

環境省

平成30年度環境技術実証事業

有機性排水処理技術分野

## 実証報告書

平成31年3月

実証機関 : 一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会

実証対象技術・製品名 : 有機性排水対策のための国際対応型 AOSD (Automatic Oxygen Supply Device) 電力削減高度処理システム

実証申請者 : 公益財団法人国際科学振興財団バイオエコ技術開発研究所  
NPO 法人バイオエコ技術研究所

実証番号 : 020-1801



本実証報告書の著作権は、環境省に属します。

－ 目 次 －

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| ○全体概要                                | 1  |
| 1. 実証対象技術の概要                         | 1  |
| 2. 実証の概要                             | 1  |
| 3. 実証結果                              | 2  |
| 4. 参考情報                              | 4  |
| ○本編                                  | 5  |
| 1. 導入と背景、実証の体制                       | 5  |
| 1.1 導入と背景                            | 5  |
| 1.2 実証参加組織と実証参加者の分掌                  | 5  |
| 2. 実証対象技術及び実証対象製品の概要                 | 8  |
| 2.1 実証対象技術の原理と機器構成                   | 8  |
| 2.2 実証対象技術の仕様と性能                     | 10 |
| 3. 試験実施場所の概要                         | 11 |
| 3.1 事業状況                             | 11 |
| 3.2 排水の状況                            | 13 |
| 3.3 実証対象製品の配置                        | 14 |
| 4. 既存データの検証による実証                     | 15 |
| 4.1 実証のスケジュール                        | 15 |
| 4.2 既存データの検証                         | 15 |
| 4.3 実証項目                             | 17 |
| 4.4 監視項目                             | 25 |
| 4.5 運転及び維持管理項目                       | 27 |
| 4.6 その他の項目                           | 28 |
| 4.7 異常値についての報告                       | 28 |
| 4.8 結果のまとめ（総括：実証結果から見た実証対象技術の特徴について） | 29 |
| ○付録(品質管理)                            | 30 |
| 1. 品質管理システムの監査                       | 30 |
| ○資 料                                 | 31 |
| 1. 既存データ                             | 31 |
| 2. 試験データを取得した装置の状況                   | 37 |
| 3. 用語の解説                             | 38 |

## ○全体概要

|        |                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------|
| 実証対象技術 | 有機性排水対策のための国際対応型 AOSD (Automatic Oxygen Supply Device) 電力削減高度処理システム |
| 実証申請者  | 公益財団法人国際科学振興財団バイオエコ技術開発研究所<br>NPO 法人バイオエコ技術研究所                      |
| 実証機関   | 一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会                                                  |
| 実証期間   | 2018 年 8 月～2019 年 3 月（既存データの取得期間 2016 年 7 月～2018 年 2 月）             |
| 本技術の目的 | ブロワーを自動的に制御し過剰なブロワー稼働を抑え、ブロワーによる消費電力量削減と高度排水処理を同時に行うことを目的としている。     |

### 1. 実証対象技術の概要

原理（フロー）：実証対象技術は、新設及び既設の排水処理場のブロワーに後付可能な装置（実証対象製品）を設置し、流入負荷の変動に応じて、生物処理に必要な溶存酸素量（DO）を演算して、その結果に基づいてブロワーの稼働を自動的に制御し、生物処理槽・活性汚泥槽のばっ気時間を調整するシステムである。これにより、ブロワーの稼働が最適化され消費電力量を削減できる。処理方式によっては、生物学的硝化・脱窒反応や生物学的脱リン反応が促進し、排水の窒素やリン除去といった高度な処理が期待できる。実証対象製品は、蛍光式（光学式）溶存酸素計（LDO 計）とプログラマブルロジックコントローラ（PLC）、デジタルコンバータ及びコンピューターで構成されている。

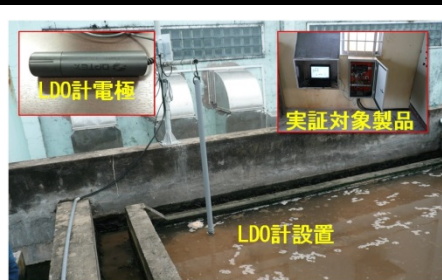


図 実証対象技術と LDO 計

### 2. 実証の概要

#### 2.1 実証の基本方針

技術実証検討会において、実証申請者より提出された既存の試験データ（平成 27、28、29 年度環境省アジア水環境改善モデル事業）に基づき、実証対象技術の環境保全効果等について検討した。

#### 2.2 試験実施場所の概要（既存データを取得した試験実施場所）

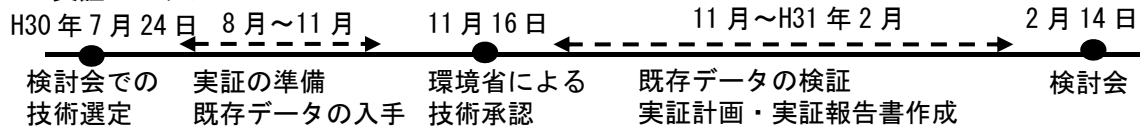
| 名称              | ビンフン下水処理場（A 下水処理場）                            | 食品工場排水処理場（B 食品工場排水処理場）                       | ベガメックス工場排水処理場（C 工場排水処理場）                       | トゥザウモット下水処理場（D 下水処理場）                        |
|-----------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 処理方式            | 滞留時間短縮型活性汚泥法※1                                | 長時間滞留型活性汚泥法※2                                | 固定床式浸漬ろ床法                                      | 連続流入型嫌気好気回分式活性汚泥法※3                          |
| 省エネ設備           | なし                                            | なし                                           | なし                                             | PID 制御システム                                   |
| 処理能力            | 141,000 m <sup>3</sup> /日                     | 200 m <sup>3</sup> /日                        | 4,000 m <sup>3</sup> /日                        | 17,000 m <sup>3</sup> /日                     |
| 導入前の処理水質※4（中央値） | BOD 6.4 mg/L<br>T-N 13.8 mg/L<br>T-P 0.7 mg/L | BOD 7.0 mg/L<br>T-N 5.3 mg/L<br>T-P 6.6 mg/L | BOD 17.1 mg/L<br>T-N 23.6 mg/L<br>T-P 0.6 mg/L | BOD 3.8 mg/L<br>T-N 4.7 mg/L<br>T-P 1.4 mg/L |
| 所在地             | ベトナム国                                         |                                              |                                                |                                              |

- ※1 活性汚泥槽の水理学的滞留時間が 3 時間の処理場である。  
 ※2 活性汚泥槽の水理学的滞留時間が 24 時間の処理場である。  
 ※3 回分式活性汚泥槽に原水が連続流入している処理場である。  
 ※4 B 処理場は実証対象製品の導入直後の処理水質である。

#### 2.3 実証対象技術における設計の仕様及び目標

| 区分   | 項目       | 仕様及び目標                                                                     |
|------|----------|----------------------------------------------------------------------------|
| 機器概要 | サイズ (mm) | LDO 計電極 W 30 × D 30 × H 150<br>LDO 制御盤 W 400 × D 200 × H 1,000 （試験実施場所の仕様） |
|      | 重量 (kg)  | LDO 計電極 0.5 LDO 制御盤 50 （試験実施場所の仕様）                                         |
|      | 付帯設備     | 汚泥沈降防止等のために攪拌装置が必要になる場合がある。                                                |
| 性能条件 | 目標       | 高度処理の水質濃度を比較参照して同等の処理ができ、かつ消費電力量を削減する。                                     |

## 2.4 実証のスケジュール



## 3. 実証結果

### 3.1 実証項目（詳細は本編 17 頁 4.3 項）

本実証では、一般的に高度処理で得られる BOD と全窒素、全リンの水質濃度（比較参照値）と比較して同等の処理ができ、かつ排水処理で使われるばっ気装置の消費電力量が削減できるか（電力量削減率）を実証した。

実証対象製品の導入後において、処理水質は比較参照値と比べ、次の通りであった。

BOD は全ての処理場で低い値であった。  
全窒素は 2 ヶ所の処理場（B 食品工場排水処理場、D 下水処理場）で低い値であった。  
全リンは 3 ヶ所の処理場（A 下水処理場、C 工場排水処理場、D 下水処理場）で低い値であった。

電力量削減率については、13.9～57.5% という結果であった。

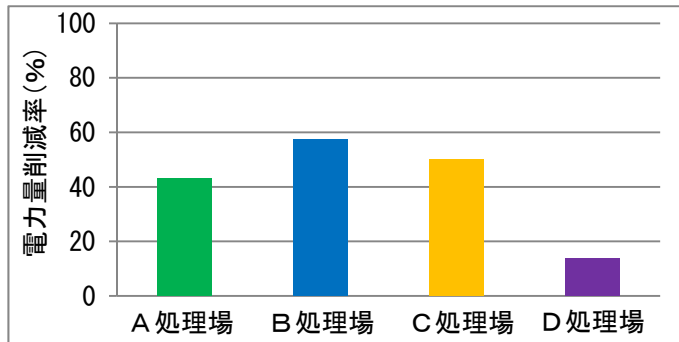


図 各処理場における電力量削減率の結果

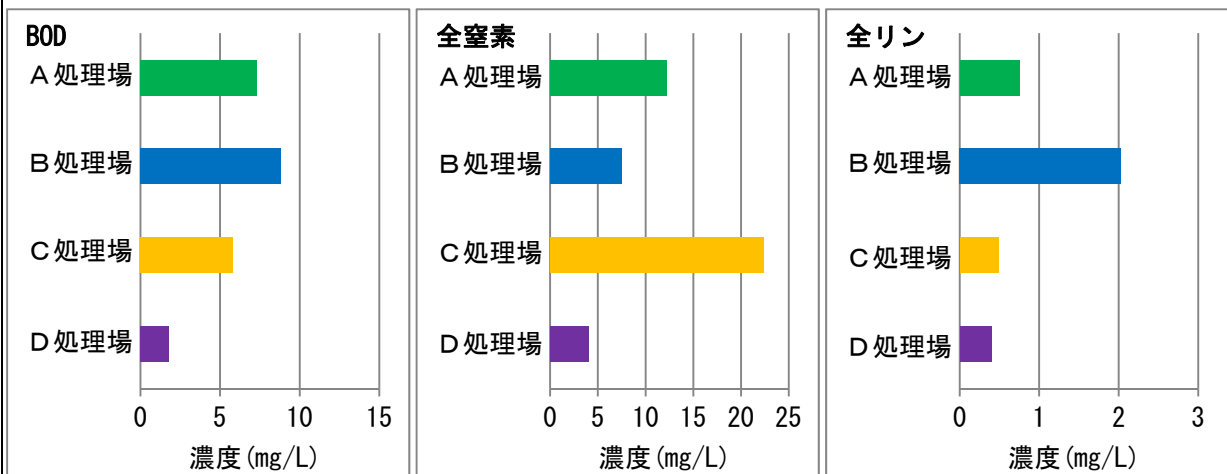


図 各処理場の水質結果

表 処理水質と電力量削減率の結果

| 排水処理の種類と施設名           |             | 処理水質 (mg/L)                     |              | 電力量削減率 (%) |
|-----------------------|-------------|---------------------------------|--------------|------------|
|                       |             | 結果(中央値)                         | 比較参照値※       | 結果         |
| 滞留時間短縮型<br>活性汚泥法      | A 下水処理場     | BOD 7.3<br>T-N 12.2<br>T-P 0.75 | BOD 10       | 43.3       |
| 長時間滞留型活性汚泥法           | B 食品工場排水処理場 | BOD 8.8<br>T-N 7.5<br>T-P 2.03  | 以下<br>T-N 10 | 57.5       |
| 固定床式浸漬ろ床法             | C 工場排水処理場   | BOD 5.8<br>T-N 22.4<br>T-P 0.49 | 以下<br>T-P 1  | 50.0       |
| 連続流入型嫌気好気回分<br>式活性汚泥法 | D 下水処理場     | BOD 1.8<br>T-N 4<br>T-P 0.40    | 以下           | 13.9       |

※1 一般的に高度処理で得られる水質濃度の値。

### 3.2 運転及び維持管理項目

#### （１）環境影響項目

| 項目     | 実証結果                                          |
|--------|-----------------------------------------------|
| 廃棄物発生量 | 実証対象製品の適用過程で新たな廃棄物は発生しない。                     |
| 騒音     | 実証対象製品は、ブロワーの稼働を制御する装置であるため、装置そのものから騒音は発生しない。 |
| におい    | 実証対象製品は制御システムであるため、本項は対象外とした。                 |

#### （２）使用資源項目

| 項目       | 実証結果           |
|----------|----------------|
| 薬品・薬剤使用量 | 本実証では、使用していない。 |

#### （３）運転及び維持管理性能項目

| 管理項目    | 一回あたりの管理時間及び管理頻度       | 維持管理に必要な人員数・技能       |
|---------|------------------------|----------------------|
| LD0 計点検 | LD0 計の先端部拭き取り管理 10 分/回 | 1 人、運転及び維持管理の知識を有する者 |

#### （４）定性的所見

| 項目               | 所見                                                                                                                                                                                                                     |
|------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 所見               | 各処理場における処理水の透視度や濁度の測定結果から濁りの少ない処理水が得られていた。                                                                                                                                                                             |
| 実証対象製品の信頼性       | 既存データを取得した期間において、実証対象製品に関わるトラブルは発生しなかった。                                                                                                                                                                               |
| トラブルからの復帰方法      | 本体に関わるトラブル発生時には、メーカー（実証申請者）に連絡する。                                                                                                                                                                                      |
| 運転及び維持管理マニュアルの評価 | 運転に対する専門的な知識は必要なく、マニュアルはユーザーが理解しやすい内容であった。                                                                                                                                                                             |
| 総括               | 処理対象や処理方式の異なる排水処理場を対象にし、高度処理で得られる水質濃度を比較参照して同等の処理ができ、かつ消費電力量を削減できるかを実証した。その結果、処理場によっては処理水質が比較参照値を超えた項目はあるものの、概ね同じまたは低い値であることと、13.9～57.5%の消費電力量の削減が確認された。このことから、実証対象技術は、処理方式により電力量削減率は変化するが、非導入時と比べて消費電力量が削減されることが示された。 |
| 留意点              | 本実証は、D 下水処理場以外は D0 制御がない処理場の結果である。日本国内の下水処理場にみられるような運転管理に D0 制御を既に取り入れているような処理場では、実証対象技術を導入した際に消費電力量を削減する効果があると予想されるものの、本実証の結果と比較して電力量削減率が低下する可能性がある。                                                                  |

#### 4. 参考情報

注意：このページに示された情報は、技術広報のために全て実証申請者が自らの責任において申請した内容であり、実証の対象外となっています。

##### 4.1 製品データ

| 項目                                                           |                                 | 記入欄                                                                                                     |                                                                            |       |          |
|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|-------|----------|
| 製品の名称／形式                                                     |                                 | 有機性排水対策のための国際対応型 AOSD (Automatic Oxygen Supply Device)<br>電力削減高度処理システム/ AOSD—YRINAS2018                 |                                                                            |       |          |
| 製造(販売)企業名                                                    |                                 | 公益財団法人国際科学振興財団バイオエコ技術開発研究所<br>NPO 法人バイオエコ技術研究所<br>協力機関 ALS 有限会社、サクラエコテック (株)、ルーテック (株) 等                |                                                                            |       |          |
| 連絡先                                                          | 住所                              | 〒305-0821 茨城県つくば市春日三丁目 24 番 16<br>〒300-3261 茨城県つくば市花畑 1-8-4 キャラット 21-301                                |                                                                            |       |          |
|                                                              | Web アドレス                        | http://www.fais.or.jp                                                                                   |                                                                            |       |          |
|                                                              | E-mail                          | y_inamori@fais.or.jp inamori514@gmail.com                                                               |                                                                            |       |          |
|                                                              | TEL / FAX                       | 090-3203-4853 / 029-860-3336                                                                            |                                                                            |       |          |
| サイズ(mm)                                                      |                                 | LD0 センサー W30 × D30 × H150 制御盤 W400 × D200 × H1,000                                                      |                                                                            |       |          |
| 重量 (kg)                                                      |                                 | LD0 センサー 0.5Kg 制御盤 50Kg                                                                                 |                                                                            |       |          |
| 付帯設備                                                         |                                 | AOSD システムは LD0 計等の電極が必要である。嫌気条件時に汚泥の沈降防止と効率的な微生物反応を促す攪拌装置が必要である。送風機条件によっては、微ばっ気による攪拌で対応できるため、攪拌装置は必要無い。 |                                                                            |       |          |
| 実証対象機器寿命                                                     |                                 | 対象機器は概ね 10 年程度である。蛍光式 (光学式) 溶存酸素計 (LD0 計) センサーのセンサーキャップは、劣化状況に応じ部品取替えが生ずる。                              |                                                                            |       |          |
| コスト概算 (円)<br>※概算した想定規模<br>計画水量<br>10,000 m <sup>3</sup> /日程度 | 費目                              |                                                                                                         | 単価                                                                         | 数量    | 計        |
|                                                              | イニシャルコスト※1                      |                                                                                                         |                                                                            |       | 2,000 万円 |
|                                                              | 本体機材費・工事費<br>(システムソフト、制御盤)      |                                                                                                         | 1,800 万円                                                                   | 一式    | 1,800 万円 |
|                                                              | 付帯設備費 (LD0 計)                   |                                                                                                         | 200 万円                                                                     | 一式    | 200 万円   |
|                                                              | ランニングコスト (月間)                   |                                                                                                         |                                                                            |       | 97,200 円 |
|                                                              | 薬品・薬剤費※2                        |                                                                                                         | 6,000 円                                                                    | 一式    | 6,000 円  |
|                                                              | DO センサーキャップ                     |                                                                                                         | 2,400 円                                                                    | 年 1 回 | 2,400 円  |
|                                                              | 電力使用料                           |                                                                                                         |                                                                            |       | 85,000 円 |
|                                                              | 処理水量 1 m <sup>3</sup> あたりのコスト : |                                                                                                         | 0.38 円/処理水量 1 m <sup>3</sup><br>注) 排水量 10,000 m <sup>3</sup> /日を 30 日稼働で算出 |       |          |

※1 イニシャルコストなどは処理場の条件で変化する。※2 凝集剤を使用する場合を想定。

##### 4.2 その他メーカーからの情報

AOSD システムは長年の基盤応用技術開発の成果を有し、これらの背景を踏まえて、本報告書の根幹となる環境省アジア水環境改善モデル事業では以下の優れた特性を基に実施され、通常の条件下では所期の目標が達成された。

●AOSD システムの技術開発は、本実証事業に関する取り組みの前に 10 年以上の基盤応用研究がなされている。国立環境研究所バイオ・エコエンジニアリング研究施設において公益財団法人日本建築センターの浄化槽性能評価と同じ水温と原水濃度(BOD 200 mg/L、全窒素 45 mg/L、全リン 5 mg/L)を用いた開発において処理水質 BOD 10 mg/L 以下、全窒素 10 mg/L 以下、全リン 1 mg/L 以下と電力削減を達成する最適条件が得られたこと、LD0 電極の位置は試験成果を基に複数槽では最終槽に決定したこと、固定式間欠ばっ気等に対して極めて高い優位性が得られたこと及び AOSD・膜分離システムにおいて膜洗浄用風量を効率的に活用することで高度処理性能と電力削減率約 70%可能なこと等が明らかにされている。すなわち、下水・産業排水・浄化槽に汎用的な技法である。

●AOSD システムの重要な特性は温度特性等を PLC プログラムで反映させている点である。国立環境研究所バイオ・エコエンジニアリング研究施設において、性能評価と同じ原水を用いて春夏秋冬の四季変動の下、試験した結果、寒帯地域の水温 10℃程度でも熱帯地域の水温 30℃以上でも同様に最適制御システムが機能し、電力削減高度処理が達成される結果が得られ確実に国際対応可能である。

●本技法は、原水性状として硝化抑制物質流入・C/N バランス・窒素/リン濃度等の異常でない適正な範囲において、最適ブロー制御により目標水質性能を確保した上で電力削減を可能とする確実なる実績を有している。

●本技法は、自然水域の環境保全再生のために放流水質を BOD 10 mg/L 以下、全窒素 10 mg/L 以下、全リン 1 mg/L 以下かつ、生態環境に望ましい pH の中性化を可能とする。すなわち、環境保護だけでなく貴重な水資源を確保する上での水循環に加えて、栄養塩類除去の高度化を電力削減といった省エネルギー化で達成する革新技法である。

●生物学的に重要な細菌・原生動物・微小後生動物の食物連鎖微生物生態系から構成される活性汚泥法の消費電力量や、窒素・リン除去に関する低コストで達成されていない課題の解決に貢献できる。

## ○本編

### 1. 導入と背景、実証の体制

#### 1.1 導入と背景

環境技術実証事業は、既に実用化された先進的環境技術の環境保全効果、副次的な環境影響、その他環境の観点から重要な性能（（以下「環境保全効果等」という。）を第三者が客観的に実証することにより、環境技術実証の手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的とするものである。

本実証では、環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室が策定した実証要領<sup>※1</sup>に基づいて審査され、採用した「有機性排水対策のための国際対応型AOSD電力削減高度処理システム」について、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証した。

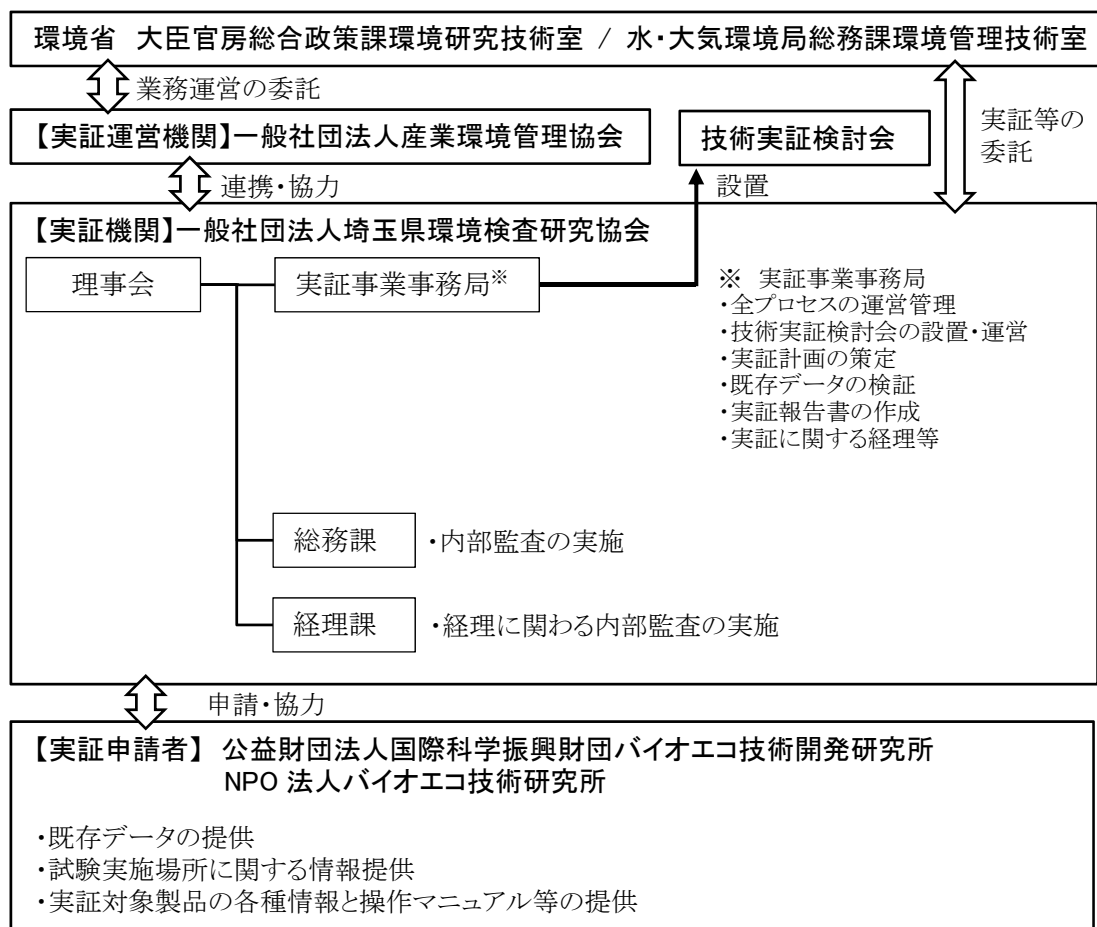
- 実証申請者が定める技術仕様の範囲での、実際の使用状況下における環境保全効果
- 運転に必要なエネルギー、物資、廃棄物量及び可能な限りコスト
- 適正な運用が可能となるための運転環境
- 運転及び維持管理にかかる労力

本報告書は、専門家で構成される技術実証検討会において、実証申請者より提出された既存の試験データに基づき、実証対象技術の環境保全効果等について検討し、その結果を取りまとめたものである。なお、既存の試験データは「平成 27、28、29 年度環境省アジア水環境改善モデル事業（ベトナムにおける排水処理の高度化・省コスト対応制御システム普及事業）」により取得された。

※1 環境省水・大気環境局総務課環境管理技術室 環境技術実証事業 有機性排水処理技術分野  
実証要領，平成30年 5月30日

#### 1.2 実証参加組織と実証参加者の分掌

実証に参加した組織を図 1-1 に示す。技術実証検討会は、水処理の有識者、行政経験者、下水道管理技術者、ユーザー団体関係者で構成された専門家で構成した。実施計画や実証方法について意見を心得て実証を実施した。実証参加者とその責任分掌を表 1-1 に示す。



- ・実証機関：一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会  
(住所：埼玉県さいたま市大宮区上小町 1450 番地 11)
- ・実証申請者：公益財団法人国際科学振興財団バイオエコ技術開発研究所  
(住所：茨城県つくば市春日三丁目 24 番 16)  
NPO 法人バイオエコ技術研究所  
(住所：茨城県つくば市花畑 1-8-4 キャラット 21-301)

図 1-1 実証参加組織と関係図

表 1-1 実証試験参加組織と実証試験参加者の分掌

| 区 分       | 実証参加機関                                                           | 責 任 分 掌                     | 参 加 者                                                                               |
|-----------|------------------------------------------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 実証機関      | 一般<br>社団法人<br>埼玉県環<br>境検査研<br>究協会                                | 実証事業の全プロセスの運営管<br>理         | 実証事業事務局<br>野口 裕司<br>長濱 一幸<br>岸田 直裕<br>大塚 俊彦                                         |
|           |                                                                  | 技術実証検討会の設置・運営               |                                                                                     |
|           |                                                                  | 実証計画の策定                     |                                                                                     |
|           |                                                                  | 既存データの検証                    |                                                                                     |
|           |                                                                  | 実証報告書の作成                    |                                                                                     |
|           |                                                                  | 外注・監督（外部委託する場合）             |                                                                                     |
|           | 内部監査                                                             | 内部監査の実施                     | 総務課 ISO 担当<br>島田 俊子                                                                 |
| 実証<br>申請者 | 公益財団法人 国際科<br>学振興財団バイオエ<br>コ技術開発研究所<br><br>NPO 法人 バイオエコ<br>技術研究所 | 経理                          | 実証事業事務局<br>野口 裕司                                                                    |
|           |                                                                  | 経理監査                        | 財務本部長<br>田島 照久                                                                      |
|           |                                                                  | 経理に係る内部監査に関する実<br>施         |                                                                                     |
| 試験機関      | 南部灌漑計画研究所<br><br>ビンズン上下水道公<br>社                                  | 既存データの提供                    | 公益財団法人 国際<br>科学振興財団バイオ<br>エコ技術開発研究所<br>所長<br><br>NPO 法人 バイオエコ<br>技術研究所 理事長<br>稲森 悠平 |
|           |                                                                  | 試験データに関する方法等の情<br>報提供に対する協力 |                                                                                     |

## 2. 実証対象技術及び実証対象製品の概要

### 2.1 実証対象技術の原理と機器構成

#### (1) 実証対象技術の原理

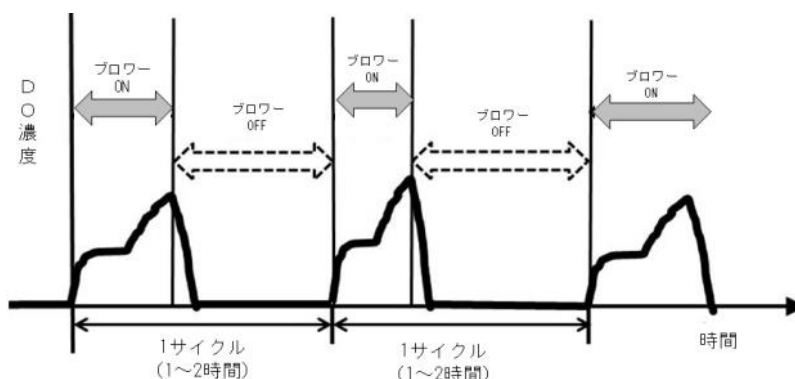
実証対象技術は、活性汚泥などの生物処理に適用する技術である。生物処理槽・活性汚泥槽に必要な溶存酸素量（DO）を算出するシステム（実証対象製品）をブローに装着し、流入負荷の変動があっても最適な酸素量を自動的に制御し供給する。実証対象技術の適用により、従来のように過剰にブローを稼働させてばっ気することなく、必要最小限のばっ気制御によりブローの消費電力量の削減と水質基準を満たした排水処理を同時に行う。

排水処理は、実証対象技術の導入により窒素成分の処理が高度に行われる。これは、嫌気性、好気性下でアミノ酸やタンパク質などの有機性窒素が脱アミノ反応によりアンモニア性窒素に変換され（アルカリ度生成による pH 上昇）、好気性下で硝化細菌の働きにより亜硝酸・硝酸へ変換される（アルカリ度消費による pH 低下）機構が働くためである。その後、嫌気性下において脱窒微生物の働きで  $N_2$  ガスに変換され（アルカリ度生成による pH 上昇）、窒素の処理がなされる。また、活性汚泥中のポリリン酸蓄積能力をもつ細菌の働きを利用して、汚泥中のリン含有量を高めることで排水中からリンを除去する生物脱リンも行える特性を有している。

本実証対象製品では、LDO 計<sup>※1</sup>の DO の値を基に、酸素消費・供給における酸素濃度の上昇・減少パターンを自動的に図式化し、このパターンの数理解析により  $K_La$ （総括酸素移動容量係数）を算出する。この酸素消費供給のパターンを有機物負荷量・水温などの指標値を基に、PLC（プログラマブル ロジックコントローラ）の導入されたコンピューターで順次瞬時に計算して、連続的にブローの稼働時間を自動制御している。

図 2-1 に本実証対象製品によるブロー制御による DO の動態パターンを示す。なお、1 サイクル 120 分間を基本としており、生物処理槽の滞留時間が 3 時間以下の場合は、1 サイクル 1 時間等で対応可能である。

※1 LDO 計（蛍光式（光学式）溶存酸素計）は、隔膜、内部液、内極を使用していないため消耗品が少なく、維持管理費用等の低減が図れ、安定した連続運転が可能である。

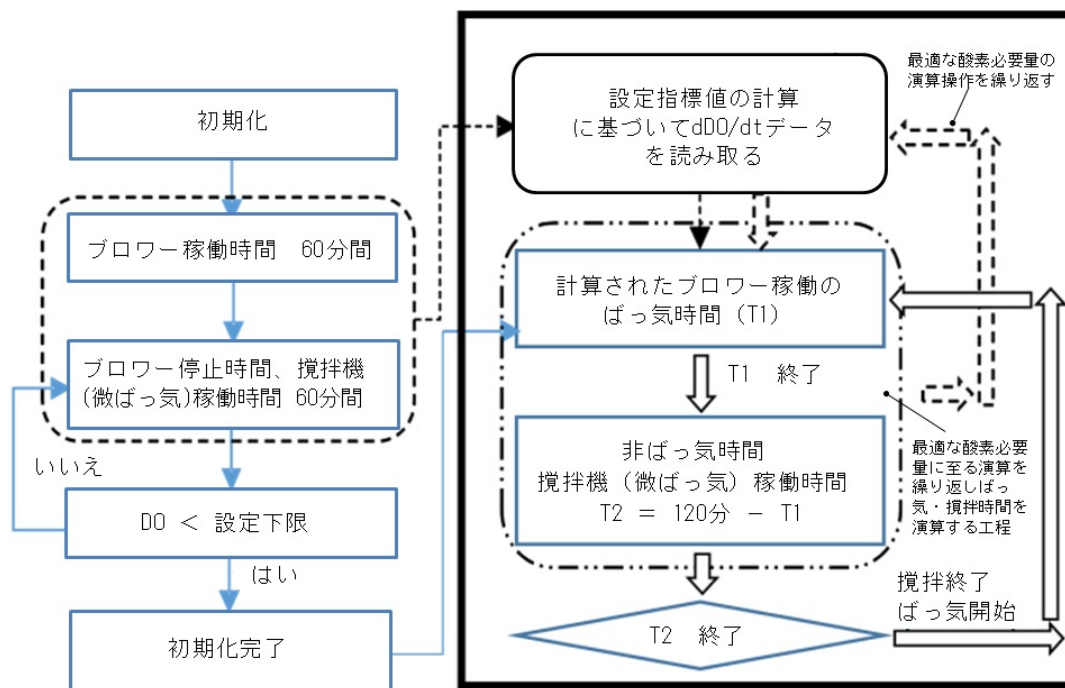


DO の上昇等ラインの勾配をもとに硝化・脱窒速度などの数式の係数を自動的に決定して、必要な酸素供給量を順次計算して精度高く確定する。

図 2-1 実証対象製品によるブロー制御に基づく DO の動態パターン

実証対象製品によるブロー制御は 1 サイクル 120 分間の場合、60 分間のばっ気、60 分間の非ばっ気が開始されると、DO 上昇、下降の勾配から  $K_La$  等の係数が決定される。その後、この係数と硝化速度、脱窒速度、水温などの指標値に基づいて次サイクルのばっ気時間（T1）と非ばっ気時間（T2）が自動的に演算され、ブロー制御が行われる。なお、流入する排水濃度に応じてばっ気時間が制御され、低い場合には短いばっ気時間に調整され、消費電力量を削減できるが、非ばっ気の運転時間がゼロにならないように最低でも 5 分間の運転がされる工夫が設けられている。

図 2-2 に実証対象製品における計算工程を示す。



実証対象製品によるブロー制御が、1 サイクル 120 分間を例とした場合の工程

図 2-2 実証対象製品による計算工程

## (2) システムの構成

本実証対象製品は、DO 制御の要となる LD0 計と硝化速度・脱窒速度等を演算する PLC（プログラマブルロジックコントローラ）、デジタルコンバータ、及びコンピューターで構成されている。実証対象製品の構成機器の概要を図 2-3 に示す。

PLC はデジタルコンバータによって DO と温度の読取り値を受信する。次に、コンピューターにおいてブロー制御に必要な指標値とデータ記憶のためのインタフェース制御がなされる。データは処理され、流入負荷条件に応じた最適なばっ気時間が理論的酸素要求量及び DO プロファイルに従って自動的に演算され、制御されることになる。

LD0 計の電極は、単槽式活性汚泥法では活性汚泥槽に設置し、複槽式活性汚泥法では最終槽に設置する。LD0 計の電極部を図 2-4 に示す。

非ばっ気運転時に、活性汚泥と排水中の汚濁物質を効率的に接触させるために攪拌機を用いて攪拌する必要がある。ばっ気装置の構造によっては、非ばっ気時に汚泥が沈降しない程度にばっ気量を制御することで攪拌機の代替とすることが可能である。



図 2-3 実証対象技術の構成機器

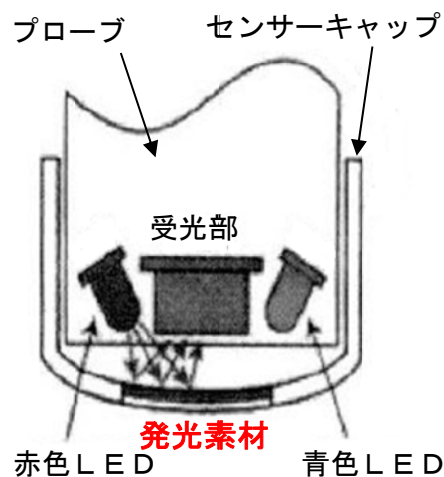


図 2-4 LDO 計の電極部

## 2.2 実証対象技術の仕様と性能

実証対象技術の仕様及び設計上の性能等を表 2-1 に示す。

表 2-1 実証対象技術の仕様及び性能等

| 項目          | 内容                                                                                               |
|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 性能          | 高度処理の水質濃度を比較参照して同等の処理ができ、かつ消費電力量を削減する。                                                           |
| サイズ (mm) ※1 | LDO 計電極 W 30 × D 30 × H 150<br>LDO 制御盤 W 400 × D 200 × H 1,000                                   |
| 重量 (kg) ※1  | LDO 電極 0.5 LDO 制御盤 50                                                                            |
| 前処理、後処理の必要性 | なし                                                                                               |
| 付帯設備        | 散気を停止する嫌気条件時に汚泥の沈降防止と効率的な微生物反応を促す攪拌装置が必要である。<br>ただし、汚泥が沈まない程度にばつ気量を調整することが可能なブローワーでは攪拌装置を必要としない。 |
| 実証対象機器耐用年数  | 約 10 年 (LDO 計の電極には、消耗品であるセンサーキャップがあり、劣化状況に応じた部品取替えが必要)                                           |

※1 装着する実証対象機器の大きさであり、排水処理場の大きさではない。

### 3. 試験実施場所の概要

#### 3.1 事業状況

実証は、処理方式や排水特性が異なる、4 ヵ所の排水処理場で行った。

##### （1）ビンフン下水処理場（A 下水処理場）

施設名：ビンフン下水処理場

所在地：ホーチミン市 ビンチャン区 ビンフン村 第 5 村落

処理方式：滞留時間短縮型活性汚泥法

稼働情報：最初沈殿池、活性汚泥槽、最終沈殿池、消毒槽から構成されており、最終沈殿池までの系列は 10 系列設置されている。水理的滞留時間が約 3 時間であり、標準的な活性汚泥法と比較して水理的滞留時間が短い下水処理場である。基本的な処理は 24 時間連続ばっ気で、ばっ気の散気方式は、散気筒を用いた片面ばっ気による巡回流式である。実証対象製品導入前の DO 濃度は第 2 活性汚泥槽で 5.0 mg/L 以上あり、過ばっ気であった。図 3-1 に A 下水処理場の処理フローを示す。

管理機関：ホーチミン市洪水対策プログラム管理センター

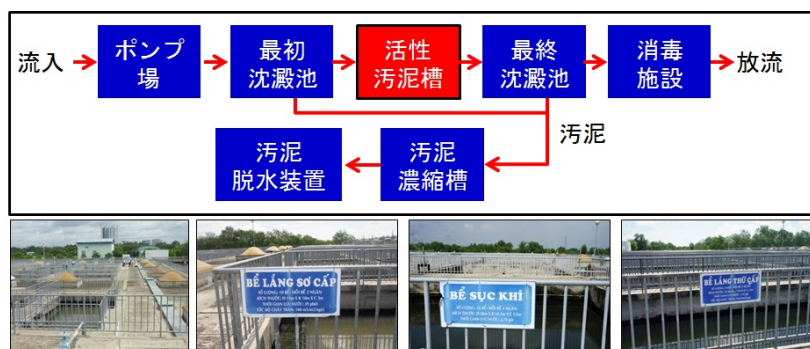


図 3-1 A 下水処理場のフロー図

##### （2）食品工場排水処理場（B 食品工場排水処理場）

施設名：食品工場排水処理場

所在地：メコンデルタ地方にある食品加工場内に設置された排水処理場

処理方式：長時間滞留型活性汚泥法

稼働情報<sup>※1</sup>：原水調整槽、活性汚泥槽、沈殿槽、消毒槽から構成されている。活性汚泥槽におけるばっ気の散気方式は、ディスクタイプ散気装置による全面ばっ気方式で、基本的な処理は 24 時間連続ばっ気である。水理的滞留時間が約 24 時間であり、標準的な活性汚泥法と比較して水理的滞留時間が長い排水処理場である。実証対象製品導入前の DO 濃度は概ね 1~3 mg/L 以上であった。

管理機関：民間企業

※1 民間の排水処理場のため、B 食品工場排水処理場の写真は非公開である。

### （３）ベカメックス工場排水処理場（Ｃ工場排水処理場）

施設名：ベカメックス工場排水処理場

所在地：ベカメックスが管理するビンズン省内の工業団地

処理方式：固定床式浸漬ろ床法

稼働情報：受水槽、原水調整槽、薬品注入混合槽、第1沈殿池、生物処理槽、第2沈殿槽、消毒槽から構成されている。生物処理槽では、固定化担体を充填した槽内をばっ気により、固定化担体表面上に増殖した好気性生物膜を利用して処理している。生物処理槽におけるばっ気の散気方式は、ディスクタイプ散気装置による全面ばっ気方式で、基本的な処理は24時間連続ばっ気である。実証対象製品導入前のDO濃度は負荷変動が大きく1～4 mg/L以上であった。図3-2にC工場排水処理場の処理フローと生物処理槽の状況を示す。

管理機関：ベカメックス IDC 会社

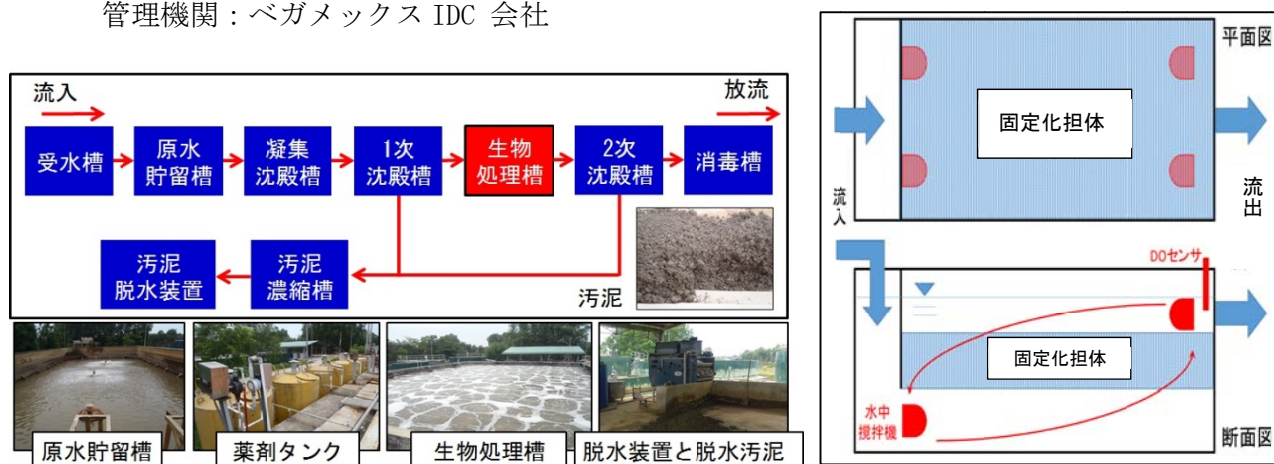


図3-2 C工場排水処理場のフロー図と生物処理槽の状況

### （４）トゥザウモット下水処理場（D下水処理場）

施設名：トゥザウモット下水処理場

所在地：ビンズン省 トゥザウモット市 フートー地区 リートゥーチョン通り

処理方式：連続流入型嫌気好気回分式活性汚泥法

稼働情報：受水槽、粗目スクリーン、細目スクリーン、沈砂池、回分式活性汚泥槽、消毒施設、安定化池から構成される。回分式活性汚泥槽は4系列で、ばっ気の散気方式は、ディスクタイプ散気装置による全面ばっ気方式である。処理フローや処理工程は図3-3に示すとおり、攪拌・ばっ気・沈殿・排水の4工程を自動運転で1日5回繰り返す。このとき、原水は常時流入する。処理工程は（図3-3の右図）、①攪拌24分間、②ばっ気72分間、③攪拌24分間、④ばっ気48分間、⑤沈殿53分間、⑥排水67分間の合計288分間である。回分式活性汚泥槽には、既設の省エネルギーシステムであるPID制御システム（DO値に応じて比例制御（P制御）、積分制御（I制御）、微分制御（D制御）の3種類で制御する）が導入され、ばっ気が管理されている。実証対象製品導入前のDO濃度は非ばっ気時概ね1 mg/L以下、ばっ気時3 mg/L以上であった。

管理機関：ビンズン上下水道公社

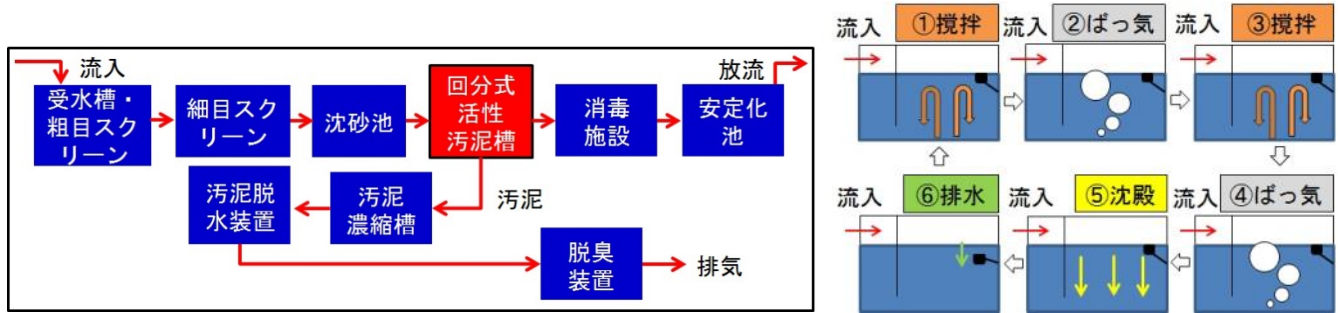


図 3-3 D 下水処理場のフロー図と回分式の処理工程

### 3.2 排水の状況

#### (1) 試験実施場所への原水

既存データを取得した期間の試験実施場所へ流入する原水の水質（中央値）と情報を表 3-1 に示す。

表 3-1 試験実施場所へ流入する原水

| 施設名         | 流入する原水の状況                                                                                                                                                                                                                               |
|-------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A 下水処理場     | 生活系排水を処理する大規模下水処理場である。処理計画水量は 141,000 m <sup>3</sup> /日であり、処理対象人員は約 43 万人である。原水水質は、BOD 66 mg/L、T-N 25.6 mg/L、T-P 2.69 mg/L である。                                                                                                         |
| B 食品工場排水処理場 | ベトナム国南部のメコンデルタ地方にある食品工場の排水が流入する処理場である。民間の所有であることから詳細は非公開である。原水水質は、BOD 667 mg/L、T-N 144 mg/L、T-P 15.72 mg/L である。                                                                                                                         |
| C 工場排水処理場   | 政府系開発投資会社ベカメックスが管理するビンズン省内の工業団地に設置された工場排水を処理する排水処理場であり、処理計画水量は 4,000 m <sup>3</sup> /日である。原水は、原水調整槽にて均一化された後に、薬品注入混合槽で PAC や高分子凝集剤により、化学物質や重金属を凝集沈殿させている。一部にメラミン合成樹脂製造工場からの排水が含まれる。原水水質は、BOD 24.5 mg/L、T-N 18.5 mg/L、T-P 1.62 mg/L である。 |
| D 下水処理場     | ビンズン省の省都トゥザウモット市の市街地（約 668ha）から排出される生活系排水を処理対象とする分流式下水道の処理施設である。処理計画水量は 17,000 m <sup>3</sup> /日である。原水水質は、BOD 99.9 mg/L、T-N 38.3 mg/L、T-P 2.85 mg/L である。                                                                                |

#### (2) 試験実施場所の処理水質

試験実施場所の処理水質を表 3-2 に示す。なお、A、C、D 処理場は実証対象製品の導入前、B 処理場は導入直後の処理水質である。

表 3-2 試験実施場所の処理水質（中央値）

| 施設名         | BOD (mg/L) | 全窒素 (mg/L) | 全リン (mg/L) |
|-------------|------------|------------|------------|
| A 下水処理場     | 6.4        | 13.8       | 0.7        |
| B 食品工場排水処理場 | 7.0        | 5.3        | 6.6        |
| C 工場排水処理場   | 17.1       | 23.6       | 0.6        |
| D 下水処理場     | 3.8        | 4.7        | 1.4        |

### 3.3 実証対象製品の配置

処理系列内に生物処理槽が 1 槽である処理場では、LD0 計の電極を生物処理槽に設置し、複数の生物処理槽を有している処理場では、LD0 計の電極を生物処理槽の最終槽に設置した。また、ブローアを制御する制御盤を処理場内に設置した。

A 下水処理場と D 下水処理場は処理系列を複数有しており、その一部の処理系列の生物処理槽に実証対象製品を導入した。B 食品工場排水処理場と C 工場排水処理場は、処理系列が 1 系列であるため、処理系列内の生物処理槽に設置した。

各処理場の LD0 計電極と制御盤の設置状況を図 3-4～7 に示す。



図 3-4 A 下水処理場における実証対象製品の設置の概要と状況

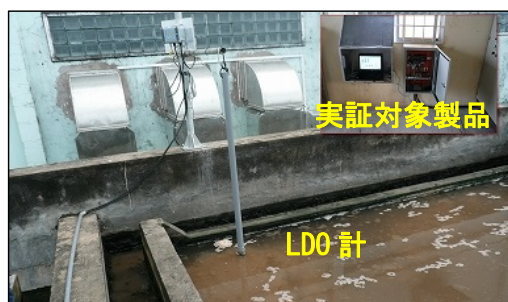


図 3-5 B 食品工場排水処理場における LD0 計と実証対象製品の設置状況

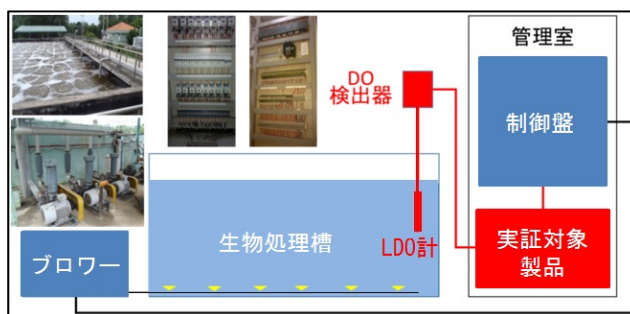


図 3-6 C 工場排水処理場における実証対象製品の設置の概要と状況



図 3-7 D 下水処理場における LD0 計の設置状況

## 4. 既存データの検証による実証

### 4.1 実証のスケジュール

実証の全スケジュールは図 4-1 のとおりである。なお、既存データの入手は実証計画の策定と並行して進めた。

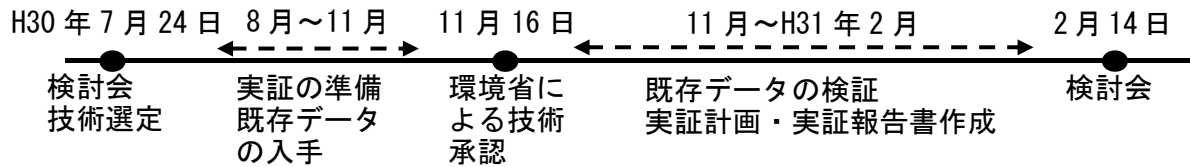


図 4-1 実証のスケジュール

### 4.2 既存データの検証

実証申請者は、既存データを有しており、これを用いた実証とすることが可能かを検証した。表 4-1 に確認した結果を示す。確認は、実証申請者の協力のもと既存データを作成した試験機関に情報提供を促し、守秘義務を遵守し実施した。

既存データは、2016 年 7 月～2018 年 2 月に取得されていた。A 下水処理場、B 食品工場排水処理場、C 工場排水処理場は、ベトナム国天然資源環境省の国家認証 VIMCERTS を取得しているベトナム国農業農村開発省傘下「南部灌漑計画研究所」にて測定を実施しており、D 下水処理場は科学技術省・認可局からベトナム研究機関認定制度 Vilas (Vietnam Laboratory Accreditation Scheme) の認証を受けている国営企業・工業発展投資会社傘下「ビンズン上下水道公社」にて測定を実施していた。

VIMCERTS はベトナム国における環境モニタリングサービスを提供する環境管理機関及び組織に適用される規格であり、分析手順・精度管理・校正手順が規定され、環境モニタリングサービスを実施する上で十分な技術・能力が備わっていることを証明するものである。Vilas は、ベトナム国における認証制度であり、ISO/IEC 17025 に準拠している。南部灌漑計画研究所、ビンズン上下水道公社の両試験機関ともにこれらの手順に従い実施していることを確認した。

以上のことから、既存データは適切な試験機関により十分な品質管理体制の下で作成された試験データであり、いずれも実証データとして採用可能であると判断した。

表 4-1 既存データの確認結果

| 分類                  | 確認項目              | 確認・検証結果                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 基本的事項               | 試験機関の概要           | ビンズン上下水道公社は、ベトナム研究機関認定制度 Vilas の認証を受けている。Vilas は、ベトナム国における認証制度であり、試験及び校正機関の評価基準は ISO/IEC 17025 に準拠している。南部灌漑計画研究所は、天然資源環境省の国家認証 VIMCERTS を取得している。VIMCERTS は、環境モニタリングサービスを提供する環境管理機関及び組織に適用される規格であり、環境モニタリングサービスを実施する上で能力が備わっていることを証明するものである。この規格では、分析手順・精度管理・校正手順が規定されている。<br>両試験機関ともにこれらの手順に従い実施していることを確認した。 |
|                     | 試験機関の品質管理体制・手順の整備 | Vilas は ISO/IEC 17025 に準拠している。VIMCERTS の規定には、分析や精度管理、使用する測定機器の校正についての手順が定められている。両試験機関ともに各項目の分析は定められた手順により実施され、品質管理が実施されていることを確認した。                                                                                                                                                                           |
| 測定の手順と生成された既存データの状況 | 既存データの取得          | 既存データは、ISO/IEC 17025 に準拠した Vilas 及び VIMCERTS の規格に基づいた手順で生成されていることを確認した。                                                                                                                                                                                                                                      |
|                     | 測定方法              | 水質分析は ISO に準拠しているベトナム国の公定法である TCVN に則って分析されていることを確認した。<br>電力量測定は、積算電力計を用いた測定とブロワーの稼働時間から算出していることを確認した。                                                                                                                                                                                                       |
|                     | 精度管理              | BOD は毎分析時にブランク及び標準による測定値の確認を実施していた。全窒素、全リンは全試料の 10% 程度の試料に対し、二重測定を実施していた。<br>電力量は計測誤差±1.0%F.S.※1の積算電力計を用いていた。<br>併せて、現地の写真や分析野帳を確認した。                                                                                                                                                                        |
| 公平性                 | 実証申請者との利害関係       | 実証対象技術は、実証申請者が独自に研究・開発した技術であり、実証申請者と試験機関は利害関係にないことを確認した。                                                                                                                                                                                                                                                     |

※1 F.S. : Full scale の略であり、測定範囲の幅を示す。

### 4.3 実証項目

#### （１）実証項目の設定と結果

実証では、処理水質に注視して、電力量の削減効果を確認した。

処理水質では、一般的に高度処理で得られる BOD と全窒素、全リンの水質濃度（比較参照値）を比較参照して、同等の処理水質が得られるかを確認した。確認に用いた処理水質は既存データを取得した期間の中央値を用いた。

電力量の削減では、排水処理で使われるばっ気装置の消費電力量の削減率を確認した。電力量の測定は、処理場によって異なり、次のとおりである。A 下水処理場、B 食品工場排水処理場はばっ気風量が一定であるため、ばっ気の稼働と非稼働時間（電磁弁の開閉時間）から推算した。C 工場排水処理場は試験実施場所の要望、D 下水処理場は対象系列のばっ気風量が一定ではないため、積算電力計から消費電力量を算出した。

電力量削減率は、A 下水処理場と B 食品工場排水処理場、D 下水処理場では既存データを取得した期間の平均値を用いた。C 工場排水処理場では処理場内に複数の系列がないことから、実証対象製品の非稼働時と稼働時の消費電力量を比較した。表 4-2 に各処理場での消費電力量の測定可能な方法を整理した。

表 4-2 各処理場における消費電力量が測定可能な方法※1

| 方法    | A 下水処理場 | B 食品工場排水処理場 | C 工場排水処理場 | D 下水処理場 |
|-------|---------|-------------|-----------|---------|
| 積算電力計 | —       | —           | ◎         | ◎       |
| ばっ気時間 | ◎       | ◎           | ○         | —       |

※1 実証として採用した方法を二重丸で示す。

A 下水処理場では、導入した系列の処理水は BOD 7.3 mg/L、全窒素 12.2 mg/L、全リン 0.75 mg/L であった。BOD と全リンは比較参照値を下回っていたが、全窒素は若干超えていた。この理由として、A 下水処理場では流入変動が激しいこと、原水の BOD/全窒素比が 2.6（BOD 濃度 66 mg/L、全窒素濃度 25.6 mg/L）と脱窒に必要な有機物（BOD）が不足していたこと、滞留時間が短く硝化・脱窒反応に必要な時間が十分に確保できなかったことが原因として考えられる。また、A 下水処理場の電力量削減率は、43.3%であった。

B 食品工場排水処理場では、導入した系列の処理水は BOD 8.8 mg/L、全窒素 7.5 mg/L、全リン 2.03 mg/L であった。BOD と全窒素は比較参照値を下回っていたが、全リンは比較参照値を超えていた。これは、原水のリン濃度が相対的に高いことが考えられるが、濃度は 87%（原水 15.72 mg/L、処理水 2.03 mg/L）低減した。また、B 食品工場排水処理場の電力量削減率は、57.5%であった。

C 工場排水処理場では、導入した系列の処理水は BOD 5.8 mg/L、全窒素 22.4 mg/L、全リン 0.49 mg/L であり、BOD と全リンは比較参照値を下回っていた。全窒素は原水濃度と処理水質に変化は見られず、比較参照値を超えていた。この理由に、メラミン合成樹脂製造工場の排水が流入していることが確認されており、窒素除去機構である硝化反応を阻害する物質が混入していた可能性が考えられる。また、C 工場排水処理場の電力量削減率は、50.0%であった。

D 下水処理場では、導入した系列の処理水は BOD 1.8 mg/L、全窒素 4 mg/L、全リン 0.40

mg/L であり、全ての項目で比較参照値を下回っていた。また、D 下水処理場の電力量削減率は、13.9%であった。

処理水質の所見に係る各処理場における原水の BOD と全窒素の比は、表 4-3 に示したとおりである。

これらの結果を表 4-4 にまとめた。各処理場における導入系列へ流入する原水と導入系列における処理水質の経時変化図と箱型図を図 4-2～5 に、各処理場における電力量削減率の結果を図 4-6 に示す。

表 4-3 各処理場における原水の BOD と全窒素の比

| 施設名                         | BOD 濃度 (mg/L) | T-N 濃度 (mg/L) | BOD/T-N 比 |
|-----------------------------|---------------|---------------|-----------|
| A 下水処理場                     | 66            | 25.6          | 2.6       |
| B 食品工場排水処理場                 | 667           | 144           | 4.6       |
| C 工場排水処理場 <sup>※1</sup>     | 24.5          | 18.5          | 1.3       |
| D 下水処理場                     | 99.9          | 38.3          | 2.6       |
| 標準活性汚泥法 <sup>※2</sup>       | 120           | 36            | 3.3       |
| オキシデーションディッチ法 <sup>※2</sup> | 200           | 35            | 5.7       |

※1 窒素が処理されていないことから、硝化を阻害する物質が混入していた可能性がある。

※2 参考として、日本における下水道の設計指針値（標準活性汚泥法は最初沈殿池後のばっ気槽への流入水の値、オキシデーションディッチ法は、最初沈殿池がない構造で反応タンクへの流入水の値）を示す。（出典：下水道施設計画・設計指針と解説 後編 2009 年版）

表 4-4 処理水質と電力量削減率の結果※1

| 排水処理の種類と施設名             |             | 処理水質 (mg/L)                     |                                             | 電力量<br>削減率※4 (%) |
|-------------------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------------|------------------|
|                         |             | 結果<br>(中央値)                     | 比較参照値※2                                     | 結果               |
| 滞留時間短縮型活性汚泥法            | A 下水処理場     | BOD 7.3<br>T-N 12.2<br>T-P 0.75 | BOD 10<br>以下<br>T-N 10<br>以下<br>T-P 1<br>以下 | 43.3             |
| 長時間滞留型活性汚泥法             | B 食品工場排水処理場 | BOD 8.8<br>T-N 7.5<br>T-P 2.03  |                                             | 57.5             |
| 固定床式浸漬ろ床法               | C 工場排水処理場   | BOD 5.8<br>T-N 22.4<br>T-P 0.49 |                                             | 50.0             |
| 連続流入型嫌気好気回分式<br>活性汚泥法※3 | D 下水処理場     | BOD 1.8<br>T-N 4<br>T-P 0.40    |                                             | 13.9             |

※1 外れ値を含む結果を示した。

※2 比較参照値は、一般的な高度処理で得られる水質濃度とした。

※3 PID 制御システムが導入されている処理場である。

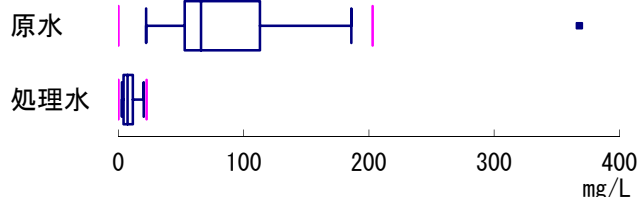
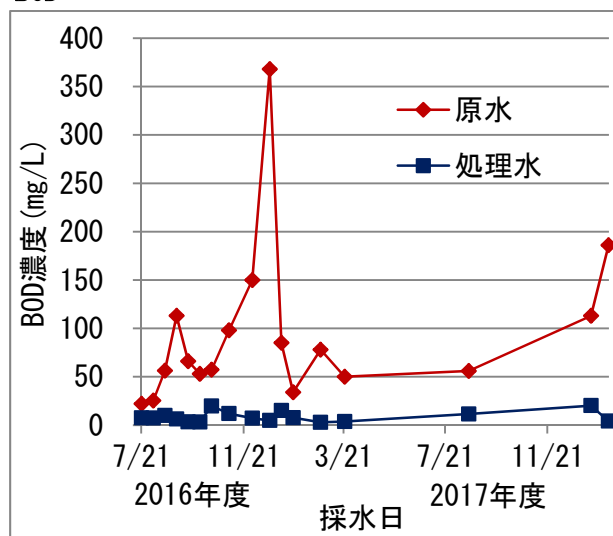
※4 電力量削減率の算出式は以下のとおり、A 下水処理場と B 食品工場排水処理場は算出式（1）、C 工場排水処理場は算出式（2）、D 下水処理場は算出式（3）を用いた。

$$\text{電力量削減率 (\%)} = \frac{\text{ばっ気の非稼働時間}}{\text{ばっ気の稼働時間} + \text{非稼働時間}} \times 100 \quad \dots (1)$$

$$\text{電力量削減率 (\%)} = \frac{(\text{非稼働時の消費電力量}) - (\text{稼働時の消費電力量})}{\text{非稼働時の消費電力量}} \times 100 \quad \dots (2)$$

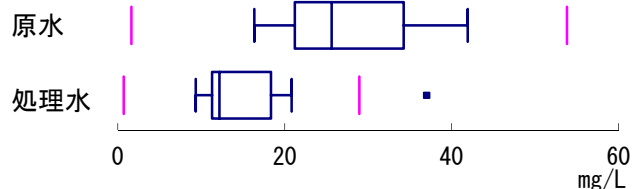
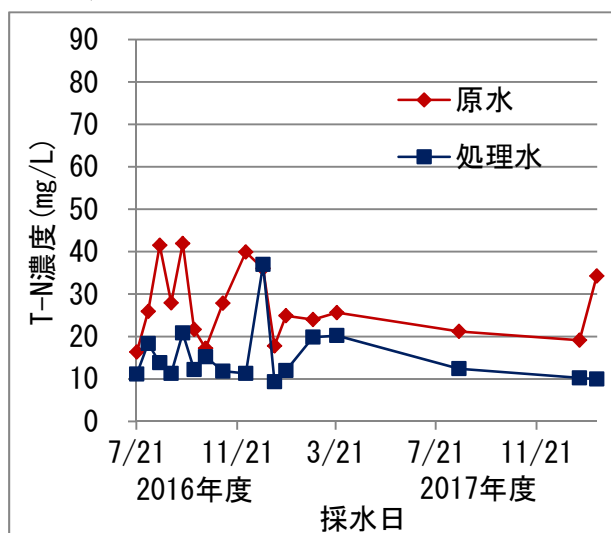
$$\text{電力量削減率 (\%)} = \frac{(\text{非導入系列の消費電力量}) - (\text{導入系列の消費電力量})}{\text{非導入系列の消費電力量}} \times 100 \quad \dots (3)$$

# BOD



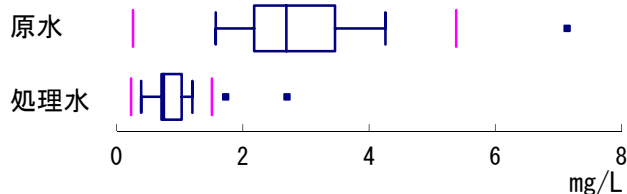
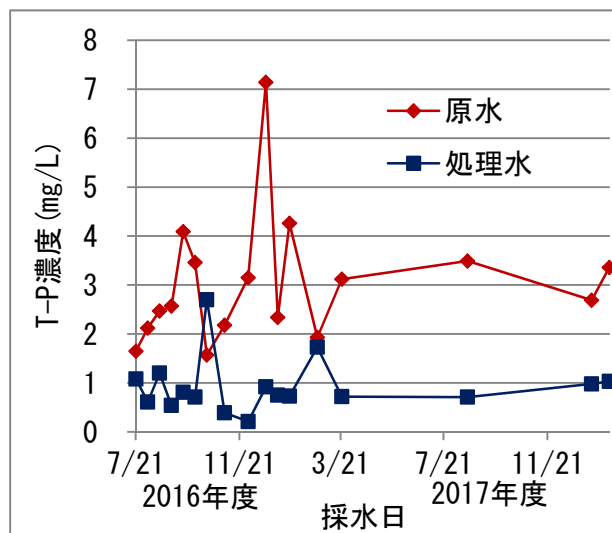
|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 94.8 |
|     | 最大値 | 368  |
|     | 最小値 | 22.1 |
|     | 中央値 | 66   |
| 処理水 | 平均値 | 8.6  |
|     | 最大値 | 20.2 |
|     | 最小値 | 2.9  |
|     | 中央値 | 7.3  |

# 全窒素



|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 27.2 |
|     | 最大値 | 41.9 |
|     | 最小値 | 16.4 |
|     | 中央値 | 25.6 |
| 処理水 | 平均値 | 15.1 |
|     | 最大値 | 37.0 |
|     | 最小値 | 9.3  |
|     | 中央値 | 12.2 |

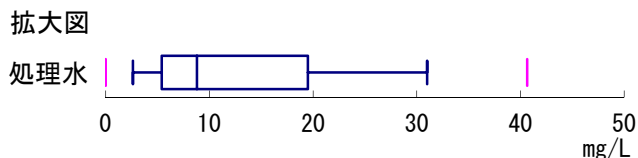
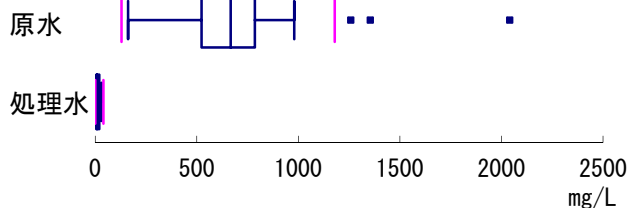
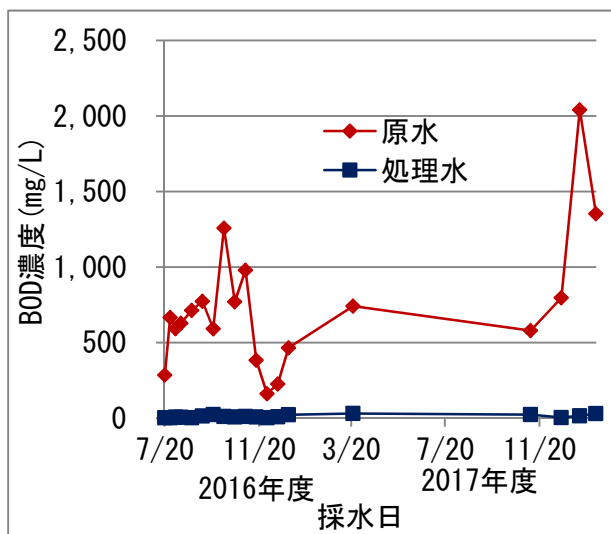
# 全リン



|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 3.03 |
|     | 最大値 | 7.14 |
|     | 最小値 | 1.57 |
|     | 中央値 | 2.69 |
| 処理水 | 平均値 | 0.93 |
|     | 最大値 | 2.70 |
|     | 最小値 | 0.21 |
|     | 中央値 | 0.75 |

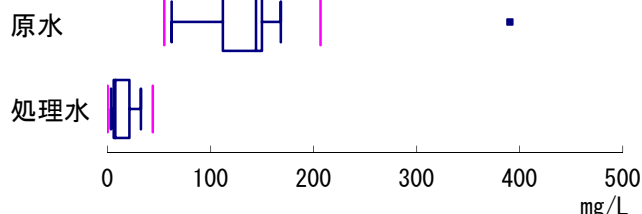
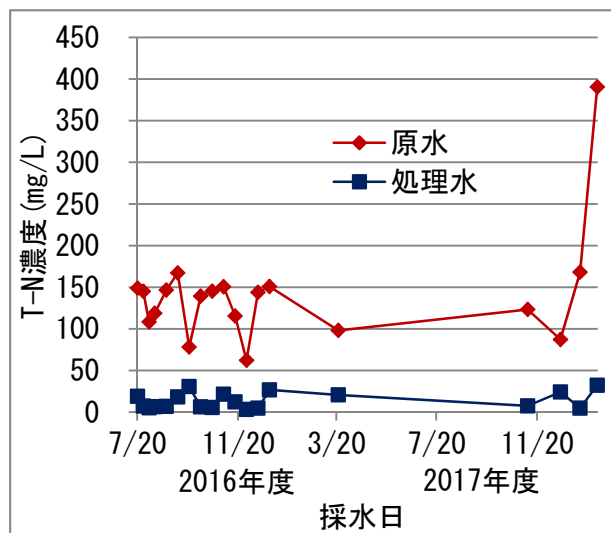
図 4-2 A 下水処理場における目標水質の経時変化図と箱型図

# BOD



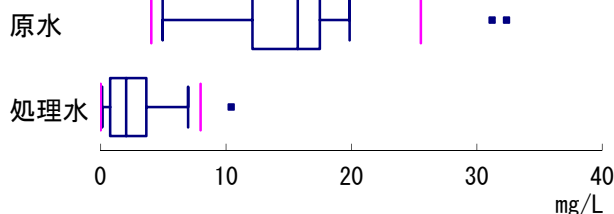
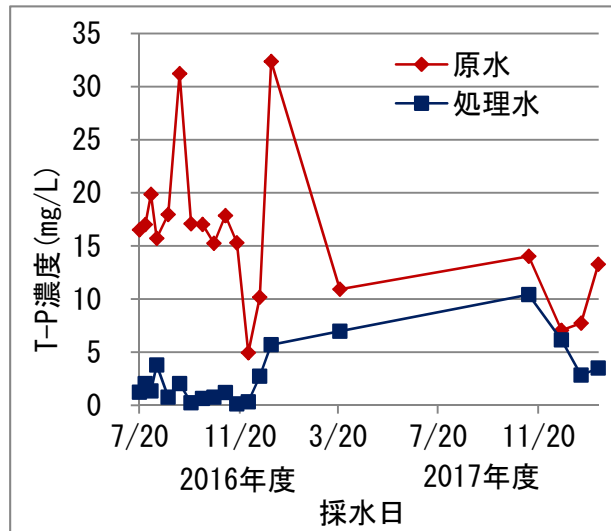
|    |     |      |     |     |      |
|----|-----|------|-----|-----|------|
| 原水 | 平均値 | 738  | 処理水 | 平均値 | 12.7 |
|    | 最大値 | 2041 |     | 最大値 | 31.0 |
|    | 最小値 | 162  |     | 最小値 | 2.6  |
|    | 中央値 | 667  |     | 中央値 | 8.8  |

# 全窒素



|     |     |       |
|-----|-----|-------|
| 原水  | 平均値 | 141   |
|     | 最大値 | 390.5 |
|     | 最小値 | 62.2  |
|     | 中央値 | 144   |
| 処理水 | 平均値 | 13.9  |
|     | 最大値 | 32.3  |
|     | 最小値 | 3.2   |
|     | 中央値 | 7.5   |

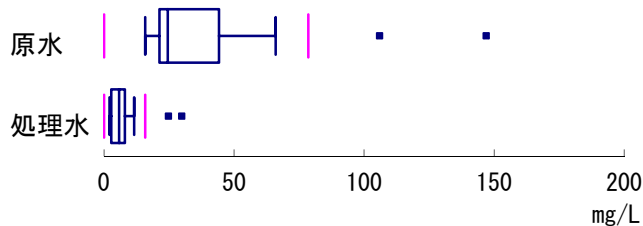
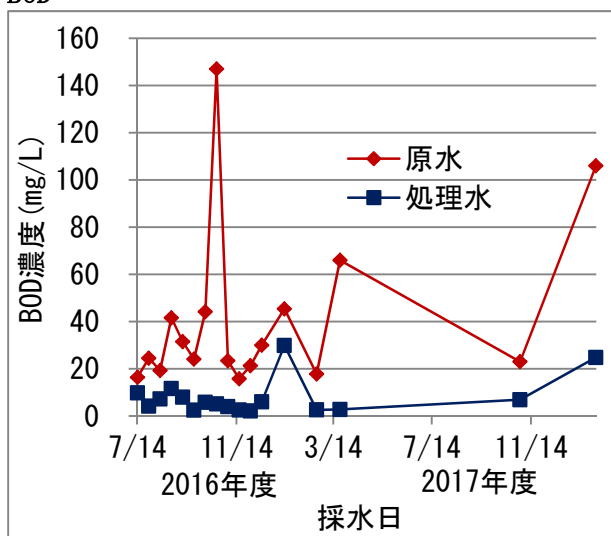
# 全リン



|     |     |       |
|-----|-----|-------|
| 原水  | 平均値 | 15.86 |
|     | 最大値 | 32.37 |
|     | 最小値 | 4.94  |
|     | 中央値 | 15.72 |
| 処理水 | 平均値 | 2.77  |
|     | 最大値 | 10.41 |
|     | 最小値 | 0.12  |
|     | 中央値 | 2.03  |

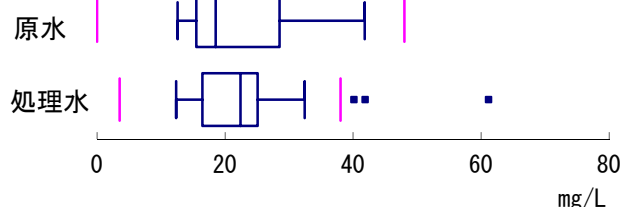
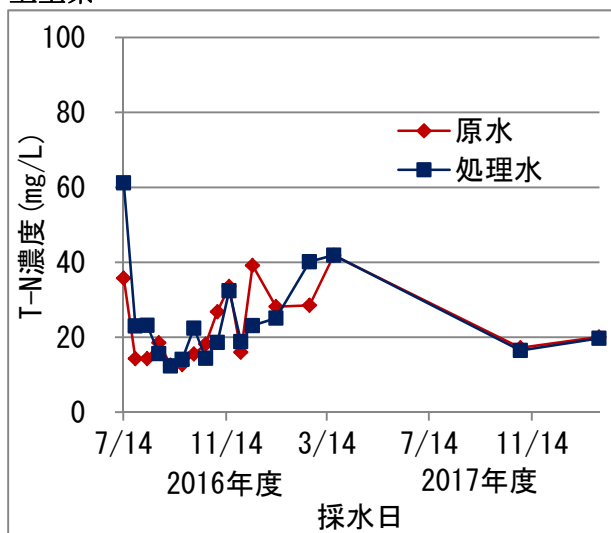
図 4-3 B 食品工場排水処理場における目標水質の経時変化図と箱型図

# BOD



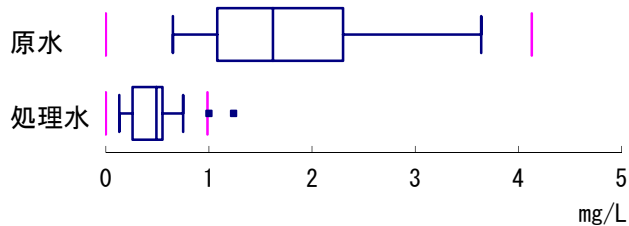
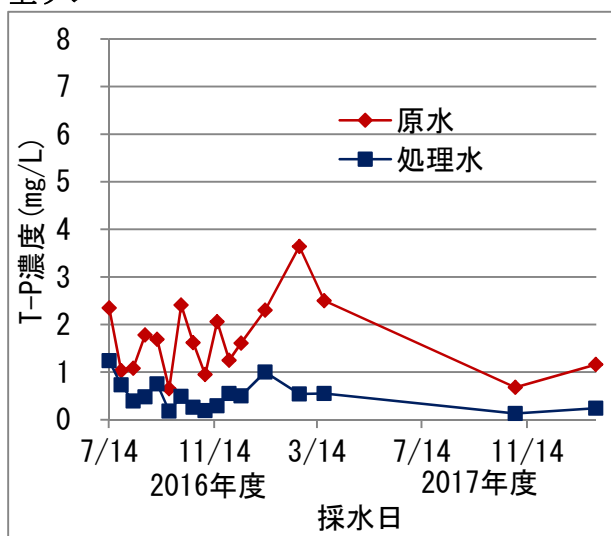
|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 41.0 |
|     | 最大値 | 147  |
|     | 最小値 | 15.8 |
|     | 中央値 | 24.5 |
| 処理水 | 平均値 | 8.0  |
|     | 最大値 | 29.9 |
|     | 最小値 | 2.1  |
|     | 中央値 | 5.8  |

# 全窒素



|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 23.1 |
|     | 最大値 | 41.8 |
|     | 最小値 | 12.6 |
|     | 中央値 | 18.5 |
| 処理水 | 平均値 | 24.9 |
|     | 最大値 | 61.2 |
|     | 最小値 | 12.4 |
|     | 中央値 | 22.4 |

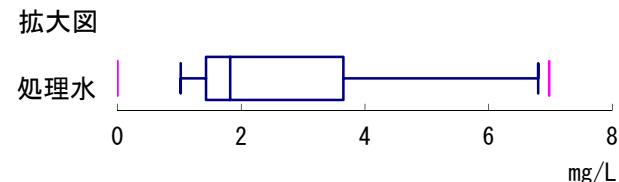
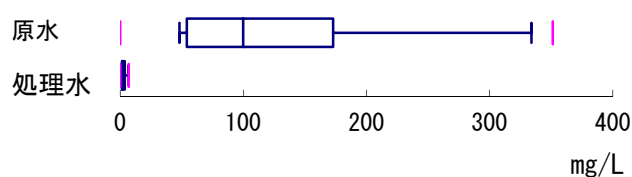
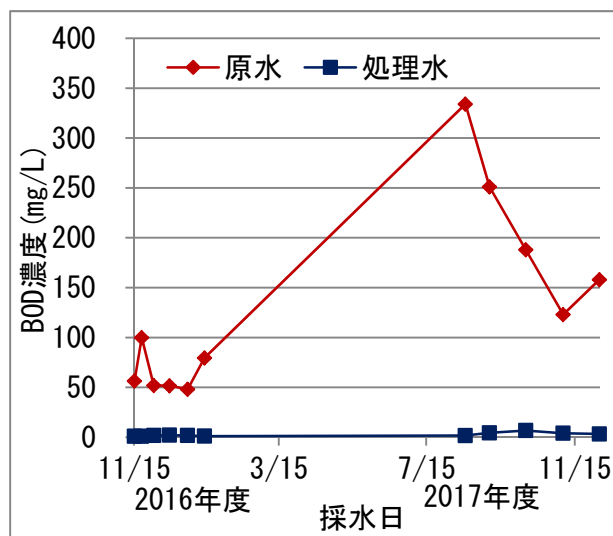
# 全リン



|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 1.69 |
|     | 最大値 | 3.64 |
|     | 最小値 | 0.65 |
|     | 中央値 | 1.62 |
| 処理水 | 平均値 | 0.50 |
|     | 最大値 | 1.24 |
|     | 最小値 | 0.13 |
|     | 中央値 | 0.49 |

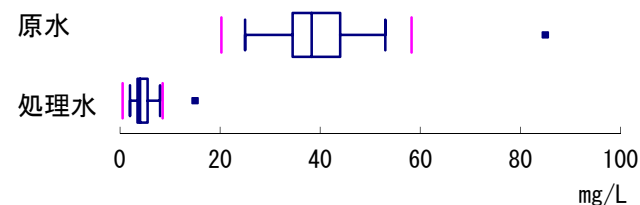
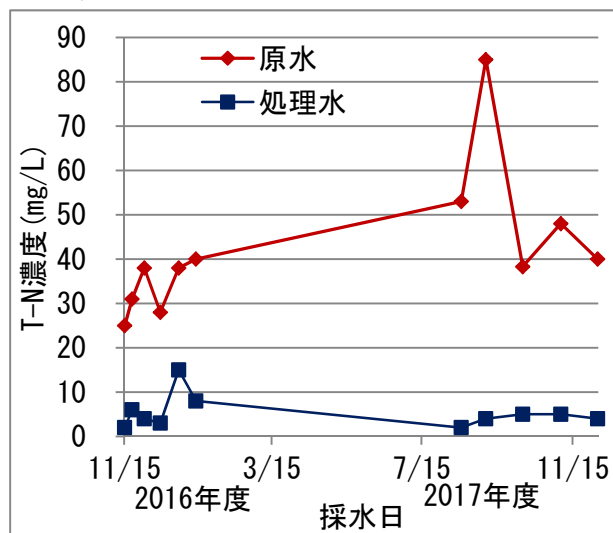
図 4-4 C工場排水処理場における目標水質の経時変化図と箱型図

## BOD



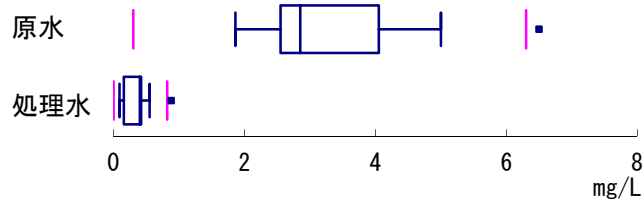
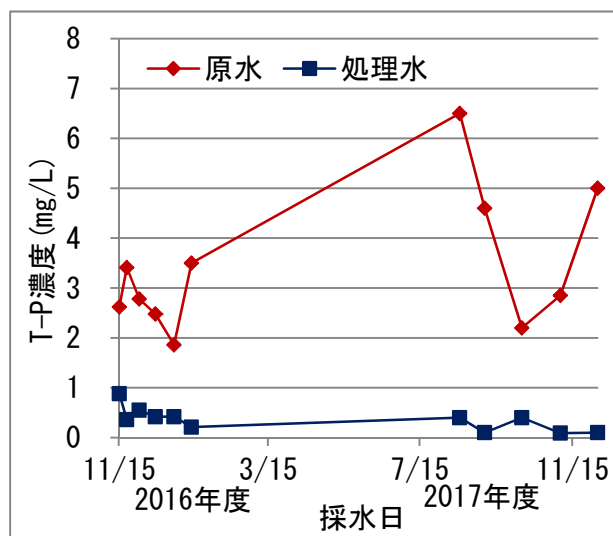
|    |     |      |     |     |     |
|----|-----|------|-----|-----|-----|
| 原水 | 平均値 | 131  | 処理水 | 平均値 | 2.7 |
|    | 最大値 | 334  |     | 最大値 | 6.8 |
|    | 最小値 | 48.1 |     | 最小値 | 1.0 |
|    | 中央値 | 99.9 |     | 中央値 | 1.8 |

## 全窒素



|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 42.2 |
|     | 最大値 | 85   |
|     | 最小値 | 25   |
|     | 中央値 | 38.3 |
| 処理水 | 平均値 | 5.3  |
|     | 最大値 | 15   |
|     | 最小値 | 2    |
|     | 中央値 | 4    |

## 全リン



|     |     |      |
|-----|-----|------|
| 原水  | 平均値 | 3.44 |
|     | 最大値 | 6.50 |
|     | 最小値 | 1.86 |
|     | 中央値 | 2.85 |
| 処理水 | 平均値 | 0.36 |
|     | 最大値 | 0.88 |
|     | 最小値 | 0.09 |
|     | 中央値 | 0.40 |

図 4-5 D 下水処理場における目標水質の経時変化図と箱型図

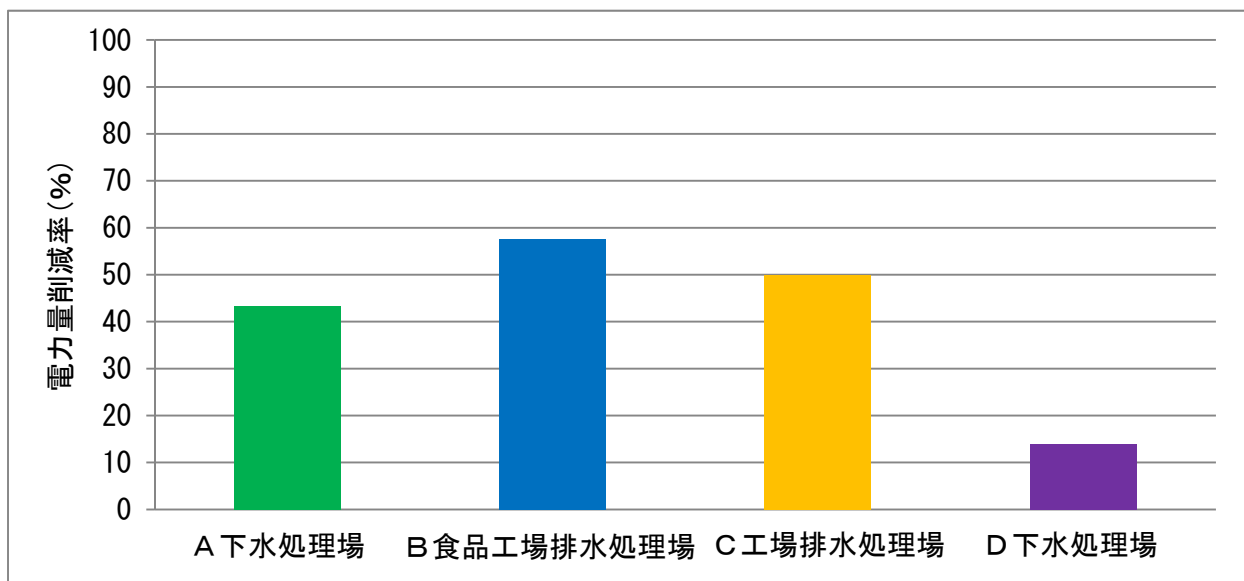
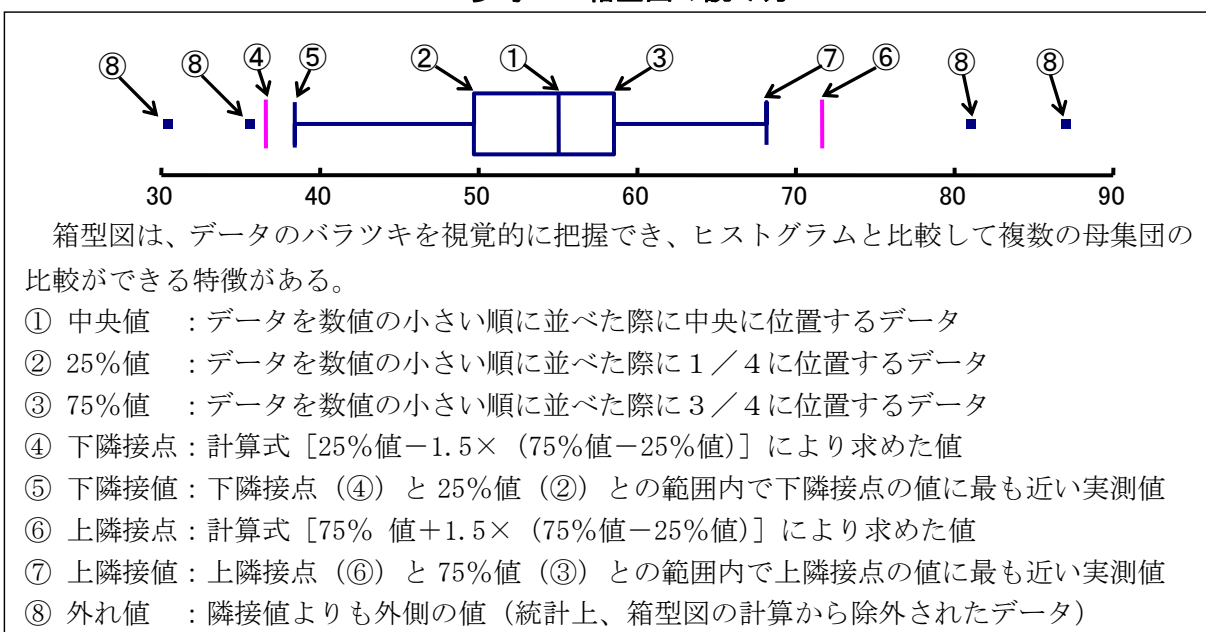


図 4-6 各処理場の電力量削減率の結果

#### 《参考》 箱型図の読み方



#### 4.4 監視項目

監視項目は、流入する原水量、処理水の概観、水温とばっ気時間とした。

##### （１）流入する原水量

各処理場に流入する一日あたりの全ての原水量を表 4-5 に、平均原水量の推移を図 4-7 に示す。

表中の値は、A 下水処理場と D 下水処理場は 2016 年の年間平均値、B 食品工場排水処理場は 2016 年 7 月～2017 年 1 月、2017 年 7 月～9 月と 2018 年 1 月の平均値、C 工場排水処理場は 2016 年 7 月～12 月、2017 年 6 月～12 月と 2018 年 1 月～2 月の平均値である。

表 4-5 試験実施場所における全原水量と実証した系列の原水量（1 日あたり）

| 施設名         | 処理能力<br>( $\text{m}^3/\text{日}$ ) | 平均原水量<br>( $\text{m}^3/\text{日}$ ) | 処理槽の<br>系列数 | 1 系列の平均原水量<br>( $\text{m}^3/\text{日}$ ) |
|-------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------------------|
| A 下水処理場     | 141,000                           | 120,014                            | 10          | 12,001                                  |
| B 食品工場排水処理場 | 200                               | 176                                | 1           | 176                                     |
| C 工場排水処理場   | 4,000                             | 2,969                              | 1           | 2,969                                   |
| D 下水処理場     | 17,000                            | 10,839                             | 4           | 2,710                                   |

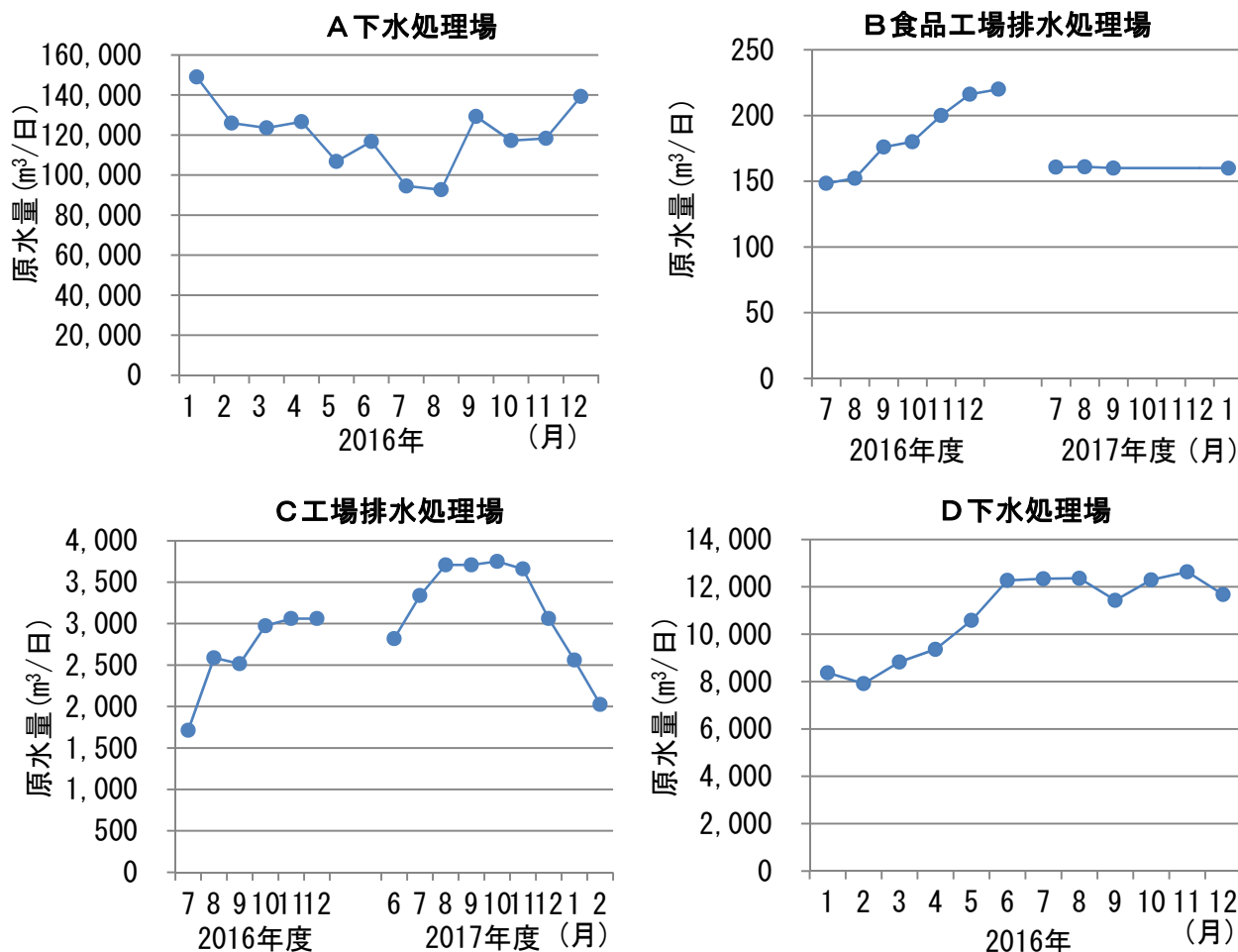


図 4-7 各処理場における平均原水量の推移

## （２）処理水の概観

処理水の概観として、既存データを取得した期間における各処理場の処理水における透視度、濁度の情報を表 4-6 に示す。各処理場の処理水は、濁りが少ない処理水が得られていたことを確認した。

表 4-6 処理水の概観

| 施設名           | 処理水の概観                                                                                                                 |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| A 下水処理場       | 透視度は、原水では 10 度を下回っていたが、処理水で約 90 度まで改善していた。平均濁度は原水で 155 度、処理水は 9.5 度であった。                                               |
| B 食品工場排水処理場※1 | 透視度は、原水では 10 度を下回っていたが、処理水で 40 度を上回っていた。                                                                               |
| C 工場排水処理場     | 透視度は、原水では 20 度を下回っていたが、処理水は 60 度を上回っていた。また、平均濁度は原水で 74 度、処理水は 6.1 度であった。                                               |
| D 下水処理場       | 透視度は、原水では 4 度を下回っていたが、処理水は約 90 度まで改善していた。平均濁度は原水で 318 度であったが、処理水では 1.7 度であった。平均色度は原水で 400 度を上回っていたが、処理水は 30 度まで改善していた。 |

※1 原水及び処理水の濁度は測定していない。

## （３）水温

既存データを取得した期間における各処理場の水温に関する情報を表 4-7 に示す。なお、水温は、採水時に現場においてサーミスタ温度計を用いて測定した。

表 4-7 各処理場の平均水温

| 施設名         | 平均水温（℃） |
|-------------|---------|
| A 下水処理場     | 30.0    |
| B 食品工場排水処理場 | 29.9    |
| C 工場排水処理場   | 30.0    |
| D 下水処理場     | 29.4    |

## （４）ばっ気時間

既存データを取得した期間における各処理場の一日あたりの平均ばっ気時間に関する情報を表 4-8 に示す。なお、表中の「基本的な処理のばっ気時間」とは、実証対象製品導入前、または対象となる非導入系列のばっ気時間を示す。

表 4-8 各処理場の一日あたりの平均ばっ気時間

| 施設名         | 平均ばっ気時間                            | 基本的な処理のばっ気時間                      |
|-------------|------------------------------------|-----------------------------------|
| A 下水処理場     | 13.6 時間                            | 24 時間                             |
| B 食品工場排水処理場 | 10.2 時間                            | 24 時間                             |
| C 工場排水処理場   | 6.2 時間                             | 24 時間                             |
| D 下水処理場※1   | 7.1 時間（2016 年度）<br>6.5 時間（2017 年度） | 10 時間（2016 年度）<br>8.3 時間（2017 年度） |

※1 実証対象製品による結果に基づき、非導入系列の 1 サイクルあたりの運転をばっ気時間 120 分間と攪拌時間 48 分間（2016 年度）から、ばっ気時間 100 分間と攪拌時間 68 分間（2017 年度）に変更した。

#### 4.5 運転及び維持管理項目

##### （１）運転及び維持管理項目の設定と結果

設定した運転及び維持管理項目とその結果を表 4－9 に示す。

表 4－9 運転及び維持管理項目と結果

| 分類         | 運転及び維持管理項目               | 結果                                                                                                                           |
|------------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 環境影響       | 廃棄物発生量と汚泥発生量             | 実証対象製品の処理過程で新たな廃棄物の発生はなかった。<br>汚泥発生量は、従来の処理方式と同程度発生する。また、発生した汚泥の処理は設置場所の指示に従う。                                               |
|            | 騒音                       | 実証対象製品は、ブロワーの稼働を制御する装置であるため、装置そのものから騒音は発生しない。最適化した制御によりブロワーの稼働時間が短くなることが期待されるため、ブロワーの発生音が低減できる効果が期待できる。                      |
|            | におい                      | 実証対象製品が制御システムであるため、本項は対象外とした。ただし、実証対象製品の導入により、排水処理に不具合が生じて、悪臭が発生した例は、試験データからその可能性はみられず、悪臭に関するクレームの発生もなかった。                   |
|            | 実証対象製品の設置前後の状況           | 実証対象製品は、自動的にブロワーの稼働を制御するため、操作性等に関して変化はなかった。                                                                                  |
| 使用資源       | 薬品・薬剤使用量                 | 本実証では使用していない。                                                                                                                |
| 運転及び維持管理性能 | 実証対象製品運転及び維持管理に必要な人員数と技能 | 運転については、必要な DO の算出とブロワーの稼働制御に関しては全て自動で行われるため、ユーザーは特別な作業は必要ない。<br>維持管理については、LDO 計の先端部の拭き取り管理が必要である。ただし、自動洗浄方式を設置している場合は不要となる。 |
|            | 実証対象製品の信頼性               | 既存データを取得した期間において、実証対象製品に関わるトラブルは発生しなかった。                                                                                     |
|            | トラブルからの復帰方法              | 本体に関わるトラブルは、メーカー（実証申請者）に連絡する。                                                                                                |
|            | 運転及び維持管理マニュアルの評価         | マニュアルはユーザーが理解しやすい内容であった。                                                                                                     |

## 4.6 その他の項目

### （１）採取方法等

各処理場での採水は、グラブ採水（紐付き容器や角型柄杓）であることを確認した。

消費電力量は、ばっ気の稼働時間と非稼働時間から推算する方法と積算電力計で測定する方法で取得していた。ばっ気の稼働時間と非稼働時間は、実証対象製品に接続されたコンピューターに 1 分毎に随時記録されていた。積算電力計による測定の様子を資料編 42 頁に示した。

### （２）分析機器・分析手法及び分析スケジュール

既存データ取得時の分析手法及び分析スケジュールを表 4-10 に示す。分析手法は各項目とも ISO に準拠した方法であると共に、日本国内の公定法に準拠した方法や測定原理が同じ方法であることを確認した。分析に用いた機器の写真を資料編 42 頁に示した。

表 4-10 分析手法及び分析スケジュール

| 分析項目             | 分析方法                                                 | 分析スケジュール                  |
|------------------|------------------------------------------------------|---------------------------|
| 生物化学的酸素要求量 (BOD) | TCVN 6001-1:2008 <sup>※1</sup><br>(ISO 5815-1:2003)  | 採水当日に分析、もしくは<br>冷蔵後、翌日に分析 |
| 全窒素 (T-N)        | TCVN 6624-1:2000 <sup>※1</sup><br>(ISO 11905-1:1997) |                           |
| 全リン (T-P)        | TCVN 6202:1996 <sup>※1</sup><br>(ISO 6878-1:1986)    |                           |

※1 TCVN：ベトナム国家基準

## 4.7 異常値についての報告

既存データを取得した期間において、実証対象製品に関わるトラブルは発生せず、異常値はなかった。

#### 4.8 結果のまとめ（総括：実証結果から見た実証対象技術の特徴について）

##### （１）設置条件、運転及び維持管理等

実証対象技術は、既設の排水処理場内のブロワーに装着させるため、新設及び既設の処理場に後付けが可能であり、1 つの実証対象技術で、複数台のブロワーの制御が可能である。実証対象技術の運転においては特別な作業は必要なく、維持管理においても LD0 計を採用していることから、電極の維持管理費用や交換頻度等の低減が図れ、安定した連続運転を可能としている。

##### （２）総括

生活系排水、工場排水、食品工場排水を処理対象とした滞留時間短縮型活性汚泥法、長時間滞留型活性汚泥法、固定床式浸漬ろ床法、そして連続流入型嫌気好気回分式活性汚泥法といった処理方式の異なる排水処理場を対象に、高度処理の水質濃度を比較参照して同等な処理ができ、かつ消費電力量が削減できるかを実証した。

その結果、B 食品工場排水処理場の全リン、C 工場排水処理場の全窒素は比較参照値を超えたが、BOD をはじめ、他の項目では概ね同じまたは低い値であった。さらに、消費電力量は、省エネ設備を有さない処理場で 43.3～57.5%、省エネ設備を有する処理場で 13.9% の削減効果を確認した。このことから、実証対象技術は処理方式により電力量削減率は変化するが、非導入時と比べて消費電力量が削減されることが示された。

##### （３）留意点

間欠ばっ気が採用されていない排水処理技術では、次の点に留意する必要がある。

1. ブロワーが逆止弁を有している構造であるか。
2. 非ばっ気時に散気管の閉塞が起こらない構造であるか。
3. 活性汚泥法では、非ばっ気時に汚泥が沈降しないように攪拌機が設置されているか。

また、電力量の削減に関して、本実証では、D 下水処理場以外は D0 制御がなく、ばっ気が連続に行われる処理場における結果であったために効果が出やすかった可能性が考えられる。日本国内の下水処理場にみられるように、運転管理に D0 制御を取り入れている場合では、電力量削減効果はあるものの本実証の結果より電力量削減率が下がる可能性がある。しかし、実証対象技術は、自動的に D0 制御を行うことから、手動で制御する処理場に対して有効であると考えられる。

## ○付録(品質管理)

### 1. 品質管理システムの監査

実証が適切に実施されていることを確認するために実証機関が定める品質マネジメントシステムに従い、実証期間中に 1 回、本実証から独立している部門による内部監査を実施した。

その結果、実証はマニュアルに基づく品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていることが確認された。

内部監査の実施状況の概要を付表 1－1 に示す。

**付表 1－1 内部監査の実施概要**

|         |                                  |
|---------|----------------------------------|
| 内部監査実施日 | 平成31年 3 月 8 日（金）                 |
| 内部監査実施者 | 管理本部 総務課 ISO担当                   |
| 被監査部署   | 実証に係る全部署                         |
| 内部監査結果  | 品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていた。 |

○資料

1. 既存データ

(1) 水質データ

表 A 下水処理場の水質一覧

| 採水年月日 |       | BOD (mg/L) |         |          | 全窒素 (mg/L) |         |          | 全リン (mg/L) |         |          |
|-------|-------|------------|---------|----------|------------|---------|----------|------------|---------|----------|
|       |       | 原水         | 導入系列処理水 | 非導入系列処理水 | 原水         | 導入系列処理水 | 非導入系列処理水 | 原水         | 導入系列処理水 | 非導入系列処理水 |
| 2016  | 7/21  | 22.1       | 7.4     | 2.8      | 16.4       | 11.1    | 14.1     | 1.65       | 1.08    | 1.22     |
|       | 8/ 4  | 25.4       | 7.3     | 10       | 25.9       | 18.4    | 12.5     | 2.12       | 0.61    | 0.59     |
|       | 8/18  | 56.2       | 9.9     | 12.2     | 41.5       | 13.8    | 16.2     | 2.47       | 1.20    | 1.08     |
|       | 9/ 1  | 113        | 6.3     | 9.2      | 27.9       | 11.3    | 15.5     | 2.57       | 0.54    | 0.57     |
|       | 9/15  | 66         | 3.4     | 5.1      | 41.9       | 20.8    | 38.0     | 4.09       | 0.81    | 0.94     |
|       | 9/29  | 53         | 3.2     | 2.5      | 21.7       | 12.2    | 10.3     | 3.46       | 0.71    | 0.71     |
|       | 10/13 | 57.2       | 19.8    | 13.4     | 17.2       | 15.2    | 17.0     | 1.57       | 2.70    | 1.21     |
|       | 11/ 3 | 98         | 11.9    | 8.3      | 27.8       | 11.8    | 13.6     | 2.18       | 0.39    | 0.26     |
|       | 12/ 1 | 150        | 7.2     | 5.2      | 39.9       | 11.3    | 13.6     | 3.15       | 0.21    | 0.13     |
|       | 12/22 | 368        | 4.8     | 7.0      | 36.0       | 37.0    | 11.2     | 7.14       | 0.92    | 0.86     |
| 2017  | 1/ 5  | 85         | 15.1    | 5.1      | 17.8       | 9.3     | 11.7     | 2.34       | 0.75    | 0.85     |
|       | 1/19  | 34         | 7.7     | 35.9     | 24.9       | 12.0    | 16.9     | 4.26       | 0.73    | 0.56     |
|       | 2/21  | 78         | 2.9     | 3.8      | 24.0       | 19.8    | 21.8     | 1.93       | 1.73    | 1.59     |
|       | 3/22  | 50         | 3.7     | 4.1      | 25.6       | 20.2    | 22.0     | 3.12       | 0.72    | 0.89     |
|       | 8/18  | 56         | 11.5    | 9.4      | 21.2       | 12.4    | 13.8     | 3.49       | 0.71    | 0.70     |
| 2018  | 1/12  | 113        | 20.2    | 13.6     | 19.1       | 10.2    | 11.4     | 2.69       | 0.98    | 0.87     |
|       | 2/ 2  | 186        | 4.1     | 15       | 34.3       | 10.0    | 10.8     | 3.36       | 1.03    | 0.98     |
| 平均値   |       | 94.8       | 8.6     | 9.6      | 27.2       | 15.1    | 15.9     | 3.03       | 0.93    | 0.82     |
| 最大値   |       | 368        | 20.2    | 35.9     | 41.9       | 37.0    | 38.0     | 7.14       | 2.70    | 1.59     |
| 最小値   |       | 22.1       | 2.9     | 2.5      | 16.4       | 9.3     | 10.3     | 1.57       | 0.21    | 0.13     |
| 中央値   |       | 66         | 7.3     | 8.3      | 25.6       | 12.2    | 13.8     | 2.69       | 0.75    | 0.86     |

表 B 食品工場排水処理場の水質一覧

| 採水年月日 | BOD (mg/L) |      | 全窒素 (mg/L) |       | 全リン (mg/L) |       |
|-------|------------|------|------------|-------|------------|-------|
|       | 原水         | 処理水  | 原水         | 処理水   | 原水         | 処理水   |
| 2016  | 7/20       | 286  | 2.9        | 149   | 19.1       | 16.51 |
|       | 7/27       | 667  | 3.4        | 145   | 7.2        | 17.02 |
|       | 8/ 3       | 593  | 6.8        | 108.3 | 5.1        | 19.86 |
|       | 8/10       | 629  | 6.3        | 118.8 | 6.4        | 15.72 |
|       | 8/24       | 714  | 2.6        | 146.6 | 6.9        | 17.97 |
|       | 9/ 7       | 774  | 14.3       | 167.2 | 18.3       | 31.22 |
|       | 9/21       | 592  | 24.6       | 78.2  | 30.7       | 17.09 |
|       | 10/ 5      | 1258 | 11.6       | 139.4 | 6.3        | 17.03 |
|       | 10/19      | 771  | 7.8        | 145.3 | 5.5        | 15.25 |
|       | 11/ 2      | 980  | 11.3       | 150.6 | 21.4       | 17.86 |
|       | 11/16      | 384  | 8.4        | 115.5 | 12.3       | 15.30 |
|       | 11/30      | 162  | 3.3        | 62.2  | 3.2        | 4.94  |
|       | 12/14      | 226  | 8.8        | 144   | 4.7        | 10.18 |
|       | 12/28      | 466  | 23.0       | 150.8 | 26.8       | 32.37 |
| 2017  | 3/22       | 742  | 31.0       | 98.2  | 20.7       | 10.92 |
|       | 11/ 8      | 580  | 24.0       | 123.3 | 7.5        | 14.03 |
|       | 12/18      | 797  | 4.5        | 87.3  | 24.2       | 7.05  |
| 2018  | 1/11       | 2041 | 16.0       | 168.1 | 4.9        | 7.73  |
|       | 2/ 1       | 1354 | 30.4       | 390.5 | 32.3       | 13.28 |
| 平均値   |            | 738  | 12.7       | 141   | 13.9       | 15.86 |
| 最大値   |            | 2041 | 31.0       | 390.5 | 32.3       | 32.37 |
| 最小値   |            | 162  | 2.6        | 62.2  | 3.2        | 4.94  |
| 中央値   |            | 667  | 8.8        | 144   | 7.5        | 15.72 |

表 C 工場排水処理場

| 採水年月日 | BOD (mg/L) |      | 全窒素 (mg/L) |      | 全リン (mg/L) |      |
|-------|------------|------|------------|------|------------|------|
|       | 原水         | 処理水  | 原水         | 処理水  | 原水         | 処理水  |
| 2016  | 7/14       | 16.4 | 9.8        | 35.8 | 61.2       | 2.35 |
|       | 7/28       | 24.5 | 4.2        | 14.3 | 23.0       | 1.03 |
|       | 8/11       | 19.3 | 7.2        | 14.3 | 23.2       | 1.08 |
|       | 8/25       | 41.6 | 11.6       | 18.5 | 15.6       | 1.78 |
|       | 9/ 8       | 31.5 | 8.0        | 12.6 | 12.4       | 1.69 |
|       | 9/22       | 24.1 | 2.5        | 12.7 | 14.1       | 0.65 |
|       | 10/ 6      | 44.2 | 5.8        | 15.5 | 22.4       | 2.41 |
|       | 10/20      | 147  | 5.1        | 18.2 | 14.4       | 1.62 |
|       | 11/ 3      | 23.4 | 4.0        | 26.8 | 18.6       | 0.95 |
|       | 11/17      | 15.8 | 2.5        | 33.6 | 32.4       | 2.06 |
|       | 12/ 1      | 21.3 | 2.1        | 16.0 | 18.8       | 1.25 |
|       | 12/15      | 30.0 | 6.0        | 39.2 | 23.1       | 1.61 |
| 2017  | 1/12       | 45.4 | 29.9       | 28.2 | 25.1       | 2.30 |
|       | 2/21       | 17.8 | 2.6        | 28.5 | 40.2       | 3.64 |
|       | 3/22       | 66.0 | 2.8        | 41.8 | 41.9       | 2.50 |
|       | 10/31      | 23.0 | 6.9        | 17.2 | 16.5       | 0.68 |
| 2018  | 2/ 2       | 106  | 24.8       | 20.1 | 19.7       | 1.16 |
| 平均値   |            | 41.0 | 8.0        | 23.1 | 24.9       | 1.69 |
| 最大値   |            | 147  | 29.9       | 41.8 | 61.2       | 3.64 |
| 最小値   |            | 15.8 | 2.1        | 12.6 | 12.4       | 0.65 |
| 中央値   |            | 24.5 | 5.8        | 18.5 | 22.4       | 1.62 |

表 D 下水処理場の水質一覧

| 採水年月日 |       | BOD (mg/L) |             |              | 全窒素 (mg/L) |             |              | 全リン (mg/L) |             |              |
|-------|-------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|------------|-------------|--------------|
|       |       | 原水         | 導入系列<br>処理水 | 非導入系列<br>処理水 | 原水         | 導入系列<br>処理水 | 非導入系列<br>処理水 | 原水         | 導入系列<br>処理水 | 非導入系列<br>処理水 |
| 2016  | 11/15 | 56.4       | 1.1         | 5.4          | 25         | 2           | 4            | 2.62       | 0.88        | 1.11         |
|       | 11/21 | 99.9       | 1.0         | 0.9          | 31         | 6           | 4            | 3.41       | 0.36        | 0.75         |
|       | 12/ 1 | 51.9       | 1.8         | 1.5          | 38         | 4           | 3            | 2.78       | 0.55        | 0.71         |
|       | 12/14 | 51.6       | 2.1         | 1.5          | 28         | 3           | 5            | 2.48       | 0.42        | 0.98         |
|       | 12/29 | 48.1       | 1.8         | 0.7          | 38         | 15          | 7            | 1.86       | 0.42        | 0.20         |
| 2017  | 1/12  | 79.5       | 1.2         | 0.7          | 40         | 8           | 11           | 3.50       | 0.21        | 0.91         |
|       | 8/16  | 334        | 1.7         | 2.0          | 53         | 2           | 5            | 6.50       | 0.40        | 0.50         |
|       | 9/ 5  | 251        | 4.4         | 3.6          | 85         | 4           | 6            | 4.60       | 0.10        | 0.30         |
|       | 10/ 5 | 188        | 6.8         | 8.3          | 38.3       | 5           | 4            | 2.20       | 0.40        | 0.60         |
|       | 11/ 5 | 123        | 4.0         | 2.8          | 48         | 5           | 8            | 2.85       | 0.09        | 0.20         |
|       | 12/ 5 | 158        | 3.3         | 3.0          | 40         | 4           | 4            | 5.00       | 0.10        | 0.30         |
| 平均値   |       | 131        | 2.7         | 2.8          | 42.2       | 5.3         | 5.5          | 3.44       | 0.36        | 0.60         |
| 最大値   |       | 334        | 6.8         | 8.3          | 85         | 15          | 11           | 6.50       | 0.88        | 1.11         |
| 最小値   |       | 48.1       | 1.0         | 0.7          | 25         | 2           | 3            | 1.86       | 0.09        | 0.20         |
| 中央値   |       | 99.9       | 1.8         | 2.0          | 38.3       | 4           | 5            | 2.85       | 0.40        | 0.60         |

（２）ばっ気の稼働時間と非稼働時間及び電力量集計データ

表 A 下水処理場におけるばっ気の稼働時間と非稼働時間時間一覧

| 調査年月 | ばっ気の稼働時間 (h) | ばっ気の非稼働時間 (h) |
|------|--------------|---------------|
| 2016 | 8            | 9.3           |
|      | 9            | 10.2          |
|      | 10           | 10.6          |
|      | 11           | 11.5          |
|      | 12           | 13.9          |
| 2017 | 8            | 16.4          |
|      | 9            | 15.6          |
|      | 10           | 16.2          |
|      | 11           | 15.6          |
| 2018 | 1            | 16.7          |
| 平均値  | 13.6         | 10.4          |
| 最大値  | 16.7         | 14.7          |
| 最小値  | 9.3          | 7.3           |
| 中央値  | 14.7         | 9.2           |

表 B 食品工場排水処理場におけるばっ気の稼働時間と非稼働時間時間一覧

| 調査年月日 | ばっ気の稼働時間 (h) | ばっ気の非稼働時間 (h) |
|-------|--------------|---------------|
| 2016  | 7            | 9.2           |
|       | 8            | 9.3           |
|       | 9            | 9.8           |
|       | 10           | 9.3           |
|       | 11           | 10.4          |
|       | 12           | 8.9           |
|       | 1            | 8.5           |
| 2017  | 8            | 13.0          |
|       | 9            | 7.7           |
|       | 10           | 11.0          |
|       | 11           | 12.0          |
|       | 12           | 13.2          |
| 平均値   | 10.2         | 13.8          |
| 最大値   | 13.2         | 16.3          |
| 最小値   | 7.7          | 10.8          |
| 中央値   | 9.6          | 14.4          |

表 C 工場排水処理場の消費電力量一覧

| 項目          | 実証対象製品 |      |
|-------------|--------|------|
|             | 稼働時    | 非稼働時 |
| 消費電力量 (kWh) | 205    | 409  |

表 2016 年度における D 下水処理場の消費電力量一覧

| 調査年月日 |       | 導入系列<br>(kWh) | 非導入系列<br>(kWh) |
|-------|-------|---------------|----------------|
| 2016  | 12/ 2 | 408           | 517            |
|       | 12/ 3 | 406           | 530            |
|       | 12/ 4 | 413           | 525            |
|       | 12/ 5 | 412           | 529            |
|       | 12/ 6 | 395           | 523            |
|       | 12/ 7 | 396           | 525            |
|       | 12/ 8 | 386           | 516            |
|       | 12/ 9 | 408           | 518            |
|       | 12/10 | 409           | 511            |
|       | 12/11 | 419           | 468            |
|       | 12/12 | 411           | 490            |
|       | 12/13 | 411           | 431            |
|       | 12/14 | 377           | 452            |
|       | 12/15 | 405           | 451            |
|       | 12/16 | 380           | 433            |
|       | 12/17 | 404           | 446            |
|       | 12/18 | 423           | 488            |
|       | 12/19 | 439           | 498            |
|       | 12/20 | 428           | 487            |
|       | 12/21 | 427           | 457            |
|       | 12/22 | 415           | 464            |
|       | 12/23 | 419           | 469            |
|       | 12/24 | 425           | 494            |
|       | 12/25 | 439           | 517            |
|       | 12/26 | 437           | 507            |
|       | 12/27 | 401           | 485            |
|       | 12/29 | 392           | 461            |
|       | 12/30 | 415           | 474            |
|       | 12/31 | 439           | 502            |
| 平均値   |       | 412           | 489            |
| 最大値   |       | 439           | 530            |
| 最小値   |       | 377           | 431            |
| 中央値   |       | 411           | 490            |

表 2017 年における D 下水処理場の消費電力量一覧

| 調査年月日 |       | 導入系列<br>(kWh) | 非導入系列<br>(kWh) | 調査年月日 |       | 導入系列<br>(kWh) | 非導入系列<br>(kWh) |
|-------|-------|---------------|----------------|-------|-------|---------------|----------------|
| 2017  | 9/ 9  | 405           | 442            | 2017  | 11/18 | 400           | 444            |
|       | 9/12  | 385           | 459            |       | 11/19 | 393           | 494            |
|       | 9/13  | 392           | 419            |       | 11/20 | 389           | 448            |
|       | 9/14  | 392           | 449            |       | 11/21 | 385           | 438            |
|       | 9/15  | 384           | 445            |       | 11/22 | 392           | 443            |
|       | 9/19  | 384           | 451            |       | 11/23 | 399           | 448            |
|       | 9/20  | 393           | 430            |       | 11/24 | 399           | 462            |
|       | 9/22  | 386           | 441            |       | 11/25 | 385           | 441            |
|       | 9/23  | 389           | 436            |       | 11/26 | 395           | 445            |
|       | 9/25  | 396           | 440            |       | 11/27 | 396           | 440            |
|       | 9/27  | 391           | 437            |       | 11/28 | 399           | 444            |
|       | 9/29  | 387           | 436            |       | 11/29 | 394           | 442            |
|       | 10/ 1 | 396           | 451            |       | 11/30 | 399           | 443            |
|       | 10/ 3 | 381           | 441            |       | 12/ 1 | 389           | 464            |
|       | 10/ 4 | 394           | 449            |       | 12/ 2 | 401           | 446            |
|       | 10/ 5 | 381           | 446            |       | 12/ 3 | 401           | 448            |
|       | 10/10 | 407           | 448            |       | 12/ 4 | 404           | 486            |
|       | 10/11 | 407           | 448            |       | 12/ 5 | 406           | 487            |
|       | 10/15 | 382           | 447            |       | 12/ 6 | 401           | 455            |
|       | 10/16 | 377           | 440            |       | 12/ 8 | 402           | 449            |
|       | 10/23 | 391           | 458            |       | 12/ 9 | 397           | 448            |
|       | 10/24 | 381           | 446            |       | 12/10 | 400           | 445            |
|       | 10/25 | 389           | 473            |       | 12/12 | 398           | 455            |
|       | 10/26 | 386           | 450            |       | 12/14 | 396           | 440            |
|       | 10/27 | 386           | 440            |       | 12/15 | 396           | 446            |
|       | 10/28 | 396           | 425            |       | 12/16 | 402           | 462            |
|       | 10/29 | 400           | 444            |       | 12/17 | 402           | 452            |
|       | 10/30 | 392           | 452            |       | 12/18 | 402           | 456            |
|       | 11/ 1 | 378           | 552            |       | 12/19 | 399           | 455            |
|       | 11/ 2 | 394           | 527            |       | 12/20 | 398           | 457            |
|       | 11/ 3 | 413           | 524            |       | 12/21 | 394           | 451            |
|       | 11/ 4 | 379           | 546            |       | 12/22 | 396           | 453            |
|       | 11/ 5 | 392           | 553            |       | 12/23 | 398           | 449            |
|       | 11/ 6 | 405           | 533            |       | 12/24 | 403           | 444            |
|       | 11/ 7 | 401           | 519            |       | 12/25 | 396           | 442            |
|       | 11/10 | 383           | 474            |       | 12/26 | 400           | 447            |
|       | 11/11 | 386           | 534            |       | 12/27 | 397           | 445            |
|       | 11/14 | 425           | 452            |       | 12/28 | 398           | 452            |
|       | 11/15 | 404           | 442            |       | 12/30 | 406           | 450            |
|       | 11/16 | 389           | 440            |       | 12/31 | 398           | 443            |
|       | 11/17 | 388           | 443            |       |       |               |                |
| 平均値   |       |               |                |       |       | 395           | 457            |
| 最大値   |       |               |                |       |       | 425           | 553            |
| 最小値   |       |               |                |       |       | 377           | 419            |
| 中央値   |       |               |                |       |       | 396           | 448            |

## 2. 試験データを取得した装置の状況



図 BOD 測定（左：使用した恒温器、中：滴定装置、右：測定作業と培養瓶）



図 全窒素、全リン測定（左：オートクレーブ、中：分析装置の外観、右：分光光度計）



図 電力量の測定（左：C工場排水処理場、右：D下水処理場の積算電力量計）

### 3. 用語の解説

| 用 語              | 内 容                                                                                                                                                      |
|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 実証対象技術           | 実証試験の対象となる技術を指す。                                                                                                                                         |
| 実証対象製品           | 実証対象技術を機器・装置として具現化したもののうち、実証試験で実際に使用するものを指す。                                                                                                             |
| 実証項目             | 実証対象技術の性能や効果を測るための試験項目を指す。                                                                                                                               |
| 監視項目             | 運転状況を監視するため、また周囲への悪影響を未然に防ぐために監視する項目を指す。                                                                                                                 |
| 運転及び維持管理記録       | 実証試験実施場所での運転及び維持管理のための作業について記録したものを指す。                                                                                                                   |
| 環境影響項目           | 水質浄化により、必要となる資源や発生する物質など。                                                                                                                                |
| 生物化学的酸素要求量 (BOD) | 水中の有機物が微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素の量。BOD が高いと溶存酸素が欠乏し易くなり、汚濁していることを示し、10mg/L 以上で悪臭の発生等がみられる。河川の水質汚濁の一般指標として用いられる。                                          |
| 窒素含有量 (T-N)      | 溶存窒素ガス ( $N_2$ ) を除く窒素化合物全体の含有量のこと、無機態窒素と有機態窒素に分けられる。                                                                                                    |
| リン含有量 (T-P)      | リン化合物全体の含有量のこと、無機態リンと有機態リンに分けられる。                                                                                                                        |
| 生物処理             | 微生物を利用して汚水を処理する方法。酸素の存在のもとで活動する好気性微生物を利用する方法を好気性処理法と呼ぶ。好気性処理法には、微生物を担体などに付着させて処理する生物膜法と、微生物を水中に浮遊させて処理する浮遊生物法がある。                                        |
| ばっ気              | 汚水に空気を送って攪拌しながら酸素を供給すること。これにより、生物処理を促進させる。ばっ気方式として、槽の底部全面に散気装置（空気を供給する装置）を設置して空気を槽全体に分散させる全面ばっ気方式や、槽の底部片側に散気装置を設置して空気の噴流を利用して汚水を旋回させる片面ばっ気による旋回流方式などがある。 |
| ブロワー             | ばっ気するために空気を送る装置のこと、送風機ともいう。                                                                                                                              |
| 活性汚泥             | 汚水を処理する能力をもった微生物の集まり。活性汚泥には細菌、原生動物など多種多様な微生物が存在している。                                                                                                     |
| 活性汚泥法            | 活性汚泥を用いた汚水処理方法。滞留時間が 6～8 時間の標準活性汚泥法、最初沈殿池を設けず、有機物負荷を低くして余剰汚泥の発生量を制限する長時間ばっ気法や、一つの反応槽で、流入、反応、沈殿、排出の各機能を行う回分式活性汚泥法などがある。                                   |
| 高度処理             | 排水処理において、有機物除去を目的とした二次処理で得られる処理水質以上の水質を得るための処理をいう。本実証では、窒素とリンを加えた処理水質としている。                                                                              |

