

平成 21 年度  
環境技術実証事業  
VOC 簡易測定技術分野

ガスリーク検知器  
実証試験結果報告書  
(理研計器株式会社)

平成 22 年 3 月  
社団法人日本環境技術協会



# — 目次 —

○ 実証試験結果の概要	.....	i
○ 本編	.....	1
1. 実証試験の概要と目的	.....	1
2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌	.....	1
3. 実証対象技術および実証対象機器の概要	.....	3
3.1 機器の構成	.....	3
3.2 原理及び特徴	.....	3
3.3 製品データ	.....	4
3.4 性能データ	.....	5
3.5 申請時の区分と事業所で採取した試料の測定希望	.....	5
4. 実証試験の内容	.....	6
4.1 試験期間	.....	6
4.2 実証対象試験機の台数	.....	6
4.3 実証項目	.....	7
4.4 実証試験実施場所	.....	7
5. 実証試験実施方法	.....	8
5.1 基本性能試験	.....	8
5.2 事業所における実際の試料測定試験	.....	13
6. 実証試験結果と検討	.....	15
6.1 繰返し性試験	.....	16
6.2 再現性（ドリフト）試験	.....	18
6.3 応答時間試験	.....	18
6.4 直線性試験	.....	19
6.5 干渉影響試験	.....	21
6.5.1 酸素影響試験	.....	21
6.5.2 二酸化炭素影響試験	.....	22
6.5.3 水分影響試験	.....	23
6.6 事業所における実際の試料測定試験	.....	24
6.7 実証試験結果まとめ	.....	24
7. データの品質管理、監査	.....	26
	.....	27



## ○ 実証試験結果の概要

実証対象技術／ 環境技術開発者	ガスリーク検知器（型番 GL-103） 理研計器株式会社
実証機関	社団法人日本環境技術協会
実証試験期間	平成 22 年 1 月 18 日～2 月 4 日
本技術の目的	VOC 排出削減の自主的取組みに利用できる VOC 簡易測定

### 1. 実証対象技術の概要



#### 測定原理

公定法と同じ水素炎イオン化検出器（FID）であるが、GL-103 は、簡易 FID と位置付けられ、基本的な FID の特性を有す。

VOC ガスが水素ガスと共にノズルに運ばれ、高温の炎の中で炭素と水素に熱分解する。さらに炭素は高温によって陽イオンと電子になる。このイオンと電子は高い電圧をかけた電極に引き寄せられて電流が発生する。この電流はイオンの量、つまり炭化水素のガス濃度に比例するので、電流によってガス濃度を知ることができる。

### 2. 実証試験の概要

#### ○ 実証対象機器の仕様

型式	GL-103
測定原理	水素炎イオン化検出器（FID）
測定対象ガス	ほとんど全ての VOC
測定範囲	0～100/1,000/10,000 ppmC（メタン換算）
ガスサンプリング法	内蔵の吸引ポンプによる。試料採取流量 1 L/min
水素消費時間	連続 3 時間（専用缶ボンベによる）
装置電源	単 2 乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池 6 時間、マンガン乾電池 4 時間

#### ○ 実証試験実施場所

基本性能試験：横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室で実施。

事業所における実際の試料測定試験：東京都産業技術研究センターの塗装試験施設でバッグへの試料採取を実施し、横浜市環境科学研究所で測定を実施。

### 3. 実証試験結果

各試験方法は本編 5. 実証試験実施方法を参照。

#### ○ 繰返し性試験

繰返し試験結果は、± 2%と良好であった。GL-103 のメータは図に示したもので、今回の試験濃度では 20 %以下のところで指示値を読み取る必要があり、精度に限界があった。

ガス濃度との偏差結果は、模擬ガス (VOC 5 成分) で-18 %と少し大きなマイナス値を示したが、FID で相対感度が低い含酸素化合物 (イソプロピルアルコール、酢酸エチル、メチルエチルケトン) が含まれていたためであると考えられる。



GL-103 のメータ

#### ○ 再現性 (ドリフト) 試験

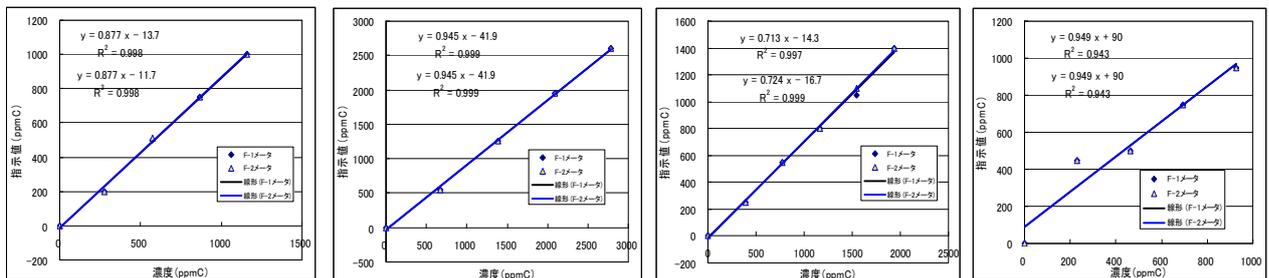
試験期間中 (2 週間) に、275 ppm (1,900 ppmC) 付近の高圧容器詰めトルエンを 3 回導入した時の各々の指示値を読み、初回の指示値からの偏差を調べた結果は、最大で-5 %であったが、読み取り精度内であった。

#### ○ 応答時間試験

トルエン 176 ppm (1,230 ppmC)、模擬ガス (VOC 5 成分) を測定した場合の 90 %、98 % 応答時間を求めた。応答時間はガス導入後 10 分後の指示値を 100 として、指示変化が起こり始めてからの 90 %、98 % 応答時間を求めた。90 %で 50 秒以下、98 %で 80 秒以下と良い応答性を示した。なお、本試験は試験用ガス供給ラインを含んだ試験であり、機器単体でのものではない。

#### ○ 直線性試験

直線性試験結果は、概ね±5 %以下であり、良好であった。今回の試験ではメータの 20 %以下のところで指示値を読み取る必要があり、特にトリクロロエチレンの試験では、読み取り精度に限界があり、回帰直線から外れる点がみられた。直線性試験結果として、相関散布図を示した。



トルエン 166 ppm (1,160 ppmC)

トルエン 400 ppm (2,800 ppmC)

VOC 5 成分 444 ppm (1,933 ppmC)

トリクロロエチレン 464 ppm (927 ppmC)

#### ○ 干渉影響試験

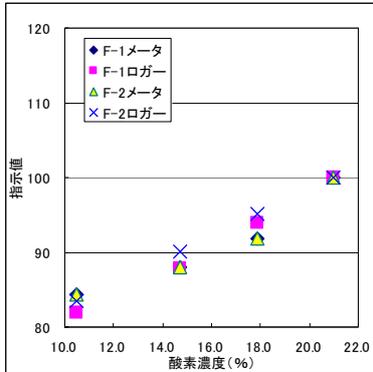
酸素影響、二酸化炭素影響、水分影響試験結果を示した。

酸素影響は、ゼロに対する影響は見られなかった。スパンに対する影響は最大-18 %と大きな影響が見られた。FID の酸素影響で原理的なものであるが、公定法比較機 FID と比べると、大きな値であった。なお、公定法 FID 法の性能規格は、JIS B 7989 (排出ガス中の揮発性有機化合物(VOC)

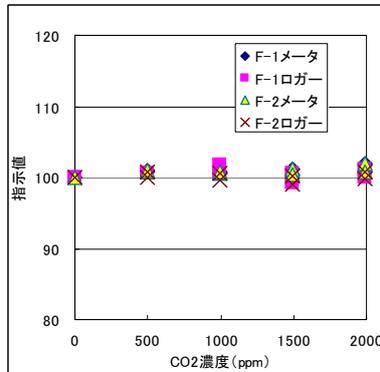
の自動計測器による測定方法) に変化幅が 10 %以下と規定されている。

二酸化炭素の影響は見られなかった。

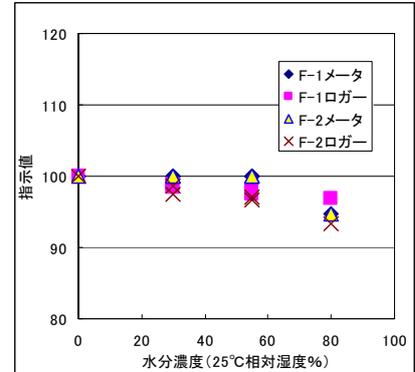
水分の影響はゼロ、スパン共に影響は小さかったが、スパンにおいて最大-6 %程度の影響が見られた。



酸素影響試験結果



二酸化炭素影響試験結果



水分影響試験結果

### ○ 缶ボンベ (水素) の影響試験

燃料ガス水素に缶ボンベを取付け、着火し、トルエン約 1,200 ppmC を導入して、測定を継続して指示値の変化を調べた。結果として、1機種は3時間11分10秒後、1機種は3時間4分40秒後に失火したが、両機種共に、失火するまで特に指示値の変化や異常は見られなかった。

### ○ 事業所における実際の試料測定試験

バッグ試験時のガス濃度と試験機の指示値の平均値の偏差 (%) を示した。

ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	比較機		試験機				
				HOR製	TD製	GL-103				
				NDIR	FID	簡易FID				
				比較機A	比較機B	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー	
ppmC	ppmC	ppmC		ppmC						
高圧容器詰	C7H8	273	1911	指示値	1911	1800	1967	1800	1962	
				偏差 (%)	0.0	0.0	-5.8	2.9	-5.8	2.7
バッグ①	サンプル①	121	750	指示値	752	748	606	725	606	701
				偏差 (%)	0.3	-0.3	-19.2	-3.4	-19.2	-6.5
バッグ②	サンプル②	127	845	指示値	856	834	702	800	677	772
				偏差 (%)	1.3	-1.3	-16.9	-5.3	-19.9	-8.6

バッグ繰返し測定結果は、±2 %程度であり、良好な結果であった。

ただし、メータの読み値では精度の限界であった。また、指示値 (平均値) は、ロガー値で-8 ~ -3 %程度であり、公定法比較機 FID と比較すると、相対感度がやや低いことが推定できるが、一般的な簡易測定機の精度内であった。

○ 実証試験結果まとめ

視点	結果まとめ								
信頼性	<p>原理は公定法の FID と同じで、酸素影響や相対感度の特性は、公定法 FID 法の性能規格（JIS B 7989：排出ガス中の揮発性有機化合物(VOC)の自動計測器による測定方法）を満足していないが、簡易測定機の基本的な信頼性（一般的に測定精度±20 %）を十分に有している。</p>								
実用性	<p>公定法と同様に、ppmC で測定が可能であり、測定結果を公表したり、評価する場合に有効である。水素の缶ボンベの使用や、電池での駆動など、実用性も良い。ただし、指示メータが小さくて目盛が荒く、またレンジの数が 3 レンジと少ないため、読み取り誤差が大きい。デジタル表示に変更するか、外部出力端子の設置（デジボルやテスターで読み取るため）を実施して欲しい。また、内蔵されているポンプの音が大きく、室内での測定には問題がある。</p>								
簡便性	<p>一連の操作手順には慣れる必要があるが、操作手順は比較的、簡単かつ容易である。</p> <p>簡便性の評価項目として、（参考情報）の一部をピックアップして示した。</p> <table border="1" data-bbox="413 969 1370 1211"> <tbody> <tr> <td data-bbox="413 969 655 1019">価格</td> <td data-bbox="655 969 1370 1019">定価 50 万円</td> </tr> <tr> <td data-bbox="413 1019 655 1068">質量</td> <td data-bbox="655 1019 1370 1068">約 4 kg</td> </tr> <tr> <td data-bbox="413 1068 655 1167">電源</td> <td data-bbox="655 1068 1370 1167">単 2 乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池 6 時間、マンガン乾電池 4 時間</td> </tr> <tr> <td data-bbox="413 1167 655 1211">暖気時間</td> <td data-bbox="655 1167 1370 1211">特に必要なし</td> </tr> </tbody> </table>	価格	定価 50 万円	質量	約 4 kg	電源	単 2 乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池 6 時間、マンガン乾電池 4 時間	暖気時間	特に必要なし
価格	定価 50 万円								
質量	約 4 kg								
電源	単 2 乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池 6 時間、マンガン乾電池 4 時間								
暖気時間	特に必要なし								

(参考情報)

以下の参考情報は、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、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

○ 製品データ

\* 測定原理上、炭化水素を含む物質であれば検知が可能である。測定範囲は CH<sub>4</sub> 換算で、下記 3 レンジの切替式となっている。

0～100 ppm / 0～1,000 ppm / 0～10,000 ppm

項目	記入欄
企業名	理研計器株式会社
	URL <a href="http://www.rikenkeiki.co.jp">http://www.rikenkeiki.co.jp</a>
住 所	〒174-8744 東京都板橋区小豆沢 2-7-6
担当者所属・氏名	吉川 進
連絡先	TEL/FAX TEL : 03 (3966) 1129 FAX : 03 (3966) 1174
	E-mail <a href="mailto:s-yoshikawa@rikenkeiki.co.jp">s-yoshikawa@rikenkeiki.co.jp</a>
製品名	ガスリーク検知器
型番	GL-103
販売・製造元	理研計器株式会社
重量 (g)	約 4 kg
価格 (円)	定価 50 万円
分析対象物質	ほぼ全ての VOC
利用用途 (想定される用途)	排出される VOC の現場測定
校正用標準物質等の有無	有 (調製済 / 調製要) / 無
校正方法	別売のスパングスによる校正
サンプリング方式	内蔵ポンプによる吸引方式
操作環境 (室温)	5～35 °C
操作環境 (相対湿度)	5～90 %RH 結露なきこと
操作環境 (その他) (その他使用できない環境)	
製品保管条件 (メンテナンス方法など)	ゼロ調整、スパン調整、警報点調整、電池残量、水素ボンベ残量、点灯指示、ポンプ動作確認・・・
製品保証期間	製造後 12 ヶ月間
応答時間	7 秒 90 %応答

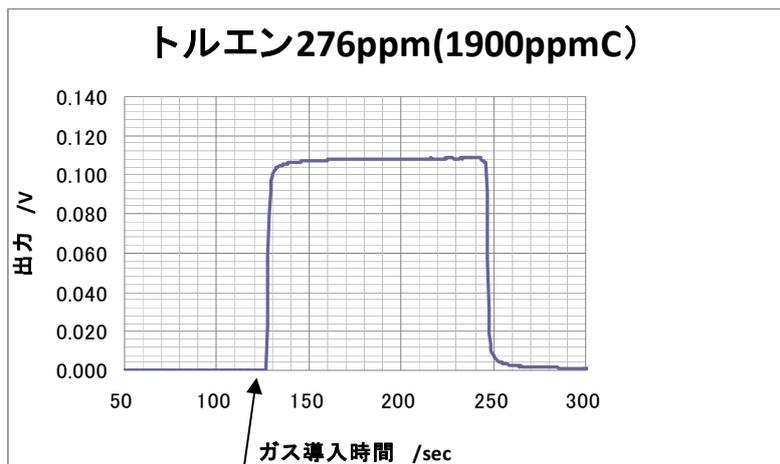
○ その他、実証申請機関からの情報

(実証試験結果に対するコメント、実証申請機関における追加試験の結果などを記載)

○ 各種 VOC の感度特性

ガス名	作製ガス濃度		測定電圧		指示値 (トルエン校正)	
	ppm	ppmC	945010003	945010004	945010003	945010004
			V	V	ppmC	ppmC
air	0	0	0.0003	0	0	0
トルエン	276	1932	0.1084	0.1043	1930	1930
air	0	0	0.0005	0.0003	4	6
トルエン	53.7	376	0.0212	0.0208	374	385
ヘキサン	62.9	377	0.0188	0.0190	330	351
IPA	128.5	386	0.0178	0.0181	312	335
MEK	96.1	384	0.0172	0.0171	301	316
酢酸エチル	95.8	383	0.0155	0.0151	271	280
トルエン	53.7	376	0.0210	0.0208	369	384
air	0	0	0.0002	-	-1	-
5種混合	-	1906	0.0867	0.0866	1543	1603
air	0	0	0.0006	0.0002	6	4

○ 応答特性 (社内データ)



ガス導入

## ○ 本編

### 1. 実証試験の概要と目的

本実証試験は、VOC 簡易測定技術実証試験要領において対象となる機器について、以下に示す内容等を客観的に実証するものである。

- ・ 製品性能の信頼性
- ・ VOC 取扱事業所において、対象となる VOC の測定の際の実用性
- ・ 製品操作等の簡便性

表 1 - 1 実証試験の視点

視点	内容
信頼性	本要領で述べる VOC について、各実証対象技術の用途において求められる精度の範囲で信頼性ある測定が可能かどうか。
実用性	製品仕様や測定性能等が、事業所等の VOC 排出現場での利用に適しているかどうか。
簡便性	製品仕様や操作手順等が、簡単かつ容易かどうか。

### 2. 実証試験参加組織と実証試験参加者の責任分掌

実証試験に参加する組織は、図 2 - 1 に示すとおりである。また、実証試験参加者の責任分掌は表 2 - 1 に示すとおりである。

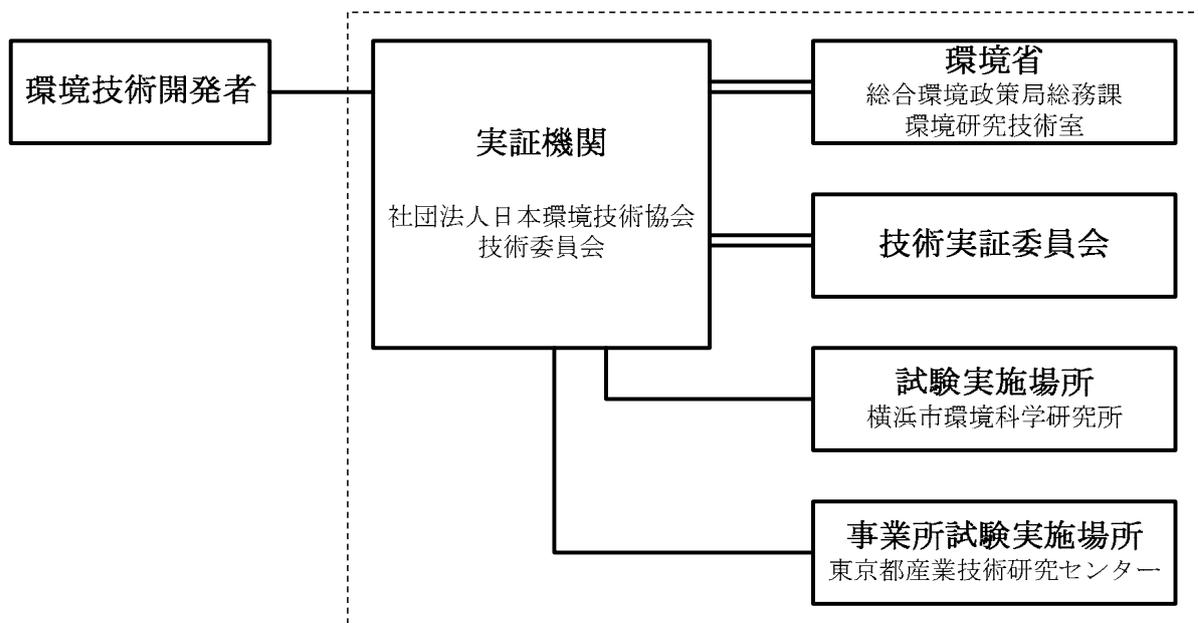


図 2 - 1 実証試験参加組織

表 2 - 1 実証試験参加者の責任分掌

区分	実証試験参加機関	責任分掌	参加者名
実証機関	社団法人 日本環境技術協会	実証試験の運営管理	(実証グループ) 三笠 元 (責任者) 平野 耕一郎 市岡 耕二 水谷 浩 加賀 健一郎
		実証試験対象技術の公募・審査	
		技術実証委員会の設置・運営	
		実証試験計画の策定	
		実証試験の実施	
		実証試験結果報告書の作成	
		品質管理システムの構築、実施、維持	(品質管理グループ) 賢持 省吾 角 心吾
		データの検証	
		実証試験の監査	
環境技術 開発者	理研計器株式会社	実証対象機器の準備	吉川 進
		必要に応じ、実証試験中の実証対象 機器の運転や測定等の補助	

実証技術・製品の名称・型番：ガスリーク検知器（型番 GL-103）

### 3. 実証対象技術および実証対象機器の概要（環境技術開発者からの情報より）

本章の情報は、環境技術開発者が自らの責任において申請した内容及びその情報を参考に整理したものであり、環境省及び実証機関は、内容に関して一切の責任を負いません。

#### 3.1 機器の構成

実証製品（GL-103）の基本構成は、検出器、信号処理部、内蔵ポンプ、点火装置、定流量弁、フローコントロールバルブ、圧力計などからなる。機器の写真及び構成図を図3-1に示した。



図3-1 ガスリーク検知器

#### 3.2 原理及び特徴

水素炎の中に炭化水素ガスが入ると、炎の電気伝導度は増大する。水素炎イオン化検出器はこの現象を利用したもので、水素炎を主要部分とし、ここに入る試料ガスによる電気伝導度の変化を測定して、その濃度を求める。

図3-2において、まず水素ガスをノズルから出し、酸素存在の下で点火して炎を作り、この炎中に直流圧をかける。このとき、ほとんど電流は流れないが、水素炎中に微量の炭化水素ガスが入ってくると、その濃度に比例して電極間（ノズルとコレクタ間）に電流が流れる。

この電流信号はきわめて微小なため、高抵抗の両端の電圧信号に増幅し、指示計に指示させる。

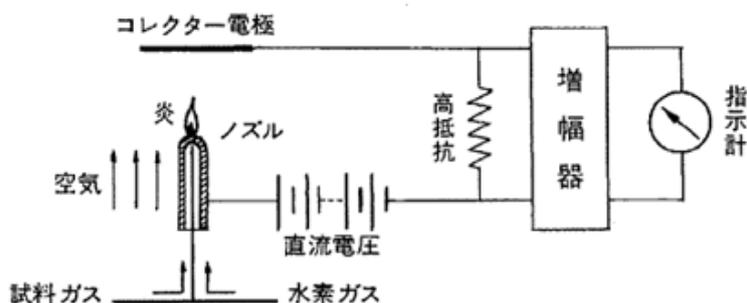


図3-2 水素炎イオン化検出器原理図

#### ○ 特徴

- ・ 水素炎イオン化検出方式を用いた高感度形で、微量の炭化水素を鋭敏にキャッチする。
- ・ 電源スイッチと水素開閉コックが連動しており、操作が簡単で水素ボンベの閉め忘れがない。
- ・ 小型軽量で取扱いが容易。
- ・ 応答速度が速い。
- ・ 炭化水素以外の無機ガス(H<sub>2</sub>、NO、NO<sub>2</sub>、CO、CO<sub>2</sub>及びH<sub>2</sub>Oなど)は検出の妨害をしない。

- ・ 3レンジ切替付なので、広い濃度範囲にわたって検出できる。
- ・ 水素ガスボンベの交換が容易。(カートリッジボンベ)
- ・ 点火確認が容易。測定中、消炎した場合は警報で知らせる。
- ・ 警報点が任意に設定できる。(各レンジの目盛の30~100)
- ・ バッテリーの電圧が低下した場合、警報ブザーで知らせる。

### 3.3 製品データ

\* 測定原理上、炭化水素を含む物質であれば検知が可能である。測定範囲はCH<sub>4</sub>換算で、次の3レンジの切替式となっている。0~100ppm/0~1,000 ppm/0~10,000 ppm

表3-1 実証対象製品の製品データ

項目		記入欄	
企業名		理研計器株式会社	
		URL <a href="http://www.rikenkeiki.co.jp">http://www.rikenkeiki.co.jp</a>	
住 所		〒174-8744 東京都板橋区小豆沢 2-7-6	
担当者所属・氏名		吉川 進	
連絡先	TEL/FAX	TEL : 03 (3966) 1129	FAX : 03 (3966) 1174
	E-mail	<a href="mailto:s-yoshikawa@rikenkeiki.co.jp">s-yoshikawa@rikenkeiki.co.jp</a>	
製品名		ガスリーク検知器	
型番		GL-103	
販売・製造元		理研計器株式会社	
重量 (g)		約 4 kg	
価格 (円)		定価 50 万円	
分析対象物質		ほぼ全ての VOC	
利用用途 (想定される用途)		排出される VOC の現場測定	
校正用標準物質等の有無		有 (調製済/調製要) / 無	
校正方法		別売のスパンガスによる校正	
サンプリング方式		内蔵ポンプによる吸引方式	
操作環境 (室温)		5~35 °C	
操作環境 (相対湿度)		5~90 %RH 結露なきこと	
操作環境 (その他) (その他使用できない環境)			
製品保管条件 (メンテナンス方法など)			
製品保証期間		製造後 12 ヶ月間	
応答時間		7 秒 90 %応答	

### 3.4 性能データ

表 3-2 相対感度データ

ガス名	作製ガス濃度		測定電圧		指示値（トルエン校正）	
	ppm	ppmC	945010003	945010004	945010003	945010004
			V	V	ppmC	ppmC
air	0	0	0.0003	0	0	0
トルエン	276	1932	0.1084	0.1043	1930	1930
air	0	0	0.0005	0.0003	4	6
トルエン	53.7	376	0.0212	0.0208	374	385
ヘキサン	62.9	377	0.0188	0.0190	330	351
IPA	128.5	386	0.0178	0.0181	312	335
MEK	96.1	384	0.0172	0.0171	301	316
酢酸エチル	95.8	383	0.0155	0.0151	271	280
トルエン	53.7	376	0.0210	0.0208	369	384
air	0	0	0.0002	-	-1	-
5種混合	-	1906	0.0867	0.0866	1543	1603
air	0	0	0.0006	0.0002	6	4

### 3.5 申請時の区分と事業所で採取した試料の測定希望

区分：一般的な規制対象施設、ハロゲン系 VOC が多い事業所  
 事業所採取試料測定希望なし（測定実施は了解）

## 4. 実証試験の内容

### 4.1 試験期間

実証試験は平成 22 年 1 月 18 日から 2 月 4 日の期間において、以下の表 4-1 に示す試験スケジュールに基づき実施した。また、実証試験に関しては「平成 21 年度 環境技術実証事業 実施要領」に従い実施した。

表 4-1 試験スケジュール

1月18日(月)	1月19日(火)	1月20日(水)	1月21日(木)	1月22日(金)
比較機、試験機 据付調整、準備	予備試験	→	トルエンの繰返し 性、直線性、応答 時間	→ 干渉影響試験 準備・予備試験
1月25日(月)	1月26日(火)	1月27日(水)	1月28日(木)	1月29日(金)
干渉影響試験 (酸素、二酸化炭 素、水分)	トリクロロエチレ ンの繰返し性、直 線性、応答時間	模擬ガス (VOC 5 成分) の繰返し性、 直線性、応答時間		
2月1日(月)	2月2日(火)	2月3日(水)	2月4日(木)	2月5日(金)
		事業所における実 際の試料測定試験 GL-103 の缶ボン ベ (水素) 試験	撤去作業 →	

### 4.2 実証対象試験機の台数

表 4-2 に実証製品、及び比較用として使用した公定法測定機の仕様の一部を示した。

試験に供する実証製品の台数は、性能のばらつき等を加味して仕様チップ①については 2 台、仕様チップ②、③については各 1 台とした。

なお、比較用として使用の公定法測定機は NDIR 及び FID 各 1 台とした。

表 4-2 実証製品、公定法比較機の仕様の一部

型番	測定原理	測定範囲	試料採取流量	備考
GL-103	簡易 FID	0~100/1,000/10,000 ppmC	1 L/min	
NV-370	触媒酸化 + NDIR(CO <sub>2</sub> )	0~1,000/2,000/5,000 ppmC	1 L/min	公定法(堀場製)
GHT-200	FID	0~10 から 10,000 ppmC	0.5 L/min	〃(東亜 DKK 製)

### 4.3 実証項目

本実証試験では、実証製品の個別の物質の測定能力は、原則として申請者が提出する書類を参考にしている。ただし、今年度試験を実施する簡易測定機の基本的な測定物質と考えられるトルエンについては、本実証試験でも測定した。また、一般に、VOC取扱事業所(工程)では、複数の種類のVOCが同時に存在しており、本実証試験ではこれらを模した混合ガス(模擬ガス)を包括的に測定した。表4-3に実証項目別の視点と方法について示した。

表4-3 実証項目別の視点と方法

項目	指標	視点			方法	
		信頼性	実用性	簡便性	書類	実証試験
1. 個別の物質測定に係る基本性能 評価項目 (書類確認+実測)						
①測定範囲		○			○	—
②繰返し性、再現性	偏差等	○			○	◎
③直線性	偏差等	○			○	◎
④干渉影響試験	比率等	○			○	◎
⑤応答時間	時間	○			○	◎
⑥相対感度	比率等	○			○	—
2. 混合物質測定に係る基本性能 評価項目 (実測)						
①測定範囲		○	○		—	—
②繰返し性	偏差等	○	○		—	◎
③直線性	偏差等	○	○		—	◎
④干渉影響試験	比率等	○	○		—	—
⑤応答時間	時間	○	○		—	◎
⑥ppmC換算		○	○		—	◎
3. 事業所における実際の試料測定に係る評価項目 (オプション)						
①繰返し性	偏差等	○	○		—	◎
②他分析法(公定法)との比較	相関等	○	○		—	◎

注：方法の◎印は、実証に当たって重視される項目で、実測等によってデータを取得する。

1及び2は分析対象物質又は類似物質の市販標準品で調製した試料、3は事業所における実際の試料を測定する。

### 4.4 実証試験実施場所

基本性能試験は、横浜市環境科学研究所 標準ガス試験室で実施した。

事業所における実際の試料測定試験は、東京都産業技術研究センターの塗装試験施設でバッグへの試料採取を実施し、横浜市環境科学研究所で測定を実施した。

## 5 実証試験実施方法

### 5.1 基本性能試験

試験は、今年度の実証対象技術として選定された4件（本実証対象技術を含む）及び比較機（公定法測定機）に、試験用ガスをマニフォールドに導入し、同時に測定する方法で実施した。図5-1に実証試験における測定等の基本流路系統図を示した。

なお、本実証試験では、試験スタート時にゼロ、スパン調整を実施した。また、長期的な試験に資するため、電池を取り外しDC電源を別ラインから供給すると共に、図5-1に示すように缶ボンベの代わりに高圧容器詰高純度水素を接続し、試験した。また、メータの指示値を読み取るとともに、外部にデータロガーを接続し、パソコンに取り込んで確認した。

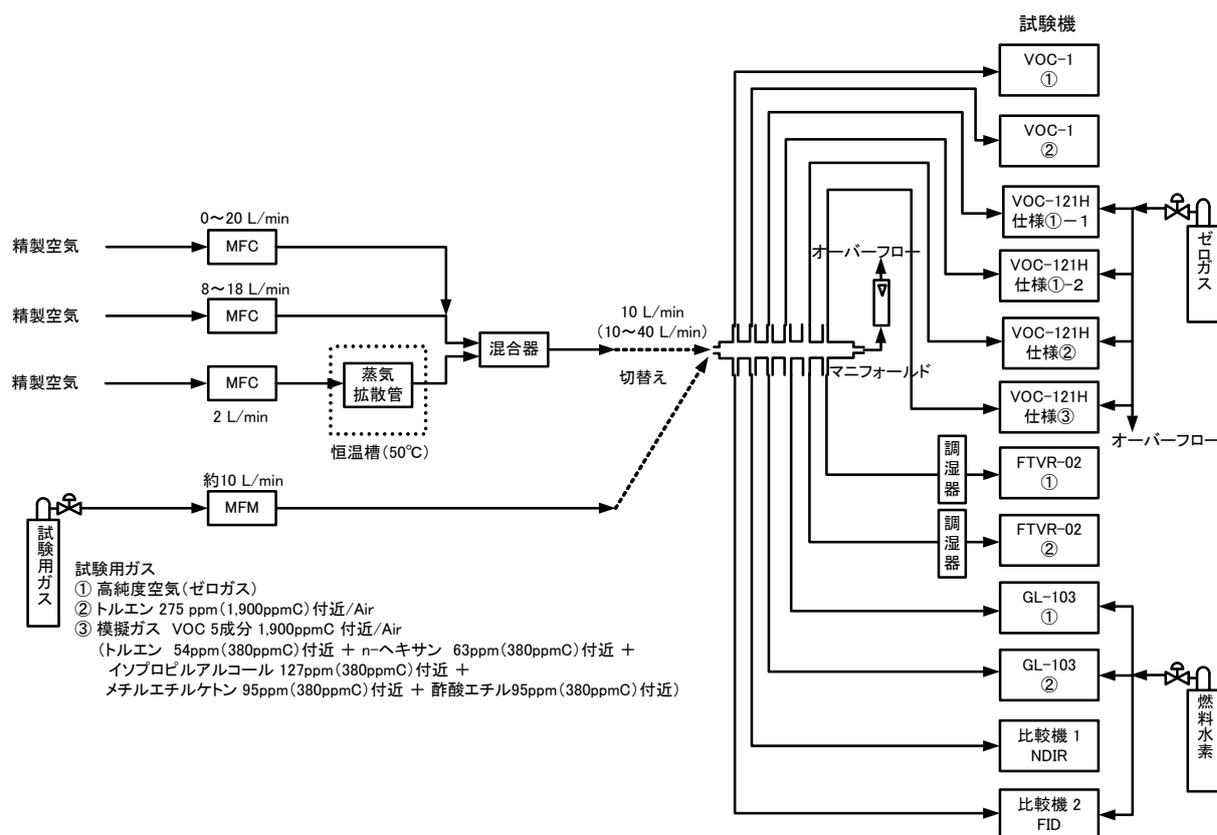


図5-1 実証試験における測定等の基本流路系統図

- \* トルエンは蒸気圧が低く、高濃度では高圧容器詰めガスとして充填できない。また、数百 ppm でも、充填圧が低い。そこで、原則として蒸気拡散管法にて調製したガスを用いて試験した。蒸気拡散管法の調製濃度は 275 ppm (1,900 ppmC) 付近の高圧容器詰めトルエンガスで値付けした。
- \* 各試験ガスは原則として各 10 分間程度導入して、その指示値を読んだ。

#### (1) 繰返し性、再現性、直線性、応答時間 試験

##### ① トルエン、トリクロロエチレンの繰返し性、直線性、応答時間 試験

蒸気拡散管法でトルエン 180 ppm (1,260 ppmC) 付近、300 ppm (2,100 ppmC) 付近、トリクロロエチレン 500 ppm (1,000 ppmC) 付近のガスを調製し、繰返し性、直線性試験を実施した。

直線性試験は希釈用の精製空気の流量を変化させガス濃度を調製し、試験を実施した。

応答時間は繰返し性試験時に、トルエン 176 ppm (1,230 ppmC)、模擬ガス (VOC 5 成分) を導入してから 10 分後の指示値を 100 として、90 %、98 % 応答時間を求めた。

試験パターンを図 5-2 に示した。

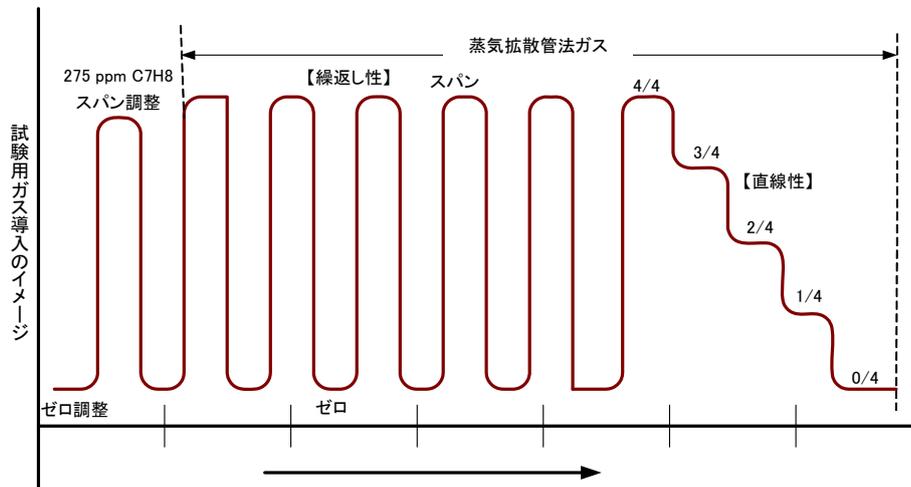


図 5-2 繰返し性、直線性試験パターン

## ② 模擬ガスの繰返し性、直線性、応答時間 試験

模擬ガス (VOC 5 成分 : 1,900 ppmC 付近) の試験は、標準ガス分割器 (5 分割器) を用いて分割調製し、繰返し性、直線性試験を実施した。応答時間は繰返し性試験時に測定した。試験用ガスの調製方法を図 5-3 に示した。なお、試験パターンは図 5-2 と同じとした。

試験に用いた高圧容器詰め模擬ガスの各成分、各濃度は以下のとおりである。

イソプロピルアルコール : 124 ppm (372 ppmC)、n-ヘキサン : 62.6 ppm (376 ppmC)、酢酸エチル : 94.2 ppm (377 ppmC)、メチルエチルケトン : 110 ppm (440 ppmC)、トルエン : 52.7 ppm (369 ppmC)、VOC トータルとして 444 ppm (1,933 ppmC)

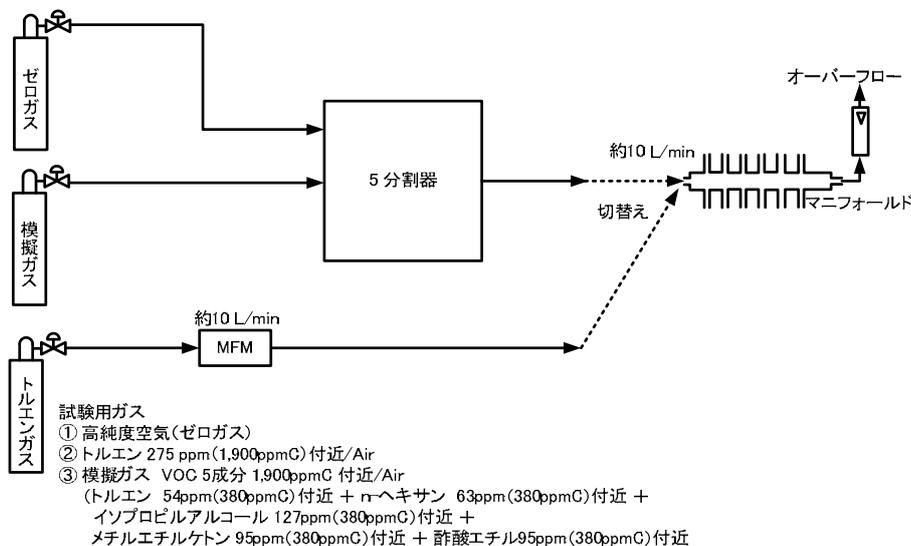


図 5-3 模擬ガスの繰返し性、直線性試験の試験用ガスの調製

③ 再現性（ドリフト）試験

試験期間中（2週間）に、275 ppm（1,900 ppmC）付近の高圧容器詰めトルエンを3回導入した時の各々の指示値を読み、初回の指示値からの偏差を調べた。

(2) 干渉影響試験

干渉影響試験は酸素、二酸化炭素、水分について実施した。

試験はゼロガスにそれぞれ、窒素、二酸化炭素、水分を添加調製して実施すると共に、蒸気拡散管法でトルエン 180 ppm（1,260 ppmC）付近に調製する希釈ガスにそれぞれ、窒素、二酸化炭素、水分を添加調製して実施した。

① 酸素影響試験

酸素影響試験の酸素濃度は 21、15、10 % について試験を実施した。試験用ガスの調製方法を図 5-4 に、試験パターンを図 5-5 に示した。

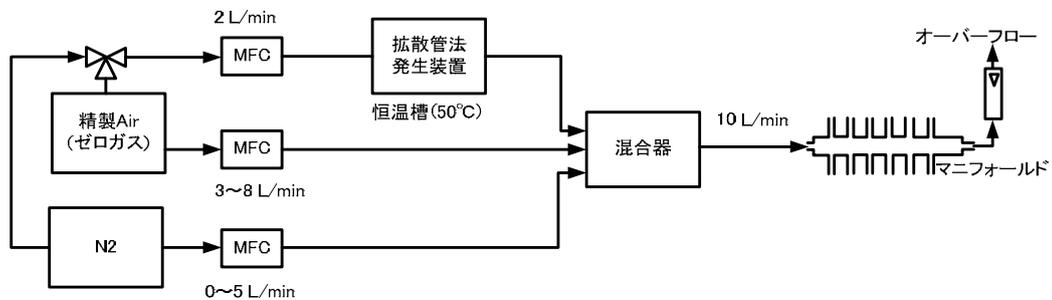


図 5-4 酸素影響試験の試験用ガスの調製

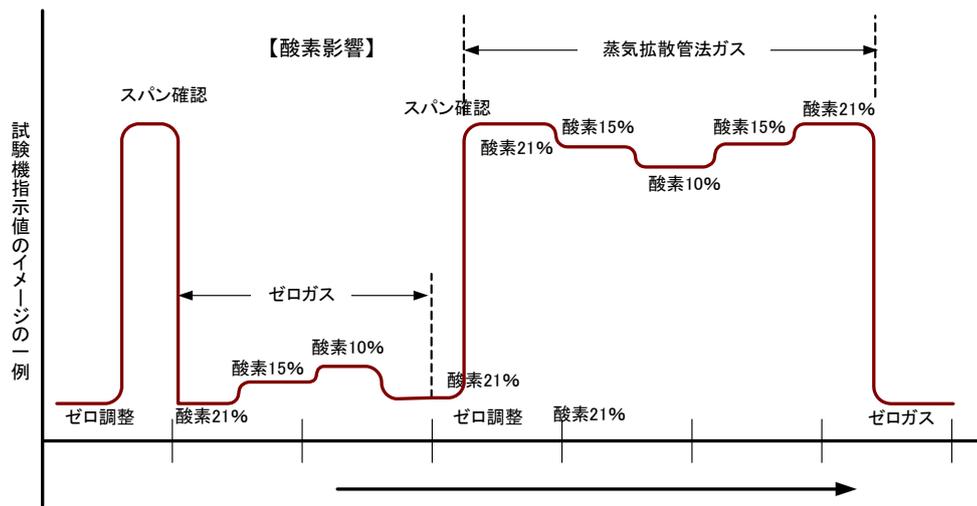


図 5-5 酸素影響試験のパターン

② 二酸化炭素影響試験

二酸化炭素影響試験の二酸化炭素濃度は 2,000、1,500、1,000、500 ppm について試験を実施した。試験用ガスの調製方法を図 5-6 に、試験パターンを図 5-7 に示した。

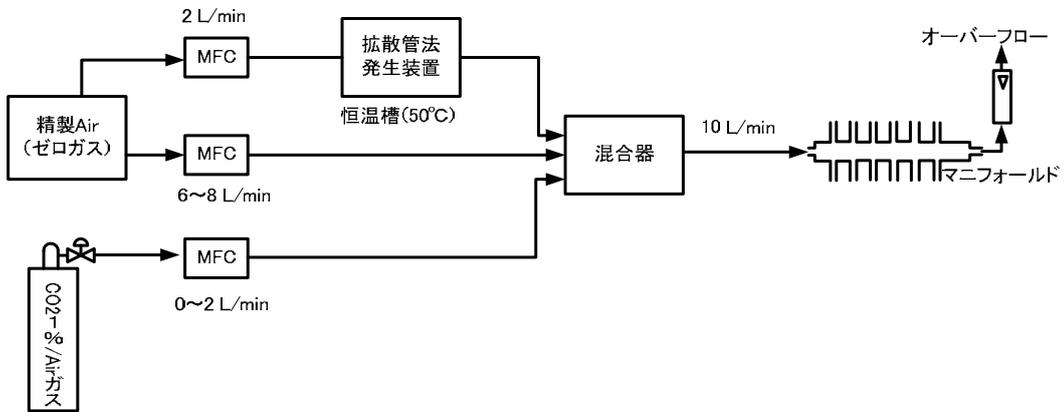


図 5-6 二酸化炭素影響試験の試験用ガスの調製

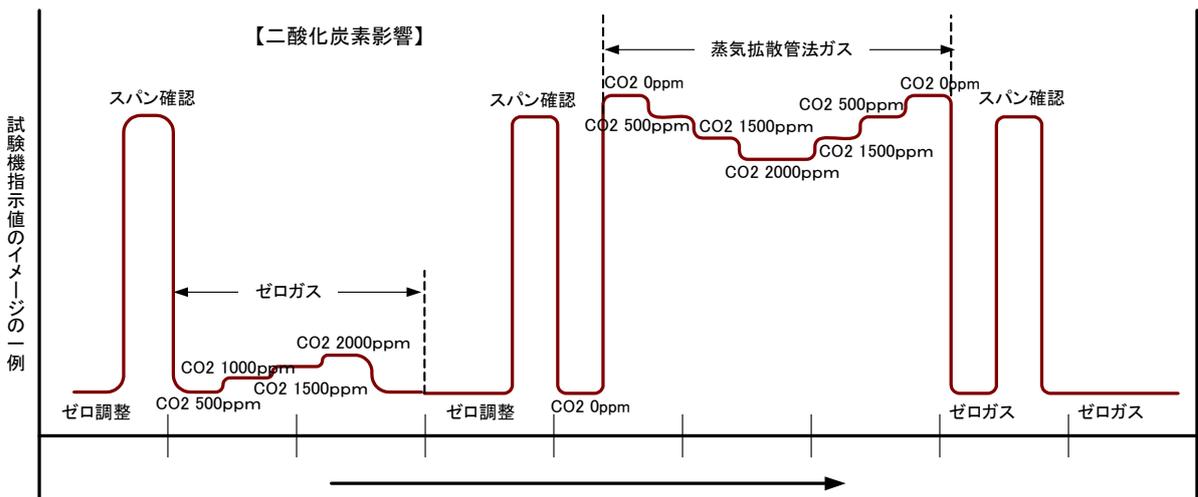


図 5-7 二酸化炭素影響試験のパターン

### ③ 水分影響試験

水分影響試験の水分濃度は 25℃ 付近における相対湿度 80、60、30% について試験を実施した。試験用ガスの調製方法を図 5-8 に、試験パターンを図 5-9 に示した。

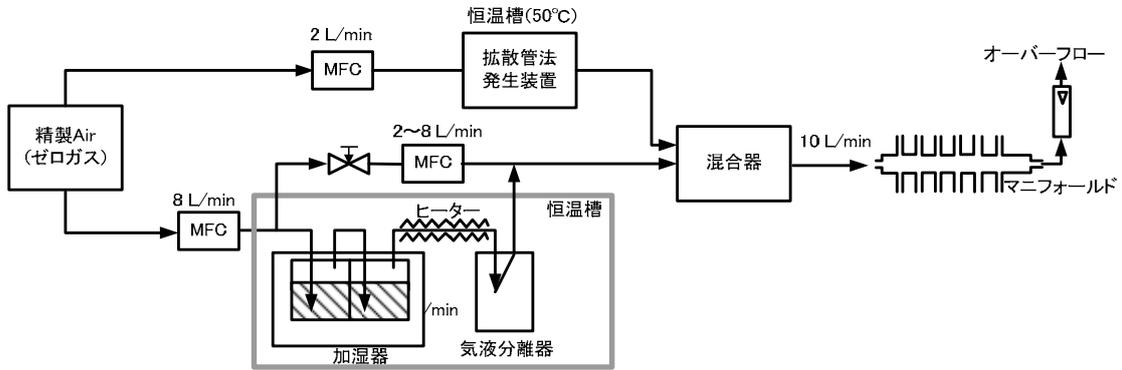


図 5-8 水分影響試験の試験用ガスの調製

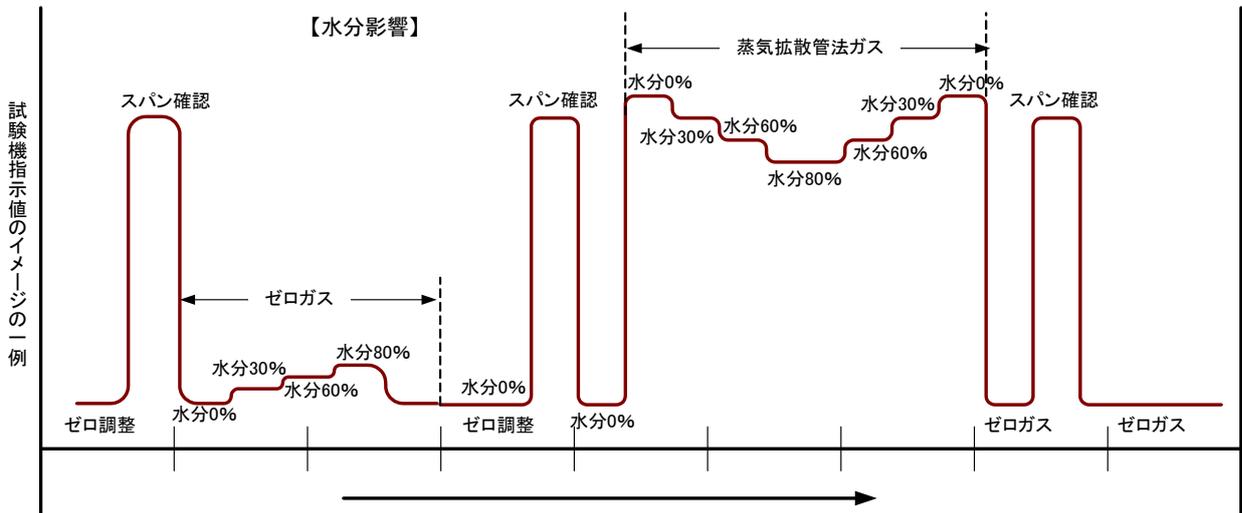


図 5-9 水分影響試験のパターン

### (3) 缶ボンベ (水素) の影響試験

燃料ガス水素に缶ボンベを取付け、着火し、トルエン約 1,200 ppmC を導入して、測定を継続して指示値の変化を調べた。

## 5.2 事業所における実際の試料測定試験

塗料を霧状に噴霧して被塗物に塗り付けるスプレー塗布工程において、塗料塗布時の排出ガスを 50 L のバッグに採取した。使用した塗料は、工場内塗装において最も使用されるメラミン樹脂塗料を、スプレー塗布に適した粘度にメラミンシンナー2種（表5-1）で希釈して使用した。

表5-2に示す2種の組成の塗料を噴霧中、排気ダクトからのVOC濃度が各々 1,000 ppmC程度となるように調製した。2種の塗料について、バックグラウンド測定用各1個、試料ガス測定用各4個を50Lバッグに採取した（合計10個）。

なお、使用したバッグの仕様は以下のとおりである。

- ・ テドラーRバッグ 50 L（1ヶロ、キャップ付）Aタイプ
- ・ 容量（L）：50、大きさ（mm）：600×750、ノズル径：8 mmφ、フッ化ビニル樹脂製

表5-1 MSDSによる希釈前の塗料、希釈溶剤の組成と割合

メラミン樹脂塗料組成(希釈前)(%)		メラミンシンナーNo.1組成(%)		メラミンシンナーNo.2組成(%)	
キシレン	9.9	トルエン	95	キシレン	67
エチルベンゼン	4.3	n-ブチルアルコール	5	エチルベンゼン	29
n-ブチルアルコール	10~15			n-ブチルアルコール	4
ホルムアルデヒド	0.5				

塗料：メラミン樹脂塗料（エミーラック 050-1205 白色 ロックペイント（株）製）

メラミン樹脂塗料不揮発分（希釈前）（%）：69.7 %

希釈溶剤：メラミン樹脂塗料用シンナーNo.1（エミーシンナー016-1134 ロックペイント（株）製）

メラミン樹脂塗料用シンナーNo.2（エミーシンナー016-1137 ロックペイント（株）製）

希釈割合 塗料：希釈溶剤=100：35

メラミン樹脂塗料不揮発分（希釈後）（%）：51.6 %

表5-2 MSDSによる希釈後の塗料、希釈溶剤の組成と割合

メラミン樹脂塗料No.1 組成(希釈後)(%)		メラミン樹脂塗料No.2 組成(希釈後)(%)	
トルエン	24.6	トルエン	—
キシレン	7.3	キシレン	24.7
エチルベンゼン	3.2	エチルベンゼン	10.7
n-ブチルアルコール	8.7~12.4	n-ブチルアルコール	8.4~12.1
ホルムアルデヒド	0.4	ホルムアルデヒド	0.4

表5-2の塗料の組成（%）から、VOCの見かけ上のC数（測定したトータルVOC濃度ppmCから、ppm値を算出する係数に利用）は以下とした（表の質量%からモル%を計算して算出）。

メラミン樹脂塗料 No.1：6.22

メラミン樹脂塗料 No.2：6.65

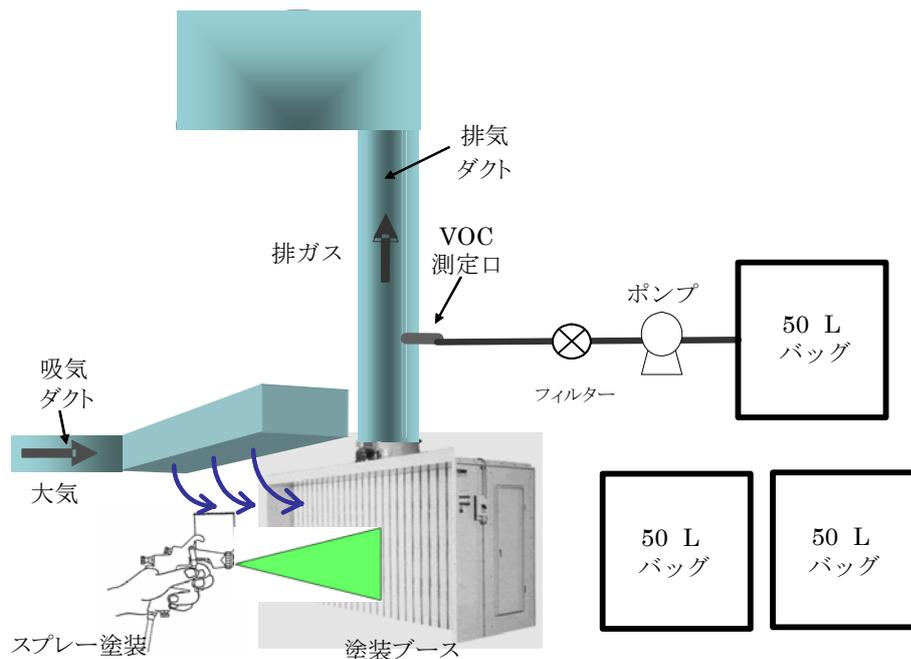


図 5 - 1 0 塗布工程における試料採取の概要

東京都産業技術研究センターで採取した 50 L バッグ 10 個を、横浜市環境科学研究所に運び、測定を実施した。

実際の試料測定試験の流路系統図を図 5 - 1 1 に示した。

試験は繰返し性及び公定法比較機 (NDIR 及び FID) の指示値から算出した VOC 濃度と測定値との比較とした。繰返し性については、塗料塗布時やバッグへの試料採取時の状況により、濃度が変動するので、公定法比較機の測定値を用いた補正を実施して評価した。

なお、測定値は塗料を噴霧していない状態で同様に 50 L バッグに採取し測定した値を、バックグラウンド値として補正した。

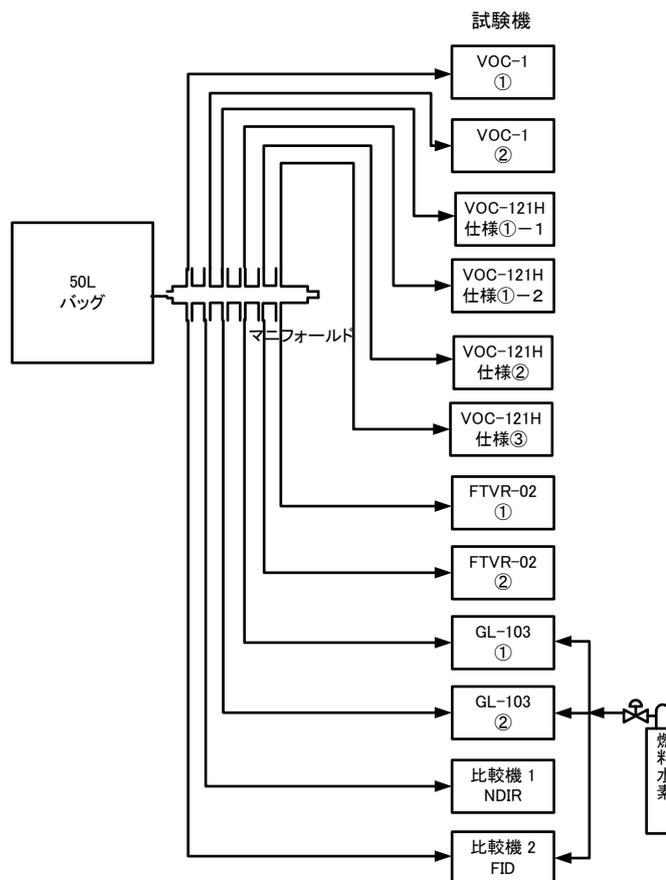


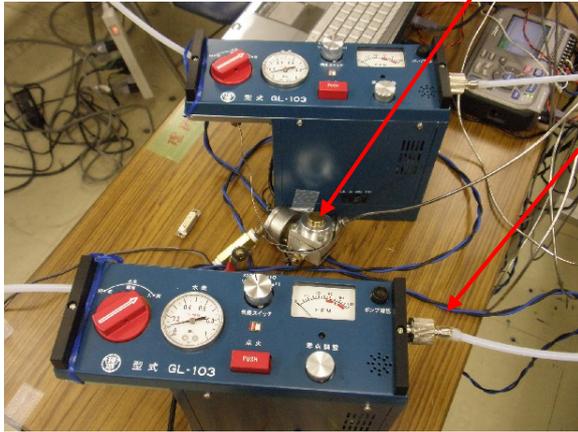
図 5 - 1 1 実際の試料測定試験の流路系統図

## 6. 実証試験結果と検討

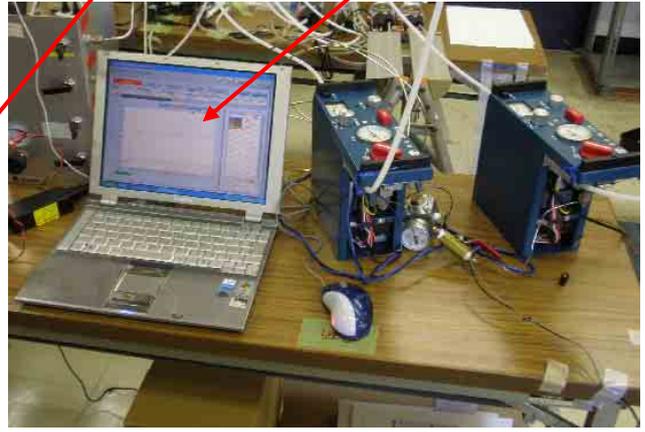
試験実施状況の写真を示した。

使用した試験機2台のうち、1台をF-1、1台をF-2とし、指示値の読み取り方法の違いにより、F-1メータ、F-1ロガーとした。

水素ガス供給ライン      試料ガス供給ライン      データーロガー



GL-103



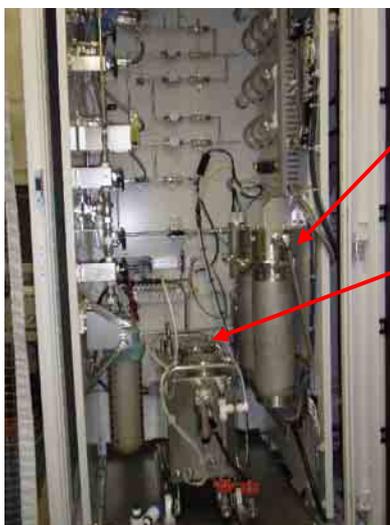
GL-103



試験全体の状況



比較機 (NDIR、FID)



試験用ガス調製装置

精製用スクラバー

加湿器

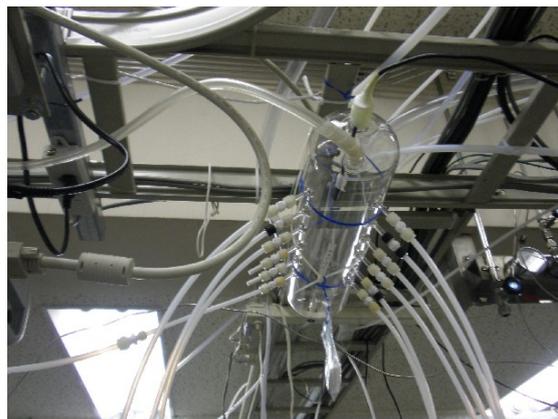


試験用ガス調製装置



試験用ガス調製装置

蒸気拡散管用恒温槽



マニフォールド

## 6.1 繰返し性試験

### (1) 試験結果

試験結果を表6-1に示した。

なお、偏差(%) = (指示値 - 平均値) ÷ スパン平均値 × 100 とした。

表6-1 繰返し性試験結果 (1)

試験日: 2010年 1月20日(水)					比較機		試験機			
					HOR製 NDIR	TD製 FID	GL-103 簡易FID			
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	時刻	比較機A ppmC	比較機B ppmC	F-1メータ ppmC	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
ゼロ調整	Air	0	0	10:18	0	0	0		0	
スパン調整	C7H8	273	1911	10:32	1911	1911	1900	1999	1900	1927
試験日: 2010年 1月21日(木)										
ゼロ	Air	0	3	15:50	4	2	0	-6	0	-4
スパン	C7H8	299	2095	16:15	2103	2087	1950	2094	2000	2064
ゼロ	Air	1	7	16:35	7	6	0	-6	0	-3
スパン	C7H8	299	2093	16:45	2107	2080	1950	2111	1950	2091
ゼロ	Air	1	6	17:00	7	6	0	-6	0	-4
スパン	C7H8	299	2094	17:10	2109	2079	1950	2114	1950	2104
ゼロ	Air	1	7	17:25	8	7	0	-6	0	-2
スパン	C7H8	299	2093	17:33	2108	2078	1950	2125	2000	2113
ゼロ	Air	1	8	17:43	9	8	0	-6	0	0
スパン	C7H8	299	2094	17:55	2108	2079	2000	2142	2000	2127
<b>繰返し性</b>			<b>ZERO平均値</b>		7.0	5.7	0.0	-6.0	0.0	-2.6
<b>(平均値からの偏差): %</b>			<b>最大値偏差</b>		0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
			<b>最小値偏差</b>		-0.1	-0.2	0.0	0.0	0.0	-0.1
			<b>SPAN平均値</b>		2107	2081	1960	2117	1980	2100
			<b>最大値偏差</b>		0.1	0.3	2.0	1.2	1.0	1.3
			<b>最小値偏差</b>		-0.2	-0.1	-0.5	-1.1	-1.5	-1.7

表6-1 繰返し性試験結果(2)

ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	時刻	比較機		試験機			
					HOR製	TD製	GL-103			
					NDIR	FID	簡易FID			
					比較機A	比較機B	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
ppmC	ppmC	ppmC		ppmC						
試験日:2010年 1月22日(金)										
ゼロ	Air	0	0	10:25	0	0	0	-2	0	0
スパン	C7H8	177	1241	10:50	1265	1217	1000	1223	1000	1206
ゼロ	Air	1	5	11:02	6	4	0	2	0	4
スパン	C7H8	176	1230	11:20	1244	1217	1000	1216	1000	1208
ゼロ	Air	0	3	11:32	2	5	0	2	0	4
スパン	C7H8	175	1228	11:45	1244	1213	1000	1215	1000	1202
ゼロ	Air	1	4	11:58	2	5	0	2	0	4
スパン	C7H8	175	1227	12:10	1242	1212	1000	1203	1000	1202
ゼロ	Air	0	3	12:22	1	5	0	2	0	4
スパン	C7H8	175	1227	12:35	1241	1213	1000	1229	1000	1202
繰返し性			ZERO平均値		2.2	3.7	0.0	1.2	0.0	3.2
(平均値からの偏差):%			最大値偏差		0.3	0.1	0.0	0.1	0.0	0.1
			最小値偏差		-0.2	-0.3	0.0	-0.3	0.0	-0.3
			SPAN平均値		1247	1214	1000	1217	1000	1204
			最大値偏差		1.4	0.2	0.0	1.0	0.0	0.3
			最小値偏差		-0.5	-0.2	0.0	-1.2	0.0	-0.2
試験日:2010年 1月27日(水)										
ゼロ調整	Air	0	0	10:00	0	0	0	↓ロガー故障	0	↓ロガー故障
スパン調整	C7H8	273	1911	10:12	1911	1911	1800		1900	
ゼロ	Air	0	0	10:23	6	4	0	↓ロガー故障	0	↓ロガー故障
スパン	VOC 5成分	444	1933	10:34	1879	1593	1400		1400	
ゼロ	Air	0	0	10:45	7	5	0		0	
スパン	VOC 5成分	444	1933	10:53	1879	1604	1450		1450	
ゼロ	Air	0	0	11:06	5	4	0		0	
スパン	VOC 5成分	444	1933	11:17	1877	1604	1450	1622	1500	1586
ゼロ	Air	0	0	11:26	9	5	0	2	0	4
スパン	VOC 5成分	444	1933	11:37	1875	1602	1450	1628	1450	1579
ゼロ	Air	0	0	11:47	8	5	0	3	0	4
スパン	VOC 5成分	444	1933	11:58	1872	1601	1400	1640	1450	1587
繰返し性			ZERO平均値		7.0	4.7	0.0	2.5	0.0	4.0
(平均値からの偏差):%			最大値偏差		0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			最小値偏差		-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			SPAN平均値		1876	1601	1430	1630	1450	1584
			最大値偏差		0.1	0.2	1.4	0.6	3.4	0.2
			最小値偏差		-0.2	-0.5	-2.1	-0.5	-3.4	-0.3
試験日:2010年 1月26日(火)										
ゼロ	Air			10:18	0	2	0	↓ロガー故障	0	↓ロガー故障
スパン	トリクロエチレン	484	969	10:30	975	1021	950		950	
ゼロ	Air			10:40	4	4	0		0	
スパン	トリクロエチレン	484	969	10:50	970	1020	950		950	
ゼロ	Air			11:00	5	4	0		0	
スパン	トリクロエチレン	484	969	11:09	971	1021	950		950	
ゼロ	Air			11:18	5	4	0		0	
スパン	トリクロエチレン	484	969	11:27	968	1019	950		950	
ゼロ	Air			11:35	7	5	0		0	
スパン	トリクロエチレン	484	969	11:43	960	1019	950		950	
繰返し性			ZERO平均値		4.2	3.7	0.0	-	0.0	-
(平均値からの偏差):%			最大値偏差		0.3	0.1	0.0	-	0.0	-
			最小値偏差		-0.4	-0.2	0.0	-	0.0	-
			SPAN平均値		969	1020	950	-	950	-
			最大値偏差		0.6	0.1	0.0	-	0.0	-
			最小値偏差		-0.9	-0.1	0.0	-	0.0	-

繰返し試験時のスパン指示値の平均値とガス濃度との偏差 (%) を表 6-2 に示した。

表 6-2 スパン指示値の平均値とガス濃度との偏差 (%)

				試験機			
				GL-103			
				簡易FID			
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
高圧容器詰	C7H8	273	1911	-0.6	4.6	-0.6	0.8
スパン	C7H8	299	2094	-6.4	1.1	-5.4	0.3
スパン	C7H8	176	1230	-18.7	-1.0	-18.7	-2.1
高圧容器詰	VOC 5成分	444	1933	-26.0	-15.7	-25.0	-18.1
スパン	トリクロロエチレン	484	969	-2.0	--	-2.0	--

## (2) 結果の考察

繰返し試験結果は、±2 %と良好であった。GL-103 のメータは図 6-1 に示したもので、今回の試験濃度では 20 %以下のところで指示値を読み取る必要があり、精度に限界があった。

ガス濃度との偏差結果は、模擬ガス (VOC 5 成分) で-18 %と少し大きなマイナス値を示したが、FID で相対感度が低い含酸素化合物 (イソプロピルアルコール、酢酸エチル、メチルエチルケトン) が含まれていたためであると考えられる。



図 6-1 GL-103 のメータ

## 6.2 再現性 (ドリフト) 試験

結果を表 6-3 に示した。試験期間中 (2 週間) に、275 ppm (1,900 ppmC) 付近の高圧容器詰めトルエンを 3 回導入した時の各々の指示値を読み、初回の指示値からの偏差を調べた結果は、最大で-5% であったが、読み取り精度内であった。

表 6-3 再現性 (ドリフト) 試験結果

					比較機		試験機				
					HOR製	TD製	GL-103				
					NDIR	FID	簡易FID				
試験日	ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	時刻	比較機A ppmC	比較機B ppmC	F-1メータ ppmC	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー ppmC
2010年 1月20日 (水)	ゼロ調整	Air	0	0	10:18	0	0	0			0
	スパン調整	C7H8	273	1911	10:32	1911	1911	1900	1999	1900	1927
2010年 1月27日 (水)	ゼロ調整	Air	0	0	10:00	0	0	0	↓ロガー故障		0
	スパン調整	C7H8	273	1911	10:12	1911	1911	1800		1900	
2010年 2月3日 (水)				偏差 (%)		0.0	0.0	-5.3		0.0	
	ゼロ調整	Air	0	0	14:18	0	0	0	-1	0	1
	スパン調整	C7H8	273	1911	14:35	1911	1911	1800	1967	1800	1962
				偏差 (%)		0.0	0.0	-5.3	-1.6	-5.3	1.8

## 6.3 応答時間試験

繰返し性試験時に、トルエン 176 ppm (1,230 ppmC)、模擬ガス (VOC 5 成分) を導入してから 10 分後の指示値を 100 として、90 %、98 %応答時間を求めた。

表 6-4 に示したように、90 %で 50 秒以下、98 %で 80 秒以下と良い応答性を示した。なお、本試験は試験用ガス供給ラインを含んだ試験であり、機器単体でのものではない。

表6-4 応答時間試験結果

		GL-103 簡易FID	
		F-1ロガー	F-2ロガー
C7H8 176ppm	90%応答時間(秒)	50	50
	98%応答時間(秒)	80	80
VOC 5成 分	90%応答時間(秒)	40	40
	98%応答時間(秒)	80	70

## 6.4 直線性試験

### (1) 試験結果

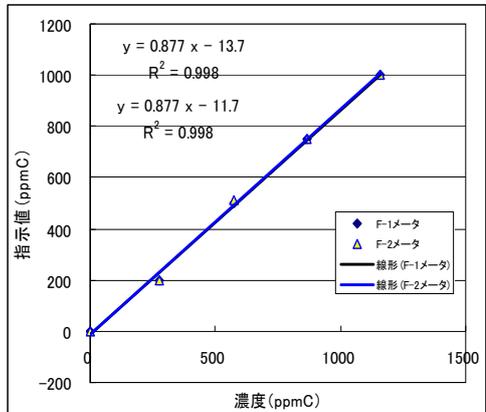
試験結果を表6-5に示した。

表6-5 直線性試験結果

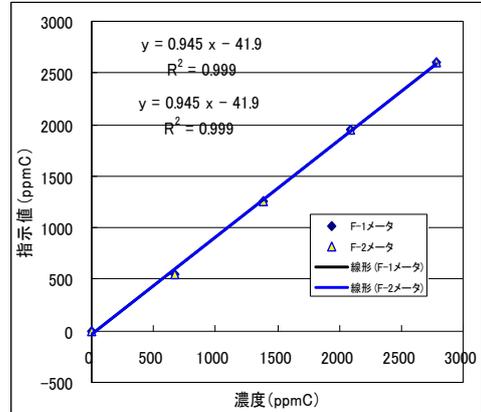
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	時刻	比較機		試験機			
					HOR製	TD製	GL-103			
					NDIR	FID	簡易FID			
					比較機A	比較機B	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
					ppmC	ppmC	ppmC	ppmC	ppmC	ppmC
試験日:2010年 1月21日(木)										
ゼロ調整	Air			12:15	5	2	0	-4	0	2
スパン(4/4)	C7H8	166	1159	12:25	1175	1143	1000	1146	1000	1145
スパン(3/4)	C7H8	124	866	12:40	872	860	750	861	750	877
スパン(2/4)	C7H8	82	572	12:50	579	566	500	594	510	597
スパン(1/4)	C7H8	39	274	13:00	278	269	200	267	200	271
ゼロ(0/4)	Air	0	1	13:20	2	0	0	-4	0	1
直線性(4/4値からの偏差):%				3/4	-0.8	0.3	0.0	0.1	0.0	1.6
				2/4	-0.7	-0.5	0.0	1.8	1.0	2.1
				1/4	-1.3	-1.4	-5.0	-1.7	-5.0	-1.3
				0/4	0.2	0.0	0	-0.3	0	0.1
試験日:2010年 1月27日(水)										
スパン(4/4)	C7H8	398	2786	14:42	2792	2781	2600	↓ロガー故障	2600	↓ロガー故障
スパン(3/4)	C7H8	299	2093	14:55	2099	2088	1950		1950	
スパン(2/4)	C7H8	199	1390	15:05	1402	1378	1250		1250	
スパン(1/4)	C7H8	96	671	15:25	680	662	550		550	
ゼロ(0/4)	Air	0	3	15:45	4	2	0		0	
直線性(4/4値からの偏差):%				3/4	0.2	0.1	0.0	-	0.0	-
				2/4	0.2	-0.5	-1.9	-	-1.9	-
				1/4	-0.6	-1.2	-3.8	-	-3.8	-
				0/4	0.1	0.1	0.0	-	0.0	-
試験日:2010年 1月26日(火)										
ゼロ(0/5)	Air	0	0	12:48	1	2	0	-2	0	2
スパン(5/5)	VOC 5成分	444	1933	13:00	1866	1592	1400	1622	1400	1572
スパン(4/5)	VOC 5成分	355	1547	13:10	1495	1275	1050	1294	1100	1248
スパン(3/5)	VOC 5成分	266	1160	13:18	1126	960	800	882	800	878
スパン(2/5)	VOC 5成分	177	773	13:28	753	640	550	646	550	629
スパン(1/5)	VOC 5成分	89	387	13:35	379	321	250	321	250	315
ゼロ(0/5)	Air	0	0	13:44	5	3	0	0	0	4
直線性(5/5値からの偏差):%				4/5	0.1	0.1	-5.0	-0.2	-1.4	-0.6
				3/5	0.3	0.3	-2.9	-5.6	-2.9	-4.1
				2/5	0.4	0.2	-0.7	-0.2	-0.7	0.0
				1/5	0.3	0.2	-2.1	-0.2	-2.1	0.0
				0/5	0.2	0.1	0.0	-0.1	0.0	0.2
試験日:2010年 1月26日(火)										
スパン(4/4)	トリクロエチレン	464	927	13:35	927	1069	950	↓ロガー故障	950	↓ロガー故障
スパン(3/4)	トリクロエチレン	348	695	13:42	695	810	750		750	
スパン(2/4)	トリクロエチレン	232	464	13:50	466	536	500		500	
スパン(1/4)	トリクロエチレン	116	232	14:00	239	257	450	483	450	490
ゼロ(0/4)	Air	0	0	12:45	-1	1	0		0	
直線性(4/4値からの偏差):%				3/4	0.0	0.8	3.9	-	3.9	-
				2/4	0.3	0.2	2.6	-	2.6	-
				1/4	0.8	-0.9	22.4	-	22.4	-
				0/4	-0.1	0.0	0.0	-	0.0	-

(2) 結果の考察

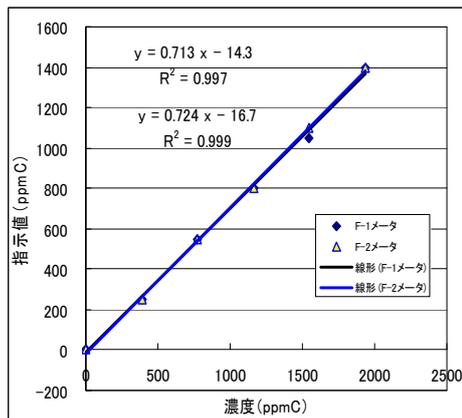
直線性試験結果は、概ね±5 %以下であり、良好であった。今回の試験ではメータの20 %以下のところで指示値を読み取る必要があり、特にトリクロロエチレンの試験では、読み取り精度に限界があり、回帰直線から外れる点がみられた。直線性試験結果として、相関散布図を図6-2に示した。



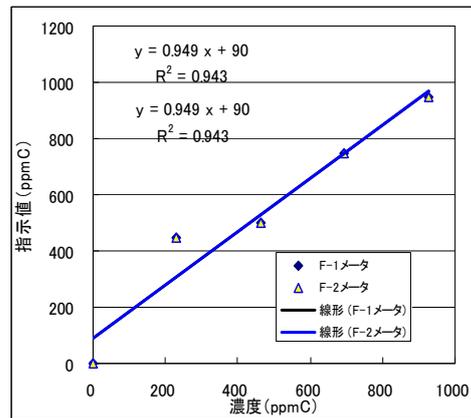
トルエン 166 ppm (1,160 ppmC)



トルエン 400 ppm (2,800 ppmC)



VOC 5成分 444 ppm (1,933 ppmC)



トリクロロエチレン 464 ppm (927 ppmC)

図6-2 直線性試験結果

## 6.5 干渉影響試験

### 6.5.1 酸素影響試験

試験結果を表6-6、図6-3に示した。

ゼロに対する影響は見られなかった。スパンに対する影響は最大-18%と大きな影響が見られた。

FIDの酸素影響で原理的なものであるが、公定法比較機のFIDと比べると、大きな値であった。

なお、公定法FID法の性能規格は、JIS B 7989（排出ガス中の揮発性有機化合物(VOC)の自動計測器による測定方法）に、変化幅が10%以下と規定されている。

表6-6 酸素影響試験結果

試験日:2010年 1月25日(月)

ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	酸素濃度 (%)	時刻	比較機		試験機			
						HOR製	TD製	GL-103			
						NDIR	FID	簡易FID			
						比較機A	比較機B	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
ppmC	ppmC	ppmC		ppmC							
ゼロ	Air	0	0	21.0	11:35	5	1	0	2	0	4
ゼロ	Air			17.9	11:43	3	-1	0	0	0	2
ゼロ	Air			14.7	11:50	1	-3	0	-1	0	2
ゼロ	Air			10.5	11:58	1	-5	0	0	0	2
スパン	C7H8	190	1333	21.0	10:20	1353	1314	1100	1322	1100	1304
スパン	C7H8			17.9	10:35	1331	1280	1000	1208	1000	1201
スパン	C7H8			14.7	10:48	1318	1255	950	1139	950	1145
スパン	C7H8			10.5	10:58	1305	1222	900	1051	900	1044
スパン	C7H8			14.7	11:03	1321	1258	950	1137	950	1136
スパン	C7H8			17.9	11:08	1333	1286	1000	1249	1000	1230
スパン	C7H8			21.0	11:13	1337	1301	1100	1322	1100	1275

↓酸素濃度 21%の時の指示値を100として計算。

スパン	C7H8	190	1333	21.0		100	100	100	100	100	100
				17.9		100.0	99.1	91.8	93.8	91.8	95.2
				14.7		100.0	98.0	88.0	87.7	88.0	90.2
				10.5		100.0	96.4	84.3	81.9	84.3	83.4

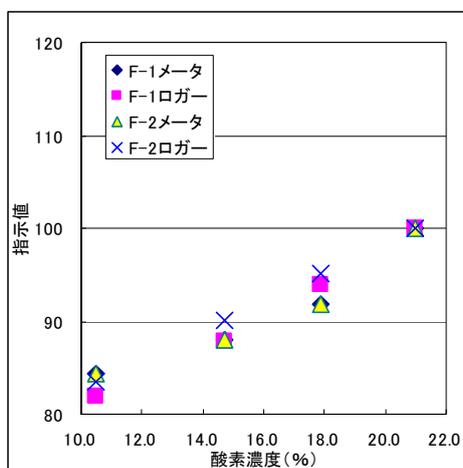


図6-3 酸素影響試験結果

### 6.5.2 二酸化炭素影響試験

試験結果を表6-7、図6-4に示した。

ゼロ、スパン共に影響は見られなかった。

表6-7 二酸化炭素影響試験結果

試験日: 2010年 1月25日(月)						比較機		試験機			
						HOR製		TD製		GL-103	
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	CO2濃度	時刻	NDIR	FID	簡易FID			
						比較機A	比較機B	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
						ppmC	ppmC	ppmC		ppmC	
ゼロ	Air	0	0	0	12:45	0	0	0	-1	0	2
ゼロ	Air			500	12:55	-8	0	0	-1	0	2
ゼロ	Air			995	13:07	-12	0	0	-1	0	2
ゼロ	Air			1490	13:15	-14	0	0	-1	0	2
ゼロ	Air			1990	13:22	-19	-1	0	-1	0	2
スパン	C7H8			1990	13:30	1177	1274	1050	1269	1050	1232
スパン	C7H8			1490	13:40	1212	1284	1050	1255	1050	1248
スパン	C7H8			995	13:48	1247	1292	1050	1295	1050	1247
スパン	C7H8			500	13:55	1279	1289	1050	1276	1050	1260
スパン	C7H8	188	1314	0	14:05	1329	1300	1050	1280	1050	1260
スパン	C7H8			500	14:11	1279	1286	1050	1275	1050	1248
スパン	C7H8			995	14:16	1248	1290	1050	1278	1050	1258
スパン	C7H8			1490	14:22	1214	1294	1050	1281	1050	1243
スパン	C7H8			1990	14:30	1182	1288	1050	1269	1050	1259
↓ CO2濃度 0ppmの時の指示値を100として計算。											
				0	14:05	100	100	100	100	100	100
				500	13:55	97.0	100.0	100.8	100.5	100.8	100.8
				500	14:11	97.2	100.0	101.0	100.6	101.0	100.1
				995	13:48	94.4	100.0	100.6	101.8	100.6	99.6
				995	14:16	94.6	100.0	100.7	100.6	100.7	100.6
				1490	13:40	92.3	100.0	101.2	99.3	101.2	100.3
				1490	14:22	91.7	100.0	100.4	100.5	100.4	99.1
				1990	13:30	90.3	100.0	102.0	101.1	102.0	99.7
				1990	14:30	89.7	100.0	100.9	100.0	100.9	100.8

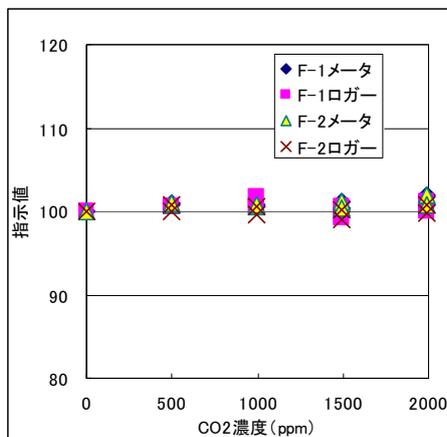


図6-4 二酸化炭素影響試験結果

### 6.5.3 水分影響試験

試験結果を表6-8、図6-5に示した。

ゼロ、スパン共に影響は小さかったが、スパンにおいて最大-6%程度の影響が見られた。

表6-8 水分影響試験結果

試験日:2010年 1月25日(月)

ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	水分濃度 (%)	時刻	比較機		試験機			
						HOR製	TD製	GL-103			
						NDIR	FID	簡易FID			
						比較機A	比較機B	F-1メータ	F-1ロガー	F-2メータ	F-2ロガー
ppmC	ppmC	ppmC		ppmC							
ゼロ	Air	0	0	0	16:30	7	6	0	4	0	6
ゼロ	Air			30	16:40	5	4	0	4	0	4
ゼロ	Air			55	16:50	3	3	0	4	0	4
ゼロ	Air			80	17:00	2	2	0	2	0	4
ゼロ	Air			0	17:15	4	2	0	2	0	4
スパン	C7H8	169	1185	0	17:27	1195	1176	950	1157	950	1122
スパン	C7H8			30	17:40	1188	1157	950	1143	950	1094
スパン	C7H8			55	17:50	1196	1152	950	1136	950	1089
スパン	C7H8			80	18:02	1200	1152	900	1120	900	1048
スパン	C7H8			55	18:13	1198	1150	950	1128	950	1084
スパン	C7H8			30	18:20	1189	1156	950	1138	950	1106

↓水分濃度(25°C相対湿度0%の時の指示値を100として計算。)

スパン	C7H8	169	1185	0	17:27	100	100	100	100	100	100
スパン	C7H8			30	17:40	99.4	98.4	100.0	98.8	100.0	97.5
スパン	C7H8			30	18:20	99.5	98.3	100.0	98.4	100.0	98.6
スパン	C7H8			55	17:50	100.1	98.0	100.0	98.2	100.0	97.1
スパン	C7H8			55	18:13	100.3	97.8	100.0	97.5	100.0	96.6
スパン	C7H8			80	18:02	100.4	98.0	94.7	96.8	94.7	93.4

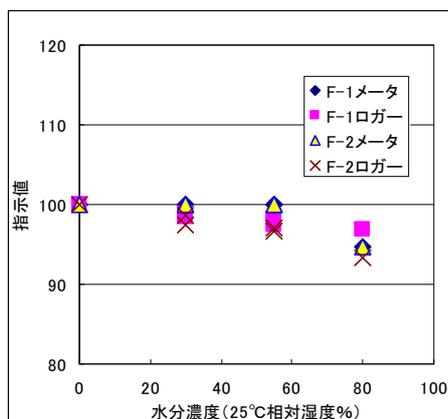


図6-5 水分影響試験結果

#### 6.5.4 GL-103 の缶ボンベ（水素）の影響試験

燃料ガス水素に缶ボンベを取付け、着火し、トルエン約 1,200 ppmC を導入して、測定を継続して指示値の変化を調べた。結果を図 6-6 に示した。E-1 は 3 時間 11 分 10 秒後、E-2 は 3 時間 4 分 40 秒後に失火したが、失火するまでに特に指示値の変化や異常は見られなかった。

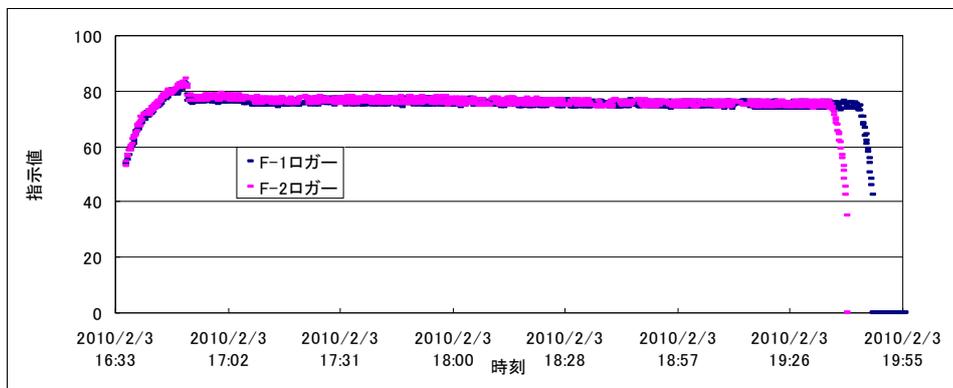


図 6-6 GL-103 の缶ボンベ（水素）の影響試験結果

#### 6.6 事業所における実際の試料測定試験

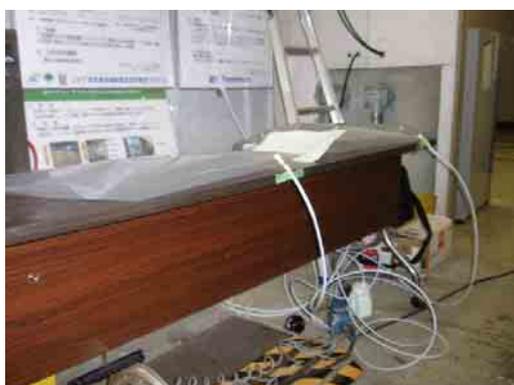
試験実施状況の写真を示した。



塗料塗布中



試料採取口



バッグ採取中



バッグ測定中

試験結果を表6-9に、バッグ試験時の各ガス濃度と試験機の指示値の平均値の偏差(%)を表6-10に示した。

表6-9 事業所における実際の試料測定試験結果

試験日:2010年 2月3日(水)					比較機		試験機				
					HOR製	TD製	GL-103				
					NDIR	FID	簡易FID				
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	時刻	比較機A ppmC	比較機B ppmC	F-1メータ ppmC	F-1ロガー ppmC	F-2メータ ppmC	F-2ロガー ppmC	
ゼロ調整	Air	0	0	14:18	0	0	0	-1	0	1	
スパン調整	C7H8	273	1911	14:35	1911	1911	1800	1967	1800	1962	
バッグ①-1	BG	1	7	14:53	6	9	0	7	0	10	
バッグ①-2	サンプル	121	749	15:00	750	748	600	729	600	703	
バッグ①-3	サンプル	122	756	15:08	759	752	600	735	600	704	
バッグ①-4	サンプル	118	731	15:15	733	730	600	701	600	684	
バッグ①-5	サンプル	118	733	15:20	737	730	600	704	600	684	
↓補正後(バッグ濃度が750ppmCとなるように補正、VOC-1はBG補正も実施)											
バッグ①-2	サンプル	121	750	15:00	751	749	601	730	601	704	
バッグ①-3	サンプル	121	750	15:08	753	747	595	729	595	699	
バッグ①-4	サンプル	121	750	15:15	752	748	615	719	615	702	
バッグ①-5	サンプル	121	750	15:20	754	746	614	720	614	700	
バッグ①平均値					752	748	606	725	606	701	
メラミン樹脂塗料No.① のC数は6.22とした					最大値偏差(%)	0.2	0.2	1.5	0.7	1.5	0.4
					最小値偏差(%)	-0.2	-0.2	-1.8	-0.8	-1.8	-0.3

試験日:2010年 2月3日(水)					比較機		試験機				
					HOR製	TD製	GL-103				
					NDIR	FID	簡易FID				
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)	時刻	比較機A ppmC	比較機B ppmC	F-1メータ ppmC	F-1ロガー ppmC	F-2メータ ppmC	F-2ロガー ppmC	
バッグ②-1	BG	2	17	15:35	15	18	0	6	0	8	
バッグ②-2	サンプル	129	858	15:45	870	845	700	812	650	783	
バッグ②-3	サンプル	124	821	15:50	833	808	700	769	700	743	
バッグ②-4	サンプル	125	829	15:56	838	820	700	794	650	768	
バッグ②-5	サンプル	130	865	16:02	876	855	700	820	700	789	
↓補正後(バッグ濃度が845ppmCとなるように補正、VOC-1はBG補正も実施)											
バッグ②-2	サンプル	127	845	15:45	857	833	690	800	640	772	
バッグ②-3	サンプル	127	845	15:50	858	832	721	792	721	765	
バッグ②-4	サンプル	127	845	15:56	854	836	713	809	662	783	
バッグ②-5	サンプル	127	845	16:02	855	835	684	801	684	771	
バッグ②平均値					856	834	702	800	677	772	
メラミン樹脂塗料No.② のC数は6.65とした					最大値偏差(%)	0.2	0.2	2.7	1.1	6.5	1.3
					最小値偏差(%)	-0.2	-0.2	-2.6	-1.1	-5.4	-1.0

表6-10 バッグ試験時のガス濃度と試験機の指示値の偏差(%)

					比較機		試験機			
					HOR製	TD製	GL-103			
					NDIR	FID	簡易FID			
ガスの種類	ガス名	濃度 (ppm)	濃度 (ppmC)		比較機A ppmC	比較機B ppmC	F-1メータ ppmC	F-1ロガー ppmC	F-2メータ ppmC	F-2ロガー ppmC
高圧容器詰	C7H8	273	1911	指示値 偏差(%)	1911	1911	1800	1967	1800	1962
					0.0	0.0	-5.8	2.9	-5.8	2.7
バッグ①	サンプル①	121	750	指示値 偏差(%)	752	748	606	725	606	701
					0.3	-0.3	-19.2	-3.4	-19.2	-6.5
バッグ②	サンプル②	127	845	指示値 偏差(%)	856	834	702	800	677	772
					1.3	-1.3	-16.9	-5.3	-19.9	-8.6

バッグ①、バッグ②の比較機の測定値(ppmC)と塗料の組成(%)から、それぞれの濃度を計算した結果を表6-11に示した。

表6-11 バッグ①、バッグ②のそれぞれの組成の濃度を計算した結果

バッグ①			バッグ②		
物質名	ppm	ppmC	物質名	ppm	ppmC
トルエン	62	432	トルエン	0	0
キシレン	16	127	キシレン	60	484
エチルベンゼン	7	56	エチルベンゼン	26	210
n-ブチルアルコール	33	132	n-ブチルアルコール	37	148
ホルムアルデヒド	3	3	ホルムアルデヒド	3	3
合計	121	750	合計	127	845

バッグ繰返し測定結果は、±2 %程度であり、良好な結果であった。

ただし、メータの読み値では精度の限界であった。また、指示値（平均値）は、ログ一値で-8 ~ -3 %程度であり、公定法比較機 FID と比較すると、相対感度がやや低いことが推定できるが、一般的な簡易測定機の精度内であった。

## 6.7 実証試験結果まとめ

表6-12 実証試験結果まとめ

視点	結果まとめ								
信頼性	原理は公定法の FID と同じで、酸素影響や相対感度の特性は、公定法 FID 法の性能規格（JIS B 7989：排出ガス中の揮発性有機化合物(VOC)の自動計測器による測定方法）を満足していないが、簡易測定機の基本的な信頼性（一般的に測定精度±20 %）を十分に有している。								
実用性	公定法と同様に、ppmC で測定が可能であり、測定結果を公表したり、評価する場合に有効である。水素の缶ボンベの使用や、電池での駆動など、実用性も良い。ただし、指示メータが小さくて目盛が荒く、またレンジの数が3レンジと少ないため、読み取り誤差が大きい。デジタル表示に変更するか、外部出力端子の設置（デジボルやテスターで読み取るため）を実施して欲しい。また、内蔵されているポンプの音が大きく、室内での測定には問題がある。								
簡便性	<p>一連の操作手順には慣れる必要があるが、操作手順は比較的、簡単かつ容易である。</p> <p>簡便性の評価項目として、（参考情報）の一部をピックアップして示した。</p> <table border="1" data-bbox="395 1630 1353 1877"> <tbody> <tr> <td>価格</td> <td>定価 50 万円</td> </tr> <tr> <td>質量</td> <td>約 4 kg</td> </tr> <tr> <td>電源</td> <td>単 2 乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池 6 時間、マンガン乾電池 4 時間</td> </tr> <tr> <td>暖気時間</td> <td>特に必要なし</td> </tr> </tbody> </table>	価格	定価 50 万円	質量	約 4 kg	電源	単 2 乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池 6 時間、マンガン乾電池 4 時間	暖気時間	特に必要なし
価格	定価 50 万円								
質量	約 4 kg								
電源	単 2 乾電池×4 本、連続使用可能時間：アルカリ乾電池 6 時間、マンガン乾電池 4 時間								
暖気時間	特に必要なし								

## 7. データの品質管理、監査

実証試験の実施にあたっては、実証試験計画及び品質管理マニュアルに基づきデータの品質管理を行った。また、実証試験終了後に、品質管理グループによる監査を実施し、現場にて指示値を読み取り Excel File に記入した値と、データロガーに保存したデータの値とのクロスチェックを実施すると共に、実証試験が適切に行われていたことを確認した。