

実証試験結果報告書の概要を示す。

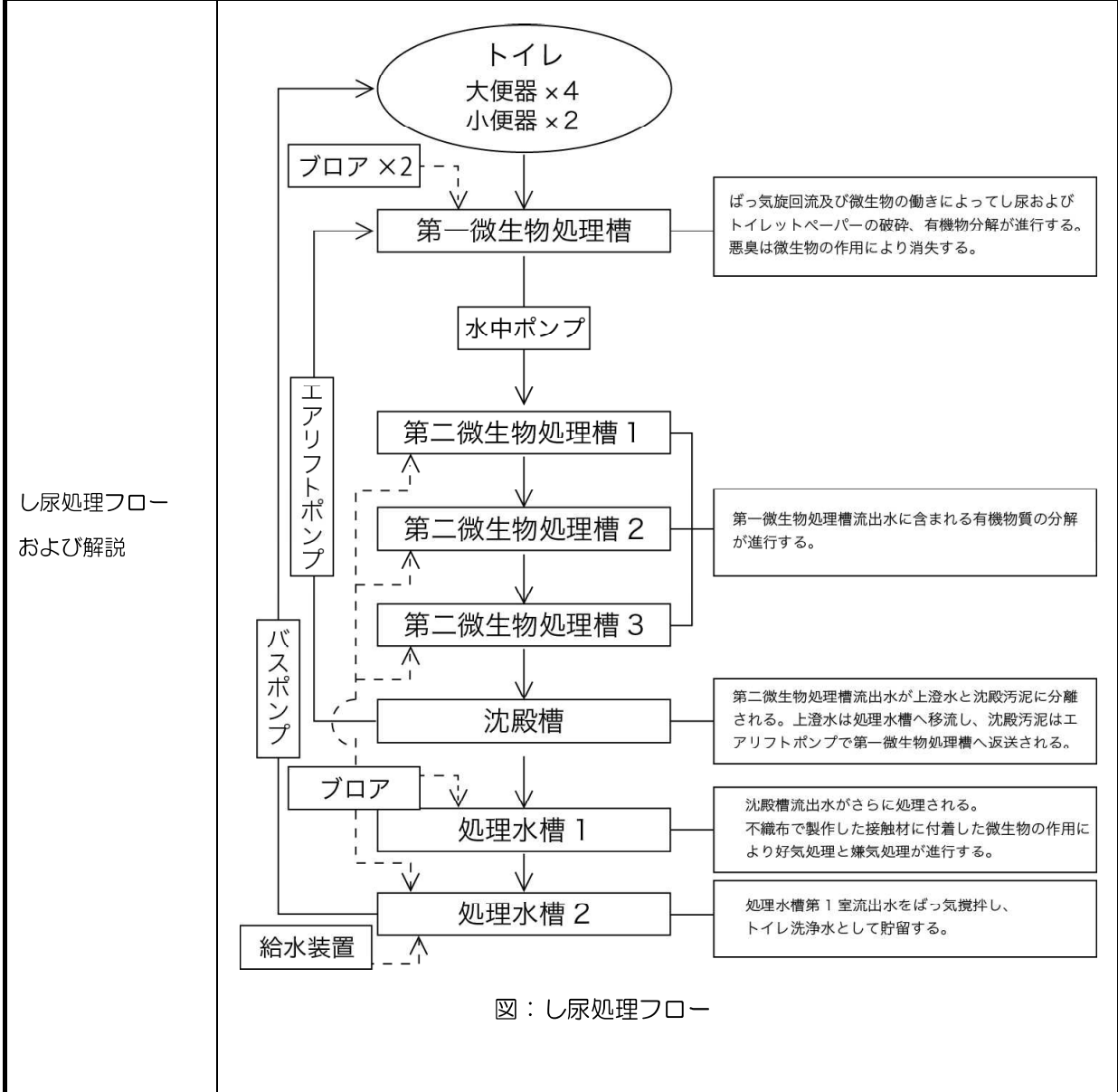
し尿処理方式*	水使用—生物処理—微生物剤投入
実証機関	特定非営利活動法人 日本トイレ研究所
試料採取・分析・解析機関	公益財団法人 日本環境整備教育センター
実証申請者	有限会社 M ファイン技術サービス
処理方式/技術名	バイオトイレシステム「ネイチャー優」

*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 ³ (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

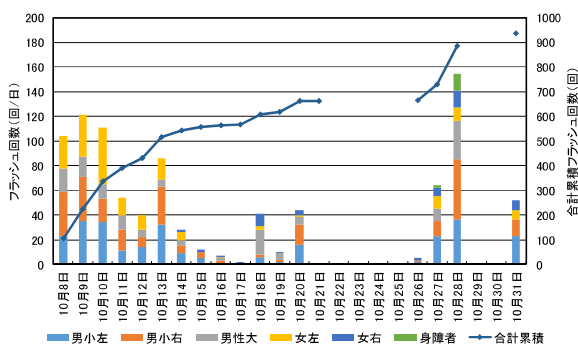
項目	実証結果
実証試験期間	試験期間：平成 29 年 9 月 21 日～平成 29 年 11 月 1 日（41 日間） 越冬期間：なし
利用状況※	使用回数合計：936 回（24 日間） 平均使用回数：39 回/日 ※本実証試験においては、洗浄水ポンプの稼働頻度から便器ごとのフラッシュ回数を計測した。1 回のトイレ使用で複数回フラッシュが行われる可能性があるため、フラッシュ回数は正確な使用人数（回数）を示すものではないが、フラッシュ回数からトイレ使用回数を推計した。
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い：便槽投入
気象条件	気温（最高：21.0℃、最低：-4.4℃）、積雪（なし）
使用水量	初期水量：15m ³ 、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。

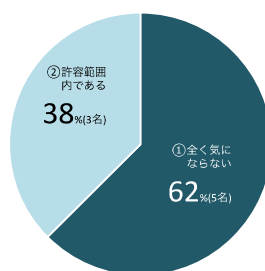


③室内環境

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)



グラフ: トイレ室内の臭気について

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 (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。日常管理を確実に行え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 ³	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。					