

# 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「自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術」（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・設計及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）、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・実施し、ガイドライン案を策定した。

平成 24 年度は、⑤下水汚泥固形燃料化技術、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（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、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管きょ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、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及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、ガイドライン案を策定した。

平成 27 年度は、⑭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、⑮バイオガスから CO<sub>2</sub> を分離・回収・活用する技術、⑯設備劣化診断技術、⑰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、⑱下水管路に起因する道路陥没の兆候を検知可能な技術、⑲

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・実施し、⑮⑰⑱についてガイドライン案を策定した。

平成 28 年度は、⑳中小規模処理場を対象とした下水汚泥の有効利用技術、㉑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・実施した。

平成 29 年度は、㉒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、㉓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、㉔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・実施している。

平成 30 年度は、㉕ICT 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、㉖ICT を活用した効率的管路マネジメント技術、㉗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、㉘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・実施している。

本技術は、㉙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、一定の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・創エネルギー効果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・設計及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。

# B-DASH実規模実証の全体像

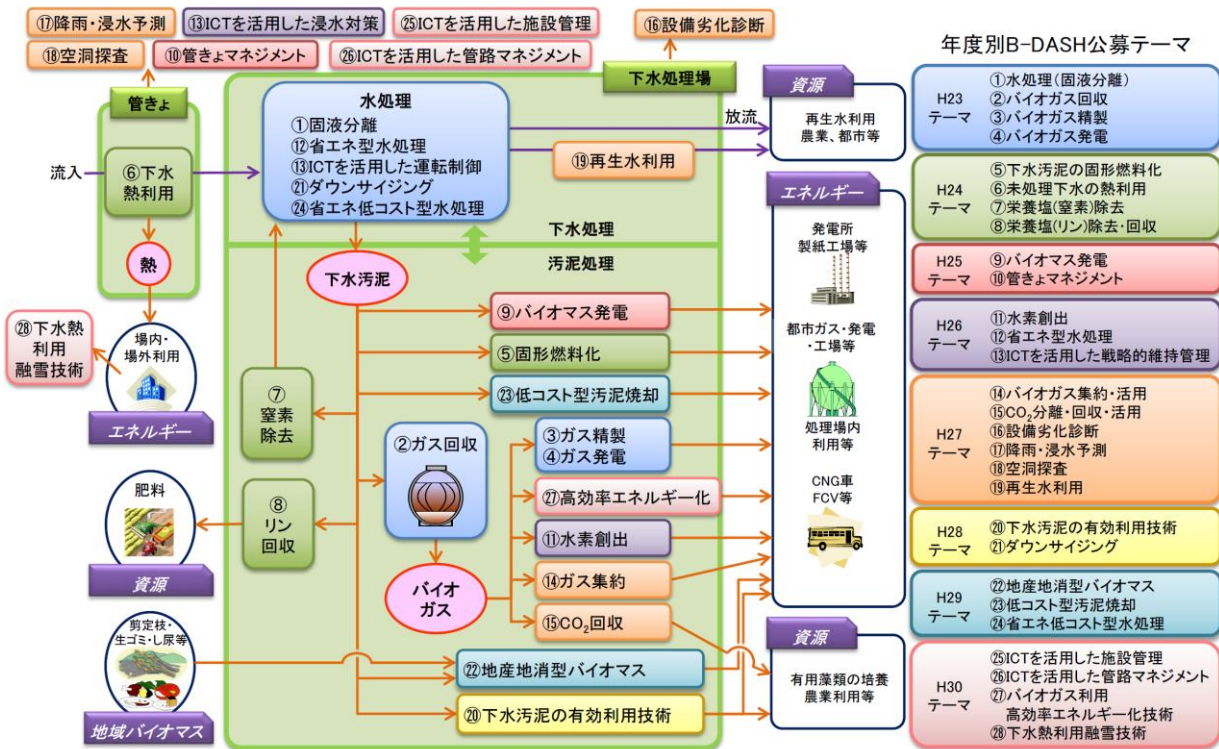


図 1-1 下水道革新的技術実証事業 (B-DASH プロジェクト) の概要 (全体)

## 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、下水道施設を対象とした本技術の導入検討、計画・設計及び維持管理に適用する。

#### 【解説】

本ガイドラインは、主として既存の下水道施設・設備の更新に際して、本技術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。ただし、本技術は、下水道施設の新・増設においても導入可能であり、本ガイドラインの適用を妨げるものではない。

本ガイドラインは、地方公共団体などの下水道事業者及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、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計、維持管理及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。

各章の概要は、以下に示すとおりである。

#### (1) 第1章 総則

本章では、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

本章では、本技術の目的、概要、特徴、適用条件、導入シナリオ例について示す。また、実証研究で得られた成果に基づく本技術の評価結果を示す。

#### (3) 第3章 導入検討

本章では、本技術の導入を検討する際に必要な手順、手法を示すとともに、導入効果の検討例を示す。

#### (4) 第4章 計画・設計

本章では、導入検討の結果として、本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計画設計を行うための手法について示す。

#### (5) 第5章 維持管理

本章では、本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具体的な維持管理の内容について示す。

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。

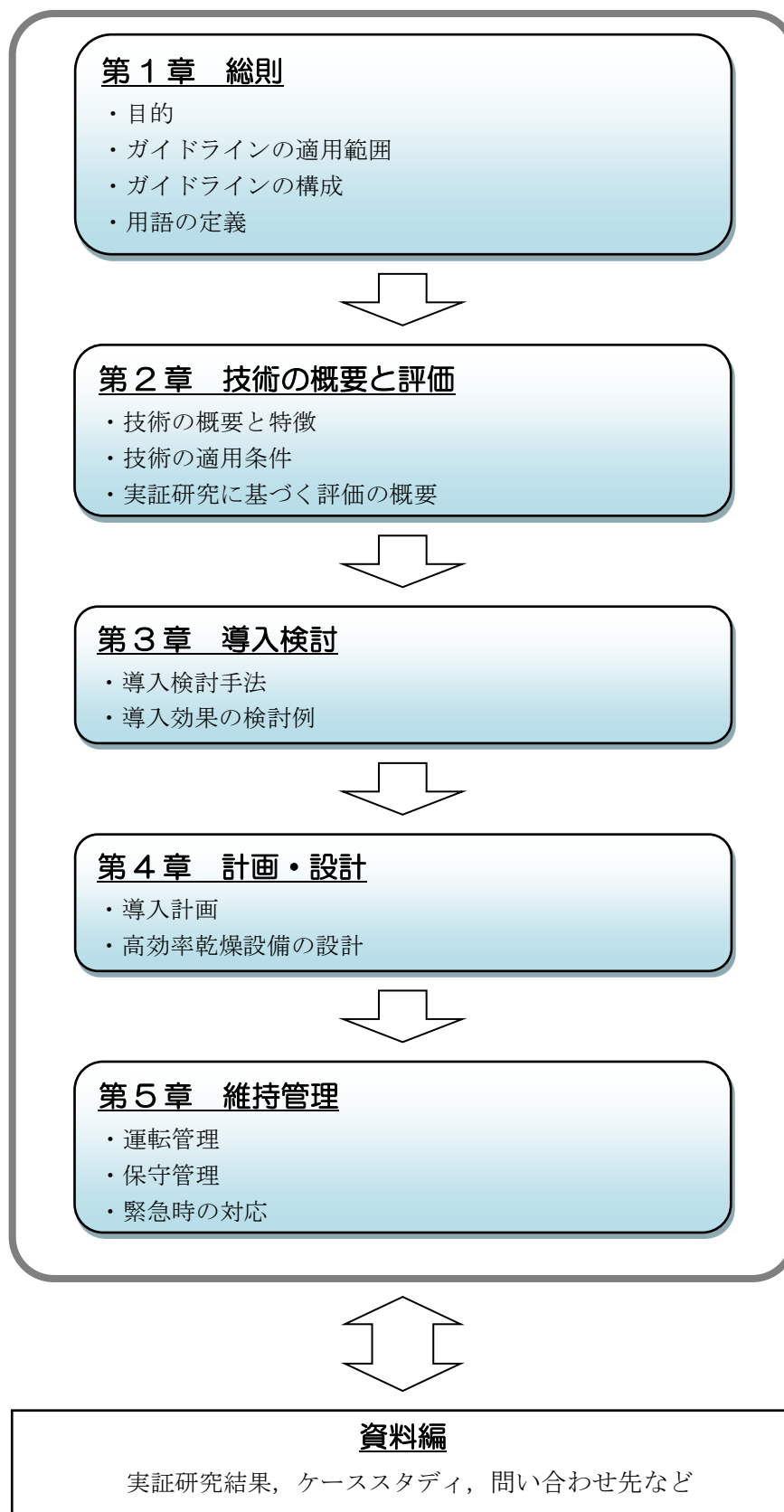


図 1-2 本ガイドラインの構成

## 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）、「下水道用語集 2000年版」（公益社団法人日本下水道協会）に準拠する。

#### （1）汚泥固形燃料

原料となる下水汚泥を乾燥又は炭化することで燃料として実用可能となるように基本物性、燃料特性及び発熱特性を最適化した製品。

#### （2）乾燥汚泥燃料

汚泥固形燃料の内、乾燥処理により燃料化された下水汚泥燃料。

#### （3）間接加熱型乾燥機

本技術で用いる汚泥乾燥機。加熱管束に熱源蒸気を流し、伝熱面を介して間接的に脱水汚泥を乾燥する。

#### （4）過熱蒸気

飽和温度以上に昇温して過熱状態となった高温の蒸気。熱源蒸気を大気圧まで減圧した後、過熱蒸気ヒータで加熱して生成する。

#### （5）乾燥に必要な熱量

材料予熱、水分蒸発及び製品加熱に必要な熱量の合計。

#### （6）かくはん付熱風回転乾燥機

従来の乾燥機としている方式の汚泥乾燥機。化石燃料を燃焼させて生成した熱風を接触させて直接的に脱水汚泥を乾燥する。

#### （7）キャリア蒸気

汚泥から蒸発した水分を乾燥機外へ排出するために乾燥機内に吹き込むキャリアガス的一种。従来の乾燥機では空気を使用しておりキャリア「空気」、本技術では過熱蒸気を用いるためキャリア「蒸気」と定義している。

**(8) 高効率乾燥装置**

間接加熱乾燥機をヒートポンプサイクルに組み込んだ乾燥装置。乾燥機から排出される乾燥排気の潜熱まで回収し熱源蒸気に再生する。従来の乾燥機よりも熱効率が高いことから「高効率」乾燥装置と定義している。

**(9) 乾燥排気**

乾燥機の排気で、汚泥から蒸発した水分、キャリア蒸気、並びに少量の漏れ込み空気が混ざったもの。汚泥から蒸発した悪臭物質等を含む。従来の乾燥機はキャリア空気を用いるが、本技術ではキャリア蒸気を用いるため、乾燥排気は殆どが水蒸気で凝縮温度が高く自己熱再生の良好な熱源となる。また、凝縮後は極めて小風量となる。

**(10) 自己熱再生型**

本技術は、間接加熱型乾燥機から排出される乾燥排気の熱を回収し、熱源蒸気として再利用する。熱源蒸気ドレンが乾燥排気の蒸発潜熱を回収して減圧蒸気となり、さらに圧縮されて熱源蒸気に再生するヒートポンプサイクルであることから自己熱再生型と定義した。

**(11) 脱臭設備**

汚泥処理設備から発生する臭気を低減して屋外に排気する設備。薬液洗浄、活性炭吸着、燃焼分解などの方式がある。

**(12) 熱交換器（蒸発器）**

過熱水蒸気状態の乾燥排気から間接的に熱を回収し、乾燥機熱源蒸気ドレンを蒸発させる装置。構造は一般的なシェル&チューブ型熱交換器となっている。

**(13) 2段圧縮システム**

連結した2基の圧縮機により、熱交換器で発生した減圧蒸気を熱源蒸気圧力まで昇圧させるシステム。吸入側を減圧にできる1段目と、高圧縮比が可能な2段目の圧縮機で構成される。

**(14) 熱源蒸気**

2段圧縮システムと補助ボイラにより生成される高温高圧の蒸気。汚泥の乾燥や機器の保温及びキャリア蒸気として使用される。

**(15) 熱源蒸気ドレン**

熱源蒸気が汚泥の乾燥や機器の保温に使われ蒸発潜熱を放出して凝縮したもの。ヒートポンプシステム設備により熱源蒸気となる。



(16) 熱源熱量

2段圧縮システム及び過熱蒸気ヒータの消費電力並びに補助蒸気発生に必要な燃料熱量の合算値。

(17) 熱効率[%]

乾燥に必要な熱量を熱源熱量で除して100を乗じた数値。

(18) 直接燃焼式脱臭炉

乾燥設備排気をバーナ等により700℃程度に加熱し、臭気成分を直接燃焼酸化分解して脱臭する装置。

(19) 補助ボイラ

乾燥に必要な熱源蒸気量に対し自己熱再生による蒸気量で不足する量を補う装置。本技術の乾燥機立上時は自己熱再生が始まっていないため補助ボイラが主熱源となる。

(20) 含水率[%W. B.]、含水比[%D. B.]

水分の重量を水分と固形分重量の和で除して100を乗じた値を含水率とする。含水率は汚泥の湿量基準を表し、汚泥の性状等に用いる。水分の重量を固形分の重量で除して100を乗じた値を含水比とする。含水比は汚泥の乾量基準を表し、熱・物質収支等の計算に用いる。

(21) 凝縮水

乾燥排気が熱交換器とコンデンサで放熱し凝縮したもの。悪臭物質を含みBODも高いため水処理設備などに返流して処理する。

(22) 減圧蒸気

2段圧縮システム1段目の蒸気ブロワによる吸引・減圧及び熱交換器での熱交換により、熱源蒸気ドレンが蒸発して生じる負圧の蒸気。

(23) 総費用（年価換算値）

総費用（年価換算値）＝建設費年価＋維持管理費（運転経費、補修費、人件費）

なお、建設費年価は、建設費に以下の係数を乗じて算出する。

$$\left( i + \frac{i}{(i+1)^n - 1} \right) \quad i: \text{利子率 (=割引率)} \quad n: \text{耐用年数}$$

※下水道の技術は、耐用年数の異なる土木・建築、機械・電気の各設備等から構成されることが多い。そのため、本ガイドラインでは、導入検討段階等の予備的な分析を行う場合に簡易に比較できるよう、年当たりの費用に換算することとしている。