

## 環境省

### 平成 29 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 30 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 : 公益財団法人 日本環境整備教育センター  
環境技術開発者 : 有限会社 M ファイン技術サービス  
技術・製品の名称 : バイオトイレシステム「ネイチャー優」  
(水使用-生物処理-微生物剤投入)  
実証試験実施場所 : 山梨県甘利山広河原駐車場  
実証番号 : 030-1701



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	6
5. 課題と期待	6
参考情報	7

## ■本編

2. 実証試験の概要	8
3. 実証試験実施場所	8
3-1 実施場所の概要	8
3-2 実施場所の諸条件	10
4. 実証装置の概要	11
4-1 実証技術の特徴と処理フロー	11
4-2 実証装置の仕様	12
4-3 実証装置の設置・建設方	17
4-4 実証装置の運転・維持管理方法	17
4-5 実証装置の条件設定	17
5. 実証試験方法	18
5-1 実証試験の実施体制	18
5-2 役割分担	20
5-3 実証試験期間	21
5-4 実証試験項目	21
6. 実証試験結果及び考察	30
6-1 実証試験の経過状況	30
6-2 維持管理性能	34
6-3 室内環境	41
6-4 室内環境への影響	41
6-5 処理性能	45
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

実証試験結果報告書の概要を示す。

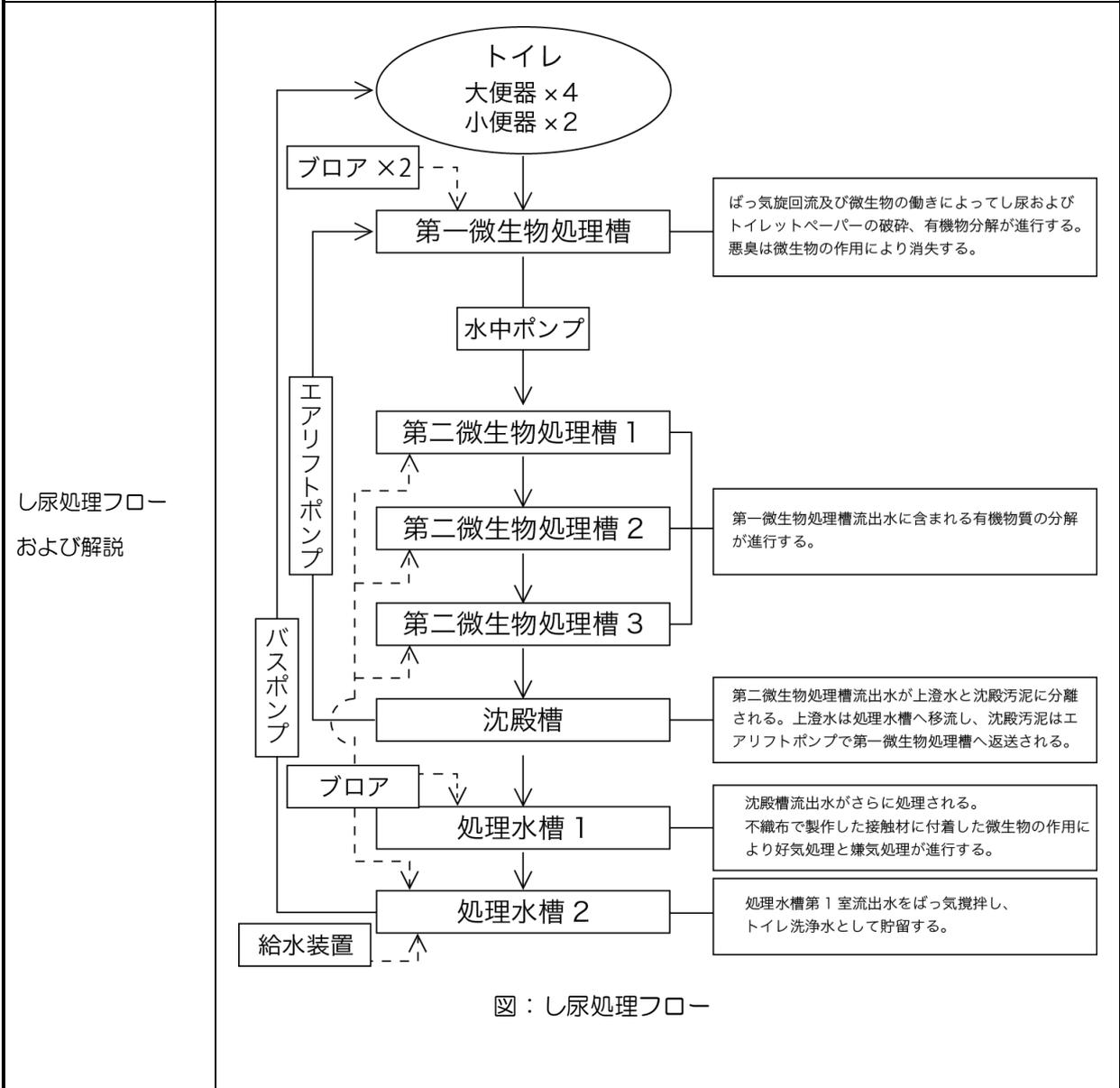
し尿処理方式*	水使用—生物処理—微生物剤投入
実証機関	特定非営利活動法人 日本トイレ研究所
試料採取・分析・解析機関	公益財団法人 日本環境整備教育センター
実証申請者	有限会社 M ファイン技術サービス
処理方式/技術名	バイオトイレシステム「ネイチャー優」

\*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**

本実証装置は、微生物等を用いて汚水を浄化する生物学的処理方式である。本実証装置「ネイチャー優」は、第一微生物処理槽、第二微生物処理槽、沈殿槽及び処理水槽から構成されており、トイレ排水を生物処理してトイレ洗浄水として再利用する装置である。本実証装置では、微生物剤を投入することで有機物分解を促進し、汚泥の減量化を図ることから、長期間、汚泥の搬出を行わずに運転を継続できることが期待される。



## 2. 実証試験の概要

### ①実証試験場所の概要

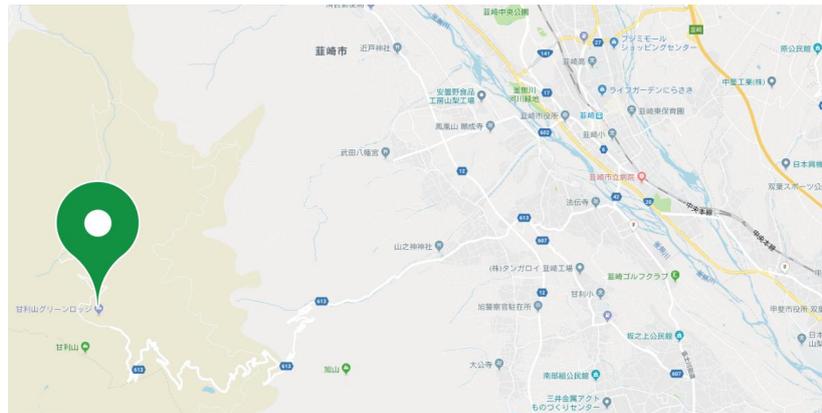
設置場所	甘利山広河原駐車場
地域（山域等）名等	甘利山(南アルプス子稜鳳凰山東側山腹) (標高：1,731 m )
トイレ供用開始日※（既設のみ）	平成 27 年 5 月 ※トイレを設置し使用し始めた日
トイレ利用期間	通年利用(冬季閉鎖期間有り)

甘利山（あまりやま）は、山梨県韮崎市と南アルプス市との境界にある標高 1,731m の山で、南アルプスの鳳凰三山東側に位置する。韮崎市街より県道 613 号線が通っており、甘利山グリーンロッジまで車で来ることができる。実証試験場所はグリーンロッジそばの駐車場に設置する公衆トイレ（韮崎市設置）。



↑写真：実証施設外観

地図：実証試験地周辺図→



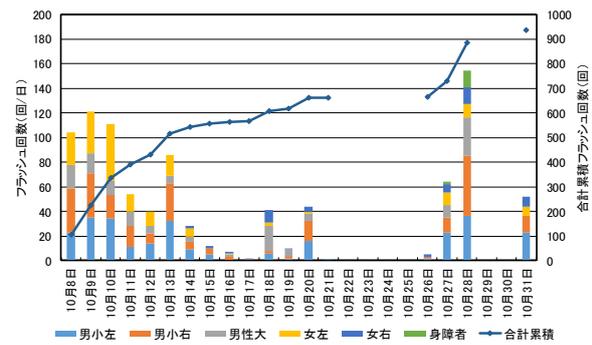
### ②実証装置の仕様および処理能力

項目	仕様および処理能力	
名称	バイオトイレシステム「ネイチャー優」	
設置容積	①便槽（第一微生物処理槽）	W1500mm × D6000mm × H1500mm
	②第二微生物処理槽 1	W1000mm × D1200mm × H1200mm
	③第二微生物処理槽 2	W1000mm × D1200mm × H1200mm
	④第二微生物処理槽 3	W1000mm × D1100mm × H 900mm
	⑤沈殿槽	W 600mm × D1000mm × H1050mm
	⑥処理水槽 1	W1000mm × D1200mm × H1200mm
	⑦処理水槽 2	W1000mm × D1200mm × H1200mm
便器数	男子小便器 2 基、男子洋式大便器 1 基 女子洋式大便器 2 基 多目的トイレ 1 基	
処理能力等 (設計・仕様)	使用回数 ※	平常時：250 回/日 (使用集中時：500 回/日)
	必要水量	初期水量：15 m <sup>3</sup> (補充水量：なし)
	必要電力	消費電力量：20.5kWh/日
	必要燃料	不要
	必要資材	微生物剤
	稼動可能な気温	-5 °C~40 °C
	専門管理頻度	—
	搬出が必要な発生物	・期間中は発生しなかった 最終処分方法：—

3. 実証試験結果	
①稼働条件・状況	
項目	実証結果
実証試験期間	試験期間：平成 29 年 9 月 21 日～平成 29 年 11 月 1 日（41 日間） 越冬期間：なし
利用状況※	使用回数合計：936 回（24 日間） 平均使用回数：39 回/日 ※本実証試験においては、洗浄水ポンプの稼働頻度から便器ごとのフラッシュ回数を計測した。1 回のトイレ使用で複数回フラッシュが行われる可能性があるため、フラッシュ回数は正確な使用人数（回数）を示すものではないが、フラッシュ回数からトイレ使用回数を推計した。
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い：便槽投入
気象条件	気温（最高：21.0℃、最低：-4.4℃）、積雪（なし）
使用水量	初期水量：15m <sup>3</sup> 、補充水量：なし 水の確保方法：上水
使用電力	第一微生物処理水槽（プロフ、水中ポンプ、フロートスイッチ）、第二微生物処理水槽（プロフ） 沈殿槽（プロフ）、処理水槽（プロフ） 使用量：20.5 kWh/日
搬送方法	車にて搬送
②維持管理性能	
項目	実証結果
日常管理	内 容：目視と点検、管理シートによる状況把握など 作 業 量：1 回あたりの作業は 1 人で約 30 分 実施頻度：毎日
専門管理	内 容：1. 全般的な点検事項 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 2. 装置の点検事項 槽内水等の外観確認、臭気の有無、装置周辺等の異常の有無 3. 試料採取、臭気測定（検知管） 作 業 量：1 回あたりの作業 3 人で 115 分（試料採取含む） 実施頻度：3 回／実証期間
トラブル	実証試験開始時に処理水槽のばっ気が停止しており、槽底部に堆積した汚泥が洗浄水ポンプにより排出され、トイレ洗浄水に多量の汚泥が混入した。また、第 2 回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により処理水槽に上水が多量に流入するトラブルが発生しており、その影響により汚泥の系外への流出及び槽内水の希釈化が起こった。給水装置のバルブを交換して対応した。
維持管理の作業性	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 3 人で 1 時間 55 分程度のものを計 3 回実施した。処理水槽上部の作業空間が狭く、作業がやや困難であった。また、第二微生物処理槽が架台の上に据え付けられていることから、足場や階段が設けられていることが望ましい。
マニュアルの信頼性	情報量は適正量であり、その記載内容は理解しやすい。ただし、マニュアル（取り扱い留意書）において、散気管についてもフロー図や説明文の中で明記することが望ましい。

### 使用回数および維持管理状況グラフ

トイレ使用回数の算定は洗浄水ポンプ稼働時間から便器ごとのフラッシュ回数を計測した。1回のトイレ使用で複数回フラッシュされる可能性があるため、フラッシュ回数は正確な使用人数(回数)を示すものではないが、フラッシュ回数からトイレ使用回数がある程度推定できる。フラッシュ回数の計測開始(10/8)から実証試験終了までの実証装置のフラッシュ回数及び累積フラッシュ回数の推移を右に示す。24日間の累積フラッシュ回数は936回で、1日当たりの平均フラッシュ回数は39回/日であった。また、フラッシュ回数が最も多かった日は10月28日(土)で154回フラッシュされた。

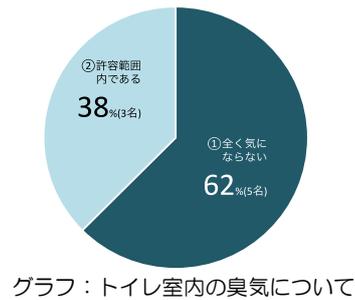


### ③室内環境

実証試験期間に、本実証装置利用者に「室内環境アンケート」を実施した。回収枚数が少ないが、トイレ室内の臭気については、6割が全く気にならない、その他利用者全員が許容範囲内であると答えている(右図)。

洗浄水の色や濁りについては約5割が許容範囲内であると答えており、不快であるという回答は見られなかった。

同様にブース内の明るさや機械音についても回答者全員が許容範囲内であると回答した。(有効回答: 8名)



### ④処理性能

#### ○現場測定結果

第一微生物処理槽は実証試験期間終了時まで10℃以上を維持していたが、第二微生物処理槽及び処理水槽については、実証試験期間終了時には水温が10℃を下回った。

第一微生物処理槽槽内水はpHが3~4.5を示したが、処理工程が進むにつれてpHが上昇し、併せて透視度も上昇し、生物処理が進行していたことが確認された。

沈殿槽においてDOの低下が認められたが、いずれの単位装置でも生物処理に必要な酸素は十分供給されていた。

第1回専門維持管理においては、第一微生物処理槽における電気伝導率が最も高く、処理工程が進むにつれて値が低下した。第2回専門維持管理においては、給水装置の故障により上水が多量に流入するトラブルが発生し、処理水槽の電気伝導率が極端に低下した。第3回専門維持管理の際にもその影響が継続しており、処理水槽のみ電気伝導率が低かった。

第一及び第二微生物処理槽の槽内水は活性汚泥状であることから、茶色を呈していたが、洗浄水として使用される処理水槽第2室の槽内水は薄茶色または黄色を呈していた。

スカムは第3回専門維持管理において、沈殿槽で1cm認められたのみであった。正常時は、沈殿槽以外の堆積汚泥はほとんどなく、ばっ気が停止する、あるいは弱まるトラブルが発生した際には多量の堆積汚泥が確認された。

アンモニア及び硫化水素ガスが検出されなかった。また、槽内水の臭気は、第1回専門維持管理の第一微生物処理槽で微かに検出されたが、その他の試料では無臭化が実現されていた。

○試料分析結果

SS は第一微生物処理槽では高いが、処理水槽に至るまでに低下した。

BOD は後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められた。トイレ洗浄水として利用される処理水槽第 2 室の槽内水は BOD が 10mg/L 未満であり、性能基準として提示されている BOD100mg/L 以下の条件を十分に達成していた。

COD 及び TOC は、BOD と同様に後段の処理工程に進むほど順次低下したが、溶解性 COD 及び溶解性 TOC は処理水槽でも高く、生物分解性の低い色素成分の蓄積によるものと考えられた。

全窒素の大部分を硝酸性窒素が占めており、アンモニア性窒素濃度が低いことから硝化反応が良好に進行していた。ただし、第 3 回専門維持管理においては、処理水槽第 2 室の亜硝酸性窒素濃度が上昇しており、ばっ気量が減少したことで硝化反応が滞ったためと考えられた。上水の混入による希釈の影響を受けていない第 1 回専門維持管理では、処理工程が進むほど硝酸性窒素濃度が順次低下しており、脱窒反応が進行したと考えられた。

塩化物イオン及び色度は、第 2 回専門維持管理において著しく低下した。第 2 回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により処理水槽第 2 室に上水が多量に流入し、槽内水が希釈されたためであった。

処理水槽第 2 室槽内水の大腸菌群は、最も高かった第 2 回専門維持管理においても 40 個/mL であり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

○使用回数と水質への影響

本実証試験では、使用回数の測定期間が短く、また、実証試験期間中に上水が流入するトラブルが発生したため、使用回数が水質に及ぼす影響を明らかにすることはできなかった。

⑤コスト

建設	総事業費 (17,700 千円) ※建築物、諸経費を除く	①～②の合計
	①設 備 費 (15,850 千円)	
	②工 事 費 費 ( 1,850 千円)	
維持管理 ※実証装置 における例	合計 ( 517 千円/年)	①～⑥の合計
	①廃棄物処理費 ( 0 千円) ※汚泥処理費	
	②燃 料 費 ( 92 千円) ※2017 年度電気代実績	
	③専 門 管 理 費 ( 425 千円)	
	④消 耗 品 費 ( 0 円)	
	⑤ト ラ ブ ル 対 応 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

- 本装置は外気温の影響を受けやすく、地域によっては生物処理の効率が低下する程度まで水温が低下する。冬期に使用する場合は、処理槽の温度低下対策を施す必要があり、また、配管系統に対する凍結防止、保温対策も必要である。冬期に閉鎖する場所では、閉鎖前に配管内の水抜きを行う等の対策が必要である。
- トイレブース側は不衛生となりやすいので、日常清掃が欠かせない。日常管理を確実にできる体制を整えておく必要がある。
- 非放流式の処理装置であるため、浄化槽法や水質汚濁防止法には抵触しないが、トイレの建築物としては建築基準法に従う必要がある。また、設置される地域によっては自然公園法、森林法等も考慮する必要がある。
- 設置場所の自然条件（気温、湿度、地質等）や使用状況によっては余剰水や、污泥の搬出が必要になる。廃棄物処理法にも留意し、余剰水や污泥の処理方法、輸送手段、業者等についても検討する必要がある。
- 本装置は地下埋設となる単位装置のため、施工時には地盤の掘削、コンクリート打設等が必要であり、装置及び資材の搬入、残土の搬出のための道路が整備されていることが望ましい。装置の搬入、施工に要する費用、日数、人員等、導入にあたって工期や費用面の十分な検討が必要である。
- また本装置には、初期水、商用電力の確保が必須条件となる。

### ②設計、運転・維持管理に関する留意点

- 本装置は、水使用・循環処理技術が使われているため、トイレ排水は処理槽で処理された後、洗浄水として循環・再利用される。そのため、設計上の処理性能を得るためには装置の規模に見合った利用人数が必要であり、そのため、装置設計に当たっては利用人数の予測や設置面積等十分な事前調査が必要となる。
- トイレ機能を維持（衛生維持）するため、日常管理を高い頻度で確実に実施する必要がある。専門管理は日常管理ほどの必要はないが、異常時には、日常管理実施者から専門管理実施者へ速やかに連絡が取れる体制が求められる。

## 5. 課題と期待

- 現在の設計では、容量を大きくし極度の低負荷運転とすることで污泥の自己酸化を促し、污泥の発生量を低く抑えていることから、容量の設定には検討を要する。  
 専門管理を確実にを行うためには、ばっ気攪拌状況と污泥の蓄積状況を容易に確認できる設計が望ましい。特に、現在の設計では処理水槽上部の作業空間が狭く、槽内の確認が困難である。また、第二微生物処理槽が架台の上に据え付けられているため、足場や階段が設けられていることが望ましい。
- 定格風量の小さなブロワを単位装置ごとに設置する等の工夫をし、空気配管の分岐を少なくする設計が望ましい。空気量が微調整できる適切なバルブの使用、空気逃がしの設置についても検討を要する。
- 処理に電力を使用するため、商用電力が整備されている山岳、山麓、海岸、離島、河川敷、観光地等では有効である。太陽光等の自然エネルギーで必要電力を得ることも可能だが、その場合、消費電力の削減が求められる。消費電力を削減する手法として、省電力タイプのブロワ（定格風量の小さなブロワに多い）を使用し、さらに、負荷条件に応じて間欠ばっ気を行う方法がある。
- 負荷条件によっては処理水の衛生上の安全性を確保するため消毒装置の設置を検討する必要がある。
- 上水の混入やばっ気の停止といったトラブルが発生しており、他の設備での異常、故障に備えて、専門知識を有した者が維持管理を行う必要がある。実証対象装置を長期的に運転していく場合、各単位装置の稼働状況や水質に関する管理基準、機器類のメンテナンスに関する基準を設けることが望ましい。また、負荷条件に応じた運転条件の調整の考え方を明確にすることも必要である。これらの管理基準を維持管理マニュアル等に反映させることが今後の課題となる。
- 装置の稼働は電力が必要であるが、自然エネルギーの活用や消費電力の低減により環境負荷の小さな装置に改善されることが期待される。本技術のような先進的な環境技術の普及により、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。

## [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		バイオトイレシステム「ネイチャー優」			
し尿処理方式		水使用-生物処理-微生物剤投入			
製造（販売）企業名		有限会社 M ファイン技術サービス			
連絡先	TEL/FAX	TEL 0798-72-6825 FAX 0798-72-6801			
	WEB アドレス	http://m-fine.net/			
	E-mail	h.morikuni@nifty.com			
(装置) 各設備別の容積 ＜実証規模＞		全体（建物別） ①便槽（第一微生物処理槽） W1500mm × D6000mm × H1500mm ②第二微生物処理槽 1 W1000mm × D1200mm × H1200mm ③第二微生物処理槽 2 W1000mm × D1200mm × H1200mm ④第二微生物処理槽 3 W1000mm × D1100mm × H 900 mm ⑤沈殿槽 W 600 mm × D1000mm × H1050mm ⑥処理槽 1 W1000mm × D1200mm × H1200mm ⑦処理槽 2 W1000mm × D1200mm × H1200mm ※給水装置については省略			
設置に要する期間		1ヶ月間			
製品寿命		約 10 年			
コスト概算（円）※		費目	単価	数量	計
イニシャルコスト(円) ＜実証規模＞	設備費	15,850,000 円	1 式	15,850,000 円	
	工事費	1,850,000 円	1 式	1,850,000 円	
	合計			17,700,000 円	
ランニングコスト(円/年) ＜実証規模＞	汚泥処理費	0 円	0m <sup>3</sup>	0 円	
	維持管理費	212,700 円	2回/年	425,400 円	
	電気代	約 13,210 円	3255,29kwh/年	92,476 円	
	合計			517,876 円	
※イニシャルコスト概算及びランニングコストの条件 イニシャルコストで、設備費は、装置費+建屋費（現地工事含む） 工事費は、装置の現地工事費です。 1年のうち、約5ヶ月間は閉山の影響で利用を停止します。					

## 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 29 年 9 月 19 日 (火) ~ 平成 29 年 11 月 1 日 (水)
実証試験場所	甘利山広河原駐車場 (山梨県韮崎市)
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 TEL 03-6809-1308 FAX 03-6809-1412
試料採取・ 分析・解析機関	公益財団法人 日本環境整備教育センター 〒130-0024 東京都墨田区菊川 2-23-3 TEL: 03-3635-4885 FAX: 03-3635-4886
実証申請者	有限会社 M ファイン技術サービス 〒662-0093 兵庫県西宮市西平 12-33 TEL: 0798-72-6825 FAX: 0798-72-6801
実証対象装置 (し尿処理方式)	バイオトイレシステム「ネイチャー優」 (水使用-生物処理-微生物剤投入)

## 3. 実証試験実施場所

### 3-1 実施場所の概要

実証試験実施場所は山梨県韮崎市にある甘利山広河原駐車場 (標高約 1,630m) に設置されている。甘利山 (あまりやま) は、山梨県韮崎市と南アルプス市との境界にある標高 1,731m の山である。

南アルプスの鳳凰三山東側に位置し、韮崎市西部にそびえ立つ鳳凰山の東側斜面にある小さなピークである。山梨百名山に選定されるなど甘利山の名が知られているのは、例年 6

月に咲く大規模なレンゲツツジの群生地があるため、韮崎市街から山頂付近まで山梨県道 613 号甘利山公園線が通じていることから、アプローチも比較的容易でシーズン中は大勢の観光客で賑わう。

交通アクセスは中央道韮崎 IC から自動車です約 60 分となっている。本実証装置は平成 27 年 5 月より供用開始している。

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 実証試験地周辺の広域地図

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

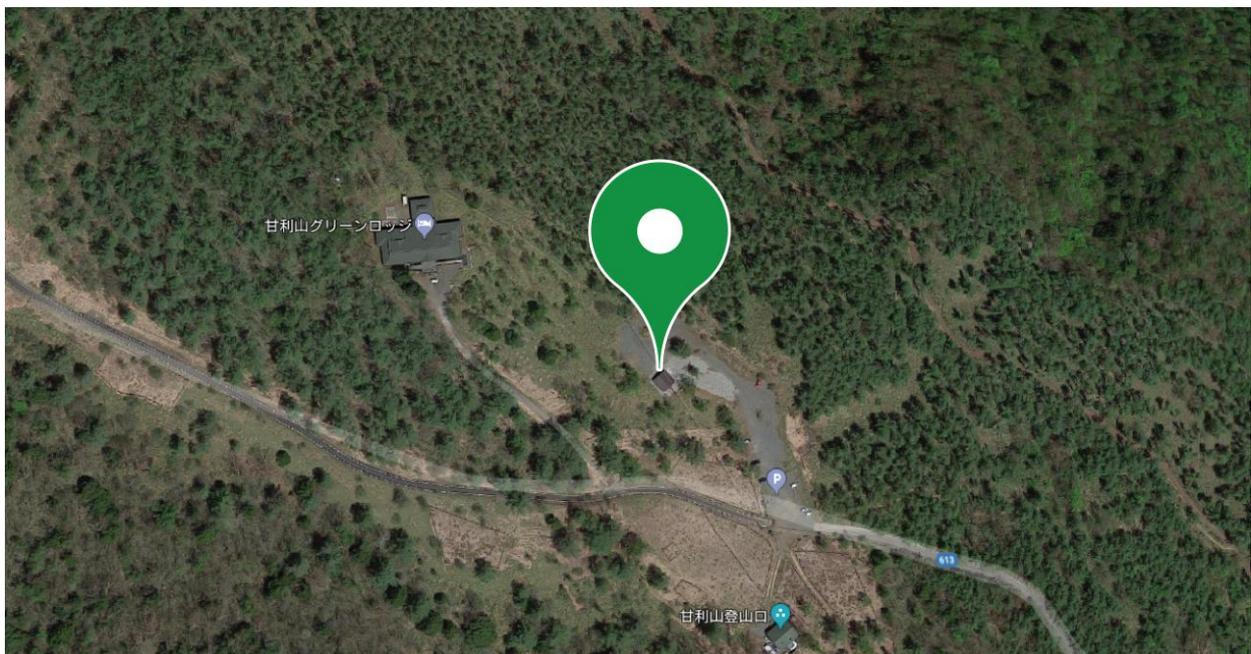


図 3-1-2 実証試験地周辺の空中写真

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

### 3-2 実施場所の諸条件

実証試験実施場所の気象データについて、気象庁ホームページより葦崎観測所の平成 29 年の観測データを表 3-2-1～表 3-2-3 に示す。葦崎観測所は実証試験地である甘利山山頂から麓へ 15 キロほど下ったところにある観測所で、標高は 341m である。

表 3-2-1 気温 (平成 29 年)

月	気温 (°C)				
	平均			最高	最低
	日平均	日最高	日最低		
1	1.8	8.2	-3.6	13.6	-8.9
2	3.4	9.5	-2.1	16	-7.1
3	5.9	12.3	0.1	19.3	-5.5
4	12.2	19.2	6.1	28.9	0.2
5	18.1	24.8	12.5	31	6.7
6	20.3	26.1	15.4	30.5	8.7
7	25.4	31	21.7	34.4	19.8
8	25.3	30.6	21.9	35.1	19.4
9	20.6	26.4	16.2	31.3	11.4
10	14.9	19.4	11.4	28.4	1.5
11	8.1	14.7	2.7	20.3	-3
12	2.7	9.4	-3.1	14.2	-6.2

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

表 3-2-2 降水量・風向・風速・日照時間 (平成 29 年)

月	降水量 (mm)				風向・風速 (m/s)					日照時間 (h)
	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	29	17.5	4.5	1	2.5	9.3	北西	16.6	北北西	210
2	31	14.5	3	1	3.1	13.1	北西	20.8	北西	191.7
3	49	15	2.5	1	2.7	11.3	北西	18.7	北西	207.9
4	88.5	33	7.5	2	2.3	11.5	北西	18.7	北北西	192.5
5	45.5	18.5	6	1.5	1.8	9.6	北西	16.8	北西	200.2
6	65.5	44	9	2	2.1	10.4	北北西	20.5	北	193.8
7	118.5	48.5	11	4.5	1.3	5.8	北西	9.6	北北東	176.4
8	115	56.5	33	9.5	1.3	7.1	東南東	12	東南東	130.4
9	112	36	9.5	2.5	1.7	10.3	北西	16.5	北西	168.9
10	414	116	23	6.5	1.9	16.5	北西	28.5	北西	112.6
11	15	10.5	4.5	1	2	11.9	北西	18.2	北西	181.9
12	13	11.5	5	1.5	2.1	11.5	北北西	20.3	北北西	221.9

(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

生物学的処理方式は、微生物等を用いて浄化し、汚水を処理する方式である。初期に一定量の水を投入すれば、一定回数は給水せずに使用でき、非放流式であるため、山岳地などの自然地域において環境保全効果が期待できる。

生物学的処理には好気性処理と嫌気性処理があり、好気性処理には、活性汚泥法や接触ばっ気法等があり、嫌気性処理には、標準消化法やUASB法（上向流嫌気性汚泥ろ床法）等がある。また、固形分の分離にはスクリーニング、沈殿分離方式、ろ過方式、膜分離方式等がある。後者になるほど処理水は良好となるが、良好な水質を求めるほど設置および維持管理コストが増加し、設備管理に専門性が必要となる。なかには、既存の浄化槽をベースに処理システムを構築し、処理水を循環させているものもある。

嫌気性処理と好気性処理の組み合わせ次第によっては、窒素除去が可能になることや、活性炭やオゾン処理技術を取り入れることで脱臭や脱色効果が得られる。いずれのタイプも汚泥や汚水等の発生物は、使用回数に応じて、部分的に引き抜きをする必要があり、また、洗浄水の循環やばっ気のため等に電力が必要となる。なお、循環水の性状には留意が必要であるが、循環水の水質を高度化することは設備費、維持管理費の高騰及び維持管理の困難性を招くことが考えられる。

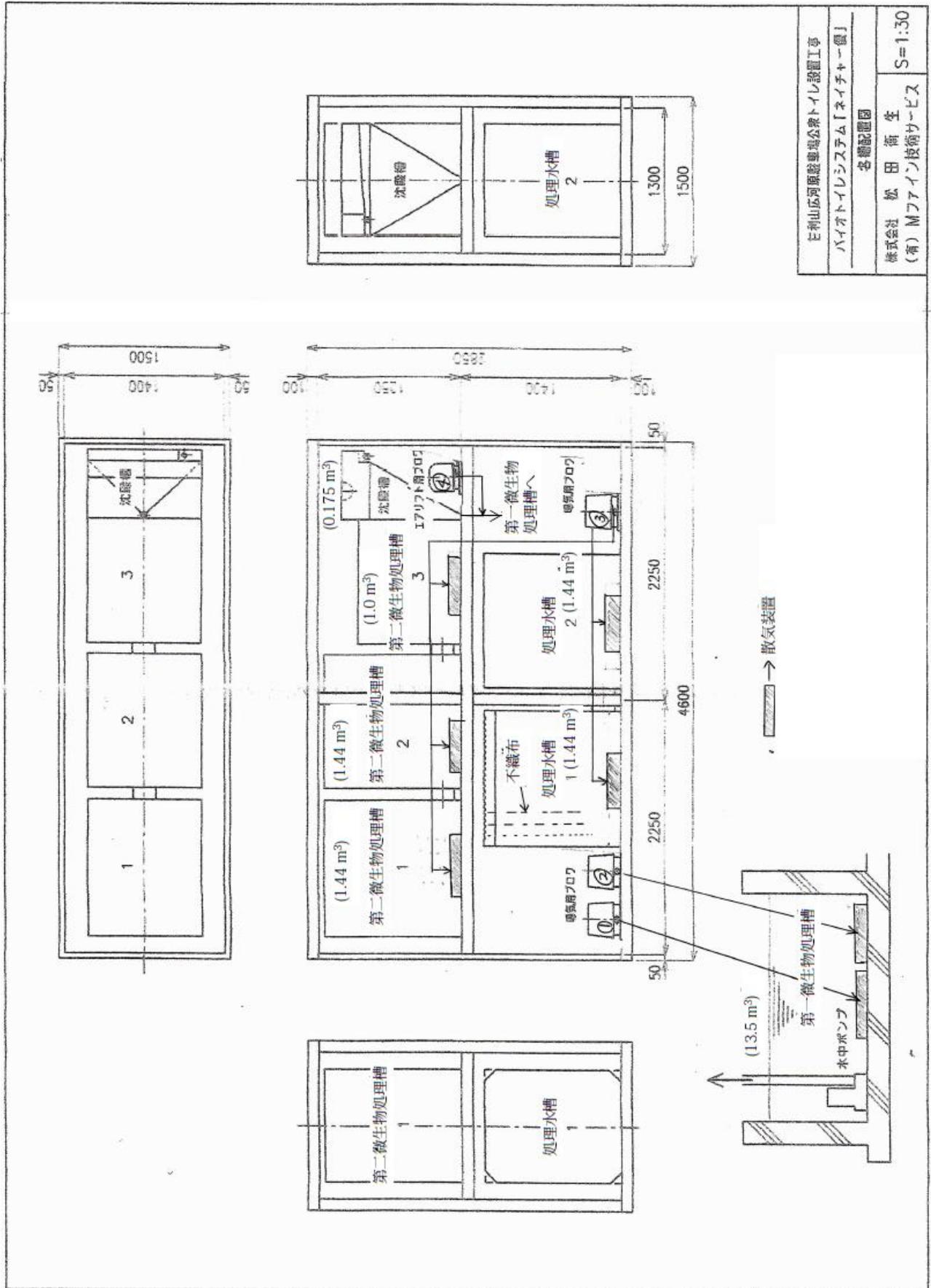
#### (2) 実証対象技術の特徴

実証装置の『ネイチャー優』は、第一微生物処理槽、第二微生物処理槽、沈殿槽及び処理水槽から構成されており、トイレ排水を生物処理してトイレ洗浄水として再利用する装置である。第一微生物処理槽及び第二微生物処理槽は活性汚泥法が採用されており、後段の沈殿槽で沈殿分離された汚泥が間欠的に第一微生物処理槽に返送される。処理水槽第1室は生物膜法（接触ばっ気方式）が採用されており、槽内には、不織布で製作した接触材が充填されている。生物膜法は、微生物の集合体が生物膜としてのろ材や接触材の表面に付着し、流動水中の浮遊物質は少なくなるため、処理水槽に生物膜法を採用することで、循環利用するトイレ洗浄水中の固形物量を抑制することができる。

第一微生物処理槽では、流入したトイレ排水に含まれる糞塊やトイレットペーパーをばっ気旋回流で破碎するとともに好気性微生物による有機物分解を行う。第二微生物処理槽では、好気性微生物による有機物分解をさらに進め、沈殿槽で上澄水と沈殿汚泥に分離する。処理水槽では、沈殿槽流出水中の有機物を接触材（不織布で製作）に付着した好気性微生物及び接触材深部の通性嫌気性微生物により分解し、さらに臭気の除去を行ってトイレ洗浄水として貯留する。本実証装置では、微生物剤を投入することで有機物分解を促進し、汚泥の減量化を図ることから、長期間、汚泥の搬出を行わずに運転を継続できることが期待されている。ブロウを用いて送気を行うほか、第一微生物処理槽から第二微生物処理槽への移送及びトイレ洗浄水のフラッシュ水中ポンプを用いるため、本装置の運転には電力が必要となる。また、運転開始時には規定の水位まで水張りを行うため、一定量の初

期水（水道水、雨水等）が必要となる。

微生物剤は乳酸菌を主体とする微生物混合液である。



佐利山広河原遊歩場公衆トイレ設置工事 バイオトイレシステム「ネイチャー優」 名簿配置図	
株式会社 松田衛生 (有) M ファイン技術サービス	S=1:30

図 4-1 各槽配置図

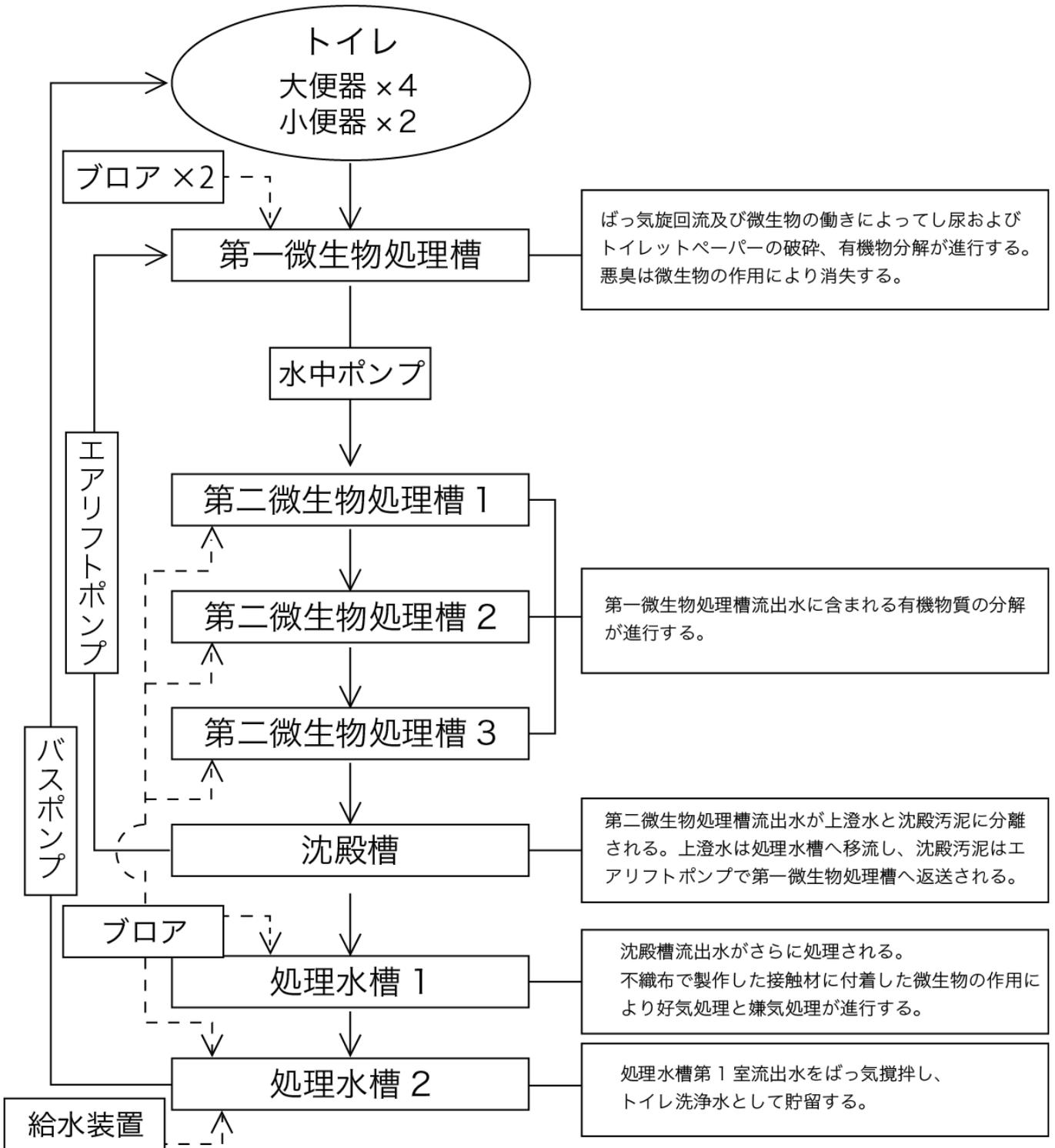


図 4-2 し尿処理フロー

表 4-1 技術仕様

企業名		有限会社 M ファイン技術サービス
技術名称		水使用-生物処理-微生物剤投入
装置名称		バイオトイレシステム「ネイチャー優」
し尿処理方式		水使用-生物処理-微生物剤投入
製造企業名		-
連絡先	住所	〒662-0093 西宮市西平町 12-33
	担当者	守國 寿記
	連絡先	0798-72-6825
	E-Mail	h.morikuni@nifty.com
設置条件	水	初期水のみで 15m <sup>3</sup>
	電気	必要 (常時必要 : 20.5kwh/日)
	道路	必要 (ユニック車で搬送)
使用燃料	燃料の種類	-
	消費量	-
使用資材	資材の種類	微生物剤
	投入量	700ℓ
温度	適正稼働が可能な気温	-5~40℃
装置タイプ		トイレと処理装置が隣接型 <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 男性用 小便器 2 穴、洋式便器 1 穴</li> <li>・ 女性用 洋式便器 2 穴</li> <li>・ 多目的 洋式便器 1 穴</li> </ul>
設置容積	処理装置のみ	①便槽 (第一微生物処理槽) W1500mm × D6000mm × H1500mm ②第二微生物処理槽 1 W1000mm × D1200mm × H1200mm ③第二微生物処理槽 2 W1000mm × D1200mm × H1200mm ④第二微生物処理槽 3 W1000mm × D1100mm × H900 mm ⑤沈殿槽 W600 mm × D1000mm × H1050mm ⑥処理水槽 1 W1000mm × D1200mm × H1200mm ⑦処理水槽 2 W1000mm × D1200mm × H1200mm ※給水装置については省略
重量	処理装置のみ	6.5t
処理能力 0.6L/回とし て算定	平常時	250 回/日 (150L/日)
	使用集中時	500 回/日 (1300L/日)
	性能提示値	-
その他 (特記事項)		-

表 4-2 主要機器の仕様 (消費エネルギー)

設置箇所	機器名	メーカー名	台数	仕様 (1 台あたり)
第一微生物処理槽	LW-250	株式会社安永	2	100V × 255W × 50Hz
第二微生物処理槽、及び 処理水槽 1,2	LW-250	株式会社安永	1	100V × 255W × 50Hz
沈殿槽 (返送用)	AP-60F	株式会社安永	1	100V × 35W × 50Hz
第一微生物処理槽	40PU2.15S	株式会社鶴見製作所	1	100V × 150W × 50Hz
第一微生物処理槽	EF-1A-6	エレポン加工機 株式会社	2	24V DC
処理水槽 1,2	KP-301T	株式会社工進	6	12V DC

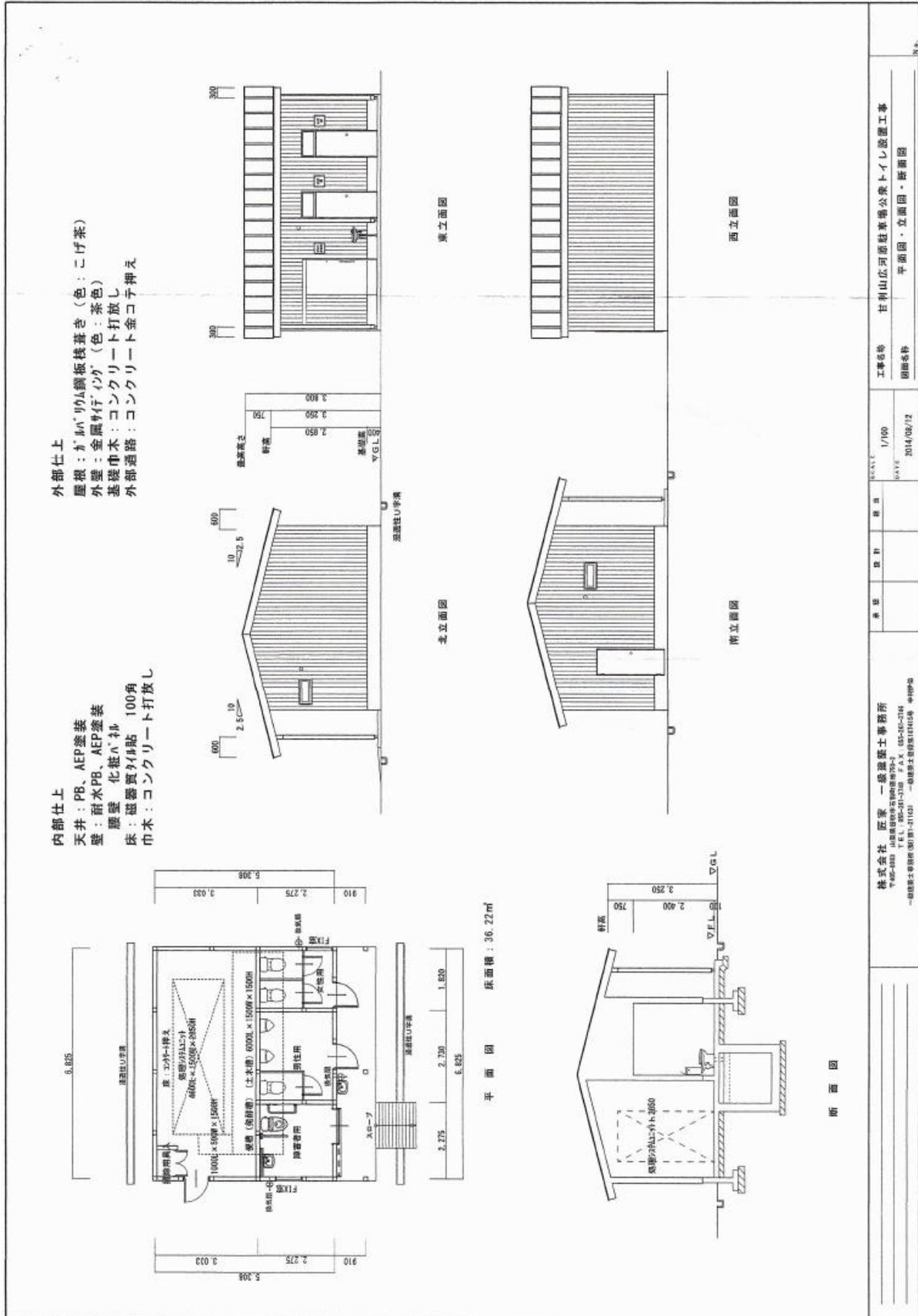


図 4-3 実証試験装置設置建屋 設計図

#### 4-3 実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、実証申請者である有限会社 M ファイン技術サービスが平成 27 年 5 月に設置した。

#### 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管理とトラブル対応は日常維持管理者である株式会社松田衛生が、また専門維持管理は、有限会社 M ファイン技術サービス立会いの下、特定非営利活動法人日本トイレ研究所及び公益財団法人日本環境整備教育センターが行なった。

#### 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 27 年 5 月
インフラ条件	給水	上水	なし
		雨水	なし
	電源		あり（商用電力）
	道路		設置場所に舗装道路は無いが、実証装置前まで車の進入が可能
使用条件	利用形態		水洗
	使用期間		閉山期（11 月～翌 4 月）を除く
	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-微生物剤添加の実証要領書（平成29年3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。

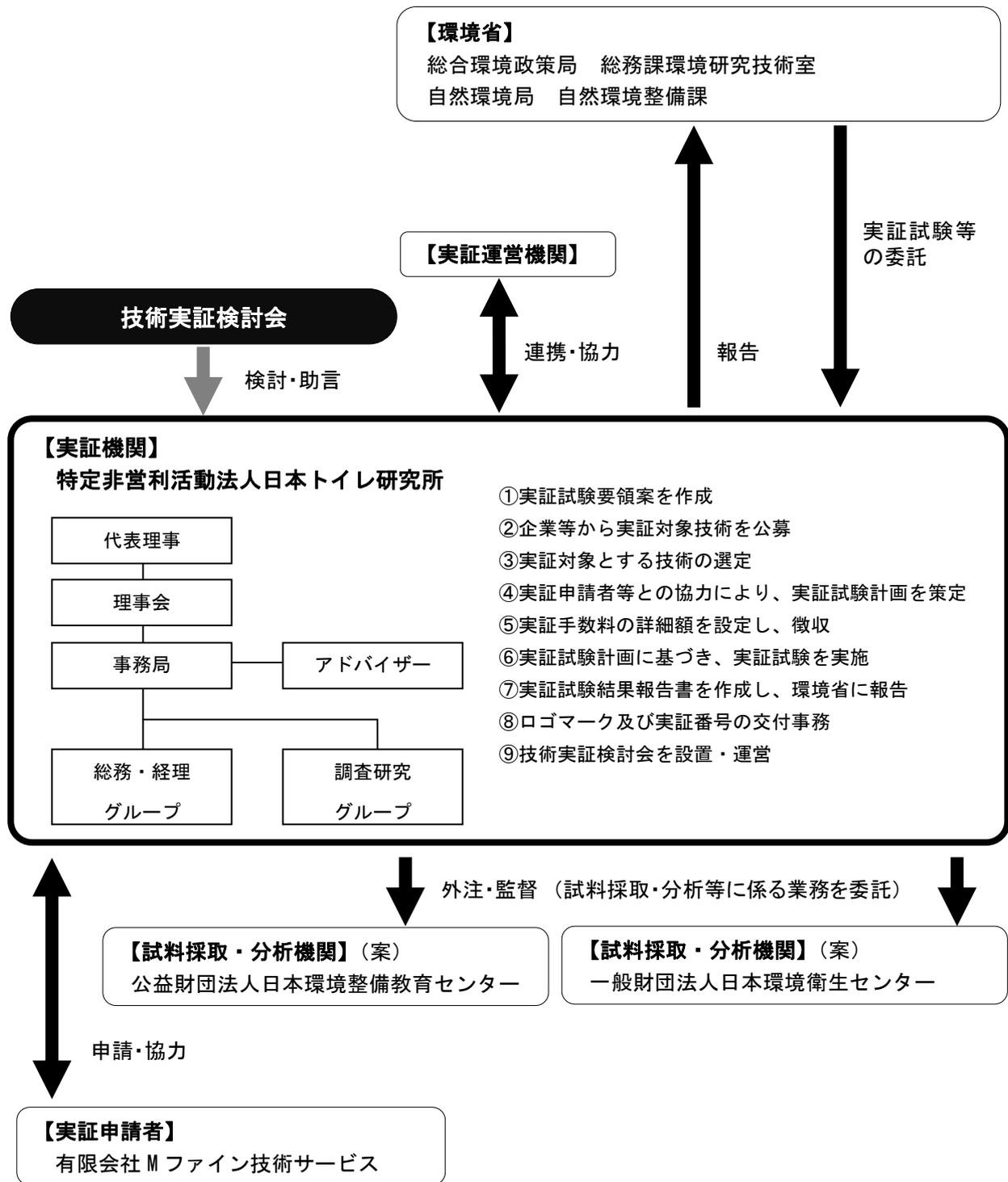


図 5-1-1 実施体制図

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健康科学科 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
清永 丈太	東京都環境局 自然環境部 緑環境課 課長代理
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

(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 TEL: 03-6809-1308 FAX: 03-6809-1412 上 幸雄 / 松本 彰人 / 柏崎和可子 E-Mail: etv@toilet.or.jp
試料採取・分析・解析	公益財団法人 日本環境整備教育センター
	〒130-0024 東京都墨田区菊川 2-23-3 TEL: 03-3635-4885 FAX: 03-3635-4886 濱中 俊輔 E-Mail hamanaka@jeces.or.jp
運転・維持管理	株式会社 松田衛生
	〒405-0003 山梨県山梨市下井尻 380 TEL: 0553-23-2521 (代表) FAX: 0553-22-1964 岩下 隆行 E-Mail: eisei@matsuda-clean.co.jp
実証申請者	有限会社 M ファイン技術サービス
	〒662-0093 兵庫県西宮市西平 12-33 TEL: 0798-72-6825 FAX: 0798-72-6801 守國 寿記 E-Mail: h.morikuni@nifty.com

## 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 13 版（平成 29 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 日本トイレ研究所	①実証試験要領案を作成 ②企業等から実証対象技術を公募 ③実証対象とする技術の選定 ④実証申請者等との協力により、実証試験計画を策定 ⑤実証手数料の詳細額を設定し、徴収 ⑥実証試験計画に基づき、実証試験を実施 ⑦実証試験結果報告書を作成し、環境省に報告 ⑧ロゴマーク及び実証番号の交付事務 ⑨技術実証検討会を設置・運営	○調査研究グループ (理事) 上 幸雄 (研究員) 松本 彰人 柏崎和可子  ○総務・経理グループ 原田 雄美
実証申請者	有限会社 M ファイン技術 サービス	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 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 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 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 ⑤実証対象技術に関する既存の性能データを用意 ⑥実証試験結果報告書の作成において、実証機関に協力	○代表取締役 守國 寿記
日常的な運転・維持管理者	株式会社 松田衛生	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 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 （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。）	○統括部長 根岸 映治
・ 専門的な維持管理者	公益財団法人 日本環境整備教育 センター	①実証試験計画に基づき試料採取・分析・解析を実施 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	○調査・研究グループ チームリーダー 濱中 俊輔

### 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	
第 1 回	平成 29 年 9 月 21 日 (木) 実証開始日
第 2 回	平成 29 年 10 月 19 日 (木) 実証開始から 28 日目
第 3 回	平成 29 年 11 月 1 日 (水) 実証開始から 41 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 日本環境整備教育センター
(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	トイレ使用回数 (回)	洗浄水ポンプアワーメータ (実証装置に装備) を用い、測定・記録	1 回/日	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター
水	必要初期水量 (m <sup>3</sup> )	試験開始段階に記録	開始時	
	増加水量 (m <sup>3</sup> )	装置の水位から計算し、記録	試料採取時	
	引き抜き量 (m <sup>3</sup> )	引き抜き時に測定・記録	都度	
汚泥	引き抜き量 (m <sup>3</sup> , kg)	引き抜き時に測定・記録	都度	
電力	消費電力量 (kWh/日)	電力計を設置 (実証装置に装備) し、測定・記録	1 回/日	
気温 ※	設置場所の気温	自動計測器を設置し、測定・記録	1 時間間隔 (自動記録)	

※ 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、洗浄水ポンプの稼働時間により把握した。処理水槽には便器数と同数の洗浄水ポンプが設置されており、アワーメータで記録した各ポンプの稼働時間から便器ごとのフラッシュ回数を正確に把握することができる。アワーメータを設置した制御盤の外観を図 5-4-1-1 に示す。



図 5-4-1-1 制御盤の外観

### (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 温度センサー

エスペックミック株式会社		
	a.名称	温度データロガー
	b.型式	RT-30S 及び RT-32S
	c.チャンネル	1 チャンネル(外部センサ)
	d.測定範囲	-60~155℃
	e.測定表示	0.1℃
	f.測定精度	±0.3℃(-20~80℃) ±0.5℃(-40~20℃/80~110℃) ±1.0℃(-60~-40℃/110~155℃)
	g.動作環境	温度:-40~80℃
	h.記録容量	16,000 データ×1 チャンネル
	i.記録間隔	1・2・5・10・15・20・30 秒・1・2・5・10・15・20・30・60 分 から選択
	j.寸法・重量	H62×W47×D19mm、55g(電池含む)
	k.使用電池	リチウム電池(ER3V M) 1 本(CR2 使用可能)
	l.電池寿命	最長 2 年

### 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	実施時	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター
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	
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	汚泥の搬出時	
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 に、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 (サンプル数)	日本環境整備教育センター

※ 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

エスペックミック株式会社		
	a.名称	温度、湿度データロガー
	b.型式	RS-12 及び RS-13
	c.チャンネル	温度、湿度各 1 チャンネル
	d.測定範囲	温度:0~50℃ 湿度:10~95%RH
	e.測定表示	温度:0.1℃ 湿度:1%RH
	f.測定精度	温度:±0.3℃ 湿度:±5%RH
	g.動作環境	温度: -10~60℃ 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・1・2・5・10・15・20・30・60 分 から選択
	j.寸法・重量	H55×W78×D18mm、62g(電池含む)
	k.使用電池	単 3 アルカリ電池×1 本
	l.電池寿命	約 1 年

#### 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、設置に伴う土地改変状況等周辺環境に何らかの影響を与える可能性も否定できない。そのため、本技術運用に伴う土地改変状況等についてチェックを行う。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、伐採、 土工量等	図面及び現場判断 により記録	実証試験前 (1回)	日本トイレ研究所 日本環境整備教育センター

#### 5-4-5 処理性能

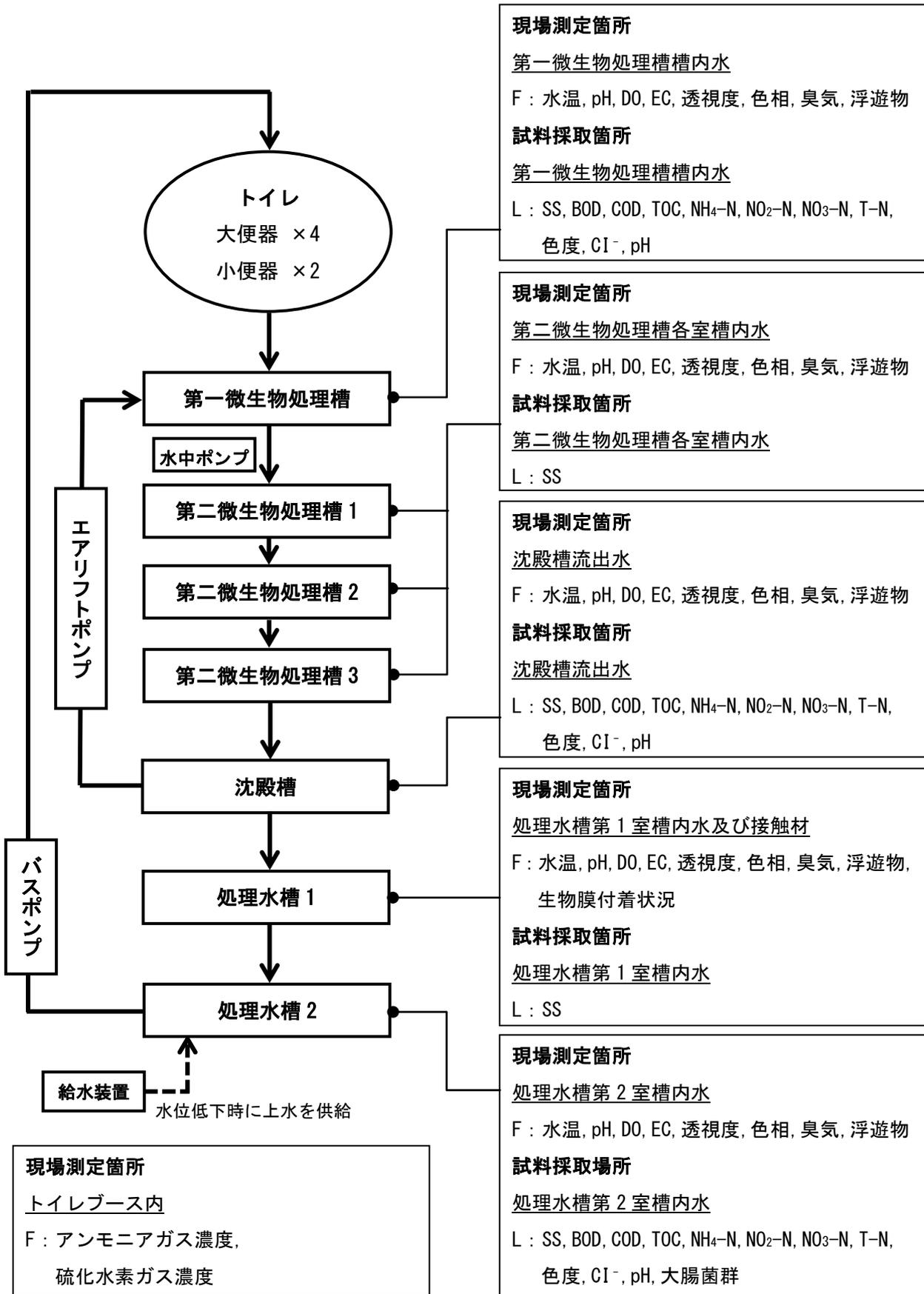
処理性能は、各単位装置が適正に稼動しているかをみる「稼動状況」、処理が適正に進んでいるかをみる「処理状況」、運転に伴って何がどれだけ発生したかをみる「発生物状況」等に分けられる。これらの処理性能を実証するため、処理水の分析、現地測定、現地調査（発生物調査等）を行うこととした。

### (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
循環水	処理水槽第 2 室槽内水
処理工程水	第一微生物処理槽（ピット槽）槽内水、沈殿槽流出水
汚泥	搬出汚泥（発生した場合）



※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。

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 単装置の稼働状況	—	構造・機能説明書、維持管理要領書をもとに確認 (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 処理工程水循環水	増加水量	槽内水位及び汚泥引き出し量により把握	F
	色相	目視	F
	臭気	臭気の確認	F,L
	透視度	下水試験方法第2編第1章第6節	F
	水温	試料採取時に計測	F
	pH	ポータブル計測器で測定、JIS K0102 12.1	F,L
	溶存酸素 (DO)	ポータブル計測器で測定	F
	電気伝導率 (EC)	ポータブル計測器で測定	F
	浮遊物質 (SS)	下水試験方法第2編第1章第12節	L
	生物学的酸素要求量 (BOD)	JIS K 0102 21	L
	有機性炭素 (TOC)	JIS K 0102 22	L
	化学的酸素要求量 (COD <sub>Mn</sub> )	JIS K 0102 17	L
	アンモニア性窒素 (NH <sub>4</sub> -N)	下水試験方法第2編第1章第25節	L
	亜硝酸性窒素 (NO <sub>2</sub> -N)	下水試験方法第2編第1章第26節	L
	硝酸性窒素 (NO <sub>3</sub> -N)	下水試験方法第2編第1章第27節	L
	全窒素 (T-N)	下水試験方法第2編第1章第29節	L
塩化物イオン (Cl <sup>-</sup> )	下水試験方法第2編第1章第31節	L	
大腸菌群	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	
色度	下水試験方法第2編第1章第4節 1.透過光測定法	L	
3 汚泥	色相	目視	F
	臭気	臭気の確認	F
	汚泥蓄積状況	スカム厚及び堆積汚泥厚測定用具により測定	F
	蒸発残留物 (TS)	下水試験方法第5編第1章第6節	L
	強熱減量 (VS)	下水試験方法第5編第1章第8節	L
	浮遊物質 (SS)	下水試験方法第5編第1章第9節	L
4 その他	アンモニアガス濃度	検知管による測定	F
	硫化水素ガス濃度	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) 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こととした。

### 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ことを原則とする。

視点1：平常時の比較的負荷が高くない場合の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。

本実証試験においては、手続きの都合上、調査開始が遅れたため、集中時を調査期間に含めることができなかった。調査回数は、可能な限り早いタイミング、閉山時及びそれらの中間の時点の計3回とした。なお、試料採取は、可能な限り定刻とした。

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	
第1回	平成29年 9月21日 (木)	実証開始日
第2回	平成29年 10月19日 (木)	実証開始から28日目
第3回	平成29年 11月1日 (水)	実証開始から41日目

### 3) 試料採取方法

試料採取方法は、JIS K 0094 または下水試験方法に沿って行うこととした。

#### ① 液状試料：作動時に有姿状態で採取

(流水状態で採取=洗浄水フラッシュ時) (必要に応じ 0.5~2 L)

(細菌試験以外の項目の試料はポリエチレンびん等、細菌試験の試料は滅菌びん)

#### ② 汚泥試料：室内水を自給式ポンプ等で攪拌混合しひしゃく等で採取またはバキューム車で吸引した汚泥混合物をバキュームタンク内で攪拌し採取 (必要に応じ 50~500 g)

#### 4) 試料採取器具

- ① 液状試料：状況に応じひしゃく、スポイト採水器等  
(細菌試験の試料は直接滅菌びんに採取する)
- ② 汚泥試料：状況に応じ自給式ポンプ、ひしゃく、バキューム車等

#### 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）で保存する。

#### 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 K 0094「6.採取時の記録事項」を参考に、以下の項目を記録することとした。

- 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、及び汚泥の蓄積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、機能の判断のための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のち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 5-4-5-2 に従って測定することとした。試験室で行う分析項目は、その他の機器分析、化学分析等とした。

## 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表 6-1-1 に示す。実証試験実施期間は平成 29 年 9 月 21 日（第 1 回の試料採取及び計測機器の設置）から平成 29 年 11 月 1 日（最終の試料採取及び計測機器の撤去）までである。

年月 区分	平成29年					平成30年		
	8	9	10	11	12	1	2	3
日本トイレ 研究所			利用者アンケート ←→					
日本環境整備 教育センター		機材設置 ●	機材設置 ●	機材撤去 ○				
		現地調査 ◎	現地調査 ◎	現地調査 ◎				
		試料採取 (開始時) ▲	試料採取 (中間時点) ▲	試料採取 (閉山時) ▲				
		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		
		検討委員現地確認 ☆	検討委員現地確認 ☆					
維持管理者		設備運転・維持管理 ←→						
		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
9/21(水)	—	実証試験開始、計測機器（温度計）設置及び計測開始 第1回現場調査：試料採取、臭気・水質測定、設備チェック 検討委員現地確認
10/19(木)	28日後	第2回現場調査：試料採取、臭気・水質測定、設備チェック 検討会（現地調査）
11/1(水)	41日後	第3回現場調査：試料採取、臭気・水質測定、設備チェック 計測機器（温度計）撤去及び計測終了 実証対象装置の実証試験終了

※実証対象装置は平成 27 年 5 月に設置され、供用開始後、汚泥の搬出は行っていない。

### 6-1-1 気温、使用回数、電力量等

#### (1) 気温、降水量

実証装置設置場所の気温を図 6-1-1-1 に示す。

参考として、実証試験期間における韮崎観測所(北緯 35 度 41.6 分、東経 138 度 26.9 分、標高 341 m：実証装置から直線距離で約 6.4km 地点) の日ごとの降水量を図 6-1-1-2 に示す。降水量データは気象庁ホームページ

(<http://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>) から引用した。

実証対象装置の設置場所における気温は、実証試験開始(9/21) から 10 月中旬まで日間平均気温が 10℃以上となる日が多かったが、その後徐々に低下していき、試験期間の終了段階である 10 月末には日間平均気温が 5℃を下回っていた。

実証試験期間における最高気温は 21.0℃、最低気温は -4.4℃であった。

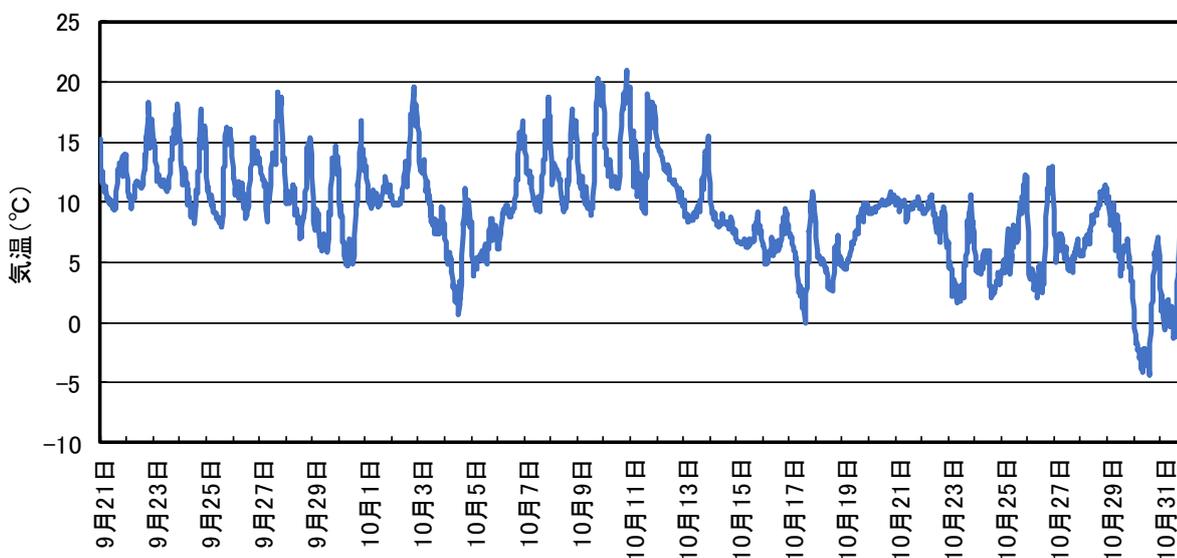


図 6-1-1-1 実証装置設置場所における気温データ

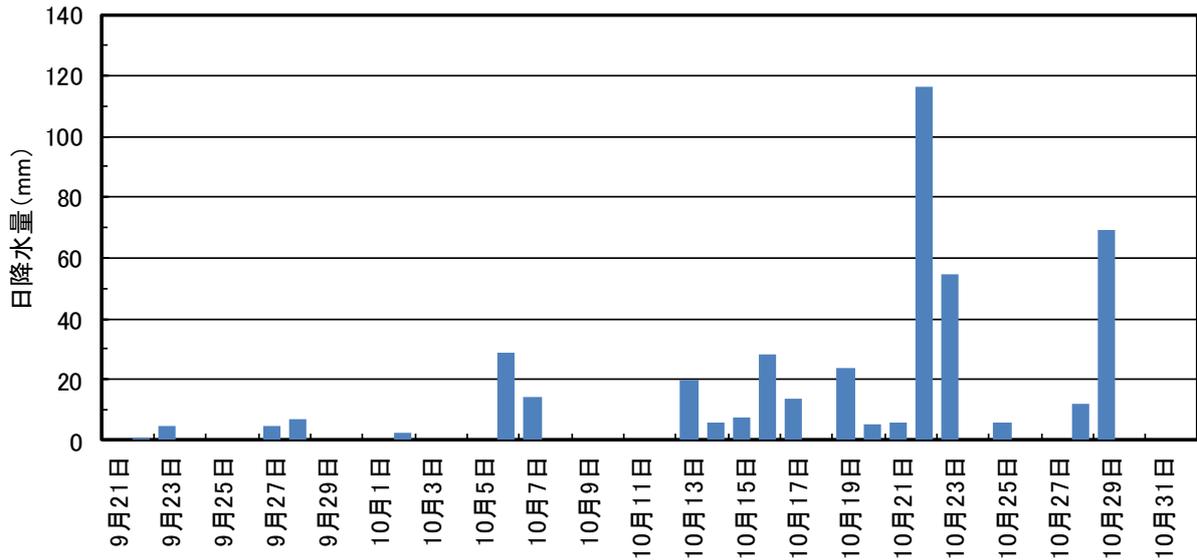


図 6-1-1-2 荳崎観測所における降水量データ

(2) 消費電力量

消費電力量の推移を図 6-1-1-3 に示す。1 日当たりの平均消費電力量は、電力量の計測期間 (10/8~10/31) で 17.9kWh/日であった。連続運転されているブロワ 3 台分 (各 250W) の定格消費電力量は 20.5kWh/日であり、実証試験における計測値は定格値の 87%であった。なお、10/21~10/25 及び 10/28~10/31 については、電力量計の読み値を記録しておらずデータが欠損している。

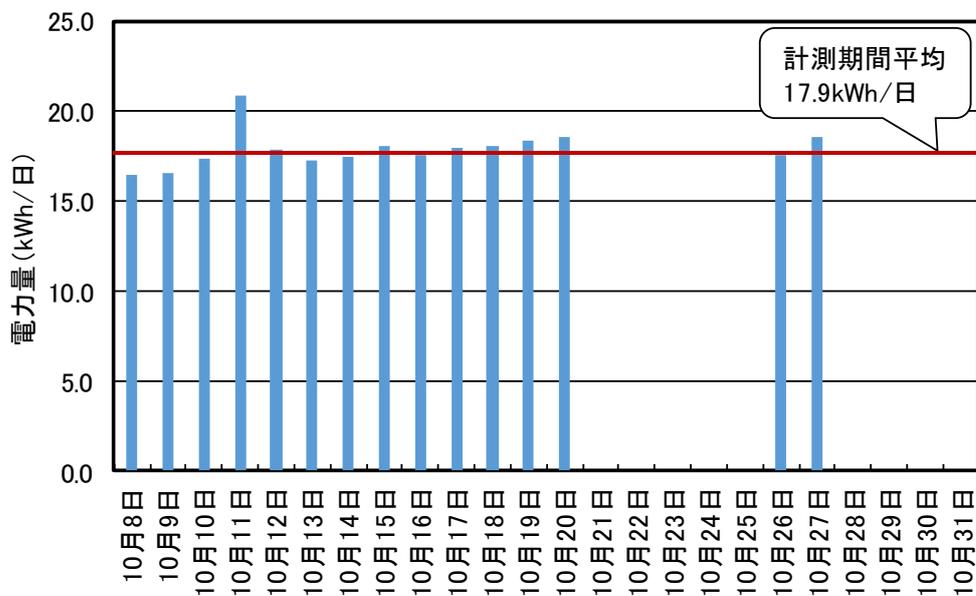


図 6-1-1-3 消費電力量

### (3) 便器フラッシュ回数 (使用回数)

本実証試験においては、洗浄水ポンプの稼働時間から便器ごとのフラッシュ回数を計測した。1回のトイレ使用で複数回フラッシュが行われる可能性があるため、フラッシュ回数は正確な使用人数 (回数) を示すものではないが、フラッシュ回数からトイレ使用回数がある程度推定できる。

フラッシュ回数の計測開始 (10/8) から実証試験終了までの実証装置のフラッシュ回数及び累積フラッシュ回数の推移を図 6-1-1-4 に示す。

フラッシュ回数を計測した 24 日間の累積フラッシュ回数は 936 回であり、1日当たりの平均フラッシュ回数は 39 回/日であった。また、フラッシュ回数が最も多かった日は 10 月 28 日 (土) で 154 回フラッシュが行われた。なお、10/21~10/25 及び 10/29~10/31 については、フラッシュ回数を記録しておらずデータが欠損している。10/28 は観光客が多く身障者用トイレを開放したが、その他の日は閉鎖されているため、身障者用トイレの使用はない。

調査は実証試験実施場所の観光シーズン後に開始されたため、調査期間中はトイレ使用回数が少なく、申請された処理能力 (平常時 : 250 回/日、使用集中時 : 500 回/日) を確認するのに十分な回数ではなかった。

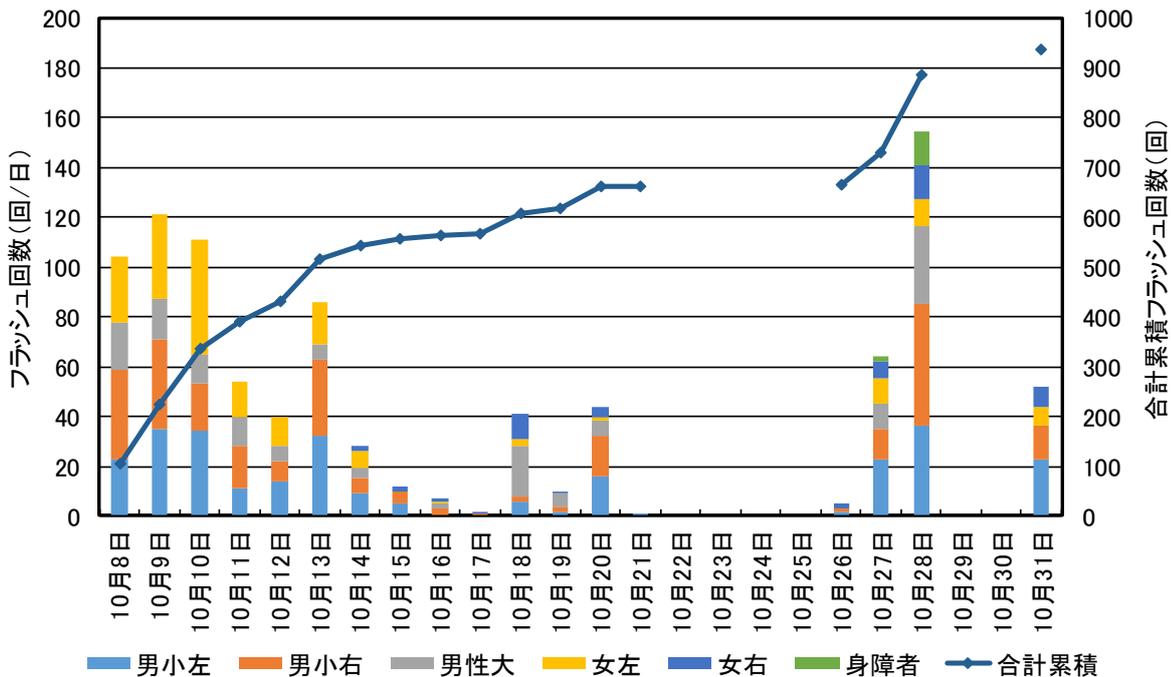


図 6-1-1-4 便器フラッシュ回数の推移

## 6-1-2 稼働条件・状況のまとめ

### <外気温、降水量>

実証対象装置の設置場所における気温は、実証試験開始（9/21）から 10 月中旬まで日間平均気温が 10℃以上となる日が多かったが、試験期間の終了段階である 10 月末には日間平均気温が 5℃を下回った。

実証試験期間における最高気温は 21.0℃、最低気温は -4.4℃であった。

### <消費電力量>

計測期間（10/8～10/31）における 1 日当たりの平均消費電力量は 17.9kWh/日であった。連続運転されているブロワ 3 台分（各 250W）の定格消費電力量は 20.5kWh/日であり、実証試験における計測値は定格値の 87%であった。

### <便器フラッシュ回数（使用回数）>

フラッシュ回数を計測した 24 日間の累積フラッシュ回数は 936 回であり、1 日当たりの平均フラッシュ回数は 39 回/日であった。また、フラッシュ回数が最も多かった日は 10 月 28 日（土）で 154 回フラッシュが行われた。

## 6-2 維持管理性能

### 6-2-1 日常維持管理

日常維持管理は、有限会社 M ファイン技術サービスに従い株式会社松田衛生が実施した。  
**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	毎日
実施者	甘利山グリーンロッジ管理人
作業人数	1 人
作業時間	約 30 分間
作業内容	目視と点検、管理シートによる状況把握など
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・生物処理方式実証試験計画（平成 29 年 3 月）の専門管理チェックシートの内容に従い、公益財団法人日本環境整備教育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29年 9月21日	人数：3人
	第2回	10月19日	人数：3人
	第3回	11月1日	人数：3人
実施者	公益財団法人 日本環境整備教育センター		
作業時間	平均 1 時間 55 分（試料採取を含む）		
作業内容	1. 全般的な点検事項 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 2. 装置の点検事項 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、 3. 試料採取、臭気測定（検知管）		
作業内容についての意見	専門維持管理の作業量からすると作業に長い時間を要した。視認性の改善、歩廊や階段の設置による作業性の改善を図ることが望ましい。		

## 6-2-3 発生物の搬出及び処理・処分

本技術は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、スカム・汚泥の蓄積が進行するため、スカム・汚泥の定期的な引き抜き処分が必要になると考えられる。

実証試験期間中にスカム・汚泥の蓄積量が大幅に増加する現象は認められなかったことから、試験期間中にスカム・汚泥の搬出は実施しなかった。

## 6-2-4 トラブル事例及び対応

実証試験開始時に処理水槽のばっ気が停止しており、槽底部に堆積した汚泥が洗浄水ポンプにより排出され、トイレ洗浄水に多量の汚泥が混入した。

また、第 2 回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により処理水槽に上水が多量に流入するトラブルが発生しており、その影響により汚泥の系外への流出及び槽内水の希薄化が起こった。給水装置のバルブを交換して対応した。なお、トラブル対応にあたり、槽内水位を下げるため、約 1 m<sup>3</sup> の槽内水を水中ポンプで引き抜き搬出した。

上水の混入量は以下の方法で試算した。

### (1) 塩化物イオン濃度の推定

塩化物イオン濃度は第一微生物処理槽（ピット槽）、沈殿槽、処理水槽第2室の3箇所のみ測定しており、実証対象装置全体に保持されていた塩化物イオン量を算出することはできない。

そこで、塩化物イオン濃度と高い相関を示す電気伝導率の現場測定結果から、各室の塩化物イオン濃度を推定した。

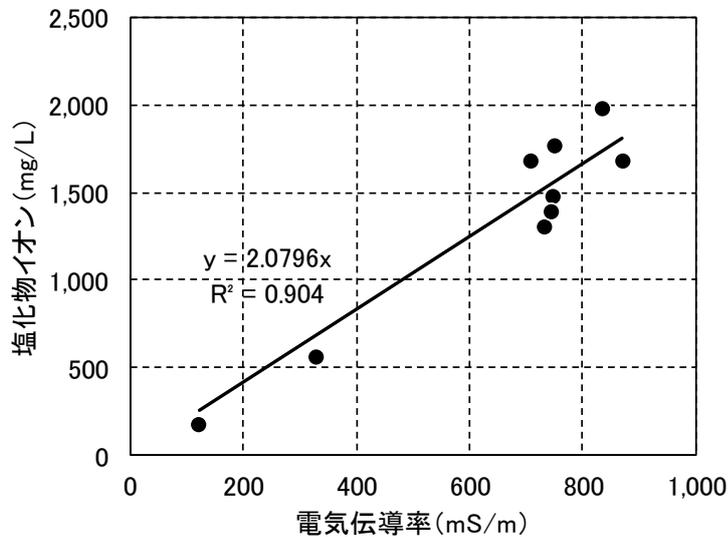


図 6-2-4-1 電気伝導率と塩化物イオンの相関

図 6-2-4-1 に電気伝導率と塩化物イオンの相関を示す。3 回の専門維持管理において電気伝導率と塩化物イオンの両方を測定した全 9 検体の測定結果を用いて、両者の相関関係を確認した（切片を 0 とした近似曲線を作成）。

各室の電気伝導率測定結果から、第 1 回および第 2 回専門維持管理の際の槽内水の塩化物イオン濃度を試算した。試算結果を表 6-2-4-1 に示す。

表 6-2-4-1 各室の塩化物イオン濃度の試算結果

	第 1 回専門維持管理(9/21)		第 2 回専門維持管理(10/19)	
	電気伝導率 (mS/m)	推定 Cl <sup>-</sup> (mg/L)	電気伝導率 (mS/m)	推定 Cl <sup>-</sup> (mg/L)
第一微生物処理槽（便槽）	903	1,878	732	1,522
第一微生物処理槽（ピット槽）	871	1,811	749	1,558
第二微生物処理槽 1	835	1,736	750	1,560
第二微生物処理槽 2	832	1,730	751	1,562
第二微生物処理槽 3	823	1,712	750	1,560
沈殿槽	835	1,736	751	1,562
処理水槽 1	774	1,610	122	254
処理水槽 2	708	1,472	122	254

## (2) 塩化物イオン量の推定

(1) で推定した各室の塩化物イオン濃度と各室の水量（専門維持管理時に測定した水位に基づき算出）から塩化物イオン量を試算した。結果を表 6-2-4-2 に示す。

表 6-2-4-2 各室の塩化物イオン量の試算結果

	第 1 回専門維持管理(9/21)		第 2 回専門維持管理(10/19)	
	推定 Cl <sup>-</sup> (mg/L)	推定 Cl <sup>-</sup> 量 (g)	推定 Cl <sup>-</sup> (mg/L)	推定 Cl <sup>-</sup> 量 (g)
第一微生物処理槽（便槽）	1,878	21,126	1,522	16,577
第一微生物処理槽（ピット槽）	1,811	417	1,558	487
第二微生物処理槽 1	1,736	1,646	1,560	1,516
第二微生物処理槽 2	1,730	1,640	1,562	1,518
第二微生物処理槽 3	1,712	1,487	1,560	1,390
沈殿槽	1,736	—	1,562	—
処理水槽 1	1,610	1,313	254	155
処理水槽 2	1,472	1,201	254	155
合計		28,832		21,799

実証対象装置全体に保持されていた塩化物イオン量は、第 1 回専門維持管理時が 28,332g、第 2 回専門維持管理時が 21,799g であり、第 1 回から第 2 回にかけて 7,033g 減少したと試算された。

## (3) 上水混入量の推定

上水混入量の試算にあたり以下の条件を仮定した。

<仮定>

- 第 1 回専門維持管理から第 2 回専門維持管理までの利用回数…1,000 回
- トイレ利用 1 回当たりの塩化物イオン流入量…1g/回
- 槽から流出した水の塩化物イオン濃度…1,500mg/L

流出した塩化物イオン量は  $7,033 + 1,000 = 8,033\text{g}$  と試算され、流出した水の塩化物イオン濃度仮定値から、流出水の水量は  $5.35\text{m}^3$  と試算された。

給水装置の故障に伴い、少なくとも  $5.35\text{m}^3$  の上水が混入したと推定される。

### 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、公益財団法人日本環境整備教育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）：	濱中 俊輔（日本環境整備教育センター）
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：	（有）Mファイン技術サービス
技術名：	バイオトイレシステム「ネイチャー優」
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 （製品説明）	1. 利用上の注意	有	
	2. 処理の仕組み	有	
	3. 各部名称	有	
	4. 主要機器一覧	無	
	5. 運転・使用方法	有	
	6. 日常点検・清掃・頻度	有	点検・清掃の頻度が不明。
	7. 製品仕様	無	
	8. 充填材	—	
2. 専門管理全般 （専門技術者向け）	9. 保守点検表	無	
	10. 制御盤	無	
	11. 処理槽	有	調整の目安が記載されていることが望ましい。
	12. 循環水等	有	
	13. 補修・交換部品	無	ポンプ、ブロワ等のメンテナンスに関する記載が必要。
	14. 充填材	—	
3. 開始・閉鎖時対応	15. 開始・閉鎖時対応	無	閉鎖時対応に関する記載が必要。
4. 発生物の搬出及び処理・処分	16. 清掃方法 （汚泥引き抜き等）	無	
5. トラブル対応	17. トラブル対応 （想定及び対応例）	有	満水時の対応が記載されていることが望ましい。

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 (製品説明)	1. 読みやすさ	普通	
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	適量	
2. 専門管理全般 (専門技術者向け)	1. 読みやすさ	要改善	専門管理作業の流れ・手順が分かるような記述が望ましい。
	2. 理解しやすさ	要改善	各処理槽の配置図、管理の目安、チェックリスト等が記載されていることが望ましい。
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	少ない	開始・閉鎖時対応や発生物の搬出が必要になる可能性があるため、それらの情報を追加することが望ましい。
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	—	
4. 発生物の搬出及び 処理・処分	1. 読みやすさ	—	
	2. 理解しやすさ	—	
	3. 正確性	—	
	4. 情報量	—	
5. トラブル対応	1. 読みやすさ	普通	
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	少ない	満水時の対応が記載されていることが望ましい。

## 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 3 人で 1 時間 55 分程度のもを計 3 回実施した。処理水槽上部の作業空間が狭く、作業がやや困難であった。また、第二微生物処理槽が架台の上に据え付けられているため、足場や階段が設けられていることが望ましい。

### <発生物の搬出及び処理・処分>

実証試験期間中にスカム・汚泥の搬出を行う必要はなく、実施しなかった。

### <トラブル対応>

実証試験開始時に処理水槽のばっ気が停止しており、槽底部に堆積した汚泥が洗浄水ポンプにより排出され、トイレ洗浄水に多量の汚泥が混入した。

また、第 2 回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により処理水槽に上水が多量に流入するトラブルが発生しており、その影響により汚泥の系外への流出及び槽内水の希薄化が起こった。給水装置のバルブを交換して対応した。なお、トラブル対応にあたり、槽内水位を下げるため、約 1 m<sup>3</sup> の槽内水を水中ポンプで引き抜いて搬出した。

### <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票に従い、(公財) 日本環境整備教育センターが実施した。負荷量(使用回数)に応じた調整の考え方や目安が記載されているとよい。また、満水時やトイレ閉鎖時の対応方法が記載されていると、専門技術者が管理しやすくなると考えられる。

### 6-3 室内環境

#### 6-3-1 室温、湿度

実証試験期間中 (9/21~11/1) におけるトイレブース内の室温変化を図 6-3-1-1、湿度変化を図 6-3-1-2 に示す。また、トイレ室内の温度及び湿度の最大値、最小値、平均値を表 6-3-1-1 に示す。

温湿度計は男性用トイレでは壁際に、女性用トイレでは窓際に設置して測定を行ったため、男性用と女性用で室温および湿度に差が認められた。

室温は男性用ブースが 2.6~21.5℃ (平均 12.4℃)、女性用ブースが -2.7~24.1℃ (平均 11.0℃) であった。湿度は男性用ブースが 53~95% (平均 78.8%)、女性用ブースが 31~99% (平均 85.3%) であった。

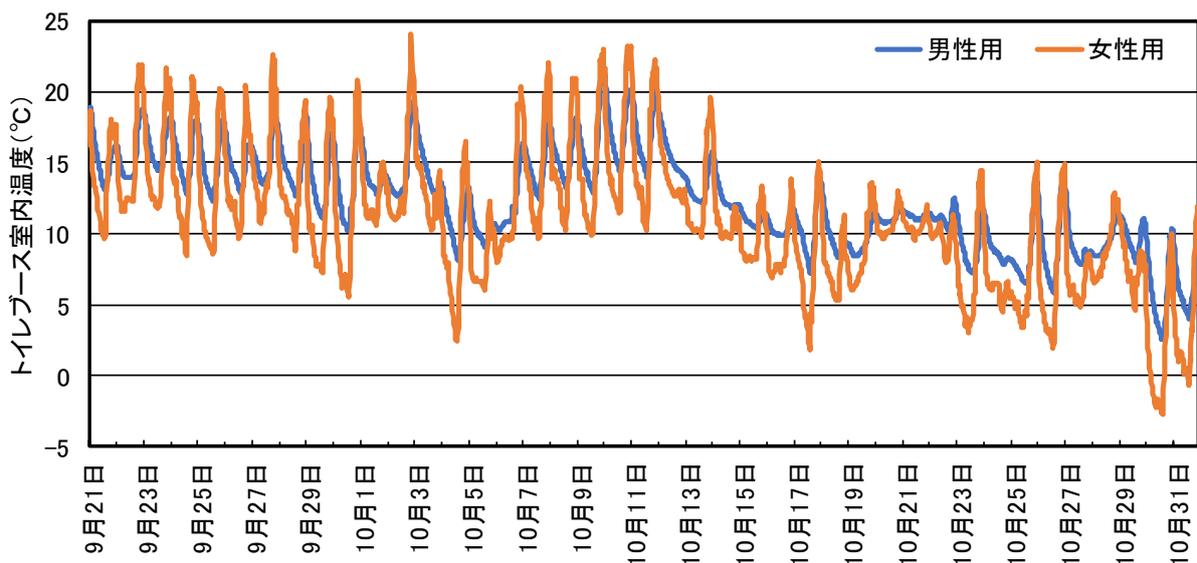


図 6-3-1-1 トイレブース内の室温変化

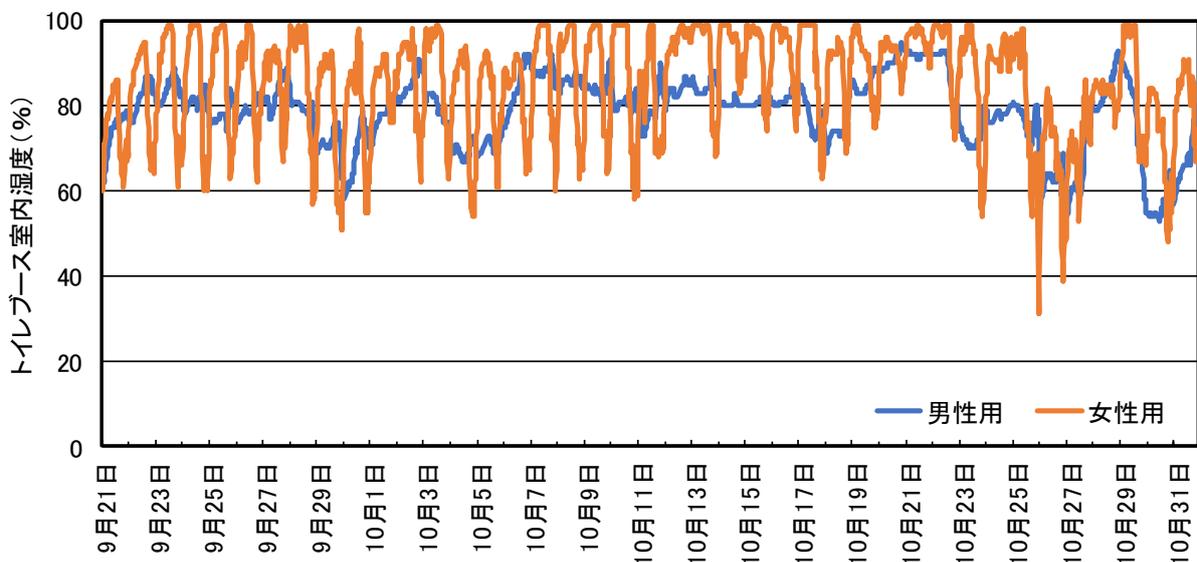


図 6-3-1-2 トイレブース内の湿度変化

表 6-3-1-1 トイレ室内の温度、湿度の最大値、最小値、平均値

	男性用		女性用	
	温度 (°C)	湿度 (%)	温度 (°C)	湿度 (%)
最大値	21.5	95	24.1	99
最小値	2.6	53	-2.7	31
平均値	12.4	78.8	11.0	85.3

### 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8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、およ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。男女比は 7:1 となっており、年代別では 50 代と 60 代以上が多く、30 代より下の年代は見られなかった。

表 6-3-2-1

回答者属性	①性別と年代		回答数
	男性	女性	
10代未満	0	0	0
10代	0	0	0
20代	0	0	0
30代	0	0	0
40代	2	0	2
50代	2	1	3
60代以上	3	0	3
無回答	0	0	0
計	7	1	8

##### ② 利用時間帯

利用時間について、表 6-3-2-2 に示す。朝～昼にかけての利用が多く、夜間の利用はない。

表 6-3-2-2

回答者属性	②利用時間	件数
朝	( 6 : 00 ~ 11 : 59 )	4
昼	( 12 : 00 ~ 15 : 59 )	3
夕方	( 16 : 00 ~ 20 : 59 )	1
夜	( 21 : 00 ~ 5 : 59 )	0
	計	8

### 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。無回答 1 件を除全で「空いていた (トイレ待ちなし)」の回答であった。

表 6-3-2-3

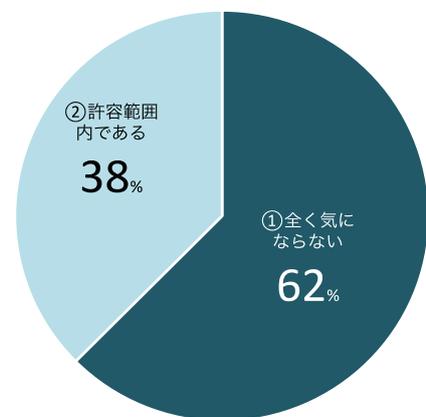
回答者属性	③利用時の混雑状況	件数
	①空いていた (待ちなし)	7
	②やや混雑していた (列なし)	0
	③非常に混雑していた (列あり)	0
	無回答	1
	計	8

### (2) トイレ室内の臭気

トイレ室内の臭気について、「①全く気にならない」との回答は 62%となっている。「②許容範囲内である」との回答は 38%となっており、臭気を気にしている旨の回答はみられない。コメントをみると「甘いにおいがする」といったコメントもみられた。

表 6-3-2-4

Q1. トイレ室内の臭気について	件数
①全く気にならない	5
②許容範囲内である	3
③どちらともいえない	0
④不快である	0
無回答	0
計	8

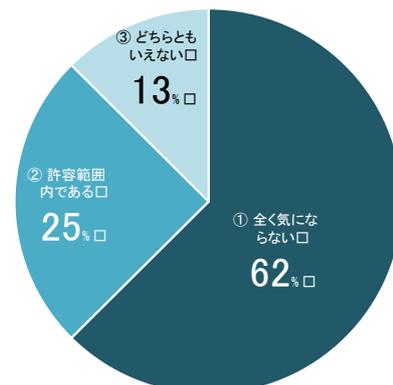


### (3) 洗浄水のおい

洗浄水のおいについて、「①全く気にならない」(62%)、「②許容範囲内である」(25%)と回答しており、87%の回答者が許容範囲であると回答している。

表 6-3-2-5

Q2. 洗浄水のおいについて	件数
①全く気にならない	5
②許容範囲内である	2
③どちらともいえない	1
④不快である	0
無回答	0
計	8

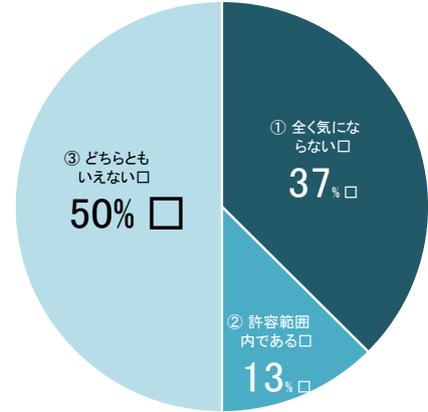


#### (4) 洗浄水の色や濁り

洗浄水の色や濁りについて、「①全く気にならない」(37%)、「②許容範囲内である」(13%)と回答しており、半数の回答者が許容範囲であると回答した。のこりは「③どちらともいえない」(50%)が占め、「④不快である」という回答はみられなかった。

表 6-3-2-6

Q3. 洗浄水の色や濁りについて	件数
①全く気にならない	3
②許容範囲内である	1
③どちらともいえない	4
④不快である	0
無回答	0
計	8

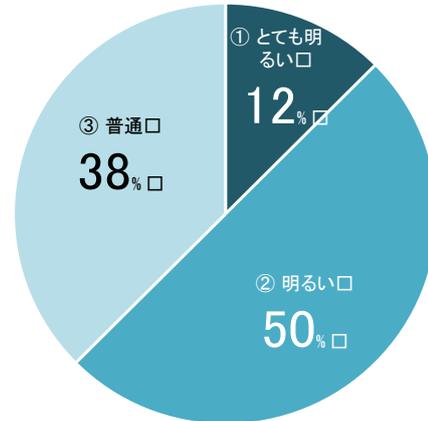


#### (5) トイレブース内の明るさ

トイレブース内の明るさについて、「①とても明るい」(12%)、「②明るい」(50%)となっており、「③普通」(38%)とあわせると回答者全員が許容範囲内であると回答している。

表 6-3-2-7

Q4. トイレブース内の明るさ	件数
①とても明るい	1
②明るい	4
③普通	3
④くらい	0
⑤とてもくらい	0
無回答	0
計	8

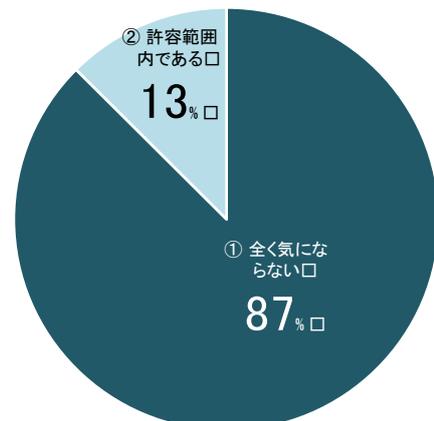


#### (6) 使用中のトイレ室内の機械音 (装置の動作音)

使用中のトイレ室内の機械音 (装置の動作音) については「①全く気にならない」(87%)、「②許容範囲内である」(13%)と回答者全員が許容範囲内であると回答している。

表 6-3-2-8

Q5. トイレの動作音について	件数
①全く気にならない	7
②許容範囲内である	1
③どちらともいえない	0
④不快である	0
無回答	0
計	8



## 6-4 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、処理水が系外に排出されることは原則としてない。し尿の流入により槽内水が増加すると、処理水槽の水位が上昇するが、実証対象装置は満水予告灯の設置といった溢流に対する予防措置が講じられていないため、槽内水が系外に排出されてしまう可能性がある。

また、実証対象装置は第一微生物処理槽を地下に埋設して設置しているため、設置の際にある程度の土地改変（掘削等）が必要となる（実証対象装置の設置時は 2m 程度掘削）。

## 6-5 処理性能

### 6-5-1 現場測定結果

#### （1）温度経時変化の測定結果

第一微生物処理槽、第二微生物処理槽及び処理水槽における水温については温度データロガーを使用して測定を行った。水温の測定結果を図 6-5-1-1、外気温との比較を表 6-5-1-1 に示す。

地下埋設型でかつ容量の大きな第一微生物処理槽は水温が安定しており、実証試験期間終了時まで 10℃以上を維持していた。地上設置でかつ容量の小さな第二微生物処理槽及び処理水槽については外気温の影響を受けやすく、実証試験期間終了時には水温が 10℃を下回った。

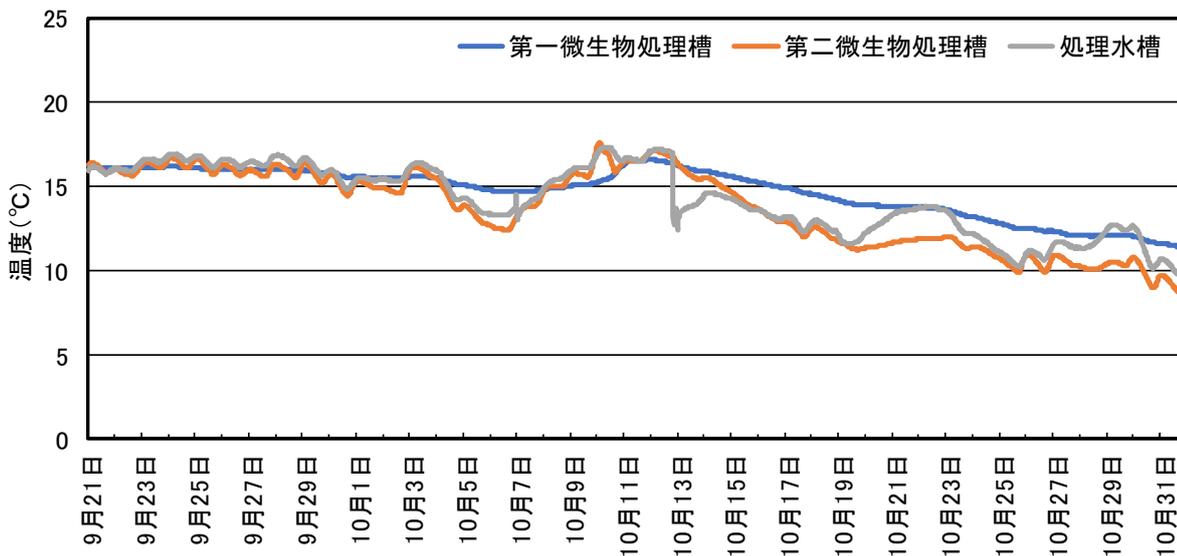


図 6-5-1-1 実証対象装置内の水温の経時変化

表 6-5-1-1 水温及び外気温

	第一微生物 処理槽	第二微生物 処理槽	処理水槽	外気温
最大値 (°C)	16.6	17.6	17.3	21.0
最小値 (°C)	11.4	8.7	9.8	-4.4
平均値 (°C)	14.7	13.8	14.3	9.2

## (2) 現地調査時の測定結果

専門維持管理実施日（第1回：9月21日、第2回：10月19日、第3回：11月1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)

専門維持管理において測定した各槽内水の pH の結果を表 6-5-1-2 及び図 6-5-1-2 に示す。

第一微生物処理槽内水は pH が 3~4.5 を示し、酸性であった。これは、槽内で硝化反応が進行したことにより硝酸が生成したためと考えられる。処理工程が進むにつれて pH が上昇する傾向が認められ、これは、脱窒反応の進行に伴う現象と考えられる。

表 6-5-1-2 各処理工程の pH

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
第1回	3.1	4.6	7.2	7.2	7.2	7.2	8.1	8.5
第2回	4.0	5.0	4.7	4.7	4.9	5.5	7.0	7.0
第3回	4.5	5.7	6.2	6.2	6.7	6.6	6.6	6.5

①第一微生物処理槽、②第一微生物処理槽（ピット槽）、③第二微生物処理槽第1室、④第二微生物処理槽第2室、⑤第二微生物処理槽第3室、⑥沈殿槽、⑦処理水槽第1室、⑧処理水槽第2室

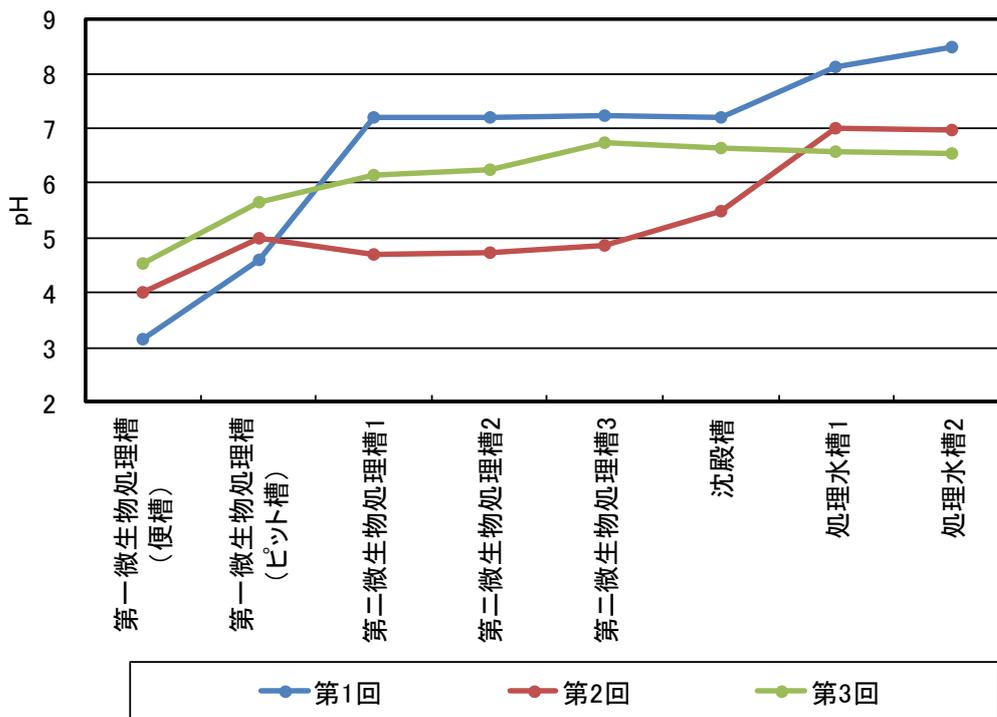


図 6-5-1-2 pH の推移

## イ. 透視度

専門維持管理において測定した各槽内水の透視度の結果を表 6-5-1-3 及び図 6-5-1-3 に示す。

処理工程が進むにつれて透視度が上昇し、生物処理が進行していたことが確認された。第 3 回専門維持管理時には、沈殿槽及び処理水槽第 2 室の透視度が 20cm 程度を示し、第 1 回及び第 2 回専門維持管理と比較して透明感が増していた。

表 6-5-1-3 各処理工程の透視度

	① (cm)	② (cm)	③ (cm)	④ (cm)	⑤ (cm)	⑥ (cm)	⑦ (cm)	⑧ (cm)
第 1 回	2.0	1.0	1.0	1.0	1.0	3.0		7.5
第 2 回	1.0	1.0	2.5	2.5	3.0	3.0	4.5	8.0
第 3 回	1.5	1.5	4.0	9.0	10.0	18.5	2.5	22.5

①第一微生物処理槽、②第一微生物処理槽（ピット槽）、③第二微生物処理槽第 1 室、④第二微生物処理槽第 2 室、⑤第二微生物処理槽第 3 室、⑥沈殿槽、⑦処理水槽第 1 室、⑧処理水槽第 2 室

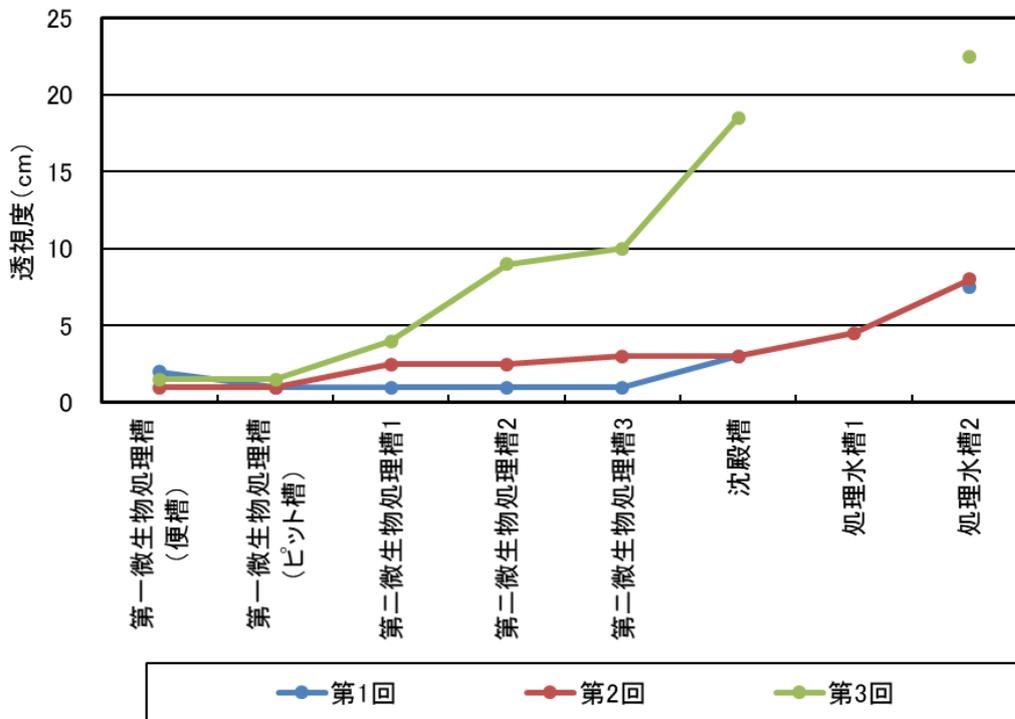


図 6-5-1-3 透視度の推移

### ウ. 溶存酸素 (DO)

専門維持管理において測定した各槽槽内水の溶存酸素の結果を表 6-5-1-4 及び図 6-5-1-4 に示す。

ばっ気を行っていない沈殿槽において DO が低下する傾向が認められたが、いずれの単位装置でも生物処理に必要な酸素は十分供給されていることが確認された。第一及び第二微生物処理槽は活性汚泥が充填されていることから、過ばっ気が懸念された。

表 6-5-1-4 各処理工程の溶存酸素

	① (mg/L)	② (mg/L)	③ (mg/L)	④ (mg/L)	⑤ (mg/L)	⑥ (mg/L)	⑦ (mg/L)	⑧ (mg/L)
第 1 回	5.0	5.1	5.1	5.1	5.2	3.2	4.1	4.6
第 2 回	8.1	8.2	9.3	9.4	9.1	1.5	9.3	9.0
第 3 回	8.7	8.1	9.5	9.5	9.1	5.1	9.1	9.2

①第一微生物処理槽、②第一微生物処理槽（ピット槽）、③第二微生物処理槽第 1 室、④第二微生物処理槽第 2 室、⑤第二微生物処理槽第 3 室、⑥沈殿槽、⑦処理水槽第 1 室、⑧処理水槽第 2 室

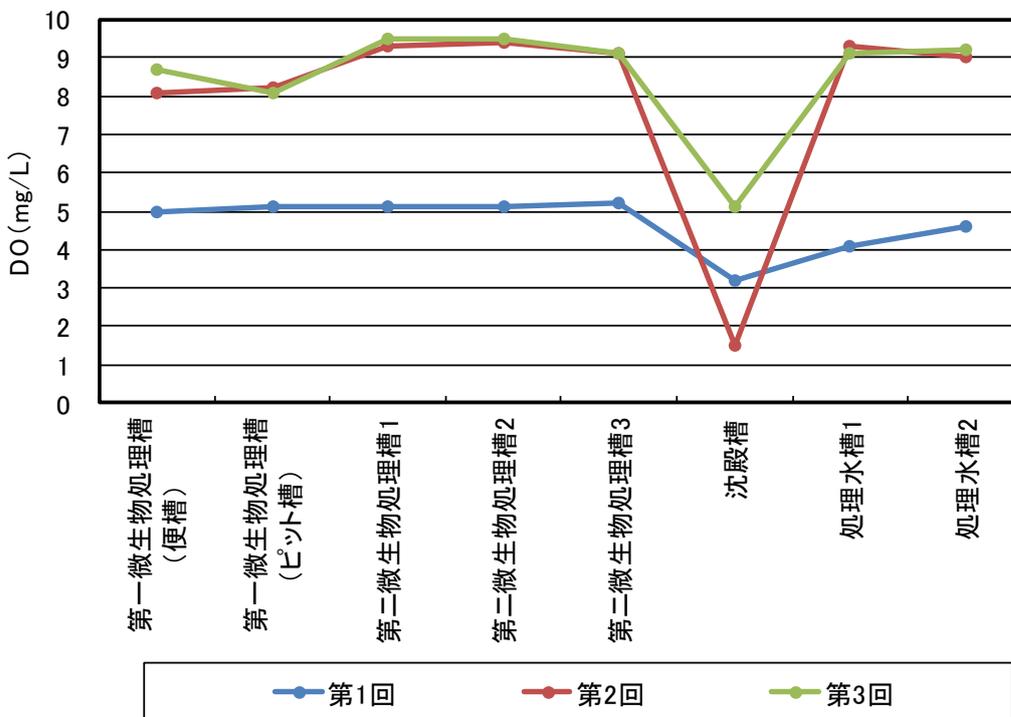


図 6-5-1-4 溶存酸素の推移

## エ. 電気伝導率 (EC)

専門維持管理において測定した各槽内水の電気伝導率の結果を表 6-5-1-5 及び図 6-5-1-5 に示す。

第 1 回専門維持管理においては、第一微生物処理槽における電気伝導率が最も高く、処理工程が進むにつれて値が低下した。電気伝導率は塩分濃度と高い相関を示すことから、塩分を含むし尿が直接流入する第一微生物処理槽において最も電気伝導率が高い。後段の槽においては、電気伝導率の高い前段の槽からの移流水と元々の槽内水が混合される。

第 2 回専門維持管理においては、処理水槽の電気伝導率が極端に低下している。第 2 回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により上水が多量に流入するトラブルが発生しており、その影響で電気伝導率が低下した。第 3 回専門維持管理の際にもその影響が継続しており、処理水槽のみ電気伝導率が低かった。

表 6-5-1-5 各処理工程の電気伝導率

	① (mS/m)	② (mS/m)	③ (mS/m)	④ (mS/m)	⑤ (mS/m)	⑥ (mS/m)	⑦ (mS/m)	⑧ (mS/m)
第 1 回	903	871	835	832	823	835	774	708
第 2 回	732	749	750	751	750	751	122	122
第 3 回	749	734	747	747	749	746	394	330

①第一微生物処理槽、②第一微生物処理槽（ピット槽）、③第二微生物処理槽第 1 室、④第二微生物処理槽第 2 室、⑤第二微生物処理槽第 3 室、⑥沈殿槽、⑦処理水槽第 1 室、⑧処理水槽第 2 室

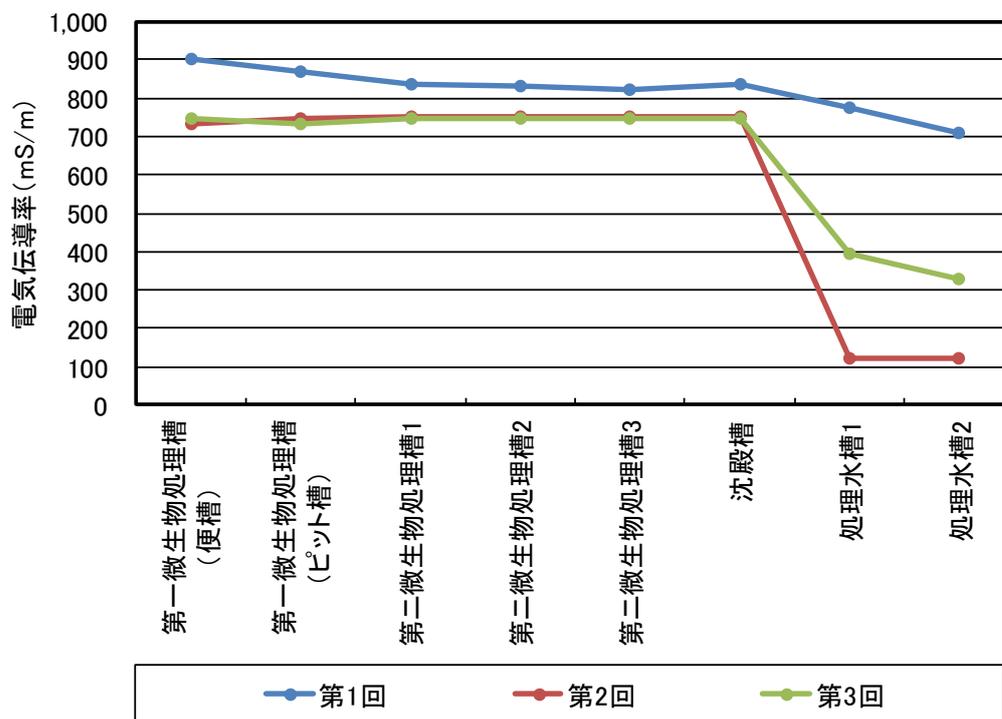


図 6-5-1-5 電気伝導率の推移

## オ. 色相

専門維持管理において測定した各槽内水の色相の結果を表 6-5-1-6 に示す。

第一及び第二微生物処理槽の槽内水は活性汚泥状であることから、茶色を呈していることが多かったが、洗浄水として使用される処理水槽第 2 室の槽内水は薄茶色または黄色を呈していた。

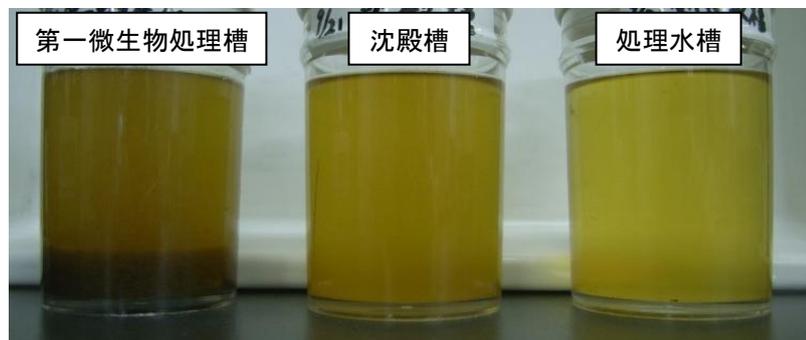
表 6-5-1-6 各処理工程の色相

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
第 1 回	茶	茶	茶	茶	茶	茶	茶	薄茶
第 2 回	濃茶	茶	茶	茶	茶	薄茶	薄茶	薄茶
第 3 回	濃茶	濃茶	薄茶	黄	黄	黄	薄茶	黄

- ① 第一微生物処理槽、②第一微生物処理槽（ピット槽）、③第二微生物処理槽第 1 室、  
 ④第二微生物処理槽第 2 室、⑤第二微生物処理槽第 3 室、⑥沈殿槽、⑦処理水槽第 1 室、  
 ⑧処理水槽第 2 室

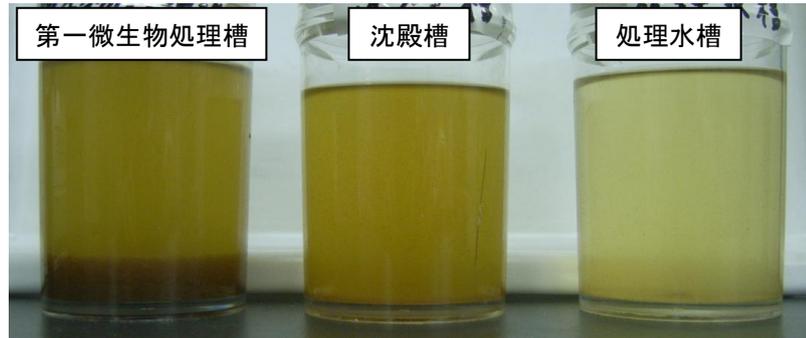
第 1 回

平成 29 年 9 月 21 日



第 2 回

平成 29 年 10 月 19 日



第 3 回

平成 29 年 11 月 1 日

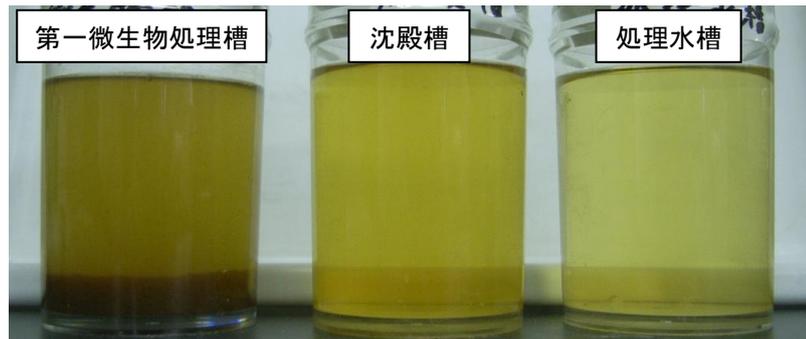


図 6-5-1-6 試料の外観

## カ. 汚泥蓄積状況

専門維持管理において測定した各槽のスカム厚及び堆積汚泥厚の結果を表 6-5-1-7 に示す。

スカムは第 3 回専門維持管理において、沈殿槽で 1cm 認められたのみであった。

第 1 回専門維持管理においては、第二微生物処理槽第 3 室、沈殿槽及び処理水槽で堆積汚泥が確認された。処理水槽に堆積汚泥が認められたのは、処理水槽のばっ気が停止するトラブルが発生していたためである。第 2 回専門維持管理においては、第一微生物処理槽第 1 室及び沈殿槽で堆積汚泥が確認された。第 3 回専門維持管理においては、第二微生物処理槽各室及び沈殿槽で堆積汚泥が確認された。第二微生物処理槽のばっ気が弱まっており、攪拌が不十分となったために汚泥の堆積が認められた。

表 6-5-1-7 各処理工程のスカム厚及び堆積汚泥厚

		①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
		(cm)							
第 1 回	スカム厚	0	0	0	0	0	0	0	0
	汚泥厚	0	0	0	0	1	49	74	
第 2 回	スカム厚	0	0	0	0	0	0	0	0
	汚泥厚	3	0	0	0	0	28	0	0
第 3 回	スカム厚	0	0	0	0	1	0	0	0
	汚泥厚	0	0	2	13	27	5	0	0

①第一微生物処理槽、②第一微生物処理槽（ピット槽）、③第二微生物処理槽第 1 室、④第二微生物処理槽第 2 室、⑤第二微生物処理槽第 3 室、⑥沈殿槽、⑦処理水槽第 1 室、⑧処理水槽第 2 室

## キ. 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 6-5-1-8 に、実証対象装置槽内水の臭気測定結果を表 6-5-1-9 に示す。なお、トイレブース内の臭気測定は検知管法で行い、槽内水の臭気測定は嗅覚により行った。

表 6-5-1-8 トイレブース内の臭気

	男性用		女性用	
	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)	硫化水素 (ppm)	アンモニア (ppm)
第 1 回 : 平成 29 年 9 月 21 日	ND	ND	ND	ND
第 2 回 : 平成 29 年 10 月 19 日	ND	ND	ND	ND
第 3 回 : 平成 29 年 11 月 1 日	ND	ND	ND	ND

ND : 0.1ppm 未満

表 6-5-1-9 槽内水の臭気

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
第 1 回	微	無	無	無	無	無	無	無
第 2 回	無	無	無	無	無	無	無	無
第 3 回	無	無	無	無	無	無	無	無

①第一微生物処理槽、②第一微生物処理槽（ピット槽）、③第二微生物処理槽第 1 室、④第二微生物処理槽第 2 室、⑤第二微生物処理槽第 3 室、⑥沈殿槽、⑦処理水槽第 1 室、⑧処理水槽第 2 室

実証試験期間を通して、アンモニア及び硫化水素ガスが検出されることはなかった。また、槽内水の臭気は、第 1 回専門維持管理の第一微生物処理槽において微かに検出されたが、その他の試料では臭気が確認されず、無臭化が実現されていた。

## 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：9月21日、第2回：10月19日、第3回：11月1日）に採取した検体の分析結果を表6-5-2-1～表6-5-2-2に示す。

表 6-5-2-1 採取試料の分析結果（SSを除く）

■第1回（試料採取日：平成29年9月21日）

試料名	BOD (mg/L)	ATU- BOD (mg/L)	溶解性 BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性 COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性 TOC (mg/L)
第一微生物処理槽(ピット槽)	430	370	28	1,051	295	879	195
沈殿槽	17	9	ND	292	202	173	135
処理水槽2	7	3	ND	177	156	114	97

試料名	T-N (mg/L)	Org-N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
第一微生物処理槽(ピット槽)	807	55	12	10	731	1,684	438	-
沈殿槽	381	14	ND	2	366	1,979	469	-
処理水槽2	274	10	ND	0.21	264	1,684	362	30未満

■第2回（試料採取日：平成29年10月19日）

試料名	BOD (mg/L)	ATU- BOD (mg/L)	溶解性 BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性 COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性 TOC (mg/L)
第一微生物処理槽(ピット槽)	180	170	19	687	239	712	154
沈殿槽	44	18	5	289	203	240	146
処理水槽2	8	6	ND	70	34	43	22

試料名	T-N (mg/L)	Org-N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
第一微生物処理槽(ピット槽)	420	36	2	20	362	1,477	233	-
沈殿槽	118	15	5	12	86	1,772	278	-
処理水槽2	255	5	ND	0.01	250	177	4	40

■第3回（試料採取日：平成29年11月1日）

試料名	BOD (mg/L)	ATU- BOD (mg/L)	溶解性 BOD (mg/L)	COD (mg/L)	溶解性 COD (mg/L)	TOC (mg/L)	溶解性 TOC (mg/L)
第一微生物処理槽(ピット槽)	190	150	8	727	229	580	150
沈殿槽	6	6	ND	222	209	141	139
処理水槽2	ND	ND	ND	80	68	145	51

試料名	T-N (mg/L)	Org-N (mg/L)	NH <sub>4</sub> -N (mg/L)	NO <sub>2</sub> -N (mg/L)	NO <sub>3</sub> -N (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
第一微生物処理槽(ピット槽)	401	34	13	0.12	353	1,300	370	-
沈殿槽	352	13	ND	8	331	1,388	408	-
処理水槽2	205	5	ND	31	169	561	94	30未満

ND : BOD 3mg/L 未満

NH<sub>4</sub>-N 1.5mg/L 未満

表 6-5-2-2 採取試料の SS 分析結果

試料名	第1回 SS (mg/L)	第2回 SS (mg/L)	第3回 SS (mg/L)
第一微生物処理槽(便槽)	1,190	1,350	1,270
第一微生物処理槽(ピット槽)	1,710	1,370	1,240
第二微生物処理槽1	1,180	700	403
第二微生物処理槽2	1,170	710	74
第二微生物処理槽3	1,300	540	16
沈殿槽	144	310	29
処理水槽1	118	70	60
処理水槽2	46	72	10

ア. 浮遊物質 (SS)

実証対象装置における SS の推移を図 6-5-2-1 に示す。

SS は第一微生物処理槽では高いが、処理水槽に至るまでに低下した。第 1 回専門維持管理では沈殿槽における汚泥の沈殿分離が確認された。第 2 回専門維持管理では第二微生物処理槽の SS が低下しており、上水の混入に伴い、第一微生物処理槽からの移送頻度が上昇し、第二微生物処理槽の SS が処理水槽へ流出したと推測される。第 3 回専門維持管理では、第二微生物処理槽の SS が第 1 回及び第 2 回専門維持管理と比較して低下しており、ばっ気が弱まったために槽内で汚泥が沈殿分離した影響と考えられた。

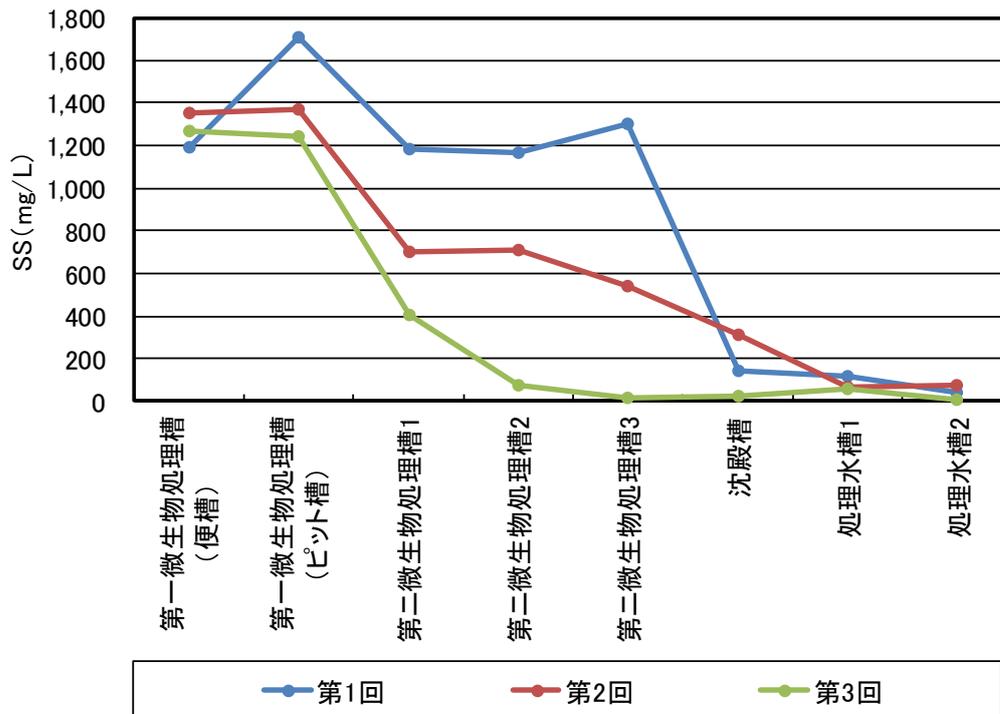
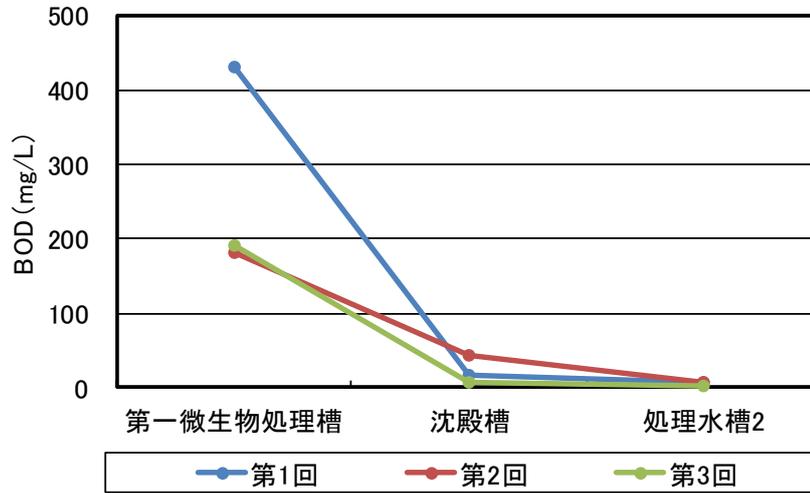


図 6-5-2-1 SS の推移

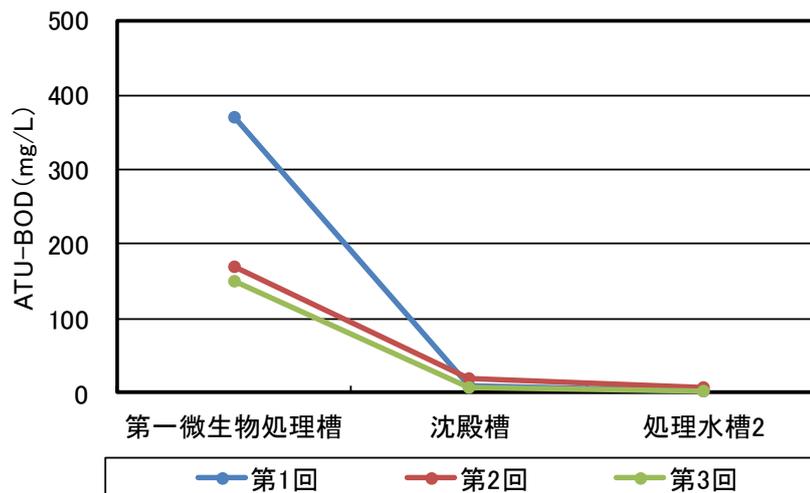
## イ. 生物化学的酸素要求量 (BOD)

実証対象装置における BOD、硝化を抑制した生物化学的酸素要求量 (ATU-BOD) 及び溶解性 BOD の推移を **図 6-5-2-2**~**6-5-2-4** に示す。

BOD は後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められた。第一微生物処理槽は高い BOD を示したが、溶解性 BOD は低く、活性汚泥による生物処理が行われていた。トイレ洗浄水として利用される処理水槽第 2 室の槽内水は BOD が 10mg/L 未満であり、性能基準として提示されている BOD100mg/L 以下の条件を十分に達成していた。



**図 6-5-2-2 BOD の推移**



**図 6-5-2-3 ATU-BOD の推移**

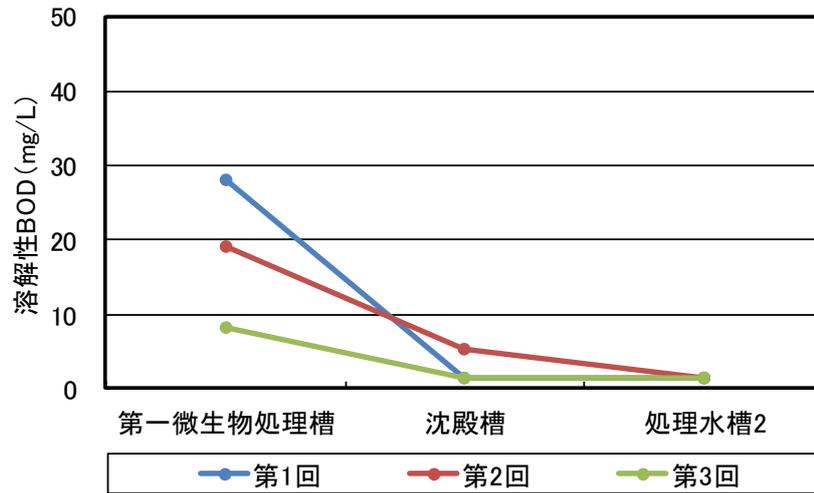


図 6-5-2-4 溶解性 BOD の推移

#### ウ. 化学的酸素要求量 (COD)

実証対象装置における COD 及び溶解性 COD の推移を図 6-5-2-5～6-5-2-6 に示す。

COD は、BOD と同様に後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められたが、処理水槽においても溶解性 COD が高く、生物分解性の低い色素成分の蓄積によるものと考えられた。第 1 回専門維持管理と比較して、第 2 回及び第 3 回専門維持管理の COD、溶解性 COD が低い値を示したのは、第 2 回専門維持管理の直前に発生した上水の混入トラブルの影響と考えられる。

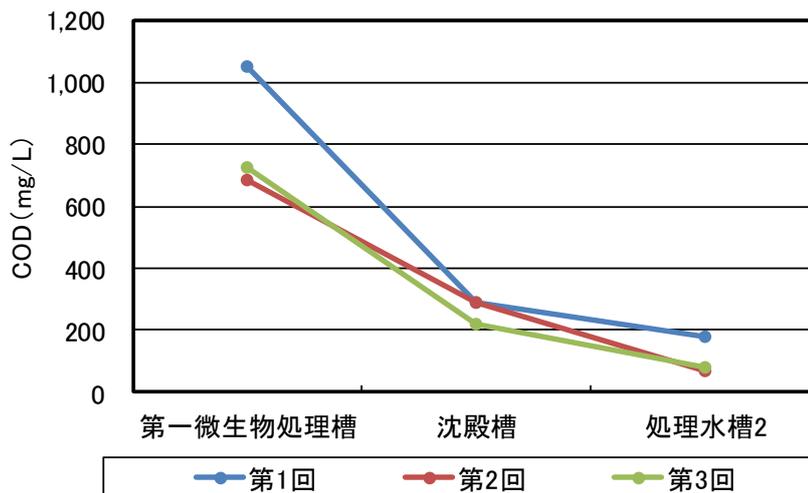


図 6-5-2-5 COD の推移

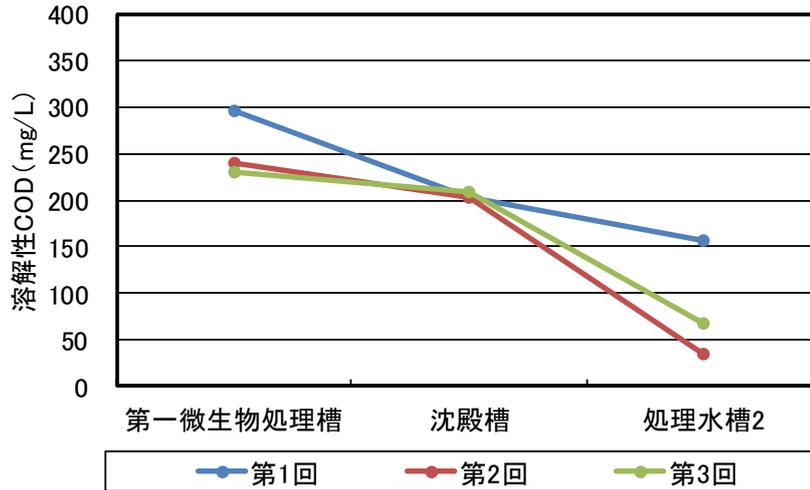


図 6-5-2-6 溶解性 COD の推移

### エ. 有機体炭素 (TOC)

実証対象装置における TOC 及び溶解性 TOC の推移を 図 6-5-2-7～6-5-2-8 に示す。

COD と同様の推移を示しており、後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められた。

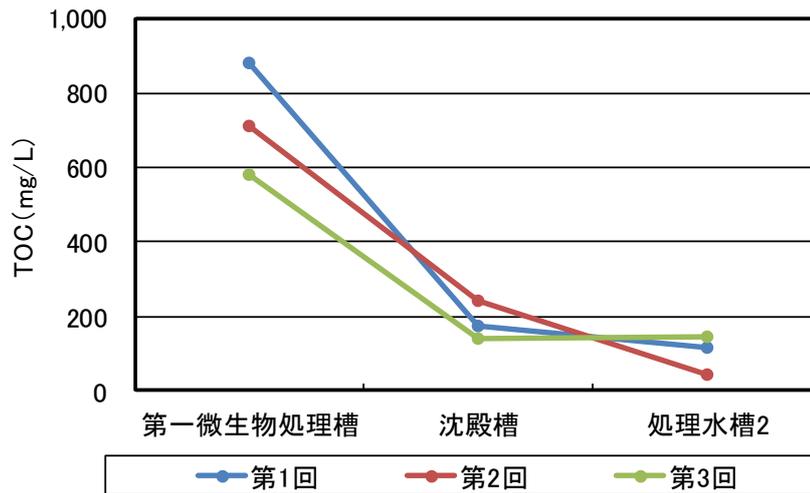


図 6-5-2-7 TOC の推移

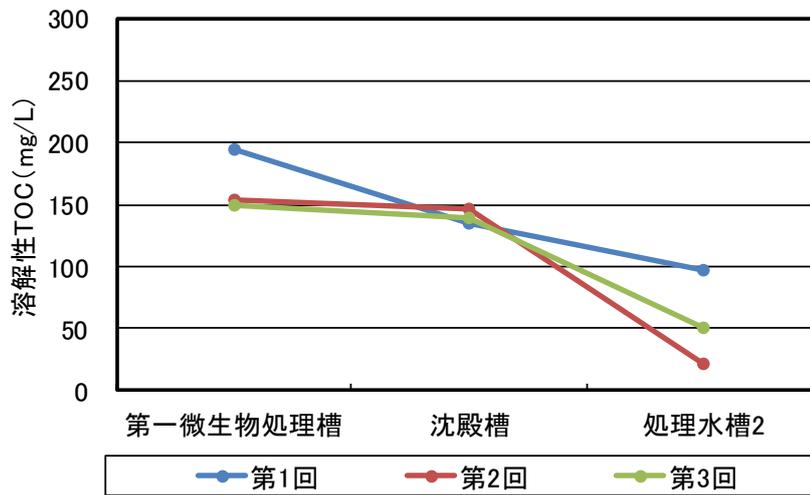


図 6-5-2-8 溶解性 TOC の推移

オ. 窒素

実証対象装置における全窒素の推移を 図 6-5-2-9 に、各試料の窒素形態を 図 6-5-2-10～  
 図 6-5-2-12 に示す。

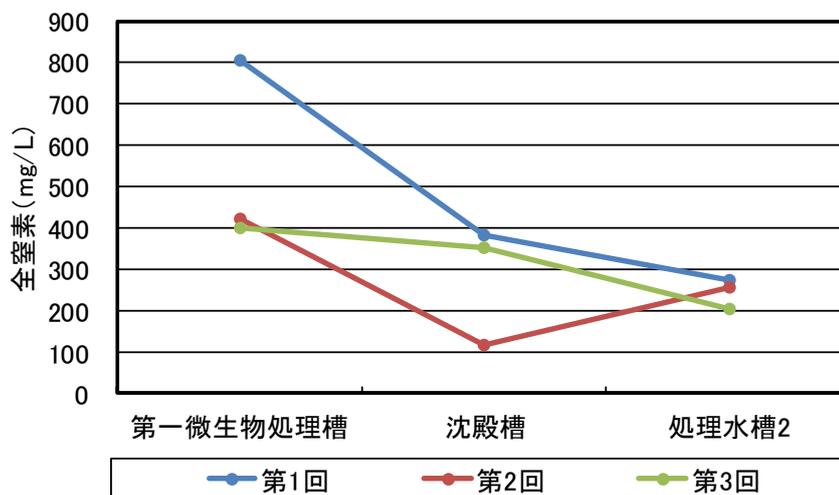


図 6-5-2-9 全窒素の推移

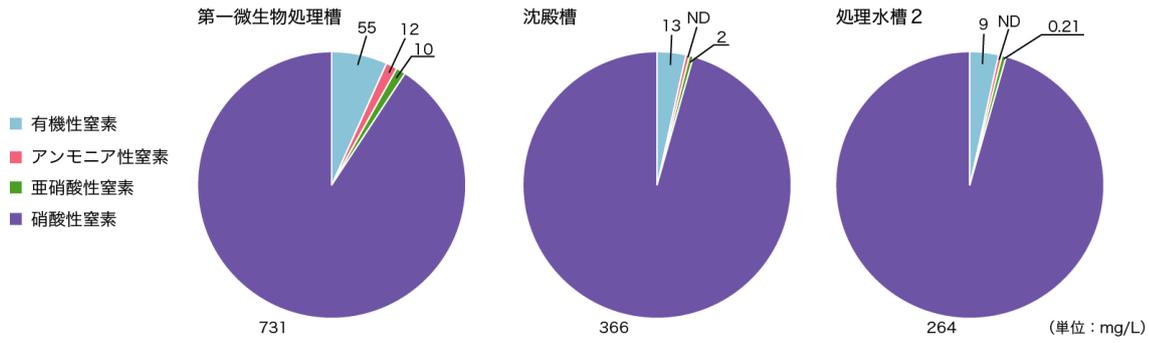


図 6-5-2-10 第 1 回専門維持管理における各試料の窒素形態

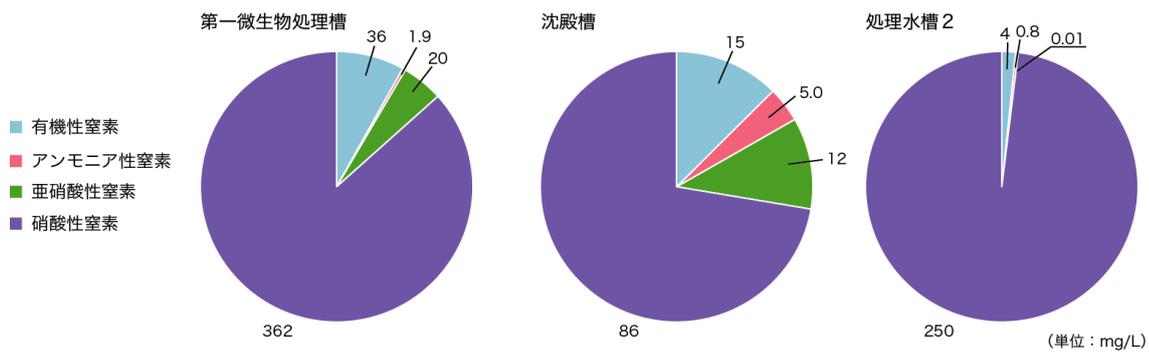
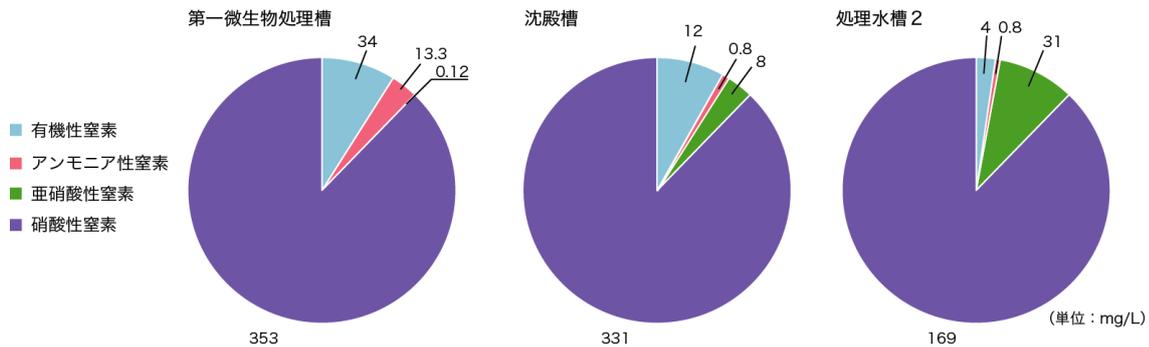


図 6-5-2-11 第 2 回専門維持管理における各試料の窒素形態



全窒素は、単位装置ごとの変化に明確な傾向が認められなかった。いずれの試料も全窒素の大部分を硝酸性窒素が占めており、アンモニア性窒素濃度が低いことから硝化反応が良好に進行していたことが明らかとなった。ただし、第 3 回専門維持管理においては、処理水槽第 2 室の亜硝酸性窒素濃度が上昇しており、ばっ気量が減少したことで硝化反応が滞ったためと考えられた。上水の混入による希釈の影響を受けていない第 1 回専門維持管理では、処理工程が進むほど硝酸性窒素濃度が順次低下しており、脱窒反応が進行したと考えられた。

### カ. 塩化物イオン (Cl<sup>-</sup>)

実証対象装置における塩化物イオンの推移を図 6-5-2-13 に示す。

塩化物イオンは、第 2 回専門維持管理において著しく低下した。これは、第 2 回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により処理水槽第 2 室に上水が多量に流入し、槽内水が希釈されたためであり、第 3 回専門維持管理の際にもその影響が認められた。

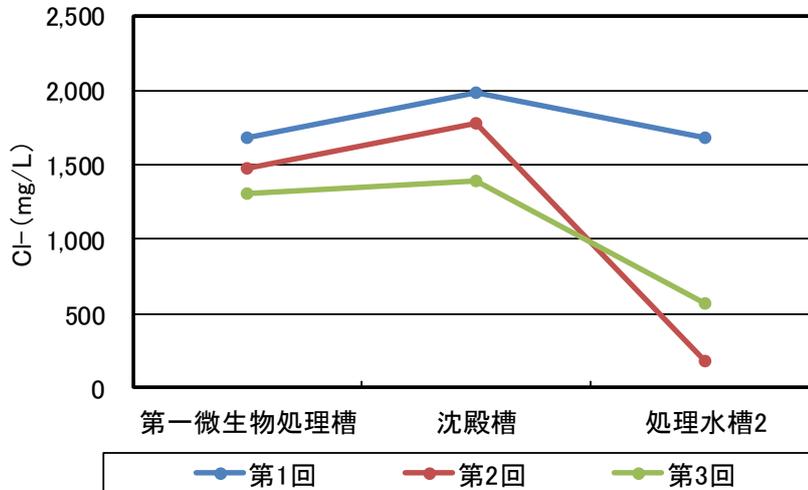


図 6-5-2-13 塩化物イオンの推移

### キ. 色度

実証対象装置における色度の推移を図 6-5-2-14 に示す。

いずれの専門維持管理においても沈殿槽流出水の色度が最も高かった。第 1 回専門維持管理と比べ第 2 回専門維持管理の際の色度は低く、上水の混入トラブルの影響と考えられた。また、第 3 回専門維持管理においては、第 2 回専門維持管理よりも高い色度を示した。

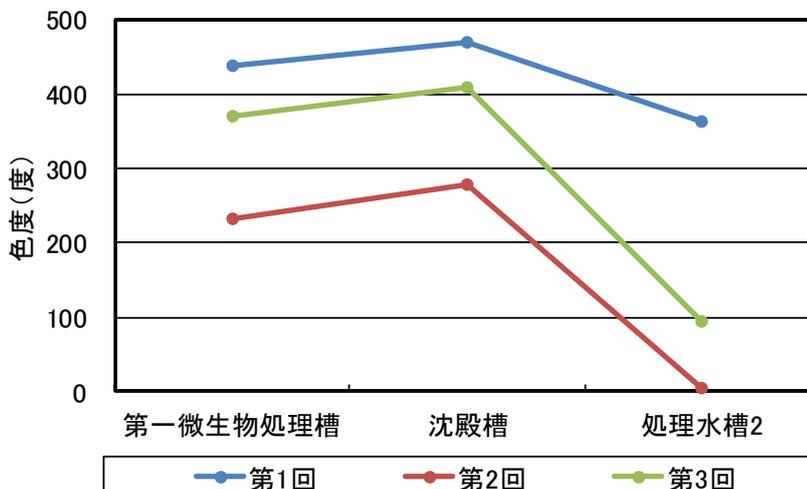


図 6-5-2-14 色度の推移

## ク. 大腸菌群

処理水槽第 2 室の大腸菌群数を表 6-5-2-3 に示す。

処理水槽第 2 室槽内水の大腸菌群は、最も高かった第 2 回専門維持管理においても 40 個/mL であり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

表 6-5-2-2 処理水槽第 2 室の大腸菌群数

	大腸菌群数 (個/mL)
第 1 回 : 平成 29 年 9 月 21 日	30 未満
第 2 回 : 平成 29 年 10 月 19 日	40
第 3 回 : 平成 29 年 11 月 1 日	30 未満

### (2) 使用回数と水質への影響

本実証試験では、使用回数の測定期間が短く、また、実証試験期間中に上水が流入するトラブルが発生したため、使用回数が水質に及ぼす影響を明らかにすることはできなかった。

### 6-5-3 処理性能のまとめ

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>

地下埋設型でかつ容量の大きな第一微生物処理槽は水温が安定しており、実証試験期間終了時まで 10℃以上を維持していた。地上設置でかつ容量の小さな第二微生物処理槽及び処理水槽については外気温の影響を受けやすく、実証試験期間終了時には水温が 10℃を下回ったことから、冬期には生物処理の効率が低下すると考えられる。

第一微生物処理槽槽内水は pH が 3~4.5 を示し、酸性であった。これは、槽内で硝化反応が進行したことにより硝酸が生成したためと考えられる。処理工程が進むにつれて pH が上昇する傾向が認められ、これは、脱窒反応の進行に伴う現象と考えられる。

処理工程が進むにつれて透視度が上昇し、生物処理が進行していたことが確認された。第 3 回専門維持管理時には、沈殿槽及び処理水槽第 2 室の透視度が 20cm 程度を示し、第 1 回及び第 2 回専門維持管理と比較して透明感が増していた。

ばっ気を行っていない沈殿槽において DO が低下する傾向が認められたが、いずれの単位装置でも生物処理に必要な酸素は十分供給されていることが確認された。第一及び第二微生物処理槽は活性汚泥が充填されていることから、過ばっ気が懸念された。

第 1 回専門維持管理においては、第一微生物処理槽における電気伝導率が最も高く、処理工程が進むにつれて値が低下した。電気伝導率は塩分濃度と高い相関を示すことから、塩分を含むし尿が直接流入する第一微生物処理槽において最も電気伝導率が高い。後段の槽においては、電気伝導率の高い前段の槽からの移流水と元々の槽内水が混合される。第

2回専門維持管理においては、処理水槽の電気伝導率が極端に低下していた。第2回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により上水が多量に流入するトラブルが発生しており、その影響で電気伝導率が低下した。第3回専門維持管理の際にもその影響が継続しており、処理水槽のみ電気伝導率が低かった。

第一及び第二微生物処理槽の槽内水は活性汚泥状であることから、茶色を呈していることが多かったが、洗浄水として使用される処理水槽第2室の槽内水は薄茶色または黄色を呈していた。

スカムは第3回専門維持管理において、沈殿槽で1cm認められたのみであった。第1回専門維持管理においては、第二微生物処理槽第3室、沈殿槽及び処理水槽で堆積汚泥が確認された。処理水槽に堆積汚泥が認められたのは、処理水槽のばっ気が停止するトラブルが発生していたためである。第2回専門維持管理においては、第一微生物処理槽第1室及び沈殿槽で堆積汚泥が確認された。第3回専門維持管理においては、第二微生物処理槽各室及び沈殿槽で堆積汚泥が確認された。第二微生物処理槽のばっ気が弱まっており、攪拌が不十分となったために汚泥の堆積が認められた。

実証試験期間を通して、アンモニア及び硫化水素ガスが検出されることはなかった。また、槽内水の臭気は、第1回専門維持管理の第一微生物処理槽において微かに検出されたが、その他の試料では臭気が確認されず、無臭化が実現されていた。

#### <試料分析結果>

SSは第一微生物処理槽では高いが、処理水槽に至るまでに低下した。第1回専門維持管理では沈殿槽における汚泥の沈殿分離が確認された。第2回専門維持管理では第二微生物処理槽のSSが低下しており、上水の混入に伴い、第一微生物処理槽からの移送頻度が上昇し、第二微生物処理槽のSSが処理水槽へ流出したと推測される。第3回専門維持管理では、第二微生物処理槽のSSが第1回及び第2回専門維持管理と比較して低下しており、ばっ気が弱まったために槽内で汚泥が沈殿分離した影響と考えられた。

BODは後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められた。第一微生物処理槽は高いBODを示したが、溶解性BODは低く、活性汚泥による生物処理が行われていた。また、処理水槽は生物膜法を採用していることから、溶解性BODとともにSS由来のBODも除去されていた。トイレ洗浄水として利用される処理水槽第2室の槽内水はBODが10mg/L未満であり、性能基準として提示されているBOD100mg/L以下の条件を十分に達成していた。

COD及びTOCは、BODと同様に後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められたが、処理水槽においても溶解性COD及び溶解性TOCが高く、生物分解性の低い色素成分の蓄積によるものと考えられた。

全窒素は、単装置ごとの変化に明確な傾向が認められなかった。いずれの試料も全窒素の大部分を硝酸性窒素が占めており、アンモニア性窒素濃度が低いことから硝化反応が良好に進行していたことが明らかとなった。ただし、第3回専門維持管理においては、処理水槽第2室の亜硝酸性窒素濃度が上昇しており、ばっ気量が減少したことで硝化反応が滞ったためと考えられた。上水の混入による希釈の影響を受けていない第1回専門維持管

理では、処理工程が進むほど硝酸性窒素濃度が順次低下しており、脱窒反応が進行したと考えられた。

塩化物イオン及び色度は、第2回専門維持管理において著しく低下した。これは、第2回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により処理水槽第2室に上水が多量に流入し、槽内水が希釈されたためであり、第3回専門維持管理の際にもその影響が認められた。

処理水槽第2室槽内水の大腸菌群は、最も高かった第2回専門維持管理においても40個/mLであり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

本実証試験では、申請された処理能力を確認するのに十分なトイレ使用回数がなく、処理槽にかかる負荷が低かったため、循環水の有機物濃度がきわめて低い結果となった。

#### <使用回数と水質への影響>

本実証試験では、使用回数の測定期間が短く、また、実証試験期間中に上水が流入するトラブルが発生したため、使用回数が水質に及ぼす影響を明らかにすることはできなかった。

### 6-6 試験結果の全体的まとめ

#### <稼働条件・状況>

実証対象装置の設置場所における気温は、実証試験開始(9/21)から10月中旬まで日間平均気温が10℃以上となる日が多かったが、試験期間の終了段階である10月末には日間平均気温が5℃を下回った。

実証試験期間における最高気温は21.0℃、最低気温は-4.4℃であった。

1日当たりの平均消費電力量は、電力量の計測期間(10/8~10/31)で17.9kWh/日であった。連続運転されているブロワ3台分(各250W)の定格消費電力量は20.5kWh/日であり、実証試験における計測値は定格値の87%であった。

フラッシュ回数を計測した24日間の累積フラッシュ回数は936回であり、1日当たりの平均フラッシュ回数は39回/日であった。また、フラッシュ回数が最も多かった日は10月28日(土)で154回フラッシュが行われた。

#### <維持管理性能>

専門維持管理は、一回当たり3人で平均1時間55分程度のものを計3回実施した。処理水槽上部の作業空間が狭く、作業がやや困難であった。また、第二微生物処理槽が架台の上に据え付けられているため、足場や階段が設けられていることが望ましい。

実証試験期間中にスカム・汚泥の搬出を行う必要はなく、実施しなかった。

実証試験期間中に処理水槽のぼっ気が停止するトラブル及び給水装置の故障により処理水槽に上水が多量に流入するトラブルが発生した。

維持管理マニュアルは情報量が少なく、負荷量(使用回数)に応じた調整の考え方や目安が記載されているとよい。また、満水時やトイレ閉鎖時の対応方法が記載されていると、専門技術者が管理しやすくなると考えられる。

## <室内環境>

室内環境については、実証試験期間中に本装置利用者に対し「トイレの利用者アンケート」を実施し、臭気、トイレ内の明るさ、トイレの使い勝手について、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回答を得た（有効回答数：8件）。洗浄水の色や濁りに関する項目では半数にとどまったが、その他の項目では概ね許容範囲内であるとの回答を得られており、実証装置利用時の快適性がうかがえる結果となった。

## <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、処理水が系外に排出されることは原則としてない。し尿の流入により槽内水が増加すると、処理水槽の水位が上昇するが、実証対象装置は満水予告灯の設置といった溢流に対する予防措置が講じられていないため、槽内水が系外に排出されてしまう可能性がある。

また、実証対象装置は第一微生物処理槽を地下に埋設して設置しているため、設置の際にある程度の土地改変（掘削等）が必要となる。

## <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

第一微生物処理槽は実証試験期間終了時まで 10℃以上を維持していたが、第二微生物処理槽及び処理水槽については、実証試験期間終了時には水温が 10℃を下回った。

第一微生物処理槽槽内水は pH が 3~4.5 を示したが、処理工程が進むにつれて pH が上昇する傾向が認められた。

処理工程が進むにつれて透視度が上昇し、生物処理が進行していたことが確認された。

ばっ気を行っていない沈殿槽において DO が低下する傾向が認められたが、いずれの単位装置でも生物処理に必要な酸素は十分供給されていることが確認された。

第 1 回専門維持管理においては、第一微生物処理槽における電気伝導率が最も高く、処理工程が進むにつれて値が低下した。第 2 回専門維持管理においては、処理水槽の電気伝導率が極端に低下しており、給水装置の故障により上水が多量に流入するトラブルが発生したためであった。第 3 回専門維持管理の際にもその影響が継続しており、処理水槽のみ電気伝導率が低かった。

第一及び第二微生物処理槽の槽内水は活性汚泥状であることから、茶色を呈していることが多かったが、洗浄水として使用される処理水槽第 2 室の槽内水は薄茶色または黄色を呈していた。

スカムは第 3 回専門維持管理において、沈殿槽で 1cm 認められたのみであった。正常に稼働している際は、沈殿槽以外の堆積汚泥がほとんど確認されなかったが、ばっ気が停止する、あるいは弱まるトラブルが発生した際には多量の堆積汚泥が確認された。

実証試験期間を通して、アンモニア及び硫化水素ガスが検出されることはなかった。また、槽内水の臭気は、第1回専門維持管理の第一微生物処理槽において微かに検出されたが、その他の試料では臭気が確認されず、無臭化が実現されていた。

## ○試料分析結果

SSは第一微生物処理槽では高いが、処理水槽に至るまでに低下した。

BODは後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められた。トイレ洗浄水として利用される処理水槽第2室の槽内水はBODが10mg/L未満であり、性能基準として提示されているBOD100mg/L以下の条件を十分に達成していた。

COD及びTOCは、BODと同様に後段の処理工程に進むほど順次低下する傾向が認められたが、処理水槽においても溶解性COD及び溶解性TOCが高く、生物分解性の低い色素成分の蓄積によるものと考えられた。

全窒素の大部分を硝酸性窒素が占めており、アンモニア性窒素濃度が低いことから硝化反応が良好に進行していたことが明らかとなった。ただし、第3回専門維持管理においては、処理水槽第2室の亜硝酸性窒素濃度が上昇しており、ばっ気量が減少したことで硝化反応が滞ったためと考えられた。上水の混入による希釈の影響を受けていない第1回専門維持管理では、処理工程が進むほど硝酸性窒素濃度が順次低下しており、脱窒反応が進行したと考えられた。

塩化物イオン及び色度は、第2回専門維持管理において著しく低下した。第2回専門維持管理の直前に、給水装置の故障により処理水槽第2室に上水が多量に流入し、槽内水が希釈されたためであった。

処理水槽第2室槽内水の大腸菌群は、最も高かった第2回専門維持管理においても40個/mLであり、トイレ洗浄水の衛生上の安全性は確保されていた。

本実証試験では、申請された処理能力を確認するのに十分なトイレ使用回数がなく、処理槽にかかる負荷が低かったため、循環水の有機物濃度がきわめて低い結果となった。

## ○使用回数と水質への影響

本実証試験では、使用回数の測定期間が短く、また、実証試験期間中に上水が流入するトラブルが発生したため、使用回数が水質に及ぼす影響を明らかにすることはできなかった。

## 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、処理技術として活性汚泥法及び生物膜法を利用した生物処理を用いている。そのため、生物処理に係わる自然条件の影響を考慮する必要がある。本装置は、地上設置でかつ容量の小さな単位装置を有しているため、外気温の影響を受けやすく、設置される地域によっては生物処理の効率が低下する程度まで水温が低下する。冬期に使用することが想定される場合は、処理槽の温度低下対策を施す必要があり、また、配管系統に対する凍結防止、保温対策も必要である。冬期に閉鎖する場所では、閉鎖前に配管内の水抜きを行う等の対策が必要である。

#### 7-1-2 社会条件からの留意点

トイレブース側は不衛生となりやすいので日常の清掃が欠かせない。さらに、設備、機器の日常的な点検、保守も機能を維持するうえで必須となる。日常管理を確実にできる体制を整えておくことが必要である。

非放流式の処理装置であるため、浄化槽法や水質汚濁防止法に抵触しないが、トイレの建築物としては建築基準法に従う必要がある。また、設置される地域によっては自然公園法、森林等も考慮する必要がある。

設置場所の自然条件（気温、湿度等）や使用回数によっては余剰水（汚泥）の搬出が必要になる。廃棄物処理法にも留意し、余剰水や汚泥の処理方法、輸送手段、業者等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

本装置は、地下埋設となる単位装置を有しているため、施工時には通常、地盤の掘削、コンクリート打設等が必要である。そのため、装置及び資材の搬入、残土の搬出のための道路が整備されていることが望ましい。

施工時に搬入路が整備されているか否かによって、装置の搬入、施工に要する費用、日数、人員が左右されるため、導入にあたって工期や費用面の十分な検討が必要である。また、本装置を運転していくためには、初期水、電力が必要であるため、これらを確保できる地域が設置の条件となる。そのため、原則として、商用電力が確保できる地域が必須条件となる。さらに、初期水を確保するための方法、定期的な部品交換や保守作業の際の資機材の搬入対策、余剰水や汚泥を系外に搬出するための輸送手段等について十分な検討が必要である。特にスカム、汚泥の系外搬出及び水張り用水の搬入を行うための輸送手段としてはバキューム車使用が条件となるため、施設（装置）の側まで道路が整備されていることが必要である。

## 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

本装置は、水使用・循環処理技術が使われているため、トイレ排水が処理槽で処理され洗浄水として循環・再利用される。そのため、処理水は利用者に不快感を与えない程度に臭気、色、濁りが抑えられている必要があり、さらに、大腸菌群数等が少なく、衛生的であることが望まれる。本装置は、活性汚泥法及び生物膜法を利用した生物処理を基本技術とし、処理機能が十分に立ち上がると処理水の臭気抑制が期待できるものである。しかし、設計上の処理性能を得るためには装置の規模に見合った利用人数となることが必要であり、そのため、装置設計に当たっては利用人数の予測が必要となる。

### 7-2-2 運転・維持管理上の留意点

日常維持管理の目的は、トイレの機能を維持（衛生維持）することにあるため、高い頻度で確実に実施される体制を検討しておく必要がある。

専門維持管理の目的は、設計上の処理機能が発揮されるよう点検及び機器類の調整を行うことにある。特に、水質、汚泥の蓄積状況、ばっ気攪拌状況の点検を行うとともに、ブロワ、ポンプ等の機器類の定期的なメンテナンスを行う必要がある。

専門維持管理は日常維持管理ほどの頻度で実施する必要はないが、異常時には、日常維持管理実施者から専門維持管理実施者へ速やかに連絡が取れる連携体制を構築しておく必要がある。

## 8. 課題と期待

### 8-1 今後の課題

#### 8-1-1 設計上の課題

実証対象装置の最も基本的な課題は使用回数に応じた適正な規模の設定である。現在の設計では第一微生物処理槽の容量が大きく、過大な設計となっているため、処理槽の容量を削減することが可能である。ただし、現在の設計では、容量を大きくし極度の低負荷運転とすることで汚泥の自己酸化を促し、汚泥搬出頻度をきわめて低く抑えていることから、処理槽の容量設定に際して、汚泥発生量との関係を十分に検討する必要がある。また、実証期間中は微生物剤の投入を行わなかったため、実証試験では微生物剤の投入が汚泥減量化に及ぼす影響を確認できなかったが、微生物剤の投入によって有機物分解がどの程度促進されるかが明らかになると、処理槽の容量を設定する際の参考となる。

専門維持管理を確実にを行うためには、槽内のばっ気攪拌状況と汚泥の蓄積状況を確認できるような設計が望ましい。特に、現在の設計では処理水槽上部の作業空間が狭く、槽内の確認が困難である。また、第二微生物処理槽が架台の上に据え付けられているため、足場や階段が設けられていることが望ましい。

また、1台のプロワから吐出される空気が、分岐された空気配管を介して複数の槽に分配される構造となっているため、負荷条件に応じた空気量の調整を行う際にエアバランスが崩れる可能性がある。定格風量の小さなプロワを単位装置ごとに設置する等の工夫をし、空気配管の分岐を少なくする設計が望ましい。空気量が微調整できる適切なバルブの使用、空気逃がしの設置についても検討が必要である。

#### 8-1-2 電力供給の課題

実証対象装置は処理に電力を使用するため、商用電力が整備されている山岳、山麓、海岸、離島、河川敷、観光地等では有効である。太陽光等の自然エネルギーを活用して必要電力を得ることも可能であるが、その場合、消費電力の削減が可能である。消費電力を削減する手法として、省電力タイプのプロワ（定格風量の小さなプロワに多い）を使用し、さらに、負荷条件に応じて間欠ばっ気を行う方法がある。

#### 8-1-2 処理水（循環水）の課題

本技術は、活性汚泥法及び生物膜法を利用した生物処理を行うことで、トイレ排水を洗浄水として循環・再利用する技術であり、実証試験では処理水の臭気抑制効果が高かったことから、一定の成果が得られたと考えられる。

また、実証試験においては大腸菌群数が一般的な污水处理施設の消毒後の放流水と同等あるいはそれ以下の水準であったが、実証試験期間中はトイレ利用者数が少なく、低負荷運転であったために大腸菌群数が少なかった可能性もある。負荷条件によっては処理水の衛生上の安全性が低下するおそれがあるため消毒装置の設置を検討する必要がある。

### 8-1-3 維持管理・保守管理の課題

本実証試験においては、上水の混入やばっ気の停止といったトラブルが発生しており、他の施設においても同様の異常、故障が起こる可能性があるため、専門知識を有した者が維持管理を行う必要がある。

実証対象装置を長期的に運転していく場合、各単位装置の稼働状況や水質に関する管理基準、機器類のメンテナンスに関する基準が設けられていることが望ましい。また、負荷条件に応じた運転条件の調整の考え方を明確にすることも必要である。これらの管理基準を維持管理マニュアル等に反映させることが今後の課題となる。

### 8-2 今後の期待

本技術はトイレ排水を処理して再利用するものであり、環境中へ汚水が直接排出されることなく、また、臭気抑制効果が期待できるため、周辺環境への影響がなく、環境保全に貢献できる技術である。

装置を稼働させるためには電力が必要であるが、自然エネルギーの活用や消費電力の低減が可能と考えられるため、より環境負荷の小さな装置に改善されることが期待される。

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 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値。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 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 (mg/L)	水中に溶解している分子状の酸素量を表す。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 (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 1L につき約 18,000 mg の SS を含んでいる。
pH: 水素イオン濃度 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 (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 (mg/L)	水中でイオン化している塩素量を表す。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ことができる。
TOC: 有機体炭素 (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 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 (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 (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 (個/mL)	大腸菌及びそれに良く似た性質をもつ細菌の総称。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。

用語	解説
色度 (度)	水の色の程度を表す指標。
活性汚泥法	汚水の生物処理法の一つ。活性汚泥とは、主に好気条件下で生息する微生物の集合体で、活性汚泥と汚水をばっ気槽内で接触させると、汚水中の有機物質が微生物の代謝作用等で除去される。
生物膜法	接触材、ろ材、回転板等の表面に付着した生物膜と汚水とを接触させて行う汚水の処理方式。好気的な生物膜を用いる方式と、嫌気的な生物膜を用いる方式がある。
スカム	汚泥を貯留する槽や沈殿槽に発生する浮上物。有機物質の嫌気性分解で発生するメタンや二酸化炭素、脱窒作用で発生する窒素などの気泡が浮遊物質や汚泥等に付着することで、見掛け比重が小さくなり浮上する。
脱窒反応	脱窒素細菌の作用により、水中の亜硝酸性窒素、硝酸性窒素が主として窒素ガスにまで還元される反応。硝化反応と組み合わせることで、汚水中の窒素を除去することができる。
ATU-BOD : 硝化を抑制した生物化学的酸素要求量 (mg/L)	BOD 測定時にアシルチオ尿素 (ATU) をフラン瓶中に加え、フラン瓶中における硝化反応を抑制して得られた BOD。有機物質のみの分解、安定化に要する酸素量を表す。
Orn-N : 有機性窒素 (mg/L)	タンパク質、アミノ酸等の有機窒素化合物に含有される窒素量

## ■資料編 —実証試験場所および装置写真—



写真①実証装置外観



写真②実証装置付近からグリーンロッジを望む



写真③トイレブース内1



写真④トイレブース内2



写真⑤トイレブース内3



写真⑥微生物処理槽



写真⑦処理水槽



写真⑧処理水槽外観