

1. 中小都市の持続可能な下水道事業実施に関する基礎研究

下水道研究室 室長 岩崎 宏和
主任研究官 深谷 渉
研究官 川島 弘靖

1. はじめに

今後、老朽管や設備更新を要する処理場が急増し、点検調査・修繕・改築・更新コストが増大する一方、下水道担当職員数は平成 28 年度末に約 28,300 人となり、ピークであった平成 9 年度の約 2/3 の水準まで減少しており、事業の更なる効率化が求められている。特に、中小都市では、下水道担当職員数が 5 人未満の市町村が約 500 存在するとともに、経費回収率が低い傾向にあり、事業の円滑な執行が懸念される。こうした課題に対応するため、官民連携や広域化・共同化といった管理体制の効率化が検討されている。

一方、技術面では、ICT 技術の開発・導入により、維持管理の効率化が進められてきた。更に、近年では、インフラ分野への AI 技術の導入についても検討が進められているが、下水道分野においての実装はまだこれからである。下水道事業の効率化にあたっては、管理体制の効率化だけでなく、AI 技術等の新技術の開発・導入による効率化も重要である。

このため、本研究では、AI 技術に係る政策等の動向を整理するとともに、下水道分野への適用可能性について検討した。

2. AI 技術に係る政策等の動向

2. 1. 未来投資戦略 2017（平成 29 年 6 月閣議決定）¹⁾

未来投資戦略 2017 では、Society5.0 の実現に向け、戦略分野と新たに講ずべき具体的施策が掲げられている。5 つある戦略分野の一つに「快適なインフラ・まちづくり」が選定されており、インフラの整備・維持管理の生産性向上における具体的施策の一つとして、インフラ管理者と連携し、ロボット・AI 等の先進的技術の開発支援を進めるとしており、政府としてもインフラ分野への AI 技術の導入を重視しているところである。

2. 2. 下水道技術ビジョン（平成 27 年 12 月策定）²⁾

下水道技術ビジョンでは、新下水道ビジョンで示された長期ビジョンや中期目標を達成するために、今後開発すべき技術について、技術開発分野毎に課題、技術目標、目標を解決するために必要な技術開発項目を設定している。AI 技術については特段明記されていないが、異常時通報可能な状態監視システムの開発、ICT を活用した流入水量・水質の変動にあわせた曝気風量の制御や酸素溶解効率の向上等によるエネルギー最適化技術の実用化等が技術開発項目に設定されているとともに、産官学の連携や他分野との連携により技術開発を推進していくこととしている。

2. 3. i-Gesuido（平成 29 年 2 月公表）³⁾

国土交通省では、老朽化施設の増加、激甚化する災害への対応など下水道事業の抱える様々な課題に対応するため、ICT の活用による下水道事業の質・効率性の向上や情報の見える化を行い、下水道事業の「持続」と「進化」を実践する新たな取組として i-Gesuido を推進してい

る。i-Gesuido では、①BIM/CIM、②ストックマネジメント、③水処理革命、④雨水管理スマート化 2.0 の 4 つの柱を中心に施策を展開していくこととしている(図 1)。③の水処理革命では、リアルタイム運転管理データの集約や AI による最適運転の自動化を通じ、処理水量・負荷削減量当たりのエネルギー等使用量・コストを削減することを目標に掲げている。また、④雨水管理スマート化 2.0 では、リスク情報の見える化・リアルタイム発信、ポンプ場等の最適運転の自動化を通じた雨水管理の効率性向上、水位情報等のビッグデータ活用による新たな産業等の創出を目標に掲げている。

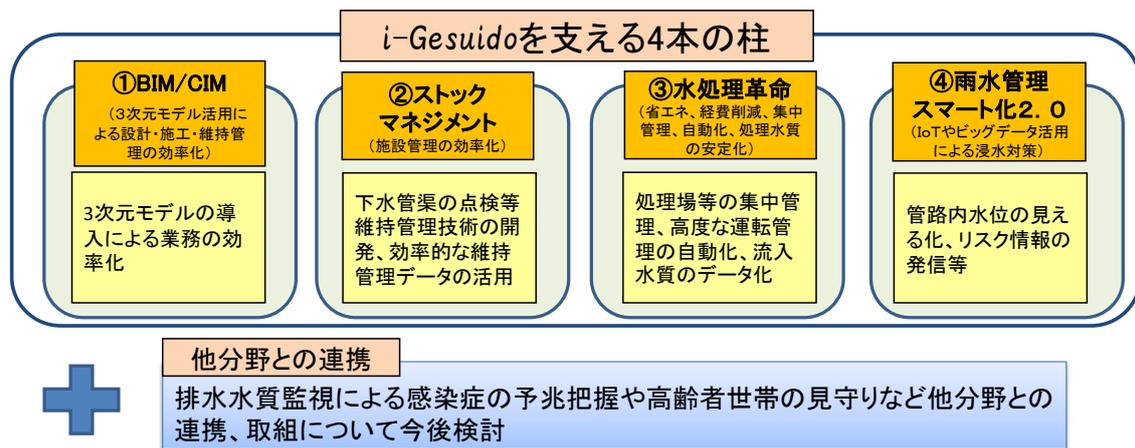


図 1 i-Gesuido を支える 4 本の柱

2. 4. 新下水道ビジョン加速戦略(平成 29 年 8 月策定)⁴⁾

新下水道ビジョン加速戦略では、新下水道ビジョンの実現加速の観点から、国が今後 5 年程度で進めるべき施策がとりまとめられ、技術開発に係る施策も掲げられている。技術開発関連部分に関する施策は以下のとおりである(以下の凡例は、◎: 直ちに着手する新規施策、○: 逐次着手する新規施策、◇: 強化・推進すべき継続施策)。

重点項目Ⅱ 下水道の活用による付加価値向上

- ディスポーザーの活用及び下水道へのオムツ受入れ可能性の検討(オムツ素材・オムツ分解装置・宅内配管等における検討と連携した下水管渠調査・実証実験の実施、トイレに流せる製品等も考慮した下水道施設や水処理などに悪影響を及ぼさないための下水道への受入れ基準検討、費用負担の考え方の検討、利用者の適正利用遵守方策等)
- ◎ 下水水質情報等を活用した感染症流行の早期感知と情報発信に向けて、衛生・医療部局等関係機関の役割分担や情報提供の内容・ツール等の検討及び社会実験の実施
- ◎ 下水道技術ビジョンを踏まえた省エネ・創エネ技術、資源利用技術の基礎研究レベルから実用化段階までの技術開発、普及展開・導入促進及び、そのための検討体制強化

重点項目Ⅲ 汚水処理システムの最適化

- ◎ 下水処理場等、複数施設の集中管理、遠隔制御等を行うための ICT の活用促進
- ◇ B-DASH 等の活用による、人口減少等社会情勢の変化に柔軟に対応可能な水処理技術等の開発の促進

重点項目Ⅵ 防災・減災の推進

- ◎ 水位計に加え、SNS 情報や防犯カメラ等を活用した浸水情報等の収集及び収集した水

位・浸水情報を活用した水位周知の仕組みやタイムライン等の導入支援

- ◇ B-DASH 等の活用による安価かつ省エネルギーで、平常時でも使用でき、迅速な災害復旧にも活用可能な処理技術等の開発促進

重点項目Ⅶ ニーズに適合した下水道産業の育成

- B-DASH 等の活用による、ICT やロボット技術等労働生産性向上に資する技術開発の促進

3. 下水道分野への AI 技術の適用可能性の検討

AI 技術の活用用途としては、異常検知・予知、行動の最適化、作業の自動化、情報判別等に大きく分類分けできる。今回、下水道分野への適用可能性について、上述した技術開発関連施策と関連付けて机上検討を行った。机上検討により項目出しした結果を表 1 に示す。

表 1 下水道分野への適用可能性

活用用途の大分類	内容
異常検知・予知	下水道管きよの TV カメラ調査結果(画像データ)に AI 技術を活用して、異常項目・程度を判断
	機械設備に取り付けた振動センサーにより振動を常時監視し、AI 技術を活用して、異常判断及び劣化予測
	下水道管きよの流入下水中の有害物質・ウイルスをモニタリングし、AI 技術を活用して、その挙動パターンを検知・予測することにより、処理施設の運転管理の最適化や、住民等への警報発信
	雨天時浸入水による過去の溢水被害と分流式下水道の污水管における水温・流量から、AI 技術を活用して、雨天時浸入水による被害軽減のための施設の運転管理を最適化
行動の最適化	雨量・水位・流量データ(予測含む)から、AI 技術を活用して、内水浸水の防止または軽減を図るためのポンプ運転調整の最適化
作業の自動化	下水処理場における流入水質・処理水質データ、流入水量、送風量から、AI 技術を活用して、エネルギー消費量と処理水質を最適化する自動運転制御を実施
情報判別	ネットや SNS 上の情報から、AI 技術を活用して、浸水に関する情報を選別・抽出し、下水道における早期対応や住民への適切な情報発信

今回、上記の内、作業の自動化に係る項目について、AI 技術導入前後の作業の対比、研究や現場実装する上での課題等について検討した。

下水道は、全国の電力消費量の約 0.7% (約 70 億 kWh) の電力を消費し、日本全体の温室効果ガスの約 0.5% (約 621 万 t-CO₂) を排出していると言われて⁴⁾いる。従来は、水質保全を目的として、処理水質の向上が重要視されてきたところであるが、今後は、処理水質及び消費エネルギーの両面で最適化を図っていくことが重要である。処理水質及び消費エネルギーは、各処理場における処理方式、導入機器及びそれらの運転管理方法により影響を受ける。消費エネルギーの向上に当たっては、処理方式の変更や省エネ機器等の導入が考えられるが、更新時期や予算の問題から容易ではない。このため、運転管理の工夫を図ることが有効と考えられる。

下水処理場における消費エネルギーとしては、送風機によるものが約 60%と言われている⁵⁾。現在は、流入水質や処理水質等の各データから、人間がマニュアル的または経験的に判断し、運転管理を行っているのが実態である。AI 技術を導入し、各データを分析し、処理水質及び消費エネルギーの両面を考慮した運転管理を自動化できた場合、人間は、常時は監視のみ、非常時やエラー時は、従来通りの経験的な判断により運転管理することになるが、導入効果として処理コストや人件費等の運転管理費の縮減が期待できる。

AI 技術の導入に当たっては、膨大な教師データが必要となり、研究を進める上ではその教師データの蓄積が課題となると考えられる。流入水質、処理水質、流入水量、消費電力、送風量及び薬品添加量等の基礎データは既に蓄積されていると思われるが、AI 導入の際の教師データとして利用できる形で蓄積されているかは不明である。このため、研究を進める上では、まずは教師データの蓄積が必要と考えられるが、その際、適切な教師データを得るために、事業主体である地方公共団体と AI 技術者が連携し、データを収集・共有する仕組みを検討すべきである。また、現場実装する上での課題として、災害時の運転管理、住民対応等のリスク管理、設備更新時の対応が想定される。また、非常時やエラー時は、人間の判断による運転管理が必要になるため、AI 技術を導入しながらも技術者を育成していく必要があると考えられる。

4. まとめ

今回、AI 技術に係る政策等の動向を整理するとともに、下水道分野への適用可能性について検討した。AI 技術の導入にあたっては、導入検討のための教師データ収集・蓄積の仕組みから、導入時の業務プロセスの検討、導入後の非常時やエラー時の対応の検討等のリスク管理を含め、検討事項が全般にわたる。また、制度面を検討する国、教師データを有する事業実施主体である地方公共団体、技術開発に携わる AI 技術者の連携が不可欠である。引き続き、技術面での中小都市の下水道事業の効率的な運営に係る手法について検討を進めるとともに、他分野との連携促進を目的として、情報発信をしていきたい。

参考文献

- 1) 未来投資会議：未来投資戦略 2017、
<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisci/kettei.html#tousi2017>
- 2) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部、国土技術政策総合研究所下水道研究部：下水道技術ビジョン、<http://www.kantei.go.jp/jp/singi/keizaisaisci/kettei.html#tousi2017>
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：i-Gesuido、
http://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo13_hh_000322.html
- 4) 国土交通省水管理・国土保全局下水道部：新下水道ビジョン加速戦略、
http://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000510.html
- 5) 環境省、国土交通省：下水道における地球温暖化対策マニュアル、pp.60～61、H28.3