂設備	沈砂洗浄機	2号沈砂洗浄プロフ	汚水ポンプ機	1階	ポンプ室	1985(昭和60)	15	30	1.50	
449	AB浄化センター	機械	ポンプ設備	汚水ポンプ設備	ポンプ本体	No.2汚水ポンプ(一系用)	汚水ポンプ機	1階	ポンプ室	1985(昭和60)	15	30	1.50	
500	AB浄化センター	機械	水処理設備	最初沈殿池設備	汚泥かき寄せ機	一系-No.3最初沈殿池汚泥掻き機	一系最初沈殿池	上部	3槽目	1977(昭和52)	15	30	0.70	
511	AB浄化センター	機械	水処理設備	最初沈殿池設備	汚泥かき寄せ機	一系-No.5最初沈殿池汚泥掻き機	一系最初沈殿池	上部	5槽目	1998(平成10)	15	30	2.80	
635	AB浄化センター	機械	水処理設備	最終沈殿池設備	送泥ポンプ	二系No.1送泥汚泥ポンプ	二系最終沈殿池	上部	1槽目	1998(平成10)	15	30	2.80	
735	AB浄化センター	機械	水処理設備	最初沈殿池設備	汚泥かき寄せ機	二系No.6最初沈殿池汚泥掻き機(下段用)	二系最初沈殿池	上部	3槽目	1997(平成9)	15	30	2.70	

図 2-37 現場の実態に合わせて妥当性を確保した健全度一覧

設備ID	事業所	設備種別	大分類	中分類	小分類	設備名称	設置年度	標準耐用年	目標耐用年	検討単位	現在劣化度/健全度	2019	2020	2021	2022	2023	2024
875	AB浄化センター	機械	水処理設備	反応タンク設備	水中攪拌機	No.3-2無酸素槽攪拌機	2007	15	30	ケーシング	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	吊り金具	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	水中電動機	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	羽根車	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	減速機	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
876	AB浄化センター	機械	水処理設備	反応タンク設備	水中攪拌機	No.3-3無酸素槽攪拌機	2007	15	30	ケーシング	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	吊り金具	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	水中電動機	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	羽根車	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	減速機	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
877	AB浄化センター	機械	水処理設備	反応タンク設備	水中攪拌機	No.3-4無酸素槽攪拌機	2007	15	30	ケーシング	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	吊り金具	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	水中電動機	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	羽根車	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	減速機	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
878	AB浄化センター	機械	水処理設備	反応タンク設備	水中攪拌機	No.3-5無酸素槽攪拌機	2007	15	30	ケーシング	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	吊り金具	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	水中電動機	3.00	3.00	3.70	3.50	3.40	3.30	
							2007	15	30	羽根車	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15
							2007	15	30	減速機	3.00	3.00	2.83	2.66	2.49	2.32	2.15

図 2-38 健全度劣化予測結果

設備種別	大分類	中分類	小分類	設備群/設備名称	設置年度	実施区分	算定基準:目標耐用年数				
							2020	2021	2022	2023	2024
機械	汚泥処理設備	汚泥輸送・前処理設備	洗浄水ポンプ	No.1圧力水ポンプ	007平成19	リスク値	23	23	23	25	25
機械	付帯設備	ポンプ類	床排水ポンプ	No.1管理種床排水ポンプ	007平成19	リスク値	21	21	21	24	24
機械	水処理設備	用水設備	ポンプ	No.1処理水揚水ポンプ	007平成19	リスク値	21	21	21	24	24
機械	汚泥処理設備	汚泥輸送・前処理設備	洗浄水ポンプ	No.2ろ液戻送ポンプ	007平成19	リスク値	21	21	21	24	24
機械	汚泥処理設備	汚泥輸送・前処理設備	洗浄水ポンプ	No.2ろ布洗浄水ポンプ	007平成19	リスク値	21	21	21	24	24

図 2-39 リスク評価

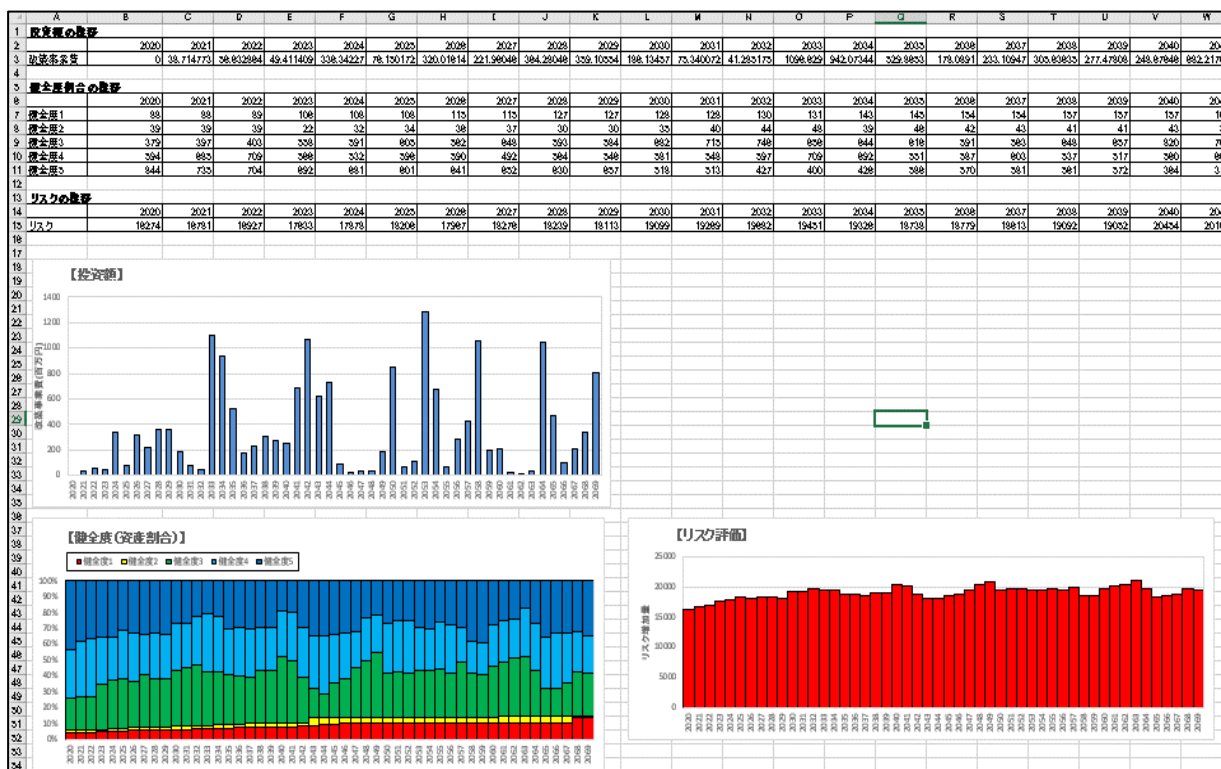


図 2-40 長期改築シミュレーション結果例

第2章 技術の概要と評価

健全度判定表(詳細点検)					
調査実施年月: 2019年7月 (1/2)					
設備ID	4417	事業所	AE浄化センター	設置年度	1982
設備名称	No.1汚水ポンプ	施設	AE浄化センター	経過年数	37
大分類	ポンプ設備	棟屋	No.1主ポンプ棟	法定耐用年数	
中分類	汚水ポンプ設備	保全区分	状態監視	標準耐用年数	15
小分類	ポンプ本体			目標耐用年数	30
判定結果				健全度(設備)	1.4
確認部位	確認項目	確認結果	判定結果	健全度	
ケーシング	錆・腐食(外観)		4.0	1.4	
	摩耗・損傷・変形(外観)		4.0		
	経過年数	37.0	1.4		
インペラ	錆・腐食(構成部品)		4.0	1.4	
	摩耗・損傷・変形(構成部品)		4.0		
	経過年数	37.0	1.4		

図 2-41 健全度調査票などの計画策定資料の出力例

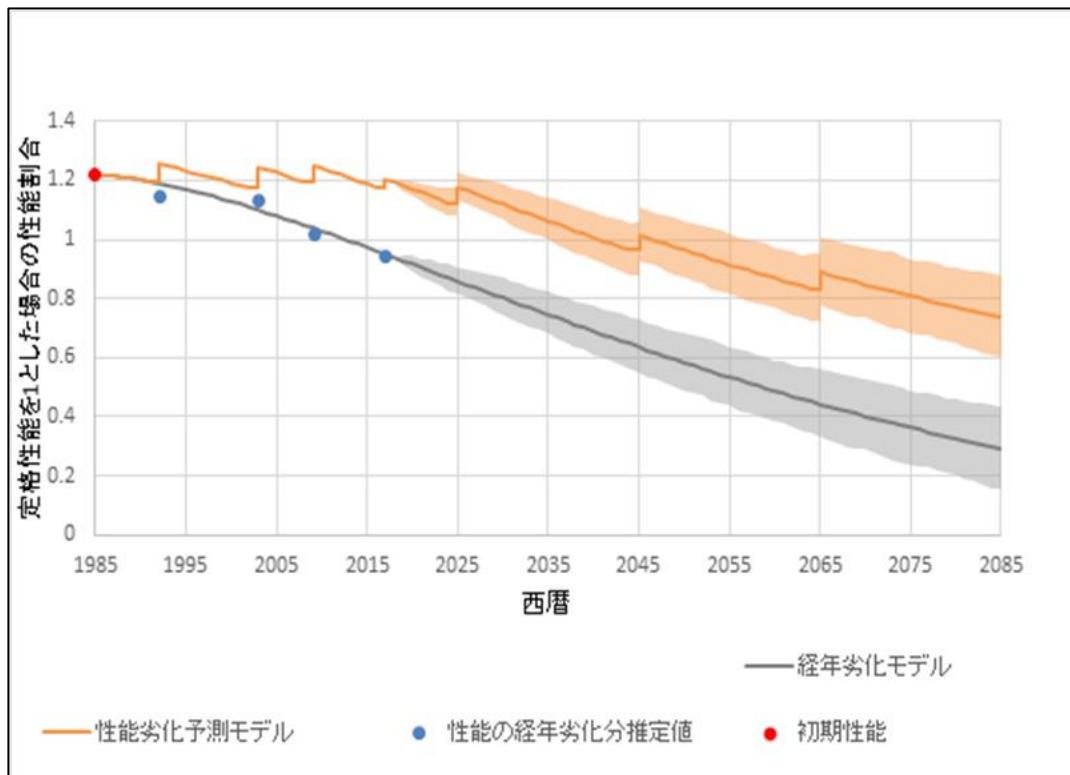


図 2-42 性能面を評価できる性能劣化シミュレーション

(3) システム運用における留意点

ストックマネジメントを継続的に実施するためには、ストックマネジメント実施のために発生する業務を、極力、通常の維持管理及び計画策定の業務フローの中で実施することが重要である。そのためにはデータの収集・蓄積・整理を行う際、作業者に過度の負担なくシステムを活用できることに留意する。つまり、ストックマネジメントを実施する自治体担当者から維持管理業務の点検作業員及び各メーカーの整備担当者に至るまで、施設を管理する関係者が広く本システムを容易に活用できる運用体制とすることが望ましい。

<日常保守フローの留意点>

- ・データの収集は極力、日常の保守点検業務の通常の業務フローの中で行う。
- ・データの鮮度を保つために日常点検以外の業務の中でも、設備の劣化状況に関わる事象が発生した際には、データをシステムに収集する。

設備故障時や設備の点検・修繕計画を策定するなど、設備に大きなイベントが発生する毎にその設備の健全度判定基準を見直すことが望ましい。その際は自治体担当者から維持管理従事者、メーカー担当者が本システムで情報共有し、それぞれの視点から見て違和感のない判定基準を共有して管理することが望ましい。これにより維持管理面での視点、メーカーの視点、計画策定側の視点と多面的な評価によって妥当性のある健全度判定基準から判定された修繕・改築計画の策定が可能となり、事業費低減とサービスレベル維持のバランスを意識した事業運営につながる。

さらに定期的に健全度判定基準及び判定項目をそれぞれの視点で見直すことでストックマネジメントの精度が向上し、事業費低減とサービスレベル維持を最適なバランスで両立していけるようになる。

<健全度判定フローの留意点>

- ・設備故障時や設備の点検整備時など設備に大きなイベントが発生した際に健全度判定基準を見直す。
- ・自治体担当者、維持管理従事者、メーカー担当者が本システムで健全度判定基準を共有する。
- ・定期的に、上記3者の異なる目線から健全度判定基準や健全度項目を多面的に見直す運用をする。

(4) 本技術によるサポート

本技術ではクラウドの特徴を活かし、権限設定により必要な人が必要な範囲で情報の閲覧、書込みができる。従って関係各所がいつでもどこからで権限設定に従い情報管理でき、施設を管理する関係者が広く本システムを活用できる

また、健全度判定基準はExcel形式でインポート・エクスポートする機能によって登録・管理を行う。汎用性の高いExcel形式なので、権限がある者であれば修正・追加・削除ができ、多面的な評価を判定基準に反映するのに適している。

§15 P D C Aサイクル実行におけるアウトプットとアウトカムの整理

P D C Aサイクルの実行における各段階での本技術によるアウトプット、アウトカムの詳細を整理する。

- (1) ストマネ計画策定 (P)
- (2) 日常での点検実施、健全度評価 (D)
- (3) 計画策定時の健全度と直近の健全度の照合 (C)
- (4) 修繕・改築計画、健全度評価方法の見直し (A)

【解 説】

(1) ストマネ計画策定におけるアウトプット、アウトカム (P)

P D C Aサイクルの計画段階 (P) でストマネ計画策定における本技術から下記の出力ができる。尚、ストマネ計画策定は5年に1度程度の頻度で実施することと想定している。

<本技術からの出力>

- ・リスク評価に基づく長期改築シミュレーション
- ・維持管理データに基づく健全度評価
- ・劣化予測計算結果

これら出力情報からのアウトプットとしては「施設の実態を反映した健全度評価・リスク評価に基づいた改築・更新優先順位の決定と長期事業計画 (事業費) の算出」が得られる。

計画段階 (P) において期待されるアウトカムは「下水道施設の実態を反映したリスク評価と修繕・改築費用を踏まえた長期事業計画を策定することで、施設の安全性確保及び施設全体のライフサイクルコスト低減を最適なバランスで実現させること」と考えられる。

(2) 日常での点検実施、健全度評価 (D)

P D C Aサイクルの実行段階 (D) では日常での点検、定期点検、メーカー整備業務を行った結果の維持管理データを、本技術によって収集・蓄積し、日常保守の点検帳票など、通常の維持管理業務の中で必要な出力ができると共に、維持管理業務を行った時点での最新の施設の維持管理データに基づいた健全度の算出が随時行える。よってアウトプットとしては「施設の状態を反映した健全度評価結果」が随時得られる。

尚、本技術におけるストックマネジメントの運用フローでは、健全度評価は年に1度程度の頻度で実施することを想定している。

また、P D C Aサイクル (D) の実行段階において期待されるアウトカムは、最新の維持管理データを基に施設の状態を反映したリスク評価を随時行えることによる「適正かつ合理的な下水道施設管理を実施することが可能となること」と考えられる。

(3) 計画策定時の健全度と直近の健全度の照合 (C)

P D C Aサイクルの評価段階 (C) では計画策定時の健全度 (推定値) と直近の健全度 (実績値) との照合を行う。本技術では過去作成した計画時の健全度 (推定値) と、直近の健全度 (実績値) の出力ができる。よってアウトプットとしては「**施設の状態を反映した健全度の現時点での再評価結果**」が得られる。

また、P D C Aサイクル (D) の実行段階において期待されるアウトカムは、計画策定時の健全度 (推定値) と直近の健全度 (実績値) とを照合した「**下水道施設のリスク評価見直しによる評価精度向上**」と考えられる。

(4) 修繕・改築計画、健全度評価方法の見直し (A)

P D C Aサイクルの修正段階 (A) では修繕・改築計画の見直し、健全度評価方法の見直しを行う。本技術では過去策定した修繕・改築実施時期、内容、金額などについて登録内容を修正することができる。また、健全度評価方法の修正として健全度判定項目と健全度判定基準の再設定ができる。

これら本技術による計画及び評価方法の修正から、アウトプットとしては「**直近の施設の状態及び修繕・改築内容を反映した長期事業計画 (事業費計画)**」が得られる。

修正段階 (A) において期待されるアウトカムは「**下水道施設の実態を反映した修繕・改築に関する事業計画によって得られる効果 (リスク低減及びライフサイクルコスト低減) の向上**」と言える。

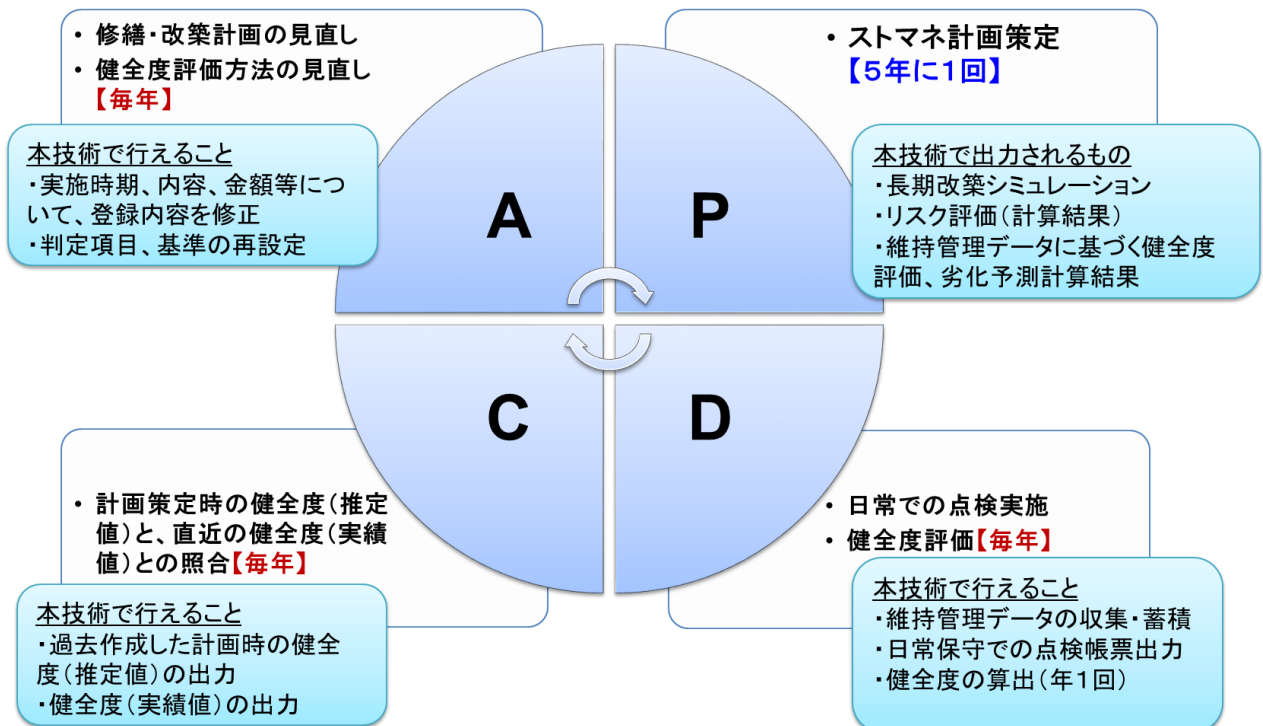


図 2-43 P D C A と関連させた運用方法

さらにPDCAサイクルを実施していく過程で、事業の必要性について理解を得るために、施設状況や機能維持に関する情報を、住民等に目に見える形で説明することが可能となる。

第2節 技術の適用条件・推奨条件

§16 技術の適用条件と推奨条件

本技術は、下水道施設（処理場・ポンプ場）における機械・電気・土木・建築設備を対象とした継続的なストックマネジメント実現システムとして、情報セキュリティ規定や運用面でクラウドシステムの導入・利用が行えない場合を除き、処理場数や規模を問わずあらゆる施設に対して適用することができる。

また本技術は、「クラウド活用型システム」であり、データベースへのアクセス性やシステムの拡張性が高いという特徴を持つこと、対象施設数が多いほどスケールメリットが働くこと等から、下水道施設（処理場・ポンプ場）の広域的管理を行っている、もしくは検討している事業者への適用が特に推奨される。

【解説】

本技術は、要素技術 A：データ一元収集整理システム、要素技術 B：リアルタイム評価可視化システム、要素技術 C：性能劣化シミュレーションの要素技術から構成される、継続的なストックマネジメントの実現を支援するシステムである。本技術は、下水道施設（処理場・ポンプ場）単位で導入するものではなく、ストックマネジメント計画を作成する下水道事業者の単位ごとに導入するものである。ただし、広域化・共同化により、複数の下水道事業者にまたがって管理される下水道施設（処理場・ポンプ場）がある場合などは、複数の下水道事業者で本技術を共有して活用することも可能である。

本技術は、情報セキュリティ規定や運用面でクラウドシステムの導入・利用が行えない場合を除き、処理場数や規模を問わずあらゆる施設に対して導入できる。実証では、小規模処理場1ヶ所のみに対しても導入効果が得られることを確認した。本技術は、下水道施設（処理場・ポンプ場）における機械・電気・土木・建築設備等の全ての設備を対象に、必要なデータの収集、蓄積、活用を行うことが可能である。また、クラウド向けデータ収集装置である「フィールドサーバ」を既存監視システムに取り付けて運転情報を収集する場合は、対象とする下水道施設（処理場・ポンプ場）の監視制御システムのメーカーに関係なく、本技術を適用することが可能である。実証フィールドの一つである恵那市では、監視制御システムがそれぞれ異なる6か所の処理場を対象に、6処理場の運転・維持管理データを問題なく1つのシステムに統合して蓄積、活用できることが実証できた。

ただし、対象とする設備の「管理区分」等により、要素技術 A・B・Cそれぞれの適用レベルが異なるため、適用に際しては、以下に示す事項についての確認が必要である。また、「対象とする施設数や機器点数」、「ストックマネジメントへの取り組み状況」、「データ蓄積状況」等によって導入効果の大きさや予測精度等に差異が出るため、本技術の導入が特に推奨される条件（推奨条件）についても以下に解説する。

(1) 適用に際しての留意事項

本技術は設備種別（土建機電）を問わず下水道施設内の幅広い施設・設備に対して適用することができる。要素技術ごとの適用対象設備を表 2-12 のように整理する。

表 2-12 要素技術ごとの適用対象

	技術 A	技術 B	技術 C
状態監視保全	○	○	△ 回転機の内、重要度の高い設備に適用
時間計画保全	○	○	
事後保全	○	○	

○：すべての対象に適用可能 △：一部に対して適用

技術 A、B、C とともに、状態監視保全の他、時間計画保全、事後保全の設備に対しても適用が可能であり、耐用年数超過や不具合またはその兆候を可視化することができる。要素技術 C（性能劣化シミュレーション）に関しては、本 B-DASH 事業にて実証を実施した、回転機器を適用対象とする。回転機器以外の設備を適用対象とすることは原理上不可能ではないが、データ収集場面で運転日報データまたは修繕時の性能試験結果を正規化し、設備毎に個別にモデルを構築する追加作業が必要となるため、多数の設備に対して同時に導入することは現実的ではない。そのため、故障時の影響の大きな設備や高額な設備など、重要度の高い回転機器に対して適用することを推奨する。

(2) 適用が推奨される（導入効果が大きくなる）条件

本技術の導入が推奨される事業者の特徴を、以下①～③に示す。

① 管理する処理場数が多い

対象とする施設数が 2ヶ所以上ある場合は、スケールメリットが働き、本技術導入後の 1施設当たりのシステム保守費が割安となるため、運用費を低く抑えることができる。なお、1事業者で 2か所以上の処理場を保有しない場合であっても、市町村をまたぐ広域管理に適用する場合等には、同様の効果を見込むことができる。

② 設備情報が整理されている

既存の設備台帳システムを保有しない自治体であっても、類似する機器リスト等の設備情報が整理されている場合には、本技術を新規導入する場合の初期投資額を低く抑えることができる。特に電子データで管理されている場合はその効果が顕著となる。また、過去に詳細なストマネ検討を行っており、管理方法や目標耐用年数等を既に設定している場合には、初期導入時の検討作業費が削減されるため、初期投資額がさらに低くなる。

③ 運転日報データ、保全履歴等の情報が蓄積されている

要素技術 C においては、修繕時の性能試験データまたは運転日報データのいずれかを用いて性能劣化モデルを構築するが、構築された性能劣化モデルを用いて将来の劣化予測を行うためには性能変化傾向のあるデータを用いる必要がある。目安として、設置後 5 年以上経過したブロワ、ファン、ポンプ等の設備で、履歴情報が整理・蓄積されていることが望ましい。

§ 17 導入シナリオ

本技術を導入することによる効果が比較的高いと考えられるシナリオの例を以下に示す。

- (1) 既存の下水道台帳データベースシステムを本技術へ更新する場合
- (2) 複数の下水道施設を統合的に管理するシステムとして新たに適用する場合

【解説】

本技術の導入が適していると想定されるシナリオのうち、特に効果的であると考えられるシナリオ例を以下に示す。

(1) 既存の下水道台帳データベースシステムを本技術へ更新する場合

既に独自の下水道台帳データベースシステムを保有している自治体において、既存システムの老朽化に伴い更新を行う場合に、本技術を導入するイメージを図 2-44 に示す。このシナリオでは、既存のデータベースシステムから設備情報の電子データを取り出して容易に転用できるため、推奨条件に合致し、本技術を安価に導入することができる。

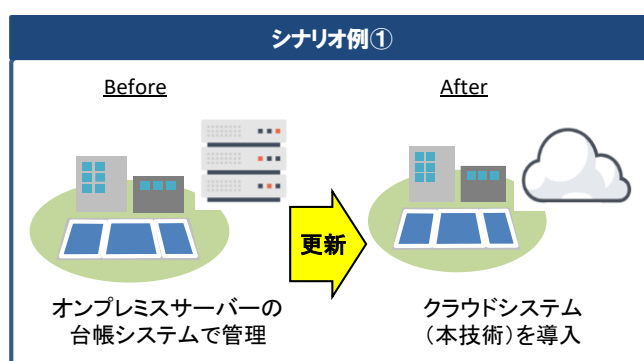


図 2-44 本技術の導入イメージ【シナリオ 1】

本技術の導入（特に要素技術 A）により、監視システムからの自動データ取り込みや点検時のタブレット入力等ができるようになり、紙の点検記録から Excel 等へ転記するといった従来の作業が不要となる。また、管理コードに基づいて設備と点検データの関連付けも自動的に行われる。さらに、導入時にあらかじめ健全度判定用の項目と基準を設定し、その内容に沿って点検システムを構築して運用することで、収集・整理されたデータを健全度判定に用いることができるため、ストマネ計画策定時に必要となっていた調査業務の負荷が軽減される。データ活用の場面では、要素技術 B によりストマネ計画策定作業の一部が省力化され、要素技術 C を併用することで一層実効性のある計画を策定することができるといったメリットを享受できる。

なお、一度に全設備について本技術の適用対象とすると維持管理手法が大きく変更されるため、変遷期には多かれ少なかれ現場に一時的な負荷がかかることが想定される。導入当初は対象

設備数を絞った上で新しい維持管理手法の習熟期間とし、その後対象設備数を増やしていくという段階的な技術適用も可能である。

（２）複数の下水道施設を統合的に管理するシステムとして新たに適用する場合

複数の下水道施設（処理場・ポンプ場）を保有する自治体において、複数施設を統合的に管理するシステムとして、本技術を新たに適用する場合の導入イメージを図 2-45 に示す。本技術の推奨条件に合致しており、スケールメリットが働くことから 1 施設当たりのシステム保守費が割安となる。

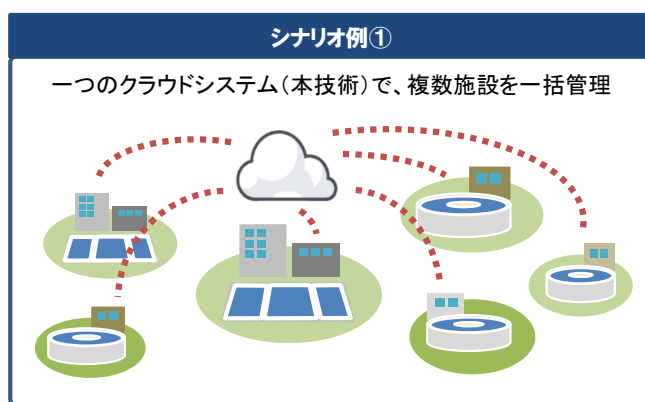


図 2-45 本技術の導入イメージ【シナリオ 2】

従来技術では、オンプレミス台帳システムを複数処理場に導入する場合は、施設ごとに 1 セットずつシステムを構築する必要があったが、本技術（クラウド型システム）は複数施設に導入する場合でも 1 セットの構築でよい。施設毎にインターネットにつながる端末を確保し、利用権限を付与することで、複数処理場においても一元的に運用するシステムを簡便に構築できる。利用権限は、閲覧範囲等を区別して設定できるため、包括的民間委託により管理されている施設でも支障なく導入できる。

導入後は、日常点検管理およびストマネ計画策定の場面において、施設の垣根を越えて情報が一元管理され、設備の管理方法や健全度判定方法も統一化できるため、情報集約の手間なく複数施設をまたいだ統合的な計画も容易に策定可能となる。

第3節 実証研究に基づく評価の概要

§ 18 実証研究での評価項目

本技術の実証研究における評価項目を以下に示す。

- (1) 日常点検管理の効率化
- (2) 健全度評価およびストマネ計画策定への適用性
- (3) 統合的な施設管理への適用性
- (4) 総費用（5年間の合計費用）の縮減

【解説】

技術を評価するにあたり、クラウドを活用した実証システムとタブレット端末を実証フィールドに導入して、維持管理データの収集・整理（蓄積）・活用を試行して日常点検管理からストマネ計画策定までの適用性を評価した。また、得られた実証結果を踏まえ、5年間の点検管理費用と1回分のストマネ計画策定費の総費用を、従来手法と本技術とで比較した。評価項目を以下に示す。

(1) 日常点検管理の効率化

ストマネに必要なデータ収集・整理を行う条件で、従来手法の紙点検簿を用いた方法と本技術のタブレット端末を用いた方法で所要時間の比較を行った。本技術を用いた場合には、収集されたデータが設備に関連付けて登録される際の正確性の確認も行った。

(2) 健全度評価およびストマネ計画策定への適用性

①要素技術 B

実証フィールドでのヒアリング・協議により、本技術を用いてストマネ計画に利用できる健全度を算出する方法を整理した。また、実際に健全度を算出してその妥当性を確認するとともに、データ収集からストマネ計画までの運用フローを整理し、本技術の実業務への適用性を確認した。

②要素技術 C

主要な回転機器の運転性能（単位エネルギー当たりの仕事量）を指標として、性能劣化予測モデルの構築と性能劣化シミュレーションを実施し、実証フィールドへの適用性を確認した。そして、ストマネ計画における本モデルの利活用方法を整理した。

(3) 統合的な施設管理への適用性

①一元的なデータ収集・整理

恵那市の6ヶ所の処理場を対象に、現場で点検データ等を収集し、収集されたデータがクラウドに一元的に整理・蓄積できるか確認した。

②統合的なストマネへの活用

収集されたデータをもとに健全度を算出し、複数の処理場のデータを横断的に一覧化して相互比較を行えるか確認し、さらに6処理場全体を対象とした長期改築シミュレーションを行って事業計画に活用できるか確認した。

(4) 総費用（5年間の合計費用）の縮減

5年間のうちに1回ストマネ計画を策定すると仮定し、5年間にかかる点検管理費用と1回分のストマネ計画策定費の総費用を積み上げた。そして、従来技術パターンでは既設のオンプレミス型設備台帳システムを継続利用する保守費を、本技術パターンではシステムを本技術におきかえるための初期費用とクラウドシステム利用料をそれぞれ加算し、総費用を比較した。

試算対象を図 2-46 に示す。

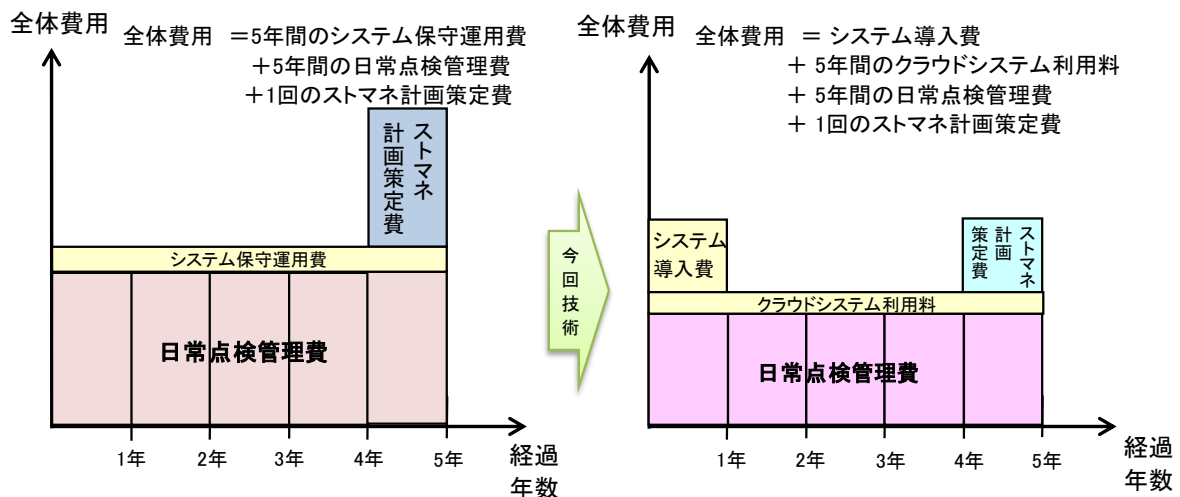


図 2-46 総費用の試算対象

§ 19 実証研究での評価結果

実証研究に基づく、本技術の評価結果を以下に示す。

- (1) 日常点検管理の効率化
点検作業からシステムへの登録までの全体作業が省力化されることを確認。
- (2) 健全度評価およびストマネ計画策定への適用性
 - ①要素技術 B 妥当性ある健全度算出とストマネ計画策定への運用方法を確認。
 - ②要素技術 C モデル化・予測手法とストマネへの活用方法を確認。
- (3) 統合的な施設管理への適用性
 - ①一元的なデータ収集・整理 実施できることを確認。
 - ②統合的なストマネへの活用 活用できることを確認。
- (4) 総費用（5年間の合計費用）の縮減
約 30%縮減を確認。

【解 説】

(1) 日常点検管理の効率化

標準的な処理場として池田市下水処理場（処理水量 約 50,000m³/日）を選定し、実際の維持管理現場にタブレット端末を導入することによる作業時間の変化を確認した。作業内容は、両パターンとも、ストマネに活用できるようにシステムへのデータ登録まで行うこととした。その結果、表 2-13 に示す通り、全体作業が効率化されることが確認された。

表 2-13 池田市処理場における作業時間比較（処理場全体・1年あたりに換算）

作業内容	従来技術（時間/年）	本技術（時間/年）	縮減率（%）
点検	1,912	1,966	
Excel 転記	203	作業不要	
データ登録	629	作業不要	
合計	2,744（時間/年）	1,966（時間/年）	28.3%

また、恵那市において日常巡視しか行っていない小規模処理場を対象に、本技術導入後に健全度判定のための追加作業を実施するとしたケースでの比較も別途行った。その場合も、数値は下がるものの縮減効果が得られることを確認した。その結果を表 2-14 に示す。

表 2-14 恵那市の小規模処理場における作業時間比較（処理場全体・1年あたりに換算）

作業内容	従来技術（時間/年）	本技術（時間/年）	縮減率（%）
点検（巡視）	167.3	167.3	
点検（追加実施）	—	23.6	
転記+データ登録	30.4	作業不要	
合計	197.7（時間/年）	190.9（時間/年）	3.5%

(2) 健全度評価およびストマネ計画策定への適用性

① 要素技術 B

詳細は第5章に示すが、日常・定期点検、故障報告、メーカー整備の結果を反映することにより、健全度の妥当性が確保できることを確認した。また、日常・定期点検において点検結果を取得すべき推奨項目と頻度を整理した。また、フィールド自治体との協議により、データ収集からストマネ計画策定までの運用フローを整理し、実業務において継続利用するための方法と留意点を整理した。

② 要素技術 C

実フィールドにおいて、健全度とは別に機器の性能変化を評価するために、主要な回転機(ブロワ、ファン、ポンプ)に対して性能劣化予測モデルの構築と性能劣化シミュレーションを実施し、双方とも特に問題なく実施出来ることを確認した。そして、データ収集からストマネ計画活用までの運用方法を確認した。

なお、モデル化では、経年劣化のみならず、修繕による性能回復をモデル上で再現できることを確認した。図2-47に、池田市下水処理場のブロワに対してモデル構築した例を示す。

図2-47の経年劣化モデル(灰色実線)から、1985年の機器納入以降一度も修繕を実施しなかった場合の性能変化(推定)を確認することが出来る。この推定結果によると、機器納入から約28年後に定格性能を下回る。これは、現場におけるブロワの耐用年数に近い値であり、本モデルの妥当性を示すものであるといえる。

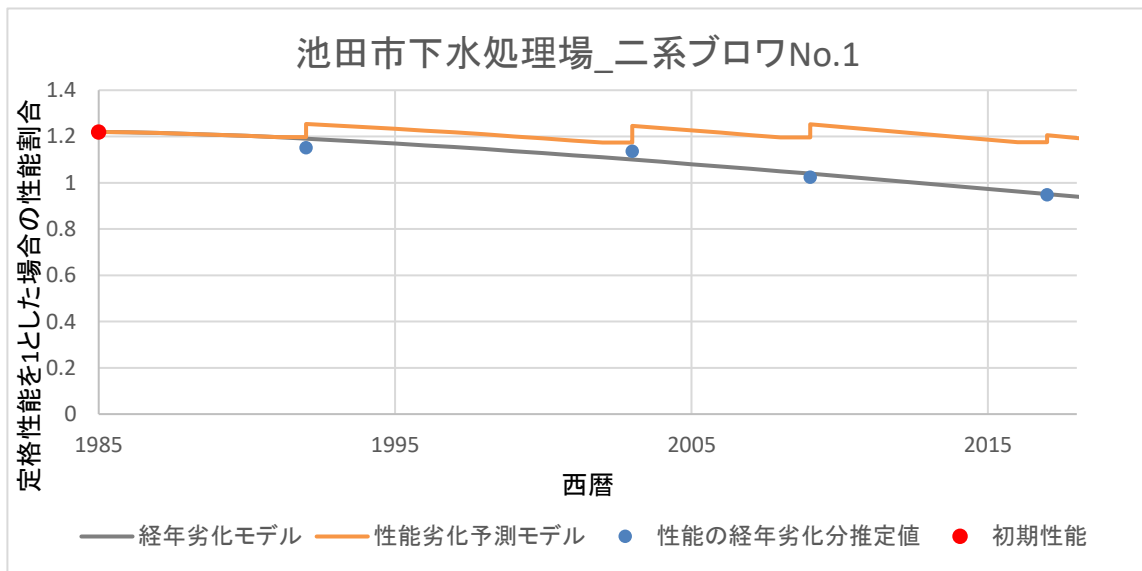


図2-47：二系ブロワ No.1 の性能劣化予測モデル

(3) 統合的な施設管理への適用性

① 一元的なデータ収集・整理

予め設備に関連付けて整理できるよう点検項目に管理コードを設定することで、収集場所を問わず、実際に収集した点検データが正確にシステムに一元整理・登録されることを確認した。追加設置したフィールドサーバで収集した運転データについても同様の結果であった。

② 統合的なストマネへの活用

収集されたデータをもとに健全度を算出し、全処理場分を一覧表として表示・出力することで、処理場をまたいだ相互比較を行えることを確認した。また、複数処理場の施設に対して優先順位を設定し、平準化を考慮した長期改築シミュレーションを行えることを確認し（図2-48）、統合的なストックマネジメントへ問題なく適用できることを確認した。

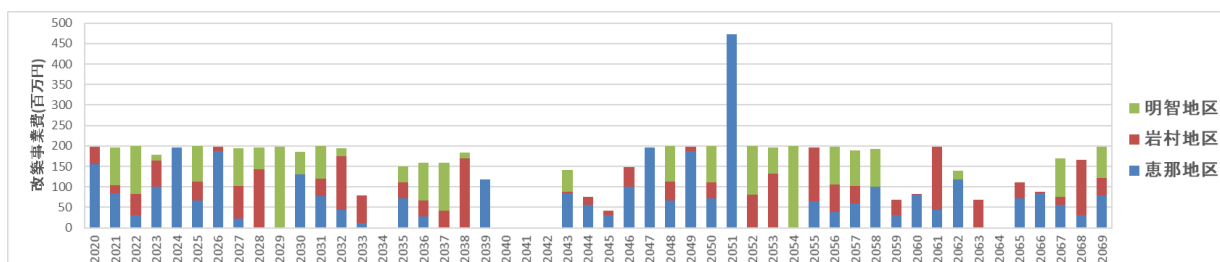


図2-48 複数処理場に対する統合的な長期改築シミュレーション実施例

(4) 総費用（5年間の合計費用）の縮減

処理場設備のうち、特に重点的に管理したい状態監視保全の機械設備（500 機器）を対象としてシステムを構築して運用した条件で合計費用を算出して比較したところ、表2-15および図2-49に示す通り、約30%の費用縮減となることを確認した。内訳のうち日常点検管理費は、計測した作業所要時間に電気労務単価を掛けて金額とした。ストマネ計画策定費は、フィールド自治体の実績を参考に設定し、本技術によって自動化される作業と初期導入時の検討作業に振り替えられる分が削減されるとした。構築・保守運用費は実績をもとに設定し、本技術パターンでは初期導入時の検討作業分を加算した。

表2-15 5年間の合計費用比較（日常点検管理費と1回のストマネ計画策定）

項目	従来技術（千円）	本技術（千円）	縮減率（%）
日常点検管理費	33,645	24,112	28.3%
ストマネ計画策定費	28,809	11,961	58.5%
構築・保守運用費	10,000	13,947	-
合計	72,454	50,020	31.0%

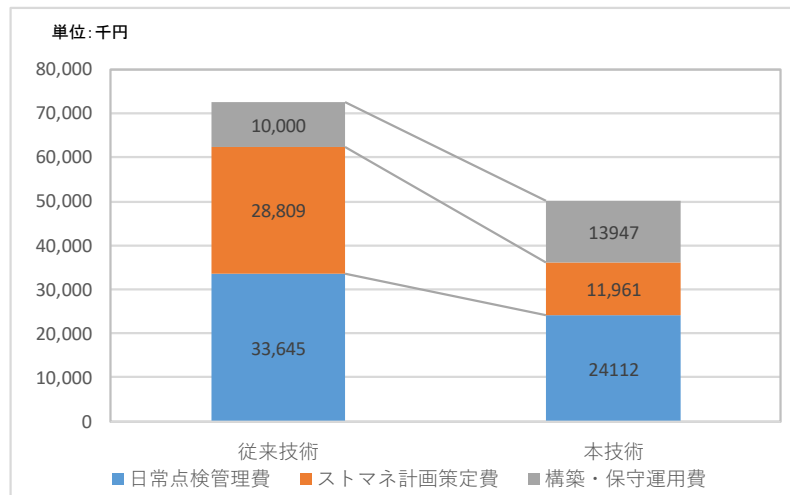


図 2-49 5年間の合計費用比較

なお、実際のストマネ計画は処理場全体を対象に策定する必要があるため、システム化の対象は機械設備だけでなく処理場全体を対象とする必要がある。今回、池田市と恵那市の両市のパターンで、実際の導入検討ケースを別途作成して試算した。また、その他にも複数パターンを設定して試算を行った。(§ 25)。その結果より、削減効果は低くとも 22%以上となり、既設システムからの置き換えよりも新規導入の方が、さらに同一規模であれば施設数が多い方が効果が大きくなることを示唆する結果が得られた。

今回実施した実証結果の全体概要を、表 2-16 に示す。

表 2-16 実証結果の全体概要

実証項目		目標値	実証結果
点検管理	維持管理データの一元収集・登録	欠損なく正確に登録可能	管理番号を設定し、データ連携設定することにより、設備台帳への連携登録を確認。IoT 端末では、監視メーカーに依存せずデータ収集が可能であることを確認。
	点検管理の所要時間	30%削減	点検に関する現場作業時間を約 30%削減 ※池田市の事例のように、健全度算出のための追加点検が少ない場合
ストマネ計画作成	健全度の妥当性	実態にあった健全度を自動算出可能	いずれの機器についても、本システムにて自動算出した健全度が実態と違和感がないことを確認
	運用性	運用方法が確立している	自治体ヒアリングにより、継続運用できるフローと、計画作成への利用方法を確立
	複数処理場の統合的な管理	統合的な健全度の集計や計画資料作成が可能	施設をまたいで統合的に健全度を管理・比較できることを確認。 また、複数処理場の設備群を統合化し、予算制約やパラメータ設定を工夫することで、実効性ある計画作成を確認
性能劣化シミュレーション	技術の妥当性・予測精度	実際の機器性能変動を再現でき、任意の性能値に至る時期の予測誤差が±1年以内	従来手法と比べ、より精度よく過去の性能変動の再現を確認。 また、運転性能を収集し、劣化兆候を解析手法で抽出することで、1年以内の誤差範囲で性能劣化予測が行えることを確認 ※誤差範囲については資料編 1.6 に記載する
全体の効果	日常管理＋ストマネ計画策定費用	5年換算 30%削減	状態監視保全の機械設備を対象に導入する条件では 30%削減を確認

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 20 導入検討手順

本技術の導入検討にあたっては、以下の手順で実施する。

- (1) 基礎調査
- (2) 導入効果の検討
- (3) 導入判断

【解説】

導入検討にあたっては、図 3-1 に示す導入検討手順に沿って必要な情報を収集し、本技術を適用する範囲、概算コストや導入効果の検討を行い、適切に導入判断する。本章における導入検討の結果、導入と判断した場合は、次章以降でより具体的なシステム構築等を行う。

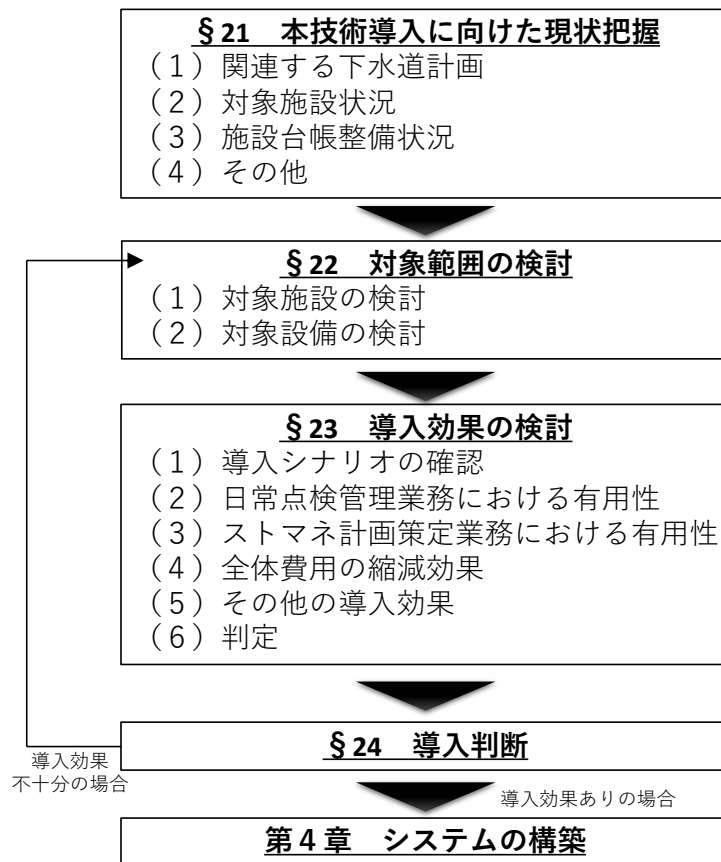


図 3-1 導入検討フロー

§ 21 本技術導入に向けた現状把握

基礎調査は、本技術の概略の導入効果を検討するために実施するものであり、主に以下について調査する。なお、複数の自治体での広域的・共同的な本技術の適用を検討する場合は、適用を検討しているすべての自治体における以下の項目について調査する。

- (1) 関連する下水道計画
- (2) 対象施設状況
- (3) 施設台帳整備状況
- (4) その他（セキュリティポリシー、ICT 導入状況、データの所有権など）

【解説】

本技術導入に向けた現状把握では、本技術の導入効果を検討するために、対象自治体の保有する下水道施設（処理場、ポンプ場）等の状況や、下水道施設台帳の整備状況、維持管理状況等を整理する。なお、本格的な計画・設計のための調査（詳細調査）は、§ 29 にて詳しく説明する。また、整理した情報をもとに、導入効果が高くなる導入シナリオの検討を行う。基礎調査での主な調査項目を以下に示す。

(1) 関連する下水道計画

導入検討対象とする下水処理場に関し、以下に示す計画の策定実績および策定予定を把握する。特に、直近のストマネ計画策定予定については十分な確認が必要である。

- ・上位計画：流域別下水道整備総合計画、都道府県構想など
- ・基本計画：基本構想、下水道全体計画および事業計画、ならびに放流先環境基準など
- ・その他関連計画：

下水道長寿命化計画、下水道ストックマネジメント計画、
保守点検・整備計画、下水道施設統廃合計画（広域化・共同化計画）など

- ・その他関連文献：

「循環のみち下水道」成熟化に向けた戦略と行動（平成 24 年 5 月、国土交通省）
新下水道ビジョン加速戦略（平成 29 年 8 月、国土交通省）

(2) 対象施設の状況

導入検討対象とする下水処理場に関し、以下に示す事項を把握する。

- ・処理場数
- ・処理場ごとの処理水量規模
- ・処理場ごとの設備点数
- ・処理場ごとの日常および定期的な保守点検内容
- ・過去の長寿命化等検討において管理方法・目標耐用年数・影響度等が設定されているか

(3) 施設台帳整備状況

導入検討対象とする下水処理場ごとに、以下に示す事項を把握する。

- ・設備台帳システムの導入状況と、設備データのファイル出力方法
- ・設備台帳システムが未導入の場合、代わりとなる設備データが存在するか
- ・設備データが存在する場合、媒体が電子データか紙ベースのどちらか

(4) その他（セキュリティポリシー、ICT 導入状況、データの所有権など）

導入自治体におけるセキュリティポリシーにおいて、インターネットへの接続を制限する規定や、パブリッククラウド型（インターネットに接続してクラウドシステムを利用する形態）でのクラウドサービス利用を制限する規定がないこと（＝適用条件を満たすこと）を確認する。もし制限する規定がある場合は、本技術の導入可能性を個別検討し、その結果に応じてオンプレミス方式での導入も検討する（本ガイドラインの範囲外）。

また、本技術によるデータ管理および活用を行う拠点にインターネットを利用できるパソコンが設置済かどうかを確認する。同時に、対象処理場ごとに点検用タブレット端末が既に導入されているかどうかを、OS の種類・バージョンも含めて確認する。

さらに、データの収集・入力作業を維持管理業者に委託する場合等には、将来的にデータ活用の制限とならないよう、『処理場のデータの所有権は事業体に帰属する』ことを仕様書等に明記することに留意する。

§ 22 対象範囲の検討

本技術での管理対象とする範囲（対象施設、対象設備）について検討する。

- (1) 対象施設の検討
- (2) 対象設備の検討

【解説】

本技術を導入し、管理対象とする範囲（対象施設、対象設備）について検討する。なお、本技術はクラウド方式を活用したデータ管理技術でありサーバ容量の変更も容易に行えるため、対象範囲（対象施設、対象設備）の増減に伴う登録データの追加・変更は、従来のオンプレミス方式と比較して容易に行える。そのため、予算や導入時の負荷等を考慮し、まずは少ない対象範囲から導入をスタートし、徐々に対象範囲を拡張することもできる。また、導入後にも、施設統廃合等の計画や状況に合わせて、対象範囲を変更していくことができる。

(1) 対象施設の検討

ストックマネジメントで利用することを念頭に、全施設を対象に導入することが望ましいが、状況に応じて段階的に部分的な導入を行うことも可能である。

- ・全施設（処理場・ポンプ場・場外マンホールポンプ等）
- ・全ての処理場・ポンプ場
- ・一部の処理場・ポンプ場
- ・上記に加え、複数の下水道事業者による共同利用施設を含めるかどうか

(2) 対象設備の検討

基本的には、施設内の全設備のデータを登録するが、導入時の作業負荷等を考慮して、緊急性の高いプラント機電等から段階的に導入することも可能である。

- ・施設全体（土木、建築、建築付帯、機械、電気）
- ・プラント機電のみ先行導入

§ 23 導入効果の検討

本技術の導入効果については、以下の定量的・定性的な効果について検討する。

- (1) 導入シナリオの確認
- (2) 日常点検管理業務における有用性
- (3) ストマネ計画策定業務における有用性
- (4) 全体費用の縮減効果
- (5) その他の導入効果
- (6) 判定

【解説】

§ 21 本技術導入に向けた現状把握において基礎情報を収集し、特にセキュリティポリシー面で本技術の導入可能性があると判断された場合には、引き続き導入効果の検討を行う。本解説ではその方法・手順の概略と基礎調査結果が及ぼす影響について示すこととし、実際の導入検討事例は第2節 導入効果の検討例に記す。

(1) 導入シナリオの確認

導入シナリオは、本技術の導入方法と、健全度判定を行う目的で点検内容を追加する必要があるかによって、図 3-2 および表 3-1 に示す 6 通りに分かれる。

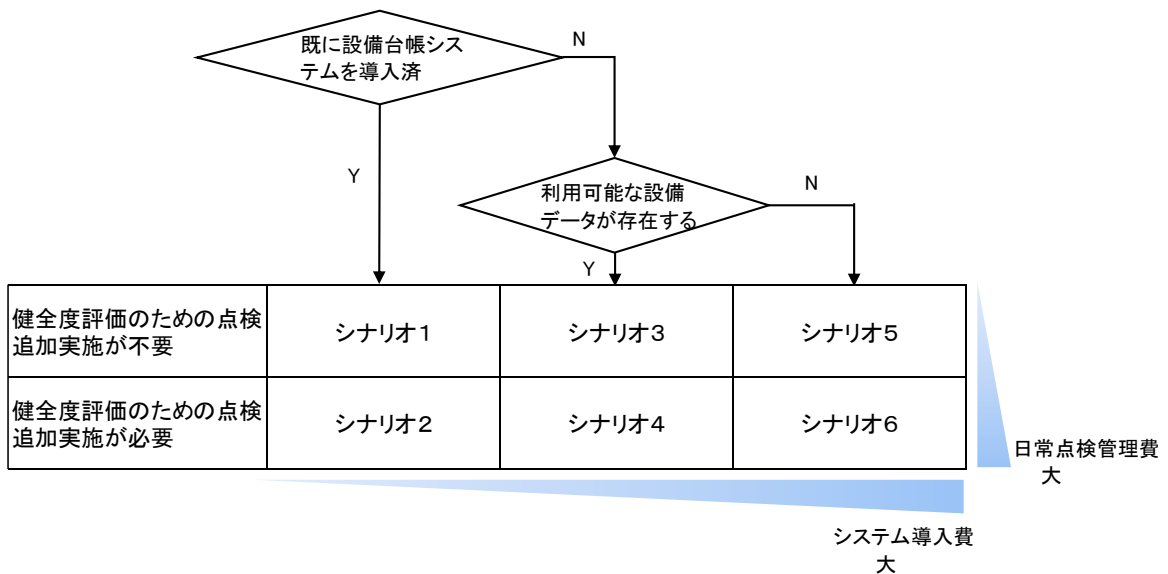


図 3-2 想定される導入シナリオ

表 3-1 想定される導入シナリオ

シナリオ	本技術の導入方法	健全度評価のための 点検追加実施	備考
1	既存設備台帳からの置き換え	不要	池田市想定
2	既存設備台帳からの置き換え	必要	
3	新規導入（利用可能データあり）	不要	
4	新規導入（利用可能データあり）	必要	
5	新規導入（利用可能データなし）	不要	
6	新規導入（利用可能データなし）	必要	恵那市想定

基礎調査結果をふまえて、どのシナリオに該当するかを確認する。なお、健全度評価のための点検追加実施の必要性については、現状の保守点検内容が、本ガイドライン資料編に示される推奨点検項目を満たしているかどうかによって判断することができる。

（２）日常点検管理業務における有用性

日常点検管理業務に、要素技術 A「データ一元収集整理システム」を適用することにより、点検管理業務自体の効率化が実現する。さらに、収集された点検データは、健全度評価の元データとしても活用される。点検管理業務の省力化効果は、第2章で示した実証研究での評価結果を参考に概ね表 3-2 のように示される。

表 3-2 点検管理業務の省力化効果（概算）

シナリオ	健全度評価のための点検追加実施	省力化効果	備考
1, 3, 5	点検項目の追加が不要	28.3%	池田市実績
2, 4, 6	点検項目の追加が必要	3.5%	恵那市実績

定性的な導入効果としては、日常的な維持管理実績の蓄積・共有が進み、人材育成にも活用できる。以下の定性効果もふまえて、点検管理業務における有用性を判断する。

- ・現場では、タブレット画面に過去の点検結果や異常アラートが表示されることにより、人材育成や維持管理業務の品質向上（よりタイムリーな状態監視）に役立つ。
- ・施設に職員が常駐していない民間委託施設に関しても、日常的にデータ登録が行われることでシステム上に時系列的な維持管理履歴が蓄積される。その結果、監督する職員にとって現場状況の理解が容易となり、職員の技術力維持・向上にも有用。
- ・施設管理以外に、水質検査記録などの運転管理データの管理にも適用できるため、維持管理データをクラウドで一元管理する使い方も可能となる。

(3) ストマネ計画策定業務における有用性

要素技術 A「データ一元収集整理システム」により収集されたデータはクラウドに集約・一元管理された後に、ストマネ計画策定において活用される。その際に、要素技術 B「リアルタイム評価可視化システム」により、ストマネ計画策定業務の省力化効果が得られる。その大きさは、第 2 章で示した実証での評価結果を参考に表 3-3 のように示される。

(削減される作業は第 2 章 § 6 表 2-3、削減根拠は資料編 1 表資 1-16 を参照。なお、技術導入の初期検討時の作業として先んじて実施することになるため、結果的にストマネ計画策定時に不要となる作業についても、省力化効果に含んでいる。)

表 3-3 ストマネ計画策定時の省力化効果 (概算)

シナリオ	作業項目	省力化効果	削減根拠
全て	①施設情報の収集・整理	100%	作業不要となる
全て	②リスクの評価	100%	作業不要となる
全て	③施設管理の目標設定	0%	—
全て	④長期的な改築事業シナリオ設定	75%	実証を元に削減作業の歩掛金額を減算 (表資 1-16)
全て	⑤点検・調査計画の策定	60%	実証を元に削減作業の歩掛金額を減算 (表資 1-16)
全て	⑥点検調査の実施	100%	作業不要となる
全て	⑦修繕・改築計画の策定	50%	実証を元に削減作業の歩掛金額を減算 (表資 1-16)
全て	⑧照査	0%	—
全て	⑨報告書作成	0%	—
全て	⑩設計協議	30%	実証を元に削減作業の歩掛金額を減算 (表資 1-16)

定性的な導入効果としては、ストマネ計画策定に関する職員・委託先コンサルタントの負担が軽減される。以下の定性効果もふまえて、ストマネ計画策定業務における有用性を判断する。

- ・健全度が現場側で自動算出されるようになるため、健全度評価のため委託先コンサルタントによって毎行われる現場ヒアリングや現地調査、それらに伴う職員の立ち合いが不要となる。また、情報出力もシステムから一部行えるようになるため、打合せ回数を削減できる可能性もある。
- ・以上のように、委託額に加えて、ストマネ計画策定における官民双方の負担が減る。さらに、必要な検討作業に十分な時間を割けるようになり、業務品質の向上にもつながる可能性もある。

(4) 全体費用の縮減効果

ストマネに関わる全体費用の縮減効果を算出するために、本技術導入前後のストマネ関連費用の合計を求め、縮減効果（削減率）を算出する。合計金額の算出期間は、直近のストマネ計画策定予定までの期間とする。予定がない場合は、5年間に1回ストマネ計画を策定することを想定して、5年間の合計費用を求める。

求める費用の内訳を、図3-3に示す。本図では、5年後にストマネ計画を策定する予定があることを想定し、5年間の合計費用を算出することとしている。

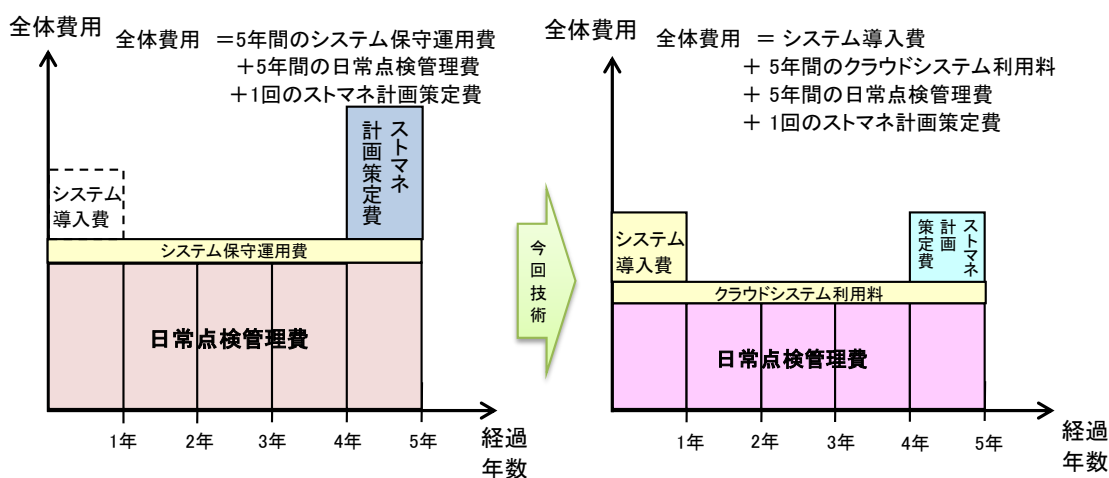


図3-3 全体費用の縮減効果の算出対象

①従来技術パターンの全体費用

以下の式をもとに内訳の概算費用を算出する。ただし、日常点検管理費の技術者単価は、2011年度版 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—より電工労務単価を採用して約2万円とした。

$$\begin{aligned}
 \text{○日常点検管理費} &= 1 \text{年当たりの延べ点検管理時間 (時間)} \div 8 \text{ (時間/人日)} \times \text{技術者単価} \\
 &= 1 \text{日当たり平均点検管理時間} \times \text{平均人数} \times 365 \div 8 \times 2 \text{ (万円/年)} \\
 &= \boxed{1 \text{日当たり平均点検管理時間} \times \text{平均人数} \times 91.25 \text{ (万円/年)}}
 \end{aligned}$$

ただし、

$$\text{点検管理時間} = \text{点検時間} + \text{エクセル転記 (清書) 時間} + \text{データベース登録時間}$$

ストマネ計画策定費は、コンサルタントへの委託を想定して以下の式により算出する。ただし、国交省標準歩掛表および水量補正率・工種補正率は、下水道施設設計業務積算基準の「ストックマネジメント基本計画策定業務 (ポンプ場・終末処理場)」にある数量・数値を用いる。人件費算出のための技術者単価は、最新の設計業務委託等技術者単価 (国土交通省) を用いる。また、ストマネ計画策定費の標準歩掛項目のうち、「1-1. 施設情報の収集・整理」から「1-3. 施設情報の

データベース構築」までは本技術のシステム導入と重複するため、算出対象から除外する。

業務委託料（実態ベース）への補正率は、実証でのヒアリング結果より 1.6 と置いたが、自治体の判断により適宜見直すことができる。

$$\begin{aligned} \text{○ストマネ計画策定費} &= \text{国交省標準歩掛表による策定人件費} \times \text{水量補正率} \times \text{工種補正率} \\ &\quad \times \text{業務委託料（実態ベース）への補正率} \\ &= \boxed{\text{国交省標準歩掛表による策定人件費}} \\ &\quad \times \text{水量補正} \times \text{工種補正} \times 1.6 \quad (\text{万円}) \end{aligned}$$

システム導入費は、既存の設備台帳システムが未導入の場合（シナリオ3～6）について比較のため計上する。その結果、設備台帳システムの利用を含む今後求められる最低限の施設管理を行うことを前提として、比較を行うことができる。

従来型の設備台帳システムの導入費は、以下の式により算出する。ただし、導入単価は、「簡易的な水道施設台帳の電子化システム導入に関するガイドライン（以降、「厚労省ガイドライン」と記載。）」（平成30年、厚生労働省）や研究体での過去実績を参考に、

導入単価＝0.75万円／機器（シナリオ3・4）、3.0万円／機器（シナリオ5・6）とおく。

$$\begin{aligned} \text{○システム導入費（比較評価用）} &= \text{設備台帳システム構築費} \\ &= \boxed{\text{導入単価（万円／機器）} \times \text{機器数}} \end{aligned}$$

システム保守運用費は、全てのシナリオで以下の式により計上する。ただし、以下の数式中の係数は、「厚労省ガイドライン」を参考に設定している。

$$\begin{aligned} \text{○システム保守運用費} &= \text{既存システムの減価償却費} + \text{システム保守費} + \text{データ更新費} \\ &= 30 \text{万円／年} + 100 \text{万円／年} + (0.08 \times \text{全体機器数}) \text{万円／年} \\ &= \boxed{0.08 \times \text{全体機器数} + 130 \text{（万円／年）}} \end{aligned}$$

※既存システムのデータ更新費は、50年で全機器が入れ替わると仮定し、1年当たりデータ更新費は4万円×1/50年＝0.08とした。

以上の各費用を算出した後、1年当たり費用を5年当りに割り増して合算することにより、従来技術パターンの全体費用を算出する。

②本技術パターンの全体費用

本技術パターンの日常点検管理費とストマネ計画策定費は、以下の式のように、従来技術パターンの費用から省力化分を差し引くことで算出する。それぞれの省力化率は、表3-2および表3-3の値を用いる。ただし、ストマネ計画策定費の省力化率は作業項目により異なるため、作業項目別に算出した費用を合算して求める。

○日常点検管理費

$$= \boxed{\text{従来技術パターン}の日常点検管理費 \times (1 - \text{省力化率})}$$

○ストマネ計画策定費

$$= \boxed{\sum \{ \text{従来技術パターン}のストマネ計画策定費 \times (1 - \text{省力化率}) \}_i (i=1\sim 10)}$$

ただし、iは、表3-3に示すストマネ計画策定時の作業項目①～⑩に対応する。

本技術パターンでのシステム導入費には、設備台帳システム構築費に加えて、タブレット点検システムの構築費と、初期検討作業費が含まれる。タブレット点検システムの点検対象機器数は、健全度評価のために点検対象機器数を増やす場合は増やした後の想定機器数を用いる。不明な場合は土建機電を含む全機器数の0.7倍（機電の全数）とする。

初期検討作業費は、ストマネ計画策定時に行う検討作業のうち一部を、システム初期導入に振り替えたものである。作業項目毎の人件費のうち、表3-4に示す割合が振り替えられるとおく。

○システム導入費

$$= \boxed{\text{設備台帳システム構築費} + \text{タブレット点検システム構築費} + \text{初期検討作業費}}$$

$$\text{設備台帳システム構築費} = \boxed{\text{導入単価 (万円/機器)} \times \text{機器数}}$$

ただし、導入単価=0.75万円/機器（シナリオ1～4）、3.0万円/機器（シナリオ5・6）

$$\text{タブレット点検システム構築費} = \boxed{\text{導入単価 (万円/機器)} \times \text{点検対象機器数}}$$

ただし、導入単価=0.24万円/機器、点検対象機器数=全体機器数×0.7とおく。

$$\begin{aligned} \text{初期検討作業費} = & \sum \{ \text{国交省標準歩掛表による策定人件費} \times \text{水量補正率} \times \text{工種補正率} \\ & \times \text{初期検討作業費への振替割合} \}_i (i=1\sim 10) \\ & \times \text{システム導入時検討費 (実態ベース) への補正率} \end{aligned}$$

ただし、iは、表3-3に示すストマネ計画策定時の作業項目①～⑩に対応する。システム導入時検討費（実態ベース）への補正率は0.95を目安とするが、自治体の判断により適宜見直すことができる。

表 3-4 初期検討作業費への振替割合

シナリオ	作業項目	初期検討作業費への振替割合
全て	①施設情報の収集・整理	0%
全て	②リスクの評価	22%
全て	③施設管理の目標設定	0%
全て	④長期的な改築事業シナリオ設定	30%
全て	⑤点検・調査計画の策定	23%
全て	⑥点検調査の実施	0%
全て	⑦修繕・改築計画の策定	10%
全て	⑧照査	0%
全て	⑨報告書作成	0%
全て	⑩設計協議	0%

クラウドシステム利用料は、事例を参考に以下により算出する。

$$\text{クラウドシステム利用料} = \boxed{110 \text{ 万円/年}}$$

ただし、点検用のタブレットを外部からリースする場合は、1台当たり10万円/年を加算する。

以上の算出結果を合算することで、本技術導入パターンの全体費用を算出する。

③全体費用の縮減効果

全体費用の縮減効果は、次の式により算出する。

$$\text{全体費用の縮減効果} = \left(1 - \frac{\text{本技術パターンの全体費用}}{\text{従来技術パターンの全体費用}} \right) \times 100 (\%)$$

参考1：機器数が不明な場合の推定方法

導入対象施設の機器数が不明な場合は、当施設の処理水量を確認し、水量補正率から機器数を推定することができる。※下の式は研究体の実績データより算出

$$\text{機器数} = 552.75 \times \text{水量補正率}^{1.6849}$$

参考2：複数施設に導入する場合の「水量補正率」の算出方法

2ヶ所以上の複数施設を検討対象とするとき、各施設の水量補正率を単純に合算して全体の水量補正率とすると過大になるため、正確な評価が難しくなる。その場合は、施設毎の機器数をもとに全施設の機器数の合計を求め、以下の式から機器数から水量補正率を算出することができる。

※参考1に記載した式を変換したもの

$$\text{水量補正率} = 0.0018091 \times \text{機器数}^{0.59351}$$

(5) その他の導入効果

実証を通じてヒアリングを行う等によって整理した主な定性的な導入効果を以下に示す。本技術導入によってもたらされる以下の効果の有用性を評価し、総合的な導入判断の一助とする。

①一度作成したストマネ計画の成果を継続的に活用できる

- ・計画策定時に算出された健全度は、従来は報告書の形態で保管されており、その場限りの活用となる場合が多かった。しかし、一度評価した健全度をシステムで管理することで、自治体が主体的かつ継続的に、健全度を管理・活用できるようになる。このことで、策定時の委託成果を無駄にせず有効活用できる。
- ・例えば、健全度の劣化予測データをシステムで管理することで、自前で将来事業費を可視化できるようにすることで、自治体内の財政部局への事業予算・根拠の説明にも利用できる。特に財政状況の厳しい中小自治体ではこのような使い方により、効率的な事業実施が可能となる。
- ・耐用年数や管理方法の考え方、健全度の判定項目や基準は、計画策定ごとの委託先によって大きく変わる場合もあり、自治体としての統一的な管理ができていない場合もある。本技術では、耐用年数や管理方法などの基礎情報をクラウドで共有・管理できるため、次回以降の計画策定作業にも容易に活用できる。

②広域的な施設情報を容易に一元管理できる

- ・広域的に施設が散在する場合にも、場所を意識せず統一的に情報を管理できる。
- ・ストマネ計画では、処理区単位ではなく自治体単位で計画策定することになったため、広域的に収集したデータを統合的に扱ってストマネ計画策定に活用できることのメリットが大きい。
- ・複数の自治体をまたぐ広域化・共同化にも活用できる可能性がある。

③性能劣化シミュレーションを用いた改築優先順位判断

- ・設備の老朽化が進み、過半数の設備が標準耐用年数を超過している。改築計画も立てているが、計画通りの予算がつかず、計画の先送りを繰り返している施設が多いのが常態である。性能劣化シミュレーションが本格利用できるようになれば、更新優先順位の設定を理論的な根拠に基づき、かつ柔軟に設定できるため、より効率的かつ効果的な計画策定が可能になる。

(6) 判定

日常点検管理については、それ自体が効率化されることを確認する。ストマネ計画策定においては、効率化を達成するための運用が可能であることを確認する。全体費用としては、本技術を採用することで従来技術よりも総費用（5年間の総計）が安価になることを確認する。そして、その他の導入効果も考慮し総合的に導入判断を行う。

検討ケースによって、導入効果が小さいまたは得られない場合には、その原因を分析し、導入範囲を設定しなおして検討を行うことが望ましい。

§ 24 導入判断

導入効果の検討結果をもとに、本技術の導入判断を行う。

【解 説】

導入効果の検討（§ 23）をふまえて定量的、定性的な導入効果を総合的に判断し、本技術の導入効果が見込める場合には、導入を進める意思決定を行い、システムの構築に移る。

第2節 導入効果の検討例

§ 25 検討条件

導入効果の検討例を作成するため、以下の内容について条件設定を行い、検討シナリオを作成した。

- (1) 対象とする施設・設備
- (2) 既存台帳システムの有無／電子化済設備データの有無
- (3) 健全度評価のための追加点検の実施要否
- (4) 検討期間

(1) 対象とする施設・設備

対象施設・設備の条件は、施設規模の大小と、複数施設への導入を行うか否かにより、表 3-5 のように設定した。

表 3-5 検討条件（対象とする施設・設備）

施設数	1施設当たりの機器数	全体機器数	備考
1	250	250	小規模施設1ヶ所に導入
6	250	1,500	小規模施設6ヶ所に導入（恵那市実績）
1	2,000	2,000	大規模施設1ヶ所に導入（池田市実績）
3	2,000	6,000	大規模施設3ヶ所に導入

(2) 既存台帳システムの有無／電子化済設備データの有無

既存台帳システムの有無と、電子化済設備データの有無は、今回実証フィールドとした池田市と恵那市の実態を考慮して、表 3-6 のように設定した。

表 3-6 検討条件（既存台帳システムおよび電子化済設備データの有無）

既存台帳システムの有無	電子化済設備データの有無	備考
あり	あり	池田市実績
なし	なし	恵那市実績

(3) 健全度評価のための追加点検の実施要否

健全度評価のための追加点検の実施要否は、次のように設定した。

表 3-7 検討条件（健全度評価のための追加点検の実施要否）

追加点検の実施要否	備考
不要	池田市実績
必要	恵那市実績

(4) 検討期間

検討期間は、標準的な条件である5年に加えて、本技術を長期間継続利用した場合の全体効果
を評価するために、2回分のストマネ計画策定を含む10年のパターンも設定した。

表 3-8 検討条件（検討期間）

検討期間	備考
5年	本技術導入後、ストマネ計画策定を1回行う（標準試算条件）
10年	本技術導入後、ストマネ計画策定を2回行う（継続利用想定）

以上の設定内容を組み合わせて、試算シナリオを作成した。シナリオの一覧を表 3-9 に示す。
ただし、シナリオ番号の表記は、「表 3-9 に示した導入シナリオ番号」-枝番としており、先述し
た導入シナリオ1～6に対応している。このうち、シナリオ1-1と6-1がそれぞれ、池田市と恵
那市の実績を反映したものである。

表 3-9 本技術導入効果の試算検討シナリオ

シナリオ	施設数	全体機器数	既存台帳 システム	電子化済 設備データ	点検追加 実施の要否	検討期間
1-1	1	2,000	あり	あり	不要	5年
1-2	3	6,000	あり	あり	不要	5年
1-3	1	2,000	あり	あり	不要	10年
2-1	1	250	あり	あり	必要	5年
2-2	6	1,500	あり	あり	必要	5年
6-1	6	1,500	なし	なし	必要	5年

§ 26 導入効果の検討例

実証研究結果をもとに、具体的な導入効果の検討を行った事例について示す。なお、導入効果の評価は、シナリオ毎に定量的に評価するとともに、その結果をもとに本技術の効果的な導入方法を考察した。

- (1) シナリオ毎の定量評価
- (2) 本技術の効果的な導入方法

(1) シナリオ毎の定量評価

①従来技術パターンの全体費用

§ 23 に示した費用関数を用いて、従来技術パターンの全体費用を算出した。

シナリオ 6-1 (恵那市実績) の算出例を以下に示す。

○日常点検管理費

シナリオ 6-1 では、6ヶ所の処理施設に対して評価する。

全体のうち平均的な処理場の点検管理時間は約 200 時間/年と推測されたため、

5年間の日常点検管理費 = 200 時間 ÷ 8 × 2 (万円/人日) × 6 施設 × 5 年

$$= \underline{1,500 \text{ 万円}}$$

○ストマネ計画策定費

標準歩掛表と設計単価により、計画策定費を算出した。ただし、⑥点検調査の実施と⑦修繕・改築計画の策定は、機械設備のみについて行うこととしたため、それらの作業費には工種補正係数を掛けた。ただし、システム導入費と重複する 1-1 施設情報の収集・整理、1-2 施設情報の作成、1-3 施設情報のデータベース構築にかかる費用は除外した。

ストマネ計画策定費 = (⑥点検調査の実施費用 + ⑦修繕・改築計画策定費) × 0.4 + その他費用

$$= \underline{4,832 \text{ 万円}}$$

○システム導入費 (比較評価用)

機器数が約 1,500 と推測されたため、単価 3 万円/機器を用いて算出した。(もし機器数が不明な場合は、水量補正係数を用いて推測する。)

システム導入費 (比較評価用) = 1,500 機器 × 3 万円/機器 = 4,500 万円

○システム保守運用費

比較評価用のシステムは、従来型のオンプレミス型と想定すると、6ヶ所の各処理場に計 6 セット設置される。それぞれに対しシステム保守運用費を計上する。

1ヶ所あたりの平均機器数 = 1,500 ÷ 6 = 250 機器

5年間のシステム保守運用費 = (0.08 × 250 + 130) × 6 処理場 × 5 年 = 4,500 万円

他のシナリオについても同様に算出した。それらの結果を、表 3-10 に示す。

表 3-10 従来技術パターンの全体費用

シナリオ	日常点検管理費 (万円)	ストマネ計画策定費 (万円)	システム導入費 (比較評価用) (万円)	システム保守運用費(万円)	合計 (万円)
1-1	3,364	5,171	既存を利用	1,450	9,985
1-2	10,094	14,057	既存を利用	4,350	28,501
1-3	6,729	10,342	既存を利用	2,900	19,971
2-1	250	2,144	既存を利用	750	3,144
2-2	1,500	4,832	既存を利用	4,500	10,832
6-1	1,500	4,832	4,500	4,500	16,232

②本技術パターンの全体費用

§ 23 に示した費用関数を用いて、従来技術パターンの全体費用を算出した。

シナリオ 6-1 (恵那市実績) の算出例を以下に示す。

○日常点検管理費

本技術導入に伴う省力化率が 5% とする。

$$\text{日常点検管理費} = 1,500 \times (1 - 0.05) = \underline{1,425 \text{ 万円}}$$

○ストマネ計画策定費

各作業項目の省力化率が表 3-3 に示す数値であるとし、項目毎に減算した結果を合計する。

$$\text{ストマネ計画策定費} = \underline{1,841 \text{ 万円}}$$

○システム導入費

台帳システムの導入単価は 3 万円/機器を用いる。全体機器数は従来技術パターンと同様の 1,500 機器とする。初期検討作業費の算出には、表 3-4 に示す振替比率を用いる。

システム導入費

$$\begin{aligned} &= \text{設備台帳システム構築費} + \text{タブレット点検システム構築費} + \text{初期検討作業費} \\ &= 1,500 \times 3 + 1,500 \times 0.7 \times 0.24 + 497 = \underline{5,249 \text{ 万円}} \end{aligned}$$

○クラウドシステム利用料

クラウドシステム利用料は 110 万円/年とする。さらに、タブレットのリース料 (1 台当たり 10 万円/年、1 施設当たり 2 台想定) を計上する。

$$\text{5年間のクラウドシステム利用料} = (110 + 10 \times 6 \times 2) \times 5 = \underline{1,150 \text{ 万円}}$$

他のシナリオについても同様に算出した。それらの結果を、表 3-11 に示す。

表 3-11 本技術パターンの全体費用

シナリオ	日常点検管理費 (万円)	ストマネ計画策定費 (万円)	システム導入費 (万円)	クラウドシステム利用料 (万円)	合計 (万円)
1-1	2,411	1,954	1,836	650	7,388
1-2	7,234	4,938	5,508	650	19,878
1-3	4,822	3,909	1,836	1,300	12,403
2-1	238	938	230	1,150	2,556
2-2	1,425	1,841	1,377	1,150	5,793
6-1	1,425	1,841	5,249	1,150	9,665

③全体費用の縮減効果

①と②で算出された全体費用をもとに、シナリオ毎の縮減効果を求めた。その結果を表 3-12 に示す。

表 3-12 全体費用の縮減効果 (削減率)

シナリオ	従来技術パターンの全体費用 (万円)	本技術パターンの全体費用 (万円)	削減率 (%)	備考
1-1	9,535	7,388	22.5	池田市実績
1-2	27,151	19,878	26.8	シナリオ 1-1 の広域化
1-3	19,071	12,403	35.0	シナリオ 1-1 の運用期間を 10 年
2-1	3,294	2,556	22.4	小規模 1 ヶ所、既存データあり
2-2	11,732	5,793	50.6	シナリオ 2-1 の広域化
6-1	16,232	9,665	40.4	恵那市実績 (既存データなし)

(2) 本技術の効果的な導入方法

表 3-12 に示されたシナリオ毎の削減率を比較することで、効果的な導入方法を考察した。

シナリオ 1-1 と 1-2、および 2-1 と 2-2 を比較すると、同時に導入する施設数が多いほど削減率が高い。したがって、複数施設の広域的な施設管理に本技術が効果的であると考えられる。

シナリオ 1-1 と 1-3 を比較すると、運用期間が長いほど削減率が高い。その要因は、期間が長いほど年あたりの初期導入費用が安価になることであるが、この結果より本技術を導入した後に長期間運用するほど、高い効果が得られることが示唆された。

シナリオ 2-1 は、250 機器程度の小規模処理場 1 ヶ所に単独導入した場合であるが、そのような場合でも削減率が 20% を超え、本技術の導入効果が得られることが分かった。

以上より、本技術の効果的な導入・運用方法は次のように整理できる。

- ・本技術の導入対象施設が多いほど、導入効果が高くなる。
- ・本技術の運用期間が長いほど、導入効果が高くなる。
- ・小規模の1ヶ所の処理場に導入した場合でも、導入効果が得られる。

第4章 システムの構築

第1節 システム構築手順

§ 27 システム構築フロー

本技術の導入にあたっては、以下の手順に基づき、下水処理施設毎のこれまでの維持管理手法や既存監視設備等の十分な調査および擦り合わせを行いながら、技術全体として有効に機能し、継続的に活用できるシステムを構築する。

【解説】

本技術のシステム構築フローを、図4-1に示す。複数の下水処理施設（処理場、ポンプ場）を保有し、複数の維持管理業者にて管理しているような場合等は、それぞれの処理施設毎に異なるルール、健全度の判定基準等に基づく管理がなされていると想定される。システムの構築にあたっては、対象とする下水処理施設毎のこれまでの維持管理手法や既存監視設備等について十分に調査、把握し、擦り合わせた上で、有効に機能し、継続的に活用できるよう、本技術のシステム構築を行う。

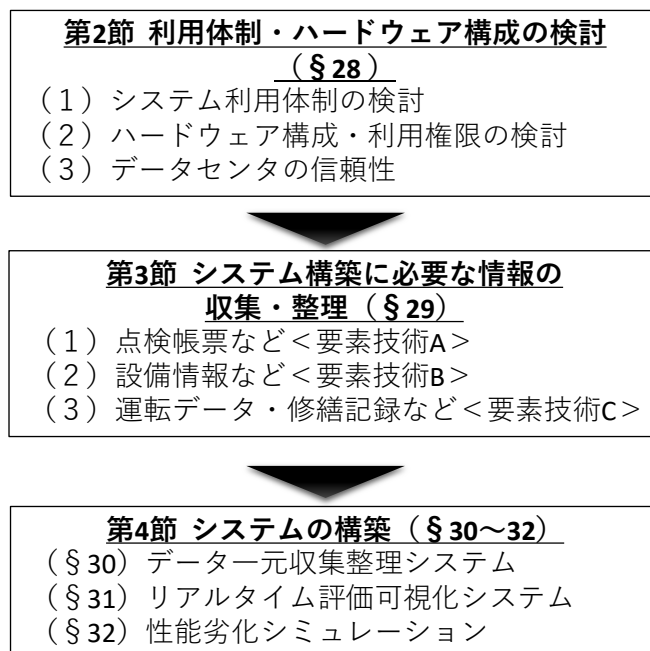


図4-1 システム構築フロー

第2節 利用体制・ハードウェア構成の検討

§28 利用体制・ハードウェア構成の検討

ストックマネジメントの継続的な運用を実現するため、システム導入に先立って以下の事項についてあらかじめ整理する。

- (1) システム利用体制の検討
- (2) ハードウェア構成・利用権限の検討
- (3) データセンタの信頼性

【解説】

本技術の導入に先立ち、継続的な運用を行うことを念頭にシステム利用者の範囲を検討した上でユーザ ID の割り振りを整理し、利用端末等のハードウェア構成についても検討する。また、本技術によって収集・蓄積されるデータの喪失や流出等の事故を防ぐために、データの格納先であるデータセンタの信頼性についても確認しておく必要がある。

(1) システム利用体制の検討

ストックマネジメントの運用を実施するためには様々な関係者の情報を収集し、システムへ蓄積をする必要があるため、まずシステム利用者の範囲を検討する。範囲設定の例を、図 4-2 に示す。

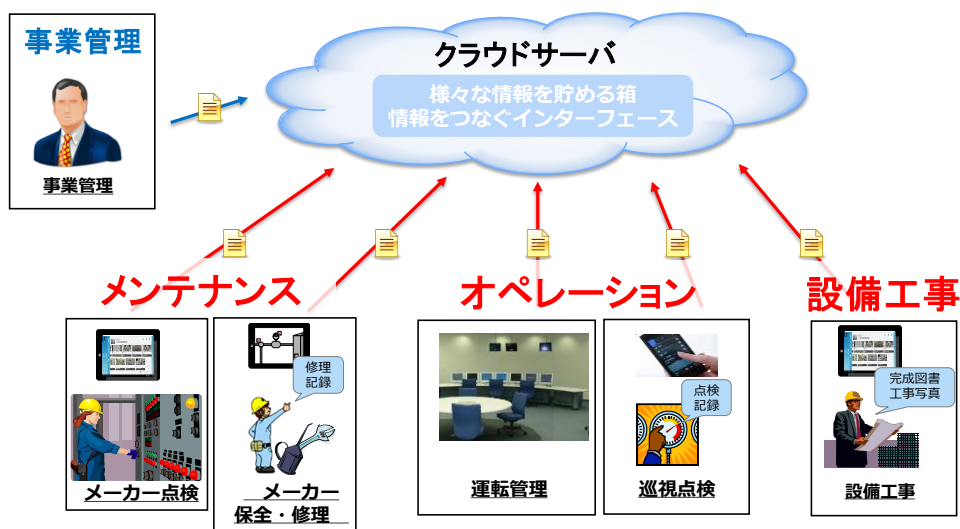


図 4-2 システム利用の関係者の例

次に、ユーザ ID の割り振りを整理する。ID 設定例を表 4-1 に示す。パターン 1 では、全ての利用者に ID を割り当てる例である。ただし、維持管理業者と工事業者の人数が多い場合は、共用の ID をいくつか準備し、パスワードを変更しつつ都度貸与する形を取ることも有効である。パターン 2 では、施設管理を主に担い日常的にシステムを利用する事業管理者と維持管理業者のみに ID を付与する。その場合、維持管理業者や工事業者から提出を受けた電子データを、ID を持つ主体がインポート等で登録する運用となる。

表 4-1 ユーザ ID の設定例 (○：付与対象)

システム利用者	パターン 1	パターン 2
事業管理	○	○
施設維持管理業者	○	○
設備保守点検業者	○ (共用 ID を貸与)	—
工事業者	○ (共用 ID を貸与)	—
備考	各主体が直接システムにデータ登録する。	メンテナンス・工事データは、提出を受けたのちに登録する。

(2) ハードウェア構成・利用権限の検討

本技術はクラウド方式を採用しており、ネットワークに接続された汎用的なパソコンやタブレットを用いることでいつでもシステムを利用できる。このうちパソコンは主に事務所で、タブレットは主に現場での利用を想定している。さらに、既存監視システムからのデータ取り込みの可否を検討し、必要な場合にはフィールドサーバを利用する。以上の構成の概略を図 4-3 に示す。

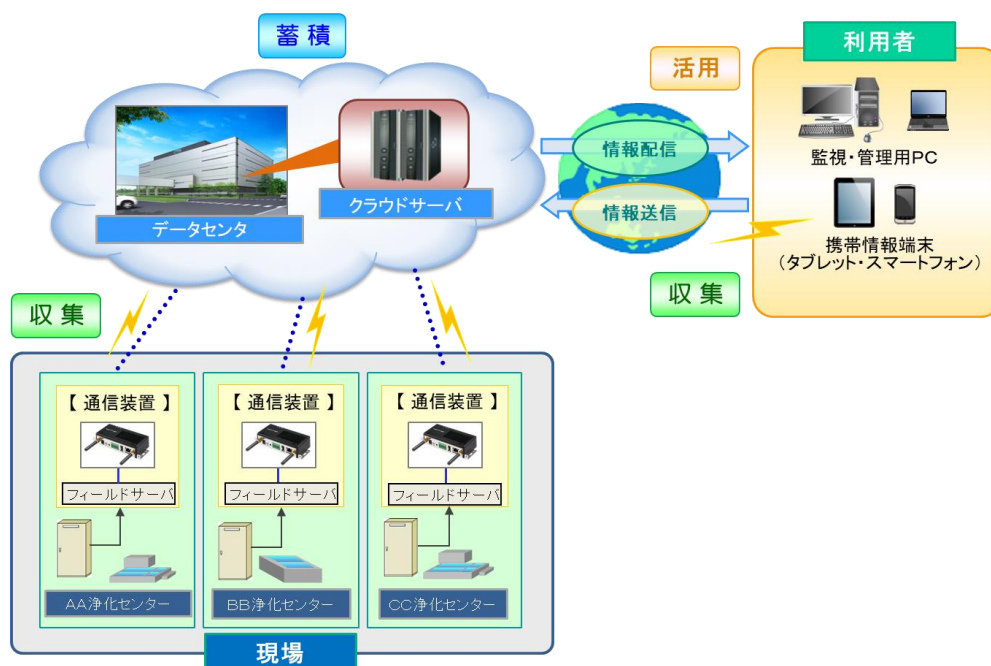


図 4-3 ハードウェア構成概略の例

上記のハードウェア構成例を念頭に、どの利用者がどのハードウェアを保有して利用するか、さらにシステム利用時の閲覧制限等の権限設定を検討する。

パソコンは、利用拠点ごとにインターネットに接続可能な端末が存在することを確認する。近年ではどこでも標準的に所有している場合が多いが、もし存在しない場合は新規導入を別途検討する。タブレット端末の台数は、点検業務の人員数・班数に応じて決定する。一般的な維持管理体制であれば、施設ごとに1～2台程度になると想定される。

フィールドサーバを導入する場合には、各施設の収集対象データの数量とフィールドサーバの能力を考慮して、各施設への導入台数を決定する。なお、施設数・施設規模が大きな場合は、多額の費用がかかるため、重要な現場の情報のみを取得することも考慮する。

また、システム利用の閲覧制限は、次の点に考慮して設定する。

- ・ 利用 ID に応じた利用機能の制限（タブレット点検、設備台帳、シミュレーション機能等）
- ・ 民間業者 ID による金額、健全度・計画等のデータへのアクセス可否
- ・ 利用 ID に応じた施設閲覧範囲の区別（全施設閲覧可／業務対象となる施設のみに制限）

以上をもとにハードウェア構成と利用権限を設定した例を表 4-2 と表 4-3 に示す。なお、パターン 2 のように、全ての関係者をシステム利用者に含めない場合は、工事等情報の提出を受けた事業管理者または維持管理業者が代理でデータ登録するという方法も考えられるが、その場合、情報の提出方法の指定等を含めて工事や委託契約の仕様書等を作成する必要がある。

表 4-2 ハードウェア構成と利用体制の例（パターン 1）

システム利用者	利用権限			ハードウェア構成		
	システムの利用	ユーザ権限	権限範囲	パソコン利用	携帯端末利用	フィールドサーバ
事業管理者	○	管理者権限	全施設	有	-	
施設維持管理業者	○	利用権限 金額表示無	管理施設のみ	有	有	
設備保守点検業者	○	登録権限	管理施設のみ	有	-	
工事業業者	○	登録権限	管理施設のみ	有	-	
現場情報の収集						
AA浄化センター	-					2台
BB浄化センター	-					1台

表 4-3 ハードウェア構成と利用体制の例（パターン2）

システム利用者	利用権限			ハードウェア構成		
	システムの利用	ユーザ権限	権限範囲	パソコン利用	携帯端末利用	フィールドサーバ
事業管理者	○	管理者権限	全施設	有	-	
施設維持管理者	○	利用権限 金額表示無	管理施設のみ	有	有	
設備保守点検業者	維持管理者にて登録					
工事業者	維持管理者にて登録					
現場情報の収集						
AA浄化センター	-					2台
BB浄化センター	-					無

（3） データセンタの信頼性

本技術ではクラウド方式を採用しており、信頼性やセキュリティを高めるためにはクラウドデータセンタにおいて、下記のような要件を確認することが望ましい。

① データセンタは日本国内の複数個所に設置されていること

② 公的認証

データセンタは次の公的認証を受けていること。

- ・ ISO9001 品質マネジメントシステム
- ・ ISO14001 環境マネジメントシステム
- ・ ISO/IEC20000 IT サービスマネジメント
- ・ ISO/IEC27001 情報セキュリティ保証

③ クラウドサーバの高信頼化対策

- ・ ハードウェアの多重化

機能の稼働率を高めるため、障害が発生した機器の機能を複数準備された代替機が、自動的に引き継ぐことで、迅速に機能が復旧されること。

- ・ ハードディスクの多重化（データの保護）

データ信頼性を高めるため、ハードディスクは多重化により、ディスク故障時にもデータ欠損やデータ破損が発生しないこと。

④ 災害対策

・ 停電対策

停電対策として、無停電電源装置や非常用自家発電設備が設置されていること。

・ 地震対策

地震対策としてデータセンタの建物は免震構造であること。

・ 防火対策

適切な消火設備が設置されていること。

・ 浸水対策

ハザードマップの規定値に基づく浸水対策が施されていること。

⑤ 入退室管理

サーバー室への入退室管理は2種類以上の方式による厳重な管理を行うこと。

⑥ セキュリティ対策

データの機密保護，改竄や欠損防止のためのセキュリティ対策が施されていること。

また，クラウドサーバの稼働状況を常時監視し，異常があれば直ちに検知し対応する体制が整っていること。

第3節 システム構築に必要な情報の収集・整理

§ 29 システム構築に必要な情報の収集・整理

システム構築のため導入対象施設において、次の情報を収集・整理する。

- (1) 点検帳票など<要素技術A>
- (2) 設備情報など<要素技術B>
- (3) 運転データ・修繕記録など<要素技術C>

【解説】

(1) 点検帳票など<要素技術A>

既存の点検内容を電子化し、タブレット端末を用いて点検結果を入力できるようにするため、次の情報を収集・整理する。

- ・既存の点検帳票

(2) 設備情報など<要素技術B>

要素技術Bの導入では、設備台帳システムを構築するほか、導入後のストックマネジメント検討に必要な初期検討を行い、その結果もシステムに登録する。そのため、導入時点で次の情報を収集する。

- ・機器リスト
- ・設備群リスト
- ・既存の自治体検討資料（管理方法、影響度、目標耐用年数の考え方）
- ・過去の長寿命化計画／ストックマネジメント計画資料（主要部品の設定、健全度判定方法）

(3) 運転データ・修繕記録など<要素技術C>

性能劣化シミュレーションにて使用するデータは、主に以下の3種類である。

- ・日報データに記載された機器の稼働データ
- ・機器の修繕前後の性能試験結果
- ・機器納入時の性能試験結果

各データについて、以下にて解説を行う。

1) 日報データに記載された機器の稼働データ

1) -1 ファン/ブロワの場合

ファン/ブロワを対象として性能劣化シミュレーションを実施する場合に必要なデータを以下に示す。なお、各データはシミュレーションの実施対象機器と一対一で対応している必要がある。

- ① 空気量・機体流量データ[Nm³/h]
- ② 電流値データ[A]
- ③ 回転数[rpm、Hz]※インバータによる流量制御を実施している場合
- ④ 吐出圧力[Pa]

①と②は、性能値の導出に必須のデータである。③と④は空気量・気体流量データを正規化するためのデータであり、性能の導出には必須のものではないが、経年劣化や修繕による性能の変化を正確に把握するために使用する。

なお、機器によっては、回転数ではなく弁の開度により空気量・気体流量の制御を行っている場合がある。その時は、弁の開度に関するデータを使用し、空気量・気体流量データの正規化を行う。

1) -2 ポンプの場合

ポンプを対象として性能劣化シミュレーションを実施する場合に必要なデータを以下に示す。なお、各データはシミュレーションの実施対象機器と一対一で対応している必要がある。

- ① 流量データ[m³/h]
- ② 電流値データ[A]
- ③ 回転数[rpm、Hz]※インバータによる流量制御を実施している場合
- ④ 実揚程[m]※吸い込み側・吐き出し側の池の水位データから算出

①と②は、性能値の導出に必須のデータである。③と④は流量データを正規化するためのデータであり、性能の導出には必須のものではないが、経年劣化や修繕による性能の変化を正確に把握するために使用する。

2) 機器の修繕前後の性能試験結果

一般的に機器の修繕時には、修繕の効果を確認するために、メーカーにより修繕前と後で機器の性能試験を実施して性能試験報告書を提出する。この性能試験報告書から必要なデータを抽出し、性能劣化シミュレーションに使用する。使用するデータの項目は、(1) 日報データに記載された機器の稼働データにて示したものと同内容であるため、ここでの説明は省略する。

3) 機器納入時の性能試験結果

一般的に機器の納入時には、機器の性能が定格仕様(要求仕様)を上回っていることを示すために、メーカーにより性能試験を実施して性能試験報告書を提出する。この、性能試験報告書から必要なデータを抽出し、性能劣化シミュレーションに使用する。使用するデータの項目は、(1) 日報データに記載された機器の稼働データにて示したものと同内容であるため、ここでの説明は省略する。

第4節 システムの構築

§ 30 データ一元収集整理システム<要素技術A>の構築

データ一元収集整理システム<要素技術A>の構築は、以下の手順によって行う。

- (1) 点検帳票－設備台帳整合確認
- (2) 既存点検項目の整理
- (3) 健全度算出用に点検項目・帳票の見直し
- (4) 設備との関連付け、システムに登録

【解説】

各要素技術のシステム構築の手順を図4-4に示す。

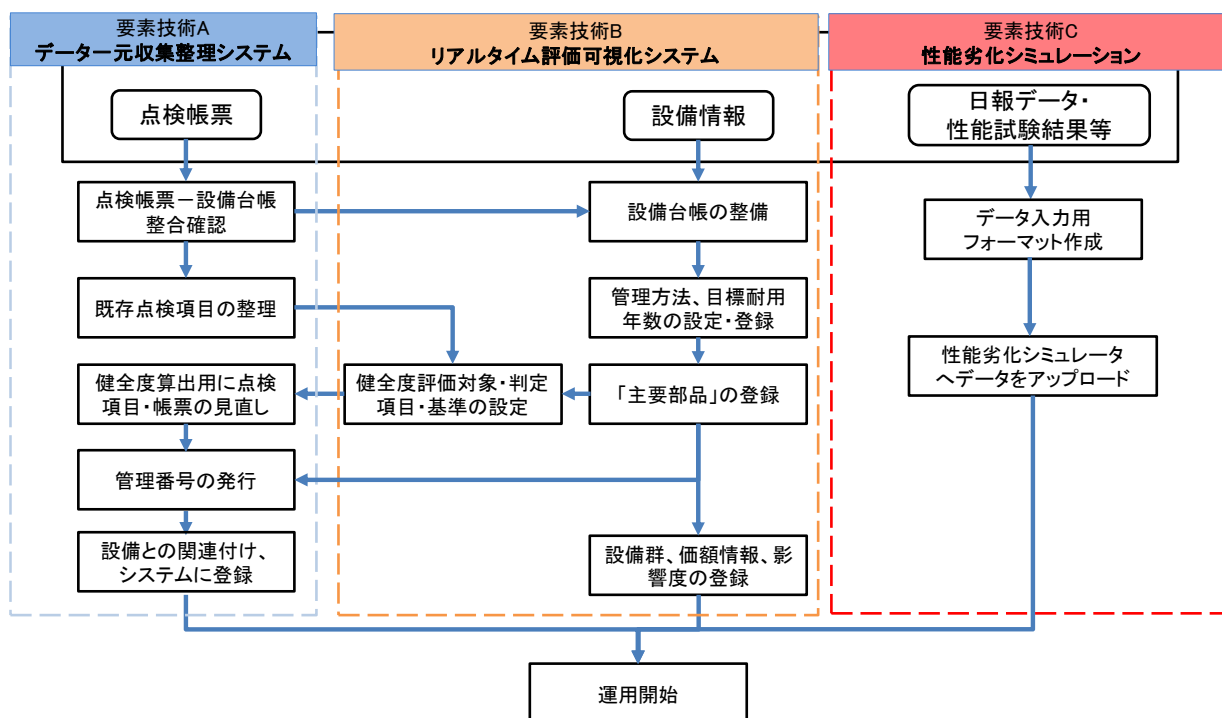


図4-4 各要素技術のシステム構築手順

(1) 点検帳票－設備台帳整合確認

収集した点検帳票をもとに、設備台帳側及び点検帳票側の設備名称統一等の整合を行う。

(2) 既存点検項目の整理

設備毎に点検項目の整理を行う。整理結果(例)を表4-4に示す。

表 4-4 既存点検項目の整理

設備名称	点検項目と点検頻度				
	毎日	毎週	毎月	6ヶ月毎	毎年
No. 1 主ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転モード ・ 運転状況 ・ ポンプ井水位 (m) ・ し渣かごの残量確認 	無	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電流値 ・ 吐出圧力 ・ 運転状況の確認 ・ 機器運転時間 ・ 絶縁抵抗測定値 	無	無
No. 1 曝気ブロワ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 運転モード ・ 運転状況の確認 ・ 油量の確認 	無	<ul style="list-style-type: none"> ・ 電流値 ・ 回転速度 ・ 吸込圧力 ・ 吐出圧力 ・ 運転状況の確認 ・ 機器運転時間 ・ 絶縁抵抗測定値 	無	無

(3) 健全度算出用に点検項目・帳票の見直し

既存の点検項目と設備取扱説明書との対比を行い、不足分の点検項目リストアップや帳票の見直しを行う。設備取扱説明書がない場合は、一般的に必要と考えられる日常・定期点検における点検項目（表 4-5 参照）との対比を行う。

表 4-5 日常・定期点検における点検項目と頻度（例）

No.	点検項目	毎日	毎週	毎月	6ヶ月毎	毎年	メーカー点検整備時 OM・直営点検整備時	備考	実施者
1	汚水・揚水ポンプ類								
	運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者
	軸受振動	-	-	○	-	-	-	JIS B8301（遠心ポンプ・斜流ポンプ・軸流ポンプ） JIS B8330（送風機）JEM-TR160(電動)	各自治体 or受託業者
	軸受温度	-	-	○	-	-	-	周囲空気温度より40°C以上高くなつてはならない	各自治体 or受託業者
	絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者
	軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー
	電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー
	締切運転時の電流値	-	-	-	-	-	○		各自治体 or受託業者
	インペラ・ケーシング隙間	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー
	生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積りに併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者

健全度算出に必要な点検項目は、軸受の振動、温度測定および絶縁抵抗測定と考えられ、すでに閾値を設けてあるかを確認する。また、その閾値が妥当であるかの再確認も行う。閾値の妥当性確認及び決定については、優先順位を下記として確認する。

設備取扱説明書>試験成績書>J I S等の規定

J I S等の規定と閾値の考え方について説明する。

ア) 軸受の振動、温度の規定と閾値の決定

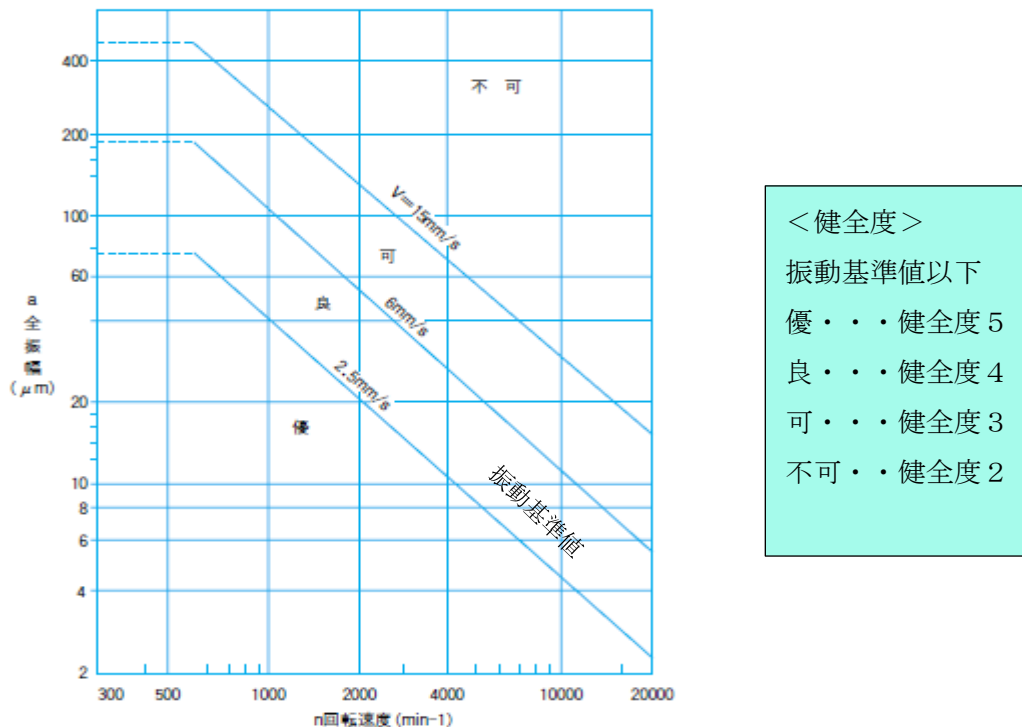
回転機器に異常が生じると振動の大きさや性質が変化する。このため、定期的に測定機器を用いて軸受の振動、温度測定を行い定量的に評価する。

i) 本体(送風機、ポンプ)と電動機が強固に結合されている場合
(フランジカップリング、ギヤカップリング等使用)

送風機の規定と閾値については、J I S B 8 3 3 0 送風機の試験及び検査方法に従う。

運転状態において、軸受温度の指定がない場合は、周囲の空気温度より40℃以上高くなってはならない。振動は各部とも軽微で、運転が円滑でなければならない。

振動の許容値を図4-5に示す。



<健全度>
振動基準値以下
優・・・健全度5
良・・・健全度4
可・・・健全度3
不可・・・健全度2

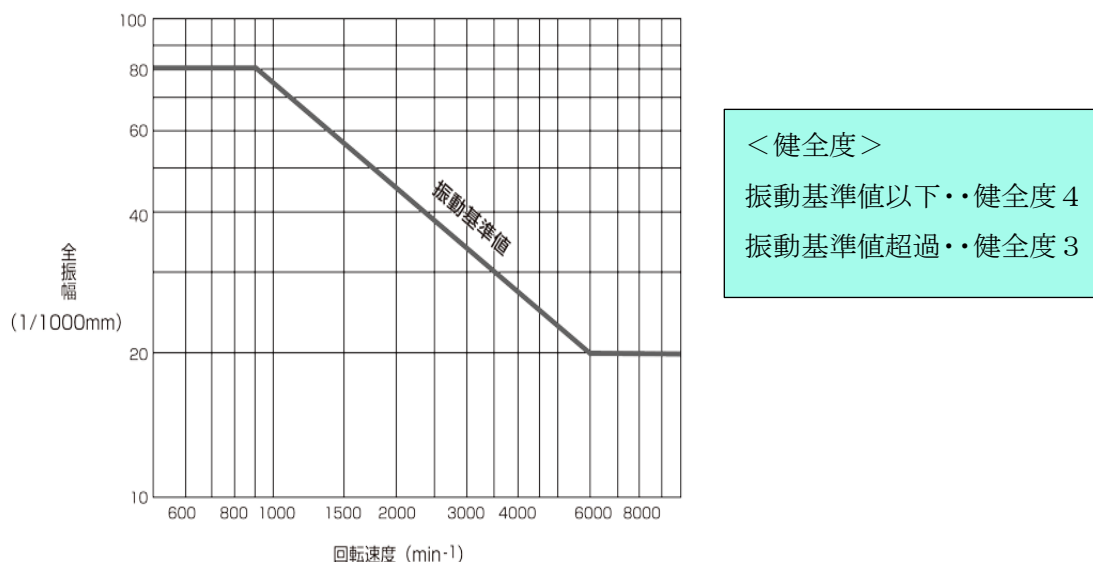
参考：全振幅a(μm)と振動速度V(mm/s)の関係は、次の通りである。

$$V = \frac{a \cdot \omega}{2 \times 10^3} = \frac{a \pi n}{6 \times 10^4} \quad \text{ここに } \omega : \text{角速度 } \frac{2\pi n}{60} (\text{rad/s})$$

図4-5 送風機の振動許容値(軸受箱上で)

ポンプの規定と閾値については、JIS B8301 遠心ポンプ、斜流ポンプ及び軸流ポンプ試験方法に従う。

運転状態において、運転が円滑であって、各部に異常振動、異常音があってはならない。振動の許容値を図4-6に、温度の許容値を表4-6に示す。



備考 横軸ポンプ：軸受中心における振動
立軸ポンプ：電動機の上軸受中心における振動

図4-6 ポンプの振動許容値

表4-6 軸受許容温度上昇及び許容最高温度 (単位：℃)

	許容温度上昇(周囲温度 40℃以下の場合。ただし、許容最高温度を上回ってはならない)		許容最高温度		
	軸受表面において	メタル温度計感温部を挿入測定した場合	軸受表面において	メタル温度計感温部を挿入測定した場合	排油温度
自然冷却式普通潤滑油	40	45	75	80	—
自然冷却式耐熱性潤滑油	55	60	90	95	—
水冷式	—	受渡当事者間の協定による	—	80	—
強制冷却式普通潤滑油	—	—	75	80	80

- ii) 本体（送風機、ポンプ）と電動機が振動的に切り離されている場合
 （Vベルト等使用）

電動機の振動許容値は、送風機またはポンプと電動機の主軸が強固に結合されて振動的に一体である場合は、送風機またはポンプの振動許容値を採用する。振動的に切り離されている場合は、電動機の振動許容値を採用し、JEM-TR160（日本電機工業会技術資料）に従う。電動機の振動許容値を図4-7に示す。

電動機の振動許容値は、農林水産省ホームページ農業水利施設の機能保全の手引き「ポンプ場(ポンプ設備)」第5章-3を参照した。

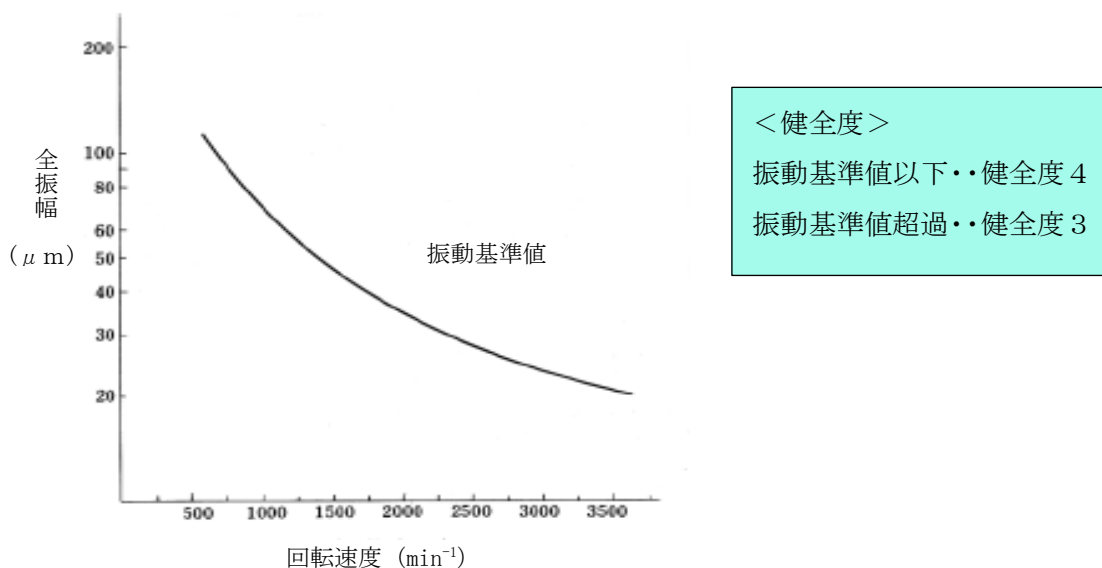


図4-7 電動機の振動許容値

- イ) 絶縁抵抗の規定と閾値の決定

絶縁抵抗の規定は、低圧の電路の絶縁性能（電技省令第58号）の規定に従う。

電気使用場所における使用電圧が低圧の電路の電線相互間及び電路と大地との間の絶縁抵抗は、開閉器または過電流遮断器で区切りことのできる電路ごとに、次の表4-7の左欄に掲げる電路の使用電圧の区分に応じ、それぞれ同表の右欄に掲げる値以上でなければならない。

表4-7 電路の使用電力区分と絶縁抵抗値

電路の使用電力の区分		絶縁抵抗値
300V以下	対地電圧（接地式電路においては電線と大地との間の電圧。非接地式電路においては電線間の電圧をいう。以下同じ。）が150V以下の場合	0.1MΩ
	その他の場合	0.2MΩ
300Vを超えるもの		0.4MΩ

<健全度> 絶縁抵抗値以上・・・健全度4
 絶縁抵抗値未満・・・健全度2

(4) 設備との関連付け、システムに登録

管理番号の発行、設備との関連付け及びタブレット点検簿の作成を行い、システムに登録する。尚、タブレット点検簿については、従来からの点検方法、手順を踏襲し作成することで、移行後の間違い防止となる。

§31 設備台帳・リアルタイム評価可視化システム<要素技術B>の構築

リアルタイム評価可視化システム<要素技術B>の構築は、以下の手順によって行う。

- (1) 設備台帳の整備
- (2) 管理方法、目標耐用年数の設定・登録
- (3) 「主要部品」の登録
- (4) 健全度評価対象・判定項目・基準の設定
- (5) 管理番号の発行
- (6) 設備群、価額情報、影響度の登録

【解 説】

リアルタイム評価可視化システムの構築では設備台帳の整備を基本として、その付随した情報を設備台帳に紐づける形で登録し、健全度評価や更新計画策定を適宜実施可能としている。

(1) 設備台帳の整備

設備台帳の整備では機器の情報を収集することから始めるが、過去に策定したストックマネジメント計画等から機器リスト等のデータが入手できると整備がし易い。そのデータがない場合は機器リストの作成から実施し、諸元情報等を登録する。

設備台帳整備時に必要となる主な項目を以下に示す。

- ・設備名称、形式、型番、仕様・能力情報、製造者、製造番号、製造年等
- ・設置年度、設置工事名、納入業者
- ・設置場所（施設名、場内施設、階数、部屋名等）
- ・設備分類（大分類、中分類、小分類）、標準耐用年数

(2) 管理方法、目標耐用年数の設定・登録

設備台帳に登録した各設備における管理方法や目標耐用年数の設定については、ストックマネジメント実施に関するガイドラインを参考にして決定する。

(3) 「主要部品」の登録

管理方法が状態監視保全となった設備に関しては、健全度を主要部品単位で評価し、その部品を交換することで長寿命化を図るために主要部品を決定する。（ストックマネジメント実施に関するガイドライン参考）

(4) 健全度評価対象・判定項目・基準の設定

管理方法が状態監視保全となった設備に関しては、健全度評価の対象であり、その評価のための判定項目と基準を設定する。(ストックマネジメント実施に関するガイドライン参考)

(5) 管理番号の発行

設備台帳に登録している全ての設備と主要部品については管理番号を発行し、「データ一元収集整理システム」と連携することで、健全度評価の実施を適宜可能としている。

(6) 設備群、価額情報、影響度の登録

更新計画の作成のため、設備を更新の単位に括る設備群の登録やその価格情報を登録する。また、更新計画におけるリスク値の推移などを算出するため、リスクマトリクスや影響度を設定する。(ストックマネジメント実施に関するガイドライン参考)

§ 32 性能劣化シミュレーション<要素技術 C>の構築

性能劣化シミュレーションを実施するためには、現場にて蓄積・保管されている各種データを収集・整理し、クラウド上の性能劣化シミュレータに読み込ませる。このとき、現場にて蓄積・保管されている各種データを専用のフォーマットに入力する。性能劣化シミュレーションを実施する上で使用するフォーマットを以下に示す。

- (1) 日報データを入力するフォーマット
- (2) 性能試験結果を入力するフォーマット
- (3) 納入時の性能試験結果を入力するフォーマット

【解説】

性能劣化シミュレーションの演算フローを以下に示す。

システム構成・活用フロー

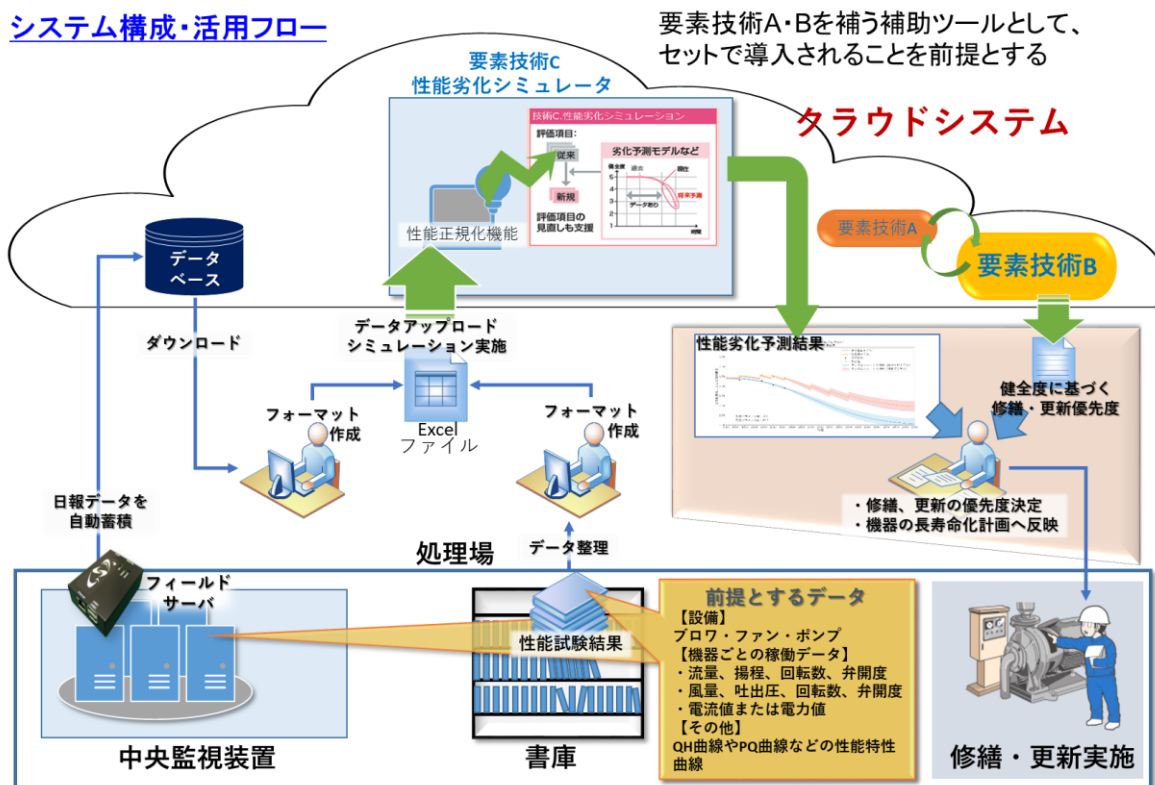


図 4-8 性能劣化シミュレーションの演算フロー

現場に設置されたフィールドサーバには、日報データに記載するためのデータが蓄積されている。ここから必要なデータをダウンロードし、データ入力フォーマットに入力する。現場において必要なデータがフィールドサーバ内に蓄積されていない場合は、性能試験結果から必要なデータをデータ入力フォーマットに手作業にて入力する。

なお、データ入力フォーマットは、現場におけるデータの収集・蓄積状況に応じて、システム構築時に個別に作成する。データを入力したフォーマットを性能劣化シミュレータにアップロードす

ることで、性能劣化シミュレーションの実施が可能となる。性能劣化シミュレータでは、性能の正規化から性能劣化予測モデルの構築、将来の性能の予測までを実施し、シミュレーション結果をユーザに提示する。

データ入力フォーマットは、以下の3種類を用いる。

(1) 日報データを入力するフォーマット

日報データであるため、データ間隔の最小単位は「日」である。ただし、データの間隔が2日以上空いていても問題は無い。

(2) 性能試験結果を入力するフォーマット

修繕による性能回復の度合いを決定するために、最低1件は修繕実施前後の性能試験結果が揃っている必要がある。複数回の修繕履歴があれば、全ての回で修繕実施前後の性能試験結果があることが望ましいが、前述の最低1件分を除いては、修繕の前か後のどちらかの性能試験結果のみ存在する場合でも、性能劣化予測モデルの構築に用いることが出来る。

また、将来の修繕計画を本フォーマットに入力することで、将来において修繕を実施した場合の性能の変化の予測が可能となる。

(3) 納入時の性能試験結果を入力するフォーマット

納入時の性能試験は修繕時の性能試験と同様の試験内容であるケースが多いと考えられる。よって、納入時の性能試験結果については、(2)の修繕時の性能試験結果を入力するフォーマットを流用しても良い。稀なケースとして、修繕時の性能試験と納入時の性能試験の内容が異なる場合は、それぞれに対して異なるデータ入力フォーマットを使用する。

第5章 システムの維持管理

第1節 システムの保守

§33 システムの保守・管理

本技術においてはクラウド方式を活用しているため、サーバやソフトウェア等の保守・管理は不要であり、利用端末のパソコンやタブレット等の保守・管理が必要となる。

- (1) クラウドサービスの最新版へのアップデート
- (2) 緊急時対応(停電時のデータバックアップ等)

【解説】

(1) クラウドサービスの最新版へのアップデート

クラウド方式を活用するメリットとして、サーバやOS等の保守・メンテナンスが不要であり、これらはクラウドサービスの提供事業者によって適宜アップデートされる。

また、クラウドサービスの提供事業者によって内容は異なるが、利用しているサービスのバージョンアップにおいても適宜実施されると想定される。本技術はこれらクラウド方式の特徴によって、継続的なストックマネジメントの運用をサポートしている。

(2) 緊急時対応(停電時のデータバックアップ等)

データのバックアップについては、クラウドサーバにおいてハードディスクが多重化されている事も考えられるが、災害や停電時に備えてバックアップも検討する。

第2節 データの保守

§34 対象施設・設備変更時の対応

更新工事などが発生した際には本技術の基礎情報である対象施設や対象設備、またそれに紐づく情報においても更新作業が必要であり、各自治体において実施することが推奨される。

- (1) 台帳データの書き換え
- (2) 台帳データと関連付けされるデータの更新

【解説】

本技術において継続的なストックマネジメントを運用していくには、設備や機器の情報、それに紐づく情報が常に最新であることが推奨される。設備や機器の更新等が実施された際に、どのような情報が発生し、どのように登録するかを検討する。

(1) 機器台帳データの更新

機器の更新時に発生する情報は、工事の完成図書を基にして、様々なデータを収集することができると思われるがその例を下記に記す。

- ① 完成図書
- ② 図面データ
- ③ 機器諸元データ
- ④ 機器仕様書
- ⑤ 試験成績書
- ⑥ 機器取扱説明書

また、その情報から紐づいて下記のデータを作成することができると推測できる。

- ① 工事台帳一覧データ
- ② 機器台帳一覧データ

これらの情報については工事業者に作成を依頼することも検討し、作成と同時にシステム上に登録することや、維持管理業者に登録を依頼することも考えられる。

(2) 台帳データと関連付けされるデータの更新

台帳データの更新に伴い、関連する様々なデータの更新が必要になるが、その一例を次に示す。これらの情報はストックマネジメントの実施する上で必要なデータを収集するためのデータであり、システムの構築時に作成しているが同様に作成が必要となる。

- ① 日常点検のシナリオ
- ② メーカー点検のシナリオ
- ③ 健全度判定基準

これらの点検データは健全度判定に利用される事を踏まえ、自治体が維持管理業者と検討し作成することが推奨される。

§ 35 性能劣化予測モデルの評価と見直し

性能劣化シミュレーション使用時の注意点として、使用する性能データの内容がモデルの適合度(性能劣化予測モデルと実測データとの乖離度合い)及び予測精度に大きく影響を与えることが挙げられる。そのため、本技術を用いる際は性能劣化予測モデルの適合度を検証し、検証結果に応じてモデルの見直しの是非を判断することが望ましい。

【解説】

(1) モデルの構築に向いていないデータ

性能劣化予測モデルと実際の性能値との適合度や、モデルを用いて予測をした際の予測精度は、モデルを構築する際に使用する性能データの内容に依存する。モデルの構築に不向きな性能データの例として、以下が挙げられる。

①データ数が極端に少ない

データ数が2点未満であると、モデルの構築は不可能である。

②データから性能の低下が読み取れない

性能の経年劣化成分に対して性能の明らかな低下が確認できない場合は、ワイブルモデルの当てはめが極めて困難となる。

(2) モデルの適合度の評価方法

上述の“モデルの構築に不向きな性能データ”の例に当てはまらない場合でも、モデルの適合度や予測精度が悪化する場合がある。このため、性能劣化シミュレーションを実施した際に、性能劣化予測モデルと性能の実測値との適合度を確認することが望ましい。なお、性能劣化予測モデルと性能の実測値との乖離が小さいことが確認できれば、そのモデルを用いた将来の性能の予測精度も高いことが期待できるため、予測精度の検証は実施しない。

ここで、“適合度”を実際の性能値と性能劣化予測モデルとの誤差の絶対値の平均と定義する。すなわち、式5-1のように定義する。

$$\text{適合度} = \frac{\sum_{i=1}^n |\bar{x}_i - x_i|}{n} \quad \dots \text{式 5-1}$$

ただし、

x_i : 初期値を1番目として古い方から数えた場合の*i*番目の実測値

\bar{x}_i : *i*番目の実測値と同じ時点の予測値

n : 全実測値の個数

適合度の数値が小さいほど、モデルの精度が高いことを示す。適合度に対する明確な基準値は存在しないが、目安として適合度が0.1以下であれば実用において問題無いと考えられる。

(3) モデルの見直し

性能劣化予測モデルの構築に適した性能データを入手できない場合は、性能劣化予測モデルの構築及び性能劣化シミュレーションの実施を断念するか、もしくはモデルの構築に適したデータが蓄積されるのを待つ必要がある。なお、性能劣化シミュレータはあくまでも要素技術 B を補助する技術であるため、性能劣化のシミュレーションを断念することになったとしても、健全度の算出に深刻な影響はない。

性能劣化予測モデルの構築に適したデータが蓄積されるのを待つ場合は、新たな性能データが得られる度に性能劣化予測モデルを構築し、モデルの適合性を評価する。もしくは、性能劣化シミュレータは機器の更新計画の検討に活用する技術であることから、機器の更新計画の策定のタイミングで(それまでに蓄積された性能データを用いて)性能劣化予測モデルの構築と適合度の評価を実施しても良い。

1. 実証研究結果

1.1 実証研究概要

(1) 実証研究概要

1) 研究名称

クラウドを活用し維持管理を起点とした継続的なストックマネジメント実現システムの実用化に関する実証研究

2) 実施者

メタウォーター・池田市・恵那市共同研究体

3) 実施期間

2018年8月20日～2019年3月29日 (2018年度 委託研究期間)

2019年7月12日～2020年3月31日 (2019年度 委託研究期間)

4) 実施場所

本実証研究を実施した池田市および恵那市の2都市の概要を表資 1-1 に示す。池田市は人口 10.4 万人の中都市（全国の都市の約 10%）、恵那市は人口 4.9 万人の小都市（全国の都市の約 30%）代表として選定した。また、恵那市は平成 16 年に旧恵那市と恵那郡の 5 つの町村（岩村町、山岡町、明智町、串原村、上矢作町）が新設合併してできた都市であり、それまで各々で管理していた 6 つの下水処理施設を現在は恵那市が一括で管理（包括民間委託）している。

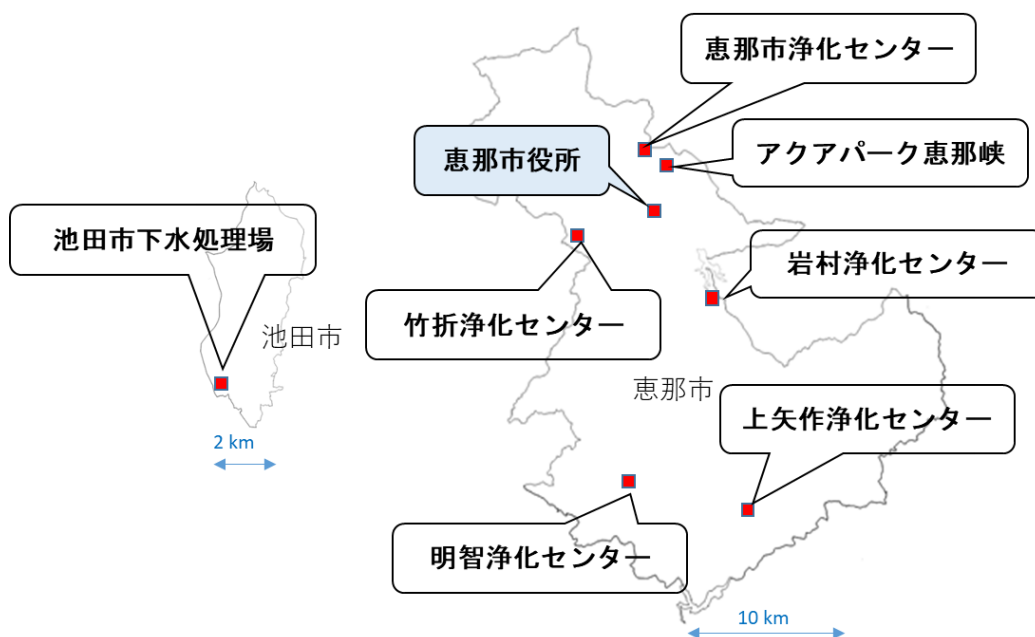
表資 1-1 実証試験を行った 2 都市の概要

項目	大阪府 池田市	岐阜県 恵那市
総面積(km ²)	22	504
総人口(万人)	10.4	4.9
下水道供用開始(年度)	昭和 43 年度	昭和 54 年度
下水道処理人口普及率(%)	100.0	59.2
処理施設数	公共×1 か所	公共×1 か所 特環×5
下水処理施設の運転管理	運転管理委託	包括民間委託 (4 業者で 6 処理場を受託)
設備台帳システムの有無	あり	なし
点検結果の管理方法	提出された報告書(紙)	
修繕記録の管理方法	設備台帳システムに登録	提出された報告書(紙)
健全度の管理方法	計画策定時のコンサル報告書(紙・エクセル)	
ストマネ通信簿状況 (2018 年度時点)	40 点 通信簿 3	0 点 通信簿 1

実証試験を実施した7処理場（池田市×1か所、恵那市×6か所）の概要を表資1-2に、それぞれの位置を図資1-1に示す。この図から、恵那市の管理する6処理場が広域に点在していることが分かる。

表資1-2 実証試験を行った7処理場の概要

処理場名	処理開始	現有能力 (m ³ /日)	水処理方式	汚泥処理方式	機器数
池田市 下水処理場	S43年	74,400	標準活性汚泥法、 凝集剤併用型 循環式消化脱窒法	濃縮-脱水-焼却	1,996
恵那市 浄化センター	S54年	10,900	標準活性汚泥法	濃縮-消化-脱水	514
アクアパーク 恵那峡	H14年	1,250	OD法	濃縮-貯留-脱水	168
竹折 浄化センター	H19年	1,000	OD法	脱水	118
岩村 浄化センター	H6年	2,200	回分式活性汚泥法 凝集剤併用砂ろ過	脱水	291
明智 浄化センター	H15年	2,000	OD法 凝集剤添加 急速砂ろ過	脱水	226
上矢作 浄化センター	H16年	760	OD法 急速砂ろ過	脱水	155



図資1-1 実験フィールドの位置

5) 実証研究工程

表資 1-3 に、2 か年の実証研究の工程を示す。2018 年度は主に実証用のシステム構築および短期間の実証により評価を実施し、構築したシステムが運用可能であることなどを確認した。2019 年度には、継続評価として各処理場の運転委託会社の作業員等にも本システムを活用してもらい、その使い勝手や、日常の点検業務データ等を基に違和感のない健全度が算出されることの確認、stromane計画作成への反映方法等の継続的な運用に関するフローの構築などを行った。また、FS によりその導入効果等について評価した。

表資 1-3 実証研究工程

1 年目

区分		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
システム導入	既存データ調査						■	■					
	現場端末設置						■	■					
	システム構築						■	■					
	システム検証								■	■			
データ登録、健全度評価、計画資料作成	実証実施									■	■	■	■
	統合管理の評価									■	■	■	■
性能劣化シミュレーション実証	基礎データ解析						■	■					
	システム構築・実証								■	■	■	■	■
全体(FS等)										■	■	■	■
報告書取りまとめ												■	■
検討会・委員会							打合せ C検討会	▽	▽	▽	2/13 C検討会 ▽	▽	▽
								12/18現地説明会(池田市)	▽				

2 年目

区分		4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月
実証準備	既存資料収集				■								
	既存データ収集				■								
	システム構築					■	■						
日常管理・stromane実証(技術A、B)	日常点検管理					■	■	■	■				
	健全度評価					■	■	■	■				
	stromane計画							■	■	■			
性能劣化シミュレーション実証(技術C)	モデル作成					■	■						
	予測精度評価								■	■	■		
全体(FS等)									■	■	■		
報告書取りまとめ												■	■
検討会・委員会							9/18B検討会 ▽	12/26現地説明会(恵那) ▽	11/15B検討会 ▽		1/29B検討会 ▽	▽	▽
												評価委員会	▽

(2) 実証項目と実証方法

実証研究において実証する項目、目標値および実証方法を表資 1-4 に示す。

表資 1-4 実証研究の目標及び実証方法

	実証項目	目標値	実証方法
点検管理	点検管理の 所要時間	30%削減	・維持管理担当者の点検にかかる時間を、 本システムの導入前後で計測 ・従来の作業時間には、紙に記録された点 検結果を Excel に転記する時間も含む
ストマネ 計画作成	健全度の 妥当性	実態にあった 健全度を 自動算出可能	ランダムでピックアップした機器のシステ ム算出の健全度について、自治体・管理会 社へヒアリングし、違和感がないことを確 認
	運用性	運用方法が 確立している	本システムを活用したストマネ計画の作成 フロー案を自治体・維持管理者と確認
	複数処理場の 統合的な管理	統合的な 計画資料 を作成可能	恵那市 6 処理場を一体として扱った計画資 料作成を試行
性能劣化 シミュレー ション	技術の妥当性・ 予測精度	実際の機器性能 変動を再現で き、任意の性能 値に至る時期の 予測誤差が ±1 年以内	・実績データと性能劣化モデルによる過去 の性能曲線との誤差を評価 ・実測データの一部を基に予測を行い、実 測値との比較により性能予測精度を評価
全体の 効果	日常管理＋ ストマネ計画 策定費用	5 年換算 30%削減	・機器点数 500 点の条件で、積算資料を基 に FS を実施 ・オンプレミスの台帳を使用しストマネ作 成をコンサル委託する場合（対象系）と費 用比較

1) 点検管理

本技術では、日常点検業務等から得られる情報を基に機器の健全度を自動算出し、調査にかかる時間や費用を削減できる技術である。しかし、調査にかかる時間を減らすために、日常の点検管理にかかる時間が大きく増加しては意味がない。そこで、本システム導入前後の点検時間を実測し、点検の作業時間が増加しないことを確認した。また、本システムでは、従来のように紙に記録した点検結果を Excel 等の電子データへ変換（転記）する作業が不要となるため、機器点数 500 点の条件下において、点検の作業時間を 30%程度の削減することを目標値とした。

2) ストマネ計画作成

本技術を用いて自動算出された機器の健全度が、実態と概ね違和感のない数値であること、算出された健全度や、劣化予測値を基にストマネ計画に必要な資料が自動作成できること等を確認した。また、自治体の意見も反映し、ストマネの継続的な実施を後押しすることのできる本システムの運用フローを確立した。

3) 性能劣化シミュレーション

過去に不具合の起きた機器の一部の性能データ（不具合の起こる以前の性能データ）を用いて予測モデルを作成し、不具合の起こる時期の予測を行わせた。その予測結果が、実際に不具合の起きた時期との誤差が±1年以内に収まることを目標年、実証を行った。

4) 全体の効果

中小規模の自治体において、ストマネ計画作成にかかる費用が低減できるシステムであることを、積算資料を用いたFSを実施して実証評価した。なお、オンプレミスの機器台帳システムを整備し、コンサルにストマネ計画作成を委託する場合を従来技術として比較対象に設定し、池田市相当の規模（機器点数500点）の条件下において、5年間の費用が30%程度の費用低減ができることを目標値とした。

(3) 実証結果概要

実証研究の結果概要を表資 1-5 に示す。いずれの実証項目においても、概ね目標値を達成することができた。本システムを用いて、実態と違和感のない健全度の自動算出が行えること、ストマネ計画資料の自動作成が行え、継続運用できるフローを確立することが確認できた。また、性能劣化シミュレーションにおいては、±1年の予測精度で劣化兆候を捉えることができた。さらには、本システムを用いることで、中小規模の自治体においても、従来の手法に比較し、点検管理にかかる時間や手間、ストマネ計画作成にかかる費用を低減できることが実証できた。

表資 1-5 実証試験結果概要

	実証項目	目標値	実証結果
点検管理	点検時間	30%削減	点検にかかる作業時間を約 30%削減
ストマネ 計画作成	健全度の 妥当性	実態にあった 健全度を 自動算出可能	いずれの機器についても、本システムにて自動算出した健全度が実態と違和感がないことを確認
	運用性	運用方法が 確立している	自治体ヒアリングにより、継続運用できるフローと、計画作成への利用方法を確立
	複数処理場の 統合的な管理	統合的な 計画資料 を作成可能	複数処理場の設備群を統合化し、予算制約やパラメータ設定を工夫することで、実効性ある計画作成を確認
性能劣化 シミュレ ーション	技術の妥当性・ 予測精度	実際の機器性能 変動を再現で き、任意の性能 値に至る時期の 予測誤差が ±1年以内	従来手法と比べて、より精度良く過去の性能変動を再現できることを確認。また、運転性能を収集し、劣化兆候を解析手法で抽出することで、1年以内の誤差範囲で性能劣化予測が行えることを確認
全体の 効果	日常管理＋ ストマネ計画 策定費用	5年換算 30%削減	提案時条件では 30%削減を確認

1.2 実証研究結果

1.2.1 日常管理・点検管理（データ収集）

（1）点検データの連携（タブレット～台帳）

点検データをタブレット端末から入力し、設備台帳への反映数を確認し、その結果、欠損なく登録されることが確認できた。

表資 1-6 各フィールドにおけるデータ連携の反映率

フィールド	対象機器数	全点検項目数 (※)	入力した点検項目数 (A)	設備台帳へ反映された数 (B)	反映率 % (B/A × 100)
池田市	223	3704	2971	2971	100
恵那市	87	1217	1217	1217	100

※今回作成したタブレット用点検簿に含まれる点検項目数
（機器劣化に関係する点検項目のみ。プロセス・水質データは含まない。）

また、点検データが、管理コードに基づいて、設備台帳に関連付けて自動整理されることが確認できた

点検簿上の表記例

設備台帳への反映結果(例)

428830.001.09.02.02.000004(2046817)

設備台帳側の設備IDと名称に紐づいて整理されている。

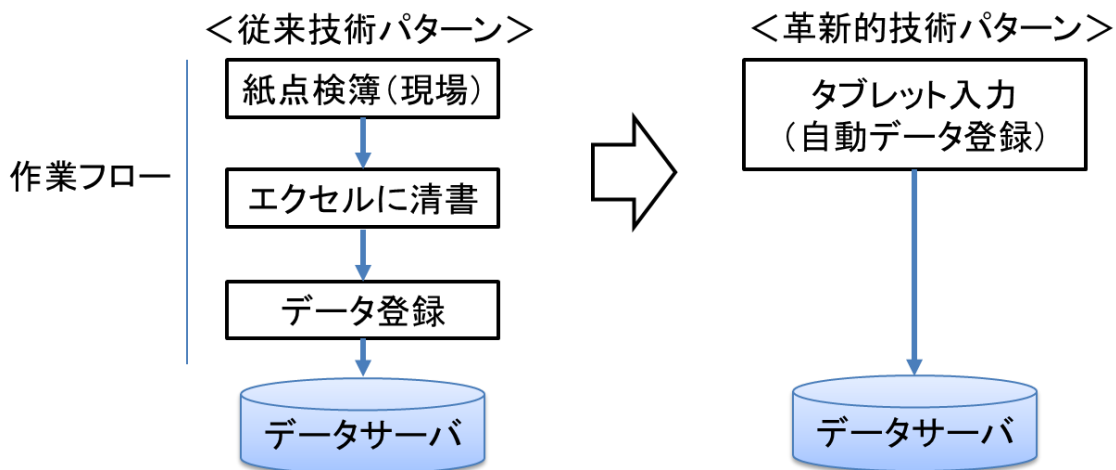
図資 1-2 連携データの整理

（2）現場における実際の効果

従来の点検方法として紙を持って現場を周り、エクセルなどによってデータ化するフローとタブレット端末から点検結果をデータ入力するフローの2つの所要時間を計測し、ストック全体に

対する1年間の点検時間を評価する。

(いずれのパターンも、ストマネに必要な点検管理を適切に行うことを前提とする。)



図資 1-3 データ入力のフロー

実証では、機械設備に対する既存維持管理での点検項目をについて時間計測し、既存ストック全体への換算では、点検時間が設備数および点検項目数に比例すると仮定して換算する。試算条件により池田市下水処理場の全ストックを対象に、のべ点検時間を換算した値は次の通り。

表資 1-7 池田市ののべ点検時間

作業内容	従来技術	革新的技術	増減率 (%)
機器点数	500機器相当(換算)	500機器相当(換算)	
点検	1990時間/年	1960時間/年	-1.5%
エクセル転記	131時間/年	-	-100%
データ登録	602時間/年	-	-100%
合計	2724時間/年 (7.5時間/日)	1960時間/年 (5.4時間/日)	-28.1%

タブレットで点検しても、点検時間はほぼ同等であり、エクセル転記やデータ登録の時間を考慮すると合計時間は28.1%減で、目標値の点検労力30%減を概ね達成する。

(3) 監視制御装置におけるデータ収集

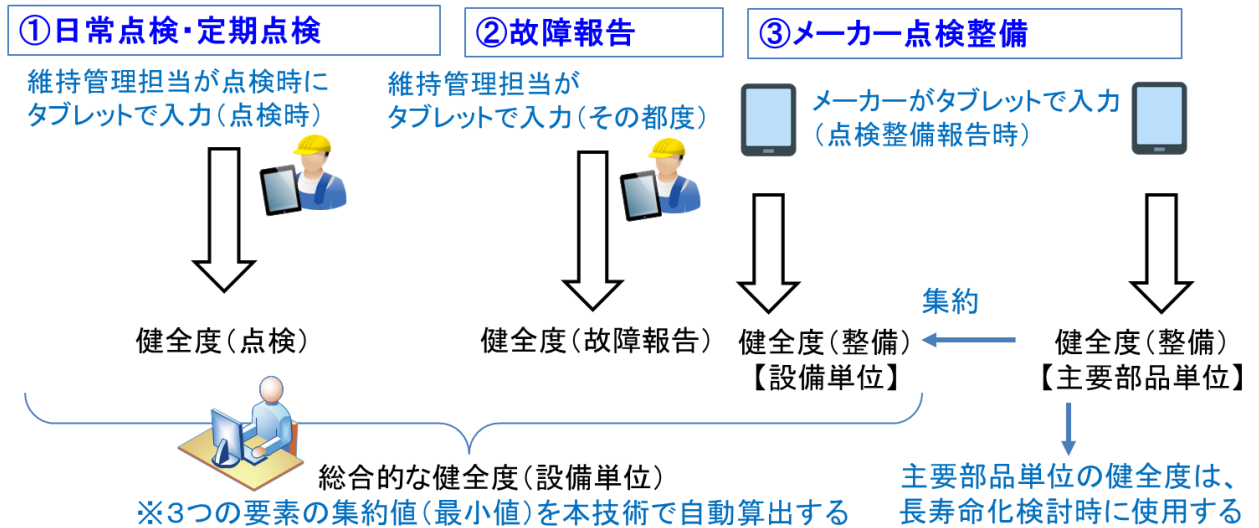
点検によるデータではないが本実証では恵那市の6浄化センターにおいて、監視制御装置のデータをクラウドへ送信している。表1-8の通り、各浄化センターでは異なるメーカーの監視装置を導入しているが、フィールドサーバーを通して同様にデータを収集できることを確認した。

表資 1-8 各浄化センターにおける運転データの収集

浄化センター名	監視制御装置メーカー	収集信号点数
恵那市浄化センター	(株) T 製作所	4 6 3 点
アクアパーク恵那峡	(株) T 製作所	1 5 3 点
岩村浄化センター	(株) T 製作所	3 0 6 点
上矢作浄化センター	F 電機 (株)	1 3 2 点
竹折浄化センター	K 電気工業 (株)	1 3 6 点
明智浄化センター	S 電機 (株)	1 9 6 点

1.2.2 健全度の妥当性

健全度の妥当性を確保するためには多面的な判断結果を健全度に反映させる必要があり、総合的な健全度の算出方法を図資 1-4 に示す。



図資 1-4 健全度の算出方法

上記で示した①日常・定期点検、②故障報告、③メーカー点検整備の3つの場面での健全度の考え方を後述する。

(1) 日常・定期点検の健全度

日常・定期点検、故障報告、メーカー点検整備の各場面での健全度の考え方を下記に示す。

尚、健全度設定については、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）第2編第3章第5節を参照した。表資1-9に設備単位の健全度の例、表資1-10に主要部品単位の健全度の例を示す。また、それらを基にした日常・定期点検の健全度の考え方を表資1-11に示す。

表資 1-9 設備単位の健全度の例

健全度	運転状態	措置方法
5 (5.0~4.1)	設置当初の状態、運転上、機能上問題ない。	措置は不要。
4 (4.0~3.1)	設備として安定運転ができ、機能上問題ないが、劣化の兆候が現れ始めた状態。	措置は不要。 消耗部品交換等。
3 (3.0~2.1)	設備として劣化が進行しているが、機能は確保できる状態。 機能回復が可能。	長寿命化対策や修繕により機能回復する。
2 (2.0~1.1)	設備として機能が発揮できない状態、または、いつ機能停止してもおかしくない状態等。 機能回復が困難。	精密調査や設備の更新等、大きな措置が必要。
1	動かない。 機能停止。	ただちに設備更新が必要。

表資 1-10 主要部品単位の健全度の例

健全度	運転状態	措置方法
5 (5.0~4.1)	部品として設置当初の状態、運転上、機能上問題ない。	措置は不要。
4 (4.0~3.1)	部品の機能上問題ないが、劣化の兆候が現れ始めた状態。	措置は不要。 要観察。
3 (3.0~2.1)	部品として劣化が進行しているが、部品の機能は確保できる状態。 機能回復が可能。	修繕により機能回復する。
2 (2.0~1.1)	部品として機能が発揮できない状態で、設備としての機能への影響がでている。 または、いつ機能停止してもおかしくない状態等。 機能回復が困難。	交換が必要。
1	著しい劣化。 設備の機能停止。	ただちに交換が必要。

表資 1-11 日常・定期点検の健全度の考え方

点検項目		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		クラウドで自動算出される健全度		入力者
		健全度	運転状態	健全度	数値範囲	
日常点検 (毎日)	外観 目視	5	異常なし	同左		運 転 管 理 者
		4	劣化の度合い・範囲が小さい (劣化の兆候があるが、機能上の問題はない)			
		3	劣化の度合・範囲が中程度 (劣化進行しているが、設備機能は確保可)			
		2	劣化の度合・範囲が大きい (劣化が進行し、設備機能の発揮が困難な状態またはいつ機能停止してもおかしくない状態)			
		1	著しく劣化しており、機能停止			
定期点検 (毎月)	振動	数値		5	$X < \text{閾値(低)}$	
				3	$\text{閾値(低)} \leq X < \text{閾値(高)}$	
				2	$\text{閾値(高)} \leq X$	
	温度	数値		5	$X < \text{閾値(低)}$	
				3	$\text{閾値(低)} \leq X < \text{閾値(高)}$	
				2	$\text{閾値(高)} \leq X$	
必要時、設備外観状況等の写真撮影をする						

(2) 故障報告の健全度

故障報告の健全度の考え方を表資 1-12 に示す。

表資 1-12 故障報告の健全度の考え方

タブレット入力		備考	入力者
健全度	コメント		
5	異常なし	故障回復した際入力	運転管理 者
3	要観察、定期修繕を計画	点検時入力	
2	早期の交換・修繕が必要		
1	機能停止、ただちに要交換・修繕		
必要時、設備故障状況等の写真撮影をする			

(3) メーカー点検整備の健全度

メーカー点検整備の健全度の考え方を表資 1-13、1-14 に示す。

メーカー点検整備はノウハウがあるため報告書様式の統一は困難である。このため、報告書提出時には、健全度評価調査票（表資 1-13 総合健全度、表資 1-14 主要部品診断）をメーカーにて作成し、従来報告書に添えて提出を求める。

メーカーはこの健全度評価調査票に従ってシステムへの登録を行うとともに、点検整備写真の登録も行う。

表資 1-13 メーカー点検整備の健全度(設備単位)の考え方

設備単位の健全度 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			タブレット入力		メーカー報告書記 載例	入力 者
健全度	運転状態	措置方法	健全度	コメント		
5 (5.0～ 4.1)	設置当初の状態 で、運転上、機能 上問題ない	措置は不 要	5	設置当初の状態 で、運転上、機 能上問題ない		メ ー カ ー
4 (4.0～ 3.1)	設備として安定 運転ができ、機能 上問題ないが、劣 化の兆候が現れ 始めた状態	措置は不 要。 消耗部品 交換等	4	安定運転ができ 機能上問題ない が、劣化の兆候 有り	・試運転問題なし	
3 (3.0～ 2.1)	設備として劣化 が進行している が、機能は確保で きる状態。機能回 復が可能。	長寿命化 対策や修 繕により 機能回復 する	3	劣化進行してい るが機能確保で き、修繕等で回 復可能	・今回修繕項目で はないが、電動機の 振動が高い	
2 (2.0～ 1.1)	設備として機能 が発揮できない 状態、または、い つ機能停止して もおかしくない 状態等。機能回復 が困難。	精密調査 や設備の 更新等、 大きな措 置が必要	2	設備として機能 発揮せず回復困 難。調査更新が 必要	・分解時に運転に 支障がある問題が 発見されたが、運転 を優先させるため 復旧した。長期間の 設備運転は推奨で きない。	
1	動かない。機能停 止。	ただちに 設備更新 が必要	1	動かない。機能停 止。ただちに設備 更新が必要。		

表資 1-14 メーカー一点検整備の健全度(主要部品単位)の考え方

主要部品単位の健全度 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			タブレット入力		メーカー報告書記載 例	入力者
健全度	運転状態	措置方法	健全度	コメント		
5 (5.0~4.1)	部品として設置当初の状態 で、運転上、機能上問題ない	措置は不要	5	設備当初の状態 で、運転上、機能上問題ない		メーカー
4 (4.0~3.1)	部品の機能上問題ないが、劣化の兆候が現れ始めた状態	措置は不要。 要観察。	4	機能上問題ないが、劣化も兆候が現れ始めた状態	・試運転問題なし。 ・シャフトに軽微な傷が見られた。	
3 (3.0~2.1)	部品として劣化が進行しているが、部品の機能は確保できる状態。機能回復が可能。	修繕により機能回復する	3	劣化進行しているが機能確保でき、修繕で回復可能	・インペラにダスト付着が見られ、アンバランス発生の懸念があるため清掃を行わず点検のみとした。	
2 (2.0~1.1)	部品として機能が発揮できない状態で設備としての機能への影響がでている。または、いつ機能停止してもおかしくない状態等。機能回復が困難。	交換が必要	2	設備としての機能に影響あり。交換が必要。	・分解点検時に設備運転に支障がある問題が発見されたが、運転を優先させるため復旧した。長期間の設備運転は推奨できない。 早期の構成部品の交換が必要。	
1	著しい劣化。機能停止。	ただちに交換が必要	1	著しい劣化。設備の機能停止。ただちに交換が必要。		

1.2.3 運用

(1) 健全度判定用の推奨項目・頻度の一覧表

表資 1-15 健全度判定用の推奨項目・頻度の一覧表

No.	点検項目	毎日	毎週	毎月	6ヶ月毎	毎年	メーカー点検整備時 OM・直営点検整備時	備考	実施者	健全度				
										5	4	3	2	1
										(5.0~4.1)	(4.0~3.1)	(3.0~2.1)	(2.0~1.1)	
1 汚水・揚水ポンプ類														
	運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
	軸受振動	-	-	○	-	-	-	JIS B8301 (遠心ポンプ・斜流ポンプ・軸流ポンプ) JIS B8330 (送風機) JEM-TR160(電動機)	各自治体 or受託業者	軸受の振動、温度測定参照				
	軸受温度	-	-	○	-	-	-	周囲空気温度より40°C以上高くなつてはならない	各自治体 or受託業者					
	絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能 (電技省令第58条)	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
	軸受 (摩耗・変形・腐食・亀裂)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
	電動機 (摩耗・変形・腐食・亀裂)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
	締切運転時の電流値	-	-	-	-	-	○		各自治体 or受託業者					
	インペラ・ケーシング隙間	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
	生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する (各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する)	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-
2 水中機器 (ポンプ、攪拌機、プロペラ類)														
	運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
	軸受振動	-	-	-	-	-	○	JIS B8301 (遠心ポンプ・斜流ポンプ・軸流ポンプ) JIS B8330 (送風機) JEM-TR160(電動機)	各自治体 or受託業者	軸受の振動、温度測定参照				
	軸受温度	-	-	-	-	-	○	周囲空気温度より40°C以上高くなつてはならない	各自治体 or受託業者					
	絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能 (電技省令第58条)	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
	気密試験						○		受託業者 メーカー					
	プロペラ (摩耗・変形・腐食・亀裂)						○		受託業者 メーカー					
	生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する (各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する)	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

3 プロワ類													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
軸受振動	-	-	○	-	-	-	JIS B8301 (遠心ポンプ・斜流ポンプ・軸流ポンプ) JIS B8330 (送風機) JEM-TR160(電動機)	各自治体 or受託業者	軸受の振動、温度測定参照				
軸受温度	-	-	○	-	-	-	周囲空気温度より40°C以上高くなってはならない	各自治体 or受託業者					
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能 (電技省令第58条)	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受 (摩耗・変形・腐食・亀裂)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機 (摩耗・変形・腐食・亀裂)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
インペラ (ダスト付着状況)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
インレットベーン (ダスト付着状況・軸受状況)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ロータ (汚れ・摩耗・嵌め合い)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
軸 (摩耗・変形・腐食・亀裂)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
タイミングギヤ (摩耗・変形・腐食・亀裂)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する (各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する)	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

4 初沈・終沈汚泥掻き機（フライト式）													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
伝動・主務チェーン、リングプレートの摩耗	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
伝動側・主務側スプロケットの摩耗	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
フライト用ガイドシュー摩耗	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ガイドレールの摩耗	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
アイドラ軸（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
駆動軸（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
テークアップ軸（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
フライト（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

5 スクリーンユニット(破碎機)													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ケーシング(ドラム) （摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
切削部品（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

6 スクリーンユニット(自動スクリーン)											
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-			各自治体 or受託業者		
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）		各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照	
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
ケーシング（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
スクリーンバー（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
クシ歯（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
受け棒（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
シャフト(上部・下部・サブ) （摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
走行チェーン（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
ガイドレール（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
走行スプロケット （摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
リターンガイド （上部・下部） （摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
サブローラー（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー		
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能 部品供給期限確定 部品供給停止	-

7 スクリーンユニット(し渣脱水機)													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者				
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ケーシング（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
対向ギヤー（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
スクリーシャフト（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
圧縮ヘッド（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
シリンダー（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

8 ベルトプレス脱水機										
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-			各自治体 or受託業者	
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）		各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
ろ布（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
ローラー（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
油圧ユニット（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
フレーム・ベース（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能 部品供給期限確定 部品供給停止 -

9 スクリュープレス脱水機														
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
スクリュー軸（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
外筒（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
スクリーン（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
フレーム・ベース（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

10 ロータリープレス脱水機														
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
本体フレーム（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
円板フィルタ（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

11 遠心脱水機													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者				
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照			
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
回転筒（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
スクリーコンベヤ（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
ギヤボックス（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
フィードチューブ（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

12 ベルトコンベヤ													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者				
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照			
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
ベルト（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
ケーシング（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー				
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

13 スクリューコンベヤ													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者				
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
スクリュー軸（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ケーシング（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

14 フライトコンベヤ													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者				
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
フライト（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
チェーン（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ケーシング（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

15 散気装置										
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者		
散気板（摩耗・変形・亀裂）						○		受託業者 メーカー		
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能 部品供給期限確定 部品供給停止 -

16 重力濃縮汚泥掻寄機										
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者		
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照	
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
主軸（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
レーキ（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
フィードワエル（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
フィードワエルサポート（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
パイプスキマ	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー		
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能 部品供給期限確定 部品供給停止 -

17 常圧浮上濃縮装置													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
浮上装置(タンク) (摩耗・変形・腐食・亀裂)	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
車輪（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
レール（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
混合装置（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
脱気槽（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
超泡装置（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

18 遠心濃縮機													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者					
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
潤滑装置（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ギヤボックス（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
回転体（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

19 ベルト濃縮機													
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者				
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照				
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ベルト（摩耗・変形・腐食・亀裂・目詰）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
ローラー（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
フレーム（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○		受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能	部品供給期限確定	部品供給停止	-

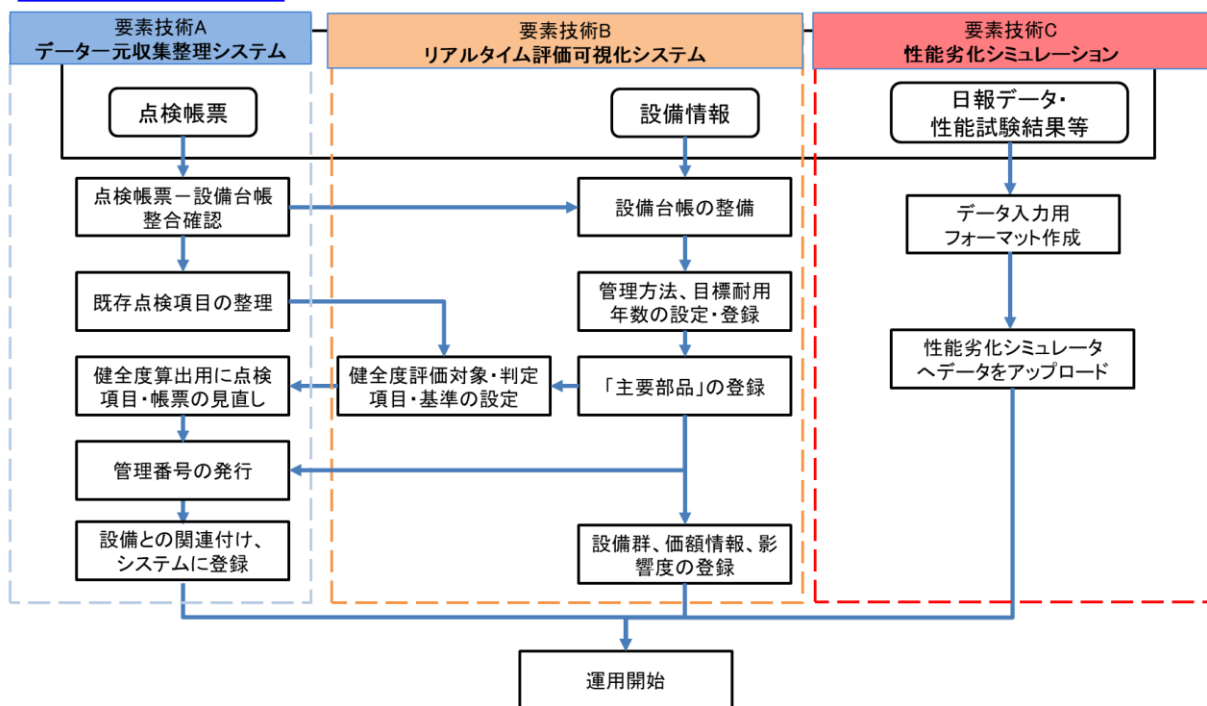
20 造粒濃縮機										
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者	
絶縁抵抗測定	-	-	-	-	○	○	○	低圧電路の絶縁性能（電技省令第58条）	各自治体 or受託業者	絶縁抵抗測定参照
軸受（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
電動機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
減速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
変速機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
汚泥調質槽（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
汚泥濃縮槽（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
調質槽攪拌機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
濃縮槽攪拌機（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	-	○			受託業者 メーカー	
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能 部品供給期限確定 部品供給停止

21 流動床式焼却炉										
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-		各自治体 or受託業者	
耐火レンガ（摩耗・変形・亀裂）	-	-	-	-	○	○			受託業者 メーカー	
キャストブル（摩耗・変形・亀裂）	-	-	-	-	○	○			受託業者 メーカー	
シェル（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	○	○			受託業者 メーカー	
シェル（板厚）	-	-	-	-	○	○			受託業者 メーカー	
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）	各自治体 or受託業者	-	部品供給可能 部品供給期限確定 部品供給停止

22 空気予熱器															
運転状況確認 異常の有無	○	-	-	-	-	-	-	-	-	各自治体 or受託業者					
チューブ（摩耗・変形・腐食・亀裂）	-	-	-	-	○	○				受託業者 メーカー					
チューブ（板厚）	-	-	-	-	○	○				受託業者 メーカー					
出入口ダクトキャスタブル（摩耗・変形・亀裂）	-	-	-	-	○	○				受託業者 メーカー					
生産中止製品	-	-	-	-	-	○	膨大な調査が必要であるが、更新・修繕見積時に併せて確認する（各自治体or受託業者より各修繕・更新業者へ確認する）			各自治体 or受託業者	-	部品 供給 可能	部品 供給 期限 確定	部品 供給 停止	-

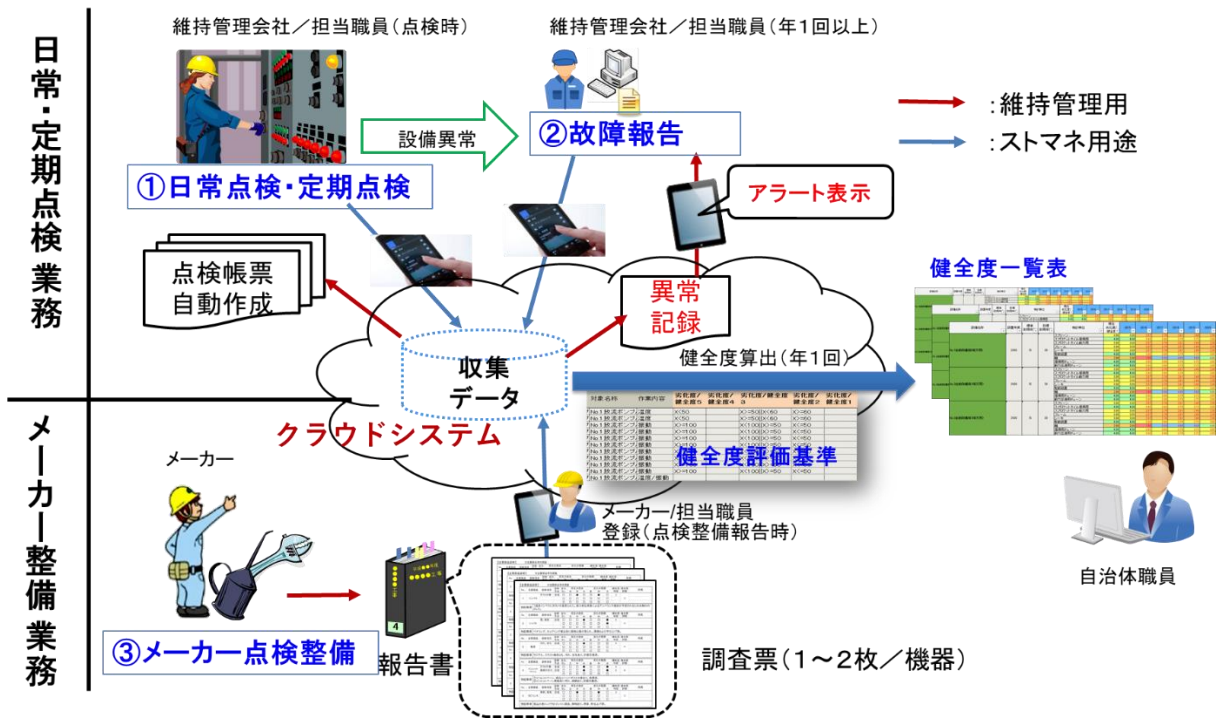
(2) 構築、日常運用、計画策定時の運用（健全度判定含め）

①初期導入フロー



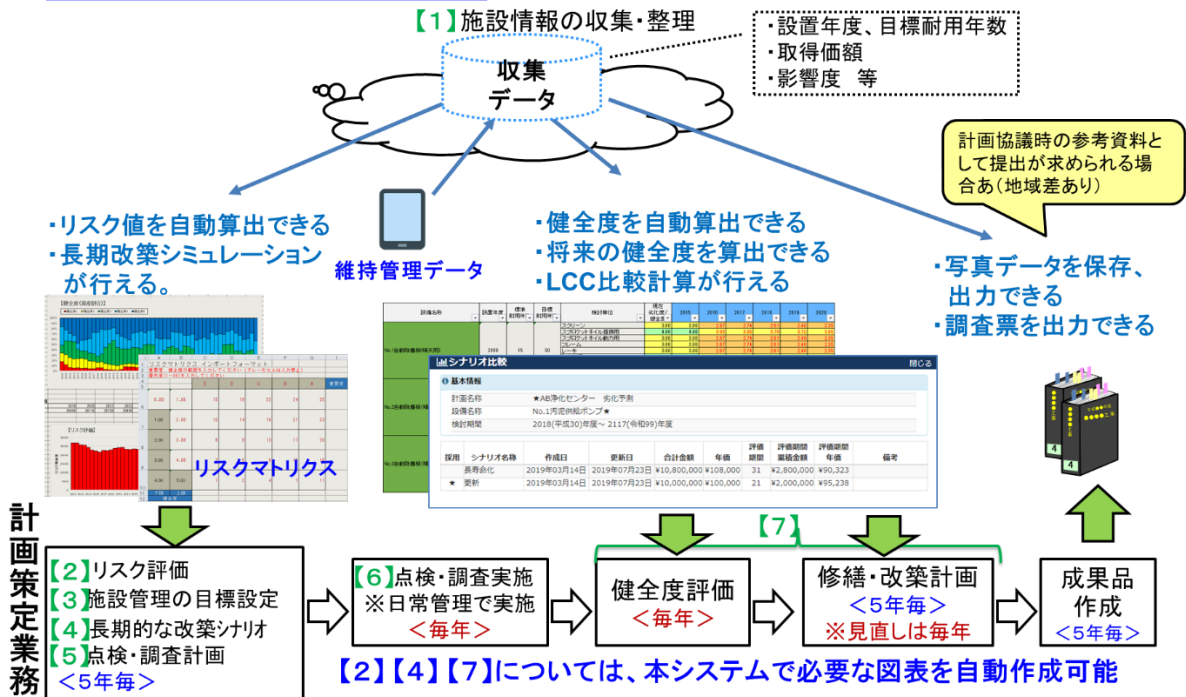
図資 1-5 初期導入フロー

②維持管理における運用(全体イメージ)



図資 1-6 維持管理における運用(全体イメージ)

③計画策定における活用フロー



図資 1-7 計画策定における活用フロー

1.3 その他検証事項

(1) 処理場の運転における統合的管理

恵那市では現在、6つの処理場が存在しており、現在は同一の公共団体であるがもともと1市4町1村で構成されていたため、管理体系は別々のままである。それゆえ処理場の運転管理についても統合はされておらず、処理場の維持管理業者が個別に運転管理している状況である。

本技術を用いることで、同一市町村内の複数処理場における運転管理に必要な情報を一元的に収集し、広域管理、共同管理を促進できる。



図資 1-8 浄化センターにおける運転データの収集

(2) 統合的な更新計画策定

今までのストックマネジメントの策定では処理場ごとに維持管理会社が異なっており、管理が分かれているため、処理場間の情報共有や自治体による統合的管理が進んでいない。また、設備毎に健全度診断の実施や浄化センター毎に更新計画を策定しているため、総合的な更新計画を策定することが困難であった。

今回の実証では複数処理場の情報を統合的に管理して、計画作成を行えることを確認し、運用方法を確立する。各地区で事業計画を作成すると、各地区における優先順位の高い設備が抽出されるが、統合的な事業計画では市で統合された優先順位で設備を抽出することができることを下記の図資 1-9 に示す。



図資 1-9 統合された事業計画

1.4 ストマネ計画策定時の省力化効果

実証での評価結果に基づいた中規模処理場1施設及び2,000機器を想定したストマネ計画策定業務の省力化効果を表資1-16に示す

表資1-16 ストマネ計画策手時の省力化効果

ケース 対象施設・機器数	削減根拠 (◎は実証)	中規模処理場		
		1施設 2000機器		削減率
		従来技術	革新的技術	
ストマネ計画作成費	◎フィールド実績をヒアリング	50,880	19,266	62.1
① 施設情報の収集・整理		4,755	0	100.0
1-1 施設情報の収集・整理	既存データあり/導入作業相当			
1-2 施設情報の作成	既存データあり/導入作業相当			
1-3 施設情報のデータベース構築	既存データあり/導入作業相当			
1-4 現地調査	◎現地調査不要となる運用フローを構築	4,755	0	100.0
② リスクの評価		7,093	0	100.0
2-1 リスクの特定	導入時の初期検討に振り替え	1,200	0	100.0
2-2 被害規模の検討	導入時の初期検討に振り替え	1,931	0	100.0
2-3 発生確率の検討	◎本技術により自動出力	2,032	0	100.0
2-4 リスクの評価	◎本技術により自動出力	1,931	0	100.0
③ 施設管理の目標設定		3,431	3,431	0.0
3-1 事業の目標設定		1,212	1,212	0.0
3-2 事業量の目標設定		2,218	2,218	0.0
④ 長期的な改築事業シナリオ設定		8,921	2,280	74.4
4-1 管理方法の選定	導入時の初期検討に振り替え	1,307	0	100.0
4-2 改築条件の設定	導入時の初期検討に振り替え	1,373	0	100.0
4-3 最適な改築シナリオの選定	◎本技術により自動出力	3,961	0	100.0
4-4 長期的な改築事業シナリオのとりまとめ		2,280	2,280	0.0
⑤ 点検・調査計画の策定		8,275	3,302	60.1
5-1 (基本方針) 頻度・項目の設定	導入時の初期検討に振り替え	1,000	0	100.0
5-2 (基本方針) 単位の設定	導入時の初期検討に振り替え	881	0	100.0
5-3 (基本方針) 優先順位の設定	本技術により不要となる	1,094	0	100.0
5-4 (実施計画) 対象施設・実施時期の検討	本技術により不要となる	1,026	0	100.0
5-5 (実施計画) 点検・調査の方法の検討	本技術により不要となる	971	0	100.0
5-6 (実施計画) 概算費用の算定		2,202	2,202	0.0
5-7 点検・調査計画のとりまとめ		1,100	1,100	0.0
⑥ 点検調査の実施	◎本技術で代替できることを確認	2,149	0	100.0
⑦ 修繕・改築計画の策定		10,565	5,474	48.2
7-1 (基本方針) 診断・対策の必要性の検討	◎本技術により自動出力	2,871	0	100.0
7-2 (基本方針) 優先順位の検討		1,179	1,179	0.0
7-3 (実施計画) 対策範囲の検討		1,076	1,076	0.0
7-4 (実施計画) 長寿命化計画対象設備の選定	導入時の初期検討に振り替え	1,085	0	100.0
7-5 (実施計画) 改築方法の検討	◎本技術により自動出力	1,134	0	100.0
7-6 (実施計画) 実施時期と概算費用の検討		2,083	2,083	0.0
7-7 (実施計画) 修繕・改築計画のとりまとめ		1,136	1,136	0.0
⑧ 照査		1,031	1,031	0.0
ストマネ基本計画		755	755	0.0
修繕・改築計画		275	275	0.0
⑨ 報告書作成		1,536	1,536	0.0
⑩ 設計協議		3,125	2,213	29.2

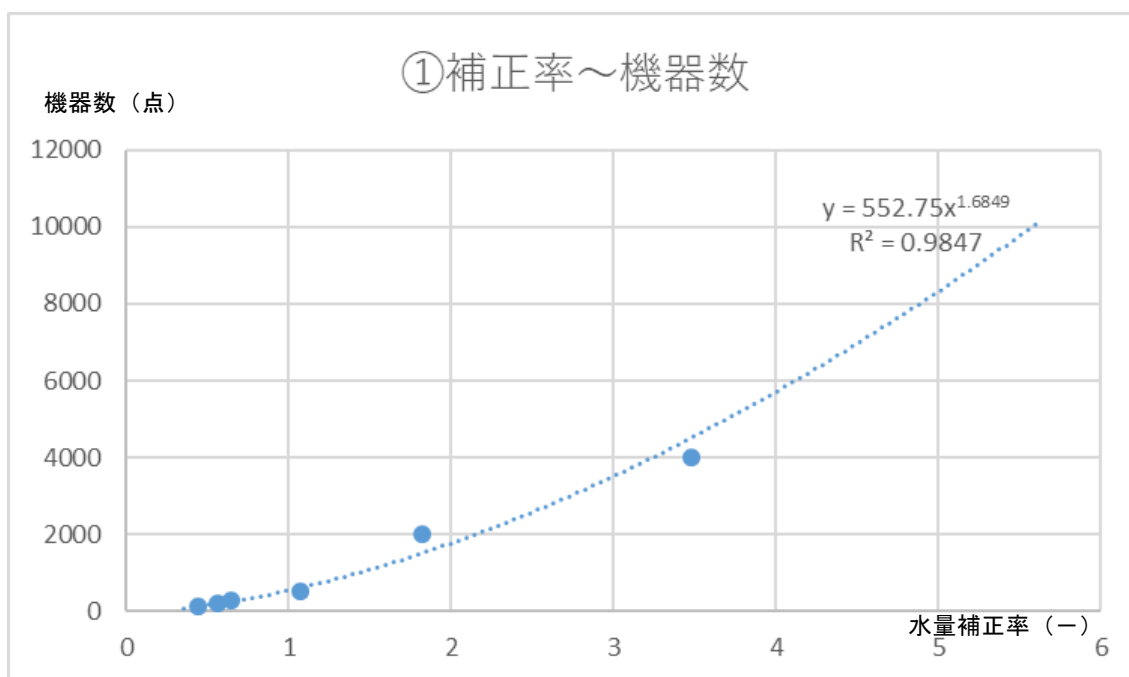
1.5 機器数と水量補正率の近似式の元データ

研究体の過去の実績を基に、水量補正率から機器数を推定する近似式を作成した。元データを表資 1-17 に示す。

表資 1-17 水量補正率から機器数を推定する近似式の元データ

補正率	機器数	補正率	機器数	補正率	機器数	補正率	機器数
0.35		1.609		2.518		3.483	4000
0.437	136	1.647		2.552		3.56	
0.56	197	1.684		2.586		3.634	
0.648	291	1.719		2.619		3.705	
0.719		1.752		2.651		3.774	
0.779		1.785		2.682		3.84	
0.832		1.817	2000	2.713		3.906	
0.879		1.847		2.743		3.969	
0.923		1.877		2.773		4.03	
0.963		1.906		2.802		4.089	
1		1.962		2.831		4.148	
1.068	514	2.015		2.886		4.204	
1.129		2.065		2.913		4.26	
1.184		2.114		2.94		4.315	
1.236		2.161		2.992		4.367	
1.283		2.206		3.043		4.47	
1.339		2.249		3.092		4.568	
1.391		2.291		3.14		4.664	
1.439		2.331		3.186		4.755	
1.485		2.371		3.231		4.843	
1.529		2.409		3.276		5.054	
1.57		2.446		3.319		5.249	
		2.482		3.402		5.605	

上記の元データより近似したグラフを図資 1-10 に示す。

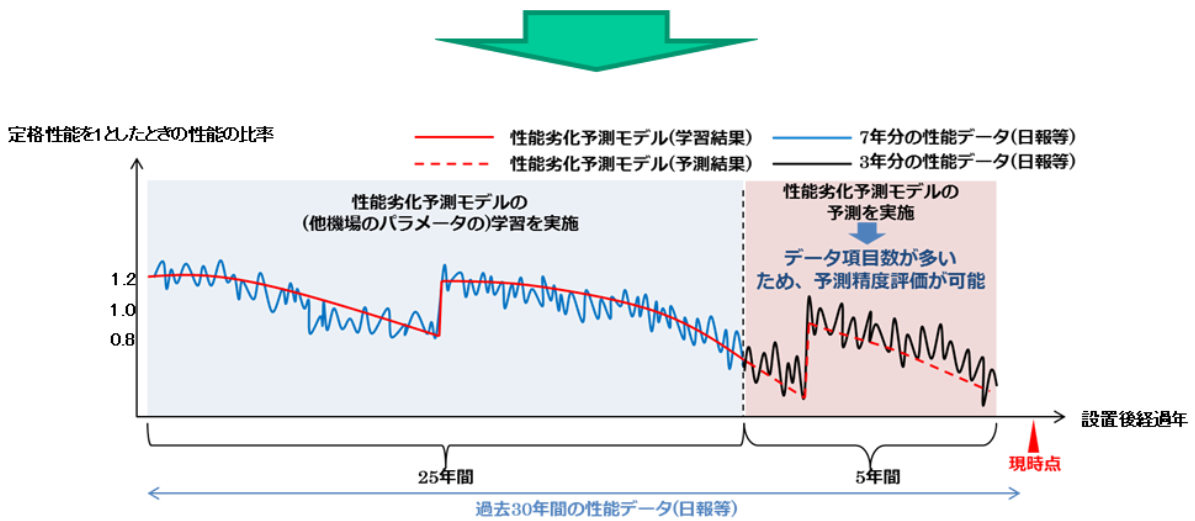
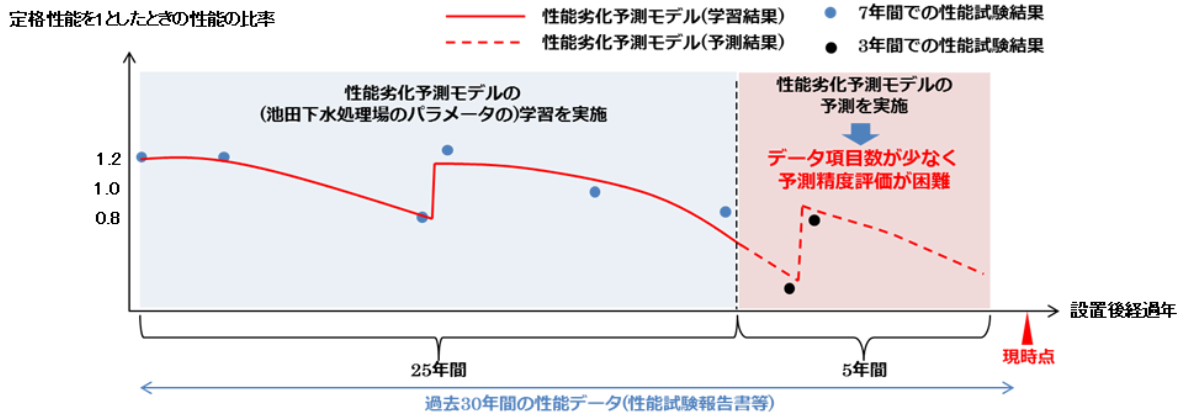


図資 1-10 水量補正率の近似グラフ

1.6 性能劣化予測モデルの予測精度の評価

(1) 予測精度の評価方法

性能劣化予測モデルの予測精度を評価するためには、以下に示すように、50～100 件程度の性能データを用いて、性能劣化予測モデルを構築する必要がある。



図資 1-11 性能劣化予測モデルの予測精度の評価に必要な条件

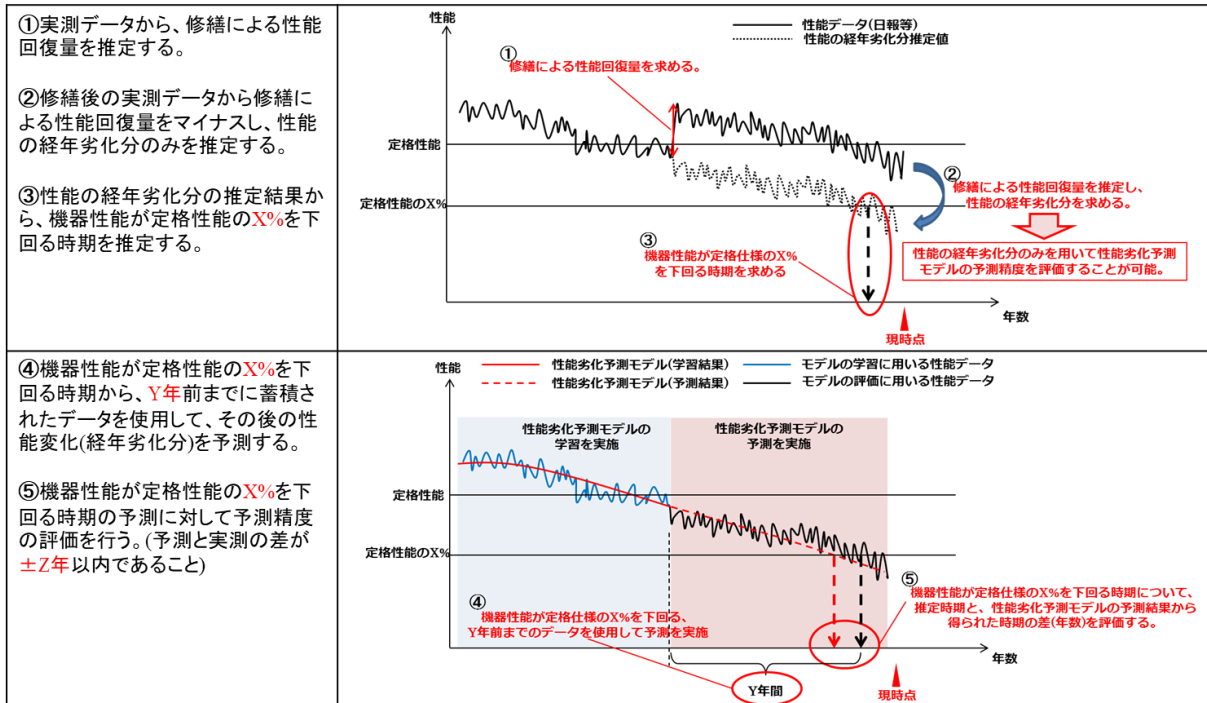
以下において、二系汚水ポンプ No. 1 の性能データを用いて性能劣化予測モデルの予測精度の評価を実施した結果を述べる。

【予測精度評価方法】

性能劣化予測モデルの予測精度評価では、モデルがある指定の性能値に至る時期の予測結果が評価基準以下であることを確認する。

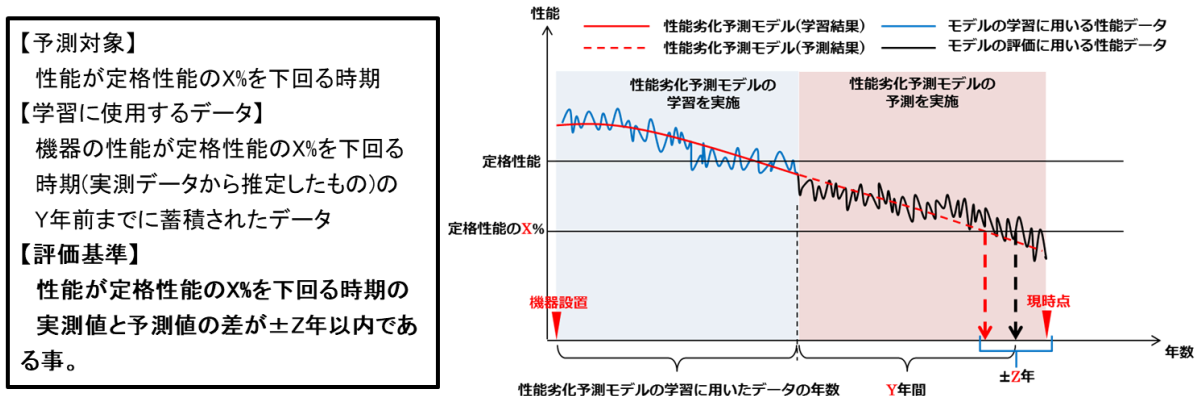
以下に、予測精度評価方法の詳細を示す。

◆ **予測精度評価**： 以下に示す方法で予測を実施し、**ある指定の性能値に至る時期の予測結果が評価基準以下**であることを目指す。



図資 1-12 性能劣化予測モデルの予測精度評価方法

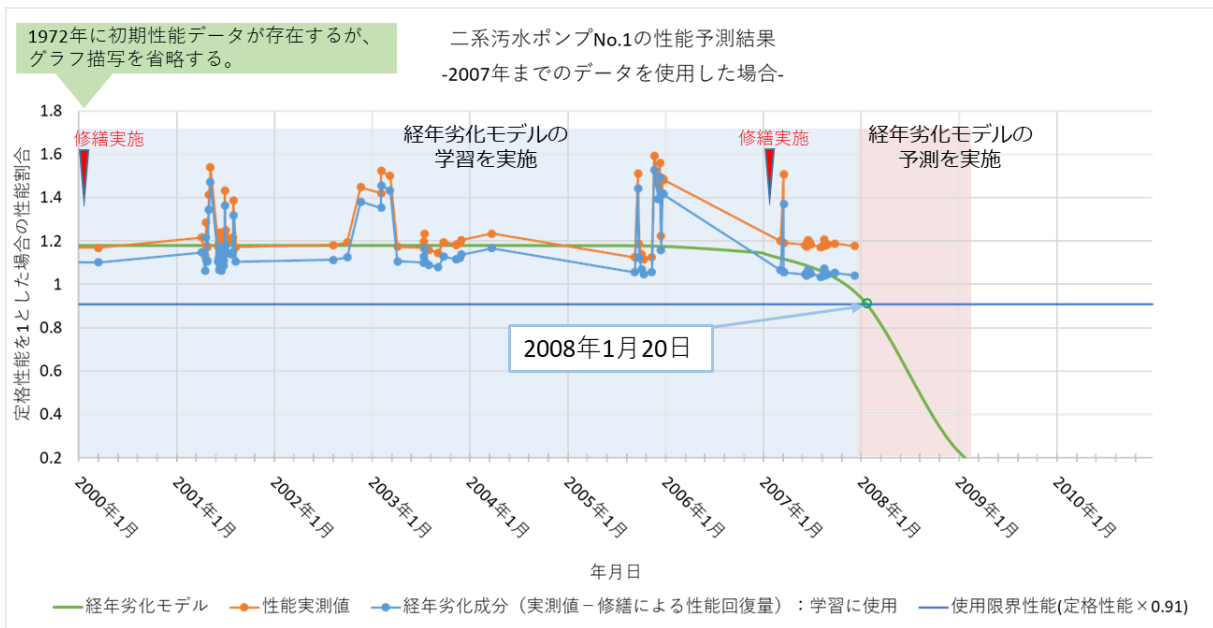
予測精度の評価基準を、以下に示すとおり定める。



図資 1-13 性能劣化予測モデルの予測精度評価基準

(2) 予測精度の評価結果

二系汚水ポンプ No. 1 を対象とし、性能劣化予測モデルを構築した結果を以下に示す。

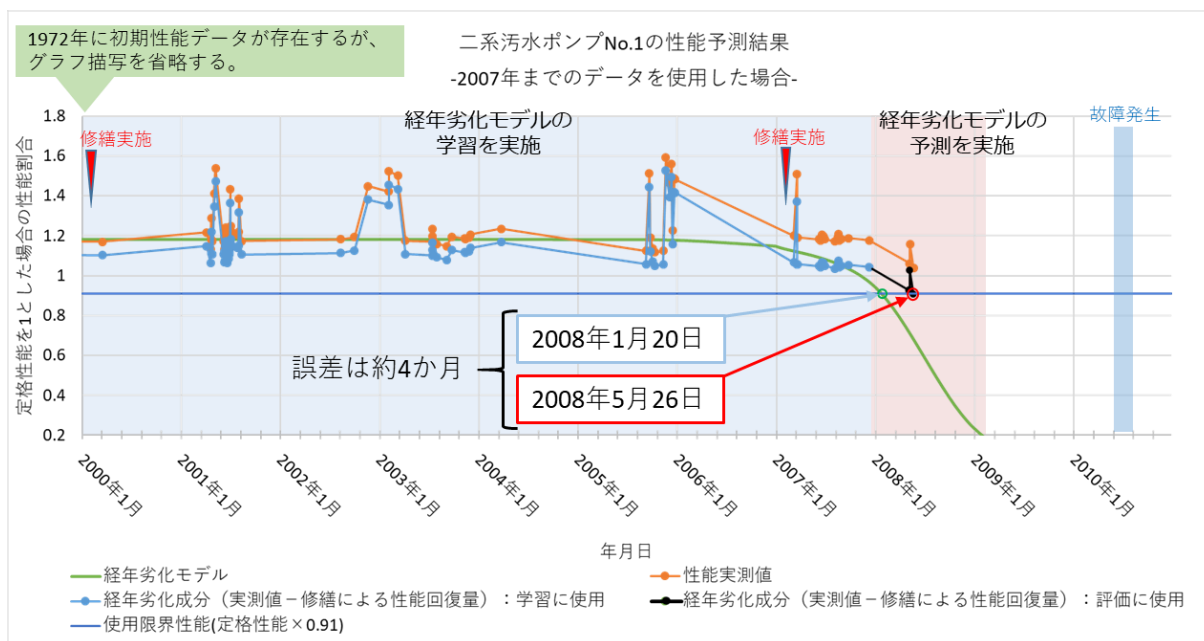


図資 1-14 二系污水ポンプ No. 1 の性能劣化予測モデル構築結果

二系污水ポンプ No. 1 の性能データについて、2000 年～2008 年までの間の 83 点を取得出来ている。図資 1-14 では、2007 年までのデータ(80 点)を用いて性能劣化シミュレーションを実施している。また、性能の予測精度を評価する基準として、「機器の性能(経年劣化成分を抽出したものが)使用限界性能を下回る時期の予測について、経年劣化モデルを用いて±1 年の誤差範囲内で予測可能であること」とした。なお、ここで使用限界性能は定格性能×0.91(=定格性能を安全率 1.1 で除した値)とした。

図資 1-14 から、機器の性能が使用限界性能を下回る時期が 2008 年 1 月 20 日と予測されていることがわかる。

次に、二系污水ポンプ No. 1 の性能値が実際に使用限界性能を下回った時期を示す。



図資 1-15 二系汚水ポンプ No. 1 の性能実測値の変化

図資 1-15 から、二系汚水ポンプ No. 1 の性能値が使用限界性能を下回った時期は 2008 年 5 月 26 日であることが分かる。ここから、性能劣化予測モデルは、誤差 4 か月で二系汚水ポンプ No. 1 の性能の低下を予測出来ており、今回設定した評価基準を満たすことが出来た。

また、二系汚水ポンプ No. 1 は、2010 年 5 月に故障が発生していることが判明しており、図資 1-15 で確認できる急激な性能の低下は、故障発生の予兆であった可能性がある。

【性能劣化予測モデルの予測精度評価結果の扱いについて】

今回の予測精度評価結果から、性能劣化予測モデルは性能の変化を誤差±1年以内で予測できることが示された。ただし、この結果は、性能劣化予測モデルの利活用における一つの目安として用いるべきである。理由は、一般的に予測精度が保証できる数理モデルは存在せず、本モデルも例外ではないからである。

今後、性能劣化予測モデルを用いて機器の性能を予測する必要がある場合には、その予測結果がどれだけ確実なのかについては明確に知ることはできない、と理解しておく必要がある。その上で、今回の予測精度評価結果を予測結果に対する信頼性の一つの目安として使用すると良い。

2. スtockマネジメント以外への活用方法

2.1 ナレッジの共有・継承

維持管理の現場では、ベテラン職員の退職等による人員不足や技術継承が課題となっているが、本技術はそれらの課題解決に役立つ機能を備えている。

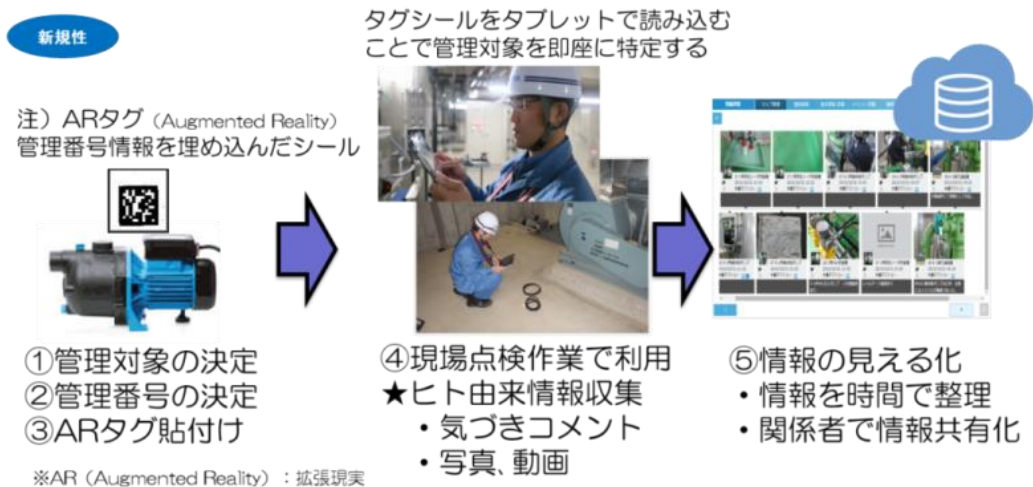
タブレット端末を用いると現場状況の写真や音声・動画などを記録できるが、本技術ではそれらのデータを点検結果と関連付けてクラウドに登録・保管することができるため、不具合等が発生した際の関係者への状況共有による迅速な対応や、技術教育などに活用できる。

また、現場作業時の作業・判断支援も行える。点検簿に関連付けて手順書等の文書を登録しておくことで、点検作業時にタブレットから参照できるほか、過去の点検履歴データをその場で確認できる。現場機器に図資 2-1 に示すような AR タグを貼り付けておくと、タブレットで読み込むと、点検簿の入力箇所が即時に表示される。その結果、非熟練者による作業の品質確保や OJT による技術継承にも貢献できる。



図資 2-1 管理対象へ AR タグの取付状況の例

- ① に示した唯一無二のコードを AR タグ（AR：Augmented Reality、拡張現実）に埋め込み、現場でタブレットを使って AR タグを読み込むことで即時に管理対象の特定が可能となる。これにより現場において管理対象の点検手順、設置年度と仕様、作業履歴など様々な情報の取得が可能となり、そのイメージを図資 2-2 に示す。



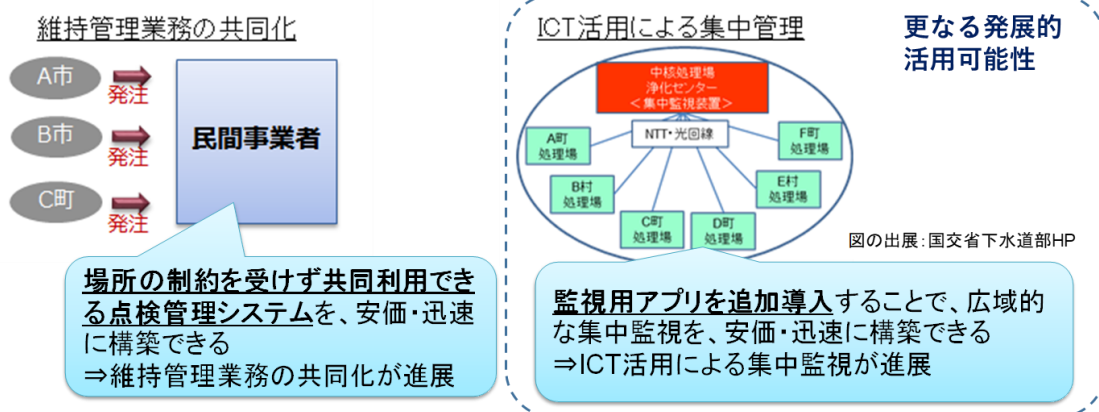
図資 2-2 AR タグと AR タグ利用イメージ

2.2 広域化・共同化における活用

広域化・共同化計画の策定にあたっては、広域化・共同化への積極的な取り組みが期待される中核的な都市と周辺都市との連携や、下水道公社、日本下水道事業団などの公的機関、学識経験者等の参画による検討体制が有効であることは周知の通りであるが、これを担う中核都市にどのようなインセンティブが与えられ、リーダーシップを執ってもらうかが、本技術の技術的な課題とは別の課題があることに留意する。ここでは広域化・共同化への本技術の活用可能性に触れる。

◆複数自治体をまたぐ広域化・共同化を行う場合の活用メリット

○要素技術A : 維持管理データの一元管理、遠隔監視に活用



※さらに、同一のシステムを広域的に共同利用することで、システム保守・運用費が軽減される（より安価にシステムを利用可能）

○要素技術B、C : ストマネ取り組み進展への活用

現在、ストマネ計画は自治体単位で行うこととされている。
将来的には、都道府県レベルでの共同利用によりストマネ促進等へ利用できる可能性あり。

図資 2-3 複数自治体をまたぐ広域化・共同化を行う場合の活用メリット

2.2.1 効率的な広域管理、共同管理を達成する技術性能の確認結果

本技術の機能を活かし、複数処理場の導入による下水道事業の広域管理、共同管理の効率化可能性についての検証結果を表資 2-1 に示す。

表資 2-1 実証結果（統合的な施設管理）

評価項目		目標値	結果
スト マネ 計画 作成	複数処 理場の 統合的 な管理	統合的な健全 度の集計や 計画資料作成 が可能	異なる維持管理会社が管理する場合の施設をまたいで統合的に健全度管理・比較できることを確認。 また、複数処理場の設備群を統合化し、予算制約やパラメータ設定を工夫することで、実効性ある計画作成を確認。

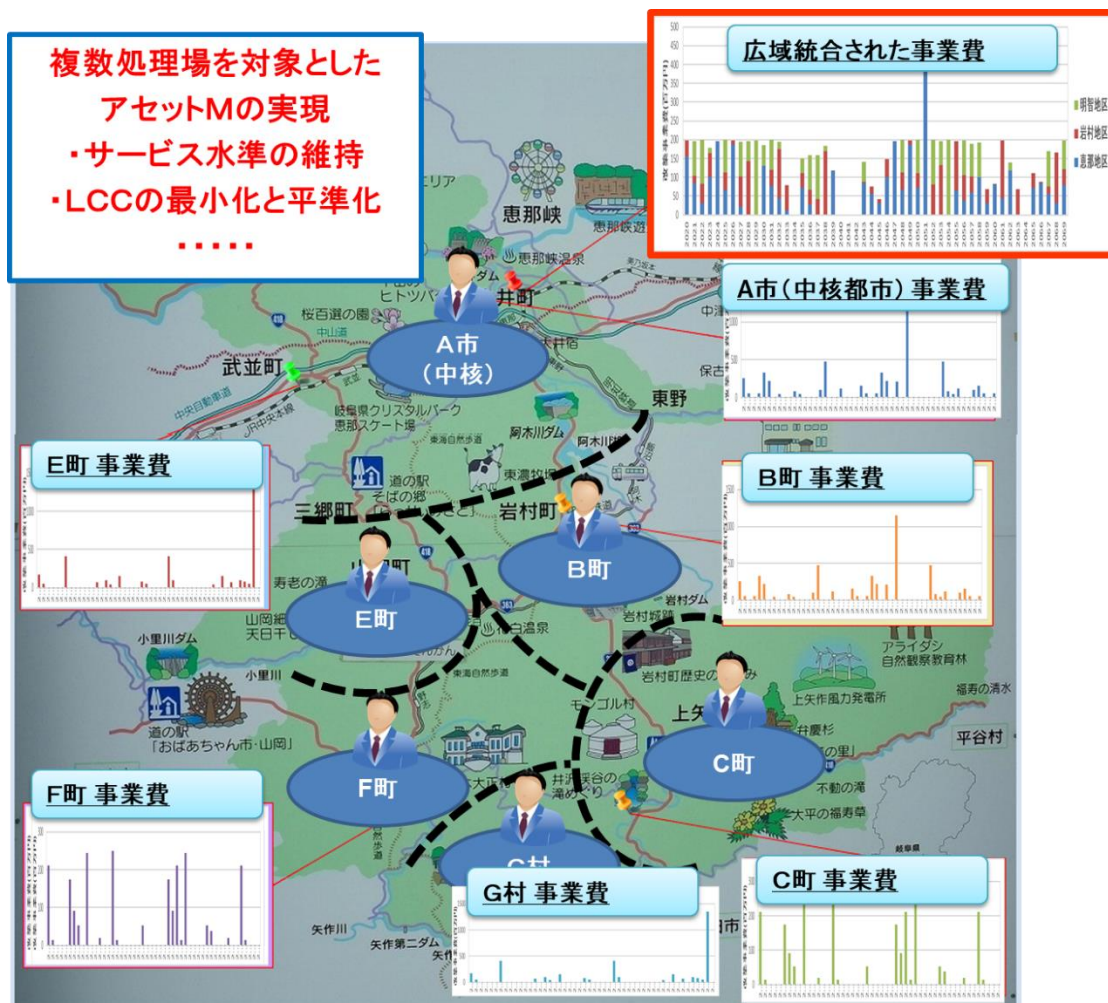
この結果の応用として、本技術は管理体系が別々の複数処理場を有する公共団体ひいては、異なる公共団体においても統合的な管理を推進し、ストマネ実施においても効率化が可能であると推測できる。

また、表資 2-2 に本技術を利用した場合に効率化される具体的な内容を示す。

さらに、複数団体における広域管理・共同管理における事業費統合の例を図資 2-4 に示す。

表資 2-2 本技術による下水道事業の広域管理、共同管理の効率化内容

作業項目	本技術を利用しない ストマネ実施	本技術を利用した統合的な 管理によるストマネ実施
点検結果や修繕記録などのデータ収集	点検や修繕の記録を収集するために時間を要し、一元管理がされていないため、設備との紐付けに労力を費やす。	複数処理場が離れていてもクラウドによって問題なくデータが収集され、システム上で設備に紐づいて自動的に一元管理が可能。
統合的なデータの活用	各処理場における更新対象候補をもとに更新対象を判断するため、同一指標での判断が難しい。	全処理場の設備を統合的に集計する事ができ、同一指標で更新対応を判断する事が可能。
広域化・共同化への活用	距離・移動時間に比例して、労力も増大し、広域化・共同化も困難。	距離・移動時間などによる労力を低減し、複数処理場の位置関係に影響されずにストマネ支援が可能



図資 2-4 複数団体における広域管理・共同管理の事業費統合の例

2.2.2 維持管理データの一元管理、遠隔監視に活用

広域化・共同化計画策定マニュアルの中で広域化・共同化メニューとして例示されている「複数処理場・ポンプ場の維持管理の共同化」の施策である適切な人員体制確保の他、運転手順の改善・ICT 活用による集中監視等による業務効率化などによるコスト削減を図るために、要素技術 A：データ一元収集システムを活用することができる。

通常、自治体を跨ぐ場合、それぞれの自治体が、処理場毎に監視システムを設置し、運転管理として統合されておらず、処理場の維持管理業者が個別に運転管理している状況である。同一市町村内だけでなく自治体を跨ぐ場合でも、本技術を用いることで複数処理場における運転管理に必要な情報を一元的に収集し、1画面で常時監視可能となり、ひいては統合管理や共同管理を促進することができる。複数団体における事業費統合の例を図資 2-5 に示す。



図資 2-5 複数処理場における広域管理・共同管理の画面例

複数処理場の統合監視は集中監視による業務効率化・運転人員削減などによるコスト縮減だけでなく、以下の利点も考えられる。

- ① 全ての浄化センターの状況をどこからでも確認できる。
⇒状態監視ができる。災害時などに迅速な対応が可能となる。
- ② 各浄化センターの監視データから原単位などを算出できる。
⇒複数事業体の統合的な判断が可能となる。

2.2.3 スtockマネジメント計画策定の広域化・共同化への活用

Stockマネジメント計画策定の広域化・共同化の課題として下記の技術的課題があげられる。

- ① 都市間距離が長い（管理対象範囲が広い）
⇒ICTクラウドを活用し広域に点在する施設の維持管理データを一か所で管理できる。

② スtockマネジメントの執行体制が十分でない市町村が多い。

⇒中核となる団体による情報管理と、評価基準（リスク評価・健全度評価）の設定が可能となり、広域で見た場合の全体最適を勘案したStockマネジメント統合化の推進が図れる。

これらのStockマネジメント統合化を実現するために本技術を活用することで次のことが可能となる。

- ① 複数団体の設備情報も、統一的な評価基準（リスク評価・健全度評価）による施設管理が可能となる。
- ② 複数団体間の情報共有、個々の団体の権限設定による閲覧・更新範囲の限定が可能となり団体個別の機密性が保たれる。

3. 問い合わせ先

本技術ガイドラインに関する問い合わせは、以下にお願いします。

国土交通省 国土技術政策総合研究所	下水道研究部 下水処理研究室 〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 TEL 029-864-3933 URL http://www.milim.go.jp
----------------------	--

本書は、下水道革新的技術実証事業（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、その成果をとりまとめたものです。

<実証研究者連絡先>

メタウォーター株式会社	営業本部営業企画部 〒101-0041 東京都千代田区神田須田町1-25 TEL 03-6853-7340 FAX 03-6853-8714 URL www.metawater.co.jp/
池田市	上下水道部経営企画課 〒563-0054 池田市大和町1-10 TEL 072-752-1111 FAX 072-751-3852 URL http://www.ikedashi-suido.jp/
恵那市	水道環境部上下水道課 〒509-7292 岐阜県恵那市長島町正家1-1-1 TEL 0573-26-2111 FAX 0573-25-8204 URL https://www.city.ena.lg.jp

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of N I L I M

N o . 1140 December 2020

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