

## 2. 共同研究

## 2. 1 令和3年度共同研究実施状況

整理 No. <sup>※1</sup>	研究名称	研究 期間	研究目的	研究 担当者	共同研究者
(特) 182	高効率固液分離と二点DO制御を用いた省エネ型水処理技術の開発	H28～R3	B-DASHプロジェクト「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実証事業」終了後の継続研究を実施する。	糸川浩紀 相川えりか	前澤工業株式会社 株式会社石垣
(提) 242	最終沈殿池の処理能力向上技術の開発	H28～R4	B-DASHプロジェクト「最終沈殿池の処理能力向上技術実証事業」について、最終沈殿池にろ過部を設置し、処理能力を向上することで、系列を増設することなく、低コストで、量的または質的に処理能力を向上できる技術であることを実証する。	糸川浩紀 山森隼人	メタウォーター株式会社
(提) 246	無動力攪拌消化槽を用いた低コスト地域バイオマス活用技術	H28～R3	B-DASHプロジェクト「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」について、無動力攪拌消化槽、高効率加温設備、高効率発電設備を用いた地産地消型エネルギーシステムの構築を目的とする。	新川祐二 島田正夫 熊越瑛	三菱化工機株式会社
(提) 247	温室効果ガス削減を考慮した完全電力自立型汚泥焼却技術	H28～R3	B-DASHプロジェクト「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」について、実規模で性能及び導入効果を実証する。	新川祐二 鈴木博子	JFEエンジニアリング株式会社
(提) 273	高濃度消化技術を用いた高機能な水素製造システム	H29～R4	B-DASHプロジェクト「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に関する実証事業」の委託研究の実施等を通じて、高濃度消化技術を用いた高機能な水素製造システムについて、実規模での実証及び評価を行い、その実用化を図ることを目的とする。	新川祐二 鈴木博子	株式会社神鋼環境ソリューション
(提) 281	能力増強型水処理システムの開発	H30～R4	①処理場の統廃合・広域化等による既存施設を活用した処理能力増強ニーズに対応するため、固定式生物処理法と浮遊式生物処理法をハイブリッドすることで、標準活性汚泥法に比べ1.5倍程度の流入水量を処理できるシステムを開発する。②代替施設を構築することなく、反応タンク等の改築更新工事が可能な仮設水処理システムを開発する。	糸川浩紀 山森隼人 瀧本由樹	荏原実業株式会社
(特) 282	廃熱活用型省電力焼却システムに関する共同研究	H30～R3	焼却廃熱の熱エネルギーを利用した過給機の送風機能により、流動ブロワの消費電力量削減及び代替の実現可能性を実証するとともに、本システムが新設工事に限定されず、既設設備の部分的な改修にも適用可能であることの検証を目的とする。	新川祐二 村岡正季 鈴木博子	愛知県 メタウォーター株式会社 株式会社クボタ

※1 (公)：公募型共同研究，(提)：提案型共同研究，(簡)：簡易提案型共同研究，(特)：特定共同研究

整理 No.※1	研究名称	研究期間	研究目的	研究担当者	共同研究者
(提) 284	省エネ型PVDF平膜ユニットを用いた中・大規模処理場向け膜分離活性汚泥法の運転技術に関する技術開発	H30～R4	中・大規模処理場への MBR 適用時における①省エネ型 MBR ユニットの運転技術、②流量調整槽を介さない流入水量の時間変動への膜ろ過対応、③合流式下水道の雨水時ピークフラックスへの対応等に関する技術開発を行う。	糸川浩紀 相川えりか 山本明広	水道機工株式会社 東レ株式会社
(提) 285	AI搭載型次世代水処理最適化システムの実証に関する共同研究	H30～R5	B-DASH プロジェクト「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」について、ICT・AI を活用した①流入負荷変動、季節変動に対応した空気量制御による単槽型反応タンクにおける A2O 法同等処理水質の短 HRT での達成、②空気量制御と連動した送風機吐出圧力制御による消費電力の削減効果を実証する。	糸川浩紀 相川えりか 山森隼人	メタウォーター株式会社
(提) 287	維持管理性向上を目的とした鋼板製消化槽の機能に関する研究	H30～R3	建設費及び工事期間を圧縮可能な鋼板製消化槽に、後退翼型攪拌機や底部堆積物除去ノズルを組み合わせることで、維持管理性を向上させた消化システムを構築する。従来のコンクリート製消化槽に対する LCC 縮減性能や維持管理性の向上について検証及び実証する。	新川祐二 熊越瑛	JFEエンジニアリング株式会社 株式会社フソウ
(提) 288	省コスト・省エネ・省スペース型高率脱窒 MBR の開発	R1～R3	高率の窒素除去プロセスであるステップ流入式多段硝化脱窒型 MBR に比較して、省コスト・省エネでかつ省スペースな多槽循環式の MBR を開発・実証する。	糸川浩紀 相川えりか 山本明広	株式会社クボタ
(提) 290	オゾン水による膜洗浄技術を適用した省エネルギー型 MBR の実用化	R1～R4	従来の次亜洗浄にオゾン水洗浄を加えた高効率ろ過膜洗浄技術、膜面曝気風量制御技術、生物補助曝気風量制御技術の 3 つの要素技術からなる省エネ型 MBR を開発・実証する。	糸川浩紀 相川えりか 山本明広	三菱電機株式会社
(提) 291	新規膜洗浄機構を用いた省エネルギー型 MBR の実用化	R1～R3	水流による物理的洗浄機構（水流洗浄方式）を用いた省エネ型 MBR の実規模施設への適用性を検証し、実用化を図る。	糸川浩紀 相川えりか 山本明広	JFEエンジニアリング株式会社 株式会社フソウ

※1 (公)：公募型共同研究，(提)：提案型共同研究，(簡)：簡易提案型共同研究，(特)：特定共同研究

整理 No.※1	研究名称	研究期間	研究目的	研究担当者	共同研究者
(提) 295	嫌気性消化導入時における下水汚泥由来繊維利活用システム導入検討手法に関する開発研究	R1～R4	下水汚泥由来繊維利活用システムについて、これまでの実証試験データの精査と補強を行うとともに適用条件の整理などを行い、消化プロセス未導入の汚泥処理から消化プロセスを用いた汚泥処理への転換を検討する場合であっても導入検討ができる手法の確立を目指す。また、広域化、共同化の推進に伴い増加が予想される地域バイオマスの消化に対する効果も確認し、導入手法に取り入れる。さらに、幅広い選択肢の中から個々の処理場に応じた最適なシステム提案ができるように繊維回収対象汚泥の範囲拡大や回収助材添加方法の追加を目指す。	新川祐二 鈴木博子	株式会社石垣
(提) 297	AIを用いた下水道管渠損傷度判定システムの実用化	R2～R3	B-DASH プロジェクト「AIを用いた下水道管渠損傷度判定システムの実用化に関する調査事業」について、下水道管渠の点検で撮影する画像から、損傷部位・損傷種類・損傷程度をAIにより特定し、診断・評価を行うシステムの実用化に関する研究開発を行う。	猪木博雅 山森隼人	株式会社奥村組
(公) 299	ICTを活用した広域監視・制御システムの技術開発	R2～R4	B-DASH プロジェクト「ICTを活用した下水道施設広域管理システム」について、製造業者が異なる複数の監視制御設備を大規模な改修を行わずに接続・通信を可能とする要素技術①共通プロトコル方式、②リモートデスクトップ方式で構成される広域監視制御システムの実規模施設を設置し、「通信の信頼性・安定性」、「建設費・維持管理費の削減」を実証する。	若尾正光 井上賀雅	株式会社日立製作所
					三菱電機株式会社
					株式会社明電舎
					メタウォーター株式会社
					東芝株式会社
(特) 300	AIを活用した自動制御技術の実用化に向けた検証	R2～R4	水処理施設におけるAIを活用した自動制御技術の適用可能性、及び今後の実用化に向けた課題等を明らかにすることを目的に、パイロット規模の実験プラントを用いた実証実験を行う。	糸川浩紀 山本明広 相川えりか	安川オートメーション・ドライブ株式会社
(提) 301	AIによる運転管理支援技術の適用性の検証	R3～R4	海外で導入実績のあるAI技術を用いた上下水処理場の運転監視・制御補助技術について、国内の下水処理場への適用可能性や導入効果の検証を行う。	糸川浩紀 山本明広 相川えりか 宮部由彩 横田祐介	三菱商事株式会社 日本工営株式会社
(提) 304	回転繊維ユニットRBCを用いた下水処理技術の開発	R3～R5	反応タンクの前処理技術として水処理能力増強および省エネルギー化を図る回転繊維ユニットRBCについて、実規模での実証実験により、技術を確立し実用化を図ることを目的とする。	糸川浩紀 瀧本由樹 山森隼人	東芝インフラシステムズ株式会社

※1 (公)：公募型共同研究，(提)：提案型共同研究，(簡)：簡易提案型共同研究，(特)：特定共同研究

整理 No.※1	研究名称	研究期間	研究目的	研究担当者	共同研究者
(提) 306	省エネ型深槽曝気技術の開発	R3~R8	B-DASH プロジェクト「省エネ型深槽曝気技術に関する実証事業」について、深槽式反応タンクにおける省エネ型深槽曝気技術の消費電力量および温室効果ガス排出量の削減効果や、ライフサイクルコストの縮減効果を実証する。	糸川浩紀 山本明広 山森隼人	前澤工業株式会社
(簡) 309	膜タンク式散気装置（低圧損型）の能力検証	R3~R4	標準化された 8 型式と異なる仕様の筒型の低圧損型膜タンク式散気装置の性能を検証することを目的とする。	井上剛 岡村五朗 土屋盛太郎	メタウォーター株式会社

継続… 26 件  
 新規… 5 件

> 計 31 件（非掲載 6 件）

※1（公）：公募型共同研究，（提）：提案型共同研究，（簡）：簡易提案型共同研究，（特）：特定共同研究

## 2. 2 令和3年度完了共同研究の概要

令和3年度は、12件の共同研究が完了した。

整理 No.※1	研究名称	研究期間	共同研究者	頁
(特) 182	高効率固液分離と二点DO制御を用いた省エネ型水処理技術の開発	H28～R3	前澤工業株式会社 株式会社石垣	19
(提) 246	無動力攪拌消化槽を用いた低コスト地域バイオマス活用技術	H28～R3	三菱化工機株式会社	20
(提) 247	温室効果ガス削減を考慮した完全電力自立型汚泥焼却技術	H28～R3	JFEエンジニアリング株式会社	21
(特) 282	廃熱活用型省電力焼却システムに関する共同研究	H30～R3	愛知県 メタウォーター株式会社 株式会社クボタ	22
(提) 287	維持管理性向上を目的とした鋼板製消化槽の機能に関する研究	H30～R3	JFEエンジニアリング株式会社 株式会社フソウ	23
(提) 288	省コスト・省エネ・省スペース型高率脱窒MBRの開発	R1～R3	株式会社クボタ	24
(提) 291	新規膜洗浄機構を用いた省エネルギー型MBRの実用化	R1～R3	JFEエンジニアリング株式会社 株式会社フソウ	非掲載
(提) 297	AIを用いた下水道管渠損傷度判定システムの実用化	R2～R3	株式会社奥村組	25
その他4件				

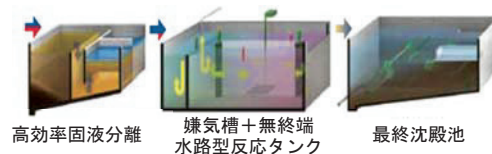
※1 (公)：公募型共同研究，(提)：提案型共同研究，(簡)：簡易提案型共同研究，(特)：特定共同研究



182	前澤工業株式会社 株式会社石垣	高効率固液分離と二点DO制御を用いた 省エネ型水処理技術の開発	糸川浩紀 相川えりか
-----	--------------------	------------------------------------	---------------

### 1) 共同研究の目的

本研究では、高効率固液分離技術と二点 DO 制御技術を組み合わせた省エネ、省コスト、省スペースの高度処理システムを確立するために、実規模の実証試験等を行った。平成 26～27 年度に国土交通省の B-DASH プロジェクトとして前澤工業(株)・(株)石垣・日本下水道事業団・埼玉県共同研究体により実証研究を、引続き平成 28～令和 3 年度に

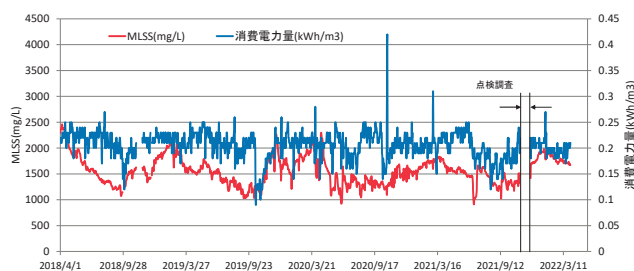


図－1 本技術の概略フロー

自主研究として実施したものであるが、B-DASH 実証研究の成果は国土交通省国土技術政策総合研究所から「技術導入ガイドライン(案)」が公表されているため、本稿では自主研究の成果を中心に紹介する。

### 2) 共同研究の概要

本研究で実証した「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（高効率固液分離併用無終端水路式硝化脱窒法）」（以下、「本技術」）の概略フローを図－1に示す。本技術では、従来の最初沈殿池を高効率固液分離設備に改造し、固形物を高効率かつ安定的に除去することで反応タンクに流入する有機物負荷を低減させ、曝気量の削減と反応タンク HRT の短縮を図る。さらに、反応タンクを嫌気槽と、OD 法と同様の無終端水路からなる構造に改造し、後者にて「二点 DO 制御技術」を用いることで、好気ゾーンと無酸素ゾーンを適切に形成し、効率的かつ安定的な窒素除去を達成する。自主研究では、埼玉県小山川水循環センター1・3系に設置した実証施設（処理能力 2,810m<sup>3</sup>/日）において、流入率（対処理能力）を平成 28 年 4 月～平成 29 年 2 月（期間 1）には B-DASH 実証研究期間と同様の約 100%平成 29 年 7 月～令和 3 年 8 月（期間 2）には約 63%として運転し、長期的な処理水質の安定性及び消費電力の削減について検証を行った。



図－2 MLSS 濃度と反応タンク消費電力量の推移（省エネ運転期間）

### 3) 共同研究の成果

- 高度処理の安定性の検証：最終沈殿池流出水の水質の平均値は、期間 1 で BOD:7.7mg/L、T-N:6.3mg/L、T-P:0.8mg/L、期間 2 で BOD:5.4mg/L、T-N:5.5mg/L、T-P:1.5mg/L（T-P は原水の水質が悪化した期間を除く）であり、自主研究期間においても B-DASH 実証研究期間から引続き目標水質（BOD：15mg/L 以下、T-N：10mg/L 以下、T-P：3mg/L 以下）を達成した。
- 省エネ運転の検証：平成 30 年度より、水温に応じて反応タンク MLSS 濃度の管理目標値を変えることで過剰な曝気量を削減し送風機の消費電力量の削減を図る「省エネ運転」の検証を行った。図－2 に示す MLSS 濃度で運転を行った結果、処理水量当たりの反応タンク設備の消費電力量原単位（送風機、水流発生装置、返送汚泥ポンプの総計）が平均 0.205kWh/m<sup>3</sup> となり、従前（B-DASH 実証研究期間の平均値 0.233kWh/m<sup>3</sup>）と比較して、流入率が低かったにも関わらず省エネ性の向上が確認できた。

### 4) 関連資料・報文等

- 国土交通省国土技術政策総合研究所：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導入ガイドライン（案）、国土技術政策総合研究所資料第 949 号，2017。
  - 綿引，氏家，橋本，斉木，藤井：第 20 回日本水環境学会シンポジウム講演集，pp.269-270，2017。
  - 綿引，氏家，山下，水田，清水，藤井：第 56 回下水道研究発表会講演集，pp.929-931，2019。
  - 綿引，氏家，橋本，細川，清水，宮部，藤井：第 27 回衛生工学シンポジウム講演集，pp.2-9，2019。
- 【謝辞】本研究は、埼玉県、(公財)埼玉県下水道公社、前澤工業(株)、(株)石垣、日本下水道事業団による共同研究として実施されたことを明記すると共に、関係者各位に感謝の意を表す。

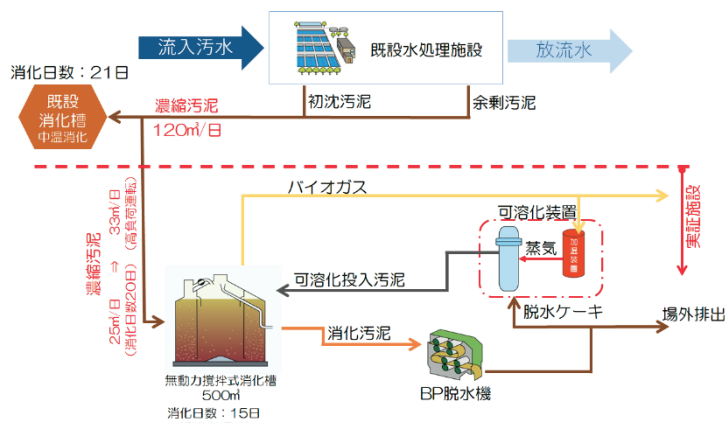
246	三菱化工機株式会社	無動力攪拌消化槽を用いた低コスト地域バイオマス活用技術	新川 祐二 熊越 瑛 島田 正夫
-----	-----------	-----------------------------	------------------------

### 1) 共同研究の目的

本研究は、無動力攪拌式消化槽、高効率加温設備（可溶化装置）、固体酸化物形燃料電池（SOFC）の組み合わせにより、下水汚泥を含めた地域バイオマスの活用による地産地消型のエネルギーシステムの確立を目的とした。なお、本研究は平成 29～30 年度に国土交通省の B-DASH プロジェクトとして実施され、引き続き令和元年～令和 3 年度に自主研究として実施したものである。B-DASH における成果は、同技術の「導入ガイドライン（案）」として公表されているため、本稿では自主研究の成果を中心に紹介する。

### 2) 共同研究の概要

本研究は、唐津市浄水センター内の B-DASH 実証施設にて実施した。B-DASH 実証研究では、3 つの技術の組み合わせによる処理プロセス全体の評価、および地域バイオマス受け入れによる消化ガス発生量の向上効果を中心に検討を行った。自主研究では可溶化装置による各処理工程への影響を明らかにする観点から、消化槽における高負荷運転の適用可能性、脱水汚泥含水率の低減効果等について、既設の運転状況と比較しながら検証を行った（図－1）。



図－1 実証施設の概略フロー

### 3) 共同研究の成果

- ・可溶化による消化率の向上効果により消化日数が短縮可能であることを確認するため、実証施設の消化槽における汚泥投入量を増加し、高負荷運転（消化日数：15 日）を約 2 か月間実施した。比較対象とした既設消化槽（消化日数：21 日）に比べ、投入 VS 当りガス発生量が 25% 増加、平均消化率が 11.7 ポイント高くなり、高負荷での運用が可能であることが確認された。
- ・B-DASH 実証研究開始以前におけるベルトプレス脱水機により脱水された汚泥の含水率が 84.1%（2 年間平均）であったことに対して、高負荷運転におけるは 80.0%（2 か月平均）となり、4.1 ポイントの含水率低減効果を確認した。また、可溶化装置による有機物の分解効果により脱水汚泥発生量の削減効果は湿潤重量ベースで 52% と試算された。

### 4) 関連資料・報文等

- ・国土交通省国土技術政策総合研究所：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導入ガイドライン（案），国土技術政策総合研究所資料第 1092 号，2019.
- ・小澤，前田，白鳥，島田，平川，松橋：第 57 回下水道研究発表会講演集，pp.1015-1017，2020.
- ・栗原，前田，白鳥，熊越，平川：第 58 回下水道研究発表会講演集，pp.824-826，2021.

【謝辞】本研究は、三菱化工機(株)・九州大学・日本下水道事業団・唐津市共同研究体により実施されたことを明記するとともに、関係者各位に感謝の意を表する。

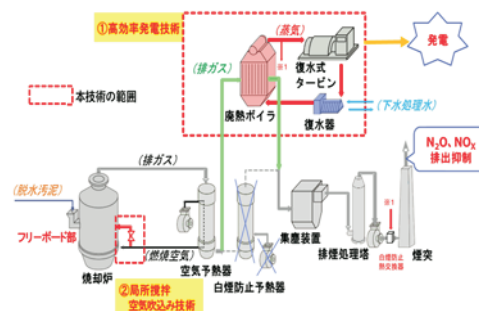
247	JFEエンジニアリング株式会社	温室効果ガス削減を考慮した完全電力自立型汚泥焼却技術	新川 祐二 鈴木 博子
-----	-----------------	----------------------------	----------------

### 1) 共同研究の目的

本研究では、温室効果ガス（GHG）排出量の削減に寄与可能な技術として、高効率発電技術と局所攪拌空気吹込み技術を組合せた汚泥焼却技術（以下、本技術）の実証および評価を行った。本研究は、JFEエンジニアリング（株）・日本下水道事業団・川崎市共同研究体により、平成 29～30 年度に国土交通省の B-DASH プロジェクトとして実証研究を行い、令和元年～令和 3 年度は自主研究として継続実施したものである。本稿では全期間の成果概要を報告する。

### 2) 共同研究の概要

本技術の概略フローを図－1 に示す。高効率発電技術は、下水汚泥焼却設備に廃熱ボイラと発電効率が高い復水式蒸気タービンを設置して発電を行うものである。局所攪拌空気吹込み技術は、焼却炉のフリーボード部に燃烧空気の一部分を分岐して吹き込むことにより燃烧を促進し、炉内の広範囲で高温化を図ることによって N<sub>2</sub>O 排出量を抑制するものである。本研究では川崎市入江崎総合スラッジセンターの 3 系焼却設備に実規模の実証設備を用いて、高効率発電技術及び局所攪拌空気吹込み技術について実証運転を実施した。また、令和 3 年度は、令和 2 年度までの実証結果を基に構築した制御を組込んだ本技術を、隣接する同規模の 2 系焼却設備に水平展開し、実証運転を実施した。



図－1 本技術の概略フロー

### 3) 共同研究の成果

● **高効率発電技術**：含水率等の汚泥性状の変化に伴う投入汚泥熱量の変動に応じた発電出力が得られ、安定した高効率の発電が可能であることを確認した。なお、含水率を 72～73%程度まで低減した条件で運転した期間において、焼却設備と発電設備の総消費電力を発電出力が上回る電力自立の達成を確認した。

● **局所攪拌空気吹込み技術**：2 系焼却設備では、定格負荷量である 150wet-t/日で運転した調査期間中の N<sub>2</sub>O 排出係数は平均 0.185kg-N<sub>2</sub>O/wet-t であり従来技術（多段吹込燃烧式流動床炉等）の N<sub>2</sub>O 排出係数 0.263kg-N<sub>2</sub>O/wet-t<sup>\*1</sup> 以下を安定して達成できることを確認した。

また、本技術の導入による GHG 排出量削減効果は、従来技術と比較して高効率発電技術で 18%、局所攪拌空気吹込み技術で 52%、合計 70%の削減が期待できることを試算により確認した。

※1：環境省・国土交通省「下水道における地球温暖化対策マニュアル～下水道部門における温室効果ガス排出抑制等の指針～」、2016 年 3 月

### 4) 関連資料・報文等

- ・国土交通省国土技術政策総合研究所：温室効果ガス削減を考慮した発電型汚泥焼却技術導入ガイドライン（案），国土技術政策総合研究所資料第 1093 号，2019.
- ・橋本、松井、岡田、三宅、井上、佐々木、小林、薄井、菅原、山本：第 56 回下水道研究発表会講演集，pp.587-589，2019.
- ・羽嶋、成島、菅原、秋山、松井、岡田、桑嶋、井上、小倉：第 58 回下水道研究発表会講演集，pp.458-460，2021.

【謝辞】本研究はJFEエンジニアリング(株)・日本下水道事業団・川崎市共同研究体により実施されたことを明記すると共に、関係各位に感謝の意を表する。



282	愛知県 メタウォーター株式会社 株式会社クボタ	廃熱活用型省電力焼却システムに関する 共同研究	新川 祐二 村岡 正季 鈴木 博子
-----	-------------------------------	----------------------------	-------------------------

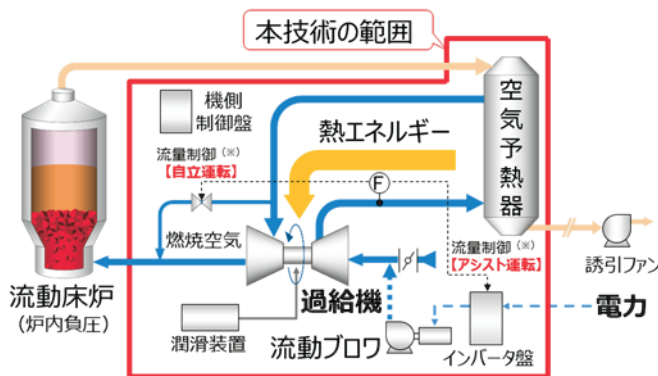
### 1) 共同研究の目的

脱水汚泥の焼却処理方式として広く普及している流動焼却方式は、焼却炉（流動床炉）への送風圧力が高いため、焼却システム全体の消費電力のうち流動ブロワが約 40%を占めている。そこで、流動ブロワから流動床炉へ向かう燃焼空気ラインに過給機を組み込み、焼却排ガスの熱エネルギーで過給機を駆動して燃焼空気を送り込むことで流動ブロワの機能を代替し、消費電力の削減を図る「過給機を用いた流動床炉向け省電力送風装置（流動タービン）」（以下、本技術という；図－1）の実証試験を実施した。

本共同研究の目的は、本技術の導入により流動ブロワの消費電力量が削減可能であること、及び本技術の導入は新設工事に限定されず、既設焼却設備の部分的な更新にも導入可能であることを実証するものである。

### 2) 共同研究の概要

A 処理場の定格 70t-wet/日の既設焼却設備に本技術を導入し、実運用の中で実証試験を行った。実証期間は約 2 年間（2020/2～2022/3）で、四季運転データを集中的に取得した後、1 年間の長期連続運転（2020/11～2021/10）を実施した。なお、過給機を用いた実証設備の運転時間は延べ 520 日であった。



※熱エネルギー量の変化に応じた過給機の自動制御により、過給機単独の「自立運転」と流動ブロワ併用の「アシスト運転」を切替。

図－1 本技術の概要

### 3) 共同研究の成果

本技術導入後の焼却炉への燃焼空気の供給は、流動ブロワを運転することなく、過給機による自立運転を達成した。したがって、導入前に必要であった流動ブロワの電力消費はゼロとなり、導入後は本技術に必要な補機設備の電力消費のみであったため、燃焼空気の供給における消費電力削減率は平均で 92%となった（表－1）。なお、本技術では、外気温度が高くなるほど過給機の駆動に多くの熱エネルギーが必要となるが、外気温度が最も高くなる夏場においても流動ブロワを停止させ、流動ブロワ消費電力がゼロとなることを確認した。

表－1 燃焼空気供給の電力削減効果（実証試験結果）

試験実施時期		導入前 (流動ブロワ消費電力) [kW]	導入後 (過給機補器消費電力) [kW]	消費電力 削減率 [%]
四季 運転 データ 取得	冬季(2020/2)	94	8	92
	春季(2020/5)	94	7	93
	夏季(2020/7)	97	7	93
	秋季(2020/11)	94	8	92
長期 連続 運転	冬季(2021/2)	97	8	92
	春季(2021/5)	96	7	93
	夏季(2021/8)	95	7	93
平均		95	8	92

導入前消費電力：試験期間中の燃焼空気流量から求めた試算値  
導入後消費電力：試験期間中の実績値

また、本共同研究では既設流動床炉に本技術を導入しており、実証試験のために設置した過給機や空気予熱器は、長期連続運転後の開放点検において異常は見られなかった。さらに、本技術導入後も焼却炉本体や排ガス経路は従来と同様に負圧に保たれ、既設焼却炉の安定運転は維持されるとともに、大気汚染防止法や騒音規制法等の規制値も満足していた。したがって、本技術は新設だけでなく、空気予熱器の更新等と合わせた既設改良にも導入可能であることを確認した。

287	J F Eエンジニアリング 株式会社 株式会社フソウ	維持管理性向上を目的とした鋼板製消化槽 の機能に関する研究	新川 祐二 熊越 瑛
-----	----------------------------------	----------------------------------	---------------

1) 共同研究の目的

従来のコンクリート製消化タンクは、砂等の堆積物により消化タンクの有効容量が減少し、消化性能や維持管理性が悪化すること、攪拌装置の動力が大きいこと等の課題がある。また、低動力のインペラ式攪拌機を用いた場合でも、し渣絡みつき防止のために定期的な逆転運転が必要となる。そこで、堆積物除去機構と後退翼型攪拌機を備えた噴射ノズル式鋼板製消化タンクを開発した（図-1）。本研究は、嫌気性消化の安定性や堆積物の抑制等による維持管理性の向上効果等を検証することを目的とした。

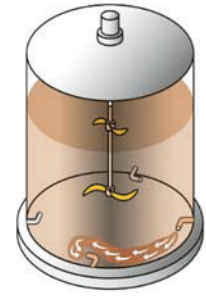


図-1 噴射ノズル式鋼板製消化タンク

2) 共同研究の概要

本研究では、香川県内の A 下水処理場内に噴射ノズル式鋼板製消化タンク（容量:100m<sup>3</sup>）を設置し、混合生汚泥を対象に中温消化（消化日数 25 日）にて実証試験を行った（図-2）。堆積物除去機構は、消化タンク底部のノズルから消化汚泥を噴射し、流動した堆積物を隣接するノズルから消化汚泥と共に吸い込み、その一部を系外に除去することが出来る。また、後退翼型攪拌機は低動力で、し渣の絡みつきを防止することが期待できる。約1年間にわたる実証試験を行い、表-1に示す消化性能評価項目について既設消化タンクの運転状況と比較することで、嫌気性消化の安定性を確認した。また、実証試験終了後、タンク内部に清水を張り直し、底部の側壁部に砂を敷いて堆積物除去試験を実施した。その結果を踏まえて、数値シミュレーションにより実規模設備にスケールアップした際の堆積物抑制効果を検証した。

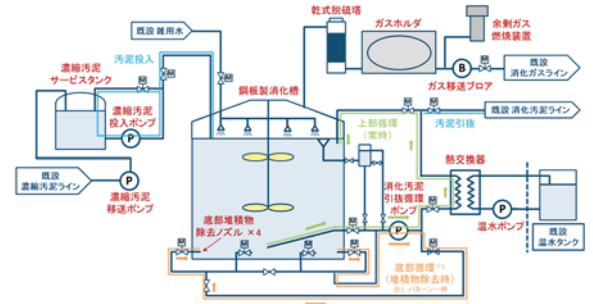


図-2 実証設備概略フロー

3) 共同研究の成果

- ・実証試験の結果、消化性能評価項目のいずれも既設消化タンクと同等であり、四季を通じて安定した処理性能が得られることが確認された（表-1）。
- ・堆積物抑制効果の検証結果から、消化タンク容量 9,000m<sup>3</sup>とした場合において堆積物量が 48.8m<sup>3</sup>となり、「汚泥消化タンク改築・修繕技術資料（日本下水道新技術機構：2007年）」の報告値と比較して、95%の堆積物抑制効果が試算された。
- ・本技術のエネルギー効率について試算したところ、「下水道事業におけるエネルギー効率に優れた技術の導入について」（国水小事第38号 平成29年9月15日）に定める性能指標（分解 VS 量当たり消費電力量）を満足する結果となった。
- ・1年間の実証試験において、逆転運転なしで後退翼型攪拌機にし渣等の絡みつきは生じていないことを確認した。

表-1 消化性能確認結果

消化性能 評価項目	実証試験 (平均値/年)	既設消化槽 (平均値/年)
消化汚泥 pH	7.3	7.2
メタン濃度	61%	62%
消化率	45.2%	46.9%
ガス発生量 (投入 VS あたり)	0.49 Nm <sup>3</sup> /kg	0.48 Nm <sup>3</sup> /kg

4) 関連資料・報文等

- ・田中, 宮岡, 馬場, 中嶋, 梶井, 山本, 新川, 熊越：第 59 回下水道研究発表会講演集, pp.826-828, 2022.

288	株式会社クボタ	省コスト・省エネ・省スペース型高率脱窒 MBR の開発	糸川浩紀 相川えりか 山本明広
-----	---------	-----------------------------	-----------------------

### 1) 共同研究の目的

本研究では、90%程度の高い窒素除去率を省コスト・省エネ・省スペースで達成する新たな「多槽循環式 MBR システム」（以下、本技術という。）の実用化を目的として、パイロット規模の実験プラントを用いた実証実験を行った。

### 2) 共同研究の概要

本技術は、一対の無酸素タンクと好気タンクを4段あるいは2段で直列に配置し、各好気タンクに膜ユニットを設置する浸漬型（一体型）MBR である（図-1）。各無酸素タンクへ流入水を均等にステップ流入させると共に各好気タンクから処理水を均等に排出し、最終好気タンクから第1無酸素タンクへ混合液を内部循環させる。本処理フローにより、例えば4段で内部循環比を3Q（Q：流入水量）とする場合には、単段の循環式硝化脱窒法において12Qの内部循環を行うことに相当するため、内部循環比の引き上げや後脱窒タンクを設置することなく高い窒素除去率が得られる。

本研究では、下水処理場内に処理能力15m<sup>3</sup>/dのパイロットプラント（4段）を設置し、最初沈殿池越流水を原水とした長期間の連続運転を行った。運転・制御方法の最適化等を経て通年での実証実験を実施し、窒素除去を始めとした処理性能やコスト等の削減効果について検証した。

### 3) 共同研究の成果

#### (1) 処理性能

内部循環比を3Qとした通年の実証実験（令和2年7月～令和3年7月）の条件下で、処理水のBODは平均1.6mg/L（最小～最大：0.4～3.6mg/L）、T-Nは

平均3.5mg/L（同：2.3～6.5mg/L）、T-PはPACの添加により平均0.23mg/L（同：0.08～0.47mg/L）で、年間を通して良好な処理水質が得られた（表-1）。硝化・脱窒に関わる窒素除去率は、理論値92%と比較して90.1%（平均）であり、満足する窒素除去性能が得られたが、これを維持するためには好気タンクのDO制御が重要となる点が確認された。

#### (2) コスト等削減効果

日最大処理水量80,000m<sup>3</sup>/d（日平均68,000m<sup>3</sup>/d、8池）の規模で、同等の高い窒素除去率が得られるステップ流入式多段硝化脱窒型 MBR を比較対象としてコスト等を試算した結果、ライフサイクルコストで10.7%、消費電力量で15.5%、所要敷地面積で21.3%の削減できる結果となった。

### 4) 関連資料・報文等

- ・矢次，永江，中河，相川，糸川，橋本：第57回下水道研究発表会講演集，pp.217～219，2020。
- ・矢次，永江，中河，糸川，山本：第58回下水道研究発表会講演集，pp.737～739，2021。

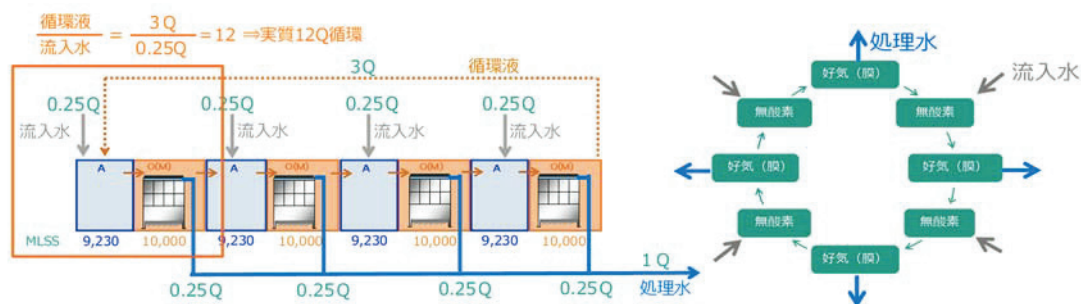


図-1 多槽循環式 MBR システム（4段）の処理フロー（左：フロー図、右：イメージ図）

表-1 実証実験における流入水・処理水の水質

項目	試験結果【単位:mg/L】
BOD	流入水 72 ~ 184 (116)
	処理水 0.4 ~ 3.6 (1.6)
COD	流入水 42 ~ 93 (57)
	処理水 4.1 ~ 6.3 (5.4)
SS	流入水 33 ~ 177 (75)
	処理水 N.D.
T-N	流入水 22 ~ 41 (32)
	処理水 2.3 ~ 6.5 (3.5)
NH <sub>4</sub> -N	流入水 12 ~ 26 (21)
	処理水 N.D. ~ 1.1 (0.23)
T-P	流入水 3.0 ~ 5.7 (4.2)
	処理水 0.08 ~ 0.47 (0.23)
η <sub>DN</sub>	80.1 ~ 93.1 (90.1)

※ N値=34、()内の数値は平均値



297	株式会社奥村組	A I を用いた下水道管渠損傷度判定システム の実用化	猪木 博雅 山森 隼人
-----	---------	--------------------------------	----------------

1) 共同研究の目的

本研究では、下水道管路施設の劣化状況等を AI によって効率的に把握する「AI を用いた下水道管渠損傷度判定システム」（以下、「本システム」とする。）について、性能評価や精度向上検証を行うことを目的とした。なお、本研究は、令和 2 年度に B-DASH プロジェクト（FS 調査）として実施され、引き続き令和 3 年度に自主研究として実施したものである。B-DASH での主な成果は、既報文<sup>(1)</sup>に掲載しているため、本稿では、自主研究の成果を中心に報告する。

2) 共同研究の概要

本システムは、管路施設の詳細調査に適用される広角カメラの展開画像データに対して、AI が解析することにより、管内の損傷箇所および種類（破損・クラック、浸入水など）、管構造（継手および取付け管位置）を効率的に検出するものである（図-1）。

B-DASH（FS 調査）では、複数の実フィールドで広角カメラによる管内調査を実施し、取得したデータを評価データとして扱い、本システムの精度確認を行ったが、目標とする精度には至らなかった。そこで、自主研究では、評価データの一部を学習データとして利用することで、本システムにおける学習データの増加と精度向上との関係性を評価することにした。検出対象として、管種：陶管、検出項目：破損・クラック、浸入水、取付け管位置とし、評価方法は、一般的な AI モデルの精度評価に適用される、再現率（専門技術者の検出判定を正とした場合の判定数に対する AI の判定数の割合）および適合率（AI の判定数に対する専門技術者の判定数の割合）の指標を用いた。

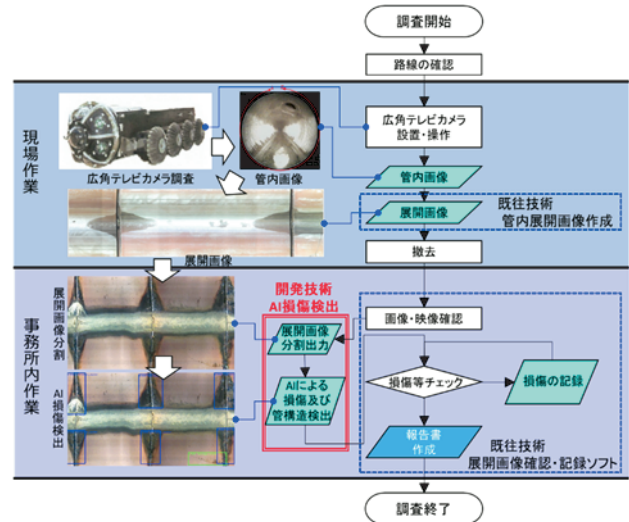


図-1 本システムの調査フロー

3) 共同研究の成果

共同研究の成果を表-1 に示す。破損・クラックおよび浸入水では、10%程度の学習データを増やすことで再現率が増加するのに対して、適合率は減少することが確認された。一方、取付け管のように精度が高い検出項目に関しては、追加学習による効果は小さいことが確認された。精度の向上効率の観点では、浸入水は破損・クラックに比べ追加した学習データ数が少ないにもかかわらず、大きく再現率が向上したことから、向上効率が高いことが確認された。これは、破損・クラックに比べ浸入水は画像での特徴を捉えやすいことが考えられた。

表-1 学習データ数および精度評価結果

	学習データ数			再現率 (%)			適合率 (%)		
	破損・クラック	浸入水	取付け管	破損・クラック	浸入水	取付け管	破損・クラック	浸入水	取付け管
B-DASH(R2)	6,869	1,837	6,129	46.8	77.8	0.983	44.1	47.0	90.5
自主研究 (R3)	8,090	2,060	6,974	48.5	80.5	0.983	43.5	44.9	91.9
増減 (%)	+17.7	+12.1	+8.7	+1.7	+2.7	0	-0.6	-2.1	+1.4

4) 関連資料・報文等

(1) 山口治：AI を用いた下水道管渠損傷度判定システムの実用化に関する調査事業，JSACOMA, Vol28, No.56, pp.35-38, 2022.