

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。

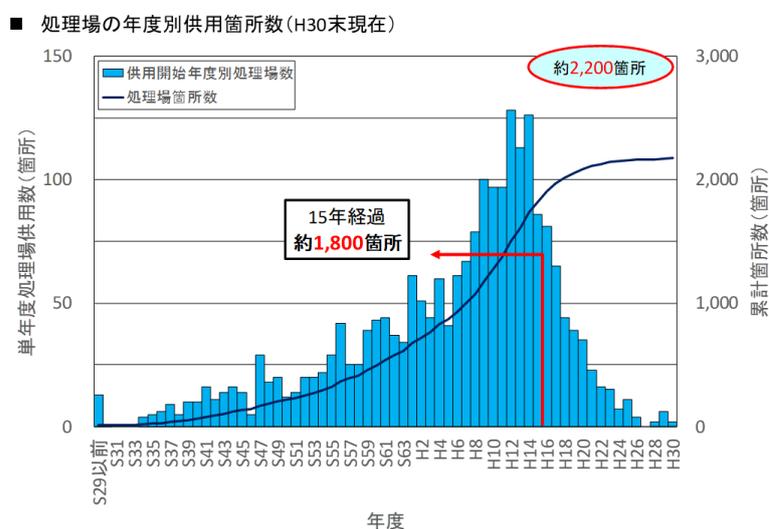


図 2-1 処理場の年度別供用箇所数 (出典：国土交通省下水道部 HP)

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。

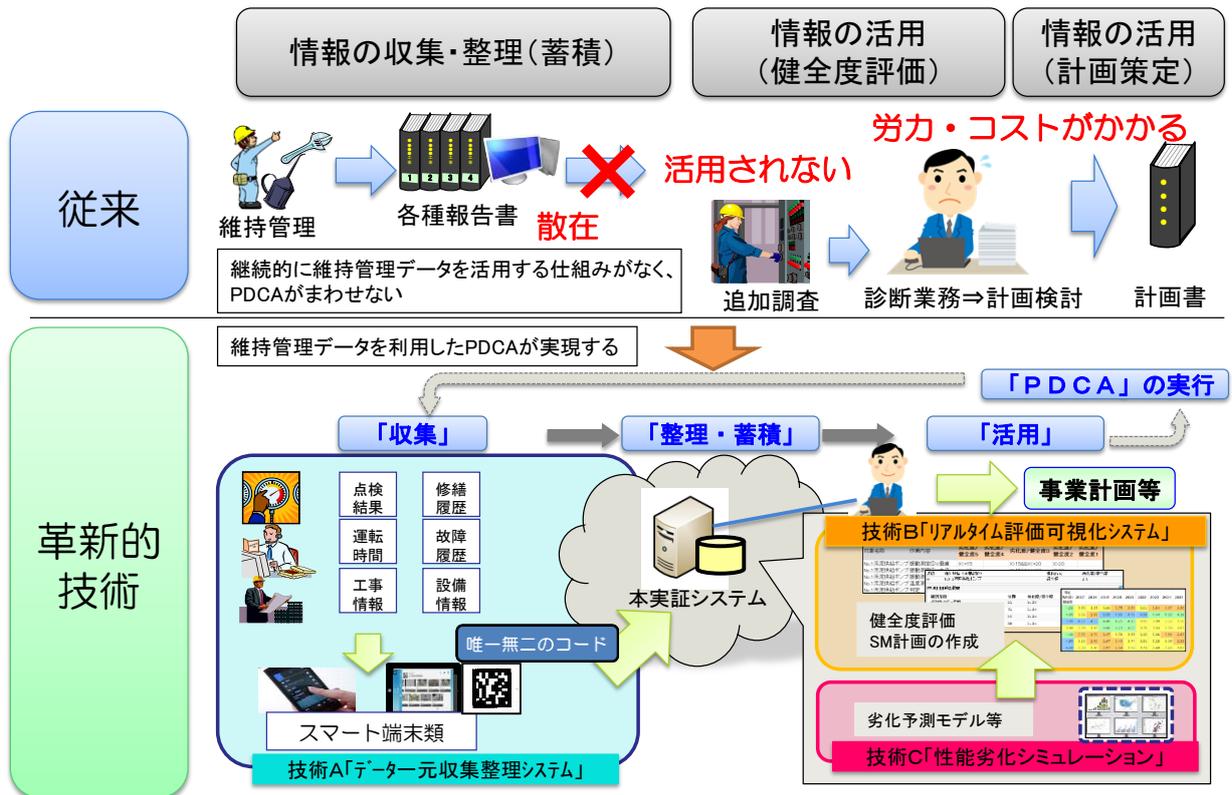


図2-2 本技術を用いた継続的なストックマネジメントの実現

(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することができ、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。

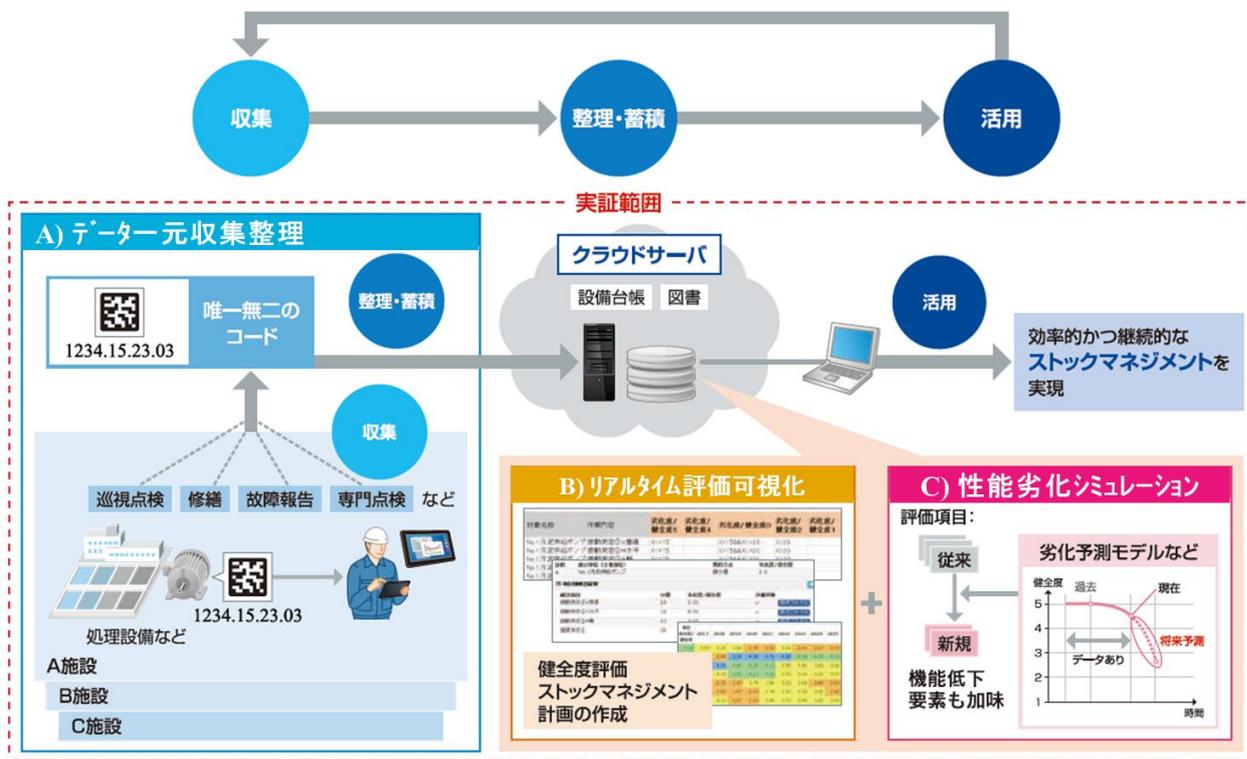


図 2-3 革新的技術の概要

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。

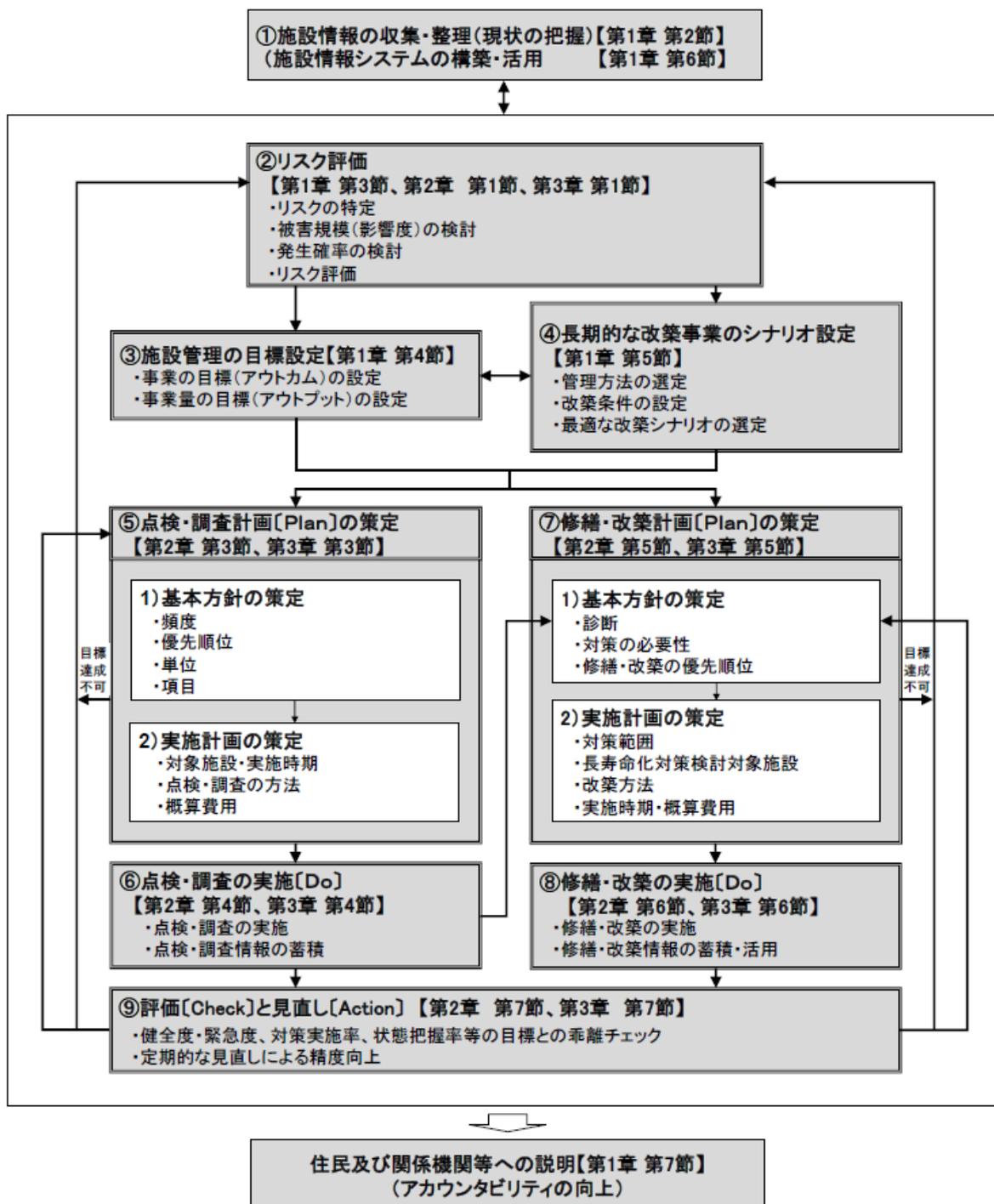


図2-4 スtockマネジメントの実施フロー例

(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。

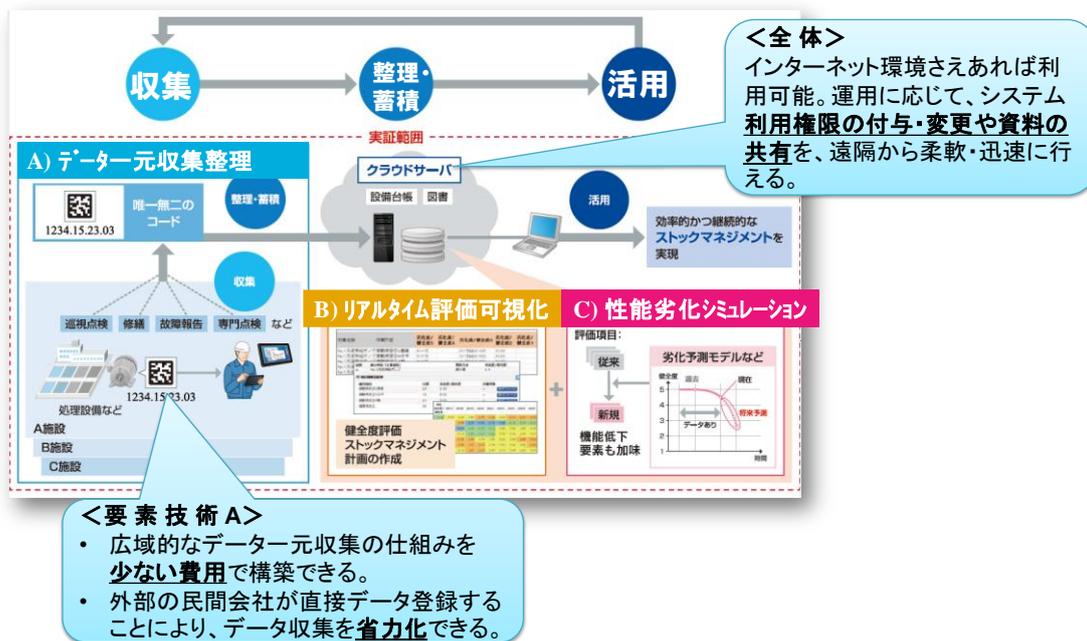


図 2-5 クラウドを用いて構築した場合の効果例

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。

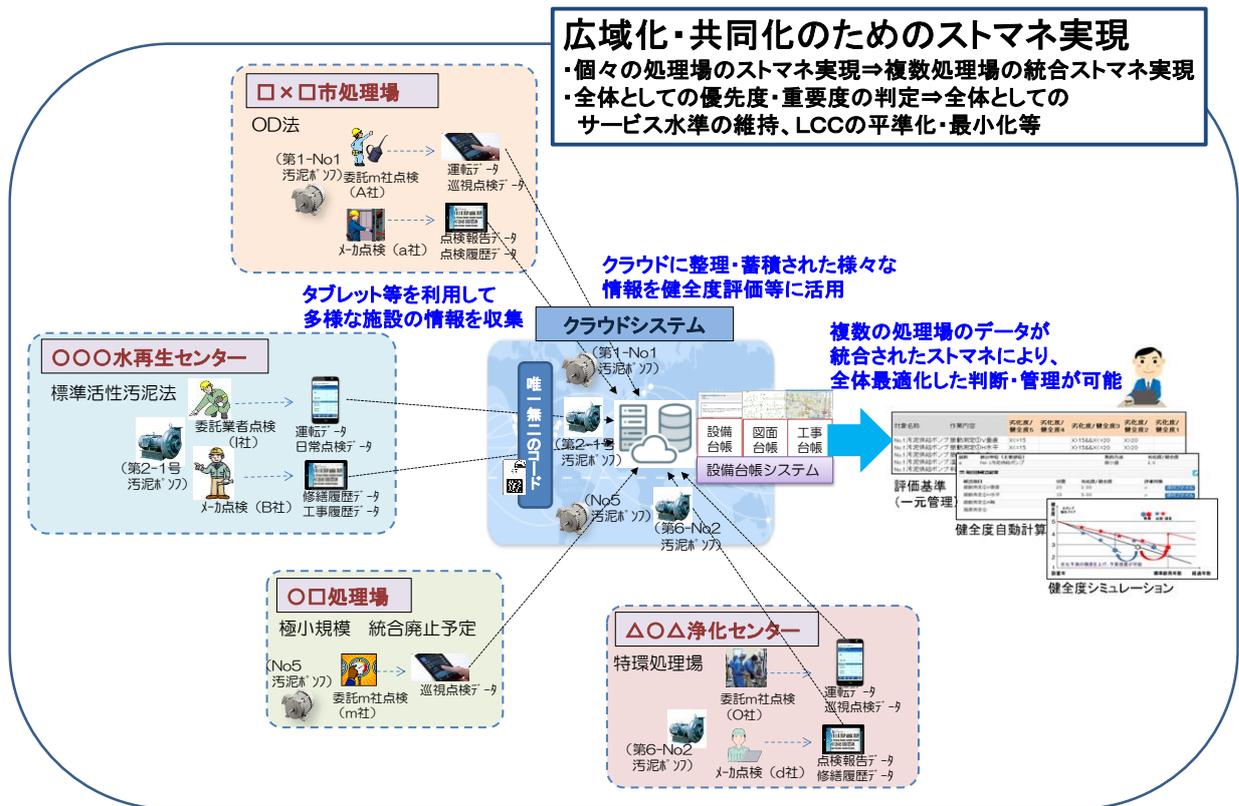


図 2-6 本技術による広域的な管理（自治体内）のイメージ

(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。

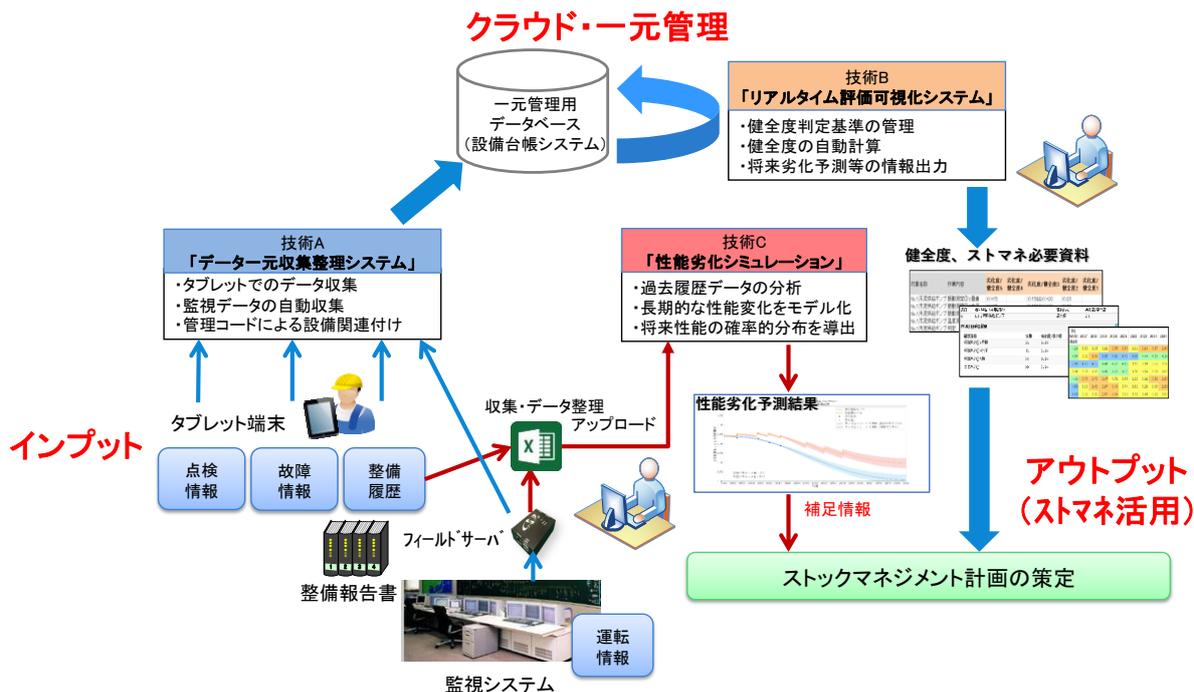


図2-7 3つの要素技術間のデータ連携

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。

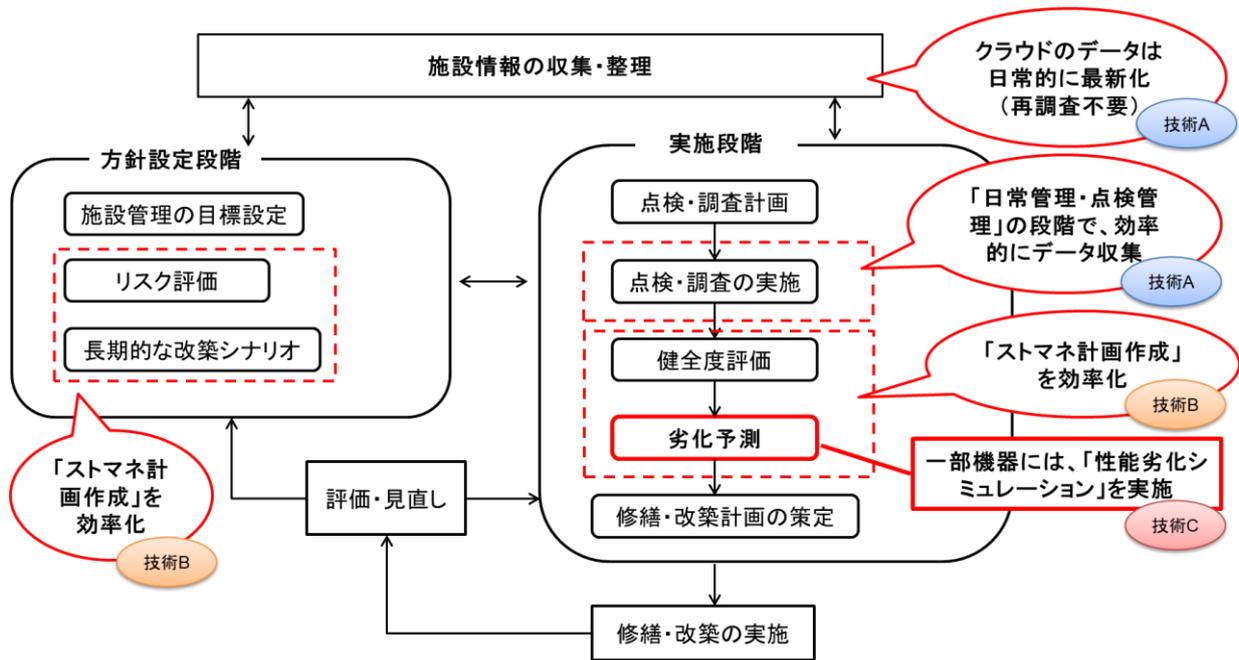


図 2-8 ストマネ作業における本技術の運用の効果

§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。

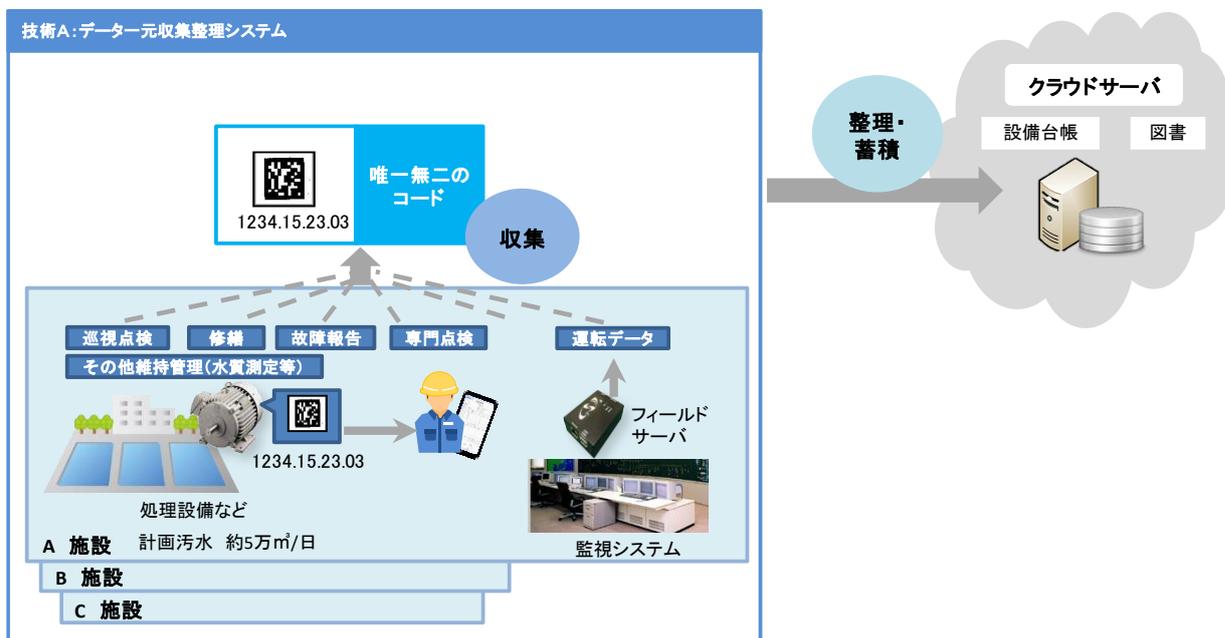


図 2-9 データー一元収集整理システムの構成

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。

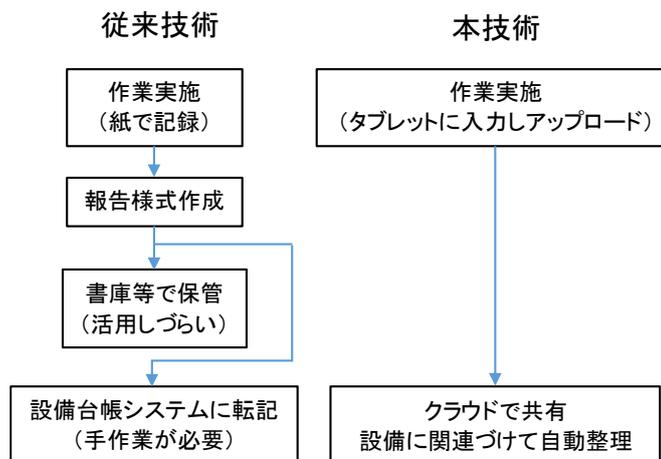


図 2-10 データ入力フローの比較

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、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。

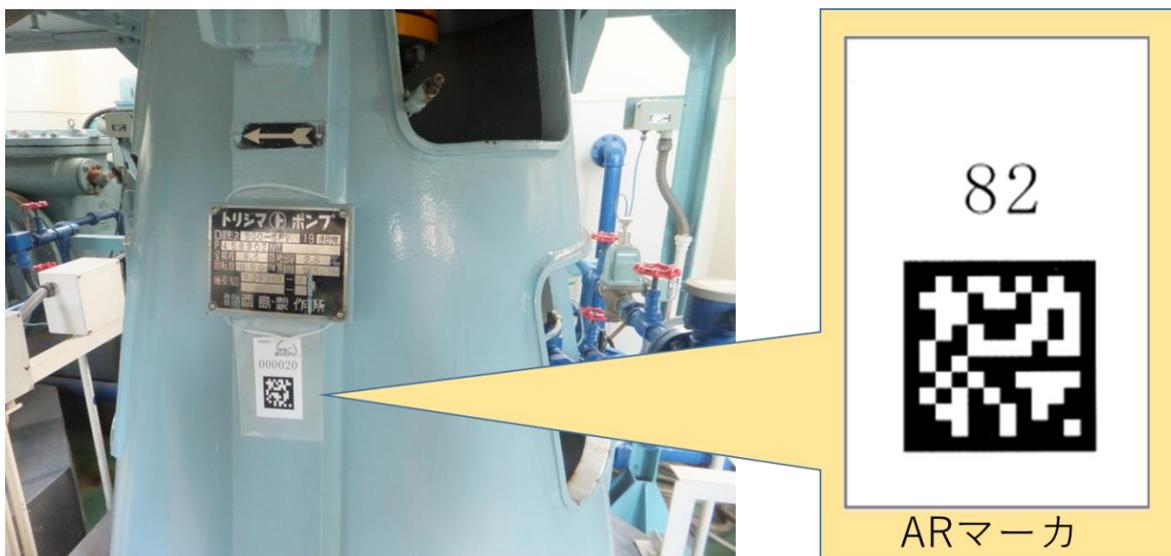


図 2-11 管理対象へ AR タグの取付状況の例

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。

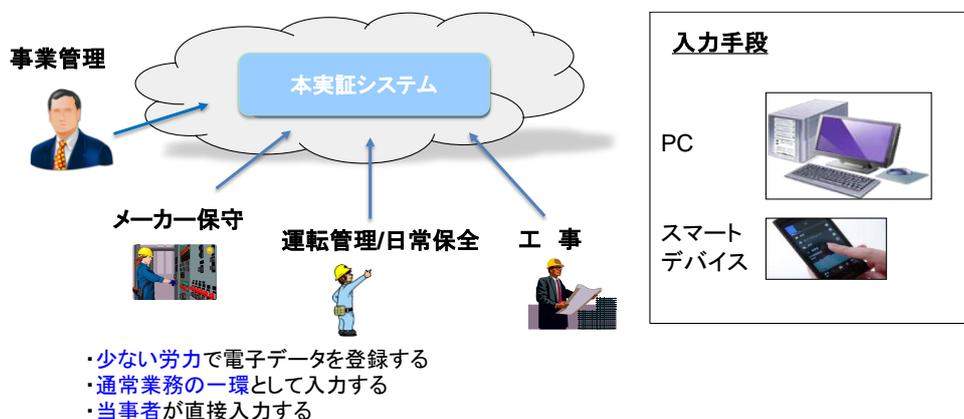


図 2-12 ICT 利用により情報最新性が保たれる

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。

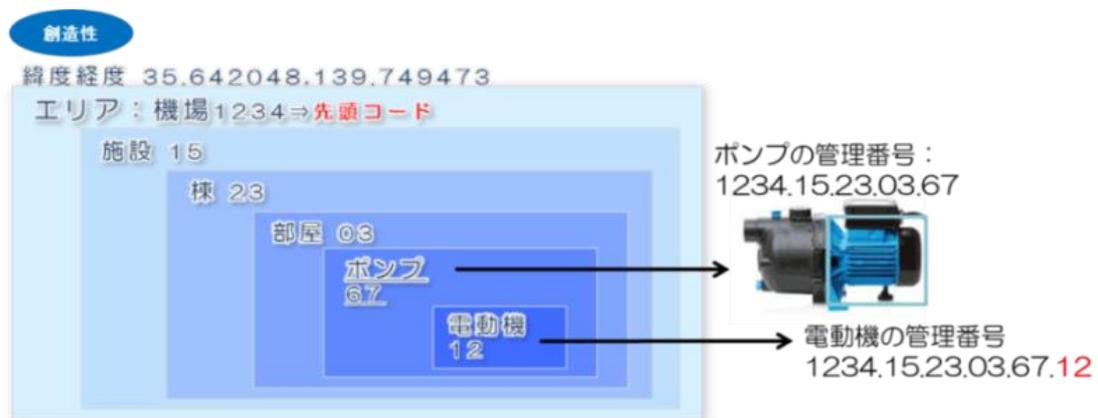


図 2-13 設置場所を用いた階層構造による体系的な管理番号のイメージ

§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。

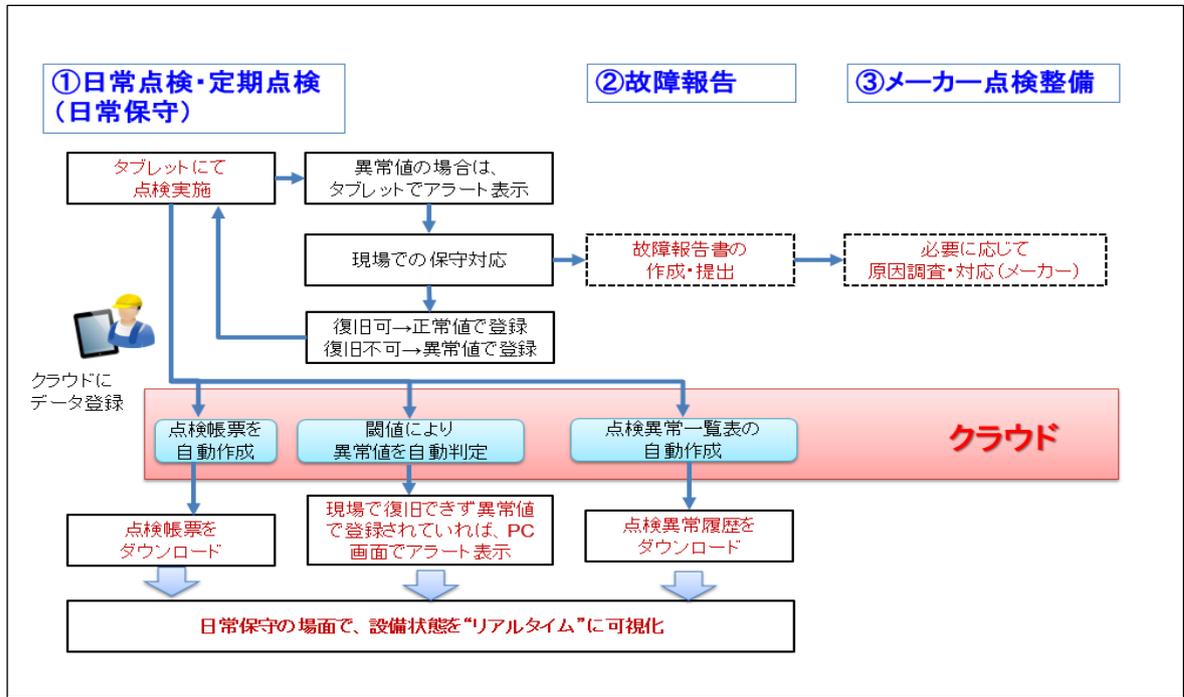


図 2-15 日常保守フロー



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。

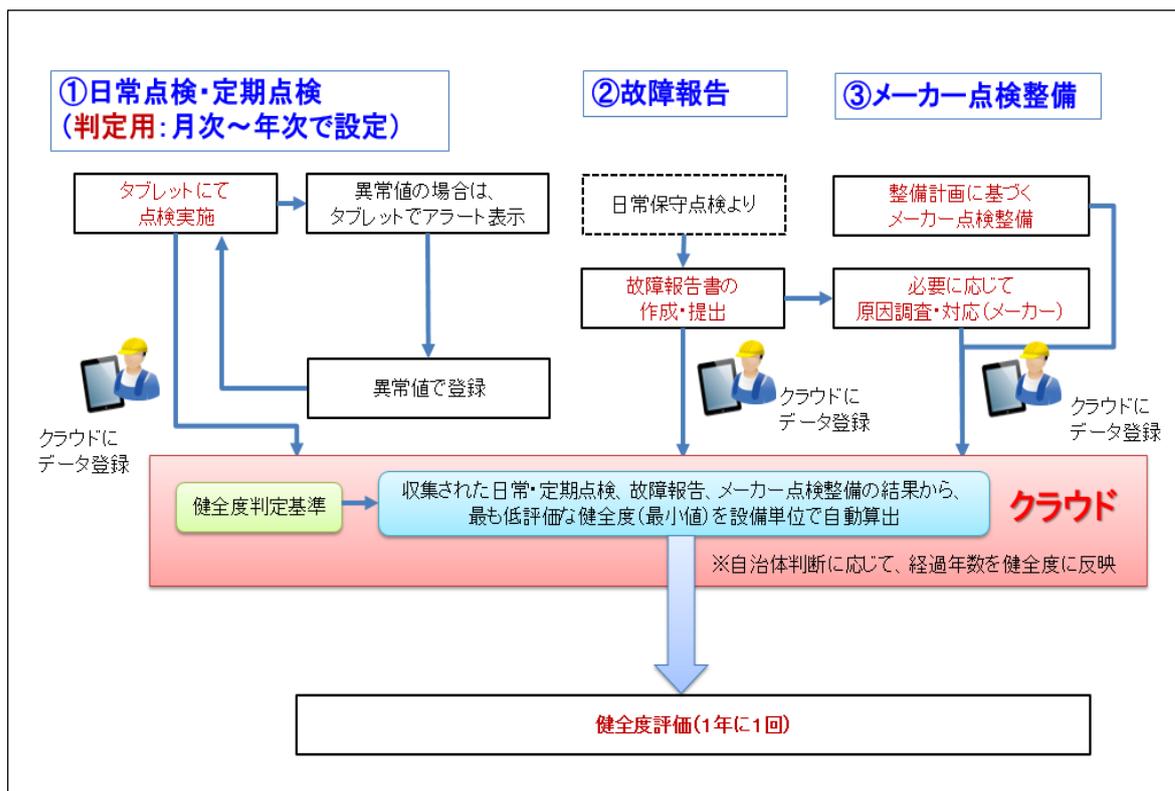


図 2-18 健全度評価フロー

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
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		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	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	動作状況	-	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		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"/>			4		
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	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。										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	A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。

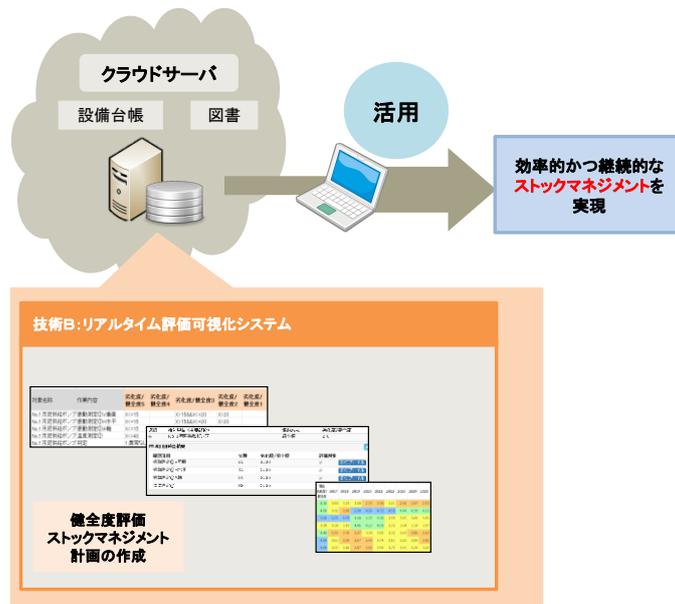


図 2-23 システム構成の概要

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。

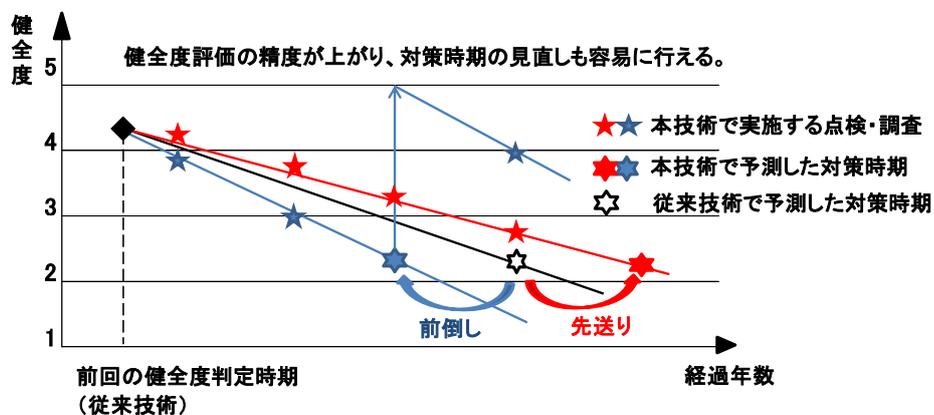


図 2-25 従来方法と本技術の健全度評価とストマネへの反映の違いのイメージ

§ 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。

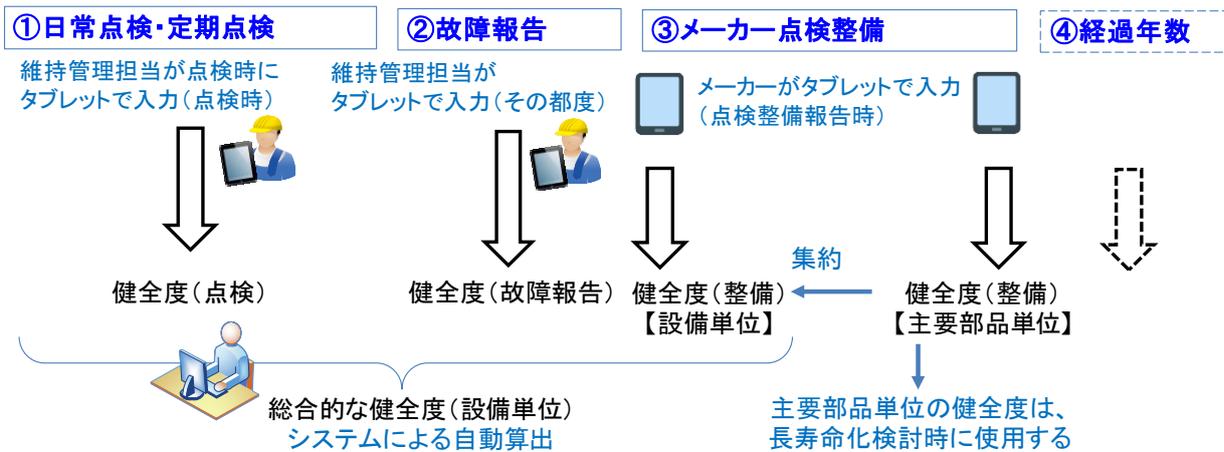


図 2-26 健全度判定のフロー

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	二系ブロワ	1984	20	40	二系ブロワNo.1	5.00	4.92	4.84	4.76	4.68	4.60
220	池田市下水処理	機械	二系ブロワ	1984	20	40	二系ブロワ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。

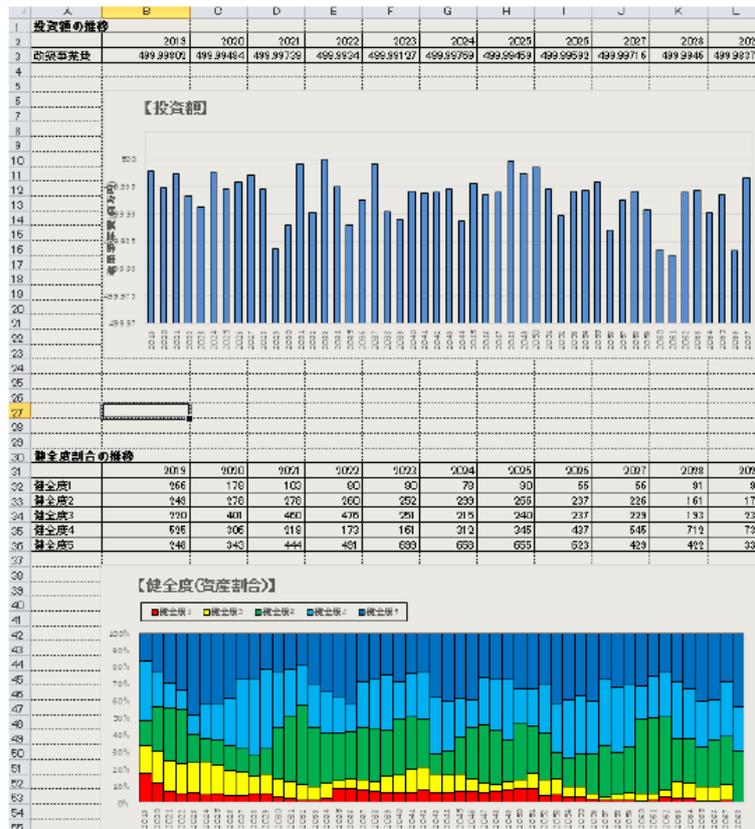


図 2-27 長期改築シミュレーションの出力例

(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	標置	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/範)	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/範)	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0			
	物理面診断(劣化の度合/範)	4: 安定運転ができ機絶上問	4.0			
	物理面診断(劣化の度合/範)	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/範) 漏洩、亀裂、傷	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/範) 腐蝕、剥離、変形	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/範) 漏洩、亀裂、傷	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/範) 腐蝕、剥離、変形	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で構成される。

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。

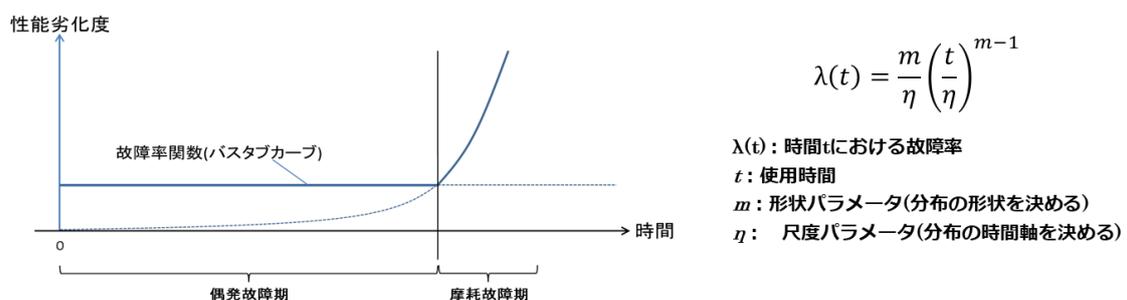


図 2-29 経年劣化モデル

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。

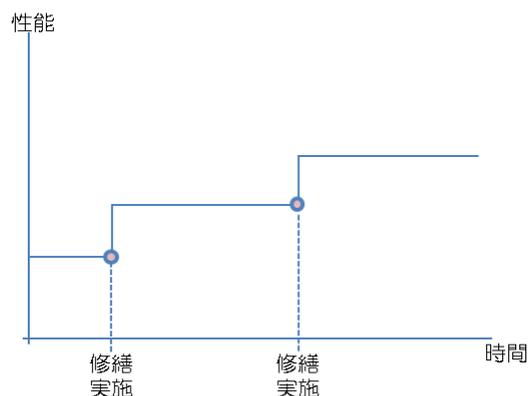


図 2-30 修繕効果モデル

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。

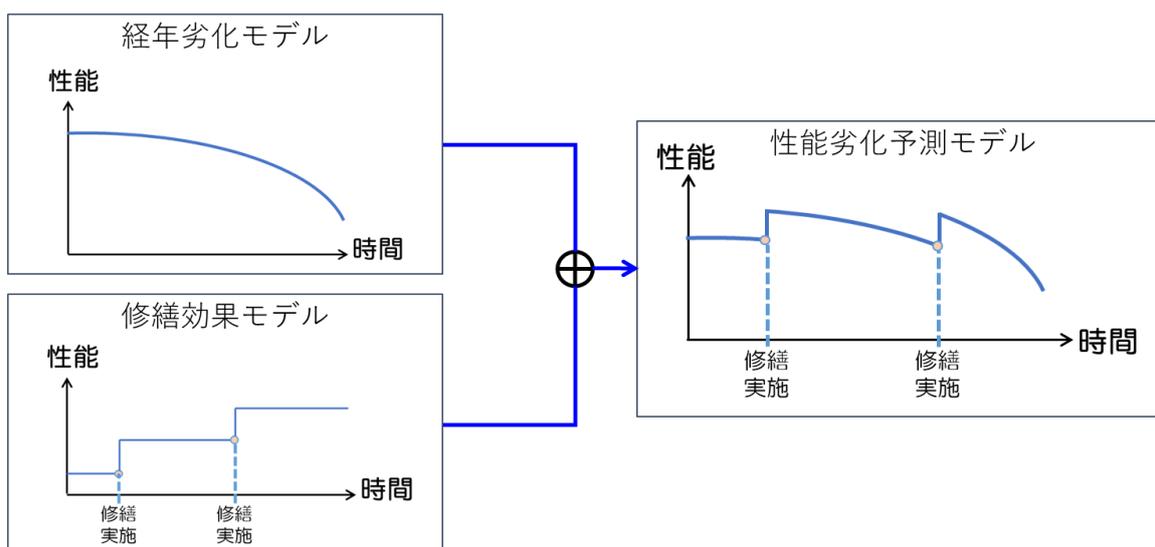


図 2-31 性能劣化予測モデルの導出

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。

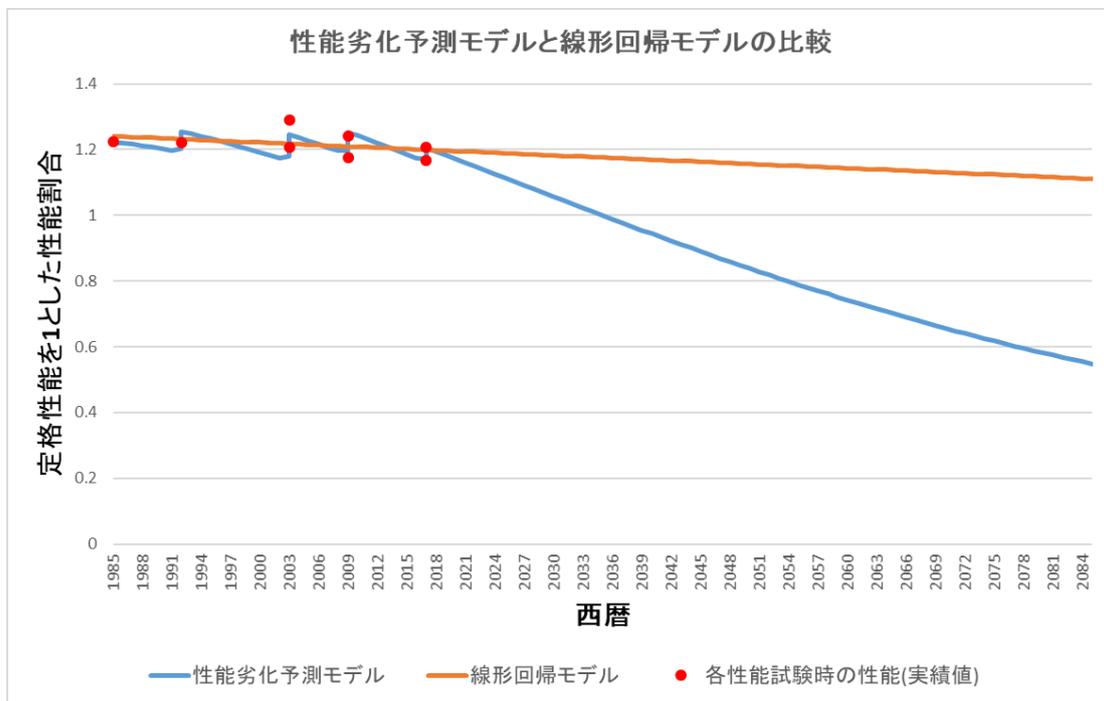


図 2-32 ブロワの性能データ(実績)/性能劣化予測モデル/線形回帰モデル

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。

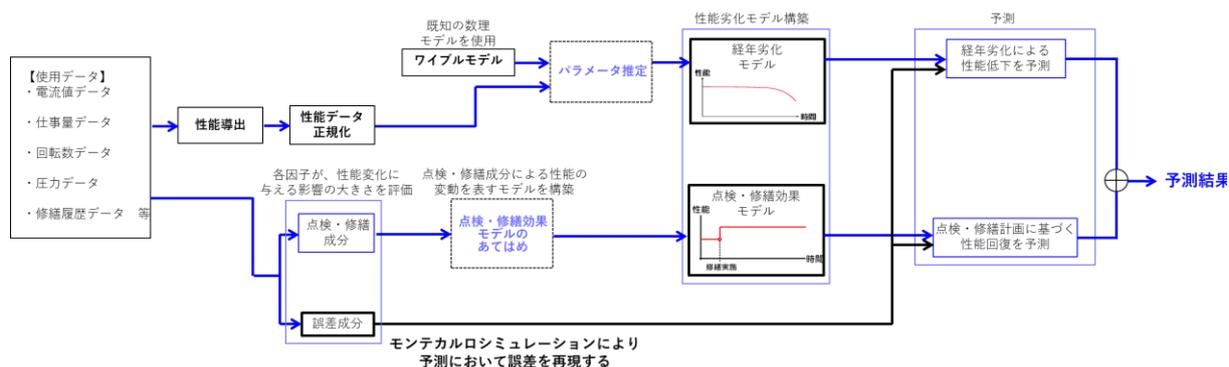


図 2-33 性能劣化シミュレーションの演算フロー

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

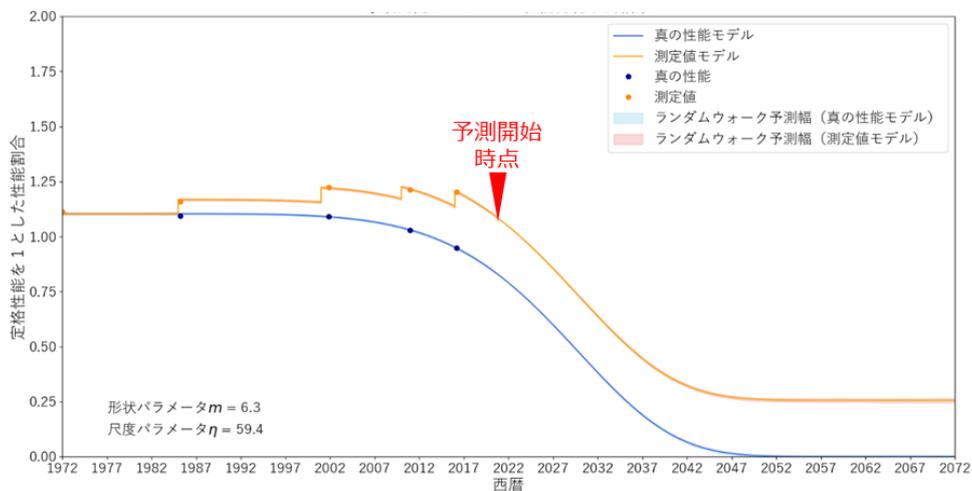
図 2-34 : 要素技術 B における健全度の導出結果 (Excel 出力)

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

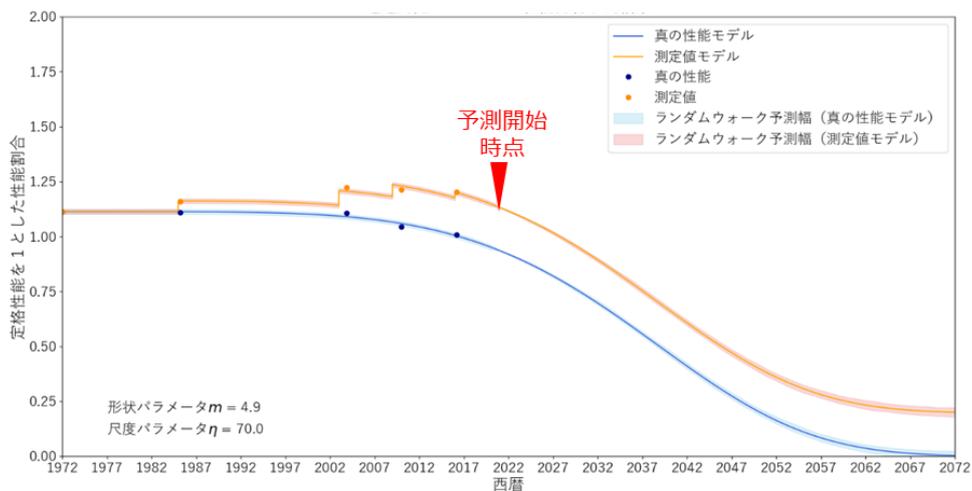


図 2-35 : 健全度が同じ機器に対する性能劣化シミュレーション結果

§ 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

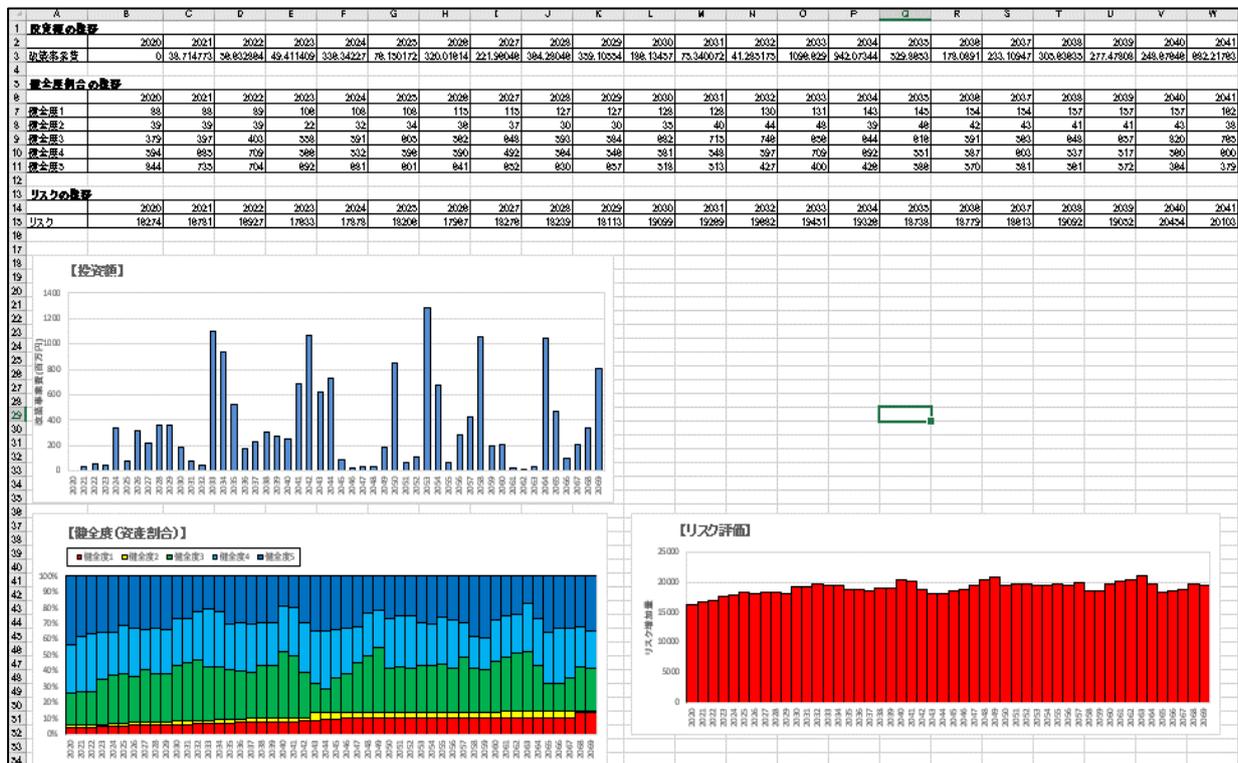


図 2-40 長期改築シミュレーション結果例

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

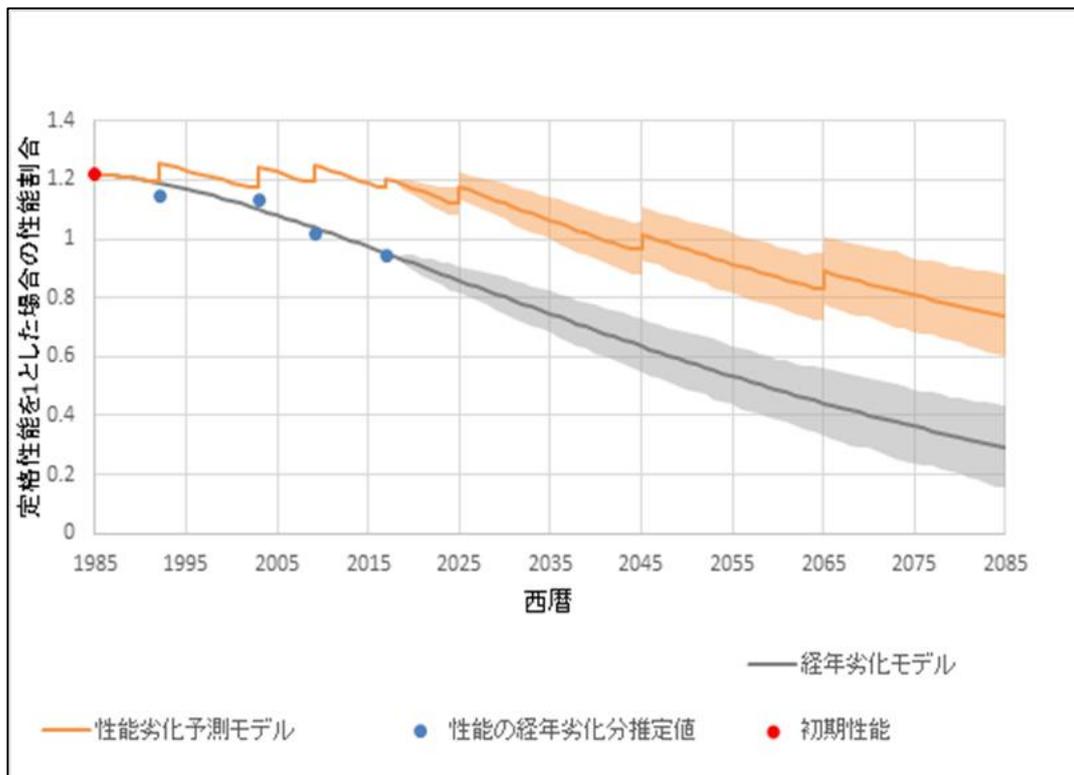


図 2-42 性能面を評価できる性能劣化シミュレーション

(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 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

PDCA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)

PDCA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)

PDCA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、PDCA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。

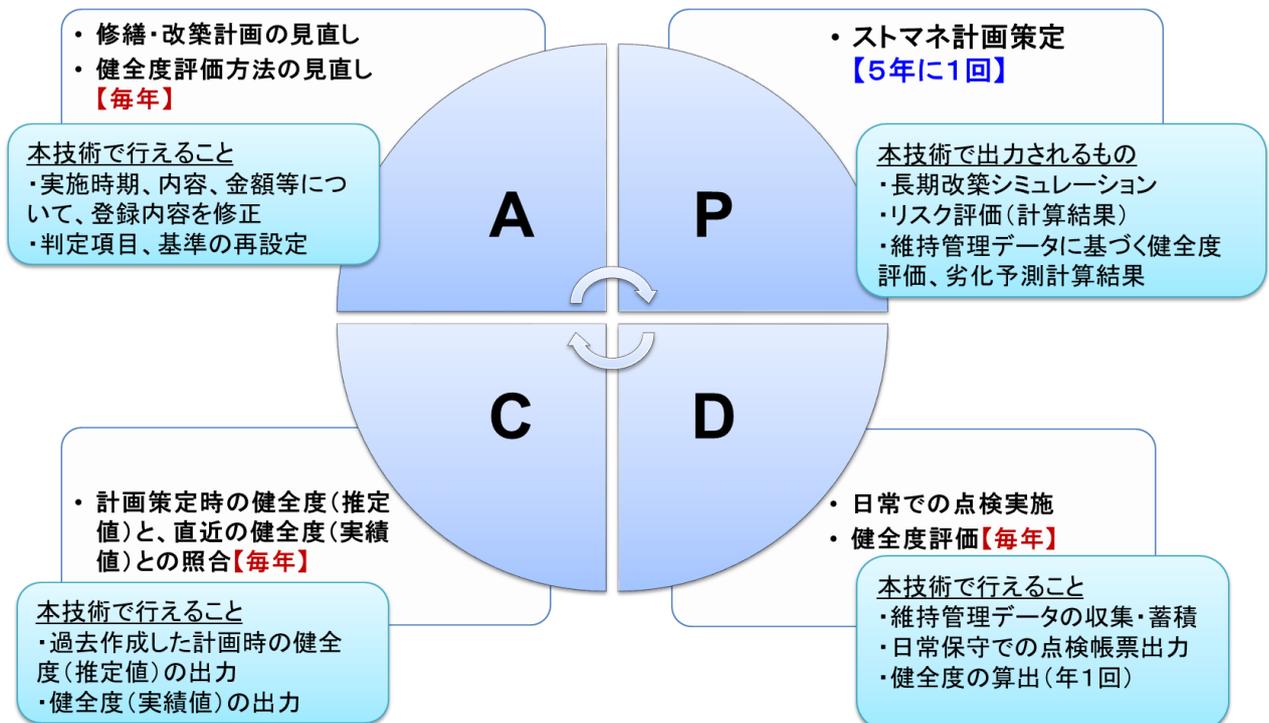


図 2-43 P D C A と関連させた運用方法

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。

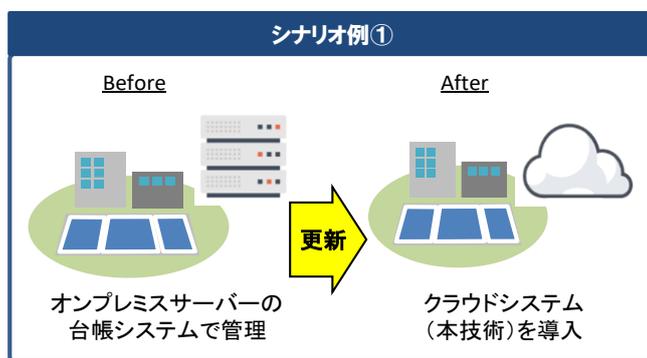


図 2-44 本技術の導入イメージ【シナリオ 1】

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。

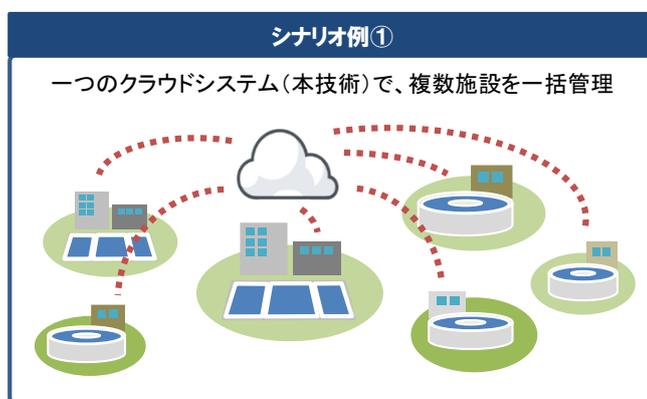


図 2-45 本技術の導入イメージ【シナリオ 2】

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。

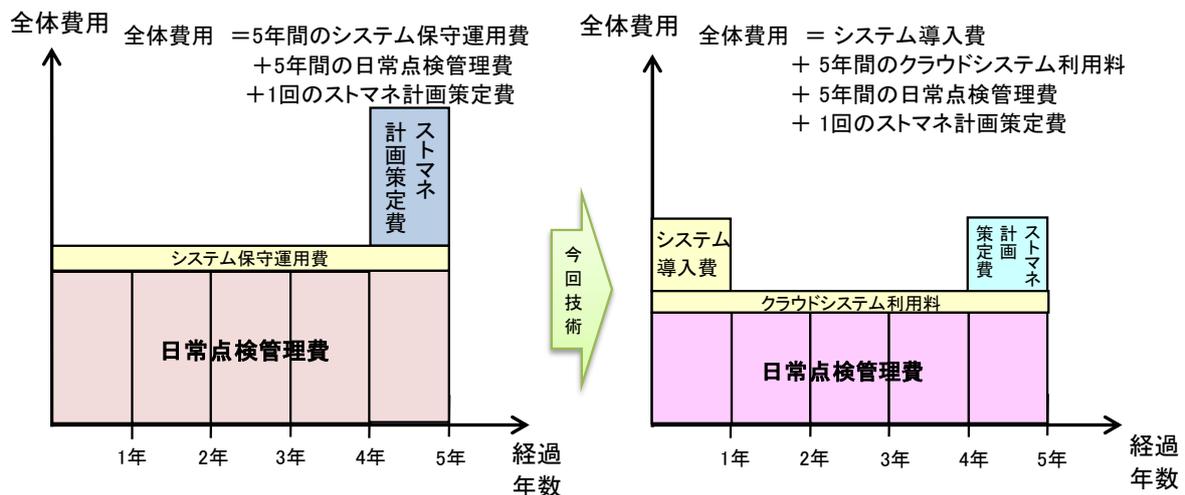


図 2-46 総費用の試算対象

§ 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年当たりに換算）

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年当たりに換算）

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。

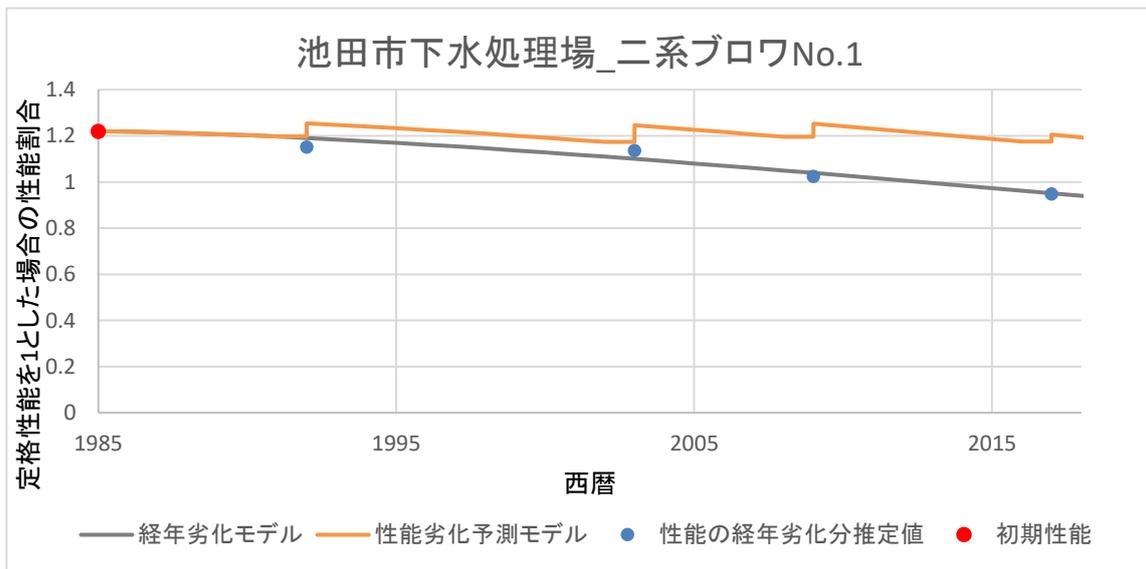


図2-47：二系ブロワ No.1 の性能劣化予測モデル

(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。

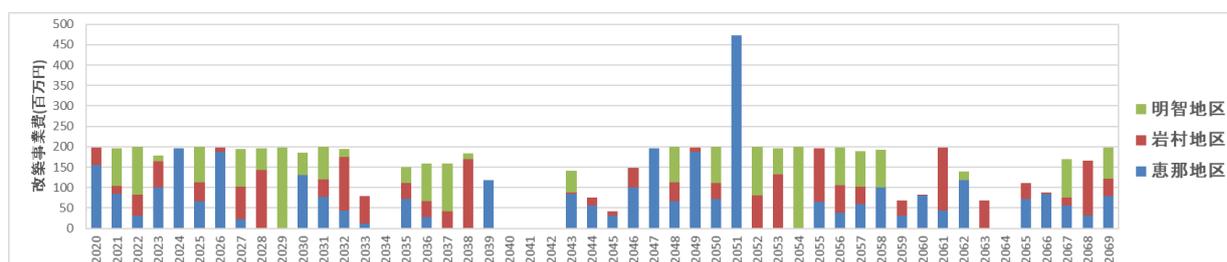


図2-48 複数処理場に対する統合的な長期改築シミュレーション実施例

(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工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%

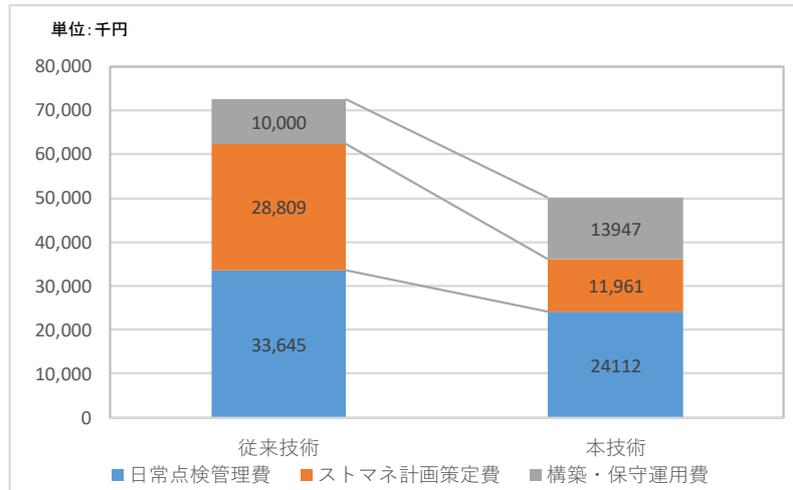


図 2-49 5年間の合計費用比較

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