

論点3: 必要な環境整備

環境整備として必要な検討事項

A I 導入に向けた環境整備として、下記の検討が必要である。

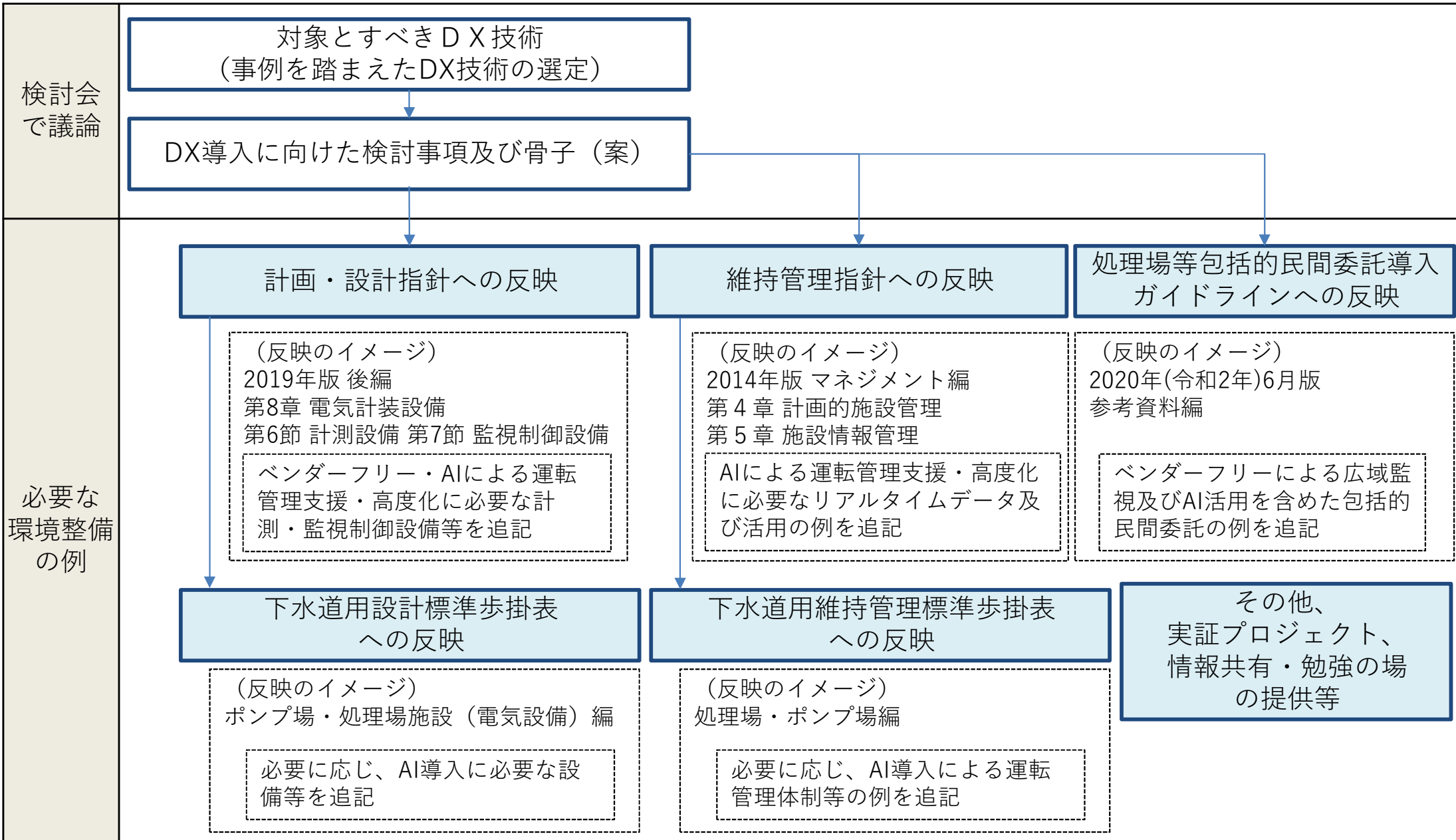
- ・競争性の確保
- ・信頼性の確保、費用便益
- ・説明責任

今回の検討会では、競争性の確保のうち、ベンダーロックインへの対応を検討

項目	検討事項
競争性の確保	<ul style="list-style-type: none">・リアルタイムデータを容易に取得できる環境整備 (ベンダーロックインへの対応) ※今回の検討会の議題・日報のデジタルデータの公表
信頼性の確保 費用便益	<ul style="list-style-type: none">・異なるAI手法の客観的な評価の必要性 ※実証事業の進捗を踏まえて検討
説明責任	<ul style="list-style-type: none">・人との役割分担 (例) 人とAIとの連携、閾値・透明性の確保 (例) AI出力値の根拠となる影響因子や予測値

論点3 必要な環境整備のイメージ

本検討会では、ベンダーフリー化及びAI導入に向けた課題と必要な環境整備支援策を検討し、事例調査を踏まえて、骨子（案）を作成する。



論点3 ベンダーフリー化の概要（プロトコルについて）

専用プロトコルと汎用プロトコルの違いを整理し、汎用プロトコル導入における基礎情報とする。

【プロトコルとは】

データをやりとりするために定められた手順や規約、
送受信の手順などを定めた規格

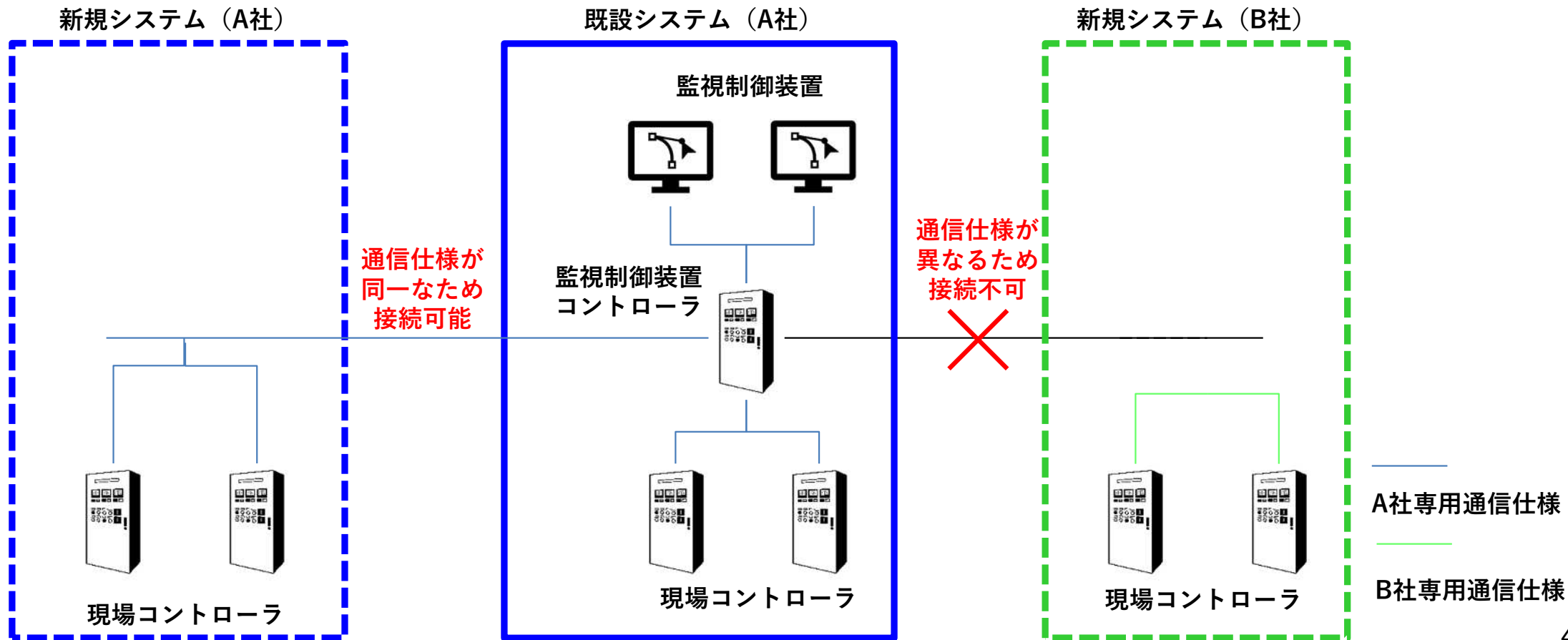
	専用プロトコル	汎用プロトコル
規格	各社の独自規格	共通規格
使用範囲	内容が開示されていないため、 他社が使用できない (ネットワークに介入できない)	通信仕様を統一しているため、 様々な会社で使用可能
備考		(一社)日本電機工業会が 開発したFL-netなどがある

汎用プロトコルでは、制御データを格納するメモリの番地を事前に調整することで、
異なるメーカー間でもデータ連携が可能となる。

論点3 ベンダーフリー化の概要（ベンダーロックインについて）

下水処理施設で発生しているベンダーロックインの状態を確認し、課題抽出の足掛かりとする。

- 【ベンダーロックインとは】
 - ・ 既存システムと通信が必要な新規システムを構築する場合、既存システムベンダーが独自の通信仕様を採用しているため、他社ベンダーが参入困難な状態を示す。
- 【ベンダーロックインの問題点】
 - ・ ①公共インフラのシステムを特定企業に依存することになる。
 - ・ ②適正な価格の把握が困難になり、価格が高止まりする懸念がある。
 - ・ ③データの共有化の妨げとなる。
- 【ベンダーフリー化の懸念】
 - ・ ①複数ベンダーが関わるため保守部品調達など維持管理が煩雑になる懸念がある。
 - ・ ②システムに不具合が発生した時、複数のベンダーが関わることで原因特定・解決に時間がかかる懸念がある。



論点3 ベンダーフリー化の概要（ベンダーフリーについて）

ベンダーフリー化の対応方法の事例を示し、ベンダーフリー化の方策検討の基礎情報とする。

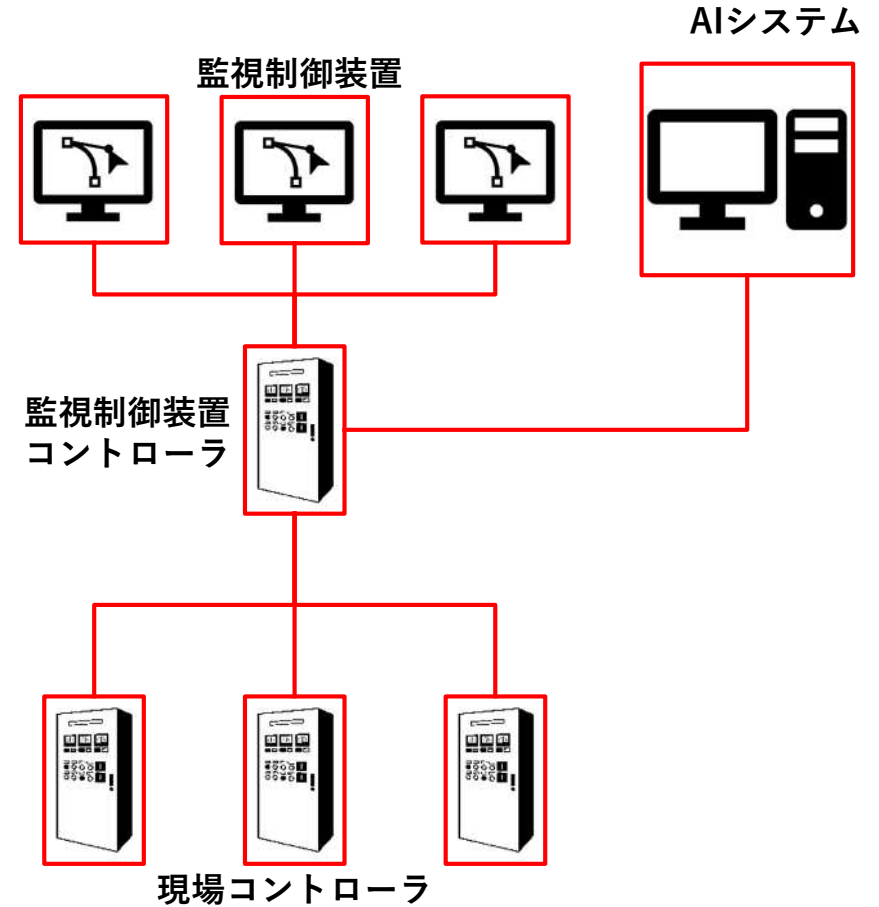
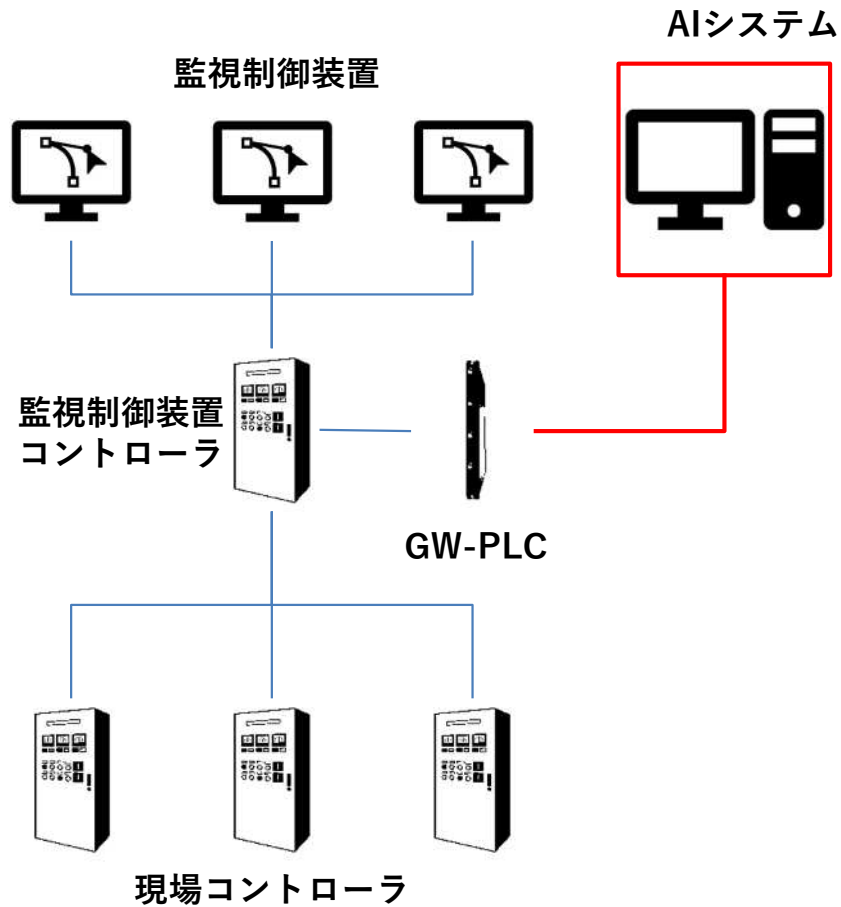


図1：汎用プロトコルでの出力可能なGW-PLCの標準化

図2：汎用プロトコルでの監視制御装置の標準化



ベンダーフリー機器



汎用プロトコル



専用プロトコル

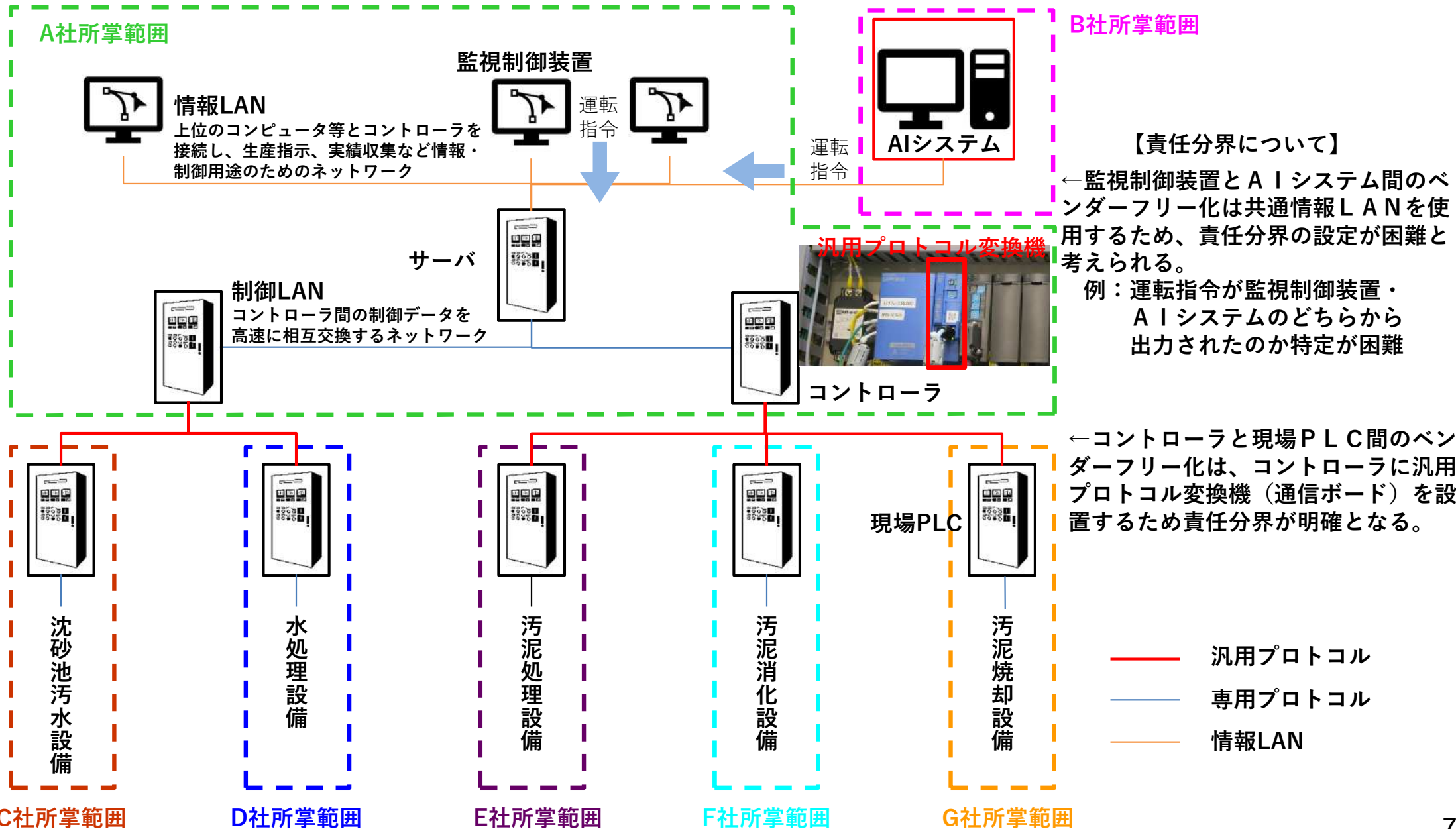
論点3 ベンダーフリー化の概要（ベンダーロックインとベンダーフリーの比較）

ベンダーロックインとベンダーフリーを比較し、ベンダーフリー化に伴うメリット・デメリットを整理する。

	ベンダーロックイン	ベンダーフリー
DXの適用	他社や異業種が参画しづらく、情報の活用範囲が狭まる。	色んな会社が参画可能となるため、情報活用が活発となる。
維持管理性	故障対応先や既存設備のヒアリング先が少なく、維持管理の負担が小さい。	複数社への故障対応依頼が発生する可能性がある。また、故障に関係のないメーカーに依頼する可能性がある。
セキュリティ	専用プロトコルのため、セキュリティ性は高い。	汎用プロトコルは共通規格であるため、より強固なセキュリティ対策の検討が必要である。
責任分界	納入メーカーが限定されることで、責任分界が明確になる。	複数社の設備が混在するため、責任分界が不明確になりやすく、責任分界の設定に課題がある。
競争性	随意契約が主となる。	競争性が確保される。 ※ 機能増設は引き続き随意契約

論点3 ベンダーフリー化の概要（汎用プロトコル採用による責任分界例）

ベンダーフリー化した構成例を示し、責任分界の設定事例を確認する。



ベンダーフリーの事例（横浜市）

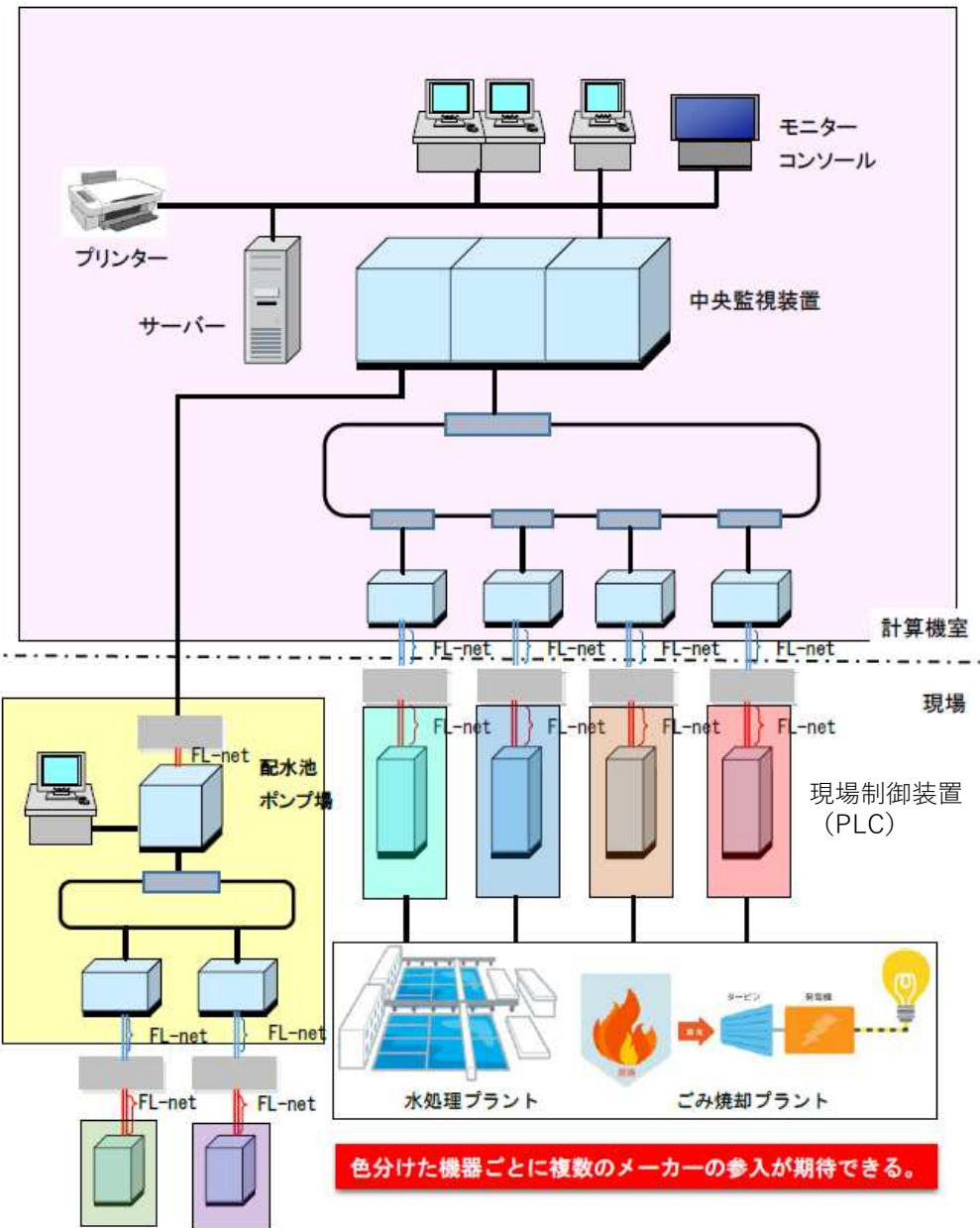


図3 FL-net を用いたプラント監視制御装置の構成例

出典：監視制御装置の発注方式に関する検討報告
 ～監視制御装置発注ガイドライン～
 (令和2年12月 横浜市財政局公共施設・事業調整課)

横浜市では計算機室（中央監視装置）と現場制御装置（PLC）間の通信に汎用プロトコル（FL-net）を用いることを仕様書で示すことによりベンダーフリー化を実現している。

※中央監視装置は行わず、現場制御装置のベンダーフリー化のみ実施

従来、計算機室（中央監視装置）と現場制御装置（PLC）間の通信はメーカー独自の通信仕様を採用しており、計算機室（中央監視装置）メーカー以外では対応できない状況であった。

従来の課題として、下記2点がある。

- ・公共インフラのシステムを特定企業に依存することは、企業経営に左右されるなどのリスクがある。
- ・適正な価格の把握が困難なことから、落札率（価格）が高止まりする懸念がある。

表2 各局のFL-net 通信方式の導入状況

局	導入状況
水道局	FL-net 機器の導入は各浄水場にてすでに構築されている。 中央監視装置の更新は、既存システムを稼働させながら、新システムを設置するスペースを別に確保し、既存システムから新システムへの切り替え時間を短縮するなどの工夫をしている。
環境創造局	令和元年度の発注仕様書から FL-net 機器導入を原則化し、将来のオープンシステム化に対応できるようにする考えである。 市内 11 か所の全ての水再生センターにおいて、設備更新に合わせ、随時 FL-net 機器の導入が始まっている。
資源循環局	平成 29 年度に監視制御装置を更新した旭工場から、順次 FL-net 機器を導入し始めている。

論点3 DX導入に向けて必要な検討事項と環境整備に向けた改訂図書（案）

処理場・ポンプ場施設に対するDX技術として、監視制御設備に対するベンダーフリー化技術と運転操作へのAI技術を選定し、事例等を踏まえて導入に向けて必要な検討事項と環境整備に向けた改訂図書の案を示す。

下水処理場運転操作のDX導入に向けて必要な検討事項	環境整備に向けた改訂対象図書				
	計画・設計 指針	維持管理 指針	包括GL	工事積算	維持管理 積算
ベンダーフリー化に向けた検討事項					
1 ベンダーフリー化に向けたベンダーロックインへの対応方針	○				
2 ベンダーフリー化に向けた方法例	○				
3 ベンダーフリー化に必要な装置	○				
4 ベンダーフリー装置で採用する通信、データベース構築例、やり取りする制御データ例（設定DO値、ポンプ運転/停止）	○				
5 ベンダーフリー化した監視制御による維持管理方針・方法		○			
6 ベンダーフリー化した監視制御のリスク分担例、インシデント例	○				
7 広域監視制御に向けたベンダーフリー共通設備の工事発注方法・工事費及び運用費分担方法				○	○
8 広域監視制御設備導入による運転操作管理業務の体制の検討		○			○
運転操作へのAI導入に向けた検討事項					
1 AIによる効果を高めるための設備更新の対応方針及び方法例（インバーターによるブロワの風量制御など）	○				
2 AIの導入方法例	○				
3 透明性の確保や技術継承を目的とした対応判断AIなど、最低限AIに求められる機能や各AI事例の紹介	○				
4 責任等の観点からAIに関する法規や規格、製造側と使用側の責任分担	○	○			
5 人とAIの役割分担	○	○			
6 AIの故障等によるハード的なバックアップシステムの検討	○				
7 AIを活用するために最低限必要な情報とAIによる判断を向上させるために管理が望ましい情報の整理（事例ごとに）	○	○			
8 AIの評価方法例	○				
9 AIを活用した維持管理方針及び方法例及びシステムの運用方法例		○			
10 AIが機能しない場合のソフト的なバックアップ体制		○			
11 AIによる学習のための期間・作業手順・内容の整理（事例ごとに）				○	
12 学習作業の積算方法				○	
13 AI導入による運転操作監視業務における必要職種等を含む管理体制の検討					○
14 AIに必要な情報を集約する仕組みの検討		○			

論点3: 必要な環境整備

(参考資料: AI及びベンダーフリー導入団体ヒアリング資料)

論点3 計画・設計指針の概要（2019年版の改定基本方針）

2019年版の計画・設計指針の改定では、新增設から改築へと転換しつつある下水道事業において、維持管理からスタートする下水道事業の新たなマネジメントサイクルの構築に資するため、既存評価から始まる改築を考慮した目次構成に再編された。A I 導入に向けた環境整備として、第8章 電気計装設備 “第6節 計測設備”、“第7節 監視制御設備”の部分にA I 導入に必要な設計及び検討事項を記載することを想定している。

- 2019年版の改定基本方針
- ①下水道法等の改正を反映する。
 - ②下水道法施行令で定められた「構造の技術上の基準」を補完するガイドライン的な位置付けとする。
 - ③既刊の指針類と重複する部分は、要旨を記述するにとどめ、詳細は各指針類に委ねる。
 - ④新下水道ビジョン等との長期的施策は、総論に要旨を記述するにとどめる。
 - ⑤下水道未普及解消クイックプロジェクトは、基本計画等にどのように反映するか検討する。
 - ⑥下水道事業が管理運営の時代に移行しつつあることから、既存施設の評価方法や改築の考え方を記載する。
 - ⑦災害リスク・防災対策は、下水道管理者ごとに検討すべき事項について記載する。
雨水管理計画に関する記述を充実するため、「雨水管理計画」を章立てする。
 - ⑧指針の対象規模及び使用対象者は、大中小規模都市を主眼にするが、対象規模施設の設定は行わない。
下水道経験が3年程度の職員が理解できる内容とする。
 - ⑨一般的に広く普及した技術について記載する。陳腐化した技術は、削除又は参考扱いとする。

計画・設計指針の目次構成

計画編	設計編(つづき)
第1章 下水道施設計画・設計の基本	第7章 汚泥処理施設
第2章 汚水処理計画, 汚泥処理・利活用計画	第8章 電気計装設備
第3章 雨水管理計画	第1節 総論
設計編	第2節 受変電設備
第4章 管路施設	第3節 自家発電設備
第5章 ポンプ場施設	第4節 制御電源及び計装用電源設備
第6章 汚水処理施設	第5節 負荷設備
	第6節 計測設備
	第7節 監視制御設備
	第8節 電気室及び自家発電室
	第9章 環境保全施設及び試験, 管理施設等

AI,ベンダーフリーについて記載

論点3 計画・設計指針の概要（「第8章 第6節 計測設備」概要）

計測設備は“8.6.1計測項目”、“8.6.2機器の選定”、“8.6.3信号伝送方式と変換の方法”、“8.6.4受信の方法”で構成されている。8.6.2項では機器の選定で考慮すべき事項が記載されており、AIを用いた計測設備について記載する、また、8.6.1項では処理方法や施設規模に応じた計測項目を定めるにあたり、計装項目の例が記載されており、AIを用いた計測設備例についても記載することとなると想定している。

計測項目の例（抜粋）

施設名	計測項目	
揚水設備	止水扉設備	幹線（流入きょ）水位、幹線連絡ゲート開度、止水扉（流入ゲート）開度
	沈砂池設備	流入水量、沈砂ホップ質量、スクリーンかすホップ質量、沈砂池水位、流入水pH
	ポンプ設備	ポンプ井水位、揚水量流量、吐ききょ水位、放流扉開度、ポンプ吐出弁開度、ポンプ吐出圧、ポンプ回転速度（速度制御を行うもの）、ポンプ及び電動機の軸受温度、内燃機関各部の温度、燃料貯蔵量、燃料消費量、冷却水量
	汚水調整池設備	流入水量、流出水量、水位、ゲート開度
	雨水滞水池設備	送水流量、水位、ゲート開度、ポンプ回転速度（速度制御を行うもの）、送水濃度、濁度（SS）
汚水処理設備	最初沈殿池設備	流入水量、流入扉開度、引抜汚泥量、引抜汚泥濃度、流出きょ水位、スカムビット水位、汚泥界面、汚泥ポンプ回転速度（速度制御を行うもの）
	送風機設備	送風機吸込風量、送風機吸込温度、吸込弁開度、吐出弁開度、送風量、送風温度、送風圧力、送風機吸込圧力、送風機及び電動機の軸受温度、送風機回転数（速度制御を行うもの）、放風風量、放風弁開度
	反応タンク設備（標準活性汚泥法）	流入水量、風量調整弁開度、空気流量、DO、MLSS、反応タンク水温、Rr、SV、流出流量、流入調整弁開度、可動堰開度
	反応タンク設備（嫌気好気活性汚泥法）	流入水量、風量調整弁開度、空気流量、好気タンクDO、MLSS、反応タンク水温、嫌気タンクORP、好気タンクpH、Rr、SV、流出流量、流入調整弁開度
	反応タンク設備（嫌気無酸素好気法）	流入水量、風量調整弁開度、空気流量、好気タンクDO、MLSS、反応タンク水温、嫌気タンクORP、凝集剤注入量、凝集剤貯留タンク液位、循環水量、好気タンクpH、Rr、SV、流出流量、流入調整弁開度、循環水調整弁開度、反応タンク水位、無酸素タンクORP、窒素濃度、りん酸性りん濃度、反応タンクばっ気圧力、NH ₃ （アンモニア態窒素）
	最終沈殿池設備	終沈流入水量、返送汚泥量、返送汚泥濃度、余剰汚泥量、余剰汚泥濃度、ポンプ回転速度（速度制御を行うもの）、汚泥調整弁開度、汚泥界面、SV、流出水pH、終沈出口りん濃度（嫌気-好気法、嫌気-無酸素-好気法）、終沈出口窒素濃度（嫌気-無酸素-好気法）
	消毒設備	次亜塩素酸ソーダ注入量、次亜塩素酸ソーダ液位又は生成量
	放流設備	放流量、放流先水位、放流ゲート開度、濁度、COD、pH、残留塩素
	放流ポンプ設備	放流タンク水位、放流ポンプ回転速度（速度制御を行うもの）、吐出弁開度
	送泥設備	送泥流量、汚泥貯留タンク液位、汚泥貯留量、送泥圧力、送泥ポンプ回転速度（速度制御を行うもの）、汚泥濃度

§8.6.2 機器の選定

計測機器の選定に当たっては、次の各項を考慮して定める。改築に際しては、これらに加え、維持管理情報等を踏まえ、適切な機器を選定することが望ましい。

- (1) 計測目的
- (2) 精度・誤差
- (3) 再現性・直線性・応答性
- (4) 信頼性・耐久性
- (5) 安全性・耐震性
- (6) 保全性
- (7) 経済性
- (8) 拡張性・融通性
- (9) 各種信号の特徴

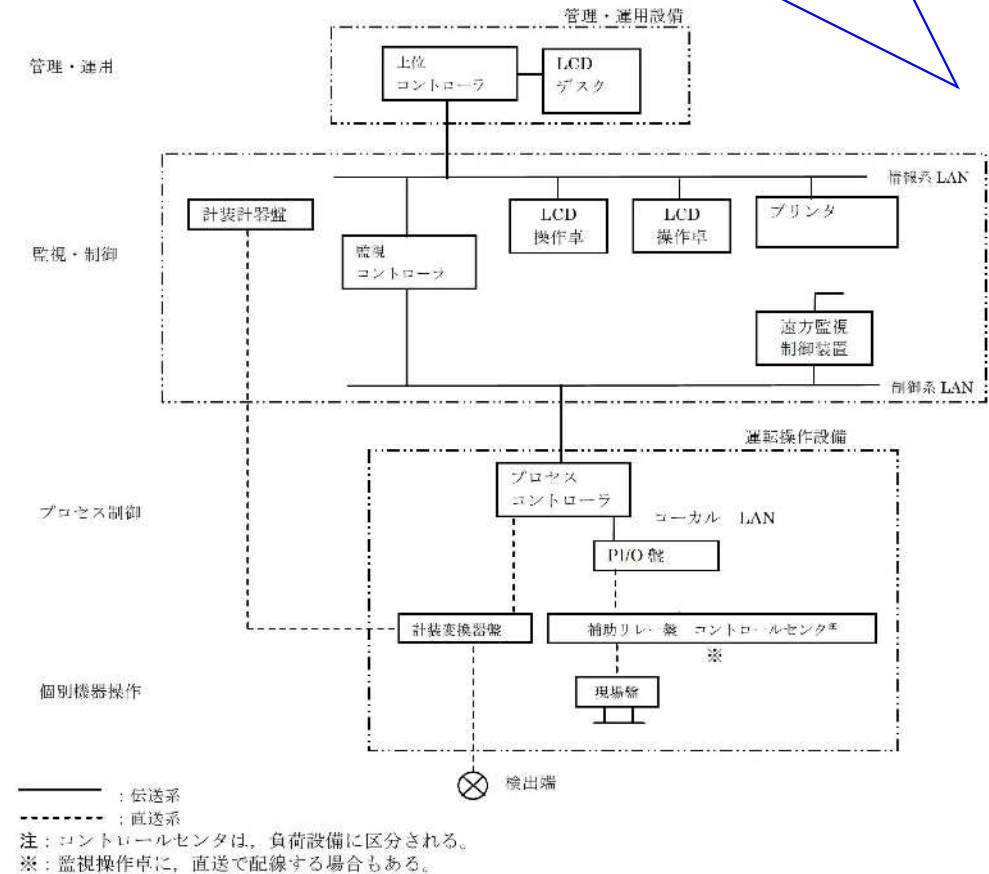
AIを用いた機器選定について記載

AIを用いた計測項目を記載

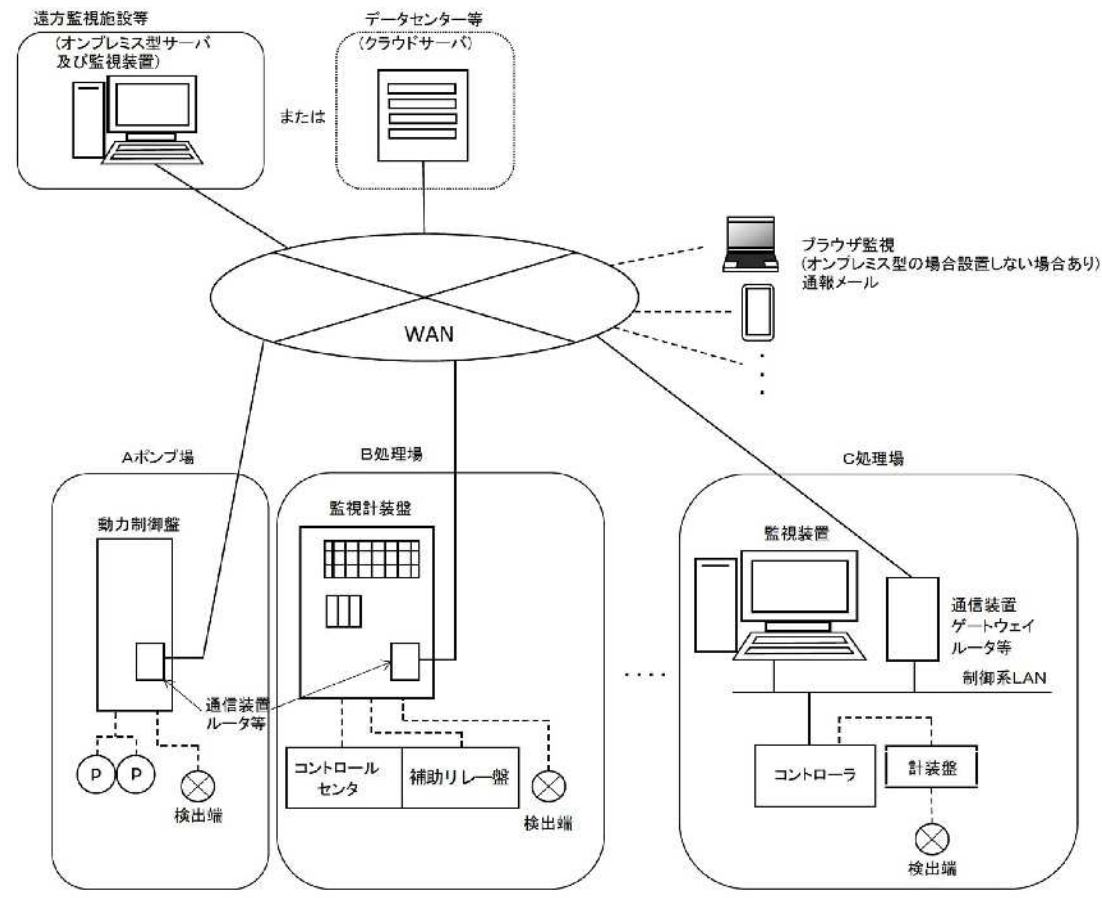
論点3 計画・設計指針の概要（「第8章 第7節 監視制御設備」概要）

監視制御設備は“8.7.1監視制御設備の制御方式の選定”、“8.7.2監視・制御項目の選定”、“8.7.3監視制御設備の計画”、“8.7.4装置の選定”、“8.7.5伝送方式”、“8.7.6広域監視の形態”、“8.7.7映像監視設備”、“8.7.8監視室及び付帯設備”で構成されている。8.7.3項や8.7.6項では監視制御システム構成の例が複数記載されており、ベンダーフリー構成の種類、特徴、導入例やAIの種類、特徴、システム構成例について記載することとなると想定している。

ベンダーフリー，AIを用いた監視制御設備の構成を記載



監視制御設備の基本構成の例（8.7.3項）



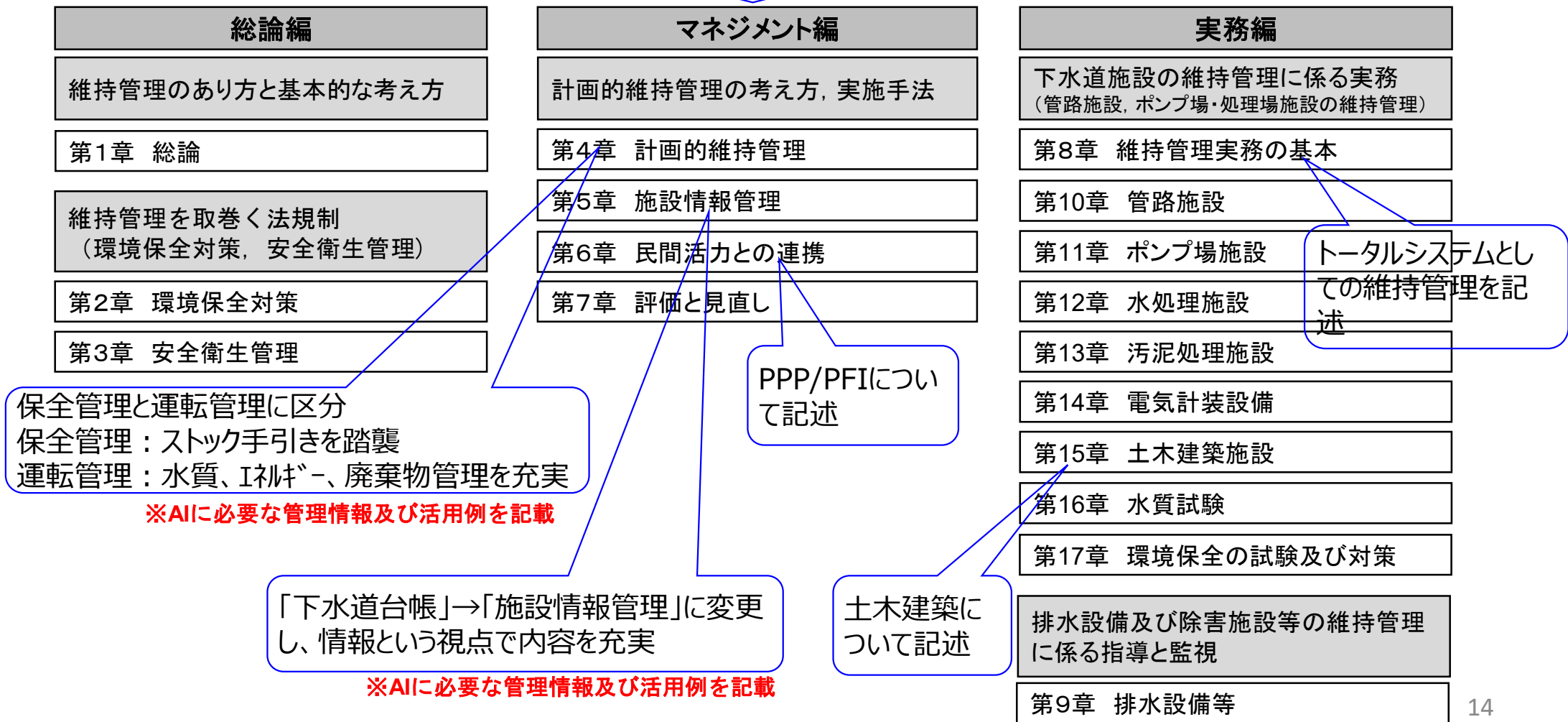
インターネットを利用した広域監視の概要図（8.7.6項）

論点3 維持管理指針の概要（2014年版の主な改定ポイント）

2014年版の維持管理指針の改定では、マネジメント編を設け、“計画的維持管理”、“施設情報管理”、“民間活力との連携”を追加された。AI導入に向けた環境整備として、“計画的維持管理”、“施設情報管理”の部分にAIに必要な管理情報及び活用例を記載することを想定している。

その他の改定としては、トータルシステムとしての維持管理、土木建築について追加された。

ISO24500及び55000シリーズとの整合を図る



論点3 維持管理指針の概要（「第4章 計画的維持管理」概要）

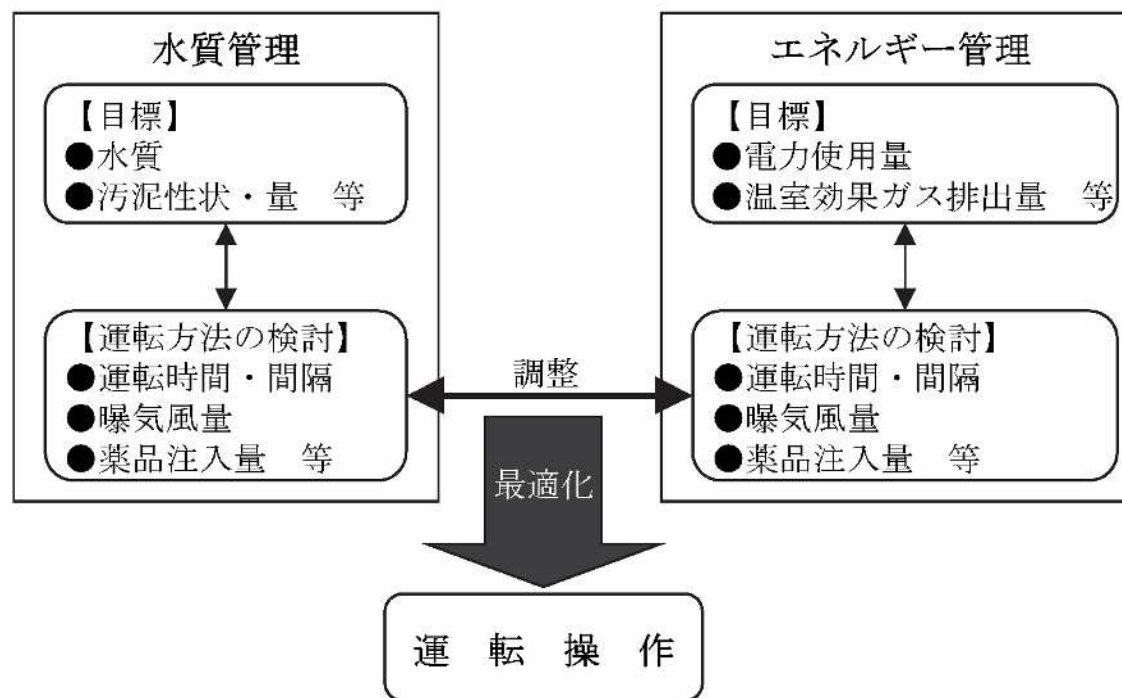
第4章では“第1節 総説”、“第2節 管路施設の計画的維持管理”、“第3節 ポンプ場・処理場の計画的維持管理”で構成されている。また、第3節では“保安全管理”と“運転管理”に区分してそれぞれ詳述されている。

運転管理では、水質管理、エネルギー管理、廃棄物管理等が詳述されており、水質管理及びエネルギー管理の最適化に向けた運転方法の部分にA Iについて記載することとなると想定している。

処理場施設では、以下の内容を検討し、運転管理計画として取りまとめて実行する。

- ① 水処理及び汚泥処理施設の運転条件や運転状況を把握する水質試験項目、水質測定箇所及び頻度
- ② 水処理方式及び汚泥処理方式の特性を踏まえ、処理工程に組み込まれた**施設・設備の運転指標**及び監視頻度
- ③ 流入下水と発生汚泥の把握及びその時間変動、季節変動、天候等による変動を把握し、水質とエネルギーの目標を達成する最適な運転操作方法
- ④ 異常な流入下水量・質や設備の故障時の運転操作方法
- ⑤ 沈砂、スクリーンかす、スカム、脱水汚泥等の搬出頻度や処分方法

→ A Iを活用に必要な水質項目、運転指標及び監視頻度や水質とエネルギーの最適な運転を実現する事例を紹介することを想定



論点3 維持管理指針の概要（「第5章 施設情報管理」概要）

第5章では“第1節 総説”、“第2節 管路施設”、“第3節 ポンプ場・処理場施設”で構成されている。また、第3節では“施設・設備の諸元情報”、“維持管理情報”、“その他付帯情報”に区分してそれぞれ詳述されている。

維持管理情報では、保全管理と運転管理（水質管理、エネルギー管理、廃棄物管理等）に区分し、管理情報と活用方法が詳述されており、運転管理に関する情報及び活用方法の部分にA1について記載することとなる想定している。

また、データベースの例としてAIシステムを記述することとなる想定している。

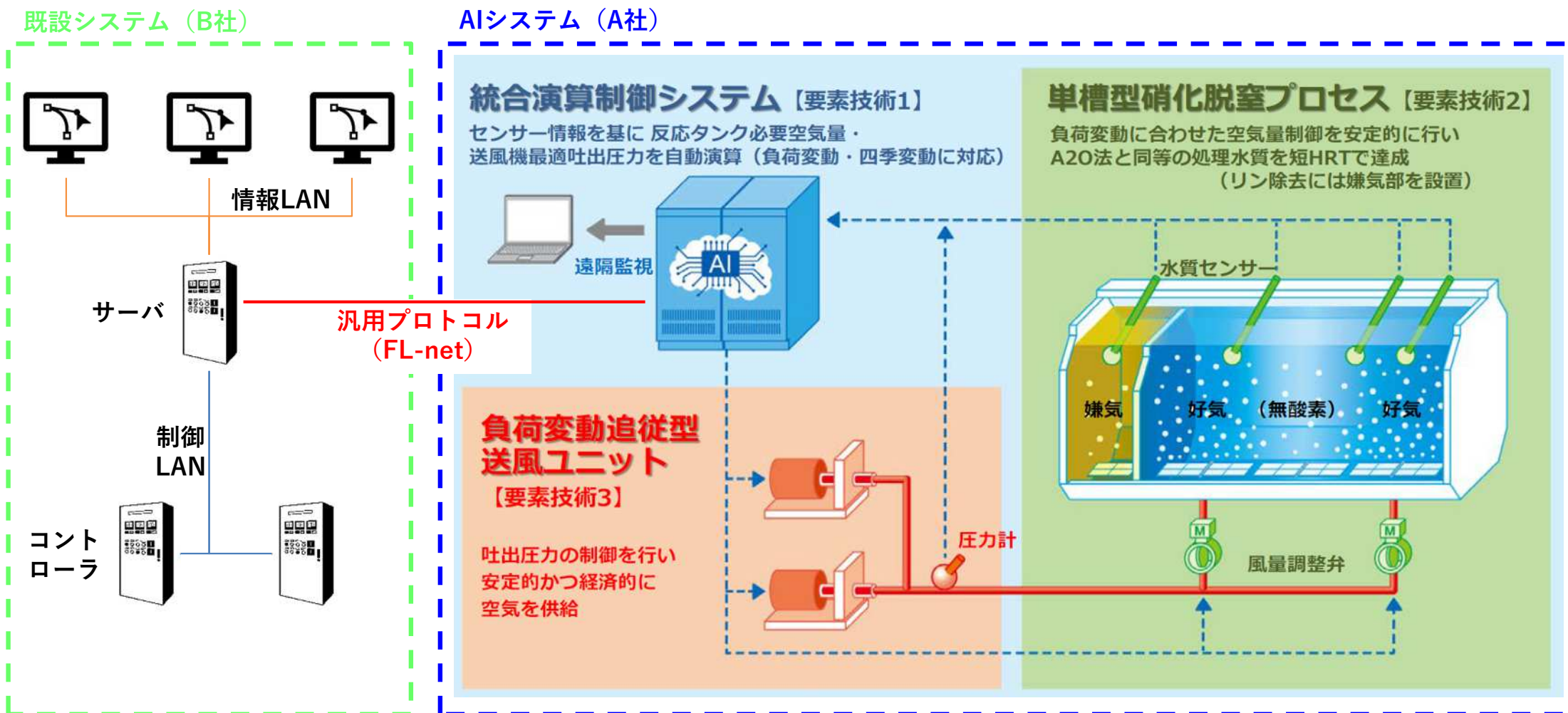
データベースの位置付け

種類		内容	例	活用レベル	
情報システム	より高度な情報システム	<ul style="list-style-type: none"> より高度な分析・評価・予測や、特定業務の効率化、課題解決を目的に、ソフトウェアやネットワーク、ハードウェア（PC、携帯端末、検出器等）等様々な情報通信技術（ICT）を組み合わせて構成されるシステム。 データベースシステムと連携・包含する場合もある。 	<ul style="list-style-type: none"> 雨水流出解析システム リアルタイムシミュレーションシステム 監視制御システム 工事設計積算システム 財務会計システム 等 	高	
	データベースシステム	<ul style="list-style-type: none"> 業務の効率化や課題解決を目的にデータベースを主として、計算や分析・評価・予測、帳票出力、地図表示等の機能によって、情報の付加価値を高めるシステム。 	<ul style="list-style-type: none"> 下水道施設情報管理システム 下水道台帳管理システム 設備台帳管理システム 等 		
	データベース（広義）	データベース（狭義）	<ul style="list-style-type: none"> 膨大なデータファイルに対し、検索・抽出や編集・更新等の利便性・管理性を高めたもの。 	<ul style="list-style-type: none"> 複数の情報を関係・連結させるよう作成された表計算ソフトデータ データベースファイル 等 	
		データファイル（電子情報化）	<ul style="list-style-type: none"> 電子データが一定のルールに基づいて体系的に整理、管理されているもの。 	<ul style="list-style-type: none"> 様式や内容が統一された表計算ソフトデータ 	
電子データ（電子化）		<ul style="list-style-type: none"> PCやシステム等から処理（読み込み・加工）可能なデータ。 	<ul style="list-style-type: none"> スキャニングされた図面や図書類 表計算ソフトに記録された点検履歴メモ CADデータ 等 		
アナログ媒体		<ul style="list-style-type: none"> 紙やフィルム等で作成された各種現物資料。 	<ul style="list-style-type: none"> 図面・図書、計算書、写真 等 	低	

運転管理における施設情報の活用

活用局面	活用方法	必要情報
ポンプ場の運転管理	<ul style="list-style-type: none"> 流入水量の時間変動を踏まえ、適切なポンプの運転制御を行う。 流入水量の変更傾向を把握し、流入ゲートや沈殿池切り替え等の運転管理計画を立案する。 	<ul style="list-style-type: none"> ポンプ場の流入水量 降雨量（雨水ポンプ） 等
水処理施設の運転管理	<ul style="list-style-type: none"> 流入水量を踏まえ、流入ゲートの適切な操作により、各系列への均等な水量配分を行う。 汚泥発生量の季節的な傾向を踏まえ、沈殿汚泥引き抜き等の操作方法のマニュアル化を図る。 	<ul style="list-style-type: none"> 沈殿池の流入水量 沈殿池の水面積負荷、SS濃度 沈殿汚泥の発生量、引き抜き量 等
	<ul style="list-style-type: none"> 流入水量や活性汚泥法の各種管理因子を踏まえ、適切な送風量の設定や汚泥返送を行う。 	<ul style="list-style-type: none"> 反応タンクの流入水量 活性汚泥法の各種管理因子 等（HRT, SRT, BOD, MLSS, DO, 余剰汚泥発生量等）
汚泥処理施設の運転管理	<ul style="list-style-type: none"> 汚泥性状や目標とする含水率、運転時間等を踏まえ、効率的な汚泥脱水機の運転管理計画を立案する。 	<ul style="list-style-type: none"> 生汚泥、濃縮汚泥の含水率 脱水汚泥の含水率、固形物量 薬品注入量 運転時間、電力量 等

AIシステムの事例（町田市）



出典：B-DASHプロジェクトNo.38
単槽型消化脱窒プロセスのICT・AI制御による高度処理技術導入ガイドライン（案）
（令和4年3月 国土交通省 国土技術政策総合研究所）
※ 一部加筆

3つの要素技術から構成されており、AIシステムが統括的に制御を行う。運転信号や警報信号等を既設の中央監視制御装置に表示させるため、汎用プロトコル（FL-net）にて信号伝送を行っている。