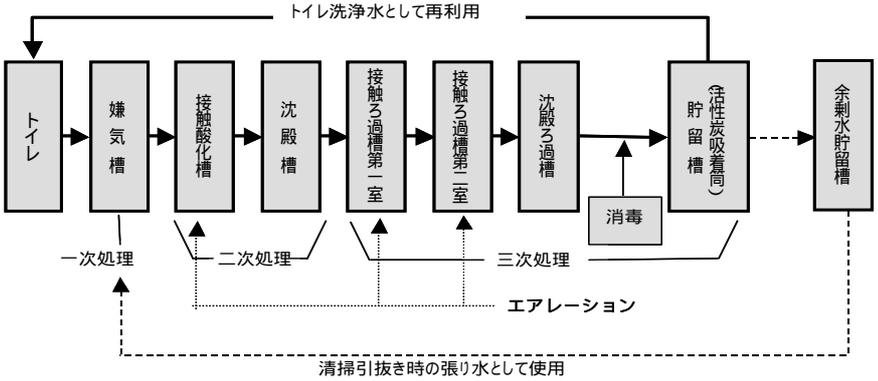


## 試験結果報告書の概要

し尿処理方式*1	生物処理方式
実証機関	特定非営利活動法人山のECHO
実証申請者/環境技術開発者	永和国土環境株式会社
処理方式/技術名	排水再利用処理装置(無放流型)

注\*1) 実証試験要領で定義したし尿処理方式の分類名称を記載。

### (1) 実証装置の概要

<p>装置の特徴</p>	<p>分離接触ばっ気方式+カキガラを接触する材とした三次処理接触ばっ気方式という技術を利用した、本装置は、トイレから排出される汚水を処理し、トイレ洗浄水として再利用することが可能なシステムである。嫌気槽で一次処理、接触酸化槽と沈殿槽で二次処理を行い、その後三次処理として接触ろ過、沈殿ろ過、活性炭吸着を行う。</p> <p>三次処理に用いているカキガラは比較的表面積が大きいいため、接触する材として機能すると同時に、カキガラから溶出するアルカリ分でpHの安定化を図る。</p>
<p>し尿処理フローおよび解説</p>	 <p>トイレ → 嫌気槽 → 接触酸化槽 → 沈殿槽 → 接触ろ過槽第一室 → 接触ろ過槽第二室 → 沈殿ろ過槽 → 消毒 → 貯留槽(活性炭吸着) → 余剰水貯留槽</p> <p>一次処理: 嫌気槽 二次処理: 接触酸化槽, 沈殿槽 三次処理: 接触ろ過槽第一室, 接触ろ過槽第二室, 沈殿ろ過槽</p> <p>エアレーション: 接触ろ過槽第一室, 接触ろ過槽第二室</p> <p>トイレ洗浄水として再利用: 沈殿ろ過槽 → 貯留槽(活性炭吸着) → 余剰水貯留槽 → トイレ</p> <p>清掃引抜き時の張り水として使用: 余剰水貯留槽 → 消毒 → 貯留槽(活性炭吸着)</p> <p>汚水は嫌気槽に流入し、浮遊物を沈殿させ固体と液体に分離する。  <b>接触酸化槽</b>にはプラスチック製接触する材が充填されており、ばっ気によって酸素を供給するとともに、接触する材表面に付着している微生物の作用により汚水を浄化処理する。  <b>沈殿槽</b>では汚泥を沈殿させ、上澄み水と沈殿汚泥に分離する。  <b>接触ろ過槽</b>で洗浄水として再利用するための処理を行う。この槽には接触する材としてカキガラが充填してあり、汚水中に残る残存有機物及び浮遊物を除去する。生物分解で生じる酸化態窒素により低下したpHはカキガラから溶出するアルカリ分で中性に維持する。  <b>沈殿ろ過槽</b>では、接触ろ過流出水中の浮遊物質を沈殿・ろ過作用によって最終的に除去する。  <b>貯留槽</b>では、処理された水を活性炭により脱色する。</p>

## (2) 実証試験の概要

### 実証試験場所の概要

設置場所	長野県軽井沢町峠町 41 番地見晴台（上信越高原国立公園内）
山岳名	（山域名： ）（山岳名： ）（標高：1,200m）
トイレ供用開始日（既設のみ）	（平成16年7月8日 *トイレを設置し使用し始めた日）
トイレ利用期間	（ <input checked="" type="checkbox"/> 通年利用 ・ <input type="checkbox"/> シーズンのみ利用 ）



トイレ外観  
 トイレ室内  
 多目的トイレ室内  
 処理装置外観(埋設)  
 接触ろ過槽(第二室)



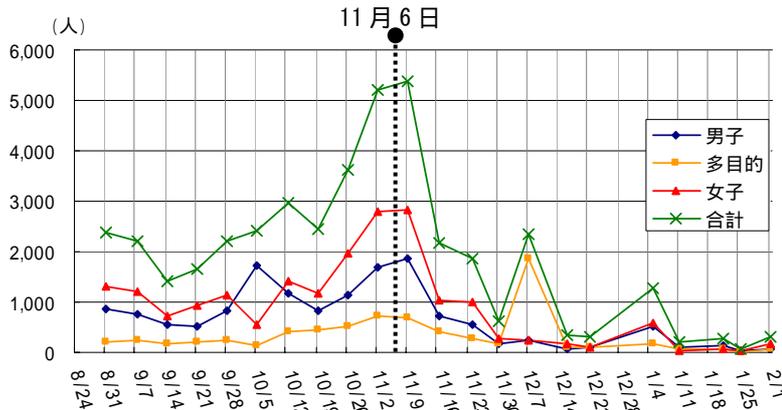
### 実証装置の仕様および処理能力

項目	仕様および処理能力	
装置名称	（名称：アクアメイクシステム）（型式：AM-S200Y8）	
設置面積	（277.59 m <sup>2</sup> ）（W4,870mm×D5,700mm）	
便器数	男（大：和1、小：2）女（洋1、和1）多目的 1	
処理能力等 （設計・仕様）	利用人数	（平常時：200人回/日）（利用集中時：400人回/日）
	水質等	（BOD 5 mg/L 以下）
	必要水量	（初期水量：12.43 m <sup>3</sup> ）（補充水量： m <sup>3</sup> ）
	必要電力	（必要電力：10.32 kWh/day）（消費電力量：309.6 kWh/月） 連続稼働：ブロワ（250w） 活性炭循環ポンプ（130w） トイレ使用時：中水加圧ポンプ（400w*2台） 水張り時：水中ポンプ（250w）
	必要燃料	（種類： ）（使用量： ）
	必要資材	（種類： ）（使用量： ）
	稼働可能な気温	（ -10 ~ 40 ）
	専門管理頻度	（ 4 回/年 ）
	搬出が必要な 発生物	（発生物の種類：余剰水、汚泥、使用済活性炭）
（発生物の量と頻度：使用頻度による）		
（最終処分方法：し尿処理場、産業廃棄物）		

本章に記載するデータは、実証試験地において試験期間中に測定及び調査された値です。

(3) 実証試験結果	
稼働条件・状況	
項目	実証結果
実証試験期間	(試験期間：平成18年 8月25日～平成19年 2月 1日(161日間)) (越冬期間：平成 年 月 日～平成 年 月 日( 日間))
利用状況	(利用者数合計：42,279人(161日間)) (集中時：最高： 人/日、平均：677人/日(21日間)) (平常時：最高： 人/日、平均：200人/日(140日間))
ペーパー	使用済みペーパーの取り扱い：( <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">便槽投入</span> ・ 分別回収 )
気温	(最高：23.8、最低：-12.4、平均：4.9)
使用水量	(初期水量：12.43m <sup>3</sup> 、補充水量： m <sup>3</sup> ) (水の確保方法： <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">上水</span> ・雨水・沢水・湧水・その他( ))
使用電力	(設備内容：商用電力<装置稼働、室内照明、室内暖房用パネルヒーター>) (使用量：13.29kWh/d(暖房未使用時)75.86kWh/d(暖房使用時)合計：7050kWh/161日)
搬送方法	燃料、発生物等の搬送手段( <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">車</span> 、ヘリコプター、ブルドーザー、人力、その他( ))
維持管理性能	
項目	実証結果
日常管理	内 容： ・ トイレ室(便器本体、便器の処理水、内壁・床・ドア)の点検 ・ 機械室(制御盤の満水警報ブザー音、余剰水貯留槽の水位)の点検など (作業量：1回あたりの作業 1人 60分、実施頻度 1回/週)
専門管理	内 容： ・ 前処理槽の処理状況の確認・処置(使用状況、流入管路、沈殿分離槽、接触ばっ気槽、処理水槽の目視検査) ・ 三次処理槽の処理状況の確認・処置(カキガラ接触槽、沈殿ろ過槽、貯留槽、ブロワ・ポンプ類、散気管、カキガラ、活性炭筒の目視検査) ・ その他、汚泥引き抜き・清掃、便器使用時の水量確認 (作業量：1回あたりの作業 2人 120～150分、実施頻度 6回/実証期間)
維持管理の作業性	<p>専門維持管理の実施者より以下の4つの内容に関して指摘があった。今回は試験のため1回/月の専門的な維持管理を行っているが、本装置の場合、3カ月に1回程度と提示されている。</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. マンホール開閉作業を容易にできるようにすること。</li> <li>2. 活性炭の交換作業を容易にできるようにすること。</li> <li>3. カキガラの補充目安をマニュアルでビジュアル化すること。</li> <li>4. 使用後の活性炭やカキガラのリサイクル方法を確立することが望ましい。</li> </ol>
マニュアルの信頼性	読みやすさ、理解しやすさ、正確性、情報量ともに「ふつう」との評価であったが、点検内容や判断基準をできるだけ図示して欲しいとの意見が確認された。

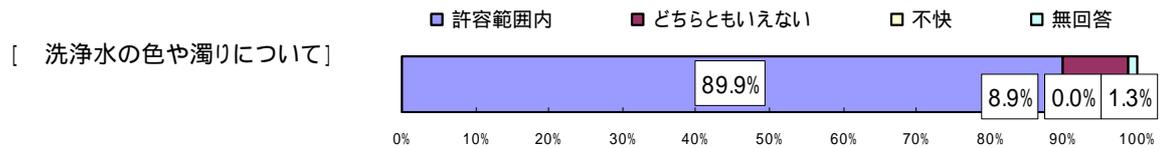
## 利用者数および維持管理状況グラフ



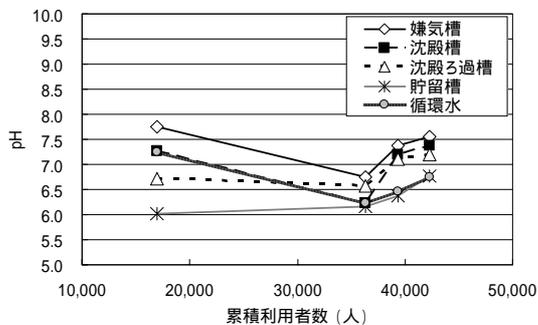
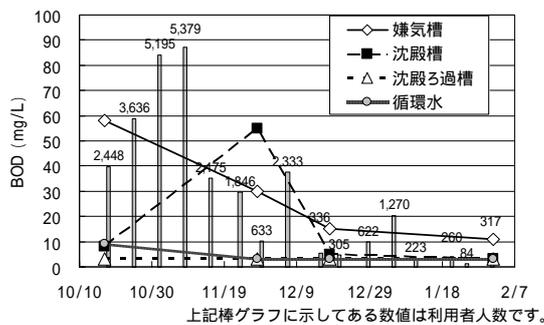
利用者数が最も多かった時期は 5,379 人週、一日平均は 768 人であった。また、利用者の累積に伴い 11 月 6 日には余剰水 2.2 m<sup>3</sup>の汲み取りを実施した。

## 室内環境

アンケート回収数は 79 で、男性 38%、女性 51.9%、無回答 10.1%であった。年代では、60代～70代が全体の 7 割近くを占めている。各項目で許容範囲と回答した割合は、室内の臭い 92.4%、洗浄水の色や濁り 89.9%であった。



## 処理性能



- 試験期間中 1日平均 677 人の利用が約 3 週間継続したが、循環水の BOD は一度 9mg/L を示したものの、他の 3 回については性能提示値の 5mg/L 以下を維持していた。
- 硝酸が多量に蓄積したが、液性は中性付近を維持していたことから、カキガラによる中和作用が働いていることが明らかとなった。
- 利用のピーク時でも、各槽からの汚泥の流出は認められず、槽容量に余裕があること、および汚泥の捕捉能が高いことが明らかとなった。
- 水温が 5 程度まで低下したが、利用者数が減少したこともあり、水温低下による水質の悪化は認められなかった。また、塩類の蓄積による生物処理への悪影響はなかった。

コスト	
建設	総事業費(41,475千円)(～の合計)
	内、し尿処理システム一式(約6000千円 工事費除く)
維持管理	合計(542.95千円/稼働期間(161日間))(～の合計)
	廃棄物処理費(32.1千円)(2.2mの汲み取り代)
	燃料費(163.2千円)(商用電力の使用量累計7,050kWh)
	専門管理費(149.4千円)(専門維持管理2回分の費用)
	消耗品費(18.25千円)(活性炭および固形塩素代)
	その他(180千円)(一般清掃委託費)

#### (4) 本装置導入に向けた留意点

##### 設置条件に関する留意点

- ・ 処理装置は地下埋設することが望ましい。
- ・ 電力、初期水、槽内汚泥や汚水の搬出、張り水が必要であるため、これらを確保できることが条件となる。ブロー等動かす電力は24時間必要となる。

##### 設計、運転・維持管理に関する留意点

- ・ 事前に利用実態をできるだけ正確に把握し、適切な処理規模を設定する。
- ・ 寒冷地の場合は地下埋設を基本とし、保温・加温対策を徹底する。
- ・ 維持管理・保守点検しやすいよう点検口や作業空間を確保する。
- ・ 活性炭、カキガラ等を交換・補充するための判断基準、汲み取り時期を明確にする。
- ・ 利用負荷を想定して、汚泥・汚水の引き抜きおよび保守点検計画を作成する。

#### (5) 課題と期待

##### [課題]

- ・ 循環水に蓄積した塩が、どの程度の濃度で生物処理の障害となるか明確にすることが必要である。塩の蓄積はスケールの発生や腐食にもつながるため、注意する必要がある。
- ・ カキガラ自体の減少やカキガラの空隙の減少に伴う異常が発生した場合、カキガラの補充時期や補充時期の判断と作業方法を明確にすることが求められる。
- ・ 活性炭の交換時期の目安を処理水質との関係も踏まえて示すことが必要と考えられる。

##### [期待]

- ・ 廃棄物であるカキガラを三次処理の接触材として活用することは効果的である。
- ・ 硝化は極めて進行しており、カキガラの比表面積の大きさが硝化菌の保持、SSの流出防止に貢献しているものと思われる。また、洗浄水を循環再利用する装置であることから、嫌気槽の構造、容量を工夫することによって、脱窒の促進が期待される。

(参考情報)

このページに示された情報は、全て環境技術開発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		環境技術開発者記入欄			
名称／型式		アクアメイクシステム S タイプ/AM2-S200Y8			
し尿処理方式		生物処理方式			
製造（販売）企業名		永和国土環境株式会社			
連絡先	TEL/FAX	084-924-7402/084-924-5818			
	WEB アドレス	http://www.ecoeiwa.co.jp/			
	E-mail	eiwa@ecoeiwa.co.jp			
サイズ・重量		前処理槽 幅 1600mm×長 3530mm×高 1810mm 三次処理槽 幅 1600mm×長 4830mm×高 1810mm 余剰水槽 幅 1600mm×長 4830mm×高 1810mm 機器スペース 1500mm×1000mm			
設置に要する期間		約2ヶ月間（トイレ建屋建築除く）			
実証対象機器寿命		FRP 槽 30 年・ポンプなど機器類 5～7 年			
コスト概算（円）※		費目	単価	数量	計
イニシャルコスト	装置本体		1	式	¥6,200,000 円
	参考工事費		1	式	¥2,300,000 円
					円
	合計				¥8,500,000 円
ランニングコスト	保守点検費		4	回	¥43,600 円
	活性炭交換費		1	回	¥76,200 円
	汚泥引抜き費		1	回	¥80,000 円
	合計				¥199,800 円
※処理能力：トイレ利用回数 200 回/日仕様（汚水量 2.0m <sup>3</sup> /日）のコストとなる。ただしイニシャルコストには運搬費・試運転調整費・制御盤などの付属品は含まない。ランニングコストは標準とする。					

○その他メーカーからの情報

排水再利用処理装置アクアメイクシステムは、カキガラ浄化作用を活用した装置で、現地の使用状況に対し適切な規模の装置を設置することが可能です。また、遠隔地での現地状況把握ができ、維持管理もそれほど難しいものではありません。埋設型のほか、地上設置型も用意しており、ソーラーや風力、手洗用の雨水利用装置など、様々なものを組み合わせることもできます。

環境技術実証モデル事業

山岳トイレ技術分野

# 山岳トイレし尿処理技術 実証試験結果報告書

平成18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：永和国土環境株式会社

技術・製品の名称：排水再利用処理装置・アクアメイクシステム

(生物処理方式)

# 目 次

1.趣旨と目的	1
2.実証試験の概要	2
3.実証試験場所	3
3-1.試験場所の概要	3
3-2.実施場所の諸条件	4
4.実証装置の概要	5
4-1.実証技術の特徴と処理フロー	5
4-2.実証装置の仕様	9
4-3.実証装置の設置方法	10
4-4.実証装置の運転・維持管理方法	10
4-5.実証装置の条件設定	10
5.実証試験方法	11
5-1.実証試験の実施体制	11
5-2.役割分担	12
5-3.実証試験期間	15
5-4.実証試験項目	16
5-5.稼働条件・状況	16
6.実証試験結果及び考察	26
6-1.稼働条件・状況	26
6-1-1.気温	26
6-1-2.利用者数	28
6-1-3.必要な水量・電力量	30
6-1-4.資材使用量および費用	32
6-2.維持管理性能	35
6-2-1.日常維持管理	35
6-2-2.専門維持管理	35
6-2-3.発生物の搬出及び処理・処分	37
6-2-4.トラブル対応	38
6-2-5.維持管理マニュアルの信頼性	38
6-2-6.維持管理性能のまとめ	39
6-3.室内環境	40
6-3-1.室温・湿度	40
6-3-2.臭気	42
6-3-3.許容範囲	43

6-3-4.室内環境のまとめ .....	45
6-4.周辺環境への影響 .....	46
6-4-1.土地改変状況 .....	46
6-4-2.周辺環境への影響のまとめ .....	46
6-5 処理性能 .....	47
6-6.試験結果の全体的まとめ .....	66
<b>7.本装置導入に向けた留意点 .....</b>	<b>68</b>
7-1.設置条件に関する留意点 .....	68
7-1-1.自然条件からの留意点 .....	68
7-1-2.利用条件からの留意点 .....	68
7-1-3.インフラ条件からの留意点 .....	68
7-2.設計・稼働に関する留意点 .....	68
<b>8.課題と期待 .....</b>	<b>69</b>

## 1.趣旨と目的

「環境技術実証モデル事業」は、平成15年度より環境省の新規事業として始まった。本実証試験は、山岳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第三者が客観的に実証し、情報公開する事業である。ここでは、山岳トイレし尿処理技術の実証手法・体制の確立を図るとともに、山岳地など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している。

実証機関としては、地方公共団体、公益法人、及び特定非営利活動法人が対象となっている。NPO法人山のECHO(以下、「山のECHO」という。)は、平成18年度の実証機関として試験を実施した。

本実証試験では稼働状況、維持管理性能、処理性能など、データ採取・分析が基本となっているが、利用者の使用感に関するアンケート調査も実施し、数値データでは表しにくい人の感覚についての情報を得ることも心がけた。

本技術のように水洗トイレでありながら、周辺に放流しないクローズドタイプの技術は、今回のような山麓地域に限らず、今後は海岸や離島、湖沼などの自然観光地域を中心に普及していくことが期待される。そのためには、設置後も長期間にわたり安定して性能を発揮することが求められる。本実証試験の結果を広く情報公開することで、これら技術の普及および適正な維持管理の徹底につながることを期待したい。

## 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 18 年 8 月 25 日～19 年 2 月 1 日
実証試験場所	長野県北佐久郡軽井沢町峠町 41 番地
実証機関	特定非営利活動法人(NPO 法人) 山の ECHO 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 1-11-7 第 2 文成ビル 3F TEL:03-3580-7179 FAX:03-3580-7176
実証申請者	永和国土環境株式会社 〒721-0973 広島県福山市南蔵王町二丁目 21 番 27 号 TEL:(084) 924-7402 FAX:(084) 924-5818
実証対象装置 (し尿処理方式)	アクアメイク 排水再利用処理装置(無放流型) (生物処理方式)

### 3.実証試験場所

#### 3-1.試験場所の概要

上信越高原国立公園内に位置する旧碓氷軽井沢見晴台は、長野県と群馬県の県境にあり、浅間山、妙義連峰、遠くには八ヶ岳・南北アルプスを望め、眼下に広がる紅葉が素晴らしい場所である。また、旧軽井沢の二手橋から見晴台へと向かう碓氷峠遊覧歩道は、溪流を眺め野鳥などにも出会う野趣豊かな自然歩道となっている。新緑の春から紅葉シーズンを中心に多くの人を訪れる場所である。

実証対象となるトイレ名称および所在地、設置主体を以下に示す。

- ・ トイレ名称:見晴台公衆トイレ
- ・ 所在地:長野県軽井沢町峠町 41 番地 見晴台
- ・ 公園名:上信越高原国立公園
- ・ 設置主体:軽井沢町

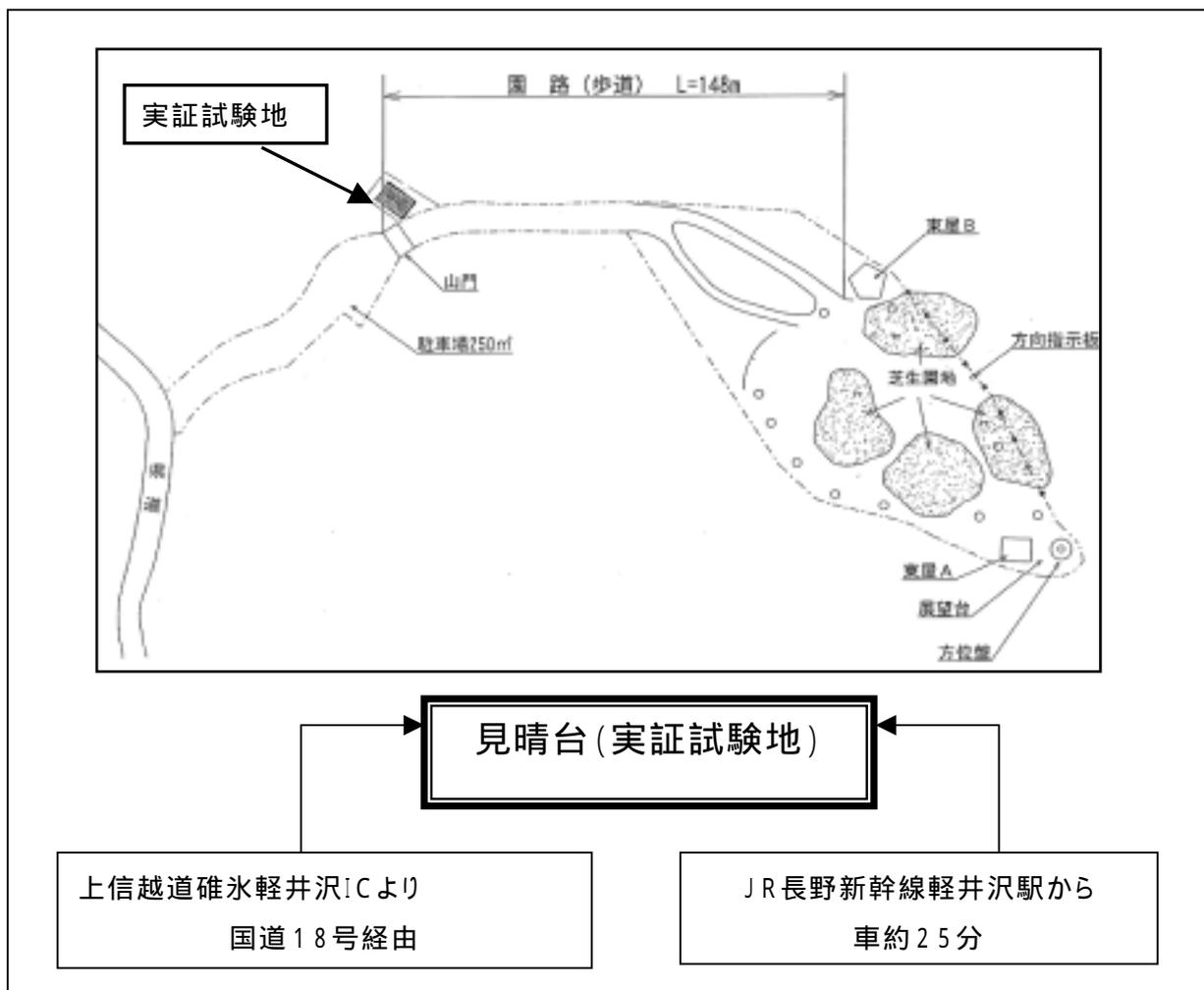


図3-1:見晴台公衆トイレへのルートと周辺環境

### 3-2 実施場所の諸条件

以下に見晴台周辺の自然・社会条件を示す。

標 高：1,200m

所 在 地：長野県北佐久郡軽井沢町大字峠町 41 番地

平均気温：7.9℃

平年降水量：1197.6 mm／年

平年積雪量：32 cm

商用電源：有り

水：簡易水道使用

見晴台公衆トイレ供用開始日：平成16年7月8日

見晴台公衆トイレの使用期間：通年使用

見晴台公衆トイレの利用者数：

平成17年度 8万人／年

平成17年度ピーク 2万人／月（8・10月）

① 関連法規：自然公園法（国立公園第二種特別地域）

表 3-2：見晴台の平均気温、最低・最高気温の平均（1971～2000）

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
平均最高気温 （単位：℃）	2.0	2.4	6.5	13.6	18.3	20.7	24.3	25.6	20.7	15.5	10.5	5.2
平均最低気温 （単位：℃）	-9.0	-9.0	-5.5	0.1	5.3	11.2	15.5	16.4	12.4	4.9	-1.0	-6.2
平均気温 （単位：℃）	-3.6	-3.4	0.0	6.6	11.6	15.4	19.3	20.3	15.9	9.6	4.2	-0.9

（長野気象台軽井沢測候所提供）

## 4.実証装置の概要

### 4-1.実証技術の特徴と処理フロー

#### (1)生物処理方式の一般的特徴と技術概要

生物処理には好気性処理と嫌気性処理があり、好気性処理は活性汚泥法や生物膜法等、嫌気処理は硝化法や生物膜法等がある。また、固液分離にはスクリーニング、沈殿方式、ろ過方式、膜分離方式などがある。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コストアップや設備管理に専門性が必要となる。

ここでの生物処理循環方式は、汚水を微生物等を用いて浄化し、処理水を洗浄水として再利用する方式である。使用回数に応じて、汚泥や汚水等が蓄積するため、部分的に引き抜きをする必要があり、工程水を循環、ばっ気するためなどに電力が必要となる。便器の洗浄方法は、一般的な水洗トイレと同様に使用ごとに洗浄水を流すタイプが多い。初期に一定量の水を投入すれば、ある程度の期間は給水せずに使用できる。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。

#### (2)実証対象技術の特徴

し尿処理技術であるアクアメイクシステムは、トイレから排出される汚水を浄化・処理し、トイレ洗浄水として再利用することが可能なシステムである。

沈殿分離や接触酸化・接触ろ過等を組み合わせた生物処理を基本としているが、接触ろ過槽の接触材としてカキガラを用いているところが特徴的である。カキガラ表面の凹凸は硝化菌等の生物の棲家（担体）として適しており、溶出するアルカリ分でpHを安定化することを目的としている。

また、処理工程の最後にある貯留槽には活性炭吸着装置を設置してあり、処理水の脱色を行うこととしている。なお、利用回数の累積にともなって蓄積する余剰水は、系外に排出しないよう、余剰水貯留槽を設けている。

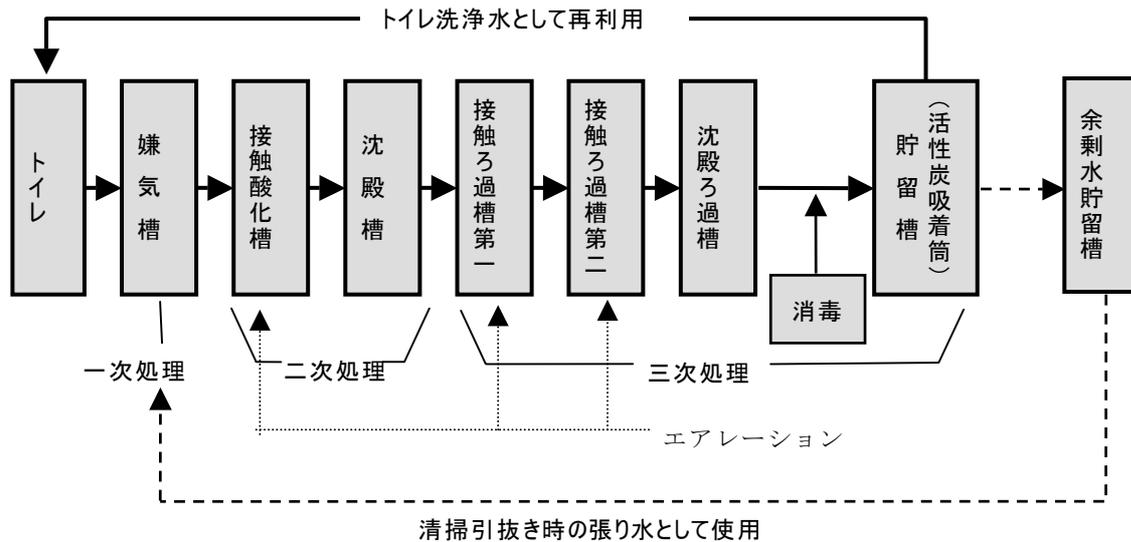


図 4-1:し尿処理フロー

**嫌 気 槽** (実有効容量 3.907 m<sup>3</sup>)

トイレより流れてくる汚水は、まず嫌気槽に流入し、ここでは流入汚水を固体と、液体に分離する。そして、浮遊物を沈殿させ中間の分離液のみを次の接触酸化槽へ移流させる。流入する汚物・紙等の大部分はここに貯留される。

**接 触 酸 化 槽** (実有効容量 1.128 m<sup>3</sup>)

接触酸化槽にはプラスチック製接触材が充填されており、ばっ気によって処理水に旋回流をつくり酸素を供給するとともに、接触材表面に付着している微生物の作用により汚水をさらに浄化処理する。

**沈 殿 槽** (実有効容量 0.688 m<sup>3</sup>)

接触酸化槽にて生物処理された処理水中の汚泥を沈殿させ、上澄み水と沈殿汚泥に分離する。

**接 触 ろ 過 槽** (実容量 4.014 m<sup>3</sup>)

沈殿槽にて分離された上澄み水を洗浄水として再利用するため、汚水をさらに高度処理する。接触材として天然ろ過材であるカキガラを充填し、汚水中に残る残存有機物及び浮遊物を除去し、BODを5 mg / l以下にすると同時に、生物分解により低下したpHを中性に維持し、より高度な生物処理を実現させる。

**沈 殿 ろ 過 槽** (実容量 0.689 m<sup>3</sup>)

接触ろ過槽で処理させた水をさらに、汚水と上澄み水に分離し、次の工程において活性炭吸着を行うため目詰まりを起こさぬよう、微細なSSまで除去する構造となっている。

**貯留槽(活性炭吸着筒)** (実容量 2.005 m<sup>3</sup>)

前工程までに処理された、処理水を利用者に不快感を与えないよう、貯留槽内を循環させ、活性炭により脱色を行う。処理された水はトイレ洗浄水に使用する。

**余 剰 水 貯 留 槽** (実設計容量 8.008 m<sup>3</sup>)

トイレを利用するたびに増える、1回分の処理水をここに貯め、外部へは放流しないようにする。満水になった場合は警報装置等で知らせることができ、嫌気槽の清掃引抜き後の張水に使用できる。

[実証対象技術の写真]



写真1 公衆トイレの外観



写真2 処理施設の外観