

第3章 導入検討

第1節 導入検討手法

§ 17 導入検討手順

本技術（センシング技術、ビッグデータ分析技術、組合せ技術）の導入の検討にあたっては、対象とする下水道施設について現況および課題などを把握し、導入効果の評価を行った上で、導入の可否を判断する。

【解説】

本技術（センシング技術、ビッグデータ分析技術、組合せ技術）の導入にあたっては、図 3-1 に示す検討フローにしたがって、必要な情報を収集・整理し、導入効果の推定を行った上で、導入の可否を判断する。

なお、本技術はセンシング技術のみ導入したり、ビッグデータ分析技術のインバリエント分析技術のみ導入したりと、各々の技術を単独で導入することも可能である。

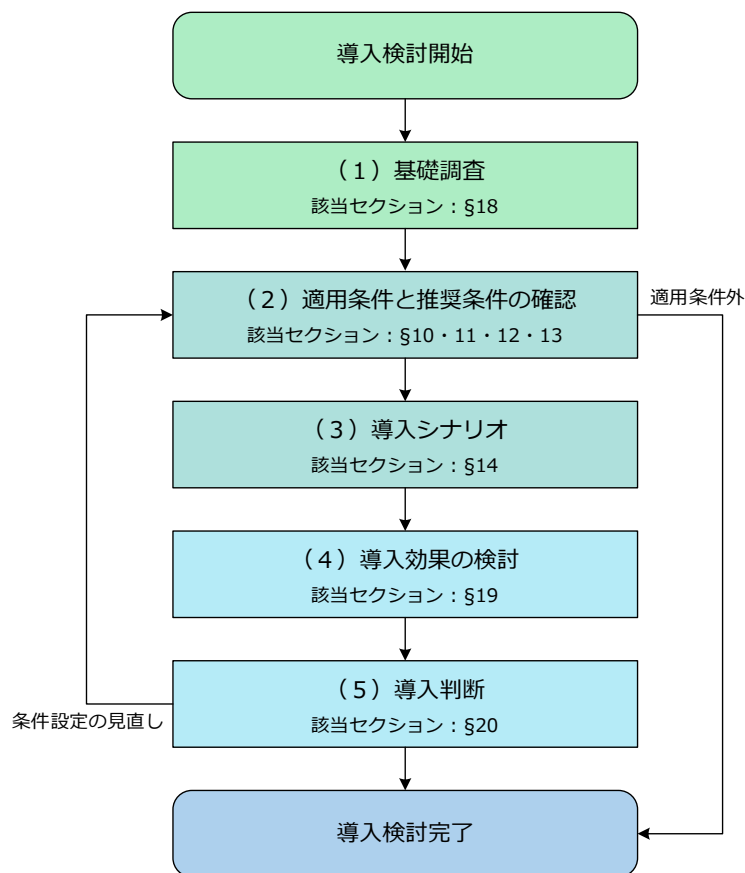


図 3-1 導入検討のフロー

§ 18 基礎調査

本技術の導入検討に際して、以下の項目を実施する。適用範囲外の場合は、本技術の適用が不可となるため、導入検討はここで終了となる。

(1)資料の収集

(2)適用範囲の確認

【解説】

本技術の導入検討に際して、以下の項目を実施する。適用範囲外の場合は、本技術の適用が不可となるため、導入検討はここで終了となる。

(1) 資料の収集

まず、効果推定のため条件の設定に必要な各種資料の収集を行う。

収集する資料とその目的を表 3-1 に示す。

表 3-1 収集する資料とその目的

収集する資料	目 的
計画図面、施設図面	・ 本技術を導入する範囲（導入検討範囲）を設定する
機器台帳	・ センシングに必要なセンサ数、オンライン振動収集装置数を設定する
システム設計書、計装フローシート	・ ビッグデータ分析の適用条件が満たされていること確認する
計装設備収集データ	・ ビッグデータ分析の検証可否を確認する
設備維持管理、運転記録	・ 分析モデル、異常検知しきい値の設定を検討する

(2) 適用範囲の確認

センシング技術やビッグデータ分析技術および組合せ技術の導入を検討する場合は、第2章第2節から始まる「技術の適用条件」に示した条件を満たしているか、もしくは将来的に満たす可能性があるかを確認する。

適用範囲外の場合は、本技術の適用が不可となるため、導入検討はここで終了となる。

§ 19 導入効果の検討

本技術を導入した場合の導入効果について検討する。

- (1) 効果推定のための条件の設定
- (2) 導入効果の推定

【解説】

本技術を導入した場合の導入効果について検討する。

(1) 効果推定のための条件の設定

収集した資料をもとに、導入効果を推定するための条件を設定する。

必要な項目とその設定方法を表 3-2 に示す。

センシング技術では、導入対象機器の選定を行い、対象となる機器点数に測定点数（基本 4 点）を乗じることにより振動センサ数を算出する。そのうえで、設備単位、フロア単位でオンライン測定装置設置台数の設定を行う。

インバリエント分析技術（異常予兆検知）では、導入対象設備の選定を行い、ビッグデータ分析装置のシステム構成を設定する。異種混合学習技術（劣化進行予測）は、ポンプ設備を対象とし、ビッグデータ分析装置の整備状況若しくは過去データの蓄積状況に基づき、分析の可否、効果を検討する。

表 3-2 効果推定のための条件とその設定方法

項目	設定方法
導入範囲	施設図面、機器台帳、計装フローシートを参考に、本技術を導入する範囲を決定する
振動センサ数、オンライン振動収集装置	導入検討範囲における水処理施設構成や汚泥処理施設構成を確認し、導入するセンサ数、オンライン振動収集装置数を設定する
ビッグデータ分析装置のシステム構成	導入検討範囲における水処理施設構成や汚泥処理施設構成を確認し、ビッグデータ分析装置のシステム構成を設定する
定期修繕周期、更新周期	機器台数、定期修繕計画、更新計画を参考に、現状の定期修繕周期、更新周期を把握する
故障頻度	故障報告書を参考に、本技術の導入により検知可能な故障件数を設定する
計装点検周期	計装点検計画を参考に、本技術の導入により点検周期を延伸することが可能な計装点検項目を設定する

(2) 導入効果の推定

効果推定のための条件の設定に基づき、本技術の導入における経費回収年を推定する。

コスト面での導入効果として経費回収年の定量化を行うが、導入効果の検討例として当該下水道施設を評価規模から導入効果を求め検討を行う。

用いる試算シナリオとして、保全管理を行うにあたり定期的な修繕計画を立案・実施していた下水処理場において、本技術を導入し、保全方法を、ICTを活用した状態監視保全へ変更した場合の経費回収年を求めている。

経費回収年は、建設費、維持管理費、導入効果より以下のとおり算出する。

$$\text{経費回収年} = \text{建設費} / (\text{導入効果} - \text{維持管理費})$$

1) 評価規模

以下の評価規模の下水処理施設について導入効果の検討を行った。

- ① 標準活性汚泥法、現有処理能力 10,000m³/日の場合
- ② 標準活性汚泥法、現有処理能力 50,000m³/日の場合
- ③ 標準活性汚泥法、現有処理能力 100,000m³/日の場合

評価規模ごとの建設費、維持管理費等の根拠として、表 3-3 に示す調査結果（国総研調べ）を用いた。

表 3-3 導入効果の検討に用いた機器点数

機器名	1万m ³ /日 台	5万m ³ /日 台	10万m ³ /日 台
污水主ポンプ	4	4	6
汚泥ポンプ	7	12	17
脱臭ファン	2	4	7
送風機	4	4	5
遠心脱水機	2	2	3
遠心濃縮機	1	2	3

これらの条件をもとに、本技術の各種効果の試算を行うための条件を共同研究体で設定した。各評価規模における主な機器の設置台数を表 3-4 に示す。

表 3-4 各評価規模における主な設定条件

項目	単位	1万m ³ /日	5万m ³ /日	10万m ³ /日
		数量		
オンライン振動収集装置（8ch）	台	12	15	24
振動データ監視用PC	式	1	1	1
振動センサ	台	80	112	164
振動センサ延長ケーブル	本	80	112	164
振動センサ取付座	個	80	112	164
振動測定装置試験調整費	式	1	1	1
振動センサ取付工事	式	1	1	1
オンライン振動監視システム工事	式	1	1	1
ビッグデータ分析装置	式	1	1	1

オンライン振動収集装置はアナログ入出力 8ch（ch 数はセンサ接続可能数を示す）の仕様である。基本的に機器 1 台につき測定点が 4 点あることから入力 4ch 分を使用する。よってオンライン振動収集装置 1 台で機器 2 台の測定が可能である。オンライン振動収集装置を設置する際は、測定対象機器と ch 数を考慮し、設置場所が近いもの同士を 1 グループとして配置計画を立てるようにすると良い。

例として、汚泥ポンプ 6 台を測定したい場合は $6 \text{ 台} \times 4\text{ch} = 24\text{ch}$ となることから、オンライン振動収集装置が 3 台（ $24\text{ch} \div 8\text{ch} = 3 \text{ 台}$ ）必要となる。

現有処理能力モデルケース別のオンライン振動収集装置設置内訳フローを図 3-2、図 3-3、図 3-4 に示す。

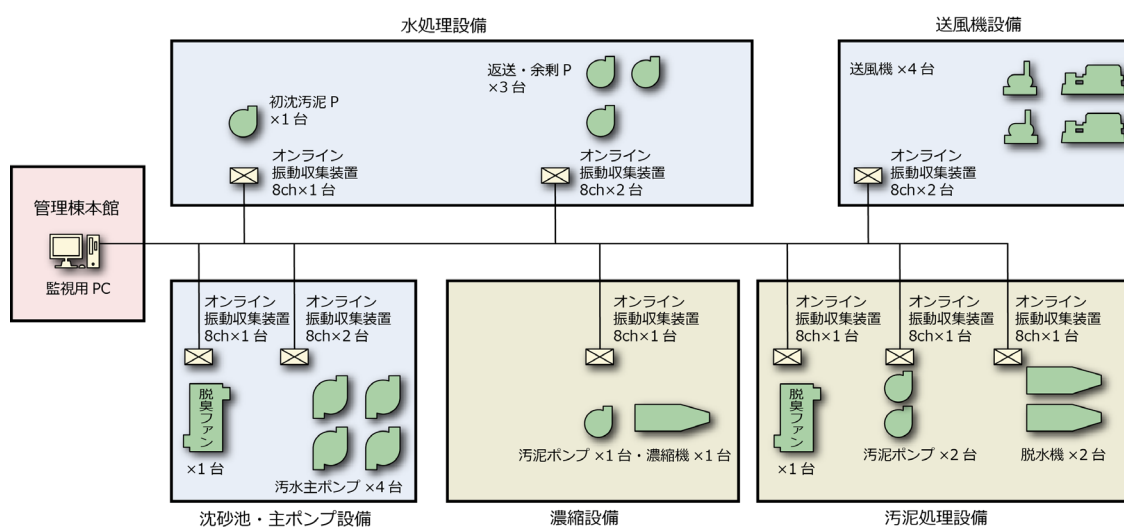


図 3-2 現有処理能力 10,000m³/日モデルケースのオンライン測定装置設置内訳フロー

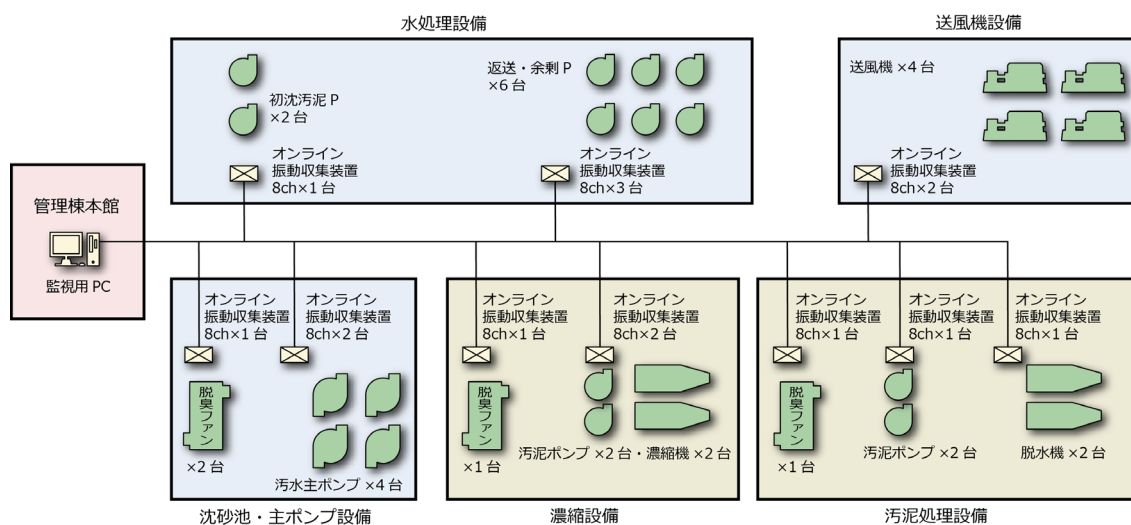


図 3-3 現有処理能力 50,000m³/日モデルケースのオンライン測定装置設置内訳フロー

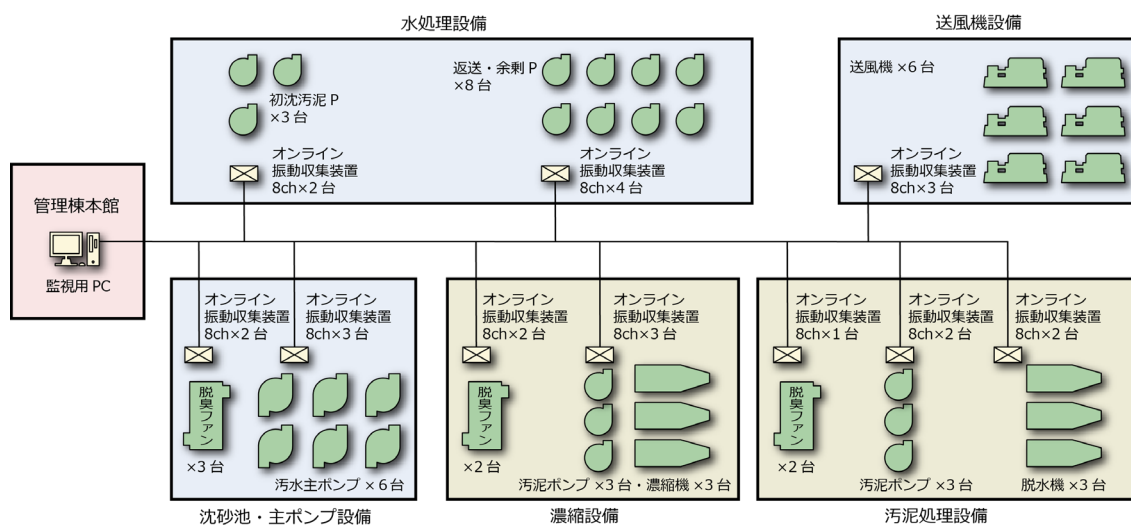


図 3-4 現有処理能力 100,000m³/日モデルケースのオンライン測定装置設置内訳フロー

2) 経費回収年の算出

① 建設費

本技術の導入に必要なとなる建設費は以下となる。

a. センシング技術

- ・オンライン振動収集装置：回転機器に取り付けた振動センサの信号を収集、記録するための装置の機器費
- ・汎用コントローラ：オンライン振動収集装置で収集した振動データを A/D 変換し、CSV データとして振動データ監視用 PC へ伝送するための装置の機器費。
- ・振動データ監視用 PC：オンライン測定装置で収集、記録したデータを統合的に管理（傾向管理や精密診断）するための装置の機器費
- ・オンライン振動監視システムの初期調整費：システムへの機器名称登録や機器情報を入力する費用
- ・振動センサ：機器に取り付ける振動センサの機器費
- ・振動センサ延長ケーブル：振動センサとオンライン振動収集装置を接続する延長ケーブルの機器費
- ・振動センサ取付座：機器へのセンサ取り付けのための取付座の機器費
- ・振動測定装置試験調整費：機器に取り付ける振動センサからの信号が、適切に振動データ監視用 PC に入力されるかを確認するための費用
- ・振動センサ取付工事：回転機器へ取付座を取り付けるとともに、振動センサを設置するための費用
- ・オンライン振動監視システム設置工事：オンライン振動収集装置・汎用コントローラ・振動データ監視用 PC の設置、振動センサ延長ケーブルの敷設、中継ボックスの敷設、中継ボックスからオンライン振動収集装置間のケーブル敷設・接続、汎用コントローラから振動データ監視用 PC 間の LAN ケーブル敷設・接続などの電気工事一式を含む費用

b. ビッグデータ分析技術

- ・ビッグデータ分析装置：ビッグデータ分析に必要な機器費と異常予兆検知のアプリケーションソフトウェア（ライセンス費含）に関わる費用
- ・ビッグデータ分析装置設置工事費用：ビッグデータ分析装置の構成品を設置し、既設の中央監視システムと接続する費用

注）劣化進行予測は分析作業委託を想定しているため、建設費については、異常予兆検知（インバリエント分析）を主としている。

② 維持管理費

本技術の導入後に必要となる維持管理費は以下となる。

- ・ 振動センサ校正

センシング技術に用いる振動センサの校正費用。振動センサは長期間使用した場合、誤差が生じる可能性があるため、定期的な校正作業が必要となる。

- ・ ビッグデータ分析装置年間維持管理費

予測式（異種混合学習）および分析モデル（インバリエント分析）のチューニング（検証・調整など）に関わる費用である。

③ 算出条件

本技術の経費回収年を求める際に必要となる周期延伸倍率は、B-DASH 実証実験で得られた成果をもとに補修点検周期の従来比 1.2 倍延伸、更新周期の従来比 1.1 倍延伸として導入効果を算出した。

なお、補修点検費、更新費、補修点検周期については、調査結果（国総研調べ）をもとに設定を行い、更新周期には標準耐用年数（平成 3 年 4 月 23 日事務連絡別表（平成 15 年 6 月 19 日改正））を用いている。

突発故障低減による維持管理費の縮減効果の算出においては、実証フィールドとして測定を行った守谷浄化センター実機振動測定結果（平成 27 年 11 月 1 日～令和元年 8 月 31 日までの約 4 年間）を検証し、振動診断による突発故障軽減効果を求めた。なお、それ以外の数値である劣化起因の故障件数、故障対応の人件費、設備故障時の対応費用（外注費）は、調査結果（国総研調べ）をもとに設定した。

また、計装設備の点検周期延伸については、日高市浄化センターの検証結果をもとに、点検対象となる計装機器の約 72%が 1 年に 1 回の点検から 2 年に 1 回の点検に周期延伸できると仮定して、その効果を設定した。

算出の根拠を表 3-5 に示す。

表 3-5 経費回収年の算出根拠

機器名	改築更新 周期 (年)	更新費用 (百万円)	定期修繕 周期 (年)	定期修繕 費用 (百万円)	劣化起因の 故障発生 件数 (件/台/年)	故障対応の人員費 (千円/年)			設備故障時の 対応費用 (外注費) (百万円/件)
						1万m ³ /日	5万m ³ /日	10万m ³ /日	
汚水主ポンプ	15	24	8	7	0.040	4	9	17	2.9
汚泥ポンプ	15	7	7	2	0.018	1	5	8	0.9
脱臭ファン	10	6	3	1	0.026	0	6	5	0.2
送風機	20	57	9	7	0.040	3	7	9	2.4
遠心脱水機	15	170	7	16	0.107	2	7	9	6.0
遠心濃縮機	15	160	6	13	0.094	1	12	33	2.0

項目	1万m ³ /日		5万m ³ /日		10万m ³ /日	
	対象機器 (台)	費用 (百万円)	対象機器 (台)	費用 (百万円)	対象機器 (台)	費用 (百万円)
計装設備点検業務委託費	54	4	94	6	179	13

- ・改築更新周期は標準耐用年数とした（平成3年4月23日事務連絡別表より（平成15年6月19日改正））
- ・更新費用、定期修繕周期、定期修繕費用、劣化起因の故障発生件数、故障対応の自治体人員費、設備故障時の対応費用(外注費)、計装設備点検業務委託費は、国土技術政策総合研究所による全国下水処理場への調査結果より

④ 導入効果の試算シナリオ

本技術の費用回収年を試算するために用いられる簡易算定式には、導入効果として4つの試算シナリオがある。次項の簡易算定式にて費用回収年を検討するにあたり、導入効果①～④の考え方を示す。なお、導入効果として掲げている数値は、本研究の実証フィールドで得た値を採用している。

導入効果①（修繕周期 1.2 倍、更新周期 1.1 倍延伸効果）ーセンシング技術ー

保守点検業務を実施するにあたり、定期修繕を実施していた下水処理場が、センシング技術を導入し、ICT を活用した状態監視保全とすることで、機器軸受の異常を定量的に診断できるようになり、修繕や更新時期の最適化を図ることができる。これにより定期修繕周期 1.2 倍および更新周期 1.1 倍（国総研調べ）の周期延伸を図るものとする。

導入効果②（故障頻度 5.8%低減効果）ーセンシング技術ー

機器の軸受部をオンライン振動監視することで、対象機器の 5.8%（守谷市実験結果）に対し異常を早期発見し、事前に必要な対策を講じることで、突発故障による緊急対応に関わる費用増加を抑えたものとする。これにより機器振動が AMD 基準または AMD 基準適用対象外機器の専用基準が定める要処置域に達した機器に対し、突発故障を未然に防げたものとして低減効果を図るものとする。

導入効果③（計装設備点検の周期延伸効果）ーインバリエント分析技術ー

インバリエント分析技術を導入することで、計装機器の数値異常や断線、エラー等の不具合を、異常度（AnomalyScore）の上昇によって把握することが可能となることから、監視対象となる計装機器の異常度が上昇しなかったものと仮定し、1 年に 1 回実施していた計装設備点検を、定期的な校正が必要な機器を除いた 72%（日高市調査結果）の機器を対象に 2 年に 1 回の実施に周期延伸したものとする。

導入効果④（オンライン化による作業効率向上効果）ーセンシング技術ー

点検者 1 名がポータブル振動計を用いて、振動測定を月 1 回行った場合にかかる人件費を削減する。センシング技術を導入し、機器振動をオンライン振動監視とすることで 1 機器あたり 15 分程度要する振動測定時間を不要とし、作業効率の向上を図るものとする。

⑤ 簡易算定式

本技術の導入を検討する際に、当該施設の現有処理能力から導入に関わる費用の試算を行い、導入効果を検討する。なお、本ガイドライン（案）で提示する簡易算定式は、B・DASH 実証実験で得られた成果をもとに算出条件を設定して求めた関数式である。

簡易算定式は、センシング技術とビッグデータ分析技術を同時導入する場合と、センシング技術のみ単独導入する場合の 2 種類があるので比較して検討を行うこと。

a. 建設費の試算

建設費の簡易算定式を表 3-6 に、建設費の関数グラフを図 3-5 に示す。

表 3-6 建設費簡易算定式

建設費	簡易算定式
両技術同時導入	$y_1 = 0.1913x + 40773$
センシング技術のみ導入	$y_2 = 0.1913x + 20773$

$y_{1,2}$ ：建設費 [千円]

x ：検討規模 [現有処理能力 $m^3/日$]

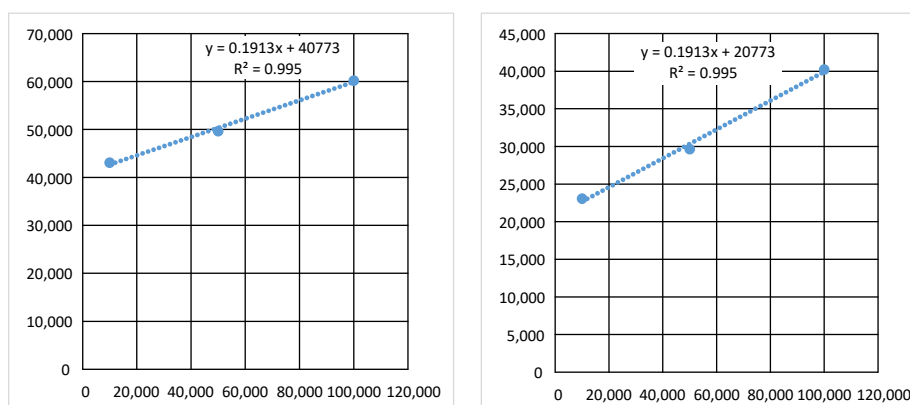


図 3-5 建設費の関数グラフ(左:両技術同時導入 右:センシング技術のみ導入)

b. 維持管理費の試算

維持管理費の簡易算定式を表 3-7 に、維持管理費の関数グラフを図 3-6 に示す。

表 3-7 維持管理費簡易算定式

維持管理費	簡易算定式
両技術同時導入 (年)	$y_3 = 0.0017x + 7089.4$
センシング技術のみ導入 (年)	$y_4 = 0.0017x + 347.91$

$y_{3,4}$ ：維持管理費 [千円/年]

x ：検討規模 [現有処理能力 $m^3/日$]

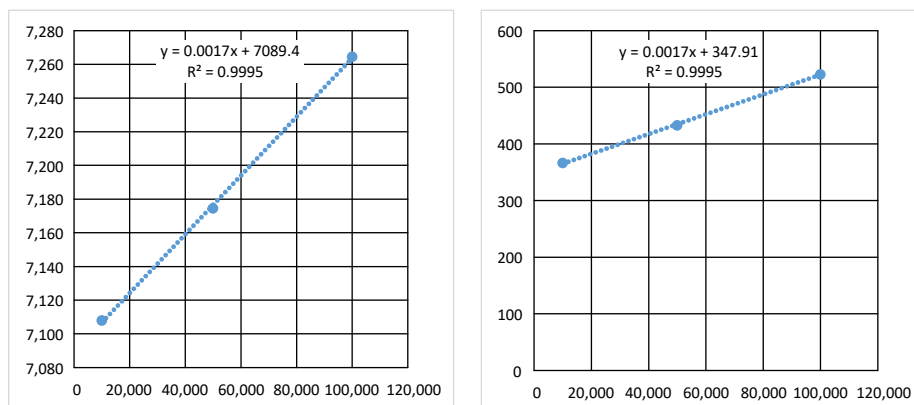


図 3-6 維持管理費の費用関数グラフ(左:両技術同時導入 右:センシング技術のみ導入)

c. 導入効果①の試算

導入効果①（修繕周期 1.2 倍、更新周期 1.1 倍延伸効果）の簡易算定式を表 3-8 に、導入効果①の関数グラフを図 3-7 に示す。

表 3-8 導入効果①簡易算定式

導入効果①	簡易算定式
センシング技術での効果	$y_5 = 0.0907x + 8088.2$

y_5 : 導入効果① [千円/年]

x : 検討規模 [現有処理能力 m^3 /日]

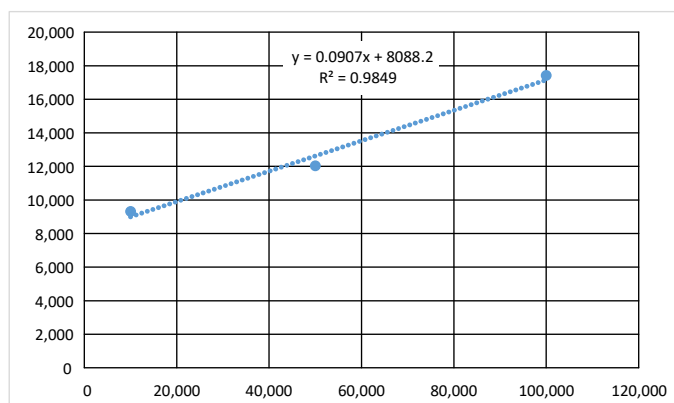


図 3-7 導入効果①の関数グラフ

d. 導入効果②の試算

導入効果②（故障頻度 5.8%低減効果）の簡易算定式を表 3-9 に、導入効果②の関数グラフを図 3-8 に示す。

表 3-9 導入効果②簡易算定式

導入効果②	簡易算定式
センシング技術での効果	$y_6 = 0.0011x + 119.67$

y_6 ：導入効果② [千円／年]

x ：検討規模 [現有処理能力 m^3 /日]

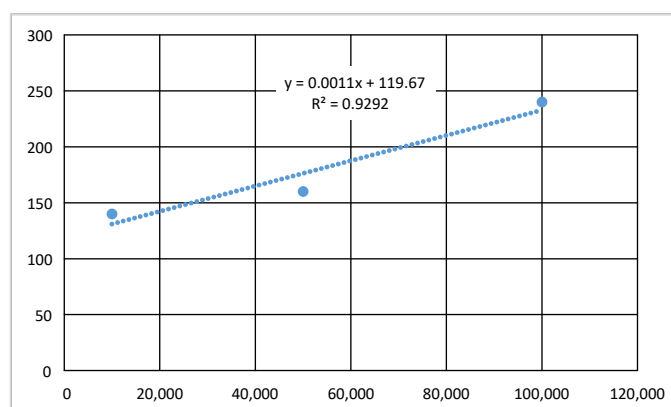


図 3-8 導入効果②の関数グラフ

e. 導入効果③の試算

導入効果③（計装設備点検の周期延伸効果）の簡易算定式を表 3-10 に、導入効果③の関数グラフを図 3-9 に示す。

表 3-10 導入効果③簡易算定式

導入効果③	簡易算定式
ビッグデータ技術での効果	$y_7 = 0.0366x + 808.52$

y_7 ：導入効果③ [千円／年]

x ：検討規模 [現有処理能力 m^3 /日]

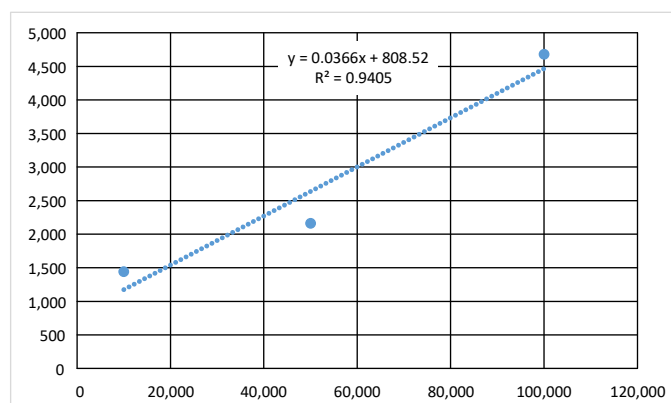


図 3-9 費用効果③の関数グラフ

f. 導入効果④の試算

導入効果④（オンライン化による作業効率向上効果）の簡易算定式を表 3-11 に、導入効果④の関数グラフを図 3-10 に示す。

なお、従事者による振動測定を行っていない場合は、この項目は試算から除く。

表 3-11 導入効果④簡易算定式

導入効果④	簡易算定式
センシング技術での効果	$y_8 = 0.0026x + 179.84$

y_8 ：導入効果④ [千円/年]

※人員で振動測定している場合に算出

x ：検討規模 [現有処理能力 $m^3/日$]

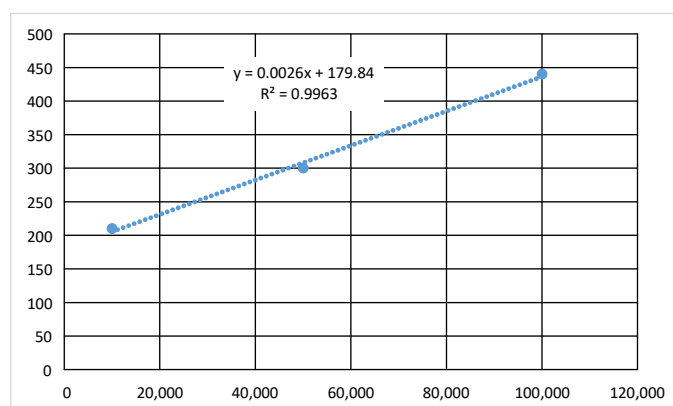


図 3-10 導入効果④の関数グラフ

g. 経費回収年の試算

建設費を導入効果で除した経費回収年の式を表 3-12 に示す。

表 3-12 経費回収年 式

経費回収年	式
両技術同時導入	$Y_{SB} = y_1 / (y_5 + y_6 + y_7 + y_8 - y_3)$
センシング技術のみ導入	$Y_S = y_2 / (y_5 + y_6 + y_8 - y_4)$

$Y_{SB,S}$ ：経費回収年 [年]

※人員で振動測定していない場合は y_8 を除く

h. ビッグデータ分析技術の試算

ビッグデータ分析技術は、OPC 対応コントローラからデータを取得し、ソフトウェア処理により異常予兆検知や劣化進行予測を行うため、下水処理場の規模に関係なく建設費は概ね一律である。(LAN 配線工事を必要とした場合は別途費用がかかる) また、ソフトウェアのライセンス使用料や分析サーバ等の保守サポートに年間維持管理費がかかる。

表 3-13 にビッグデータ分析技術の導入に関わる費用を示す。

表 3-13 ビッグデータ分析技術導入費用

導入費	金額	
設置工事費 (ハード、ソフト込み)	一律	約20,000,000円
年間維持管理費 (ライセンス込み)	年間利用料	約6,700,000円

【前提条件】

1) 設置工事費

- ・監視制御装置および中央監視装置のコントローラ (PLC) が OPC 規格に準拠。
- ・Internet に接続されていない独立した監視システムの LAN (TCP/IP) が整備されており、OPC サーバは中央監視装置に 1 台を接続し、データ収集することを前提。
- ・個別の管理アプリケーションのご要望への対応は含まない。
- ・異常予兆検知のアラームはクライアント PC 画面への表示を標準。
(パトライト等の警報機材は含まない)
- ・インバリエント分析のライセンス費用等は、令和 2 年 3 月現在の費用値であり、市場状況により変更の可能性あり。
- ・インバリエント分析による異常予兆検知への保有データの適合性を事前評価が必要な場合は、別途調整。
- ・組合せ技術による振動センサの追加連携は、別途調整。

2) 年間維持管理費

- ・ビッグデータ分析装置の OS や異常予兆検知のアプリケーションソフトウェアの ver.確認作業は、年 1 回を想定。
- ・異常予兆検知の誤検知実績の有無確認・モデル更新は、年 1 回を前提。
- ・インバリエント分析の年間ライセンス費用は、令和 2 年 3 月現在の費用であり、市場状況により変更の可能性あり。
- ・ビッグデータ分析装置が配備されていることを前提とし、劣化進行予測もビッグデータ分析装置で収集されたポンプ設備データに基づくことを前提。
- ・劣化進行予測は、分析作業委託を想定のため維持管理費は発生しないが、5 年に 1 回程度の設備更新検討への活用を想定して、分析作業費用を平準化した際の負担費用を考慮。個別単独で劣化進行予測を実施の場合は、別途調整。
- ・異種混合学習エンジンのライセンス費用等は、令和 2 年 3 月現在の費用値であり、市場状況により変更の可能性あり。

⑥ 簡易算定シートの活用

本技術の導入を検討する際の簡易算定シートを図 3-11 に示す。簡易算定シートは、当該処理場の現有処理能力から建設費や維持管理費、経費回収年等を試算できる。

簡易算定シートは本ガイドラインと同様に、国土技術政策総合研究所の WEB サイト (<http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/bdash.htm> 令和 3 年 3 月 31 日時点) から入手可能である。

項目	青セル部分のみ該当数を入力して下さい。	
処理場規模 (現有処理能力)	100,000	m³/日
建設費 (予定総額)	$y = 0.1913x + 40773$	59,903,000 円
維持管理費 (年間費用)	$y = 0.0017x + 7089.4$	7,259,400 円/年
※経費回収年 人による振動測定実施中はチェックする⇒ ☒ ポータブル振動計 測定実施中		3.98 年
導入効果① 修繕周期・更新周期延伸効果	$y = 0.0907x + 8088.2$	17,158,200 円
導入効果② 突発故障低減効果	$y = 0.0011x + 119.67$	229,670 円
導入効果③ 計装設備点検周期延伸効果	$y = 0.0366x + 808.52$	4,468,520 円
導入効果④ オンライン化による作業効率向上効果	$y = 0.0026x + 179.84$	439,840 円

図 3-11 簡易算定シート

§ 20 導入判断

検討結果をもとに、本技術の導入を判断する。

【解説】

「§ 18 基礎調査」により導入対象となる設備を選定し「§ 19 導入効果の検討」を行うことにより導入効果が見込める場合は、導入自治体における事業計画および導入下水処理場がもつ固有の特徴など、以下の活用例・導入フローを参考に総合的に判断して導入の意思決定を行う。

(1) センシング技術の活用例

1) 振動診断結果を活用し、より正確な健全度評価³⁾を行いたい場合

センシング技術の導入にあたっては、機器の重要度や保守にかかる費用などを考慮し、定量的評価が望ましい機器を対象に検討を図るのが良い。図 3-12 にオンライン振動監視システムの導入検討フローを示す。

本技術を導入することで、ストックマネジメントに必要な「主観的要素を排除した定量的な評価」が可能となるため、振動データ監視用 PC にて、各機器の振動値を確認し良否判定を行う。

なお、良否判定を実施する際に用いる AMD 基準の参考例を表 3-14 に示す。

また、本技術は長期間使用した機器の振動傾向管理が主体であるため、劣化が少ない新規設置機器は、ポータブル振動計によるオフライン振動測定でも劣化の把握が

十分可能である。よって、設置後 10 年以内の機器はポータブル振動計によるオフライン振動測定による振動傾向管理を実施するのが良い。(組合せ技術を導入する場合は除く)

表 3-14 測定装置による判定基準の例(設備対象)

健全度	AMD基準	運転状態
5	良好域	問題なし
4		劣化の度合・範囲が小さい (劣化の兆候はあるが、機能上の問題はない)
3	注意域	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	要処置域	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が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

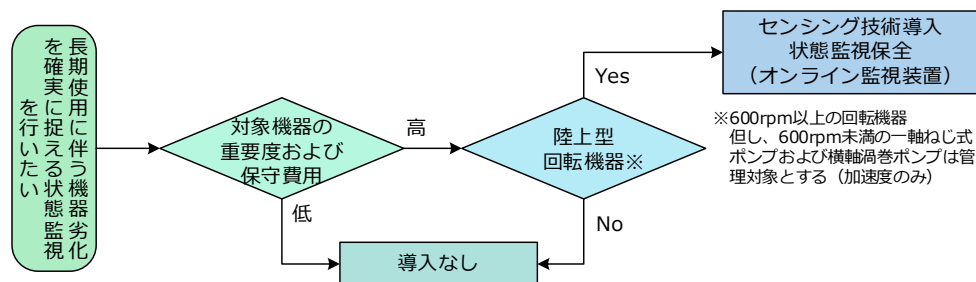


図 3-12 センシング技術の導入検討フロー

(2) インバリアント分析技術（異常予兆検知）の活用例

1) 監視能力を強化するため、通常の警報より早く捉える監視装置を導入したい場合

中継ポンプ場や下水処理場にインバリアント分析技術を導入することで、故障などの異常を予兆の段階で早期発見し、必要な対策を事前に講じることで、異常発生時のリスクを最小限に抑えることが可能になる。

本技術の導入にあたっては、リアルタイム分析を行える環境が整えられていることが条件となるため、既設の監視制御装置コントローラが OPC 規格に対応済みであるか調査を行い、未対応であれば電気設備の更新計画を先行させるなど、OPC 規格に準拠した環境を整えることを優先する。

設置工事に関しては、既存の監視制御装置コントローラが OPC 規格に準拠しており、保守用等の LAN が既存監視システムの各監視制御装置間に敷設されていれば、小規模な電気工事にて設置は完了する。各電気室の監視制御装置間のデータ通信はメーカー独自の通信プロトコルでも良いが、OPC サーバとビッグデータ分析装置間のデータ通信は、一般的な TCP/IP プロトコルによる通信を基本としている。LAN (TCP/IP) が監視システムにおいて整備されていない場合は、先ずネットワークの整備を行う。

導入にあたっては施設規模などの制限はないが、センサ数が多いほど異常予兆を捉えやすいことから、特に監視を強化したい施設があれば、任意でセンサ（電流、圧力など）を追加するなどの検討も行う。また、監視する施設内に稼働・停止を繰り返す設備（污水主ポンプなど）が含まれる場合、設備が稼働または停止時も異常予兆として検知する。現有のセンサデータ（污水主ポンプの電流値など）で設備の稼働、停止を判断できる場合は、設備稼働・停止時の異常予兆を除外する機能を追加することが可能となるが、現有のセンサデータで判断できない場合は任意でセンサ（污水主ポンプの電流値など）を追加するなどの検討も行う。

図 3-13 にビッグデータ分析技術（異常予兆検知）の導入検討フローを示す。

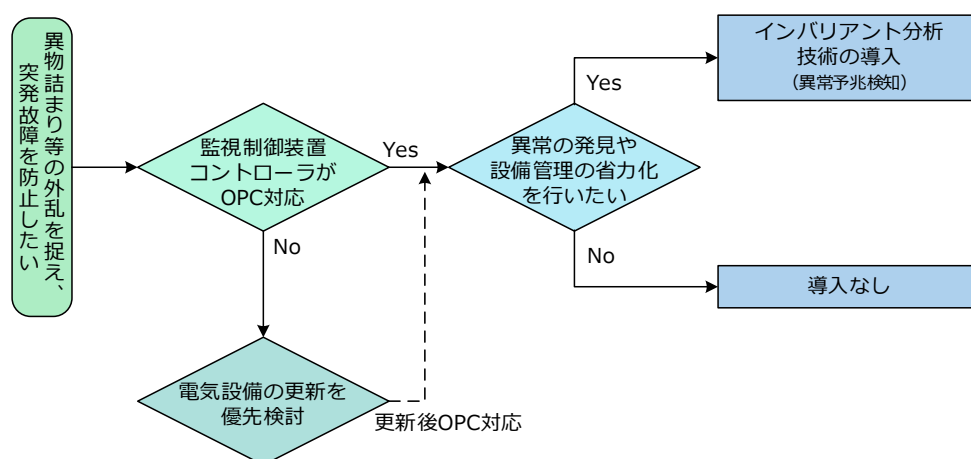


図 3-13 ビッグデータ分析技術(異常予兆検知)の導入検討フロー

(3) 異種混合学習技術（劣化進行予測）の活用例

1) 将来の污水主ポンプ揚水量低下を予測して適切な更新計画を策定したい場合

異種混合学習技術を導入し、供用開始から数十年使用し続けた污水主ポンプの運転パターンを機械学習することで、将来おとずれる「ポンプ揚水量の低下」を考慮した更新計画の策定が可能となる。（図 3-14 参照）

本技術の導入にあたっては、対象機器の運転データおよび関係する気象データや運転故障記録が収集・蓄積される環境が整えられていることが条件となるため、ビッグデータ分析装置の OPC サーバの配備を優先する。

なお、本技術による推定分析においては「§ 11 ビッグデータ分析技術の適用範囲」に示す設備能力の指標となるデータや性能特定データ等の計測データを要するため、不足の場合は、必要なセンサを追加したり気象等の外部データを追加したりすると良い。

また、過去の複数年の蓄積データが保有されており、OPC サーバで収集している分析用データに整合変換が可能な場合は、過去の蓄積データも有効であり、劣化進行予測の分析に用いることができる。

蓄積データは記録媒体等を用いて、オフラインで劣化予測分析企業が保有する機械学習エンジンに取り込み、劣化進行予測分析の結果を報告書として提出するものとする。分析結果における更新予測については、例えば健全度評価等と比較して、健全度 3~2 の設備が複数存在している場合の複数設備の更新優先度の検討や、早期の更新予測に着目しての故障への備えの検討に活用する。

図 3-15 にビッグデータ分析技術（劣化進行予測）利用の導入検討フローを示す。

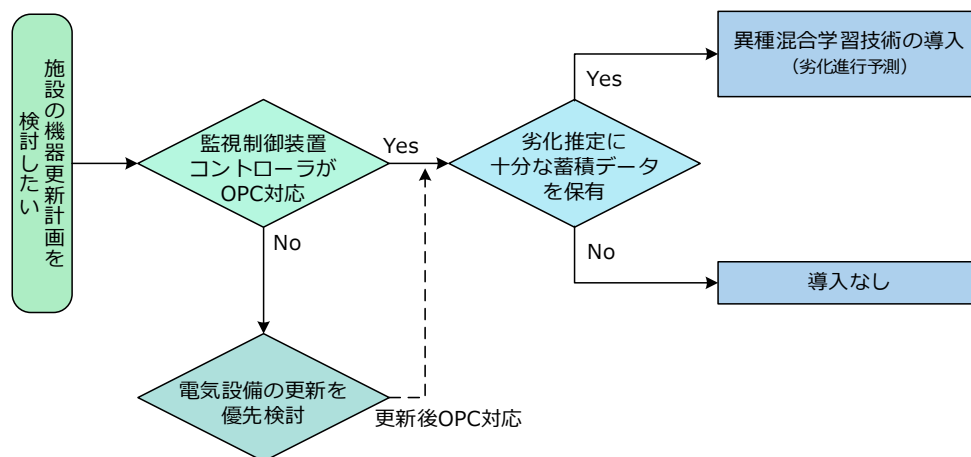


図 3-15 ビッグデータ分析技術（劣化進行予測）の導入検討フロー



図 3-14 予測値を反映した更新計画

(4) 組合せ技術の活用例

1) 詰まりや閉塞などのサイレント障害を、予兆の段階で素早く捉えたい場合

組合せ技術は、下水処理場で発生する異物流入による汚泥ポンプの詰まりや、消化汚泥の MAP 形成による汚泥配管の閉塞など、警報が発報しない「サイレント障害」に対し、センシング技術とインバリエント分析技術を組み合わせた技術を用いることで、より微細な異常の検知を可能としている。(図 3-16 参照)

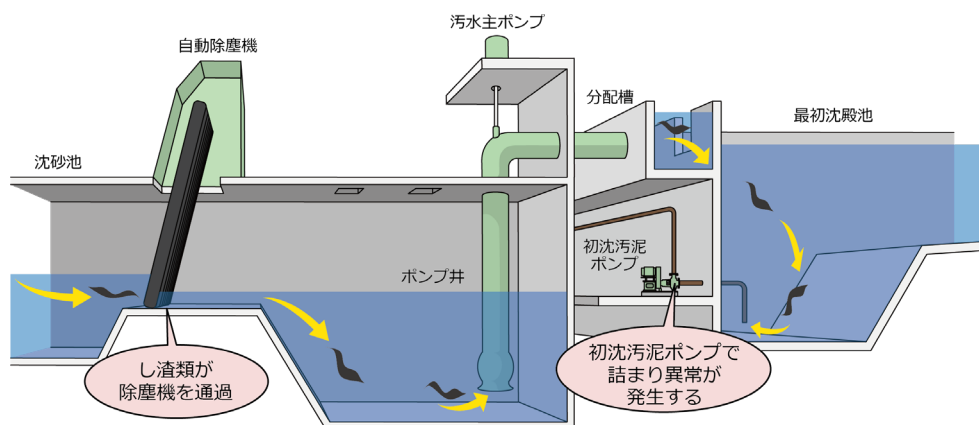


図 3-16 初沈汚泥ポンプのし渣詰まり事象例

すでにセンシング技術を導入している場合は、ビッグデータ分析技術を追加導入するため、本ガイドライン「§ 11 ビッグデータ分析技術の適用範囲」を参照し、ビッグデータ分析技術の導入検討を行う。

また、すでに導入している技術がビッグデータ分析技術の場合は、センシング技術を追加導入するため、本ガイドライン「§ 10 センシング技術の適用範囲」を参照し、センシング技術の導入検討を行う。

導入にあたっては、測定対象機器の選定や振動センサおよびオンライン測定装置の設置箇所を事前調査し、最適な信号ケーブルの敷設ルートとなるように検討する。

図 3-17 に組合せ技術の導入検討フローを示す。

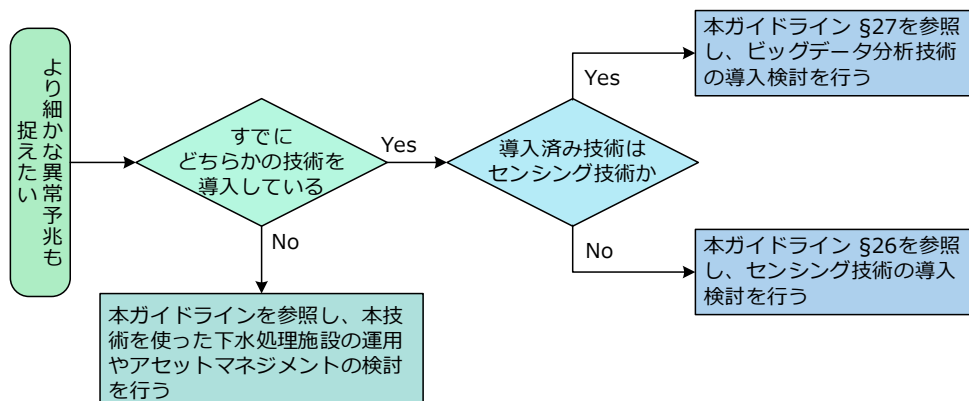


図 3-17 組合せ技術の導入検討フロー

(5) 本技術の活用例の一覧

センシング技術およびビッグデータ分析技術、組合せ技術を導入した場合に活用可能と思われる事例を表 3-15 に示す。

なお、本一覧は導入検討時の参考事例として掲載しているが、適用においては事前調査が必要であり、全ての下水処理場に適合するものではない。

表 3-15 本技術の活用例一覧

センシング技術
1. スtockマネジメント計画における健全度診断の基礎データとして活用
2. グリス潤滑軸受への給脂タイミング指標として活用
3. 振動値比較による運転機または予備機選択基準として活用

ビッグデータ分析技術（インバリエント分析技術）
1. 施設無人化時の補助警報装置としての活用
2. 制御コントローラや継電器の不具合によるプロセス異常補助警報として活用
3. ヒューマンエラーによる選択スイッチ戻し忘れ警報として活用

ビッグデータ分析技術（異種混合学習技術）
1. 汚水主ポンプの更新計画基礎データとして活用
2. 豪雨時に備えた汚水主ポンプ設備の総揚水能力検討データとして活用
3. 流量値比較による運転機または予備機選択基準として活用

組合せ技術（センシング・インバリエント）
1. 土砂等の堆積物・異物流入検知警報として活用
2. 一軸ねじ式ポンプのステータ摩耗等による振動検知として活用
3. 清水ポンプ等の水撃現象や逆止弁チャタリング検知として活用