

## 環境省

### 平成 28 年度環境技術実証事業

# 自然地域トイレ処理技術分野 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/Σ system  
(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

ETV 環境省

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。

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	株式会社一水工業
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

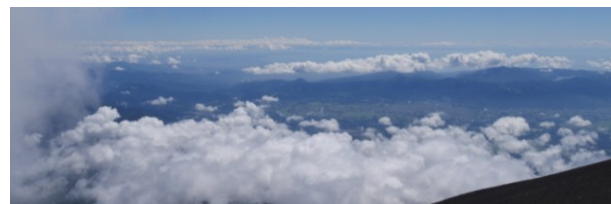
<p>装置の特徴</p>	<p>本実証装置は、平成 16 年 7 月に設置された汚水処理装置を、平成 25 年 7 月に Σシステムを導入することで改修したシステムで、凝集沈殿による物理化学処理を行う。①前処理（嫌気槽、No.3 槽はブロウによるエアレーション）、②凝集分離処理（Σシステム）、③固液分離装置（重力による固液分離が行われ、沈降した汚泥は液中膜により濃縮された後、遠心脱水機により脱水され、脱水汚泥は搬出）、④処理槽（急速ろ過装置を経由する循環処理）で構成されている。</p>
<p>し尿処理フロー および解説</p>	<div style="display: flex; flex-direction: column;"> <div style="margin-bottom: 10px;"> <p><b>※生物処理工程</b> 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="margin-bottom: 10px;"> <p><b>※凝集分離工程</b> 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="margin-bottom: 10px;"> <p><b>※固液分離工程</b> 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> <p><b>※仕上げ・処理水循環工程</b> 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 女子洋式大便器 3 基	
処理能力等 (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
	稼動可能な気温	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。 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）	

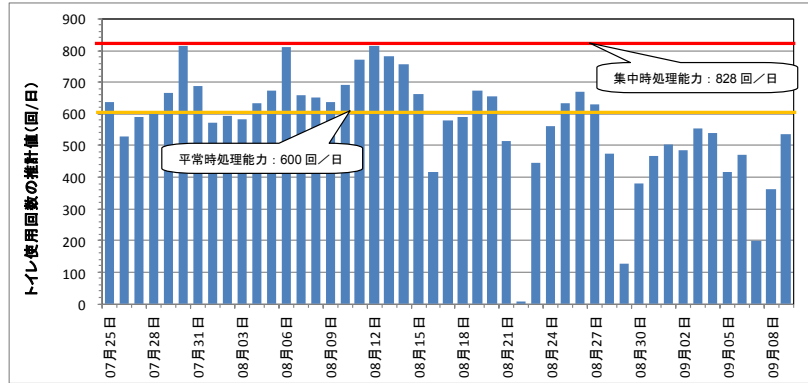
3. 実証試験結果	
①稼働条件・状況	
項目	実証結果
実証試験期間	試験期間：平成 28 年 7 月 25 日～平成 28 年 9 月 9 日（46 日間） 越冬期間：なし
利用状況	使用回数合計：18,900 回（46 日間） 平均使用回数：402 回/日 ※回数が計測できなかったため、御来光館の宿泊者数を 3 回/人として仮定し、利用回数を推計した。 通過登山者の使用もあるが、使用割合が不明のため推計からは除外している。
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い：便槽投入
気象条件	気温（最高：34.8℃、最低：9.1℃）、積雪（なし）
使用水量	初期水量：21.85 t、補充水量：なし 水の確保方法：—
使用電力	脱水機、Σ液薬品攪拌機、アルカリ側薬品攪拌機、凝集槽攪拌機、反応槽攪拌機、Σ側薬注ポンプ、アルカリ側薬注ポンプ、No3 槽水中移送ポンプ、主ブロワー、濃縮汚泥装置ブロワー、濃縮汚泥装置吸引自吸式ポンプ、急速濾過装置用水中ポンプ
	使用量：12.5kWh/日
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段（ブルドーザー） 処理・処分方法（ブルドーザーにより搬出し、し尿処理場にて処分）
②維持管理性能	
項目	実証結果
日常管理	内 容：トイレブースの掃除、トイレトペーパー等消耗品の補充、その他 作 業 量：1 回あたりの作業は 1 人で約 30 分 実施頻度：使用集中時は毎日、平常時は週 1～2 回の頻度で実施
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 3. 試料採取、臭気測定（検知管）
	作 業 量：1 回あたりの作業 2 人で 60 分（試料採取含む） 実施頻度：3 回／実証期間
トラブル	実証期間中にトラブルはなかった。
維持管理の作業性	点検作業は容易に実施できた。
マニュアルの信頼性	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 概ね基本事項や必要事項は記載されているが、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。</li> <li>● 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。</li> <li>● 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。</li> </ul>

### 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。

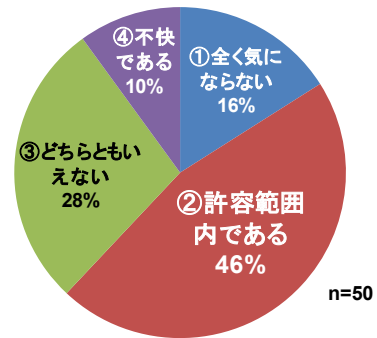
なお、実証期間中、最も使用回数が多かった実績は498回/日で、平常時処理能力に対して83%の使用回数に相当する。



### 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

	総事業費 (18,000千円)	①~②の合計
建設	①本体工事費 (5,000千円)	
	②運搬費等 (0円)	
維持管理 ※実証装置 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事が期待される。

## [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 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					
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					
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。