

第1章 総 則

第1節 目 的

§1 目 的

本ガイドラインは、下水道事業における大幅なコスト縮減や省エネルギー・創エネルギー効果の増大に寄与するため、下水道革新的技術実証事業（B-DASH プロジェクト）の革新的技術の1つである「ICTを活用した効率的な硝化運転制御技術」（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、計画・設計および維持管理など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、新技術の研究開発およ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は、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）、バイオガス回収技術、バイオガス精製技術、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・実施し、平成 25 年 7 月にガイドライン案を策定している。

平成 24 年度は、②下水汚泥固形燃料化技術、③下水熱利用技術（未処理下水の熱利用に限る）、④栄養塩（窒素）除去技術（水処理に係る技術は除く）、⑤栄養塩（りん）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・実施し、平成 26 年 8 月にガイドライン案を策定している。

平成 25 年度は、⑥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）、⑦管きよ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・実施し、平成 27 年 9 月にガイドライン案を策定している。

平成 26 年度は、⑧下水汚泥から水素を創出する創エネ技術、⑨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）、⑩ICT による既存施設を活用した戦略的水処理管理技術および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・実施している。

平成 27 年度は、⑪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、⑫バイオガスから CO₂ を分離・回収・活用する技術、⑬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、⑭設備劣化診断技術、⑮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ついて公募を行い、9件の実証研究を採択・実施している。

本技術は、⑩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。

(<http://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/bdash.htm>)) の評価を受け、十分な成果が得られたと評価された。本ガイドラインは、下水道事業における大幅な省エネルギーやコスト削減を実現するため、評価委員会で評価された本技術の実証研究の成果を踏まえ、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するものである。このため、本ガイドラインでは、地方公共団体など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に、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計および維持管理など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。

下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト*)の実証テーマ

*Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project

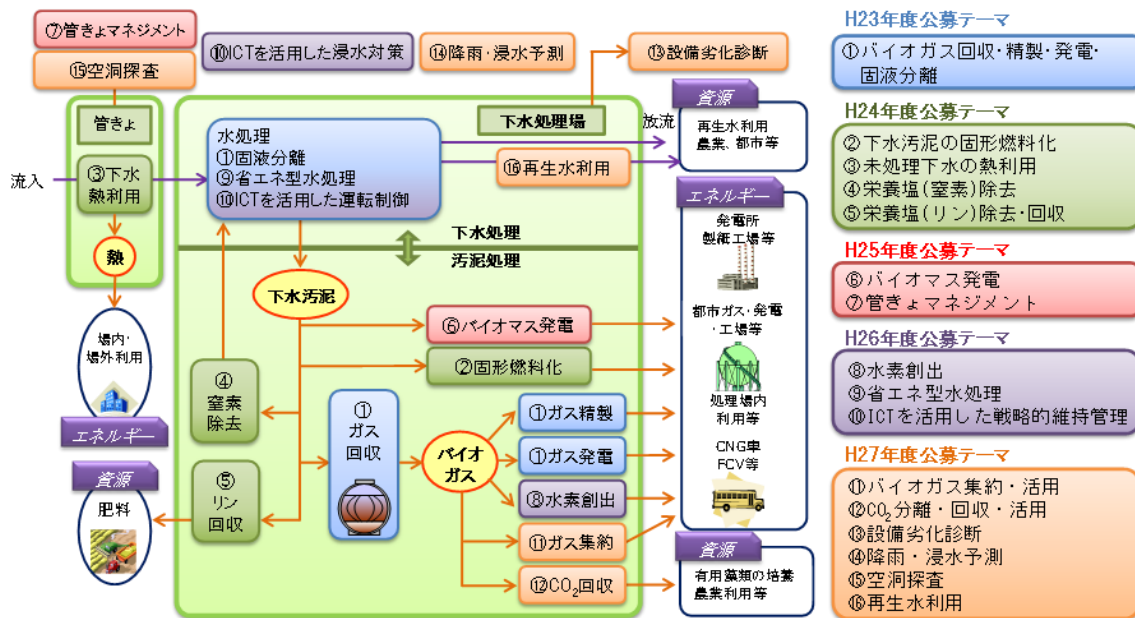


図 1-1 下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト) の概要 (全体)

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、計画・設計および維持管理に適用する。

【解説】

本ガイドラインは、下水道施設の新・増設あるいは既存施設・設備の更新に際して、本技術のシステム全体または一部の導入を促進することを目的として、本技術の導入検討、計画・設計、維持管理の参考となるようにとりまとめたものである。

本技術のシステム全体を同時にまたは段階的に導入する場合、または、一部の要素技術のみを導入する場合のどちらにも、本ガイドラインは適用される。

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

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、革新的技術の概要と評価、導入検討、計画・設計、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 に示す構成から成る。

各章の内容は、以下のとおりとする。

(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、革新的技術の目的、概要、特徴、適用条件、導入シナリオ例について整理する。また、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、革新的技術の導入を検討する際に必要な手順、手法を整理するとともに、導入効果の検討例を示す。

(4) 第4章 計画・設計

第4章では、導入検討の結果として、革新的技術の導入効果が期待できると判断された場合に、導入に向けてより具体的に実施設計を進めるための方法について整理する。

(5) 第5章 維持管理

第5章では、革新的技術を導入した場合において、下水道管理者などが実施すべき維持管理の具体的方法について整理する。

その他、資料編として、実証研究結果、ケーススタディ、問い合わせ先などに関する資料を示す。

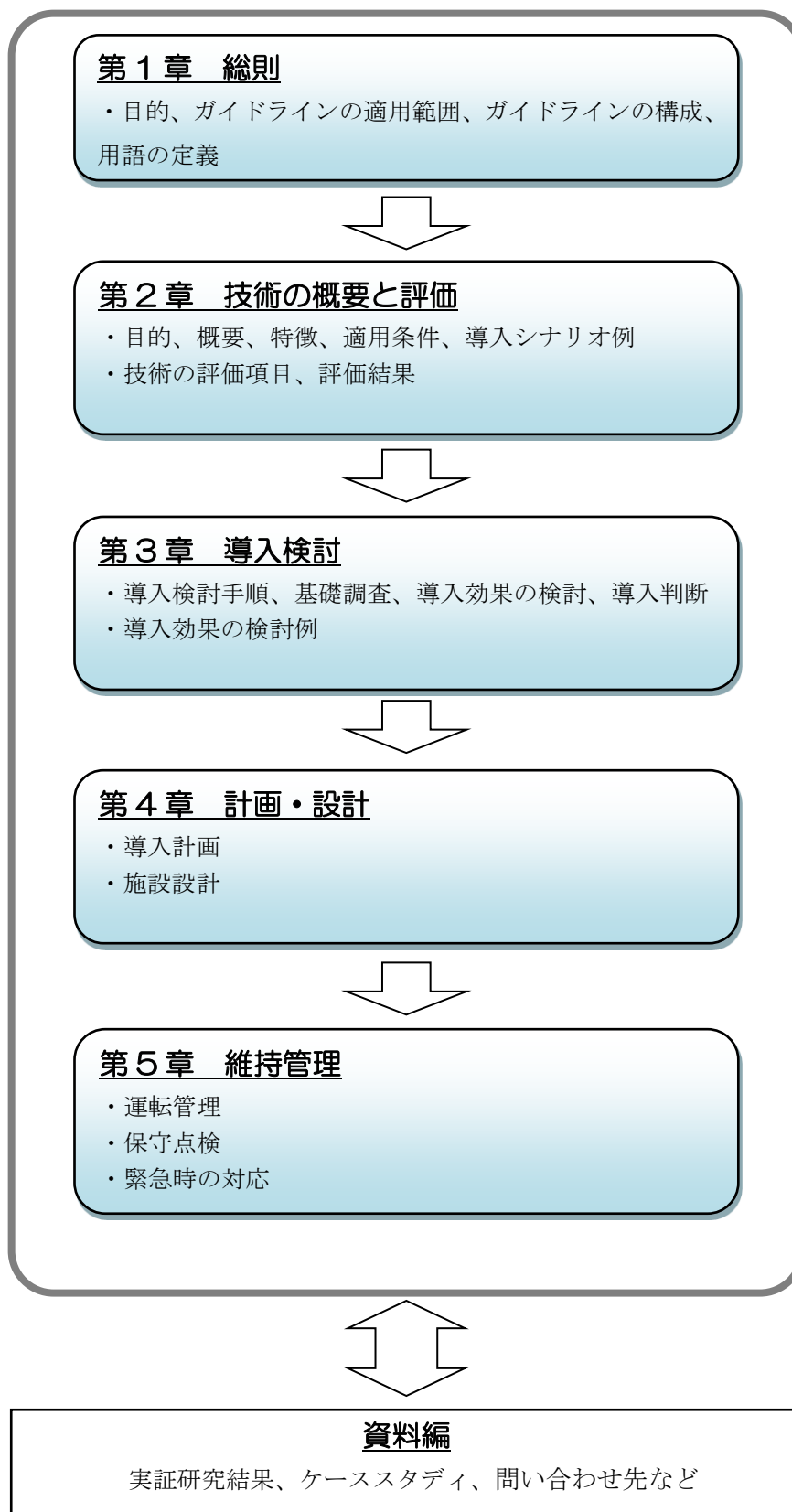


図 1-2 本ガイドラインの構成

第4節 用語の定義

§4 用語の定義

本ガイドラインで取り扱う用語は、以下に示すように定義する。なお、下水道施設の基本的な用語に関しては「下水道施設計画・設計指針と解説 2009年版（以下、設計指針とする）」（公益社団法人日本下水道協会）¹⁾、「下水道用語集 2000年版」（公益社団法人日本下水道協会）²⁾に準拠する。

(1) ICT

情報通信技術（Information and Communication Technology）の略称。情報処理および情報通信、情報伝達技術に関連する諸分野における技術・産業・設備・サービスなどの総称。

(2) アンモニア性窒素 ($\text{NH}_4\text{-N}$)

水中のアンモニア、又はアンモニア塩をその窒素量で表したもの。本ガイドラインでは簡略化し $\text{NH}_4\text{-N}$ と表記する。

(3) $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度

アンモニア性窒素濃度のことを、本ガイドラインでは簡略化し $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と表記する。単位を mg-N/L と表記する。

(4) 硝化

水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ が、硝化細菌の作用により亜硝酸性窒素や硝酸性窒素に酸化される現象。

(5) 硝化制御

水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を指標として硝化の進行度合いを制御すること。硝化は好気状態で進行するため、風量を増減することにより制御する。

(6) 曝気

好気タンクに送風し、水中に空気を供給して酸素を溶解させること。

(7) $\text{NH}_4\text{-N}$ センサー

水中の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度を計測する計測器のこと。

(8) 第1 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサー

好気タンクよりも上流（もしくは最上流の好気タンク）に設置する $\text{NH}_4\text{-N}$ センサー。

(9) 第2 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサー

好気タンクの間地点に設置する $\text{NH}_4\text{-N}$ センサー。

(10) 上流側

第1 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの設置位置から第2 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの設置位置までの範囲。

(11) 下流側

第2 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの設置位置から下流側、反応タンク末端までの範囲。

(12) 流体塊

単位時間あたりに反応タンクに流入する下水を一つの塊として仮想的に捉えたもの。

(13) $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少量 (実績値)

上流側での $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の減少量、つまり上流側で処理した $\text{NH}_4\text{-N}$ の濃度。

(14) 必要累積風量 (実績値)

流体塊が上流側を流れる間に、流体塊に対して供給した風量の累積値。

(15) 処理特性グラフ

微生物による $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理特性を表すものとして、流体塊ごとの $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少量 (実績値)、つまり、第1 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーから第2 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーまでに処理した $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度と、そのときの必要累積風量 (実績値) の関係をグラフに表示したもの。

(16) 処理特性モデル

微生物による $\text{NH}_4\text{-N}$ の処理特性を表すものとして、処理特性グラフ上の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少量 (実績値) と必要累積風量 (実績値) から関係式を導き出したもの。(24) FF 制御風量での演算に用いる。

(17) 中間処理率

本技術の設定パラメータの一つ。反応タンク全体で処理する $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度のうち、第2 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの設置位置までの処理濃度の割合。第2 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの設置位置を考慮して設定する。

(18) 中間 $\text{NH}_4\text{-N}$ 予測値

第2 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサー設置位置における流体塊の $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度の予測値。好気タンク末端で処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 目標値に到達する際の通過点として、第1 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの計測値、処理水 $\text{NH}_4\text{-N}$ 目標値、中間処理率により算出する。

(19) $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少量 (理論値)

流体塊が上流側を流れる間に処理すべき $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度。第1 $\text{NH}_4\text{-N}$ センサーの計測値および中間 $\text{NH}_4\text{-N}$ 予測値との差分として算出する。

(20) 必要累積風量 (理論値)

流体塊が上流側を流れる間に供給すべき風量の累積値。 $\text{NH}_4\text{-N}$ 濃度減少量 (理論値) を処理特性モデルに入力して算出する。

(21) フィードバック (FB) 制御

出力の結果を出力の目標値と比較し、目標に近づけるように操作量 (制御因子) を制御する方法。出力の結果を見て制御に反映するため、目標と結果を一致させやすいメリットがある一方、出力の結果が反映されるまでの時間差が原因となり制御が遅れるという課題がある。

(22) PID 制御

P: Proportional (比例)、I: Integral (積分)、D: Differential (微分) の3つを組み合わせる制御技術であり、PID はこれらの頭文字である。制御工学におけるフィードバック (FB) 制御の一種であり、設定値と測定値との偏差について、比例値・積分値・微分値の組み合わせで操作量を制御するものを PID 制御という。

(23) フィードフォワード (FF) 制御

出力に影響を与える要因を検知し、得られた情報を基に操作量を決定する方法。得られた情報が操作量を決定するのに必要十分であれば、結果が安定するメリットを持つ一方で、状況の変化による誤差が生じやすい課題を持つ。

(24) FF 制御風量

上流側に存在する各流体塊の必要累積風量 (理論値) に対して実際に供給した風量の差分 (必要累積風量 (理論値) の残分) に基づき演算した風量。FF 制御風量を用いることで、各流体塊は第 2NH₄-N センサーに到達するまでに必要累積風量 (理論値) が供給されるように制御される。

(25) FB 制御風量

第 2NH₄-N センサーの計測値を出力値として用いた FB 制御により演算された風量。具体的には、中間 NH₄-N 予測値と第 2NH₄-N センサー計測値との差分を是正する PID 制御により演算された必要風量である。

(26) 硝化制御風量

FF 制御風量と FB 制御風量を平均化した風量。FB 制御の遅れを解消するための手法として FF 制御と組み合わせることで、より短時間で目標値に収束させることができる。

(27) DO

溶存酸素 (Dissolved Oxygen) の略称。

(28) DO 制御

反応タンク内の DO 濃度を設定値に保つように風量を自動的に制御する制御方法。本ガイドラインでは、DO 設定値と DO 実測値の差分を訂正する PID 制御による風量制御を示す。一定の DO 濃度を設定値とした制御を DO 一定制御、DO 設定値を時間により自動的に変更する制御を DO 可変制御と呼ぶ。

(29) 上側 DO 設定値

各下水処理場における運用管理上の DO 濃度の上限。

(30) 下側 DO 設定値

各下水処理場における運用管理上の DO 濃度の下限。

(31) 上側 DO 制御風量

上側 DO 設定値を制御設定値として、DO 一定制御に基づき演算した風量。

(32) 下側 DO 制御風量

下側 DO 設定値を制御設定値として、DO 一定制御に基づき演算した風量。

(33) 系列

処理施設の配列のうち、独立して処理機能を有する最小単位の配列のこと。本ガイドラインでは、返送汚泥系統を共有している一つ以上の処理池と定義する。

(34) 代表池

NH₄-N センサーを設置し、その計測値に基づき風量を演算・制御する処理池を代表池とする。

(35) 展開池

NH₄-N センサーを設置せず、代表池の DO 濃度に基づき風量を演算・制御する処理池。展開池では、代表池の DO 濃度の補正值を制御設定値とした DO 可変制御を適用する。

(36) 硝化目標達成位置

好気タンク内において、NH₄-N 濃度が処理水 NH₄-N 目標値に到達した位置であり、全好気タンクのうち、目標値到達位置以降の好気タンクの長さの割合で表す。導入効果の検討時に、実態調査における各好気タンク内の NH₄-N 濃度の履歴より求める。

(37) 修正硝化目標達成位置

好気タンクへの様々な風量配分比の条件下での硝化目標達成位置を同じ尺度で比較するため、均一曝気と仮定した場合の硝化目標達成位置。

(38) 処理特性風量

所定の NH₄-N 濃度を処理するのに必要な風量（必要累積風量（理論値））。処理特性風量の経時変化を追跡することで、処理特性の変化や運転異常の傾向を把握する。