

## 環境省

### 平成 28 年度環境技術実証事業

# 自然地域トイレし尿処理技術分野 実証試験結果報告書

平成 29 年 3 月

実証機関 : 特定非営利活動法人 日本トイレ研究所  
試料採取・分析・解析機関 : 一般財団法人 日本環境衛生センター  
環境技術開発者 : 株式会社 一水工業  
技術・製品の名称 : Σシステム/Σsystem  
(水使用—物理・化学処理—凝集沈殿)  
実証試験実施場所 : 富士山八合五勺 山小屋「御来光館」  
実証番号 : 030-1601

環境技術  
実証事業



本技術は第三者による性能の実証結果を  
公開しています。

<http://www.env.go.jp/policy/etv/>

自然地域トイレし尿処理技術分野

平成28年度 実証試験 (No.030-1601)

平成 年度 経年実証試験(No.030- )

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

本報告書はカラー原稿のため、印刷する際には注意が必要です。

# 目次

## ■全体概要（概要版に同じ）

|                 |   |
|-----------------|---|
| 1. 実証装置の概要      | 1 |
| 2. 実証試験の概要      | 2 |
| 3. 実証試験結果       | 3 |
| 4. 本装置導入に向けた留意点 | 5 |
| 5. 課題と期待        | 5 |
| 参考情報            | 6 |

## ■本編

|                       |    |
|-----------------------|----|
| 1. 趣旨と目的              | 7  |
| 2. 実証試験の概要            | 7  |
| 3. 実証試験実施場所           | 7  |
| 3-1 実施場所の概要           | 7  |
| 3-2 実施場所の諸条件          | 9  |
| 4. 実証装置の概要            | 12 |
| 4-1 実証技術の特徴と処理フロー     | 12 |
| 4-2 実証装置の仕様           | 13 |
| 4-3 実証装置の設置・建設方法      | 21 |
| 4-4 実証装置の運転・維持管理方法    | 21 |
| 4-5 実証装置の条件設定         | 21 |
| 5. 実証試験方法             | 22 |
| 5-1 実証試験の実施体制         | 22 |
| 5-2 役割分担              | 23 |
| 5-3 実証試験期間            | 25 |
| 5-4 実証試験項目            | 25 |
| 6. 実証試験結果及び考察         | 34 |
| 6-1 実証試験の経過状況         | 34 |
| 6-2 維持管理性能            | 41 |
| 6-3 室内環境              | 46 |
| 6-4 周辺環境への影響          | 49 |
| 6-5 処理性能              | 51 |
| 6-6 試験結果の全体的まとめ       | 63 |
| 7. 本装置導入に向けた留意点       | 66 |
| 7-1 設置条件に関する留意点       | 66 |
| 7-2 設計、運転・維持管理に関する留意点 | 67 |
| 8. 課題と期待              | 68 |
| 8-1 今後の課題             | 68 |
| 8-2 今後の期待             | 68 |

## ■付録 用語集

## ■資料編 実証試験場所および装置写真

実証試験結果報告書の概要を示す。

|              |                    |
|--------------|--------------------|
| し尿処理方式*      | 水使用—物理・化学処理—凝集沈殿   |
| 実証機関         | 特定非営利活動法人 日本トイレ研究所 |
| 試料採取・分析・解析機関 | 一般財団法人 日本環境衛生センター  |
| 実証申請者        | 株式会社—水工業           |
| 処理方式/技術名     | Σシステム / Σ system   |

\*実証試験要領で定義したし尿処理方式の分類名称

## 1. 実証装置の概要

|                  |  |
|------------------|--|
| 装置の特徴            | <p>本実証装置は、平成 16 年 7 月に設置された汚水処理装置を、平成 25 年 7 月に Σシステムを導入することで改修したシステムで、凝集沈殿による物理化学処理を行う。①前処理（嫌気槽、No.3 槽はブローによるエアレーション）、②凝集分離処理（Σシステム）、③固液分離装置（重力による固液分離が行われ、沈降した汚泥は液中膜により濃縮された後、遠心脱水機により脱水され、脱水汚泥は搬出）、④処理槽（急速ろ過装置を経由する循環処理）で構成されている。</p>   |
| し尿処理フロー<br>および解説 | <div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><b>※生物処理工程</b><br/>No.1～No.2 槽では異物除去や性状の均一化、嫌気処理による生物処理を行うほか、硝酸性窒素等の流入がある場合は一部脱窒素処理される。No.3 槽では好気処理による生物処理を行う。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><b>※凝集分離工程</b><br/>スパイラルシリンダーで性状均一化を行った後、凝集剤(Σ液)による凝集処理を行う。薬注処理はpH計による自動制御である。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> <p><b>※固液分離工程</b><br/>No.4～No.7 槽で重力沈降による固液分離を行う。沈降した汚泥はポンプで引抜き、膜分離による汚泥濃縮が行われた後、遠心脱水機で脱水される。脱水汚泥は搬出され、肥料等に利用される。脱水設備で発生した分離液は汚泥を引き抜いた水槽に戻すことを原則としている。</p> </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p><b>※仕上げ・処理水循環工程</b><br/>急速ろ過装置で処理水の仕上げ処理を行いつつ、状況に応じてトイレ設備に洗浄水として移送(循環)する。</p> </div> </div> |

## 2. 実証試験の概要

### ①実証試験場所の概要

|                 |                                   |
|-----------------|-----------------------------------|
| 設置場所            | 富士山八合五勺 山小屋「御来光館」                 |
| 地域（山域等）名等       | 静岡県駿東郡小山町富士山須走口八合五勺（標高：約 3,450 m） |
| トイレ供用開始日※（既設のみ） | 平成 16 年 7 月 ※Σシステムの設置は平成 25 年 7 月 |
| トイレ利用期間         | 富士山開山期間のみ（7月上旬～9月上旬）              |

実証試験場所は富士山の静岡県側、八合五勺に位置する山小屋「御来光館」に設置されている。御来光館はその名の通り富士山頂に最も近い山小屋として、富士山頂からの御来光を望むための拠点となる山小屋として有名である。



出典：富士山に登ろう—富士急の富士山登山サイト—  
< <http://www.fujiyama-navi.jp/fujitozan/route/page/subashiri/>>



写真上：実証装置建屋の外観（手前は宿舎）  
写真下：トイレから見た駿河湾側の眺望

### ②実証装置の仕様および処理能力

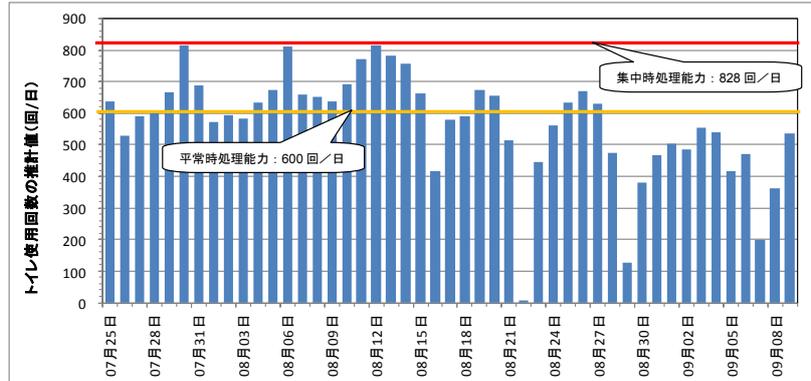
| 項目               | 仕様および処理能力   |                             |
|------------------|---|-----------------------------|
| 装置名称             | 名称：Σシステム 英語名：Σ system   |                             |
| 設置面積             | W 2,500 mm × D 1,000 mm × H 1,500 mm  |                             |
| 便器数              | 男子小便器 1 基、男子洋式大便器 2 基<br>女子洋式大便器 3 基  |                             |
| 処理能力等<br>(設計・仕様) | 使用回数 ※  | 平常時：600 回/日 （使用集中時：830 回/日） |
|                  | 必要水量  | 初期水量：21.85 t （補充水量：なし）      |
|                  | 必要電力  | 消費電力量：12.5kWh/日             |
|                  | 必要燃料  | 軽油（自家発電設備用）                 |
|                  | 必要資材  | Σ液                          |
|                  | 稼働可能な気温   | 0℃～40℃                      |
|                  | 専門管理頻度  | —                           |
| 搬出が必要な発生物        | 汚泥の最終処分方法として、脱水によりケーキとした上、固体で運搬し搬出する。<br>最終処分方法： し尿処理業者（御来光館より県指定の業者に処分を依頼） |                             |



### 使用回数および維持管理状況グラフ

実証期間内において平常時処理能力の600回/日を超えることはなかったが、シーズンを通して400~500回/日程度の安定した利用回数となっている。

実証期間中における1日あたりの平均使用回数は402回/日で、平常時処理能力に対して67%に相当する使用実績である。

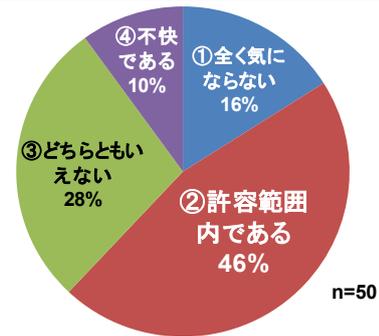


なお、実証期間中、最も使用回数が多かった実績は498回/日で、平常時処理能力に対して83%の使用回数に相当する。

### ③室内環境

実証試験期間に、本実証装置利用者への「室内環境アンケート」を実施した(有効回答: 50名)。本実証装置は臭気を除去する機構はないものの、トイレ室内の臭気については気にならないと許容範囲内を合わせると約6割が許容範囲となっている(右図)。同じく色や濁りを除去する機構はないが、こちらも約半数が許容範囲内と答えている。

標高3,400地点という設置場所の過酷さを考えると、山岳トイレの中では装置の快適性が回える内容といえる。



### ④処理性能

- 凝集槽ではpH3.1~4.0の酸性凝集を行い、反応槽ではアルカリでpH調整し、中性付近(pH5.7~6.5)で運転していた。トイレ原水ではし尿の緩衝作用もあり、pH 8程度で安定していた。
- 透視度は循環水(処理水)で7.0~8.8度であった。数値上は低めであるが、処理水の外観は比較的クリアである。沈降槽は既存施設を転用しており、沈降槽に適した構造(すり鉢構造)となっていないため、固液分離性能がやや低く、透視度低下の要因となったと考えられる。
- トイレ室内については硫化水素、アンモニアともに検出されなかった。
- 浮遊物質はΣ液による凝集処理で良好に除去されているが、溶解性物質の除去効果はほぼ認められない。
- No.3曝気槽~No.8処理槽において、全リンの除去率は91~96%であった。色度についても28~65%の除去率が得られた。これらの除去率は凝集剤の注入率により左右されると考えられる。

### ⑤コスト

|                        |          |                  |                 |
|------------------------|----------|------------------|-----------------|
| 建設                     | 総事業費     | (18,000千円)       | ①~②の合計          |
|                        | ①本体工事費   | (5,000千円)        |                 |
|                        | ②運搬費等    | (0円)             |                 |
| 維持管理<br>※実証装置<br>における例 | 合計       | (600千円 /稼働期間3か月) | ①~⑥の合計          |
|                        | ①廃棄物処理費  | (0円)             | ※年間くみ取り金額(3回分)  |
|                        | ②燃料費     | (20千円)内運搬費(0円)   | ※               |
|                        | ③専門管理費   | (0円)内運搬費(0円)     | ※支給             |
|                        | ④消耗品費    | (580千円)          | ※年間微生物製剤金額(3回分) |
|                        | ⑤トラブル対応費 | (0円)内運搬費(0円)     | ※               |
|                        | ⑥その他     | (0円)             |                 |

## 4. 本装置導入に向けた留意点

### ①設置条件に関する留意点

- 本装置は物理化学処理であるため処理環境による影響は比較的小さいが、山岳地域等気候条件（気温低下等）が厳しい場所に設置を検討する場合は凍結防止対策について十分考慮する必要がある。（例：各設備や配管等の保温施工、ヒーター等による加温、地下ピット等に設置）
- 一時的なピーク等で想定を超えるトイレ使用があった場合は余剰水が発生する可能性も考えられるため、剰水が発生した場合の対応方法についても検討しておく必要がある。
- 発電機を運転する場合には、燃料を使用するため、燃料の使用量及び供給方法等についても検討が必要である。商用電力以外では使用できる電力量が非常に限られるため、節電対策が非常に重要な検討事項である。
- 実証対象装置は施工後、稼働開始に伴って約 20 t の初期水が必要であるため、近傍に適切な水が確保できない場合は、調達方法を検討する必要がある。

### ②設計、運転・維持管理に関する留意点

- 設計上の処理性能を得るためには、設置予算、トイレ設置場所の特徴（利用見込み）、使用集中時の対応等総合的に検討して装置の能力設定を行う必要がある。
- 本装置は、薬品注入量を増やしたり汚泥引抜頻度を増やしたりすれば、一時的な集中使用にも比較的耐えやすい方式であるが、限界を超えた使用回数が発生した場合における対応策についても検討しておく必要がある。

## 5. 課題と期待

- 負荷に応じた薬品注入率等の運転管理指標を明確化することで、適切な薬品注入が可能となり、薬品使用量の削減につながる可能性も考えられるため、現在の運転管理マニュアルを充実化し、より効率的な運転管理をすることで薬品等使用量の削減を模索することが望まれる。
- 電力供給のインフラが整備されていない地域では、使用できる電力量が非常に限られるため、今後は装置の節電化についても検討することが必要である。本装置にはブロワ（No.3 曝気槽）及びろ過循環ポンプが運転時間も長く、電力使用量の多くを占めている。No.3 曝気槽には生物処理効果はほとんどないことから、ブロワを停止、または間欠運転する可能性について検討することも一案である。
- 引き抜いた汚泥の天日乾燥にあたっては脱水汚泥を容器に入れて屋外に放置するのみで、臭気の発生や気象条件（降雨等の影響）が課題となっていたため、天日乾燥を汚泥処理の一部と計画するのであれば、処理方法（手順等）について検討し、マニュアルに記載することが必要である。
- 維持管理・補修管理の課題として、長期の稼働に伴い構成機器類の保守についても重要な要素となり、機器類が突発的に故障した場合等においても、迅速に対応できる体制を整備しておくことが重要である。
- 生物処理方式と比較して負荷変動に対応しやすい特徴があり、自然地域等観光地に計画する場合には大きな長所となりうることが期待される。

## [参考情報]

このページに示された情報は、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、環境省および実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

## ○製品データ

| 項目   |            | 実証申請者記入欄   |    |    |             |
|--|------------|--|----|----|-------------|
| 名称/型式  |            | Σシステム  |    |    |             |
| し尿処理方式   |            | 水使用—物理・化学処理—凝集沈殿   |    |    |             |
| 製造(販売)企業名  |            | 株式会社 一水工業  |    |    |             |
| 連絡先  | TEL/FAX    | T E L 0555-22-0395 F A X 0555-22-0465                    |    |    |             |
|  | WEB アドレス   | http://www.isi.co.jp/                                    |    |    |             |
|  | E-mail     | issuimizu@yahoo.co.jp                                    |    |    |             |
| サイズ・重量   |            | 全体(建物含) FRP 製<br>W 1,800mm × D 3,000mm × H 2,000mm (×4基) |    |    |             |
| 設置に要する期間   |            | 20 日   |    |    |             |
| 製品寿命   |            | 2年(機器類)  |    |    |             |
| コスト概算(円)※  |            | 費目   | 単価 | 数量 | 計           |
| イニシャルコスト   | 本体         |  | 円  | 1式 | 13,000,000円 |
|  | 設置         |  | 円  | 1式 | 4,500,000円  |
|  | 薬品・試運転・運搬費 |  | 円  | 1式 | 500,000円    |
|  | 合計         |  |    |    | 18,000,000円 |
| ランニングコスト   | 薬品         |  | 円  | 1式 | 134,000円    |
|  | 人件費        |  | 円  | 1式 | 446,000円    |
|  | 汚泥処分費      |  | 円  | 1式 | 20,000円     |
|  | 合計         |  |    |    | 600,000円    |
| ※イニシャルコスト概算及びランニングコストの条件<br>イニシャルコスト：機器類・機器類設置工事・配管設備工事・試運転調整<br>ランニングコスト：薬品(消耗品含む)・汚泥処理費・専門管理費) |            |  |    |    |             |

## ○その他メーカーからの情報

このシステムは、生物処理でないため、流入量に対応した処理条件を適用することによってある程度広い範囲の流入量に対して処理ができる。

物理化学方式のため、槽内に流入する浮遊物質(SS)を凝集分離処理によって凝集沈殿処理を行い、汚水との沈降分離より処理する。

取扱注意事項：Σ液製造の際、硫酸を使用するので火傷などに注意してください。

## 1. 趣旨と目的

本実証試験は、自然地域トイレし尿処理技術のうち、既に実用化段階にある先進的な技術について、その環境保全効果を客観的に実証し、情報公開することにより、自然地域トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立をはかり、山岳地等の自然地域の環境に資する適正なトイレし尿処理技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展を促すことを目的とする。

## 2. 実証試験の概要

実証試験の概要を表 2-1 に示す。

表 2-1 実証試験概要

| 項目                 | 内容   |
|--------------------|--|
| 実証試験期間             | 平成 28 年 7 月 25 日 (月) ~ 平成 28 年 9 月 9 日 (金)   |
| 実証試験場所             | 富士山八合五勺 山小屋「御来光館」<br>(静岡県駿東郡小山町富士山須走口八合五勺)   |
| 実証機関               | 特定非営利活動法人 日本トイレ研究所<br>〒105-0004 東京都港区新橋 5-5-1 IMC ビル新橋 9F<br>TEL 03-6809-1308 FAX 03-6809-1412 |
| 試験採取・<br>分析・解析機関   | 一般財団法人 日本環境衛生センター<br>〒210-0828 神奈川県川崎市川崎区四谷上町 11-15<br>TEL: 044-287-3251 FAX: 044-287-3255     |
| 実証申請者              | 株式会社一水工業<br>〒403-0007 山梨県富士吉田市中曽根 3 丁目 5 番 32 号<br>TEL: 0555-22-0395 FAX: 0555-22-0465         |
| 実証対象装置<br>(し尿処理方式) | Σシステム／Σ system<br>(水使用—物理・化学処理—凝集沈殿)   |

## 3. 実証試験実施場所

### 3-1 実施場所の概要

実証試験場所は富士山の静岡県側、八合五勺に位置する山小屋「御来光館」(標高約 3,450m) に設置されている。富士山は、静岡県(富士宮市、裾野市、富士市、御殿場市、駿東郡小山町)と、山梨県(富士吉田市、南都留郡鳴沢村)にまたがる活火山であり、山頂の標高は約 3,776m で日本最高峰(剣ヶ峰)の独立峰である。

実証装置が設置されている御来光館までのアクセスは、吉田口登山道または、須走口登山道のい

いずれかの五合目登山口より徒歩で登頂する必要がある。吉田口登山道（富士スバルライン／富士山五合目）から御来光館までは約4kmとなり、徒歩でゆっくり登って約6時間である。また、須走口登山道（新五合目／須走口五合目）から御来光館までは約6kmあり、ゆっくり登って約7時間の道のりである。

御来光館はその名の通り富士山頂に最も近い山小屋として、富士山頂からの御来光を望むための拠点となる山小屋として有名である。山小屋の営業日は富士山の開山日と合わせており、今年度は7月1日から9月10日までの間営業を行っている。

図3-1-1、3-1-2 に実証試験地周辺の地図を示す。

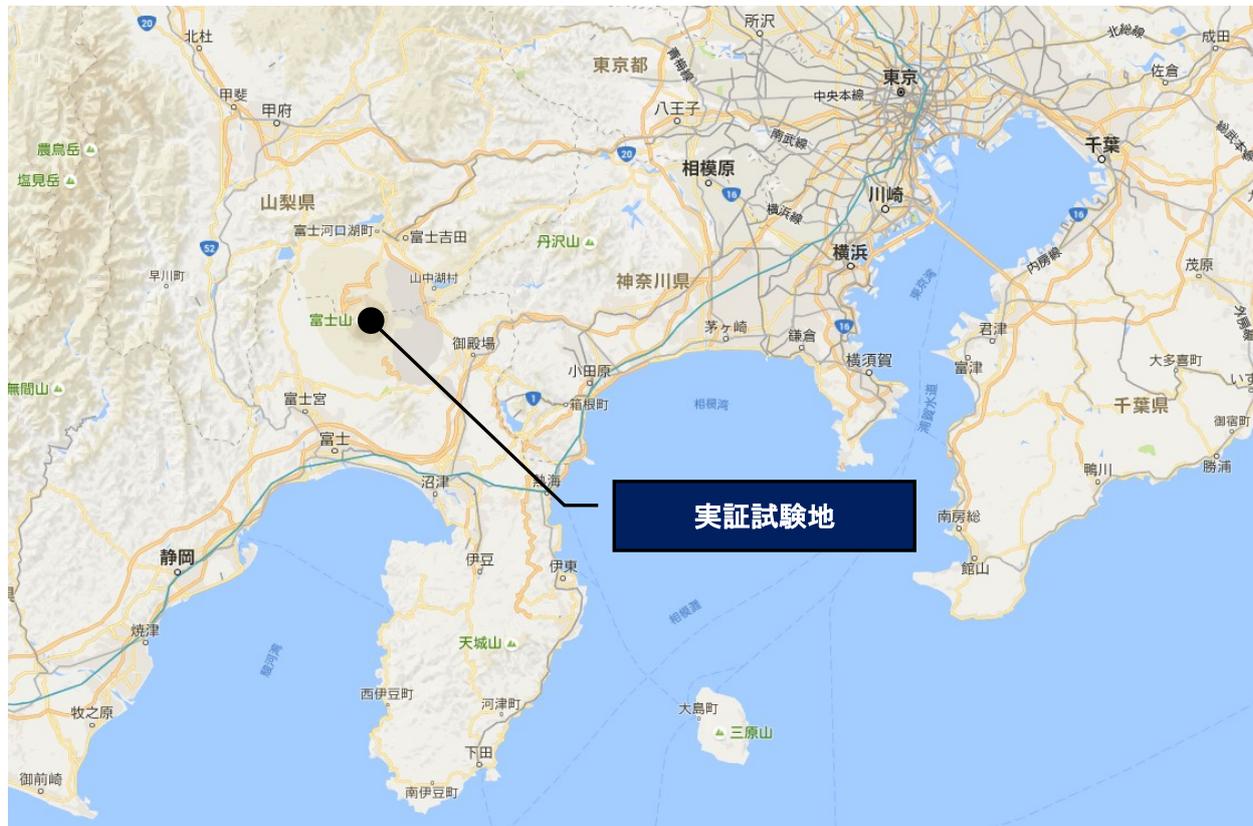


図3-1-1 実証試験地周辺の地図①

(Google マップ<<https://maps.google.co.jp>>より)



図 3-1-2 実証試験地周辺の地図②

(富士山に登ろう—富士急の富士山登山サイト—<http://www.fujiyama-navi.jp/fujitozan/route/page/subashiri/>より)

### 3-2 実施場所の諸条件

実証試験地の気象データについて、実証試験地の富士山八合目の気象データが存在しないため、参考値として、気象庁ホームページより富士山山頂にある富士山特別地域気象観測所の平成 27 年の気温を表 3-2-1 に、富士山の麓である御殿場観測所の平成 27 年の観測データを表 3-2-2~3-2-4 に示す。

表 3-2-1 富士山山頂の平均気温 (平成 27 年)

| 月  | 気温(°C) |       |       |      |       |
|----|--------|-------|-------|------|-------|
|    | 平均     |       |       | 最高   | 最低    |
|    | 日平均    | 日最高   | 日最低   |      |       |
| 1  | -17.9  | -14.6 | -21.4 | -8.0 | -30.3 |
| 2  | -18.0  | -14.9 | -21.6 | -5.4 | -30.5 |
| 3  | -13.8  | -10.6 | -17.2 | -1.2 | -30.1 |
| 4  | -5.8   | -3.0  | -9.6  | 2.4  | -16.2 |
| 5  | -1.9   | 1.0   | -5.1  | 5.7  | -11.2 |
| 6  | 1.7    | 4.7   | -1.3  | 10.7 | -6.9  |
| 7  | 5.6    | 8.5   | 3.0   | 13.3 | -3.4  |
| 8  | 6.5    | 10.2  | 3.7   | 16.3 | -0.2  |
| 9  | 2.6    | 5.4   | -0.6  | 9.0  | -5.8  |
| 10 | -3.1   | 0     | -5.8  | 7.4  | -10.4 |
| 11 | -6.0   | -3.3  | -9.1  | 3.1  | -22.9 |
| 12 | -12.9  | -10.1 | -16.5 | 1.2  | -23.2 |

(気象庁ホームページ <<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>>より)

表 3-2-2 御殿場観測所の平均気温 (平成 26 年)

| 月  | 気温(°C) |      |      |      |      |
|----|--------|------|------|------|------|
|    | 平均     |      |      | 最高   | 最低   |
|    | 日平均    | 日最高  | 日最低  |      |      |
| 1  | 2.8    | 7.8  | -1.9 | 11.4 | -7.6 |
| 2  | 3.3    | 8.4  | -1.3 | 15.7 | -5.8 |
| 3  | 7.2    | 12.4 | 2.4  | 19.9 | -3.3 |
| 4  | 11.9   | 16.5 | 7.7  | 23.0 | 1.1  |
| 5  | 17.6   | 23.2 | 12.5 | 28.5 | 6.4  |
| 6  | 18.7   | 23.3 | 15.2 | 27.9 | 10.8 |
| 7  | 22.7   | 26.5 | 20.5 | 32.2 | 16.4 |
| 8  | 24.2   | 28.6 | 21.2 | 34.2 | 15.9 |
| 9  | 19.8   | 24.0 | 16.7 | 28.6 | 11.0 |
| 10 | 15.3   | 20.4 | 10.9 | 26.4 | 5.7  |
| 11 | 11.5   | 15.8 | 7.7  | 21.0 | -1.0 |
| 12 | 6.9    | 11.9 | 2.5  | 18.7 | -3.1 |

(気象庁ホームページ <<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>>より)

表 3-2-3 御殿場観測所の降水量・風向・風速 (平成 26 年)

| 月  | 降水量(mm) |       |      |       | 風向・風速(m/s) |      |     |        |     |
|----|---------|-------|------|-------|------------|------|-----|--------|-----|
|    | 合計      | 日最大   | 最大   |       | 平均         | 最大風速 |     | 最大瞬間風速 |     |
|    |         |       | 1 時間 | 10 分間 |            | 風速   | 風向  | 風速     | 風向  |
| 1  | 171.0   | 36.0  | 11.0 | 2.5   | 2.0        | 9.5  | 南西  | 17.3   | 南西  |
| 2  | 102.5   | 43.5  | 20.0 | 4.0   | 2.3        | 9.5  | 南南西 | 17.9   | 南西  |
| 3  | 160.5   | 51.0  | 11.0 | 2.5   | 2.8        | 8.9  | 南南西 | 16.7   | 南南西 |
| 4  | 299.0   | 122.0 | 20.0 | 4.5   | 3.0        | 10.6 | 南南西 | 21.6   | 南南西 |
| 5  | 188.5   | 113.0 | 48.0 | 23.5  | 2.7        | 9.9  | 南西  | 18.3   | 南西  |
| 6  | 213.5   | 38.0  | 17.5 | 13.0  | 2.0        | 7.7  | 南南西 | 13.1   | 南南西 |
| 7  | 605.0   | 195.5 | 35.0 | 11.0  | 3.0        | 10.4 | 南南西 | 20.1   | 南南西 |
| 8  | 263.0   | 131.5 | 32.0 | 9.5   | 2.5        | 7.3  | 南南西 | 14.5   | 南南西 |
| 9  | 602.0   | 145.5 | 59.0 | 17.5  | 2.0        | 7.4  | 南南西 | 14.6   | 南南東 |
| 10 | 93.0    | 40.5  | 21.0 | 9.5   | 2.2        | 14.8 | 南西  | 28.6   | 南西  |
| 11 | 213.5   | 39.0  | 10.0 | 3.0   | 2.0        | 7.2  | 南西  | 13.4   | 西南西 |
| 12 | 146.0   | 110.0 | 22.0 | 6.0   | 2.2        | 15.3 | 南南西 | 28.2   | 南南西 |

(気象庁ホームページ <<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>>より)

表 3-2-4 御殿場観測所の日照時間 (平成 26 年)

| 月  | 日照時間<br>(h) |
|----|-------------|
| 1  | 181.2       |
| 2  | 163.1       |
| 3  | 189.9       |
| 4  | 121.2       |
| 5  | 237.3       |
| 6  | 126.2       |
| 7  | 138.7       |
| 8  | 182.1       |
| 9  | 153.5       |
| 10 | 227.7       |
| 11 | 121.5       |
| 12 | 158.8       |

(気象庁ホームページ <<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>>より)

## 4. 実証装置の概要

### 4-1 実証技術の特徴と処理フロー

#### (1) 実証対象となる技術の概要

代表的な物理化学処理は、①比較的大きな固形分や浮遊物質の除去を目的とする沈降（浮上）分離、②沈降分離等が困難なコロイド物質等の除去を目的とする凝集分離、③微細な浮遊物質の除去により処理水を高度化するろ過処理、④処理水をさらに高度化するための酸化処理や吸着処理、消毒処理等がある。物理化学処理方式はこれらの処理を目的（要求する処理水質）に応じて組み合わせで設計する。物理化学処理方式は組み合わせ次第によっては高度な処理水が得られるが、処理水の高度化に伴って、処理設備の増加及び複雑化によるメンテナンスの負担増、ランニングコスト増加等を伴うため、目的に見合った設計をすることが重要である。物理化学処理方式は生物処理方式と比較して処理速度が速く、設備がコンパクトであるという特徴がある。また、水温等の影響を受けにくく、かつ、ピーク時等の大きな負荷変動においても比較的対応がしやすいなど、自然地域トイレとして有利な点も備えている。

物理化学処理方式の処理装置を運転する場合には、液移送や資材（薬品）注入等に使用するポンプの動力源（電力）が必要である。また、凝集剤を溶解する必要がある場合には、溶解水として適切な水の供給も必要である。

沈降（浮上）分離や凝集処理については処理に伴って汚泥が発生する。また、ろ過処理や吸着処理については処理に伴って、ろ材や吸着材が劣化するため、交換が必要となる。これらの残渣類の搬出手段が必要である。

#### (2) 実証対象技術の特徴

本実証装置は、平成16年7月に設置された汚水処理装置（以後、「従来装置」という）を、平成25年7月にΣシステムを導入することで改修したシステムである。前処理（従来装置のNo.1槽～No.3槽を使用）、凝集分離処理（改修時に新設）、固液分離装置（従来装置のNo.4槽～No.7槽を使用、汚泥脱水装置は新設）、処理槽（従来装置のNo.8槽を使用）で構成されている。

### ア. 前処理（生物処理）工程

前処理工程は従来装置を継続活用しており、3槽（No.1槽～No.3槽）で構成されている。これら3槽の運転方法は従来装置の運転方法を継続しており、No.1槽～No.2槽は嫌気槽、No.3槽はブロワによるエアレーションを行い、好気槽として使用している。処理条件によっては生物処理による処理効果も若干期待されるが、処理効果は低い。異物除去や性状安定化・均一化等の前処理を主な目的としている。

### イ. 凝集分離工程（Σシステム）

凝集分離工程は従来装置を改修した際に新設された装置であり、スパイラルシリンダー、凝集槽、反応槽、薬品（凝集剤、pH調整剤）注入装置で構成されている。

No.3曝気槽液はポンプでスパイラルシリンダーに移送され、性状の均一化が図られた後、凝集槽に流入する。凝集槽では設置されているpH計との連動制御により凝集剤（Σ液）が注入され、汚

濁物質のフロック化が行われる。反応槽では pH 計との連動制御により凝集反応 pH の調整（アルカリ注入）が行われ、フロックの成長を促している。

#### ウ. 固液分離工程

固液分離工程は従来装置の No.4 槽～No.7 槽を継続活用している。凝集分離工程で凝集処理された汚水は No.4～No.7 沈降槽で重力による固液分離が行われる。沈降した汚泥は液中膜（透過径 0.2～0.4 $\mu$ m）により濃縮された後、遠心脱水機により脱水され、脱水汚泥は搬出される。なお、脱水設備で発生した分離液は汚泥の引抜きを行った水槽に戻すことを原則とし、各水槽の液位調整を図っている。

#### エ. 処理水仕上げ・循環工程

処理槽は従来装置の No.8 槽を継続使用している。処理槽の槽内液については急速ろ過装置を経由する循環処理を行い、処理水の最終仕上げ処理を行っている。

### 4-2 実証装置の仕様

本実証装置の仕様について、**図 4-2-1**、**4-2-2** にし尿処理フロー、**図 4-2-3** に各槽の有効容量、**図 4-2-4** 処理装置の配置図、**図 4-2-5**、**4-2-6** に標準設計図をそれぞれ示す。**表 4-2-1** には技術仕様、**表 4-2-2** に主要機器の仕様を示す。

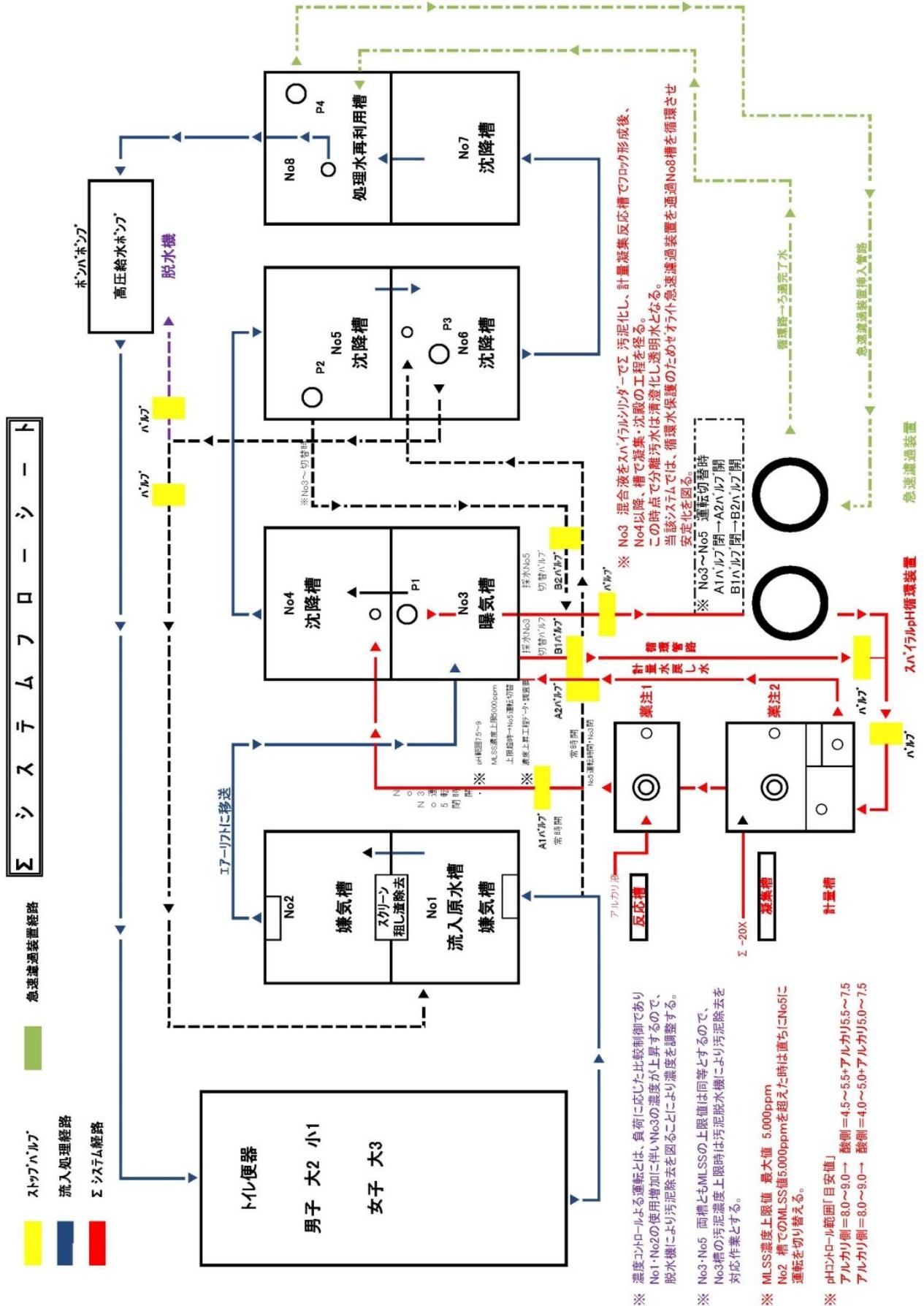


図 4-2-1 し尿処理フロー①

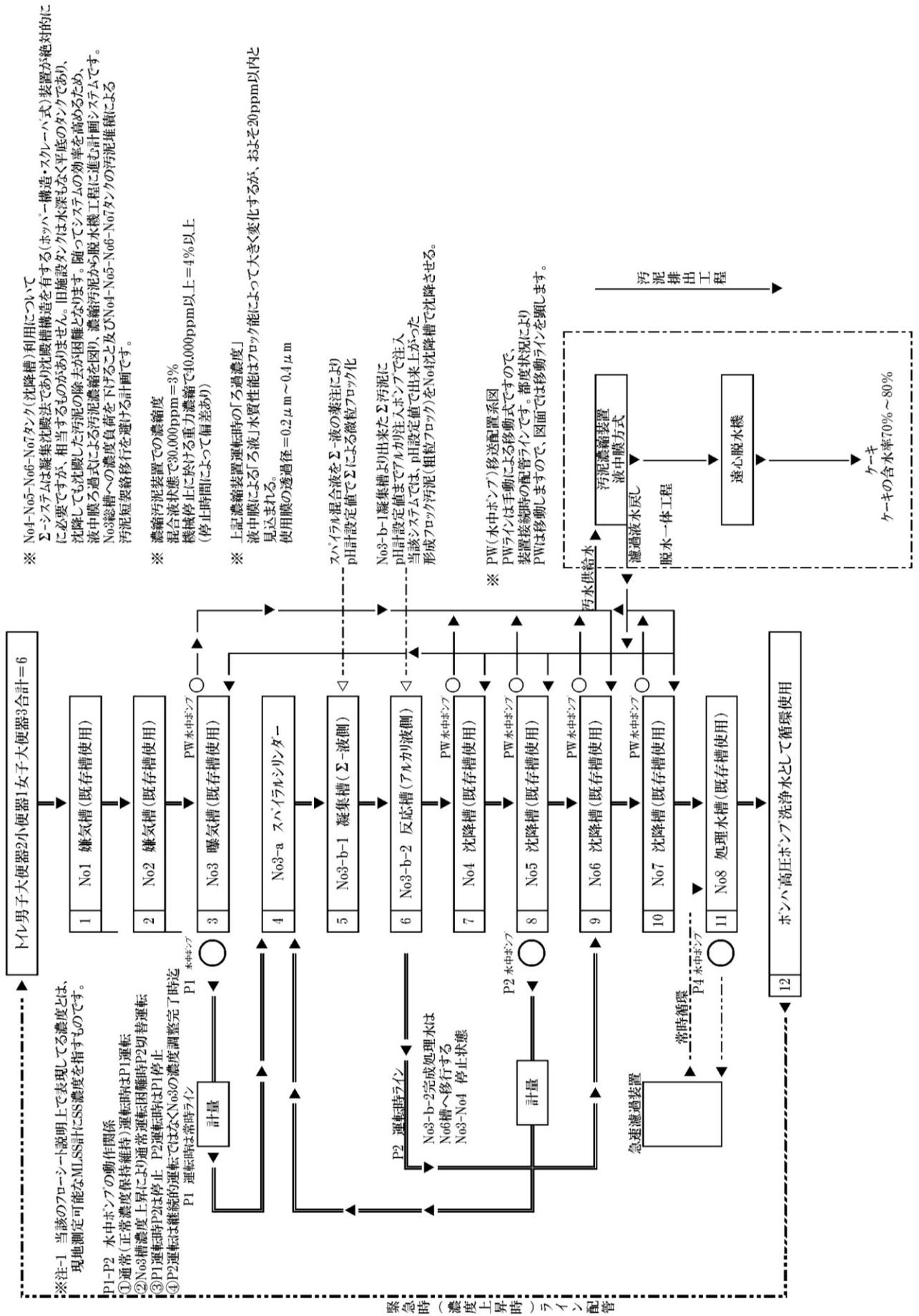


図 4-2-2 し尿処理フロー②

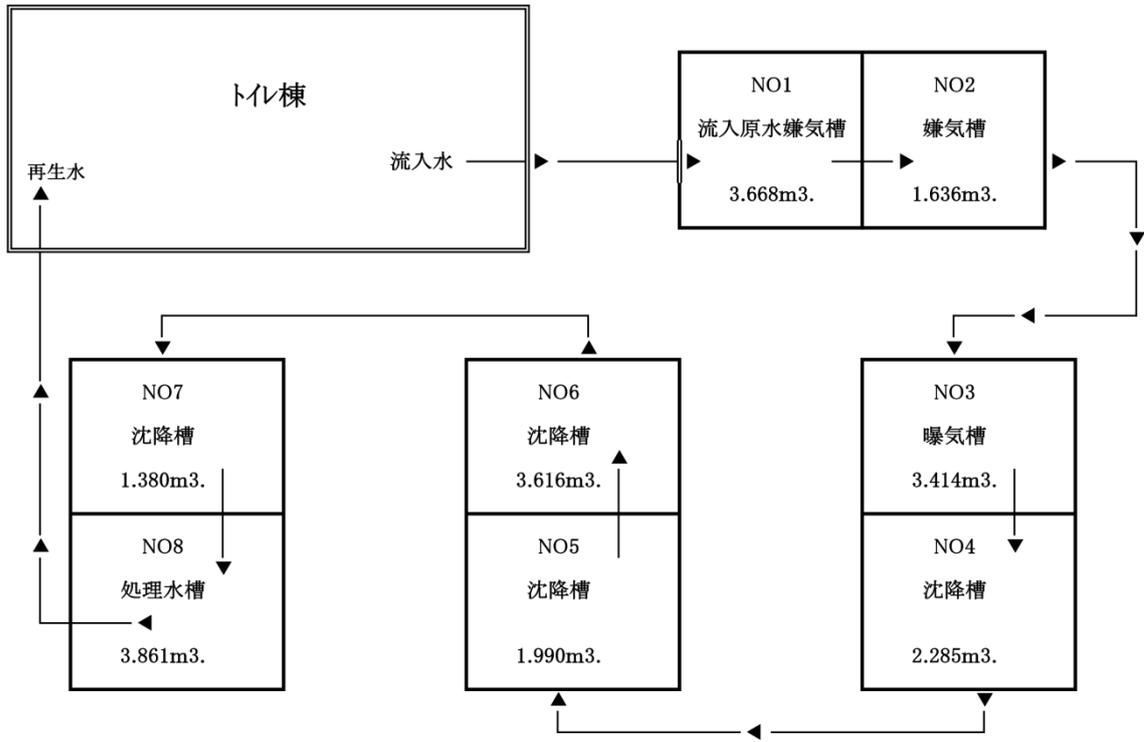


図 4-2-3 各槽の有効容量

御来光館トイレ装置平面図

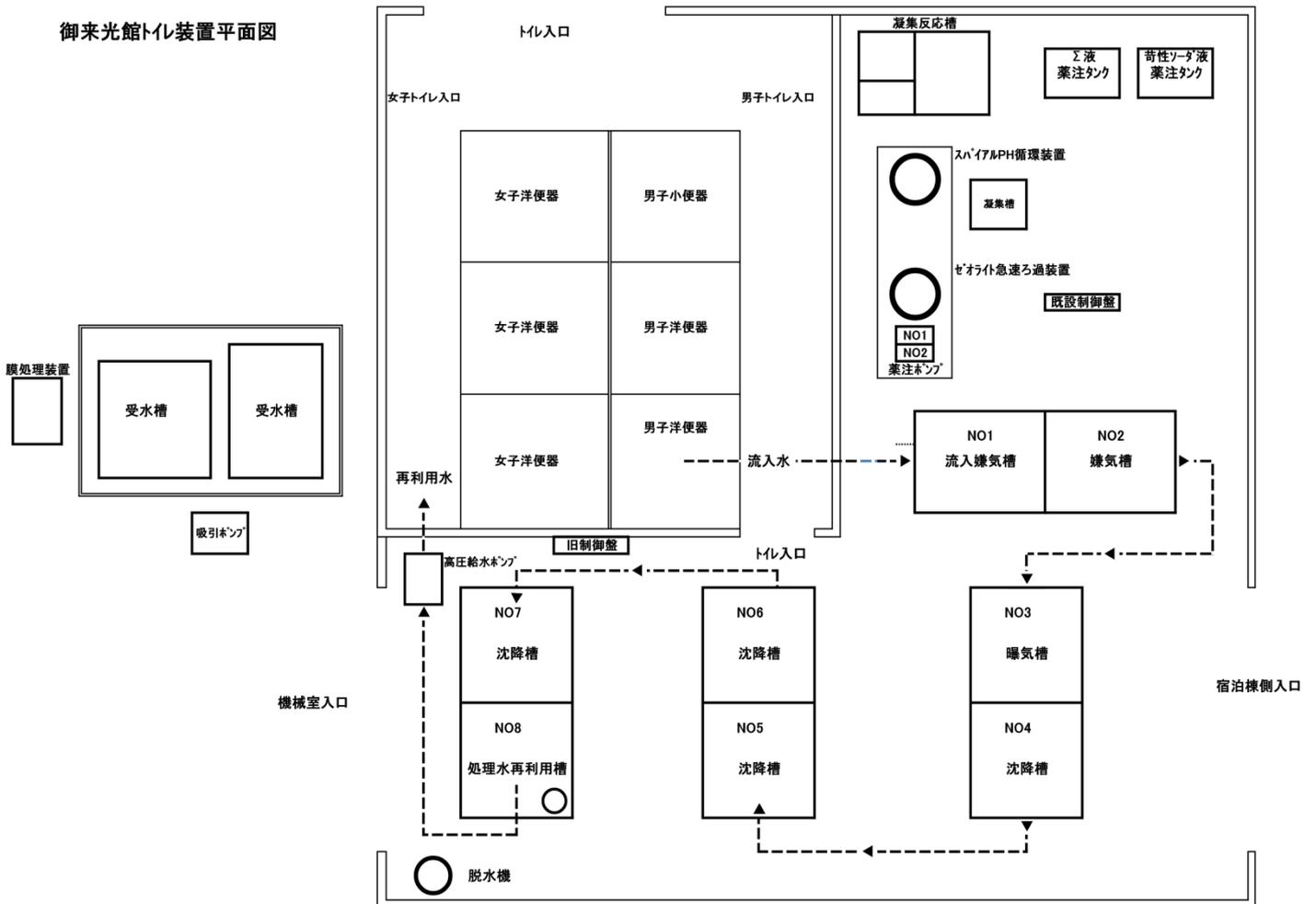


図 4-2-4 処理装置の配置図

表 4-2-1 技術仕様

|                           |   |                                     |
|---------------------------|---|-------------------------------------|
| 企業名                       | 株式会社一水工業 (Issui Industry Co.,Ltd)           |                                     |
| 技術名称                      | 凝集沈殿方式                                      |                                     |
| 装置名称                      | Σシステム 英語名: Σ system                         |                                     |
| し尿処理方式                    | 水使用—物理・化学処理—凝集沈殿                            |                                     |
| 製造企業名                     | 水研化学工業株式会社                                  |                                     |
| 連絡先                       | 住所  | 〒403-0007 山梨県富士吉田市中曽根 3 丁目 5 番 32 号 |
|                           | 担当者   | 瀧口 孝憲                               |
|                           | 連絡先   | TEL: 0555-22-0395 FAX: 0555-22-0465 |
|                           | E-Mail                                      | issui-01@isi.co.jp                  |
| 設置条件                      | 水   | 初期水のみ (21.85 t)                     |
|                           | 電気  | 必要 (12.5 kWh/日)                     |
|                           | 道路  | 使用 (富士山は 5 合目よりブルドーザーを使用)           |
| 使用燃料                      | 燃料の種類                                       | 軽油 (自家発電設備用)                        |
|                           | 消費量   | 60 L/月                              |
| 使用資材                      | 資材の種類                                       | Σ液                                  |
|                           | 投入量   | 130 L/月                             |
| 温度                        | 適正稼働が可能な気温                                  | 0 °C                                |
| 装置タイプ<br>(トイレと処理装置が隣接型)   | 男子小便器 1 基、男子洋式大便器 2 基<br>女子洋式大便器 3 基        |                                     |
| サイズ                       | 処理装置のみ                                      | W2500 mm × D 1000 mm × H 1500 mm    |
| 重量                        | 処理装置のみ                                      | 0.15 t                              |
| 処理能力<br>0.23 L/回とし<br>て算定 | 平常時   | 600 回/日 (138 L/日)                   |
|                           | 使用集中時                                       | 830 回/日 (191 L/日)                   |
|                           | 性能提示値                                       | BOD 100 mg/L 以下                     |
| その他 (特記事項)                | ・ 汚泥の最終処分方法として、脱水によりケーキとした上、<br>固体で運搬し搬出する。 |                                     |

表 4-2-2 主要機器の仕様

| 機器名            | 型番                  | メーカー     | 台数 | 電力              |
|----------------|---------------------|----------|----|-----------------|
| 脱水機            | EFOU-KR             | 日立       | 1  | 200 W           |
| Σ 液薬品攪拌機       | HJ-8940-15          | 阪和攪拌機    | 1  | 40 W (100 rpm)  |
| アルカリ側薬品攪拌機     | HJ-8940-15          | 阪和攪拌機    | 1  | 40 W (100 rpm)  |
| 凝集槽攪拌機         | HP-5001B            | 阪和攪拌機    | 1  | 200 W (300 rpm) |
| 反応槽攪拌機         | M9MA40G4Y           | ハナソニック   | 1  | 200 W           |
| Σ 側薬注ポンプ       | CM100-Z             | トーケミ     | 1  | 3.5 W           |
| アルカリ側薬注ポンプ     | CM100-Z             | トーケミ     | 1  | 3.5 W           |
| No3 槽水中移送ポンプ   | 50PU2.75            | ツルミ水中ポンプ | 1  | 400 W           |
| 主ブロー           |                     | 東浜工業     | 1  | 400 W           |
| 濃縮汚泥装置ブロー      | HP-150 150<br>L/min | テクノ高槻    | 1  | 125 W           |
| 濃縮汚泥装置吸引自吸式ポンプ | HP-50               | 寺田       | 1  | 80 W            |
| 急速濾過装置用水中ポンプ   | HP-50               | ツルミ水中ポンプ | 1  | 400 W           |

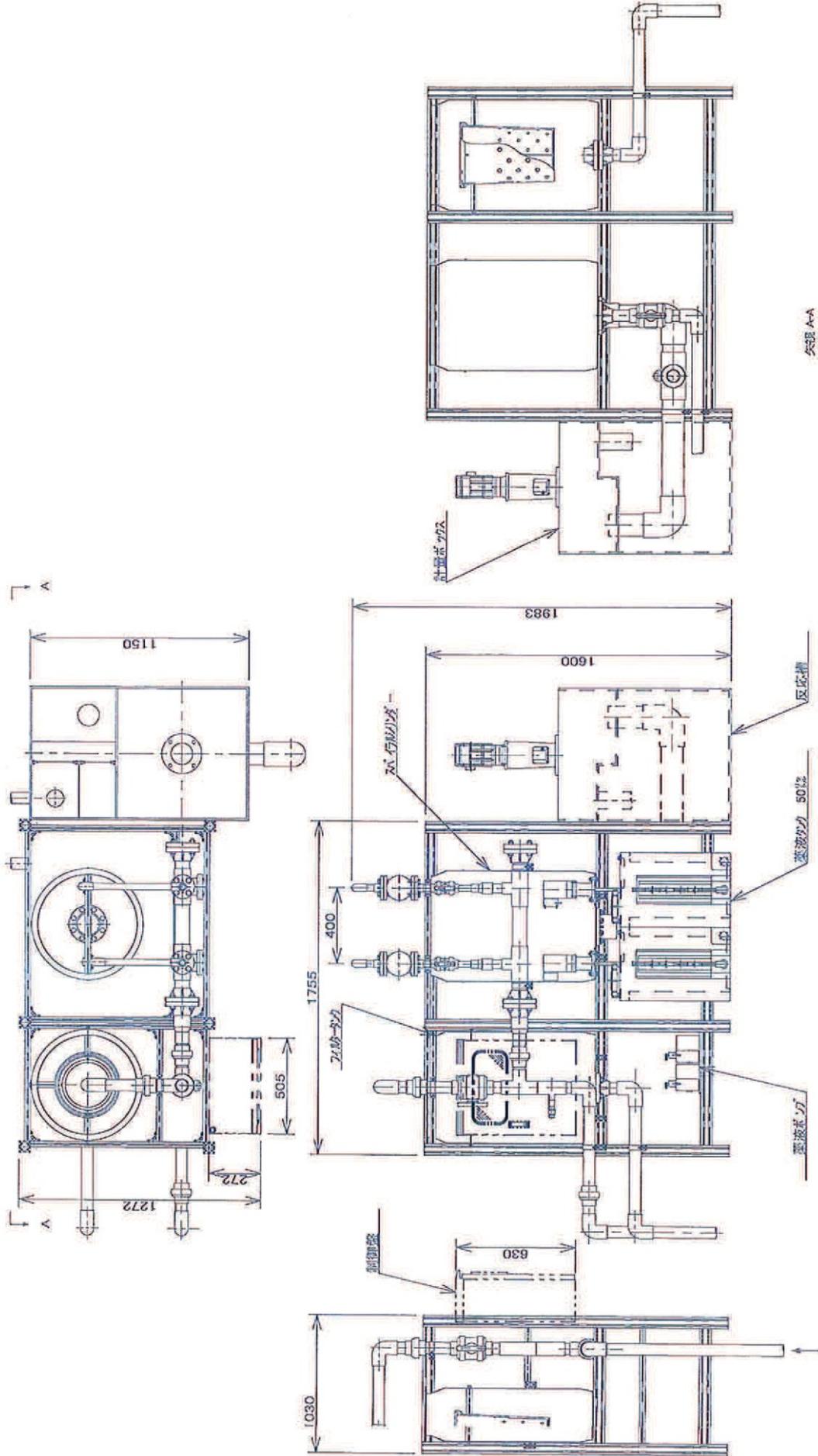
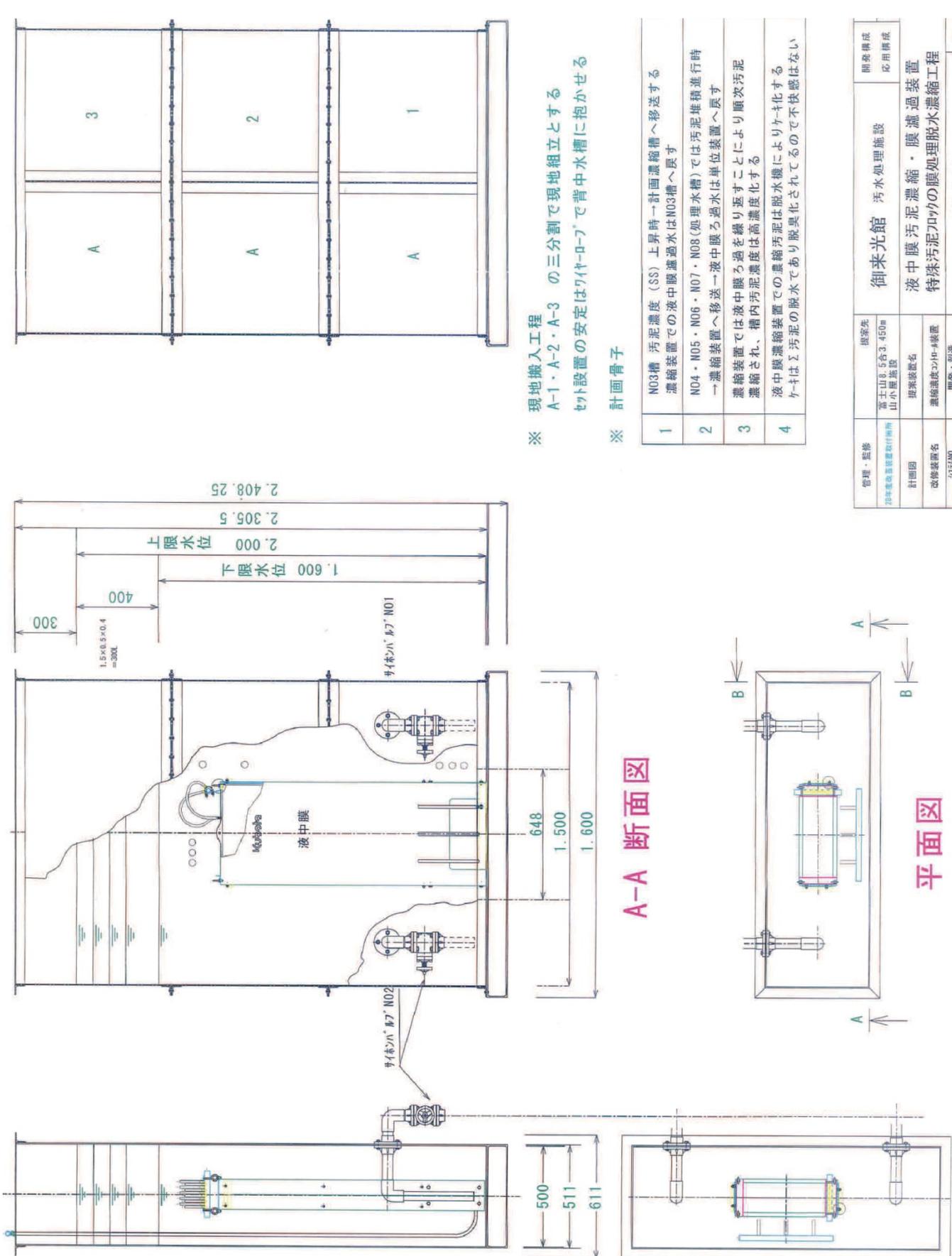


図 4-2-5 標準設計図 ( $\Sigma$ システム)



※ 現地搬入工程  
 A-1・A-2・A-3 の三分割で現地組立とする  
 セット設置の安定は「ワイヤーロープ」で背中心水槽に抱かせる

※ 計画骨子

|   |   |
|---|---|
| 1 | N03槽、汚泥濃度 (SS) 上昇時→計画濃縮槽へ移送する<br>濃縮装置での液中膜濾過水はN03槽へ戻す           |
| 2 | N04・N05・N06・N07・N08 (処理水槽) では汚泥堆積進行時<br>→濃縮装置へ移送→液中膜ろ過水は単位装置へ戻す |
| 3 | 濃縮装置では液中膜ろ過を繰り返すことにより順次汚泥<br>濃縮され、槽内汚泥濃度は高濃度化する                 |
| 4 | 液中膜濃縮装置での濃縮汚泥は脱水機によりケーキ化する<br>ケーキはΣ汚泥の脱水であり脱臭化されてるので不快感はない      |

|                         |                               |                                    |       |
|-------------------------|-------------------------------|------------------------------------|-------|
| 管理・監督<br>沼年環境改善推進課取付事務所 | 調査先<br>富士山8.5合3.450m<br>山小屋施設 | 御光館 汚水処理施設                         | 開発・製造 |
| 計画図                     | 提案装置名<br>濃縮濾過コンロ付装置           | 液中膜汚泥濃縮・膜濾過装置<br>特殊汚泥70%の膜処理脱水濃縮工程 | 開発・製造 |
| 改修装置名<br>3/31/10        | 開発・製造                         |                                    |       |

図 4-2-6 標準設計図 (汚泥濃縮装置)

#### 4-3 実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、平成 16 年 7 月に設置された従来装置を、実証申請者である株式会社一水工業が平成 25 年 7 月に Σ システムを導入することで改修したシステムである。

#### 4-4 実証装置の運転・維持管理方法

本実証装置に関する日常維持管理とトラブル対応は、日常維持管理者である富士山八合五勺御来光館が、また専門維持管理は、実証申請者である株式会社一水工業の立会いの下、特定非営利活動法人日本トイレ研究所及び試料採取・分析・解析機関の一般財団法人日本環境衛生センターが行った。

#### 4-5 実証装置の条件設定

本実証装置の設置条件および利用条件について、表 4-5-1 に示す。

表 4-5-1 設備条件及び利用条件

|        |           |    |                                     |
|--------|-----------|----|-------------------------------------|
| 供用開始   |           |    | 平成 16 年 7 月<br>(実証装置導入は平成 25 年 7 月) |
| インフラ条件 | 給水        | 上水 | なし                                  |
|        |           | 雨水 | なし                                  |
|        | 電源        |    | あり (発電機)                            |
|        | 道路        |    | 登山道<br>(機材の運搬、および搬出汚泥は専用ブルドーザー道を使用) |
| 使用条件   | 利用形態      |    | 水洗                                  |
|        | 使用期間      |    | 富士山開山期間のみ (7 月上旬~9 月上旬)             |
|        | 使用集中時等の制限 |    | 特になし                                |
|        | トイレットペーパー |    | そのまま投入                              |

## 5. 実証試験方法

試験の体制や調査の方法について、水使用—生物処理—土壌方式の実証試験計画(平成28年8月)より要約し、以下に示した。

### 5-1 実証試験の実施体制

自然地域トイレし尿処理技術分野における実証試験実施体制を図5-1-1に示す。また、技術実証検討員を表5-1-1、参加組織連絡先を表5-1-2に示す。

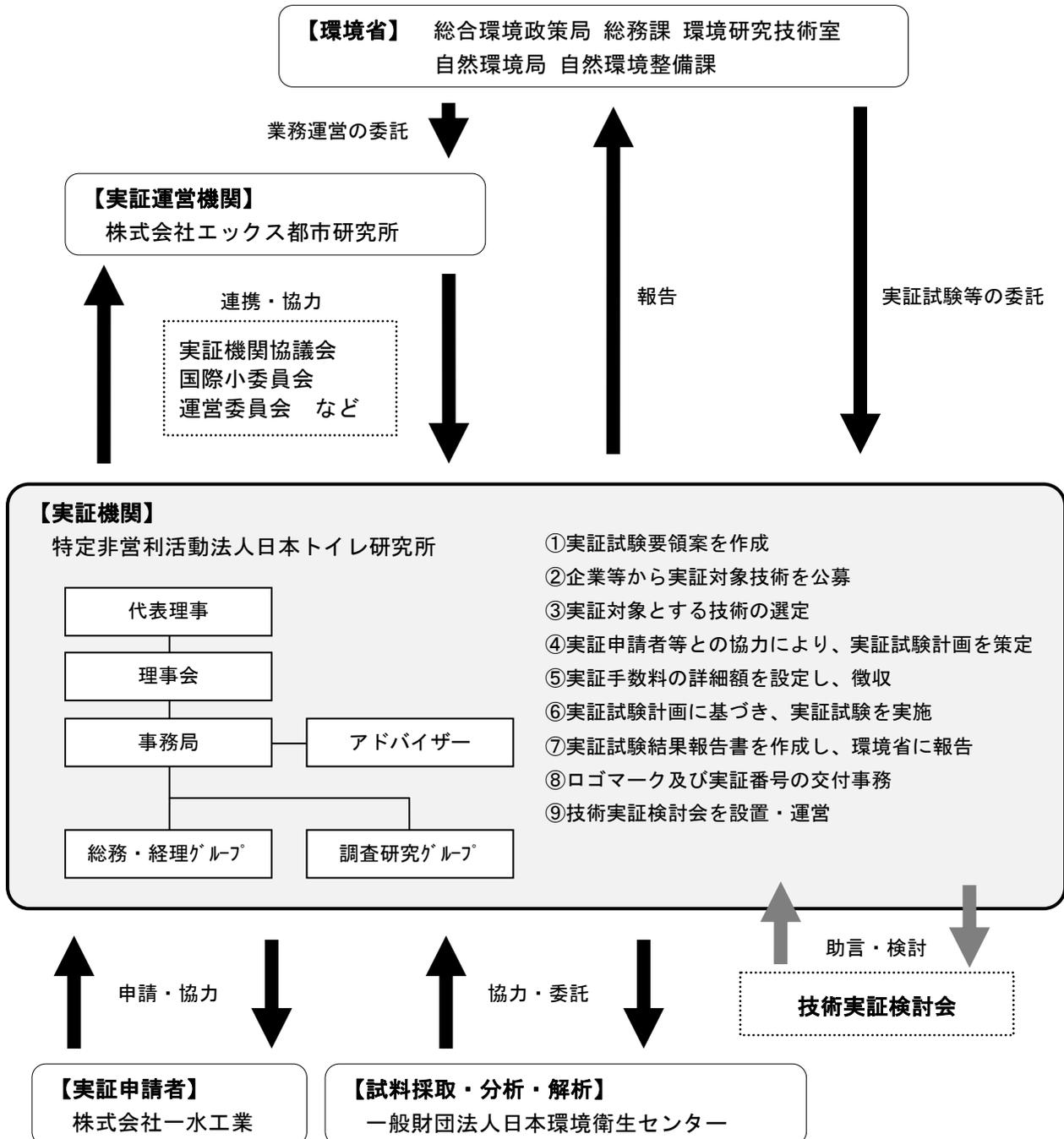


図 5-1-1 実施体制図

表 5-1-1 技術実証検討員

| 名 前   | 所属・肩書                |
|-------|----------------------|
| 伊与 亨  | 北里大学医療衛生学部 講師        |
| 河村 清史 | 元 埼玉大学大学院理工学研究科 教授   |
| 木村 茂雄 | 神奈川工科大学機械工学科 教授      |
| 桜井 敏郎 | 公益社団法人神奈川県生活水保全協会 理事 |
| 穂苅 康治 | 槍ヶ岳観光株式会社 代表取締役      |
| 宮原 登  | 長野県環境部 自然保護課長        |

(50 音順 敬称略)

表 5-1-2 参加組織連絡先

|            |  |
|------------|--|
| 実証機関       | 特定非営利活動法人 日本トイレ研究所   |
|            | 〒105-0004 東京都港区新橋 5-5-1 IMC ビル新橋 9F<br>TEL: 03-6809-1308 FAX: 03-6809-1412<br>平澤 恵介 / 上 幸雄 / 柏崎和可子<br>E-Mail: etv@toilet.or.jp |
| 試料採取・分析・解析 | 一般財団法人 日本環境衛生センター  |
|            | 〒210-0828 神奈川県川崎市川崎区四谷上町 11-15<br>TEL: 044-287-3251 FAX: 044-287-3255<br>岡崎 貴之<br>E-Mail: okazaki@jesc.or.jp                   |
| 運転・維持管理    | 富士山八合五勺御来光館  |
|            | 〒410-1431 静岡県駿東郡小山町富士山須走口八合五勺<br>TEL: 0555-84-1333 FAX: 0555-84-1334 (事務所)<br>館主 天野 広之   |
| 実証申請者      | 株式会社一水工業   |
|            | 〒403-0007 山梨県富士吉田市中曽根 3 丁目 5 番 32 号<br>TEL: 0555-22-0395 FAX: 0555-22-0465<br>取締役副社長 瀧口 孝憲<br>E-Mail: issui-01@isi.co.jp       |

## 5-2 役割分担

本試験実施に関する役割分担（実証試験要領第 12 版（平成 28 年 3 月）に準拠）について、実証試験参加者と責任分掌を表 5-2-1 に示す。なお、環境省および実証運営機関（株式会社エックス都市研究所）の責任分掌については、実証事業実施要領を参照のこと。

表 5-2-1 実証試験参加者と責任分掌

| 区分           | 実証試験参加機関              | 責任分掌  | 参加者   |
|--------------|-----------------------|---|---|
| 実証機関         | 特定非営利活動法人<br>日本トイレ研究所 | <ul style="list-style-type: none"> <li>①実証試験要領案を作成</li> <li>②企業等から実証対象技術を公募</li> <li>③実証対象とする技術の選定</li> <li>④実証申請者等との協力により、実証試験計画を策定</li> <li>⑤実証手数料の詳細額を設定し、徴収</li> <li>⑥実証試験計画に基づき、実証試験を実施</li> <li>⑦実証試験結果報告書を作成し、環境省に報告</li> <li>⑧ロゴマーク及び実証番号の交付事務</li> <li>⑨技術実証検討会を設置・運営</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>○調査研究グループ<br/>(理事)<br/>上 幸雄<br/>(研究員)<br/>平澤 恵介<br/>柏崎和可子</li> <li>○総務・経理グループ<br/>原田 雄美</li> </ul> |
| 実証申請者        | 株式会社一水工業              | <ul style="list-style-type: none"> <li>①実証試験計画の策定にあたり、実証機関に必要な情報を提供する等、実証機関に協力</li> <li>②実証対象製品を準備。また、その他実証に必要な比較対象技術の情報等を実証機関に提供</li> <li>③実証対象製品の運搬、施工、撤去等が必要な場合は、実証申請者の費用負担及び責任で行う</li> <li>④実証機関の要請に基づき、必要に応じ、試験作業の一部を実施する。また、その場合、実証試験計画書通りに試験が進められていることを示す、または試験に使用したデータを全て実証機関に提出する等、実証機関の要請に対して協力</li> <li>⑤実証対象技術に関する既存の性能データを用意</li> <li>⑥実証試験結果報告書の作成において、実証機関に協力</li> </ul> | ○取締役副社長<br>瀧口 孝憲  |
| 日常的な運転・維持管理者 | 富士山八合五勺<br>御来光館       | <ul style="list-style-type: none"> <li>①実証申請者が作成する「日常管理者への取扱説明書」をもとに実施</li> <li>②トラブル等の異常時を除いて、実証申請者に連絡を取る場合はすべて実証機関を介する</li> </ul> <p>(実証機関は、異常が発生した際には速やかに実証申請者に連絡をとり、実証申請者の示した定常運転状態に復帰させるように対処。不測の事態の際には、実証機関は実証申請者とともに対応。)</p>   | ○館主<br>天野 広之  |
| 専門的な運転・維持管理者 | 一般財団法人<br>日本環境衛生センター  | <ul style="list-style-type: none"> <li>①実証試験計画に基づき試料採取・分析・解析を実施</li> <li>②実証申請者が作成する「専門管理者への維持管理要領書」をもとに適正に運転・維持管理するための定期的な保守点検、汚泥の引き抜き等を実施</li> </ul>  | ○東日本支局<br>環境工学部<br>環境施設計画課<br>岡崎 貴之   |

### 5-3 実証試験期間

本実証試験の専門管理、試料採取スケジュールを表 5-3-1 に示す。

表 5-3-1 専門管理、試料採取スケジュール

| 専門管理、試料採取日 |                             |
|------------|-----------------------------|
|            | 平成28年 7月25日 (月) 実証開始日       |
| 第1回        | 平成28年 7月25日 (月) 実証開始から 0 日目 |
| 第2回        | 平成28年 8月26日 (金) 実証開始から 32日目 |
| 第3回        | 平成28年 9月 9日 (金) 実証開始から 46日目 |

### 5-4 実証試験項目

本実証試験の実証試験項目を表 5-4-1 に示す。

表 5-4-1 実証視点と調査者

| 実証視点        | 調査者                    |
|-------------|------------------------|
| (1) 稼働条件・状況 | 日本トイレ研究所<br>日本環境衛生センター |
| (2) 維持管理性能  |                        |
| (3) 室内環境    |                        |
| (4) 周辺環境影響  |                        |
| (5) 処理性能    |                        |

#### 5-4-1 稼働条件・状況

対象技術となる装置が適正に稼働するための前提条件として想定される項目を表 5-4-1-1 に示す。実証データの算定にあたっては、日常管理者が把握するデータを基礎とする。

表 5-4-1-1 稼働条件・状況実証に関する項目の測定方法と頻度

| 分類項目                | 実証項目                     | 測定方法                                | 頻度     | 調査者                    |
|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|--------|------------------------|
| 処理能力 <sup>※1</sup>  | トイレ使用回数                  | 宿泊人数よりトイレ利用者数を推計                    | 毎日     | 日本トイレ研究所<br>日本環境衛生センター |
| 水                   | 必要初期水量 (m <sup>3</sup> ) | 初期水投入段階に記録                          | 開始時    |                        |
|                     | 増加水量 (m <sup>3</sup> )   | 処理槽のオーバーフローの有無を確認。また、水位の著しい低下の有無を確認 | 試料採取時  |                        |
|                     | 引き抜き量 (m <sup>3</sup> )  | 引き抜き時に記録                            | 都度     |                        |
| 汚泥                  | 引抜き量 (m <sup>3</sup> )   | 引き抜き時に記録                            | 都度     |                        |
|                     | 脱水汚泥搬出量 (kg)             | 搬出時に記録                              | 都度     |                        |
| 電力                  | 消費電力量 (kWh/日)            | 各機器運転時間から算出                         | 毎日     |                        |
| 気温・湿度 <sup>※2</sup> | 設置場所の気温                  | 自動計測器を設置して測定                        | 1 時間間隔 |                        |

※1 宿泊者の日ごとの人数を確認

※2 計測器には「実証試験機材」であることを明示する。なお、計測は自動測定器を用いる

## (1) 使用回数

使用回数は、御来光館の宿泊者数及び通過登山者数から算出した推計値とした。

(御来光館の宿泊者の使用回数(宿泊者は3回使用と仮定)に、宿泊者以外の使用回数(登山者数÷登山道中のトイレ箇所数)とした)

## (2) 室内温度、外気温、湿度、大気圧

室内温度、外気温、湿度、大気圧は、自動計測器を設置して測定・記録した。自動計測器の仕様を表5-4-1-2に示す。

表 5-4-1-2 温湿度センサー

| 株式会社ティアンドディ  |         |  |
|--|---------|--|
|  | a.名称    | 温度・湿度データロガー                                      |
|  | b.型式    | TR-72wf  |
|  | c.チャンネル | 温度、湿度各1チャンネル                                     |
|  | d.測定範囲  | 温度 :0~55℃(内蔵センサ)<br>湿度 :10~95%RH(付属センサ)          |
|  | e.測定表示  | 温度 :0.1℃単位<br>湿度 :1%RH                           |
|  | f.測定精度  | 温度:平均±0.5℃<br>湿度:平均±0.5%                         |
|  | g.動作環境  | 温度:-10~60℃<br>湿度:90%RH以下(結露しないこと)                |
|  | h.記録容量  | 8,000データ×2チャンネル                                  |
|  | i.記録間隔  | 1・2・5・10・15・20・30秒/<br>1・2・5・10・15・20・30・60分から選択 |
|  | j.寸法・重量 | 55(高)×78(巾)×18(厚)mm、62g(電池含む)                    |
|  | k.使用電池  | 単3アルカリ電池×2本                                      |
| l.電池寿命   | 約18ヶ月   |  |

## 5-4-2 維持管理性能

実証申請者が提出する日常管理者用の取扱説明書及び専門管理者用の維持管理要領書に沿って運転・管理を行い、管理作業全般について、その実施状況、実施の難易性、作業性、作業量等を総括的に判断し、報告書の作成を行うものとする。維持管理性能実証項目の記録方法及び頻度を表5-4-2-1に示す。

表 5-4-2-1 維持管理性能に関する実証項目の記録方法と頻度

| 分類項目         | 実証項目                | 測定方法                          | 頻度               | 調査者                    |
|--------------|---------------------|-------------------------------|------------------|------------------------|
| 日常管理全般       | 作業内容、所要人員、所要時間、作業性等 | 日常管理チェックシートに記録、またはそれに準じた記録を行う | 毎日               | 日本トイレ研究所<br>御来光館       |
| 専門管理全般       |                     | 専門管理チェックシートに記録                | 試料採取時            | 日本トイレ研究所<br>日本環境衛生センター |
| トラブル対応       |                     | トラブル対応チェックシートに記録              | 発生時              |                        |
| 汚泥の搬出及び処理・処分 |                     | 発生汚泥処理・処分チェックシートに記録           | 汚泥脱水時<br>脱水汚泥搬出時 |                        |
| 信頼性          |                     | 読みやすさ、理解のしやすさ、正確性等            | マニュアルチェックシートに記録  |                        |

## 5-4-3 室内環境

トイレを使用する利用者にとって、トイレブース内の空間が快適であることを実証する。また、実証試験期間中にはトイレ利用者へのアンケート調査を行い、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握する。トイレ利用者室内環境に関する実証項目を表5-4-3-1、温湿度センサーの仕様を表5-4-3-2に示す。

表 5-4-3-1 室内環境に関する実証項目

| 実証項目 | 方法   | 頻度                   | 調査者        |
|------|--|----------------------|------------|
| 温度 ※ | 自動計測器を建屋内に設置し、気温を測定・記録                           | 1 時間間隔               | 日本トイレ研究所   |
| 湿度 ※ | 自動計測器を建屋内に設置し、湿度を測定・記録                           |                      |            |
| 許容範囲 | 利用者へのアンケート調査により、室内環境に対する快適性・操作性に関する許容範囲を把握。(資料2) | 合計 50 人程度<br>(サンプル数) | 日本環境衛生センター |

※ 計測器には「実証試験機材」であることを明示する。なお、計測は自動測定器を用いる。

表 5-4-3-2 温湿度センサー

| 株式会社ティアンドディ   |         |  |
|---|---------|--|
|  | a.名称    | 温度・湿度データロガー  |
|   | b.型式    | TR-72wf  |
|   | c.チャンネル | 温度、湿度各 1 チャンネル                                     |
|   | d.測定範囲  | 温度 :0~55 °C(内蔵センサ)<br>湿度 :10~95 %RH(付属センサ)         |
|   | e.測定表示  | 温度 :0.1 °C単位<br>湿度 :1 %RH                          |
|   | f.測定精度  | 温度:平均±0.5 °C<br>湿度:平均±0.5 %                        |
|   | g.動作環境  | 温度:-10~60 °C<br>湿度:90 %RH 以下 (結露しないこと)             |
|   | h.記録容量  | 8,000 データ×2 チャンネル                                  |
|   | i.記録間隔  | 1・2・5・10・15・20・30 秒/<br>1・2・5・10・15・20・30・60 分から選択 |
|   | j.寸法・重量 | 55(高)×7 8(巾)×18(厚)mm、62 g (電池含む)                   |
|   | k.使用電池  | 単 3 アルカリ電池×2 本                                     |
|   | l.電池寿命  | 約 18 ヶ月  |

#### 5-4-4 実証装置の設置における周辺環境への影響

対象技術は非放流式であるが、施設設置に伴い周辺環境に何らかの影響を与える可能性もある。ここでは、土地改変状況について検討することとし、周辺環境への影響に関する実証項目について、表 5-4-4-1 に示す。

表 5-4-4-1 実証装置の設置における周辺環境への影響に関する実証項目

| 分類項目   | 実証項目                  | 方法                | 頻度    | 調査者                    |
|--------|-----------------------|-------------------|-------|------------------------|
| 土地改変状況 | 設置面積、地形変更、<br>伐採、土工量等 | 図面及び現場判断<br>により記録 | 現地確認時 | 日本トイレ研究所<br>日本環境衛生センター |

#### 5-4-5 処理性能

処理性能は、各単位装置が適正に稼働しているかをみる稼働状況、処理が適正に進んでいるかをチェックする処理状況及び運転にともない何がどれだけ発生したかをみる発生物状況に分けられる。

表 5-4-5-2 に単位装置の稼働状況と処理状況、発生物状況を実証するための項目及び試料分析の標準的な方法を示す。ただし、設置環境等により実証が困難な場合は、現場の状況にあわせて項目等を変更することができる。これら実証項目により、装置が適正に運転されているか、し尿処理が順調に進んでいるかを把握する。

### (1) 試料採取場所

試料採取場所と分析項目について表 5-4-5-1 と図 5-4-5-1 に、処理性能に関する実証項目について表 5-4-5-2 に示す。

表 5-4-5-1 試料採取場所

| 分類項目     | 試料採取場所     |
|----------|------------|
| トイレ原水    | No.1 嫌気槽   |
| Σシステム原水  | スパイラルシリンダー |
| Σシステム処理水 | No.7 沈降槽   |
| 循環水      | No.8 処理水槽  |
| 脱水汚泥     | 脱水機        |

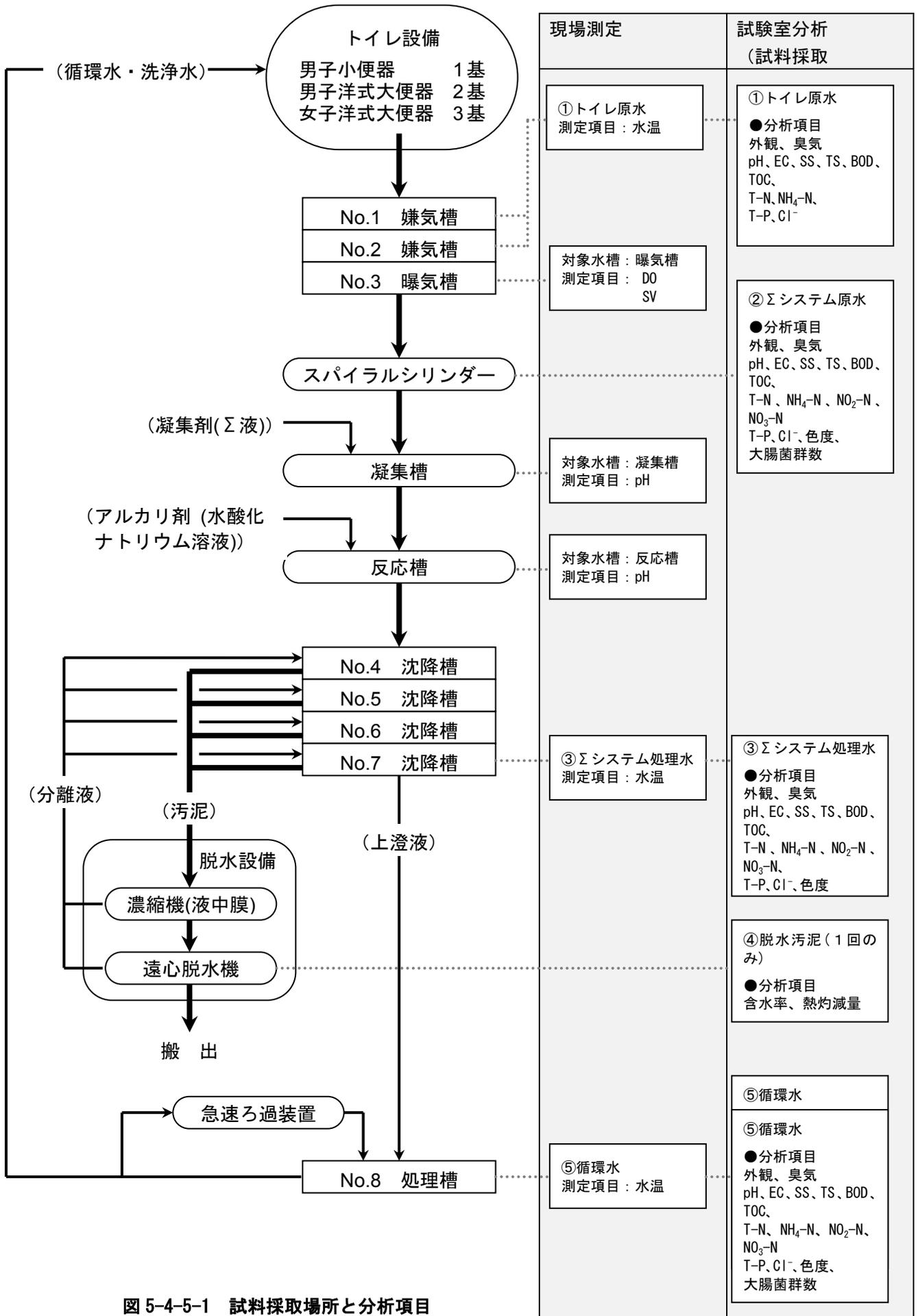


図 5-4-5-1 試料採取場所と分析項目

表 5-4-5-2 処理性能に関する実証項目

| 分類項目        | 実証項目                                | 調査・分析方法                                | 実施場所※1 |
|-------------|-------------------------------------|--|--------|
| 1 単位装置の稼働状況 | —                                   | 構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認<br>(専門管理シートに記入) | F      |
|             | —                                   | 維持管理者へのヒアリングを実施                        | F      |
| 2 トイレ原水     | 外観                                  | 目視                                     | F      |
|             | 臭気                                  | 臭気の確認                                  | F      |
|             | 電気伝導率 (EC)                          | 電気伝導率計で測定                              | L      |
|             | 塩化物イオン (Cl <sup>-</sup> )           | 下水試験方法第 1 章第 31 節                      | L      |
|             | 浮遊物質 (SS)                           | 下水試験方法第 2 編第 1 章第 12 節                 | L      |
|             | 水素イオン濃度指数 (pH)                      | JIS K 0102 12.1                        | L      |
|             | 蒸発残留物 (TS)                          | JIS K0102 14.2                         | L      |
|             | 生物学的酸素要求量 (BOD)                     | JIS K0102 21                           | L      |
|             | 有機体炭素 (TOC)                         | JIS K0102 22                           | L      |
|             | アンモニア性窒素 (NH <sub>4</sub> -N)       | JIS K0102 42.5                         | L      |
|             | 全窒素 (T-N)                           | JIS K0102 45.2                         | L      |
| 3 Σ システム原水  | 外観                                  | 目視                                     | F      |
| 4 Σ システム処理水 | 臭気                                  | 臭気の確認                                  | F      |
| 5.循環水       | 透視度                                 | 下水試験方法第 2 編第 1 章第 6 節                  | F      |
|             | 電気伝導率 (EC)                          | 電気伝導率計で測定                              | L      |
|             | 塩化物イオン (Cl <sup>-</sup> )           | 下水試験方法第 1 章第 31 節                      | L      |
|             | 浮遊物質 (SS)                           | 下水試験方法第 2 編第 1 章第 12 節                 | L      |
|             | 色度                                  | JIS K0102 10.1                         | L      |
|             | 水素イオン濃度指数 (pH)                      | JIS K 0102 12.1                        | L      |
|             | 蒸発残留物 (TS)                          | JIS K0102 14.2                         | L      |
|             | 生物学的酸素要求量 (BOD)                     | JIS K0102 21                           | L      |
|             | 有機体炭素 (TOC)                         | JIS K0102 22                           | L      |
|             | アンモニア性窒素 (NH <sub>4</sub> -N)       | JIS K0102 42.5                         | L      |
|             | 亜硝酸性窒素 (NO <sub>2</sub> -N)         | JIS K0102 43.1.2                       | L      |
|             | 硝酸性窒素 (NO <sub>3</sub> -N)          | JIS K0102 43.2.5                       | L      |
|             | 全窒素 (T-N)                           | JIS K0102 45.2                         | L      |
|             | 全リン (T-P)                           | JIS K0102 46.3.1                       | L      |
| 大腸菌群数 ※2    | 下水試験方法第 6 編第 4 章第 2 節(デソキシコール酸塩培地法) | L                                      |        |
| 5 脱水汚泥 ※3   | 含水率                                 | 下水試験方法第 5 編第 1 章第 6 節                  | L      |
|             | 熱灼減量                                | 下水試験方法第 5 編第 1 章第 8 節                  | L      |
| 6 その他       | 硫化水素ガス濃度                            | 検知管による測定                               | F      |
|             | アンモニアガス濃度                           | 検知管による測定                               | F      |

※1 実施場所記載欄の、F (Field) は現地測定、L (Laboratory) は試験室で測定することを表す。

※2 大腸菌群数の分析は、「Σシステム原水」と「循環水」で実施する。

※3 脱水汚泥は 1 回 (ピーク時) 分析する。

## (2) 試料採取スケジュール及び採取方法

### 1) 試料採取者

環境計量証明事業所、または、それと同等の品質管理が確保できる機関が担当し、装置の構造・機能を理解し、試料採取に関する知識を有する担当者が試料採取、単位装置の稼働状況調査を行う。

### 2) 試料採取頻度、体制

調査実施時期は、調査期間を集中時と平常時に分類し、以下の3つの視点で処理性能を把握する。

視点1：平常時における処理性能を調査する。

視点2：集中時における負荷が高い場合の処理性能を調査する。

視点3：集中時を終えたあとの処理性能を調査する。

調査回数は、平常時、集中時、集中時後の計3回程度とし、実証装置の特徴や申請者が提出するデータをもとに、性能を適切に把握できる回数とする。

ただし、第1回目の試料採取を行う前には、必ず稼働状況をチェックし、正常に稼働している状態かどうかを確認する。また、処理に伴う発生物の搬出を行う場合は、その時点でも処理性能の調査を行う。

集中時とは試験期間のうちトイレ利用者が多いと見込まれる期間のことを指し、具体的な期間については、実証機関が実証試験場所の利用条件を踏まえて設定する。平常時とは集中時以外の期間を指す。

なお、試料採取は、可能な限り定刻とする。具体的な試料採取実施日については表5-4-5-3に示す。

表 5-4-5-3 試料採取日

|           | 試料採取実施日 |                       |
|-----------|---------|-----------------------|
|           | 平成28年   | 7月25日 (月) 実証開始日       |
| 平常時       | 平成28年   | 7月25日 (月) 実証開始から 0 日目 |
| 集中時       | 平成28年   | 8月26日 (金) 実証開始から 32日目 |
| 平常時(ピーク後) | 平成28年   | 9月 9日 (金) 実証開始から 46日目 |

### 3) 試料採取方法

試料採取方法は、JIS K0094 または下水試験方法に沿って行う。

① 液状試料： 作動時に有姿状態で採取。採取容器はポリエチレン採取容器等を使用（細菌試験の試料は滅菌容器を使用）。

② 汚泥試料： 有姿状態で採取。採取容器はポリエチレン採取容器を使用。

#### 4) 試料採取器具

- ①液状試料： ひしゃく、状況に応じてスポイト採水器等。
- ②土壌試料： スコップ等

#### 5) 試料の保存方法

保冷容器輸送（保冷剤入り）後、冷暗所（冷蔵庫等）にて保存する。

#### 6) 試料採取時の記録事項

試料採取時の記録事項については、JIS K0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録する。

- ① 試料の名称及び試料番号
- ② 採取場所の名称及び採取位置（表層または、採取深度等）
- ③ 採取年月日、時刻
- ④ 採取者の氏名
- ⑤ 採取時の試料温度、試料周辺温度
- ⑥ その他、採取時の状況、特記事項等

#### 7) 処理性能に関する調査の分類

処理性能に関する調査は、正常な水の流れや機器設備の稼働状況等を把握する単位装置の稼働状況調査、各単位装置流出水の性状を把握するための処理工程水質調査、及び汚泥発生状況等を把握するための汚泥調査に分類される。これらは、機能の判断のために試料採取時にその場で行う現場測定と、試験室に持ち帰った後行う分析に分かれる。

現地で行う現場測定は、稼働状況調査として装置の稼働状況や汚泥生成量等を確認するとともに、感応試験、化学分析、機器測定により必要な項目を現地で**表 5-4-5-1**に従って測定する。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析等とする。

## 6. 実証試験結果及び考察

### 6-1 実証試験の経過状況

実証試験における、実証試験の全体スケジュールを図6-1-1、本装置の運転状況についてを表6-1-1に示す。実証試験実施期間は平成28年7月25日(第1回現地調査)から平成28年9月9日(第3回現地調査)までである。なお、本実証対象装置は平成25年7月に設置(平成16年7月に設置された既存設備を改造)され、供用開始後2年が経過している。

| 年月                   | 平成28年                 |                    |                     |    |      |    | 平成29年 |   |   |
|----------------------|-----------------------|--------------------|---------------------|----|------|----|-------|---|---|
|                      | 7                     | 8                  | 9                   | 10 | 11   | 12 | 1     | 2 | 3 |
| 区分                   | 平常時                   | 集中時                | 平常                  | 閉山 |      |    |       |   |   |
| トイレ研究所<br>日本環境衛生センター | 利用者アンケート              |                    |                     |    |      |    |       |   |   |
|                      | 機材設置<br>●             |                    | 機材撤去<br>●           |    |      |    |       |   |   |
|                      | 現地調査<br>◎             | 現地調査<br>◎          | 現地調査<br>◎           |    |      |    |       |   |   |
|                      | 試料採取<br>(平常時)<br>▲    | 試料採取<br>(集中時)<br>▲ | 試料採取<br>(ピーク後)<br>▲ |    |      |    |       |   |   |
|                      | 試料分析                  |                    | 試料分析                |    | 試料分析 |    |       |   |   |
|                      | 調査結果・分析結果の解析、報告書作成    |                    |                     |    |      |    |       |   |   |
| 維持管理者                | 設備運転・維持管理             |                    |                     |    |      |    |       |   |   |
|                      | 日常管理チェックシートに記録        |                    |                     |    |      |    |       |   |   |
|                      | トラブル対応チェックシートに記録(発生時) |                    |                     |    |      |    |       |   |   |

図 6-1-1 実証試験事業の全体スケジュール

表 6-1-1 運転状況

| 日時             | 経過日数  | 作業内容等   |
|----------------|-------|---|
| 平成28年7月25日 (月) | 1 日目  | 計測機器 (温・湿度計) による計測開始<br>第 1 回現地調査 : 試料採取、臭気測定、設備チェック  |
| 平成28年8月26日 (金) | 33 日目 | 検討会 (現地調査)<br>第 2 回現場調査 : 試料採取、臭気測定、設備チェック            |
| 平成28年9月 9日 (金) | 47 日目 | 第 3 回現場調査 : 試料採取、臭気測定、設備チェック<br>計測機器 (温・湿度計) 撤去及び計測終了 |

### 6-1-1 気温、電力量、薬品量、使用回数

#### (1) 気温、湿度

実証試験期間における実証装置設置場所の室温測定結果を図 6-1-1-1、湿度測定結果を図 6-1-1-2 にそれぞれ示す。

実証装置は全て屋内設置であるが外気温の影響を大きく受けており、1日のうちで室温が大きく変動している。実証装置設置場所における最高室温は 34.8℃、最低気温は 9.1℃で、単純平均した室温は 18.5℃であった。また、同室内の湿度は 9~77%で変動しており、単純平均した湿度は 46% である。

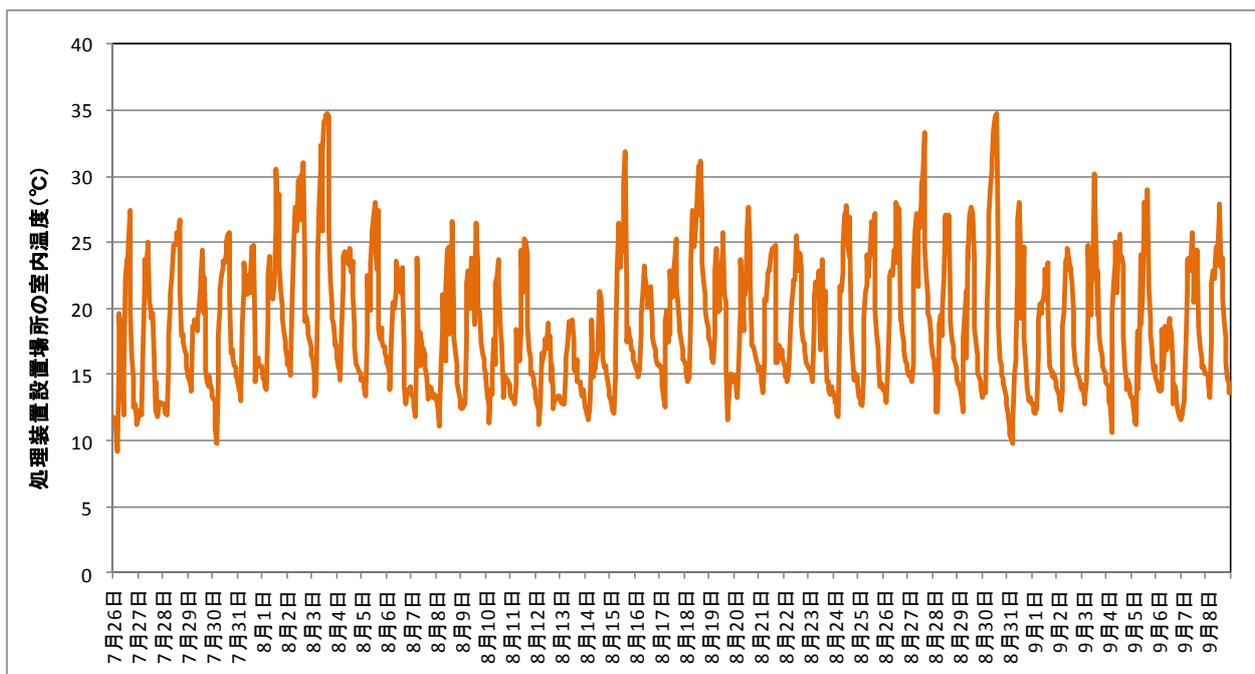


図 6-1-1-1 実証装置設置場所における室内温度

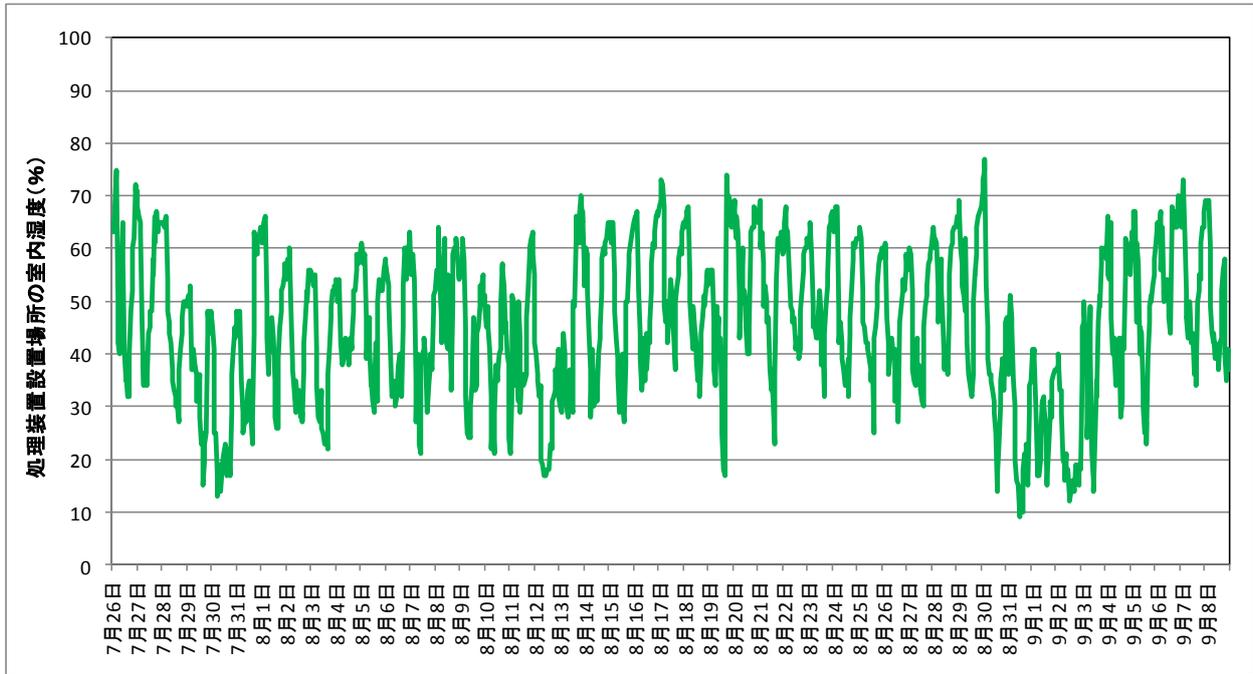


図 6-1-1-2 実証装置設置場所における室内温度

(2) 消費電力量

実証試験期間における実証装置の消費電力量を図 6-1-1-3~6-1-1-4 に示す。なお、消費電力量は利用回数に左右されない電力量を 6.76kWh/日と設定し、これに変動電力量（利用回数に応じて使用量が変動する電力量）を加えて算出した推計値である。

実証試験期間中における実証装置の消費電力量は、合計 504kWh（47 日間）であった。1 日あたりの消費電力量は 6.8~12.4kWh/日で、平均 10.7kWh/日であった。また、トイレ利用回数 1 回あたりに使用する電力量を算出すると、平均で 20.1Wh/回である（8 月 22 日は利用回数が著しく少なかったため、除外して算出した）。

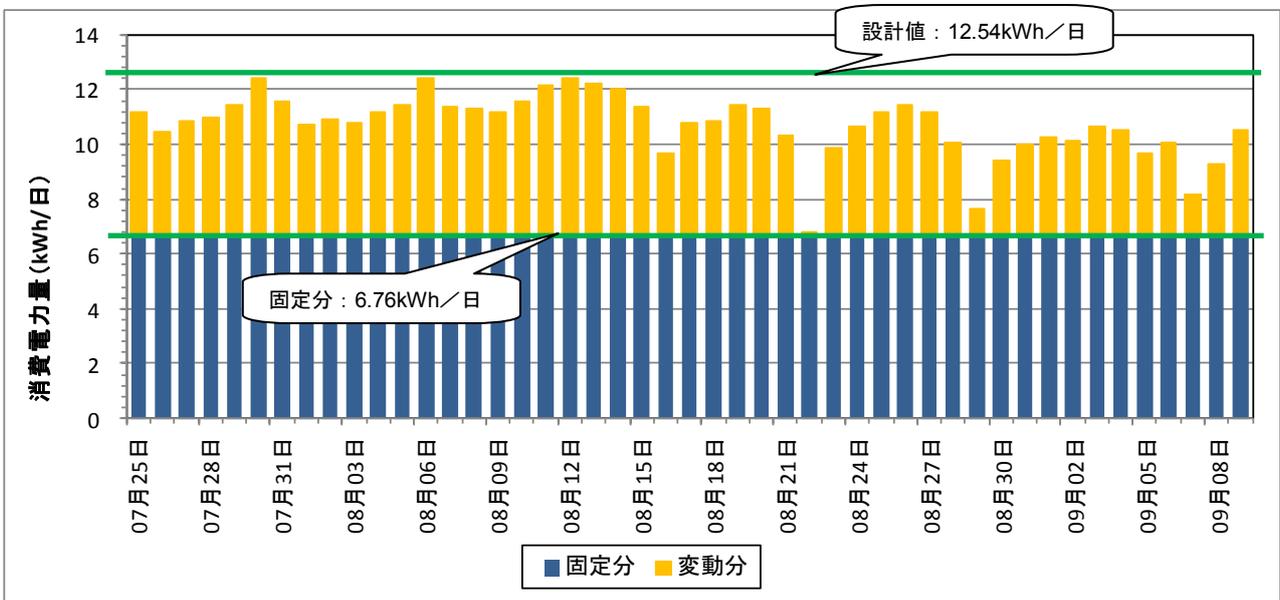


図 6-1-1-3 実証装置設置の消費電力量

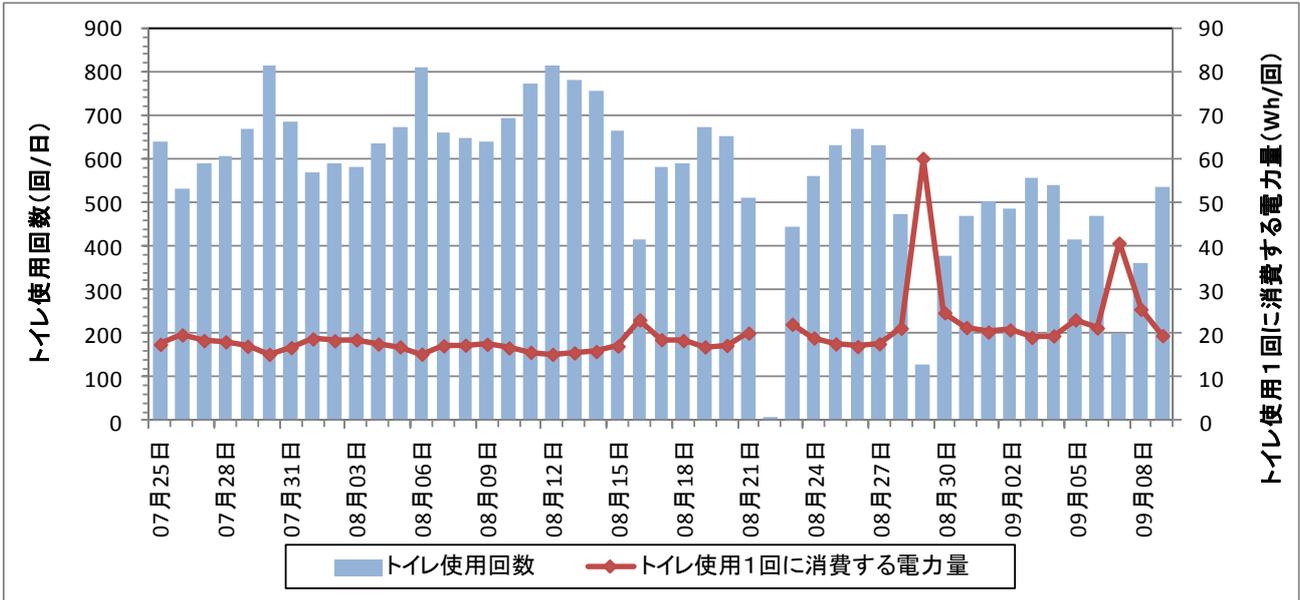


図 6-1-1-4 実証装置設置の消費電力量（トイレ使用 1 回あたり）

### (3) 薬品使用量

実証試験期間における実証装置の薬品使用量を図 6-1-1-5 に示す。

実証試験期間中におけるΣ液の使用量は合計 1,429L であり、1 日平均使用量は 30.4L/日であった。なお、実証試験期間中は延べ 26,721 回の使用実績があり、トイレ 1 回使用あたりに消費するΣ液の量を算出すると、54mL/回となった。

アルカリ（苛性ソーダ）は、反応槽に設置されている pH 計との連動制御により自動注入される。実証期間中における苛性ソーダの使用量は合計 512L であり、1 日平均使用量は 10.9L/日であった。

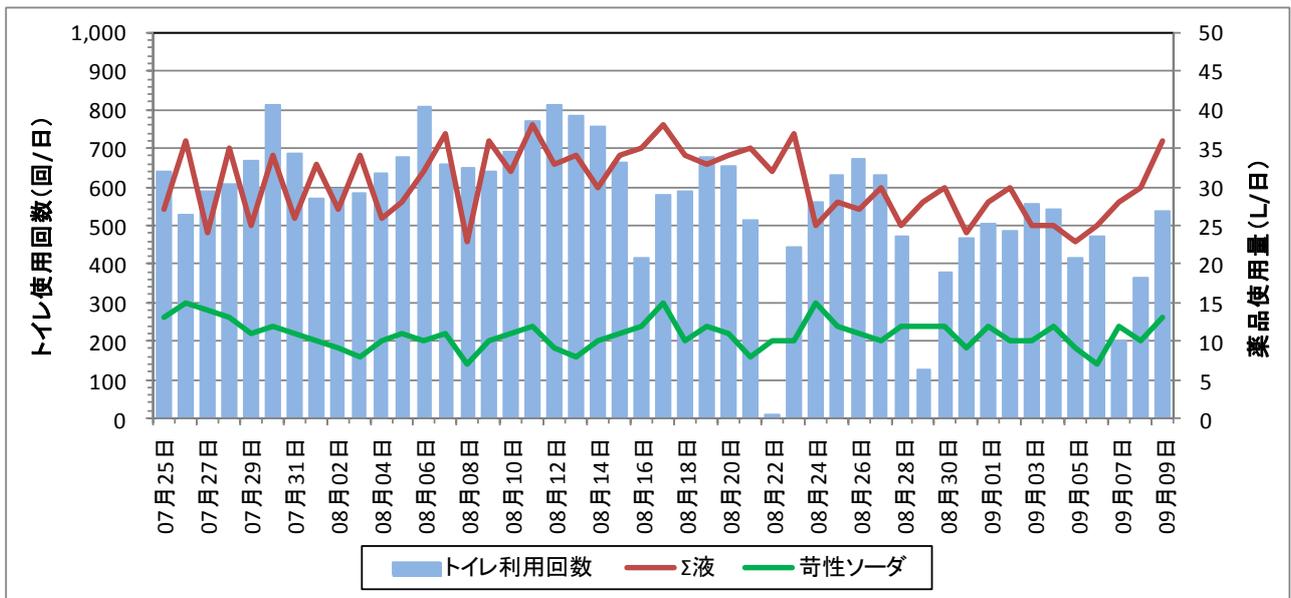


図 6-1-1-5 実証装置設置の薬品使用量

### (4) 使用回数

平成 28 年度における実証試験開始（7/25）から実証試験終了（9/9）における実証装置の使用回数及び累積使用回数の推移を表 6-1-1-1～6-1-1-2 及び図 6-1-1-6～6-1-1-7 に示す。なお、トイレ

の使用回数は御来光館の宿泊者の使用回数（宿泊者は3回使用と仮定）に、宿泊者以外の使用回数（登山者数÷登山道中のトイレ箇所数）を加えて推計した。

実証期間内において集中時処理能力の828回/日を超えることはなかったが、ピーク時にはそれに近い使用実績があった。なお、使用回数が平常時処理能力の600回/日を超えたのは実証試験期間45日中22日であった。著しく使用回数が少ない日も認められるが主に悪天候によるもので一時的なものであり、概ね500～650回/日程度の安定した利用回数となっている。実証期間中における1日あたりの平均使用回数は569回/日で、平常時処理能力に対して95%に相当する使用実績である。なお、実証期間中、最も使用回数が多かった実績は815回/日で、平常時処理能力に対して136%、集中時処理能力に対して98%の使用回数に相当する。

実証試験期間における累積使用回数は26,721回であった。また、平成28年シーズン開始(7/1)から実証試験開始時(7/25)までには、12,287回の利用実績があり、平成28年度シーズン開始からの累積使用回数は39,008回である。

表 6-1-1-1 実証装置における日平均使用回数

| 区分           | 該当期間           | 日数<br>(日)       | 使用回数<br>(回) | 1日平均使用回数<br>(回/日) |     |
|--------------|----------------|-----------------|-------------|-------------------|-----|
| 平成28年度装置稼働期間 | 28.7.1～28.9.9  | 71              | 39,008      | 549               |     |
| 実証試験期間       | 28.7.25～28.9.9 | 47              | 26,721      | 569               |     |
|              | 平常時            | 28.7.25～28.7.31 | 7           | 4,532             | 647 |
|              | 使用集中時          | 28.8.1～28.8.31  | 31          | 18,116            | 584 |
|              | 平常時            | 28.9.1～28.9.9   | 9           | 4,073             | 453 |

表 6-1-1-2 試料採取日までの使用回数

| 区分      | 採取日     | 稼働日数<br>(日)     |                | 累積使用回数<br>(回)   |                | 1日平均使用回数<br>(回/日) |                |
|---------|---------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|
|         |         | 実証期間<br>(7/25～) | 稼働期間<br>(7/1～) | 実証期間<br>(7/25～) | 稼働期間<br>(7/1～) | 実証期間<br>(7/25～)   | 稼働期間<br>(7/1～) |
| 第1回試料採取 | 28.7.25 | 1               | 25             | 638             | 12,925         | 638               | 517            |
| 第2回試料採取 | 28.8.26 | 33              | 57             | 20,570          | 32,857         | 623               | 576            |
| 第3回試料採取 | 28.9.9  | 47              | 71             | 26,721          | 39,008         | 569               | 549            |

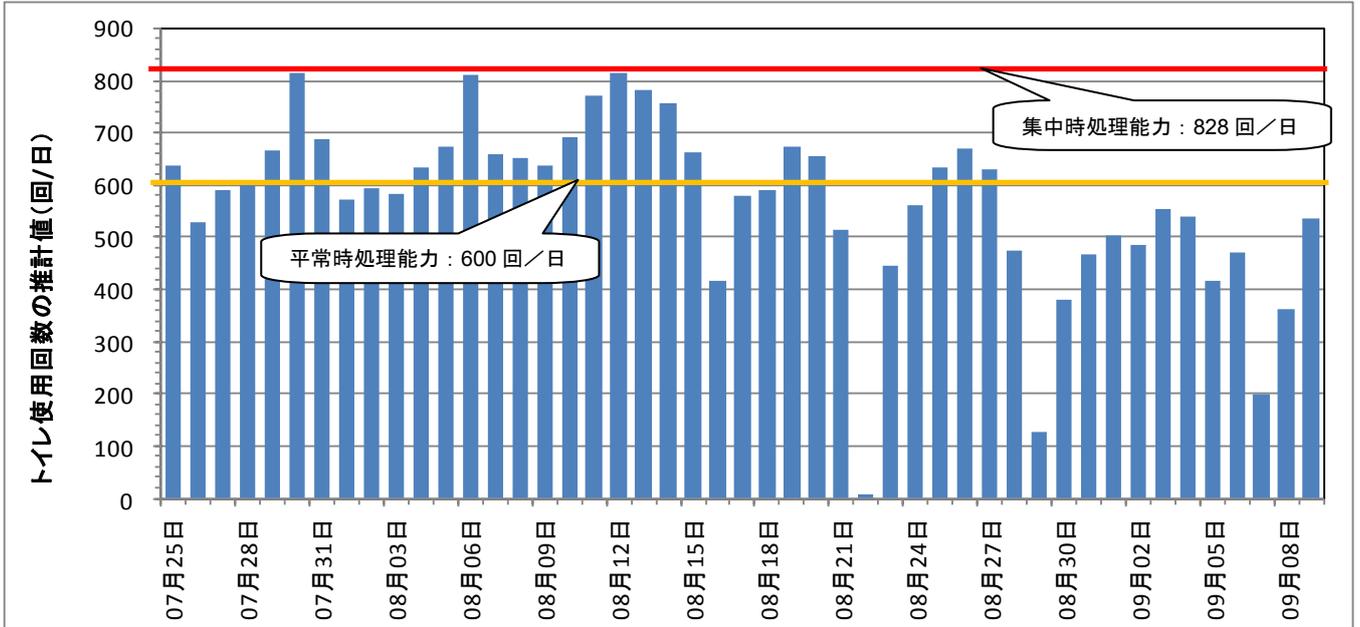


図 6-1-1-6 実証装置使用回数の推移

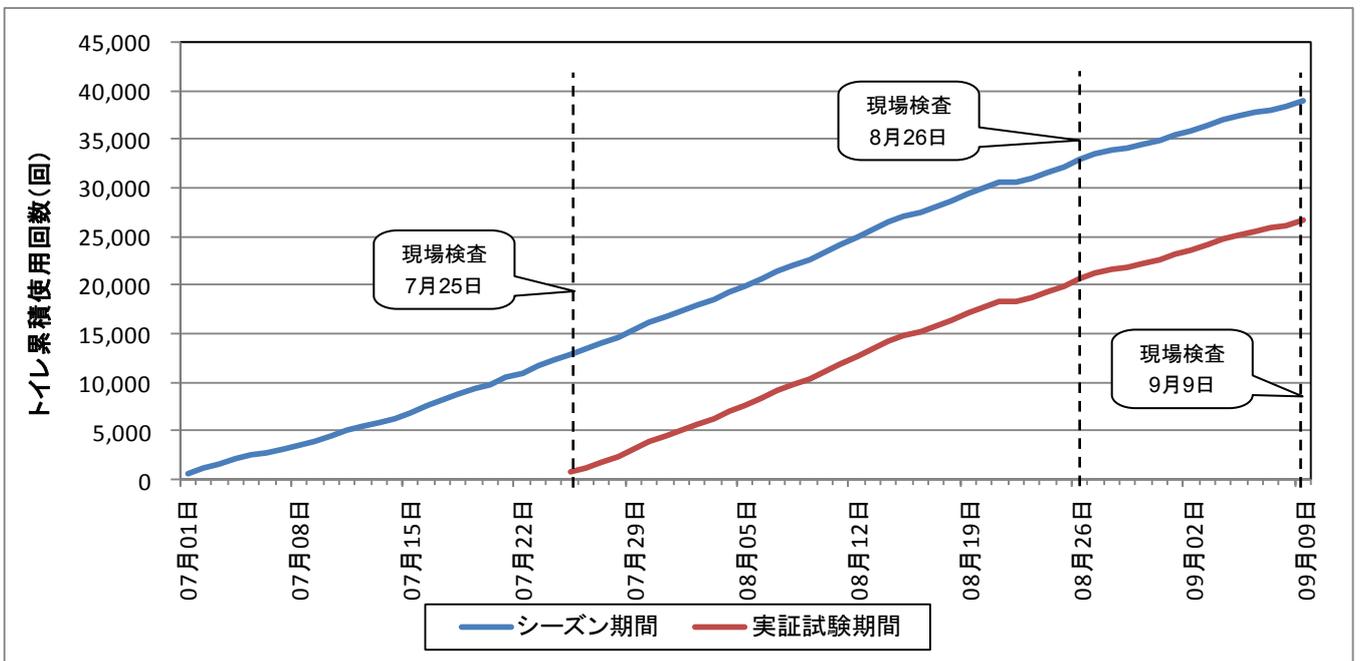


図 6-1-1-7 実証装置使用回数 (累積)

## 6-1-2 稼動条件・状況のまとめ

### <室内気温及び湿度>

実証装置は全て屋内に設置されているものの、設置場所の室温は外気温の影響を大きく受けており、1日のうちで昼間と夜間で大きな温度差がある。実証装置設置場所の室温は、昼間の最高気温において 25~30℃程度、夜間の最低気温において 10℃程度である。また、実証装置が設置されている室内には発電機等も設置されており、排熱等の影響もあって外気温と比較してやや室温が高くなっている。

実証装置設置場所の室内湿度の変動範囲については 9~77%であった。

### <消費電力量>

実証試験期間における実証装置の消費電力量は 504kWh で、単純平均すると 1 日当たりの消費電力量は 10.7kWh/日であった。また、トイレ使用 1 回あたりの消費電力量は、トイレの使用状況により変動するが、平均すると 20.1Wh/回程度であった。

### <薬品消費量>

実証試験期間中における Σ液の使用量は合計 1,429L であり、1 日平均使用量は 30.4L/日であった。また、トイレ 1 回使用あたりに消費する Σ液の量を算出すると 54mL/回であった。なお、アルカリ（苛性ソーダ）の使用量は合計 512L であり、1 日平均使用量は 10.9L/日であった。

### <使用回数>

実証試験期間における実証装置の累積使用回数は 26,721 回で、単純平均すると 1 日当たりの使用回数は 569 回/日であった。実証試験期間中は 500～650 回/日程度の安定した使用実績があり、ピーク時には平常時処理能力を超えた使用実績もあったが、集中時処理能力を超過することはなかった。実施期間中最も使用回数の多かった実績は 815 回/日で、平常時処理能力に対して 136%、集中時処理能力に対して 98%に相当する使用実績であった。

## 6-2 維持管理性能

### 6-2-1 日常維持管理

日常維持管理は、水使用 - 物理・化学処理 - 凝集沈殿方式実証試験計画（平成 27 年 8 月）の日常管理チェックシートに従い、御来光館が実施した。表 6-2-1-1 に概要を示す。

表 6-2-1-1 日常維持管理の概要

| 項目          | 実証試験結果                       |
|-------------|------------------------------|
| 実施日         | 使用集中時：毎日<br>利用平常時：週 1～2 回    |
| 実施者         | 御来光館（維持管理委託業者）               |
| 作業人数        | 1 人                          |
| 作業時間        | 約 30 分間                      |
| 作業内容        | トイレブースの掃除、トイレトーパー等消耗品の補充、その他 |
| 作業内容についての意見 | 上記作業は容易に実施できた                |

### 6-2-2 専門維持管理

専門維持管理は、水使用 - 物理・化学処理 - 凝集沈殿方式実証試験計画（平成 28 年 7 月）の専門管理チェックシートに従い、日本環境衛生センターが実施した。表 6-2-2-1 に概要を示す。

表 6-2-2-1 専門維持管理の概要

| 項目          | 実証試験結果   |             |       |
|-------------|--|-------------|-------|
| 実施日         | 第1回  | 平成28年 7月25日 | 人数：2人 |
|             | 第2回  | 8月26日       | 人数：2人 |
|             | 第3回  | 9月 9日       | 人数：2人 |
| 実施者         | 一般財団法人 日本環境衛生センター  |             |       |
| 作業時間        | 約 1 時間（試料採取を含む）  |             |       |
| 作業内容        | 1. 全般的な点検事項<br>臭気の有無、設備破損等の有無、蚊やハエ等の害虫の発生の有無、異物等の混入の有無等<br>2. 装置の点検事項<br>槽内液等の外観確認、臭気の有無、装置周辺等の異常の有無、処理状況の確認（凝集 pH 確認、DO 測定、透視度測定、その他）等<br>3. 試料採取、臭気測定（検知管） |             |       |
| 作業内容についての意見 | 上記作業は容易に実施できた。   |             |       |

### 6-2-3 発生物の搬出及び処理・処分

本技術は基本的に処理水再利用のクローズドシステムであるが、使用回数増加に伴い汚泥が蓄積されるため、汚泥の引き抜き及び処分が必要となる。本実証装置の沈降槽は4槽(No.4～No.7槽)あるが、それぞれの汚泥蓄積状況を適宜確認し、必要に応じて汚泥処理(引き抜き、濃縮、脱水、外部搬出)を行う。本シーズン中(7/1～9/9)においては汚泥処理を2回(8月30日と、閉山に伴う休止対応として9月10日に実施)実施した。場外に搬出した汚泥量は搬出形態(含水率85%と設定)で合計770kg、乾物換算すると116kg-DSである。利用回数1回あたりに換算すると4.1g-DS(乾物換算)／回である。なお、搬出された汚泥は産業廃棄物として処分される。

汚泥は濃縮・脱水した後も85～90%程度の水分を含んでいるため、天日乾燥で適度に含水率を下げてから搬出している(ただし、9月10日に実施した分は閉山対応に伴う汚泥処理であったため、天日乾燥処理はほとんどせずに搬出している)。現地検査時においては、天日乾燥している汚泥から臭気等は認められなかったが、汚泥の性状や乾燥時間、その他諸条件によっては臭気の発生も否定できない。また、天候(雨等)により逆に含水率を上げてしまった状況も確認された。汚泥を脱水してから搬出するまでの作業等について見直す必要があると思われる。

### 6-2-4 トラブル対応

実証試験期間中においては、特にトラブル等は報告されなかった。

### 6-2-5 維持管理マニュアルの信頼性

維持管理マニュアルの信頼性は、維持管理要領書の記載項目チェック票に従い、日本環境衛生センターが実施した。表6-2-5-1に維持管理要領書の記載項目チェック票を示す。

表 6-2-5-1 維持管理要領書の記載項目チェック票

|                                   |
|-----------------------------------|
| 記入者名（組織名）： 岡崎 貴之（日本環境衛生センター）      |
| 担当作業内容： 専門管理（主な作業内容：現場調査、試料採取、分析） |
| 申請者名： 株式会社一水工業                    |
| 技術名： Σシステム                        |
| 維持管理マニュアル類                        |

| 大項目                    | 小項目                     | 記載の有無 | コメント  |
|------------------------|-------------------------|-------|---|
| 1. 日常管理全般<br>(製品説明)    | 1. 利用上の注意               | 有     |   |
|                        | 2. 処理の仕組み               | 有     | 一般向けの、わかりやすい処理原理の説明が必要。                                   |
|                        | 3. 各部名称                 | 有     |   |
|                        | 4. 主要機器一覧               | 有     |   |
|                        | 5. 運転・使用方法              | 有     |   |
|                        | 6. 日常点検・清掃・頻度           | 有     |   |
|                        | 7. 製品仕様                 | 有     |   |
|                        | 8. 充填材                  | 有     |   |
| 2. 専門管理全般<br>(専門技術者向け) | 9. 保守点検表                | 有     |   |
|                        | 10. 制御盤                 | 有     |   |
|                        | 11. 処理槽                 | 有     |   |
|                        | 12. 循環水等                | 有     |   |
|                        | 13. 補修・交換部品             | 無     | 機械のメンテ、消耗部品等に関する記述が必要。                                    |
|                        | 14. 充填材                 | 有     | 消耗品の一覧、購入頻度、価格等について記述が必要。<br>Σ液の特性や性状、取扱い上の注意等について、記述が必要。 |
| 3. 開始・閉鎖時対応            | 15. 開始・閉鎖時対応            | 無     | 記載が必要。  |
| 4. 発生物の搬出及び処理・処分       | 16. 清掃方法<br>(汚泥引き抜き等)   | 有     | 清掃を要する頻度・状況（どのような場合に清掃が必要か）について記述があるとよい。                  |
| 5. トラブル対応              | 17. トラブル対応<br>(想定及び対応例) | 有     |   |

※「14. 充填材」は消耗品類を示す。

維持管理要領書の信頼性の確認

| 大項目                    | 小項目       | 記載内容 | コメント                                     |
|------------------------|-----------|------|--|
| 1. 日常管理全般<br>(製品説明)    | 1. 読みやすさ  | 普通   | 写真や図を使用して説明するとよい。                        |
|                        | 2. 理解しやすさ | 普通   | 写真や図を使用して説明するとよい。                        |
|                        | 3. 正確性    | 普通   |  |
|                        | 4. 情報量    | 普通   |  |
| 2. 専門管理全般<br>(専門技術者向け) | 1. 読みやすさ  | 普通   | 写真や図を使用して説明するとよい。                        |
|                        | 2. 理解しやすさ | 普通   | 写真や図を使用して説明するとよい。                        |
|                        | 3. 正確性    | 普通   |  |
|                        | 4. 情報量    | 普通   |  |
| 3. 開始・閉鎖時対応            | 1. 読みやすさ  | —    |  |
|                        | 2. 理解しやすさ | —    |  |
|                        | 3. 正確性    | —    |  |
|                        | 4. 情報量    | 無    | 作業手順、作業時間、注意事項等一連の内容について記載が必要。           |
| 4. 発生物の搬出及び<br>処理・処分   | 1. 読みやすさ  | 普通   | 写真や図を使用して説明するとよい。                        |
|                        | 2. 理解しやすさ | 普通   | 写真や図を使用して説明するとよい。                        |
|                        | 3. 正確性    | 普通   |  |
|                        | 4. 情報量    | 少ない  | 設計計算(水分計算)の記述はあるが、作業に関する記述がほとんどない。       |
| 5. トラブル対応              | 1. 読みやすさ  | 普通   | 写真や図を使用、Q&A形式での記述等、わかりやすい構成を検討することが望まれる。 |
|                        | 2. 理解しやすさ | 普通   | 写真や図を使用、Q&A形式での記述等、わかりやすい構成を検討することが望まれる。 |
|                        | 3. 正確性    | 普通   |  |
|                        | 4. 情報量    | 普通   |  |

## 6-2-6 維持管理性能のまとめ

### <日常維持管理>

実証試験期間における日常維持管理に示された作業は、容易に実施できた。

### <専門維持管理>

実証試験期間における専門維持管理に示された作業は、一回当たり 2 人で 1 時間程度のものを計 3 回実施し、その作業は容易に実施できた。

### <発生物の搬出及び処理・処分>

本シーズン期間においては汚泥処理（引き抜き、濃縮、脱水、搬出）を 2 回（ピーク時 1 回、閉山に伴う休止措置として 1 回）実施している。場外搬出した汚泥量は乾物換算で 116 kg-DS である。シーズン期間中は 28,056 回の累積使用回数があり、トイレ利用 1 回あたりの汚泥発生量（乾物換算）を算出すると、4.1g-DS/回である。場外搬出された汚泥は産業廃棄物として処分される。

脱水された汚泥は天日乾燥でさらに含水率を下げてから場外搬出されるが、天日乾燥の際における臭気発生の可能性や、雨よけ対策等検討すべき課題が確認された。

### <トラブル対応>

実証試験期間中においてはトラブル等の発生は特になかった。

### <維持管理マニュアルの信頼性>

維持管理マニュアルの信頼性の評価は、維持管理要領書の記載項目チェック表に従い、日本環境衛生センターが実施した。概ね基本事項や必要事項は記載されている。しかし、全体的に文章説明部分が多く、読みやすさとしては改善の余地がある。図や写真等を効果的に使用し、維持管理マニュアルの構成を再検討することが望まれる。また、全体的に内容が専門技術者向けの記述となっているが、技術者以外でも概略が分かるような記述を検討することも重要である。項目にもよるが、特に製品説明（本装置の概要、処理原理、設備の仕様等）については設置者（オーナー）を意識した記述を検討することが望ましい。

また、本システムはΣ液や苛性ソーダといった薬剤を使用するが、これら使用薬剤の特性（性状、使用上の注意点等）についても記載が必要である。

### 6-3 室内環境

#### 6-3-1 室温、湿度

実証試験期間中の7月25日から9月9日におけるトイレ室内の温度変化を図6-3-1-1、湿度の変化を図6-3-1-2に示す。

室温は7.7~27.6℃(平均15.3℃)であった。1日の最低気温は10℃前後であり、時折10℃以下まで室温が低下する場合も認められる。なお、湿度は11~100%(平均57%)であった。

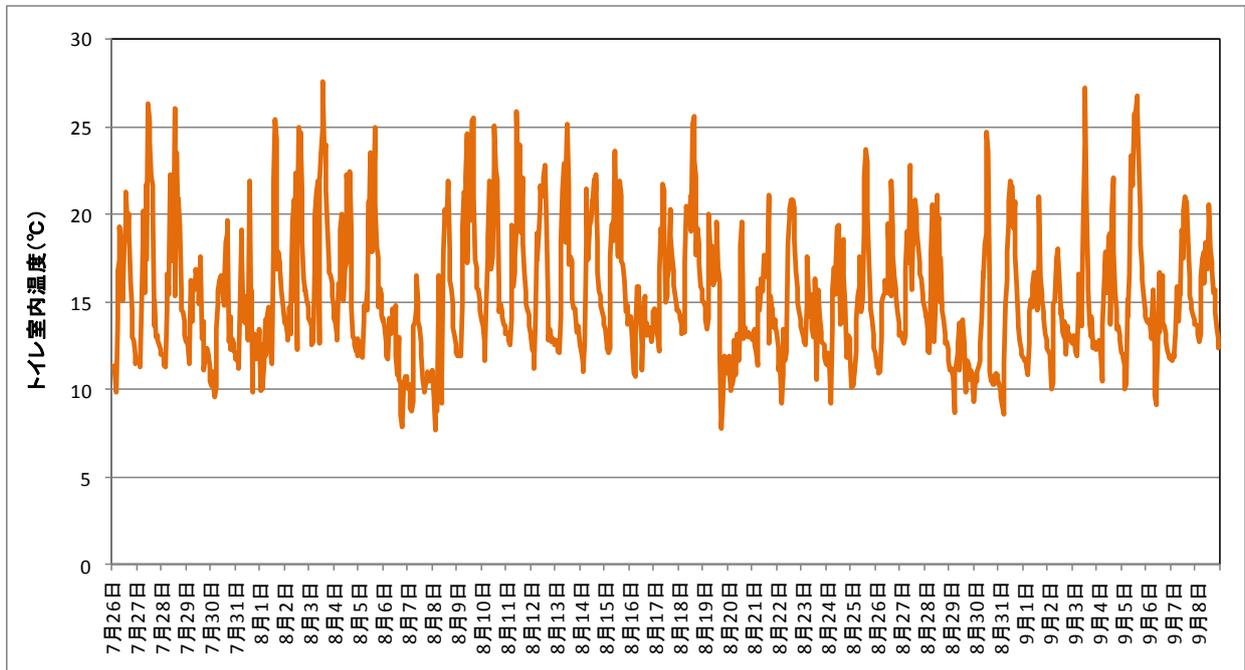


図 6-3-1-1 トイレ室内の温度変化

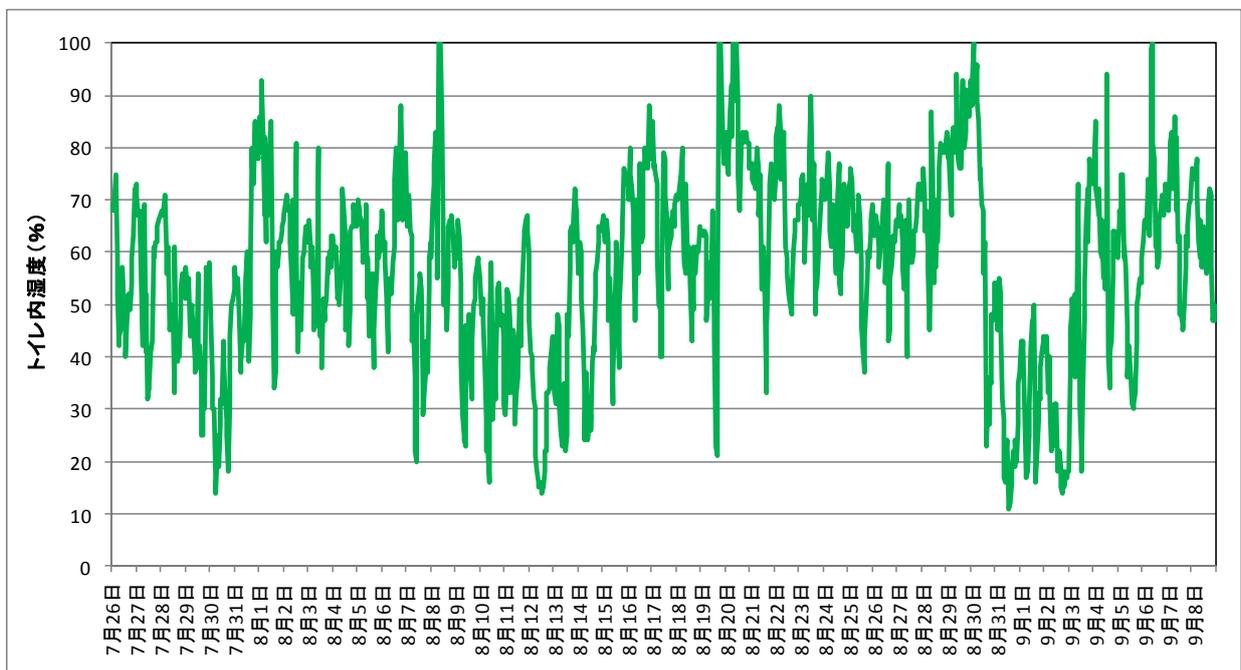


図 6-3-1-2 トイレ室内の湿度変化

## 6-3-2 室内環境に関する許容範囲

実証試験期間に、本実証装置利用者への「室内環境アンケート」を実施した。有効回答数は50件。アンケート実施は実証試験期間を通じて行われた。回答者属性、及び質問項目の集計結果を下記に示す。

### (1) 回答者属性

#### ①性別と年代

性別と年代について、表6-3-2-1に示す。無回答があるものの、男女比は概ね半々となっており、年代別では「20-30代」が全体の54%を占め、最も高い。

表 6-3-2-1 回答者属性 (性別と年代)

| 性別と年代 | 性別 |    |     | 回答数 |
|-------|----|----|-----|-----|
|       | 男性 | 女性 | 無回答 |     |
| 10代未満 | 0  | 0  | 0   | 0   |
| 10代   | 3  | 3  | 0   | 6   |
| 20代   | 5  | 8  | 1   | 14  |
| 30代   | 7  | 5  | 1   | 13  |
| 40代   | 7  | 1  | 1   | 9   |
| 50代   | 3  | 1  | 0   | 4   |
| 60代以上 | 2  | 1  | 0   | 3   |
| 無回答   | 0  | 0  | 1   | 1   |
| 計     | 27 | 19 | 4   | 50  |

#### ②利用時間帯

利用時間帯について、表6-3-2-2に示す。1日を通じて全ての時間帯に利用があり、特に御来光館では富士山の御来光を見るための頂上手前の最後のトイレがあるということもあり、深夜時間帯も多く利用がある。

表 6-3-2-2 回答者属性 (利用時間帯)

| 利用時間             | 件数 |
|------------------|----|
| 朝 (6:00~11:59)   | 13 |
| 昼 (12:00~15:59)  | 12 |
| 夕方 (16:00~20:59) | 14 |
| 夜 (21:00~5:59)   | 11 |
| 計                | 50 |

#### ③利用時の混雑状況

利用時の混雑状況について、表6-3-2-3に示す。「空いていた(トイレ待ちなし)」の回答は58%で見られるものの、36%はやや混雑していたと答えている。

表 6-3-2-3 回答者属性 (利用時の混雑状況)

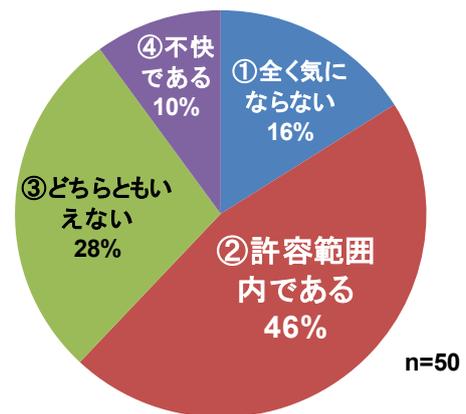
| トイレの状況          | 件数 |
|-----------------|----|
| ①空いていた(待ちなし)    | 29 |
| ②やや混雑していた(列なし)  | 18 |
| ③非常に混雑していた(列あり) | 0  |
| 無回答             | 3  |
| 計               | 50 |

## (2) トイレ室内の臭気

トイレ室内の臭気について、本実証装置は臭気を除去する機構はないものの、「①全く気にならない」との回答は全体の 16%となっている。「②許容範囲内である」と合わせると 62%の回答者が許容範囲であると回答している。「③どちらともいえない」(28%)、「④不快である」(10%) の回答も見られる。

表 6-3-2-4 トイレ室内の臭気について

| Q1 [SA]    | 件数 |
|------------|----|
| ①全く気にならない  | 8  |
| ②許容範囲内である  | 23 |
| ③どちらともいえない | 14 |
| ④不快である     | 5  |
| 無回答        | 0  |
| 計          | 50 |

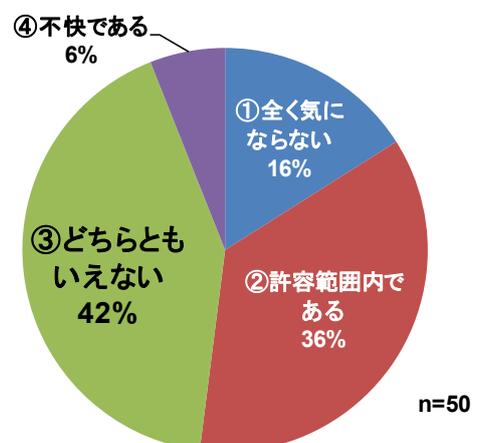


## (3) 洗浄水の色や濁り

洗浄水の色や濁りについて、本実証装置は色や濁りを除去する機構はないものの、「①全く気にならない」(16%)、「②許容範囲内である」(36%) と回答しており、52%の回答者が許容範囲であると回答している。コメントを見ると、“水が黄色かったです” “透明でないときたない感じ” といったものが見られた。

表 6-3-2-5 洗浄水の色や濁りについて

| Q2 [SA]    | 件数 |
|------------|----|
| ①全く気にならない  | 8  |
| ②許容範囲内である  | 18 |
| ③どちらともいえない | 21 |
| ④不快である     | 3  |
| 無回答        | 0  |
| 計          | 50 |

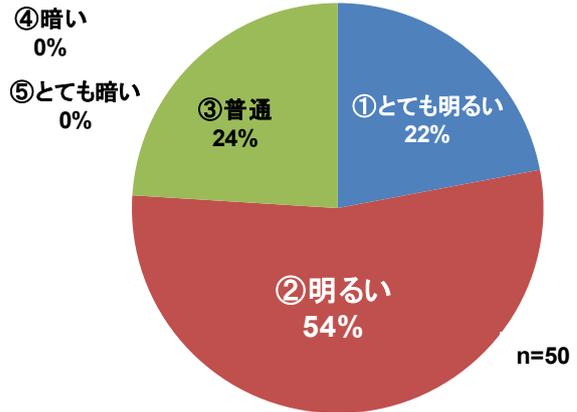


## (4) トイレブース内の明るさ

トイレブース内の明るさについては、「①とても明るい」(22%)、「②明るい」(54%) となっており、「③普通」(24%) と合わせると回答者全体が許容範囲であると回答している。

表 6-3-2-6 トイレブース内の明るさについて

| Q3[SA]  | 件数 |
|---------|----|
| ①とても明るい | 11 |
| ②明るい    | 27 |
| ③普通     | 12 |
| ④暗い     | 0  |
| ⑤とても暗い  | 0  |
| 無回答     | 0  |
| 計       | 50 |

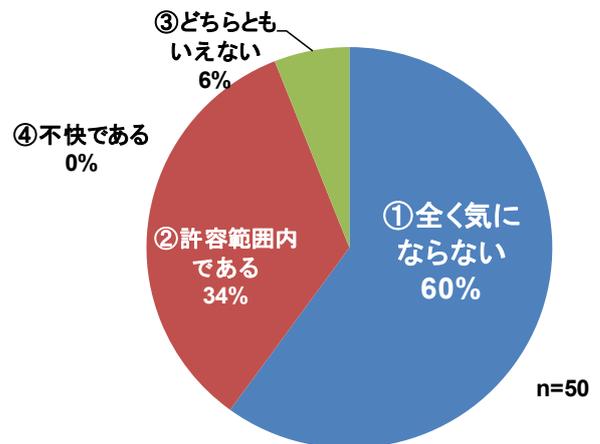


#### (5) トイレ室内の機械音

トイレ室内の機械音については、「①全く気にならない」(60%)、「②許容範囲内である」(34%)となっており、殆どの回答者が許容範囲と回答している。

表 6-3-2-7 トイレ室内の機械音

| Q4 [SA]    | 件数 |
|------------|----|
| ①全く気にならない  | 30 |
| ②許容範囲内である  | 17 |
| ③どちらともいえない | 3  |
| ④不快である     | 0  |
| 無回答        | 0  |
| 計          | 50 |



#### (6) 自由回答の内容

有効回答 50 名のうち、16 名の回答者からコメントが得られた。自由回答の内容は、実証装置のトイレ空間のきれいさについてのコメント(“きれい”、“山小屋なのにきれい”、“きれいに掃除されている”)となっている。ネガティブな回答では“くさい”、“臭いと濁りが気になる”とあったものの、概ね装置の快適性がうかがえる内容が主となっている。

### 6-4 周辺環境への影響

実証装置は処理水循環式の装置であり、処理水がシステム系外に排出されることは原則としてない。自己完結システムであるため、想定を超えるような集中利用があった場合等には余剰水の発生も考えられるが、本実証試験において余剰水の発生は認められなかった。仮に著しい集中使用で余剰水が発生しても一時仮保管ができれば、平常使用に戻った際に処理系内に戻すことも可能であるので、排水による周辺環境への影響はない。なお、実証対象装置は処理に伴って汚泥が発生するため、適宜汚泥を引抜き、場外搬出する必要がある。引き抜いた汚泥は濃縮、脱水後、一定期間乾燥(天日乾燥)してから場外搬出される。実証試験では天日乾燥の際における悪臭等は確認されな

った。搬出された汚泥はし尿処理業者により処分されており、汚泥に伴う周辺環境の悪化等は認められない。

本実証装置は既存水槽を一部使用しているが、これら水槽については密閉型マンホールで覆われており、槽内臭気等が外部に漏洩することは基本的でない。また、設備改造に際して新たに設置した凝集槽や反応槽については開放型（タンク）であるが、特に周辺で悪臭が認められることはなかった。これらのことから、実証装置由来の悪臭による周辺環境の悪化等は確認されなかった。

実証装置は既存処理施設を一部改造して使用しているため、一部の水槽はコンクリート造の地下水槽となっているが、本システムの水槽は地上水槽として計画することも可能である。処理設備は全て地表面に据え置くことが可能であり、この場合は装置設置の際に大規模な土地改変（掘削等）は原則として不要である。

## 6-5 処理性能

### 6-5-1 現場測定結果

#### (1) 経時変化の測定結果

本実証装置では生物処理（活性汚泥）による処理効果はそれほど想定していないが、No.3 曝気槽における生物処理の処理機能を検証するため、No.3 曝気槽液の水温について経時変化の測定を行った。測定結果を図 6-5-1-1 に示す。

水温は概ね 20℃付近で推移しており、大きな水温変動は認められない。

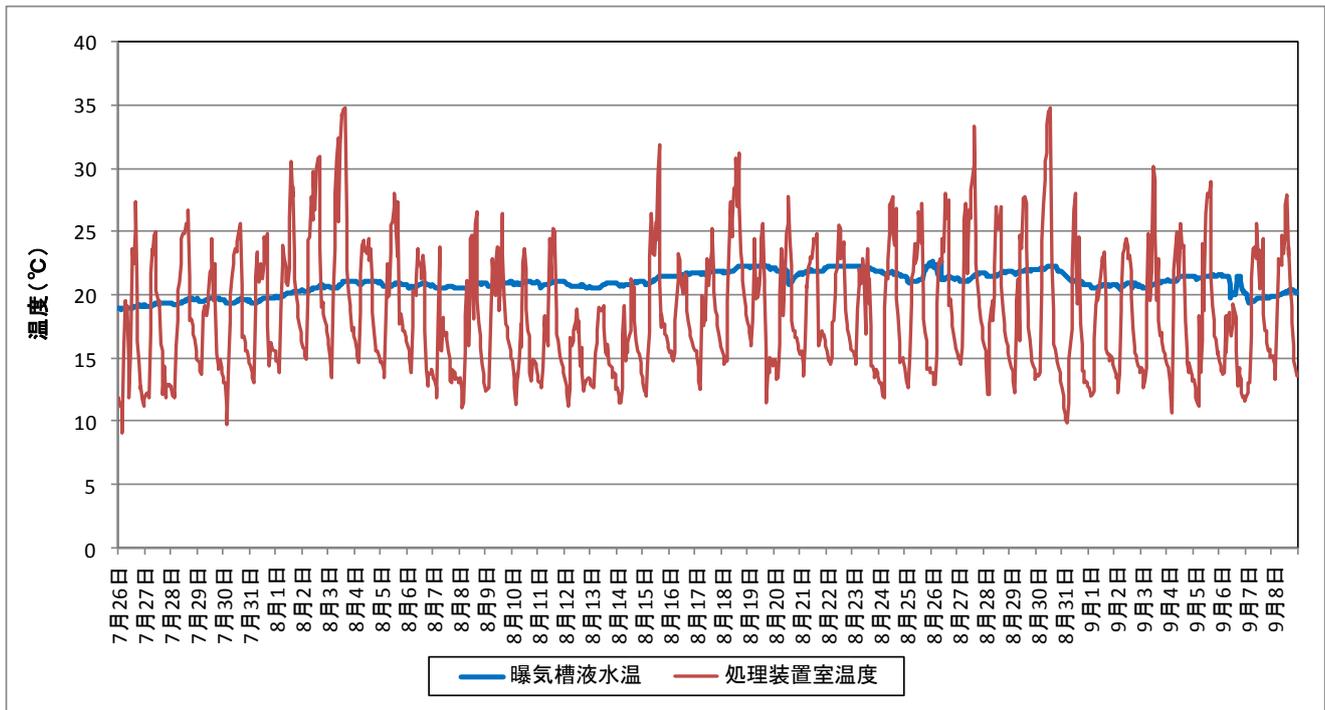


図 6-5-1-1 No. 3 曝気槽液水温の経時変化

#### (2) 現地検査時の測定結果

専門維持管理実施日（第1回：7月25日、第2回：8月26日、第3回：9月9日）に実施した各項目の測定結果を以下に示す。

##### ア 水素イオン濃度指数 (pH)

専門維持管理実施日において各工程の pH を確認した。 $\Sigma$ システム原水 (No.3 曝気槽液) 及び $\Sigma$ システム処理水 (No.8 処理槽液) については pH 測定、凝集槽及び反応槽については常設されている pH 計の指示値を記録した。結果を表 6-5-1-1 に示す。

凝集槽では酸性状況下において凝集処理を行い、反応槽ではアルカリで pH 調整をしつつ、凝集処理を促進している。処理水 (循環水) の pH は中性付近である。

表 6-5-1-1 pH 測定

|             | Σシステム原水<br>No. 3 曝気槽 | 凝集槽 | 反応槽 | Σシステム処理水<br>No.8 処理槽 |
|-------------|----------------------|-----|-----|----------------------|
| 平常時 : 7/25  | 8.1                  | 4.0 | 5.7 | 6.7                  |
| ピーク時 : 8/26 | 8.0                  | 3.1 | 6.3 | 5.5                  |
| ピーク後 : 9/9  | 8.3                  | 3.6 | 6.5 | 6.6                  |

### イ 透視度

Σシステム原水 (No.3 曝気槽液) 及びΣシステム処理水 (No.8 処理槽液) について透視度の測定を行った。測定結果を表 6-5-1-2 に示す。

Σシステム原水 (No.3 曝気槽液) については No. 1 ~ No. 3 槽の生物処理がほとんど機能していないこともあり、透視度は低くなっている。Σシステム処理水 (No.8 処理槽) では 7~9 度程度の透視度であり、数値的にはやや低い結果であるが、処理水の外観は比較的クリアである。本実証装置の沈降槽 (No.4~No.7 槽) は既存設備を転用したもので、固液分離に適した水槽の構造となっていない。このため、固液分離がやや不十分となり濁度が上昇し、それに伴い透視度が低めとなったと推測される。

表 6-5-1-2 処理水の透視度

|             | Σシステム原水<br>No. 3 曝気槽 | Σシステム処理水<br>No.8 処理槽 |
|-------------|----------------------|----------------------|
| ピーク時 : 8/26 | 1.4 度                | 8.8 度                |
| ピーク後 : 9/9  | 2.0 度                | 7.0 度                |

### ウ 溶存酸素 (DO)

No.3 曝気槽は常時曝気を行っているため、溶存酸素の測定を行った。測定結果を表 6-5-1-3 に示す。ともに溶存酸素は検出され、槽内が好気環境に維持されていることが確認された。槽内には活性汚泥はほとんど認められず、溶存酸素の消費量が少なかったと考えられる。

表 6-5-1-3 溶存酸素濃度測定

|             | No.3 曝気槽  |
|-------------|-----------|
| ピーク時 : 8/26 | 1.71 mg/L |
| ピーク後 : 9/9  | 3.13 mg/L |

### エ 汚泥沈降率 (SV)

No.3 曝気槽については浮遊活性汚泥がほとんど認められなかったため、SV の測定はできなかった。後述する分析結果からみても No.3 曝気槽において汚水処理効果はほとんど認められなかったことから、好気性微生物はほとんど存在していない状態 (空曝気) と推測される。

## オ 臭気測定結果

専門維持管理の実施日におけるトイレブース内の臭気測定結果を表 6-5-1-4 に示す。なお、臭気測定は北川式検知管法にて行った。

### (ア) 処理装置室内

処理装置室内においては硫化水素、アンモニアともに若干認められた場合があった。これは、特に No.3 曝気槽付近で検出されたものである。高濃度のアンモニア性窒素を含む汚水を曝気していたため、一部がガス化したためと推測される。ただし、これも専門管理時にマンホールを開けた際に発生した一時的なもので、マンホールを閉じて再測定した際には検出されなかった。メンテナンス環境としては支障ないと考えられる。

一方、Σシステムの主要設備である凝集槽や反応槽は開放型の構造（天板なし）であるが、装置付近から悪臭等は認められなかった。これら水槽も高濃度アンモニア性窒素を含む汚水を処理しているが、pH を低く管理している（凝集槽は酸性、反応槽は弱酸性～中性）ため、アンモニアがガス化することは少なかったと考えられる。

### (イ) トイレ室内

トイレ室内においては硫化水素、アンモニアともに検出されなかった。洗浄水を流した際にも特に臭気は認められず、洗浄水（処理水）そのものにも臭気がないことが確認された。

表 6-5-1-4 トイレブース内、処理装置付近の臭気

|             | 処理装置室内        |                | トイレ室内         |                |
|-------------|---------------|----------------|---------------|----------------|
|             | 硫化水素<br>(ppm) | アンモニア<br>(ppm) | 硫化水素<br>(ppm) | アンモニア<br>(ppm) |
| 平常時 : 7/25  | ND            | ND             | ND            | ND             |
| ピーク時 : 8/26 | 0.3           | 0.5            | ND            | ND             |
| ピーク後 : 9/9  | ND            | 1.0            | ND            | ND             |

※ND : 硫化水素 0.1ppm 未満、アンモニア 0.1ppm 未満

## 6-5-2 試料分析結果

### (1) 水質分析結果

専門維持管理実施日（第1回：7月25日、第2回：8月26日、第3回：9月9日）に採取した検体の分析結果を表6-5-2-1に示す。

トイレ原水（No.1 嫌気槽）については使用状況等により性状が大きく変動しているが、Σシステム原水（No.3 曝気槽）の性状は比較的安定している。No.1 嫌気槽～No.2 嫌気槽～No.3 曝気槽については生物処理等による処理効果はほとんど得られていないが、トイレ原水の性状変動を緩和する効果が得られている。Σシステム処理水及び循環水の性状も概ね良好であり、実証試験期間を通して安定した処理機能が得られている。

表 6-5-2-1 採取試料の分析結果

#### ○平常時[試料採取：平成28年7月25日]

| 試料名         | 採取箇所     | BOD<br>(mg/L) | TOC<br>(mg/L) | TS<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | T-N<br>(mg/L) | NH <sub>4</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>2</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>3</sub> -N<br>(mg/L) | T-P<br>(mg/L) | 色度<br>(度) | Cl <sup>-</sup><br>(mg/L) | 電気伝導度<br>(mS/m) | 大腸菌群数<br>(個/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|----------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|-----------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 トイレ原水     | No.1 嫌気槽 | 960           | 480           | 17,000       | 520          | 2,100         | 1,800                        | <0.1                         | 0.2                          | 30            |           | 1,100                     | 2,200           |                               |
| 2 Σシステム 原水  | No.3 曝気槽 | 270           | 170           | 16,000       | 360          | 2,000         | 1,800                        | <0.1                         | 0.2                          | 35            | 230       | 980                       | 2,000           | 64,000                        |
| 3 Σシステム 処理水 | No.7 沈降槽 | 80            | 140           | 17,000       | 100          | 1,800         | 1,600                        | <0.1                         | 0.2                          | 4             | 180       | 960                       | 2,000           |                               |
| 4 循環水       | No.8 処理槽 | 84            | 130           | 17,000       | 43           | 1,800         | 1,600                        | <0.1                         | 0.2                          | 3             | 140       | 1,000                     | 2,000           | 4,800                         |

#### ○集中時[試料採取：平成28年8月26日]

| 試料名         | 採取箇所     | BOD<br>(mg/L) | TOC<br>(mg/L) | TS<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | T-N<br>(mg/L) | NH <sub>4</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>2</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>3</sub> -N<br>(mg/L) | T-P<br>(mg/L) | 色度<br>(度) | Cl <sup>-</sup><br>(mg/L) | 電気伝導度<br>(mS/m) | 大腸菌群数<br>(個/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|----------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|-----------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 トイレ原水     | No.1 嫌気槽 | 380           | 260           | 23,000       | 190          | 2,200         | 2,000                        | <0.1                         | <0.1                         | 14            |           | 1,200                     | 2,700           |                               |
| 2 Σシステム 原水  | No.3 曝気槽 | 380           | 200           | 24,000       | 1,800        | 2,500         | 2,000                        | <0.1                         | <0.1                         | 28            | 180       | 1,200                     | 2,800           | 88,000                        |
| 3 Σシステム 処理水 | No.7 沈降槽 | 100           | 150           | 25,000       | 200          | 2,200         | 2,000                        | <0.1                         | 0.1                          | 4             | 160       | 1,200                     | 2,800           |                               |
| 4 循環水       | No.8 処理槽 | 77            | 130           | 23,000       | 94           | 2,300         | 1,900                        | <0.1                         | 0.2                          | 1             | 130       | 1,100                     | 2,600           | 16                            |

#### ○集中時後[試料採取：平成28年9月9日]

| 試料名         | 採取箇所     | BOD<br>(mg/L) | TOC<br>(mg/L) | TS<br>(mg/L) | SS<br>(mg/L) | T-N<br>(mg/L) | NH <sub>4</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>2</sub> -N<br>(mg/L) | NO <sub>3</sub> -N<br>(mg/L) | T-P<br>(mg/L) | 色度<br>(度) | Cl <sup>-</sup><br>(mg/L) | 電気伝導度<br>(mS/m) | 大腸菌群数<br>(個/cm <sup>3</sup> ) |
|-------------|----------|---------------|---------------|--------------|--------------|---------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|---------------|-----------|---------------------------|-----------------|-------------------------------|
| 1 トイレ原水     | No.1 嫌気槽 | 550           | 220           | 15,000       | 270          | 1,800         | 1,500                        | <0.1                         | 0.1                          | 17            |           | 950                       | 1,900           |                               |
| 2 Σシステム 原水  | No.3 曝気槽 | 350           | 140           | 20,000       | 940          | 2,000         | 1,800                        | <0.1                         | 0.1                          | 24            | 210       | 1,100                     | 2,400           | 130,000                       |
| 3 Σシステム 処理水 | No.7 沈降槽 | 80            | 110           | 15,000       | 200          | 1,800         | 1,700                        | <0.1                         | 0.5                          | 5             | 110       | 1,100                     | 2,400           |                               |
| 4 循環水       | No.8 処理槽 | 77            | 92            | 15,000       | 30           | 1,900         | 1,400                        | <0.1                         | 0.4                          | 2             | 73        | 840                       | 1,800           | 5,800                         |

### ア 生物化学的酸素要求量 (BOD)

実証装置における BOD の推移を図 6-5-2-1 に示す。トイレ原水（No.1 嫌気槽）の BOD 濃度は 380～960 mg/L であり、トイレの使用状況等により性状は大きく変動している。Σシステム原水（No.3 曝気槽）の BOD 濃度は 270～380 mg/L であり、変動幅は比較的小さい。No.1 嫌気槽～No.2 嫌気槽～No.3 曝気槽においては生物処理による処理効果は低いが、トイレ原水の性状変動を緩和する効果が得られている。

システム全体（No.1 嫌気槽～No.8 処理槽）で BOD 除去率を算出すると、80～91%である。なお、Σシステム原水（No.3 曝気槽）を原水として、BOD 除去率を算出すると、Σシステム処理水（No.7 沈降槽）において 70～77%、循環水（No.8 処理槽）において 69～80%となっている。また、実証期間中、循環水の BOD 濃度は設計条件（100 mg/L）を安定して満足している。

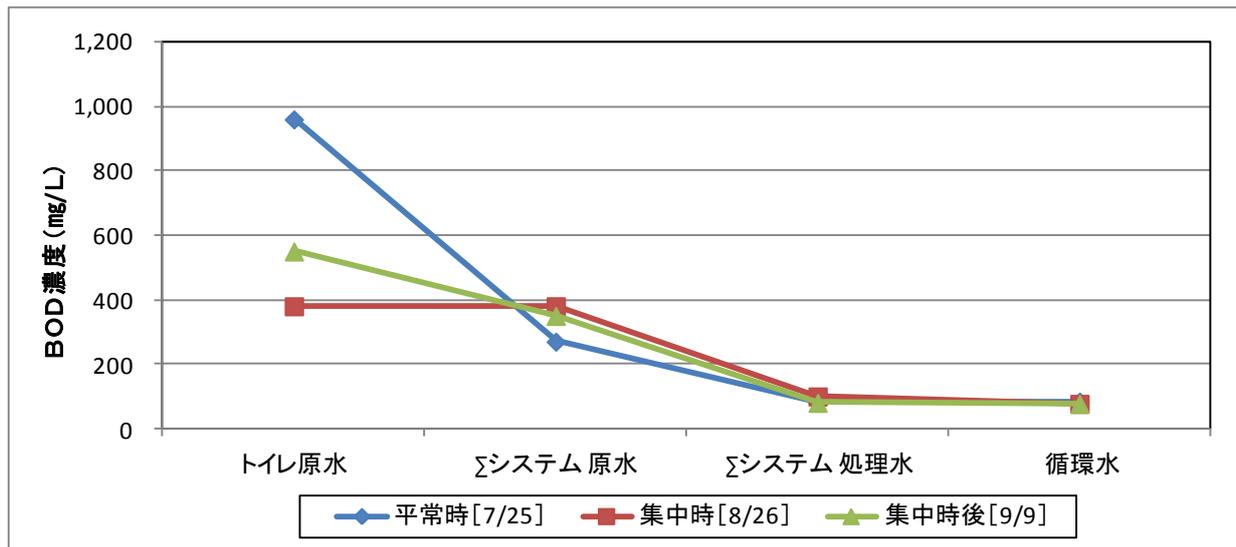


図 6-5-2-1 BODの推移

#### イ. 有機体炭素 (TOC)

実証装置における TOC の推移を図 6-5-2-2 に示す。BOD と同様にトイレ原水については水質変動が認められるものの、Σシステム原水以降については、水質は安定している。システム全体の除去率は 50~73%、Σシステム原水を原水とした除去率は、Σシステム処理水において 18~25%、循環水において 24~35%となっている。

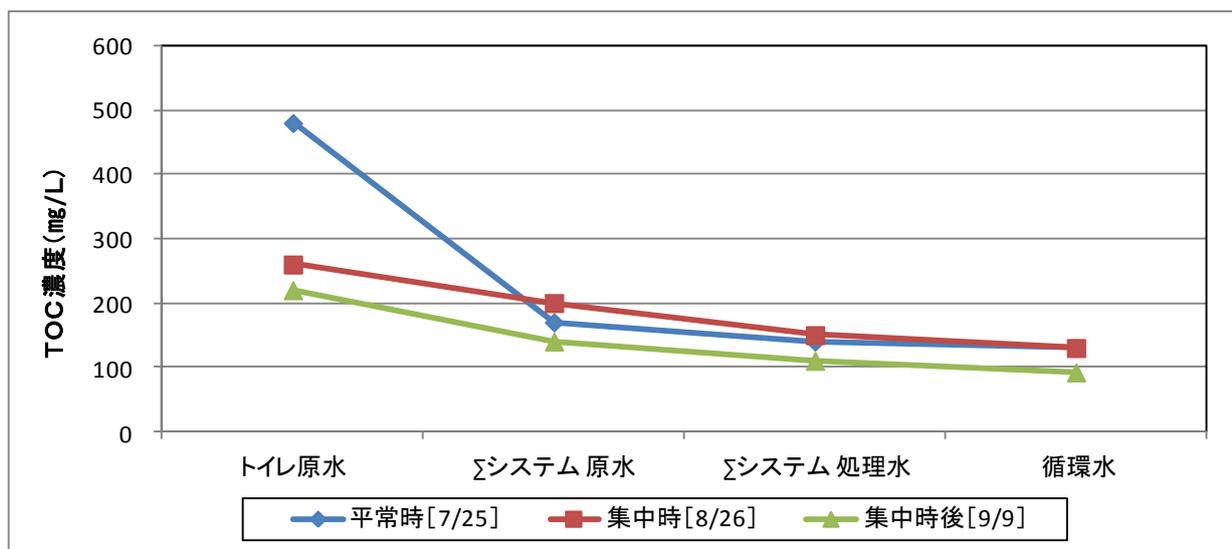


図 6-5-2-2 TOCの推移

#### ウ. 全蒸発残留物 (TS)・浮遊物質 (SS)

実証装置における TS 及び SS の推移を図 6-5-2-3~4 に示す。分析結果を見る限りでは、TS についてはほとんど除去効果は見られない。SS 濃度は TS 濃度に対し、Σシステム原水において 2.3~7.5%、循環水においては 1%以下であり、TS の大部分は溶解性物質となっている。SS 濃度については処理の進行に伴って除去効果が認められているものの、TS の大部分を占める溶解性物質

についての除去効果はあまり期待できない。

一般的にし尿の SS 濃度は TS に対して 50%程度とされているが、これに対し本実証装置のトイレ原水の SS 濃度は TS 濃度に対して 10%以下と低い（溶解性物質の構成割合が大きい）。溶解性物質の除去効果が低いことから、トイレの累積使用回数増加に伴い、溶解性物質の濃縮が進行した結果と考えられる。また、本実証装置は自己完結型のクローズドシステムであり、注入する薬剤中に含まれる溶解性物質の影響も少なくはないと考えられる。

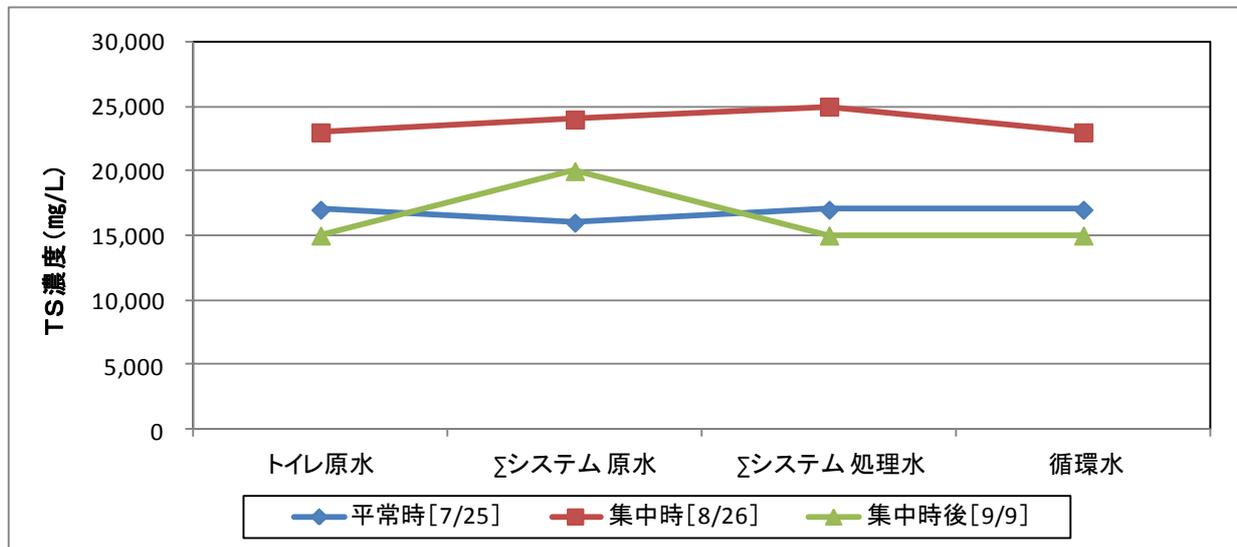


図 6-5-2-3 TS の推移

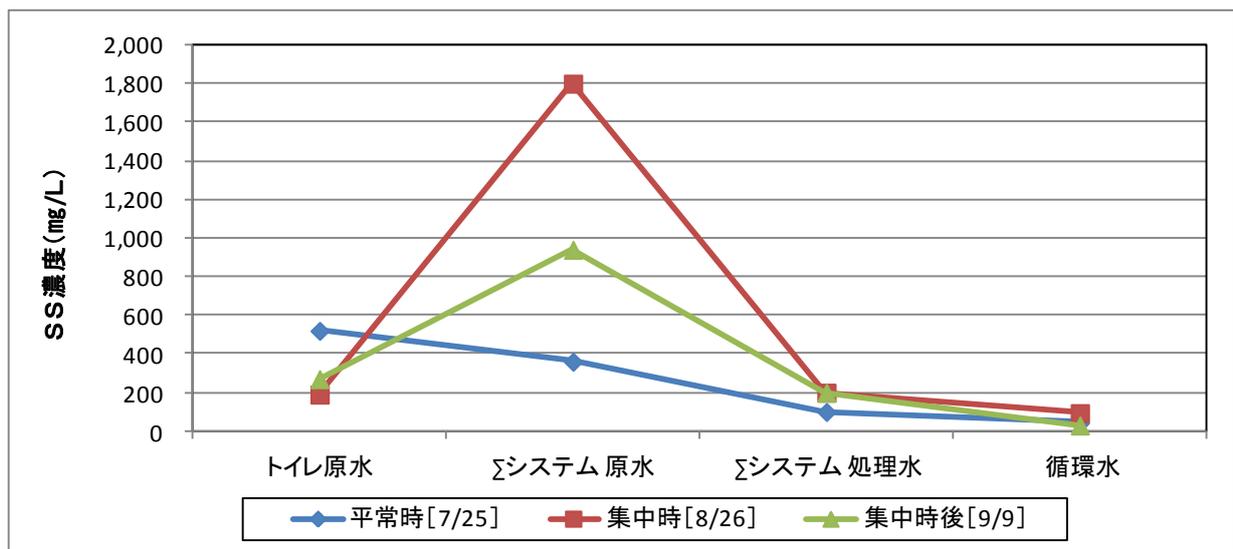


図 6-5-2-4 SS の推移

## エ. 窒素

実証装置における全窒素の推移を図 6-5-2-5 に示す。トイレ原水、Σシステム原水及び処理水、循環水ともに窒素濃度に大差なく、本システムにおける窒素除去効果はほとんど認められない。集中時においては他の時期（平常時、集中時後）と比較して全体的に窒素濃度が若干高めとなっている。

本システムにおける形態別窒素の状況を図 6-5-2-6 に示す。窒素の硝化は認められず、窒素のほとんどは有機態窒素とアンモニア性窒素の形態で存在しており、その割合は概ね 1（有機態窒素）：6（アンモニア性窒素）である。前述したとおり No.1～No.3 槽においては生物処理の効果がほとんど得られていないことから、窒素形態もほとんど変化せず、脱窒素効果も得られていない。また、本システムの主処理であるΣ液による凝集処理は酸性（凝集槽）から中性付近（反応槽）で処理するため、アンモニア性窒素のガス化もほとんど発生せず、有機態窒素の一部（固形分由来）が除去されるのみである。

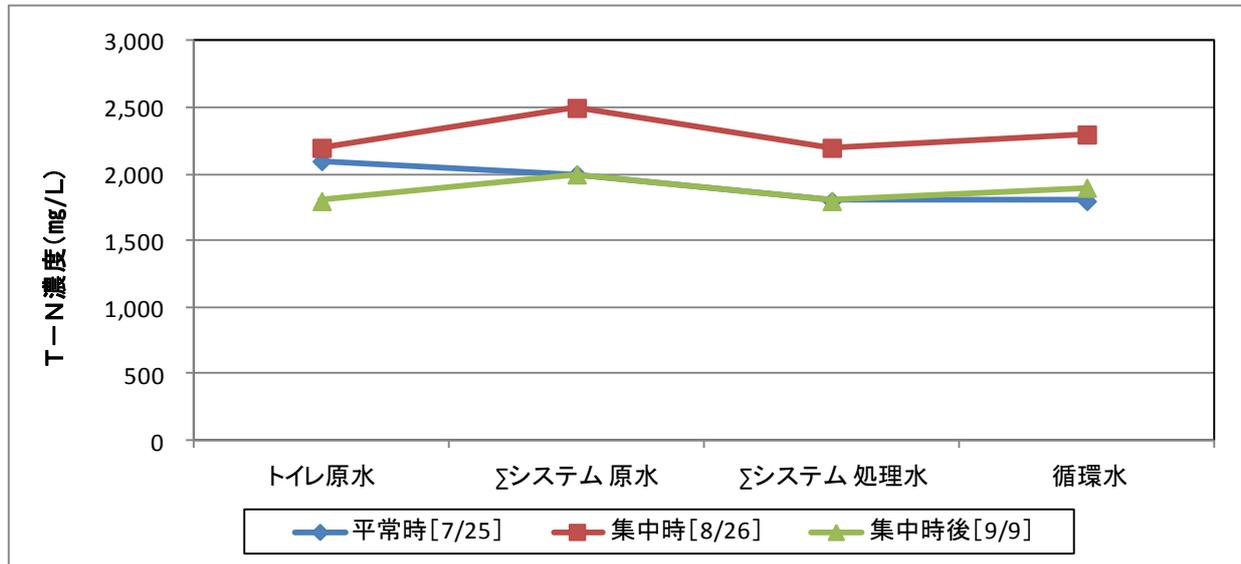


図 6-5-2-5 全窒素の推移

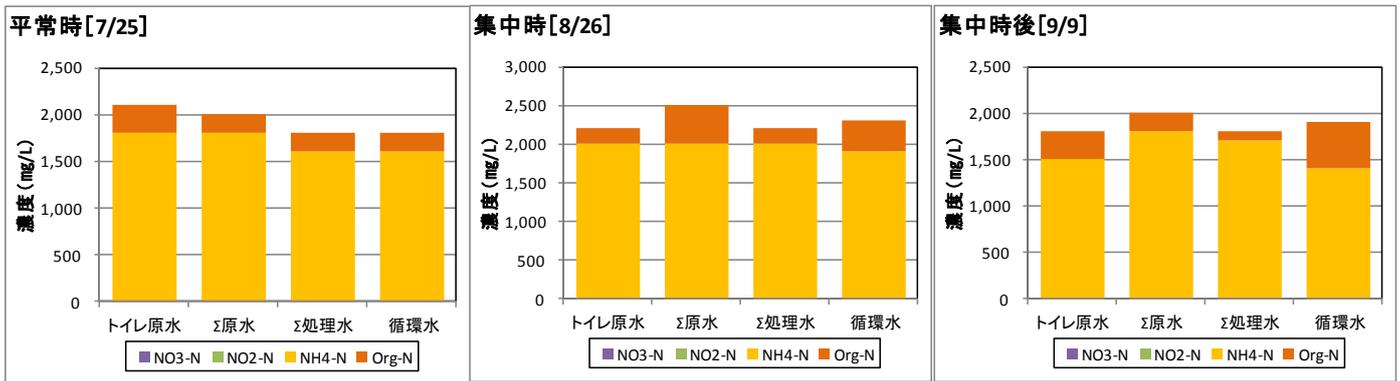


図 6-5-2-6 窒素形態の推移

### オ. 全リン

実証装置における全リンの推移を図 6-5-2-7 に示す。平常時、集中時ともに良好なリン除去効果が認められる。リンの除去率は、Σ液による凝集処理のみで 79%～89%、No.7 処理槽による循環ろ過処理も含めると 91～96%であった。除去されたリンは汚泥として適正処分される。

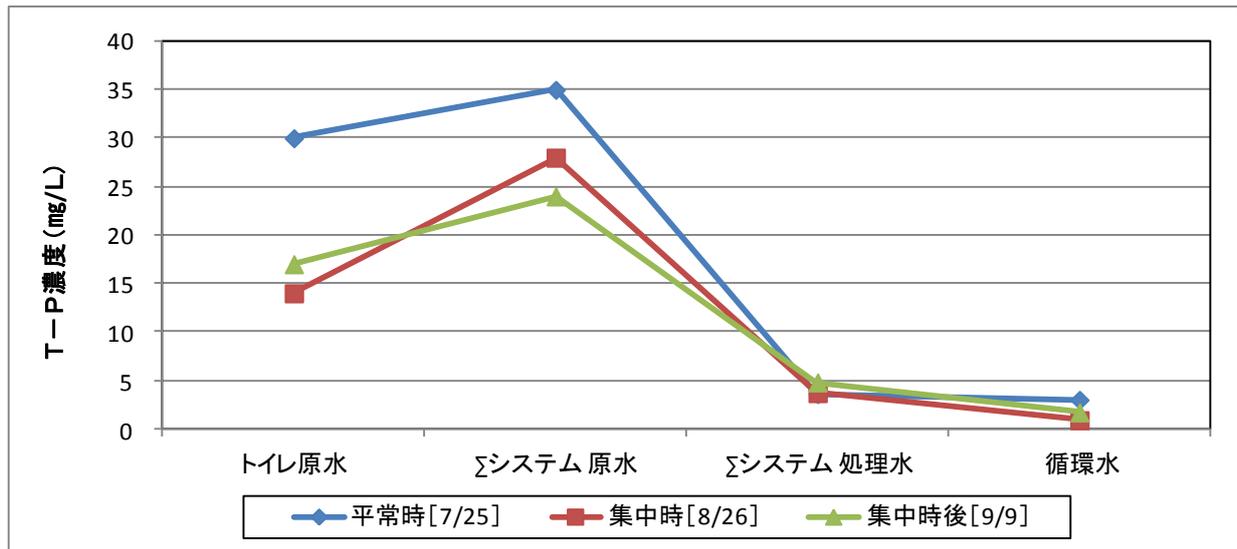


図 6-5-2-7 全リンの推移

#### カ. 色度

実証装置における色度の推移を図 6-5-2-8 に示す。処理に伴って色度の除去効果が認められる。色度の除去率は、 $\Sigma$ 液による凝集処理のみで 11%~48%、No.7 処理槽による循環ろ過処理も含めると 28~65%であった。除去率は変動が大きくなっているが、集中時(8/26)の除去率が低く、比較的利用者の少なかった集中時後(9/9)の除去率が高くなっている。利用集中時は利用回数に対する $\Sigma$ 液注入率がやや少なかったことが推測される。

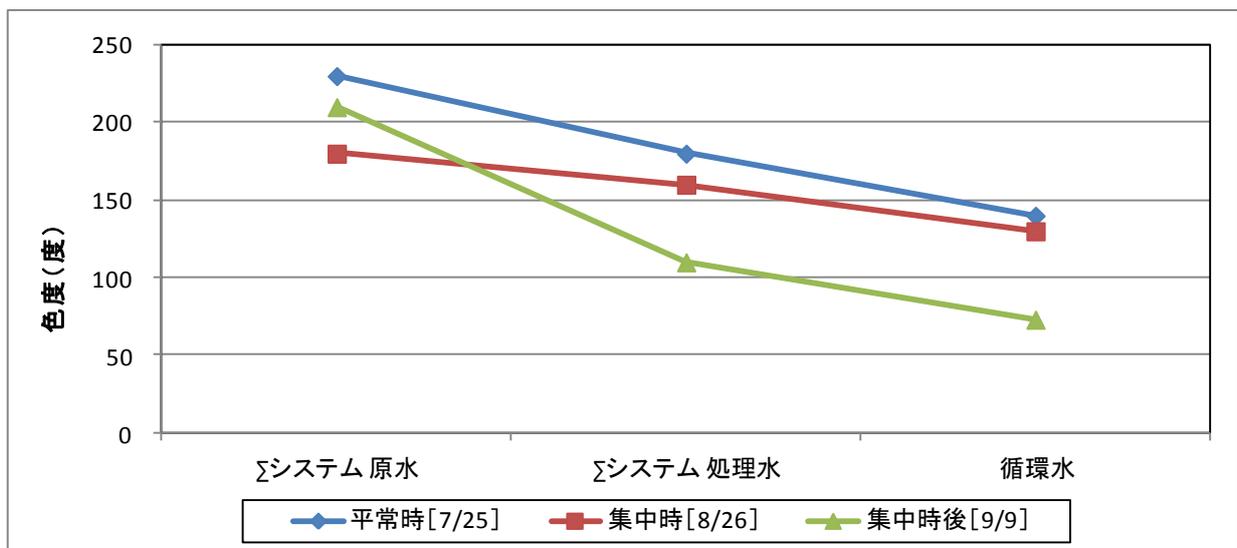


図 6-5-2-8 色度の推移

#### キ. 塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)

実証装置における塩化物イオンの推移を図 6-5-2-9 に示す。トイレ原水、 $\Sigma$ システム原水及び処理水、循環水ともに塩化物イオン濃度に大差は見られない。クローズドシステムという原

理上、累積利用回数の増加に伴って塩化物イオンの濃縮が推測されるが、本実証試験においては試験期間が短かったこともあり、明確な濃縮傾向は確認されなかった。塩化物イオンは汚泥として一部系外に排出される部分もあるが、多くは処理水（循環水）中に残留するため、長期的には塩化物イオンの濃縮が推測される。

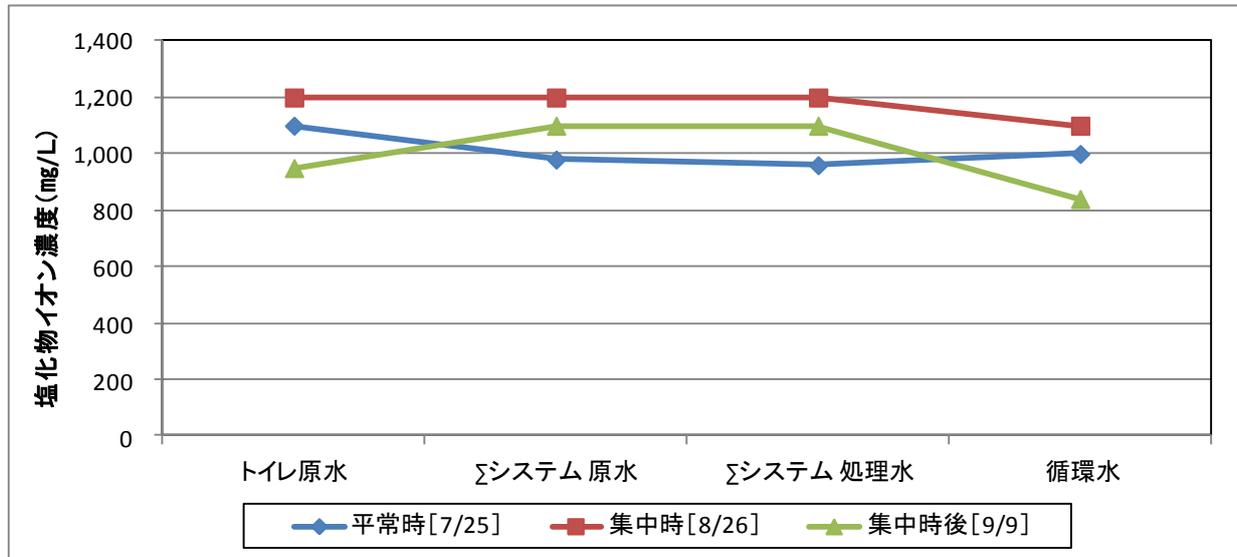


図 6-5-2-9 塩化物イオンの推移

## ク 大腸菌群

$\Sigma$ システム原水及び循環水の大腸菌群数を表 6-5-2-2 に示す。循環水（処理水）にある程度の大腸菌群数が認められる。一般的に、ある程度の処理時間を要する生物処理では処理に伴って大腸菌群数は減少していくが、 $\Sigma$ システムは物理・化学処理で処理時間が短いことが特徴であり、このため、循環水（処理水）においてもある程度の大腸菌群が残留していると推測される。ただし、 $\Sigma$ システムでは凝集処理において大腸菌群数は明らかに減少している。これは $\Sigma$ 液による凝集処理の際に酸性凝集を行うためと考えられる。処理全体のバランスが重要であるが、凝集 pH の設定によっては消毒効果がさらに向上することも考えられる。

表 6-5-2-2 大腸菌群数

|                     | $\Sigma$ システム原水<br>(個/ml) | 循環水<br>(個/ml) |
|---------------------|---------------------------|---------------|
| 利用集中時 : 平成28年7月25日  | 64,000                    | 4,800         |
| 利用集中時後 : 平成28年8月26日 | 88,000                    | 16            |
| 気温低下時 : 平成28年9月 9日  | 130,000                   | 5,800         |

## (2) 使用回数と水質への影響

### ア. 1日あたり使用回数の影響

ピーク時の影響、負荷変動の影響等を確認するため、トイレの使用回数（1日あたり）と処

処理水の BOD 濃度及び T-N 濃度の関係を図 6-5-2-7 にまとめた。実証試験期間中は 1 日あたり 500～650 回/日程度の安定した使用実績があり、ピーク時には平常時処理能力を超えた使用実績も認められたが、処理機能が大きく悪化することはなかった。

BOD については 3 回の分析結果に大きな差異は認められず、トイレ使用状況の変動に起因する処理性能悪化は確認されなかった。

処理水 T-N については 3 回の分析結果に差異が認められている。本装置は窒素除去を想定していないため、使用状況（使用回数、大・小便の比率等）の変動によるトイレ原水の水質変動が処理水に大きく影響すると考えられる。長期の連続稼動の際は検証が必要であるが、短期間の稼動においては窒素濃度は累積使用回数の増加に伴って濃縮すると考えられる。なお、3 回目採水時(9 月 9 日)の処理水 T-N については濃度が低下しているが、8 月 30 日に汚泥引抜を実施したためと考えられる。

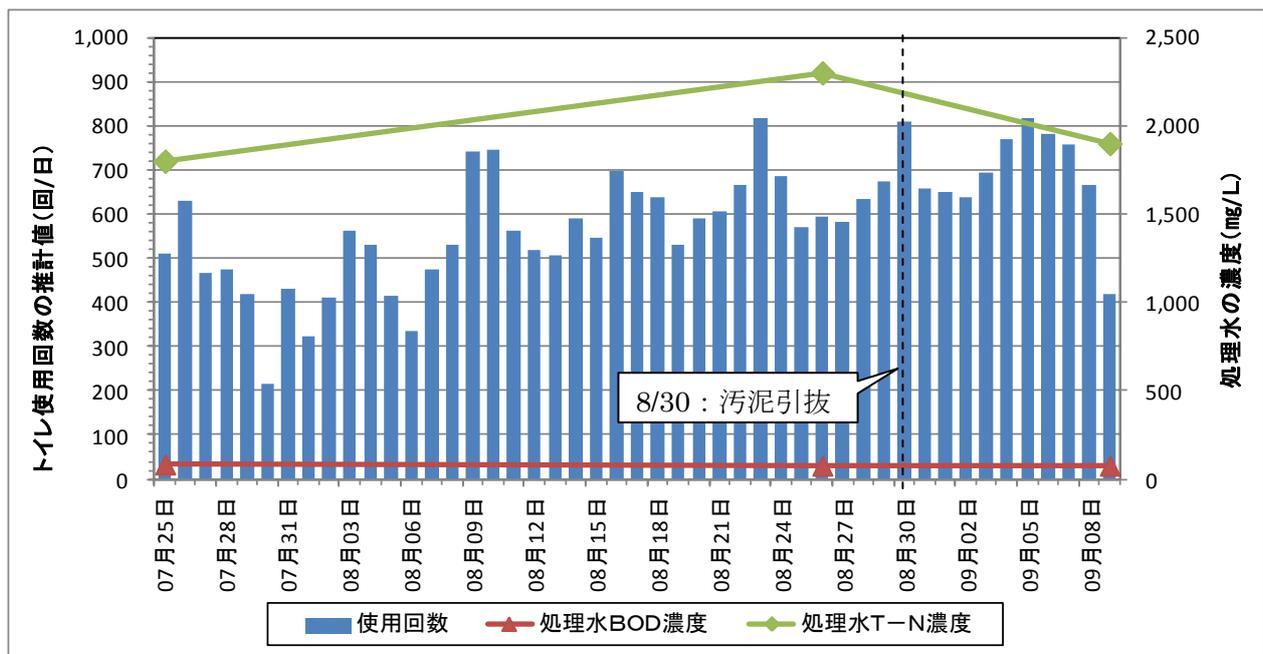


図 6-5-2-7 使用回数と処理水濃度 (BOD、T-N)

#### イ. 累積使用回数の影響

TOC (一部) や TS、塩素イオン、また、前述したように T-N については本実証装置では容易に除去することができないため、累積使用回数の増加に伴い装置内に蓄積されることが予想される。累積使用回数と処理水の TOC 濃度、TS 濃度、塩素イオン濃度、T-N 濃度の関係を図 6-5-2-8 に示す。

これらの項目は同様の傾向を示しており、1 回目採水時から 2 回目採水時にかけては累積使用回数の増加に伴って処理水濃度が上昇し、2 回目採水時から 3 回目採水時にかけては、汚泥引抜を実施した影響から処理水濃度の低下が認められている。

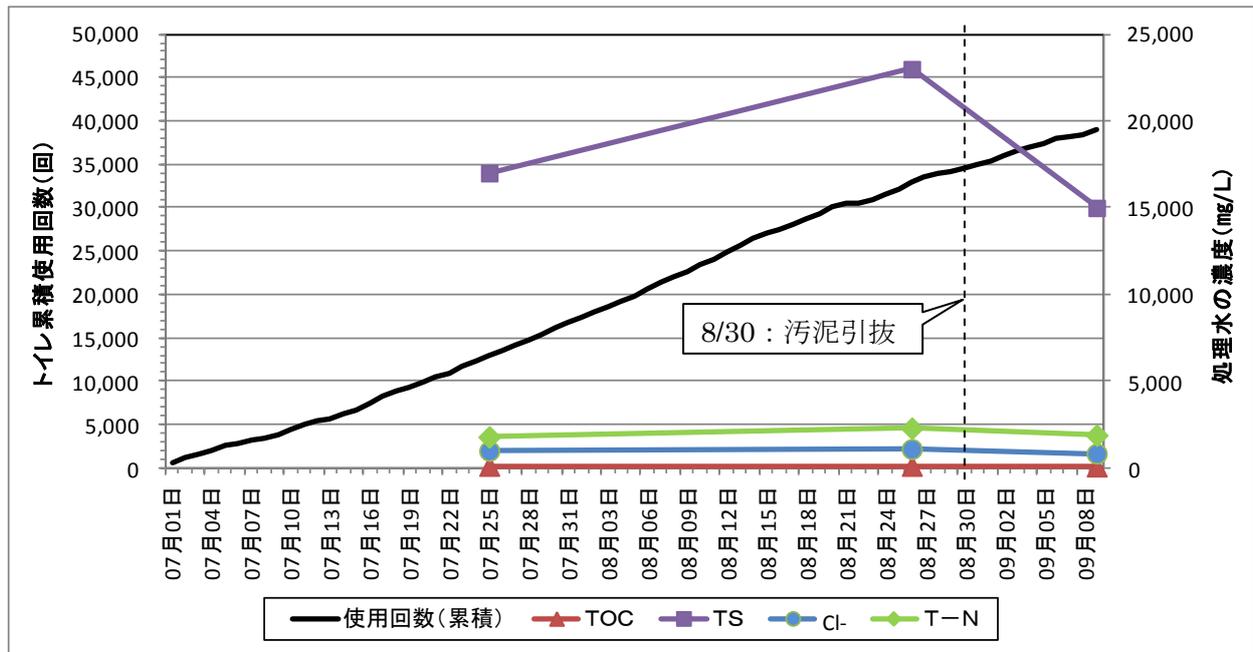


図 6-5-2-8 累積使用回数と処理水濃度 (TOC、TS、塩化物イオン、T-N)

### 6-5-3 処理性能のまとめ

#### <現場測定結果>

本実証装置では生物処理（活性汚泥）による生物処理は想定していないが、No.3 曝気槽における生物処理効果を検証するため、No.3 曝気槽液水温の経時変化を測定した。実証試験期間中、No.3 曝気槽液の水温は 20℃前後で推移しており、大きな水温変動は認められなかった。

Σシステムは凝集剤（Σ液）による凝集沈殿処理であり、凝集 pH は重要な管理指標である。凝集槽では pH3.1~4.0 の酸性凝集を行い、反応槽ではアルカリで pH 調整し、中性付近 (pH5.7~6.5) で運転していた。トイレ原水ではし尿の緩衝作用もあり、pH8 程度で安定していた。

透視度は循環水（処理水）で 7.0~8.8 度であった。数値上は低めであるが、処理水の外観は比較的クリアである。対象となった実証装置の沈降槽は既存施設を転用しており、沈降槽に適した構造（すり鉢構造）となっていない。このため、固液分離性能がやや低く、処理水の濁度が上がり、透視度低下の要因となったと考えられる。

No.3 曝気槽について DO 測定を行った。DO は検出され、槽内が好気性に維持されていることが確認されたが、本水槽に活性汚泥等はほとんど確認されず、微生物による処理効果もほとんど認められなかった。

環境測定として、実証装置を設置している室内とトイレ室内について検知管による臭気測定（硫化水素、アンモニア）を行った。処理装置室内においては若干検出された結果もあったが、一時的なもので、作業環境としては支障ない範囲と考えられる。トイレ室内については硫化水素、アンモニアともに検出されなかった。

## <試料分析結果>

実証試験においては3回（平常時、集中時、集中時後）試料採取を実施したが、原水については分析結果に相違が認められたが、処理水については水質に大きな相違は認められなかった。すなわち、利用状況の変化を伴っても安定した処理性能が得られていたと判断される。トイレ原水（No.1 嫌気槽）の段階では利用状況によって大きな性状の相違が認められたものが、Σシステム原水（No.3 曝気槽）においては性状の差が小さくなっている。No.1 嫌気槽～No.3 曝気槽にかけては微生物による処理効果は低いものの、汚水の性状変動を緩和させる重要な機能が働いている。

BODについては安定した除去率が得られており、69～80%の除去率（No.3 曝気槽～No.8 処理槽における除去率）が得られている。また、実証試験の期間中、循環水（処理水）のBOD濃度は安定して設計条件（100 mg/L）を満足した。

TSについてはほとんど除去効果が認められない。TSのうち、SSと溶解性物質の構成割合をみると、Σシステム原水においては92.5～97.7%、Σシステム処理水にあつては99%以上が溶解性物質である。SSについてはΣ液による凝集処理で良好に除去されているが、溶解性物質についてはほとんど除去効果は認められない。

窒素についてはほとんど除去効果は認められない。本システムには窒素が硝化される工程はなく、汚水中の窒素は有機態窒素及びアンモニア性窒素の形態で存在しており、その約80%程度がアンモニア性窒素である。

リンについては安定した除去効果が確認された。実証試験における全リンの除去率は91～96%（No.3 曝気槽～No.8 処理槽における除去率）であった。また、色度についても28～65%の除去率（No.3 曝気槽～No.8 処理槽における除去率）が得られた。これらの除去率は凝集剤の注入率により左右されると考えられる。

大腸菌群数について、Σシステムの処理により大腸菌群数が減少することが確認されたが、循環水（処理水）の段階で数千個/c m<sup>3</sup>程度の大腸菌群数が認められた。

## <使用回数と水質への影響>

実証試験期間中においては一時（ピーク時）に平常時処理能力を超える使用実績も認められたが、処理機能の大きな悪化は認められなかった。特にBODについては使用回数の変動に影響を受けず、実証期間中においては安定した除去効果が認められた。T-Nについては本実証装置においてほとんど除去効果が確認されなかったことから、使用回数の変動（負荷変動）による影響よりも、使用継続による蓄積における影響が大きいと考えられる。

TOCやTS、塩化物イオン、T-N等、本実証装置で除去が容易でない項目については、トイレ累積使用回数の増加に伴って処理水の濃度が上昇（濃縮）し、汚泥引抜を実施することで、処理水の濃度が低下する傾向が確認された。

## 6-6 試験結果の全体的まとめ

### <稼働条件・状況>

本実証装置は屋内設置である。実証試験期間（7/25～9/9）における実証装置設置場所の室内温度は9.1～34.8℃、室内湿度は9～77%であった。

実証試験期間における本実証装置の消費電力量（1日あたり）は、平均10.7Wh/日であった。また、トイレ使用1回あたりの電力使用量を算出すると、20.1Wh/回程度であった。

実証試験期間中におけるΣ液の使用量は合計1,429Lであり、1日平均使用量は30.4L/日であった。なお、トイレ1回使用あたりに消費するΣ液の量を算出すると54mL/回であった。アルカリ（苛性ソーダ）の使用量は合計512Lであり、1日平均使用量は10.9L/日であった。

実証試験期間における本実証装置の累積使用回数は26,721回で、単純平均すると1日当たりの使用回数は569回/日であった。実証期間中はピーク時等にトイレ使用回数が平常時処理能力を超えることもあったが、集中時処理能力を超えることはなかった。実施期間中最も使用回数の多かった実績は815回/日で、平常時処理能力に対して136%、集中時処理能力に対して98%に相当する使用実績であった。

### <維持管理性能>

日常維持管理に示された作業については容易に実施できた。また、専門維持管理については1回当たり2人で2時間程度のものを合計3回実施したが、作業は容易に実施できた。

汚泥処理（引き抜き、濃縮、脱水、搬出）についてはシーズン期間中2回実施した。シーズン期間中に搬出した汚泥は乾物換算で116 kg-DSで、汚泥発生量（乾物換算）はトイレ1回使用あたり4.1g-DS/回であった。汚泥は濃縮・脱水した後も85～90%程度の水分を含んでいるため、天日乾燥で適度に含水率を下げた後から搬出することとしている。天日乾燥の際における課題（汚泥からの臭気発生等の可能性、天候（雨等）による影響等）確認されたことから、汚泥を脱水してから搬出するまでの作業等について明確化（マニュアル化）する必要があると思われる。

維持管理マニュアルについては、概ね基本事項や必要事項は記載されているものの、全体的に読みにくい構成となっており、図や写真等を効果的に使用するなどして改善を検討することが適当である。また、全体的に内容が専門技術者向けの記述となっているが、技術者以外でも概略が分かるような記述を検討することも重要である。また、使用する薬剤については取り扱上の注意点を明記する必要がある。

### <室内環境>

室内環境について把握するため、実証試験期間中に本実証装置利用者に対し「室内環境アンケート」を実施した（有効回答数：50件）。調査内容は、臭気、洗浄水の色や濁り、使用中のトイレ室内の明るさ、機械音について、必要最小限の条件が満たされているか、許容範囲内であるかについての回答を得た。

回答を見ると、本実証装置は臭気の除去や色や濁りを除去する機構はないものの、臭気は「①全く気にならない」と「②許容範囲内である」を合わせると62%の回答者が許容範囲、洗浄水の色や濁りについては「①全く気にならない」と「②許容範囲内である」を合わせると52%の回答者が許容範囲であると回答している。自由回答のコメントを見ると、実証装置のトイレ空間のきれいさに

についてのポジティブなコメントと、臭気、濁りについてのネガティブなコメントがそれぞれ見られたが、概ね装置の快適性がうかがえる内容となっている。

### <周辺環境への影響>

実証対象装置は処理水循環式の装置であり、処理水がトイレ系外に排出されることは原則としてない。システム上、利用者が非常に多い場合等には余剰水の発生も考えられるが、仮に余剰水が発生しても、所定の対応（発生した余剰水を一時仮保管、平常時等水量が現状した際に処理系内に戻す）を行うことで余剰水が直接装置系外に排出されることは防止できる。排水による周辺環境への影響は基本的に発生しないことから、周辺環境への影響はない。

No.1～No.3 槽についてはΣシステム処理前の汚水槽であるが、密閉型のマンホールで覆われており、水槽内の臭気等が外部に漏洩することは基本的には発生しない。また、Σシステムは一部開放型の水槽（タンク）もあるが、装置周辺で臭気等は感じられなかった。

実証対象装置は既設を改造した装置であることから一部 RC の地下水槽もあるが、本装置はコンパクトで、全て地表面に設置することも可能である。よって、設置の際に大規模な土地改変（掘削等）は原則として必要としない。

### <処理性能>

実証試験の結果、本処理方式における処理性能に関して得られた知見を以下に示す。

#### ○現場測定結果

No.3 曝気槽は常時エアレーションをしており、槽内液の DO も認められ、槽内は好気環境に維持されていたが、活性汚泥はほとんど確認されなかった。生物処理の機能はほとんど確認されず、攪拌による性状均一化が主目的である。

処理水の透視度は 7～9 度程度と数値的にはやや低いが、外観的にはクリアであった。本実証装置の沈降槽は既設を利用した関係上固液分離に適した構造（すり鉢構造）となっておらず、やや固液分離性能が不十分であったことが要因と推測される。

トイレ室内及び実証装置設置エリアについては特に臭気等は認められなかった。凝集槽や反応槽は密閉構造とはなっていないが、装置周辺において特に臭気等は認められなかった。処理水は洗浄水として循環しているが、処理水に臭気等は認められなかったため、便器を洗浄した際に臭気が発生するようなことはなかった。

#### ○水質分析結果

実証試験において 3 回（平常時、集中時、集中時後）試料採取を実施したが、トイレ原水（No.1 嫌気槽）では水質に相違が認められたものの、Σシステム原水（No.3 曝気槽）については水質に大きな相違は認められなかった。Σシステム処理前の No.1 槽～No.3 槽については、生物処理による処理効果はほとんど認められなかったが、トイレ使用状況による汚水の性状（負荷）変動の緩和に効果的であった。

BOD については 69～80%の除去率が得られ、循環水（処理水）の BOD 濃度は安定して設計条件（100 mg/L）を満足した。本実証装置の主処理は凝集剤による物理化学処理方式であり、生物処理

は付加的な効果である。TOC の除去率についてはシステム全体 (No.1 槽～No.8 槽) で 50～73%、Σシステム (No.3 槽～No.8 槽) で 24～35%である。

TS についてはほとんど除去効果は認められなかった。TS のうち、SS 等の固形物については良好な除去効果が確認されたが、溶解性物質については、ほとんど除去されていない。処理水の TS については 99%以上が溶解性物質である。

窒素についてはほとんど除去効果は認められない。窒素形態も各工程 (各槽) によって大きな相違は認められず、概ねアンモニア性窒素が 80～90%程度、有機態窒素が 10～20%程度である。窒素除去については、汚泥引抜等により、汚泥に含まれる窒素分が系外に排出される程度である。

リンについては凝集処理により効果的に除去されており、90%程度の除去率が得られた。また、色度についても 28～65%の除去率が得られている。採取した時期によって除去率に相違が認められるが、凝集剤の注入率 (使用回数あたりの注入量) に差が生じたためと考えられる。

### ○使用回数と水質との関係

本実証試験では 500～650 回/日程度の平常時処理能力に近い使用実績があり、ピーク時には平常時処理能力を超える使用実績もあったが、大きな処理機能の悪化は認められなかった。BOD については使用回数の変動に影響を受けず、安定した除去効果が認められた。

TOC や TS、塩化物イオン、T-N 等、本実証装置で除去が容易でない項目については、トイレ累積使用回数の増加に伴って処理水の濃度が上昇 (濃縮) し、汚泥引抜を実施することで、処理水の濃度が低下する傾向が確認された。負荷が高い (トイレ使用回数が多い) ほど、処理水の濃縮は早く進行するため、汚泥引抜の頻度を増やす等の対応が必要となる。

## 7. 本装置導入に向けた留意点

### 7-1 設置条件に関する留意点

#### 7-1-1 自然条件からの留意点

本装置はΣ液という凝集剤を使用した物理化学処理である。よって、生物処理のように処理環境による処理性能への影響は比較的小さい。本実証試験では実証装置瀬一致場所の室温が 9.1～18.5℃で変動したが、安定した処理性能（BOD 除去効果）が確認された。

ただし、山岳地域等気候条件（気温低下等）が厳しい場所に設置を検討する場合は凍結防止対策について十分考慮する必要がある。本実証試験の試験場所は冬期は閉山（営業停止）するため、適切な休止措置を行えば問題ないが、冬期も継続してトイレを使用する計画の場合は凍結対策が必要である。対策案としては、各設備や配管等の保温施工、ヒーター等による加温、地下ピット等に設置、等の方法が考えられるが、設置費用（予算）や設置場所の電力調達事情、設置場所特有の利用条件等を十分考慮の上、設計する必要がある。

#### 7-1-2 社会条件からの留意点

##### （1）維持管理体制

トイレ設備全般に共通することであるが、トイレは清掃や消耗品の補充等の日常管理を適正に実施することで衛生施設として機能する。また、本実証対象装置は自己処理トイレであるため、定期的な専門管理（機器の保守、水質管理、その他）も必須である。これらの維持管理が確実に実施される体制を整備しておくことが必要である。

##### （2）残渣の外部搬出

実証対象装置は処理に伴って汚泥が発生するため、定期的な汚泥引抜及び外部搬出を実施することで処理が成立する。よって、引き抜いた（及び脱水した）汚泥について、廃棄物処理法に準じた適正な体制（輸送、処理、処分等）を構築しておくことが必要である。また、適切（処理能力以下）な使用をする限りでは余剰水は発生しないとしているが、一時的なピーク等で想定を超えるトイレ使用があった場合は余剰水が発生する可能性も考えられる。可能性としては小さいが、余剰水が発生した場合の対応方法についても検討しておく必要がある。

#### 7-1-3 インフラ整備条件からの留意点

##### （1）部品・機材等搬入道路、残渣の搬出道路

本実証装置は地上に据え置くタイプの装置であり、原則として地盤の掘削やコンクリート打設等は必要としない。施工に伴って重機等は基本的に必要としないが、設置場所への搬入道路の有無により施工費用が大きく影響することに留意が必要である。

本実証装置は、トイレの使用に伴って汚泥が発生・蓄積されていくため、汚泥の定期的な引抜及び場外搬出は必須である。適切な搬出道路がない場合は車以外での搬出となり、ランニングコストが増加する可能性があることに留意が必要である。

## (2) 電力

本装置はブロワやポンプ稼動のための電力が必須であるため、電力を確保できることが設置条件となる。商用電力のインフラがあれば問題ないが、電力供給のインフラがない場合は他の電力源（発電機、自然エネルギー等）について検討が必要である。

自然エネルギーを使用する場合、発電条件を十分に検討し、必要に応じてハイブリッド（太陽光、風力等）や蓄電設備の活用等も含めて検討することが必要である。また、使用できる電力量が限られるため、トイレの規模設定には十分な留意が必要である。

本実証試験場所のように発電機を運転する場合には、燃料を使用するため、燃料の使用量及び供給方法等についても検討が必要である。

商用電力以外の電力を使用する場合には使用できる電力量が非常に限られるため、節電対策（如何に少ない電力で装置を稼動させるか）が非常に重要な検討事項である。

## (3) 水

実証対象装置は施工後、稼動開始に伴って約 20 t の初期水が必要である。近傍に適切な水が確保できない場合は、調達方法を検討する必要がある。

## 7-2 設計、運転・維持管理に関する留意点

### 7-2-1 設計上の留意点

シーズンによりトイレの使用回数が大きく変動することが多い自然地域トイレを設計するにあたっては、適切なトイレの処理能力設定が非常に難しい。平常時を基本に処理能力を設定すれば、使用集中時に処理性能悪化を招くし、使用集中時を基本に設定すれば装置が大規模なものとなりインシヤルコストが増加する。設置予算、トイレ設置場所の特徴（利用見込み）、使用集中時の対応等総合的に検討して装置の能力設定を行う必要がある。本実証装置は、薬品注入量を増やしたり、汚泥引抜頻度を増やす等の対応を行えば、一時的な集中使用にも比較的耐えやすい方式であるが、それでも限界がある。トイレは処理能力を超えたからといって安易に閉鎖できない設備であり、限界を超えた使用回数が発生した場合における対応策についても検討しておく必要がある。

### 7-2-2 運転・維持管理上の留意点

日常維持管理について、必要な作業は容易に行うことができ、特に課題はみられなかった。日常維持管理はトイレの機能（衛生維持）に直結する重要な事項であるので、維持管理体制については確実にを行う体制を検討する必要がある。

トイレはその重要性から、事故や故障等のトラブルが発生した場合においても、迅速な対応及び早期復旧が求められる。このため、設置者、日常管理者、技術者、製造メーカー間等の連絡体制を明確にしておくことが重要である。

## 8. 課題と期待

### 8-1 今後の課題

#### 8-1-1 運転管理マニュアルの充実化

実証対象装置はトイレ使用回数（負荷）変動には比較的対応しやすい技術であるが、負荷変動に応じた運転管理（薬品注入率の設定等）が重要となる。よって、負荷に応じた薬品注入率等の運転管理指標を明確化することで、適切な薬品注入が可能となり、薬品使用量の削減につながる可能性も考えられる。現在の運転管理マニュアルを充実化し、より効率的な運転管理をすることで薬品等使用量の削減（ランニングコストの削減）を模索することが望まれる。

#### 8-1-2 設備の省エネ化

実証対象装置は処理に電力を使用するため、電力供給のインフラが整備されている山岳地域、山麓、海岸、離島、観光地等で有効である。電力供給のインフラが整備されていない地域で計画する場合には、自然エネルギーや発電機等を使用して電力を得なければならないが、この場合は使用できる電力量が非常に限られるため、今後は装置の節電化についても検討することが必要であろう。

本実証装置においてはブロワ及びろ過循環ポンプが運転時間も長く、電力使用量の多くを占めている。ブロワは No.3 曝気槽への曝気に使用しているが、No.3 曝気槽には生物処理効果はほとんどないことから、ブロワを停止、または間欠運転する可能性について検討することも一案である。また、最近では省電力型の電動機が開発されており、このような最新設備を積極的に導入し、装置の省エネ化をより一層図ることが重要と思われる。

#### 8-1-3 汚泥の減容化（低含水率化）

本技術は使用回数の増加に伴って汚泥が発生・蓄積する技術であるため、定期的な汚泥搬出は必須である。汚泥搬出を効率よくかつ安価に行うには汚泥の減容化、すなわち搬出汚泥の低含水率化が必要である。本実証装置では引き抜いた汚泥を膜で濃縮（汚泥濃度 5%程度）、遠心分離機で脱水（含水率 85～90%程度）、その後天日乾燥で含水率 75%程度まで乾燥してから、搬出することになっている。本実証装置の場合、天日乾燥にあたっては脱水汚泥を容器に入れて屋外に放置するのみで、臭気発生や気象条件（降雨等の影響）が課題となっていた。天日乾燥については維持管理マニュアルにも記載されていない。天日乾燥を汚泥処理の一部と計画するのであれば、処理方法（手順等）について検討し、マニュアルに記載することが必要である。

#### 8-1-4 維持管理・保守管理の課題

本技術は高度な処理技術であり、処理性能を良好に維持するためには日常維持管理及び定期専門管理は不可欠である。以後、長期の稼動に伴い構成機器類の保守についても重要な要素となり、機器類が突発的に故障した場合等においても、迅速に対応できる体制を整備しておくことが重要である。

### 8-2 今後の期待

本技術の適用にあたっては、電力供給のインフラが整備されていることが望ましい。本実証対象装置の場合のように発電機を運転したり、自然エネルギー等により適切な電力供給が得られれば、

商用電力のインフラが整備されていない地域でも適用は可能である。ただし、この場合にはより一層の改良（省エネ化）が望まれるところである。

本技術は生物処理方式と比較して負荷変動に対応しやすい特徴があり、自然地域等観光地に計画する場合には大きな長所となりうる。本実証装置のようにΣシステム単独処理の場合は、生物処理方式と比較すると循環水（処理水）の水質は若干劣るが、便器の洗浄水使用としては特に支障ないレベルまで処理が可能であり、使用者アンケートからも許容範囲との意見が大半である。

本技術のような先進的な環境技術が普及することにより、自然環境の豊かな自然地域の環境保全に大きく寄与することが期待される。

## ■付録 —用語集—

| 用語                                      | 解説   |
|---|--|
| BOD: 生物化学的<br>酸素要求量 (mg/L)              | 水の汚濁状態を表す有機汚濁指標の一つ。水中の還元物質が、微生物の呼吸作用により酸化される際に消費される酸素量で表した図。通常 20℃、5 日間で消費された溶存酸素量を mg/L で表す。  |
| COD: 化学的<br>酸素要求量 (mg/L)                | 水中に含まれる有機物質の指標の一つ。有機物質を化学的に酸化するとき消費した酸化剤の量を相当する酸素量で表した値。   |
| DO: 溶存酸素<br>(mg/L)                      | 水中に溶解している分子状の酸素。その濃度は水温、圧力、酸素分圧、塩類濃度等に影響される。   |
| SS: 浮遊物質<br>(mg/L)                      | 水中の濁り成分のうち、溶解しているものを除いた粒子径が 2 mm 以下の固形物量を表し、水の濁り、汚れが進むと数値が高くなる。処理により SS が除去されると BOD も低くなる。一般に収集し尿は 1 L につき約 18,000 mg の SS を含んでいる。   |
| pH: 水素イオン濃度<br>指数                       | 酸性、アルカリ性の度合いを示す指標。pH が 7 のときに中性で、7 より高い場合はアルカリ性、低い場合は酸性を示す。一般にし尿は、排泄時は弱酸性であるが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。                              |
| EC: 電気伝導率<br>(mS/m)                     | 水溶液の電気の通しやすさを表し、水に溶けているイオン総量を示す指標であり、塩類蓄積の指標となる。純水では電気伝導率はほぼ 0 に近い数値を示し、逆に不純物の多い水では電気伝導率は高くなる。                                       |
| Cl <sup>-</sup> : 塩化物イオン<br>(mg/L)      | 水中でイオン化している塩素を表します。通常の生物処理では塩化物イオンは除去されないため、洗浄水等によって薄められた倍率や濃縮された度合いを推定する事ができる。  |
| TOC: 有機体炭素<br>(mg/L)                    | 有機物中の炭素量を表す。有機物量が多く、水が汚れてくると TOC 値が高くなる。BOD の分析には 5 日間かかるが、TOC は分析装置により短時間で分析できる。  |
| T-N: 全窒素 (mg/L)                         | 有機性窒素化合物及び無機性窒素化合物に含有される窒素の総量。   |
| T-P: 全リン (mg/L)                         | 栄養塩類の一つ。溶解性及び浮遊性のリンの総量。  |
| NH <sub>4</sub> -N: アンモニア性<br>窒素 (mg/L) | アンモニウムイオンとして存在する窒素量を表す。アンモニアはタンパク質のような有機窒素化合物が分解して生成する。  |
| NO <sub>2</sub> -N: 亜硝酸性窒素<br>(mg/L)    | 亜硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。亜硝酸は、主にし尿及び下水に由来するアンモニアが生物化学的に酸化されて生成する。   |
| NO <sub>3</sub> -N: 硝酸性窒素<br>(mg/L)     | 硝酸イオンの形で存在する窒素量を表す。硝酸は、水中に存在する様々な窒素化合物が生物化学的酸化を受けて生じた最終生成物。  |
| 大腸菌群<br>(個/mL)                          | 大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称です。大腸菌群は人や動物の腸管内に多く生息しているので、大腸菌群が存在する水は、糞便や他の病原菌により汚染されている可能性があることを意味する。一般に収集し尿 1 mL 中には 100 万個以上の大腸菌群が存在している。 |

## ■資料編 —実証試験場所および装置写真—

### 1. 実証装置周辺

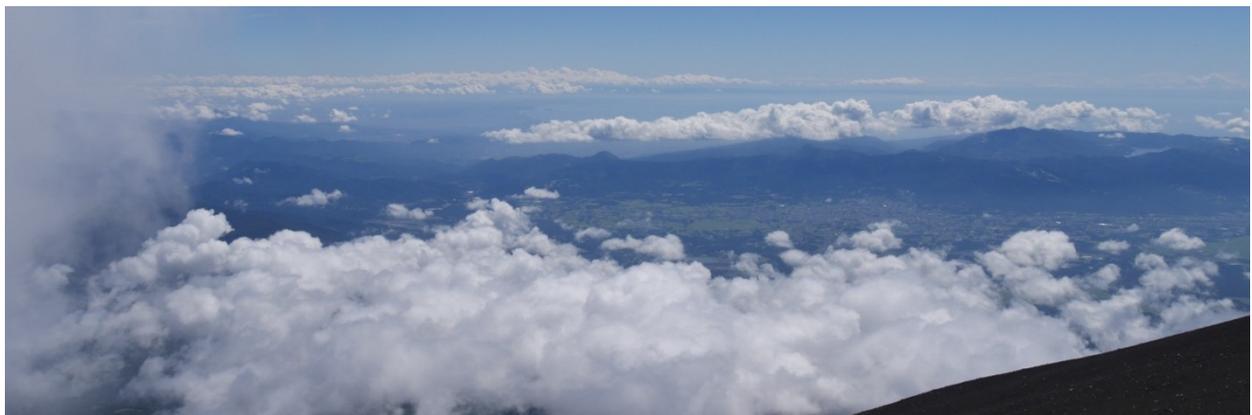


写真① 富士山5合目須走口からみた山頂



写真② 富士山8合目を登るブルドーザー

※平成 28 年 7 月 26 日撮影



写真③ 富士山八合五勺 御来光館から見た駿河湾側の雲海 (平成 28 年 8 月 26 日撮影)

### 2. 実証装置本体

#### (1) 実証装置の外観



写真④ 実証装置の建屋 (写真：平成 28 年 7 月 19 日撮影)

(2) 処理装置



写真⑤ 実証装置に用いられる機器類



写真⑥ 各処理槽の外観 (No. 1 嫌気槽)

写真⑦ 各処理槽の外観 (No. 2 嫌気槽)



写真⑧ 各処理槽の外観 (No. 3 曝気槽(左)、No. 4 沈降槽(右))



写真⑨ 各処理槽の外観 (No. 5 沈降槽(左)、No. 6 沈降槽(右))



写真⑩ 各処理槽の外観 (No. 8 処理水槽(左)、No. 7 沈降槽(右))

(3) トイレブース内



写真⑪ トイレブース正面



写真⑫ 御来光館建屋からトイレへのアプローチ



写真⑬ 大便器



写真⑭ 小便器