



増屋 征訓

株式会社 NJS 執行役員・東京総合事務所副所長兼
アセットマネジメント1部長

下水道施設におけるプラントマネジメント

1. はじめに

日本の下水道は、人口普及率が令和2年度末で80.1%（人口普及率）に達し、管渠総延長約49万km、処理場数約2,200箇所、ポンプ場数約3,800箇所、総投資額約100兆円（処理場・ポンプ場への投資額約30兆円）と管理するストック量は膨大なものとなっている。

これらのストックは、昭和40年代から平成10年代に集中的に整備された。特に処理場・ポンプ場等のプラント施設については、図1に示すとおり、機械・電気設備の標準耐用年数である15年を経過した施設が全体の9割に達しており、老朽化が顕在化し、今まさに大改築時代を迎えている。

その一方で、人口減少及び少子高齢化社会の到来に伴う下水道使用料収入や技術職員の減少により、地方公共団体の財政状況の逼迫化及び執行体制の脆弱化が進行している。

このように人（執行体制）、モノ（施設管理）、カネ（財政管理）それぞれに課題がある中、適切かつ持続的に下水処理を行っていくためにはプラントマネジメントを確立、実行していく必要がある。

このような中、国では、技術的支援として平成27年11月に「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」を公表するとともに、財政的支援として平成28年4月に「下水道ストックマネジメント支援制度」を創設し、地方公共団体のマネジメントを支援している。

また、国は、平成29年8月に策定した「新下水道ビジョン加速戦略」において、重点施策の一つとしてマネジメントサイクルの確立を上げ、それを実現するために「維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン」の管路施設編を令和2年3月に、処理場・

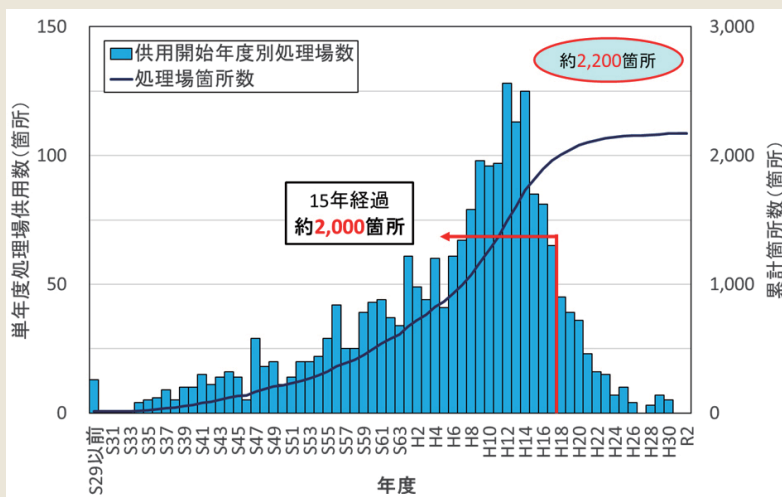


図1 処理場の年度別共用箇所数 出典：国土交通省下水道部HP

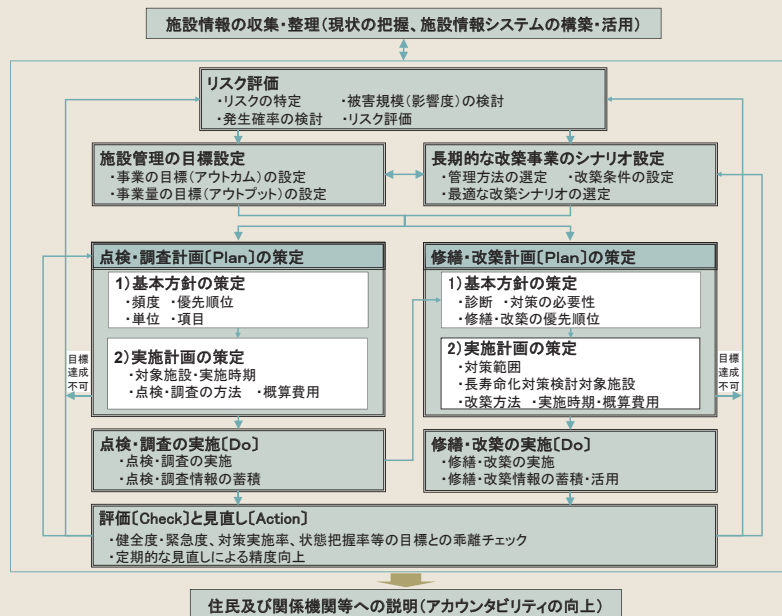


図2 下水道施設のストックマネジメント実施フロー

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年版 国交省

ポンプ場施設編を令和3年3月に公表している。

2. 下水道のストックマネジメントの概要

下水道のストックマネジメントは、目標とする明確なサービス水準を定め、施

設全体を対象に、その状態を点検・調査等によって客観的に把握、評価し、長期的な施設の状態を予測しながら、点検・調査、修繕・改築を一体的に捉えて計画的かつ効率的に管理し、限られたコスト及び人員体制の中で、機能維持・向上及びライフサイクルコストの低減を図る活

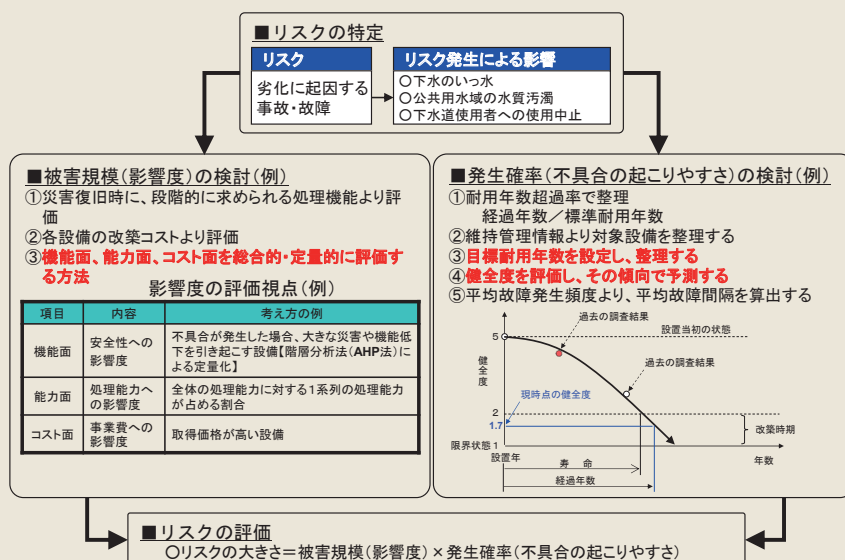


図3 下水処理場・ポンプ場施設のリスク評価概念図

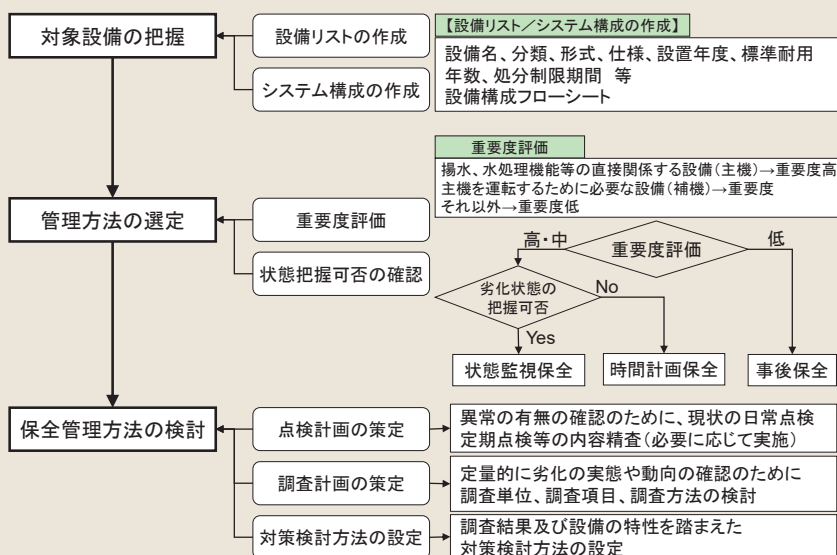


図4 処理場・ポンプ場施設の点検・調査計画策定フロー例

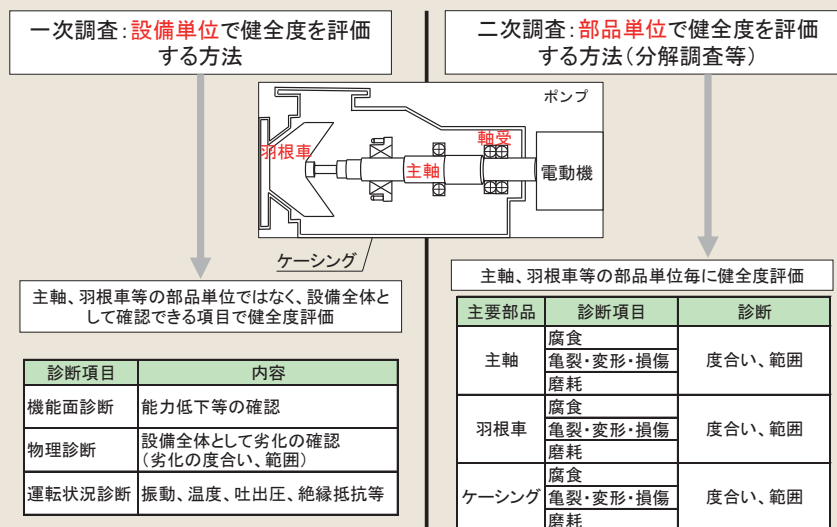


図5 処理場・ポンプ場設備の調査の単位・項目・方法の例

動である。

具体的には図2に示すとおり、リスク評価に基づく点検・調査及び修繕・改修事業の優先順位や管理方法の設定に基づく予防保全管理を推進し、事業の達成状況や管理水準等の目標を評価し、改善していく。

3. 処理場・ポンプ場施設の具体的なプラントマネジメント方法

3.1 リスク評価について

リスク評価は、リスクを特定し、そのリスクが発生した場合の被害規模と発生する確率を検討し、リスクの大きさを数値化して評価する。

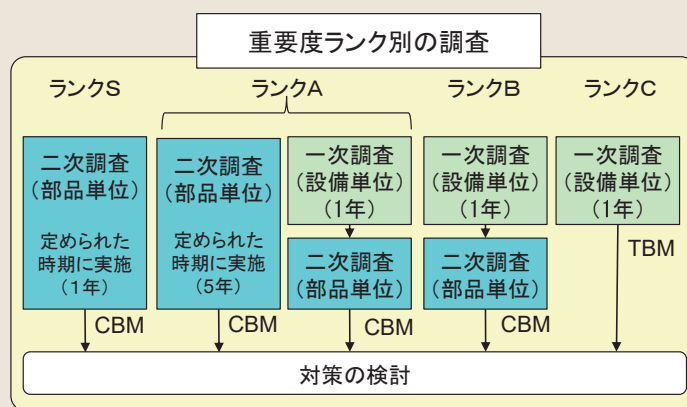
処理場・ポンプ場施設では、図3に示すとおり、設備の劣化に起因する事故・故障をリスクとし、被害規模については、沈砂・しき処理設備、揚水設備、水処理設備、汚泥処理設備等様々な機能・能力を有する設備で構成されていることから、機能面・能力面・コスト面を総合的に勘案し、対象設備の重要度として評価する。発生確率については、土木、建築、機械、電気それぞれで多種多様な設備を有していることから、個々の設備の期待される寿命を過去の改修実績や先進都市の事例を参考に目標耐用年数として設定するか、健全度評価・予測から評価する方法が一般的である。

3.2 点検・調査について

点検・調査は、図4に示すとおり設備リストやシステム構成を作成し対象設備を把握した上で、揚水、水処理機能等各処理システムの機能と主機・補機の別、及び状態把握の可否等から管理方法(状態監視保全、時間計画保全、事後保全)を選定し、重要でかつ状態把握が可能な状態監視保全設備に対して、点検・調査計画を策定し、実行する。

処理場・ポンプ場設備は、図5に示すとおり設備単位で健全度を評価する方法(一次調査)と部品単位で健全度を評価する方法(二次調査)がある。

高度な予防保全管理を行うためには、すべての状態監視保全設備に対して二次調査を行うことが有効であるが、水槽の水抜きや設備の分解等が伴い、手間とコストがかかることから、図6に示すとおり



S：主機で、不具合により大きな人災・二次災害を起こす設備 → 焼却設備等
A：主機に該当する設備 → 自動除塵機、主ポンプ等
B：補機に該当し、予備機又は代替手段がない設備 → しきコンベヤ、貯留槽攪拌機等
C：補機に該当し、予備機或いは代替手段がある設備 → 返送汚泥ポンプ等

CBM: 状態監視保全 TBM: 時間計画保全

点検・調査計画の取りまとめ

設備分類 名称	機器名称	重要度 ランク	状態確認作業		対策検討 単位・方法	
			点検	一次調査 二次調査	部品単位 機器単位	
沈砂池 設備	主流入ゲート	A	○	○	●	
	自動除塵機	A	○	○	●	
	しき脱水機	C	○	○	●	
主ポンプ 設備	汚泥ポンプ	A	○	○	●	
	ポンプ井攪拌機	C	○	○	●	
	初沈汚泥かき寄せ機	A	○	○	●	
水処理 設備	生汚泥ポンプ	C	○	○	●	
	水中攪拌機	A	○	○	●	
	送風機	A	○	○	●	
	終沈汚泥かき寄せ機	A	○	○	●	
	返送汚泥ポンプ	C	○	○	●	
	余剰汚泥ポンプ	C	○	○	●	
	次亜注入ポンプ	A	○	○	●	
	次亜貯留タンク	C	○	○	●	
	濃縮汚泥かき寄せ機	A	○	○	●	
	濃縮汚泥ポンプ	C	○	○	●	
汚泥処理 設備	汚泥貯留槽攪拌機	B	○	○	●	
	汚泥供給ポンプ	C	○	○	●	
	汚泥脱水機	A	○	○	●	
	高分子凝集剤溶解タンク	C	○	○	●	
	薬品定量供給機	C	○	○	●	
	ケーキ移送ポンプ	B	○	○	●	
	汚泥焼却炉	S	○	○	●	

※1: 状態確認作業における○の結果を踏まえた対策検討の必要性を判断する
 ※2: 「TBM」は主要部品の想定寿命(目標耐用年数)に基づいて対策方法を検討する
 ※3: 「CBM」は部品単位の調査結果(二次調査結果)に基づいて対策方法を検討する

図6 設備の重要性に応じた調査方法及び対策検討方法の例

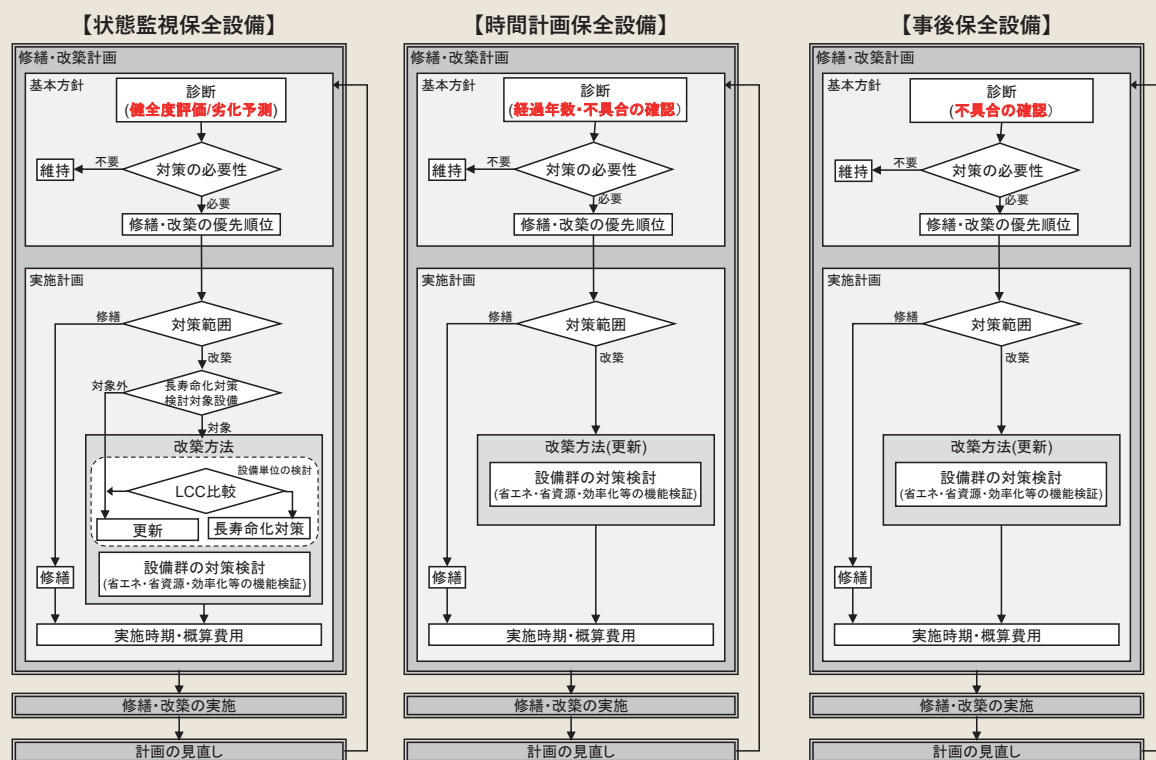


図7 下水処理場・ポンプ場施設の修繕・改築計画策定・実施フロー

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年版 国交省 筆者加筆

り設備の重要性に応じて調査方法を選定する。また、調査方法に応じて対策検討方法(TBM又はCBM)を選定する。

3.3 修繕・改築について

修繕・改築は、図7に示すとおり、診断結果に基づき対応(維持、修繕、改築)を判断し、修繕・改築実施計画を策定・実行する。なお、診断方法や計画策定方法は管理方法(状態監視保全、時間計画

保全、事後保全)により異なる。

(1) 状態監視保全設備の診断及び修繕・改築実施計画について

診断では、調査結果を踏まえて、健全度評価及び予測を行い、修繕・改築実施計画期間(5～7年)に健全度2以下(対策が必要な健全度)に該当する設備を修繕・改築対象として整理する。

修繕・改築実施計画は、主要部品の取

替えにより長寿命化が可能な設備(長寿命化対策検討対象設備)について図8に示すように健全度評価・予測に基づき更新シナリオと長寿命化シナリオのライフサイクルコスト(LCC)比較を行い、長寿命化対策か更新かを選定する。長寿命化対策の例を図9に示す。

なお、機械・電気設備は、技術開発が著しいため、図10に示すように設備群(処

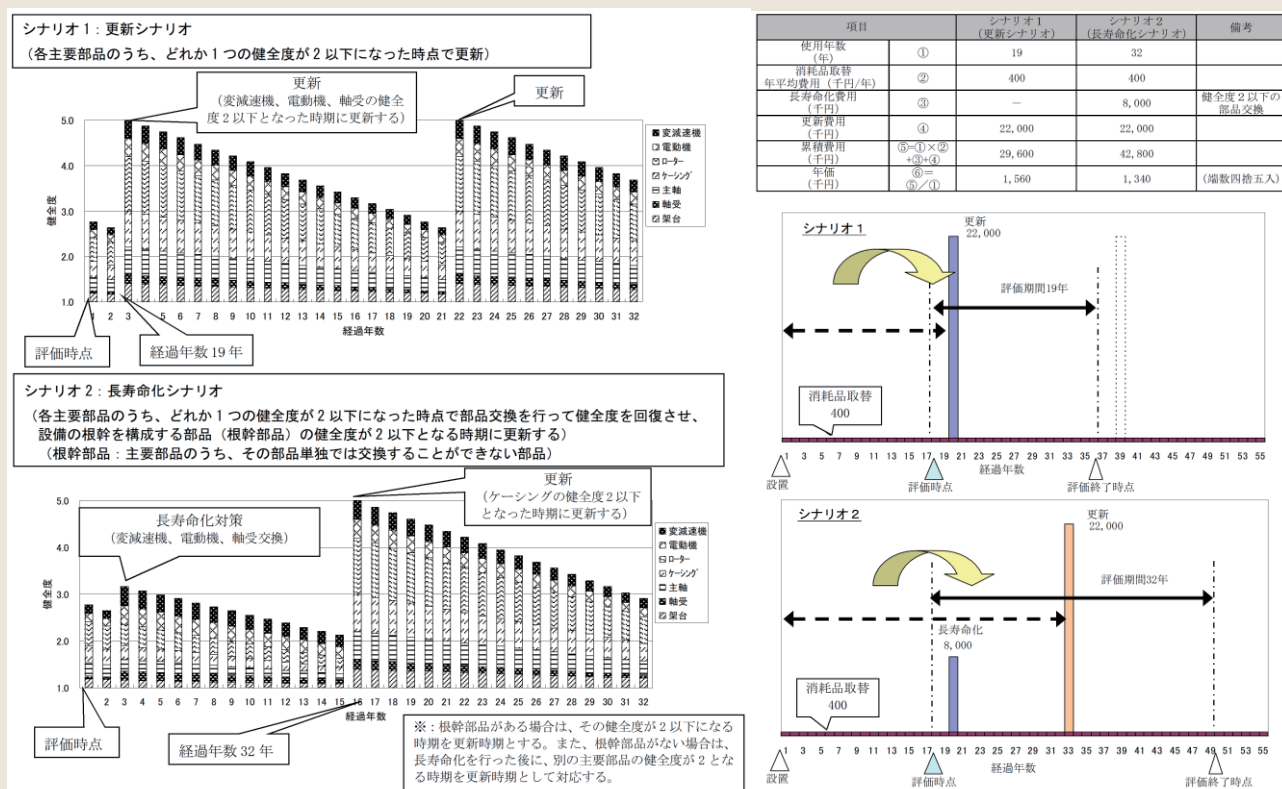


図8 下水処理場・ポンプ場施設の健全度予測に基づくLCC比較例
出典：下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版 国交省

理機能を発揮するために必要な設備の集合体)として省エネルギー、省資源化、効率化等総合的に検討を行い、必要に応じて長寿命化対策を更新に変更することもある。

(2) 時間計画保全設備の診断及び修繕・改築実施計画について

診断では、経過年数が目標耐用年数を超過している或いは不具合が発生している設備を修繕・改築対象として整理する。

修繕・改築実施計画では、対象となった設備は基本的に更新とする。時間計画保全設備の多くは、電気設備であるため、目標耐用年数到達前に、関連する機械設備の更新に伴い一体的に更新が必要な場合や、逆に目標耐用年数に到達しても機械設備を更新せず電気設備単独の更新の必要性が低い場合は、更新を見送る。

(3) 事後保全設備の診断及び修繕・改築実施計画について

診断では、不具合が発生している設備を修繕・改築対象として整理する。

修繕・改築実施計画では、対象となった設備は基本的に更新とする。

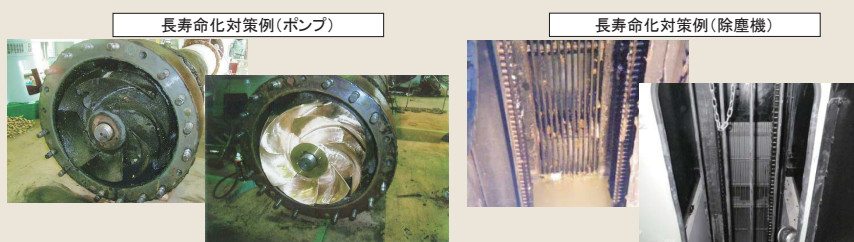


図9 長寿命化対策の例(左：インペラ取替え(国交省HPより)、右：スクリーン等取替え)

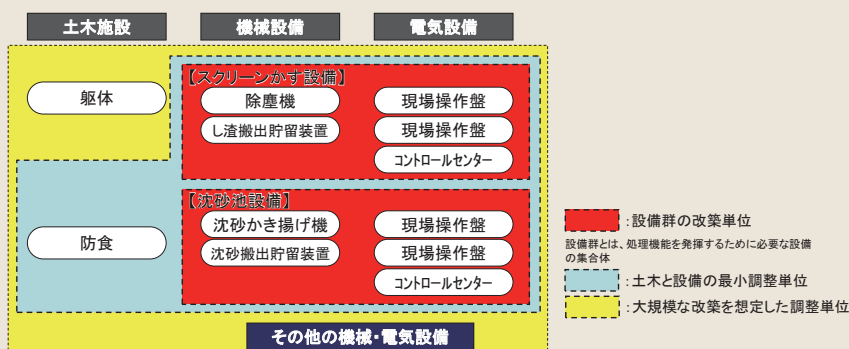


図10 下水処理場・ポンプ場施設の設備群と検討例
出典：下水道事業のストックマネジメント実施に関するガイドライン-2015年版 国交省

4. おわりに

多くの下水道事業体では第一期のストックマネジメント計画を策定し、実行

段階にある。今後は、図11に示すように施設・設備情報、維持管理情報(故障、保守・点検、調査・診断情報等)及びス

トックマネジメント情報（リスク評価結果、点検・調査及び修繕・改築の実施方針、実施計画情報等）をデータベースシステムに蓄積し、その情報を有効に活用してマネジメントサイクルを確立・向上していくことが必要である。

また、処理場・ポンプ場施設を管理する熟練技術者の減少により、今後プラントマネジメントの質の低下が懸念される。

各種設備診断に必要な振動、電流、温度等のセンサー及び解析ツールの開発が進み、また、クラウドサービスも普及していることから、今後は図12に示すようなIoT及びクラウドサービスを活用した広域的な設備保全管理を推進し、プラントマネジメントの向上を図ることが有効である。

ますやゆきのり／株式会社NJS執行役員・東京総合事務所副所長兼アセットマネジメント1部長／1994年株式会社NJS入社。上下水道施設の機械設備の調査・計画・設計に従事し、2002年からデータベースシステムの開発を行い、2006年頃から本格的にアセットマネジメントにかかわり、劣化分析やリスク評価に基づくマネジメント計画業務に従事するとともに、国のガイドライン類の作成に携わっている。また、2013年から全国上下水道コンサルタント協会事業運営支援小委員会の委員（2018年から委員長）として官民連携の推進に携わっている。

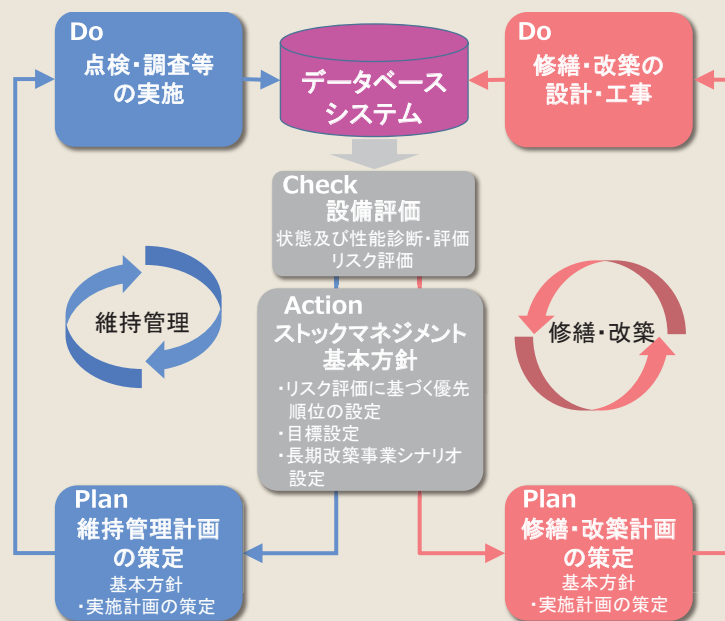


図11 維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル

出典：維持管理情報等を起点としたマネジメントサイクル確立に向けたガイドライン（処理場・ポンプ場施設編）-2021年版 国交省

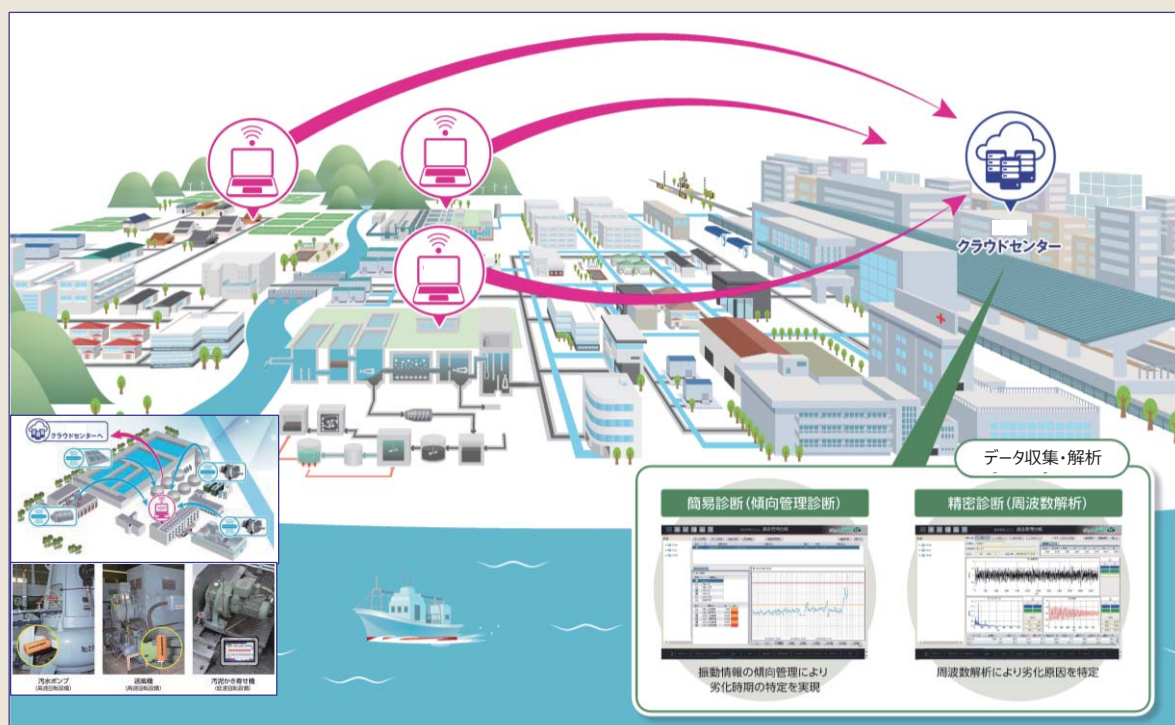


図12 IoT及びクラウドサービスを活用した広域的な設備保全管理のイメージ