



下水道事業の安定・継続 ～できることを全方位的に着実に～

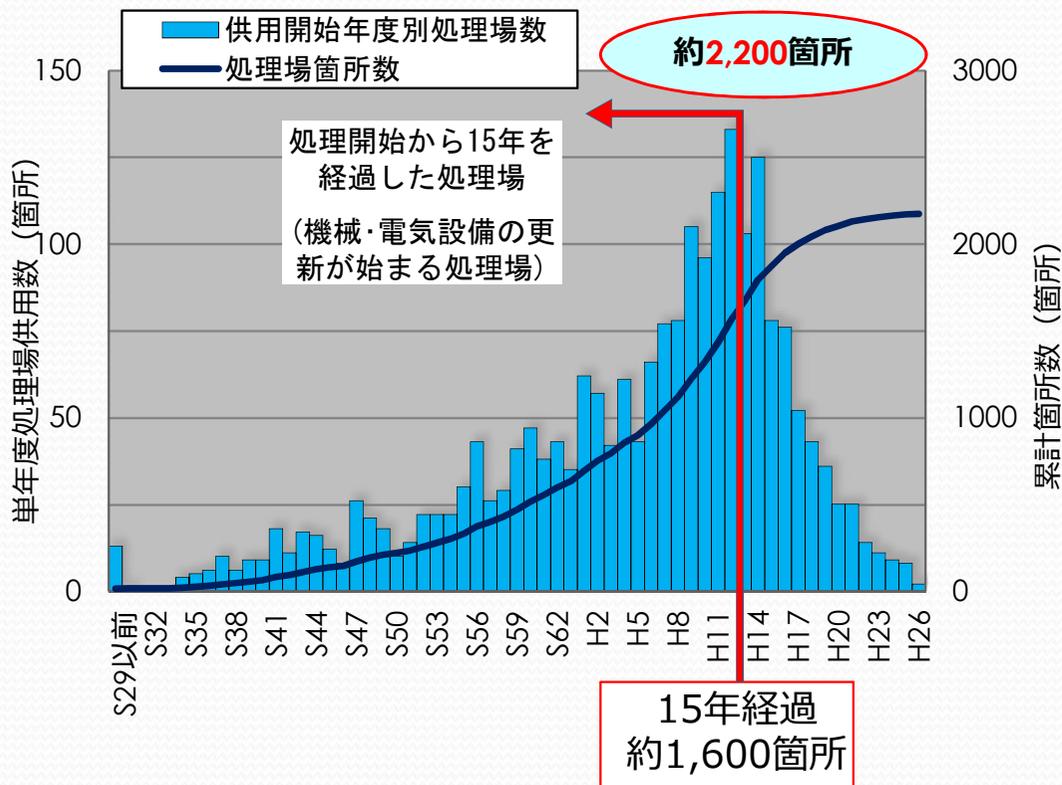
令和5年2月21日（水）

Hグループ：八田、鈴木、安田
田邊、長田

下水道事業の現状（下水道施設（処理場）の老朽化）

- 全国の下水道処理場約2,200箇所のうち、半数以上で機械・電気設備の耐用年数を超えている。
- 機械・電気設備の更新**が始まる下水道処理場が**今後も増加していく見通し**。

処理場の年度別供用箇所数



処理場設備の老朽化の例

ポンプ設備



ポンプ本体(内部軸受)の劣化

流入ゲート



腐食が進行し開閉に支障

土木施設



腐食が進行し鉄筋露出

土木施設

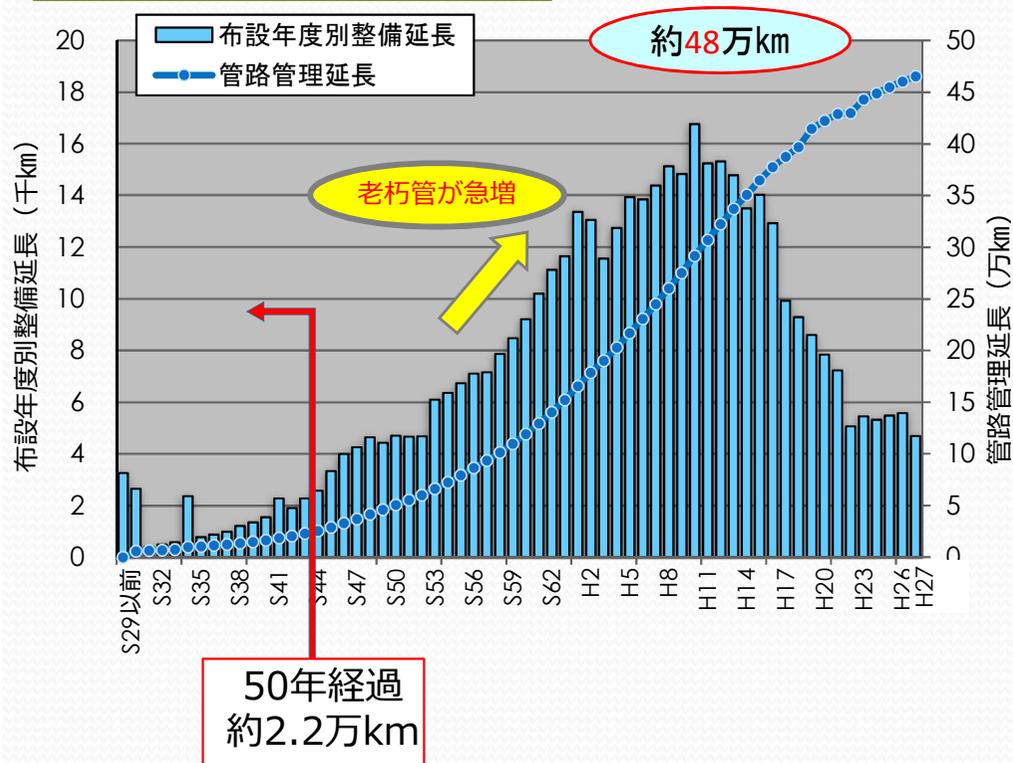


硫化水素により骨材露出

下水道事業の現状（下水道施設（管路）の老朽化）

○下水道の普及が進み、管路延長は増大。一方で、**施設の老朽化も進行**。
 布設後50年を経過する古い管路が**今後加速度的**に増加する見通し。

管路の年度別整備延長



布設後50年以上経過した管路の延長・割合



管路の劣化の例



破損した管路



浸入水



コンクリートが腐食し、鉄筋が露出した管路施設



多面的観点からの課題

(1) ヒトの課題

- 人口減少・少子高齢化の進行に伴う職員の減少（企業経営の脆弱化）
- 熟練職員の退職に伴う技術力の低下（技術の空洞化・継承不足）

(2) モノの課題

- 施設の老朽化への対応（施設の老朽化の進展）
- 高度経済成長期以降に整備した施設が更新時期（老朽化率の上昇）
- 維持管理・修繕費用の増加（老朽化資産の増加に間に合っていない）
- 施設更新費用の集中化
- 老朽化による機能停止による住民サービスの低下
- 施設能力の非効率（処理量の減少による施設能力の過剰）

(3) カネの課題

- 人口減少・普及率の頭打ちに伴う使用料収入の減少
- 改築・更新費用の増大
- 使用料収入の減少、老朽化対策の過大な負担に伴う財政状況の悪化

経営の効率化・健全化

(1) 経費の節減

- 維持管理の効率化の推進
- アセットマネジメントの推進
- 企業債利息の縮減

(2) 財源の確保

- 使用料収入の確保
- 交付金制度の積極的な活用
- 資産の有効活用の推進
- 資金の有効活用

(3) 企業債残高の縮減

- 新規発行の抑制
- 企業債残高のさらなる縮減

(4) 下水道分野のDX

(5) 下水道資源の有効活用

- 下水汚泥の有効利用の推進
- 下水バイオガスの有効利用の推進

(6) 人材育成・技術継承

- 「人材育成プラン」に基づく人材育成
- 国際貢献・国際協力による人材育成

(7) 適切な進行管理と評価・見直し

(8) 幅広い世代への理解の促進

DX・下水道資源を有効活用した複数の解決策

short-term plan

◆下水道分野のDX

- 行政手続きのオンライン化
- 電子台帳導入による業務の効率化
- 下水道施設統合監視システムの運用

◆下水道資源の有効活用

- 下水汚泥・処理水の有効利用の推進
- 下水バイオガスの有効利用の推進
- 脱炭素社会の推進

mid-term plan

◆下水道分野のDX

- 下水道におけるBIM/CIMの適用
- IoTと設備診断技術を活用したポンプ場の健全度評価

long-term plan

◆下水道分野のDX

- AIを活用した管路調査及び管路損傷発生予測
- AIを活用したポンプ場の流入量予測と運転の高度化
- AIを活用した処理場における流入量予測

DXの活用

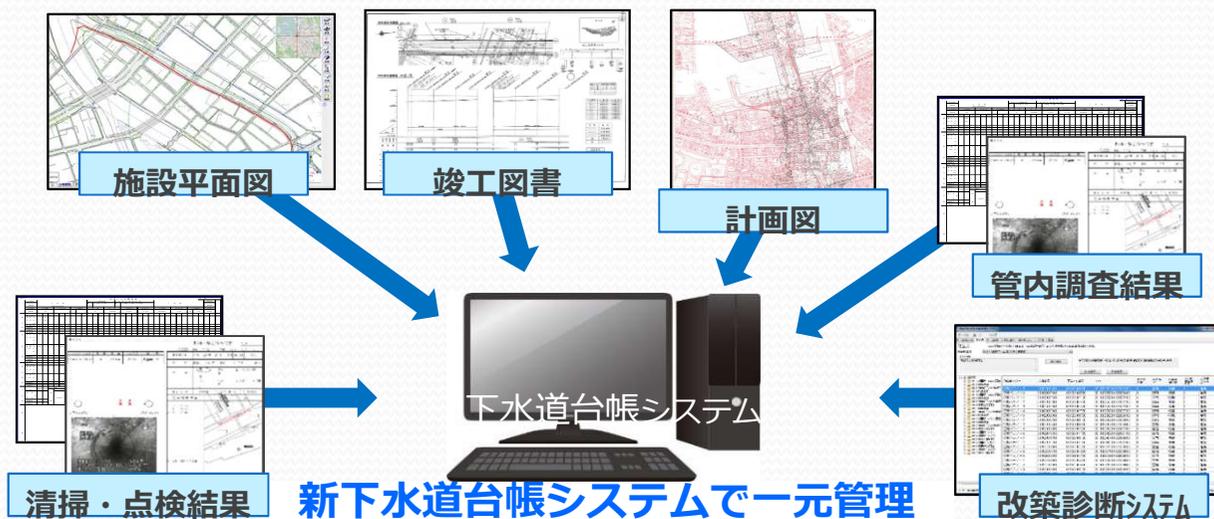
行政手続きのオンライン化

下水道関係の申請書類（排水設備設置確認申請書や自費工事申請書など）について、申請フォームを開発し、インターネットでの受付を可能とする。申請データの一括管理が可能となることから、市民サービスの向上と行政事務の効率化を実現。

電子台帳導入による業務の効率化

下水道台帳や施設台帳の電子化を導入。様々な資料を一元管理する水道施設管理システムとして運用し、業務の効率化や情報収集の迅速化、情報共有の強化を図る。また、維持管理データの蓄積や分析を行うことで維持管理の効率化に取り組む。

下水道施設管理システムの共有



DXの活用

電子台帳導入による業務の効率化

下水道台帳や施設台帳の電子化に加えて、ICTを活用したタブレットの導入を図る。事故時や災害による被災時に、端末をそのまま現場へ持って行くことが可能。従来は、事故等が発生した場合、パソコンのシステムで図面を印刷し、現地へ持っていきましたが、その必要がなく現地で必要な情報が収集でき迅速な現場対応が可能となる。

施設台帳に修繕履歴や完成図書等の情報のデータベース化や全地球画像情報を追加する。設計や工事計画策定等に活用する。

下水道台帳システムの改善

- 下水道台帳情報が入った**タブレット端末の導入**
- 維持管理情報の**データベース化**（補修履歴やテレビカメラ調査履歴、陥没履歴、閉塞履歴等）



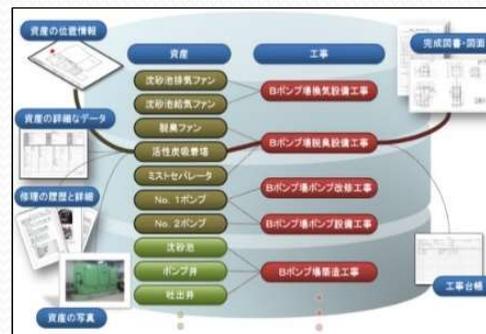
下水道台帳情報が入ったタブレット端末



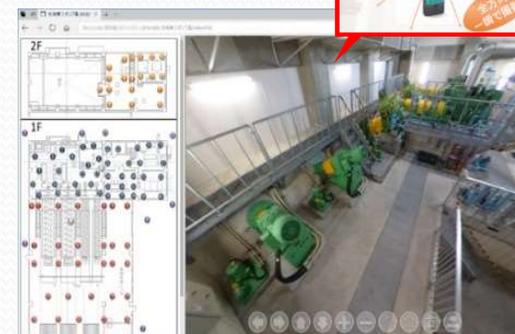
タブレット端末を使用した現地調査

下水道施設台帳システムの改善

- 修繕履歴や完成図書等の情報の**データベース化** ⇒ 工事計画策定等に活用
- 全地球画像情報**の追加 ⇒ 設計ミスの減少、記録漏れの防止



施設台帳のデータの相互関連図



全地球画像の表示例



DXの活用

下水道施設統合監視システムの運用

下水道事業は、社会的に求められる役割として「豪雨災害等での市民安全確保」はもちろん、「有事の情報伝達の高度化」も求められている。処理場やポンプ場で個別監視している情報（ポンプ稼働状況・雨量情報等）を一元的に監視し、迅速な災害対応や情報収集を実現。

①施設監視システム

処理場、ポンプ場、雨水吐、滞水池)の稼働状況(ポンプ稼働状況やゲート前水位等)を**常時監視**できる環境を構築。



②テレビ会議システム

処理場、本庁、現場(**モバイル端末**)を繋ぐことができる遠隔会議環境を構築。
モバイル端末のカメラ機能を使い、災害現場から本庁や処理場へ**リアルタイムの画像**を配信。



③ポンプ場放流口モニタリングシステム

各ポンプ場の放流先状況について**画像の閲覧・保存**ができる環境を構築。

これにより施設の稼働状況をリアルタイムに把握することが可能。

バーチャル水位計を利用して**HWL(計画高水位)**を表示し、災害時にリアルタイムの状況を確認。



④BCP、日常業務への活用

大規模地震が発生した際、一時も止めることができない下水処理施設の確保について、迅速かつ最適な対応と判断ができるようBCP訓練を行っており、下水道施設統合監視システムの各機能を有効活用していく。

また、各処理場と本庁舎間の会議や合意形成について、時間短縮や情報共有に有効活用する。

⑤ビッグデータの活用

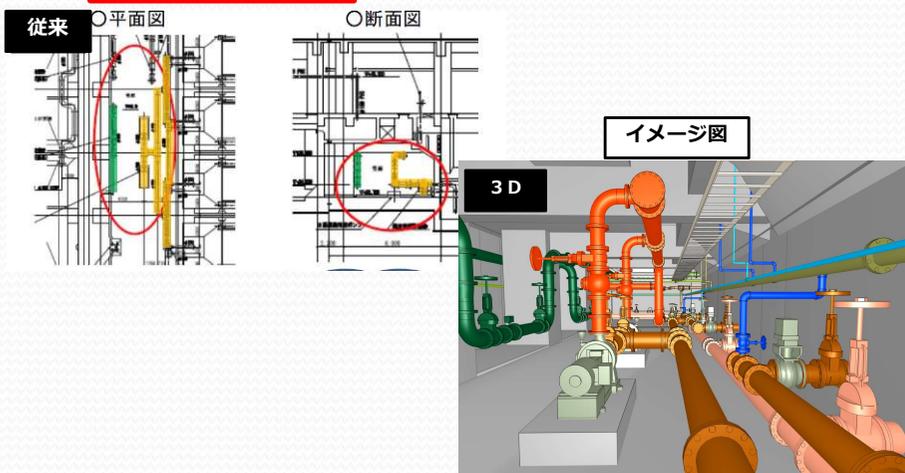
各ポンプ場の雨量情報や施設稼働状況を蓄積することで、
運転ノウハウとして最適な操作を支援するシステムを検討する。

DXの活用

下水道におけるBIM/CIMの適用と効果

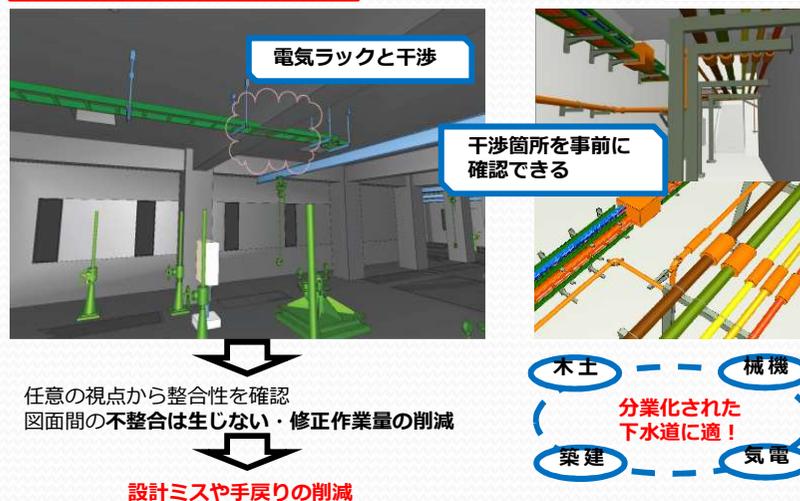
①設計成果の可視化

設計



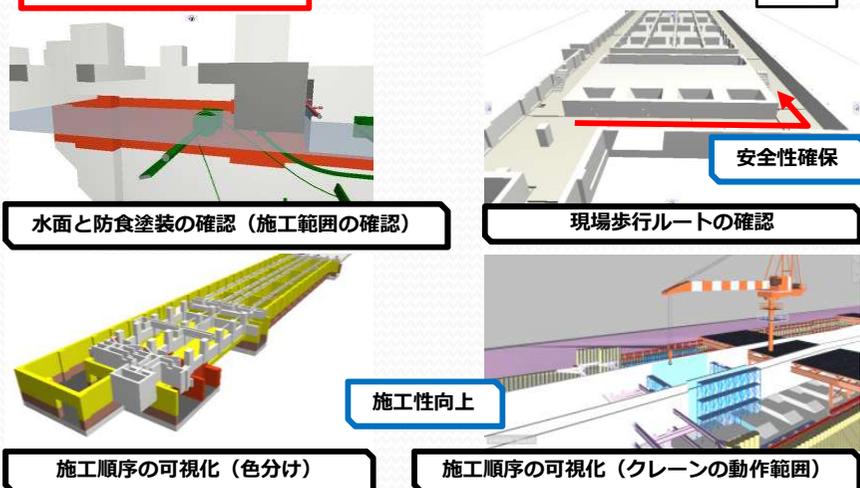
②事前の干渉チェック

設計/施工



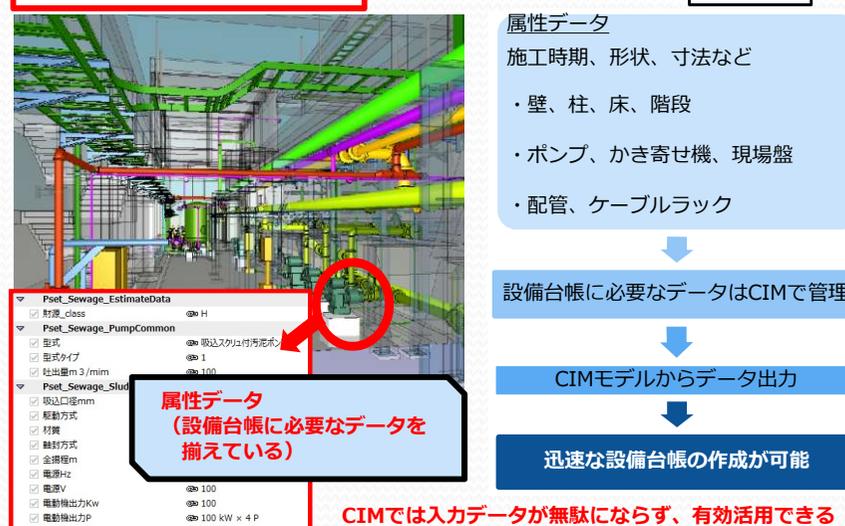
③施工計画の最適化

施工



④迅速な設備台帳の作成

維持管理



DXの活用

IoTと設備診断技術を活用したポンプ場の健全度評価

IoT技術と設備診断技術を活用した**ポンプの健全度評価システム**を導入。

- ⇒ ①劣化予測に基づく最適な整備・更新計画が策定できる **LCC低減**
②ポンプの挙動を監視することで故障の予兆をつかむことが可能 **故障リスク低減**

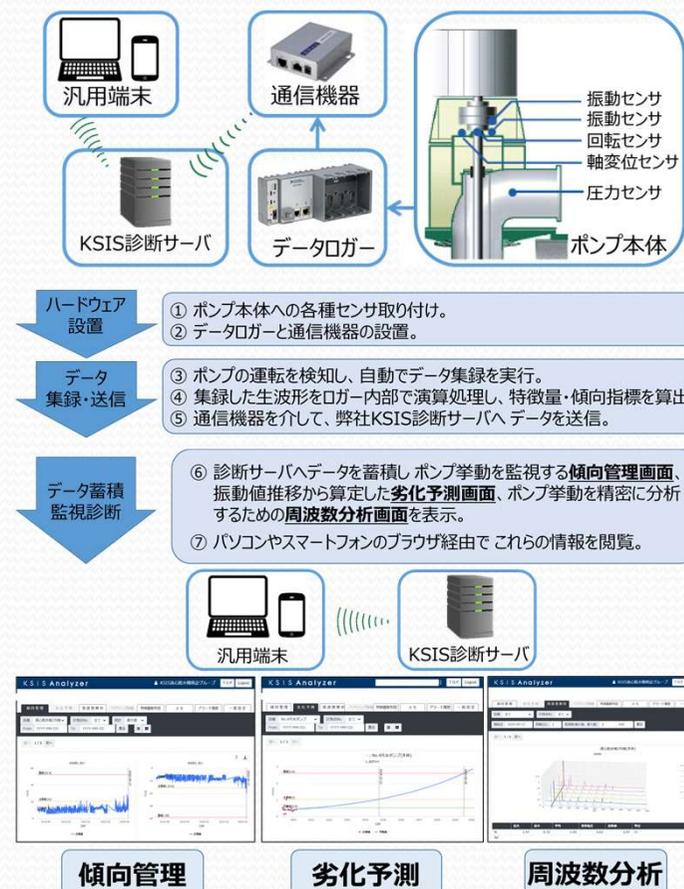
処理場、ポンプ場のポンプは汚水・雨水を揚水する重要な設備

・口径の大きいポンプは点検、整備費用が高い **高コスト**

分解点検は行わず、経過時間と日常点検結果（異音、振動など）から整備の時期、内容を決定

・詳細データを常時監視していないため、突発的な故障を予測できない **故障リスク**

- ①ポンプ本体にセンサを設置し、計測データをIoT技術を活用しクラウドサーバに収集
- ②データを診断サーバで診断し、ポンプ挙動の傾向管理、劣化予測、周波数分析を行う
- ③診断結果はPC、スマホから閲覧可能



DXの活用

AIを活用した管路調査及び管路損傷発生予測

効率的・効果的に下水道管路調査を行うため、AIを活用した管路調査システム及び管路損傷発生予測システムを確立する。

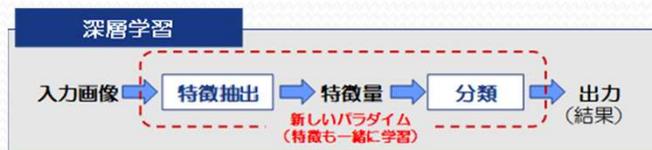
- ①画像認識技術とAIによる管路劣化の自動判定
- ②AIによる管路損傷発生予測
- ③高画質展開カメラによる調査の低コスト化に関する技術

AIによる画像認識技術の仕組み

○AI（人工知能）の概要

- ・人工知能：コンピュータを使って学習・推論・判断など人間の知能の働きを人工的に実現するもの
- ・機械学習：明示的にプログラムしなくても自ら学習しデータ特性を発見し、予測すること
- ・深層学習：ニューラルネットワーク※を用い、画像の特徴を抽出し学習精度を上げる技術

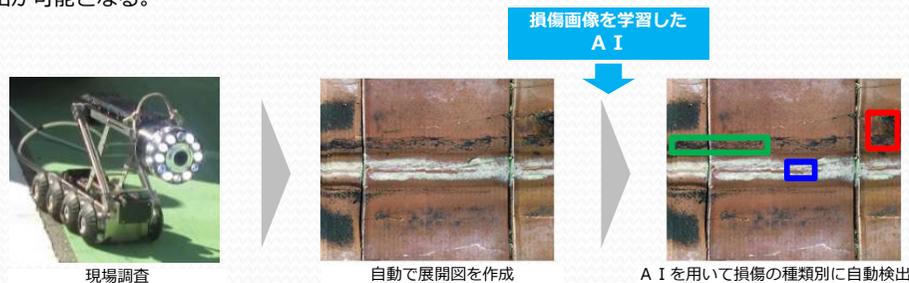
※脳の神経回路網で見られる特性を計算機上で再現することをめざした数理モデル



深層学習の画像認識プロセス

○管路画像診断へのAI技術の適用

カメラ調査の画像データから、不具合項目（腐食、破損、クラック等）のデータを学習することで、変状の自動検出が可能となる。



DXの活用

AIを活用したポンプ場の流入量予測と運転の高度化

IoT・AI技術を活用し、雨水排水ポンプ場の運転操作を高度化することにより、浸水リスク低減に寄与。予測された流入量を活用しながら、効率的・効果的に運転することにより、急激に流入量が増加した場合の浸水リスク低減に寄与。

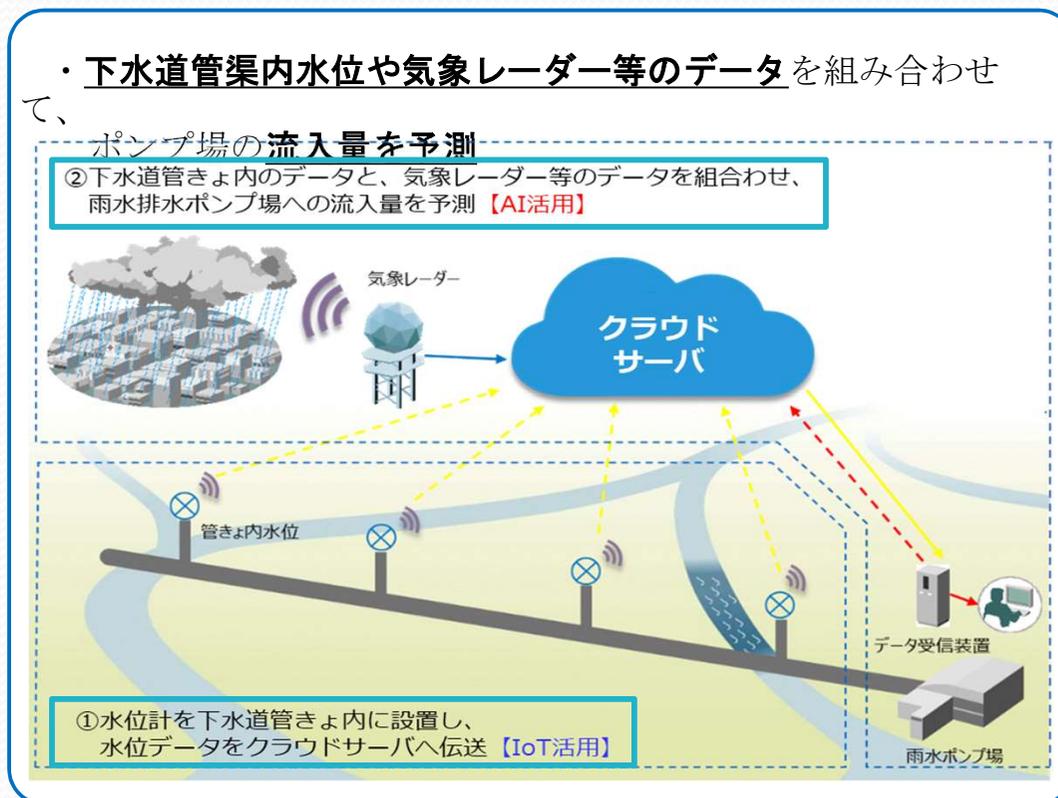
(従来の雨水ポンプ運転制御の課題例)

ポンプは事前に設定された水位により起動・停止し、一度ポンプが停止した場合、再起動には時間が必要

⇒ ゲリラ豪雨等で流入量が急増した場合、対応が遅れる可能性がある



IoT・AI技術の活用



DXの活用

AIを活用した処理場における流入量予測



処理場では、流入する水量により機器の運転条件を変更し効率的な運転を行っている。流入水量は生活排水や工場排水、天候など様々な要因から決まるもので、現在は過去の経験をもとにベテラン技術者が予測を行っている。AIなどの最先端の技術を用いた流入水量の予測に取り組むことで、経験の浅い技術者でも、予測された流入量を活用し効率的に運転操作を行うことにより、安定的な水質管理に寄与。

- ・ 事業者処理場ポンプの運用データ等を提供し、天候情報データ等も踏まえ、**流入量予測に適したAIモデルの研究開発**
- ・ **実運用を想定した模擬試験**を実施し、実現の可能性を確認

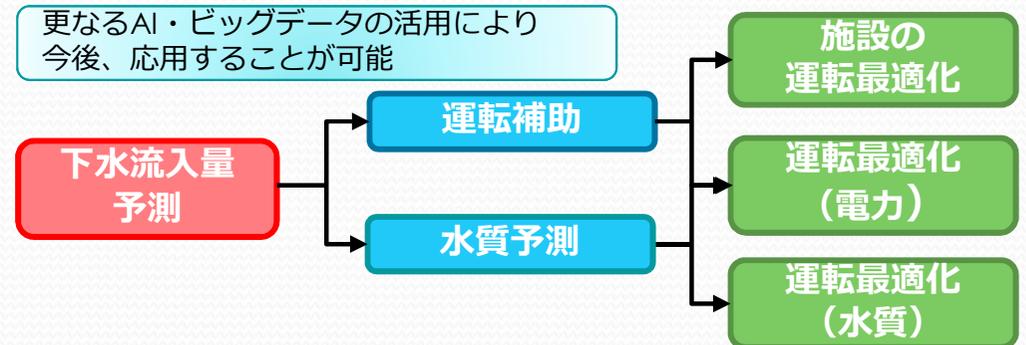
下水流入量によって水処理設備、汚泥処理設備、焼却設備の運転の方法が決まる。



下水流入量を予測できれば、処理場全ての設備に応用できる



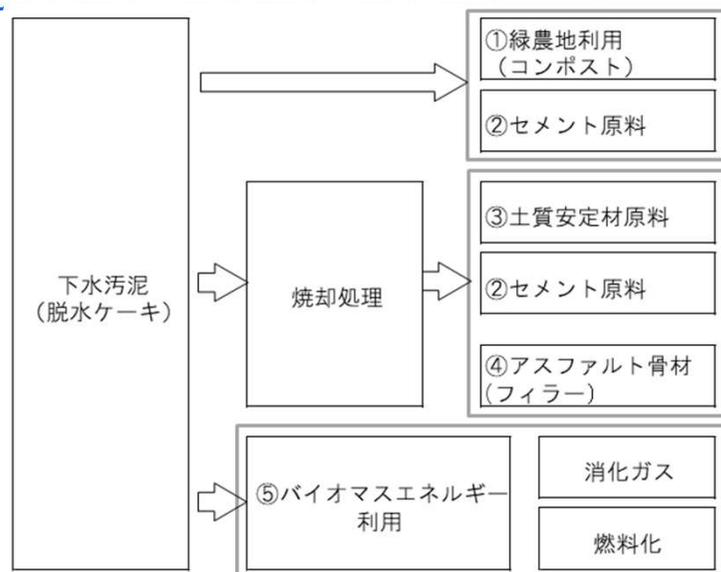
更なるAI・ビッグデータの活用により
今後、応用することが可能



将来的には、AIを活用することで施設の運転最適化、さらには人口減・コスト削減対策へと可能性が広がる

下水道資源の有効活用

下水汚泥の有効利用



(1) 緑農地利用

汚泥が有している特性（土壌改良効果、肥料効果）を活かした有効利用。汚泥の重金属の含有量が少ない場合は、コンポスト化により安全化、安定化を図り、肥料として販売する。

(2) セメント原料

焼却灰及び脱水ケーキの主成分がセメントの原料と類似することから有効利用。民間工場においてセメント原料との混合焼成を実施する。焼却施設の定期点検、修繕時のバックアップとして重要な役割を果たす。

(3) 土質安定材原料

道路の軟弱地盤安定処理工法の一つであるFe石灰工法の主成分に、焼却灰の主成分が類似することから有効利用する。

(4) アスファルト骨材

アスファルトと一体となって骨材の間隙を充填し、安定性や耐久性を向上させる役割を担うフィラー（石粉:粉砕した石灰岩）の代替として焼却灰を利用する。

(5) バイオマスエネルギーとしての利用

下水汚泥をバイオマスエネルギー（消化ガスと汚泥燃料化）として利用することにより、使用する化石燃料を削減できることから、温室効果ガス削減に有効する。

下水道資源の有効活用

再生水利用下水道事業

下水処理水は、都市内に豊富に存在する貴重な水資源である。水需要の逼迫する都市においては、下水処理水を再生水として水洗トイレ用水等の雑用水に活用し、節水型リサイクル社会の形成に取り組む。

リンの肥料利用

MAP法による最新のリン回収施設の導入。従来施設と比較し大幅な再生リンの回収が可能。再生リンを活用したエコ肥料を製品化。

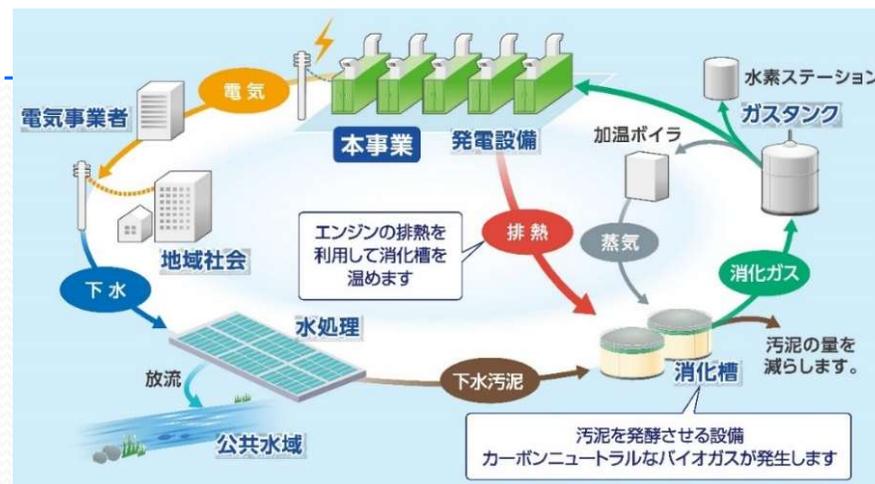
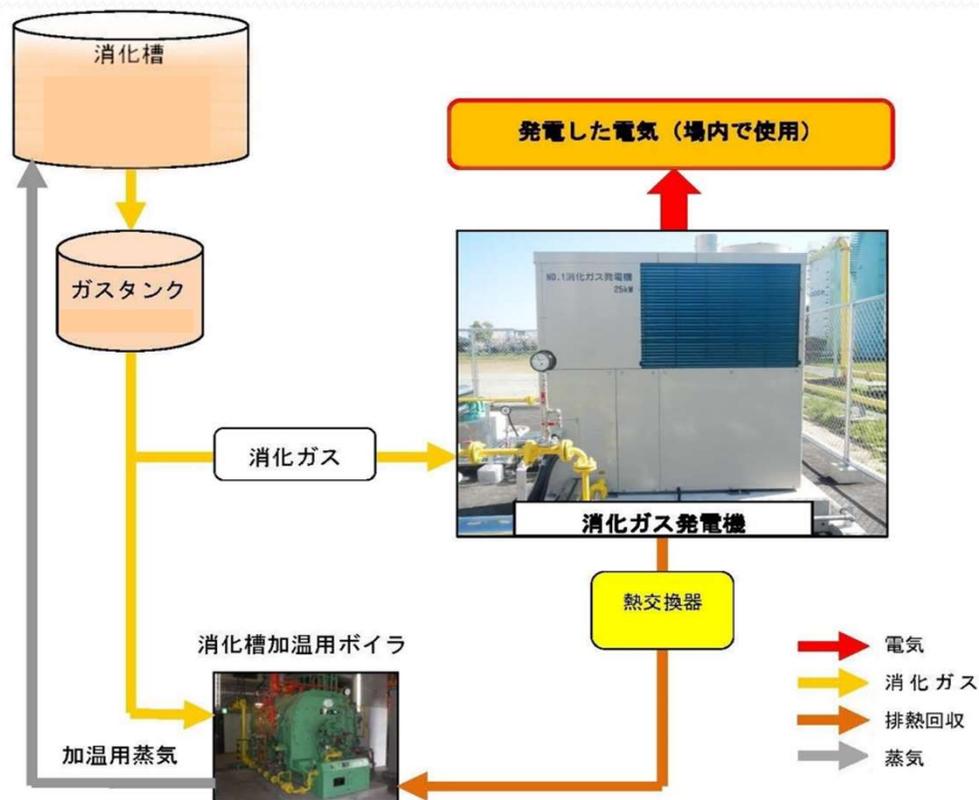
	回収原料	使用薬品	MAPの形状
従来設備	脱水ろ液	塩化マグネシウム 苛性ソーダ	 2~3mmの顆粒状
最新設備	消化汚泥	水酸化マグネシウム	 0.2~0.3mmの顆粒状

下水道資源の有効活用

下水道バイオガス発電

汚泥処理過程で発生する消化ガスを有効に利用するために、消化ガス発電設備を設置し、発電した電気を場内利用することにより維持管理費の低減化を図る。

また、消化ガスの発生量が多い場合、民間事業者に消化ガスを売却する。民間事業者は処理場敷地内に発電設備を設置し、発電した電気は固定価格買取制度（FIT・バイオマス発電）を利用して電力会社に売却する。

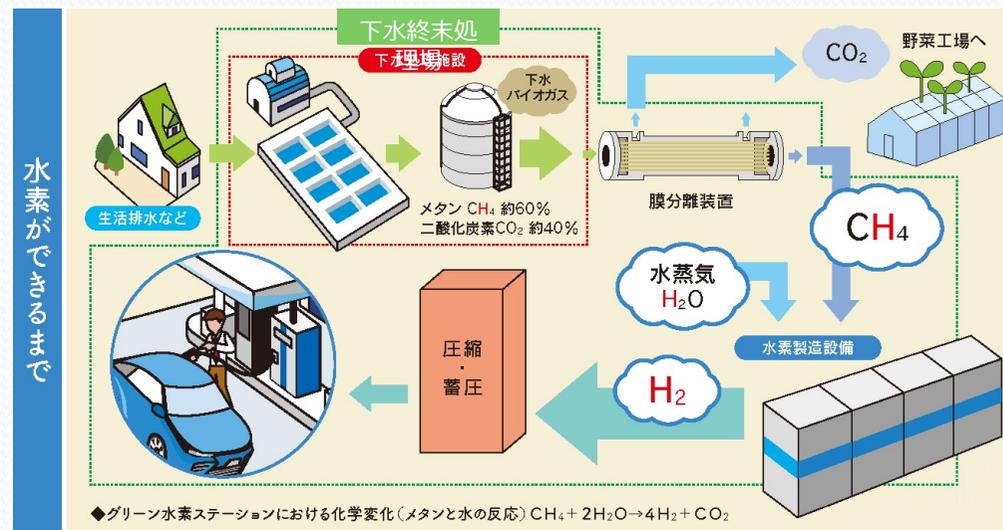
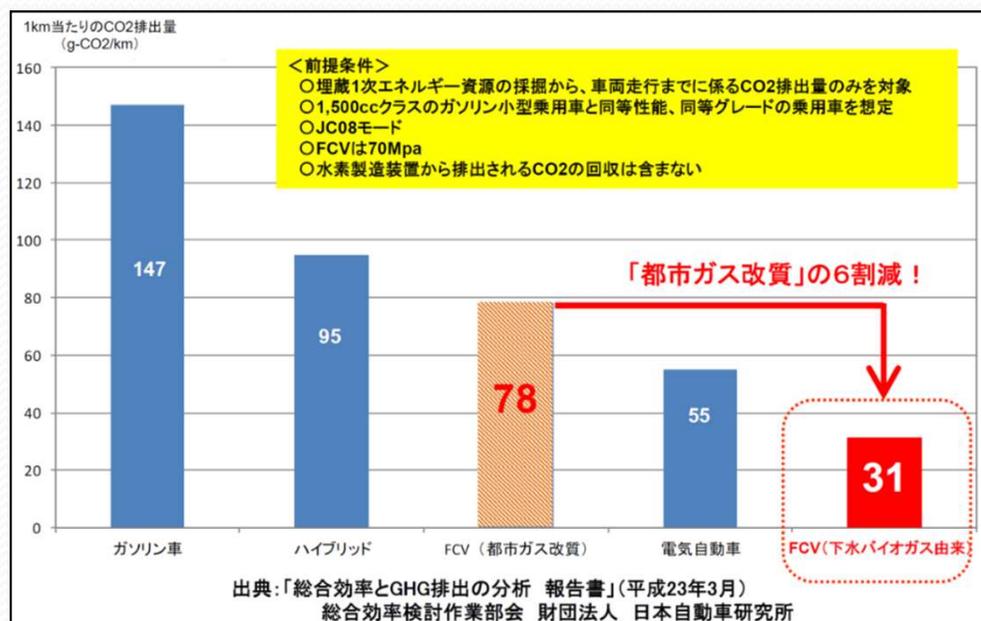


下水道資源の有効活用

水素の製造・供給

下水終末処理場は、燃料電池自動車普及初期の需要地である都市部において発生する都市型バイオマスエネルギーの集積所であり、消化設備を保有する下水処理場は、全国に数多く存在しているため、水素ステーションの普及が期待できる。

天然ガスなどの化石燃料からではなく、下水汚泥から水素を製造することで、温室効果ガス削減に寄与。ガソリン車と比べてCO₂排出量が約1/5に削減。化石燃料を原料として製造した水素との比較では、下水バイオガスから水素を製造する場合は、約1/2に削減可能。



※都市ガス改質と下水バイオガス由来のCO₂排出量の違いについて
資源産出国での、資源採掘、精製、タンカー輸送に伴い、排出されるCO₂分が削減されるため、下水バイオガス由来のCO₂排出量が低くなる。

下水道資源の有効活用

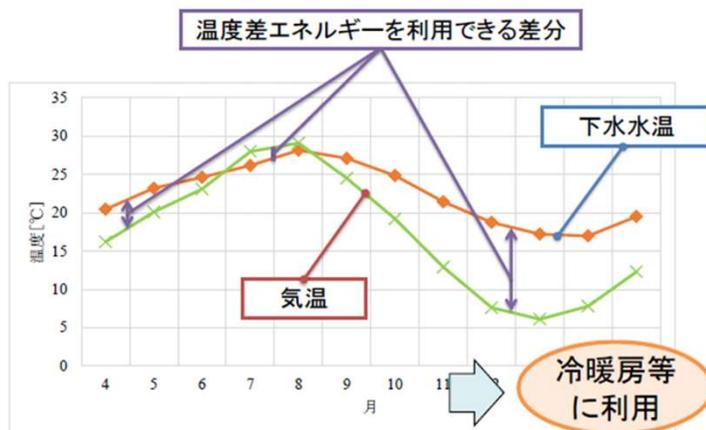
太陽光発電

水処理棟などの上部に太陽光発電設備を設置。発電設備は20年間のリース契約で、発電した電気は固定価格買取制度（FIT・太陽光発電）を利用して、電力会社に売却。小規模施設の上部にも太陽光発電設備を設置し、発電した電力を場内利用する。



下水熱の利用

下水は外気温の影響を受けにくく、外気温に比べ冬は高く、夏は低い。また、安定的かつ豊富に存在。この温度差を給湯や冷暖房等のエネルギー源として利用することにより省エネ・省CO2化を図る。



できることを全方位的に着実に

下水道事業におけるDXや下水道資源の有効活用など、多面的観点からの課題に全方位的に着実にそして地道に取り組むことが重要であると考えます。

今後とも着実な企業債残高の縮減を図り、下水道施設における効率的な維持管理などによる経費の削減を進め、経営の効率化に努めます。

経営の安定・継続

- **引き続き一定の利益を確保**
- **現行の使用料体系を維持**
- **企業債残高の縮減**
- **効率的な維持管理**