

技術開発分野ごとのロードマップ ⑪ 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~
●技術目標1 下水道施設の省エネ・創エネとあわせたエネルギー消費最小化とエネルギー自立に向けた技術開発										
●技術開発項目1-1 下水道施設の省エネ・創エネとあわせたエネルギー消費最小化とエネルギー自立										
<実証研究>、<普及拡大> ・下水道施設の省エネ・創エネ・再エネとあわせたエネルギー消費最小化とエネルギー自立化技術を実用化 ・下水道施設の条件に応じたエネルギー自給率目標を設定					<基礎研究>、<応用研究>、<実証研究> 全ての下水道施設のエネルギー自給率を指標化し、条件に適したエネルギー自立化技術を利用可能とする ・好適条件の下水道施設のエネルギー自給率を向上、具体的な箇所数および目標数値(%)は今後検討して定める					

2024.1.20時点

コメント・まとめ
<p>【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されていない技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。</p> <p>エネルギー分科会(R4.3)において紹介されたとおり、下水道分野での温室効果ガス排出量は約596万トン(2018年度)であり、温室効果ガス発生量を減らすとともに、創エネ・省エネを増やしていくことが重要である。また、令和4年3月へエネルギー分科会報告書では、2030年目標達成のために導入すべき技術及び技術開発項目を検討するにあたり、導入すべき技術効果の試算を実施しており、対照系・対照系(省エネ)・導入系1(創エネ+省エネ)・導入系2(省エネ+再エネ+B-DASH技術)の4つを比較した結果、導入系2(省エネ+創エネ+B-DSH)において、最も温室効果ガス排出量の削減が大きいという結果が得られている。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・下水道機構において省エネ診断が実施されているとともに、「下水処理場の省エネ診断に関する技術マニュアル」(2022)が公表された。また脱炭素化・GHG削減等、エネルギー自立化に向けた研究が実施されている。 ・水処理・汚泥処理の全体最適化によりCNを目指す新たな下水処理システムの開発(2040目標、JS技術開発・活用基本計画2022)、また要素技術の組み合わせによる全体最適化手法についても実施されている(JS) ・国交省では、CN実現に向け終末処理場における省エネ、創エネ、再エネ技術の導入を5~10年間で集中的に実施する「CN地域モデル処理場計画」をR4.10より募集(R4年度は3処理場)。開発新技術の実装及び技術のショーケース化を図るなど、エネルギー自立化技術の実用化を図っている。 ・脱炭素化に向けた下水道事業の見える化を進めるため、国交省において各処理場の水処理に係るエネルギー消費量と原単位の公表や、国総研においてGHG削減目標設定支援ツールの開発・公表等が行われている(R5.) ・下水協にて、各処理場における電力消費量に係る原単位やランキングによる比較等、見える化するツールを公表(R4)、エネルギー使用量並びにGHG排出量と全国ランキングを見える化するツールが研究中となっている。 <p>今後の研究方針として、全国見える化ツールなどの現行の研究を速やかに実施するとともに、2030目標に向けては、各自治体自らの立ち位置や目標等を意識いただきつつ、現状の省エネ対策や下水汚泥のエネルギー化等の創エネ、N2O排出量の少ない焼却炉への改築等、改善寄与率の高い効果的・効率的技術の導入推進と、B-DASH等含め、2030年までに導入可能な技術の実装を推進する。</p> <p>※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。</p>

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
段階的処理高度処理を実現する多変数極値制御による下水処理プラントの最適運用	25-30	R3	EICA研究発表会論文集 26巻2/3号	最適制御、水質改善、シミュレーション
下水道の広域化・共同化における脱炭素社会への寄与に関する考察	419-421	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	統廃合、温室効果ガス排出量削減
中小規模下水処理場のエネルギー自立化ケーススタディ	440-442	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	省エネ、創エネ
エネルギー自立化のケーススタディについて	443-445	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	省エネ、創エネ、エネルギー自立化
主ポンプの経年劣化による消費電力への影響について	614-616	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	省エネ、消費電力
伊万里市保有エネルギー高度活用型汚泥処理・資源化システムに関する成果報告	842-844	R2	第58回 下水道研究発表会講演集	省エネ、創エネ、汚泥処理システム
下水処理場における消費電力量の可視化のための監視システムに関する研究	511-513	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	消費電力量、監視システム
南多摩水再生センターにおける再生可能エネルギー設備の運用実績と維持管理	517-519	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	太陽光発電設備、低温域排熱、小水力発電
終末処理場における再生可能エネルギー活用の取組みと効果について	520-522	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	終末処理場、再生可能エネルギー
エネルギー自立化のケーススタディについて	523-525	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	省エネ、創エネ、エネルギー自立化、ケーススタディ
広域化・共同化を考慮した下水処理場におけるエネルギー自立の考察	526-528	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	統廃合、BCP、エネルギー自立化
下水処理場統合や省エネ・創エネ施策の導入による電力消費量等の変化	529-531	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	統廃合、汚泥の集約化、省エネ、創エネ、電力消費量
下水処理場の機能向上・資源化に関する研究	532-534	R1	第57回 下水道研究発表会講演集	
下水処理場におけるエネルギー消費量削減に関する調査研究	874-876	H30	第57回 下水道研究発表会講演集	湖南中部浄化センター、湖西浄化センター、消費電力量
下水処理の常時硝化抑制運転による栄養塩類の能動的管理に関する検討	877-879	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	水生植物培養、栄養塩類
汚泥処理におけるシステム全体のエネルギー消費量縮減に関する調査と考察	1069-1071	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	消化設備、脱水設備、焼却設備
下水処理場の全体最適化手法の確立	p16	R2	JS技術開発年次報告書 (H30年度)	検討ツール、導入効果
下水処理場の全体最適化手法の確立	p15	R3	JS技術開発年次報告書 (令和元年度)	基本的収支、最適化
下水処理場の全体最適化手法の確立	p13	R3	JS技術開発年次報告書 (令和2年度)	消費エネルギー
下水処理場のエネルギー自立化ケーススタディ	10-12	R3	下水道協会誌58巻702号	消化ガス発電、創エネ、焼却炉
オゾン処理技術の導入による下水処理施設の電力自立に関する検討	83-91	R2	下水道協会誌57巻691号	電力自給率
エネルギー消費量など現状を「見える化」するためのツール	https://www.iswa.jp/gx/energy-cost-calc/	R4	下水道協会HP	エネルギー消費量、見える化、ツール
下水処理場における温室効果ガス排出削減目標設定支援ツール(案)	https://www.nilim.go.jp/lab/eag/mokuhyou_shien_tool_an.html	R5	下水道技術開発会議エネルギー分科会	温室効果ガス削減、ツール
省コスト・省エネ・省スペース型高率窒素除去MBRの基礎研究	254-256	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	MBR、多槽循環式硝化脱窒型MBR、ケーススタディ
新たな生物反応を用いた水処理技術の下水処理への適用に関する調査	935-937	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ、創エネ、生物反応
省コスト・省エネ・省スペース型高率脱窒MBRの処理性能	217-219	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	MBR、窒素除去、リン除去
ゼロ・エミッション型下水処理場の可能性調査研究	626-628	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	ゼロエミッション、ケーススタディ

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

●技術開発項目2-1 水処理・汚泥処理の全体最適化による省エネ技術(流入有機物の回収による水処理負荷軽減、担体利用技術、微生物燃料電池等)

<基礎研究>、<応用研究>、<実証研究>
 ・流入有機物の回収による水処理負荷軽減技術、担体利用技術、省エネ型膜処理技術、アナモックス反応活用技術等の開発、導入を進めることによりエネルギー最適化を進める

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会(R5.9)において紹介されたとおり、下水道からの温室効果ガス排出量は、半分以上が電力(処理場)であり、そのうち消費電力は水処理が大きな割合(45%)を占めている。加えて、2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、電力の消費に伴う排出については、その排出量が大きいものの、削減率は小さい。つまり、削減率が小さくとも、排出量の割合が大きいいため、新技術の研究の効果は大きいと考えられる。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・例えば、既存技術として、B-DASH実規模実証による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がH25にガイドライン化されるなど、様々な技術が存在する。
- ・また、R4採択のB-DASHにて、最初沈殿池での溶存性有機物回収増によるエネルギー削減+消化によるエネルギー回収増を実証中である。

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、既存の技術よりもさらに改善・メニュー充実を速やかに図る必要があることから、R4採択のB-DASH実証研究等を速やかに実施し、CNIに向けて曝気風量の削減、有機物回収可能な処理方法の研究が重要である。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
Aステージによる下水からのエネルギー回収最適化を目的とした運転制御条件の検討	130-132	R2	EICA研究発表会論文集 25巻2/3号	溶存酸素、汚泥滞留時間、有機物
長期実証実験に基づくDHSシステムを用いた 水量変動追従型水処理技術の導入効果	755-757	R2	第58回 下水道研究発表会講演集	DHSシステム、水量変動追従型
最初沈殿池における高効率エネルギー回収システムの開発	764-766	R2	第58回 下水道研究発表会講演集	高効率エネルギー回収システム、初沈汚泥、省スペース化
Aステージでの最初沈殿池・余剰汚泥一括処理によるエネルギー回収増大効果の検討	770-772	R2	第58回 下水道研究発表会講演集	余剰汚泥、有機物、分解性
水資源再生センターにおける消費電力量削減手法について	496-498	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	消費電力量、電力料金
新たな生物反応などを用いた次世代水処理技術の開発	p5	R3	JS技術開発年次報告書 (2019)	アナモックス、循環式脱窒法
DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術の開発	p26	R3	JS技術開発年次報告書 (2020)	ダウンサイジング、流入水量
運転管理による効率化・最適化手法の整理・体系化	p12	R3	JS技術開発年次報告書 (2018)	効率化、最適化
最終沈殿池の処理能力向上技術実証研究(B-dash)	48-66	R2	JS技術開発年次報告書 (2018)	両島浄化センター
ハイブリッド水処理システムによる小規模下水処理実証試験	13-16	R1	下水道協会誌 57巻687号	生物反応槽、凝集沈殿
DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術		R1	下水道協会誌	B-DASH、生物膜ろ過、DHSろ床法
主ポンプの運転法変更による省エネ効果について	24-26	H30	下水道協会誌 57巻687号	回転速度制御
特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h/h28_jhi.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	特殊繊維担体、ダウンサイジング、ライフサイクルコスト
高効率最初沈殿池による下水エネルギー回収技術に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r4_meiden.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	エネルギー回収、創エネ、脱炭素
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技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h/h23_meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	固液分離、高温硝消化、スマート発電
高効率固液分離技術と二点DO制御技術を用いた省エネ型水処理技術の技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h/h26_maezawa.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	固液分離、2点DO、高度処理
アナモックス細菌を用いた省エネルギー型下水高度処理技術の実用化に関する調査事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/h29_meiden.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	アナモックス、エネルギー使用量低減
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実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h/h24_takuma.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	アナモックス、固定床型アナモックスプロセス
活性汚泥併用型生物膜処理システムの開発に関する調査事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r5_zousuisokushin.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	MABR、生物膜、N ₂ O削減
膜曝気型バイオフィルム法(MABR)を用いた排水処理の省エネ、N ₂ O発生抑制技術に関する調査事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r5_mitsubishi_chemical.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	MABR、生物膜、N ₂ O削減、CO ₂ 削減
微生物燃料電池を利用した下水処理システムの評価	593-595	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	微生物燃料電池、エネルギーポテンシャル
下水処理に適した低濃度対応型微生物燃料電池の開発	596-598	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	微生物燃料電池
アンモニア計を活用した水処理と省エネの両立	923-925	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	アンモニア計、嫌気無酸素好気法
高効率固液分離併用無終端水路式硝化脱窒法における処理性能調査	929-931	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、二点DO制御、固液分離
担体投入好気槽と微好気槽を適用した省エネ・低LCC高度処理システムの実証	1007-1009	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	担体、省エネ
特殊繊維担体を用いた余剰汚泥削減型水処理技術の低水温期処理性能の検証	1040-1042	R1	第54回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、余剰汚泥、担体
最終沈殿池処理能力向上技術の実規模実証試験結果その2	1067-1069	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、ろ過
水槽上部設置型低動力攪拌機の反応タンクにおける攪拌特性	871-873	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	低動力攪拌機、プロペラ
Aステージによる有機物除去の運転制御条件によるエネルギー回収最適化の検討	949-951	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	溶存酸素、汚泥滞留時間、有機物

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
大型実証プラントにおける仕切板挿入型MBRの省エネルギー効果の検証	248-250	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	MBR、省エネ、B-MBR
Aステージでの最初沈殿池・余剰汚泥一括処理によるエネルギー回収増大効果の検討	770-772	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	余剰汚泥、有機物、分解性

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

- 技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発
- 技術開発項目2-2 ICT(センサー、CFD等)、AIを活用した省エネ水処理技術(流入水量・水質の変動にあわせた曝気風量の制御や酸素溶解効率の向上等によるエネルギー最適化)

<応用研究>、<実証研究>
 ・ICT、AI等を活用した省エネ水処理技術の開発、導入を促進することによりエネルギー最適化を進める
 ・具体的なエネルギー原単位の目標値は今後検討して定める

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】
 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会(R5.9)において紹介されたとおり、下水道からの温室効果ガス排出量は、半分以上が電力(処理場)であり、そのうち消費電力は水処理が大きな割合(45%)を占めている。加えて、2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、電力の消費に伴う排出については、その排出量が大きいものの、削減率は小さい。つまり、削減率が小さくとも、排出量の割合が大きいいため、新技術の研究の効果は大きいと考えられる。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・例えば、B-DASH実規模実証により、アンモニアセンサーを用いた風量制御による省エネ型水処理技術、二点DO制御技術を用いた省エネ型水処理技術、単槽型消化脱窒プロセスのICT/AI制御による高度処理技術を実証し、それぞれH28.12、H29.1、R4.3にガイドライン化がなされている。
- ・R3採択B-DASHにおいてAIを活用した下水道処理場運転操作の先進的支援技術が現在実規模実証中である。(GHG削減というよりは省力化メイン)。
- ・JS技術評価委員会において、4種のアンモニア計を利用した曝気風量制御技術について審議し、R2.4にJSに答申されている。またJS技術開発・活用基本計画2022にも、AIによる水・汚泥処理運転・制御・予測技術の位置付けあり(~2026)。

・土木学会・環境工学委員会では、2022年度から「上下水道におけるIoT・ICT・AI活用小委員会」を発足させており、外国企業のと李組を含め、積極的に技術展開を図っている。

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、ICT、AI活用技術の更なる改善やメニュー充実を速やかに図る観点から、R3B-DASH「AIを活用した下水道処理場操作の先進的支援技術」等を速やかに進める必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
単槽型硝化脱窒プロセスのICT・AI制御による高度処理技術における水処理性能	12-13	H30	EICA研究発表会論文集 25巻4号	単槽型硝化脱窒、電力量、高度処理
単槽型硝化脱窒プロセスにおけるICT・AI制御の風量制御性能と送風電力削減効果	40-43	R2	EICA研究発表会論文集 25巻2/3号	反応タンク、Nox-N濃度、NH ₄ -N、吐出圧力
単槽型硝化脱窒プロセスにおけるICT・AIを活用した風量制御の性能及び特性	44-47	R3	EICA研究発表会論文集 26巻2/3号	単槽型硝化脱窒、風量制御
単槽型硝化脱窒プロセスにおけるICT・AI制御による高度処理技術の長期実証	48-50	R3	EICA研究発表会論文集 26巻2/3号	単槽型硝化脱窒、高度処理
ICT・AIを活用した単槽型硝化脱窒プロセスによる水処理性能の長期実証	773-775	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	単槽型硝化脱窒、省エネ
ICT・AIを活用した単槽型硝化脱窒プロセスにおける風量制御の性能及び特性	776-778	R2	第58回 下水道研究発表会講演集	単槽型硝化脱窒、風量制御、統合演算制御システム
単槽型硝化脱窒プロセスのICT・AI制御による高度処理技術の水処理性能	883-885	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、単槽型硝化脱窒
ICT・AIを活用した単槽型硝化脱窒プロセスの風量制御性能と送風電力削減効果	886-888	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	風量制御、吐出圧力可変制御、送風電力
施設運転管理効率化・高度化・自動化技術の開発	https://www.jswa.go.jp/g/g01/g4g/pdf/20-001/04.pdf	R2	JS技術開発年次報告書 (2019)	プロセス制御、リモート診断、自動化技術
単槽型硝化脱窒プロセスの ICT・AI 制御 による高度処理技術実証研究 (B-dash)	p20	R2	JS技術開発年次報告書 (2019)	単槽型硝化脱窒、B-DASH、負荷変動追従型送風ユニット
ICTを活用したプロセス制御とリモート診断による効率的な水処理運転管理技術	31-46	R2	JS技術開発年次報告書 (2014)	曝気風量制御技術、リモート診断、多変量統計的プロセス監視
水質センサーを用いた風量自動制御技術の体系化および実用化	p4	R2	JS技術開発年次報告書 (2019)	アンモニア制御技術、DO一定制御、活性汚泥モデル
施設運転管理効率化・高度化・自動化技術の開発	p14	R2	JS技術開発年次報告書 (2019)	単槽型硝化脱窒、高度処理、自動化技術
AIを活用した下水処理運転管理支援技術に関する研究 (B-dash FS 調査)	p17	R2	JS技術開発年次報告書 (2019)	B-DASH
単槽型硝化脱窒プロセスの ICT・AI 制御 による高度処理技術実証研究 (B-dash)	p20	R2	JS技術開発年次報告書 (2019)	統合演算制御システム、単槽型硝化脱窒、負荷変動追従型送風ユニット、B-DASH
施設運転管理効率化・高度化・自動化技術の開発	p14	H30	JS技術開発年次報告書 (2019)	IoT、運転管理効率化、高度化、自動化技術
AIを活用した下水処理運転管理支援技術に関する研究 (B-dash FS 調査)	p17	R3	JS技術開発年次報告書 (2019)	ランダムフォレスト、ディープラーニング、水処理制御、画像診断支援技術、B-DASH
ICTを活用した総合的な段階型管路診断システムの確立にかかる実証研究 (B-dash)	p19	R3	JS技術開発年次報告書 (2019)	管路劣化、ビッグデータ解析、劣化予測技術
縦軸型OD法のアンモニア制御の実用化	P178	R3	JS技術開発年次報告書 (平成30年度)	アンモニアセンサー、縦軸型OD法
水質改善と省エネルギーの両立を目的としたリアルタイム硝化脱窒制御技術の開発	94-102	R3	下水道協会誌58巻700号	ASM、硝化脱窒、RNDC、風量削減、水質改善
ICTを活用した効率的な硝化時間運転制御システムの実証	78-86	R2	下水道協会誌58巻702号	B-DASH、硝化時間運転制御システム
単槽型硝化脱窒プロセスのICT・AI制御による高度処理技術実証事業	7-9	R2	下水道協会誌57巻693号	吐出圧力、可変制御技術、単槽型硝化脱窒
「ICTを活用した維持管理の共同化」最上圏域下水道共同管理協議会の取組	10-12	R3	下水道協会誌57巻693号	中央監視、共同化、流域下水道
単槽型硝化脱窒プロセスのICT・AI制御による高度処理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/h31_meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	ICT、AI、単槽型硝化脱窒プロセス
ICTを活用した効率的な硝化運転制御の実用化に関する技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/h26_hitachi.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	DO計、NH ₄ -Nセンサー、風量演算モデル
ICTを活用したプロセス制御とリモート診断による効率的な水処理運転管理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/h26_toshiba.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	NH ₄ -Nセンサー、多変量統計的プロセス監視 (MSPC) 技術
AIを活用した下水処理場運転操作の先進的支援技術に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/doc/outline/r3_meiden.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	AI、運転管理最適化
アンモニア計を利用した曝気風量制御技術の評価に関する報告書	https://www.jswa.go.jp/g/g01/g4g/pdf/gihyo31.pdf	R2	日本下水道事業団 技術評価委員会 資料	アンモニア計、曝気風量制御技術
高効率固液分離技術と二点DO制御技術を用いた省エネ型水処理技術の実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/h26_maezawa.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	二点DO制御、固液分離、HRT

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
処理水質の安定化と省エネルギーを両立させる自動制御技術	29-31	R5	EICA研究発表会論文集 28巻1号	廃水処理、曝気制御、省エネルギー、水質制御、ICT
窒素除去と省エネを両立する曝気量制御技術の開発	65-69	R5	EICA研究発表会論文集 28巻2/3号	曝気制御、窒素処理、高度処理、AI
AIによる下水処理場の運転支援	74-77	R5	EICA研究発表会論文集 28巻2/3号	人工知能、実証試験、ランダムフォレスト
硝化抑制運転における自動制御を用いた省エネの実例	78-81	R5	EICA研究発表会論文集 28巻2/3号	最適化、OR制御、硝酸制御、送風機制御、省エネ
リモート診断機能を付加したNH4-N/DO制御の長期運用による性能および経済性評価	1022-1024	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、リモート診断、アンモニアセンサー
アンモニア計を用いた反応タンク出口アンモニア性窒素濃度の自動制御	1025-1027	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	OR制御、硝化促進、硝化抑制
放流水質の予測に基づく反応タンク送風量の最適化について(第2報)	1028-1030	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	モデリング技術
下水処理シミュレータによる運転管理支援システムの構築	1031-1033	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	シミュレータ、活性汚泥
下水二次処理水に残存するアンモニア性窒素の担体とセンサーを用いた低減法の提案	832-834	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	アンモニア性窒素、微生物、担体
AIによる下水処理場運転判断導出技術の検証	889-891	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、AI
AIを活用した活性汚泥の画像診断支援技術による微生物認識率の検証	892-894	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	AI、画像診断、微生物
ディープラーニングを用いた活性汚泥フロックの認識	898-900	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	ディープラーニング、画像診断
創エネルギー型焼却システムにおけるAI適用による自動化技術について	31-33	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	AI、バーチャルコミッション、創エネルギー型焼却システム
数値シミュレーションによるアンモニア制御の挙動解析	698-700	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	活性汚泥モデル、アンモニア制御、アンモニア計
ICT・AIを活用した単槽型硝化脱窒プロセスの処理能力向上に関する検討	805-807	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	AI、単槽型硝化脱窒プロセス
AIによる曝気風量自動制御の水量変動等に対する制御特性	808-810	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	AI、水処理制御支援技術、曝気風量制御
AIによる曝気制御のシミュレーション	811-813	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	AI、OR制御
水質改善と省エネルギーの両立を目指した風量制御技術の開発	998-1000	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	風量制御、水質改善、省エネ
AIを活用した水処理制御支援技術による処理場運転管理設定値の予測誤差の検証	1016-1018	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、AI、画像診断、FS調査、ランダムフォレスト法
下水処理シミュレータによる運転管理支援システムの構築(その2)	922-924	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	シミュレーション、活性汚泥モデル
光ネットワークを活用した雨水ポンプ実負荷運転時現場点検の効率化	617-619	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	振動計、点検システム、維持管理
下水処理場やポンプ場を一元的に監視するシステム(FORVIS)の構築について	620-622	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	監視システム、一元管理、FORVIS
IoTセンサーによる広域的な設備状態監視システムの開発	626-628	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	振動センサー、クラウドシステム、汚泥掻き寄せ機
指定管理業務におけるIoT導入脱水機の最適運転	857-859	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	圧入式スクリーンプレス脱水機、脱水運転
AIを活用した脱水設備の運転管理支援システムの開発	863-865	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	スクリーンプレス脱水機、AI、運転管理
プラント制御へのAI適用事例	911-913	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	AI、事例紹介
無線振動センサを用いた設備保全における機械学習技術の応用	920-922	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	CBM化、無線振動センサ
下水処理場流入水質の連続計測と運転管理への活用の検討	394-396	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	流入水質計測システム、アンモニア計
活性汚泥診断の自動化に向けたフロック定量化技術の開発	817-819	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	フロック、活性汚泥、画像診断

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

●技術開発項目2-3 送風プロセス(送風機、制御システム、散気装置等)の最適化による省エネ技術

<普及拡大>、<実証研究>

- ・攪拌機、散気装置等の省エネ型機器への更新を進める
- ・散気装置と送風機の最適な組み合わせや適切な制御運転方法の検討、普及を進める
- ・具体的なエネルギー原単位の目標値は今後検討して定める

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会(R5.9)において紹介されたとおり、下水道からの温室効果ガス排出量は、半分以上が電力(処理場)であり、そのうち消費電力は水処理が大きな割合(45%)を占めている。加えて、2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、電力の消費に伴う排出については、その排出量が大きいものの、削減率は小さい。つまり、削減率が小さくとも、排出量の割合が大きいため、新技術の研究の効果は大きいと考えられる。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・制御システムとしては、技術開発項目2-3とも関連。機器改築時の最適化、というレベルの話も現時点では必要である。
- ・過去のB-DASHでは機器組み合わせによる最適化の評価、評価指標としてアンモニアを用いた研究もある。
- ・B-DASHにおいて、R4より深槽式曝気技術による効率化を実証中であり、またFSとしてR5よりMABR(活性汚泥併用型生物膜処理システム、膜曝気型バイオフィルム法を用いた排水処理の省エネ、N2O発生抑制技術)が開始されている。
- ・自治体による検討報告も多数ある。

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うことはもとより、ICT、AI活用技術の更なる改善やメニュー充実を速やかに図る観点から、現行の実規模実証やFS調査等を早期に進める必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
アンモニアを指標としたOR制御と送風機最適運転による省エネ効果の検証	p10	R3	EICA研究発表会論文集 25巻4号	アンモニア性窒素、OR制御、最適運転
水再生センターにおける送風機更新に伴う省エネ効果に関する考察	506-508	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	高効率低圧損メンブレン、磁気浮上式ターボブロウ、省エネ
多降雨・降雪地域における合流式下水道処理場施設の運転管理とコスト削減の取組	611-613	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	流入下水、溶存酸素、合流式下水道、運転管理
深槽曝気システムにおける汚泥の浮上とその対策	707-709	R1	第58回 下水道研究発表会講演集	深槽曝気、汚泥浮上
活性汚泥の酸素消費メカニズムに基づいたSRT制御運転による送風電力量の削減	782-784	R2	第58回 下水道研究発表会講演集	SRT制御運転、電力量、標準活性汚泥法
曝気風量制御用バルブの流量制御特性の調査	904-906	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	曝気風量制御用バルブ、風量制御、流量制御
下水処理場におけるエネルギー消費量 削減効果について	499-501	H30	第57回 下水道研究発表会講演集	エネルギー消費量、送風機
系列間の調整バルブを用いた定格能力の異なる送風機並列運転の最適化	502-504	R1	第57回 下水道研究発表会講演集	送風機、並列運転、最適化
送風機の気象データ補正制御の導入と運用の経過報告(その2)	505-507	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	送風機、風量自動制御、気象データ補正制御
アンモニア計を利用した曝気風量制御技術の評価	829-831	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	アンモニア計、曝気風量制御技術
メンブレン散気装置の底部設置による深槽曝気システムの実負荷実験	838-840	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	メンブレン散気装置、深槽曝気システム、汚泥浮上
OR制御を用いた省エネ運転の検討	868-870	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	県央水質浄化センター、OR制御、省エネ
AIを活用した水処理制御支援技術による運転管理設定値の予測の汎用性検証	895-897	R3	第57回 下水道研究発表会講演集	ランダムフォレスト法、曝気風量、運転管理
画像処理による越流検出を適用した仕切板挿入型MBRの散気風量制御方法	901-903	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	画像処理、越流検出技術、仕切板挿入型MBR、散気風量制御方法
曝気風量制御用バルブの流量制御特性の調査	904-906	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	曝気風量制御用バルブ、バタフライバルブ、風量特性
大容量高効率送風機による集約設置およびICT遠隔監視機能の確認	p31	R3	JS技術開発年次報告書 (2020)	大容量高効率送風機、集約装置、消費電力量
省エネ機器とNH4制御による低動力反応タンクシステムの開発	p167	R3	JS技術開発年次報告書 (2018)	アンモニア計、曝気風量制御、低圧損型メンブレン、槽上型双曲面攪拌機
反応槽の風量低減と使用するブロウの組み合わせの適正化による省エネルギー化と窒素除去率の改善	https://www.istage.jst.go.jp/article/jswa/58/699/58_iswa.58.699.95/pdf/-char/ja	R3	下水道協会誌58巻699号	風量低減操作、反応槽、省エネ、窒素除去
下水処理場のエネルギー自立化への取り組み	13-15	R3	下水道協会誌58巻702号	運転方法改善、主ポンプ、送風機、最初沈殿池、攪拌機
水資源再生センターにおける消費電力量削減手法について	16-18	R2	下水道協会誌58巻702号	主ポンプ、消費電力、汚水ポンプ
系統間の調整バルブを用いた定格能力の異なる送風機並列運転の最適化	19-21	R2	下水道協会誌58巻702号	送風機、並列運転、流入水量、調整バルブ
新たな反応タンク風量制御システムの開発	https://www.istage.jst.go.jp/article/jswa/57/692/57_iswa.57.692.64/pdf/-char/ja	R1	下水道協会誌57巻692号	ライザー弁、送風配管、風量制御
単槽型硝化脱窒プロセスのICT・AI制御による高度処理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h31_meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	ICT、AI、単槽型硝化脱窒プロセス
ICTを活用した効率的な硝化運転制御の実用化に関する技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h26_hitachi.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	DO計、NH ₄ -Nセンサー、風量演算モデル
ICTを活用したプロセス制御とリモート診断による効率的な水処理運転管理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h26_toshiba.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	NH ₄ -Nセンサー、多変量統計のプロセス監視(MSPC)技術
AIを活用した下水処理場運転操作の先進的支援技術に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r3_meiden.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	AI、運転管理最適化
活性汚泥併用型生物膜処理システムの開発に関する調査事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r5_zousuisokus_hj.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	MABR、生物膜、N ₂ O削減
膜曝気型バイオフィルム法(MABR)を用いた排水処理の省エネ、N ₂ O発生抑制技術に関する調査事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r5_mitsubishi_chemical.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	MABR、生物膜、N ₂ O削減、CO ₂ 削減
省エネ型深槽曝気技術に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r4_maezawa.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	深槽、省エネ型深槽曝気

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
高効率固液分離技術と二点DO制御技術を用いた省エネ型水処理技術の技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h26_maezawa.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	二点DO制御、固液分離、HRT
低圧損型膜分散式曝気装置の導入時における留意点と導入効果に関する研究	995-997	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	低圧損型膜分散式曝気装置、ケーススタディ
アンモニア負荷変動に応じた反応タンク送風量の削減検討	397-399	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	アンモニア計、送風量削減
下水道におけるエネルギー活用技術の現状と展望	629-631	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	アンケート、ヒアリング、消化ガス発電
ばっ気システムの最適化による電力使用量削減について	599-601	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ、最適化
落合水再生センター南系反応槽における散気装置更新後の効果について	1001-1003	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ、散気装置、電力削減
膜分散式曝気装置の底部設置による深槽曝気システムの清水実験	1004-1006	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	膜分散式曝気装置、底部設置
低圧損型膜分散式曝気装置の攪拌性能等についての考察	1010-1012	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	低圧損型膜分散式曝気装置、微曝気運転
反応槽要求風量に基づく送風機運転圧力可変制御による送風電力削減効果の検証	1220-1222	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	風量演算装置、風量制御
縦軸型オキシデーションディッチ法のアンモニア制御による長期運転結果	1226-1228	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	アンモニアセンサー、OD法、縦軸型OD機械式曝気装置
現有施設で対応可能な曝気量調整を通じた省エネ運転手法の検討	796-798	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	反応タンク、省エネ、風量制御
筒型低圧損型膜分散式曝気装置の開発	799-801	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	低圧損型膜分散式曝気装置、筒型低圧損型膜分散式曝気装置

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

- 技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発
- 技術開発項目2-4 活性汚泥法代替の曝気を行わない省エネ型水処理技術(散水ろ床タイプ、嫌気性処理、湿地処理等)

<基礎研究>、<応用研究>、<実証研究>
 ・標準活性汚泥法代替の曝気を行わない省エネ型水処理技術(標準法代替)の実用化
 ・具体的なエネルギー単位の目標値は今後検討して定める

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】
 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会(R5.9)において紹介されたとおり、下水道からの温室効果ガス排出量は、半分以上が電力(処理場)であり、そのうち消費電力は水処理が大きな割合(45%)を占めている。加えて、2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、電力の消費に伴う排出については、その排出量が大きいものの、削減率は小さい。つまり、削減率が小さくとも、排出量の割合が大きいため、新技術の研究の効果は大きいと考えられる。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・B-DASHにより、無曝気循環式水処理技術、DHSシステムなどについて、それぞれH29.2、H30.12にガイドライン化がなされている。
- ・また、企業においても、嫌気性MBR等の研究がなされ、エネルギー分科会(R4.2)の2050年シナリオ検討・感度分析において、小規模処理場における嫌気性MBRの試算も行われている(再掲⑩-3-4)。

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うことはもとより、嫌気性MBR等の新たな水処理方法の開発など、新たな省エネ型水処理プロセスの実用化に向けた開発を速やかに進める必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
無曝気循環式水処理技術の開発	https://www.iswa.go.jp/g/g01/g4g/pdf/21-001/05.pdf	R2	JS技術開発年次報告書 (令和2年度)	散水担体ろ床
好気性ろ床を用いた循環式消化脱窒法(郡山市湖南浄化センター)について	42-48	R2	下水道協会誌58巻702号	消化脱窒法、運転方法
無曝気循環式水処理技術について	16-20	R2	下水道協会誌58巻703号	B-DASH
無曝気循環式水処理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h26/meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	バイオリクター、ファイナルフィルター
DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h28/sanki.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	DHSろ床、生物膜ろ過槽、ダウンサイジング
嫌気性MBRと一槽式アナモックス処理から成る省エネ・創エネ排水処理システムの技術開発・実証事業を実施中	https://www.kakoki.co.jp/news/pdf/p190521.pdf	R1	三菱化工機ニュース (プレスリリース情報)	嫌気性MBR、メタンガス、アナモックス
脱炭素に寄与するエネルギー生産型の下水処理技術を開発 下水からメタンを効率的・安定的に生成可能な処理施設の構築を目指す	https://www.taisei.co.jp/about_us/wn/2021/211109_8431.html	R3	脱炭素に寄与するエネルギー生産型の下水処理技術を開発	嫌気性MBR、バイオガス、メタン
嫌気性MBRを用いた実下水のメタン発酵処理に及ぼす温度の影響	Vol.76, No.7, III_173-III_179, 2020	R2	土木学会論文集G	バイオガス生成、連続処理実験、
DHSシステムを用いた水量変動追従型水処理技術の実規模実証と導入効果	958-960	R1	第57回 下水道研究発表会講演集	B-DASH, DHSシステム

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

●技術開発項目2-5 汚泥の濃縮、脱水、嫌気性消化等の各プロセスの省エネ性を向上させる技術

<応用研究>、<実証研究>
・省エネ型機器の開発

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

—

現在の主な開発状況は以下のとおり。

- ・B-DASHIにより、高効率消化システムにおける無動力攪拌式消化槽、高濃度消化によるコンパクトな消化槽について、それぞれR1.12、R2.12ガイドライン化がなされている。その他B-DASHIにて各設備の省エネ化について多数実施されている。
- ・JSにより、鋼板製消化槽にインペラ式攪拌機や温度センサーによる汚泥循環ポンプの間欠運転等の対応による省エネ化(JS共同研究)。
- ・高効率/省エネ型遠心脱水機の実証実験(JS)や、スクリーンプレス脱水機導入(JS共同研究)による省エネ効果評価などの報告もあり。
- ・無加温式嫌気性消化+乾燥等による汚泥の燃料化・対比かの研究あり(土研2022~)

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、現行の研究を継続しつつ、2030目標に向けては、B-DASH技術を始め、現状の省エネ対策や下水汚泥のエネルギー化等の創エネ、N2O排出量の少ない焼却炉への改築等、改善寄与率の高い効果的・効率的技術の実装を推進する。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
実設備における圧入式スクリーンレス脱水機の省エネルギー性の検証	851-853	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	圧入式スクリーンレス脱水機
高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー利活用技術の最適化	887-889	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	バイオガス精製、余剰水素メタン再生成技術、小型消化槽
高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー利活用技術実証結果	1018-1020	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	高濃度消化、省エネ型バイオガス精製
高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー利活用技術実証研究(B-dash)	https://www.jswa.go.jp/g/g01/g4g/pdf/20-001/04.pdf	R1	JS技術開発年次報告書 (令和元年度)	消化槽、定格負荷運転
高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー利活用技術実証研究(B-dash)	https://www.jswa.go.jp/g/g01/g4g/pdf/19-001/04.pdf	H30	JS技術開発年次報告書 (平成30年度)	消化槽
濃縮余剰汚泥の嫌気性消化におけるオゾン前処理の効果	94-101	R3	下水道協会誌58号701号	嫌気性消化
高効率消化システムによる地産地消エネルギー活用技術の実用化に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/h29_mitsubishi.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	生ごみ、未利用バイオマス、消化槽攪拌装置、可溶化装置
小規模下水処理場を対象とした低コスト・省エネルギー型高濃度メタン発酵技術に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/h30_ohara.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水機、高濃縮汚泥、横型消化槽
省エネ型遠心脱水機の実用化に関する研究	https://www.jswa.go.jp/g/g2/pdf/209.pdf	R5		脱水、遠心脱水機、高分子凝集剤
下部コーン型鋼板製消化タンク	https://www.jswa.go.jp/g/g04/g3d.html		日本下水道事業団HP	鋼板製消化タンク、印ペラ式攪拌機、温度センサ、間欠運転、省エネルギー化
高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー利活用技術実証研究	1085-1087	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、高濃度消化、省エネ型バイオガス
高効率消化システムの実証施設運転状況について	1109-1111	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、消化ガス、無動力攪拌式消化槽、可溶化
汚泥性状にあわせた遠心脱水機の最適運転方法の検討(B-DASH自主研究)	1130-1132	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、脱水、燃焼、発電、最適化
省エネ型遠心脱水機の稼働状況報告	1136-1138	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	高温省エネ型焼却システム、低含水率型脱水機
新型回転加圧脱水機Ⅲ型による低含水率化	1139-1141	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	回転加圧脱水機、低含水率化
低動力型高効率遠心脱水機の処理性能～可溶化消化汚泥に対する処理性能～	1154-1156	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	低動力型高効率遠心脱水機、可溶化
直胴型遠心脱水機(低動力モデル)における各種汚泥への適用事例	1157-1159	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	直胴型遠心脱水機、省エネ
明石市二見浄化センターにおける汚泥処理方法の変遷と今後の展望	1199-1201	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	自動制御システム、消化ガス、廃熱利用
北多摩二号及び浅川水再生センターにおける省エネ型機械濃縮機の導入効果について	1205-1207	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ、機械濃縮機、高分子凝集剤
回転繊維ユニットRBCシステムの性能検証～有機物・窒素除去性能の評価、その2	245-247	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	回転繊維ユニット、有機物除去、窒素除去

技術開発分野ごとのロードマップ ⑩ 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

●技術開発項目2-6 汚泥のエネルギー化により、省エネと創エネを同時に行う技術の高度化(低含水化、汚泥移送、燃料化、焼却発電等)

<応用研究>、<実証研究>

- ・消化槽攪拌機、汚泥濃縮機、汚泥脱水機の省エネ型機器への更新を進める
- ・低含水率化、燃料化等の創エネ技術の高度化を進める
- ・上記により汚泥処理工程におけるエネルギー削減を促進する

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会(R5.2)の2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、区分別の温室効果ガス排出量の比較において、「消化+消化ガス発電による削減」や「固形燃料化による削減」の区分において、温室効果ガス削減効果が大きいことがうかがえる。汚泥のエネルギー化による温室効果ガスの削減は効果があり、省エネと創エネを同時に行う技術の高度化が重要とされている。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・例えばB-DASH技術については脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム、下水道バイオマスからの電力創造システム、などが既にガイドライン化されている。
- ・また、脱水乾燥システムによる下水汚泥の肥料化、燃料化技術、自己熱再生ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術、温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術なども既にガイドライン化済みであり、現在自主研究中である。
- ・加えて、令和2年度採択B-DASHでは、中小規模広域化におけるバイオマスボイラによる低コスト汚泥減容化技術が実証され、現在自主研究中である。
- ・その他、技術開発分野⑩の他技術開発項目にも該当技術がある。
- ・下水汚泥燃料化の利用先では千数百度で燃焼させることも多く、条件によっては下水汚泥燃料の発熱量相当のエネルギー代替によるCO2削減に加え、N2O削減も想定される。

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、個別技術の省エネ化・効率化等を含め、技術の高度化(改善やメニューの追加含む。)等を速やかにを進める必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
脱水乾燥システムによる下水汚泥の肥料化、燃料化技術実証研究 (第4報)	1057-1059	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	機内二液調質型遠心脱水機、円環式気流乾燥機
燃料化・肥料化による下水汚泥の資源利用の拡大	p6	R2	JS技術開発年次報告書 (2021)	肥料、ヒアリング
電熱スクリュ式炭化炉を用いた品質制御型汚泥燃料化システムに関する共同研究	p29	R2	JS技術開発年次報告書 (2020)	炭化炉、電熱スクリュ
燃料化・肥料化による下水汚泥の資源利用の拡大	p9	H30	JS技術開発年次報告書 (2019)	固形燃料化、燃料化
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術実証研究(B-dash)	85-101	H30	JS技術開発年次報告書 (2018)	廃熱、廃熱利用
下水汚泥の燃料化における熱源の選択がエネルギー回収に及ぼす効果	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jscej/75/6/75-II-247/pdf/-char/ja	R1	土木学会論文集G	ケーススタディ、燃料化
温室効果ガス排出量の大幅な削減を目指した下水汚泥の新たな処理技術の開発	22-24	R3	下水道協会誌58巻702号	廃熱、廃熱利用
温室効果ガス削減に向けた汚泥燃料化の取り組み	25-28	R3	下水道協会誌58巻702号	燃料化
高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー活用技術に関する実証事業(富士市)	27-29	R3	下水道協会誌58巻703号	B-DASH
脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システムの実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h25_meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水、燃焼、発電
下水道バイオマスからの電力創造システム実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h25_takuma.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	遠心脱水機、階段炉、蒸気発電機
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術の実用化に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h29_jfe.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	汚泥焼却設備、未利用廃熱
「下水汚泥処理設備」が「エネルギー供給設備」に生まれ変わる！	https://www.tskg.co.jp/tech/pickup/water-environmental/		製品・技術PICK UP	焼却、脱水
自己熱再生型ヒートポンプ式高効率下水汚泥乾燥技術実証研究	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h28_okawara.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	ヒートポンプ、肥料化、燃料化
脱水乾燥システムによる下水汚泥の肥料化、燃料化技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h28_tsukishima.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水乾燥システム、機内二液調質型遠心脱水機、円環式気流乾燥機
中小規模広域化におけるバイオマスボイラによる低コスト汚泥減量化技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r2_tsukishima.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水乾燥システム、バイオマスボイラ
高濃度消化・省エネ型バイオガス精製による効率的エネルギー活用技術の最適化	887-889	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、省エネ、高濃度消化、バイオガス

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

●技術開発項目2-7 エネルギーマネジメント

<応用研究>、<実証研究>
 ・エネルギー使用の見える化や情報通信インフラの高度化技術を活用したエネルギーマネジメントシステムの開発
 ・実証試験、性能評価

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】
 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。
 R3年度エネルギー分科会報告書においても、エネルギー消費の見える化や、運転管理手法の改善をセットでエネルギーマネジメント手法の開発が必要とされている。R4.11エネルギー分科会2050年シナリオ検討・感度分析においては、運転方法の改善や省エネ技術の導入(省エネ診断)が紹介されており、電力消費削減が試算されているところである。そのような中、現在の主な状況は以下のとおり。

- ・エネルギー使用の見える化については、本省のHPにおける処理場別エネルギー使用量及び原単位の公開や、下水協の見える化ツール等がある。
- ・下水道機構によって、処理場の現状の消費電力量を分析、運転管理の改善、省エネ機器の導入による省エネ効果を分析するなど省エネ診断を実施。(JIWET)

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、省エネ診断などエネルギーマネジメント手法の改善やメニューの追加などを速やかに進める必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
中小規模下水処理場へのメタン発酵システム導入によるエネルギー回収効果	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jsmcwm/30/0/30_273/pdf/-char/ja	R1	廃棄物資源循環学会 研究発表会 講演原稿2019	メタン発酵、下水汚泥、 厨芥、エネルギー回収
ごみ焼却施設と下水処理施設の連携の実現可能性の検討～自治体向けアンケート調査とGISによる可視化に基づく考察～	https://www.jstage.jst.go.jp/article/ceispapers/ceis34/0/ceis34_305/pdf/-char/ja	R2	環境情報科学 学術研究論文集 34(2020)	GIS、ごみ焼却施設、下 水処理施設、アンケート 調査
エネルギー消費量等の「見える化」ツール	https://www.iswa.jp/gx/energy-cost-calc/	R5	下水道GX(グリーントランス フォーメーション)	下水道統計、見える化 ツール、電力使用量
下水処理場における温室効果ガス排出削減目標設定支援ツール (案)	https://www.nilim.go.jp/lab/eag/mokuhyoushien/tool/an.html	R5	下水道技術開発会議 エネルギー分科会	温室効果ガス削減、ツ ール
各処理場における水処理に係るエネルギー消費量と原単位	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/crd_sewerage_tk_000124.html	R4	国土交通省HP	水処理、エネルギー消費 量、原単位
下水道におけるエネルギー活用技術の現状と展望	629-631	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	アンケート、ヒアリング、 消化ガス発電
下水処理場における電力消費量の試算と実態との比較	632-634	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	アンケート、算出式、電 力消費量、コスト
省エネ技術導入による下水処理場の電力消費量削減効果の検討	635-637	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ
下水処理場の省エネ診断に関する技術マニュアル	https://www.iivet.or.jp/library/research	R4	(公社)日本下水道新技術機構 技術資料	省エネ、運転管理改善

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

●技術開発項目2-8 水循環・環境、物質循環、エネルギー、GHG削減等を勘案した下水道・流域管理・社会システムの全体最適に向けた調査研究等

<基礎研究>、<応用研究>
 ・地域全体をみた資源有効利用、放流先、エネルギー消費等の観点からの水処理・汚泥処理の全体最適化に向けた調査研究
 ・下水道由来のバイオマスの利活用による社会への貢献度やGHG排出量削減効果評価手法に関する調査研究

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】
 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されていない技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会において、持続的社会的実現においては、国内の温室効果ガス排出量の削減の他、廃棄物バイオマス受け入れによる消化ガスの生産拡大やエネルギー創出など、下水道分野のみに限定されない領域を含む全体最適の議論がなされている。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・国総研において、下水道資源の活用(従来資源の代替)による下水道事業外でのGHG削減評価、廃棄物分野との連携手法検討等を実施中である。また季節別運転等、下水処理における電力量とN2O等の排出量の関係の調査を実施予定である。
- ・土研においては、地域バイオマス・廃プラスチックなどの混合焼却に関する検討(2022-2027)等の実施あり。

今後の研究開発方針として、下水道・流域管理・社会システムの全体最適化やあり方の検討の材料として速やかに個別研究を継続する。検討においては、その範囲や優先順位等の整理も実施の上で調査研究を進める。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
下水処理場の既存施設能力を活用した汚水処理システムの効率化	https://www.pwrc.or.jp/thesis/shouroku/thesis.pdf/1907-P008-011_ishikawa.pdf	R1	土木技術資料61-7(2019)	下水処理場、汚水処理、効率化
人口減少下の下水処理施設更新に係る集約型・分散型更新施策のライフサイクル評価 -小規模施設が点在する地域を対象として-	https://www.jstage.jst.go.jp/article/jswa/57/697/57_697_74/pdf/-char/ja	R2	下水道協会誌	下水道、広域化、温室効果ガス、エネルギー
下水道の他分野への貢献評価手法	https://www.nilim.go.jp/lab/eag/energybunkakair4_3.html	R4	R4年度下水道技術開発会議 エネルギー分科会 (第3回)資料4-3	下水道、エネルギー、他分野、GHG削減
廃棄物分野との一体処理促進について	https://www.nilim.go.jp/lab/eag/pdf/20240126_8-2-shorisokushin.pdf	R4	R4年度下水道技術開発会議 エネルギー分科会 (第3回)資料8-2	下水道、廃棄物分野
水処理過程で発生するN2Oの排出状況やメカニズム分析について	https://www.nilim.go.jp/lab/eag/energybunkakair4_5.html	R5	R4年度下水道技術開発会議 エネルギー分科会 (第3回)資料5	下水処理、N2O排出量
下水汚泥とバイオマスの混焼による焼却灰中のリン・カリウム形態変化	https://thesis.pwri.go.jp/public_detail/1000900	R5	土木学会論文集	下水汚泥焼却灰、バイオマス混焼、リン、カリウム
下水汚泥とバイオマス等混焼時のクリンカ生成に関する検討	https://www.takuma.co.jp/gijutu/gihou/bn/j-31-2.html	R5	タクマ技報 Vol.31 NO.2(2023年12月発行)	汚泥焼却、バイオマス、混焼、高温顕微鏡、示差熱重量分析
さらなる温室効果ガス削減へ向けた水再生センターのチャレンジ	611-613	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ
汚泥処理施設全体のエネルギー消費量に関する調査	617-619	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	アンケート、省エネ
余剰汚泥を用いた糖系廃水からのポリヒドロキシアルカン酸生産に関する基礎的検討	130-132	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	PHA、ADD法、余剰汚泥
嫌気性消化と好気性発酵の結合・融合による農村地区での有機物循環社会の構築	139-141	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	嫌気性消化、好気性発酵、汚泥集約

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標2 水処理・汚泥処理の最適化に資する技術開発

●技術開発項目2-9 化石燃料使用機器の電化やカーボンフリー燃料利活用

<応用研究>、<実証研究>

- ・雨水ポンプなど化石燃料使用機器についての電化やバイオ燃料利用を可能とする技術の開発
- ・実証試験、性能評価

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されていない技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

【実用化されていない技術分野】

R5.2エネルギー分科会において、場外ポンプ場の電力使用は、下水道分野での電力使用の約25%(場内ポンプ14%、場外ポンプ11%:2020年度)を占める状況であることが報告されている。その対策が求められる中、現在の状況を調査するために文献調査等を実施したが、これらに関する情報が少ない状況。

今後の研究開発方針として、省エネ、創エネなどの対応によるGHG削減効果の発現が難しい施設もあり、電化やカーボンフリー燃料の利活用に向けた研究の掘り起こし等を実施しつつ、速やかに技術向上に務めていく必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

- 技術目標3 下水道から排出されるCH₄、N₂Oの排出削減に関する技術開発
- 技術開発項目3-1 水処理におけるN₂O発生機構の解明、微生物群集構造の解析・制御等による排出抑制技術の実用化

- <基礎研究>、<応用研究>、<実証研究>
- ・各水処理方式におけるN₂O発生量の把握等データの蓄積
 - ・N₂O発生機構の解明

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】
 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されていない技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

R5.9エネルギー分科会において紹介されたとおり、下水道から排出するGHGのうち、水処理から発生するN₂OとCH₄については、下水道からの温室効果ガス排出量の約14%(2020年度)を占めることから、これらの削減対策は効果が高い。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・現在実証中や自主研究中のB-DASHIにおいて、水処理から発生するN₂Oについて測定し、データを集積中である。
- ・下水道革新的技術において、FSとしてR5よりMABR(活性汚泥併用型生物膜処理システム、膜曝気型バイオフィルム法を用いた排水処理の省エネ、N₂O発生抑制技術)が開始されている。
- ・また下水道応用研究にて、R5より紫外光を用いたN₂O、CH₄の分解技術による水処理からの温室効果ガス排出抑制)に着手、同様に実下水処理過程からのN₂O発生抑制のための運転管理手法の確立に向けた応用研究に着手している。
- ・国総研において下水処理に伴い排出されるN₂O調査マニュアル案の作成予定(R5、以下随時改訂)。マニュアルの活用により、多くの処理場において調査が実施され、排出係数に係る情報蓄積や排出抑制方策の立案に繋げる予定。
- ・国総研と自治体により季節別運転の影響調査を実施、硝化・脱窒抑制の影響評価を実施予定である。
- ・N₂Oに係る文献調査(~R6)、N₂O削減可能な運転方法検討(R7~)なども予定している。
- ・他、自治体、大学、高専、コンサルタントにおける基礎的な調査多数存在する。

今後の研究開発方針として、まずは水処理過程からのN₂Oの正しいデータ蓄積のための調査方法の確立し、それに沿って実態調査を推進し、排出係数改定や削減方法の提案などに繋げていくなど、速やかに研究を進める必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
季節運転を行う終末処理場放流水中に含まれる 溶存態亜酸化窒素濃度の変化	https://tenbou.nies.go.jp/science/institute/region/journal/JELA_44_04041_2019.pdf	R1	<報 文>	水処理、亜酸化窒素、調査
温室効果ガスN ₂ Oの抑制分野のO ₂ の抑制分野の技術戦略策定に向けて	https://www.nedo.go.jp/content/100934250.pdf	R3	技術戦略研究センターレポート	水処理、亜酸化窒素、調査
環境中に放流された排水由来GHGs排出メカニズムの解明と 排出量算定方法の検討	https://www.erca.go.jp/suishinhi/seika/db/pdf/end_houkoku/2-1902.pdf	R4	環境研究総合推進費 終了研究成果報告書	水処理、亜酸化窒素、調査
汚泥処理施設における温室効果ガスの排出特性の把握について	http://sich-mizutomidor.jp/wp-content/uploads/2019/11/%E6%B1%9A%E6%B3%A5%E5%87%A6%E7%90%86%E6%96%BD%E8%A8%AD%E3%81%AB%E3%81%8A%E3%81%91%E3%82%8B%E6%B8%A9%E5%AE%A4%E5%8A%B9%E6%9E%9C%E3%82%AC%E3%82%B9%E3%81%AE%E6%8E%92%E5%87%BA%E7%89%B9%E6%80%A7%E3%81%AE%E6%8A%8A%E6%8F%A1%E3%81%AB%E3%81%A4%E3%81%84%E3%81%A6.pdf	R1		水処理、亜酸化窒素、調査
下水処理場における温室効果ガス(GHG) 排出量実態調査	https://fjiss.or.jp/about/img/ghg/ghg_1_2.pdf	R4	FJISS 温室効果ガス削減技術概要情報	水処理、亜酸化窒素、調査
排水由来の温室効果ガス排出メカニズムを解明しパリ協定における削減目標の達成を目指す	https://www.toyo.ac.jp/interview/00019.html	R5	TOYO PERSON	水処理、亜酸化窒素、調査
「硝化抑制運転の諸課題に対する調査について」	https://www.yamafanshincswc.or.jp/wp-content/uploads/2023/06/r03_tyo.pdf	R3	調査研究報告書	水処理、亜酸化窒素、調査
疑似嫌気好気活性汚泥法による下水処理からの一酸化二窒素排出量の実態調査	415-417	R3	第59回 下水道研究発表会講演集	水処理、亜酸化窒素、調査
下水処理DHSリアクター担体付着汚泥の微生物群集構造に及ぼすLASの影響	59巻(2022)715号	R4	下水道協会誌	微生物群集、水処理
活性汚泥中の微生物群集構造と 処理水質状況の関連性に関する調査	751-753	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	微生物群集、水処理
日本各地の下水処理活性汚泥の微生物群集構造とコア微生物群	59巻(2022)717号	R4	下水道協会誌	微生物群集、水処理
下水処理DHSシステムを対象とした微生物群集が有する抗生物質耐性率の変化	VII-66	R4	土木学会学術講演会77巻	微生物群集、水処理
種間電子伝達促進材料を含有した微生物保持担体の添加によるメタン発酵の促進と微生物群集の解析	VII-67	R4	土木学会学術講演会77巻	微生物群集、水処理
攪拌方法の最適化による無終端水路反応槽におけるN ₂ O排出抑制戦略 —実処理場での連続測定と実証試験—	77巻(2021)7号	R3	土木学会論文集G(環境)	N ₂ O、水処理
PMA-PCR法を用いた高温嫌気性消化汚泥の微生物群集構造の解明	77巻(2021)7号	R3	土木学会論文集G(環境)	N ₂ O、水処理
実下水処理過程からの亜酸化窒素(N ₂ O)発生抑制のための運転管理手法の確立	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/swerage/mizukokudo sewerage tk 00 0820.html	R5	下水道応用研究	N ₂ O、運転管理手法、数値モデル
単槽型硝化脱窒プロセスのICT・AI制御による高度処理技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/h31_meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)	ICT、AI、単槽型硝化脱窒プロセス
高効率最初沈殿池による下水エネルギー回収技術に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/doc/outline/r4_meiden.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)	消化ガス発電、高効率エネルギー回収
省エネ型深槽曝気技術に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/doc/outline/r4_maezawa.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)	深槽、省エネ型深槽曝気
活性汚泥併用型生物膜処理システムの開発に関する調査事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/doc/outline/r5_zousuisokushin.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)	MABR、生物膜、N ₂ O削減
膜曝気型バイオフィルム法(MABR)を用いた排水処理の省エネ、N ₂ O発生抑制技術に関する調査事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdas/h/doc/outline/r5_mitsubishi_chemical.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業(B-DASHプロジェクト)	MABR、生物膜、N ₂ O削減、CO ₂ 削減
紫外光を用いたN ₂ O、CH ₄ の分解技術による水処理からの温室効果ガス排出抑制	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/swerage/mizukokudo sewerage tk 00 0820.html	R5	下水道応用研究	紫外線ランプ、リアクター、紫外光
実下水処理過程からの亜酸化窒素(N ₂ O)発生抑制のための運転管理手法の確立	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/swerage/mizukokudo sewerage tk 00 0820.html	R5	下水道応用研究	N ₂ O排出抑制、運転管理、微生物
階段式ストーカー炉によるN ₂ O排出抑制効果の報告	427-429	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	階段式ストーカー炉、N ₂ O抑制、
ポリリン酸蓄積細菌とアンモニア酸化細菌の共存下における亜酸化窒素の生成特性	581-583	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	ポリリン酸蓄積細菌、アンモニア酸化細菌
下水処理における一酸化二窒素発生量の変動に関する調査	584-586	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	N ₂ O排出量測定、担体投入型標準活性汚泥法、疑似AO法
下水処理における一酸化二窒素発生量の年間変動に関する調査	487-489	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	N ₂ O発生量、A ₂ O法、標準活性汚泥法
水処理プロセスにおける亜酸化窒素濃度の時間変動-連続モニタリングの比較-	446-448	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	N ₂ O、連続モニタリング、生物反応槽

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
下水処理における一酸化二窒素発生量に影響を与える因子の検討	452-454	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	N ₂ O、擬似AO法
擬似嫌気好気活性汚泥法による下水処理からの一酸化二窒素排出量の実態調査	415-417	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	N ₂ O、擬似AO法

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標3 下水道から排出されるCH₄、N₂Oの排出削減に関する技術開発

●技術開発項目3-2 水処理におけるCH₄発生機構の解明、排出抑制技術の開発

- <基礎研究>、<応用研究>、<実証研究>
- ・各水処理方式におけるCH₄発生量の把握等データの蓄積
 - ・CH₄発生機構の解明

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】
下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

【実用化されていない技術分野】
R5.9エネルギー分科会において紹介されたとおり、下水道から排出するGHGのうち、水処理から発生するN₂OとCH₄については、下水道からの温室効果ガス排出量の約14%(2019年度)を占めることから、これらの削減対策は効果が高い。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・R5年度採択の下水道応用研究により、紫外光を用いたN₂O、CH₄の分解技術による水処理からの温室効果ガス排出抑制)技術の研究に着手(前述)
- ・一方で、水処理過程で発生するCH₄に関する研究はあまり進んでいない。

今後の研究開発方針として、現在実施中の下水道応用研究の成果向上に務めることに加え、水処理から発生するCH₄発生機構の解明などについては、文献調査など情報の掘り起こしなど、速やかに研究をすすめる必要がある。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
環境中に放流される有機性排水を起源とするGHGs 排出量算定方法の開発	449-451	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	GHG排出量、N ₂ O排出量
下水処理における一酸化二窒素発生量に影響を与える因子の検討	452-454	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	AO法、N ₂ O
汚泥処理工程における亜酸化窒素の生成・消費機構の検討	484-486	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	汚泥混合槽、N ₂ O
紫外光を用いたN ₂ O、CH ₄ の分解技術による水処理からの温室効果ガス排出抑制	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000820.html	R5	下水道応用研究	紫外線ランプ、リアクター、紫外光

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~
●技術目標3 下水道から排出されるCH ₄ 、N ₂ Oの排出削減に関する技術開発										
●技術開発項目3-3 汚泥高温焼却のコスト増加を抑制し、導入を円滑化する技術										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><普及展開></p> <p>・低含水化、廃熱利用、汚泥の補助燃料化等を行う技術</p> </div>										

2024.1.20時点

コメント・まとめ
<p>【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。</p> <p>エネルギー分科会(R3.10)で紹介されているとおり、焼却炉からのN₂Oは、下水道から発生するGHGの約20%をしめ、これらの削減対策の効果は大きいと考えられる。また、エネルギー分科会(R5.2)の2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、汚泥のエネルギー化による温室効果ガスの削減は効果があり、省エネと創エネを同時に行う技術の高度化が重要とされている。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。(3-4、5とも関連)</p> <p>・平成25年採択B-DASHである、脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム、下水道バイオマスからの電力創造システム及び平成29年採択のB-DASH技術である温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術については、既にガイドライン済みである。なお、温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術については、更なる改善にむけ自主研究を実施中である。加えて、令和2年度採択B-DASHでは、中小規模広域化におけるバイオマスボイラによる低コスト汚泥減容化技術が実証され、現在自主研究中である。</p> <p>今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、B-DASH技術などの、より高度な技術等の開発を速やかに継続しつつ、2030目標に向けては、B-DASH技術を始め、現状の省エネ対策や下水汚泥のエネルギー化等の創エネ、N₂O排出量の少ない焼却炉への改築等、改善寄与率の高い効果的・効率的技術の実装を推進する。</p>
<p>※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。</p>

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
ストーカ式による下水汚泥焼却技術が東京都に承認 ～ 地球温暖化係数の高い一酸化二窒素の排出をほぼゼロに ～	https://www.hitachizosen.co.jp/newsroom/news/assets/pdf/FY2023-20.pdf	R5	News Release	焼却、高温、下水、発電
過給機を用いた廃熱活用型省電力 焼却システムに関する実証研究	433-435	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	焼却、高温、下水、発電
ストーカ式汚泥焼却炉の 高温省エネ型焼却炉への適合に向けた実証試験	901-903	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	焼却、高温、下水、発電
汚泥焼却時の廃熱を活用した省エネルギー型焼却炉の導入について	421-423	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	焼却、高温、下水、発電
ストーカ式下水汚泥焼却発電システムの温室効果ガス削減効果	424-426	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	焼却、高温、下水、発電
脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システムの実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h25_meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水、燃焼、発電
下水道バイオマスからの電力創造システム実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h25_takuma.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	遠心脱水機、階段炉、蒸気発電機
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術の実用化に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h29_ife.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	汚泥焼却設備、未利用廃熱
中小規模広域化におけるバイオマスボイラによる低コスト汚泥減量化技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r2_tsukishima.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水乾燥システム、バイオマスボイラ

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標3 下水道から排出されるCH₄、N₂Oの排出削減に関する技術開発

●技術開発項目3-4 N₂O排出量の少ない、より高度な焼却技術
(多段吹込燃焼式流動床炉、二段燃焼式循環流動床炉、新型ストーカー炉等)

<基礎研究>、<応用研究>、<実証研究>
・より高度な焼却技術の開発

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会(R3.10)で紹介されているとおり、焼却炉からのN₂Oは、下水道から発生するGHGの約20%をしめ、これらの削減対策の効果は大きいと考えられる。

また、エネルギー分科会(R5.2)の2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、汚泥のエネルギー化による温室効果ガスの削減は効果があり、省エネと創エネを同時に行う技術の高度化が重要とされている。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。(3-3・5とも関連)

- ・平成25年採択B-DASHである、脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム、下水道バイオマスからの電力創造システム及び平成29年採択のB-DASH技術である温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術については、既にガイドライン済みである。なお、温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術については、更なる改善にむけ自主研究を実施中である。
- ・加えて、国の動きとして、汚泥焼却炉からの排出係数の見直しとして、従来よりも更なる高温焼却で排出係数の修正が検討されている。

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、新たなN₂O除去技術等を速やかに研究しつつ、2030目標に向けては、B-DASH技術を始め、現状の省エネ対策や下水汚泥のエネルギー化等の創エネ、N₂O排出量の少ない焼却炉への改築等、改善寄与率の高い効果的・効率的技術の実装を推進する。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
川崎市における下水道革新的技術実証事業(B-DASH プロジェクト)の自主研究	458-460	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	高効率発電、焼却
発電型汚泥焼却炉における局所攪拌空気吹込み自動制御技術の実証	514-516	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	B-DASH、自動制御
脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システムの実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h25_meta.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水、燃焼、発電
下水道バイオマスからの電力創造システム実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h25_takuma.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	遠心脱水機、階段炉、蒸気発電機
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術の実用化に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h29_ife.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	汚泥焼却設備、未利用廃熱
温室効果ガス亜酸化窒素の効率的除去・再資源化 NOxを含有する被処理ガスの脱硝方法	https://shingijst.go.jp/pdf/2014/a-step3_13.pdf	R5		ゼオライト、濃縮プロセス
汚泥焼却における温室効果ガス発生抑制とエネルギー管理の両立について	566-568	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	集計シート
多段最適燃焼制御付気泡流動炉の導入効果について	569-571	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	M-COM、多段燃焼、GHG削減効果
階段炉におけるNOx低減技術の導入効果の検討	572-574	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	NOx低減、階段式ストーカ炉、低空気比燃焼法、燃焼排ガス再循環法
新河岸水再生センター汚泥焼却炉における効率的運転方法を検証する実証試験	1187-1189	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	N ₂ O削減、焼却炉
旋回流動炉への低空気二段燃焼の適用実証試験結果	1193-1195	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	N ₂ O削減、旋回流動炉、二段燃焼技術
階段炉におけるNOx低減技術の実機での運転報告	1045-1047	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	NOx低減、階段式ストーカ炉、低空気比燃焼法、燃焼排ガス再循環法

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~
●技術目標3 下水道から排出されるCH ₄ 、N ₂ Oの排出削減に関する技術開発										
●技術開発項目3-5 省エネ・創エネと同時にN ₂ O排出抑制を達成する技術										
<応用研究>、<実用化研究> ・汚泥の炭化、乾燥による燃料化技術や脱水汚泥の低含水率化と組み合わせた焼										

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】
 下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

【実用化されていない技術分野】
 エネルギー分科会(R3.10)で紹介されているとおり、焼却炉からのN₂Oは、下水道から発生するGHGの約20%をしめ、これらの削減対策の効果は大きいと考えられる。
 また、エネルギー分科会(R4.2)の2050年シナリオ検討・感度分析の結果を踏まえると、汚泥のエネルギー化による温室効果ガスの削減は効果があり、省エネと創エネを同時に行う技術の高度化が重要とされている。そうした中で、現在の主な状況は以下のとおりである。(3-3、4とも関連)

・平成25年採択B-DASHである、脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システム、下水道バイオマスからの電力創造システム及び平成29年採択のB-DASH技術である温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術については、既にガイドライン済み。なお、温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術については、更なる改善にむけ自主研究を実施中。令和2年度採択B-DASHでは、中小規模広域化におけるバイオマスボイラによる低コスト汚泥減容化技術が実証され、現在自主研究中である。

今後の研究開発方針として、既存技術の導入促進を行うとともに、B-DASH技術などの、より高度な技術等を速やかに研究しつつ、2030目標に向けては、B-DASH技術を始め、現状の省エネ対策や下水汚泥のエネルギー化等の創エネ、N₂O排出量の少ない焼却炉への改築等、改善寄与率の高い効果的・効率的技術の実装を推進する。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
廃プラスチック助燃材の汚泥焼却炉への適用技術の開発	455-457	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	廃プラスチック、焼却炉
創エネルギー型焼却システムの実証実験報告	461-463	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	加温濃縮脱水システム、 過給式流動焼却炉
自動運転技術による創エネルギー型脱水焼却システムの安定運転と省力化の実現	904-906	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	焼却、高温、下水、発電
下水汚泥の焼却廃熱を生かせ。東京都が考えるエネルギー有効利用法	https://newsswitch.jp/p/29234	R3	ニュースイッチ	焼却、高温、下水、発電
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術の実用化に関する実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h29_ife.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	汚泥焼却設備、未利用 廃熱
脱水・燃焼・発電を全体最適化した革新的下水汚泥エネルギー転換システムの実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r2_tsukishima.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水、燃焼、発電
中小規模広域化におけるバイオマスボイラによる低コスト汚泥減量化技術実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/doc/outline/r2_tsukishima.pdf	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	脱水乾燥システム、バイオ マスボイラ
下水道バイオマスからの電力創造システム実証事業	https://www.nilim.go.jp/lab/ecg/bdash/h25_takuma.htm	R5	下水道革新的技術実証事業 (B-DASHプロジェクト)	遠心脱水機、階段炉、蒸 気発電機
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術における温室効果ガス削減実証結果	575-577	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	廃熱回収、局所攪拌空 気吹込み技術、B-DASH
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術に関する導入効果の検討	578-580	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	廃熱回収、局所攪拌空 気吹込み技術、B-DASH
温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術における高効率発電技術の実証	587-589	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	廃熱回収、局所攪拌空 気吹込み技術、B-DASH

技術開発分野ごとのロードマップ ⑪ 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標4 ベンチマーキング手法を活用し、事業主体のエネルギー効率改善促進(4-131)

●技術開発項目4-1 エネルギー効率に関する適切な技術的指標の開発、ベンチマーキング手法の導入を支援する技術

<応用研究>
 ・ベンチマーキング手法や目標設定手法の開発、エネルギー効率に関する適切

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

R4.8エネルギー分科会において報告があったとおり、地球温暖化対策の推進に関する法律の一部改正する法律が公布され、地方公共団体が実行計画の中に目標を定めることなどが盛り込まれた。地方公共団体実行計画策定における下水道の目標設定を促す必要があるとされたところである。そのような中、現在の主な状況は以下のとおりである。

- ・国総研にて各処理場におけるGHG算出、2030目標目安、新技術導入効果の簡易的な算定が可能な支援ツールを令和5年に公表した。
- ・下水道協にて各処理場における電力消費量に係る原単位と全国ランキングを見える化するツールを公表(R4)し、エネルギー使用量並びにGHG排出量に係る原単位と全国ランキングを見える化するツールを公表予定(R5)となっている。
- ・その他各団体において研究事例あり。

今後の研究開発方針として、現行のツールを使用していただきつつ、地方公共団体の低炭素化を後押しするとともに、利用者の利用しやすいツール指標化、ツール化に向けて関係機関にて速やかに調整しつつ整理を進める。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
小規模下水処理場における電力消費量算出式の作成と省エネに向けた検討	431-433	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	OD法、小規模処理場、省エネ
新技術による下水処理場のエネルギー最適化に向けた検討	434-436	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	文献調査、電力消費量
電力自給率(創エネ比率)70%の下水処理場における運転管理調査結果について	437-439	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	創エネ、運転管理
下水道事業におけるデマンドレスポンスの取組	508-510	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	DR(デマンドレスポンス)、電力需給
B-DASH(設備劣化診断・ICT 施設管理・高効率エネルギー化)のガイドライン策定	778-780	R2	第57回 下水道研究発表会講演集	ガイドライン
持続可能な下水道事業に向けた下水処理場等における ICT を活用した広域管理推進方策調査	https://www.jswa.go.jp/g/g01/g4g/pdf/20-001/04.pdf	R1	JS技術開発年次報告書 (令和元年度)	広域管理監視制御システム
きめ細やかな水環境管理の推進に向けて	4-6	R2	下水道協会誌57巻687号	水質、エネルギー
下水処理場における二軸管理の普及、活用のための取組と事例	34-36	R2	下水道協会誌57巻687号	水質、エネルギー
東京都下水道局における二軸管理の取組	37-40	R2	下水道協会誌57巻687号	水質、エネルギー
和歌山市を対象としたごみ焼却施設と下水処理場におけるエネルギー回収技術の比較検討ーごみ混焼発電、バイオガス発電を対象としてー	76巻(2020)6号	R2	土木学会論文集G(環境)	ごみ焼却施設、GHG削減、バイオガス発電
下水汚泥の嫌気性消化におけるオゾン前処理効果およびエネルギー評価	2023-02_No724	R4	下水道協会誌	消化汚泥、バイオガス、オゾン処理
主ポンプの運転方法の改善による省エネルギーに関する検討	388-390	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	主ポンプ、消費電力量、院展方法改善
送風機の運転方法改善による省エネルギーに関する検討	403-405	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	送風機、運転方法改善
終末処理場におけるエネルギー効率 改善運転の検証	715-717	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	余剰汚泥、処分費用
各処理場における水処理に係るエネルギー消費量と原単位	https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewera/crd_sewera/tk_000124.html	R4	国土交通省HP	水処理、エネルギー消費量、原単位
高効率エネルギー回収のための高速活性汚泥法による有機物回収の基礎的調査	1058-1060	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	高速活性汚泥法、有機物回収

技術開発分野ごとのロードマップ ① 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~

●技術目標4 ベンチマーキング手法を活用し、事業主体のエネルギー効率改善促進(4-131)

●技術開発目標4-2 省エネ・創エネ・省CO₂性能の合理的な定量化手法・改善技術

<応用研究>

・他分野への貢献の評価等に資する、省エネ・創エネ・省CO₂性能の合理的な定

2024.1.20時点

コメント・まとめ

【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】

下水道技術開発会議エネルギー分科会(R3)において、実用化されている技術はあるが、更なる改善やメニューの充実を図るべき技術分野として整理している。また、下水道技術開発会議エネルギー分科会(R4)においても、速やかに取り組むべき技術開発項目として記載を継続している。

エネルギー分科会において、現状の枠組みや技術だけにとどまらず、更なる技術導入・技術開発、他分野との技術開発も含めた連携の必要性、削減手法の必要性などが広く議論され、下水道の他分野への貢献の評価手法の検討が重要とされた。そのような中、現状は以下のとおり。

- ・国総研にて下水道資源(有機物、有用成分、熱、水など)の利用によるGHG削減の他分野への貢献について令和5年度も引き続き整理を行っている。
- ・下水協にて、下水汚泥肥料の施用による土壌への炭素貯留効果を検討している。

今後の研究開発方針として、記載を含む各種研究を速やかに進めていく。

※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード
下水処理における人工知能モデルの構築及び処理水水質の予測精度検討	758-760	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	AI、最適化
下水処理場におけるAIを活用した予測や画像診断について	761-763	R3	第58回 下水道研究発表会講演集	AI、画像分析
流域下水道幹線管渠での監視データ送信システムの強化について	9-11	R2	下水道協会誌57巻689号	水質監視システム
下水処理場の省エネ分析のための電力ロガーによる測定	15-17	R2	下水道協会誌57巻689号	消費電力量、簡易電力量計
NADH計を活用した水処理技術に関する調査研究	18-20	R2	下水道協会誌57巻689号	NADH計、風量制御
施設園芸における太陽光発電を主軸とした再生可能エネルギー電力活用モデルの導入可能性—和歌山県日高地域を対象として—	78巻(2022)6号	R4	土木学会論文集G(環境)	事業モデル
食品廃棄物を対象とした省エネルギー型小規模メタン発酵施設の物質・エネルギー収支の評価	78巻(2022)7号	R4	土木学会論文集G(環境)	電力自給率、メタン
広域化・共同化による下水処理場の資源・エネルギー循環拠点化に関する研究	77巻(2021)7号	R4	土木学会論文集G(環境)	電力自給率
省エネ型反応タンク攪拌機導入のケーススタディについて	391-393	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	消費電力量
小規模低負荷処理場における散気装置更新による省エネ効果の検証	400-402	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	電力料金、送風機
返送汚泥ポンプに関する省エネ手法について	406-408	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	省エネ、吐出力制御
汚泥処理における創エネ技術適用の検討	442-444	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	エネルギー消費量、創エネ、生ごみ
FO膜を用いた超省エネ型下水処理システム—要素技術の実証と省エネ効果試算—	802-804	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	FO膜、メタン
膜分離活性汚泥法のさらなる省エネ化の促進	令和3年度試験調査研究	R3	JS技術開発年次報告書	省エネ化、窒素除去、MBR
下水処理場の全体最適化手法の確立	令和3年度試験調査研究	R3	JS技術開発年次報告書	省エネ、最適化
主ポンプと送風機の複合的な運転方案変更による省エネ効果について	602-604	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	エネルギー自立化、エネルギー削減
これでもできる！！終末処理場の省エネ～処理水質は犠牲にしない～	608-610	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ
下水処理場における省エネルギー技術導入に関する考察	623-625	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	省エネ
NADH計を活用した水処理技術に関する調査研究	908-910	R1	第56回 下水道研究発表会講演集	NADH計、風量制御
終末処理場におけるエネルギー効率 改善運転の検証	715-717	R4	第59回 下水道研究発表会講演集	標準活性汚泥法、終末処理場、SRT

技術開発分野ごとのロードマップ ⑪ 脱炭素社会に資する下水道システム

当面の技術目標(2030年)										将来技術目標(2050年)
~2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2030~
●技術目標5 カーボンニュートラルの実現に貢献するための下水道技術に関する新たな技術開発プロジェクトの設置等										
●技術開発目標5-1 新たな技術開発プロジェクト制度										
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> ・政策目標達成型の技術実証プロジェクトの仕組み等検討 </div>										

2024.1.20時点

コメント・まとめ
<p>【エネルギー分科会の議論を踏まえた、技術開発項目の抽出状況】</p> <p style="text-align: center;">—</p> <p>・技術開発会議において、これまで自治体、メーカー、関係団体等に対し、望ましいテーマや制度、技術実装の課題等のヒアリングを実施。 ・近年、国土交通省国技室では、目指すべき目標値と達成に向けた取組を地方公共団体実行計画へ位置付け、事業化スケジュールの検討をモデルとして支援する制度(下水温室効果ガス削減推進モデル事業)を設計し、複数箇所を実施している。また新設された「カーボンニュートラル地域モデル処理場計画」において、消費と創エネ・再エネ量を指標とするなかで、B-DASHの検討も入れ込めるようにしている。 ・また、エネルギー分科会(R4.2)において、告訴交通省国技室における技術支援制度についての紹介を行っている。2050年カーボンニュートラル(以下、2050CNと表記)という将来的な目標に向けた時間軸を考慮した場合、研究の初期段階の研究が必要となるが、大学等によるラポレベルの研究を終え、企業による応用化に向けた開発段階を支援する制度(下水道応用研究)も実施中であり、上下水道科研費についても制度設計中である。なお、技術レベルの熟度が高い技術については、引き続き下水道革新的技術実証事業で採択している。 ・なお、技術熟度が低い段階で下水道革新的実証事業に応募されても、採択がなされず、所来的には有望な技術であっても、支援に至らないミスマッチングが生じる恐れもある。そのため、技術熟度に応じて支援制度が用意されていることを研究者が理解し、技術提案することが重要であり、下水道応用研究などを解りやすくPRを行うことで、適正な事業採択を図り、効率的な技術向上を図る。</p> <p>今後の研究開発方針として、例えば、エネルギー分科会で議論されている「速やかに取り組むべき技術開発項目」などの議論も踏まえ、2050CNに向け対策効果が大きいと考えられる技術につき、技術の熟度に応じて、技術シーズの把握等を用いた掘り起こしも行いつつ、下水道応用研究などの制度を用いて技術熟度を向上させ、実施設への技術導入を図る。場合によっては、下水道革新的技術実証研究への発展を経て実施設への技術導入も考えられる。今後とも、関係団体等の意見を聴取し、2050CN向け、本省にて制度設計を着実に進め、改善を検討してゆく。</p> <p>※技術開発項目に関するリストは、一定の文献(下水道研究発表会講演集、下水道協会誌、土木学会論文集G等)・期間(直近4年度:令和元年4月~令和5年3月発行)・キーワード等で抽出したものであり、他に様々な研究があることを承知している。また、当該コメント・まとめについても、当該リスト等をもとに作成されており、カーボンニュートラルに向けて、様々な手法があることを承知しており、当該まとめ・コメントに縛られるものではない。</p>

タイトル名	URL/文献番号/ページ番号	年次	文献名 (雑誌タイトル)	概要・キーワード