

# 第1章 総 則

## 第1節 目 的

### §1 目 的

本ガイドラインは、水資源が逼迫している地域において安全かつ安定的な新たな水資源供給に資するため、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「UF 膜ろ過と紫外線消毒を組み合わせた再生水利用技術(以下、本技術とする)」について、実証研究の成果をふまえて、技術の概要、導入検討、計画・設計および維持管理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、省エネルギー・創エネルギー効果やコスト削減を実現し、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ている。

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ている。

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ている。

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)、[13]ICT 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ている。

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・実施している。

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・実施している。

本技術は、[19]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.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コスト縮減や温室効果ガス排出量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に、技術の概要と評価、導入検討、計画・設計及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。

## 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

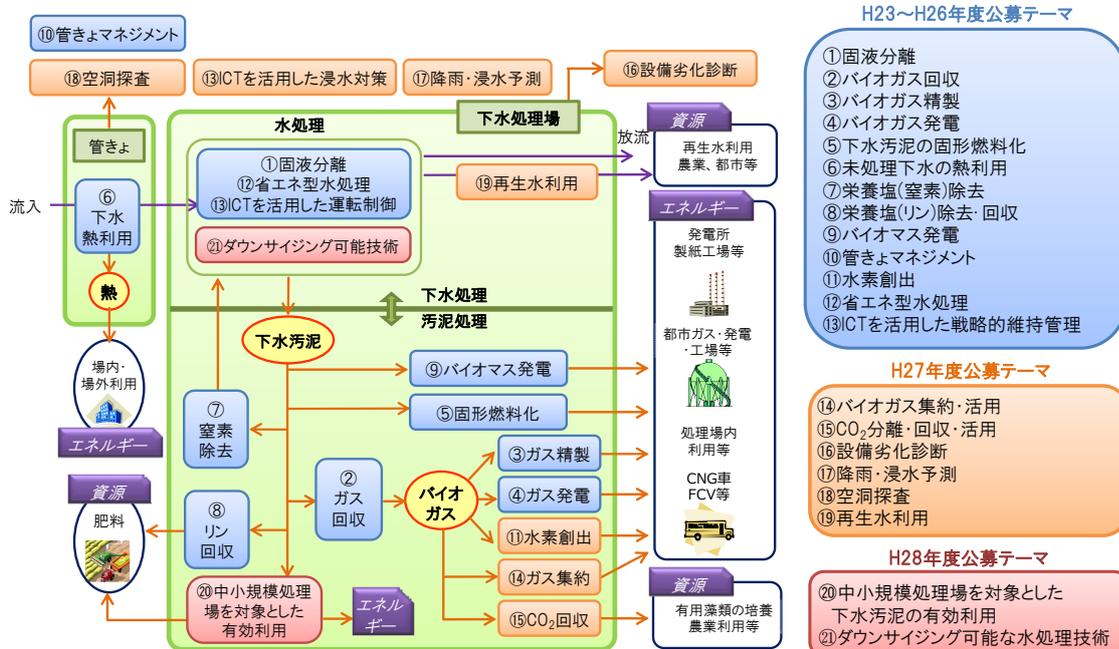


図 1-1 下水道革新的技術実証事業(B-DASH プロジェクト)の概要(全体)

## 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

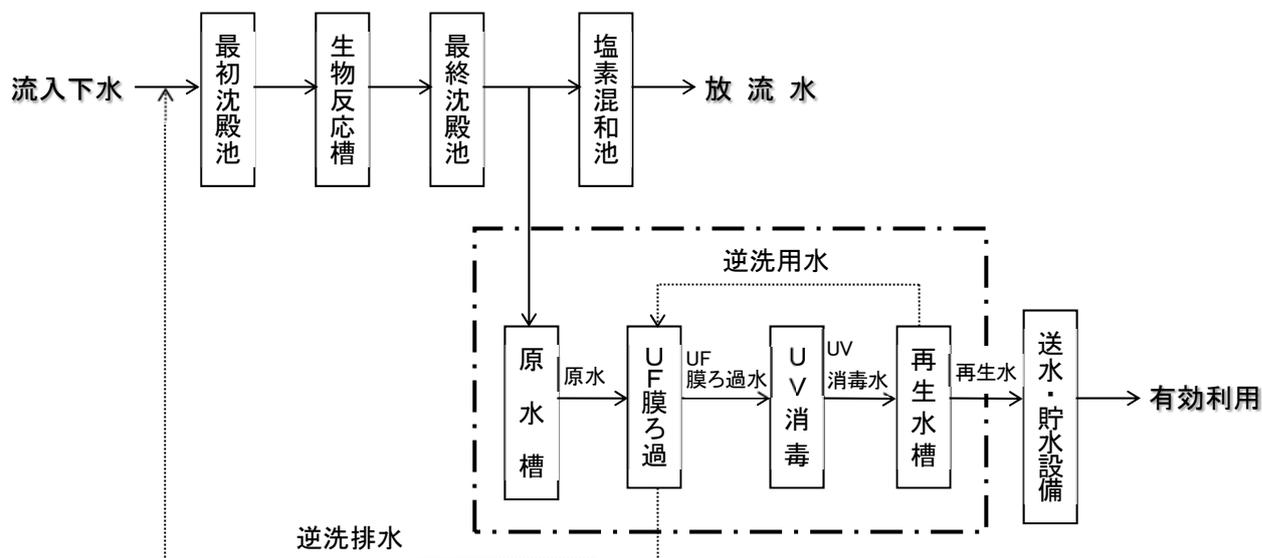
本ガイドラインは、再生水が人や作物への接触・摂取が想定され、病原リスクに対する安全性が重視される用途である農業灌漑用水としての利用を主な用途として想定し、二次処理水（最終沈殿池流出水）を原水とした再生水の処理技術の導入検討、計画・設計および維持管理に適用するものである。

#### 【解説】

本技術は、図 1-2 の処理フローに示すように、既存の下水道施設における二次処理水（最終沈殿池流出水）を原水として、限外ろ過（Ultrafiltration）（以下、「UF」という）および紫外線（以下、「UV」という）消毒処理を行うことにより、再生水が人や作物への接触・摂取が懸念されるような病原リスクに対する安全性が重視される用途に用いることを前提として、信頼性の高いウイルス除去を行った高度な再生水を農業灌漑用水として有効利用することを主な目的とした技術である。

本ガイドラインでは、原水槽から UV 消毒処理までを対象範囲（図 1-2 の処理フローに示す範囲）として、本技術の導入検討、計画・設計および維持管理について適用できるよう取りまとめている。

なお、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再生水の利用先の関連事業者等に利用されることを想定して策定している。



〔 〕 本ガイドラインの適用箇所

図 1-2 本ガイドラインの適用箇所

## 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 1-3 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計画・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

革新的技術を導入した場合において、管理者等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、容量計算およびコスト試算例、問い合わせ先等に関する資料を整理して添付する。

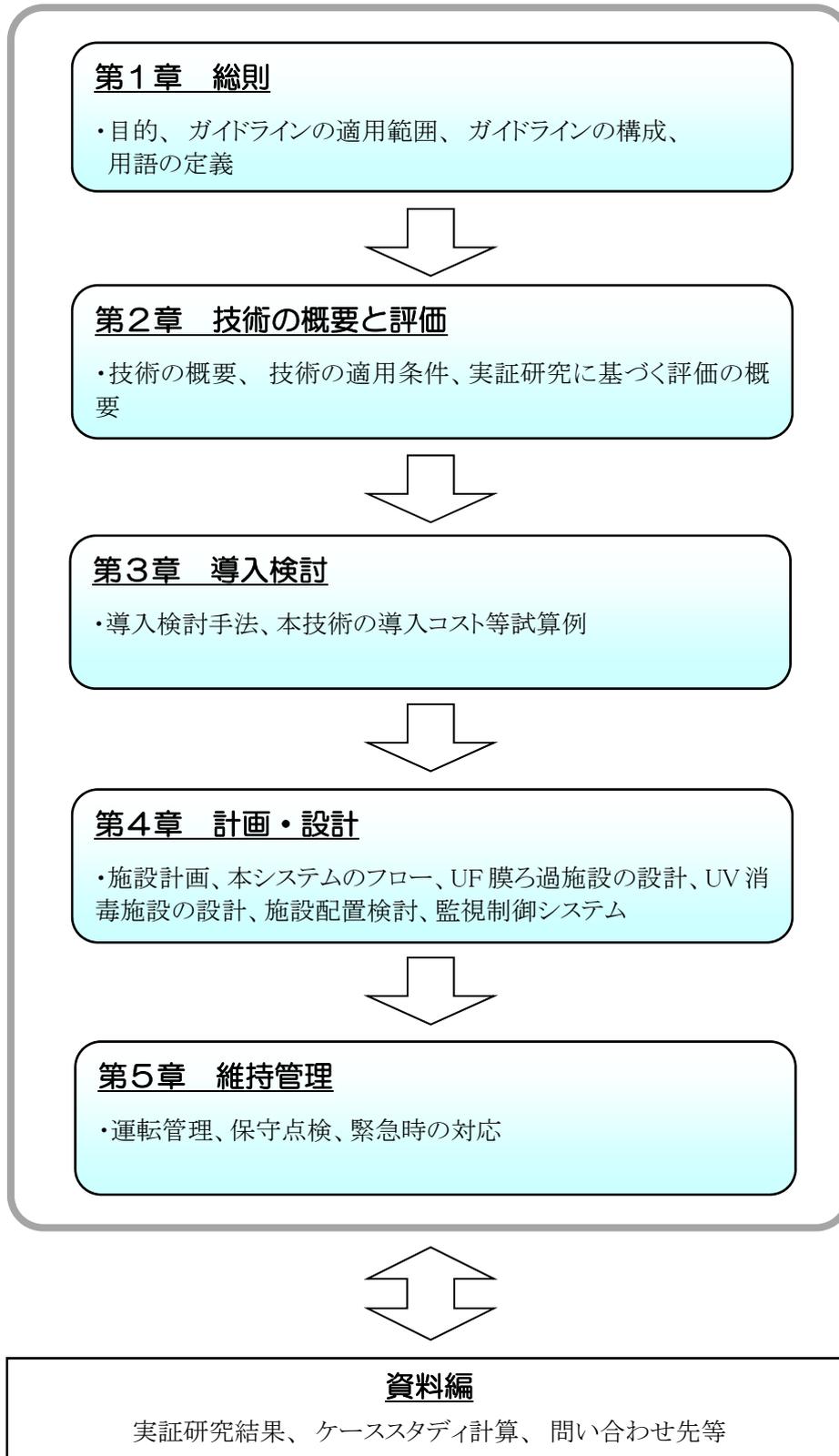


図 1-3 本ガイドラインの構成

## 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)」(社団法人日本下水道協会)、「下水道維持管理指針 2014 年版(以下、維持管理指針とする)」(社団法人日本下水道協会)、「下水道用語集 2000 年版」(社団法人日本下水道協会)、「(一財)土木研究センター用語解説集<sup>1)</sup>」に準拠する。

#### (1)原水

再生水プラントに流入する水をいう。本技術では、原水は最終沈殿池流出水(塩素混和池の流入前から取水)としている。

#### (2)UF 膜ろ過

UF 膜(Ultrafiltration Membrane)を用いた限外ろ過のことで、孔径は概ね 10nm(0.01  $\mu$ m)程度である。

#### (3)UF 膜ろ過水

UF 膜によりろ過処理された水をいう。

#### (4)UV 消毒

紫外線(Ultraviolet)の持つ殺菌作用を利用する消毒法で、253.7nm の波長を主とした紫外線を水に照射することにより、細菌やウイルス等の DNA や RNA に損傷を与え、不活性化し除去することをいう。

#### (5)UV 消毒水

UV 消毒された後の水をいう。

#### (6)再生水

UV 消毒された水のうち、逆洗用の水を除いた利用可能な水をいう。

#### (7)ろ過水量

再利用する再生水量に、逆洗に必要な水量を加えた水量をいう。

#### (8)Flux

膜面を透過する水の平均流束であり、ろ過水量を膜面積で除して算定した値である。「水透過流束」ともいう。

#### (9)通常逆洗

UF 膜ろ過装置のろ過水側からの水逆洗(再生水または UF 膜ろ過水)と、ブロワによる膜表面の空洗を交互に繰り返し、UF 膜の表面に付着した汚れを取り除く運転を指す。

#### (10)薬液逆洗

通常逆洗に次亜塩素酸ナトリウム(以下、略して「次亜」ともいう)による洗浄を組み合わせた運転

を指す。膜表面に付着した有機物スケール等を次亜塩素酸ナトリウムにより高度に除去する。

#### (11)薬液(浸漬)洗浄

対象となるUF膜処理装置(系列)の運転を停止し、薬液に2時間程度、UF膜を浸漬させる洗浄を指す。使用する薬液は塩酸と次亜塩素酸ナトリウムであり、塩酸は無機物のスケール除去、次亜塩素酸ナトリウムは有機物のスケール除去を目的としている。

#### (12)SBS

Sodium Bisulfite Solution の頭文字を組み合わせたものであり、和名では重亜硫酸ソーダ( $\text{NaHSO}_3$ )と表される。本システムでは、薬液洗浄時の次亜塩素酸ナトリウムによる洗浄廃液の中和に利用する。他の用途としては、食品添加物、皮革用タンニンの溶解剤、染色助剤、工業廃水処理剤等がある。

#### (13)膜間差圧

原水ポンプの揚水(加圧)による膜ろ過前の水圧から、膜ろ過後の水圧までの差分をいう。

#### (14)圧力減衰試験(PDT試験)

UF膜の破断を直接的に確認・検出する試験の一種で、水を抜いた膜の一次側から所定の空気圧を掛け、所定の時間経過後の空気圧の減少度合いにより、膜の破断の有無を確認する手法のこと。PDT試験(Pressure Decay Test)ともいう。

#### (15)高感度濁度計

取り扱いメーカー等は限定しないが、実証研究ではレーザー光を光源とした散乱光式の濁度計を用いて実証しており、本ガイドラインでは以下のように規定する。

測定方式 : レーザー散乱光方式

測定範囲 : 0.0000度~2.0000度(以上)

分解能 : 0.0001度

#### (16)光回復

紫外線により不活化された微生物等が、可視光の照射を受けることにより再び活性を回復する反応のことをいう。

#### (17)自動調光

UV消毒装置のランプ出力を、原水性状(主にはUV透過率)に応じて自動的に増減させる機能のことをいう。

#### (18)CT値

塩素等による消毒において、消毒剤の濃度  $C(\text{mg}/\ell)$  とその接触時間  $T(\text{min})$  の積により消毒効果を表す指標のことで、Concentration と Time の頭文字を取っている。

#### (19)log除去(「対数除去率(log-removal)」ともいう)

ウイルス、細菌や汚濁物質などについて、処理後に対する処理前の濃度の比率を常用対数表示として表したもの(次式により算定)であり、処理後に残存している割合の対数の絶対値であり、衛生学的リスク評価では一般的な表記法である。

$$\begin{aligned} [\log \text{ 除去}] &= \log([\text{処理前の濃度}]) - \log([\text{処理後の濃度}]) \\ &= \log([\text{処理前の濃度}] / [\text{処理後の濃度}]) \dots\dots\dots (\text{式 1.1}) \end{aligned}$$

3log 除去とは、処理後の濃度が、処理前の濃度の  $10^{-3}$  になることを示しており、たとえば、ウイルス存在量が、処理前 10000 個/ml、処理後 10 個/mlであった場合、log 除去は

$$\log(10000/10) = \log(10^3) = 3 \quad (\text{これを 3log 除去と表記})$$

となる。

なお、一般的に除去性能を表す除去率は以下の式により算定される。

$$[\text{除去率}(\%)] = ([\text{処理前の濃度}] - [\text{処理後の濃度}]) / [\text{処理前の濃度}] \times 100 \dots\dots\dots (\text{式 1.2})$$

log 除去を、除去率に変換する場合には、以下の式により算定できる。

$$[\text{除去率}(\%)] = (1 - 1/10^{[\log \text{ 除去}]} ) \times 100 \dots\dots\dots (\text{式 1.3})$$

たとえば 3log 除去の場合は、 $(1 - 1/10^3) \times 100 = 99.9\%$ となる。

また、UV 消毒では、微生物の不活化を表現するときにも log 不活化(log inactivation)として表現する。具体的には、以下の式により算定される。

$$\begin{aligned} [\log \text{ 不活化}] &= \log([\text{UV 照射前の濃度}]) - \log([\text{UV 照射後の濃度}]) \\ &= \log([\text{UV 照射前の濃度}] / [\text{UV 照射後の濃度}]) \dots\dots\dots (\text{式 1.4}) \end{aligned}$$

**(20) log 濃度**

ウイルス、細菌や汚濁物質などの存在濃度を、常用対数表示として表すことがある(次式により算定)。

たとえば、ウイルス存在濃度が 1000 個/mlであれば、log 濃度は  $\log 1000 = \log 10^3 = 3$  と表記される。

**(21) 大腸菌ファージ (MS2、G I ファージ)**

大腸菌ファージ(Phage)は大腸菌に感染するウイルスの総称である。特に大腸菌の F 繊毛に選択的に感染する F 特異ファージは、ヒト腸管系ウイルスに形状や大きさが類似しているものが多く、モデルウイルスとして水処理での log 除去を評価するために利用される。本研究では、F 特異ファージのうち大量に培養できる MS2 (レビウイルス Leviviridae 科レビウイルス Levivirus 属)を添加できるモデルウイルスとして使っている。また実証規模ではモデルウイルス添加が困難であるため、下水処理水に残留している F 特異ファージを遺伝子型で分類し、比較的高濃度で存在している GI 型(GI ファージ)をモデルウイルスとして評価している。