

AIによる下水処理場運転操作デジタルトランス フォーメーション(DX)検討会

令和4年度：論点整理

検討会設置の主旨

- ・下水道分野においては、持続可能な下水道事業を維持ならびに向上させていくために、データとデジタル技術の活用基盤を構築し、徹底活用することで、業務そのものや、組織、プロセスを変革する「下水道のDX」に取り組んでいる。
- ・また、下水道政策研究委員会「脱炭素社会への貢献のあり方検討小員会報告書（令和4年3月）」では、グリーンイノベーション下水道を実現していくための施策展開の視点として下水道のDXを加速することが示された。
- ・このような中、国土交通省では、下水道のDXの取組みの一環として、下水処理場の運転操作にAIを活用する実証研究が実施されている。
- ・今後、これらの実証・研究成果を含めた下水処理場の運転操作へのAI活用を円滑化・促進していくためには、人とAIの役割分担や期待される効果、導入方法等を明らかにするとともに、その前提としてデータのオープン化(下水道業界におけるベンダーロック問題の解消)など必要な環境整備等を進めていく必要がある。
- ・このような状況を踏まえ、下水道のDXの加速化に資することを目的に、下水道管理者が水処理運転操作等にAI導入を検討するにあたり必要となるAI導入の環境整備や支援策等の検討を行うため、令和4年6月より本検討会を設置する。

検討会メンバー（令和5年3月末時点）

座長 加藤 裕之 東京大学 工学系研究科都市工学専攻 下水道システムイノベーション研究室 特任准教授			
委員 三田村 浩昭 東京都下水道局 計画調整部 技術開発課長	委員 斎藤 朋之 公益社団法人 埼玉県下水道公社 荒川左岸南部支社 運転管理担当 担当部長		
〃 福永 泰之 北九州市上下水道局 下水道部長	〃 糸川 浩紀 地方共同法人 日本下水道事業団 技術開発室 総括主任研究員		
〃 江原 佳男 公益社団法人 日本下水道協会 技術部長	〃 堅田 智洋 一般社団法人 日本下水道施設業協会 技術部長		
〃 大森 康弘 一般社団法人 日本下水道施設管理業協会 理事兼技術安全委員会技術部会長 下水道研究部	〃 重村 浩之 国土交通省 国土技術政策総合研究所 下水処理研究室 室長		

これまでの議論

- ・地方公共団体・市民・企業それぞれの視点で、AI活用で期待される効果として、下水道における業務の効率化、消費電力量の削減にともなう温室効果ガス排出量の削減、新たなビジネス機会の創出などを整理した。
- ・AI導入にあたり想定される形態として、AIの調達から運用・活用までを地方公共団体がマネジメントするインハウス型と、企業側がマネジメントするアウトソース型に分類して、想定されるAI導入モデルの特徴について整理した。
- ・AI導入に対する課題及びAI導入に向けた検討事項について、地方公共団体及び事業者ヒアリングを行い、AIと人の役割分担、AI導入に必要な環境整備、またそれらに必要な支援策について検討した。
- ・現在実証中の以下6件の実証研究等を本検討会の議論の題材として紹介した。参考資料に一部の事例を示す。

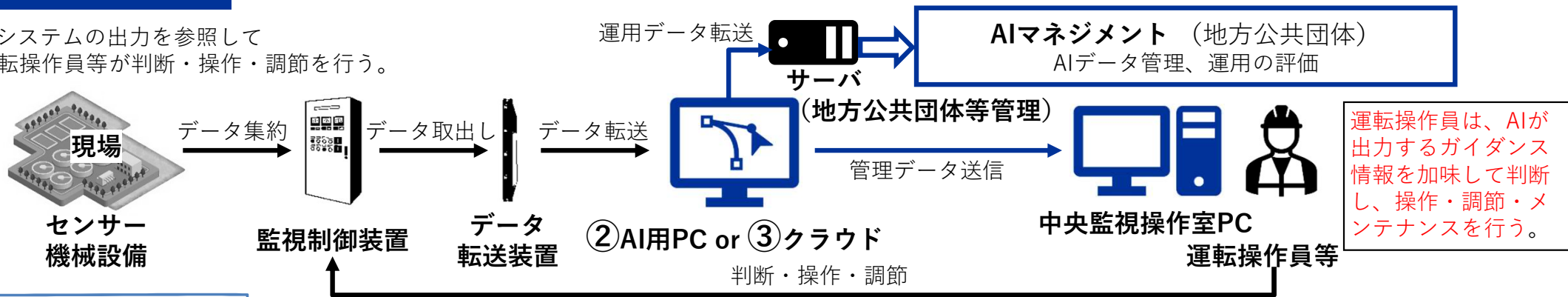
開始	地方公共団体名等	件名	実施者	実証場所
R1	東京都	AIを活用した省エネと水質改善を両立する制御技術の開発	東京都、三菱電機	北多摩一号水再生センター
R3	埼玉県	下水処理へのAI活用に係る共同研究	埼玉県、下水道公社、 ①三菱商事・水ing	荒川水循環センター
			埼玉県、下水道公社、 ②メタウォーター	
			埼玉県、下水道公社、 ③日立製作所	
R3	北九州市	AIを適用した下水処理プロセスの運転ガイドランスおよび制御の実証研究	北九州市、安川オートメーション・ドライブ	北湊浄化センター
R3	B-DASH 実規模	AIを活用した下水処理場運転操作の先進的支援技術に関する実証事業	明電舎、NJS、広島市、船橋市	広島市西部水資源再生センター 船橋市高瀬下水処理場

AIと人の役割分担

AIの運用方法としては、AIシステムの出力を参照して運転操作員等が判断・操作・調節を行う「AIガイダンス」とAIシステムの出力でプロセスを制御して運転操作員等は必要に応じて割り込み操作を行う「AI自動制御」が考えられる。当面の方向性として本検討会では「AIガイダンス」を前提に検討する。

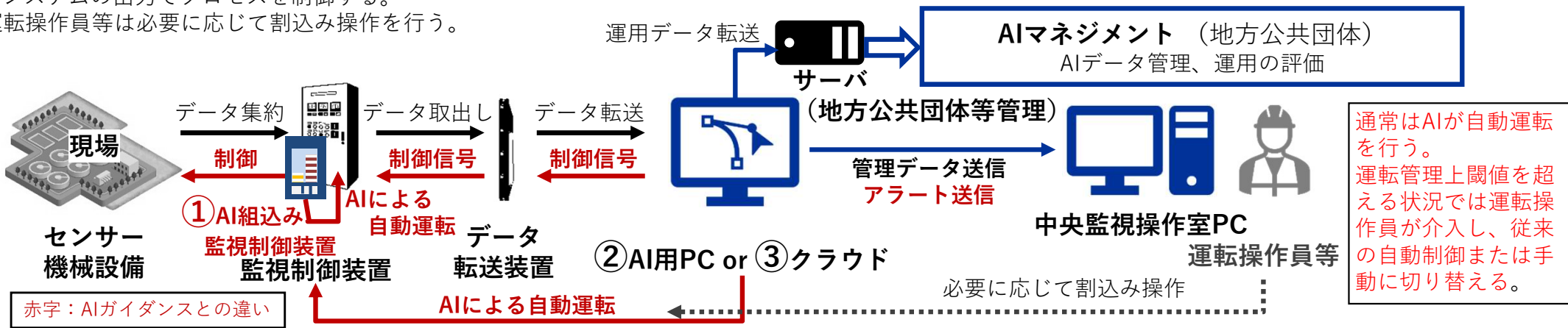
AIガイダンス

AIシステムの出力を参照して
運転操作員等が判断・操作・調節を行う。



AI制御

AIシステムの出力でプロセスを制御する。
運転操作員等は必要に応じて割り込み操作を行う。



AI導入に向けた環境整備に関する論点整理

AI導入に向けた環境整備を行うための課題及び検討事項、また先進事例を整理した。今後、データ取得をはじめとする下記の課題に関する下水道分野及び他分野での取組み事例、下水処理場の運転管理へのAI導入に関する国内及び海外の取組み事例を幅広く調査するとともに、取り組んでいる各団体にヒアリングを行い具体的な推進方法を検討する。

課題	検討事項
①AI導入に必要な運転管理データの取得	・AI導入及び運用に必要な運転管理データが容易に取得できる環境整備 <u>(ベンダーロックインへの対応等)</u>
②信頼性の確保	・AIの評価方法の整備 ・AIのバックアップ体制の整備
③透明性の確保	・AI出力根拠の見える化

課題①：AI導入に必要な運転管理データの取得

ベンダーロックインにより運転管理データの取得が特定のベンダーに限定されるため、AI導入が進まないという課題がある。また、横浜市のように競争性確保に問題があると判断している自治体もある。本課題解決に向けて、AI導入及び運用に必要な運転管理データが容易に取得できる環境整備を検討する。

- 【方向性】
- ◆ベンダーロックを解消したデータの取得方法として、「汎用プロトコル化」、「データプラットフォームサーバー導入」を既に導入している先進事例がある。これらの事例を踏まえた各方法の効果と導入手続き、また、留意点の有無（責任分界等）を確認し、データ取得に向けた方針（目的、適用範囲、導入方法等）を整理する。
それぞれの概要及び課題は以表のとおり。
汎用プロトコル化の事例を参考資料①(横浜市及び葉山町)に、データプラットフォームサーバー導入の事例を参考資料②(みずみらい広島及びみずむすびマネジメントみやぎ)に示す。
 - ◆下水処理場の運転操作へのAI導入に向けたAI技術を研究開発する機関が、研究開発のための処理場データを容易に入手できる方策を検討する。

	汎用プロトコル化	データプラットフォームサーバー導入
概要	汎用プロトコル（異なる種類のコンピューターシステムやネットワーク間でデータ通信を可能とする装置）を用いて、他社間での通信を可能とする。	組織が持つ大量のデータを一元的に管理し、データの収集、処理、分析を容易にするプラットフォームを設ける。
現状課題	・情報共有は直接的であるため、情報取得が早く、自動制御も可能 ・既存監視制御設備の機能増設・改造は必要（責任の分界点、情報連携のため） ・現状導入されているベンダーフリーは通信方法の標準化を行っているのみで、情報の内容・構造は各社独自となっているので、情報連携のためにカスタマイズが必要。既存のメーカーから高額な金額を要求される可能性。 ・セキュリティリスクが高まる可能性の有無と対応策	・情報共有が間接的であるためベンダーフリーより情報の更新に時間が必要 ・情報の内容・構造が各社独自となっているので、情報連携のためにカスタマイズが必要。既存のメーカーから高額な金額を要求される可能性。 ・セキュリティリスクが高まる可能性の有無と対応策

課題②：信頼性の確保

【AIの評価方法の整備】

AIの導入時および効果検証時においては、AIの性能について正しく評価する必要がある。本課題解決に向けて、評価方法の整備を検討するにあたっての方向性を示す。

【方向性】

◆今年度、AI導入検討を行っている事例においては、AIシステムは、水質を確保しつつ、電力を削減するものとなっており、水質、電気使用量、PAC注入率など、AI活用の目的に沿った評価項目・評価基準を設定している。また、性能評価としては、現在（AI活用前）との比較が一般的となっている。複数のAIの比較方法や性能評価のあり方について検討する。（P.2に示す6件の実証試験結果の活用）

【AIのバックアップ体制の整備】

AIの出力が不適切な場合には、非効率な運転や場合によっては水質事故などにつながる可能性もある。本課題解決に向けて、非常時およびAI故障時等のバックアップ体制の整備を検討するにあたっての方向性を示す。

【方向性】

◆今年度、AI導入検討を行っている事例においては、ハード的な対策として、水質悪化・過剰送風防止の観点から、水質や送風量の上限值を設定しているところや、ソフト的な対策として、手動切り替えや運用マニュアルの整備、状況の記録などを実施している。AIの出力が不適切となるケースの洗い出し、ケース毎のハード・ソフト的なバックアップ体制を検討する。

課題③：透明性の確保

【AI出力根拠の見える化】

AIの能力が高まるにつれて、AIモデルは複雑になり、人間には理解が難しくなる傾向がある。その結果、データが入ってきて答えを出す過程が「ブラックボックス化」の状態となりやすい。AIの出力根拠の見える化は、人の判断・学習に役立つものであり、技術継承など維持管理上の観点からも重要である。本課題解決に向けて、AIの出力根拠の見える化を検討するにあたっての方向性を示す。

【方向性】

◆今年度、AI導入検討を行っている事例においては、運転操作ガイダンスに影響を与えている各事象の内容と寄与度を表示することで、判断根拠（ノウハウ）を明確にし、AIからの出力を解釈可能なものとする事で、AIの透明性を向上するように努めている。AIによる判断プロセス・内容（重要な特徴量の提示、重要な学習データの提示、AIの可読化等）の見える化について検討する。

今後の取組方針

【1.取組み】AI導入の環境整備における課題への対応についての検討

海外の下水処理場におけるAI技術を活用した取組みについての情報収集及び、AI技術の実証中の研究体やベンダーフリー化に取り組む企業等から意見聴取等を行い、AI導入の環境整備における課題①～③への対応について検討する。これらを踏まえ、国として全国自治体等に助言を行う。

上記に加えて、次についても検討する。

【2.取組み】AI先端技術の現状、今後期待されるAI技術の検討

海外の下水処理場における先端的なAI技術を活用した取組みについて情報収集等を行い、下水道システム全体に係るAI技術の現状についてとりまとめる。

また、AI技術の実証中の研究体等から意見聴取等を行い下水処理場全体の最適運転管理や施設の健全度把握による整備計画など、今後期待されるAI技術について検討し国として推進すべき技術開発について取りまとめる。

【3.取組み】AI技術を活用した地域循環経済への貢献についての検討

有識者ヒアリングや具体の実例から、AI技術の活用による下水道と周辺地域が一体となった低炭素社会等の実現に向けた地域循環経済との関わりについてとりまとめ、推進方策を検討する。