

第1章 総 則

第1節 目 的

§ 1. 目的

本ガイドラインは、下水道施設における防災減災の推進に向け、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）で採択された「AIを用いた分流式下水道における雨天時浸入水対策支援技術に関する実証事業」（以下、「本技術」とする）について、実証研究の成果を踏まえて、技術の概要、導入検討・判断、および運用ならびに保守等に関する技術的事項について明らかにし、もって導入の促進に資することを目的とする。

【解説】

下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）は、新技術の研究開発及び実用化を加速することにより、下水道事業における資源回収、大幅な省エネルギー・創エネルギー効果やコスト縮減を実現し、併せて、本邦企業による水ビジネスの海外展開を支援するため、国土交通省が実施しているものである。

B-DASH プロジェクト全体の概要是、図 1-1 に示すとおりである。各実証事業においては、国土技術政策総合研究所からの委託研究として、実証研究を実施している。

平成 23 年度は、①水処理における固液分離技術（高度処理を除く）、②バイオガス回収技術、③バイオガス精製技術、④バイオガス発電技術に係る革新的技術を含むシステムについて公募を行い、2 件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、ガイドライン案を策定した。

平成 24 年度は、⑤下水汚泥固体燃料化技術、⑥下水熱利用技術（未処理下水の熱利用に限る）、⑦栄養塩（窒素）除去技術（水処理に係る技術は除く）、⑧栄養塩（リン）除去技術（水処理に係る技術は除く。回収技術を含むことは可）に係る革新的技術について公募を行い、5 件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、ガイドライン案を策定した。

平成 25 年度は、⑨下水汚泥バイオマス発電システム技術（低含水率化技術、エネルギー回収技術、エネルギー変換技術を組み合わせたシステム技術）、⑩管渠マネジメント技術に係る革新的技術について公募を行い、5 件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、ガイドライン案を策定した。

平成 26 年度は、⑪下水汚泥から水素を創出する創エネ技術、⑫既存施設を活用した省エネ型水処理技術（標準活性汚泥法代替技術・高度処理代替技術）、⑬ICT による既存施設を活用した戦略的水処理管理技術、⑭既存施設を活用した ICT による都市浸水対策機能向上技術に係る革新的技術について公募を行い、6 件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、ガイドライン案を策定した。

平成 27 年度は、⑮複数の下水処理場からバイオガスを効率的に集約・活用する技術、⑯バイオガスから CO₂ を分離・回収・活用する技術、⑰設備劣化診断技術、⑱都市域における局所的集中豪雨に対する降雨及び浸水予測技術、⑲下水管路に起因する道路陥没の兆候

を検知可能な技術、⑯下水処理水の再生利用技術に係る革新的技術について公募を行い、9件の実証研究を採択した。その後、実証成果を元に、⑰⑱⑲⑳についてガイドライン案を策定した。

平成28年度は、㉑中小規模処理場を対象とした下水汚泥の有効利用技術、㉒ダウンサイジング可能な水処理技術に係る革新的技術について公募を行い、4件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、ガイドライン案を策定した。

平成29年度は、㉓汚泥消化技術を用いた地産地消型エネルギー・システムの構築に向けた低コストなバイオマス活用技術、㉔省エネ社会の実現に向けた低コストな地球温暖化対策型汚泥焼却技術、㉕既設改造で省エネ・低コストに処理能力（量・質）を向上する技術に係る革新的技術について公募を行い、3件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、ガイドライン案を策定した。

平成30年度は、㉖ICTを活用した効率的な下水道施設（処理場・ポンプ場）管理に関する技術、㉗ICTを活用した効率的管路マネジメント技術、㉘高純度ガス精製・バイオガス利用等による効率的エネルギー化技術、㉙他の熱源よりも低コストに融雪できる下水熱利用技術に係る革新的技術について公募を行い、7件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、㉖㉘、㉗のうちの1技術及び㉙のうちの1技術についてガイドライン案を策定した。

平成31年度は、㉚ICT活用高度処理技術、㉛クラウド・AI活用マンホールポンプ管理技術、㉜AIデータ解析による管内異常検知技術について公募を行い、4件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、㉚㉜についてガイドライン案を策定した。

令和2年度は、㉝災害時対応水処理技術、㉞低コスト汚泥減量化技術、㉟AI活用マンホールポンプ管理技術について公募を行い、3件の実証研究を採択した。その後、実証成果をもとに、ガイドライン案を策定した。

令和3年度は、㉟広域監視制御技術、㉞AI運転支援技術、㉟分流式下水道の流入予測と運転支援技術について公募を行い、4件の実証研究を採択した。

令和4年度は、㉚最初沈殿池におけるエネルギー回収技術、㉛深槽曝気システムにおける省エネ型改築技術について公募を行い、2件の実証研究を採択した。また、令和4年度補正は、㉜消化汚泥から効率的にリンを回収する技術、㉝MAPにより脱水ろ液から効率的にリンを回収する技術、㉞MAP以外で脱水ろ液から効率的にリンを回収する技術について公募を行い、3件の実証研究を採択した。

令和5年度は、㉜発酵熱を利用した効率的なコンポスト化技術、㉝汚泥付加価値向上のための超高温炭化技術について公募を行い、2件の実証研究を採択した。

本技術は、㉚に係る革新的技術であり、実証研究のとりまとめにあたっては、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取したうえで、学識経験者で構成される「下水道革新的技術実証事業評価委員会」（以下、「評価委員会」とする。（<https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/bdash.htm>）にて、十分な成果が得られたと評価された。

近年、施設の老朽化の進行や地震等の被災、高強度降雨の増加等に伴い、降雨時に下水

の流量が増加し、汚水管等からの溢水や宅内への逆流など雨天時浸入水に起因する事象が発生している。本技術は雨天時浸入水に対し、AI技術を活用し、流入水量予測等から下水処理場の対応判断や運転操作等のガイダンスを可能とし、かつそれによりポンプ運転操作の効率化を図り、下水処理場設備の水没・浸水を回避する革新的技術として採択されたものであり、本ガイドラインは評価委員会で評価された本技術の実証研究（令和3年度から令和4年度にかけての2年間）の成果を踏まえ、本技術の導入の促進に資することを目的として、国土技術政策総合研究所において策定したものである。このため、本ガイドラインでは、地方公共団体等の下水道事業者が本技術の導入を検討する際に参考にできるよう、技術の概要と評価、導入検討および維持管理等に関する技術的事項についてとりまとめている。

なお、本ガイドラインについても、実証研究の成果と同様に、専門的知識を有する有識者及び実務に精通した地方公共団体の下水道事業者より意見を聴取のうえ、評価委員会の評価を受け、了承されたものである。

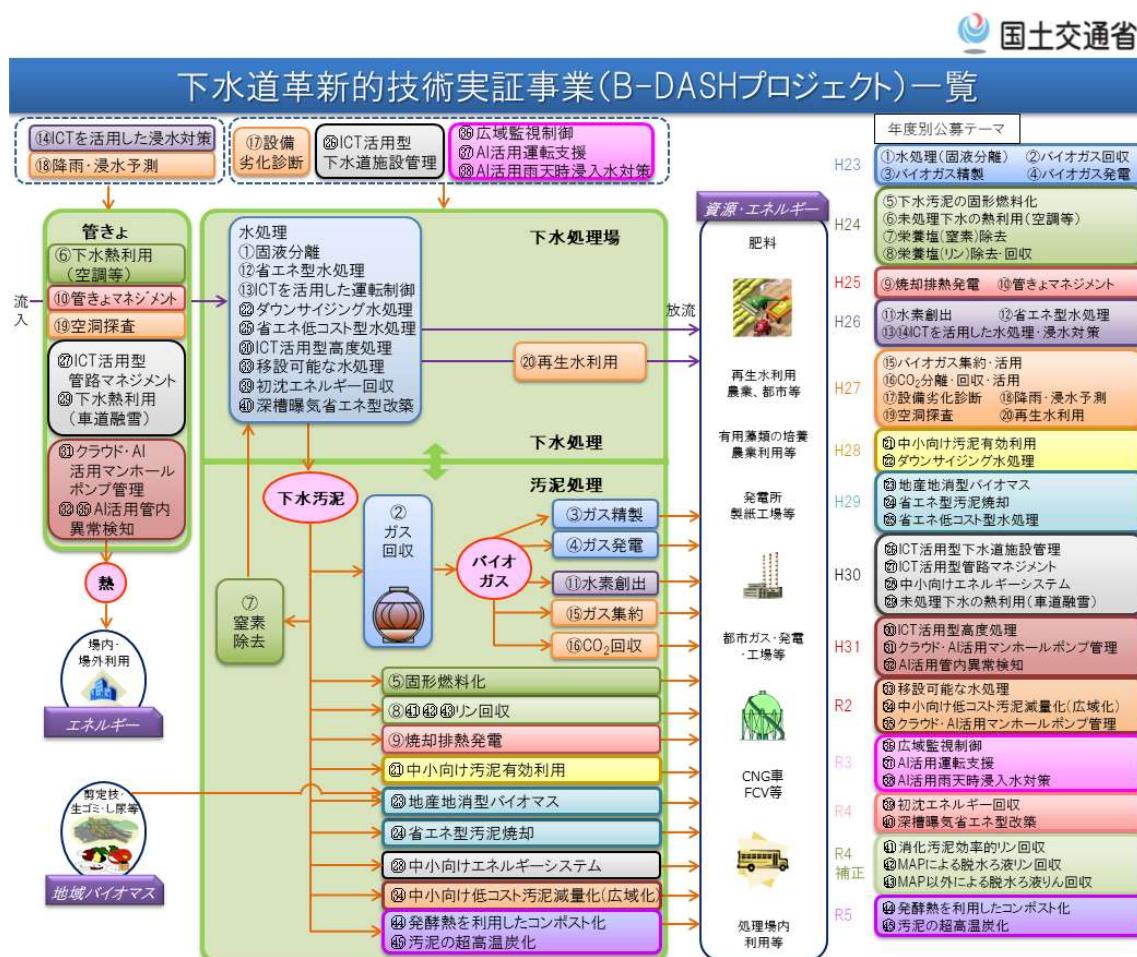


図1-1 下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の概要（全体）

第2節 ガイドラインの適用範囲

§ 2. ガイドラインの適用範囲

本ガイドラインは、本技術のシステム全体または一部についての、下水道施設を対象とした導入検討・判断、および運用ならびに保守等に適用する。

また本ガイドラインは、地方公共団体等の下水道事業者、および関連する民間企業等に利用されることを想定して策定している。

【解説】

本ガイドラインは、下水道施設を対象として、本技術のシステム全体または一部を導入する際に、導入検討・判断、および運用ならびに保守等の参考となるように取りまとめたものである。

また、本ガイドラインは、地方公共団体等の下水道事業者、および関連する民間企業等に利用されることを想定して策定している。

本ガイドラインに記載する技術等は、多くの地方公共団体に活用してもらえるように、考え方の一例を記載したものであり、ここに記載されている内容以外に、各地方公共団体の実績やストックマネジメントの実践に基づく創意工夫を妨げるものではない。

第3節 ガイドラインの構成

§ 3. ガイドラインの構成

本ガイドラインは、総則、技術の概要と評価、導入検討、維持管理および資料編から構成される。

【解説】

本ガイドラインは、図1-2に示す構成からなる。

第1章から第2章までは今回適用したAI技術の概要・適用条件、ならびに実証事業を踏まえた評価について記述する。第3章から第4章までは、導入検討、維持管理について記述する。

(1) 第1章 総則

第1章では、目的、ガイドラインの適用範囲、ガイドラインの構成、用語の定義について記述する。

(2) 第2章 技術の概要と評価

第2章では、今回適用したAI技術の概要・適用条件に関して記述している。技術的目的、技術全体及び各技術の概要と特徴、各技術の適用条件と推奨条件について整理するとともに、データ取得に必要なシステム構成検討方法を示す。また、B-DASH 実証研究で得られた成果に基づく革新的技術の評価結果を示す。

(3) 第3章 導入検討

第3章では、導入効果の事前検証方法について記述するとともに、今回適用した各種予測技術ならびに最適化技術を各下水処理場へ適用する場合の設計方法について解説する。

(4) 第4章 維持管理

第4章では、本技術導入後の維持管理について説明する。保守点検では、技術全体のシステム保守の要点とデータ分析技術に関するモデルの更新について解説する。

各セクションにおいて、枠書き内は基本事項を、解説欄にはその詳細や補足事項等を記載している。

その他、資料編として、実証研究結果、操作説明資料、問い合わせ先等に関する資料を示す。

第1章 総則

- ・目的
- ・ガイドラインの適用範囲
- ・ガイドラインの構成
- ・用語の定義



第2章 技術の概要と評価

- ・技術の概要
- ・システム構成の検討
- ・技術の適用条件
- ・技術の評価
(流入量予測技術、水質予測技術、汚泥界面予測技術、運転パターン分類技術、多目的最適化技術の各技術に関して要素ごとに概要評価を記載する)



第3章 導入検討

- ・導入効果の検証
- ・システムの設計、導入



第4章 維持管理

- ・システムの保守、点検
- ・対象（施設・機器）変更時の対応

図1-2 本ガイドラインの構成

第4節 用語の定義

§ 4. 用語の定義

本ガイドラインで扱う用語を、以下に示すとおり定義する。なお、下水道施設の基本的な用語については、「下水道維持管理指針 総論編 マネジメント編 実務編2014年版（（社）日本下水道協会）」¹⁾、「下水道用語集2000年版（（社）日本下水道協会）」²⁾に準拠する。

(1) AI

知的とされる機能を実現しているシステム。本ガイドラインでは雨天時運転ガイダンスシステムを構成する各要素技術（流入量予測技術、水質予測技術、汚泥界面予測技術、運転パターン分類技術、多目的最適化技術）をAI技術として表現する場合がある。

※AIの定義は「AI戦略2022」³⁾を参照した。本定義は大きな曖昧性を持っているが、「AIの定義が曖昧であること自体が、AIの研究を加速している」「厳密に定義することは意味があるとは言えない」という同戦略の思想を尊重し、本ガイドラインでも明確な定義を試みることは控える。

(2) 分流式下水道

汚水と雨水を別々の管渠系統で排除する下水排除方式。

(3) 不明水

不明水とは、分流式下水道において汚水系統に流入する下水のうちで、地下水、直接浸入水などからなるものをいう。

(4) 雨天時浸入水

雨天時浸入水とは、マンホールの蓋穴や汚水管への誤接続などによって、汚水系統に流入する雨水をいう。

(5) 雨天時運転ガイダンスシステム

雨天時運転を操作員にガイダンスするシステム。今回の実証事業において構築したシステムを指す。

(6) タイムエリア法

流入量予測技術にて用いた手法。「浸入水割合（総降雨量のうち、汚水幹線に浸入する雨水の割合）」「到達時間遅れ」から流入量を予測する手法。

(7) 粒子フィルタ

実測データをもとに各パラメータの尤度（ゆうど）を計算し、補正する手法。本ガイドラインでは流入量予測技術における各パラメータの補正技術として適用している。

(8) Nash-Shutcliffe係数 (NS係数)

Nash-Sutcliffe係数は、流量の誤差の大きさを考慮してモデルの精度を評価する指標で、その値が 1 に近いほどモデルの精度はよいとされ、0.7 以上でモデルの再現性が高いとされている。

(9) ASM (Activated Sludge Model : 活性汚泥モデル)

下水処理に関する微生物の活動に伴う物質の収支を、数式の組み合わせで表現した数学モデル。下水処理場における反応槽での水質挙動を予測するために用いる。

(10) Vesilindモデル

最終沈殿池における物質の収支を逐次式の組み合わせで表現した数学モデル。下水処理場における最終沈殿池の汚泥界面変動を予測するために用いる。

(11) 目的関数

モデルのパラメータが最適なものであるか評価するための関数。本事業では雨天時に考慮すべき 3 つの課題「水位」「水質」「電力」は目的関数として扱っている。

(12) 制約関数

最適化をするうえで制約として考慮すべき関数。本事業では「雨天時管理水位」「契約電力量値」「揚水量」「放流水質目標」を制約関数としている。

(13) 多目的最適化

複数の目的関数がある場合において最適となる解集合（パレート解）を探索する手法。本事業では NSGA II⁴⁾ と呼ばれる遺伝的アルゴリズムを用いている。

※詳細は第3節・第5項 (p. 68) を参照。

(14) パレート解

多目的最適化問題において、目的関数同士がトレードオフの関係にある場合、全体目的関数が最小となる解集合のこと。