

環境省

平成 27 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 28 年 3 月

実証機関 : 特定非営利活動法人 山のECHO
環境技術開発者 : 株式会社ハイテックス
技術・製品の名称 : 循環式し尿処理槽／Circulation Water Closet
(水使用—生物処理—薬剤添加(酵素剤))
実証試験実施場所 : アファンの森入口のトイレ
実証番号 : 130-1501

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/>

自然地域トイレし尿処理技術分野

平成27年度 実証試験 (No.030-1501)

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	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	11
4-3 実証装置の設置・建設方法	18
4-4 実証装置の運転・維持管理方法	18
4-5 実証装置の条件設定	18
5. 実証試験方法	19
5-1 実証試験の実施体制	19
5-2 役割分担	20
5-3 実証試験期間	22
5-4 実証試験項目	22
6. 実証試験結果及び考察	31
6-1 実証試験の経過状況	31
6-2 維持管理性能	36
6-3 室内環境	41
6-4 周辺環境への影響	45
6-5 処理性能	46
6-6 試験結果の全体的まとめ	59
7. 本装置導入に向けた留意点	62
7-1 設置条件に関する留意点	62
7-2 設計、運転・維持管理に関する留意点	62
8. 課題と期待	64
8-1 今後の課題	64
8-2 今後の期待	64

■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。

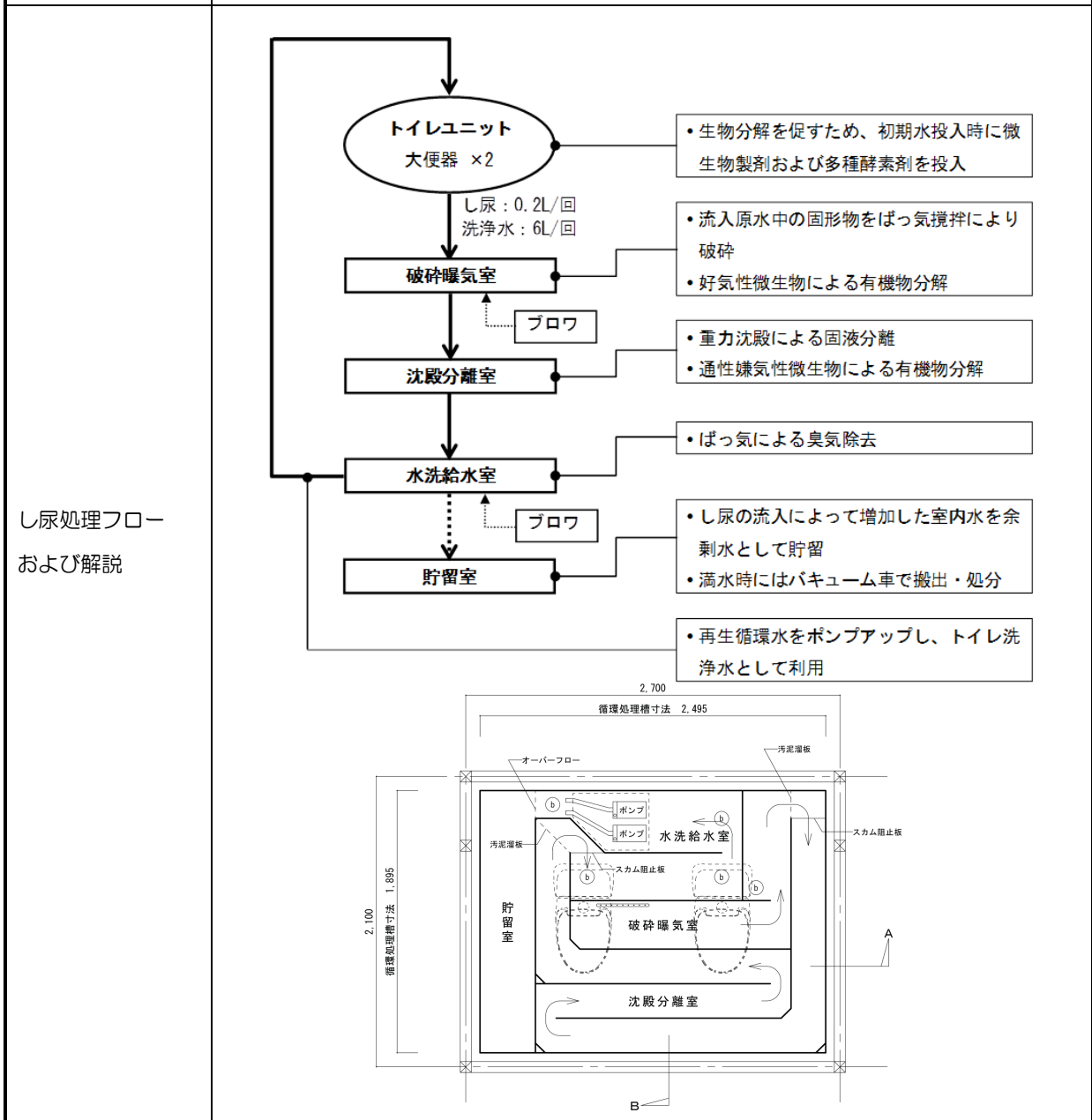
し尿処理方式*	水使用—生物処理—薬剤添加(酵素剤)
実証機関	特定非営利活動法人 山のECHO
実証申請者	株式会社ハイテックス
処理方式/技術名	循環式し尿処理槽／Circulation Water Closet

*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、好気処理および嫌気処理の組み合わせによる生物処理を基本とし、微生物製剤および多種酵素剤を投入することで生物処理の促進を期待している。また、沈殿分離後の処理工程水をばっ気攪拌することで臭気対策を行った上でトイレ洗浄水として再利用する。



2. 実証試験の概要

①実証試験場所の概要

設置場所	アファンの森入口のトイレ
地域(山域等)名等	長野県上水内郡信濃町大井 アファンの森敷地内 (標高: 約 750 m)
トイレ供用開始日※(既設のみ)	平成 25 年 5 月 1 日 ※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



実証試験地



写真左: アファンの森入口から管理小屋と実証装置を望む



写真: 実証装置

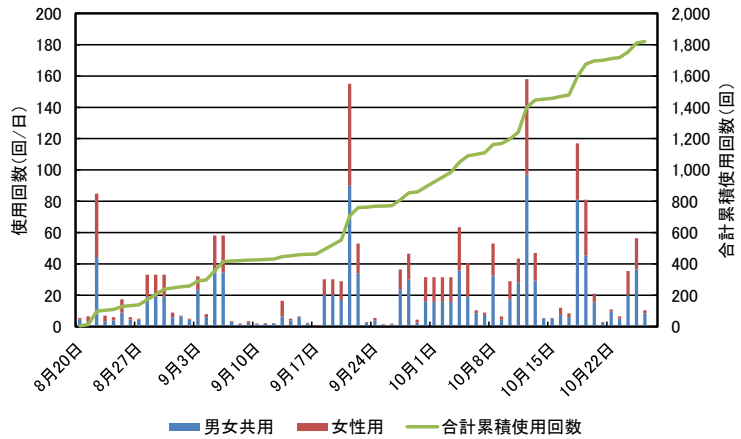
②実証装置の仕様および処理能力

項目	仕様および処理能力		
装置名称	名称: 循環式し尿処理槽／Circulation Water Closet		
設置面積	W 1,895mm x D 2,495mm x H 625mm		
便器数	男女共用 洋: 2		
処理能力等 (設計・仕様)	使用回数 ※	平常時: 50 回/日 (使用集中時: 100 回/日)	
	必要水量	初期水量: 1.9 t (補充水量: なし)	
	必要電力	消費電力量: 1.8 kWh/日	
	必要燃料	不要	
	必要資材	●微生物製剤: 90 g/回 東和酵素(株)製造の悪臭除去微生物剤 (50 億個/g 以上の特殊好気性菌) ●多種酵素剤: 500 mL/回 (10 倍希釈調合液として) (株)美創技研製造の酵素液 ※いずれも初期水投入毎に投入 (2~3 回/年)	
	稼働可能な気温	-15 °C~35 °C (低温時には水温を 2 °C 以上にヒーターで保持)	
	専門管理頻度	—	
搬出が必要な発生物	汚泥は、移動時及びメンテナンス状況で引き抜きが必要と判断した場合は、バキューム車等によりくみ取る。 最終処分方法: し尿処理場		

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 27 年 8 月 20 日～平成 27 年 10 月 27 日（ 68 日間） 越冬期間：なし
利用状況	使用回数合計：1,820 回（68 日間） 最高 158 回/日（10 月 12 日） 平均 27 回/日（68 日間） ※集中時と平常時の利用者数に差異がみられなかったため、全体の最高・平均値を明記する
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：25.5℃、最低：1.4℃）、積雪（なし）
使用水量	初期水量：1.9 t、補充水量：なし 水の確保方法： 上水
使用電力	設備内容：ブロワ、揚水ポンプ、換気扇（機械室、ブース内）、LED 灯、ヒーター ※ヒーターについては実証試験期間中の使用無し 使用量：1.8 kWh/日
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段（車） 処理・処分方法（し尿くみ取り業者によるくみ取り、し尿処理場にて処理）
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：カウンター確認時に毎日実施
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、 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	汚泥、スカムの蓄積状況、ばっ気攪拌状況の点検が困難な箇所があったが、その他の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"> ● 日常管理全般（製品説明）についてはシンプルに記載されており、書面の内容で十分に理解できるものであった。 ● 専門技術者向けの維持管理マニュアルは情報量が少なく、水質や機器類の点検について写真・図等を利用した分かりやすい構成とすることが望まれる。また、閉鎖時対応の記載、発生物の搬出及び処理処分に関しての全量を引き出す旨などの記載も望まれる。

使用回数および維持管理状況グラフ

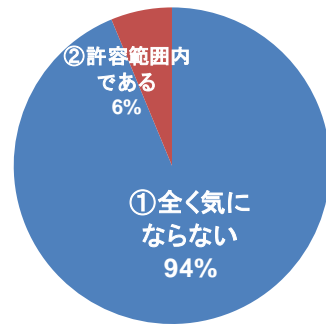
実証試験開始(8/20)から実証試験終了までの実証装置の使用回数及び累積使用回数の推移は、土日祝日に利用者数が増加する傾向が認められた。実証試験期間における1日平均の使用回数は27回/日であり、使用回数が最も多かった日は158回/日に達した。



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。トイレ室内の臭気については、全体の9割が気にならないと答えている。理由として「室内の木の香りがよい」という意見も見られた。洗浄水の色や濁り、機械音などもほとんどの利用者が許容範囲となっていた。(有効回答：49名)

③どちらともいえない 0%
④不快である 0%



④処理性能

- 臭気の確認のため測定したアンモニアガス及び硫化水素ガスはほとんど検出されなかったことから、臭気が抑制されていることが確認できた。
- プロフと散気管を接続した際、風量が低下するケースが認められたが、DOの値が高かったことから、好気条件を維持するための風量は確保されていたことが確認できた。
- 累積使用人数の増加に伴い、BODが上昇する傾向は認められたが、実証試験期間を通して、水洗給水室のBODは設計値(120 mg/L)以下であり、一定の除去性能が認められた。COD、TOCについてはBODと同様の傾向であった。
- 実証試験を通して、大腸菌群数の値は低く、特に気温低下時は一般的な汚水処理施設の消毒後の放流水と同等の水質が得られていた。

⑤コスト

建設	総事業費 (6500 千円) ①～②の合計
	①本体工事費 (6200 千円) 基礎コンクリートは施主様にて施工
	②運搬費等 (300 千円) 設置場所により金額は異なります
維持管理	合計 (215.7 千円) ①～⑥の合計
	①廃棄物処理費 (60.5 千円) ※年間くみ取り金額(3回分)
	②燃料費 (13.6 千円) ※年間電力使用量 647 kWh/年
	③専門管理費 (107.6 千円) ※保守点検年間契約
	④消耗品費 (34 千円) ※年間微生物製剤金額(3回分)
	⑤トラブル対応費 (一 千円) ※トラブル対応なし
⑥その他 (一 千円) ※その他支出なし	

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

- 本装置は地上据え置き型であり、外気温の影響を大きく受ける。処理槽の温度低下対策としてヒーターが設置されているが、配管系統に対する凍結防止、保温対策も必要である。
- 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。
- 余剰水や汚泥を系外に搬出するための輸送手段としてはバキューム車等の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望ましい。

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装置の規模に見合った利用人数となるように設計す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や設置面積等十分な事前調査が必要となる。
- 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ことが必要である。

5. 課題と期待

- 初期水投入時に微生物製剤及び多種酵素剤を添加することを前提として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。
- 専門維持管理を確実に行うためには、室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。
- 本装置では、処理槽の嫌気工程においても高い DO が検出されたことから、ブロワを定格風量のより小さなものに変更することや、間欠ばっ気の導入が可能と考えられる。
- 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、環境負荷のより小さな装置に改善され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		太陽光水洗トイレ/HT-W-3			
し尿処理方式		水処理循環型			
製造(販売)企業名		株式会社ハイテックス			
連絡先	TEL/FAX	TEL 0766-53-0288 FAX 0766-53-0288			
	WEBアドレス	http://www.eco-hitech.jp/			
	E-mail	honda@po7.canet.ne.jp			
サイズ・重量		(例) 全体 未使用時 約 1.8 t (例) W1700mm × D2100mm × H2800mm			
設置に要する期間		受注生産品のため 2~3 ヶ月程度			
製品寿命		10年(電気機器類は対象外)			
コスト概算(円)※		費目	単価	数量	計
イニシャルコスト	トイレハウス本体		7,500,000円	1	7,500,000円
	設置費		80,000円	1	80,000円
	試運転調整		35,000円	1	35,000円
			円	合計	7,615,000円
ランニングコスト	微生物製剤		10,300円	1	10,300円
	くみ取り・給水		25,000円	1	25,000円
	保守点検		60,000円	1	60,000円
			円	合計	95,300円
<p>イニシャルコスト・ランニングコストは目安です。 土木基礎工事の費用は含まれておりません。</p>					

○その他メーカーからの情報

国土交通省の「建設現場における仮設トイレの事例集」に採用されたトイレです。

<http://www.mlit.go.jp/common/001103629.pdf>

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 27 年 8 月 20 日～平成 27 年 10 月 27 日
実証試験場所	アファンの森入口のトイレ
実証機関	特定非営利活動法人山の ECHO 〒105-0004 東京都港区新橋 5-5-1 IMC ビル新橋 9F TEL 03-6809-1518 FAX 03-6809-1412
実証申請者	株式会社ハイテックス 〒939-0401 富山県射水市水戸田 2818 TEL 0766-53-0288 FAX 0766-53-0288
実証対象装置 (し尿処理方式)	循環式し尿処理槽／Circulation Water Closet (水使用—生物処理—薬剤添加(酵素剤))

3. 実証試験実施場所

3-1 実施場所の概要

実証試験場所は長野県上水内郡信濃町大井のアファンの森(標高約 750m)の現地事務所となっているアファンセンターの脇に設置されている。最寄り駅は JR 信越本線黒姫駅(東京からは長野を経由し約 2 時間半)である。本実証装置は平成 25 年 5 月 1 日より供用を開始している。

「アファンの森」のある信濃町は、人口 1 万人ほどの静かな町で、長野県の北端、新潟県境に位置し、信越五岳(妙高・戸隠・黒姫・飯綱・斑尾)に囲まれた高原地である。冬季は日本海型気候の影響で積雪が 1~2 m、気温は-20℃近くになる厳しさもあるが、夏季は「霧下そば」の名があるように霧がでる事が多く、冷涼な気候で過ごしやすい。真夏でも気温 30℃を越える日は数日しかないため、絶好の避暑地となっている。

「アファンの森」は飯綱山に連なる雲仙寺山北東部の麓にあり、東は平坦地で田や畑が広がってお

り、近くには、戸隠を水源とする鳥居川が流れ、やがて千曲川に合流し、新潟へ出ると信濃川となり日本海へ通じている。昭和初期には、鳥居川にもサケが溯上していたようである。周囲の森はスギやカラマツの植林によるものが多いものの、所々にコナラやミズナラを主体とした雑木林が点在している。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 実証試験地広域図

(アファンの森 HP <<http://www.afan.or.jp/af-aboutafan/map.html>>より)

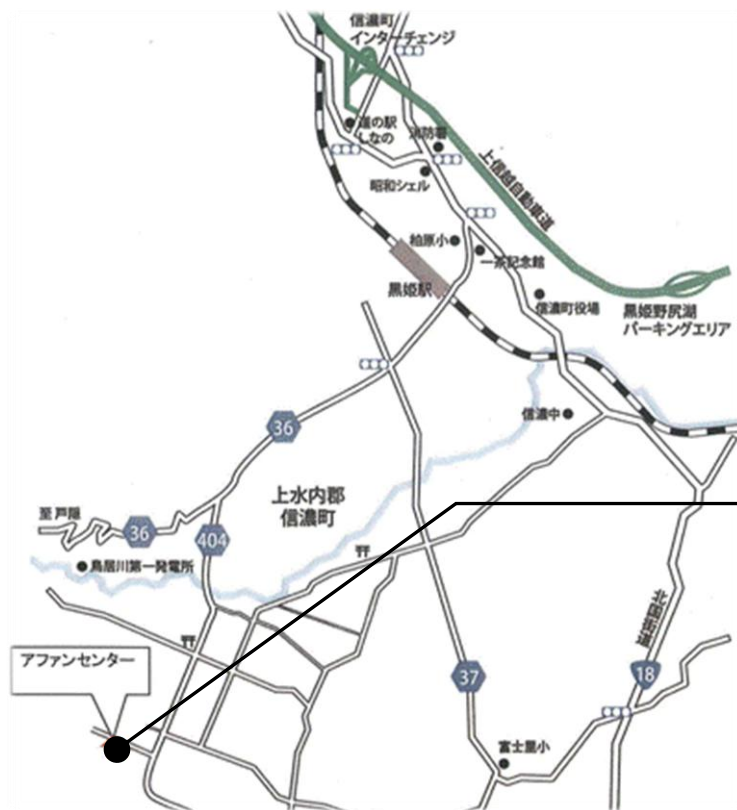


図 3-1-2 実証試験地周辺図

(アファンの森 HP <<http://www.afan.or.jp/af-aboutafan/map.html>>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、気象庁ホームページよりアメダス信濃町観測所の平成26年の観測データを表3-2-1～表3-2-3に示す。

表 3-2-1 気温 (°C) (平成 26 年度)

月	気温(°C)				
	平均			最高	最低
	日平均	日最高	日最低		
1	-3.9	0.9	-9.4	8.4	-14.9
2	-3.0	1.0	-7.4	12.6	-13.9
3	1.0	6.0	-3.9	17.2	-13.1
4	7.0	13.5	0.7	20.7	-4.1
5	13.5	20.1	7.4	27.3	0.4
6	18.4	23.8	14.3	30.0	8.5
7	21.3	26.4	17.3	33.4	13.6
8	22.0	26.8	18.8	31.4	14.9
9	16.8	22.5	11.8	26.9	4.4
10	11.5	17.3	6.5	24.6	-1.8
11	6.6	12.2	1.9	18.8	-4.3
12	-1.2	2.4	-4.9	14.2	-14.2

(気象庁ホームページ <<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>>より)

表 3-2-2 降水量・風向・風速(平成 26 年度)

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	73.0	10.0	5.0	1.5	1.8	7.9	南南西	14.1	北北西
2	83.0	25.0	4.0	1.0	2.2	7.9	南	14.4	北北東
3	151.0	28.0	6.0	1.5	2.2	8.3	北北東	17.8	北北東
4	36.0	13.5	3.0	1.5	2.3	8.2	南	14.2	北西
5	52.5	29.5	7.5	4.0	2.6	11.2	西	22.3	西南西
6	103.5	22.5	17.5	7.0	2.4	10.6	南南西	17.2	南
7	149.5	29.5	25.5	11.5	2.0	7.5	南	12.8	南南東
8	155.5	34.5	13.5	4.5	2.0	9.7	南	16.6	南南西
9	35.0	12.5	7.5	6.0	2.1	6.9	北	13.0	北
10	117.5	36.0	6.5	1.5	2.1	8.2	北西	17.2	西北西
11	52.5	19.0	5.0	1.5	2.0	8.3	南南西	15.3	北西
12	166.5	34.5	6.0	1.5	1.8	8.9	西北西	21.2	北西

(気象庁ホームページ <<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>>より)

表 3-2-3 日照時間・降雪現象(平成 26 年度)

月	日照時間 (h)	雪(cm)		
		降雪の 合計	日降雪の 最大	最深 積雪
1	92.4	163	25	71
2	95.8	155	33	127
3	156.0	140	43	91
4	226.0	5	5	5
5	227.4	0	0	0
6	145.9	0	0	0
7	157.5	0	0	0
8	96.3	0	0	0
9	169.1	0	0	0
10	162.6	0	0	0
11	111.4	0	0	0
12	57.6	252	69	98

(気象庁ホームページ <<http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/>>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、微生物等を用いて汚水を浄化し、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汚濁負荷削減効果が期待できる。

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、固形物の分離にはスクリーニング、沈殿分離方式、ろ過方式、膜分離方式等があり、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。

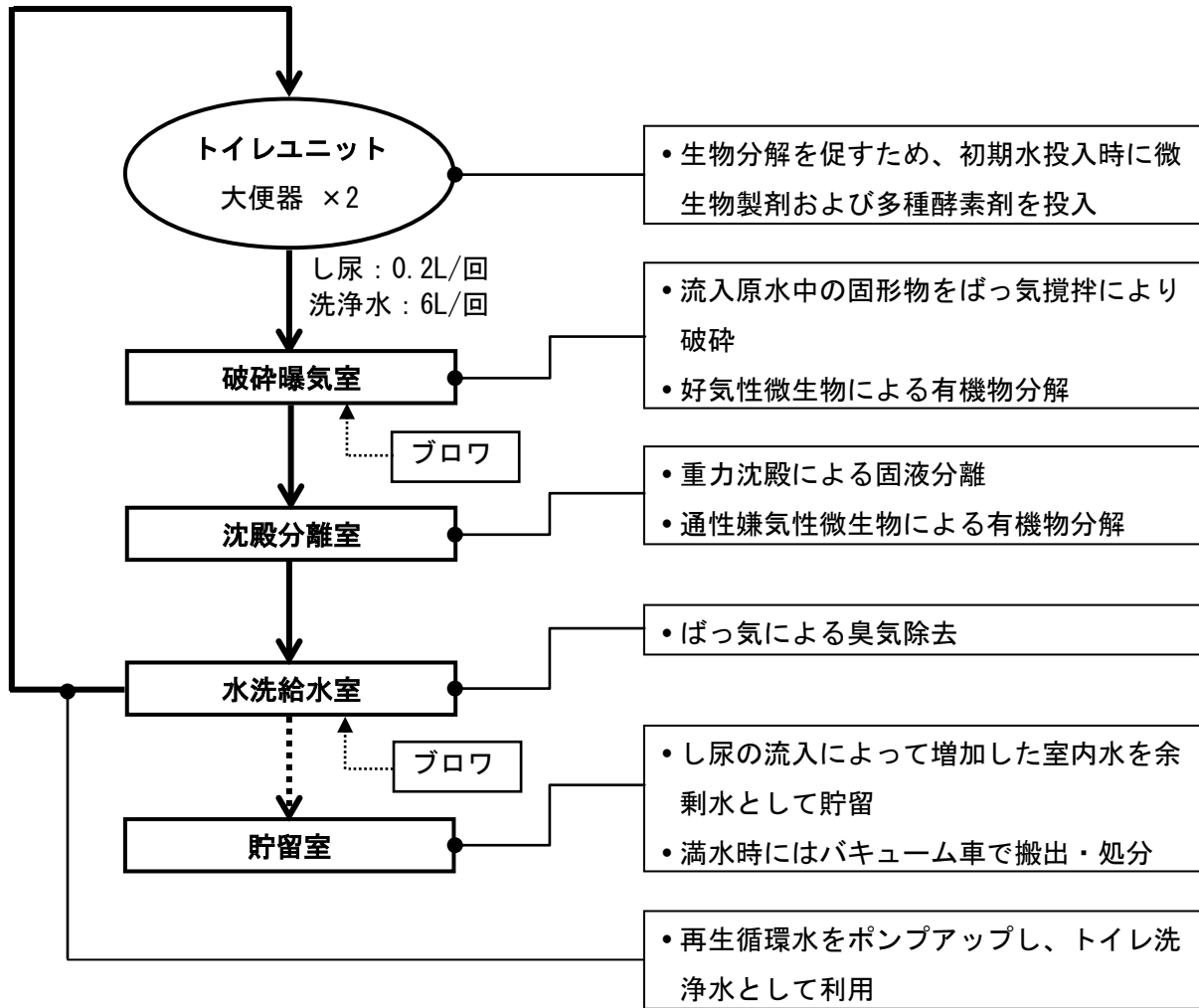
(2) 実証対象技術の特徴

実証対象となる水使用-生物処理-薬剤添加（酵素剤）方式は、固形物の破碎と好気性微生物による有機物分解を行う破碎曝気室、重力沈殿による固液分離を行う沈殿分離室、臭気の除去を行う水洗給水室、し尿の流入に伴い増加した水を余剰水として貯留する貯留室からなる。ブロウを用いて送気することで好気性生物処理を行い、さらに、微生物製剤および多種酵素剤を投入することで有機物分解を促進させる。しかし、利用者数の増加とともに蓄積汚泥量の増加、循環水の濁り、着色および臭気の増加が確認されるようになるため、引き抜き処分が必要となる。すなわち、本装置を運転するためには電気及び蓄積物搬出のための手段が必要である。

本実証装置は、好気処理および嫌気処理の組み合わせによる生物処理を期待しており、さらに、微生物製剤および多種酵素剤を投入することで生物処理の促進が期待される。また、沈殿分離後の処理工程水をばっ気攪拌することで臭気を除去することから、臭気が少なく、利用者に不快感を与えない性状の循環水をトイレ洗浄水として再利用することができる。

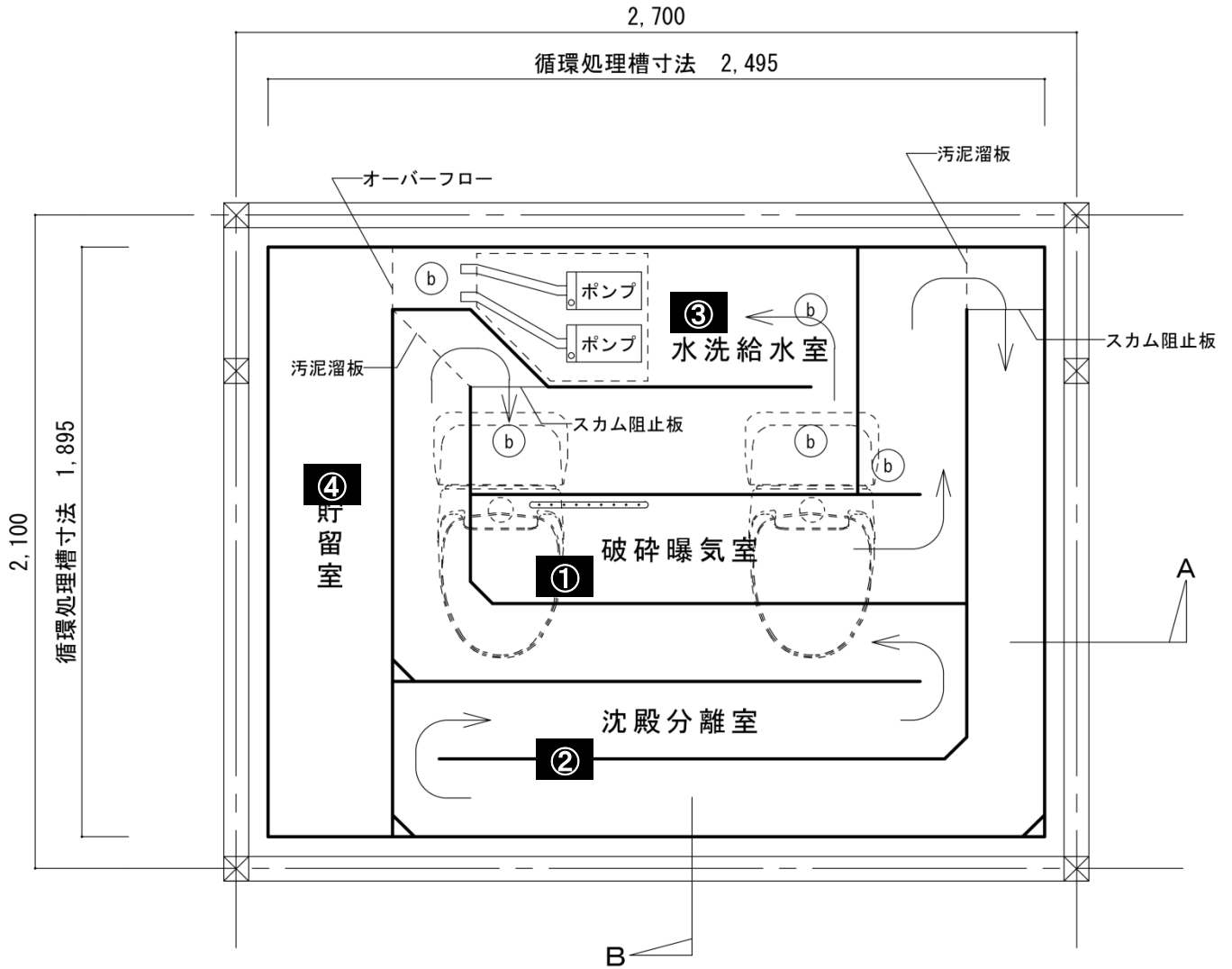
4-2 実証装置の仕様

本実証装置の仕様について、**図 4-2-1** にし尿処理フロー、**図 4-2-2** に処理装置の実寸と有効容積、**表 4-2-1**、**4-2-2** に技術仕様を示す。また、標準設計図については**図 4-2-3**、**4-2-4** に示す。



- ① し尿を約 6L/回の洗浄水で洗浄する。
- ② 破碎曝気室：室内水（容量 0.41m³）をばっ気攪拌し（30L/min）、水流による固形物の破碎と好気性微生物による有機物分解を行う。
- ③ 沈殿分離室：室内（容量 1.01m³）を押し流れて移流する間に、水中の固形物が重力沈殿により分離される。また、通性嫌気性微生物による有機物分解が進行する。
- ④ 水洗給水室：室内水（容量 0.48m³）をばっ気攪拌し、臭気を除去する。室内水は再生循環水としてポンプアップされ、トイレ洗浄水として利用される。
- ⑤ 貯留室：水洗給水室に設けられたオーバーフロー口から余剰水が流入する。満水時（容量 0.30m³）には、貯留された余剰水をバキューム車で搬出し、処分する。

図 4-2-1 し尿処理フロー



① 破碎曝気室 :	実寸 W2.36×L0.35×H0.50	有効容積 0.41 m ³
② 沈殿分離室 :	実寸 W8.08×L0.25×H0.50	有効容積 1.01 m ³
③ 水洗給水室 :	実寸 W1.30×L0.745×H0.50	有効容積 0.48 m ³
④ 貯留室 :	実寸 W1.87×L0.32×H0.50	有効容積 0.30 m ³
		合計 2.20 m ³

図 4-2-2 処理装置の実寸と有効容積

表 4-2-1 技術仕様

企業名		株式会社ハイテックス
技術名称		水使用・循環処理技術
装置名称		循環式し尿処理槽 HT-W-3(2013-4) Circulation Water Closet
し尿処理方式		水使用—生物処理—薬剤添加(酵素剤)
製造企業名		株式会社ハイテックス
連絡先	住所	〒939-0401 富山県射水市水戸田 2818
	担当者	本多 美陽
	連絡先	TEL/FAX: 0766-53-0288
	E-Mail	honda@po7.canet.ne.jp
設置条件	水	初期水のみ(1.9 t)
	電気	必要(1.8 kWh/日)
	道路	使用
使用燃料	燃料の種類	不要
	消費量	—
使用資材	資材の種類	微生物製剤: 東和酵素(株)製造の悪臭除去微生物剤 (50億個/g以上の特殊好気性菌) 多種酵素剤: (株)美創技研製造の酵素液
	投入量	微生物製剤: 90 g/回 多種酵素剤: 500 mL/回(10倍希釈調合液として) ※いずれも初期水投入毎に投入(2~3回/年)
温度	適正稼働が可能な気温	-15℃~35℃(低温時には水温を2℃以上にヒーターで保持)
装置タイプ (トイレと処理装置が一体型)		洋式水洗トイレ(男女共用: 2)
サイズ	処理装置のみ	W 1,895mm x D 2,495mm x H 625mm
重量	処理装置のみ	0.35 t
処理能力 0.2 L/回として算定	平常時	50 回/日(10 L/日)
	使用集中時	100 回/日(20 L/日)
	性能提示値	BOD 120mg/L 以下
その他(特記事項)		し尿くみ取り業者によるくみ取り、し尿処理場にて処理 【特色(メーカーより)】 ①省エネ・省資源・無放流・循環型: 悪臭発生を極力制御するため微生物製剤及び多種酵素剤を併用しながら破碎曝気し処理水を水洗水として循環利用する省エネ・省資源型処理装置。自然環境公園や河川敷、災害時対策などに最適である。 ②悪臭からの解放: 汲み取り式トイレの「悪臭」や「汚いイメージ」を払拭。

表 4-2-2 主要機器の仕様

機器名	メーカー名	台数	仕様 (1台あたり)
ブロワ	フジクリーン 型番: MAC30	3	30 L/min. 消費電力 21 W
揚水ポンプ	三相電機 型番: PMD-1561B2F	2	100 L/min. 消費電力 230 W
機械室換気扇	三菱電機 型番: VX-12M6	1	消費電力 4.7 W
ハウス室内換気扇	三菱電機 型番: V-08P7	2	消費電力 2 W
LED 灯	アイリスオーヤマ 型番: LDA6N-H-S	2	消費電力 6 W
ヒーター	ジェックス 型番: SH220	1	消費電力 220W 制御温度範囲 15~35℃ ヒーター寸法 幅 53×長さ 184×高さ 48 サーモスタット寸法 幅 36×長さ 77×高さ 33

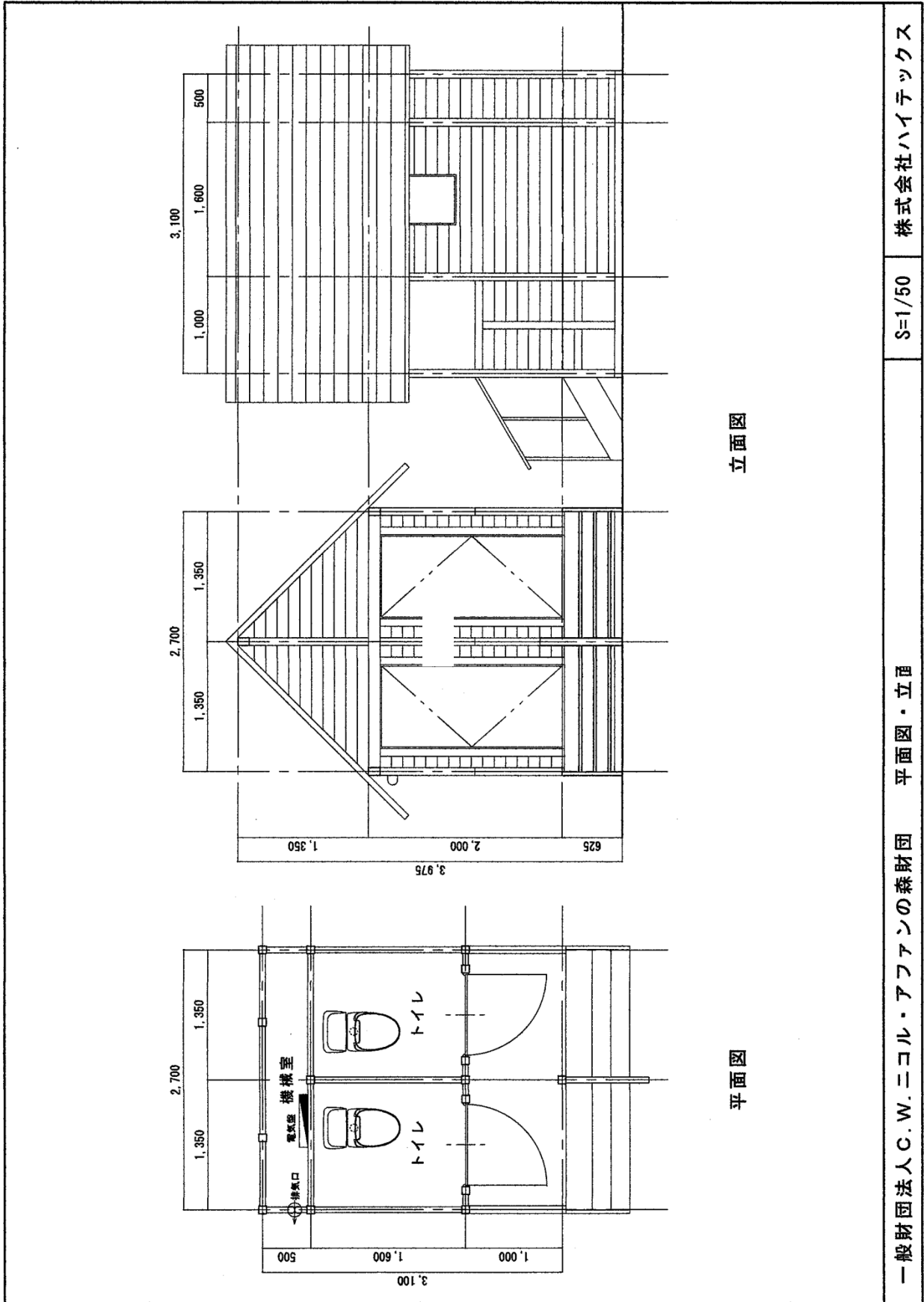


図 4-2-3 標準設計図 (建屋平面図・立面図)

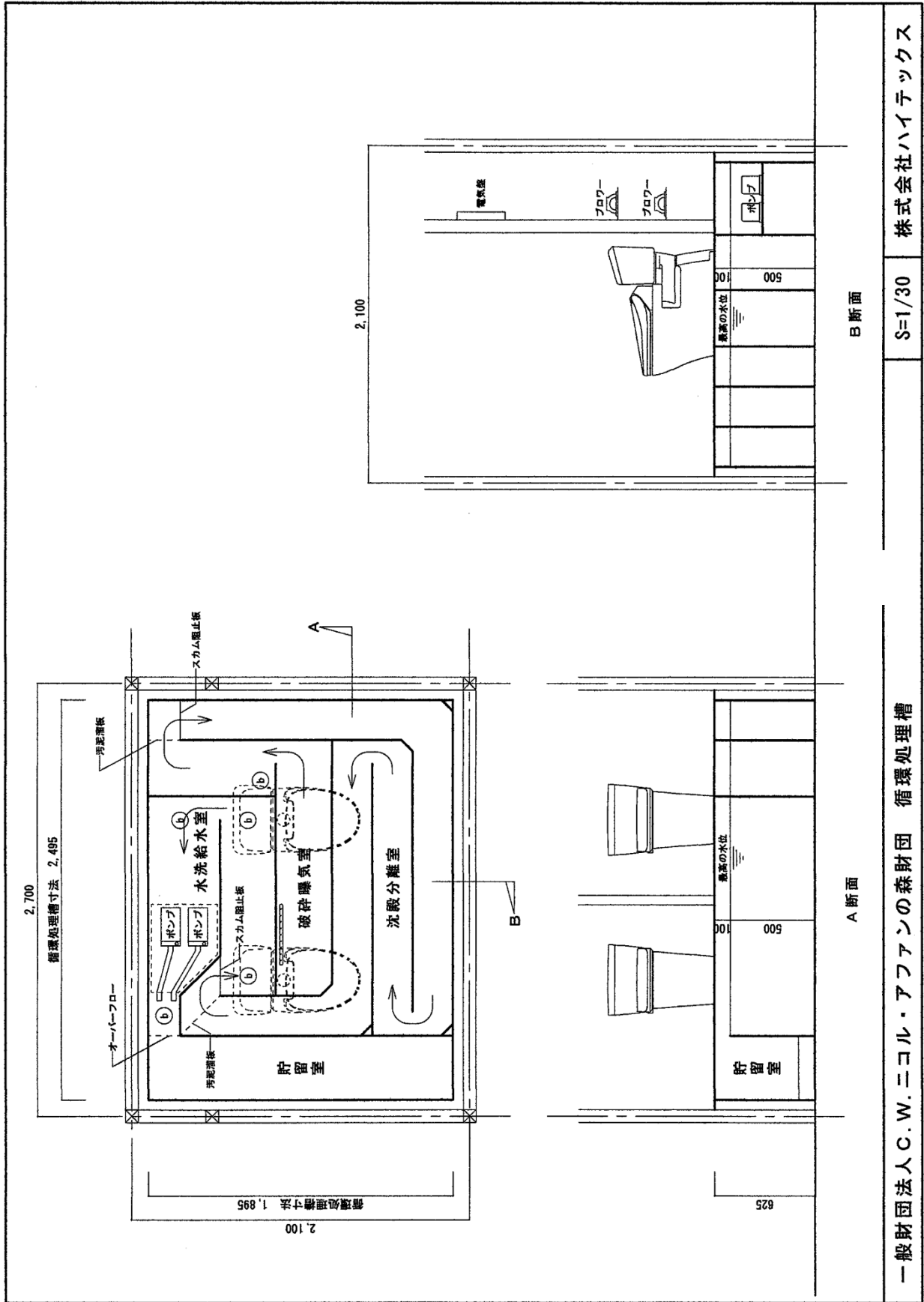
株式会社ハイテックス

S=1/50

平面図・立面

図

一般財団法人 C.W. ニコル・アファンの森財団



株式会社ハイテックス

S=1/30

一般財団法人C.W.ニコール・アファンの森財団 循環処理槽

図 4-2-4 標準設計図 (循環処理槽平面図・立面図)

4-3 実証装置の設置・建設方法

本実証装置は、実証申請者である株式会社ハイテックスが平成 25 年 5 月 1 日に設置した。

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維持管理とトラブル対応は日常維持管理者である一般財団法人 C.W ニコル・アフアの森財団アフアセンターが、また専門維持管理は、株式会社ハイテックス立会いの下、特定非営利活動法人山のECHO及び公益財団法人日本環境整備教育センターが行った。

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 25 年 5 月 1 日
インフラ条件	給水	上水	なし
		雨水	なし
	電源		あり
	道路		敷地内に舗装道路は無いが、実証装置前までは車の進入が可能
使用条件	利用形態		水洗
	使用期間		通年使用
	使用集中時等の制限		特になし
	トイレトペーパー		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—薬剤添加（酵素剤）方式実証試験計画（平成 27 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。

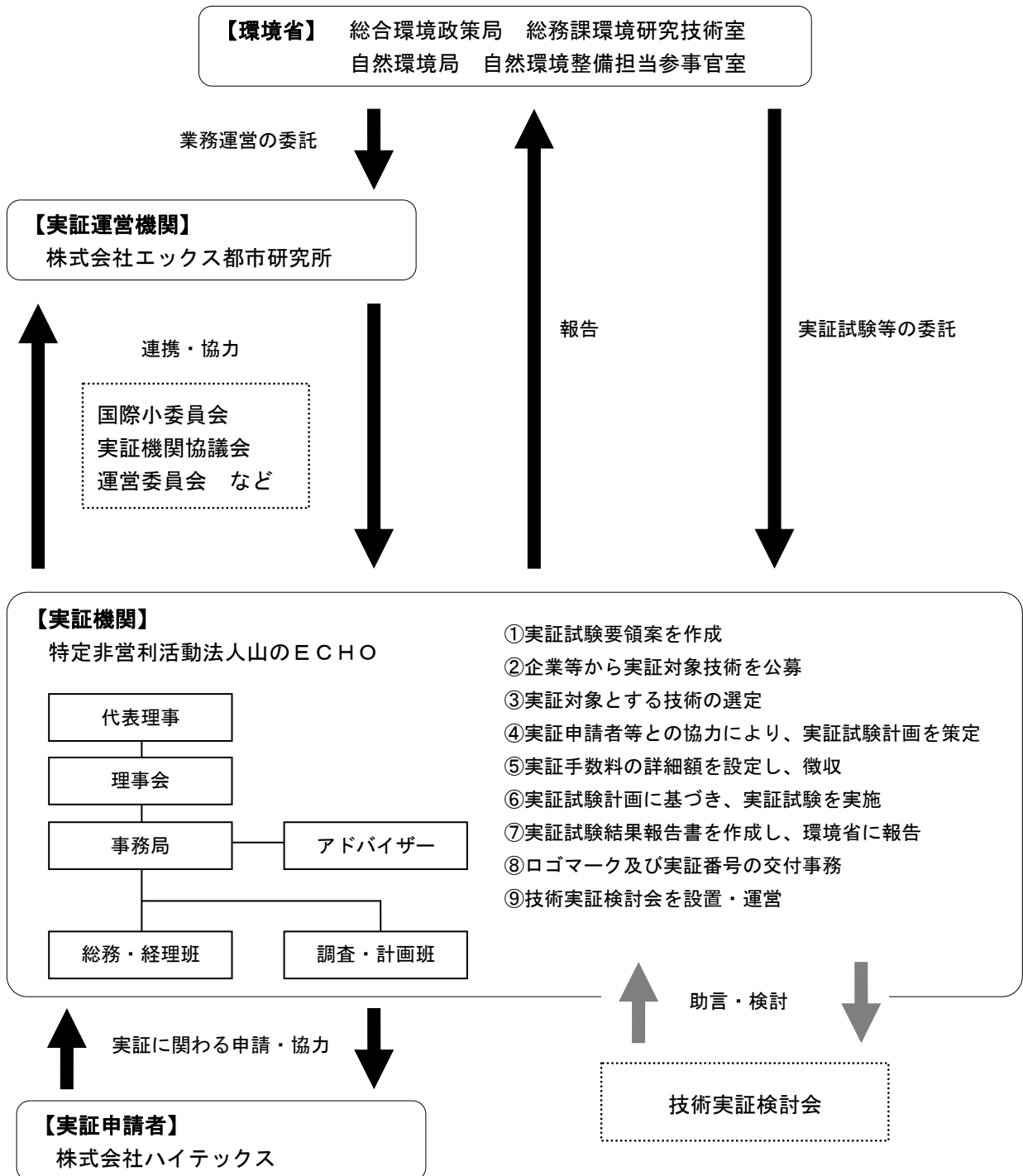


図 5-1-1 実施体制図

表 5-1-1 技術実証検討員

名 前	所属・肩書き
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
平野 潤	静岡県くらし・環境部環境局 自然保護課 課長
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 山のECHO
	〒105-0004 東京都港区新橋 5-5-1 IMC ビル新橋 9F TEL: 03-6809-1518 FAX: 03-6809-1412 平澤 恵介 / 加藤 篤 E-Mail etv@yama-echo.org
試料採取・分析	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
運転・維持管理	一般財団法人 C.W.ニコル・アフアの森財団 アフアンセンター
	〒389-1316 長野県上水内郡信濃町大井 2742-2041 TEL: 026-254-8081 FAX: 026-254-8082 石井 敦司
実証申請者	株式会社ハイテックス
	〒939-0401 富山県射水市水戸田 2818 TEL/ FAX: 0766-53-0288 本多 美陽 E-Mail honda@po7.canet.ne.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 11 版（平成 26 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、実証試験要領を参照のこと。

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 山のECHO	<ul style="list-style-type: none"> 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・計画班 (代表理事) 上 幸雄 (研究員) 加藤 篤 (理事) 平澤 恵介 総務・経理班 原田 雄美
実証申請者	株式会社 ハイテックス	<ul style="list-style-type: none"> 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 本多 美陽
日常的な 運転・維持 管理者	一般財団法人 C.W.ニコル・ア ファンの森財団	<ul style="list-style-type: none"> 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 <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>	アファンセンター 石井 敦司
専門的な 運転・維持 管理者	公益財団法人 日本環境整備教 育センター	<ul style="list-style-type: none"> ①実証試験計画に基づき試料採取・分析を実施 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 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	
	平成 27 年	8 月 20 日 (木) 実証開始日
第 1 回	平成 27 年	9 月 2 日 (水) 実証開始から 13 日目
第 2 回	平成 27 年	9 月 28 日 (月) 実証開始から 39 日目
第 3 回	平成 27 年	10 月 27 日 (火) 実証開始から 68 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	山の ECHO 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	自動開閉カウンター(実証装置に装備)を用い、記録	都度 (自動記録)	山の ECHO アファンセンター
水	必要初期水量 (m^3)	初期水投入段階に記録	開始時	山の ECHO 日本環境整備教育センター
	増加水量 (m^3)	装置の水位から計算し、記録	試料採取時	
	引き抜き量 (m^3)	引き抜き時に記録	都度	
汚泥	引き抜き量 (m^3 、kg)	引き抜き時に記録	都度	
電力	消費電力量 (kWh/日)	電力計(実証装置に装備)を記録	1 回/日 (自動記録)	
気温※	設置場所の気温	自動計測器を設置して測定	1 時間間隔	

※ 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、各トイレブースのドアに設けられた自動開閉カウンター（実証装置に装備）を用いた。利用者カウンターの外観を図 5-4-1-1 に示す。

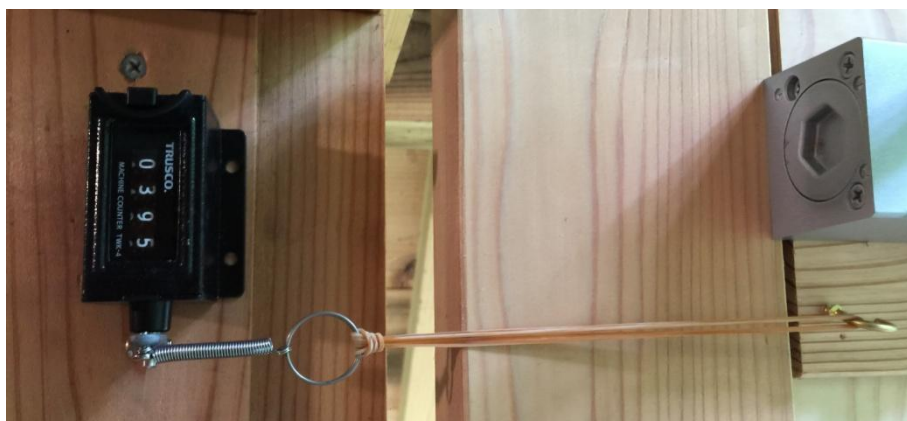



図 5-4-1-1 利用者カウンターの外観

(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 および 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°C
	e.測定表示	0.1°C
	f.測定精度	typ.±0.3°C(-20~80°C) typ.±0.5°C(-40~20°C/80~110°C) typ.±1.0°C(-60~-40°C/110~155°C)
	g.動作環境	温度:-40~80°C
	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	実施時	山のECHO アフアンセンター
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	山のECHO 日本環境整備教育センター
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	山の ECHO
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 5-4-1-2 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 および 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°C 湿度: 10~95%RH
	e.測定表示	温度: 0.1°C 湿度: 1%RH
	f.測定精度	温度: typ.±0.3°C 湿度: ±5%RH
	g.動作環境	温度: -10~60°C 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)	山のECHO 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。

(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	水洗給水室またはロータンク内
処理工程水	破砕曝気室内水、沈殿分離室流出水
汚泥	搬出汚泥

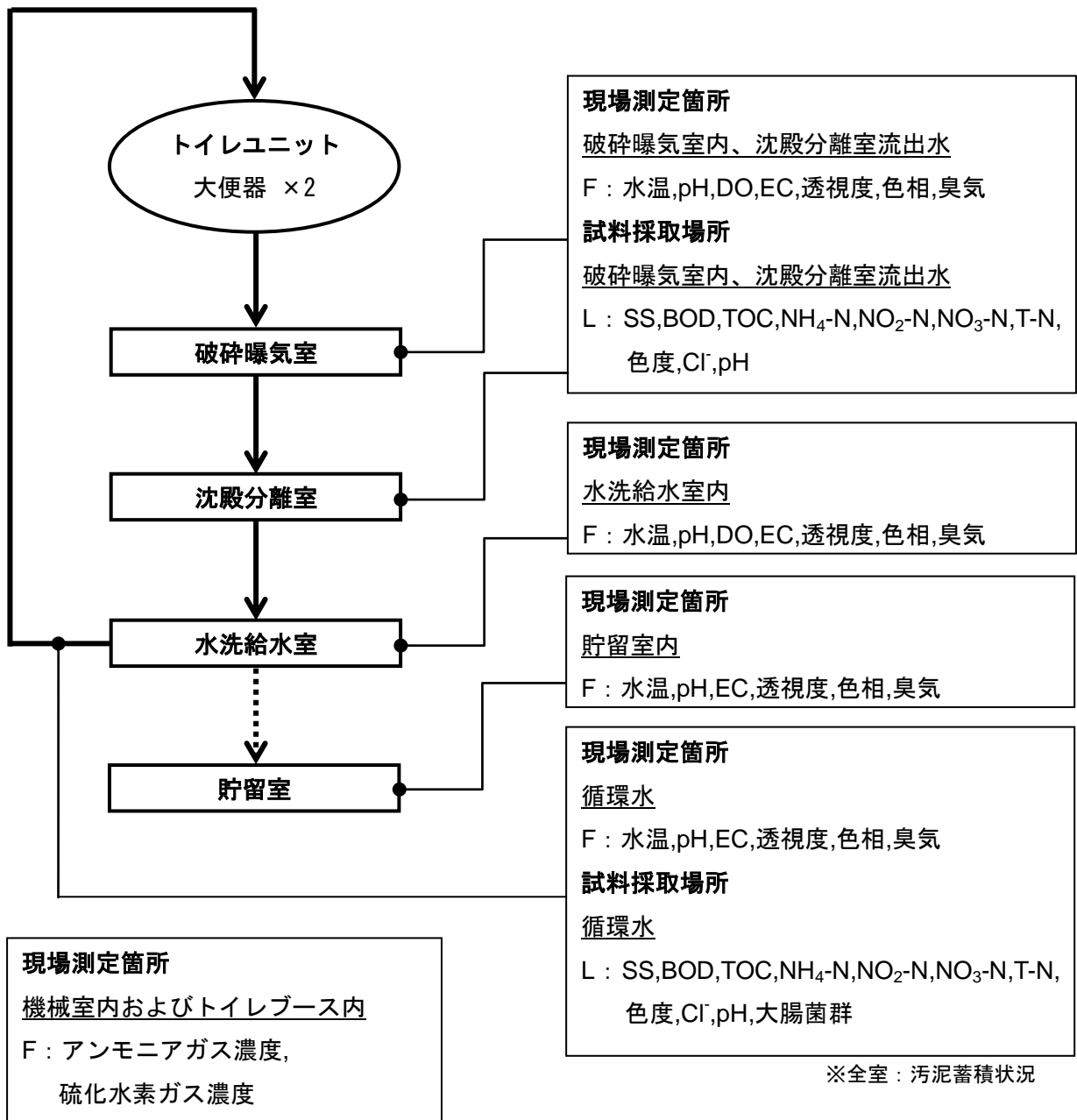


図 5-4-5-1 試料採取場所と分析項目

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	
	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	
	有機性炭素 (TOC)	JIS K0102 22	L	
	生物学的酸素要求量 (BOD)	JIS K0102 21	L	
	塩化物イオン (Cl ⁻)	下水試験方法第2編第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	
	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	
	アンモニア性窒素 (NH ₄ -N)	下水試験方法第2編第1章第25節	L	
	亜硝酸性窒素 (NO ₂ -N)	下水試験方法第2編第1章第26節	L	
	硝酸性窒素 (NO ₃ -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	
	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	
	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	
	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	

※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。

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。

調査回数は、集中時、集中時後（平常時①）、気温低下時（平常時②）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。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27年 9月2日 (水)	実証開始から13日目
第2回	平成27年 9月28日 (月)	実証開始から39日目
第3回	平成27年 10月27日 (火)	実証開始から68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

(流水状態で採取=洗浄水フラッシュ時) (必要に応じ0.5~2L)

(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50~500g)

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)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 5-4-5-1**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27年8月20日(計測機器の設置)から平成27年10月27日(最終の試料採取及び計測機器の撤去)までである。

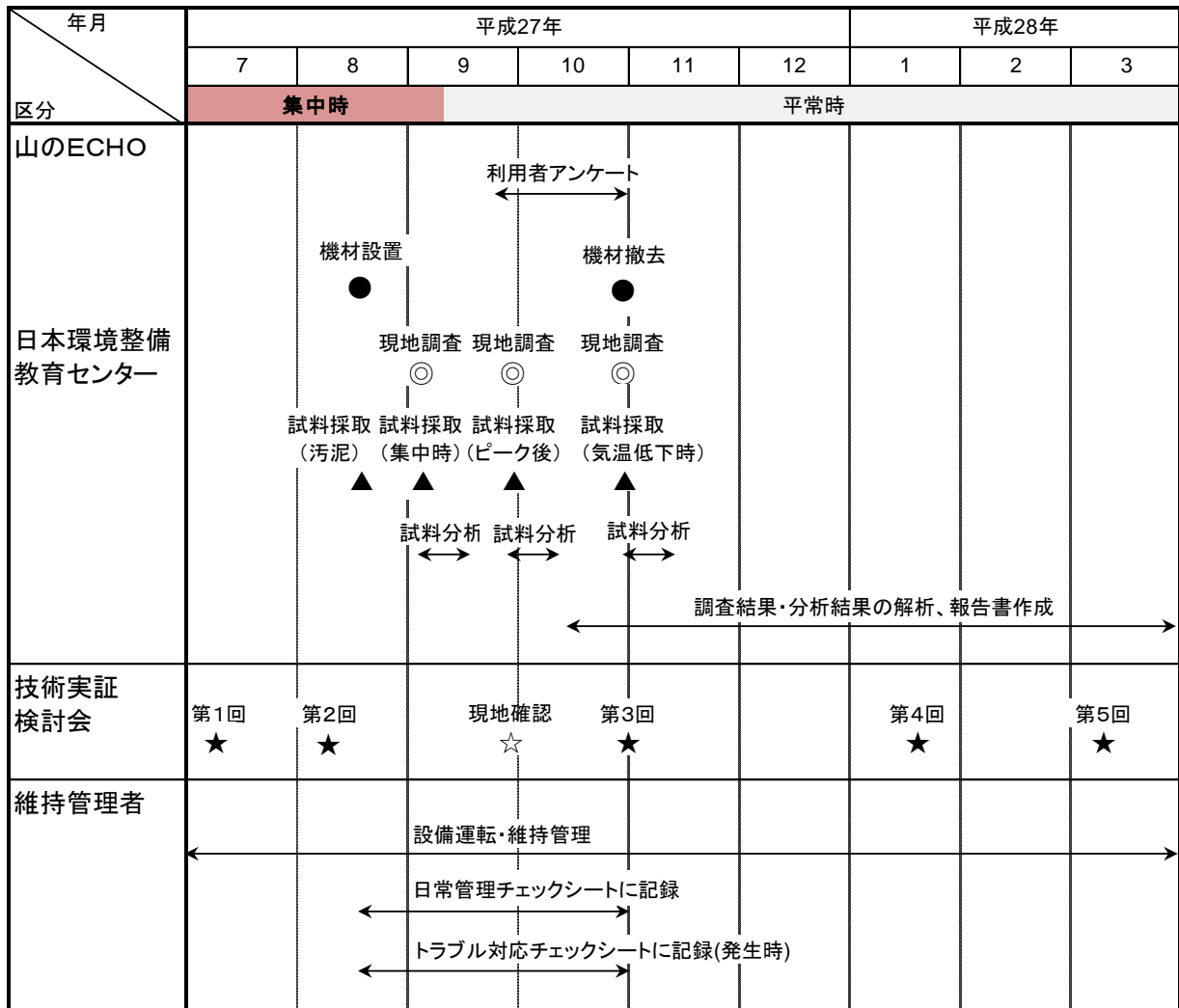


図 6-1-1 実証試験事業の全体スケジュール

表 6-1-1 運転状況

日時	経過日数	作業内容等
8/20(木)	—	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:汚泥試料採取、室内水・汚泥搬出
9/3(木)	14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
9/28(月)	39日後	検討会(現地調査) 第3回現場調査:試料採取、臭気・水質測定、設備チェック
10/27(火)	68日後	第4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 室内環境アンケート終了 実証対象装置の実証試験終了

※実証対象装置の供用開始は平成25年5月である。また、実証試験終了の翌日(10/28)には、満水が近づいたため室内水及び汚泥の搬出を行った。

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信濃町観測所(北緯36度48.5分、東経138度11.8分、標高685m:実証装置から直線距離で約4.5km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気象統計情報(<http://www.jma.go.jp/jma/menu/report.html>)から引用した。

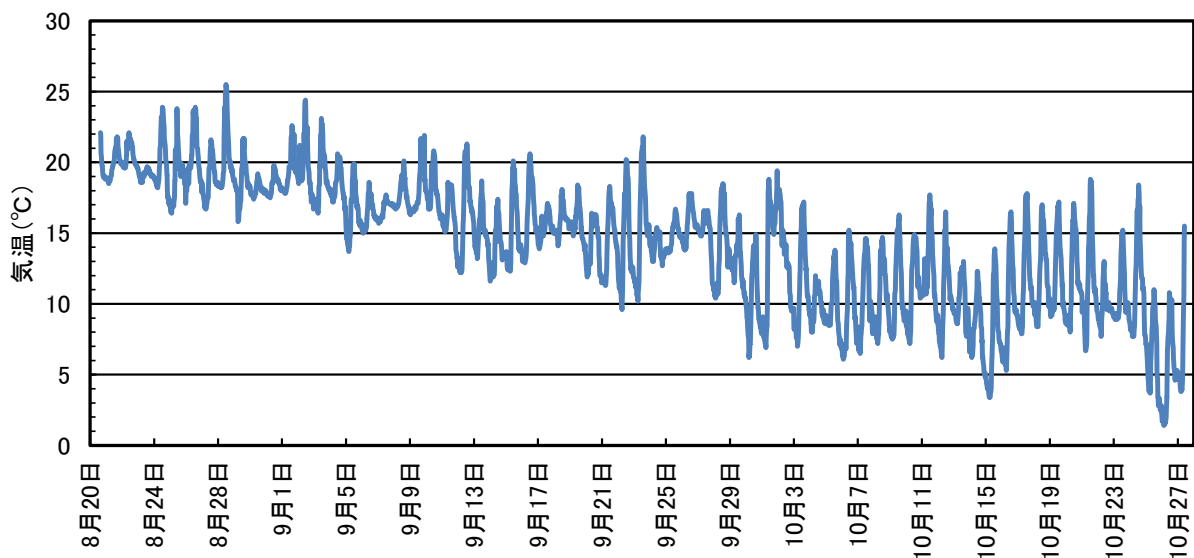


図 6-1-1-1 実証装置設置場所における気温データ

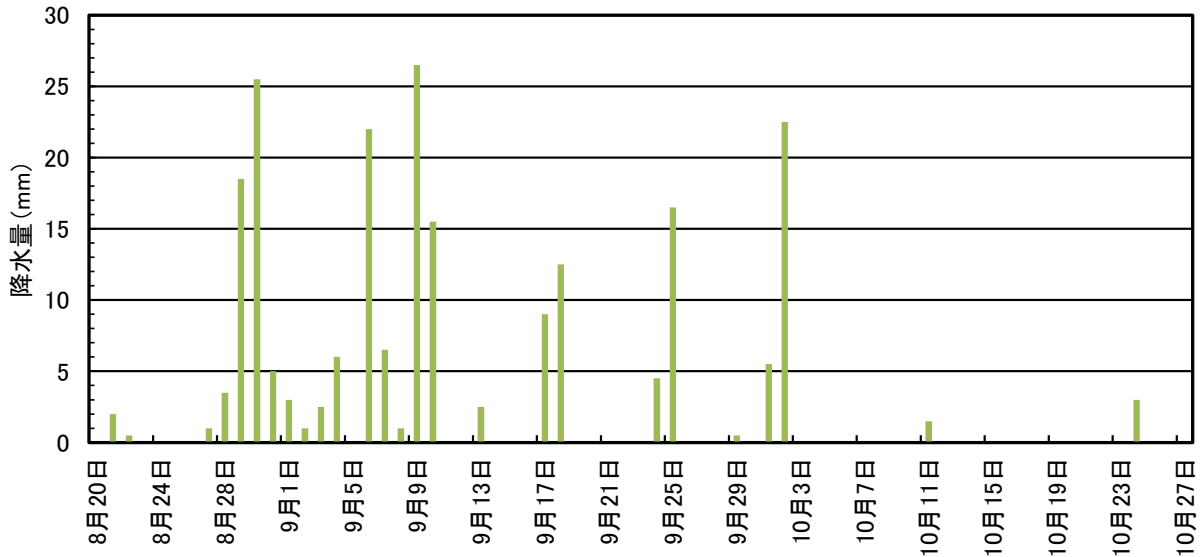


図 6-1-1-2 信濃町観測所における降水量データ

(2) 消費電力量

消費電力量の推移について図 6-1-1-3 に示す。1 日当たり平均消費電力量は、実証試験期間 (8/20 ~10/27) で 1.73kWh/日であり、集中時、平常時を通して大きな変動は認められなかった。なお、9/8 及び 9/9 についてはデータが欠損していた。

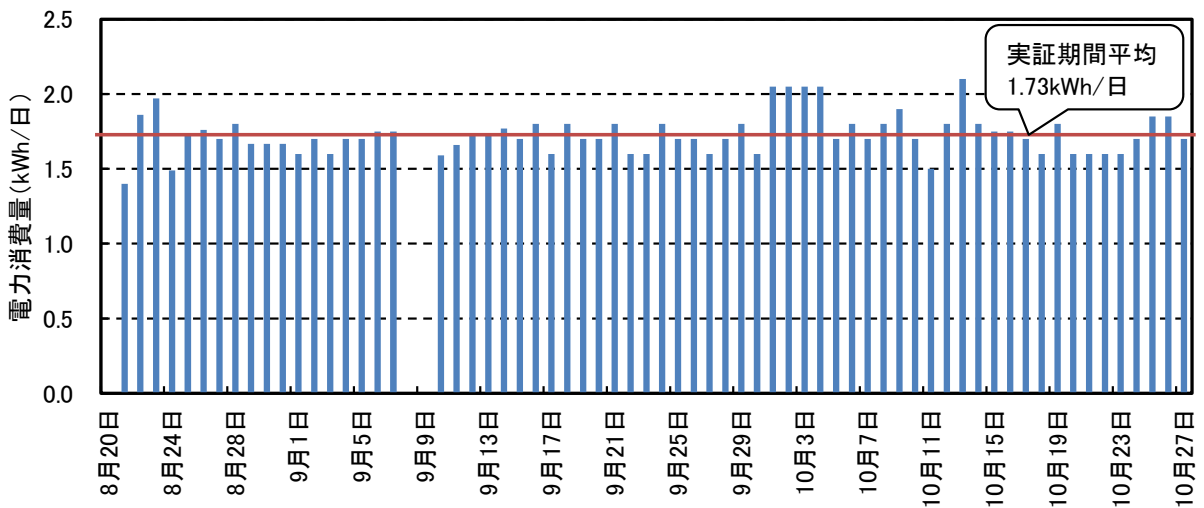


図 6-1-1-3 消費電力量

(3) 使用回数

実証試験開始 (8/20) から実証試験終了までの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 及び図 6-1-1-4 に示す。

利用集中時と平常時が明確にならず、土日祝日に利用者数が増加する傾向が認められた。実証試験期間における 1 日平均の使用回数 (男女共用と女性用の合計使用回数の平均値) は 27 回/日であり、使用回数が最も多かった日は 158 回/日に達した。

表 6-1-1-1 試料採取日前日までの使用回数

区分	採取日	稼働日数(8/20～) (日)	累積使用回数(8/20～) (回)	1日平均使用回数 (8/20～) (回/日)
第1回試料採取	9/3	14	259	19
第2回試料採取	9/28	39	809	21
第3回試料採取	10/27	68	1,820	27

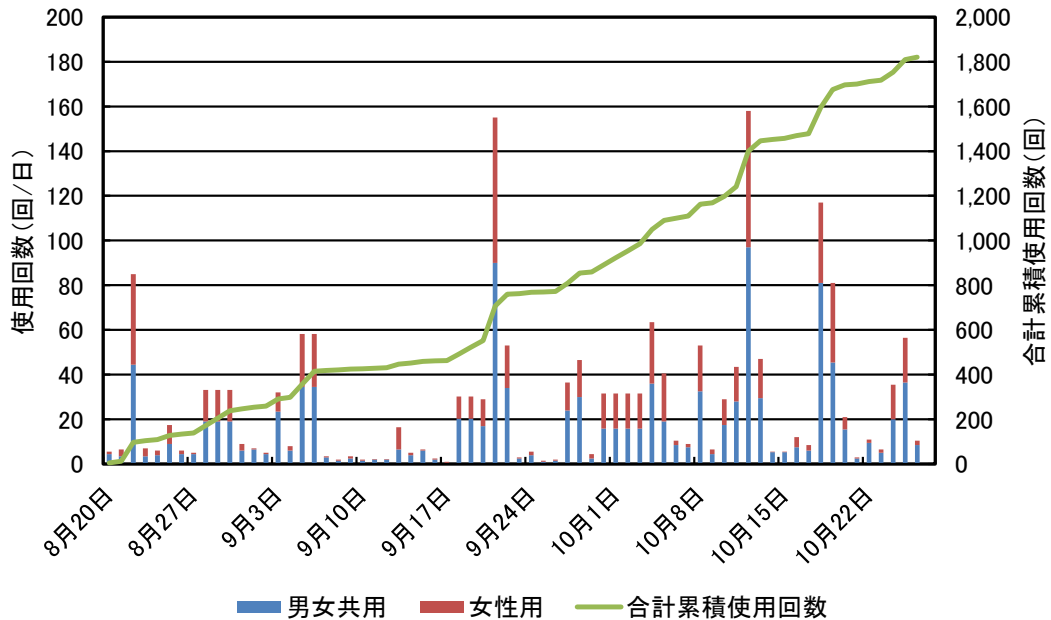


図 6-1-1-4 実証装置使用回数の推移

6-1-2 稼働条件・状況のまとめ体裁

<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(8/20)から9月初旬まで20℃前後で推移したが、試験期間の終了段階である10月下旬には日間平均気温が10℃程度まで低下した。

実証試験期間における最高気温は25.5℃、最低気温は1.4℃であった。

<消費電力量>

実証試験期間(8/20～10/27)の1日当たり平均消費電力量は1.73kWh/日であった。実証対象装置はブロワが連続稼働するため、使用回数に関わらず一定の電力を消費する。便器洗浄のための揚水ポンプを稼働させるための電力量は使用回数が増加する土日祝日に上昇するが、消費電力量全体に占めるブロワ消費電力量の割合が高いため、実証期間を通して1日当たり平均消費電力量に大きな変動は認められなかった。

実証試験期間における利用者1人当たりの消費電力量を算出すると、63Wh/人となった。

<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 1,820 回で、単純平均すると 1 日当たりの使用回数は 27 回/日であった。

実証試験期間で平常時の処理能力 (50 回/日) を超える利用実績があったのは延べ 11 日で、うち 3 日は集中時処理能力 (100 回/日) を超えた利用実績であり、最も利用が多かった利用実績は 158 回/日であった。

設計上の処理能力を超える利用は土日祝日に偏っており、過負荷状態が長期間連続する状況は認められなかった。

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-処理-方式方式実証試験計画（平成 27 年 8 月）の日常管理チェックシートの内容に従い、アフアンセンターが実施した。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（カウンター確認時）
実施者	アフアンセンター
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-処理-方式方式実証試験計画（平成 27 年 8 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27年 9月3日	人数：2人
	第2回	9月28日	人数：2人
	第3回	10月27日	人数：2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	約 1 時間（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	汚泥、スカムの蓄積状況、ばっ気攪拌状況の点検が困難な箇所があったが、その他の点検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、汚泥の蓄積、循環水の着色・濁り、難分解性物質等の濃縮が進行するため、室内水及び汚泥の定期的な引き抜き処分が必要となる。

実証試験の開始日(8/20)に、蓄積していた汚泥及び室内水の全量(1,620L)を搬出した。処理装置内は死角が多く、汚泥の引抜き作業が困難な箇所が認められたが、汚泥、スカムは作業者が立つ処理装置手前側に多く蓄積する傾向があるため、引抜き作業後に多量の汚泥が室内に残留する可能性は低い。

6-2-4 トラブル対応

実証試験期間中、トラブル対応が必要な現象は認められなかった。

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、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 : 株式会社ハイテックス
技術名 : 循環式し尿処理槽 HT-W-3(2013-4)
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	無	
	2. 処理の仕組み	無	
	3. 各部名称	無	
	4. 主要機器一覧	無	
	5. 運転・使用方法	有	シンプルに記載されており、書面の内容で十分に理解できるものであった。
	6. 日常点検・清掃・頻度	有	清掃時に化学薬品でなく純正洗浄液を使用することがポイントとなっている。
	7. 製品仕様	無	
	8. 充填材	無	
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	無	
	12. 循環水等	無	
	13. 補修・交換部品	有	制御盤ボタン電池に関する記載あり。消耗度の高い状態の機器類に関する例示があるとよい。
	14. 充填材	有	微生物製剤及び多種酵素剤の投入について記載されている。
3. 開始・閉鎖時対応	15. 開始・閉鎖時対応	有	開始時の作業内容のみ記載されている。
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)	有	
5. トラブル対応	17. トラブル対応 (想定及び対応例)	無	

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	良い	
	2. 理解しやすさ	良い	
	3. 正確性	良い	
	4. 情報量	少ない	
2.専門管理全般 (専門技術者向け)	1. 読みやすさ	普通	
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	良い	
	4. 情報量	少ない	
3.開始・閉鎖時対応	1. 読みやすさ	良い	
	2. 理解しやすさ	良い	
	3. 正確性	悪い	閉鎖時対応の記載が無い。
	4. 情報量	少ない	閉鎖時対応の記載が無い。
4.発生物の搬出及び 処理・処分	1. 読みやすさ	良い	
	2. 理解しやすさ	普通	
	3. 正確性	普通	
	4. 情報量	少ない	全量引き出すことを追記したほうがよい。
5.トラブル対応	1. 読みやすさ	—	
	2. 理解しやすさ	—	
	3. 正確性	—	
	4. 情報量	—	

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>

実証試験の開始時に、蓄積していた汚泥及び室内水の全量を搬出した。処理装置内は死角が多く、汚泥の引抜き作業が困難な箇所が認められた。

<トラブル対応>

実証試験期間中、トラブル対応が必要な現象は認められなかった。

<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票に従い、日本環境整備教育センターが実施した。情報量が少なく、追記が望まれる事項が多数ある。基本事項として、処理の仕組み、主要機器一覧及び製品仕様が記載されていることが望ましい。維持管理に関する事項としては、水質や機器類の保守点検項目と管理の目安が記載されていることが望ましい。これらを、写真・図等を利用して表すことで一般ユーザーにとって理解しやすい構成とすることが望まれる。

6-3 室内環境

6-3-1 室温、湿度

実証試験期間中の8月20日から10月27日におけるトイレブース室温の変化を表6-3-1-1、図6-3-1-1、湿度の変化を図6-3-1-2に示す。

室温は、男女共用が2.0~23.7℃(平均15.0℃)、女性用が2.1~23.5℃(平均14.9℃)であった。外気温と同様の傾向を示し、2つのブースの室温はほぼ一致した。なお、湿度は、男女共用が63~99%(平均90.9%)、女性用が72~99%(平均93.9%)であった。

トイレ室内の温度及び湿度を表6-3-1-1に示す。

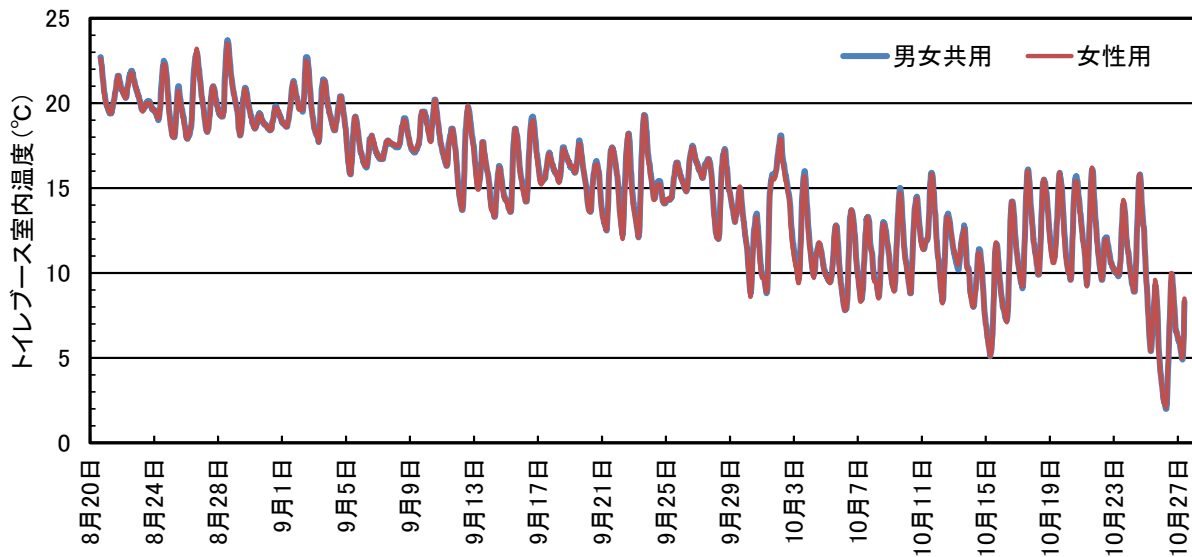


図 6-3-1-1 トイレブース内の室温変化

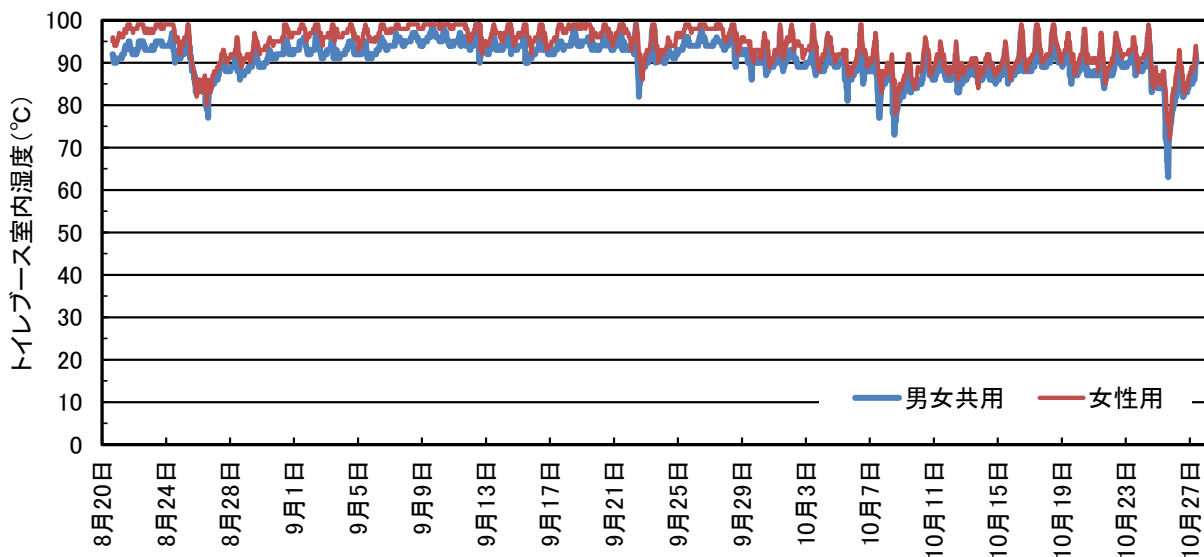


図 6-3-1-2 トイレブース内の湿度変化

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

	男女共用 (8/20～10/27)		女性用 (8/20～10/27)	
	温度 (°C)	湿度 (%)	温度 (°C)	湿度 (%)
最大値	23.7	99	23.5	99
最小値	2.0	63	2.1	72
平均値	15.0	90.9	14.9	93.9

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 49 件。アンケート実施は実証試験期間中を通じて行われた。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。男女比は概ね半々となっており、年代別では「40 代」が全体の 35%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	1	0	1
10代	1	1	0	2
20代	2	2	0	4
30代	3	3	0	6
40代	9	6	2	17
50代	6	4	0	10
60代以上	5	4	0	9
無回答	0	0	0	0
計	26	21	2	49

②利用時間帯

利用時間帯について、表 6-3-2-2 に示す。回答者は朝（～11:59）が最も多い。

表 6-3-2-2 回答者属性 (利用時間帯)

利用時間	件数
朝（～11:59）	30
昼（12:00～15:59）	15
夕方（16:00～）	4
計	49

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。回答者の 87%が「空いていた（トイレ待ちなし）」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(トイレ待ちなし)	43
②やや混雑していた(列はない)	2
③非常に混雑していた(列ができていた)	1
無回答	3
計	49

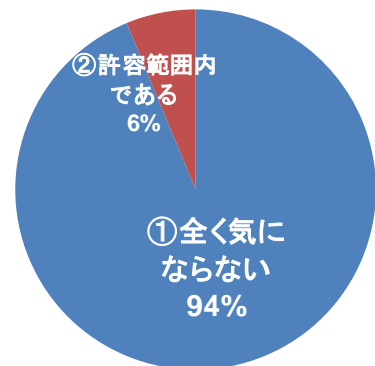
(2) トイレ室内の臭気

トイレ室内の臭気については、「①全く気にならない」との回答が全体の 9 割を超えている。その理由として「室内の木の香りがよい」という意見が挙げられており、不快な臭気についてはほとんどの利用者が感じていないといえる。

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	45
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	1
計	49

③どちらともいえない
0%
④不快である
0%



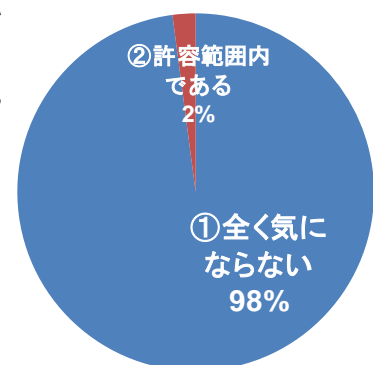
(3) 洗浄水の色や濁り

洗浄水の色や濁りについては「①全く気にならない」との回答が全体の 98%となっている。その理由として“便器が黒いため、色が分からない”という意見が挙げられており、本実証装置の便器の工夫が利用者の満足度に表れている。

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	47
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	1
計	49

③どちらともいえない
0%
④不快である
0%



(4) 使用中の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」との回答が全体の 75%となっている。一部の回答者から“ちょっと気になりました”、“何の音ですか”と機械音を気にするコメントは

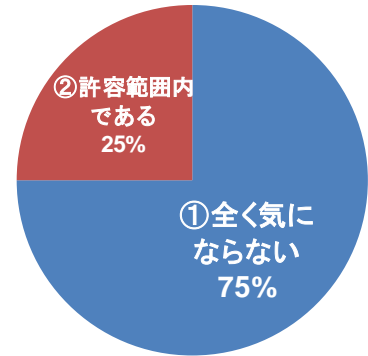
挙げられたものの、全ての回答者が許容範囲であると考えられる。

表 6-3-2-5 洗浄水の色や濁りについて

Q3[SA]	件数
①全く気にならない	37
②許容範囲内である	11
③どちらともいえない	0
④不快である	0
無回答	1
計	49

③どちらともいえない
0%

④不快である
0%



(5) 自由回答結果・考察

有効回答 49 名のうち、26 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空間の快適さに関するコメントが大半を占めており、清潔さや空間の快適性、実際に導入したい意向などが見られる。

提案的な記載内容としては、室内が広すぎる点や温水（手洗い場が無いため、温水洗浄便座と推測）の必要性を挙げる例が見られたが、概ね装置の稼働状況に関して不満の声は無く、装置の快適性がうかがえる内容といえる

表 6-3-2-6 主な自由回答例

清潔感	<ul style="list-style-type: none"> ・すごくきれいなトイレだなと思いました ・そうじがゆきとどいていますね。
空間	<ul style="list-style-type: none"> ・広くて快適でした ・木製で天井が高いので感じが良い ・木の香りがして感じが良かった。 ・思ったより水量が普通のトイレとかわらない感じ ・室内の広さがちょっと広すぎです。
提案事項	<ul style="list-style-type: none"> ・温水があればもっと良いと思う ・便座の電気がoffでしたので、ちょっと冷たかった
使用感・その他	<ul style="list-style-type: none"> ・本当に循環式の水洗ですか。普通の水洗トイレと思ってました。 ・山の中にあんなきれいなトイレがあるととてもうれしいです。 ・山小屋のトイレにもってこいです ・こういうトイレが各地で普及したら良いと思います ・このような環境にトイレがあるのはありがたい。

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、処理水がトイレ系外に排出されることは原則としてない。し尿の流入により室内水が増加すると、貯留室へのオーバーフローが起こるが、貯留室の水位が一定の範囲を超えると満水予告灯が点灯する仕様となっており、溢流に対する予防措置が取られている。そのため排水による周辺環境への影響はない。

実証対象装置はコンパクトで地表面に据え置くタイプであり、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。

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

破砕曝気室内水温については温度データロガーを使用して経時変化の測定を行った。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。

地上設置型であるため、外気温の影響を受け易いが、外気温と比較すると日間の温度変動幅は小さいことが確認された。実証試験期間中には水温が 10℃を下回ることにはなかったが、より気温が低下する冬期には水温が低下し、生物処理の効率が低下するため臭気の発生等が懸念される。冬期に相当数の利用者を見込む場合には十分な留意が必要である。

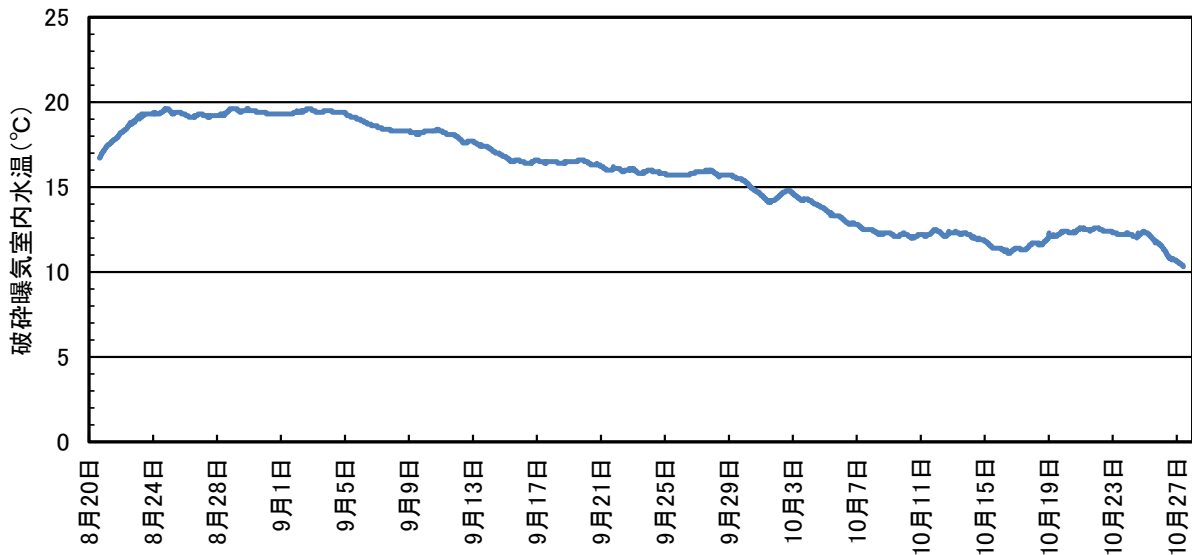


図 6-5-1-1 破砕曝気室内水温の経時変化

表 6-5-1-1 破砕曝気室内の水温と外気温

	破砕曝気室 水温	外気温
最大値 (°C)	19.6	25.5
最小値 (°C)	10.3	1.4
平均値 (°C)	15.6	14.3

(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3日、第2回:9月28日、第3回:10月27日)に実施した各項目の測定結果を以下に示す。

ア. pH

専門維持管理において、破砕ばつ気室、沈殿分離室、水洗給水室、貯留室について pH の測定を行った。測定結果を表 6-5-1-2 に示す。

第1回専門維持管理(使用集中時)では、pHが5~6と低く、第2回専門維持管理以降はpHが上昇した。実証試験開始からの日数の経過に伴い窒素形態のバランスが変化し、アンモニアが蓄積したためと考えられた。

表 6-5-1-2 各処理工程の pH 測定結果

	破砕ばっ気室	沈殿分離室	水洗給水室	貯留室
使用集中時 : 9月3日	6.0	6.0	5.1	5.5
使用集中時後 : 9月28日	8.6	8.1	8.1	7.6
気温低下時 : 10月27日	8.6	8.5	8.5	8.1

イ. 透視度

専門維持管理において、破砕ばっ気室、沈殿分離室、水洗給水室、貯留室について透視度の測定を行った。測定結果を表 6-5-1-3 に示す。

実証試験開始からの日数の経過に伴い沈殿分離室及び水洗給水室の透視度は低下していき、第3回専門維持管理(気温低下時)では、処理工程水はいずれも6cm以下の低い値を示した。

表 6-5-1-3 各処理工程の透視度測定結果

	破砕ばっ気室	沈殿分離室	水洗給水室	貯留室
使用集中時 : 9月3日	9 cm	63 cm	56 cm	>100 cm
使用集中時後 : 9月28日	11 cm	16 cm	16 cm	95 cm
気温低下時 : 10月27日	5 cm	6 cm	6 cm	24 cm

ウ. 溶存酸素

専門維持管理において、破砕ばっ気室、沈殿分離室、水洗給水室について溶存酸素を測定した。測定結果を表 6-5-1-4 に示す。

第2回専門維持管理(使用集中時後)における沈殿分離室流出部は他の測定結果と比較して低い値を示したものの、全体にDOは高く、好気性生物処理が進行するために必要な酸素は供給されていた。

表 6-5-1-4 各処理工程の溶存酸素測定結果

	破砕ばっ気室	沈殿分離室	水洗給水室
使用集中時 : 9月3日	7.9 mg/L	7.3 mg/L	8.5 mg/L
使用集中時後 : 9月28日	7.5 mg/L	3.0 mg/L	6.7 mg/L
気温低下時 : 10月27日	7.9 mg/L	7.5 mg/L	8.7 mg/L

エ. 電気伝導率 (EC)

専門維持管理において、破砕ばっ気室、沈殿分離室、水洗給水室、貯留室について電気伝導率の測定を行った。測定結果を表 6-5-1-5 に示す。

それぞれの専門維持管理において単位装置ごとの値の差は小さかった。実証試験開始からの日数の経過及び累積使用人数の増加に伴い、値の上昇が認められ、塩化物イオン等の蓄積によると考えられた。

表 6-5-1-5 各処理工程の電気伝導率測定結果

	破砕ばっ気室	沈殿分離室	水洗給水室	貯留室
使用集中時 : 9月3日	112 mS/m	103 mS/m	103 mS/m	28 mS/m
使用集中時後 : 9月28日	333 mS/m	276 mS/m	274 mS/m	90 mS/m
気温低下時 : 10月27日	524 mS/m	511 mS/m	520 mS/m	237 mS/m

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 6-5-1-6 に示す。なお、臭気測定は検知管法にて行った。

第 3 回専門維持管理においてアンモニアがわずかに検出されたが、その他の時期においてアンモニアは検出されなかった。硫化水素は実証試験期間を通して検出されることがなかった。

表 6-5-1-6 トイレブース内の臭気測定結果

	男女共用		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)
使用集中時 : 9月3日	ND	ND	ND	ND
使用集中時後 : 9月28日	ND	ND	ND	ND
気温低下時 : 10月27日	ND	0.1	ND	ND

ND : 0.1ppm 未満

カ. ブロワ風量

専門維持管理の実施日におけるブロワ風量測定結果を表 6-5-1-7 に示す。

無負荷時(ブロワを散気管に接続しない状態で測定)の風量は、3つのブロワのいずれも定格値を上回っており、ブロワの故障等は認められなかった。一方、負荷時(ブロワを散気管に接続した状態で測定)の風量は、定格値を下回ったケースが認められた。特に、分岐の多い散気管に接続しているブロワについては、散気管接続時に著しく風量が低下する傾向が認められた。

表 6-5-1-7 ブロワ風量測定結果

	ブロワ①		ブロワ②		ブロワ③	
	無負荷時 (L/分)	負荷時 (L/分)	無負荷時 (L/分)	負荷時 (L/分)	無負荷時 (L/分)	負荷時 (L/分)
使用集中時 : 9月3日	38	32	40	30	38	10 未満
使用集中時後 : 9月28日	39	26	42	32	40	10 未満
気温低下時 : 10月27日	40	19	45	30	43	18

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3日、第2回:9月28日、第3回:10月27日)に採取した検体の分析結果を表6-5-2-1に示す。

表 6-5-2-1 採取試料の分析結果

■使用集中時(試料採取日:平成27年9月3日)

試料名	SS (mg/L)	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)
①破碎曝気室内水	76	71	38	14	127	98	53	28
②沈殿分離室流出水	5	ND	ND	ND	71	71	17	15
③水洗給水室内水	5	6	ND	ND	71	68	18	15

試料名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
①破碎曝気室内水	131	58	52	45	28	120	74	—
②沈殿分離室流出水	113	46	45	40	28	130	55	—
③水洗給水室内水	108	45	45	40	23	130	53	300

■使用集中時後(試料採取日:平成27年9月28日)

試料名	SS (mg/L)	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)
①破碎曝気室内水	69	120	90	50	226	199	113	86
②沈殿分離室流出水	29	35	16	ND	170	159	51	42
③水洗給水室内水	24	36	17	ND	169	156	51	46

試料名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
①破碎曝気室内水	325	232	221	80	13	410	193	—
②沈殿分離室流出水	232	144	142	75	13	320	161	—
③水洗給水室内水	239	145	143	80	14	320	160	1,600

■気温低下時(試料採取日:平成27年10月27日)

試料名	SS (mg/L)	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)
①破碎曝気室内水	100	130	68	10	308	261	176	123
②沈殿分離室流出水	80	67	21	5	263	257	150	136
③水洗給水室内水	168	69	31	4	308	267	150	127

試料名	T-N (mg/L)	Kje-N (mg/L)	NH ₄ -N (mg/L)	NO ₂ -N (mg/L)	NO ₃ -N (mg/L)	Cl ⁻ (mg/L)	色度 (度)	大腸菌群 (個/mL)
①破碎曝気室内水	431	320	316	110	1.5	700	213	—
②沈殿分離室流出水	422	311	299	110	1.2	680	199	—
③水洗給水室内水	420	308	305	110	1.2	690	198	30未満

ND : BOD 3mg/L 未満

ア. SS

実証装置における SS の推移を図 6-5-2-1 に示す。

第 1 回及び第 2 回専門維持管理（使用集中時及び使用集中時後）では、処理工程が進むほど SS が低下した。一方、第 3 回専門維持管理（気温低下時）においては水洗給水室の SS がきわめて高い値を示し、洗浄水の水質悪化が認められた。

実証試験開始からの日数の経過に伴い、全体に SS が上昇しており、処理装置内に蓄積した汚泥量が増加した影響と考えられた。

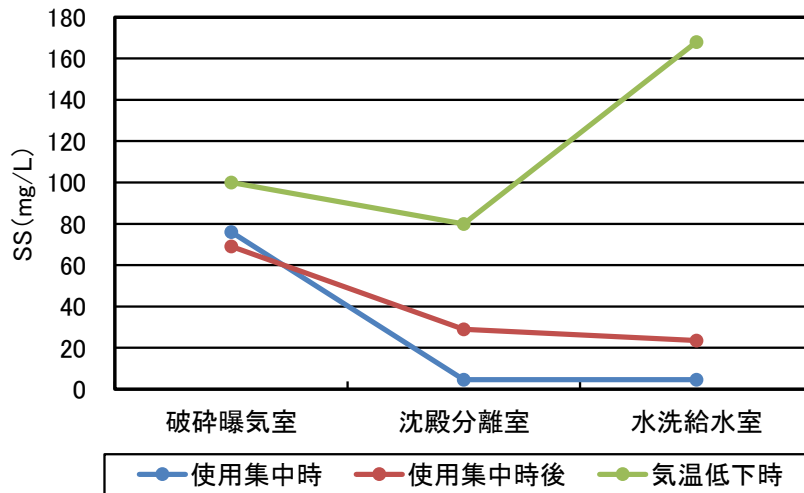


図 6-5-2-1 SS の推移

イ. BOD

実証装置における BOD、ATU-BOD 及び溶解性 BOD の推移を図 6-5-2-2～6-5-2-4 に示す。

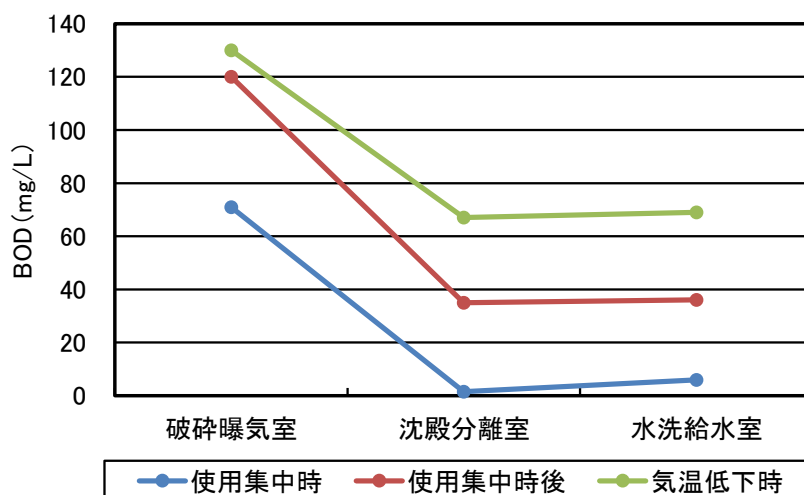


図 6-5-2-2 BOD の推移

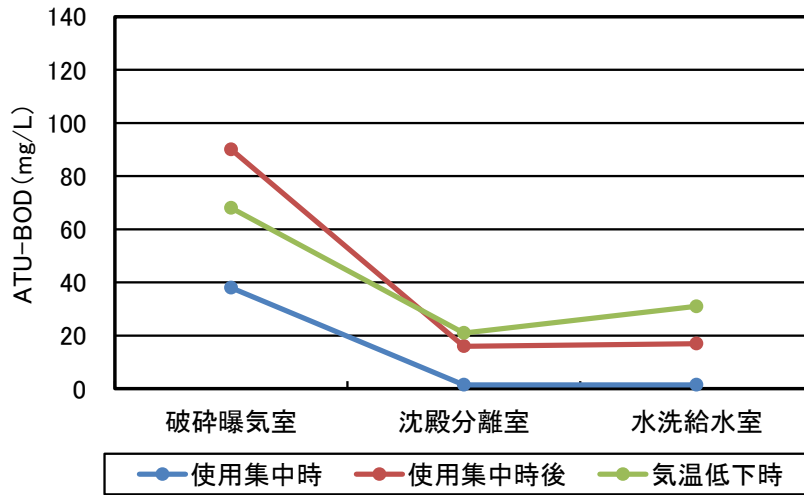


図 6-5-2-3 ATU-BOD の推移

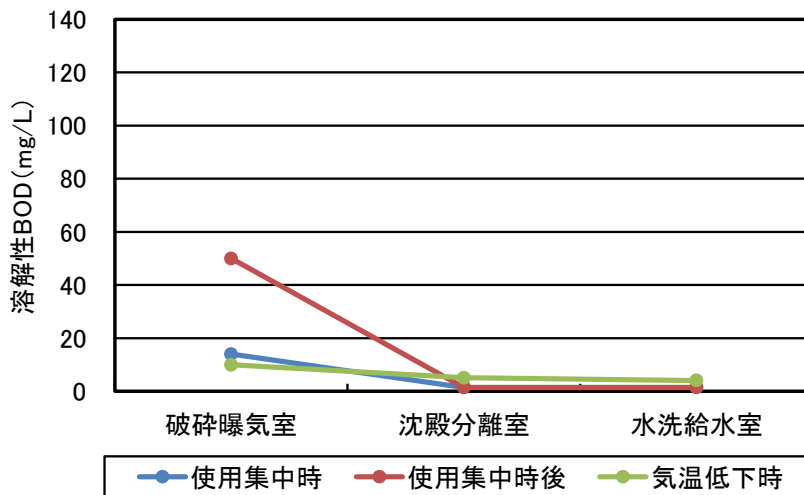


図 6-5-2-4 溶解性 BOD の推移

いずれの専門維持管理においても、破砕ばっ気室内水に対して沈殿分離室流出水の BOD は低く、沈殿分離室流出水と水洗給水室内水がほぼ同じ値を示したことから、沈殿分離室における固液分離が BOD 除去に大きく寄与していると考えられた。

実証試験開始からの日数の経過に伴い、BOD が上昇する傾向は認められたが、実証試験期間を通して、水洗給水室の BOD は設計値 (120 mg/L) 以下であり、良好な除去性能が認められた。

エ. TOC

実証装置における 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、実証試験開始からの日数の経過に伴い、TOC が上昇する傾向が認められた。

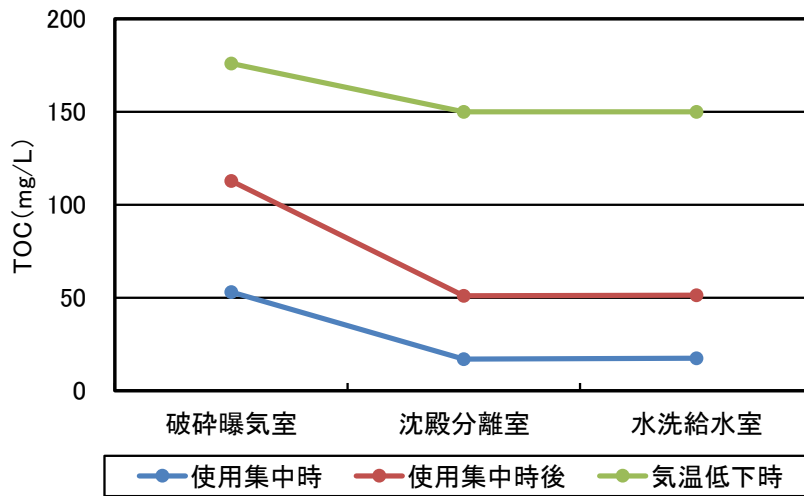


図 6-5-2-7 TOC の推移

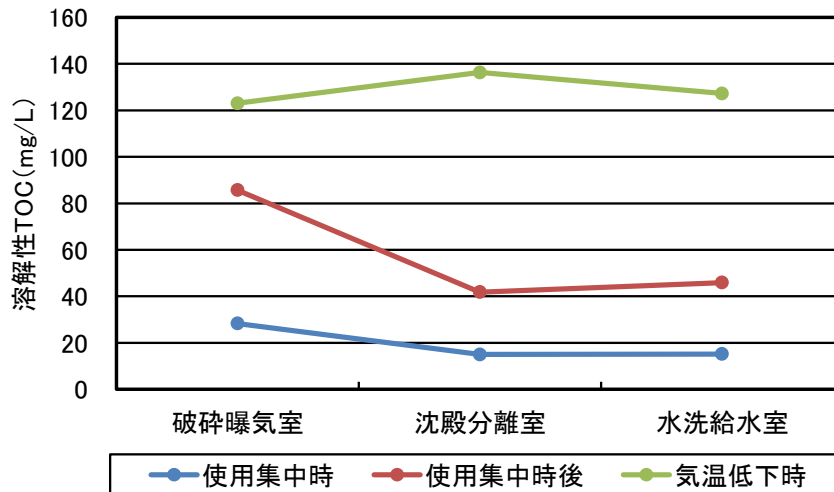


図 6-5-2-8 溶解性 TOC の推移

オ. 窒素

実証装置における全窒素の推移を図 6-5-2-9、水洗給水室における窒素形態を図 6-5-2-10 に示す。

全窒素は、実証試験開始からの日数の経過に伴い、上昇する傾向が認められた。また、日数の経過に伴い、全窒素に占める亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の割合が低下しており、アンモニア主体の構成に変化している。

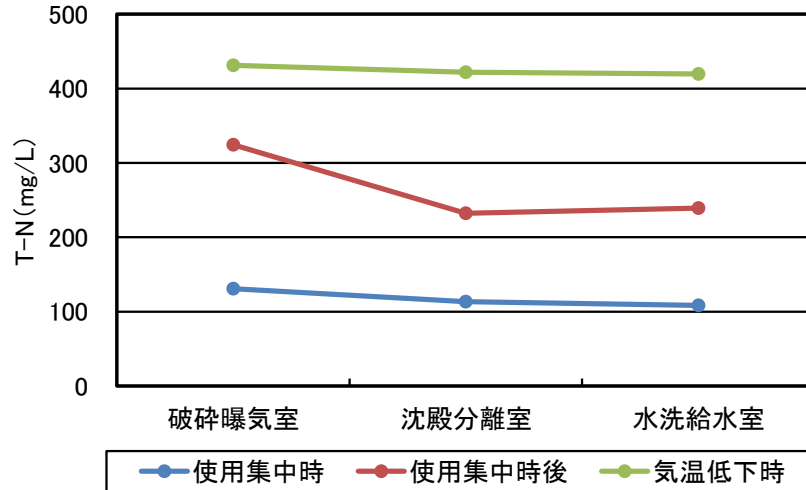


図 6-5-2-9 全窒素の推移

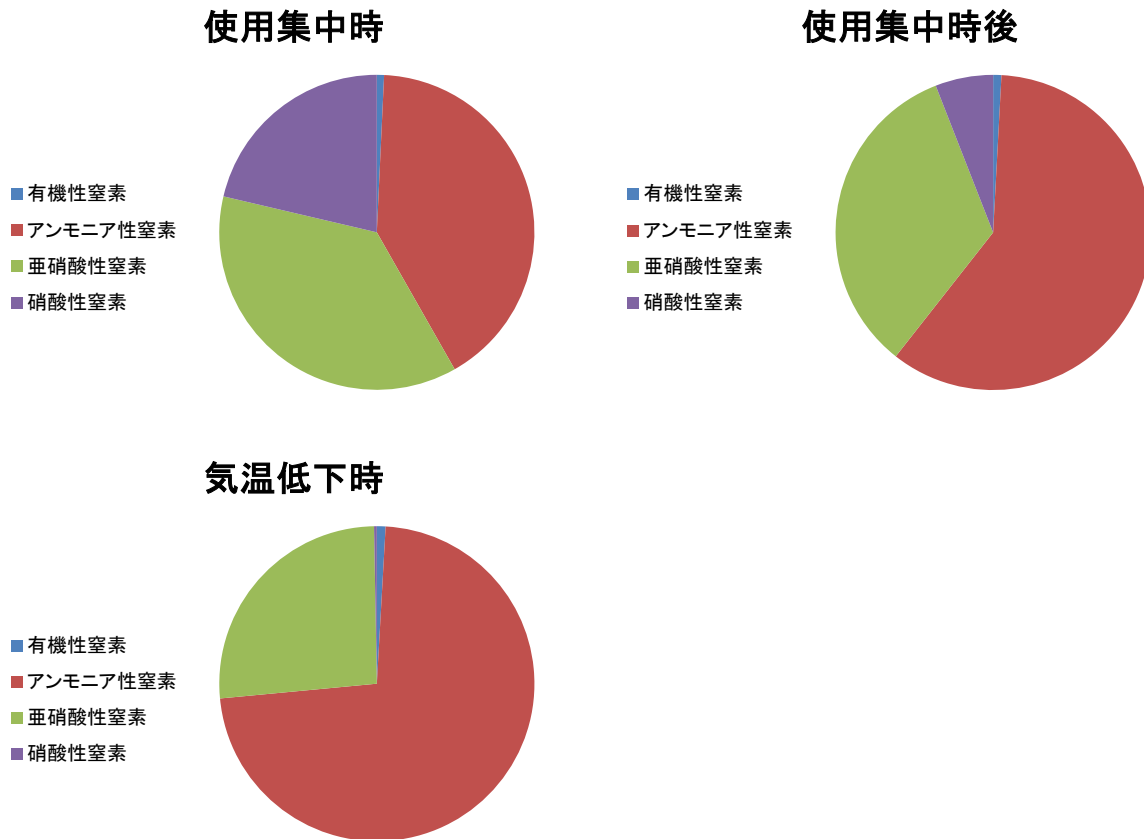


図 6-5-2-10 水洗給水室の窒素形態

カ. 塩化物イオン

実証装置における塩化物イオンの推移を図 6-5-2-11 に示す。

塩化物イオンは、実証試験開始からの日数の経過に伴い、上昇する傾向が認められた。

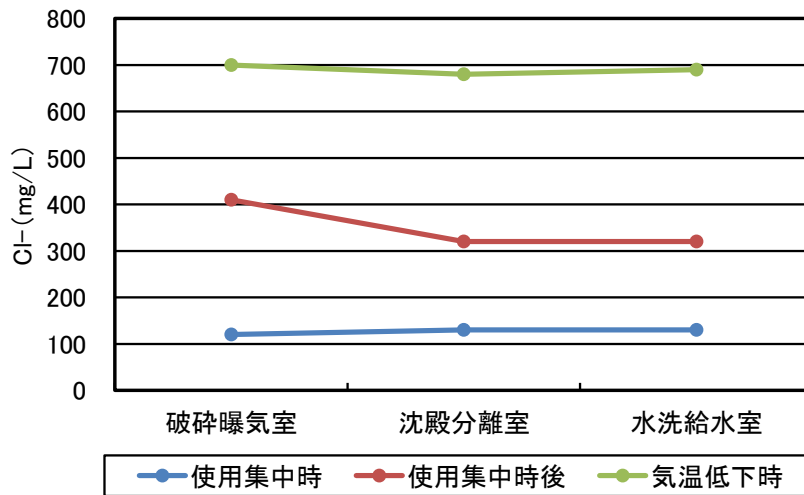


図 6-5-2-11 塩化物イオンの推移

キ. 色度

実証装置における色度の推移を図 6-5-2-12 に示す。

実証試験開始からの日数の経過に伴い、上昇する傾向が認められた。第 1 回専門維持管理（使用集中時）から第 2 回専門維持管理（使用集中時後）にかけて大幅に上昇したが、第 2 回から第 3 回専門維持管理（気温低下時）にかけての上昇はそれほど大きくなかった。

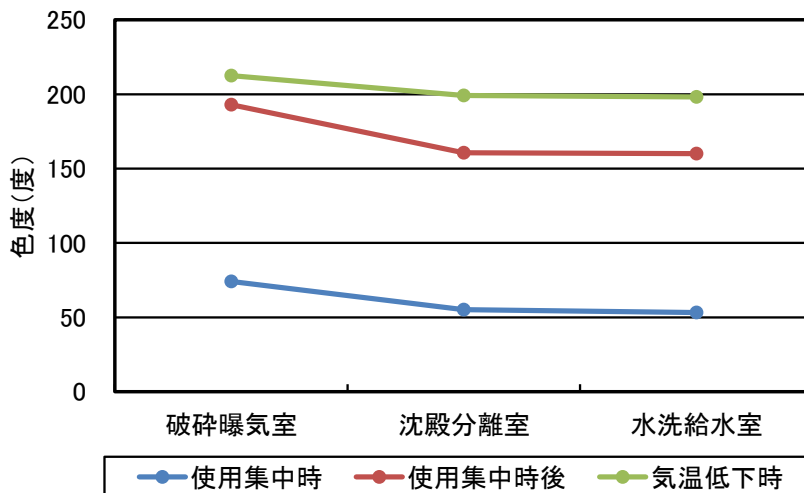


図 6-5-2-12 色度の推移

ク. 大腸菌群

水洗給水室の大腸菌群数を表 6-5-2-2 に示す。

第 1 回専門維持管理（使用集中時）から第 2 回専門維持管理（使用集中時後）にかけ、大腸菌

群が増加したが、第3回専門維持管理(気温低下時)では30個/mL未満であった。気温低下時の試料については、確認のため酵素基質法による測定も行った結果、140CFU/mLであり、デソキシコール酸塩培地法で測定した値よりは高かったが、いずれの測定方法でも一般的な污水处理施設の消毒後の放流水と同等の水質が得られていたことが確認された。

表 6-5-2-2 水洗給水室の大腸菌群数

	大腸菌群数 (個/mL)
使用集中時 : 9月3日	300
使用集中時後 : 9月28日	1,600
気温低下時 : 10月27日	30 未満

(3) 使用回数と水質への影響

累積使用回数と水洗給水室水質の関係を図 6-5-2-12 に示す。

トイレ累積使用回数の増加に伴って室内水の成分の濃縮が予想されることから、トイレの累積使用回数と水洗給水室内水の BOD、TOC 及び塩化物イオン濃度の関係を確認した。いずれの水質項目も累積使用回数と比例関係にあり高い相関が認められた。

実証装置の性能は洗浄水の BOD120mg/L 以下と提示されており、近似式から累積使用回数の上限値を算出すると 3,100 回となる。流入し尿量が設計値どおり 0.2L/回であった場合、貯留室が満水になるまでの累積使用回数は 1,500 回であるため、BOD が 120mg/L に達するより早く満水になる。そのため、本実証装置は洗浄水の BOD を 120mg/L 以下に抑えることができる装置であることが示された。

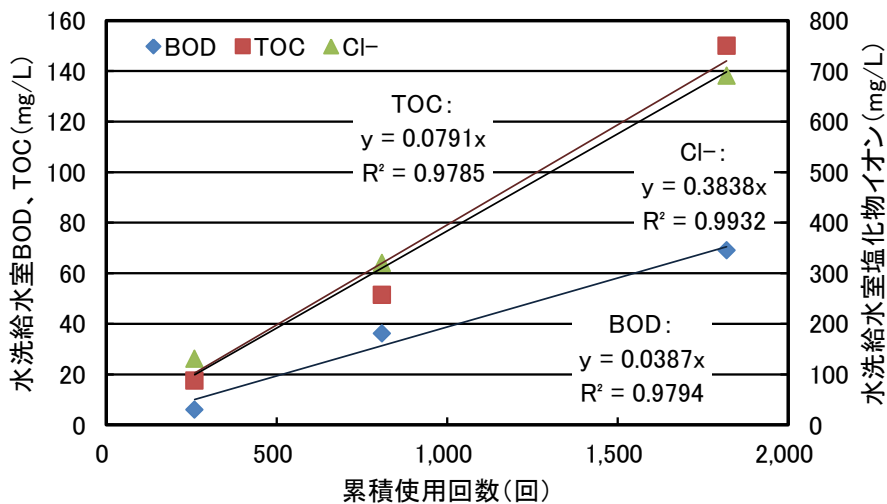


図 6-5-2-7 使用回数と処理水 BOD 濃度

6-5-5 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>

実証試験期間中の破碎曝気室の水温は 10.3～19.6℃（平均 15.6℃）であった。また、同時期の外気温は 1.4～25.5℃であった。外気温と比較すると水温の変動は小さいものの、気温が低下する冬期には水温が低下し、生物処理の効率が低下するため臭気の発生等が懸念される。

pH は第 1 回専門維持管理（使用集中時）で 5～6 と低かったが、第 2 回専門維持管理以降は上昇し 8 を超えた。累積使用人数の増加に伴って窒素形態のバランスが変化し、アンモニアが蓄積したためと考えられた。

累積使用人数が増加するほど沈殿分離室及び水洗給水室の透視度は低下していき、第 3 回専門維持管理（気温低下時）では、処理工程水はいずれも 6cm 以下の低い値を示した。

実証試験期間を通して、DO は好気性生物処理が進行するために十分な値を示していた。

電気伝導率については、単位装置ごとの値の差は小さく、実証試験開始からの日数の経過及び累積使用人数の増加に伴い、値の上昇が認められた。これは、塩化物イオン等の蓄積によると考えられた。

第 3 回専門維持管理においてトイレブース内でアンモニアガスがわずかに検出されたが、その他の時期においてアンモニアガスは検出されなかった。処理工程水中のアンモニア性窒素濃度を考慮すると、きわめて高度に臭気が抑制されているといえる。硫化水素ガスは実証試験期間を通して検出されることがなかった。

ブロウと散気管を接続した際、風量が著しく低下するケースが認められたが、DO の値が高かったことから、好気条件を維持するために十分な風量は確保されていた。

<試料分析結果>

第 1 回及び第 2 回専門維持管理（使用集中時及び使用集中時後）では、処理工程が進むほど SS が低下した。一方、第 3 回専門維持管理（気温低下時）においては水洗給水室の SS がきわめて高い値を示し、洗浄水の水質悪化が認められた。

実証試験開始からの日数の経過に伴い、全体に SS が上昇しており、処理装置内に蓄積した汚泥量が増加した影響と考えられた。

破碎ばっ気室内水に対して沈殿分離室流出水の BOD は低く、沈殿分離室流出水と水洗給水室内水がほぼ同じ値を示したことから、沈殿分離室における固液分離が BOD 除去に大きく寄与していると考えられた。

実証試験開始からの日数の経過に伴い、BOD が上昇する傾向は認められたが、実証試験期間を通して、水洗給水室の BOD は設計値（120 mg/L）以下であり、良好な除去性能が認められた。COD、TOC については BOD と同様の傾向であった。

全窒素は、実証試験開始からの日数の経過に伴い、上昇する傾向が認められた。また、日数の経過に伴い、全窒素に占める亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の割合が低下しており、アンモニア性窒素主体の構成に変化した。

第 1 回専門維持管理（使用集中時）から第 2 回専門維持管理（使用集中時後）にかけ、大腸菌群

が増加したが、第3回専門維持管理(気温低下時)では30個/mL未満であった。実証試験を通して、大腸菌群数の値は低く、特に気温低下時は一般的な污水处理施設の消毒後の放流水と同等の水質が得られていたことから、本技術は衛生上の観点で高度な処理ができるものと期待できる。

<使用回数と水質への影響>

トイレ累積使用回数の増加に伴って室内水の成分の濃縮が予想されることから、トイレの累積使用回数と水洗給水室内水のBOD、TOC及び塩化物イオン濃度の関係を確認した。いずれの水質項目も累積使用回数と比例関係にあり高い相関が認められた。

実証装置の性能は洗浄水のBOD120mg/L以下と提示されており、近似式から累積使用回数の上限値を算出すると3,100回となる。流入し尿量が設計値どおり0.2L/回であった場合、貯留室が満水になるまでの累積使用回数は1,500回であるため、BODが120mg/Lに達するより早く満水になる。そのため、本実証装置は洗浄水のBODを120mg/L以下に抑えることができる装置であることが示された。

6-6 試験結果の全体的まとめ

<稼働条件・状況>

実証試験期間中の設置場所における最高気温は25.5℃、最低気温は1.4℃であった。

実証試験期間(8/20~10/27)の1日当たり平均消費電力量は1.73kWh/日であり、実証期間を通して大きな変動は認められなかった。また、利用者1人当たりの消費電力量を算出すると、63Wh/人となった。

実証試験期間における実証装置の累積使用回数は1,820回で、単純平均すると1日当たりの使用回数は27回/日であり、最大使用回数は158回/日であった。実証試験期間で平常時の処理能力(50回/日)を超える利用実績があったのは延べ11日あったが、これらは土日祝日に偏っており、過負荷状態が長期間連続する状況は認められなかった。

<維持管理性能>

日常維持管理については、容易に実施できた。また、専門維持管理は、一回当たり2人で1時間程度のを計3回実施し、その作業についても容易に実施できた。

実証試験の開始時に、蓄積していた汚泥及び室内水の全量を搬出したが、処理装置内に死角が多く、汚泥の引抜き作業が困難な箇所が認められた。

維持管理マニュアルは情報量が少なく、水質や機器類の点検について写真・図等を利用した分かりやすい構成とすることが望まれる。

<室内環境>

室内環境については、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、臭気、洗浄水の色や濁り、使用中のトイレ室内の機械音について、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回答を得た(有効回答数:49件)。

いずれの設問も9割を超える回答者が「全く気にならない」、または「許容範囲内である」と回答しており、実証装置利用時の快適性がうかがえる結果となった。また、自由回答においても実証装

置の空間の快適さに関するコメントが大半を占めており、清潔さや空間の快適性、実際に導入したい意向などが見られた。

<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、処理水がトイレ系外に排出されることは原則としてない。し尿の流入により室内水が増加すると、貯留室へのオーバーフローが起こるが、貯留室の水位が一定の範囲を超えると満水予告灯が点灯する仕様となっており、溢流に対する予防措置が取られている。そのため排水による周辺環境への影響はない。

実証対象装置はコンパクトで地表面に据え置くタイプであり、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

実証試験期間中の破砕曝気室の水温は 10.3～19.6℃（平均 15.6℃）であった。外気温と比較すると水温の変動は小さいものの、気温が低下する冬期には水温が低下し、生物処理の効率が低下するため臭気の発生等が懸念される。

pH は累積使用人数の増加に伴い上昇し、アンモニアの蓄積が原因と考えられた。また、透視度については累積使用人数の増加に伴い低下し、第 3 回専門維持管理（気温低下時）では、処理工程水はいずれも 6cm 以下の低い値を示した。実証試験期間を通して、DO は好気性生物処理が進行するために十分な値を示していた。

臭気の確認のため測定したアンモニアガス及び硫化水素ガスはほとんど検出されなかった。処理工程水中のアンモニア性窒素濃度を考慮すると、きわめて高度に臭気が抑制されているといえる。

ブロワと散気管を接続した際、風量が著しく低下するケースが認められたが、DO の値が高かったことから、好気条件を維持するために十分な風量は確保されていた。

○試料分析結果

第 3 回専門維持管理（気温低下時）においては水洗給水室の SS がきわめて高い値を示し、洗浄水の水质悪化が認められた。処理装置内に蓄積した汚泥量が増加し、流出したためと考えられた。

累積使用人数の増加に伴い、BOD が上昇する傾向は認められたが、実証試験期間を通して、水洗給水室の BOD は設計値（120 mg/L）以下であり、良好な除去性能が認められた。COD、TOC については BOD と同様の傾向であった。

全窒素は、累積使用人数の増加に伴い、上昇する傾向が認められた。また、日数の経過に伴い、全窒素に占める亜硝酸性窒素及び硝酸性窒素の割合が低下しており、アンモニア性窒素主体の構成に変化した。

実証試験を通して、大腸菌群数の値は低く、特に気温低下時は一般的な污水处理施設の消毒後の放流水と同等の水質が得られていたことから、本技術は衛生的な処理ができるものと期待できる。

○使用回数と水質への影響

トイレの累積使用回数と水洗給水室内水の BOD、TOC 及び塩化物イオン濃度は比例関係にあり高い相関が認められた。

得られた近似式から性能提示値である BOD120mg/L に達するまでの累積使用回数を算出すると、貯留室が満水になるまでに BOD の性能提示値を超過することはなく、本実証装置は洗浄水の BOD を 120mg/L 以下に抑えることができる装置であることが示された。

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、好気性及び嫌気性微生物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、地上据え置き型であり、外気温の影響を大きく受ける。処理槽の温度低下対策としてヒーターが設置されているが、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、処理槽部分について凍結防止の保温対策を講ずるか、閉鎖前に槽内水を全て引抜く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、河川法等も考慮する必要がある。

一方、通常運転が開始されると、定期的に余剰水(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、ポンプ設備、処理槽、配管設備、電気・機器設備から成る処理装置とその上に設置されるトイレブースから構成される一体型の装置である。そのため、施工時には通常、地盤の掘削、コンクリート打設等は必要としないが、安定した地盤が確保できない場合には、それに代わる地盤改良を行う必要がある。

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、人員が左右されるので、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。特に余剰水や汚泥を系外に搬出する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、好気性及び嫌気性微生物を利用した生物処理を基本技術とし、微生物製剤及び酵素剤を添加することで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必要があるため、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。

本装置は処理装置とトイレブースが一体型であり、処理装置の空間は専門維持管理や試料の採取等の作業を行うには最低限の広さしか確保されておらず、通常では槽内の確認や汚泥の引き出しが容易ではない単位装置もあった。処理装置を維持管理する作業者の作業性（特に視野）を確保する工夫が必要である。

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。

専門維持管理を確実にを行うためには、室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、現在の設計では散気装置の確認、交換ができないため、これらが可能な設計が求められる。

また、ブロワを散気管に接続した際、著しく風量が低下する現象が認められたが、室内は好気条件を維持していたため、ブロワを定格風量のより小さなものに変更することも可能と考えられる。

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、消費電力の削減を検討することが望ましい。本装置では、処理槽の嫌気工程においても高いDOが検出されたことから、ブロワを定格風量のより小さなものに変更することや、間欠ばっ気の導入が可能と考えられる。ただし、冬期にヒーターを使用する場合には、自然エネルギーのみで必要電力を確保できるかどうか検討が必要である。

8-1-3 処理水(循環水)の課題

本技術は、初期水投入時に微生物製剤及び多種酵素剤を添加することを前提として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、塩素等による消毒は行っていないものの、大腸菌群数が一般的な汚水処理施設の消毒後の放流水と同等の水準であったことも、微生物製剤及び酵素剤の効果と推察される。

実証対象装置では、黒色の便器を使用しており、洗浄水の着色や濁りが目立たないよう工夫しているが、水質が一定の水準よりも悪化すると使用者に不快感を与える可能性があるため、処理水の外観に関する目安を設け、水の入れ替え時期を判断しやすくすることが望まれる。

8-1-4 維持管理・保守管理の課題

本実証試験においては、対応しなければならないトラブルは発生せず、維持管理上の課題は特に認められなかったが、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。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、環境負荷のより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
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 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 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、排泄時は弱酸性ですが、時間が経過すると加水分解されて弱アルカリ性を示す。
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 ⁻ : 塩化物イオン (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: 全有機炭素 (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。
NH ₄ -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 ₂ -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 ₃ -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 実証装置から望む



写真② アファンの森入口から (実証装置(左)と管理小屋(右))

※平成 27 年 8 月 20 日撮影

2. 実証装置本体

(1) 実証装置の外観



写真③ 春先の様子 ※平成 25 年 5 月 2 日撮影



写真④ 冬場の様子 ※平成 26 年 1 月 25 日撮影

(2) 処理装置



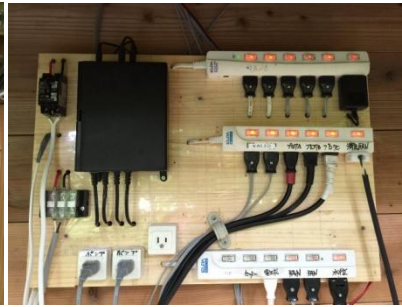
写真⑤ 背面から処理装置の点検口を望む様子
※平成 27 年 9 月 29 日撮影 (写真⑤～⑨)



写真⑥ 処理装置の点検口



写真⑦ ブLOWER



写真⑧ 配電盤



写真⑨ 電力計

(3) トイレブース内



写真⑩ トイレブース



写真⑪ LED ライト



写真⑫ 排気ファン