

環境省

平成28年度環境技術実証事業

テーマ自由枠

実証試験結果報告書

平成29年3月

実証機関 : 一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会
技 術 : 使用済み紙おむつ脱水脱塩処理システム
実証申請者 : 株式会社メセナ
実証試験実施場所 : メセナ環境技術研究所
実証番号 : 130-1602



テーマ自由枠
実証番号 130-1602

第三者機関が実証した
性能を公開しています

実証年度
H28

www.env.go.jp/policy/etv

本実証試験結果報告書の著作権は、環境省に属します。

目次

○全体概要	1
1. 実証対象技術の概要	1
2. 実証試験の概要	1
3. 実証試験結果	2
4. 参考情報	4
○本編	5
1. 導入と背景、実証試験の体制	5
1.1 導入と背景	5
1.2 実証試験参加組織と実証試験参加者の分掌	6
2. 実証対象技術及び実証対象製品の概要	8
2.1 実証対象技術の原理とシステムの構成	8
2.2 実証対象技術の仕様と処理能力	9
3. 実証試験実施場所の概要	10
3.1 実証試験実施場所及び使用済み紙おむつ入手場所の基本情報	10
3.2 実証対象技術の配置	11
4. 既存データの活用	12
4.1 既存データの取得	12
4.2 既存データの活用の検証	13
5. 実証試験の方法と実施状況	13
5.1 実証試験全体の実施日程表	13
5.2 乾燥方法	14
5.3 監視項目	14
5.4 実証項目	15
5.5 運転及び維持管理項目（方法と実施日）	19
6. 実証試験結果と検討	20
6.1 監視項目	20
6.2 実証項目	21
6.3 運転及び維持管理実証項目	25
6.4 所見（結果のまとめ）	27
○付録(品質管理)	28
1. データの品質管理	28
2. 品質管理システムの監査	28
○資料	29
1. 実証試験のデータの詳細	29
2. 実証試験データの補足（追加試験結果）	35
3. 実証対象製品の外観	36
4. グラフの読み方	37
5. 用語の解説	37

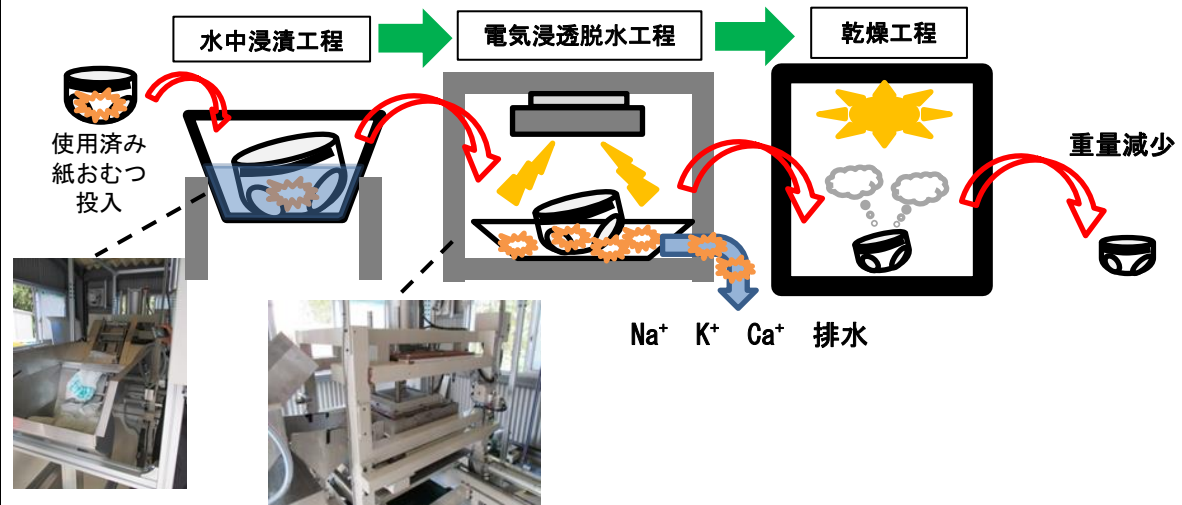
○全体概要

実証対象技術 実証申請者	使用済み紙おむつ脱水脱塩処理システム 株式会社メセナ
実証機関	一般社団法人 埼玉県環境検査研究協会
実証試験期間	平成 28 年 12 月 13 日 ~ 12 月 14 日
本技術の目的	電場において高分子吸収体の構造が変化し、ナトリウムが放出され保水性が失われる現象を利用して、使用済み紙おむつを脱水脱塩処理することを目的とする。

1. 実証対象技術の概要

原理（フロー）：

実証対象技術は、電場により使用済み紙おむつ中の高分子吸収体（Super Absorbent Polymer：以下「SAP」という。）が分解（構造変化）し、この際に生じたナトリウム等が通電を高め、脱塩・脱水反応が進行する作用を利用している。実証対象技術により、短時間で使用済み紙おむつを脱水・脱塩処理ができ、乾燥が容易であり減量化できる。処理後の紙おむつは、含水率や塩分量も少なく、重量が減ることから、焼却処分や運搬の負荷を軽減することができる。



2. 実証試験の概要

2.1 実証試験実施場所の基本情報

名称／所在地	メセナ環境技術研究所／広島県東広島市志和町志和東 2885 番地
建物面積・規模	44 平方メートル（設置空間 22 平方メートル）、地上 1 階建て

2.2 使用済み紙おむつの入手場所の情報

名称／所在地	ドエル東志和／東広島市志和町志和東 1201-1
事業の種類・規模	介護付有料老人ホーム、入居定員 49 名（49 室）

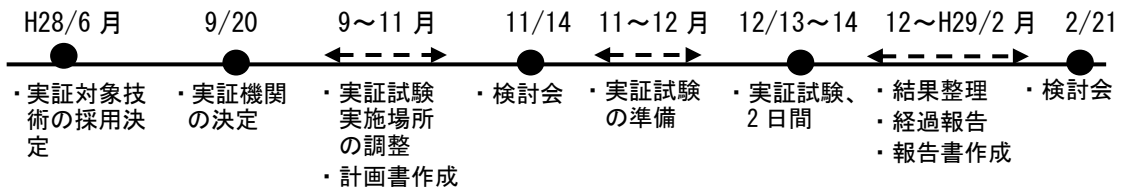
2.3 実証対象製品の設計の仕様及び処理能力

区分	項目	仕様及び処理能力
概要	占有空間(mm)	幅 1,900×奥行 2,700×高さ 2,000
	重量	約 300kg
	設計上の処理能力	大人用紙おむつ最大 5 枚/回（1 回の運転時間：約 10 分）
使用機器仕様	直流電源装置	出力電圧：0～60V、出力電流：0～200A、出力電力：12kW
	コンプレッサー	1.5kW、7 kg/cm ² 、175L/min

2.4 実証項目および目標水準

実証項目	重量減少率（処理前に対する乾燥工程後の紙おむつの重量減少率）
目標水準	20%以上

2.5 実証試験のスケジュール



3. 実証試験結果

3.1 実証項目（詳細は本編 21 頁 6.2 項）

実証項目である紙おむつの重量減少率は、46~79%（平均 67%）であり、目標水準（20%）を達成した。水中浸漬工程において、紙おむつ中の SAP が水分を吸収するため、紙おむつ全体の重量は増加したが、その後の電気浸透脱水工程と乾燥工程を経て、処理前と比べて重量が減少した。

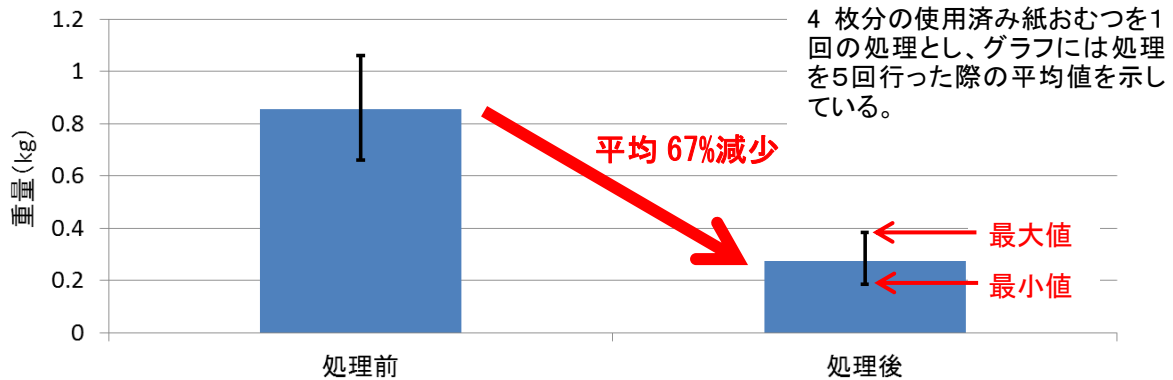


図 実証項目（重量変化）の結果

参考項目である紙おむつ中の水分は、処理前が 80.5%であったのに対し、処理後には 30.7%まで低下した。外観からも含水率が低いことが明らかな処理物が得られた。

紙おむつ中のナトリウム、カリウム等の塩類は、水中浸漬工程及び電気浸透脱水工程を経て減少した（33.6~85.3%）。

紙おむつの高位発熱量は、処理前が 3.84MJ/kg であったのに対し、処理後は含水率が低下したことで 14.8MJ/kg まで増加した。



図 紙おむつの外観の変化

表 参考項目の結果

項目	処理前	処理後	減少率 (%)
水分 (%)	80.5	30.7	68.1
ナトリウム (g/kg) *1	35.8	16.1	55.0
カリウム (g/kg) *1	5.84	0.859	85.3
カルシウム (g/kg) *1	0.655	0.442	33.6
全塩素分 (%)	0.96	0.15	84.1
灰分 (%)	11.0	4.99	54.5
高位発熱量 (MJ/kg)	3.84	14.8	284*2

*1 乾燥重量当たりの測定値 *2 増加率 (%)

3.2 運転及び維持管理項目

(1) 環境影響項目

項目	実証結果			
排水水質	排水は 2 箇所の工程から生じるが、汚濁濃度は次のとおりであった（平均値）。また、塩化物イオン濃度（平均 230mg/L）、pH（平均 10.6）であるが、設置施設の他の排水が多いので、公共下水道や浄化槽に大きな影響はないと思われる（詳細は本編 25 頁 6.3（1）項 参照）。			
	工程\項目	生物化学的酸素要求量(mg/L)	浮遊物質(mg/L)	排水量(L)
	水中浸漬工程	16	4	54
	電気浸透脱水工程	220	110	16
騒音	実証対象製品稼働時に騒音値が少し増加したが、実証対象製品は基本的に屋内に設置されるため、屋外への影響は防ぐことができる。			
臭気	実証対象製品稼働時や乾燥工程において、臭気の発生が若干認められたが、換気等で対応可能なレベルであった。			

(2) 使用資源項目

項目	実証結果
消費電力量	0.41 kWh/回（乾燥工程を除く）
水道水	18L/回
消耗品	綿袋使用量：1枚/回

(3) 運転及び維持管理項目

管理項目	一回あたりの管理時間及び管理頻度	維持管理に必要な人員数・技能	
日常点検	排水溝の点検、清掃	5分/回	1人、技能は特に必要なし
	排水マスの点検、清掃	5分/回	
	濾滓回収バットの清掃	5分/回	
定期点検	水中浸漬装置内の清掃	15分/回・週	1人、技能は特に必要なし
	電極への付着物除去	5分/回・月	
運転開始に要する作業	コンプレッサー、直流電源装置等の電源を入れることで、実証対象製品を運転開始できる。		
運転停止に要する作業	コンプレッサー、直流電源装置等の電源を切るだけで停止できる。		
実証対象製品の信頼性 トラブルからの復帰方法	実証期間中における実証対象製品のトラブルはなかった。トラブル発生時は、メーカー（実証申請者）に連絡する。		
運転及び維持管理 マニュアルの評価	運転維持管理マニュアルには、特に難解な部分はなかった。感染性或感電に対する注意事項等が詳しく記載されていた。		

(4) 所見（実証試験結果のまとめ）

項目	所見
技術全体	実証対象製品の処理原理通り、通電に伴って使用済み紙おむつが脱水脱塩されることが確認できた。使用済み紙おむつの重量が減少したことから、運搬に係る作業性や環境負荷を軽減することが期待される。また、脱塩に加え、高位発熱量の増加も確認できたことから、使用済み紙おむつの焼却に係る負荷も軽減可能であると考えられる。
その他	使用済み紙おむつを裁断する作業は、ユーザーへの負担があり、作業を自動化することが望まれる。また、感染性の問題へ対応のために、防止対策や装置の改良等が望まれる。

4. 参考情報

注意：このページに示された情報は、技術広報のために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、実証の対象外となっています。

4.1 製品データ

項目		実証申請者 記入欄	
名称（英訳名）	使用済み紙おむつ脱水脱塩処理システム (used diapers dehydration desalination processing system)		
製造・販売企業名	製造：株式会社メセナ 販売施工：藤原メセナ建設株式会社		
連絡先	TEL/FAX	TEL：(082)420-5331 / FAX：(082)420-5111	
	Web アドレス	http://www.mecenat-eco.jp	
	E-mail	info@mecenat-eco.jp	
装置の各部の サイズ・性能 ※全体は概要版 2.3 項参照	水中浸漬装置 電気浸透脱水装置	W 730mm×L1100mm×H1300mm W1100mm×L1700mm×H2000mm 処理能力：30kg/h (大人用紙おむつ浸水後 30 枚/h 相当)	
	操作パネル 制御 BOX 直流電源装置	W 320mm×L 200mm×H 300mm W 600mm×L 290mm×H1490mm W 490mm×L 680mm×H 240mm 出力電圧：0～60V (実使用：max60V) 出力電流：0～200A (実使用：max60A) 出力電力：12kW	
	コンプレッサー	W1100mm×L 400mm×H 920mm 1.5kW×7kg/cm ² ×175ℓ/min	
定格入力電圧	200V (3相)		
コスト概算	インシャルコスト 1,100 万円	本体及び付属品	1,000 万円
		設置工事費用	100 万円
	ランニングコスト 20 万円/月	電気費、水道費、排水処理費 (中和処理費)、綿袋費 廃棄物処理費 (RPF 原料になれば不要)	

4.2 その他メーカーからの情報

1. 使用済み紙おむつの処理について

使用済み紙おむつは水分(尿)約70%を含むため発熱カロリーが低く、塩素・塩類等燃焼上問題を含む処理困難物が含まれている。従って、そのまま燃焼処理した場合、「助燃材の添加」「炉材の劣化」「ダイオキシン類の発生」「未燃物の増加」という課題がある。一般廃棄物の全体的な減少傾向の中で、紙おむつの生産量・使用量が増加傾向にある現在、この課題に対する早急な解決策が不可欠と考えます。

このシステムを使用して使用済み紙おむつを処理することによる利点は、次のとおりです。

- ・水分、塩類の除去により、助燃材の削減、焼却炉の壁の劣化を遅らし、焼却炉の寿命延長
- ・処理物を再資源化(Refuse Paper&Plastic Fuel (RPF)化等)することにより、循環型社会形成の推進

2. 製品の特長

- ・電場で短時間に使用済み紙おむつからの脱水脱塩処理が可能
- ・熱処理を行わないので装置の構造が簡単かつコンパクト
- ・処理後、燃料として利用可能(水分及び Na,K,Cl₂を除去することで RPF 化が可能)
- ・老人ホームや病院などの施設に設置が可能である。中間処理施設としての転用も展望している。

3. その他

- ・特許申請中(審査請求中)

使用済み高吸水性ポリマーの脱水脱塩方法及びその装置[特開 2015-134845]

- ・装置の改良

現装置では、使用済み紙おむつを装置に投入する前に手作業によるカットや袋詰め等が必要であるが、現在全自動化する為の改良中

○本編

1. 導入と背景、実証試験の体制

1.1 導入と背景

環境技術実証事業は、既に適用可能な段階にありながら、環境保全効果等についての客観的な評価が行われていないために普及が進んでいない先進的環境技術について、その環境保全効果等を第三者が客観的に実証することにより、環境技術を実証する手法・体制の確立を図るとともに、環境技術の普及を促進し、環境保全と環境産業の発展に資することを目的とするものである。

本実証試験では、環境省総合政策局総務課環境研究技術室が策定した環境技術実証事業実施要領⁽¹⁾に基づいて、テーマ自由枠として選定した実証対象技術である「使用済み紙おむつ中の高分子吸収体の脱水処理による焼却負荷低減技術」について、以下に示す環境保全効果等を客観的に実証した。

- 実証申請者が定める技術仕様の範囲での、実際の使用状況下における環境保全効果
- 運転に必要なエネルギー、物資、廃棄物量及び可能な限りコスト
- 適正な運用が可能となるための運転環境
- 運転及び維持管理にかかる労力

実証対象技術は、紙おむつ中の高分子吸収体に直流電圧をかけて、これを分解する技術である。高分子吸収体には、し尿の水分やナトリウム等の塩類を含む。水分を含んだ使用済み紙おむつの高分子吸収体を分解することにより、使用済み紙おむつから水分を放出することができ、その結果、重量も減少する。導入する場所の作業者の負担や廃棄物重量の軽減になることから、環境保全も含め、負荷の低減が期待される。

本報告書は、専門家で構成される技術実証検討会において、実証対象技術の特長を実証試験結果で得た情報から環境保全の効果について検討し、その結果を取りまとめたものである。

(1)：環境省総合政策局総務課環境研究技術室 環境技術実証事業実施要領、平成28年4月1日

1.2 実証試験参加組織と実証試験参加者の分掌

実証試験に参加した組織を図 1-1 に示した。また、実証試験参加者とその責任分掌を表 1-1 に示した。

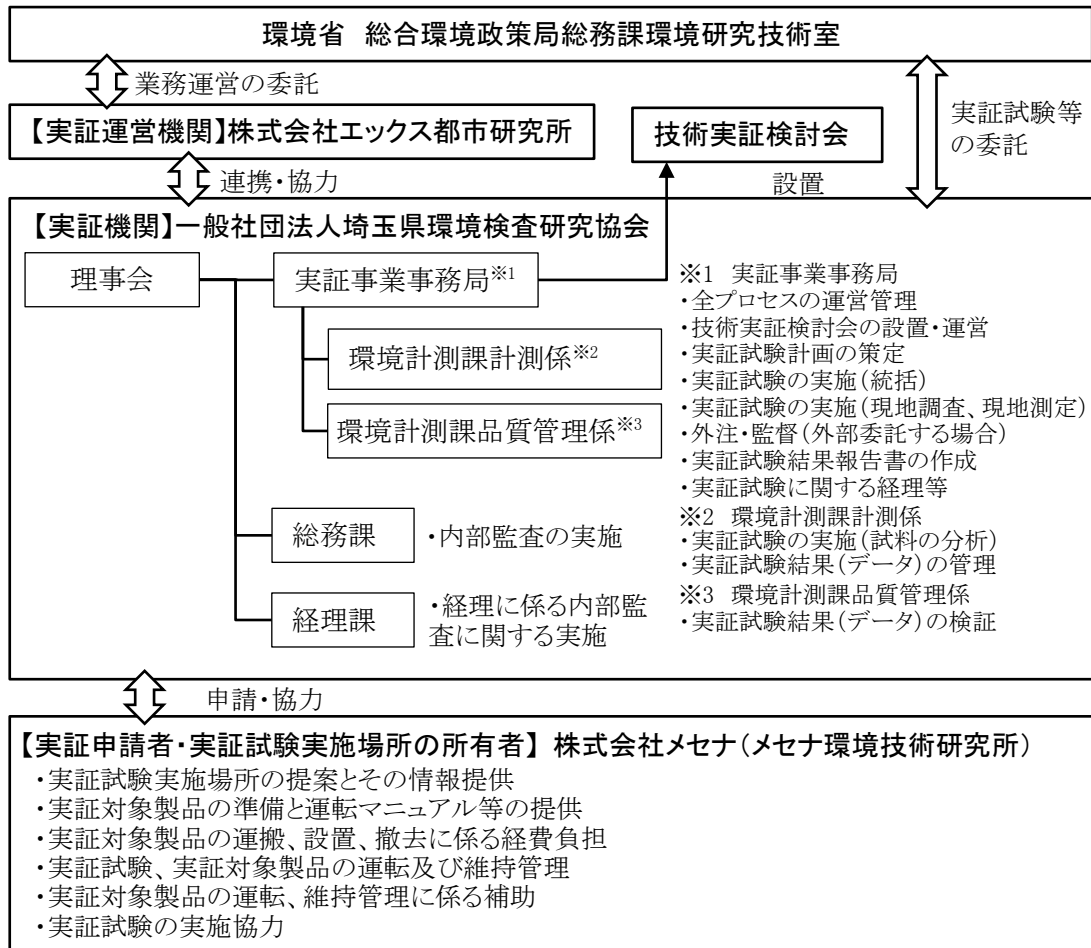


図 1-1 実証試験参加組織と関係図

表 1-1 実証試験参加組織と実証試験参加者の分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	参加者	
実証機関	一般 社団法人 埼玉県環 境検査研 究協会	統括・ 計画管理	実証事業の全プロセスの運営管理	実証事業事務局 野口 裕司 岸田 直裕 大塚 俊彦
			技術実証検討会の設置・運営	
			実証試験計画の策定	
			実証試験の実施（統括）	
			実証試験結果報告書の作成	
		外注・監督（外部委託する場合）		
		採取・ 現地調査	実証試験の実施（現地調査、現地測定）	
		分析	実証試験の実施（水分等の分析）	環境計測課長 津田 啓子
			実証試験結果（データ）の管理	
		データの 検証	実証試験結果（データ）の検証	環境計測課品質 管理係 三戸 克則
内部監査	内部監査の実施	総務課 ISO 担当 島田 俊子		
経理	実証試験に関する経理等	実証事業事務局 岸田 直裕		
経理監査	経理に係る内部監査に関する実施	経理課長 田島 照久		
環境技術 開発者・ 実証試験 実施場所 の所有者	株式会社メセナ、 メセナ環境技術 研究所	実証試験実施場所の情報の提供	株式会社メセナ、 メセナ環境技術 研究所 代表取締役 藤原 忠治	
		実証対象製品の準備と運転マニュアル等の提供		
		実証対象製品の設置、撤去に係る経費負担		
		実証対象製品の運転及び維持管理に要する費用負担		
		処理対象物の入手、運搬に係る経費負担		
		必要に応じて実証対象製品の運転、維持管理に係る補助		

2. 実証対象技術及び実証対象製品の概要

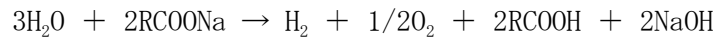
2.1 実証対象技術の原理とシステムの構成

実証対象技術は、直流電圧を印加*することで、電場が高分子吸収体（Super Absorbent Polymer：以下「SAP」という。）を分解し**、この際に生じた紙おむつ中のナトリウム等が電気の通電を高め、脱塩・脱水反応が進行する作用を利用したものである。本技術は、短時間で使用済み紙おむつの脱水・脱塩処理を行い、乾燥を容易にさせる。

処理後は、含水率が低く、塩分量も少ないため、燃焼処分の効率が上がり、塩分等による焼却炉の劣化防止が期待できる。さらには、減量化により運搬に係る環境負荷を軽減することができる。

*印加：電気回路に電源や別の回路から電圧や信号を与える事を意味する。本実証対象製品では、直流電源装置を用いて電気浸透装置に電圧を加えることである。

**SAP の分解原理については、Sakohara らによって検証されており、電場では以下の反応が進行することが報告されている。



(引用文献) Sakohara et al. (1990) Mechanism of polyacrylate gel shrinking in an electric field. *J. Chem. Eng. Jpn.*, 23(6), 675-680.

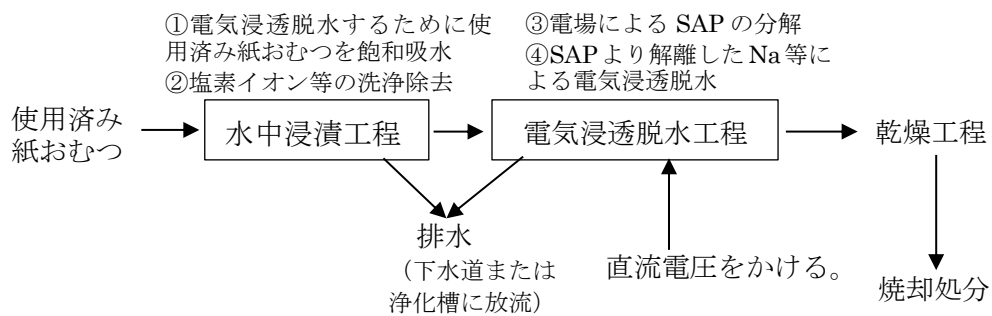


図 2-1 実証対象製品のシステム

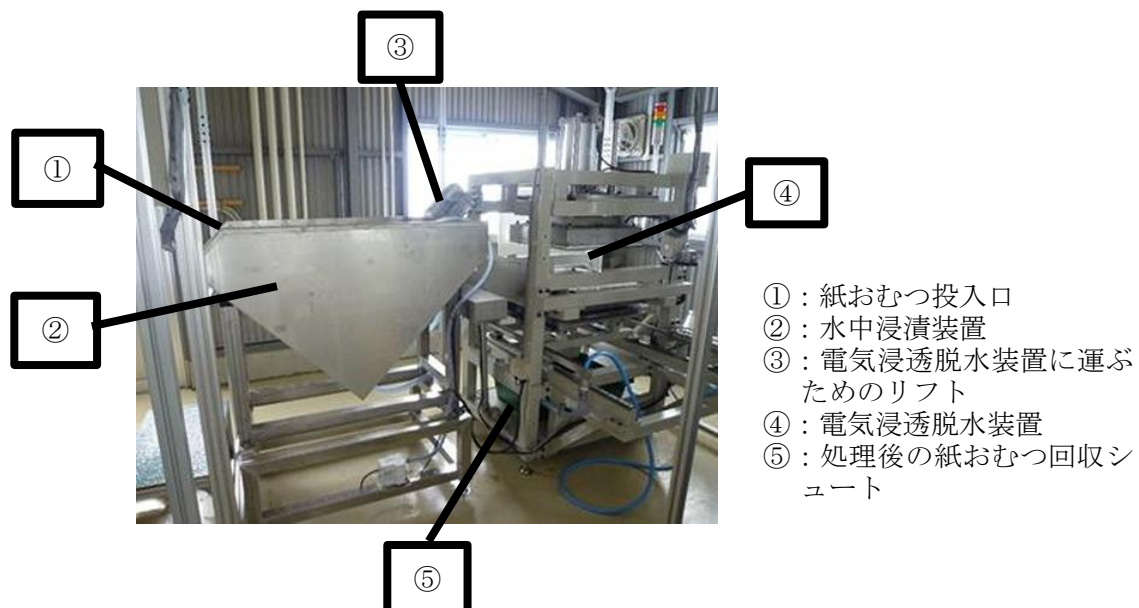


図 2-2 水中浸漬及び電気浸透脱水装置の外観

(詳細は 資料編 36 頁 3 項参照)

紙おむつは、その利便性の高さから、介護や子育ての現場において広く受け入れられ、生産量は大人用・乳幼児用共に近年増加傾向にある。平成 27 年における総生産数量は年間 200 億枚以上に達している¹⁾。今後も需要が拡大する。

使用済みの紙おむつは焼却処分されることが一般的であるが、紙おむつの主成分である SAP は水分を多く含む。そのため、焼却炉内に使用済み紙おむつの比率が高まると、SAP に含まれた水分により燃焼温度が低下することで、焼却残渣が増える可能性もあり、埋め立て処分量の増加につながる。また、燃焼温度低下を補うための燃料を多く使用する必要が生じる（焼却炉の種類にもよる²⁾）。

（引用文献）

- 1) 一般社団法人 日本衛生材料工業連合会 HP（<http://www.jhpia.or.jp/data/data6.html>）
（平成 29 年 2 月 10 日アクセス）
- 2) 木村（2015）経済産業省 スマート・エコパークに関する検討会（第 3 回）配布資料（4）。

2.2 実証対象技術の仕様と処理能力

実証対象技術の仕様及び処理能力を表 2-1 に示す。

表 2-1 実証対象技術の仕様及び処理能力等

占有空間(mm) (装置の大きさ)	装置全体：幅 1,900×奥行 2,700×高さ 2,000 水中浸漬装置：幅 730×奥行 1,100×高さ 1,300 電気浸透脱水装置：幅 1,100×奥行 1,700×高さ 2,000
重量	約 300kg
使用機器仕様	直流電源装置：出力電圧:0~60V、出力電流:0~200A、 出力電力:12kW コンプレッサー：1.5kW、7 kg/cm ² 、175L/min
設計上の処理能力	大人用紙おむつ 5 枚/回（1 回の運転時間：約 10 分）

3. 実証試験実施場所の概要

3.1 実証試験実施場所及び使用済み紙おむつ入手場所の基本情報

実証対象製品を実用的に稼働させることが可能な場所に設置されている表 3-1 に示す試験場所にて実証試験を行った。表 3-2 に示す実証試験実施場所の近隣の福祉施設より、表 3-3 に示す最も使用頻度の高いタイプの使用済み紙おむつを入手・搬入して、実証試験に供した。なお、使用済み紙おむつを廃棄する際には、大便は別に処理することが一般的であり、本実証試験でも同様に行った。

表 3-1 実証試験実施場所の基本情報

名称	メセナ環境技術研究所
所在地	広島県東広島市志和町志和東 2885 番地
所有者	株式会社 メセナ
建物面積	44 平方メートル（設置空間 22 平方メートル）
規模	地上 1 階建て

表 3-2 使用済み紙おむつ入手場所の基本情報

名称	ドエル東志和
所在地	東広島市志和町志和東 1201-1
所有者	株式会社ドエル
事業の種類	介護付有料老人ホーム
入居定員	49 名（49 室）

表 3-3 実証試験で使用した紙おむつの基本情報

大きさ	28cm×49cm
種類	尿とりパッド
尿の吸収容量	約 700mL*

*カタログ掲載値

3.2 実証対象技術の配置

(1) 実証対象製品の配置

実証対象製品の配置図を図 3-1 に示した。3 日程度の設置工事および電源工事が必要である。

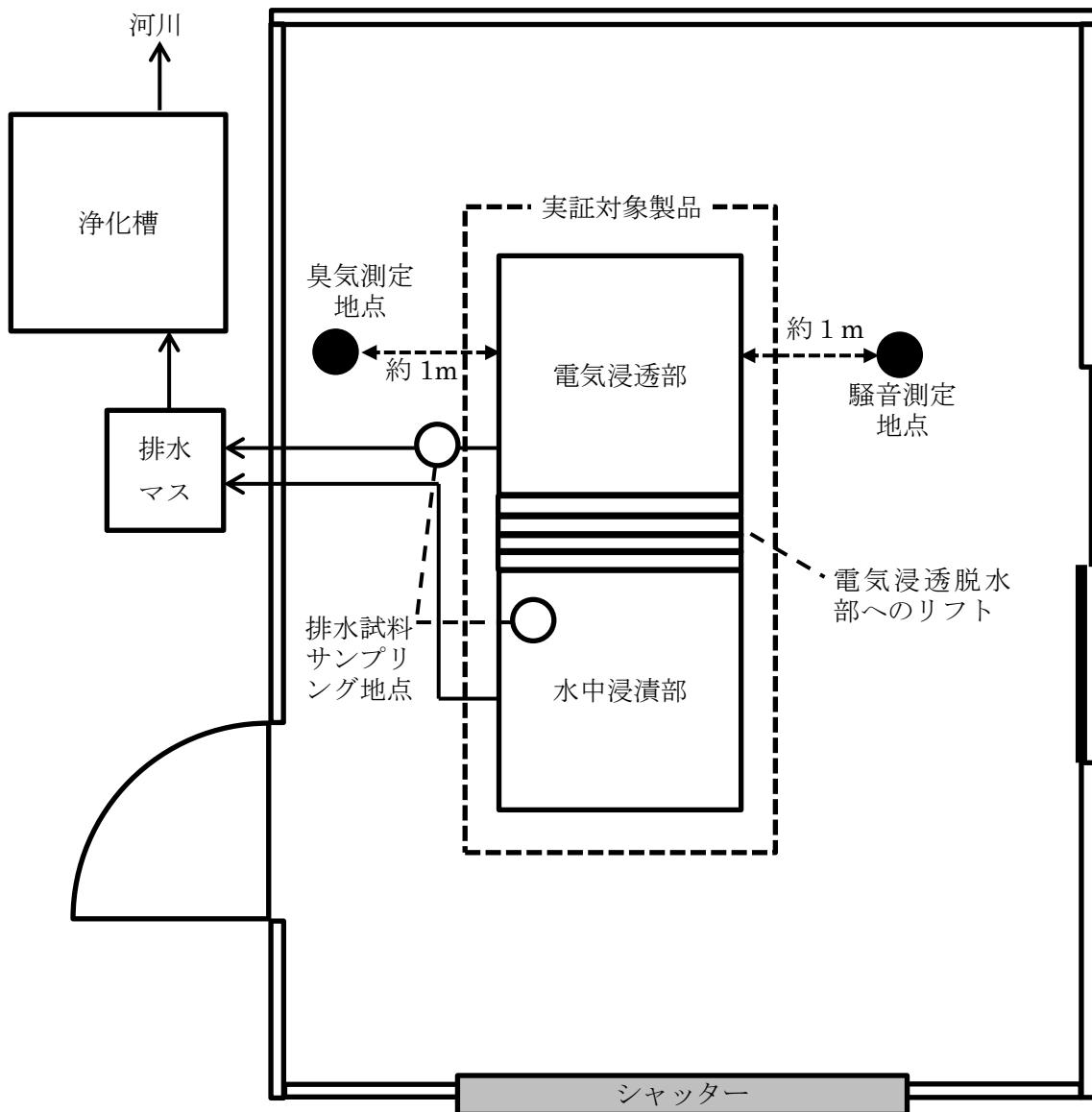


図 3-1 実証対象製品等配置図

(2) 実証対象製品の操作方法

SAP の処理には、電気が十分に通電できるようにする必要がある。使用済み紙おむつは水分が十分に行き届く（水分を含む）ことがない場合もあり、水中浸漬工程によって水分を充満させる。しかし、使用済み紙おむつはテープ等で閉じられることが多いので、裁断し開いた状態にする。この操作では、紙おむつ中のパルプや SAP が分散するため、綿袋に入れる。

作業は操作マニュアルに従い、紙おむつの裁断、移動、装置の操作を実施する。

操作に特別な技能は必要ない。

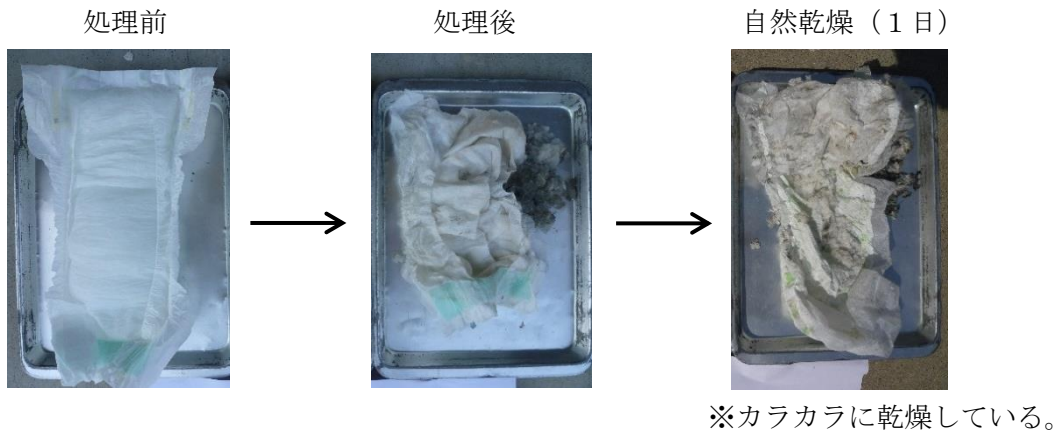
4. 既存データの活用

4.1 既存データの取得

実証申請者は自社試験結果として、新品の紙おむつに水道水を吸収させた模擬試料を用いた試験データを以下のとおり保有している。

図 4-1 自社試験の結果

・実施日、場所	2016年5月8日、メセナ環境技術研究所
・試験の概要	新品の紙おむつに水道水を吸収させた模擬試料を実証対象商品で処理し、脱水効果を確認した。具体的には、新品の紙おむつ5枚（0.16 kg/枚）を水中に浸漬し、模擬試料（5.3 kg）を作成した後、装置に投入し、電極接触・通電を行った（60V、最大60A、11分）。
・分析、試験項目	処理後の紙おむつの重量、脱水液量、燃焼性確認試験
・結果①脱水性能	処理後に2.2 kgの紙おむつと約3.1Lの脱水液が得られている。また、処理後に自然乾燥させた結果、図4-1に示すとおり、処理しなかった場合と比べ明らかに含水率が低い試料が得られた（目視判断）。
・結果②燃焼性能	処理後の紙おむつにライターで着火し、自燃状態が継続することが確認されている。



参考：電気浸透処理をしなかった場合

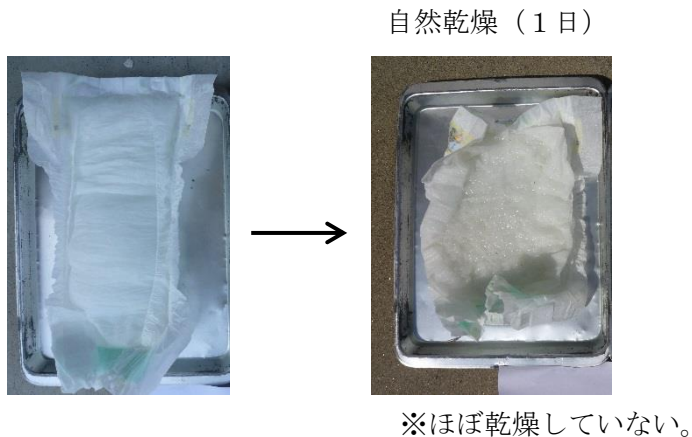


図 4-1 処理前後の試料変化の様子

4.2 既存データの活用の検証

自社試験において新品の紙おむつに水道水を吸収させた模擬試料を用いて試験をし、脱水性能を確認している。しかし、実際の使用済み紙おむつを扱った場合には、尿中に含まれる夾雑物等の影響で、試験結果が異なる可能性がある。また、脱塩性能については検証されていない。

そこで自社試験を踏まえた実証試験とするために、実証試験では、実際の使用済み紙おむつを実証対象製品で処理し、脱水・脱塩性能を確認することとした。

5. 実証試験の方法と実施状況

実証対象技術の特長である減量化、脱水・脱塩及び可燃化について、実証試験を行った。既存データは模擬試料であるため、使用済み紙おむつを用いて実証試験を行った。実証試験の目標設定は、使用者がわかりやすい重量の減量化を中心に、そのほかの項目は環境保全効果の水準（値）を決める目安がないために参考項目とした。

実証対象技術は、物理化学的処理であり、10 分程度の処理時間を繰り返し処理する装置である。そのため、測定データが入手できる回数の実証試験で性能を十分評価できると考え、2 日間の実証試験とした。

5.1 実証試験全体の実施日程表

実証対象製品は稼働中であるため、実証試験実施場所との調整を経て実施した。実証試験の全日程は図 5-1 のとおりである。

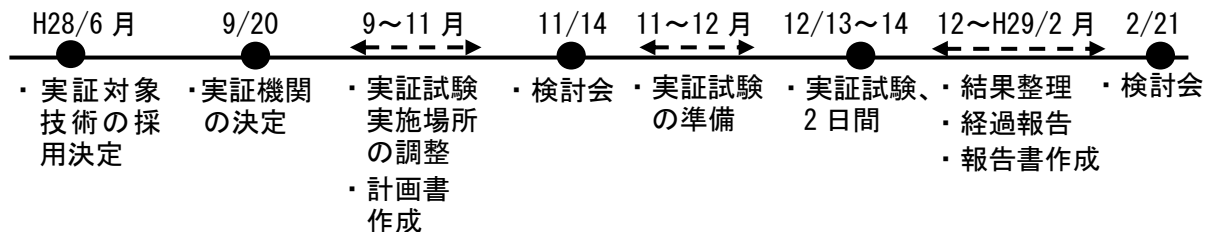


図 5-1 実証試験の全日程

5.2 乾燥方法

実証対象技術は、乾燥工程を自然乾燥で行うことにしている。そのため、天候に左右される条件となるため、図 5-2 のような試験条件を整えた装置を設けて実施した。

試験は、電気浸透脱水処理後の紙おむつを図 5-2 に示した実証試験実施場所の乾燥スペースに置き、ヒーター及び送風機を用いて 30℃前後の風を当てながら、約 24 時間乾燥させた。この乾燥方法では装置の容量に限りがあるため、1 回試験あたり約 5 片を採取して乾燥させた。

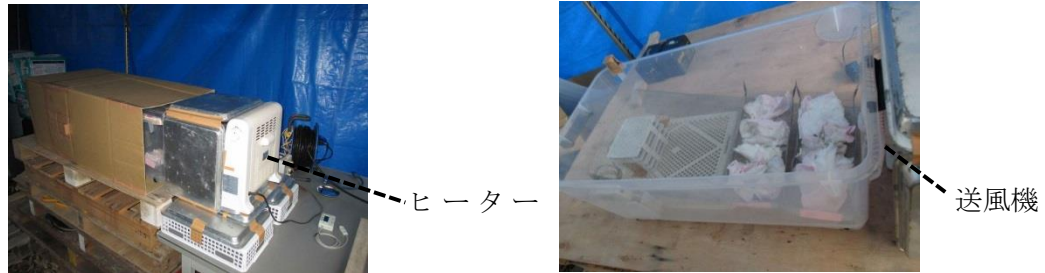


図 5-2 乾燥工程の実証試験（左：乾燥時；右：解放時）

5.3 監視項目

紙おむつの外観等の監視項目を表 5-1 に示した。

表 5-1 監視項目

監視項目	内容
紙おむつの外観	処理前、水中浸漬後、電気浸透脱水処理後、乾燥処理後の紙おむつをデジタルカメラで撮影した
紙おむつの見かけ容量	処理前、水中浸漬後、電気浸透脱水処理後、乾燥処理後の紙おむつの見かけ容量を、図 5-3 に示す器具を用いて確認した。各試料を計量容器の中に入れ、上部に約 5kg の重りを載せた時の容量を測定した。
排水液量	排水の液量を測定した。
乾燥状況	乾燥装置内の温度、湿度、乾燥風量を確認した。また、乾燥装置周囲の温度、湿度も確認した。
処理時間	単位時間当たりの紙おむつの処理量を把握するため、処理に要する時間を確認した。



図 5-3 見かけ容量測定の様子（左：側面より撮影；右：上部より撮影）

5.4 実証項目

(1) 実証項目及び目標水準、参考項目

表 5-2 に示すとおり、重量減少率を実証項目として設定した。

参考項目は表 5-3 に示すとおりであり、脱水・脱塩性能等を評価する目的で測定した。

表 5-2 実証項目及び目標水準

調査項目	目標水準	測定試料
重量減少率	20%以上	<ul style="list-style-type: none"> ・処理前の紙おむつ：計 5 試料 ・乾燥処理後の紙おむつ：計 5 試料

※各処理工程における重量変化を把握するため、水中浸漬後、及び電気浸透脱水処理後の紙おむつの重量も測定した。

表 5-3 参考項目

調査項目	測定試料	測定目的
水分	<ul style="list-style-type: none"> ・処理前の紙おむつ：計 5 試料 ・水中浸漬後の紙おむつ：計 5 試料 ・電気浸透脱水処理後の紙おむつ：計 5 試料 ・乾燥処理後の紙おむつ：計 5 試料 	脱水性能の確認
ナトリウム	<ul style="list-style-type: none"> ・新品の紙おむつ：1 試料 ・処理前の使用済み紙おむつ：5 試料 ・水中浸漬後の紙おむつ：5 試料 ・乾燥処理後の紙おむつ：5 試料 	脱塩性能の確認
カリウム		
カルシウム		
全塩素分		
灰分		
高位発熱量	<ul style="list-style-type: none"> ・処理前の紙おむつ：計 5 試料 ・水中浸漬後の紙おむつ：計 5 試料 ・電気浸透脱水処理後の紙おむつ：計 5 試料 ・乾燥処理後の紙おむつ：計 5 試料 	燃焼性（発熱量）の変化の確認
電流を流さずに処理を行った時の重量変化（比較試験*）	<ul style="list-style-type: none"> ・水中浸漬後の紙おむつ：計 2 試料 ・電気浸透脱水処理後の紙おむつ：計 2 試料 	処理原理の確認

*電気浸透脱水工程において印加を行う際に、紙おむつが電極に挟み込まれることから、外圧だけによる脱水がどの程度か確認した。

（２） 試料採取

① 試料採取方法

試料の採取・保存方法を表 5-4 に示した。実証試験は、近隣の福祉施設より使用済み紙おむつを実証試験実施場所に搬入した。実証試験項目の測定に必要な試料を確保するために約 1/8 の大きさに裁断した後、処理工程毎に一部採取し測定した。

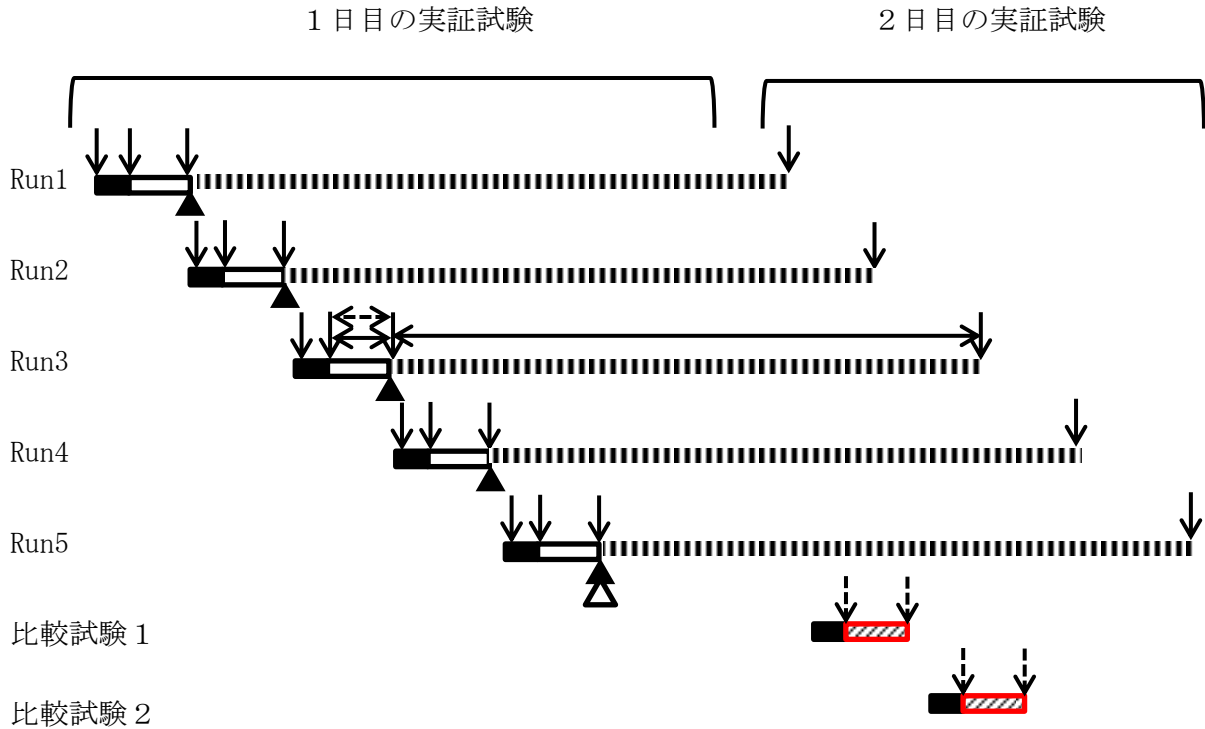
表 5-4 試料採取方法など

種 類	採取場所	採取方法	採取量 (1回あたり)	保存容器
新品の紙おむつ	ドエル東志和 (福祉施設)	手作業によって ランダムに採取	紙おむつ 2 枚	プラスチック 製の密閉容器
処理前の紙おむつ	実証対象製品に 投入する直前の かご	手作業によって ランダムに採取 (手袋使用)	約 5 片	プラスチック 製の密閉容器
水中浸漬処理後の 紙おむつ	電気浸透脱水装 置	手作業によって ランダムに採取 (手袋使用)	約 5 片	プラスチック 製の密閉容器
電気浸透脱水処理 後の紙おむつ	実証対象製品の 回収シュート	手作業によって ランダムに採取 (手袋使用)	約 5 片	プラスチック 製の密閉容器
乾燥処理後の 紙おむつ	乾燥スペース	手作業によって ランダムに採取 (手袋使用)	約 5 片	プラスチック 製の密閉容器
排水	電気浸透脱水装 置の脱水液排出 位置	手作業による採取	約 2L	プラスチック 容器
水道水	実証試験実施場 所の給水栓	手作業による採取	約 500 mL	プラスチック 容器

※ 1 片とは、測定に必要な試料を採取するために 1/8 に裁断したもの。採取では分析誤差を最小にするために 5 片採取した。

② 試料採取スケジュール（頻度）

処理の安定性を確認するため、5 回の繰り返し試験を実施した (Run1~5)。具体的な作業、試料採取スケジュールは図 5-4 のとおりである。



- 水中浸漬工程：約 3 分間（サンプリング等も含めると約 15 分間）
- 電気浸透脱水工程：約 12 分間（サンプリング等も含めると約 20 分間）
- ▨ 電気浸透脱水工程（通電なし）：約 12 分間
- 乾燥工程：約 24 時間
- ↓ 見かけ容量・重量測定、外観撮影、おむつ試料の採取
- ⋮ 重量測定
- ↔ 臭気の測定
- ↔ 騒音の測定
- ▲ 電気浸透装置からの排水液量の測定、排水試料の採取
- △ 水中浸漬装置からの排水液量の測定、排水試料の採取

図 5-4 実証試験における作業、試料採取スケジュール

③試料の保存方法

紙おむつ試料については、JIS K 0060 に準じて密閉容器に保存し、車両等により分析室に移送した。排水試料は、JIS K 0094 に準じて冷温で保存し、直ちに車両により分析室に移送した。

（３）分析手法及びスケジュール

分析方法及びスケジュールについては、表 5-5 に示した。

表 5-5 分析方法及びスケジュール

分析項目	分析方法	分析スケジュール
高位発熱量	環整 95 号に準じる。	採取翌日に分析 開始
水分		
灰分		
全塩素分	JIS Z 7302-6 に準じる。	
ナトリウム	下水試験方法に準じる。	
カリウム		
カルシウム		

（４）校正方法及びスケジュール

校正方法及びスケジュールについては、表 5-6 に示した。

表 5-6 校正方法及びスケジュール

機 器	校正方法	校正スケジュール
直示天秤	標準分銅による指示値確認、機器指示値ゼロ合せ	測定開始時
熱量計	機器指示値ゼロ合せ	測定開始時

5.5 運転及び維持管理項目（方法と実施日）

実証試験では、実証申請者が作成した運転及び維持管理マニュアルに従い、ユーザーが運転及び維持管理を実施するのが一般的であるが、今回は実証申請者所有の試験場での試験となり、ユーザーが存在しないため、実証機関が担当した。項目については、表 5-7 に示す。

表 5-7 運転及び維持管理実証項目

分類	実証項目	内容・測定方法等
環境影響項目	排水の生物化学的酸素要求量 (BOD)	下水道、浄化槽への放流に対する影響の確認のために、排水の BOD を測定した。電気浸透装置からの排水については、2 回運転した時のコンジット試料を対象として測定した（計 2 試料）。水中浸漬装置からの排水については、最終運転後の試料を測定した（1 試料）。排水中の有機物の生分解性と化学分解性の違いを把握するため、COD も測定し、BOD と値を比較した。
	排水の懸濁物質濃度 (SS)	下水道、浄化槽への放流に対する影響の確認のために、排水の SS を測定した。測定試料については BOD と同じとした。
	排水の pH	下水道、浄化槽への放流に対する影響の確認のために、排水の pH を測定した。測定試料については BOD と同じとした。
	排水の塩化物イオン濃度	浄化槽への放流に対する影響の確認のために、排水の塩化物イオン濃度を測定した。測定試料については BOD と同じとした。使用する水道水の塩素イオン濃度も測定した。
	騒音	実証対象製品から発生する騒音を騒音計で実証期間中に 1 回確認した。
	臭気	実証対象製品及び乾燥装置周囲の臭気を実証期間中に測定した。
	消費電力量	実証対象製品稼働に伴い消費される電力量を記録した。
	水道使用量	実証対象製品稼働に伴い使用される水道水量を記録した。
維持管理性及び性能	実証対象製品運転及び維持管理に必要な人員数と技能	実証対象製品の稼働作業の人数と作業時間(人・回)、管理の専門性や困難さを確認した。
	実証対象製品の信頼性	異常発生時の原因を調査した。
	トラブルからの復帰方法	異常発生後の復帰操作の容易さ、課題を評価した。
	運転及び維持管理マニュアルの評価	運転及び維持管理マニュアルの読みやすさ、理解しやすさ、課題を評価した。

6. 実証試験結果と検討

6.1 監視項目

実証試験で監視した項目の結果について、表 6-1 に示した。

表 6-1 監視項目の測定結果

監視項目	内容
乾燥状況	乾燥装置内の気温及び湿度は、サンプリング等の装置開閉時を除き、それぞれ 27~32℃、20~41%であった。乾燥風量は約 49m ³ /hr であった。また、乾燥装置周囲の気温及び湿度は、サンプリング等の装置開閉時を除き、それぞれ、9~11℃、86~96%であった（資料編 29 頁 1. (1) 項 参照）。
紙おむつの外観	図 6-1 に示すとおり、処理過程で含水率が変化したため、それに伴い外観も変化した。乾燥処理後には、外観からも容易に判断可能なほど含水率が低い試料（残渣物）が得られた。
紙おむつの見かけ容量	図 6-2 に示すとおり、処理前に比べ、乾燥処理後の試料では、平均で 9%減少した。水中浸漬工程において、紙おむつ中の SAP が水分を吸収したため、紙おむつ全体の見かけ容量は大きく増加したが、その後の電気浸透脱水工程において SAP が分解され、保水力が失われたため、脱水が進行した。さらに乾燥工程によって水分が減少し、結果として見かけ容量は減少した（全計測データは、資料編 30 頁 1. (2) 項 参照）。
排水液量	試験中の実績（5 回連続運転）では、水中浸漬工程からは 54L、電気浸透脱水工程からは 16L であった（全計測データは、資料編 30 頁 1. (3) 項 参照）。
処理時間	水中浸漬及び電気浸透脱水工程における処理時間は、それぞれ約 3 分、12 分であった。今回の実証試験では、1 回当たり 4 枚の大人用紙おむつを処理したことから、乾燥工程を除くと、1 時間当たり 16 枚処理できることとなる。

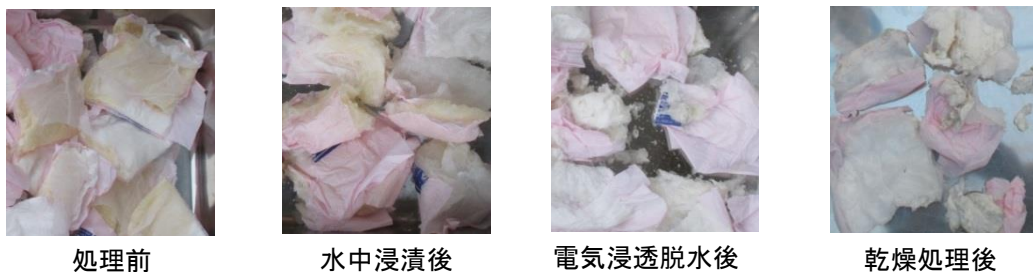


図 6-1 処理過程における紙おむつの外観の変化

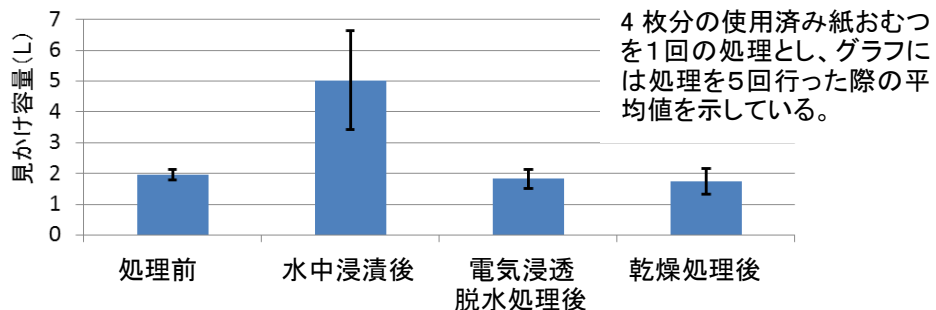


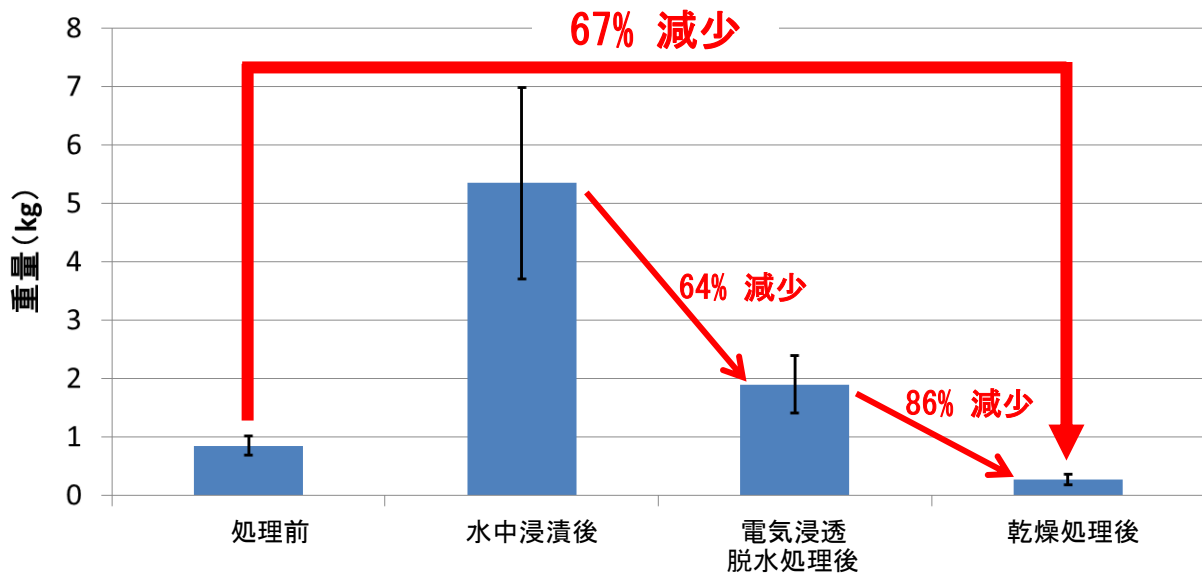
図 6-2 処理過程における紙おむつの見かけ容量の変化

（エラーバーは標準偏差を示す。サンプリング等による容量減少を補正した値を示している。）
（グラフの読み方は資料編 37 頁 4 項参照）

6.2 実証項目

(1) 実証項目

図 6-3 に示すとおり、実証項目である紙おむつの重量減少率は、46～79%（平均 67%）であり、目標水準（20%）を達成した。水中浸漬工程において、紙おむつ中の SAP が水分を吸収するため、紙おむつ全体の重量は増加したが、その後の電気浸透脱水工程と乾燥工程を経て、処理前と比べて重量が減少した。



4 枚分の使用済み紙おむつを1回の処理とし、グラフには処理を5回行った際の平均値を示している。

図 6-3 処理過程における紙おむつの重量の変化

(エラーバーは標準偏差を示す。サンプリング等による重量減少を補正した値を示している。)

(全計測データは、資料編 30 頁 1. (4) 項、物質収支を示す図は資料編 32 頁 1. (12) 項 参照)

(グラフの読み方は資料編 37 頁 4 項参照)

（２）参考項目

①脱水性能

図 6-4 に示すとおり、紙おむつの水分は、処理前に比べ、乾燥処理後では約 68%減少した。水分は、水中浸漬に伴い平均で 96.4%まで増加したが、電気浸透脱水処理工程において 91.5%まで減少し、その後の乾燥工程において 30.7%まで低下した。

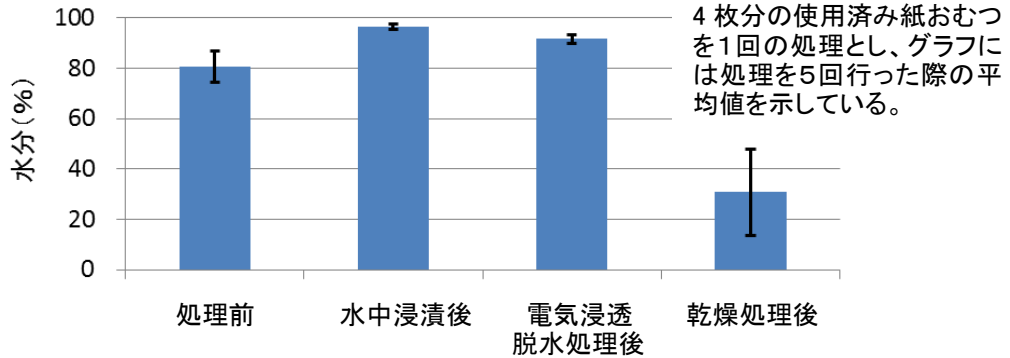


図 6-4 処理過程における紙おむつの水分の変化

(エラーバーは標準偏差を示す。グラフの読み方は資料編 37 頁 4 項参照)

(全計測データは、資料編 30 頁 1. (5) 項 参照)

②脱塩性能

表 6-2 に示すとおり、ナトリウム等の塩類や灰分（以下、塩類等）の除去率は、5 回試験の平均で、33.6~85.3%であった。

SAP は、水中に多価金属イオンが存在するとイオン架橋を形成するため、多価金属イオンは解離しづらくなることが知られており*、この理由で、2 価金属であるカルシウムの除去率が 1 価金属であるカリウム等よりも低くなったと推測された。

図 6-5、6-6 に示すとおり、処理前の使用済み紙おむつでは、尿由来の塩類等によって、新品の紙おむつよりも塩類等含有量が増加していた。水中浸漬工程及び電気浸透脱水工程によって、主に尿由来の塩類等が排水として流出することで、紙おむつ中の塩類等含有量は減少した。

表 6-2 紙おむつ中の塩類等の除去率（5 回試験の平均値）

項目	処理前 (使用済み紙おむつ)	乾燥処理後	除去率 (%)
ナトリウム (g/kg) *	35.8	16.1	55.0
カリウム (g/kg) *	5.84	0.859	85.3
カルシウム (g/kg) *	0.655	0.442	33.6
全塩素分 (%)	0.96	0.15	84.1
灰分 (%)	11.0	4.99	54.5

* 乾燥重量当たりの測定値

ナトリウムについては、SAP に含まれていることから、新品の紙おむつ中にも多く（32.6g/kg-DW）含有されていたが、処理に伴い減少した。SAP は水を含むとナトリウムイオンを解離する性質を持っており*、水中浸漬工程だけでも新品の紙おむつ以下の含有量（27.1g/kg-DW）となった。さらに、電場における反応によって SAP からナトリウムが解離し（原理については、本編 8 頁、2.1 項参照）、排水として流出することで、紙おむつ中の含有量は 16.1g/kg-DW まで減少した。新品に対する乾燥処理後の紙おむつのナトリウム除去率は、平均で 50.6% であり、処理に伴い、約半分の量のナトリウムが SAP から流出したこととなる。

*引用文献：日本化学会 HP「100～1000 倍もの水を吸収する高吸収性ポリマー」
<http://www.chemicalmuseum.jp/professional/report/9/index.html>（平成 29 年 2 月 10 日アクセス）

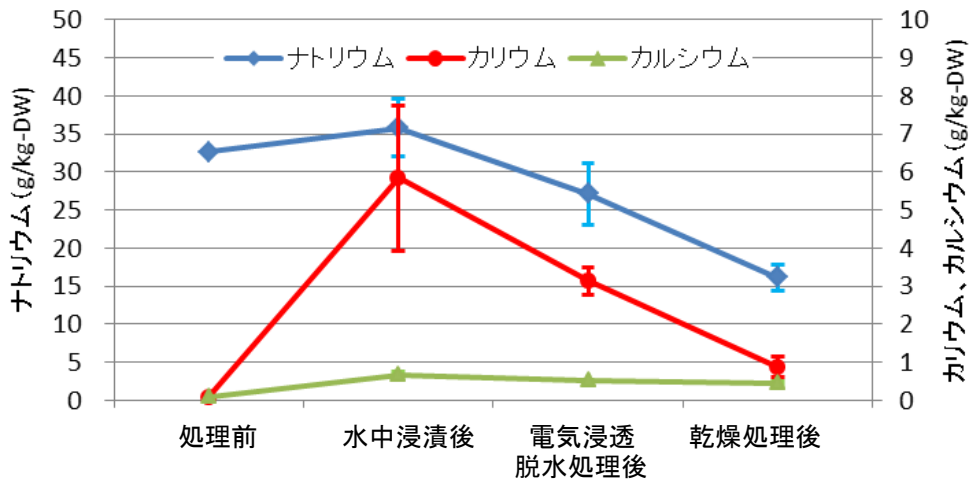


図 6-5 処理過程における紙おむつ中の塩類含有量の変化

（エラーバーは標準偏差を示す。グラフの読み方は資料編 37 頁 4 項参照）
（全計測データは資料編 31 頁 1.（6）～（8）項、物質収支は 33 頁 1.（13）項参照）

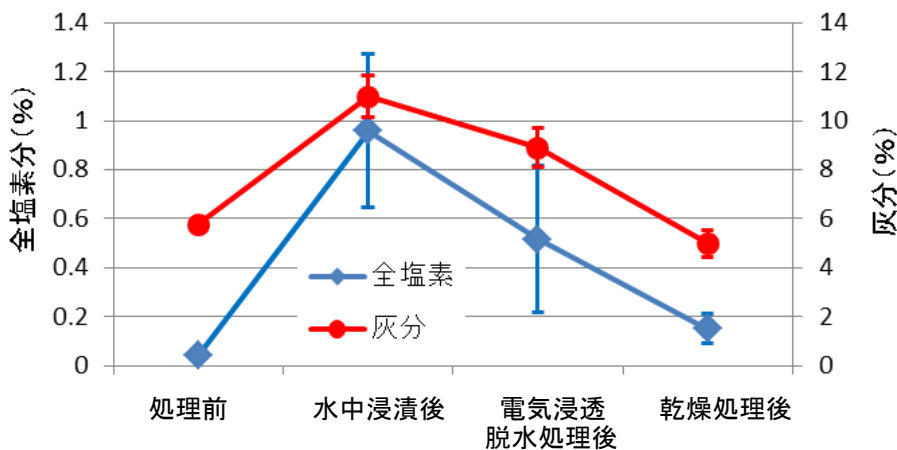
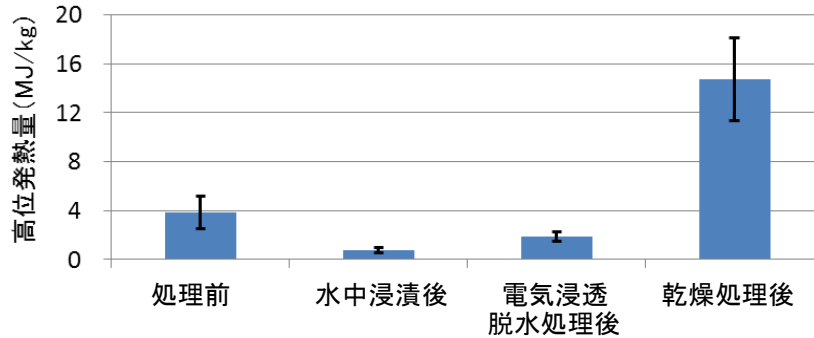


図 6-6 処理過程における紙おむつ中の全塩素分、灰分の変化

（エラーバーは標準偏差を示す。グラフの読み方は資料編 37 頁 4 項参照）
（全計測データは、資料編 31～32 頁 1.（9）～（10）項、物質収支は 33 頁 1.（13）項参照）

③ 燃焼性（発熱量）の変化

図 6-6 に処理過程における高位発熱量の変化を示す。水中浸漬後に平均で 3.84 から 0.768MJ/kg まで低下したが、電気浸透脱水工程において脱水が進んだことにより 1.89 MJ/kg まで増加した。その後の乾燥工程で脱水がさらに進んだことにより、14.8 MJ/kg まで増加した。



※採取試料の高位発熱量の測定結果を単位重量(kg)あたりに換算した値

図 6-6 処理過程における紙おむつの高位発熱量の変化

(エラーバーは標準偏差を示す。グラフの読み方は資料編 37 頁 4 項参照)

(全計測データは、資料編 32 頁 1. (11) 項 参照)

④ 比較試験結果

表 6-3、6-4 に示すとおり、通電があった時の重量減少率が平均で 63.6%であったのに対し、通電がなかった時の重量減少率は平均で 29.2%であった。通電がない場合も紙おむつに外圧が掛かることで、ある程度脱水が進行することが分かったが、通電がある時と比べ、脱水率（重量減少率）は明らかに低かった。このことから、電気浸透脱水工程では、外圧に加え、基礎原理通り、通電に伴う SAP の構造変化によって脱水が進行していると考えられる。

また、実証試験終了後の追加試験において、新品の紙おむつを水中浸漬させて作成した模擬試料を用いて、乾燥工程における重量変化を見たところ、通電を行うことで、通電がない時と比較して、乾燥が効率的に行われることを確認した（資料編 35 頁 2 項 参照）。

表 6-3 電気浸透脱水処理工程における紙おむつの重量の変化

繰り返し試験回数	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均
電気浸透脱水前の重量 (kg)	2.2650	5.1705	5.0832	2.9882	3.4265	3.7867
電気浸透処理後の重量 (kg)	1.0086	1.5326	1.8540	1.0511	1.2453	1.3383
電気浸透処理による重量減少率 (%)	55.5	70.4	63.5	64.8	63.7	63.6

表 6-4 通電せず加圧処理のみ行った時の紙おむつの重量の変化

繰り返し試験回数	Run1	Run2	平均 (通電なし)	参考 (通電あり)
加圧前の重量 (kg)	3.7421	3.2839	3.5130	3.7867
加圧後の重量 (kg)	2.7162	2.2686	2.4924	1.3383
重量減少率 (%)	27.4	30.9	29.2	63.6

6.3 運転及び維持管理実証項目

(1) 排水水質【環境影響項目】

実証対象製品の稼働に伴い発生した排水等の水質を表 6-5 に示す。代表的な下水排除基準と比較すると全体的に濃度が低かったが、電気浸透脱水工程からの排水のpHのみ高かった。2箇所の工程から排出される水量は、合計70Lであり、設置する施設から排出される他の排水（生活系の排水など）量と比べると少なく※、公共下水道や浄化槽への影響は小さいと判断できる。

比較試験において、通電を行わなかった場合には、排水のpHは7.3と低かったことから、電場における反応によってpHが上昇したことは明らかである。Sakoharaらによると、電場では、SAPの分解に伴い、強塩基であるNaOHが放出されることから（本編8項、2.1項参照）、このことによって排水のpHが上昇したと考えられた。実際に、通電がなかった場合と比べ、通電があった場合には、排水中のナトリウムイオン濃度が高いため、原理に沿った処理がされていることがわかる。

※ 老人介護施設の平均的な水量は、一人一日200Lであり、約50名の入居数と想定すると、10m³の排水量となる（「建築物の用途別による尿尿浄化槽の処理対象人員算定基準（JIS A 3302-2000）」参照）。これに対して、実証対象商品からの排水は70Lであるので、0.7%程度である。).

表 6-5 排水等の水質

水質項目	電気浸透脱水工程からの排水				水中浸漬工程からの排水	水道水	下水排除基準の一例***
	Run1、2の コンポジット 試料	Run3、4の コンポジット 試料	平均値	通電なし の際の 試料			
BOD (mg/L)	240	200	220	—**	16	—	600
COD (mg/L)	540	560	550	—	30	—	—****
SS (mg/L)	130	90	110	—	4	—	600
塩化物イオン 濃度 (mg/L)	260	200	230	—	40	10	—
pH	10.3	10.9	10.6	7.3	7.9	7.7	5を超え 9未満
ナトリウムイオン 濃度 (mg/L) *	320	340	330	220	22	7	—

*コンパクトナトリウムイオンメータを用いて測定した結果である（参考データ）。

**未測定

***東京都23区内に適用される下水排除基準を参照した。

****基準なし

(2) 騒音【環境影響項目】

実証対象製品非稼働時に47.1～50.1dBであったのに対し、実証対象製品稼働時には67.8～69.7dBと上昇したが、実証対象製品は基本的に屋内に設置されるため、屋外への影響は防ぐことができる。

（3）臭気【環境影響項目】

実証対象製品及び乾燥装置周囲の臭気は、「ニオイセンサー」の指示値で、それぞれ、190～280、140～210の範囲であった。実証対象製品周囲では、電気浸透工程中に指示値が増加した。乾燥装置周囲では、乾燥が進むにつれて指示値が低下した（資料編34頁1.（14）項参照）。臭気判定では、臭気の発生を確認したが、換気等で対応可能な水準であった。

（4）使用資源項目

表6-6に示すとおり、1回運転あたりの水道使用量は約4.6Lであった。また、裁断された紙おむつを入れるための綿袋が運転時に毎回必要であった。

表6-7に示すとおり、実証対象製品の消費電力量は、乾燥装置を除くと、1回運転あたり約0.41kWhであった。乾燥工程では、外気温が低い冬季の実証試験となったため、表中の消費電力量となった。消費電力量は外気温の影響を受けると考えられる。

表6-6 実証対象製品の消耗品

項目	実証結果
水道水	18 L/回
消耗品	綿袋使用量：1枚/回

表6-7 実証対象製品の消費電力量

箇所	消費電力 (kW)	1回当たりの稼働時間	1回あたりの消費電力量 (kWh)
コンプレッサー	0.50	11.5分	0.096
直流電源装置	1.9	10分	0.31
実証対象製品合計	—	—	0.41
乾燥用送風機	0.01	24時間	0.24
乾燥用ヒーター	0.32	24時間	7.68
乾燥装置合計	—	—	7.92

（5）実証対象製品の運転及び維持管理に必要な人員数と技能(日常点検・定期点検)

維持管理に必要な内容と技能等は表6-8に示したとおりである。

表6-8 維持管理項目

管理項目	一回あたりの管理時間及び管理頻度	維持管理に必要な人員数・技能
日常点検	排水溝の点検、清掃 5分/回 排水マスの点検、清掃 5分/回 濾滓回収バットの清掃 5分/回	1人、技能は特に必要なし
定期点検	水中浸漬装置内の清掃 15分/回・週 電極への付着物除去 5分/回・月	1人、技能は特に必要なし

（6）運転開始・停止に要する作業

使用済み紙おむつを裁断し、綿袋に詰め、水中浸漬装置内に投入する。さらに、コンプレッサー、直流電源装置等の電源を入れることで、実証対象製品を運転開始できる。コンプレッサー、直流電源装置等の電源を切るだけで停止できる。

（7）実証対象製品の信頼性

実証期間中にトラブルはなかった。

（8）トラブルからの復帰方法

本体に係わるトラブルは、メーカー（実証申請者）に連絡する。

（9）運転及び維持管理マニュアルの使い易さのまとめ

運転及び維持管理マニュアルの使い易さについての評価及び課題等について表 6-9 に示した。維持管理マニュアルには、特に難解な部分はなく、装置を操作する際に、マスク・防護服・ゴム手袋の着用を促す等の、感染性や感電に対する注意事項が詳しく記載されていた。専門的な知識は必要なく、ユーザーが理解しやすい内容であった。

表 6-9 運転及び維持管理マニュアルの評価及び課題

項目	評価 ^{※1}	課題等
読みやすさ	○	特になし
理解しやすさ	○	特になし

※1 評価方法は、「○:改善すべき点なし」、「△:検討要素あり」、「×:改善すべき点あり」である。

6.4 所見（結果のまとめ）

総括として、実証試験結果から見た実証対象技術の特徴について、次のとおりまとめた。

（1）技術全体

実証対象製品の処理原理通り、通電に伴って使用済み紙おむつが脱水脱塩されることが確認できた。使用済み紙おむつの重量が平均で67%ほど減少したことから（本編 21頁 6.2(1) 項参照）、運搬に係る環境負荷を軽減することが期待される。また、脱塩に加え、高位発熱量の増加も確認できたことから（本編 24頁 6.2(2) ③項参照）、使用済み紙おむつの焼却に係る負荷も軽減可能であると考えられる。

（2）その他

実証対象製品自体の運転維持管理は容易であった。その一方では、使用済み紙おむつを裁断する作業は、ユーザーへの負担があり、作業を自動化することが望まれる。また、感染性の問題への対応のために、防止対策や装置の改良等が望まれる。

○付録(品質管理)

1. データの品質管理

本実証試験を実施するにあたりデータの品質管理は、実証機関が定める品質マネジメントシステムに従って実施し、データ管理・検証による精度管理を実施した（付表 1-1 参照）。以上のことから、データの品質管理は適切に実施されていることが確認された。

付表 1-1 データの精度管理方法

実証項目	精度管理方法
高位発熱量	実証試験期間中に二重測定を一度実施した。
水分	
灰分	
全塩素分	
ナトリウム	
カリウム	
カルシウム	

2. 品質管理システムの監査

実証試験が適切に実施されていることを確認するために本実証試験で得られたデータの品質監査は、実証機関が定める統合マネジメントシステムに従い、実証試験の期間中に 1 回本実証試験から独立している部門による内部監査を実施した。

その結果、実証試験はマニュアルに基づく品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていることが確認された。

内部監査の実施状況の概要を付表 1-2 に示す。

付表 1-2 内部監査の実施概要

内部監査実施日	平成29年3月2日（木）
内部監査実施者	管理本部 総務課 ISO担当
被監査部署	実証試験に係る全部署
内部監査結果	品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていた。

○資料

1. 実証試験のデータの詳細

(1) 乾燥装置内および周囲の温度・湿度の推移

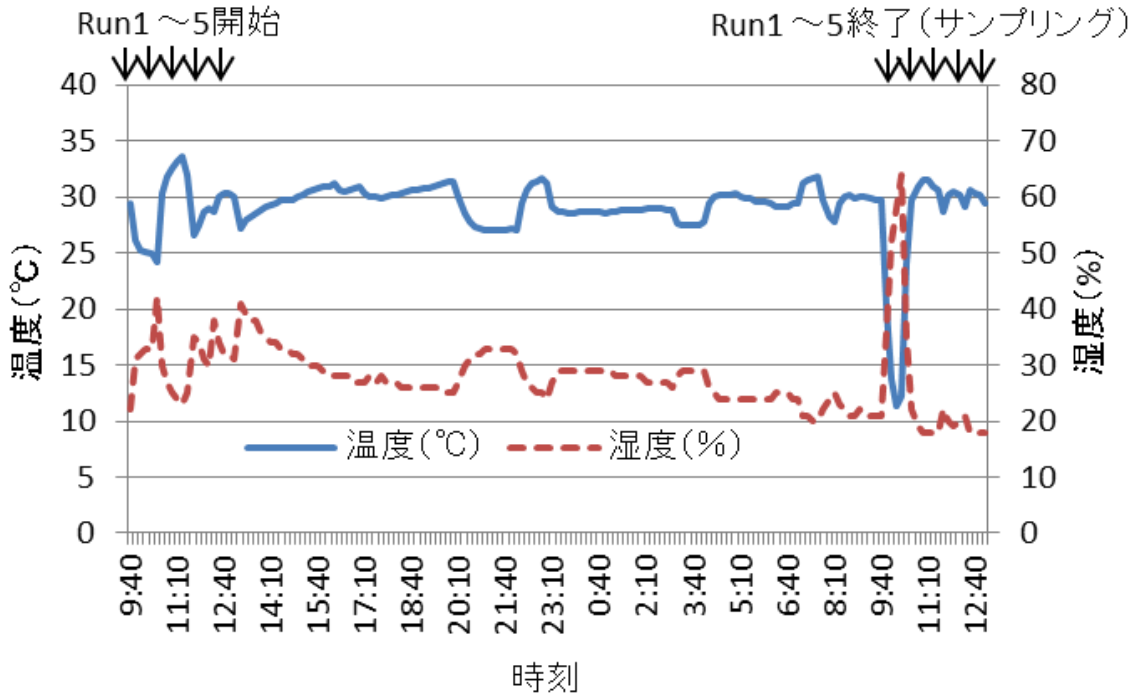


図 乾燥装置内の温度・湿度の推移

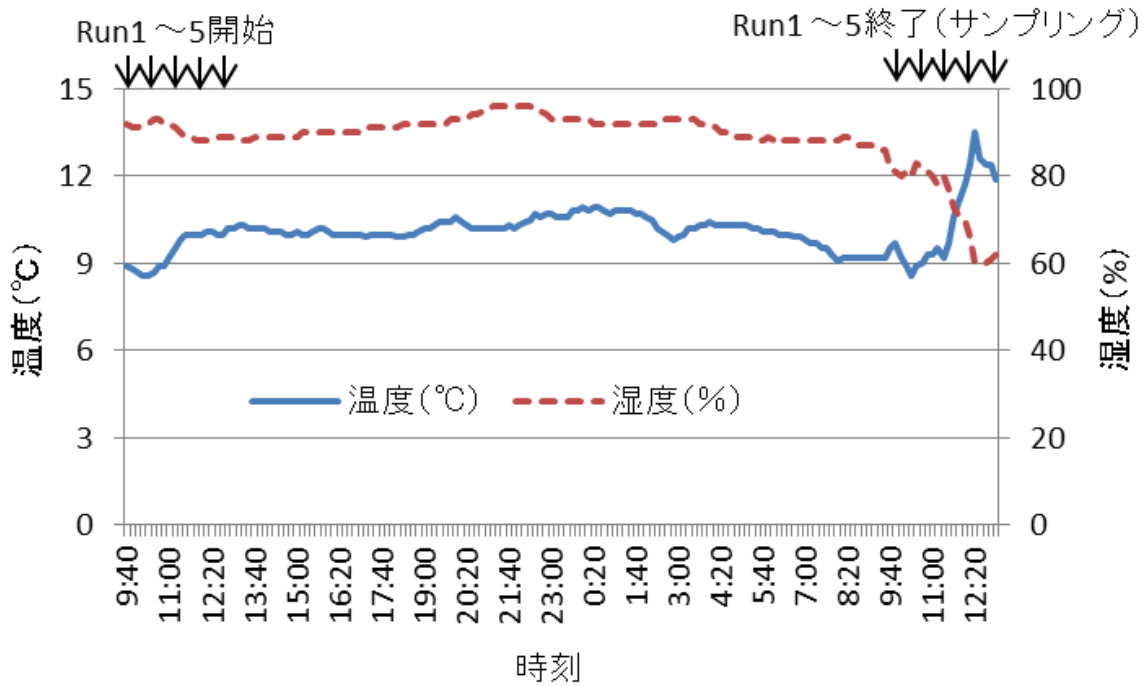


図 乾燥装置周辺の温度・湿度の推移

(2) 見かけ容量の全測定結果（単位：L）

（サンプリング等による容量減少を補正した値を示している。）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均値	標準偏差
処理前	2.1	2.0	1.8	1.7	2.1	2.0	0.2
水中浸漬後	3.6	5.8	7.4	4.8	3.6	5.0	1.6
電気浸透脱水処理後	1.3	2.0	2.1	1.8	1.9	1.8	0.3
乾燥処理後	1.5	1.5	2.4	1.9	1.4	1.7	0.4
減少率（%）*	30	26	-34	-9.3	32	9.1	29

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の見かけ容量減少率

(3) 排水液量（重量）の全測定結果（単位：kg）

Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均値	標準偏差
1.37	4.30	4.72	3.10	2.77	3.25	1.3277

(4) 重量の全測定結果（単位：kg）

（サンプリング等による重量減少を補正した値を示している。）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均値	標準偏差
処理前	0.7424	0.8640	0.6610	0.9469	1.0602	0.8549	0.1589
水中浸漬後	3.4094	6.4263	7.5263	5.0392	4.3503	5.3503	1.6399
電気浸透脱水処理後	1.5182	1.9048	2.7451	1.7725	1.5810	1.9043	0.4944
乾燥処理後	0.1844	0.1855	0.3550	0.3827	0.2642	0.2744	0.0926
減少率（%）*	75.2	78.5	46.3	59.6	75.1	66.9	13.7

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の重量減少率

(5) 水分の全測定結果（単位：%）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均	標準偏差
処理前	79.7	71.9	82.3	89.0	79.7	80.5	6.1
水中浸漬後	94.9	96.6	98.1	96.3	95.9	96.4	1.2
電気浸透脱水処理後	90.2	92.6	93.8	90.4	90.7	91.5	1.6
乾燥処理後	8.83	19.0	44.4	50.4	30.9	30.7	17.3
減少率（%）*	90.7	80.3	54.7	47.7	67.8	68.1	17.7

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の水分減少率

(6) ナトリウムの全測定結果（単位：g/kg-DW）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均	標準偏差
新品	32.6					—	—
処理前	40.1	32.0	39.7	33.7	33.5	35.8	3.8
水中浸漬後	27.8	30.6	23.8	22.2	31.1	27.1	4.0
電気浸透脱水処理及び乾燥処理後	14.0	16.0	18.8	15.5	16.3	16.1	1.7
除去率（%）*	65.1	50.0	52.6	54.0	51.3	55.0	6.0

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の除去率

(7) カリウムの全測定結果（単位：g/kg-DW）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均	標準偏差
新品	0.0717					—	—
処理前	4.08	4.77	8.27	7.52	4.56	5.84	1.91
水中浸漬後	2.55	3.52	3.26	3.17	3.21	3.14	0.36
電気浸透脱水処理及び乾燥処理後	0.566	0.667	0.841	0.973	1.25	0.859	0.269
除去率（%）*	86.1	86.0	89.8	87.1	72.6	85.3	6.7

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の除去率

(8) カルシウムの全測定結果（単位：g/kg-DW）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均	標準偏差
新品	0.0862					—	—
処理前	0.543	0.710	0.622	0.761	0.689	0.665	0.084
水中浸漬後	0.512	0.561	0.511	0.535	0.500	0.524	0.024
電気浸透脱水処理及び乾燥処理後	0.341	0.461	0.402	0.509	0.496	0.442	0.070
除去率（%）*	37.2	35.1	35.4	33.1	28.0	33.6	3.5

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の除去率

(9) 全塩素分の全測定結果（単位：%）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均	標準偏差
新品	0.04					—	—
処理前	0.82	0.73	1.22	1.36	0.66	0.96	0.31
水中浸漬後	0.68	0.14	0.63	0.27	0.86	0.52	0.30
電気浸透脱水処理及び乾燥処理後	0.11	0.15	0.10	0.15	0.25	0.15	0.06
除去率（%）*	86.6	79.5	91.8	89.0	62.1	84.1	11.9

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の除去率

(10) 灰分の全測定結果（単位：％）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均	標準偏差
新品	5.76			—		—	—
処理前	9.73	11.1	12.1	10.8	11.1	11.0	0.31
水中浸漬後	8.55	9.69	8.13	8.27	9.86	8.90	0.30
電気浸透脱水処理及び乾燥処理後	4.26	5.38	5.65	4.75	4.91	4.99	0.06
除去率（％）*	56.2	51.5	53.3	56.0	55.8	54.5	11.9

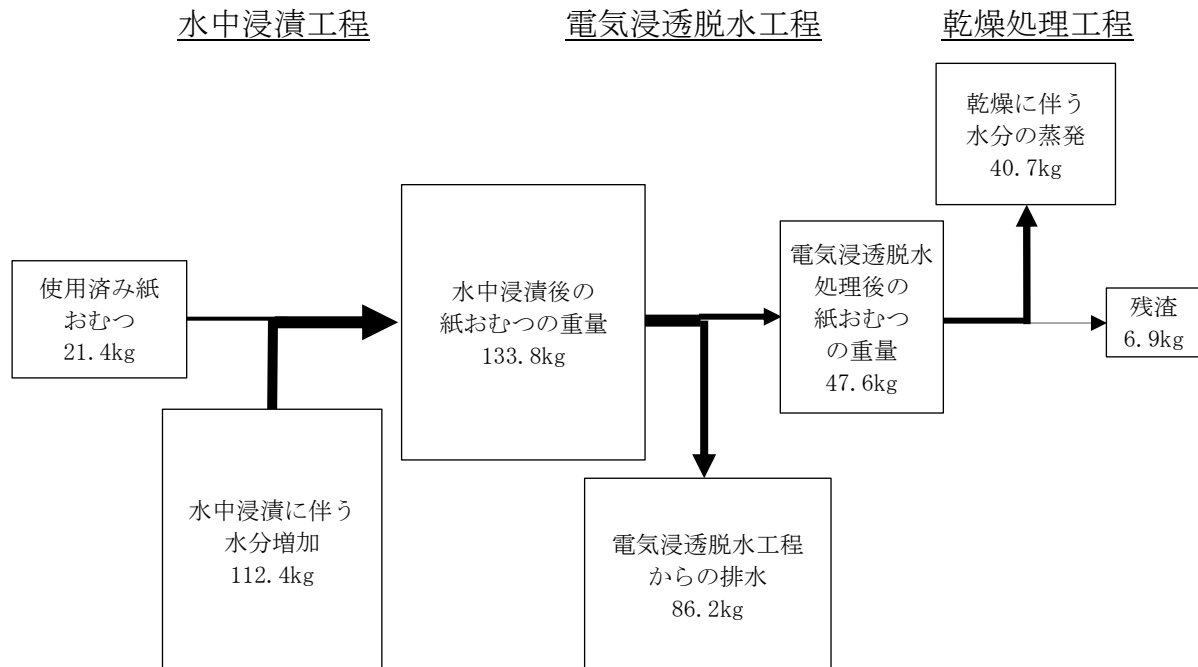
(11) 高位発熱量の全測定結果（単位：MJ/kg）

処理工程	Run1	Run2	Run3	Run4	Run5	平均	標準偏差
処理前	3.97	5.79	3.25	2.20	4.00	3.84	1.31
水中浸漬後	1.07	0.736	0.407	0.789	0.840	0.768	0.239
電気浸透脱水処理後	2.14	1.66	1.32	2.06	2.27	1.89	0.39
乾燥処理後	19.0	17.5	12.1	11.1	14.1	14.8	3.4
増加率（％）*	379	202	272	405	253	284	86

*処理前の試料に対する乾燥処理後の試料の高位発熱量の増加率

(12) 重量の物質収支を示す図

※紙おむつ100枚あたりに換算した重量を示している。紙おむつ以外の重量については、紙おむつの重量（実測値）の変化から計算にて求めた値である。



(13) 塩類等の物質収支を示すグラフ

※処理前の紙おむつ中の塩類等の含有量を100%として計算した。

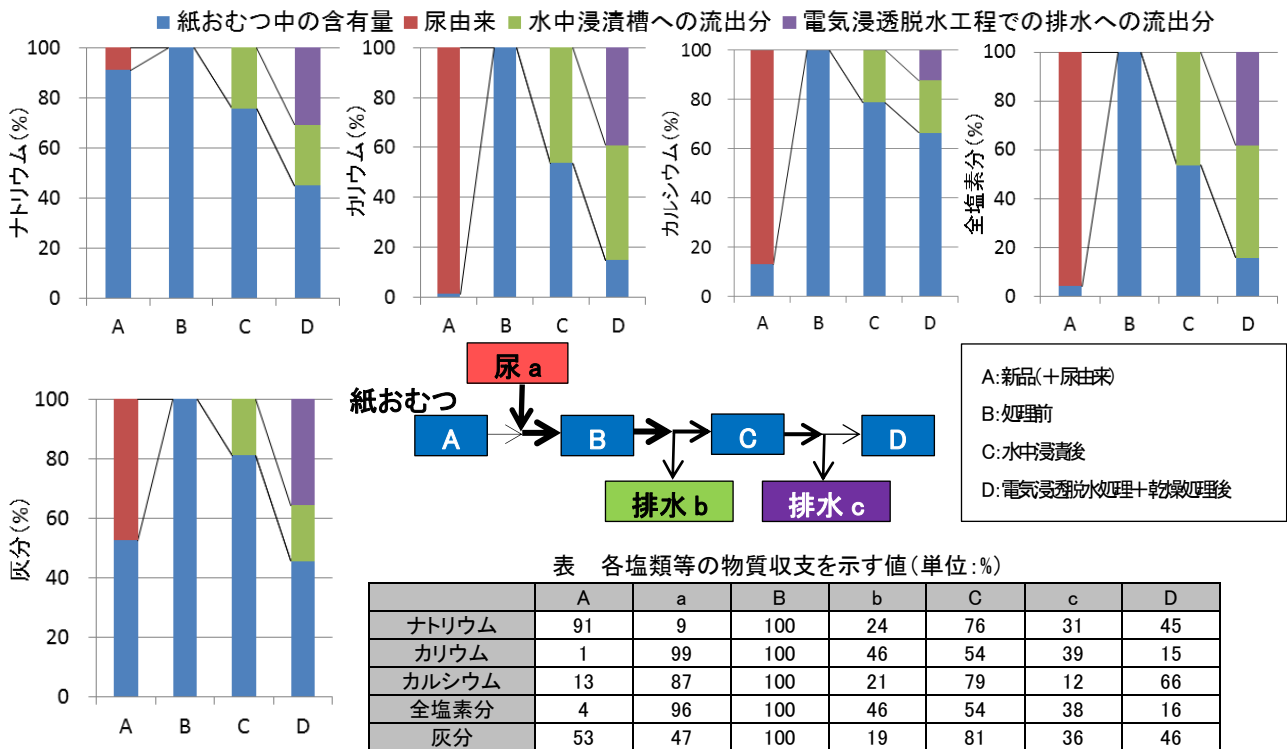
また、分析を行っていない「尿由来」、「水中浸漬槽への流出分」及び「電気浸透脱水工程での排水への流出分」については以下の計算式を用いて算出した。

(尿由来) = (処理前の紙おむつの含有量) - (新品の紙おむつの含有量)

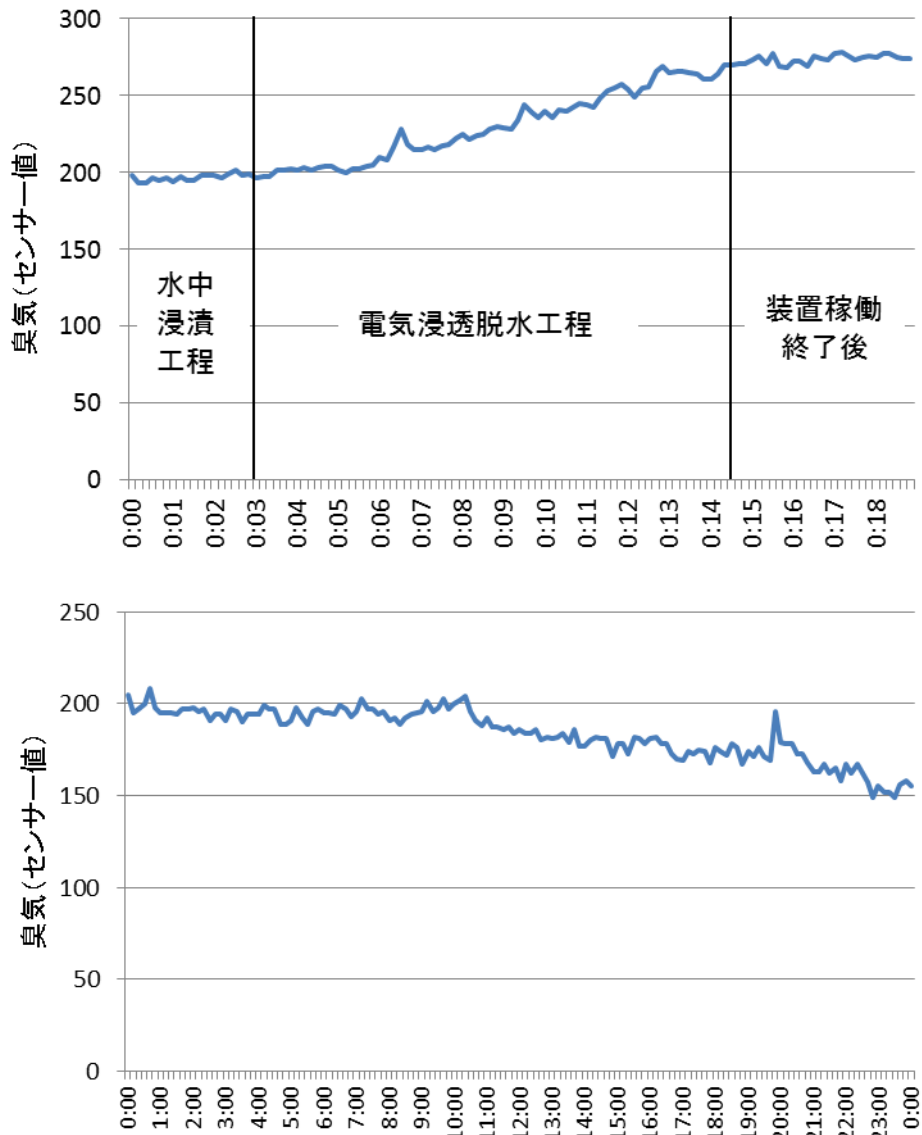
(水中浸漬槽への流出分) = (処理前の紙おむつの含有量) - (水中浸漬後の紙おむつの含有量)

(電気浸透脱水工程での排水への流出分) = (処理前の紙おむつの含有量)

- (水中浸漬槽への流出分) - (電気浸透脱水処理及び乾燥処理後の紙おむつの含有量)



(14) 臭気測定の結果



測定機器：カルモアPOLFA

測定間隔：10分、バックグラウンドレベル：150

図 実証試験期間中の臭気測定結果（上：実証対象製品周囲、下：乾燥装置周囲）

2. 実証試験データの補足（追加試験結果）

（通電有無における乾燥工程中の紙おむつの重量変化）

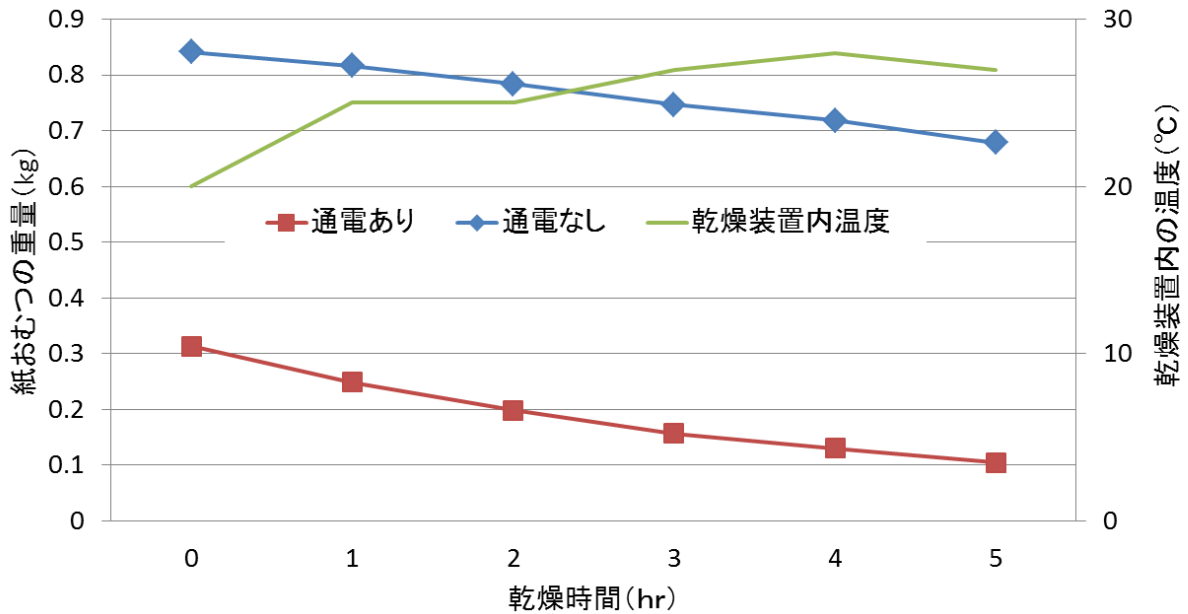


図 通電有無における乾燥工程中の紙おむつの重量変化

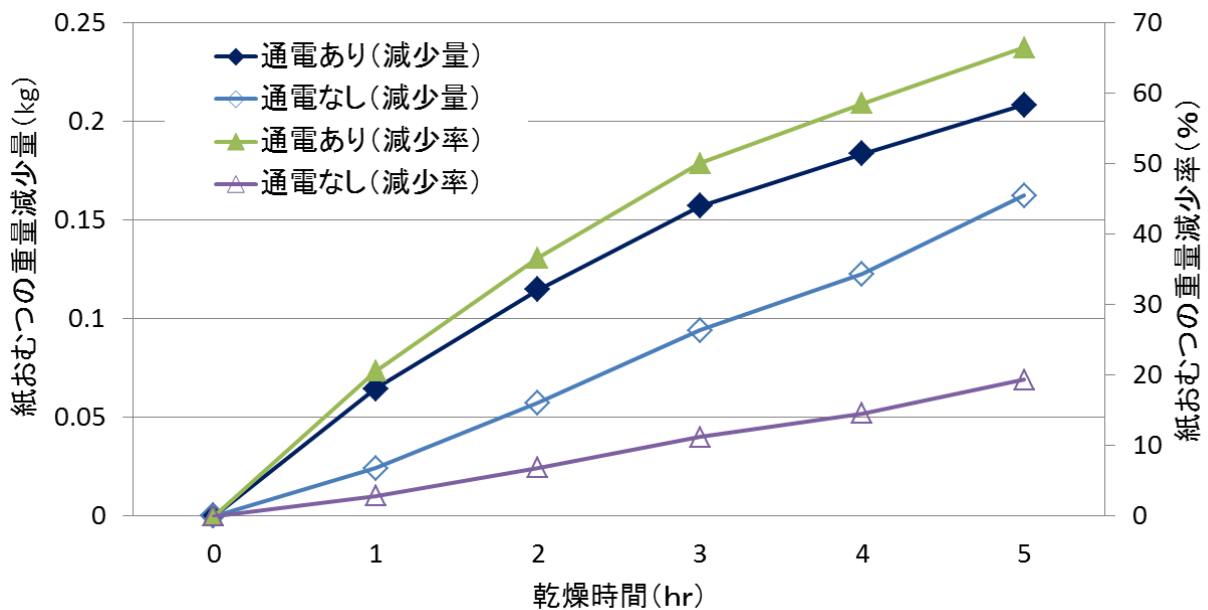


図 通電有無における乾燥工程中の紙おむつの重量減少量の変化

※上記データは、実証試験終了後に、実証申請者が新品の紙おむつを水中浸漬させて作成した模擬試料を用いて追加試験を実施した際の結果を示している。試験データを検証した結果、試験に問題がなかったことを確認した。

3. 実証対象製品の外観



内部 全体



操作パネル



直流電源装置



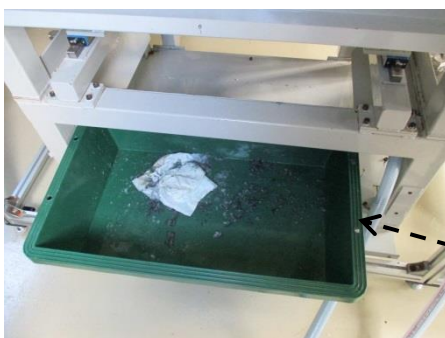
水中浸漬装置
(綿袋中の紙おむつの浸漬の様子)



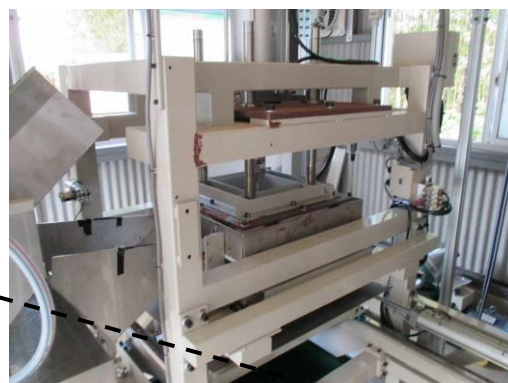
電極
(上下2枚)

電気浸透脱水装置（解放時）
(紙おむつを裁断せずに処理したケース)

↓ 通電
↓ (電極による挟み込み)

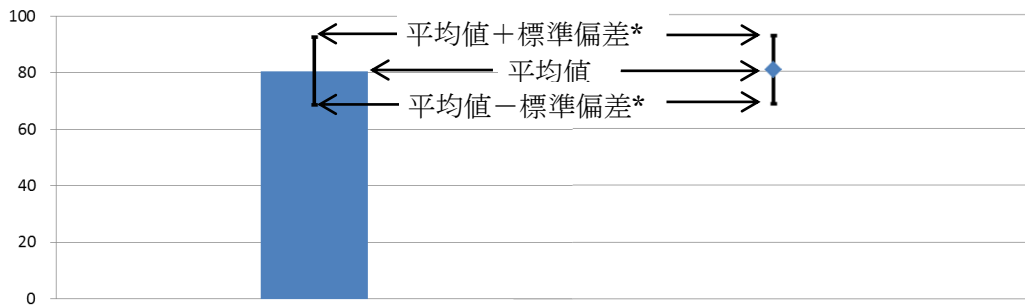


紙おむつ処理物回収シュート
(通電処理終了後)



電気浸透脱水装置（通電時）

4. グラフの読み方



*標準偏差の意味は下表を参照

5. 用語の解説

用語	内容
実証対象技術	実証試験の対象となる技術を指す。
実証対象製品	実証対象技術を機器・装置として具現化したもののうち、実証試験で実際に使用するものを指す。
実証試験	環境技術の開発者でも利用者でもない第三者機関が、環境技術の環境保全効果等を客観的なデータとして示すための試験。
実証項目	実証対象技術の性能や効果を測るための試験項目を指す。
参考項目	実証対象技術の性能や効果を測る上で参考となる項目を指す。
監視項目	運転状況を監視するための項目を指す。
環境影響項目	周囲への悪影響を未然に防ぐために監視する項目及び運転に必要となる資源や発生する物質等を指す。
高分子吸収体 (SAP)	高い吸水性能を有した高分子構造の製品であり、一般に紙おむつや生理用品等に用いられている。英語名 (Super Absorbent Polymer) の略語である SAP が通称として用いられている。
印加	電気回路に電源や別の回路から電圧や信号を与える事を意味する。実証対象製品では、直流電源装置を用いて電気浸透装置に電圧を加えることである。
生物化学的酸素要求量 (BOD)	水中の有機物等が微生物の働きによって分解されるときに消費される酸素の量であり、河川の水質汚濁の一般指標として用いられる。BOD が高いと溶存酸素が欠乏し易くなり、汚濁していることを示し、10mg/L 以上で悪臭の発生等がみられる。
化学的酸素要求量 (COD)	水中の有機物等が化学的に酸化されるときに消費される酸素の量であり、湖沼や海域等の閉鎖性水域における水質汚濁の一般指標として用いられる。数値が大きいほど汚濁していることを示す。
浮遊物質 (SS)	水中に浮遊または懸濁している直径 2mm 以下の粒子状物質の量のこと。SS が高いと濁りの程度が高いことを示す。
水素イオン濃度指数 (pH)	水溶液の酸性、アルカリ性の度合いを表す指標。pH が 7 のときに中性、7 を超えるとアルカリ性、7 未満では酸性を示す。河川水は通常 pH6.5~8.5 を示すが、石灰岩地帯や工場排水などの人為汚染、夏期における植物プランクトンの光合成等の要因により酸性にもアルカリ性にも変化する。
高位発熱量*	ある一定の状態に置かれた単位量の燃料を、必要十分な乾燥空気量で完全燃焼させ、その燃焼ガスを元の温度まで冷却したときに計測される熱量を発熱量という。燃焼ガス中の生成水蒸気が凝縮したときに得られる凝縮潜熱を含めた発熱量を高位発熱量という。
標準偏差	分散の正の平方根であり、データのバラつきを示す数値である。

(引用文献) *日本冷凍空調学会HP (<http://www.jsrae.or.jp/annai/yougo/153.html>)

