

下水道における再生可能エネルギー・資源の活用の推進 —下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）の実証研究—

山下洋正* 藤井都弥子** 井口 齋*** 原田一郎**** 堀江信之*****

1. はじめに

地球温暖化の顕在化や世界的な資源・エネルギー需給の逼迫が懸念され、循環型社会への転換、低炭素社会の構築が求められている。下水道は生活環境の改善、公共用水域の水質保全など国民生活にとって必要不可欠な社会資本である。しかしながら下水道事業で使用される電力は我が国の総電力消費量の0.7%を占めるなど、下水や汚泥の処理に伴い大量の温室効果ガスを排出している。下水道は自治体を実施する公共事業の中でも温室効果ガスの排出量が比較的多いとされているため、削減対策が必要である。

また、下水道では下水汚泥や下水熱のエネルギー利用、リン等の資源利用が可能であり、下水道におけるエネルギー・資源のポテンシャルが期待されていることから、省エネルギー・省資源のみならず積極的にエネルギー・資源を創出する取組も求められている。

このような社会的要請及び行政ニーズを踏まえ、国土交通省下水道部では、「下水道革新的技術実証事業（B-DASHプロジェクト）」を平成23年度から開始している。（B-DASHプロジェクト：Breakthrough by Dynamic Approach in Sewage High Technology Project）。その目的は優れた革新的技術の実証、普及により下水道事業におけるコスト縮減や再生可能エネルギー等の創出を実現し、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ことである。国土技術政策総合研究所下水道研究部は、この実証研究の実施機関となっている。ここでは平成23年度に実施した実証研究を中心に紹介するものである。

2. B-DASHプロジェクトの概要

B-DASHプロジェクトは、①国土交通省下水道部がテーマを設定して革新的技術の実証提案を募

集し、②下水道革新的技術実証事業評価委員会による厳正な採択審査を行い、③採択された案件を国土技術政策総合研究所からの委託研究により実規模プラントを実際の処理場に設置して実証、ガイドライン作成を行うものである。B-DASHプロジェクトの全体概要及び各実証事業の概要を図-1及び表-1にそれぞれ示す。

平成23年では、[1] 水処理技術（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事業を採択して実証研究を実施している。

平成24年では、[1]下水汚泥固形燃料化技術、[2]下水熱利用技術（未処理下水の熱利用に限る。）、[3]栄養塩（窒素）除去技術（水処理に係る技術は除く）、[4]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事業を採択して実証研究を実施している。

3. 平成23年度採択事業（システム）の実証研究の内容

3.1 超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証研究

3.1.1 研究概要

メタウォーター株式会社・地方共同法人日本下水道事業団共同研究体が大阪市中浜下水処理場で実施している本実証研究は、下水の一次処理（沈殿）を「超高効率固液分離」に、下水汚泥の嫌気性消化（メタン発酵）を「高効率高温消化」に置換え、また発電及び処理場各設備の電気設備を統括する「スマート発電システム」を組み合わせたシステムである。低負荷型水処理による「省エネ」と、下水処理場に取込むバイオマス（下水汚泥及び生ゴミ等）を最大化した汚泥処理による「創エネ」を同時に実現することを目指す。研究概要を図-2に示す。

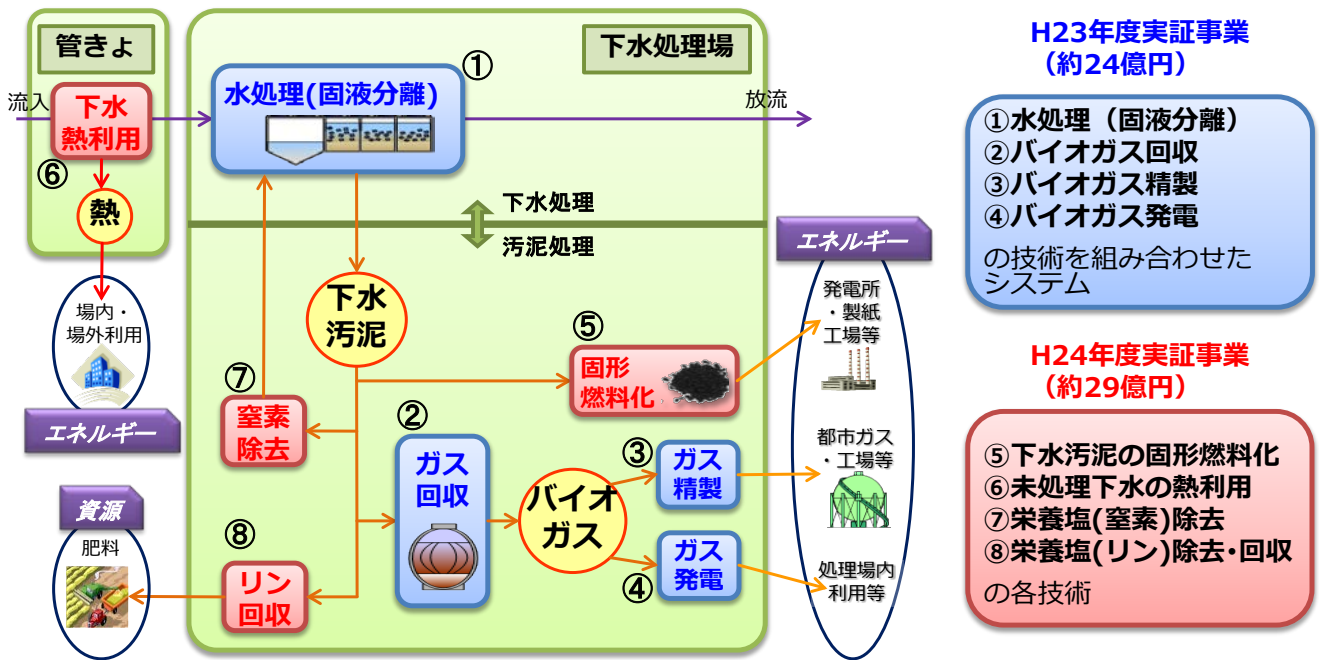


図-1 下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト) の概要 (全体)

表-1 B-DASHプロジェクトの各実証事業の概要

採択年度 (No.)	実証対象 テーマ	実証事業名	実施者	実証 フィールド	実証事業の概要
平成23 (1)	①水処理 ②ガス回収 ④ガス発電	超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証事業	メタウォーター(株)・地方共同法人日本下水道事業団 共同研究体	大阪市中浜下水処理場	徹底的な固液分離と資源回収を基本コンセプトに省エネ・創エネ両面から下水処理場全体をマネジメントする「エネルギー自給型下水処理場」を目指し、「超高効率固液分離」「高効率高温消化」「スマート発電システム」を組み合わせ、システムとして機能させることによる、温室効果ガス排出量削減および建設費・維持管理費削減効果を実証
	②ガス回収 ③ガス精製 ④ガス発電	神戸市東灘処理場再生可能エネルギー生産・革新的技術実証事業	(株)神鋼環境ソリューション・神戸市 共同研究体	神戸市東灘処理場	地域バイオマスを下水処理場に受け入れてバイオガス発生量を増加させ、有効利用することによる温室効果ガス排出量削減を実証する。また、鋼板製消化槽、新型バイオガス精製装置、高効率ヒートポンプ等を組み合わせることによる建設費・維持管理費削減効果を実証
平成24 (1)	⑤固形燃料化	温室効果ガスを排出しない次世代型下水汚泥固形燃料化技術	長崎市・長崎総合科学大学・三菱長崎機械株式会社 共同研究体	長崎市東部下処理場	連続式水熱反応器および高速消化槽を用いて生成した消化ガスを利用して消化汚泥を固形燃料化することによるコスト削減効果や再生可能エネルギー創出効果等を実証
	⑤固形燃料化	廃熱利用型 低コスト下水汚泥固形燃料化技術	JFEエンジニアリング株式会社	松山市西部浄化センター	焼却炉廃熱利用による下水汚泥固形燃料の低コスト製造や、製造燃料の焼却炉利用による補助燃料の削減等によるコスト削減効果や省エネルギー効果等を実証
	⑥下水熱利用	管路内設置型熱回収技術を用いた下水熱利用に関する実証事業	大阪市・積水化学工業株式会社・東亜グライド工業株式会社 共同研究体	大阪市海老江下水処理場	管更正組込方式の管路内設置型熱回収技術によるコスト削減効果や省エネルギー効果等を実証
	⑦窒素除去	固定床型アナモックスプロセスによる高効率窒素除去技術に関する技術実証事業	熊本市・地方共同法人日本下水道事業団・株式会社タクマ 共同研究体	熊本市東部浄化センター	汚泥処理の返流水等からの窒素除去に、固定床方式を用いた高効率なアナモックス反応技術を採用させることによるコスト削減効果や省エネルギー効果等を実証
	⑧リン回収	神戸市東灘処理場栄養塩除去と資源再生(リン) 革新的技術実証事業-KOBEハーベスト(大収穫)プロジェクト	wing株式会社・神戸市・三菱商事アグリサービス株式会社 共同研究体	神戸市東灘処理場	消化汚泥からのリン除去回収技術の高効率化によるコスト削減効果や得られたリン資源の利活用等を実証

3.1.2 技術内容

「超高効率固液分離」、「高効率高温消化」、「スマート発電システム」の3つ技術を組み合わせたシステムである実証研究施設の全体を図-3に示す。

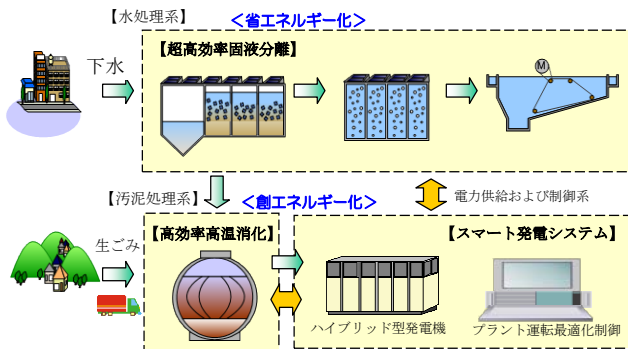


図-2 実証研究の概要 (超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証研究)



図-3 実証研究施設 (超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証研究)

3.1.3 これまでに得られた結果

実証施設 (5,700m³/日、0.48t-DS/日) における検証データ等を基に50,000m³/日規模の従来技術と革新的技術における建設費、維持管理費及び温室効果ガス排出量等の削減効果について試算を行った。従来技術と革新的技術の比較対象として生ごみ受入を想定する場合とし、生ごみ受入時は革新的技術では混合消化、従来技術では焼却としている (図-4参照)。建設コストの年価は耐用年数が土木・建築45年、機械・電気15年・割引率2.3%として試算した。

(1) 建設コスト削減効果

評価対象規模において、建設コストで33%(削減額1400百万円)、年価で25%(削減額37百万円)の削減が期待できる。

(2) 維持管理コスト削減効果 (電力・点検・補修・薬品)

評価対象規模において、年価で18%の維持管理コスト削減が期待できる。

(3) ライフサイクルコスト削減効果

評価対象規模において、撤去コストを含むライフサイクルコストは30%削減が期待できる。

(4) 温室効果ガス排出量削減効果 (ライフサイクルCO₂=LCCO₂)

評価対象規模において、65%の温室効果ガス排出量削減が期待できる。

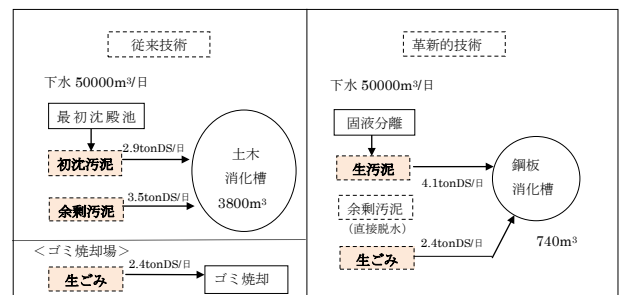


図-4 革新的技術と従来技術の比較 (超高効率固液分離技術を用いたエネルギーマネジメントシステムに関する実証研究)

3.2 神戸市東灘処理場 再生可能エネルギー生産・革新的技術実証研究

3.2.1 研究概要

株式会社神鋼環境ソリューション・神戸市共同研究体が神戸市東灘処理場で実施している本実証研究は、処理場周辺に賦存する食品系バイオマス・木質系バイオマスの収集、及び未利用の下水熱の活用により、有効利用可能な消化ガス量を増やし、温室効果ガス排出量の削減を図るとともに、汚泥消化にかかる設備の建設コスト・維持管理コストの低減を検証するものである。

3.2.2 技術内容

バイオガス回収技術とバイオガス精製技術を組み合わせたシステムであり、バイオガス回収技術は、地域バイオマス受入調整設備、高機能鋼板製消化槽、下水熱回収高効率ヒートポンプから構成され、バイオガス精製技術は、新型バイオガス精製・貯留・圧送システムより構成されている。各技術の概要は次の通りである概要を図-5に示す。

3.2.3 これまでに得られた結果

革新的技術と従来技術の比較を図-6に示す。評価対象規模における従来技術との比較から、建設・維持管理コスト及び温室効果ガス排出量等の削減効果について算出し、下記結果が得られた。(算出条件は3.1.3と同様で、50,000m³/日規模)

(1) 建設コスト削減効果

建設コストで31%(削減額697百万円)、年価で25%(削減額37百万円)の削減が可能である。

(2) 維持管理コスト削減効果

156%の維持管理コスト削減が可能である。

(3) ライフサイクルコスト削減効果

撤去コストを含むライフサイクルコストは50%削減が可能である。

(4) 温室効果ガス排出量削減効果 (ライフサイクルCO₂=LCCO₂)

1010% (削減量950 t-CO₂/年) の温室効果ガス排出量削減が可能である。

(5) 下水道に好適な地域バイオマス選定手法

地域バイオマス受入れに際し、溶解性、組成等の観点から下水道に好適か否かの判定基準を策定した。高機能鋼板製消化槽の安定稼働実績から、本判定基準が適切であると判断できた。

(6) 工期短縮効果

鋼板製消化槽で約50% (572日→273日: 休日含む)、新型バイオガス精製装置で約50% (220日→110日: 休日含む)、円筒形中圧ガスホルダで約50% (243日→115日: 休日含む) の工期短縮効果がある。特に中圧ガスホルダの現地工事期間は、約1/50 (197日→4日: 休日含む) 工期短縮効果がある。

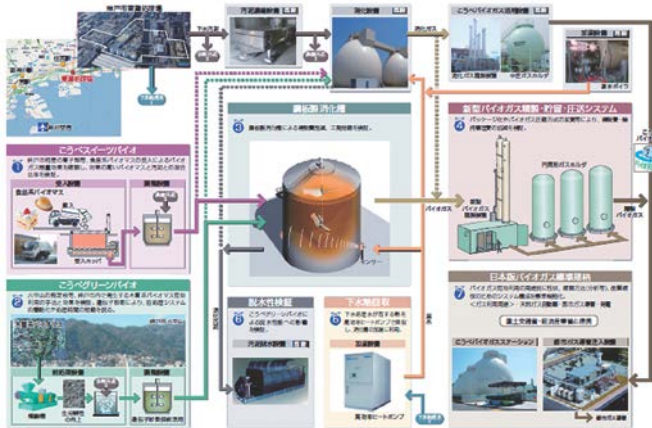


図-5 実証研究の概要 (神戸市東灘処理場 再生可能エネルギー生産・革新的技術実証研究)

4. おわりに

国土技術政策総合研究所では、これらのB-DASHプロジェクトの実証研究の成果を踏まえて、下水道事業者が導入検討する際に参考にできるガイドラインを、革新的技術ごとに策定していく予定である。国土交通省では、これらの優れた技術が民間活力により全国に普及されることを支援するとともに、国際展開による海外水ビジネスの促進も目指すものである。

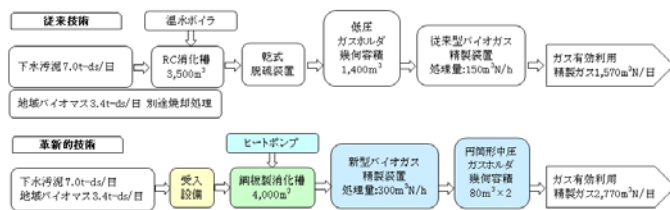


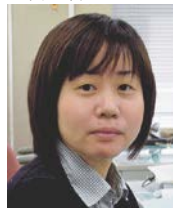
図-6 革新的技術と従来技術の比較 (神戸市東灘処理場 再生可能エネルギー生産・革新的技術実証研究)

山下洋正*



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部下水処理研究室主任研究官
Hiromasa YAMASHITA

藤井都弥子**



国土交通省国土技術政策総合研究所下水処理研究室研究官
Tsuyako FUJII

井口 齋***



国土交通省国土技術政策総合研究所下水処理研究室外部研究員
Hitoshi Iguchi

原田 一郎****



国土交通省国土技術政策総合研究所下水処理研究室長
Ichiro HARADA

堀江信之*****



国土交通省国土技術政策総合研究所下水道研究部長
Nobuyuki HORIE