

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 : クリーニング乾燥機の排気熱再利用技術  
製品名 : 熱交換ダクト ヒーコス  
実証申請者 : 有限会社ウィンダム  
実証試験実施場所 : 大型コインランドリーデポ松尾五反田店  
実証番号 : 130-1601



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	2
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 実証対象製品の仕様	9
3. 実証試験実施場所の概要	10
3.1 事業状況	10
3.2 実証対象製品の配置	10
4. 既存データの活用	11
4.1 既存データの取得	11
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 監視項目	13
5.3 実証項目	14
5.4 短期試験方法（運転条件を揃えた状態での比較試験）	16
5.5 運転及び維持管理項目（方法と実施日）	16
6. 実証試験結果と検討	17
6.1 監視項目	17
6.2 実証項目	17
6.3 運転及び維持管理実証項目	23
6.4 所見（結果のまとめ）	23
○付録(品質管理)	24
1. データの品質管理	24
2. 品質管理システムの監査	24
○資料	25
1. 実証試験のデータの詳細	25
2. 実証試験の様子（計測器の設置状況等）	28
3. 用語の解説	29

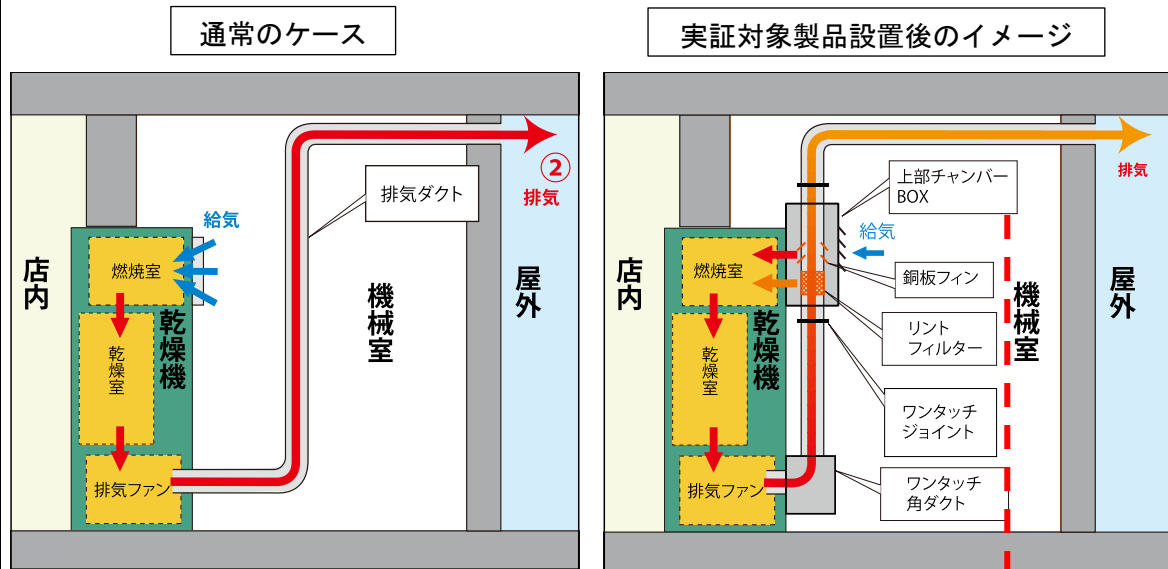
○全体概要

実証対象技術 実証申請者	クリーニング乾燥機の排熱回収による運転負荷軽減技術 有限会社 ウィンダム
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 29 年 1 月 31 日 ~ 2 月 14 日
本技術の目的	クリーニング乾燥機の排熱を熱交換ダクトを通して回収し、給気温度を上昇させることで、乾燥機の運転負荷を軽減し、ガス消費量を削減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、クリーニング工場やコインランドリー等で使用される業務用クリーニング乾燥機の排熱を熱交換ダクトによって回収し、給気温度を上昇させることで、乾燥に必要なガス燃焼量を削減できる。熱交換ダクトには銅板フィンが取り付けられており、ダクト内を通過する高温の排熱を効率的に回収することができる。また、排気の一部を給気に循環させることで、給気温度を上昇させる。



リントフィルター



上部チャンバーBOX

銅板フィン

## 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	大型コインランドリーデポ松尾五反田店
所在地	千葉県山武市松尾町五反田 3020-1
事業の種類	コインランドリー
1 日の平均来客数	100 人
設置機器	洗濯機 5 台、洗濯乾燥機 4 台、大型乾燥機 5 台、小型乾燥機 10 台

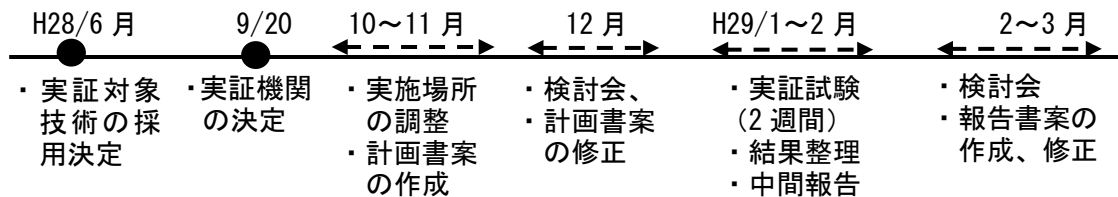
### 2.2 実証対象製品の仕様

区分	部品名	材質	大きさ (mm)	
仕様	製品全体	ステンレス、銅板	幅 400×奥行 530×高さ 700	
	内訳	上部チャンバーBOX	ステンレス	幅 400×奥行 530×高さ 600
		熱交換ダクト	ステンレス、銅板	直径 200×高さ 700
		リントフィルター	ステンレス	幅 600×奥行 200（開口部：幅 200×奥行 150）
重量	約 30kg			

### 2.3 実証項目および目標水準

実証項目	運転 1 回あたりのガス使用量削減率（1 回の運転時間：8 分）
目標水準	25%以上

### 2.4 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 17～19 頁 6.2（1）項 参照）

同じ型式の 2 台の大型乾燥機及び模擬洗濯物（タオル）を用いて、乾燥負荷（洗濯物量）を変化させた時のガス使用量を比較した結果（短期試験）、実証項目であるガス使用量削減率は 25.9～38.6%の範囲であり（平均：30.5%）、すべての試験条件において目標水準を達成した。

実使用環境下で 2 週間にわたりガス使用量を比較した際には（長期試験）、ガス使用量削減率は平均で 20.9%であった。乾燥機の継続使用に伴い、徐々にリントフィルターの目詰まりが発生し、排熱利用効率が低下していったため、2 週間の調査では削減率が低下したと推測された。長期試験においても、リントフィルターの清掃後 1 日間におけるガス使用量削減率は 28.6%であり、メンテナンスが行われている条件であれば、実使用環境下においても目標水準を達成できている。

表 実証項目の結果（各試験期間における平均値）

試験の種類	ガス使用量削減率
短期試験（24 分間×12 回）	30.5%
長期試験（2 週間）	20.9%

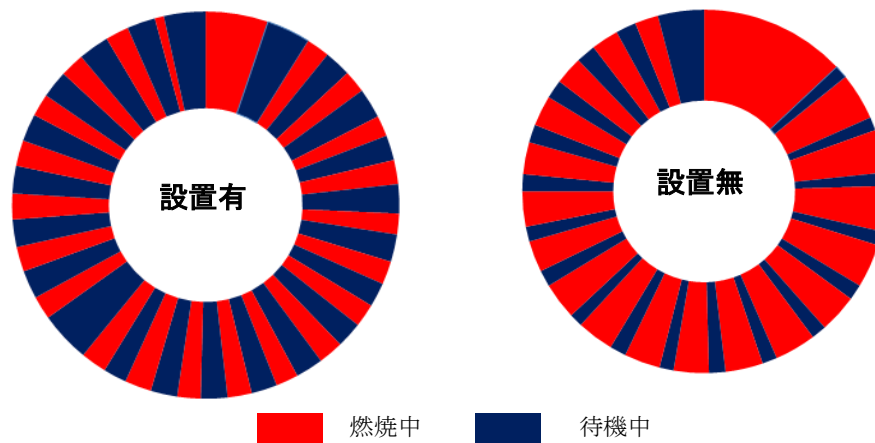
### 3.2 参考項目（詳細は本編 20～23 頁 6.2（2）項 参照）

短期試験において、参考項目であるガス燃焼時間は、実証対象製品の設置により 24.1～35.4%削減された。運転初期の燃焼時間が削減されるとともに、中盤・後半においても燃焼時間削減効果が持続することがわかった。

実証対象製品の設置により 4.4～15.2℃の給気温度上昇が確認され、原理どおり排気熱を有効利用できていることが確認された。

排気温度・風量から実証対象製品の設置に伴う排気熱量減少量を計算した結果、乾燥機 1 回運転あたり 1.97MJ と試算された。

ガス使用量及び排出係数より、ガス使用量削減に伴う CO<sub>2</sub> 削減量を計算した結果、短期試験では 0.20、長期試験では 0.15kg-CO<sub>2</sub>/回と試算された。



実証対象製品設置有無におけるガス燃焼時間の比較（1 周 24 分間）  
（タオル 30 枚を乾燥機に入れ、24 分間運転した際のデータ）

### 3.3 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	リントフィルターの清掃 1分/回・日 (実証試験期間中は1週間に1度)	1人、技能は特に必要なし
定期点検	必要なし	—
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。	

### 3.4 所見（実証試験結果のまとめ）

項目	所見
技術全体	実証対象製品は、電源が不要、設置が容易（1台あたり2時間程度の設置時間）、既存ダクトに比べ占有空間が小さく機械室を広く使用できるという特長を有していることから、導入しやすい環境技術であると判断できる。
その他	実証対象製品の付属部品であるリントフィルターの目詰まりが発生することによって、ガス使用量削減効果が低減すると考えられたことから、性能を維持するために1日1回程度の清掃を実施することを推奨する。清掃作業に特別な技能は必要なく、ユーザーが短期間（1台1分程度）に作業可能である。

#### 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		環境技術開発者 記入欄			
製品の名称／形式		熱交換ダクト ヒーコス			
製造（販売）企業名		有限会社 ウィンダム			
連絡先	TEL	028 (307) 8585			
	FAX	050 (3112) 0410			
	Web アドレス	http://windom.info/			
	E-mail	teduka@w-ecol.jp			
サイズ（mm）		幅 400×奥行 530×高さ 700			
重量		約 30kg			
材質		ステンレス及び銅板製			
実証対象製品寿命		10 年			
コスト概算	費目		単価	数量	計
	イニシャルコスト（店舗内、乾燥機の台数により変動）				
	NC-140T 本体		88,000	8 台	704,000 円
	リントフィルター		6,000	8 台	48,000 円
	運搬費		20,000	一式	20,000 円
	出張費（地域により別途）		20,000	一式	20,000 円
	合計（8 台納入のケース）				792,000 円
ランニングコスト：不要					
乾燥機の使用状況にもよるが、想定では、イニシャルコストは 4 年弱で回収可能である。					

##### 4.2 その他メーカーからの情報

###### ●システムの原理

熱交換ダクトシステム「ヒーコス」はコインランドリーやクリーニング工場等の乾燥機の排気熱を給気に取り入れ、乾燥機内部の温度の低下を抑制する事で、燃料費の削減を実現する画期的なシステムです。

乾燥機内部の温度を保つことでガスの燃焼時間が短くなり、CO<sub>2</sub>の削減にも貢献します。万が一ダクト部のリントフィルターが詰まっても、本体ダクト部に装着した銅板フィンの熱伝導効果（熱交換）で極端な温度低下が防げます。

###### ●システムの特徴

- ①設備設置後に掛かる消耗品は一切ありません。
- ②脱着はマグネット式の為、ダクト清掃やメンテナンス時は簡単に取り外せます。
- ③特殊形状によりバックヤードスペースが少ない場所でも設置が可能で、既存スペースより通路が広がられます。

###### ●システム導入のメリット

来店のお客様のご使用方法により異なりますが、通年で 15～30%の燃料費削減が可能です。毎月の燃料費（ランニングコスト）の削減に大きく貢献します。



## ○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<sup>(1)</sup>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「クリーニング乾燥機の排熱回収による運転負荷軽減技術」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、コインランドリーやクリーニング工場などで使用するクリーニング乾燥機の排気熱を、熱交換ダクトを通して回収し、給気の温度を上昇させることで、乾燥機を運転する際のガス消費量を削減するものである。排気の温度は60℃前後になり、この排気の熱を回収（顕熱回収）し、給気の温度を10℃前後上げることができる。この給気の温度上昇分のガス使用量が削減でき、エネルギー消費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。

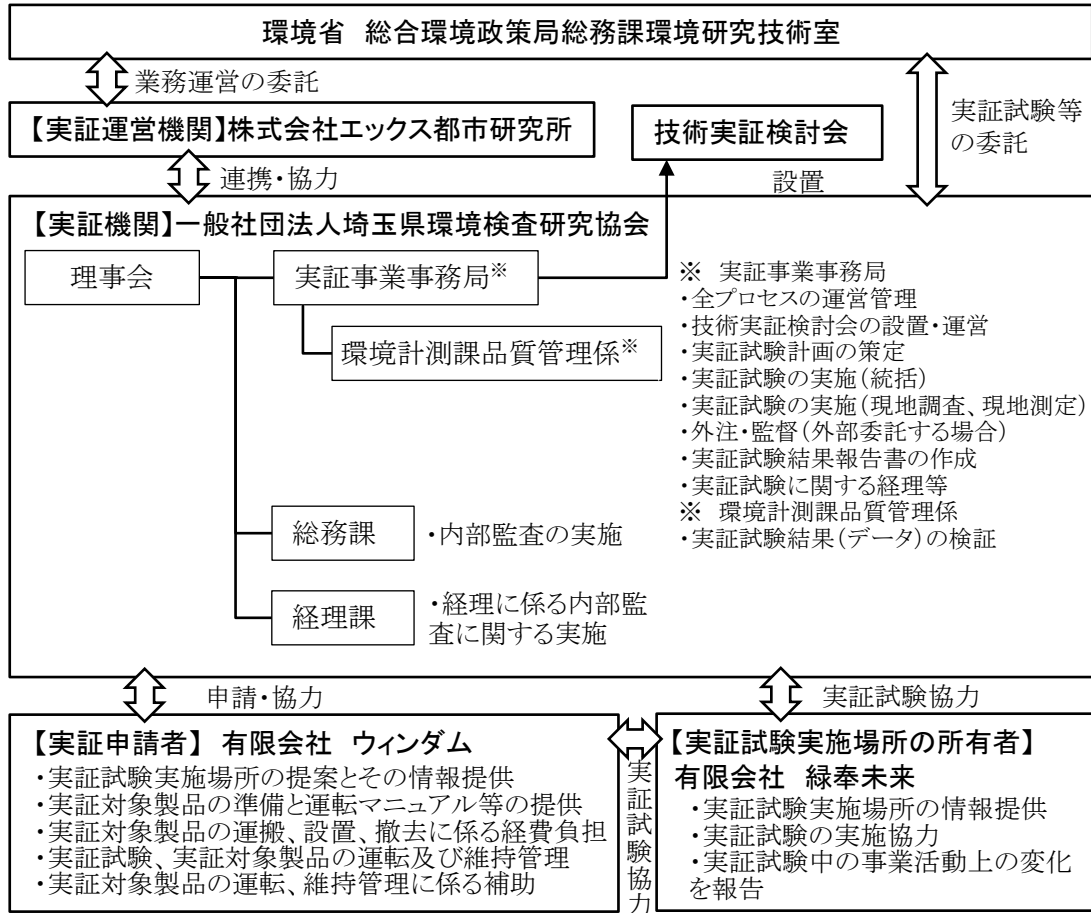


図 1-1 実証試験参加組織と関係図



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 鈴木 章
			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）	
		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	財務本部長 田島 照久		
環境技術 開発者	有限会社 ウィンダム	実証試験実施場所の提案とその情報の提供	有限会社 ウィンダム 手塚 伸光	
		実証対象製品の準備と運転マニュアル等の提供		
		実証対象製品の運搬、設置、撤去に係る経費負担		
		実証試験、実証対象製品の運転及び維持管理に要する費用負担		
		必要に応じて実証対象製品の運転、維持管理に係る補助		
実証試験 実施場所 の所有者	有限会社 緑奉未来	実証試験実施場所の情報の提供	有限会社 緑奉未来	
		実証試験の実施に協力		
		実証試験の実施に伴う事業活動上の変化を報告		

## 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、クリーニング工場やコインランドリー等で使用される業務用クリーニング乾燥機の排熱を熱交換ダクトによって回収し、給気温度を上昇させることで、乾燥に必要なガス燃焼量を削減できる。熱交換ダクトには銅板フィンが取り付けられており、ダクト内を通過する高温の排熱を効率的に回収することができる。また、排気の一部を給気に循環させることで、給気温度を上昇させる。特に給気温度が低下しやすい冬季において、乾燥機の負荷軽減、さらに CO<sub>2</sub> 排出量の削減等が見込まれる。

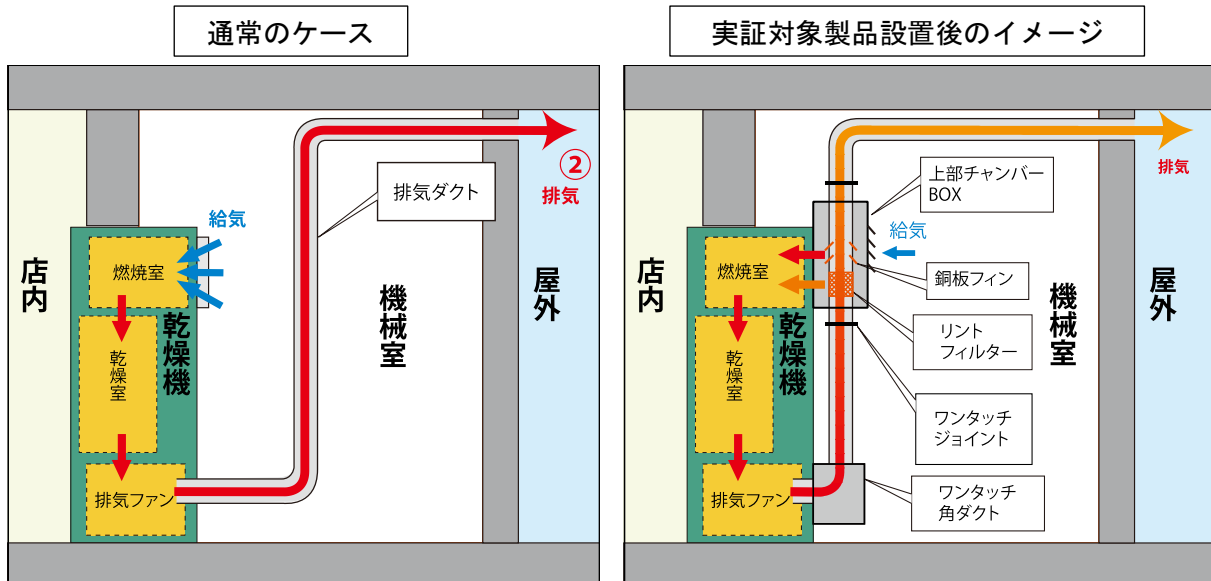


図 2-1 実証対象製品のシステムと概念



リントフィルター\*

\*排気の一部を給気に循環させる際に、乾燥機から排出されるリント（綿くず、糸くず等）を取り除くために設置されている。



銅板フィン

上部チャンバーBOX

図 2-1 実証対象製品の外観

## 2.2 実証対象製品の仕様

実証対象製品の構成となる仕様を表 2-1 に示す。

実証対象技術は、業務用クリーニング乾燥機を設置する店舗や工場などを対象にしている。店舗などのバックヤードスペースが少ない場所でも設置が可能である。通常設置されている排気ダクトと比べても大きな障害には至らない。

表 2-1 実証対象製品の仕様

区分	部品名	材質	大きさ(mm)	
仕様	製品全体	ステンレス、銅板	幅 400×奥行 530×高さ 700	
	内訳	上部チャンバーBOX	ステンレス	幅 400×奥行 530×高さ 600
		熱交換ダクト	ステンレス、銅板	直径 200×高さ 700
		リントフィルター	ステンレス	幅 600×奥行 200（開口部：幅 200×奥行 150）
重量	約 30kg			

### 3. 実証試験実施場所の概要

#### 3.1 事業状況

実証試験実施場所の事業状況を表 3-1 に示した。

表 3-1 実証試験実施場所の事業状況

名称	大型コインランドリーデポ 松尾五反田店
所在地	千葉県山武市松尾町五反田 3020-1
事業の種類	コインランドリー
営業時間	24 時間営業
1 日の平均来客数	100 人
設置機器	洗濯機 5 台、洗濯乾燥機 4 台、 大型乾燥機 5 台、小型乾燥機 10 台

#### 3.2 実証対象製品の配置

##### (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。設置時には、既存排気ダクトの一部取り外しや、上部チャンバーBOX 等の実証対象製品の取り付け作業等が必要となり、1 台あたり 2 時間程度掛かる。

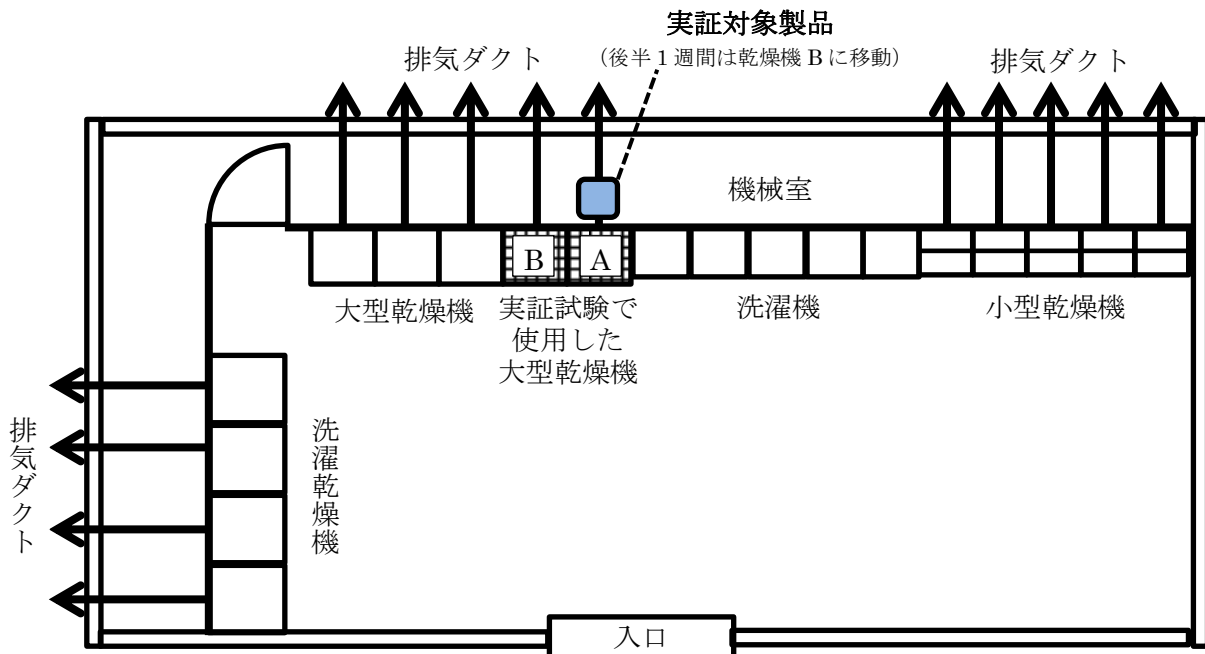


図 3-1 実証対象製品等配置図

##### (2) 実証対象製品の操作方法

実証対象製品はユーザーによる操作は特に必要なく、設置後直ぐに給気温度上昇効果を発揮する。

## 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、次に示す試験データを保有している。

- ・試験の種類： 自社試験
- ・実施期間：平成28年2月1日～5月11日（実証対象製品 設置期間）
- ・試験場所：大型コインランドリーデポ 松尾五反田店
- ・試験方法：コインランドリーにおいて、型式・乾燥容量が同一で（23kg）、過去の稼働実績もほぼ同一であった2つの乾燥機に対し、片方にだけ実証対象製品と同じ原理の装置を設置した。設置機を24分間運転した際の給気温度、排気温度、排気風量、ガス燃焼時間を測定した。非設置機については、ガス燃焼時間のみを測定した。試験時には乾燥機内を空にした状態でモニタリングを行った。また、実使用条件下において、2つの乾燥機の運転回数、ガス使用量を2日間モニタリングした。
- ・試験結果：表4-1に実証対象製品と同じ原理の装置を設置した乾燥機における熱交換ダクト前後の給気温度の変化を示す。給気温度については、ダクトを通過することで安定して12℃前後上昇した。図4-1に示すとおり、設置しなかった乾燥機と比べ設置した場合には、給気温度上昇に伴い、特に運転初期のガス燃焼時間が削減されることがわかった。運転期間中の平均では約31%の減少であった。  
実使用条件下においてガス使用量を2日間モニタリングした結果、表4-2に示すとおり、設置しなかった乾燥機と比べ、1回運転あたり（8分間あたり）のガス使用量は約31%削減された。

表 4-1 熱交換ダクト前後の給気温度の変化

試験時刻	給気温度 (°C)		
	熱交換ダクト前 (室温)	熱交換ダクト後 (給気温度)	温度差
0分 (開始時)	21.4	35.2	13.8
5分	22.5	34.6	12.1
10分	22.4	34.7	12.3
15分	22.4	34.8	12.4
20分	22.5	34.7	12.2
平均	22.2	34.8	12.6

表 4-2 実証対象製品と同じ原理の装置の設置有無におけるガス使用量の変化 (2/1~2/3)

	ガス使用量	運転回数 (1回8分)	ガス使用量 (運転1回あたり)
非設置機	3.22 m <sup>3</sup>	27	0.119 m <sup>3</sup>
設置機	3.11 m <sup>3</sup>	38	0.0819 m <sup>3</sup>
削減率	—	—	31%

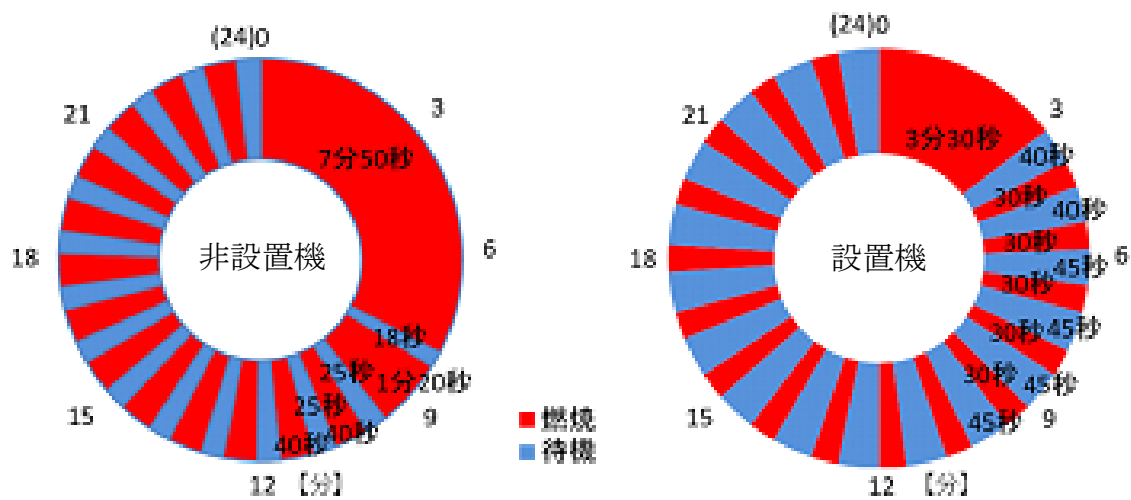


図 4-1 実証対象製品と同じ原理の装置の設置有無におけるガス燃焼時間の変化



#### 4.2 既存データの活用の検証

既存データとして、排熱の回収が可能であること、ガス使用量を約 30%削減できることを確認している。この試験では、実証対象製品と同じ原理の装置を後付けした乾燥機に対し、1 台 1 回の調査を実施している。実証対象製品の性能の再現性を確認するには、複数台数を用いて試験することが必要であるため、実証試験では参考値として扱うこととした。

### 5. 実証試験の方法と実施状況

実証試験では、業務用クリーニング乾燥機が日常的に使用されているコインランドリーを実証試験実施場所とし、同じ容量（23kg）・型式の実証対象製品設置機（以降、設置機）と非設置機におけるガス使用量や給気・排気温度を、実使用環境下で連続測定して比較した。乾燥機の性能差が懸念されたため、試験途中で実証対象製品の設置を入れ替えて試験を行った。また、設置機、非設置機で運転条件を揃えた状態で、模擬洗濯物試料を乾燥させた時のガス使用量等のデータも取得した（短期試験）。

実証試験は、実証試験実施場所の利用状況が天候や曜日によって変動することが予想されるため、1 週間の測定を行い、実証対象製品の設置を入れ替え、計 2 週間とした。

#### 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。

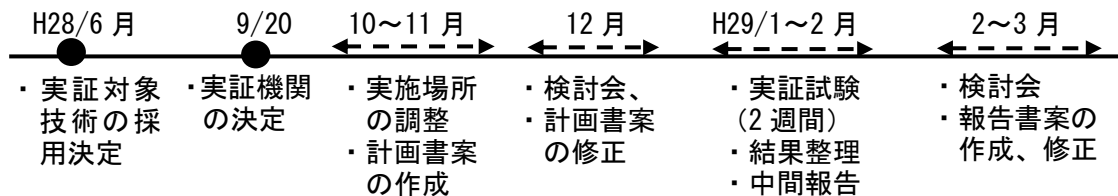


図 5-1 実証試験の全日程

#### 5.2 監視項目

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
湿度	乾燥機の燃焼効率に影響を与える可能性があることから、実証試験実施場所の機械室における相対湿度を測定した。

### 5.3 実証項目

#### (1) 実証項目及び目標水準、参考項目

実証項目及び目標水準、参考項目は、それぞれ表 5-2、5-3 に示すとおりである。  
温度の測定地点については、図 5-2 に示すとおりである。

表 5-2 実証項目及び目標水準

実証項目	目標水準	測定項目
1 回運転あたりのガス使用量削減率 (1 回の運転時間：8 分)	25%以上	ガス使用量 乾燥回数

表 5-3 参考項目

調査項目	内容
給気・排気温度	<p>実証対象製品通過前後で、原理通りに給気温度が上昇し、排気温度が減少するかどうか確認するために、温度データロガーを用いて連続モニタリングを行った。</p> <p>測定地点は、①機械室（非設置機給気温度）、②上部チャンバーBOX（設置機給気温度）、③、④排気ダクトから屋外への排気部 2 か所（設置機及び非設置機の排気温度）とした。</p> <p>また、短期試験における排気風量の測定結果と併せて、実証対象製品設置による排気熱量の減少量を以下の式より算出した。</p>
ガス燃焼時間	乾燥に必要となるガスの燃焼時間を、設置機、非設置機で測定した（短期試験中）。
CO <sub>2</sub> 排出量	実証対象製品設置に伴う CO <sub>2</sub> 排出量の変化を、ガス使用量、排出係数（6.6kgCO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> ：日本 LP ガス協会公表データ）より算出した。

$$\Delta Q = Q - Q'$$

$$Q = c \times \rho \times \Delta T \times q$$

$$Q' = c \times \rho \times \Delta T' \times q'$$

$\Delta Q$ ：1 回運転あたりの排気熱量減少量 [kJ/回] （1 回=8 分）

$Q$ ：非設置機の排気熱量 [kJ/回]

$Q'$ ：設置機の排気熱量 [kJ/回]

$c$ ：空気の比熱（=1.007）[kJ/(kg・°C)]

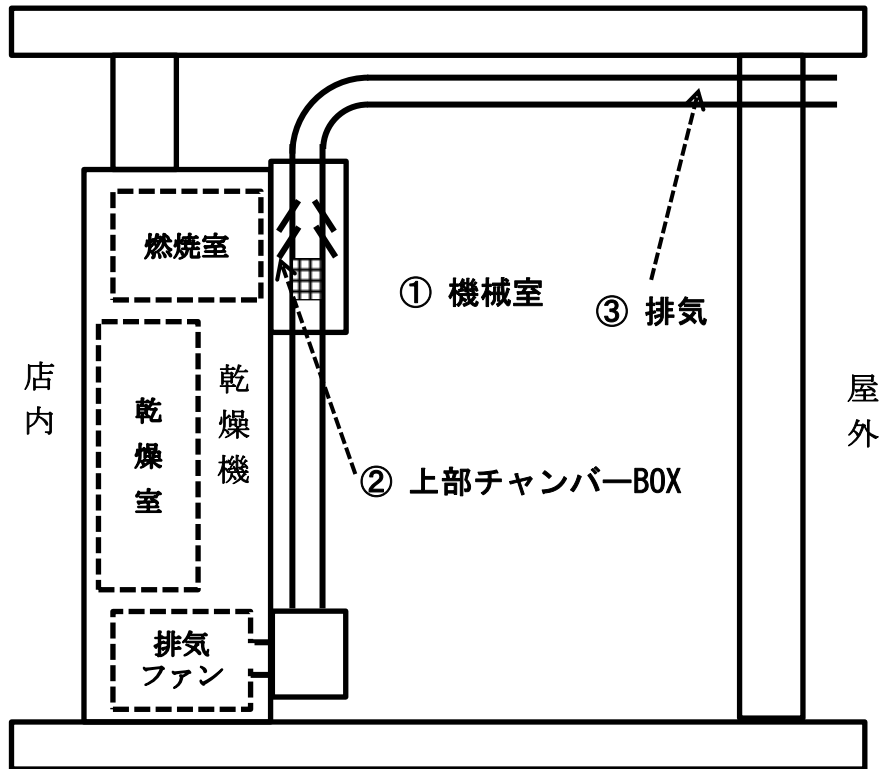
$\rho$ ：空気密度（=0.880、60°C時）[kg/m<sup>3</sup>]

$\Delta T$ ：（非設置機運転期間中の平均排気温度）－（非設置機運転期間中の機械室の平均気温）[°C]

$\Delta T'$ ：（設置機運転期間中の平均排気温度）－（設置機運転期間中の機械室の平均気温）[°C]

$q$ ：非設置機の屋外への平均排気風量（=116）[m<sup>3</sup>/回]

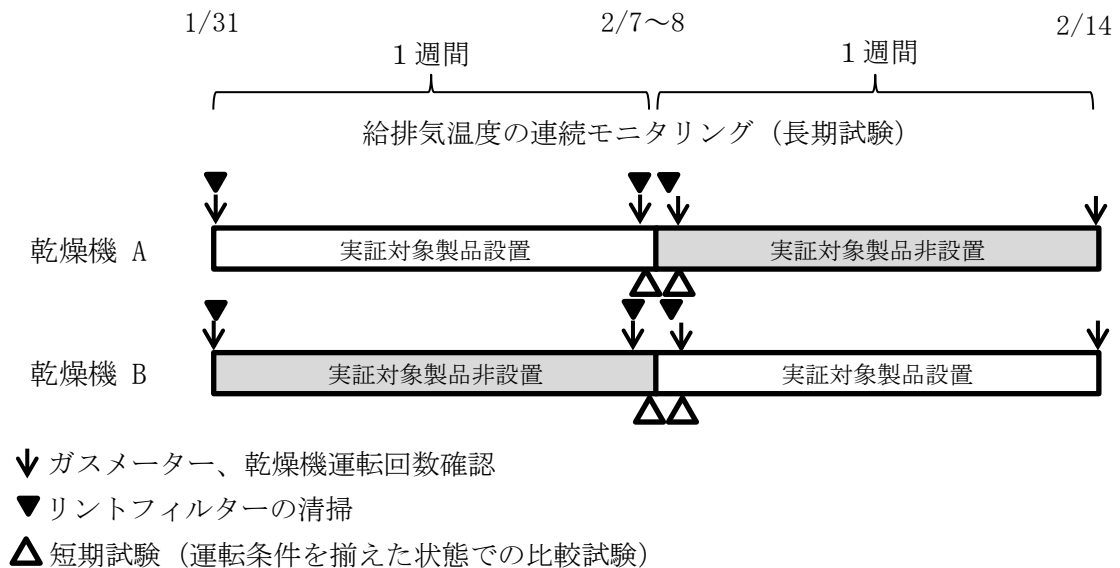
$q'$ ：設置機の屋外への平均排気風量（=60.6）[m<sup>3</sup>/回]



（非設置機の排気温度は、屋外へ排出される直前の排気ダクト地点において測定した。） 図 5-2 温度の測定地点（設置機）

## （2）調査スケジュール

平成 29 年 1～2 月に 2 週間の調査を実施した（長期試験）。図 5-3 に示す通り、試験開始 1 週間後に、試験対象の 2 機の乾燥機に対して、実証対象製品の設置の入れ替えを行い、調査を継続した。また、実証対象製品の入れ替え前後に、運転条件を揃えた状態での比較試験も実施した（短期試験）。実証試験開始前及び 2 回の短期試験開始前にリントフィルターの清掃を行った。



- ▼ ガスメーター、乾燥機運転回数確認
- ▼ リントフィルターの清掃
- △ 短期試験（運転条件を揃えた状態での比較試験）

図 5-3 調査スケジュール

### （3）計測器及び測定周期

計測器と測定周期については、表 5-4 に示す（設置状況は資料編 28 頁 2 項 参照）。

表 5-4 測定器及び測定周期

測定項目	計測器	試験	測定周期
給気温度	温度センサー (K 型熱電対式)	短期試験	全ての測定点において 5 秒間隔
排気温度		長期試験	全ての測定点において 1 分間隔
ガス燃焼量	膜式ガスメーター (マイコン)	短期試験	5 秒間隔
		長期試験 (前半)	1 週間隔
		長期試験 (後半)	1 日間隔

#### 5.4 短期試験方法（運転条件を揃えた状態での比較試験）

実証試験実施場所の洗濯機を使用して、表 5-5 に示す同じ大きさ・種類のタオルを洗濯し（乾燥用試料の準備）、半分に分けた後に重量を測定した。設置機と非設置機を空の状態です 8 分間運転した後に、それぞれの洗濯試料を入れ、24 分間乾燥機を運転した。乾燥終了後、試料の重量を測定した。

乾燥機の負荷が変化した際の燃焼性能の差を確認するため、乾燥機に投入するタオルの量を 3 段階で変化させた（低負荷：10 枚、中負荷：20 枚、高負荷：30 枚）。また、乾燥温度は中温度に設定して試験を行った。

乾燥機運転中は、燃焼状況を乾燥機後部よりビデオカメラで撮影し、ガス燃焼・待機時間を秒単位で監視した。その他の試験期間中と同様に、給気・排気温度もモニタリングした。また、試験前後のガス燃焼量も確認した。

表 5-5 短期試験に使用した模擬洗濯試料（タオル）の性状

メーカー名	商品名	重さ（乾燥状態）	大きさ	材質
ニトリ	抗菌防臭加工 フェイスタオル	約 130g	約 35×80cm	綿 100%

#### 5.5 運転及び維持管理項目（方法と実施日）

実証対象製品は、使用者が運転を行う必要がない。また、実証対象製品の設置に伴い、新しい環境影響は発生しないと考えられる。項目については、表 5-6 に示す。

表 5-6 運転及び維持管理実証項目

項目	内容・測定方法等
実証対象製品の維持管理に必要な人員数と技能	実証対象製品の維持管理に必要な人数と作業時間(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。

## 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
湿度	機械室内の相対湿度は 12~53%の範囲で推移した。雨天時に湿度が上昇する傾向にあった（詳細は資料編 25 頁 1. (1) 項参照）。

### 6.2 実証項目

#### (1) 実証項目

##### ①短期試験結果

表 6-2 に示すとおり、短期試験における実証項目の結果を示す。ガス使用量削減率は、25.9~38.6%の範囲であり、すべての試験条件で目標水準（25%）を達成した。図 6-1 に示すとおり、運転開始直後は、実証対象製品の設置有無でガス使用量に差は見られなかったが、運転経過に伴い、徐々に差が大きくなった。

実証対象製品の入れ替え後の方が入れ換え前よりも全体的にガス使用量削減率が低かった。

表 6-2 短期試験における実証項目の結果

試験日	試験時刻	乾燥機	実証対象製品	乾燥負荷 (タオル枚数)	タオルの重量(kg)			ガス使用量 (m <sup>3</sup> )	ガス使用量削減率 (%)
					試験前	洗濯後	乾燥後		
2/7	9:00-9:24	A	有	高負荷 (30)	3.762	6.974	3.770	0.220	32.6
2/7	9:28-9:52	B	無	高負荷 (30)		6.918	3.668		
2/7	10:50-11:14	A	有	中負荷 (20)	2.513	4.762	2.448	0.213	30.2
2/7	10:04-10:28	B	無	中負荷 (20)		4.736	2.432		
2/7	11:15-11:39	A	有	低負荷 (10)	1.217	2.308	1.208	0.166	38.6
2/7	11:49-12:13	B	無	低負荷 (10)		2.338	1.208		
実証対象製品の入替									
2/8	9:55-10:19	B	有	高負荷 (30)	3.617	7.012	3.768	0.243	25.9
2/8	10:31-10:55	A	無	高負荷 (30)		6.932	3.646		
2/8	11:32-11:56	B	有	中負荷 (20)	2.492	4.590	2.438	0.212	27.3
2/8	11:02-11:26	A	無	中負荷 (20)		4.620	2.420		
2/8	11:58-12:22	B	有	低負荷 (10)	1.213	2.308	1.190	0.181	28.7
2/8	12:28-12:52	A	無	低負荷 (10)		2.336	1.198		

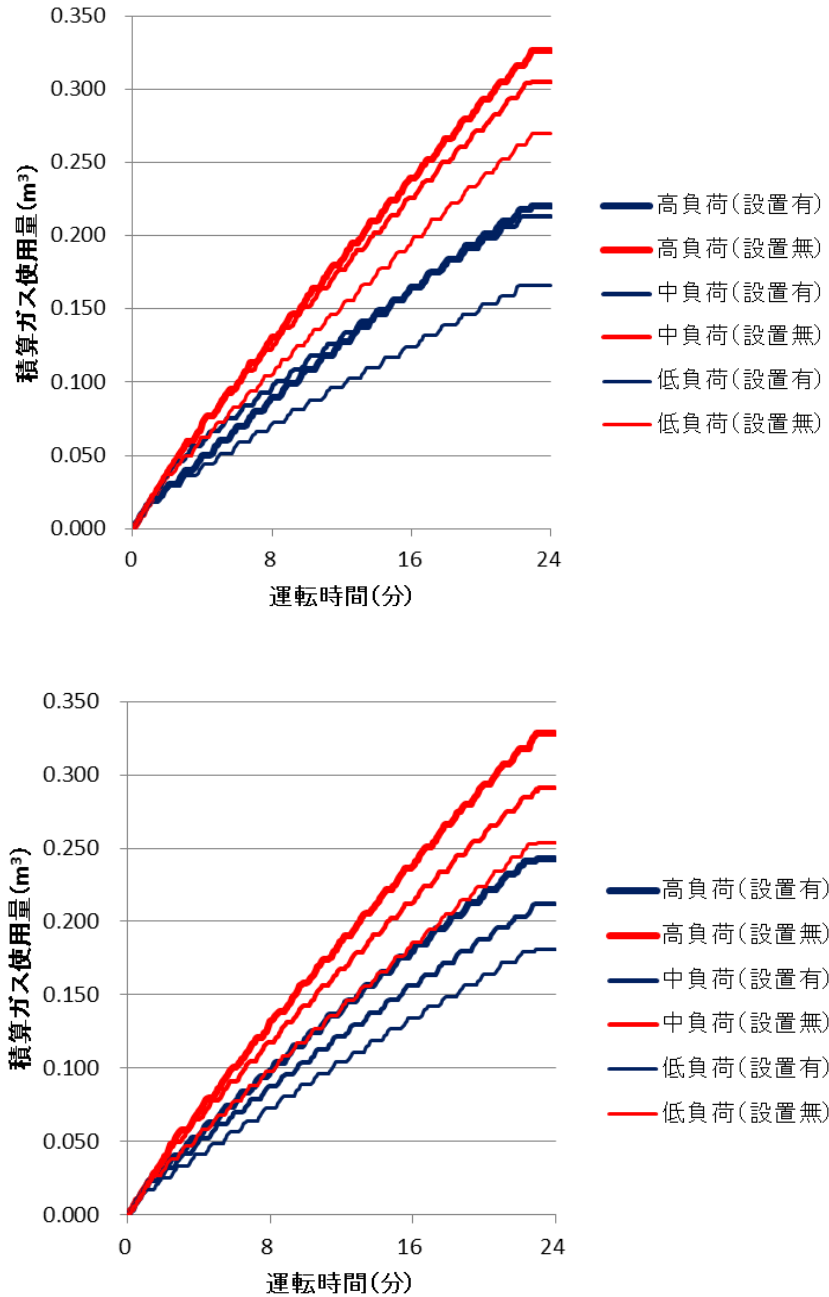


図 6-1 短期試験における積算ガス使用量の変化  
(上段：2/7 の試験結果、下段：2/8 の試験結果)

多少の変動はあるものの、乾燥機内の洗濯物の量が多いほど、設置機、非設置機ともにガス使用量が増加し、またガス使用量削減率は低下する傾向にあった。この傾向を明らかにするため、洗濯物の量が極端に多い時（タオル 70 枚の乾燥）のガス使用量削減率を調査した。その結果、ガス使用量削減率は、2 回の繰り返し試験の平均で 15.4%と 10~30 枚乾燥させた時と比べ明らかに低かった。このことから、乾燥機内の洗濯物の量が多いほどガス使用量削減率が減少する傾向にあることが明らかになった（試験データの詳細は資料編 26~27 頁 1. (2) 項 参照）。



## ②長期試験結果

表 6-3 に示すとおり、長期試験（2 週間の連続モニタリング）においては、ガス使用量削減率は、平均で 20.9%と短期試験と比較して低い結果となった。短期試験と同様に、実証対象製品の入れ替え後の方が入れ換え前よりもガス使用量削減率が低かったことから、実証試験で使用した 2 台の乾燥機に差が存在したと考えられた。この差は、乾燥機（性能劣化やバーナーのメンテナンス状況等）や排気ダクトの形状等の差が考えられる。

表 6-3 長期試験における実証項目の結果

試験期間	乾燥機	実証対象製品の設置	運転回数	ガス使用量 (m <sup>3</sup> )	ガス使用量 (m <sup>3</sup> /回)	ガス使用量削減率 (%)
前半 (1/31~2/7)	A	有	178	15.203	0.085	24.1
	B	無	151	16.9963	0.113	
後半 (2/7~2/14)	B	有	131	11.5992	0.089	17.7
	A	無	209	22.474	0.108	
全体 (1/31~2/14)	-	有	309	26.8022	0.087	20.9
		無	360	39.4703	0.110	

## ③短期試験と長期試験の結果の差異について

短期試験と長期試験の結果で差が生じた原因として考えられるのは、リントフィルターに目詰まりが発生したことである。短期試験開始時（実証試験開始後約 1 週間）に、実証対象製品のリントフィルターを確認したところ、目詰まりが確認されたため、短期試験では清掃してから試験を行った。一方、長期試験においては、前後 1 週間ずつの試験期間中にフィルターの清掃を行わなかったことから、目詰まりに伴い性能が低下した。

後半の長期試験では、ガス使用量の経日変化の調査を追加した。その結果、図 6-2、6-3 に示すとおり、試験の経過とともに設置機のガス使用量が増加し、ガス使用量削減率が徐々に低下した。短期試験終了後、1 日間におけるガス使用量削減率は 28.6%であり、短期試験と同様に、目標水準以上であった。

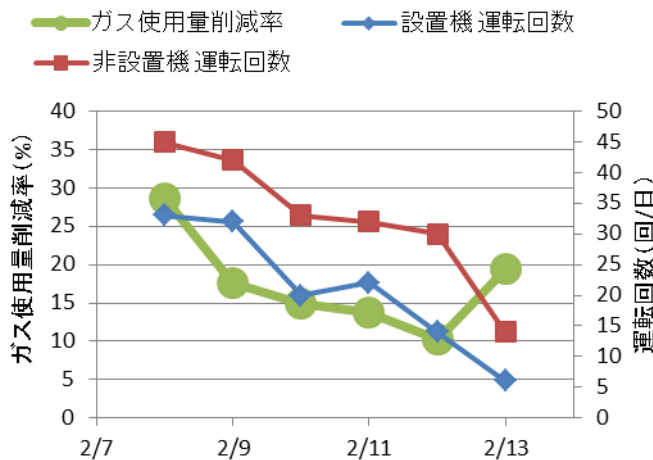


図 6-2 長期試験後半における  
ガス使用量削減率の推移  
(1 日毎の平均値)

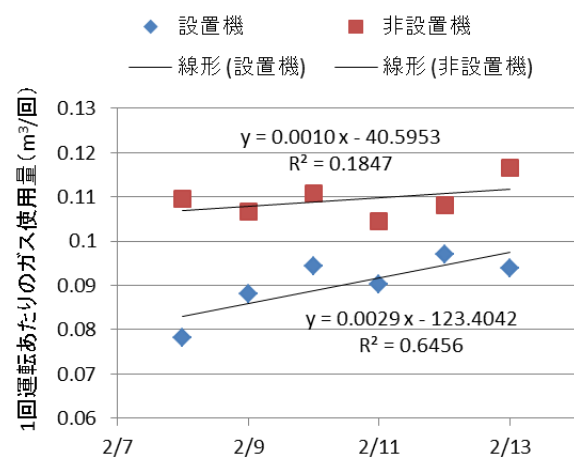


図 6-3 長期試験後半における  
ガス使用量の推移  
(1 日毎の平均値)

## （２）参考項目

### ①給排気温度

給排気の温度を表 6-4、6-5 に示した。

実証対象製品を設置することで、基礎原理通り、給気温度が上昇することがわかった。短期試験においては 4.4~15.2℃の温度上昇が確認された。長期試験では、2 週間の平均で 11.9℃の温度上昇であった。

運転期間中の排気温度の平均値は、短期試験・長期試験ともに、設置機と非設置機は同程度であった。図 6-4 に示すとおり、設置機の場合、非設置機と比べ、ガス非燃焼時（待機中）における排気温度が特に高かった。設置機の場合、ガス非燃焼時における乾燥機内の温度低下速度が低くなることから、それに付随して排気温度の低下速度が低くなったと考えられる。

**表 6-4 短期試験における給排気温度**（24 分の運転期間中の平均値、測定間隔：5 秒）

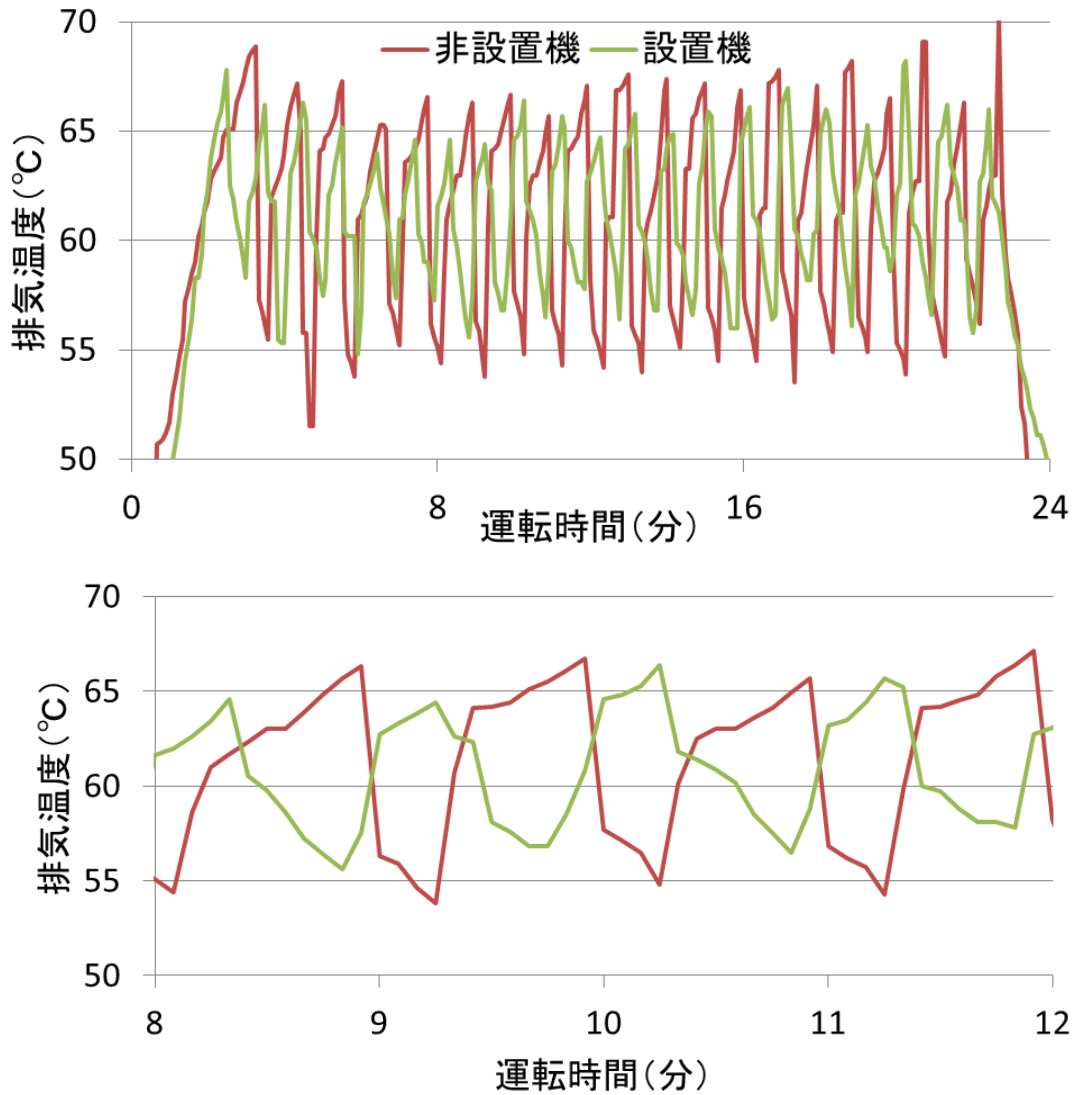
試験日	試験時刻	乾燥機	実証対象製品	乾燥負荷 (タオル枚数)	給気温度 (°C)			排気温度 (°C)
					通過前*	通過後*	温度差	
2/7	9:00-9:24	A	有	高負荷 (30)	17.8	22.2	4.4	59.7
2/7	9:28-9:52	B	無	高負荷 (30)	17.4	—	—	58.5
2/7	10:50-11:14	A	有	中負荷 (20)	19.8	24.9	5.1	59.6
2/7	10:04-10:28	B	無	中負荷 (20)	18.2	—	—	59.8
2/7	11:15-11:39	A	有	低負荷 (10)	21.2	27.7	6.5	61.7
2/7	11:49-12:13	B	無	低負荷 (10)	19.1	—	—	61.6
実証対象製品の入替								
2/8	9:55-10:19	B	有	高負荷 (30)	16.9	25.3	8.4	59.4
2/8	10:31-10:55	A	無	高負荷 (30)	17.0	—	—	58.7
2/8	11:32-11:56	B	有	中負荷 (20)	20.8	35.0	14.2	61.3
2/8	11:02-11:26	A	無	中負荷 (20)	19.9	—	—	59.2
2/8	11:58-12:22	B	有	低負荷 (10)	20.7	35.9	15.2	62.9
2/8	12:28-12:52	A	無	低負荷 (10)	21.2	—	—	59.4

\*実証対象製品通過前後

**表 6-5 長期試験における給排気温度**（運転期間中\*の平均値、測定間隔：1 分）

試験期間	乾燥機	実証対象製品の設置	給気温度 (°C)			排気温度 (°C)
			通過前**	通過後**	温度差	
前半 (1/31~2/7)	A	有	19.6	29.4	9.8	59.8
	B	無	19.0	—	—	62.4
後半 (2/7~2/14)	B	有	16.9	31.7	14.8	59.9
	A	無	17.3	—	—	59.2
全体 (1/31~2/14)	—	有	18.4	30.4	11.9	59.8
		無	18.0	—	—	60.5

\*排気温度の連続モニタリングデータより運転期間を推測した。 \*\*実証対象製品通過前後



(1 例：短期試験前半 中負荷の時、上段 0～24 分まで、下段 8～12 分まで)

図 6-4 実証対象製品設置有無における排気温度の推移の比較

表 6-6 に示すとおり、実証対象製品設置に伴う排気熱量減少量を算出した結果、1.97MJ/回であった。設置機では、排気温度は低くないものの、排気が給気へ循環する構造になっているために屋外への排気風量が少なかった。このため、排気熱量の計算値は、非設置機に比べ少なくなった。

表 6-6 実証対象製品設置に伴う排気熱量減少量の計算結果

	空気の比熱 [MJ/(kg・°C)]	空気密度 [kg/m³]	温度差 [°C]	排気風量 [m³/回]	排気熱量 [MJ/回]	減少量 [MJ/回]
非設置機	$1.007 \times 10^{-3}$	0.88	40.7	116.0	4.19	1.97
設置機	$1.007 \times 10^{-3}$	0.88	41.3	60.6	2.22	

②ガス燃焼時間

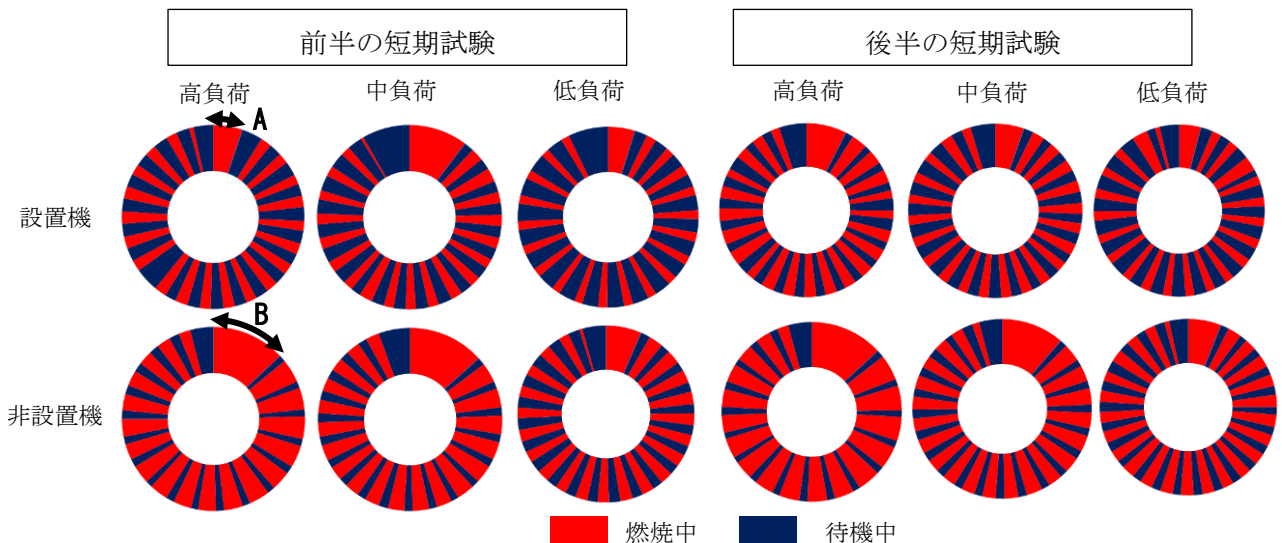
表 6-7 に示すとおり、短期試験におけるガス燃焼時間の減少率は、24.1~35.4%の範囲であり、多少の傾向の違いはあるものの、ガス燃焼量削減率と近い値となった。図 6-5 に示すとおり、実証対象製品を設置することで、運転初期の燃焼時間が削減されるとともに、中盤・後半においても燃焼時間削減効果が持続することがわかった。

実証対象製品で使用した乾燥機は、排気温度\*が約 58℃以下となるとガス燃焼を開始し、約 82℃となると燃焼を停止する仕組みとなっている。図 6-4 に示したとおり、設置機は非設置機と比べ、ガス燃焼時の排気の温度上昇が速く、速やかに設定温度に到達するため、ガス燃焼時間が短くなっていると考えられる。逆に、ガス燃焼停止時の排気の温度低下は緩やかであり、設定温度まで低下するのに時間を要するため、ガス燃焼停止時間が長くなると考えられる。

\*本実証試験で測定した排気温度とは測定位置が異なる。

表 6-7 短期試験におけるガス燃焼時間の測定結果

試験日	試験時刻	乾燥機	実証対象製品	乾燥負荷 (タオル枚数)	運転期間 (24 分間) 中のガス燃焼時間	減少率 (%)
2/7	9:00-9:24	A	有	高負荷 (30)	10 分 57 秒	35.4
2/7	9:28-9:52	B	無	高負荷 (30)	16 分 57 秒	
2/7	10:50-11:14	A	有	中負荷 (20)	11 分 17 秒	29.0
2/7	10:04-10:28	B	無	中負荷 (20)	15 分 53 秒	
2/7	11:15-11:39	A	有	低負荷 (10)	8 分 49 秒	33.4
2/7	11:49-12:13	B	無	低負荷 (10)	13 分 14 秒	
実証対象製品の入れ替え						
2/8	9:55-10:19	B	有	高負荷 (30)	12 分 42 秒	27.8
2/8	10:31-10:55	A	無	高負荷 (30)	17 分 35 秒	
2/8	11:32-11:56	B	有	中負荷 (20)	11 分 33 秒	24.8
2/8	11:02-11:26	A	無	中負荷 (20)	15 分 22 秒	
2/8	11:58-12:22	B	有	低負荷 (10)	10 分 23 秒	24.1
2/8	12:28-12:52	A	無	低負荷 (10)	13 分 41 秒	



※設置機の燃焼時間である A の方が非設置機の燃焼時間である B よりも短くなっている。

図 6-5 実証対象製品設置有無におけるガス燃焼時間の比較 (1 周 24 分間)

### ③CO<sub>2</sub>排出量削減効果

表 6-8 に示すとおり、ガス使用量削減に伴う 1 回運転あたりの CO<sub>2</sub> 削減量は、短期試験では 0.20、長期試験では 0.15kg-CO<sub>2</sub>/回と算出された。

**表 6-8 実証対象製品設置に伴う排気熱量減少量の計算結果**

	ガス削減量 (m <sup>3</sup> /回)	CO <sub>2</sub> 排出係数 (kg-CO <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> )	CO <sub>2</sub> 排出削減量 (kg-CO <sub>2</sub> /回)
短期試験	0.030*	6.6	0.20
長期試験	0.023**		0.15

\*12 回の短期試験の平均値 \*\*2 週間の長期試験期間中の平均値

## 6.3 運転及び維持管理実証項目

### (1) 実証対象製品の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 6-9 に示したとおりである。

**表 6-9 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	リントフィルターの清掃 1分/回・日*	1人、技能は特に必要なし
定期点検	必要なし	—

\*実証試験期間中は1週間に1度の頻度で清掃を行った。

### (2) 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。

### (3) 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。

## 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

実証試験の結果、リントフィルターの清掃状況にもよるが、20.9から30.5%のガス使用量の削減が確認できた。また、電源が不要であり、設置が容易（1台あたり2時間程度の設置時間）、既存ダクトに比べ占有空間が小さく機械室を広く使用できるという特長を有していることから、導入しやすい環境技術であると判断できる。

### (2) その他

実証対象製品の付属部品であるリントフィルターの目詰まりが発生することによって、ガス使用量削減効果が低減すると考えられたことから、性能を維持するために 1 日 1 回程度の清掃を実施することを推奨する。清掃作業に特別な技能は必要なく、ユーザーが短期間（1台 1 分程度）に作業可能である。

## ○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た。実証・参考項目の計測においては、付表 1-1 に示す計測器を使用して、信頼性を確保した。

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 計測器の信頼性確認方法**

計測器	信頼性確認方法
ガスメーター	検定有効期限内のガスメーターを使用した。
温度センサー	校正済みの標準温度計との温度差を確認し、測定データを補正した。

### 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、実証機関が定める品質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**

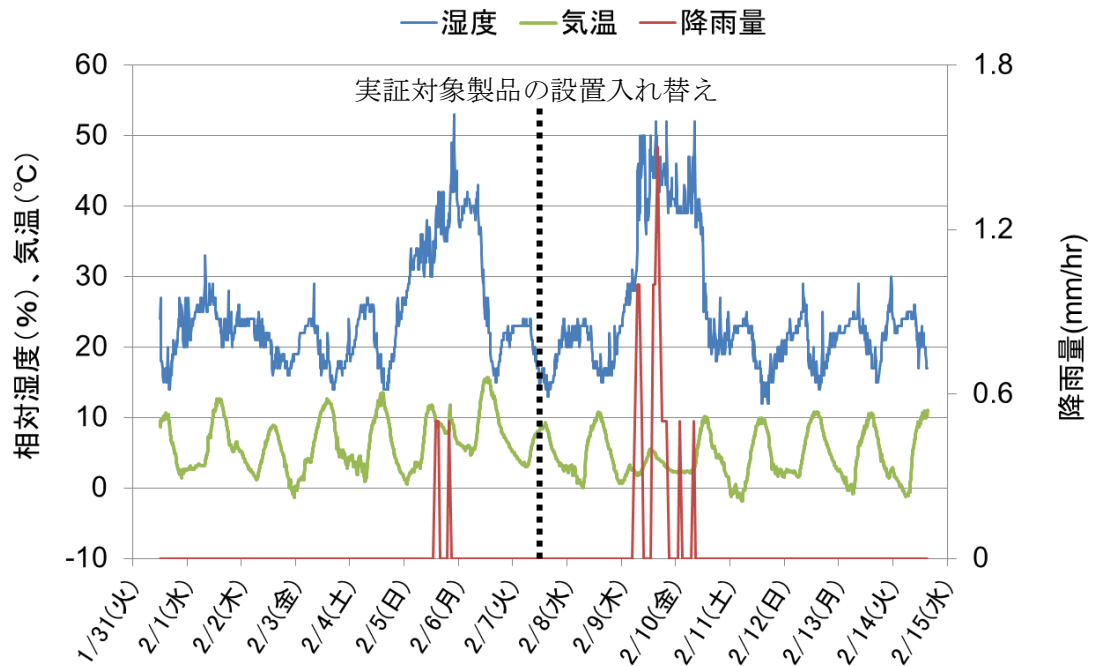
内部監査実施日	平成29年3月2日（木）
内部監査実施者	管理本部 総務課 ISO担当
被監査部署	実証試験に係る全部署
内部監査結果	品質管理システムの要求事項に適合し、適切に実施、維持されていた。



○資料

1. 実証試験のデータの詳細

(1) 機械室内湿度



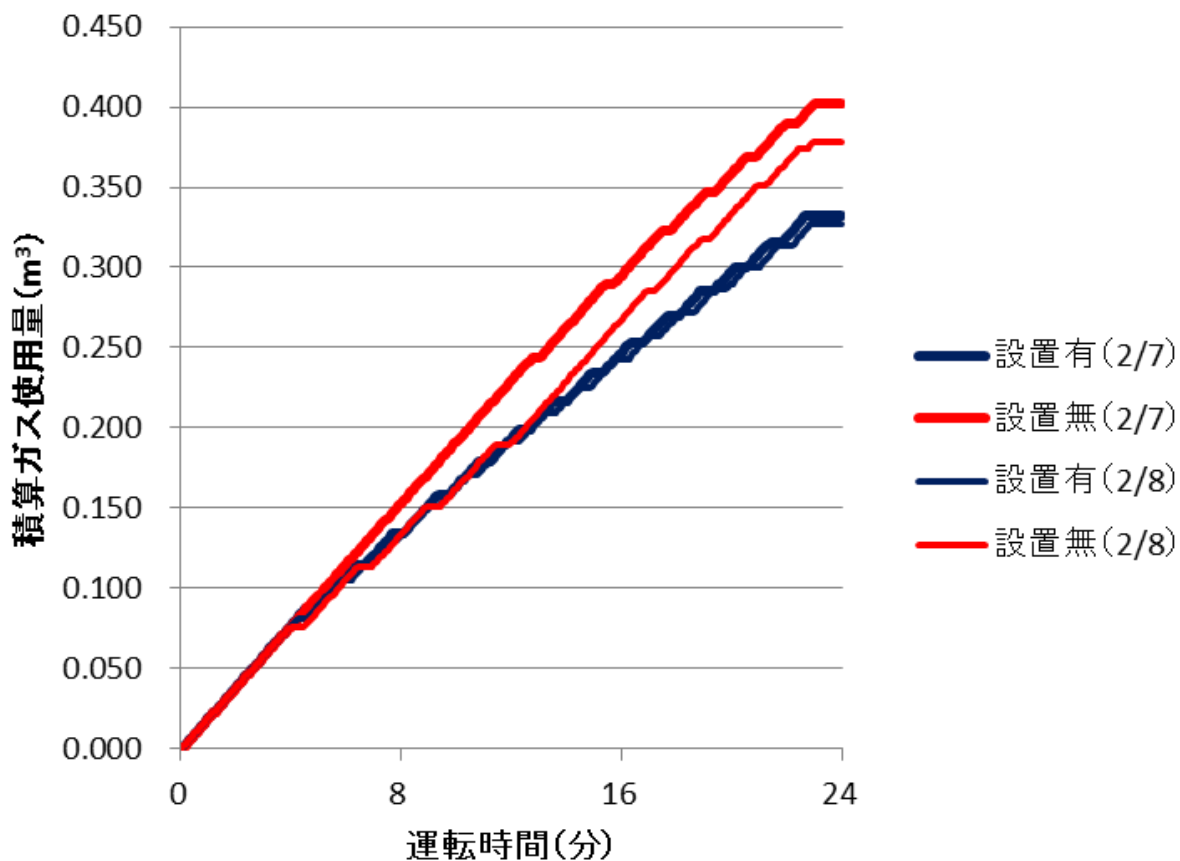
降雨量・気温：気象庁HPより実証試験実施場所近隣の観測点（横芝光）におけるデータを入力し、掲載した。

(2) 乾燥機内の洗濯物が極端に多い時のガス使用量等の調査結果

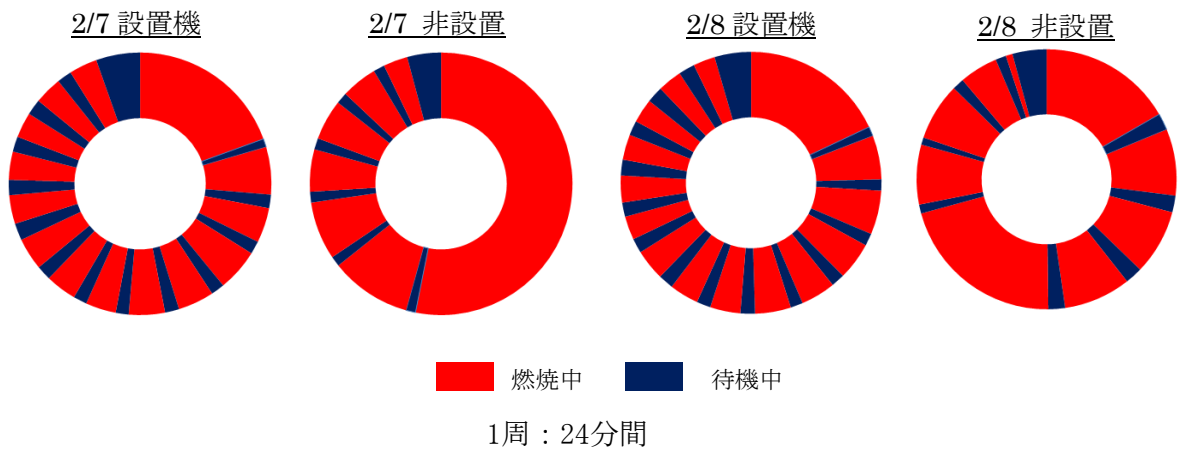
①ガス使用量削減率

試験日	試験時刻	乾燥機	実証対象製品	乾燥負荷 (タオル枚数)	タオルの重量(kg)			ガス使用量 (m <sup>3</sup> )	ガス使用量削減率 (%)
					試験前	洗濯後	乾燥後		
2/7	18:25-18:49	B	有	超高負荷 (70)	8.520	16.234	9.652	0.332	17.3
2/7	14:57-15:21	A	無	超高負荷 (70)		16.258	9.256		
2/8	14:37-14:51	B	有	超高負荷 (70)	8.472	16.293	9.618	0.378	13.5
2/8	13:35-13:59	A	無	超高負荷 (70)		16.410	9.792		

②積算ガス使用量



③ガス燃焼時間



## 2. 実証試験の様子（計測器の設置状況等）



実証試験実施場所



実証試験で使用した 2 台の大型乾燥機

### 短期試験



模擬洗濯物（タオル）の洗濯



模擬洗濯物の計量



模擬洗濯物の乾燥（運転）

### 計測



排気温度・風量の測定



ガス使用量の監視



ガス燃焼時間の監視

### 3. 用語の解説

用語	内容
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。
フィン	伝熱面積を広げることによって、熱交換の効率を上げるために設けられる突起状の構造物を指す。実証対象製品では、排気熱を給気温度上昇に利用するために設置されている。
リント	乾燥機の運転等に伴い発生する綿くずや糸くずを指す。

